

Politecnico di Torino

Politecnico di Torino

Laurea Magistrale in

Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione

Anno accademico 2025/2026

Sessione di laurea settembre 2026

Mercanti che ricordano

Negoziazione vocale con memoria sociale persistente per i mercanti di *Skyrim*

Relatori:

Marco Mazzaglia

Stefano Calzolari

Candidato:

Gabriele Gatto

Sommario

Nei giochi di ruolo a mondo aperto il commercio è una meccanica degenere. Il prezzo discende da una funzione deterministica dell'abilità del giocatore, il personaggio dietro al banco non sa chi abbia di fronte, e la transazione non lascia traccia: comprare cento volte dallo stesso mercante, o averlo derubato il giorno prima, produce lo stesso prezzo. Non c'è conflitto, perché non esiste una cifra diversa da quella esposta che il mercante accetterebbe, e non c'è retroazione, perché lo scambio non cambia nulla. È l'interazione più ricorrente che il giocatore ha con gli abitanti di un mondo aperto, ed è anche quella in cui il divario fra promessa narrativa e meccanica effettiva è più visibile.

Questa tesi progetta, realizza e valuta **MerchantMind**, un sistema che sostituisce quel menu con una trattativa condotta a voce con un mercante dotato di *memoria sociale persistente*. A ogni personaggio è associato un documento psico-sociale che evolve nel tempo (affinità, rispetto, sospetto, gratitudine) e un archivio di ricordi pesati per salienza emotiva, che svaniscono tanto più lentamente quanto più sono importanti. Da questo stato una formula esplicita deriva un prezzo di riserva nascosto, che una curva di concessione raggiunge nel corso di una negoziazione a più turni. La decisione economica resta fuori dal modello linguistico, al quale è imposta come vincolo: il modello conduce la conversazione, non stabilisce il prezzo. Il sistema estende la pipeline vocale Mantella per *The Elder Scrolls V: Skyrim*.

La valutazione è uno studio con **ventisette partecipanti**, con disegno entro i soggetti a quattro condizioni e ordine controbilanciato: il baratto originale, una negoziazione priva di storia individuale, e due negoziazioni con memoria precaricata di segno opposto: un mercante che ricorda un atto eroico del giocatore e uno che ricorda un torto subito. Ogni partecipante ha acquistato lo stesso oggetto da tutti e quattro i mercanti, compilando dopo ciascuno una scala di credibilità e, al termine, un questionario sulla meccanica nel suo insieme.

La memoria sociale si traduce in comportamento economico in modo massiccio: l'effetto della condizione assorbe quasi per intero la variabilità del prezzo pattuito, con un'entità dell'effetto fra le più grandi osservabili in uno studio di questo tipo; l'ordinamento previsto è confermato, e le uniche trattative chiuse senza accordo

si concentrano tutte sul mercante ostile. Il differenziale sopravvive al passaggio attraverso una conversazione in linguaggio naturale e arriva al giocatore come informazione leggibile: tutti i partecipanti hanno attribuito il prezzo al rapporto col mercante anziché alla propria abilità. Il costo in prevedibilità è basso: il modello linguistico, a cui le cifre sono imposte, non ne ha inventata nessuna nelle 227 battute generate. Sul versante percettivo il quadro è più articolato, e contiene il risultato concettualmente più interessante del lavoro: la memoria produce *riconoscimento* (memoria percepita, intelligenza attribuita, direzione del rapporto) ma non aumenta la credibilità complessiva del personaggio, che si separa nettamente soltanto fra il menu di baratto e la conversazione. Ciò che rende «vero» un mercante, in questi dati, è poterci parlare; ciò che rende la relazione una relazione è che ricordi.

Emergono infine due proprietà che il progetto non aveva previsto: la memoria negativa è visibile fin dalla prima cifra pronunciata, mentre quella positiva diventa denaro soltanto per chi tratta; e il costo computazionale dell'apparato relazionale è marginale rispetto a quello della sintesi vocale, che assorbe da sola oltre metà dell'attesa misurata. Non tutto ha funzionato: la predizione dell'intento del compratore ha dato un esito negativo, e l'ampiezza con cui la memoria muove i prezzi, accettabile su un singolo acquisto, richiederebbe un vincolo esplicito prima di reggere un'economia di gioco completa. La struttura realizzata non è però specifica del gioco: descrive qualsiasi trattativa ripetuta fra parti con interessi non allineati, e il videogioco è servito qui come laboratorio in cui manipolare una storia relazionale è lecito, ripetibile e privo di conseguenze.

Indice

Elenco delle figure xi

Elenco delle tabelle xii

Elenco degli acronimi xv

1 Introduzione 1
- 1.1 Personaggi non giocanti e illusione di vita . . . 1
- 1.2 Il mercante come distributore automatico . . . 2
- 1.3 Perché *Skyrim*, perché il vocale . . . 3
- 1.4 Obiettivi e contributi . . . 5
- 1.5 Struttura della tesi . . . 6

2 Stato dell'arte 8
- 2.1 Agenti conversazionali nei videogiochi . . . 8
  - 2.1.1 Il paradigma degli agenti generativi . . . 8
  - 2.1.2 Valutazione degli agenti in ambienti di gioco . . . 9
  - 2.1.3 Studi con giocatori reali . . . 9
- 2.2 Memoria per agenti conversazionali . . . 10
  - 2.2.1 Salienza: che cosa merita di essere ricordato . . . 10
  - 2.2.2 Oblio: come i ricordi si affievoliscono . . . 11
  - 2.2.3 Riflessione: dai fatti all'atteggiamento . . . 12
  - 2.2.4 Una caratteristica comune . . . 12
  - 2.2.5 Quadro comparativo . . . 12
- 2.3 Negoziazione automatica . . . 13
  - 2.3.1 Modelli formali e tattiche di concessione . . . 13
  - 2.3.2 Negoziatori basati su modelli linguistici . . . 14
  - 2.3.3 Personalità e stile negoziale . . . 15
  - 2.3.4 Intenzione dell'interlocutore e teoria della mente . . . 16
- 2.4 Emozione e valutazione cognitiva . . . 16
- 2.5 Valutazione della credibilità degli agenti virtuali . . . 17

2.6 Il commercio nei giochi di ruolo . . . 17
2.7 Lacune identificate e posizionamento . . . 18

3 Progettazione del sistema 20
3.1 Requisiti e vincoli . . . 20
3.2 Architettura d'insieme . . . 21
3.3 Lo stato psico-sociale del personaggio . . . 23
3.4 Memoria episodica: salienza e decadimento . . . 25
3.4.1 Valutazione della salienza . . . 25
3.4.2 Decadimento differenziale . . . 27
3.5 Il ciclo di riflessione . . . 27
3.6 Dal modello al comportamento . . . 28
3.6.1 Il modificatore di prezzo . . . 29
3.6.2 Modificatori comportamentali e stadio relazionale . . . 30
3.7 Il grafo di negoziazione . . . 31
3.7.1 Grafo di apertura . . . 31
3.7.2 Grafo di turno . . . 31
3.8 Predizione dell'intento del compratore . . . 32
3.9 Strategia di concessione . . . 33
3.9.1 Prezzo di riserva e offerta di apertura . . . 33
3.9.2 La decisione a ogni turno . . . 34
3.9.3 La curva di concessione . . . 35
3.9.4 Casualità controllata . . . 36
3.10 I profili di mercante . . . 37
3.11 Eventi del mondo di gioco . . . 39
3.12 Divisione del lavoro fra regole e modello linguistico . . . 40

4 Analisi di game design 42
4.1 La griglia degli elementi formali . . . 42
4.2 MerchantMind sugli elementi formali . . . 43
4.3 Confronto con lo scambio vanilla . . . 45
4.3.1 Come *Skyrim* calcola il prezzo . . . 45
4.3.2 Perché non è una negoziazione . . . 45
4.3.3 Lo spostamento del centro di gravità . . . 46
4.3.4 Che cosa cambia dopo la transazione . . . 47
4.4 La trattativa nella storia della serie . . . 48
4.5 Gli elementi formalmente inediti . . . 49
4.6 La retroazione dell'esito sul giocatore . . . 50
4.7 Implicazioni di design . . . 50
4.8 Collocazione rispetto agli algoritmi di negoziazione . . . 51

5 Implementazione 53
5.1 Stack tecnico e integrazione con l'ospite . . . 53
5.1.1 Componenti . . . 53
5.1.2 Il criterio di integrazione . . . 54
5.1.3 Un difetto istruttivo . . . 55
5.2 Il modulo di stato psico-sociale . . . 55
5.2.1 Persistenza . . . 56
5.2.2 Identificazione dei personaggi . . . 57
5.3 Orchestrazione del grafo di negoziazione . . . 57
5.3.1 Stato e dipendenze . . . 57
5.3.2 Interfaccia verso il modello linguistico . . . 57
5.3.3 I due grafi e il conduttore . . . 58
5.4 Innesto nella pipeline vocale . . . 58
5.4.1 Il punto di diramazione . . . 58
5.4.2 Esecuzione e restituzione della battuta . . . 59
5.5 Lo scambio reale nel gioco . . . 59
5.5.1 Il meccanismo scoperto . . . 59
5.5.2 Vincoli incontrati . . . 60
5.5.3 Esecuzione . . . 60
5.6 L'ambiente sperimentale . . . 60
5.6.1 Le quattro celle . . . 61
5.6.2 I mercanti . . . 61
5.6.3 Le due missioni di supporto . . . 62
5.6.4 Precaricamento e azzeramento . . . 63
5.7 Strumentazione di ricerca . . . 63
5.7.1 Il registratore . . . 63
5.7.2 I dati raccolti . . . 64
5.7.3 Rilevamento delle anomalie . . . 64
5.8 Ottimizzazione della latenza . . . 65
5.8.1 Diagnosi . . . 65
5.8.2 Interventi . . . 65
5.8.3 Il limite residuo . . . 66
5.9 Verifica e riproducibilità . . . 67
5.9.1 Copertura dei test . . . 67
5.9.2 Riproducibilità . . . 67

6 Disegno sperimentale 68
6.1 Domande di ricerca e ipotesi . . . 68
6.1.1 Domanda generale . . . 68
6.1.2 Le quattro domande specifiche . . . 69
6.1.3 Una domanda esclusa . . . 70

6.1.4 Ipotesi operative . . . 71
6.2 Disegno e condizioni sperimentali . . . 72
6.3 Partecipanti . . . 74
6.3.1 Numerosità . . . 74
6.3.2 Ordine di presentazione . . . 74
6.4 Materiali e apparato . . . 75
6.4.1 Ambiente . . . 75
6.4.2 La missione come cornice narrativa . . . 75
6.4.3 Configurazione tecnica . . . 75
6.4.4 Preparazione . . . 76
6.5 Procedura . . . 76
6.6 Misure oggettive . . . 78
6.6.1 Post-elaborazione . . . 79
6.7 Misure soggettive . . . 79
6.7.1 Questionario per mercante . . . 79
6.7.2 Questionario finale . . . 80
6.7.3 Risposte aperte . . . 81
6.7.4 Scheda demografica . . . 81
6.8 Piano di analisi . . . 82
6.8.1 Gli strumenti statistici e come si leggono . . . 82
6.8.2 Le analisi previste per ciascuna ipotesi . . . 85
6.8.3 Controlli e trattamento dei dati . . . 86
6.9 Considerazioni etiche . . . 87

7 Risultati 88
7.1 Il campione e gli strumenti . . . 89
7.2 Memoria sociale e prezzo . . . 90
7.2.1 Prezzo pattuito . . . 90
7.2.2 Scarto dal prezzo di riserva . . . 92
7.3 Dinamica della trattativa . . . 93
7.3.1 Round, durata e abbandoni . . . 93
7.3.2 Un risultato emerso dai dati . . . 95
7.4 Predizione dell'intento . . . 96
7.5 Anomalie e comportamento della memoria . . . 97
7.6 Esperienza percepita . . . 99
7.6.1 Il profilo delle quattro condizioni . . . 99
7.6.2 Il risultato controintuitivo: memoria senza credibilità . . . 100
7.6.3 Il questionario finale . . . 102
7.6.4 La meccanica nel suo insieme . . . 103
7.7 I risultati dentro i sottogruppi . . . 104
7.8 Prestazioni del sistema . . . 106

7.9 Osservazioni qualitative . . . 107
7.10 Riepilogo . . . 110

8 Discussione e conclusioni 112
8.1 Interpretazione dei risultati . . . 112
8.1.1 La memoria sociale diventa denaro, e si vede . . . 112
8.1.2 L'asimmetria fra memoria positiva e memoria negativa . . . 113
8.1.3 Il numero di round non misura la pazienza . . . 114
8.1.4 Riconoscimento non è credibilità . . . 115
8.1.5 Perché la predizione dell'intento non ha funzionato . . . 115
8.1.6 Prevedibilità confermata, memoria non messa alla prova . . . 116
8.2 Implicazioni per il design dei sistemi commerciali . . . 117
8.3 Oltre il gioco: la stessa meccanica altrove . . . 119
8.3.1 Che cosa è specifico del gioco e che cosa non lo è . . . 119
8.3.2 Dove questa struttura si ritrova . . . 119
8.3.3 Ricerca attraverso i giochi . . . 120
8.4 Limiti . . . 121
8.5 Minacce alla validità . . . 122
8.6 Lavori futuri . . . 124
8.7 Conclusioni . . . 125

A Strumenti di raccolta dati 128
A.1 Testi della missione . . . 128
A.2 Questionario per mercante . . . 129
A.3 Questionario finale . . . 131
A.4 Scheda del partecipante . . . 132

B Formule e costanti del modello 135
B.1 Modificatore di prezzo . . . 135
B.2 Salienza e oblio . . . 136
B.3 Trattativa . . . 137
B.4 Riflessione . . . 138

C Variabili di stato 139
C.1 Il documento psico-sociale . . . 139
C.2 Lo stato di grafo . . . 141

D Prompt dei nodi del grafo 142
D.1 Predizione dell'intento . . . 142
D.2 Riconoscimento dell'intento commerciale e dell'oggetto . . . 143
D.3 Lettura della controproposta . . . 143
D.4 Battuta di apertura . . . 143

D.5 Controfferta 144
D.6 Chiusura 144
D.7 Chiarimento 144

E Schema dei file di registro 145

F Riproducibilità dell'ambiente sperimentale 147
F.1 Le quattro celle 147
F.2 I mercanti 148
F.3 Le quattro versioni del gioco 148
F.4 La missione guida 148
F.5 Esecuzione e archiviazione di una sessione 149

Bibliografia 151

Elenco delle figure

3.1 Architettura d'insieme. 23
3.2 I due grafi di stati. 32
3.3 Traiettoria del prezzo richiesto in funzione del round, per i tre profili impiegati nello studio. 36

4.1 Lo scambio commerciale nei due sistemi. 48

6.1 Struttura temporale di una sessione. 77

7.1 Prezzo pattuito per condizione. 91
7.2 Oro pagato sopra il prezzo di riserva del mercante. 93
7.3 A sinistra i round sostenuti per condizione; a destra le trattative chiuse senza accordo. 94
7.4 Round sostenuti e oro lasciato sopra la riserva. 95
7.5 Riserva, prezzo di apertura e prezzo effettivamente pattuito. 96
7.6 Matrice di confusione della predizione dell'intento. 97
7.7 Mediana di ogni dimensione del questionario per mercante, nelle quattro condizioni. 99
7.8 Due strumenti sulla stessa domanda. 102
7.9 Valutazione della meccanica rispetto al punto neutro della scala. . . 104

Elenco delle tabelle

2.1 Sistemi di memoria a confronto sui tre assi discussi. 13
2.2 Le tre famiglie di tattiche di concessione e il loro impiego in questo lavoro. 14
2.3 Lacune individuate nella letteratura e risposta di questo lavoro. . . 18

3.1 I due percorsi del modello e il loro punto di convergenza. 22
3.2 Le sezioni dello stato psico-sociale e il loro ruolo nel modello. 24
3.3 Peso base di importanza per tipo di evento. 26
3.4 I tre profili impiegati nello studio: valori di partenza e grandezze derivate. 38
3.5 Ripartizione dei compiti fra regole deterministiche e modello linguistico. 40

4.1 Gli otto elementi formali e la domanda che ciascuno pone. 43
4.2 Confronto tecnico fra lo scambio vanilla e MerchantMind. 46
4.3 L'evoluzione dello scambio nella serie. 49

5.1 Configurazione di riferimento del sistema. 54
5.2 I moduli del nucleo e la loro responsabilità. 56
5.3 I dati registrati automaticamente e il loro impiego. 64

6.1 Le quattro condizioni sperimentali. 72
6.2 Le quattro sequenze e la loro realizzazione. 74
6.3 Corrispondenza fra domande di ricerca, misure e sorgenti. 78
6.4 Sintesi dei test statistici impiegati nel capitolo 7. 83
6.5 Sintesi delle misure dell'entità dell'effetto e delle stime: le grandezze che, accanto alla significatività, indicano quanto è grande una differenza e quanto è incerta una stima. 85

7.1 Composizione del campione, 27 partecipanti. 89
7.2 Comportamento economico per condizione. 92
7.3 Ricordi generati durante le sessioni, per tipo di evento. 98
7.4 Dimensioni della percezione. 100

7.5 Domande a scelta forzata del questionario finale. 103
7.6 Effetto della memoria sul prezzo dentro ciascun sottogruppo. 105
7.7 Latenza dei componenti durante le sessioni sperimentali, in secondi. 107
7.8 Temi nominati spontaneamente nell'impressione sul mercante, per condizione. 108
7.9 Esito delle ipotesi operative. 110

A.1 I diciassette item del questionario per mercante. 130
A.2 Gli item del pilota non somministrati nello studio. 131
A.3 Le otto domande del confronto finale. 132
A.4 I quattordici item sulla meccanica. 133

B.1 Pesi del modificatore di prezzo (`merchantmind/pricing.py`). 136
B.2 Peso di partenza per tipo di evento (`merchantmind/salience.py`). 137
B.3 Costanti della negoziazione (`merchantmind/graph/nodes.py`). . . . 138

C.1 Campi del documento psico-sociale (`merchantmind/schema.py`). . . 140
C.2 Variabili dello stato di grafo (`merchantmind/graph/state.py`). . . 141

E.1 I dieci file di registro e il loro contenuto. 146

Elenco degli acronimi

CK
: Creation Kit

HTTP
: HyperText Transfer Protocol

IC
: Intervallo di Confidenza

JSON
: JavaScript Object Notation

MO2
: Mod Organizer 2

RMM
: Reflective Memory Management

RQ
: Research Question

SKSE
: Skyrim Script Extender

SVI
: Subjective Value Inventory

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Personaggi non giocanti e illusione di vita

I giochi di ruolo a mondo aperto costruiscono la propria promessa su un'illusione: che il mondo esista anche quando il giocatore non lo guarda, e che le persone che lo abitano siano persone. È un'illusione costosa e fragile. Costosa perché ogni battuta di dialogo va scritta, registrata e collegata a una condizione di attivazione; fragile perché basta una risposta fuori posto, o la stessa frase pronunciata due volte, perché il personaggio ricada nella propria natura di automa.

La tecnica con cui questa illusione è stata costruita per trent'anni è lo scripting: un albero di dialoghi finito, percorso da condizioni booleane sullo stato della partita. Funziona finché il giocatore resta dentro i rami previsti, e ha il pregio decisivo di essere *controllabile*: chi progetta sa esattamente che cosa il personaggio può dire. Ha però un limite strutturale che nessun aumento di budget rimuove: il numero di stati che un albero può rappresentare cresce con il lavoro umano investito, non con la ricchezza del mondo. Un personaggio scriptato non può ricordare qualcosa che nessuno ha previsto che ricordasse.

L'arrivo dei modelli linguistici di grandi dimensioni ha cambiato i termini del problema, e li ha cambiati in un modo asimmetrico. Un personaggio che genera le proprie battute non ha più un tetto combinatorio: può rispondere a qualsiasi cosa, in qualsiasi ordine. Ma perde esattamente ciò che lo scripting garantiva, cioè il controllo su che cosa dirà, e non guadagna automaticamente ciò che l'illusione richiede davvero, cioè la *continuità*. Un modello linguistico, di per sé, non ricorda: ogni conversazione comincia da zero, e un personaggio che non ricorda non è meno automa di uno scriptato: è solo un automa più eloquente.

La ricerca degli ultimi anni ha affrontato entrambi i lati. Da un lato i lavori sugli agenti generativi hanno mostrato che una memoria strutturata, con un criterio di rilevanza e un meccanismo di sintesi, produce comportamenti coerenti su archi

temporali lunghi. Dall'altro, gli studi su personalità e negoziazione hanno mostrato che i modelli linguistici possono sostenere ruoli strategici, ma anche che lo fanno in modo poco affidabile quando la posta è quantitativa. Il capitolo 2 ricostruisce entrambi i filoni. Quello che manca, e che questo lavoro affronta, è il punto in cui i due si incontrano: un personaggio che ricorda *e* che deve prendere decisioni misurabili sulla base di ciò che ricorda.

1.2 Il mercante come distributore automatico

Fra tutte le interazioni che un gioco di ruolo offre, il commercio è quella in cui il divario fra promessa e realizzazione è più visibile. Il gioco racconta di mercanti con un carattere, una reputazione, una posizione nella città; quando il giocatore ci parla, si apre un menu.

In *The Elder Scrolls V: Skyrim* [1], il gioco di ruolo a mondo aperto che questo lavoro impiega come banco di prova e che il §1.3 presenta per esteso, il prezzo di un oggetto è una funzione chiusa e deterministica del suo valore base e dell'abilità di Eloquenza del giocatore, corretta da un piccolo insieme di privilegi e di effetti temporanei. Il mercante non entra nel calcolo se non come categoria merceologica: chi vende non ha alcuna influenza sul prezzo che chiede. Il giocatore, dal canto suo, ha una sola mossa disponibile (accettare o non comprare) e la ripetizione dell'acquisto non lascia traccia. Comprare cento volte dallo stesso mercante, o derubarlo e poi tornare a comprare, produce esattamente lo stesso prezzo.

Ne discendono tre assenze, ed è utile enunciarle separatamente perché il sistema proposto risponde a ciascuna:

Nessuna memoria. La transazione non modifica lo stato del personaggio. Il mercante non sa chi sia il giocatore, e non lo saprà mai.

Nessuna trattativa. Il prezzo è deciso prima che il giocatore apra bocca, e non c'è spazio negoziale: non esiste una cifra che il mercante accetterebbe e che non sia quella esposta.

Nessuna relazione. Le grandezze che il gioco pure modella (la fazione, la reputazione, i crimini commessi) non raggiungono il banco del negozio.

Il risultato è che il mercante funziona come un distributore automatico con una faccia. È una scelta di progettazione difendibile: rende il prezzo prevedibile, verificabile e indipendente dalla capacità dialettica del giocatore. Ma spreca l'unica interazione ricorrente che il giocatore ha con la maggior parte dei personaggi di un mondo aperto, e la spreca proprio dove una relazione sarebbe naturale.

Il divario è tanto più netto quanto più lo si guarda da vicino. Il gioco modella già, altrove, tutto ciò che servirebbe: fazioni con conseguenze, crimini registrati, una reputazione che cambia il modo in cui le guardie si rivolgono al giocatore. Nessuna di queste grandezze raggiunge il banco del negozio. La contrattazione, per giunta,

la serie *l'aveva*: in *Daggerfall* il giocatore proponeva una cifra e il mercante poteva rifiutarla, e in *Oblivion* un residuo di trattativa sopravviveva in forma attenuata. Il capitolo 4 ricostruisce questa linea per esteso, e mostra che l'impoverimento è stato progressivo e deliberato, motivato dal ritmo e dalla leggibilità. Il vuoto da colmare non è quindi un'omissione tecnica ma una scelta di design che le tecnologie oggi disponibili permettono di riconsiderare.

1.3 Perché *Skyrim*, perché il vocale

Il seguito impiega di continuo tre nozioni che fuori dall'ambito non sono di dominio comune, e conviene fissarle qui prima di motivare la scelta.

Il gioco. *The Elder Scrolls V: Skyrim* [1] è un gioco di ruolo a mondo aperto pubblicato da Bethesda Game Studios nel 2011, impiegato qui nella riedizione *Special Edition*. Il giocatore conduce un personaggio unico attraverso una regione percorribile senza interruzioni, popolata da alcune centinaia di abitanti dotati di nome, mestiere e orari, che proseguono le proprie occupazioni indipendentemente da lui. Fra questi ci sono i mercanti: tengono bottega in un luogo preciso, dispongono di un capitale proprio e comprano e vendono alle condizioni descritte nel §1.2. Il gioco è un prodotto commerciale e chiuso, di cui non sono pubblici i sorgenti.

Le modifiche. Una **modifica** (nel gergo della comunità, una *mod*) è un'estensione non ufficiale, scritta da terzi, che il gioco carica all'avvio insieme ai propri contenuti: può aggiungere oggetti, luoghi e personaggi, oppure alterare il comportamento del codice già presente. *Skyrim* la rende praticabile in misura insolita, attraverso tre strumenti distinti. Il primo è il Creation Kit (CK), l'editor ufficiale con cui il gioco stesso è stato costruito, che dà accesso alle celle del mondo, ai personaggi, alle missioni e al linguaggio di scripting del motore, Papyrus. Il secondo è lo Skyrim Script Extender (SKSE), mantenuto dalla comunità, che estende l'interprete degli script con funzioni che il gioco non espone. Il terzo è un gestore di modifiche, come Mod Organizer 2 (MO2), che tiene ciascuna modifica separata dalle altre e dai file originali e ne governa l'ordine di caricamento, così che l'installazione resti reversibile. Nessuno dei tre richiede i sorgenti del gioco.

Mantella. **Mantella** [2] è una di queste modifiche, distribuita come progetto aperto. Sostituisce gli alberi di dialogo scritti a mano, in cui il giocatore sceglie la propria battuta da un elenco, con una conversazione parlata e generata: la voce del giocatore è trascritta, un modello linguistico produce la risposta nei panni del personaggio, e una sintesi vocale la pronuncia. È il sistema ospite su cui il lavoro qui descritto si innesta, e il §5.1 ne riporta la configurazione impiegata nello studio.

La scelta dell'ambiente non è indifferente al risultato, e va motivata con qualche cura, perché è essa a rendere praticabile l'intero lavoro. *Skyrim* non è stato scelto perché è famoso, ma perché è **già predisposto**, sul piano dei contenuti e su quello tecnico, per la meccanica che si voleva costruire.

Sul piano dei contenuti, offre tre proprietà che raramente si trovano insieme. Ha un mondo narrativamente stratificato, con una storia pregressa condivisa fra il giocatore e gli abitanti: un mercante che ricorda l'uccisione di un drago non deve inventarsi nulla, gli basta attingere a fatti che il gioco già racconta, e questa è la precondizione perché una memoria *sociale* abbia qualcosa da ricordare. Ha personaggi dotati di routine autonome, che continuano a comportarsi come abitanti anche fuori dal dialogo, sicché un mercante è un individuo collocato in un luogo e in una comunità e non un'etichetta su un menu. E ha un'economia interna esplicita, con prezzi calcolati da formule note, un'abilità dedicata alla persuasione commerciale e mercanti dotati di un proprio capitale: esiste cioè già un sistema commerciale strutturato *da sostituire*, e non un vuoto da riempire.

Sul piano tecnico, e questo è il punto decisivo, *Skyrim* è una **piattaforma aperta alla modifica**. Attorno agli strumenti appena descritti è cresciuto in quindici anni un ecosistema di estensioni che permette di intervenire sul comportamento del codice senza riscriverlo e senza accedere ai sorgenti. Ne discende una possibilità che gli ambienti chiusi non offrono: **innestare sistemi contemporanei (un modello linguistico, una catena vocale, un archivio di memoria persistente) dentro un'architettura di gioco progettata prima che tali sistemi esistessero**, e osservare che cosa accade quando i due si incontrano. È esattamente ciò che questo lavoro fa, e che non sarebbe possibile su un titolo recente e chiuso, dove la ricchezza del mondo non è accompagnata dal permesso di alterarlo.

L'ultimo tassello è Mantella. Averla a disposizione significa che il lavoro non ha dovuto costruire l'infrastruttura conversazionale ma ha potuto concentrarsi su ciò che mancava: la memoria, e la decisione economica che ne discende. Il sistema proposto *estende* Mantella anziché ricostruirla, e resta attivabile e disattivabile come qualsiasi altra modifica.

La scelta della modalità vocale merita una giustificazione a parte, perché ha un costo. Il parlato introduce latenza, errori di riconoscimento e una minore precisione rispetto a un'interfaccia testuale, e nulla nel modello proposto lo richiede: la stessa negoziazione potrebbe avvenire per iscritto. La ragione è che una trattativa è un atto sociale prima che aritmetico, e che dire a voce una cifra a un personaggio che risponde con la propria voce colloca l'interazione in un registro diverso da quello di un modulo da compilare. È un'ipotesi sull'esperienza, non sul meccanismo, e questo lavoro la mette alla prova insieme al resto.

1.4 Obiettivi e contributi

L'obiettivo generale è **sostituire** la meccanica di scambio commerciale con un'altra: una trattativa condotta a voce con un personaggio che ricorda la storia condivisa col giocatore e ne tiene conto nel prezzo, nel tono e nella pazienza. Non si tratta di introdurre una meccanica dove non ce n'era, ma di rimpiazzarne una degenere, e il capitolo 4 misura la distanza fra le due sugli elementi formali del gioco (§4.3). La domanda che ne deriva, e che il capitolo 6 formula per esteso, è se questa sostituzione modifichi l'esperienza dichiarata dal giocatore, e a quale costo in prevedibilità del comportamento del sistema. Da essa discendono quattro domande di ricerca specifiche, riguardanti la predizione dell'intento del compratore, l'effetto della memoria sul comportamento economico, il costo in prevedibilità dell'aver messo un modello linguistico sul percorso, e l'esperienza percepita dal giocatore.

Il lavoro rivendica quattro contributi.

C1: un'architettura integrata. Un sistema, denominato MerchantMind, che unisce in un unico impianto un documento psico-sociale persistente per personaggio, un valutatore di salienza con oblio differenziale, un ciclo di riflessione che sintetizza i ricordi accumulati, un ascoltatore di eventi del mondo e un grafo di stati che orchestra la negoziazione. Nessuno dei componenti è nuovo in assoluto; la loro integrazione in un gioco commerciale esistente, con una decisione economica misurabile in uscita, non ha precedenti nella letteratura esaminata.

C2: la memoria come motore di antagonismo. Nella letteratura sugli agenti dotati di memoria persistente, il ricordo serve quasi sempre a cooperare meglio: l'assistente che ricorda le preferenze, il sistema di raccomandazione che affina il proprio modello dell'utente. Qui la memoria alimenta un antagonista: un personaggio che ricorda un torto *rema contro* il giocatore, e lo fa in modo personalizzato e quantificato. Il contributo è concettuale prima che tecnico, e consiste nel mostrare che lo stesso apparato di memoria può produrre un avversario che il giocatore riconosce come tale, anziché un alleato compiacente.

C3: predizione dell'intento dalla storia individuale. Un nodo esplicito stima, a ogni turno, che cosa il compratore stia cercando di ottenere, usando come informazione a priori la storia relazionale di quel giocatore con quel mercante. È un'applicazione di *teoria della mente* in cui il modello dell'altro non è generico ma individuale. Si anticipa fin d'ora che la valutazione empirica di questo componente ha dato **esito negativo** (§7.4), per ragioni che riguardano tanto il predittore quanto il disegno della misura, e che il capitolo 8 analizza.

C4: evidenza empirica. Uno studio con ventisette partecipanti, disegno entro i soggetti a quattro condizioni con ordine controbilanciato, che confronta il

baratto originale del gioco, una negoziazione priva di storia e due negoziazioni con memoria precaricata di segno opposto. È, per quanto risulta dalla letteratura esaminata, il primo studio con utenti reali sull'intersezione fra negoziazione vocale, memoria sociale persistente e ambiente di gioco a mondo aperto.

Un quinto componente (la propagazione in tempo reale di eventi del mondo verso lo stato del negoziatore) è realizzato e funzionante, ma non è stato sottoposto a verifica sperimentale: nel disegno adottato le storie che differenziano i mercanti sono precaricate, non accumulate durante la sessione. La domanda di ricerca corrispondente è stata ritirata anziché lasciata senza risposta, e la scelta è motivata nel §6.1.

Un ambito più largo del gioco. Conviene dichiarare fin d'ora che l'oggetto di questo lavoro è meno particolare di quanto il titolo suggerisca. Nulla, nel modello descritto, è specifico del commercio fantastico: ciò che si costruisce è un **negoziatore conversazionale la cui posizione di partenza dipende dalla storia dell'interlocutore**, e quella struttura si ritrova ovunque due parti trattino ripetutamente e con interessi non allineati: un rinnovo di fornitura, una richiesta di sconto a un cliente abituale, una rateizzazione, un recupero crediti. Il gioco funziona qui da *banco di prova*: fornisce un contesto in cui manipolare la storia relazionale è lecito, ripetibile e privo di conseguenze reali, cosa che nel dominio applicativo corrispondente sarebbe insieme difficile ed eticamente problematica. Il §8.3 riprende il punto alla luce dei risultati e ne discute portata e limiti.

1.5 Struttura della tesi

Il capitolo 2 ricostruisce lo stato dell'arte lungo i filoni che questo lavoro attraversa (agenti conversazionali nei giochi, memoria per agenti linguistici, negoziazione automatica con personalità, stile negoziale e teoria della mente, emozione e valutazione cognitiva, credibilità degli agenti virtuali, commercio nei giochi di ruolo) e si chiude con le lacune che motivano il sistema proposto.

Il capitolo 3 descrive il modello: le variabili psico-sociali che compongono lo stato di un mercante, il modo in cui gli episodi diventano ricordi con una salienza e un tasso di oblio, la formula che traduce la relazione in un modificatore di prezzo, e le regole che governano la trattativa turno per turno. È il capitolo in cui la memoria sociale diventa denaro.

Il capitolo 4 guarda lo stesso oggetto con gli strumenti del game design: descrive il sistema sugli elementi formali del gioco, lo confronta con lo scambio originale e con la trattativa dei capitoli precedenti della serie, e ne discute i costi di progettazione.

Il capitolo 5 riporta la realizzazione: l'innesto sulla pipeline vocale, il grafo di stati, la comunicazione con il gioco e l'ambiente sperimentale costruito con il Creation Kit.

Il capitolo 6 definisce il disegno dello studio: le quattro condizioni, il controbilanciamento, gli strumenti di misura e il piano di analisi, fissato prima della raccolta.

Il capitolo 7 riporta gli esiti, e il capitolo 8 li interpreta, ne dichiara i limiti e indica le direzioni di lavoro che aprono.

Le appendici raccolgono il materiale di riferimento: gli strumenti di raccolta dati e i testi presentati ai partecipanti, l'inventario delle formule e delle costanti, le variabili di stato, i prompt impiegati, lo schema dei file di registro prodotti dal sistema e le istruzioni per riprodurre l'ambiente sperimentale.

Capitolo 2

Stato dell'arte

Il sistema descritto in questa tesi si colloca all'incrocio di quattro filoni di ricerca che, presi singolarmente, risultano consolidati, ma che non sono ancora stati integrati tra loro. Il primo riguarda gli agenti conversazionali basati su modelli linguistici applicati ai videogiochi; il secondo la memoria di tali agenti, ovvero come si stabilisce che cosa valga la pena ricordare, come si dimentica e come i ricordi diventano un giudizio; il terzo la negoziazione automatica, dai modelli formali degli anni Ottanta ai negoziatori linguistici recenti; il quarto la valutazione della credibilità degli agenti virtuali, cioè gli strumenti con cui si misura se un personaggio artificiale risulti convincente.

Il capitolo li percorre in quest'ordine, inserendo prima della credibilità una sezione sull'emozione e sulla valutazione cognitiva, da cui il modello riprende il legame fra evento e reazione, e aggiungendo una sezione sul commercio nei giochi di ruolo che fornisce il contesto applicativo; si chiude individuando le lacune specifiche che il lavoro affronta.

2.1 Agenti conversazionali nei videogiochi

2.1.1 Il paradigma degli agenti generativi

L'impiego di modelli linguistici per governare il comportamento di personaggi non giocanti si è imposto rapidamente. Il lavoro di riferimento è quello di Park e colleghi [3], che popolano un ambiente simulato con venticinque agenti dotati di un'architettura articolata in tre componenti.

Il primo è un *flusso di memoria*: una lista in sola aggiunta in cui ogni osservazione è registrata in linguaggio naturale, con il proprio marcatore temporale. Il secondo è un meccanismo di *recupero*, che a ogni decisione seleziona il sottoinsieme

pertinente combinando tre segnali normalizzati: la recenza, che decade esponenzialmente dall'ultimo accesso; l'importanza, assegnata alla memoria al momento della creazione; e la pertinenza, calcolata come similarità fra le rappresentazioni vettoriali della memoria e della situazione corrente. Il terzo è la *riflessione*, che periodicamente sintetizza le osservazioni in conclusioni di livello più alto, a loro volta registrate nel flusso.

Gli autori documentano comportamenti sociali emergenti non programmati, come la diffusione di un invito attraverso la rete di conoscenze o il coordinamento spontaneo attorno a un evento, e stabiliscono un paradigma architetturale che gran parte del lavoro successivo assume come punto di partenza, incluso il presente.

Due caratteristiche di quel paradigma vanno però messe in evidenza, perché entrambe divergono da quanto occorre in un contesto di negoziazione. La prima è che il recupero è *semantico*: ha senso quando l'archivio è vasto e la domanda può riguardare qualunque sua parte. Nel caso di una singola relazione commerciale, l'insieme dei ricordi rilevanti è piccolo e completamente noto, e un recupero per similarità non aggiunge nulla. La seconda, più importante, è che quegli agenti non hanno alcun interesse contrapposto a quello dell'interlocutore: la memoria vi serve a comportarsi in modo coerente, non a decidere come trattare qualcuno.

2.1.2 Valutazione degli agenti in ambienti di gioco

Sul versante della valutazione sistematica si colloca Orak [4], un banco di prova per agenti linguistici su dodici videogiochi di generi diversi, costruito su un'interfaccia uniforme che espone le meccaniche di ciascun gioco come strumenti invocabili dal modello, e corredato da un insieme di traiettorie di gioco esperte per l'adattamento dei modelli.

Orak è indicativo di che cosa la comunità consideri misurabile in questo ambito, e la risposta è istruttiva: la competenza *strategica* di un agente (vincere una partita, pianificare una sequenza di azioni, coordinarsi con altri) e non la qualità dell'interazione sociale con un giocatore umano. La distinzione non è marginale. Un agente valutato su Orak è un giocatore artificiale che sostituisce l'essere umano; un mercante che contratta è un *avversario* con cui l'essere umano interagisce, e il criterio di successo non è che vinca ma che risulti convincente e che il confronto sia interessante. Nessuno dei giochi inclusi nel banco di prova, inoltre, è un gioco di ruolo a mondo aperto con dialogo.

2.1.3 Studi con giocatori reali

Il lavoro più vicino per contesto applicativo è quello di Trukhin e colleghi [5], che conducono uno studio con partecipanti proprio su *Skyrim* modificato con

Mantella [2], lo stesso sistema ospite impiegato qui. Il disegno è in tre fasi: un'intervista strutturata preliminare, una sessione di gioco con personaggi governati dal modello linguistico al posto degli alberi di dialogo tradizionali, e un'intervista semi-strutturata conclusiva. Gli autori rilevano un aumento del senso di immersione e di agentività, e una sensazione di novità ricorrente che attribuiscono all'imprevedibilità del modello.

Lo studio è però dichiaratamente esplorativo, e i suoi limiti definiscono in negativo lo spazio del presente lavoro. Osserva la conversazione libera con personaggi generici, senza manipolare alcuna variabile; non misura alcun comportamento strategico dei personaggi, perché quei personaggi non ne hanno; e raccoglie dati esclusivamente qualitativi. Fornisce dunque una conferma che il dispositivo tecnico è praticabile e gradito, ma nessuna risposta su che cosa, all'interno dell'esperienza, produca quale effetto.

2.2 Memoria per agenti conversazionali

Il problema della memoria è quello su cui il presente lavoro poggia più direttamente, perché è la memoria a costituire il meccanismo che si vuole studiare. Conviene articolarlo in tre domande distinte: che cosa merita di essere ricordato, come ciò che è stato ricordato si affievolisce, e come un insieme di ricordi diventa un atteggiamento.

2.2.1 Salienza: che cosa merita di essere ricordato

L'architettura di Generative Agents [3] assegna a ogni osservazione un punteggio di importanza su scala da uno a dieci, prodotto dal modello linguistico stesso, e lo combina con la recenza e con la pertinenza semantica per determinare quali memorie recuperare in un dato momento. La soluzione è flessibile e coglie sfumature che una regola non catturerebbe, ma ha due costi: cresce linearmente con il numero di osservazioni, e non è riproducibile, poiché lo stesso episodio può ricevere punteggi diversi in esecuzioni diverse.

Un'impostazione alternativa deriva dall'architettura cognitiva ACT-R, in cui l'accessibilità di un elemento di memoria è governata dalla sua *attivazione di base*, funzione della storia delle sue occorrenze:

$$B_i = \ln \sum_j t_j^{-d}, \tag{2.1}$$

dove t_j è il tempo trascorso dalla j-esima occorrenza e d un tasso di decadimento. Honda e colleghi [6] portano questo calcolo nella memoria di un agente conversazionale basato su modello linguistico, aggiungendo ai termini di frequenza e recenza dell'equazione (2.1) due contributi espliciti: l'importanza dell'evento e la

sua *salienza emotiva*. Ne risulta una struttura di memoria in cui l'oblio non è un difetto ma un componente attivo, e che gli autori mostrano migliorare l'allineamento con le aspettative umane nell'interazione prolungata.

Il contributo rilevante ai fini di questa tesi è il principio: l'accessibilità di un ricordo dipende dalla sua carica affettiva, non solo dalla sua statistica d'uso.

Che questo principio non sia un raffinamento marginale è mostrato da LoCoMo [7], un banco di prova per la memoria conversazionale a lungo termine costruito su conversazioni molto estese: fino a trentacinque sessioni, con circa trecento turni e novemila token in media, ancorate a persone e a grafi temporali di eventi. La valutazione copre risposta a domande, riassunto di eventi e generazione di dialogo multimodale. Il risultato che qui più importa è negativo: i modelli valutati faticano a cogliere le dinamiche temporali e causali di lungo raggio, e falliscono in modo sistematico proprio sugli *eventi emotivamente significativi*, quelli che un interlocutore umano ricorderebbe con maggiore facilità. Né l'ampliamento della finestra di contesto né il recupero aumentato colmano il divario rispetto alla prestazione umana.

È esattamente la classe di ricordi su cui si regge il meccanismo studiato in questa tesi, e la ragione per cui il modello descritto nel capitolo 3 pesa esplicitamente l'impatto emotivo anziché affidarsi al recupero.

2.2.2 Oblio: come i ricordi si affievoliscono

Che la memoria umana decada in modo regolare è acquisizione antica, risalente agli esperimenti di Ebbinghaus [8]. Il contributo di Anderson e Schooler [9] sposta però la questione su un piano diverso e più interessante per chi progetta sistemi artificiali: la forma del decadimento, una legge di potenza nel tempo trascorso da ciascuna esposizione, non sarebbe un limite dell'apparato cognitivo, ma un *adattamento* alla statistica dell'ambiente, in cui la probabilità di dover nuovamente accedere a un'informazione decade con la stessa forma. La conseguenza per un agente artificiale è che dimenticare non va inteso come degrado, bensì come politica di gestione della memoria.

L'implementazione più esplicita di questo principio in un sistema basato su modelli linguistici è MemoryBank [10], che associa a ogni memoria una forza soggetta a decadimento esponenziale e, elemento decisivo, la *rinforza* a ogni richiamo, secondo il principio della ripetizione dilazionata. Ne risulta un sistema in cui le memorie effettivamente usate si consolidano e quelle trascurate svaniscono, senza che sia necessario deciderlo a priori.

2.2.3 Riflessione: dai fatti all'atteggiamento

Ricordare non basta: un insieme di episodi separati non costituisce un giudizio. Generative Agents [3] affronta il problema con un meccanismo di riflessione che si attiva quando la somma delle importanze degli eventi recenti supera una soglia, e che genera domande di alto livello a cui l'agente stesso risponde producendo conclusioni sintetiche, registrate nel flusso di memoria con puntatori alle evidenze da cui derivano.

La formulazione più articolata è quella di Tan e colleghi [11], il cui sistema, *Reflective Memory Management* (RMM), distingue due riflessioni complementari. La *prospettiva* sintetizza le interazioni a più livelli di granularità (singolo enunciato, turno, sessione) in un archivio organizzato per argomenti e ottimizzato per il recupero futuro. La *retrospettiva* raffina la politica di recupero mediante apprendimento per rinforzo, usando come segnale quali memorie il modello abbia effettivamente citato nelle proprie risposte. Il guadagno riportato supera il dieci per cento di accuratezza rispetto a un sistema privo di gestione della memoria.

Lo schema a due fasi è quello adottato in questa tesi, con entrambe le fasi realizzate in forma sostanzialmente diversa per ragioni discusse nel §3.5.

2.2.4 Una caratteristica comune

Una considerazione trasversale merita di essere isolata, perché costituisce la prima delle lacune individuate. Tutta la letteratura appena richiamata riguarda agenti **cooperativi**: assistenti personali, sistemi di raccomandazione, compagni conversazionali, agenti terapeutici. La memoria vi serve a comprendere meglio l'utente per servirlo meglio. Non risulta invece studiata la memoria come motore di un agente con *interessi opposti* a quelli dell'utente, un agente che ricorda per poter trattare in modo diverso, e talvolta peggiore.

2.2.5 Quadro comparativo

La tabella 2.1 riassume le scelte dei sistemi richiamati sui tre assi discussi, e vi affianca quelle compiute in questo lavoro.

Tabella 2.1: Sistemi di memoria a confronto sui tre assi discussi.

	Importanza	**Oblio**	**Sintesi**
Generative Agents	Assegnata dal modello, scala 1–10	Recenza esponenziale nel recupero	A soglia di importanza cumulata
ACT-R conversazionale	Termine esplicito nell'attivazione	Legge di potenza	Assente
MemoryBank	Derivata dall'uso	Esponenziale, con rinforzo al richiamo	Profilo dell'utente
RMM	Implicita nel recupero appreso	Assente	Due fasi, con apprendimento per rinforzo
Questo lavoro	Regola su tipo e impatto emotivo	Geometrico, tasso legato all'importanza	Due fasi, senza apprendimento

2.3 Negoziazione automatica

2.3.1 Modelli formali e tattiche di concessione

Il riferimento teorico della contrattazione bilaterale è il modello a offerte alternate di Rubinstein [12], che ne stabilisce l'equilibrio perfetto nei sottogiochi in presenza di fattori di sconto. Rosenschein e Zlotkin [13] portano l'impostazione nel dominio dei sistemi multi-agente, formulando protocolli, fra cui quello di concessione monotona, che garantiscono proprietà desiderabili sulla convergenza.

Il lavoro più direttamente utilizzabile per costruire un negoziatore è però quello di Faratin, Sierra e Jennings [14], che propone un modello formale della negoziazione fra agenti autonomi fondato su assunzioni computazionalmente trattabili, e vi classifica le funzioni di concessione in tre famiglie (tabella 2.2).

Tabella 2.2: Le tre famiglie di tattiche di concessione e il loro impiego in questo lavoro.

Famiglia	Criterio di concessione	Impiego qui
Dipendente dal tempo	Funzione della scadenza; la forma della curva distingue condotte dure (concessione tardiva) da condotte morbide (concessione precoce)	Curva con esponente derivato dalla personalità
Dipendente dal comportamento	Rispecchia le concessioni dell'avversario, secondo varianti della reciprocità	Termine limitato che premia il rialzo dell'offerta
Dipendente dalle risorse	Sensibile a ciò che resta disponibile, incluso il tempo	Numero di round derivato dalla disponibilità a contrattare

La distinzione fra condotta dura e condotta morbida, comunemente indicate come *Boulware* e *Conceder*, è particolarmente rilevante qui, perché è il parametro attraverso cui i profili di mercante si differenziano sul piano della pazienza (§3.10). La tassonomia è tuttora la griglia di riferimento della disciplina, e il §4.8 vi colloca il sistema qui descritto.

Sul versante prescrittivo, la distinzione fra negoziazione morbida e dura formulata da Fisher e Ury [15] fornisce il vocabolario con cui si descrivono comunemente gli stili, ed è la base concettuale della differenziazione dei profili adottata nel capitolo 3.

Un aspetto ricorrente in questa letteratura è il *prezzo di riserva*: il valore oltre il quale un negoziatore preferisce non concludere. Florijn e colleghi [16] ne studiano l'effetto sulla strategia ottimale, mostrando che disporre di una buona alternativa consente condotte più rischiose e mirate a esiti migliori. In tutti questi lavori, però, la riserva è un *parametro dato*, esogeno al modello.

2.3.2 Negoziatori basati su modelli linguistici

La disponibilità di modelli linguistici capaci di sostenere un dialogo ha riaperto il problema in forma nuova. Wang e colleghi [17] affrontano il dialogo non collaborativo costruendo un gioco a somma zero fra un persuasore e un resistente, e addestrando per rinforzo una politica che ne approssima l'equilibrio di Nash; ottengono risultati allo stato dell'arte su tre insiemi di dati. L'impostazione è teoricamente solida ma produce una politica opaca: non è possibile esibire la ragione di una singola offerta, il che è precisamente la proprietà richiesta dal presente lavoro (§3.1).

Wang e colleghi [18] propongono un banco di prova per la contrattazione in ambito commerciale, con oltre novemila prodotti e tremila compiti, e, elemento più rilevante, una valutazione a livello di *turno* fondata sulla teoria della mente, che annota le intenzioni del compratore turno per turno anziché limitarsi all'esito. La loro conclusione principale è che gli agenti venditori falliscono soprattutto perché *fraintendono* le intenzioni avversarie, ricorrendo a riconoscimento superficiale di schemi anziché a ragionamento strategico, e che occorre tracciare le intenzioni attraverso i turni. Il lavoro futuro che gli autori dichiarano, ovvero arricchire tale predizione con la storia dell'interlocutore, coincide con quanto realizzato in questa tesi.

Un terzo contributo di riferimento integra il riconoscimento delle emozioni con elementi di teoria dei giochi in dialoghi negoziali conflittuali [19], modulando la strategia in funzione dello stato affettivo rilevato nell'interlocutore. La differenza rispetto all'impostazione qui adottata è che l'emozione vi è colta come segnale istantaneo, mentre nel presente lavoro lo stato affettivo è una grandezza *persistente* accumulata attraverso la relazione.

Sul piano degli strumenti, IAGO [20] resta la piattaforma di riferimento per la negoziazione fra esseri umani e agenti. Vi si trovano due elementi ripresi in questa tesi: la distinzione fra tre canali di comunicazione (offerte, messaggi ed emozioni) e l'idea che il prezzo di riserva dipenda dal *profilo* dell'agente. Anche qui, però, la riserva discende dalla personalità e resta fissa.

2.3.3 Personalità e stile negoziale

Huang e Hadfi [21] simulano negoziatori a cui iniettano tratti del modello dei Big Five e ne misurano l'effetto sugli esiti economici e linguistici. Il risultato più netto riguarda la *gradevolezza*: gli agenti più gradevoli concedono di più e si adattano meglio, mentre quelli antagonisti restano rigidi; il nevroticismo si associa a esiti sfavorevoli. Cohen e colleghi [22] confermano l'effetto in due contesti negoziali distinti, rilevando in particolare l'incidenza di gradevolezza ed estroversione sulla credibilità percepita oltre che sul raggiungimento dell'obiettivo.

In entrambi i casi la personalità è *iniettata nel prompt* e il comportamento è lasciato emergere. È una scelta con un vantaggio evidente, ovvero che la personalità permea tutta la produzione linguistica e non solo i numeri, e uno svantaggio altrettanto evidente: l'entità dell'effetto non è controllabile, e due esecuzioni dello stesso agente possono differire. La scelta compiuta in questa tesi, rendere il legame esplicito e deterministico (§3.9), rinuncia alla ricchezza dell'emergenza in cambio di un effetto misurabile e ripetibile, che è la condizione per poter attribuire una differenza osservata alla sua causa.

2.3.4 Intenzione dell'interlocutore e teoria della mente

Un filone trasversale riguarda la capacità di un agente di rappresentarsi gli stati mentali dell'interlocutore, ciò che in psicologia va sotto il nome di *teoria della mente*. In un contesto negoziale la questione è concreta: stabilire se una controparte stia contrattando seriamente, stia bluffando, sia prossima ad accettare o stia per abbandonare cambia la mossa ottimale.

Il contributo più diretto è quello già richiamato di Wang e colleghi [18], la cui scelta metodologica merita di essere isolata: annotare le intenzioni del compratore *turno per turno* anziché valutare il solo esito finale. La valutazione a livello di turno consente di distinguere un agente che conclude un buon affare per caso da uno che ha letto correttamente la situazione, e di individuare il punto in cui una trattativa si è guastata. È la stessa impostazione adottata in questo lavoro, dove la distribuzione dell'intento predetto è registrata a ogni turno (§5.7) e confrontabile con l'esito osservato.

Un secondo modo di leggere l'interlocutore passa per il suo stato affettivo. L'approccio integrato di riconoscimento emotivo e ragionamento strategico [19] adatta il registro dell'agente all'emozione rilevata, arrivando a esprimere disappunto misurato di fronte a una negatività persistente. IAGO [20] colloca l'emozione fra i canali di comunicazione espliciti dell'agente, sul medesimo piano delle offerte e dei messaggi, e ne fa uno strumento strategico: l'agente può intimidire o simulare entusiasmo.

Ciò che accomuna questi lavori è che l'inferenza sull'interlocutore si basa sui *soli segnali della conversazione in corso*. Non risulta che l'inferenza sia informata da una storia persistente con quello specifico interlocutore, che è precisamente il lavoro futuro dichiarato in [18] e il punto su cui questa tesi interviene.

2.4 Emozione e valutazione cognitiva

Il modo in cui un evento produce un cambiamento emotivo è oggetto della teoria della *valutazione cognitiva*, la cui formulazione di riferimento resta quella di Ortony, Clore e Collins [23]. Le emozioni vi sono ricondotte alla valutazione di uno stimolo lungo tre assi, ovvero la desiderabilità di un evento rispetto ai propri obiettivi, la lodevolezza di un'azione rispetto ai propri standard, il gradimento di un oggetto rispetto ai propri gusti, con l'intensità modulata da variabili come la probabilità e la familiarità. Il modello ha avuto ampia applicazione nei personaggi di gioco, dove consente di derivare durante il gioco la reazione emotiva a un evento anziché codificarla.

Il presente lavoro ne adotta il principio (un evento viene valutato e produce un cambiamento relazionale) ma non l'apparato: le variazioni sono precomputate per tipo di evento, per le ragioni di controllo sperimentale discusse nel §3.11.

2.5 Valutazione della credibilità degli agenti virtuali

Misurare se un personaggio artificiale risulti convincente richiede uno strumento validato. Guo, Adamo e Mousas [24] affrontano la frammentazione degli strumenti esistenti proponendo una scala per la credibilità degli agenti virtuali, articolata in dimensioni che comprendono il comportamento, la consapevolezza, la relazione sociale, l'intelligenza, l'emozione, la personalità e l'agentività. È lo strumento adottato nel questionario di questo studio, in un adattamento ridotto alle sole dimensioni su cui l'effetto è atteso (§6.7): la scala completa, somministrata dopo ciascuna delle quattro condizioni, avrebbe richiesto al partecipante un numero di risposte tale da comprometterne l'attendibilità proprio nelle ultime. Il rilievo maggiore va alle dimensioni di intelligenza e memoria percepita, che sono quelle su cui l'effetto studiato dovrebbe manifestarsi.

Una dimensione complementare riguarda le anomalie. Larsen e colleghi [25] propongono una tassonomia delle allucinazioni dei modelli linguistici calata sul contesto dell'assistenza clienti e ne indagano la percezione presso oltre duecento utenti, rilevando che tutte le categorie erodono la fiducia ma che la fornitura di informazioni errate con conseguenze negative è considerata di gran lunga la più grave. La tassonomia è alla base delle categorie di anomalia monitorate automaticamente in questo lavoro (§5.7).

Va infine segnalato che la letteratura sulla negoziazione automatica ha iniziato a documentare disparità di trattamento sistematiche in funzione di attributi dell'interlocutore: in trattative fra agenti basati su un modello linguistico, chi conosce genere ed etnia della controparte ottiene profitti maggiori [26]. Il dato rende l'ispezionabilità del meccanismo di formazione del prezzo non un accessorio ma una precondizione per qualsiasi verifica di equità. È l'argomento su cui poggia la scomposizione esplicita del modificatore di prezzo descritta nel §3.6.1.

2.6 Il commercio nei giochi di ruolo

Il contesto applicativo ha una propria storia, che il capitolo 4 ricostruisce in dettaglio e che qui si riassume. La serie di cui *Skyrim* fa parte ha posseduto in passato una contrattazione vera e propria (in *Daggerfall* [27] il giocatore proponeva un prezzo e l'esito dipendeva da un confronto di abilità mediato da un tiro casuale) e successivamente una forma attenuata in cui una variabile sociale, la disposizione del mercante, influenzava marginalmente l'intervallo di prezzi accettabili [28]. In *Skyrim* entrambi gli elementi sono scomparsi: il prezzo è una funzione chiusa dell'abilità del giocatore [29] e non esiste alcuna proposta possibile.

La rilevanza di questa storia per lo stato dell'arte è duplice. Da un lato mostra che la contrattazione è stata rimossa per ragioni di progettazione, verosimilmente di ritmo e accessibilità, e non per impossibilità tecnica. Dall'altro fornisce un termine di paragone concreto: il sistema proposto non va confrontato solo con la letteratura sugli agenti, ma con ciò che il medium ha già saputo fare e ha poi abbandonato.

2.7 Lacune identificate e posizionamento

La tabella 2.3 raccoglie le lacune emerse dalla rassegna e indica come ciascuna sia affrontata.

Tabella 2.3: Lacune individuate nella letteratura e risposta di questo lavoro.

Lacuna	**Fonte**	**Come è affrontata in questo lavoro**
Memoria studiata solo in contesti cooperativi	[11], [10]	Lo stesso apparato di memoria alimenta un agente con interessi opposti all'utente: quattro grandezze relazionali confluiscono in un modificatore di prezzo (§3.6)
Fallimento sugli eventi emotivamente significativi	[7]	Ogni episodio riceve un'importanza che pesa l'impatto emotivo, e un tasso di oblio che ne discende (§3.4)
Intenzioni dell'interlocutore fraintese	[18]	Nodo di predizione dell'intento che riceve la storia individuale della coppia, e non la sola conversazione in corso (§3.8)
Prezzo di riserva come parametro esogeno	[20], [16]	La riserva è il prodotto del prezzo base per il modificatore relazionale, quindi cambia da un incontro al successivo (§3.9)
Politiche negoziali apprese opache	[17]	Regole deterministiche fuori dal modello linguistico, con scomposizione del prezzo registrata a ogni ricalcolo (§3.12)
Negoziazione studiata solo in forma testuale	§2.3	Trattativa condotta a voce dentro un gioco commerciale esistente (cap. 5)
Studi su agenti in gioco esplorativi	[5]	Manipolazione controllata a quattro condizioni, misure oggettive dai registri e piano di analisi fissato prima della raccolta (cap. 6)

La tabella va letta come un impegno, non come un risultato: dichiara che cosa il sistema si propone di fare rispetto a ciascuna lacuna, e il capitolo 7 riporta poi quali di questi impegni i dati abbiano effettivamente mantenuto. Si anticipa fin d'ora, per correttezza, che l'esito è disomogeneo: la derivazione del prezzo dalla memoria e l'ispezionabilità della strategia reggono alla verifica in modo netto, mentre la predizione dell'intento informata dalla storia (la lacuna che la letteratura

indica come più urgente) non ha prodotto il miglioramento atteso, per ragioni che riguardano tanto il componente quanto il disegno della misura (§7.4).

Nessuno degli elementi presi singolarmente è inedito. La salienza emotiva, il decadimento differenziale, la riflessione a due fasi, la curva di concessione, la predizione dell'intento esistono tutti in letteratura, e questa tesi li adotta dichiarandone la provenienza. Il contributo consiste nella loro *composizione* attorno a una tesi precisa, che si può enunciare così:

> *La memoria sociale di un agente può funzionare non come strumento per servire meglio l'utente, ma come determinante del comportamento strategico di un agente che ha interessi contrari ai suoi, e tale determinazione può essere resa esplicita, misurabile e verificabile.*

Da questa formulazione discendono i quattro contributi enunciati nel §1.4: l'integrazione di quegli elementi in un'unica architettura dentro un gioco commerciale esistente, con la strategia mantenuta in forma deterministica e ispezionabile (C1); la memoria come motore di un antagonista, con il prezzo di riserva derivato dalla relazione anziché assegnato (C2); la predizione dell'intento del compratore informata dalla storia individuale, che risponde a un lavoro futuro esplicitamente dichiarato in letteratura (C3); e la valutazione con giocatori reali, in modalità vocale, dentro un ambiente narrativamente ricco (C4).

Capitolo 3

Progettazione del sistema

Questo capitolo descrive *MerchantMind*, il modello che trasforma un mercante di *Skyrim* da tabella di prezzi a negoziatore dotato di memoria sociale. L'esposizione resta a livello di modello: si definiscono le strutture dati, le formule e il flusso di controllo, mentre le scelte realizzative (linguaggi, librerie, innesto nel gioco) sono rimandate al capitolo 5.

L'ordine dell'esposizione segue il percorso di un'informazione dentro il sistema. Si parte dai vincoli che ne hanno guidato la forma (§3.1) e dall'architettura complessiva (§3.2); si descrive poi il contenitore in cui la memoria si sedimenta (§3.3), come un episodio vi entra e vi si affievolisce (§3.4) e come episodi separati diventano un atteggiamento unitario (§3.5). Le tre sezioni successive mostrano come quello stato diventi comportamento osservabile (§3.6), attraverso quale flusso di dialogo (§3.7) e con quale lettura dell'interlocutore (§3.8). Chiudono la strategia di trattativa (§3.9), i tre profili usati nello studio (§3.10), il meccanismo di propagazione degli eventi (§3.11) e il principio che governa la divisione del lavoro fra regole deterministiche e modello linguistico (§3.12).

3.1 Requisiti e vincoli

Il sistema non nasce in astratto: si innesta su Mantella [2], una modifica di *The Elder Scrolls V: Skyrim* [1] che sostituisce gli alberi di dialogo con conversazioni generate da un modello linguistico e le rende vocali. Questa collocazione impone quattro vincoli, che hanno determinato quasi tutte le scelte descritte nel seguito.

Interazione vocale. Il giocatore parla e ascolta: non legge opzioni e non digita cifre. Ne discendono due conseguenze non banali. La prima è che il sistema non può presentare al giocatore una schermata di trattativa: ogni informazione, il prezzo richiesto, la disponibilità a scendere, l'irritazione per un'offerta troppo bassa, deve

passare per una battuta pronunciata. La seconda è che l'offerta del giocatore arriva come linguaggio naturale trascritto, spesso vago (*«facciamo quaranta»*, *«è troppo caro»*), e va interpretata prima di poter essere valutata.

Latenza percepita. In una conversazione parlata l'attesa non è mascherabile. Ogni chiamata al modello linguistico che precede la prima parola pronunciata si somma al silenzio che il giocatore percepisce come innaturale. Il modello è quindi progettato per minimizzare il numero di chiamate *sul percorso critico*, spostando fuori da esso tutto ciò che non serve a formulare la battuta immediata. Il §3.8 mostra un caso in cui questo vincolo ha modificato la struttura stessa del flusso.

Additività non distruttiva. Mantella è un sistema funzionante e usato: il modello si innesta come componente aggiuntivo, attivabile e disattivabile, e in caso di errore deve degradare al comportamento preesistente anziché interrompere la conversazione. Questo vincolo esclude di riscrivere la pipeline vocale e impone che il percorso di negoziazione riusi le strutture già presenti, in particolare la coda delle frasi che alimenta la sintesi vocale.

Ispezionabilità. Il sistema deve poter essere sottoposto a verifica: dato un prezzo, si deve poter dire da quali componenti dello stato relazionale derivi e con quale peso. Il requisito nasce da due esigenze distinte. La prima è sperimentale: le domande di ricerca del capitolo 6 chiedono di stabilire se la memoria muova il prezzo *in modo coerente*, il che presuppone poter esibire il legame. La seconda è etica: la letteratura sulla negoziazione automatica ha documentato disparità di trattamento sistematiche nei negoziatori basati su modelli linguistici [26], e la verificabilità *a posteriori* di come il prezzo si sia formato è la precondizione di qualsiasi verifica di equità.

Questo quarto vincolo è quello che segna la distanza maggiore dalla letteratura di riferimento. GAIA [17] affronta il dialogo non collaborativo addestrando per rinforzo una politica che approssima un equilibrio di Nash: teoricamente più fondato, ma produce una politica opaca, di cui non è possibile esibire la giustificazione di una singola offerta. Qui si è scelta la direzione opposta, regole deterministiche e prezzo di riserva esplicito, accettando consapevolmente di non ottimizzare alcun equilibrio in cambio della possibilità di spiegare ogni numero prodotto.

3.2 Architettura d'insieme

Il modello si articola in due percorsi che non comunicano direttamente fra loro ma condividono lo stesso stato persistente (tabella 3.1).

Tabella 3.1: I due percorsi del modello e il loro punto di convergenza.

	Percorso di negoziazione	**Percorso differito**
Innesco	Il giocatore parla con un mercante	Un evento del mondo, un aggiornamento d'inventario
Tempistica	Sincrono, dentro il turno di dialogo	Fuori dal turno di dialogo
Prodotto	Una battuta pronunciata	Una nuova memoria, una riflessione
Vincolo dominante	Latenza percepita	Nessuno

La separazione risponde direttamente al vincolo di latenza: tutto ciò che non deve accadere *mentre il giocatore aspetta una risposta* è confinato nel secondo percorso. Entrambi convergono sullo stesso documento psico-sociale per personaggio (§3.3) e sullo stesso motore derivato (§3.6), che è il punto preciso in cui, nel modello, la memoria diventa prezzo e tono.

A monte del percorso di negoziazione resta la catena vocale di Mantella, non modificata: microfono, riconoscimento del parlato affidato a Whisper [30], testo. A valle, la battuta prodotta rientra nella coda di sintesi vocale del sistema ospite. Il modello si colloca esattamente in mezzo, sostituendo, per i soli personaggi mercanti e solo quando la funzione è attiva, la generazione libera della risposta con un flusso strutturato. La figura 3.1 riassume la collocazione dei due percorsi e il punto in cui convergono.

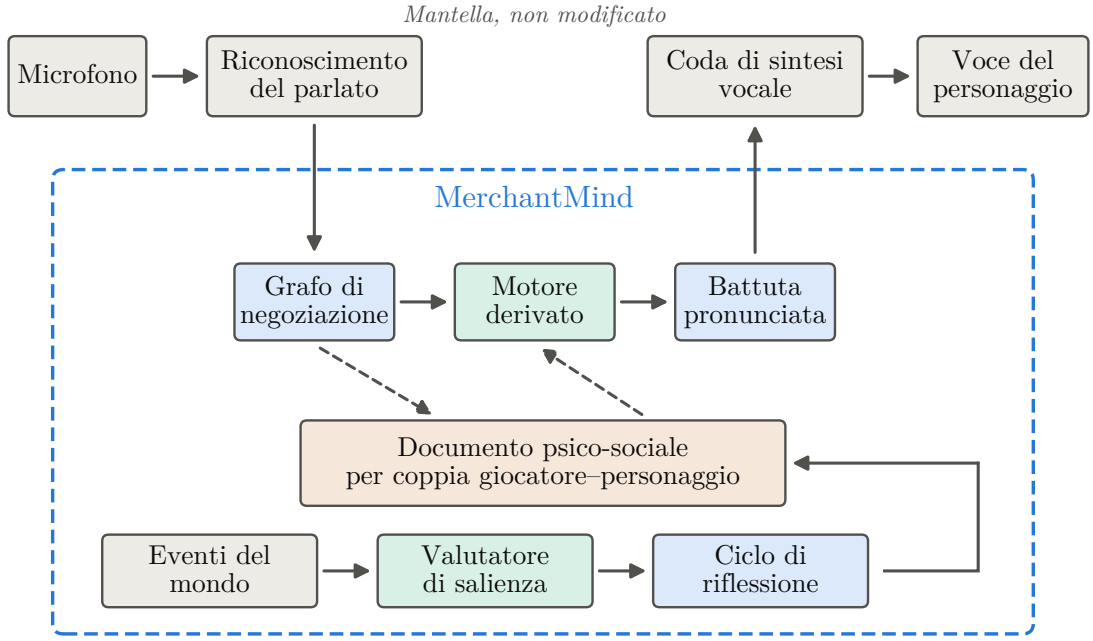


Figura 3.1: Architettura d'insieme. La catena vocale di Mantella resta invariata; MerchantMind si innesta fra il riconoscimento del parlato e la coda di sintesi. La riga superiore del riquadro è il percorso di negoziazione, sincrono e dentro il turno di dialogo; quella inferiore è il percorso differito, che si svolge fuori dal turno. I due convergono sullo stesso documento persistente.

3.3 Lo stato psico-sociale del personaggio

L'unità di persistenza è la *coppia* giocatore–personaggio: un documento per ciascuna relazione, non uno per personaggio. La scelta è deliberata e discende dall'oggetto della ricerca. Ciò che si vuole modellare non è la personalità del mercante in assoluto, ma la storia che quel mercante ha con quel cliente; due giocatori diversi che si presentano allo stesso banco devono trovare due interlocutori diversi.

Il documento è organizzato in sei parti, riassunte nella tabella 3.2. L'elenco completo dei campi, compresi quelli derivati e una sezione di obiettivi prevista dallo schema ma non impiegata, è nell'appendice C.

Tabella 3.2: Le sezioni dello stato psico-sociale e il loro ruolo nel modello.

Sezione	**Contenuto**	**Natura**
Identità	Nome, ruolo, città, tratti di personalità, valori morali	Seme fisso
Stato emotivo	Rabbia, paura, fiducia, ammirazione, irritazione	Evolutivo
Relazione	Affinità, rispetto, sospetto, gratitudine, sintesi	Evolutivo
Memorie episodiche	Elenco di eventi, ciascuno con importanza e oblio	Accumulativo
Memorie riflessive	Sintesi periodiche degli episodi	Accumulativo
Stato mercantile	Inventario, storico transazioni, modificatore di prezzo	Misto

I tratti di personalità adottano le cinque dimensioni del modello dei Big Five (gradevolezza, estroversione, coscienziosità, nevroticismo, apertura) con due aggiunte specifiche del dominio commerciale: *avidità* e *onorabilità*. Tutti i valori sono normalizzati in [0,1] e valgono 0,5 per difetto. La scelta delle prime cinque non è cosmetica: è la stessa base su cui Huang e Hadfi [21] misurano l'effetto della personalità sugli esiti negoziali, e permette di riusarne i risultati nel §3.9. Le due aggiunte servono a modulare aspetti che i Big Five non catturano nel contesto specifico: quanto un mercante insegua il margine, e quanto ricordi i torti subiti.

Campi derivati. Quattro elementi del documento non sono mai scritti direttamente ma ricalcolati a partire dagli altri: il tono di dialogo e gli altri modificatori comportamentali, lo stadio della relazione, il modificatore di prezzo e la sua scomposizione. La regola realizzativa corrispondente è che ogni modifica alla relazione o alla memoria sia seguita da un ricalcolo completo dei derivati, così che non possano esistere stati incoerenti in cui, per esempio, il sospetto sia cresciuto ma il prezzo non lo rifletta ancora.

Distinzione fra emozione e relazione. Il modello tiene separati lo stato emotivo e lo stato relazionale, che una lettura superficiale confonderebbe. Il primo descrive una condizione momentanea (irritazione per una trattativa andata male); il secondo una disposizione sedimentata (sospetto verso un cliente che ha venduto refurtiva). Solo il secondo entra *direttamente* nel calcolo del prezzo: nella formula del modificatore (§3.6.1) compaiono le grandezze relazionali, non quelle emotive.

L'emozione vi rientra però per una via indiretta, che vale la pena esplicitare perché è il punto del modello più facile da fraintendere. L'impatto emotivo di un episodio concorre a determinarne l'importanza (equazione (3.1)); se l'episodio supera la soglia di alta salienza, il segno complessivo delle emozioni che porta con sé produce uno sconto o un sovrapprezzo. Un'emozione negativa, e l'irritazione è fra queste, *alza* dunque il prezzo, ma solo quando è incisa in un ricordo abbastanza importante da contare.

La differenza è quantitativa, e i valori la rendono netta. L'irritazione che nasce da una trattativa ordinaria produce memorie di importanza compresa fra 0,43 e 0,57, ben al di sotto della soglia di 0,80: resta perciò nello stato emotivo, colora il tono del dialogo, ma non tocca il prezzo. La supera invece l'irritazione che accompagna un evento di peso (un crimine osservato raggiunge 0,89, una refurtiva riconosciuta satura a 1,0) e in quel caso contribuisce con un sovrapprezzo pieno.

È il comportamento cercato: il mercante può essere seccato da una contrattazione andata per le lunghe senza per questo rincarare, ma non dimentica un torto vero. La distinzione fra le due cose è possibile solo perché lo stato è esplicito e diviso in sezioni, e non affidato per intero al contesto del modello linguistico come nei sistemi puramente generativi.

3.4 Memoria episodica: salienza e decadimento

3.4.1 Valutazione della salienza

Ogni evento che entra nella memoria del personaggio riceve due numeri: quanto conta (*importanza*) e quanto in fretta verrà dimenticato (*tasso di oblio*). L'importanza si calcola come

$$imp = \mathrm{clamp}\left(w_{tipo} + 0{,}3 \cdot \sum_{e} |\Delta_e| \,,\ 0,\ 1 \right), \tag{3.1}$$

dove w_{tipo} è un peso base che dipende dal tipo di evento e $\sum_e |\Delta_e|$ è la magnitudine complessiva dell'impatto emotivo, ossia la somma dei valori assoluti delle variazioni che l'evento produce sulle emozioni. Un evento emotivamente neutro conserva il peso del suo tipo; un evento che scuote più dimensioni contemporaneamente lo supera. La tabella 3.3 riporta i pesi base.

Tabella 3.3: Peso base di importanza per tipo di evento. Il valore predefinito per i tipi non elencati è 0,30.

Tipo di evento	w_{tipo}	**Tipo di evento**	w_{tipo}
Vendita di refurtiva	0,80	Evento globale del mondo	0,85
Dono al personaggio	0,65	Crimine osservato	0,75
Abbandono della trattativa	0,55	Adesione a una fazione	0,70
Trattativa serrata	0,40	Aiuto in una missione	0,60
Scambio sopra la media	0,35	Anomalia del modello	0,10
Primo acquisto	0,30		

Il peso base è a sua volta modulato dalla personalità nel caso della vendita di refurtiva, dove diventa $w_{tipo} \cdot (1 + \textit{onorabilità})$: un mercante che tiene alla propria reputazione ricorda i torti più a lungo di uno indifferente. È l'unico punto in cui un tratto di personalità entra direttamente nella valutazione della memoria, e serve a rendere i profili distinguibili anche sul piano di *cosa* ricordano, non solo di *come* trattano.

Rapporto con la letteratura. L'idea che ogni memoria porti con sé un punteggio di importanza che ne determina la persistenza viene da Generative Agents [3], dove però il punteggio è assegnato dal modello linguistico stesso su una scala da 1 a 10. La scelta di calcolarlo con una regola deterministica è una divergenza motivata: rende il costo indipendente dal numero di eventi, e soprattutto rende l'importanza riproducibile, requisito senza il quale il confronto sperimentale fra condizioni non avrebbe basi. Il peso dato all'impatto emotivo riprende invece il principio, formulato in ambito ACT-R e ripreso in contesto conversazionale da Honda e colleghi [6], secondo cui l'attivazione di un ricordo dipende dalla sua carica affettiva e non solo dalla frequenza. L'insistenza su questo punto ha una ragione precisa: il banco di prova LoCoMo [7] mostra che i sistemi di memoria conversazionale falliscono proprio sugli eventi emotivamente significativi, cioè esattamente quelli su cui si regge l'effetto che questa tesi vuole misurare.

Resta uno spazio per il modello linguistico: per tre soli tipi di evento socialmente ambigui (la vendita di refurtiva, il tradimento, il salvataggio) il modello prevede un *giudice* opzionale che raffina il punteggio, mediandolo con quello calcolato dalla regola. Il meccanismo è previsto dal progetto e realizzato, ma resta disattivato nella configurazione usata per lo studio, per non introdurre una sorgente di variabilità non controllata nel confronto fra condizioni.

3.4.2 Decadimento differenziale

Il tasso di oblio è legato all'importanza da una relazione inversa:

$$\delta = \max(0{,}005,\ 0{,}10 \cdot (1 - imp)), \tag{3.2}$$

e l'importanza residua dopo t giorni segue un decadimento geometrico:

$$imp(t) = imp \cdot (1 - \delta)^{t}. \tag{3.3}$$

La forma delle due equazioni produce il comportamento cercato: un episodio di grande importanza riceve un tasso di oblio quasi nullo e permane per molte sessioni, mentre un acquisto ordinario si dissolve in pochi giorni di tempo di gioco. Il limite inferiore di 0,005 garantisce che nulla sia ricordato per sempre, anche l'evento più significativo perde lentamente peso, mentre il coefficiente 0,10 fissa la velocità massima di dissolvenza.

Questa è una semplificazione consapevole rispetto ai modelli cognitivi di riferimento. La *power law of forgetting* di Anderson e Schooler [9] descrive il decadimento come funzione di potenza del tempo trascorso da ciascuna occorrenza, il che richiede di conservare lo storico completo degli accessi a una memoria. MemoryBank [10] adotta la curva di Ebbinghaus [8] e, in più, *rinforza* una memoria ogni volta che viene richiamata, secondo il principio della ripetizione dilazionata. Il modello qui adottato tiene un solo parametro per memoria, fissato una volta al momento della creazione: è più leggero, resta ispezionabile, ma rinuncia al rinforzo da richiamo. È l'estensione più naturale da aggiungere in seguito, una memoria che il giocatore fa riemergere citandola in una trattativa dovrebbe rafforzarsi anziché continuare a svanire, e come tale è discussa fra i lavori futuri (§8.6).

3.5 Il ciclo di riflessione

Le memorie episodiche sono fatti isolati. Perché diventino un atteggiamento occorre un passaggio ulteriore, che il modello chiama *riflessione* e articola in due movimenti, secondo lo schema proposto da Tan e colleghi [11]: una fase *prospettiva*, che sintetizza gli episodi più salienti in un giudizio, e una fase *retrospettiva*, che riscrive alla luce di quel giudizio la sintesi della relazione.

Innesco. La riflessione non è continua: scatta quando si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- sono state accumulate almeno cinque nuove memorie dall'ultima riflessione;
- è arrivata una memoria con importanza superiore alla soglia di 0,80;
- non si è mai riflettuto ed esiste almeno una memoria;
- sono trascorse più di due ore ed esiste almeno una memoria nuova.

La seconda condizione è quella operativamente più rilevante: un evento di grande portata deve modificare l'atteggiamento del mercante *prima* del dialogo successivo, non dopo cinque transazioni.

Esecuzione. La fase prospettiva seleziona le cinque memorie di importanza maggiore e le condensa in una singola frase in prima persona, prodotta dal modello linguistico; in assenza di modello, una regola di ripiego costruisce la stessa sintesi a partire dallo stadio della relazione e dall'episodio più saliente. Il risultato è registrato come memoria riflessiva, con l'elenco degli episodi da cui deriva, così che ogni giudizio resti tracciabile alle sue evidenze. La fase retrospettiva sostituisce con quella frase la sintesi della relazione, che è il testo effettivamente inserito nelle istruzioni di ogni battuta successiva: è il punto in cui la memoria smette di essere un archivio e comincia a parlare.

Divergenze dal riferimento. Lo schema a due fasi è ripreso da RMM, ma entrambe le fasi sono realizzate diversamente. La fase prospettiva di RMM costruisce un archivio di memorie a più livelli di granularità, ottimizzato per il recupero; qui si produce una sola sintesi delle memorie più importanti, perché il contesto non è un grande archivio personale da interrogare ma una singola relazione. La fase retrospettiva di RMM raffina la politica di recupero con apprendimento per rinforzo, usando come segnale le memorie effettivamente citate; qui non c'è né recupero da ottimizzare né apprendimento, ma la riscrittura di un atteggiamento. La convergenza con il meccanismo di riflessione di Generative Agents [3] è invece sostanziale sull'innesco a soglia di salienza, e diverge sull'esito: là considerazioni generali sul mondo, qui un'opinione su un singolo cliente.

Va segnalato un limite di progetto, ripreso nella discussione. Le condizioni di innesco sono realizzate e verificate dai test automatici, ma nella versione impiegata per lo studio nessun percorso le valuta durante il gioco: la riflessione è eseguita soltanto quando si propaga un evento del mondo ad alta salienza (§3.11), e *non* al termine di una trattativa, per non aggiungere una chiamata al modello linguistico sul percorso critico. Ne consegue che la sintesi della relazione letta dai prompt è quella dell'ultima riflessione utile o del seme iniziale, e non incorpora l'esito della trattativa appena conclusa, che pure ha già modificato i valori numerici della relazione, e quindi il prezzo.

3.6 Dal modello al comportamento

È questa la sezione in cui la memoria diventa osservabile. Tutto ciò che precede descrive uno stato; qui si definiscono le funzioni che lo traducono in due grandezze che il giocatore può percepire: il prezzo e il tono.

3.6.1 Il modificatore di prezzo

Il modificatore di prezzo è un moltiplicatore applicato al prezzo base dell'oggetto. Vale 1 per una relazione indifferente, scende sotto 1 per una relazione positiva, sale sopra 1 per una relazione compromessa. Si ottiene sommando contributi indipendenti:

$$\mu_{grezzo} = 1 \;-\; 0{,}10\,a \;-\; 0{,}07\,r \;-\; 0{,}06\,g \;+\; 0{,}30\,s \;+\; \sum_{m \in \mathcal{S}} \sigma_m, \tag{3.4}$$

dove a è l'affinità, r il rispetto, g la gratitudine, s il sospetto, tutti in [0,1], e $\mathcal{S}$ è l'insieme delle memorie ad alta salienza. Il valore effettivo è poi vincolato entro limiti fissi:

$$\mu = \mathrm{clamp}(\mu_{grezzo},\ 0{,}85,\ 1{,}60)\,. \tag{3.5}$$

Tre aspetti della formula (3.4) meritano attenzione.

Il primo è l'**asimmetria dei pesi**. Il sospetto pesa 0,30, mentre le tre componenti positive sommate pesano 0,23: un rapporto deliberatamente sbilanciato. La ragione è comportamentale prima che matematica: la sfiducia si costruisce in fretta e si smonta lentamente, e un modello in cui un singolo torto fosse compensato da un paio di acquisti cordiali non riprodurrebbe l'esperienza che si vuole simulare. L'asimmetria fa sì che il ventaglio dei prezzi si estenda molto più verso l'alto che verso il basso.

Il secondo è il **contributo delle memorie salienti**. Ogni memoria con importanza almeno 0,80 contribuisce con un termine σ_m di modulo fisso 0,05, il cui segno dipende dalla valenza dell'episodio: si sommano le variazioni positive (ammirazione, fiducia, gratitudine), si sottraggono le negative (rabbia, paura, irritazione, sospetto, stress), e il segno del risultato determina se la memoria produca uno sconto o un sovrapprezzo. È il canale attraverso cui un singolo evento memorabile (l'uccisione di un drago, una refurtiva venduta al banco) agisce sul prezzo in modo distinto dal lento accumularsi della relazione.

Il terzo è il **limite inferiore**. Il valore 0,85 non deriva dal modello ma da una scelta etica: impedisce che il sistema converta una relazione eccellente in uno sconto arbitrariamente grande, cioè che la memoria sociale diventi un meccanismo di manipolazione economica del giocatore. Ha però una conseguenza sperimentale rilevante, discussa nel capitolo 6: il profilo più favorevole fra quelli usati nello studio raggiunge il limite per saturazione, e il suo minimo nascosto è quindi determinato dal limite e non dalla formula.

Scomposizione ispezionabile. Il modificatore non è calcolato come un unico numero ma conservato insieme alla propria scomposizione, con un termine per ciascun addendo dell'equazione (3.4). È questo che soddisfa il requisito di ispezionabilità del §3.1: dato un prezzo, si può esibire quanta parte provenga dall'affinità,

quanta dal sospetto, quanta da uno specifico ricordo. Sul piano metodologico è ciò che rende possibile la verifica di equità che la letteratura sulla negoziazione automatica rende necessaria [26], e sul piano sperimentale è il dato che risponde alla domanda se la modulazione del prezzo sia *spiegabile* e non solo presente.

3.6.2 Modificatori comportamentali e stadio relazionale

Accanto al prezzo, lo stato relazionale determina quattro grandezze che governano il registro del dialogo:

$$\mathit{disponibilità} = \mathrm{clamp}(0{,}35 + 0{,}25\,\gamma + 0{,}20\,\alpha + 0{,}15\,r,\ 0,\ 1)\,, \tag{3.6}$$

$$\mathit{cordialità} = \mathrm{clamp}(a - 0{,}5\,s,\ 0,\ 1)\,, \tag{3.7}$$

$$\mathit{tolleranza} = \mathrm{clamp}(0{,}6 - 0{,}4\,n,\ 0,\ 1)\,, \tag{3.8}$$

dove γ è l'avidità, α la gradevolezza e n il nevroticismo. Il tono di dialogo è invece determinato per soglie: sospetto almeno 0,5 produce un tono guardingo; altrimenti affinità almeno 0,7 un tono caloroso e affinità al più 0,3 un tono freddo; nei casi intermedi il tono è cordiale ma guardingo se il sospetto supera 0,25, neutro altrimenti.

La grandezza più importante fra queste è la *disponibilità a contrattare* dell'equazione (3.6), perché determina il numero di round che il mercante concede prima di considerare chiusa la partita (§3.9). La sua composizione è significativa: vi entrano un tratto commerciale (l'avidità, che spinge a difendere il margine continuando a trattare), un tratto di personalità (la gradevolezza) e una componente relazionale (il rispetto). Il termine di gradevolezza recepisce direttamente il risultato di Huang e Hadfi [21], secondo cui agenti più gradevoli concedono di più e si adattano meglio, mentre quelli antagonisti restano rigidi; l'ordine di grandezza dell'effetto è coerente con le misure riportate da Cohen e colleghi [22].

Va notato che **la personalità non entra nel prezzo e la relazione non entra nella pazienza**, se non attraverso il termine di rispetto. La separazione è voluta: mantiene i due assi sperimentalmente distinguibili, così che una differenza osservata nel comportamento del mercante possa essere attribuita alla sua causa. Il punto è ripreso nel §3.10.

Infine, lo *stadio della relazione* riassume lo stato in un'etichetta discreta, calcolata per soglie in ordine di precedenza: *ostile* se il sospetto raggiunge 0,6 o l'affinità scende a 0,2; *diffidente* se il sospetto raggiunge 0,35; *cliente fidato* se l'affinità raggiunge 0,7 e il rispetto 0,6; *conoscente* se l'affinità raggiunge 0,55; *neutro* in tutti gli altri casi. L'etichetta non entra in alcun calcolo: serve a rendere leggibile lo stato nelle istruzioni date al modello linguistico e a registrare i passaggi di soglia, che sono il segnale più chiaro dell'evoluzione di una relazione nel tempo.

3.7 Il grafo di negoziazione

La trattativa è modellata come una macchina a stati i cui nodi sono operazioni elementari (caricare lo stato, riconoscere l'oggetto, calcolare la strategia, produrre una battuta) e i cui archi codificano le transizioni ammesse. La scelta di una struttura esplicita, in luogo di una singola chiamata al modello linguistico con un prompt complesso, discende dal requisito di ispezionabilità: ogni decisione avviene in un nodo identificabile, con ingressi e uscite definiti.

Il flusso è ripartito in due grafi distinti, invocati in momenti diversi.

3.7.1 Grafo di apertura

Percorso lineare, eseguito una volta all'inizio della trattativa:

$$\begin{aligned}&\textsf{carica lo stato} \rightarrow \textsf{riconosce l'oggetto} \rightarrow \\ &\rightarrow \textsf{fissa riserva e apertura} \rightarrow \textsf{pronuncia l'apertura}.\end{aligned}$$

Il primo nodo carica il documento psico-sociale, creandolo con i valori predefiniti se la relazione non esiste ancora, e ne ricalcola i derivati. Il secondo interpreta la battuta del giocatore per estrarne l'azione richiesta (comprare, vendere, guardare), il nome dell'oggetto e il suo prezzo base; quando il nome corrisponde a una voce dell'inventario noto, il prezzo dell'inventario prevale sulla stima del modello linguistico, che non è autorevole in materia di numeri. Il terzo nodo calcola la strategia, ed è descritto nel §3.9. Il quarto produce la battuta di apertura.

Il grafo di apertura prevede un ramo alternativo, importante nella pratica: se nessun oggetto è stato riconosciuto, il giocatore ha salutato, o ha posto una domanda generica, il sistema non quota alcun prezzo, ma fa elencare al mercante la propria merce e invita a scegliere. La trattativa resta in uno stato di *chiarimento* e il grafo di apertura viene rieseguito alla battuta successiva, finché un oggetto non è risolto. Senza questo ramo il sistema quoterebbe un prezzo nullo in risposta a un saluto, comportamento osservato nelle prime prove e corretto per questa via.

3.7.2 Grafo di turno

Eseguito una volta per ogni controproposta del giocatore, con una diramazione condizionata:

$$\textsf{legge la controproposta} \rightarrow \begin{cases}\textsf{concede e risponde} & \text{se la trattativa continua,} \\ \textsf{chiude} \rightarrow \textsf{aggiorna lo stato} & \text{se è terminata.}\end{cases}$$

Il primo nodo è il cuore decisionale del sistema e concentra tutta la logica di accettazione, rifiuto e concessione (§3.9). Il secondo produce la battuta di controproposta. Il terzo formula la chiusura: accordo o rottura. Il quarto, eseguito solo alla fine, è quello che chiude il ciclo del modello riportando l'esito nella memoria.

Il ritorno nella memoria. È il passaggio che rende il sistema longitudinale e merita di essere esplicitato. Al termine di ogni trattativa il nodo di aggiornamento costruisce un evento episodico che descrive l'accaduto, ne calcola importanza e tasso di oblio con l'equazione (3.1), e lo aggiunge alla memoria. Applica poi variazioni relazionali deterministiche: in caso di accordo il rispetto cresce di 0,03 e l'affinità di 0,02; in caso di rottura l'affinità cala di 0,01. Aggiorna infine lo storico delle transazioni, ricalcola i derivati e persiste il documento.

La conseguenza è che il modificatore di prezzo con cui si aprirà la trattativa *successiva* è diverso da quello con cui si è aperta questa. È esattamente l'effetto che il capitolo 6 si propone di misurare, e la ragione per cui il modello ha senso solo se lo stato sopravvive alla sessione. La figura 3.2 mostra i due grafi nella loro interezza.

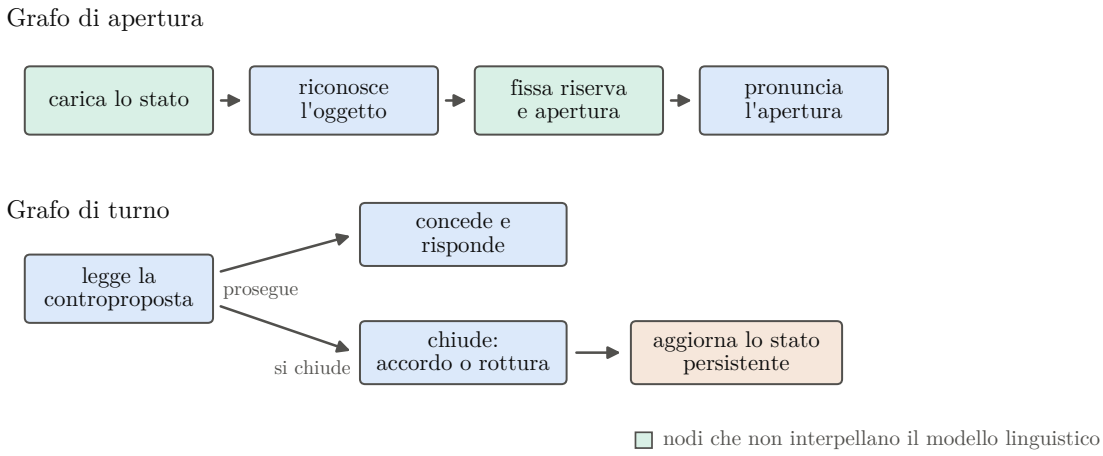


Figura 3.2: I due grafi di stati. Il grafo di apertura si percorre una volta sola, all'inizio della trattativa; il grafo di turno si percorre a ogni battuta del giocatore e si dirama a seconda che la trattativa prosegua o si chiuda.

3.8 Predizione dell'intento del compratore

Il modello prevede un componente che stima le intenzioni negoziali del giocatore, producendo una distribuzione di probabilità su cinque etichette: contrattare duramente, accettare rapidamente, mostrare interesse per un lotto, abbandonare la trattativa, raccogliere informazioni. La distribuzione è normalizzata a somma unitaria, e uniforme in caso di risposta non interpretabile.

Ciò che distingue questo componente dai suoi riferimenti è l'insieme dei dati che riceve. Oltre alla battuta corrente, gli vengono passati il numero di interazioni pregresse con quel mercante, il numero medio di round delle trattative passate, la

percentuale di accordi conclusi e l'archetipo assegnato in precedenza al cliente. La predizione è cioè informata dalla *storia individuale* della relazione, non dalla sola conversazione in corso.

Il posizionamento rispetto alla letteratura è qui particolarmente netto. Wang e colleghi [18] individuano nella cattiva lettura degli intenti del compratore il principale modo di fallimento degli agenti venditori basati su modelli linguistici, e propongono di modellare l'intento come variabile esplicita a livello di turno; il loro lavoro futuro dichiarato è arricchire tale predizione con la storia dell'interlocutore, che è precisamente quanto realizzato qui. La differenza di impostazione sperimentale va però dichiarata: il loro studio impiega compratori simulati in un contesto di commercio elettronico, mentre qui l'interlocutore è un giocatore reale che parla, e la storia è persistente e specifica della coppia.

Una decisione dettata dalla latenza. Nella prima versione del modello questa predizione precedeva la valutazione strategica, e la sua uscita alimentava il calcolo del margine di apertura. La misura dei tempi ha però mostrato che l'apertura richiedeva tre chiamate al modello linguistico in sequenza prima che il mercante pronunciasse una sola parola. Il componente è stato quindi spostato *fuori* dal percorso critico: viene eseguito in parallelo, il suo esito è registrato ai fini dell'analisi, e il calcolo strategico usa un valore predefinito quando la distribuzione non è ancora disponibile. L'apertura è così scesa a due chiamate bloccanti.

Questa scelta ha un costo che va dichiarato apertamente, perché incide sull'interpretazione dei risultati: il margine di apertura non è più modulato dall'intento predetto nel primo turno. La predizione resta pienamente misurabile, è registrata a ogni turno e confrontabile con l'esito osservato, ma il suo anello di retroazione sul comportamento immediato è, nella configurazione usata per lo studio, di fatto inattivo all'apertura.

3.9 Strategia di concessione

Questa sezione descrive il componente interamente deterministico del sistema: nessuno dei numeri che seguono è prodotto dal modello linguistico.

3.9.1 Prezzo di riserva e offerta di apertura

All'inizio della trattativa il mercante fissa due valori. Il primo è il *prezzo di riserva*, il minimo che accetterà, mai comunicato al giocatore:

$$p_{min} = p_{base} \cdot \mu, \tag{3.9}$$

con μ dato dall'equazione (3.5). È qui, in un solo prodotto, che la memoria sociale diventa denaro: tutto il capitolo confluisce in questa moltiplicazione.

Il secondo valore è l'*offerta di apertura*, collocata al di sopra del prezzo di riserva di un margine:

$$m = 0{,}08 + 0{,}20 \cdot P(\text{contrattare duramente}), \tag{3.10}$$

$$p_{apertura} = \max(p_{min},\, p_{base}) \cdot (1 + m). \tag{3.11}$$

Il margine cresce con la probabilità che il cliente contratti duramente: se il mercante si aspetta una trattativa serrata, si lascia più spazio di manovra. Il termine $\max(\cdot)$ dell'equazione (3.11) garantisce che l'apertura non scenda sotto il prezzo base neppure per una relazione ottima, lo sconto si concede trattando, non si regala in partenza.

Il numero massimo di round tollerati deriva dalla disponibilità a contrattare dell'equazione (3.6):

$$T = \text{round}(2 + 4 \cdot \textit{disponibilità}) \in [2, 6]. \tag{3.12}$$

3.9.2 La decisione a ogni turno

Ricevuta una controproposta, il sistema ne estrae (questo sì con il modello linguistico, ma senza delegargli alcuna decisione) due sole informazioni: la cifra eventualmente proposta e la postura del giocatore (accettazione, controproposta, abbandono). Su queste applica una cascata di regole, in ordine di precedenza:

1. postura di abbandono $\rightarrow$ la trattativa si chiude senza accordo;
2. postura di accettazione $\rightarrow$ accordo al prezzo corrente del mercante;
3. offerta $\geq \min(p_{corrente}, p_{min}) \rightarrow$ accordo, al maggiore fra l'offerta e il prezzo di riserva;
4. round esauriti *e* offerta $< 0{,}6 \cdot p_{min} \rightarrow$ rottura;
5. round esauriti $\rightarrow$ ultima offerta dichiarata come tale e, se non viene coperta al turno successivo, rottura;
6. altrimenti, concessione.

La terza regola merita un commento, perché è quella che governa la maggior parte degli accordi e ha una conseguenza non ovvia. Il mercante accetta *nell'istante* in cui l'offerta supera la propria riserva nascosta, per quanto distante essa sia dal prezzo che sta chiedendo, e chiude esattamente al prezzo che il giocatore ha nominato. Un mercante che chieda 54 monete con una riserva di 42,50 accetta quindi immediatamente un'offerta di 45, rinunciando a nove monete che avrebbe potuto ottenere continuando a trattare; e incassa 60 da un giocatore che offra 60, senza correggere al ribasso verso il proprio prezzo esposto.

Ne discende che **la lunghezza di una trattativa dipende più dalla prima offerta del giocatore che dalla pazienza del mercante**. Se quella offerta cade già sopra la riserva l'accordo si chiude in un round, quali che siano i round tollerati calcolati dall'equazione (3.12); se cade molto sotto, il giocatore deve risalire e la

curva di concessione ha il tempo di manifestarsi. È un limite alla lettura del numero di round come indicatore di comportamento del mercante, ripreso nel capitolo 8.

La quinta regola pone invece un tetto superiore. Esaurito il numero di round tollerati la curva di concessione è già arrivata alla riserva, e ogni turno ulteriore ripeterebbe la medesima cifra: il mercante formula allora un'*ultima offerta*, dichiarandola tale, e se il giocatore non la copre la trattativa si chiude senza accordo. La regola non modifica alcun prezzo (il minimo resta quello calcolato dalla relazione) ma impedisce che una trattativa prosegua indefinitamente e restituisce alla pazienza del mercante un effetto osservabile: la durata massima di una trattativa è determinata dall'equazione (3.12), e non più dalla sola ostinazione del giocatore.

Questa regola è stata **introdotta durante la raccolta dei dati**, dopo la sesta sessione, per correggere un difetto che le prime sessioni avevano reso visibile: senza di essa una trattativa poteva proseguire indefinitamente, perché il mercante, giunto alla propria riserva, ripeteva la medesima cifra finché il giocatore non la copriva. La conseguenza sulle misure è discussa nel §6.5 e fra le minacce alla validità (§8.5).

La quarta regola codifica invece l'idea che un'offerta molto al di sotto della riserva, ripetuta fino all'esaurimento della pazienza, sia un'offesa e non una trattativa.

3.9.3 La curva di concessione

Quando nessuna condizione terminale è soddisfatta, il mercante concede. Il prezzo non scende però in modo lineare, ma segue una curva tempo-dipendente nella forma proposta da Faratin, Sierra e Jennings [14]:

$$\rho = \left(\frac{t}{T}\right)^{1/\beta} + \tau, \tag{3.13}$$

$$p_{nuovo} = \mathrm{clamp}(p_{apertura} - (p_{apertura} - p_{min})\,\rho,\ p_{min},\ p_{corrente})\,, \tag{3.14}$$

dove t è il round corrente, T il numero massimo di round e ρ è vincolato a [0,1]. Il vincolo superiore $p_{corrente}$ nell'equazione (3.14) garantisce la monotonia: il prezzo non può risalire, qualunque cosa accada.

L'esponente β determina la forma della curva ed è derivato dalla personalità:

$$\beta = \mathrm{clamp}(2\,\alpha,\ 0{,}4,\ 2{,}0)\,. \tag{3.15}$$

Un $\beta < 1$ produce una condotta *Boulware*: il mercante concede poco a lungo e cede solo in prossimità della scadenza. Un $\beta = 1$ dà concessione lineare. Un $\beta > 1$ produce una condotta *Conceder*: gran parte dello spazio negoziale è ceduta nei primi round. Il legame con la gradevolezza traduce in forma esplicita e deterministica il risultato di Huang e Hadfi [21]: dove quel lavoro inietta il tratto nel prompt e osserva emergere il comportamento, qui il tratto ha un effetto misurabile e ripetibile sulla curva.

Il termine τ dell'equazione (3.13) è una concessione aggiuntiva di tipo *tit-for-tat*, che premia il giocatore che a sua volta si è mosso:

$$\tau = \mathrm{clamp}\left(0{,}15 \cdot \frac{o_t - o_{t-1}}{p_{apertura} - p_{min}},\ 0,\ 0{,}15\right), \tag{3.16}$$

con o_t e o_{t-1} le offerte del giocatore nei due round consecutivi. Il termine è nullo se il giocatore non alza la propria offerta e limitato superiormente, così da non poter essere sfruttato con una successione di micro-concessioni. Insieme, le equazioni (3.13)–(3.16) coprono due delle tre famiglie di tattiche di Faratin: dipendenti dal tempo e dipendenti dal comportamento dell'avversario. La figura 3.3 mostra la traiettoria che ne risulta per i tre profili impiegati nello studio: a parità di struttura, l'esponente β e il numero di round tollerati bastano a produrre tre condotte negoziali distinte.

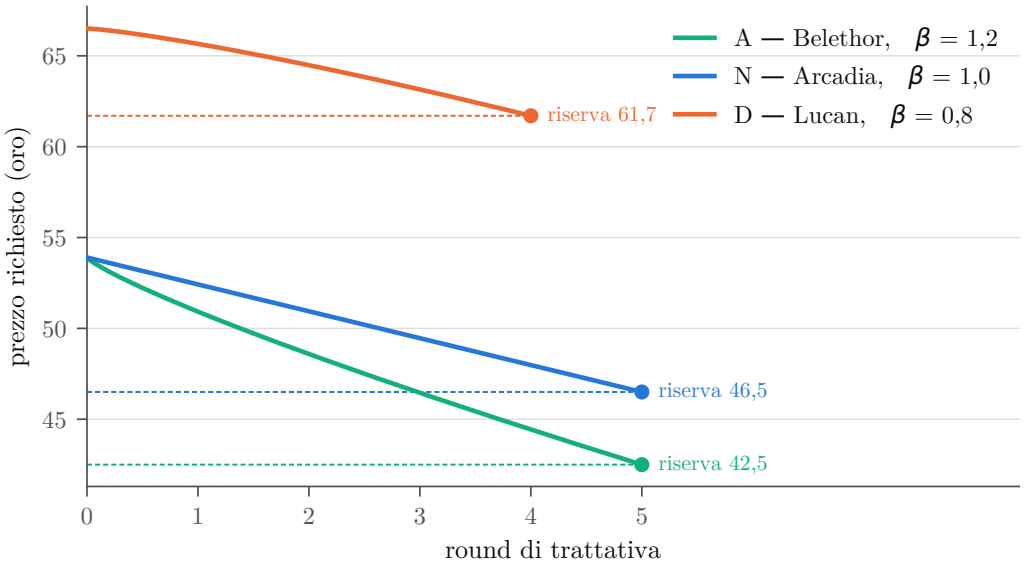


Figura 3.3: Traiettoria del prezzo richiesto in funzione del round, per i tre profili impiegati nello studio. La curva parte dall'offerta di apertura e raggiunge il prezzo di riserva all'esaurirsi dei round tollerati. L'esponente β ne determina la forma: sopra l'unità il mercante concede presto, sotto l'unità resiste e cede soltanto in prossimità della scadenza.

3.9.4 Casualità controllata

Un negoziatore perfettamente deterministico è prevedibile, e la prevedibilità è un difetto in un contesto ludico. Il modello prevede quindi una perturbazione casuale limitata su due grandezze: il margine di apertura dell'equazione (3.10), con

un'ampiezza di $\pm 0{,}03$, e il rapporto di concessione dell'equazione (3.13), con un fattore moltiplicativo entro $\pm 15\%$.

La perturbazione è governata da un seme esplicito ed è **disattivata in assenza di seme**. Nelle sessioni sperimentali il seme è invece fissato a un valore unico, identico per tutti i partecipanti: poiché il generatore è inizializzato dalla terna seme, punto di applicazione e numero di round, la perturbazione risulta *deterministica e identica* per i tre mercanti e per tutti i partecipanti. Non introduce quindi variabilità fra le condizioni, che è ciò che il confronto sperimentale richiede, ma sottrae al mercante la regolarità perfetta che lo renderebbe riconoscibile come automatismo.

L'entità dell'effetto è comunque contenuta: sul prezzo di apertura la perturbazione vale circa un decimo di moneta d'oro su una cinquantina, e il prezzo di riserva non ne è toccato, poiché il seme agisce sul margine di apertura e sul passo di concessione, non sull'equazione (3.9). La monotonia e i vincoli delle equazioni (3.14) e (3.13) continuano a valere a perturbazione attiva: il prezzo resta compreso fra la riserva e il valore corrente in ogni caso.

3.10 I profili di mercante

Le formule precedenti descrivono un meccanismo generale. Lo studio sperimentale ne impiega tre istanze, corrispondenti a tre storie relazionali differenti con lo stesso giocatore. I profili sono costruiti fissando i valori di partenza di personalità e relazione, e lasciando che tutte le grandezze derivate seguano dalle equazioni; nessun valore derivato è imposto a mano. La tabella 3.4 riporta semi e derivati.

Tabella 3.4: I tre profili impiegati nello studio: valori di partenza e grandezze derivate.

	Ammirazione	**Neutro**	**Diffidenza**
Valori di partenza			
Gradevolezza α	0,60	0,50	0,40
Avidità γ	0,55	0,50	0,60
Onorabilità	0,50	0,50	0,70
Affinità a	0,90	0,50	0,20
Rispetto r	0,85	0,50	0,30
Gratitudine g	0,85	0,00	0,00
Sospetto s	0,00	0,05	0,75
Grandezze derivate			
Modificatore di prezzo μ	**0,850**	**0,930**	**1,234**
Disponibilità	0,735	0,650	0,625
Round massimi T	5	5	4
Esponente β	1,20	1,00	0,80
Tono	caloroso	neutro	guardingo

Il profilo *ammirazione* corrisponde a un mercante che ricorda un evento memorabile a favore del giocatore; il profilo *diffidenza* a uno che ricorda un torto; il profilo *neutro* a una conoscenza occasionale senza storia, e funge da controllo. Nei termini di Fisher e Ury [15], i due estremi realizzano rispettivamente un negoziatore *morbido* e uno *duro*; la nozione di prezzo di riserva dipendente dal profilo riprende invece l'impostazione di IAGO [20], con l'estensione che qui la riserva non dipende dalla sola personalità ma dalla memoria della relazione.

Due segnali indipendenti. La costruzione produce due differenze che il giocatore può percepire e che il sistema misura separatamente:

1. il **prezzo** cresce da ammirazione a diffidenza ($0{,}85 < 0{,}93 < 1{,}23$), ed è effetto della *relazione*;
2. la **pazienza** cala nella stessa direzione (round massimi 5, 5, 4; esponente β da 1,2 a 0,8), ed è effetto della *personalità*.

L'indipendenza dei due assi, garantita dalla separazione discussa nel §3.6, è però una proprietà del modello e non una garanzia sulla misura. Come anticipato nel §3.9.2, il numero di round osservato dipende più da dove cade la prima offerta del giocatore che dalla pazienza del mercante, e non è quindi la grandezza con cui leggere il secondo asse: quello che ne resta osservabile sono la durata della trattativa e il suo esito, che dipendono dal mercante in modo meno mediato.

Va segnalato un limite che l'ultima riga della tabella rende evidente. Il modificatore del profilo ammirazione vale 0,850 non perché la formula produca quel valore, ma perché il limite inferiore dell'equazione (3.5) lo tronca: il valore grezzo sarebbe circa 0,75. Il profilo più favorevole è quindi *saturo*, e un ulteriore miglioramento della relazione non produrrebbe alcun effetto osservabile sul prezzo. Il fatto non compromette il confronto fra i tre profili, che restano ordinati e distinti, ma va tenuto presente nell'interpretazione: la distanza fra ammirazione e neutro è compressa rispetto a quella che il modello produrrebbe senza il limite, ed è la stessa distanza che il disegno sperimentale chiede di rilevare nel confronto fra le condizioni A e N (§6.2).

3.11 Eventi del mondo di gioco

Il modello prevede un meccanismo per cui fatti esterni alla relazione commerciale, come l'uccisione di un drago, l'adesione a una fazione o un crimine osservato, entrino nella memoria dei personaggi pertinenti e ne modifichino l'atteggiamento.

Un evento porta con sé un tipo, una descrizione, un'eventuale località, una fazione e un raggio di impatto. Il raggio determina quali personaggi siano raggiunti: un evento globale interessa tutti i personaggi noti, un evento locale i soli residenti della città indicata. Per ciascun personaggio raggiunto, l'evento è convertito in una memoria episodica formulata dal suo punto di vista, qualcosa che ha *sentito dire*, non che ha vissuto, valutata con l'equazione (3.1) e aggiunta alla memoria. Le variazioni emotive predefinite per tipo si traducono poi in variazioni relazionali: l'ammirazione alimenta l'affinità con peso pieno, la fiducia con peso dimezzato, il sospetto alimenta il sospetto. Seguono il ricalcolo dei derivati e, se l'importanza supera la soglia di alta salienza, una riflessione immediata, così che il cambiamento sia già visibile al dialogo successivo.

L'impiego di variazioni emotive predefinite per tipo di evento, in luogo di una valutazione cognitiva condotta durante il gioco, nella tradizione dei modelli di *appraisal*, è una semplificazione motivata dal controllo sperimentale: lo stesso evento produce sempre le stesse variazioni, il che è condizione necessaria perché le condizioni sperimentali siano riproducibili.

Un componente non valutato. Va dichiarato senza ambiguità, perché condiziona la lettura dell'intero lavoro: nella configurazione impiegata per lo studio **nessun evento viene propagato in tempo reale**. Gli episodi che differenziano i tre profili (il drago, la refurtiva) sono precaricati nello stato iniziale dei personaggi, non iniettati durante la sessione. La dimensione *memoria* è quindi pienamente manipolata e misurata; la dimensione *reattività a un evento in corso* non lo è. Il meccanismo qui descritto è realizzato e funzionante, ma resta privo di verifica sperimentale, e la sua valutazione è rimandata ai lavori futuri (§8.6). Il capitolo 6 riprende la conseguenza di questa scelta sull'insieme delle domande di ricerca.

3.12 Divisione del lavoro fra regole e modello linguistico

Attraversa l'intero capitolo un principio che conviene enunciare esplicitamente, perché è la scelta architetturale che più distingue questo sistema dai suoi riferimenti:

> *Il modello linguistico comprende e parla; non decide. Ogni numero prodotto dal sistema è calcolato da una regola deterministica e ispezionabile.*

La tabella 3.5 mostra come il principio si applichi ai singoli compiti.

Tabella 3.5: Ripartizione dei compiti fra regole deterministiche e modello linguistico.

Compito	**Chi lo svolge**
Riconoscere l'oggetto e l'intenzione nella battuta del giocatore	Modello linguistico
Estrarre la cifra e la postura da una controproposta	Modello linguistico
Pronunciare la battuta in personaggio	Modello linguistico
Sintetizzare le memorie in un atteggiamento	Modello linguistico
Calcolare il modificatore di prezzo e il prezzo di riserva	Regola
Fissare l'offerta di apertura e il numero di round	Regola
Decidere se accettare, ribattere o abbandonare	Regola
Calcolare l'entità della concessione	Regola
Valutare importanza e oblio di una memoria	Regola
Aggiornare la relazione dopo la trattativa	Regola

La ripartizione ha tre conseguenze. La prima è la **verificabilità**: ogni prezzo è riconducibile alla propria scomposizione, e ogni decisione a una regola enunciabile. La seconda è la **riproducibilità**: fissati lo stato iniziale e il seme, la successione dei numeri di una trattativa è determinata, il che rende possibile confrontare condizioni sperimentali senza che la variabilità del modello linguistico si sovrapponga all'effetto studiato. La terza è il **contenimento delle anomalie**: poiché il modello linguistico non produce numeri, un suo errore può al più far pronunciare una cifra sbagliata, non alterare la logica economica sottostante.

Quest'ultimo punto ha reso possibile una forma di controllo automatico. Le istruzioni date al modello per ogni battuta (appendice D) enunciano esplicitamente quale sia l'unica cifra pronunciabile; una verifica successiva confronta i numeri effettivamente comparsi nella battuta con quelli ammessi, e registra le violazioni. Insieme alla fuga di ragionamento e alla rottura del personaggio, la violazione numerica costituisce una delle categorie di anomalia monitorate, secondo l'impostazione proposta da Larsen e colleghi [25] per i sistemi conversazionali di assistenza. È un controllo possibile *soltanto* perché esiste una nozione indipendente di quale sia il numero corretto, cioè soltanto perché il numero non lo decide il modello linguistico.

Il prezzo di questa impostazione va riconosciuto. Un sistema che delegasse la strategia al modello linguistico potrebbe cogliere sfumature che una cascata di regole non cattura: un'ironia, un argomento persuasivo inatteso, un contesto narrativo che giustificherebbe una deroga. La scelta compiuta è di rinunciarvi in cambio di un sistema di cui si può rendere conto, coerentemente con il requisito di ispezionabilità del §3.1 e con la divergenza deliberata da GAIA [17] lì motivata.

Capitolo 4

Analisi di game design

Il capitolo precedente ha descritto un sistema software. Questo capitolo cambia punto di vista e lo esamina come *meccanica di gioco*: che cosa aggiunge, che cosa toglie, e in che rapporto sta con lo scambio commerciale che *Skyrim* propone di serie e con quello che la serie proponeva prima.

La domanda che vi si risponde non è se il sistema funzioni (lo mostrano i capitoli 5 e 7) ma se costituisca un elemento di gioco *nuovo*, e in che senso preciso. La risposta si articola in tre passaggi: una descrizione strutturata di MerchantMind come gioco (§4.1 e §4.2), un confronto tecnico con il sistema *vanilla* (§4.3), termine corrente fra chi sviluppa modifiche per indicare il gioco non modificato, e una collocazione nella storia della serie (§4.4). Chiudono l'inventario di ciò che è formalmente inedito (§4.5), l'analisi della retroazione che ne costituisce il cuore (§4.6), una discussione onesta dei costi (§4.7) e la collocazione rispetto agli algoritmi di negoziazione automatica (§4.8).

4.1 La griglia degli elementi formali

L'analisi adotta la griglia degli *elementi formali* proposta da Fullerton [31]: quell'insieme di componenti che, secondo l'autrice, distingue un gioco da altre forme di esperienza, e che si tiene distinto sia dagli elementi *drammatici* (storia, personaggi, premessa) sia da quelli *dinamici* (ciò che emerge dalla messa in gioco). La tabella 4.1 li elenca nella forma di domande.

Tabella 4.1: Gli otto elementi formali e la domanda che ciascuno pone.

Elemento	**Domanda**
Giocatori	Chi gioca, e secondo quale schema di interazione?
Obiettivi	Che cosa deve raggiungere?
Procedure	Quali azioni può compiere, e in che modo?
Regole	Quali vincoli governano azioni e stato?
Risorse	Che cosa ha valore, si accumula e si spende?
Conflitto	Che cosa ostacola il raggiungimento dell'obiettivo?
Confini	Dove finisce il gioco?
Esito	Come si conclude, e come cambia lo stato di conseguenza?

La griglia è particolarmente adatta al caso in esame per una ragione specifica: contiene un elemento (l'*esito*) definito non solo come conclusione della partita ma come *modificazione dello stato* che retroagisce sul giocatore. È esattamente l'asse su cui MerchantMind si distacca dal sistema che sostituisce, e il §4.6 vi torna in modo esteso.

4.2 MerchantMind sugli elementi formali

Giocatori. Esperienza per un solo giocatore, con schema di interazione *giocatore contro sistema*. Vi è però una torsione rispetto alla forma canonica: l'antagonista non è un insieme di regole ma un *agente sociale* con stato interno, obiettivi propri e informazione privata. L'interazione avviene in linguaggio naturale parlato, non attraverso un'interfaccia.

Obiettivi. Se ne distinguono due, di orizzonte diverso. L'obiettivo immediato è ottenere l'oggetto al prezzo più basso possibile. L'obiettivo strategico (ed è quello nuovo) è *costruire una relazione* che renda migliori i prezzi futuri. La memoria sociale trasforma il farsi benvolere in una condotta di gioco dotata di ritorno, e sposta l'obiettivo oltre il confine della singola transazione.

Procedure. Al giocatore sono disponibili, a voce: salutare e costruire un contesto condiviso, chiedere un oggetto, proporre un prezzo, argomentare o insistere, accettare, abbandonare. Al mercante corrispondono procedure deterministiche: stimare l'intento, fissare il prezzo di riserva, aprire, concedere, chiudere, aggiornare

la memoria. Nel sistema vanilla la procedura del giocatore è una sola: selezionare un oggetto per comprarlo o venderlo.

Regole. Sono quelle formalizzate nel capitolo 3, tutte esplicite: il prezzo di riserva nascosto come prodotto del prezzo base per il modificatore relazionale (equazione (3.9)), la composizione del modificatore stesso (equazione (3.4)) con la sua banda di ammissibilità, la curva di concessione (equazioni (3.13)–(3.14)), la condizione di abbandono, e le regole di memoria che ne governano la sedimentazione (equazioni (3.1)–(3.3)).

Risorse. È qui che si colloca la novità formale più netta. Alle risorse classiche (oro, oggetti, e nel sistema vanilla l'abilità di Eloquenza con i relativi talenti) MerchantMind aggiunge una classe di **risorse sociali persistenti e specifiche della relazione**: i quattro scalari relazionali, accumulabili e consumabili; la memoria episodica pesata per salienza, che funziona come una valuta reputazionale soggetta a deperimento; il modificatore di prezzo come risorsa derivata; e, indirettamente, il capitale narrativo del giocatore: ciò che ha fatto nel mondo e che i mercanti hanno saputo. Nessuna di queste esiste nel baratto vanilla.

Conflitto. Si passa da un *muro statico* (il prezzo migliora solo salendo di livello in un'abilità) a un **conflitto interpersonale a informazione asimmetrica**. Il mercante possiede un prezzo di riserva che il giocatore non conosce e ha interessi opposti ai suoi; il compito del giocatore è estrarre valore senza vedere il limite. Il passato pesa su entrambi i lati.

Confini. Il cerchio magico della meccanica è la singola sessione di trattativa: un oggetto, un numero limitato di round, una banda di prezzo. Ma quei confini sono *porosi*: gli eventi del mondo entrano nella memoria e spostano le condizioni della trattativa successiva, e la memoria di ciò che è accaduto in una sessione precedente è già dentro il mercante quando la sessione comincia.

Esito. L'accordo a un prezzo, oppure la rottura. Ma l'esito *muta lo stato persistente* (variazioni relazionali, un nuovo episodio in memoria, un modificatore ricalcolato, statistiche aggiornate) ed è questa mutazione, non il passaggio di oro, la parte interessante.

4.3 Confronto con lo scambio vanilla

4.3.1 Come *Skyrim* calcola il prezzo

Prima di confrontare conviene stabilire con precisione che cosa faccia il sistema originale, perché il punto che segue è più radicale di quanto la formulazione corrente lasci intendere.

In *Skyrim* il prezzo di baratto è una **funzione chiusa e deterministica**. Nella sua forma essenziale [29]:

$$f(\mathit{Eloquenza}) = 3{,}3 - 1{,}3 \cdot \frac{\min(\mathit{Eloquenza}, 100)}{100}, \tag{4.1}$$

$$p_{acquisto} = v \cdot f \cdot h \cdot \ell \cdot (1 + \varphi), \tag{4.2}$$

$$p_{vendita} = \frac{v}{f} \cdot h \cdot \ell \cdot (1 + \varphi), \tag{4.3}$$

dove v è il valore base dell'oggetto, h il moltiplicatore del talento *Mercanteggiare* (cinque gradi che migliorano i prezzi del 10, 15, 20, 25 e 30%), ℓ quello del talento *Seduzione* (uno sconto del 10% se il mercante è di sesso opposto) e φ l'eventuale effetto di potenziamento del baratto, il cui contributo è comunque limitato superiormente. Il fattore f dell'equazione (4.1) vale 3,3 ad abilità nulla e 2,0 ad abilità massima.

Si osservi che cosa *non* compare in queste equazioni: nulla che riguardi chi sia il giocatore, che cosa abbia fatto, quante volte sia già entrato in quel negozio o come vi si sia comportato. Il prezzo dipende esclusivamente da parametri del giocatore di natura statistica.

4.3.2 Perché non è una negoziazione

La differenza non è di grado ma di natura, e si articola in quattro punti.

1. **Il giocatore non ha alcun grado di libertà sul prezzo.** Il numero è calcolato dal sistema ed esposto; l'unica scelta è comprare o non comprare. In MerchantMind il giocatore *propone* un prezzo e lo argomenta, il che costituisce una procedura interamente nuova.

2. **Non esiste informazione asimmetrica.** Non c'è alcun prezzo di riserva da scoprire: il prezzo è esposto ed è l'unico che esiste. In MerchantMind il prezzo di riserva è nascosto, e il conflitto consiste precisamente nell'avvicinarvisi.

3. **Non esiste dipendenza relazionale o narrativa.** L'equazione (4.1) ignora la storia. Il sistema di gioco possiede una nozione di disposizione dei personaggi verso il giocatore, ma essa non entra nel calcolo del prezzo.

4. **L'esito è un numero, non una traiettoria.** *Skyrim* produce un valore; MerchantMind produce una successione di offerte che si avvicinano progressivamente a un limite, con la possibilità che la trattativa si interrompa senza accordo.

La tabella 4.2 riassume il confronto sugli aspetti tecnici.

Tabella 4.2: Confronto tecnico fra lo scambio vanilla e MerchantMind.

Aspetto	***Skyrim***	**MerchantMind**
Determinante del prezzo	Abilità del giocatore e talenti	Relazione e memoria del mercante
Ingresso relazionale	Nessuno	Quattro scalari e memorie salienti
Prezzo di riserva	Assente	Nascosto
Proposta del giocatore	Assente	Vocale, con argomentazione
Struttura temporale	Istantanea	Multi-turno, con abbandono
Componente casuale	Nessuna	Opzionale, limitata e riproducibile
Memoria fra le visite	Nessuna	Persistente, per relazione
Ispezionabilità	Formula nota	Scomposizione esplicita

4.3.3 Lo spostamento del centro di gravità

Un modo compatto di enunciare la differenza è chiedersi *dove risieda l'informazione* che determina il prezzo.

Nel sistema vanilla risiede interamente **nel giocatore**: è la sua abilità, sono i suoi talenti, è il suo equipaggiamento. Il mercante è, sul piano del prezzo, una superficie priva di stato: possiede una quantità di oro e un inventario, ma nulla che riguardi il giocatore che ha davanti. Due giocatori con la stessa abilità ottengono lo stesso prezzo, qualunque siano le loro storie.

In MerchantMind risiede **nel mercante**, o più precisamente nella *coppia* giocatore–mercante: il prezzo è una proprietà della relazione. Nessuna abilità del giocatore vi entra. Lo stesso giocatore ottiene prezzi diversi da mercanti diversi in funzione di ciò che ciascuno ricorda di lui.

Questo spostamento ha un correlato quantitativo. Il sistema vanilla impiega una quindicina di variabili per determinare il prezzo, quasi tutte attributi del giocatore. MerchantMind ne impiega oltre sessanta, di cui circa quaranta senza alcun corrispettivo nel sistema originale: tratti di personalità del mercante, stato emotivo, quattro scalari relazionali, memorie con importanza e tasso di deperimento, sintesi riflessive, distribuzione dell'intento predetto, e l'intero stato di negoziazione in corso. Non si tratta di una raffinatura del sistema esistente, ma di un sistema di natura diversa collocato nella stessa posizione.

4.3.4 Che cosa cambia dopo la transazione

Il punto in cui la distanza è massima riguarda ciò che accade una volta chiuso lo scambio. Nel sistema vanilla cambiano l'oro e gli inventari; l'oro del mercante si ripristina dopo due giorni di tempo di gioco. Null'altro. Alla visita successiva il mercante tratta il giocatore in modo identico: non esiste alcuna traccia dello scambio precedente.

In MerchantMind ogni transazione lascia un sedimento: un episodio in memoria, variazioni relazionali, uno storico aggiornato, un modificatore di prezzo ricalcolato. Il §4.6 mostra perché questa differenza non sia un dettaglio implementativo ma la sostanza del contributo, e la figura 4.1 affianca i due flussi passo per passo.

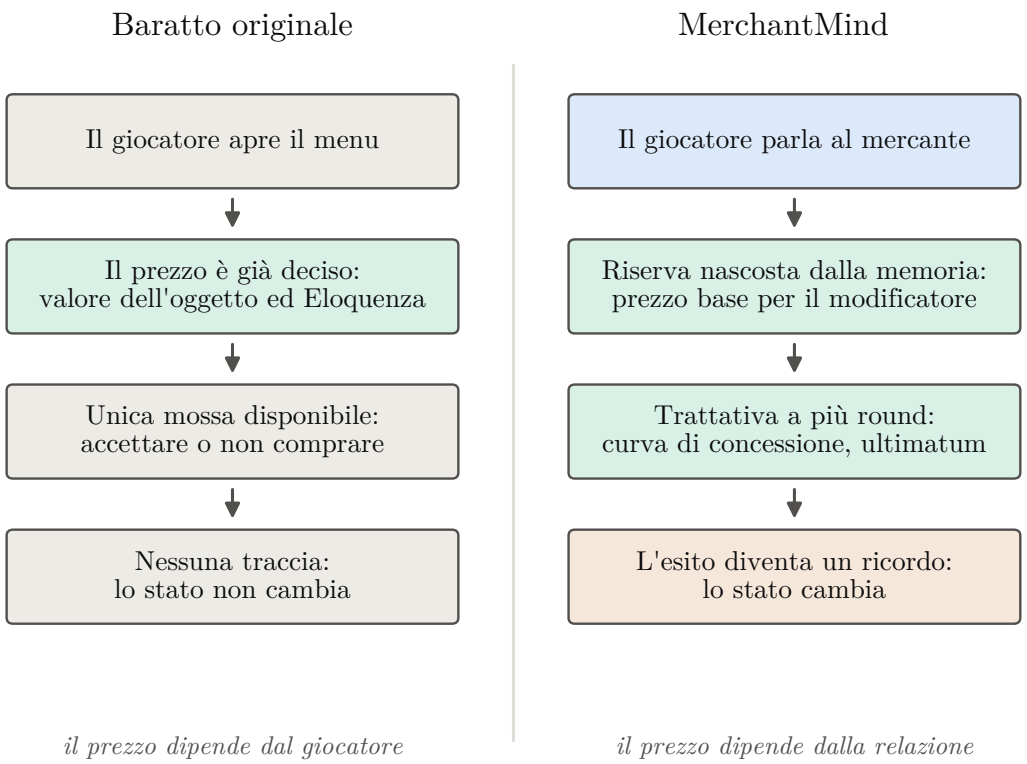


Figura 4.1: Lo scambio commerciale nei due sistemi. A sinistra il baratto originale, in cui il prezzo è già determinato quando il giocatore apre il menu; a destra MerchantMind, in cui il prezzo è un margine da esplorare e l'esito modifica lo stato del personaggio.

4.4 La trattativa nella storia della serie

Una precisazione è necessaria, e ridimensiona utilmente la portata del contributo: MerchantMind non inventa la contrattazione nei giochi di ruolo di questa serie. La *ripristina*, dopo che è stata progressivamente rimossa.

***Daggerfall* (1996).** La contrattazione è esplicita [32, 27]. Il giocatore tenta un prezzo inferiore a quello esposto; l'esito dipende dal confronto fra la propria coppia di abilità e personalità e quella del mercante, mediato dalla qualità del negozio e da un tiro casuale. Il prezzo può dimezzarsi o raddoppiarsi rispetto al valore base, e si può insistere. È una vera contrattazione a più tentativi, ma *numerica*: non c'è linguaggio, e soprattutto non c'è memoria; ogni interazione riparte da zero.

***Oblivion* (2006).** La contrattazione sopravvive in forma attenuata [33, 28]. Il giocatore muove un cursore che fissa la percentuale offerta; l'ampiezza dell'intervallo dipende principalmente dall'abilità del mercante, mentre la sua *disposizione* verso il giocatore ha un effetto modesto sul punto di partenza. Compare però un elemento che merita attenzione: se il mercante rifiuta un'offerta la sua disposizione cala, il che introduce un costo per le offerte troppo basse. È il precedente più vicino al meccanismo di sospetto e abbandono di MerchantMind. La disposizione resta però una grandezza volatile e non narrativa: sale con l'oro transato e con l'adulazione, non ricorda *che cosa* il giocatore abbia fatto, e non è mossa dagli eventi del mondo.

***Skyrim* (2011).** La contrattazione scompare. Resta la formula dell'equazione (4.1) e un'interfaccia di selezione. Anche la disposizione, che in *Oblivion* aveva un ruolo sia pure marginale, non ha più alcun effetto sui prezzi.

La lettura che se ne ricava, riassunta nella tabella 4.3, è che MerchantMind **ricompone** due elementi che la serie aveva posseduto separatamente (la contrattazione a round di *Daggerfall* e la variabile sociale che influenza il prezzo di *Oblivion*) e vi aggiunge ciò che nessun capitolo ha mai avuto: la *persistenza narrativa* di ciò che il mercante ricorda, la permeabilità agli eventi del mondo e il linguaggio naturale. Vi aggiunge inoltre una proprietà che neppure *Daggerfall* possedeva: l'ispezionabilità. Là l'esito di una contrattazione dipendeva da un tiro casuale opaco, qui ogni numero è riconducibile alla propria giustificazione.

Tabella 4.3: L'evoluzione dello scambio nella serie.

Titolo	**Meccanica**	**Trattativa**	**Variabile sociale**
Daggerfall	Confronto di abilità con esito casuale	Sì	No
Oblivion	Cursore su intervallo, con disposizione	Parziale	Volatile
Skyrim	Formula deterministica su abilità	No	No
MerchantMind	Negoziazione vocale a round	Sì	Persistente e narrativa

4.5 Gli elementi formalmente inediti

Rispetto al sistema vanilla, sei elementi sono nuovi in senso proprio, non migliorati, ma assenti prima:

1. la **risorsa relazione**, accumulabile e consumabile, specifica della coppia giocatore–mercante;
2. la **risorsa memoria saliente**, soggetta a deperimento: una reputazione che si forma e si dimentica;
3. la **procedura di proposta di prezzo** e la contrattazione a round;
4. la **regola del prezzo di riserva nascosto**, che sostituisce la verifica di abilità con un conflitto a informazione asimmetrica;
5. i **confini permeabili agli eventi del mondo**;
6. l'**esito che muta lo stato relazionale** in modo persistente.

4.6 La retroazione dell'esito sul giocatore

Nello schema di Fullerton l'esito chiude il sistema retroagendo sul giocatore. Nel baratto vanilla questa retroazione è *degenere*: l'unico effetto persistente è la variazione di oro e inventario, e il mercante non conserva traccia dell'affare. Il ciclo esiste formalmente ma non trasporta informazione.

In MerchantMind lo stesso ciclo è il meccanismo centrale:

$$\begin{aligned} \text{esito della trattativa} &\longrightarrow \Delta\,\text{relazione} + \text{nuovo episodio in memoria} \\ &\longrightarrow \text{nuovo modificatore } \mu \\ &\longrightarrow \text{nuovo } p_{min} \text{ alla trattativa successiva} \\ &\longrightarrow \text{cambia ciò che il giocatore può ottenere.} \end{aligned}$$

Enunciato in una frase: **l'esito di oggi ridefinisce le regole di domani**. È una proprietà che qualifica il sistema come dinamico nel senso di Fullerton, e che ha una conseguenza diretta sul modo di giocare. Nel sistema vanilla non esiste alcuna ragione per trattare bene un mercante: nessuna condotta produce un vantaggio che l'abilità non produca già. In MerchantMind il modo in cui si conduce una trattativa (se si insiste oltre misura, se si abbandona, se si accetta con cortesia) ha un ritorno differito e misurabile sulla trattativa successiva.

Va però riconosciuto un limite che riguarda la verifica di questa affermazione, e che il capitolo 6 riprende: lo studio condotto osserva ciascun partecipante in *una sola* sessione. La retroazione è quindi manipolata (gli stati relazionali sono precaricati per rappresentare storie diverse) ma non è osservata mentre si costituisce. Che il meccanismo produca le differenze attese è verificabile; che i giocatori adattino il proprio comportamento nel tempo per sfruttarlo non lo è, e resta un'ipotesi.

4.7 Implicazioni di design

Un'analisi che elencasse solo ciò che il sistema aggiunge sarebbe incompleta. Quattro costi vanno messi in conto, e riguardano tutti il rapporto fra ricchezza della

simulazione e qualità dell'esperienza.

Latenza. Un'interfaccia di baratto risponde istantaneamente; una trattativa parlata no. Il capitolo 5 documenta il lavoro svolto per contenere l'attesa, ma un divario resta e non è eliminabile con l'architettura adottata. Un giocatore che voglia semplicemente comprare una pozione paga un costo di tempo che il sistema originale non impone.

Imprevedibilità. La formula vanilla è nascosta al giocatore ma affidabile: a parità di condizioni produce lo stesso numero, e il giocatore impara a prevederla. Una trattativa condotta a voce introduce esiti che dipendono da come ci si esprime. È il prezzo dell'agentività: restituire al giocatore la possibilità di influire sul prezzo significa rinunciare alla garanzia che il prezzo sia prevedibile.

Carico cognitivo e ritmo. Contrattare richiede attenzione. In un gioco in cui gli scambi commerciali sono frequenti e per lo più privi di rilievo narrativo, applicare il meccanismo a ogni transazione lo trasformerebbe da elemento interessante ad attrito. Una versione destinata all'uso reale dovrebbe verosimilmente riservarlo agli acquisti significativi, o consentire di saltarlo accettando un prezzo predefinito.

Leggibilità. Il modello che il giocatore si forma del sistema vanilla è semplice: salendo di livello in Eloquenza si ottengono prezzi migliori. Quello di MerchantMind è composito: il prezzo dipende da quattro grandezze relazionali, da episodi con pesi diversi, e la pazienza del mercante da tratti che il prezzo non tocca. La stessa separazione fra i due assi che rende il sistema analiticamente utile (§3.10) lo rende meno immediato da leggere per chi gioca.

Nessuno di questi costi invalida l'impianto, ma tutti indicano che la trasposizione da prototipo di ricerca a meccanica di prodotto richiederebbe scelte di calibrazione che questo lavoro non affronta.

4.8 Collocazione rispetto agli algoritmi di negoziazione

Un'ultima collocazione, complementare a quella ludica: dove si situa la contrattazione di MerchantMind nella letteratura sulla negoziazione automatica.

Sul piano della struttura, il protocollo è quello delle *offerte alternate* formalizzato da Rubinstein [12], ma con una differenza sostanziale di obiettivo: non si cerca alcun equilibrio, bensì si applica una regola euristica con scadenza finita e prezzo di riserva di origine sociale. La concessione è *monotona* verso il prezzo di riserva,

nello spirito del protocollo di concessione monotona di Rosenschein e Zlotkin [13], e l'accordo scatta quando le offerte si incrociano.

Sul piano della tattica, la collocazione è più precisa. Nella tassonomia di Faratin, Sierra e Jennings [14] le tattiche si distinguono in dipendenti dal tempo, dipendenti dal comportamento dell'avversario e dipendenti dalle risorse. MerchantMind le impiega tutte e tre: la curva dell'equazione (3.13) è tempo-dipendente, con l'esponente β a determinare una condotta *Boulware* o *Conceder*; il termine dell'equazione (3.16) è comportamentale, e premia la concessione dell'avversario; e la disponibilità a contrattare dell'equazione (3.6), che fissa il numero di round tollerati, agisce come vincolo di risorsa. La condizione di abbandono ha inoltre un analogo concettuale nella strategia di Zeuthen, ripresa da Rosenschein e Zlotkin [13], in cui concede chi ha minore disponibilità al rischio di rottura.

Ciò che distingue MerchantMind da questi riferimenti non è dunque la tattica, che è classica, ma **l'origine del prezzo di riserva**. Nella letteratura citata la riserva è un parametro dato, al più derivato dalla personalità dell'agente come in IAGO [20]. Qui è una funzione della memoria sociale di una relazione specifica, e cambia da un incontro al successivo. È in questo punto (e non nella struttura della contrattazione) che si colloca il contributo.

Capitolo 5

Implementazione

Il capitolo 3 ha descritto un modello; questo capitolo racconta come è stato realizzato e reso giocabile. Fra un modello coerente e un sistema che regge una conversazione vocale dentro un gioco del 2011 stanno una serie di vincoli (di piattaforma, di linguaggio di scripting, di latenza) che hanno modificato più di una scelta iniziale. Dove questo è avvenuto lo si dice, perché quelle deviazioni sono parte del risultato.

L'esposizione procede dall'esterno verso l'interno e poi di nuovo verso l'esterno: prima lo stack e il criterio con cui il sistema si innesta sull'ospite (§5.1), poi i moduli che realizzano il modello (§5.2–§5.4), quindi il ritorno nel gioco: lo scambio effettivo di merce e oro (§5.5) e l'ambiente costruito per lo studio (§5.6). Chiudono la strumentazione che produce i dati di ricerca (§5.7), il lavoro sulla latenza (§5.8) e le misure adottate per la verifica e la riproducibilità (§5.9).

5.1 Stack tecnico e integrazione con l'ospite

5.1.1 Componenti

Il sistema è scritto in Python e vive dentro il processo di Mantella, che a sua volta dialoga con *Skyrim* attraverso lo Skyrim Script Extender (SKSE). La tabella 5.1 riassume la configurazione impiegata nelle sessioni sperimentali.

Tabella 5.1: Configurazione di riferimento del sistema.

Componente	Scelta
Gioco	*The Elder Scrolls V: Skyrim Special Edition*, in italiano
Sistema ospite	Mantella, con gestione delle modifiche tramite Mod Organizer 2
Modello di dialogo	`qwen/qwen3.6-27b` su endpoint compatibile OpenAI (Groq)
Modello per l'estrazione strutturata	`llama-3.1-8b-instant`, stesso endpoint
Riconoscimento del parlato	Whisper `large-v3-turbo` [30], servizio remoto
Sintesi vocale	XTTS in locale, sulla scheda grafica
Attivazione del microfono	Push-to-talk, tasto `V`
Orchestrazione del grafo	LangGraph [34], serie 0.2

Due scelte meritano una nota. La prima è l'**endpoint compatibile OpenAI**: poiché Mantella parla già quel protocollo, la sostituzione del fornitore del modello linguistico non ha richiesto alcuna modifica al codice, ma solo di configurazione. La seconda è il **vincolo sulla versione di LangGraph**: la serie 1.x introduce una dipendenza da una versione di `websockets` incompatibile con l'interfaccia Gradio usata da Mantella, ed è stato necessario restare sulla serie 0.2.

5.1.2 Il criterio di integrazione

Il requisito di additività non distruttiva (§3.1) si è tradotto in quattro regole applicate senza eccezioni.

Attivazione esplicita. Ogni funzionalità è governata da una variabile d'ambiente, disattivata per difetto:

- `MANTELLA_MERCHANTMIND`: abilita la negoziazione;
- `MANTELLA_MERCHANTMIND_TRADE`: abilita lo scambio effettivo di merce;
- `MANTELLA_MERCHANTMIND_SEED`: abilita la casualità riproducibile (§3.9);
- `MANTELLA_MERCHANTMIND_FAST_MODEL`: sceglie il modello per le chiamate strutturate.

Con tutte disattivate il comportamento del sistema ospite è *identico* a quello originale.

Degrado silenzioso. La creazione di una sessione di negoziazione è racchiusa in un blocco che intercetta qualunque eccezione: se qualcosa fallisce (il modello non risponde, lo stato su disco è illeggibile, una dipendenza manca) la sessione resta nulla e la conversazione prosegue con la pipeline generativa ordinaria. Il giocatore, nel caso peggiore, parla con un mercante che non contratta; non incontra mai un errore.

Importazione differita. LangGraph è importato dentro le funzioni che lo usano, non in testa ai moduli. La conseguenza pratica è che chi installa il sistema senza le dipendenze di sviluppo può comunque eseguire Mantella: il modulo di integrazione si importa senza errori e la funzionalità semplicemente non si attiva.

Riuso della connessione viva. Il grafo di negoziazione non apre una propria connessione al modello linguistico ma eredita quella già risolta dal sistema ospite: indirizzo, modello, chiave e parametri di richiesta. Questa scelta, apparentemente minore, ha risolto un difetto emerso alla prima prova in gioco ed è discussa nel paragrafo seguente.

5.1.3 Un difetto istruttivo

Nella prima versione il costruttore del grafo replicava i parametri di richiesta con valori fissi anziché ereditarli. Il modello in uso è di tipo *reasoning*, e la configurazione del sistema ospite ne disattiva esplicitamente la catena di ragionamento; il grafo, non ereditando quel parametro, la lasciava attiva. Il risultato osservato in gioco è stato che il mercante pronunciava il proprio ragionamento interno (in inglese, in mezzo a una conversazione in italiano) prima della battuta vera e propria.

L'episodio è riportato perché illustra un punto generale: un componente aggiuntivo che apre un proprio canale verso il modello linguistico eredita solo ciò che replica esplicitamente, e ogni parametro dimenticato diventa una divergenza di comportamento fra i due percorsi. La correzione (ereditare l'intero insieme dei parametri) ha eliminato la classe di difetti, non solo l'istanza osservata. La stessa fuga di ragionamento è oggi una delle categorie di anomalia rilevate automaticamente (§5.7).

5.2 Il modulo di stato psico-sociale

Il nucleo del sistema è un modulo Python puro: non importa né *Skyrim*, né il modello linguistico, né alcuna libreria di rete. La scelta è deliberata e ha una conseguenza precisa: tutta la logica del modello descritta nel capitolo 3 è verificabile

con test automatici, senza avviare il gioco e senza chiamare un servizio remoto. La tabella 5.2 elenca i componenti.

Tabella 5.2: I moduli del nucleo e la loro responsabilità.

Modulo	Responsabilità
`schema`	Struttura del documento psico-sociale e costruttori dei valori predefiniti
`store`	Persistenza per coppia giocatore–personaggio
`salience`	Importanza e tasso di oblio di un episodio; decadimento nel tempo
`pricing`	Modificatore di prezzo, modificatori comportamentali, stadio relazionale
`reflection`	Ciclo di riflessione, con innesco e ripiego deterministico
`world_events`	Propagazione di un evento ai personaggi pertinenti
`inventory`	Acquisizione dell'inventario di un mercante
`transaction`	Costruzione dell'ordine di scambio e registrazione dell'affare
`anomaly`	Rilevamento delle violazioni nelle battute generate
`analysis`, `ablation`	Post-elaborazione dei dati di ricerca
`experiment`	Precaricamento dei tre profili sperimentali
`research_logger`	Registrazione dei dati di ricerca
`integration`	Raccordo con il sistema ospite

5.2.1 Persistenza

Lo stato è conservato in un documento JSON per coppia giocatore–personaggio, in un percorso costruito a partire dai due identificatori, entrambi sanificati per essere validi come nomi di file. La scrittura è **atomica**: il contenuto è prodotto su un file temporaneo e poi sostituito al precedente con un'operazione indivisibile del sistema operativo. Il motivo è concreto: il sistema scrive lo stato al termine di ogni trattativa, mentre il giocatore sta ancora giocando, e una chiusura brusca del gioco durante la scrittura lascerebbe altrimenti un documento troncato, cioè la perdita silenziosa della memoria di quel personaggio.

5.2.2 Identificazione dei personaggi

Il modo in cui un personaggio del gioco viene associato al proprio documento è cambiato durante lo sviluppo, per una ragione che riguarda direttamente la fattibilità dell'esperimento. La prima versione componeva l'identificatore dal nome e dal riferimento interno che il gioco assegna all'istanza; è stabile e privo di ambiguità, ma ha un difetto fatale per lo studio: quel riferimento *non è noto prima di giocare*. Precaricare lo stato di un mercante (che è il meccanismo su cui si regge l'intera manipolazione sperimentale) sarebbe stato impossibile.

L'identificatore è stato quindi ricondotto al solo nome del personaggio, normalizzato. La scelta è adeguata perché i mercanti impiegati hanno nomi distinti, ma va dichiarata come limite: due personaggi omonimi condividerebbero lo stato. Ha inoltre una conseguenza operativa che si è rivelata delicata nella costruzione dell'ambiente di gioco (§5.6): il nome visualizzato del personaggio deve corrispondere *esattamente* a quello atteso dal sistema, altrimenti la negoziazione non si avvia e lo stato precaricato resta scollegato.

5.3 Orchestrazione del grafo di negoziazione

Il grafo descritto nel §3.7 è realizzato con LangGraph. Ogni nodo è una funzione che riceve lo stato corrente e restituisce le sole chiavi che modifica; il framework si occupa di comporre gli aggiornamenti e di seguire gli archi.

5.3.1 Stato e dipendenze

Lo stato che attraversa i nodi è un dizionario tipizzato contenente *soltanto* valori serializzabili: identificatori, testo, numeri, il documento psico-sociale caricato. Le dipendenze (il client del modello linguistico, la cartella di persistenza) non vi compaiono: sono catturate in chiusura al momento della costruzione del nodo. La separazione è ciò che rende possibile serializzare o ispezionare lo stato in qualunque punto del flusso senza incontrare oggetti non rappresentabili, e semplifica la sostituzione delle dipendenze nei test.

5.3.2 Interfaccia verso il modello linguistico

L'accesso al modello passa per un'interfaccia con due soli metodi: uno che restituisce testo libero, per le battute, e uno che restituisce un oggetto strutturato, per le estrazioni. L'implementazione di produzione parla con un endpoint compatibile OpenAI; nei test se ne inietta una versione fittizia e deterministica.

Questa scelta ha un peso sproporzionato rispetto alla sua semplicità: è ciò che consente di eseguire *l'intero grafo, dall'apertura alla chiusura, senza rete*. Le prove

riportate nel §5.9 verificano il comportamento della trattativa (la traiettoria dei prezzi, le condizioni di accordo e di rottura, la persistenza della memoria) in meno di un secondo e senza dipendere dalla disponibilità di un servizio esterno.

L'estrazione dei dati strutturati merita una nota pratica. I modelli linguistici non restituiscono sempre un oggetto pulito: talvolta lo racchiudono in un blocco di codice, lo precedono da una frase di cortesia o vi aggiungono un commento. L'implementazione non si fida del formato e individua il primo oggetto ben formato nella risposta; in mancanza, restituisce un dizionario vuoto, che i nodi trattano come assenza di informazione anziché come errore. È una difesa necessaria perché quelle estrazioni (il nome dell'oggetto, la cifra offerta) sono l'unico punto in cui il modello linguistico alimenta la catena decisionale.

5.3.3 I due grafi e il conduttore

Sono compilati due grafi distinti, corrispondenti a quelli del §3.7: il grafo di apertura, lineare, e il grafo di turno, con un arco condizionale che instrada verso la replica o verso la chiusura. Un oggetto conduttore mantiene lo stato fra un turno e l'altro ed espone due sole operazioni: aprire la trattativa e rispondere a una battuta. È questo oggetto che il sistema ospite conosce; la struttura interna del grafo gli resta opaca.

Il conduttore incorpora anche la gestione del ciclo di chiarimento descritto nel §3.7: finché nessun oggetto è stato risolto, ogni nuova battuta del giocatore rilancia il grafo di *apertura* anziché quello di turno.

5.4 Innesto nella pipeline vocale

Questa sezione descrive il punto di contatto con il sistema ospite, che è anche il punto in cui il vincolo di non invasività è stato più stringente.

5.4.1 Il punto di diramazione

Il flusso originale di Mantella, alla ricezione del testo trascritto, avvia la generazione della risposta con il modello linguistico. La modifica introduce una sola diramazione: se esiste una sessione di negoziazione attiva, il turno è affidato al grafo; altrimenti il flusso prosegue immutato. La sessione, a sua volta, è creata soltanto quando la conversazione è a due, la funzionalità è attiva e l'interlocutore è riconosciuto come mercante, per nome noto o per parole chiave nella sua biografia.

5.4.2 Esecuzione e restituzione della battuta

Il turno di negoziazione è eseguito in un thread di sfondo, esattamente come la generazione ordinaria, e la battuta prodotta è immessa *nella stessa coda di frasi* che alimenta la sintesi vocale, passando per lo stesso gestore di uscita. Al termine, come nel flusso originale, viene immesso un elemento terminatore che segnala la fine della risposta.

La conseguenza è quella cercata: **il gioco non distingue le due sorgenti**. Il protocollo di interrogazione fra il gioco e il backend è invariato, la sintesi vocale è la stessa, e quando la trattativa si chiude (con un accordo o con una rottura) la sessione viene azzerata e la conversazione torna alla pipeline ordinaria, così che il giocatore possa continuare a parlare con lo stesso personaggio di qualcosa che non riguarda il commercio.

5.5 Lo scambio reale nel gioco

Fino a questo punto la trattativa produce un accordo verbale. Perché l'accordo diventi una transazione (merce che passa di mano, oro che viene sottratto) occorre agire dentro il gioco, attraverso il suo linguaggio di scripting, Papyrus. È la parte del lavoro che ha richiesto più indagine, perché il meccanismo non è documentato.

5.5.1 Il meccanismo scoperto

L'analisi del codice sorgente della componente lato gioco di Mantella ha rivelato quanto segue. La comunicazione con il backend avviene tramite un plugin che espone chiamate HTTP agli script Papyrus. Nella risposta del backend possono essere allegate *azioni*, ciascuna con un identificatore e un insieme di argomenti. Alla ricezione, lo script di conversazione emette un evento di modifica il cui nome è composto da un prefisso fisso e dall'identificatore ricevuto, passando gli argomenti attraverso un riferimento.

Il punto decisivo è che **questo smistamento non ha una lista di identificatori ammessi**: qualunque identificatore il backend invii genera l'evento corrispondente. Ne consegue che per aggiungere una nuova azione di gioco è sufficiente registrare uno script su quell'evento, senza modificare in alcun modo il codice esistente della modifica. È una proprietà favorevole che ha ridotto drasticamente la porzione di lavoro da svolgere lato gioco: per l'esperimento serve *un solo* script Papyrus, quello che esegue lo scambio. L'inventario è precaricato e gli eventi sono iniettati dall'esterno, e nessuno dei due richiede codice nel gioco.

5.5.2 Vincoli incontrati

Due ostacoli hanno modificato la forma dello script, e sono riportati perché rappresentativi del tipo di attrito che si incontra lavorando su una piattaforma di quell'età.

Catena di dipendenze. La prima versione dichiarava un riferimento agli script principali della modifica per risolvere il mercante interlocutore. Quel riferimento trascina però l'intera catena di dipendenze del menu di configurazione, che a sua volta richiede i sorgenti di librerie di interfaccia spesso non installate. Lo script è stato riscritto in forma *minimale*: dipende soltanto dal gioco base, dallo Skyrim Script Extender e dal plugin HTTP. Il mercante è risolto dal campo che indica chi ha pronunciato l'ultima battuta, e il giocatore e la valuta sono ottenuti durante l'esecuzione dalle funzioni globali del gioco. Nessuna proprietà da configurare.

Lingua del gioco. La prima versione risolveva l'oggetto da scambiare confrontando il nome inviato dal backend con i nomi degli oggetti nell'inventario. Il gioco impiegato per lo studio è in italiano, mentre parte dei riferimenti interni sono in inglese: il confronto per nome è quindi fragile e dipendente dalla localizzazione. La soluzione adottata sposta la risoluzione su un **indice**: il backend trasmette la posizione dell'oggetto nel proprio elenco, e lo script la usa per prelevare l'oggetto da una lista definita nel gioco nello stesso ordine. Il confronto per nome resta come ripiego. La condizione di correttezza (che le due liste siano ordinate allo stesso modo) è dichiarata esplicitamente nella documentazione di integrazione, perché non è verificabile automaticamente.

5.5.3 Esecuzione

Alla chiusura di un accordo, e solo se la variabile d'ambiente corrispondente è attiva, il backend allega alla battuta di chiusura un'azione contenente il nome del mercante, l'indice e il nome dell'oggetto, il prezzo concordato, la quantità e la direzione dello scambio. Lo script verifica che il giocatore disponga dell'oro necessario, trasferisce l'oggetto e sottrae la somma. Con la variabile disattivata l'ordine è comunque registrato nei dati di ricerca, ma l'accordo resta verbale: è la modalità usata durante lo sviluppo, che consente di provare l'intera trattativa senza dipendere dalla componente di gioco.

5.6 L'ambiente sperimentale

Lo studio richiede che ogni partecipante incontri gli stessi mercanti, nelle stesse condizioni, senza le variabili che un mondo aperto introduce: passanti, meteo,

spostamenti, missioni in corso. L'ambiente è stato quindi costruito nel Creation Kit, l'editor ufficiale del gioco.

5.6.1 Le quattro celle

Sono stati realizzati **quattro interni chiusi e identici fra loro**, privi di accessi verso l'esterno, ciascuno con un solo mercante e un punto di comparsa a pochi passi da esso. Il partecipante accede al primo tramite un comando di console, senza attraversare il mondo di gioco, ed è trasferito al successivo alla conclusione di ciascun acquisto. Le celle sono state ottenute duplicando un interno esistente di piccole dimensioni anziché crearne di nuovi: la duplicazione eredita la maglia di navigazione e i volumi di stanza, che una cella creata da zero non possiede e che sono necessari perché i personaggi possano muoversi e la scena sia illuminata correttamente.

La scelta di quattro ambienti separati, in luogo di un unico ambiente con quattro postazioni, ha una motivazione sperimentale prima che estetica: impedisce che il partecipante osservi o confronti un mercante prima di aver concluso con quello corrente, e rende la distanza percorsa identica in tutte le condizioni. Un effetto collaterale utile è che il trasferimento scandisce la sessione, offrendo il momento naturale in cui somministrare il questionario relativo al mercante appena incontrato.

5.6.2 I mercanti

Tre dei quattro mercanti sono governati dal sistema descritto in questo lavoro; il quarto realizza la condizione di controllo e opera con il baratto originale del gioco, senza alcuna modifica al comportamento commerciale.

I primi tre sono duplicati dai corrispondenti personaggi originali, con il nome visualizzato mantenuto identico, condizione necessaria, come detto nel §5.2, perché il sistema riconosca il personaggio e vi agganci lo stato precaricato.

La duplicazione ha una seconda ragione, oltre a quella di non alterare i personaggi originali. I personaggi del gioco base portano con sé pacchetti di comportamento (andare al lavoro, tornare a casa, spostarsi) che li facevano uscire dalla stanza durante le prove. Sui duplicati tali pacchetti sono stati rimossi e sostituiti da un unico comportamento ancorato alla posizione, con un raggio di poche decine di unità; i personaggi sono inoltre stati resi non aggressivi e non uccidibili, perché un colpo accidentale non interrompa la sessione.

Un caso ha richiesto attenzione particolare. Uno dei mercanti è coinvolto in una missione della linea narrativa principale del gioco, e i suoi pacchetti legati a quella missione lo riportavano fuori dalla cella nonostante le modifiche. La soluzione è stata duplicarlo con un identificatore distinto, disaccoppiandolo completamente dalla missione originale pur conservandone nome, aspetto e voce.

Il mercante della condizione di controllo richiede il trattamento opposto: ne sono conservati i pacchetti commerciali, perché è precisamente il menu di baratto originale (con il prezzo calcolato dall'abilità di Eloquenza del giocatore) l'oggetto della condizione. Il suo nome non compare nell'elenco dei personaggi riconosciuti dal sistema, il che garantisce per costruzione che nessuna negoziazione possa avviarsi con lui.

5.6.3 Le due missioni di supporto

Due missioni, entrambe attive dall'avvio della partita e prive di una trama propria, sostengono la sessione.

La prima ospita lo script che esegue lo scambio (§5.5) e la lista ordinata degli oggetti scambiabili.

La seconda guida il partecipante. Espone un obiettivo per mercante, con un indicatore visivo sul personaggio da raggiungere, e **avanza automaticamente**: uno script in ascolto sullo stesso evento dello scambio conta gli affari conclusi con ciascun mercante e, raggiunta la soglia, completa l'obiettivo corrente, trasferisce il giocatore nella cella successiva e mostra l'obiettivo seguente. Il conduttore della sessione non deve impartire alcun comando.

La missione svolge però anche una seconda funzione, che non è di guida ma di misura. Il testo di ciascun obiettivo **riferisce al giocatore la propria storia con quel mercante**: che gli ha venduto merce di dubbia provenienza, che ha liberato la città dal drago, che non lo ha mai incontrato prima. Senza questa premessa il precaricamento della memoria non sarebbe verificabile, perché un riferimento a un fatto passato apparirebbe al partecipante come un errore del modello linguistico anziché come un ricordo; la ragione sperimentale è discussa nel §6.4. I testi rispettano un vincolo preciso: raccontano il *passato* e non nominano mai la *meccanica*, così che nulla anticipi se il mercante sarà più caro o più conciliante. Sono riportati per esteso nell'appendice A.1.

L'impiego della missione come guida ha una conseguenza metodologica che va dichiarata qui e ripresa nel capitolo 6: poiché la sequenza è codificata negli stadi della missione, **l'ordine dei mercanti è fisso all'interno di una data versione dell'ambiente** e non è randomizzabile a tempo di esecuzione. Rendere randomizzabile la sequenza richiederebbe di riscrivere gli obiettivi in forma dinamica, rinunciando alla proprietà che rende la missione utilizzabile come guida: il fatto che il partecipante veda sempre un solo obiettivo alla volta, già puntato sul personaggio giusto.

Il controbilanciamento è perciò ottenuto *fuori* dalla singola sessione: la missione è declinata in **quattro versioni dell'ambiente**, ciascuna con una diversa permutazione delle condizioni secondo il quadrato latino descritto nel §6.3, e a ogni partecipante ne viene assegnata una. Il costo si sposta dalla validità all'esercizio:

quattro versioni dell'ambiente e quattro versioni dei moduli cartacei da mantenere allineate, con il rischio (operativo, non metodologico) di somministrare a un partecipante i moduli di una versione diversa da quella caricata. La solidità del bilanciamento e i suoi limiti residui sono discussi nel §6.3.

5.6.4 Precaricamento e azzeramento

Gli stati psico-sociali dei tre mercanti governati dal sistema non sono costruiti nel gioco ma scritti su disco da uno script di preparazione, che riceve il nome del personaggio giocante e genera i tre documenti a partire dalle specifiche dei profili (§3.10). Lo script è *idempotente*: la riesecuzione sovrascrive gli stati riportandoli alla condizione iniziale, ed è il meccanismo con cui si azzera l'ambiente fra un partecipante e il successivo. Al termine dell'esecuzione stampa i tre modificatori di prezzo, il che consente di verificare in pochi secondi che l'ordinamento atteso (ammirazione, neutro, diffidenza) sia rispettato prima di far accomodare il partecipante.

L'intera sequenza di preparazione è raccolta in due script di avvio, che si occupano di elevare i privilegi del processo, avviare la sintesi vocale e lanciare il backend con le variabili d'ambiente corrette.

5.7 Strumentazione di ricerca

Il sistema produce i propri dati di ricerca mentre viene usato: non esiste una fase separata di raccolta.

5.7.1 Il registratore

La registrazione è affidata a un oggetto unico, condiviso da tutti i moduli, con una proprietà essenziale: **è inerte finché non viene configurato**. I moduli del nucleo lo invocano liberamente; se la funzionalità non è attiva, quelle chiamate non producono alcun effetto. Ciò consente di collocare le chiamate nel punto in cui i dati nascono, senza condizionarle e senza perturbare i test.

Ogni scrittura è protetta: un errore del file system viene assorbito e non propagato. La priorità è esplicita e vale la pena enunciarla: *la perdita di una riga di dati è preferibile all'interruzione di una conversazione.* Ogni riga porta un marcatore temporale, un identificatore di sessione e il nome del giocatore; l'intestazione è scritta una sola volta, alla creazione del file.

5.7.2 I dati raccolti

Sono prodotti dieci file distinti, elencati nella tabella 5.3 con la corrispondenza alle domande di ricerca del capitolo 6, numerate da RQ1 a RQ4 ed enunciate nel §6.1.

Tabella 5.3: I dati registrati automaticamente e il loro impiego.

Registro	Contenuto	Impiego
Evoluzione del prezzo	Modificatore e sua scomposizione, a ogni cambiamento	RQ2
Predizioni di intento	Distribuzione predetta, per turno	RQ1
Turni di trattativa	Battute, offerte, posture, prezzi, esito	RQ1, RQ2
Transazioni	Oggetto, prezzo base, riserva, prezzo concordato, round	RQ2
Propagazione eventi	Personaggi raggiunti, prezzo prima e dopo	nessuna
Memoria episodica	Ogni episodio con importanza e tasso di oblio	nessuna
Cicli di riflessione	Innesco, sintesi prodotta, episodi di origine	nessuna
Istantanee di stato	Fotografia periodica dello stato relazionale	RQ2
Transizioni di stadio	Passaggi di soglia della relazione	RQ2
Anomalie	Violazioni rilevate nelle battute generate	RQ3

5.7.3 Rilevamento delle anomalie

Il registro delle anomalie merita un approfondimento, perché è l'unico che contiene una misura di qualità e non un dato di comportamento. Come anticipato nel §3.12, le istruzioni date al modello per ogni battuta con contenuto numerico enunciano quale sia l'unica cifra pronunciabile. Un controllo successivo confronta la battuta prodotta con quel vincolo e con altre condizioni attese, rilevando quattro categorie di violazione:

- **fuga di ragionamento**: la catena di ragionamento interna del modello compare nella battuta;
- **rottura del personaggio**: il modello si presenta come assistente artificiale;
- **violazione numerica**: la battuta contiene una cifra diversa da quelle ammesse;
- **battuta vuota**: non è stato prodotto alcun testo.

L'impianto segue la tassonomia proposta da Larsen e colleghi [25] per i sistemi conversazionali di assistenza, adattata alle categorie osservabili automaticamente

in questo contesto. Un limite noto va dichiarato: il rilevamento delle cifre opera su numeri scritti in notazione numerica, non su numeri espressi a parole; le istruzioni chiedono esplicitamente al modello di usare le cifre, ma un'inadempienza sfuggirebbe al controllo.

Poiché su questo strumento poggia per intero la verifica di H3, il suo esito sulle sessioni sperimentali è stato controllato con mezzi indipendenti dal rilevatore stesso, ricalcolando da capo le categorie decidibili in automatico e rileggendo a mano un campione delle battute prodotte (§7.5).

5.8 Ottimizzazione della latenza

5.8.1 Diagnosi

La misura dei tempi ha rivelato un problema che l'analisi a priori non aveva individuato. Le misurazioni disponibili (circa settecento osservazioni) riportavano valori accettabili: tempo alla prima parola del modello linguistico attorno a 0,60 s, generazione completa 2,72 s, riconoscimento del parlato 1,42 s, sintesi vocale 1,11 s per frase. Il percorso di negoziazione appariva quindi in linea.

Il punto è che **non era misurato affatto**. La strumentazione esistente copriva la sola pipeline generativa ordinaria; le chiamate del grafo passavano per un'implementazione diversa, priva di temporizzazione, e non producevano alcuna osservazione. Il costo del percorso di negoziazione era semplicemente invisibile.

Aggiunta la strumentazione, il quadro è emerso. Il percorso era seriale e bloccante: l'apertura richiedeva tre chiamate consecutive al modello prima che il mercante pronunciasse una parola, ogni controproposta due. E soprattutto mancava la sovrapposizione fra generazione e sintesi che la pipeline ordinaria ottiene emettendo le frasi man mano che vengono prodotte: il grafo restituisce una battuta completa, quindi il tempo del modello e quello della sintesi si sommano invece di sovrapporsi. Il silenzio stimato prima di una battuta era di cinque–otto secondi in apertura e di circa quattro nelle controproposte, valori che in una conversazione parlata sono percepiti come un guasto.

5.8.2 Interventi

Sono stati applicati quattro interventi, tutti additivi.

Strumentazione per chiamata. Ogni chiamata del grafo è ora temporizzata con un'etichetta distinta per tipo, che ne identifica il nodo di origine. È stato necessario proteggere con un blocco di mutua esclusione la scrittura delle osservazioni, poiché le battute del mercante sono prodotte in thread di sfondo e le scritture concorrenti potevano sovrapporsi.

Predizione fuori dal percorso critico. La predizione dell'intento è stata rimossa dal grafo di apertura ed eseguita in un thread separato su una copia isolata dello stato, con il solo scopo di produrre il dato di ricerca. L'apertura è così scesa da tre a due chiamate bloccanti. Le conseguenze modellistiche di questa scelta sono discusse nel §3.8; qui si aggiunge la ragione per cui è stata preferita all'alternativa considerata: fondere in un'unica chiamata la predizione e il riconoscimento dell'oggetto. Quella soluzione avrebbe dato lo stesso guadagno, ma accoppiando in un solo oggetto strutturato l'identificazione dell'oggetto e la stima dell'intento: un errore su una delle due avrebbe potuto compromettere l'altra, e l'identificazione dell'oggetto è il dato da cui dipende la correttezza dell'intero prezzo.

Due modelli. Le chiamate strutturate (riconoscimento dell'oggetto, estrazione della controproposta, predizione dell'intento) sono state spostate su un modello piccolo e rapido, sullo stesso endpoint, mentre le battute restano sul modello di qualità. L'estrazione di un oggetto strutturato da una frase breve è un compito che un modello piccolo svolge in una frazione del tempo, e la qualità linguistica lì non ha alcun peso. Il meccanismo prevede un ripiego automatico sul modello principale se quello rapido non è disponibile sull'endpoint configurato, così che il sistema degradi anziché rompersi presso un fornitore diverso.

Limiti sui token. Le chiamate strutturate hanno un limite di 64 token, le battute di 160. In precedenza il limite era unico e tarato sulle battute.

L'effetto atteso è una riduzione dell'apertura da cinque–otto secondi a circa tre e delle controproposte da quattro a circa due. La logica dei prezzi e i dati di ricerca restano identici. I tempi effettivamente misurati durante le sessioni sono riportati nel §7.8.

5.8.3 Il limite residuo

Il vincolo che resta è la sintesi vocale, e non è stato superato. Due tentativi sono documentati perché entrambi negativi.

Il primo riguarda l'accelerazione della sintesi tramite una libreria di ottimizzazione. Il server di sintesi installa d'ufficio una versione di quella libreria risalente al 2023, incompatibile con la versione recente del framework di calcolo richiesta dall'architettura della scheda grafica impiegata; non esiste al momento una versione compatibile per la combinazione di sistema operativo, architettura e framework in uso. Non è un limite della scheda ma di allineamento fra versioni, e resta un vicolo cieco: la sintesi gira senza quella accelerazione.

Il secondo riguarda la sostituzione del sintetizzatore con un'alternativa più leggera, scartata per la qualità insufficiente della pronuncia italiana, che in uno

studio sulla credibilità percepita avrebbe alterato in modo inaccettabile la grandezza misurata.

La leva effettivamente efficace si è rivelata un'altra, e non tecnologica: **ridurre la lunghezza delle risposte**. Poiché il tempo di sintesi cresce con il numero e la lunghezza delle frasi, portare il limite da quattro a due frasi per risposta ha ridotto il tempo di sintesi da circa 3,3 s a circa 1,0 s per risposta e il numero di sintesi da quattro a una o due. È stato il miglioramento singolo più rilevante sulla latenza percepita dell'intero sistema.

5.9 Verifica e riproducibilità

5.9.1 Copertura dei test

Il nucleo è coperto da **87 test automatici**, tutti superati, che verificano la persistenza e il suo isolamento per giocatore, la salienza e il decadimento, la monotonia del modificatore di prezzo rispetto alle componenti relazionali e il rispetto dei suoi limiti, gli inneschi e gli esiti della riflessione, la propagazione degli eventi, il ciclo completo di trattativa con accordo e con rottura, la persistenza della memoria fra una trattativa e l'altra, il rilevamento delle anomalie, la post-elaborazione dei dati e il precaricamento dei profili. I 14 test preesistenti del modulo di conversazione del sistema ospite, quello in cui il sistema si innesta, restano superati, il che verifica la proprietà di non invasività dichiarata nel §5.1.

Va dichiarato con altrettanta chiarezza **ciò che i test non coprono**: il flusso completo in gioco, che non è automatizzabile e va provato a mano; la *qualità* linguistica delle battute, poiché i test impiegano un modello fittizio e verificano la logica, non la naturalezza; e l'intera componente Papyrus, che si compila ed esegue solo dentro il gioco.

5.9.2 Riproducibilità

Tre meccanismi rendono ripetibile una sessione. Il precaricamento dei profili è idempotente e riporta i tre mercanti alla stessa condizione iniziale. Il seme della casualità controllata (§3.9) rende deterministica l'intera successione dei prezzi a parità di stato iniziale e di battute del giocatore. La logica decisionale è deterministica per costruzione (§3.12). I passi per ricostruire l'ambiente di gioco e condurre una sessione sono raccolti nell'appendice F.

Resta una sorgente di variabilità non eliminabile: il modello linguistico. Anche a temperatura nulla, un servizio remoto non garantisce risposte identiche nel tempo, e la formulazione delle battute varia. La variabilità è però confinata al *linguaggio*: non tocca né i prezzi, né le decisioni, né i dati registrati. È esattamente la separazione perseguita nel capitolo 3, e qui se ne raccoglie il beneficio metodologico: le grandezze su cui si fonda il confronto sperimentale non dipendono dal comportamento non deterministico del modello.

Capitolo 6

Disegno sperimentale

Questo capitolo definisce lo studio condotto per valutare il sistema: che cosa si chiede, come lo si manipola, che cosa si misura e con quali strumenti si analizzano i dati raccolti.

Una premessa sulla portata. Lo studio osserva ciascun partecipante in una *singola* sessione. Ne consegue che la memoria sociale non può essere osservata mentre si accumula: viene resa variabile *manipolata*, precaricando negli stessi mercanti storie relazionali diverse, così che il suo effetto sia osservabile in una sola seduta. È una scelta imposta dalla praticabilità (un disegno longitudinale richiederebbe che gli stessi partecipanti tornassero più volte a distanza di giorni) e le sue conseguenze sono discusse fra i limiti (§8.4).

6.1 Domande di ricerca e ipotesi

6.1.1 Domanda generale

Il commercio dei giochi di ruolo è già una meccanica: ha risorse e ha regole. È però una meccanica *degenere*, e il capitolo 4 lo mostra con gli elementi formali del gioco (§4.3): il conflitto è nullo, perché non esiste una cifra diversa da quella esposta che il mercante accetterebbe; l'esito è unico; e la retroazione è assente, perché la transazione non modifica lo stato del personaggio. Questo lavoro non introduce una meccanica dove non ce n'era: ne **sostituisce** una con un'altra, e la domanda che pone non è specifica di un gioco:

> Sostituire la meccanica di scambio commerciale di un gioco di ruolo con una meccanica di negoziazione vocale, in cui il prezzo minimo accettato dal personaggio è determinato dalla memoria della relazione con quel giocatore, modifica l'esperienza dichiarata dal giocatore, e a quale costo in prevedibilità del comportamento del sistema?

I due termini della domanda sono misurati, non lasciati all'apprezzamento. Per *esperienza dichiarata* si intende anzitutto il confronto fra la condizione V, che impiega la meccanica originale, e le tre condizioni che impiegano quella proposta, sulle scale somministrate dopo ciascun mercante (§6.7): è il confronto che porta il peso della domanda, perché mette a paragone le due meccaniche sullo stesso partecipante e sullo stesso oggetto. Vi si affiancano, come misura complementare, i tre punteggi compositi del questionario finale (valore soggettivo attribuito alla trattativa, coinvolgimento, preferenza rispetto al menu di baratto), confrontati con il punto neutro della scala: dicono se la meccanica proposta sia giudicata positivamente in assoluto, non se lo sia più di quella che sostituisce. Per *costo in prevedibilità* si intendono tre quantità registrate dal sistema: la proporzione di battute generate che contengono un'anomalia, la proporzione di cifre pronunciate che non provengono dalle regole deterministiche, e la latenza per turno scomposta per componente (§6.6).

La domanda non riguarda i soli mercanti, né il solo gioco impiegato: riguarda una classe di interazioni, quelle con un personaggio con cui il giocatore abbia una storia e qualcosa da negoziare. *The Elder Scrolls V: Skyrim* è il laboratorio (un gioco commerciale reale, con giocatori reali, in luogo di un ambiente di prova testuale) e la divisione del lavoro adottata nel capitolo 3, che confina il modello linguistico alla lingua e affida ogni numero a regole ispezionabili, è ciò che rende il risultato trasferibile: l'impianto non dipende dal titolo in cui è stato provato.

La seconda metà della domanda ha lo stesso peso della prima. Un'esperienza più ricca vale poco se il gioco cessa di comportarsi in modo prevedibile: riproducibilità, spiegabilità e verificabilità sono requisiti della ricerca, ma anche di chiunque debba pubblicare un gioco, e le misure di qualità del sistema (§6.6) servono a quantificarne il costo.

6.1.2 Le quattro domande specifiche

Le domande sono numerate da RQ1 a RQ4, dove RQ abbrevia l'inglese *research question*. Ciascuna è enunciata insieme all'unità di analisi e alla misura che la rende verificabile; le ipotesi corrispondenti, con i test e le soglie, sono nel §6.1.4.

RQ1: predizione dell'intento. L'accuratezza della predizione dell'intento del compratore è superiore quando il predittore riceve, oltre alla conversazione in corso, lo stato relazionale persistente della coppia giocatore-mercante? L'unità di analisi è ogni enunciato del giocatore all'interno di una trattativa; la misura è l'accuratezza sulla prima etichetta, rispetto all'intento osservato, assegnato a posteriori dal comportamento effettivamente tenuto.

RQ2: memoria sociale e comportamento. Al variare del solo stato relazionale precaricato del mercante, fra memoria positiva (A), assenza di storia (N) e memoria negativa (D), il prezzo pattuito per lo stesso oggetto varia, e nell'ordine previsto dal modello? L'unità di analisi è la singola trattativa; la misura primaria è il prezzo pattuito in monete, affiancata dallo scarto dal prezzo di riserva, dal numero di round, dalla durata e dall'esito dicotomico.

RQ3: costo in prevedibilità. L'introduzione di un modello linguistico nel percorso conversazionale degrada la prevedibilità del comportamento del sistema? È la seconda metà della domanda generale, che le altre tre domande specifiche non toccano. L'unità di analisi è la battuta generata dal mercante; le misure sono il tasso di anomalie e la latenza per turno scomposta per componente, quest'ultima riportata in forma descrittiva (§6.6).

RQ4: esperienza percepita. Le quattro condizioni producono punteggi differenti di memoria percepita e di credibilità complessiva, e in quale direzione? L'unità di analisi è la coppia partecipante-condizione; le misure sono la media degli item di memoria percepita e quella degli item di credibilità complessiva, entrambe su scala a sette punti (§6.7).

6.1.3 Una domanda esclusa

Il progetto originario prevedeva una quinta domanda, relativa alla propagazione in tempo reale di eventi del mondo: se l'iniezione di un evento durante la sessione modificasse in modo prevedibile prezzo e tono dei mercanti pertinenti, fino alla citazione esplicita dell'evento nel dialogo successivo.

Quella domanda è stata **ritirata**. Nel disegno adottato nessun evento è propagato durante la sessione: le storie che differenziano i mercanti (l'uccisione del drago, la refurtiva) sono precaricate nel loro stato iniziale. La dimensione *memoria* è quindi pienamente manipolata e misurata; la dimensione *reattività a un evento in corso* non lo è. Il meccanismo di propagazione è realizzato e funzionante (§3.11), ma resta privo di verifica sperimentale, e la sua valutazione è rimandata ai lavori futuri (§8.6). Si è preferito ritirare la domanda piuttosto che lasciarla formulata senza risposta.

Tre affermazioni non messe alla prova. Per la stessa ragione, il progetto formulava accanto alle domande precedenti tre affermazioni sui meccanismi interni della memoria che questo disegno non può mettere alla prova, ed è più corretto dichiararle qui che promettere come ipotesi. Il **decadimento differenziale** non è una previsione empirica: il tasso di oblio è per costruzione una funzione deterministica e decrescente dell'importanza (appendice B), sicché la loro relazione è

vera per aritmetica, e si verifica sul codice, come fa la suite di test (§5.9), non sui dati raccolti. La **pertinenza delle sintesi** prodotte dal ciclo di riflessione richiede che il ciclo si inneschi, e nella versione impiegata il ciclo è eseguito soltanto alla propagazione di un evento del mondo, che questo disegno non prevede. L'**allineamento fra salienza calcolata e giudizio umano** richiede la codifica di un campione di episodi da parte di due codificatori indipendenti, estranei alla realizzazione del sistema, che è un'attività separata da questo studio. Tutte e tre restano fra i lavori futuri (§8.6), e nessuna delle tre è una previsione che i dati di questo studio possano confermare o smentire.

6.1.4 Ipotesi operative

A ciascuna domanda RQn corrisponde l'ipotesi Hn che la mette alla prova. RQ4 raccoglie tre affermazioni indipendenti, che possono risultare vere o false separatamente, e le sue ipotesi sono perciò distinte con una lettera. Soglie e riferimenti sono fissati prima della raccolta.

H1 (RQ1) L'accuratezza della predizione informata dalla storia individuale è superiore a quella della predizione che riceve la sola conversazione in corso. Le due sono valutate sugli *stessi* enunciati e confrontate come proporzioni appaiate; entrambe sono riportate accanto a due riferimenti dichiarati in anticipo, la scelta casuale fra le etichette e la regola che prevede sempre la classe più frequente.

H2 (RQ2) La mediana del prezzo pattuito segue l'ordinamento A $<$ N $<$ D. L'ordinamento, previsto in anticipo, è verificato con un test di tendenza oltre che con il confronto d'insieme. Che il modificatore di prezzo decresca al crescere di affinità e rispetto e cresca al crescere del sospetto *non* è oggetto di ipotesi: è una proprietà aritmetica delle equazioni del capitolo 3, verificata dai test automatici (§5.9). Ciò che H2 mette alla prova è che quell'ordinamento **sopravviva** al passaggio attraverso una conversazione condotta da un modello linguistico, e si ritrovi nel prezzo che il giocatore paga davvero.

H3 (RQ3) Il tasso di anomalie del modello linguistico, calcolato sul totale delle battute generate, resta inferiore al 15%. Si definisce anomalia una battuta che contenga almeno uno fra: ragionamento interno trapelato nella battuta, rottura di personaggio, cifra non prodotta dalle regole deterministiche.

H4a (RQ4) La memoria percepita distingue le quattro condizioni, e in particolare è superiore nelle due condizioni con storia precaricata rispetto a quella priva di storia, e in tutte e tre rispetto al baratto originale: A, D $>$ N $>$ V.

H4b (RQ4) La credibilità complessiva è superiore nelle tre condizioni dotate di negoziazione rispetto al baratto originale: N, A, D > V.

H4c (RQ4) La credibilità complessiva distingue anche *fra* le tre condizioni dotate di negoziazione, in funzione della storia precaricata: un mercante che ricorda è giudicato più credibile di uno che non ricorda.

H4c è enunciata separatamente perché è la previsione più esposta: che la memoria produca riconoscimento non implica che produca credibilità, e tenerle unite renderebbe impossibile dire quale delle due regga.

6.2 Disegno e condizioni sperimentali

Lo studio adotta un disegno **entro i soggetti**: ogni partecipante attraversa tutte e quattro le condizioni. La scelta è motivata dall'efficienza (ciascun partecipante funge da controllo di sé stesso, il che riduce la numerosità necessaria a fronte della variabilità individuale) e dalla natura dell'effetto studiato, che è un *confronto* fra mercanti e si presta a essere colto meglio da chi li abbia incontrati tutti.

Il fattore manipolato è la **configurazione del mercante**, a quattro livelli. Tre di essi si distinguono per la storia sociale precaricata, con i valori derivati riportati nella tabella 3.4 del capitolo 3; il quarto è il gioco non modificato. La tabella 6.1 ne riassume gli aspetti rilevanti per il disegno. I quattro mercanti sono Adrianne Avenicci per la condizione V, Arcadia per la N, Belethor per la A e Lucan Valerius per la D.

Tabella 6.1: Le quattro condizioni sperimentali.

	Configurazione	**Stato iniziale**	μ
V	Baratto originale	Nessuna trattativa: il prezzo discende dall'abilità di Eloquenza del giocatore	n.d.
N	Negoziazione, nessuna storia	Cliente occasionale, nessun ricordo	0,930
A	Negoziazione, memoria positiva	Ricorda l'uccisione di un drago che minacciava la città	0,850
D	Negoziazione, memoria negativa	Ricorda una refurtiva venduta al banco e un crimine osservato	1,234

La scala così costruita è *interpretabile per differenze successive*. Il confronto fra V e N isola l'effetto della **meccanica**: la stessa transazione, condotta parlando

invece che scegliendo da un menu, a parità di assenza di storia relazionale. I confronti fra N e A e fra N e D isolano l'effetto della **memoria** nelle due direzioni, tenendo ferma la meccanica. La condizione N è quindi il termine di paragone di tutti i confronti, e non una condizione fra le altre.

Due aspetti sono controllati per costruzione. Il primo è l'**oggetto**: tutti i partecipanti acquistano lo stesso oggetto in tutte e quattro le condizioni, così che i prezzi siano direttamente confrontabili senza dover normalizzare rispetto al valore base; il seme pseudocasuale è fisso, così che la stessa condizione produca i medesimi numeri su tutti i partecipanti. Il secondo è la **consapevolezza**: al partecipante non è detto né che i mercanti differiscono, né che le storie sono state iniettate. Gli viene detto che con alcuni potrà parlare e con altri userà il menu di acquisto del gioco (informazione necessaria perché la condizione V non appaia come un guasto) e che i personaggi con cui si parla sono governati da un modello linguistico, il che è vero e necessario al consenso informato, ma nulla che possa orientarne l'osservazione verso la variabile manipolata.

Una asimmetria da dichiarare: il prezzo della condizione V. Nel gioco originale il prezzo discende dal valore di listino corretto dall'abilità di Eloquenza del giocatore e dai relativi talenti (§4.3), cioè da una caratteristica *del giocatore*, mentre nelle condizioni MerchantMind discende dallo stato relazionale *del mercante*: le due grandezze portano lo stesso nome ma non misurano la stessa cosa. Lasciata operare, la formula originale chiederebbe per lo stesso oggetto circa tre volte il valore di listino, contro cifre che nelle altre condizioni si collocano attorno a esso.

Per evitare che la condizione V differisse dalle altre anche per ordine di grandezza, e non solo per meccanica, il suo prezzo è stato **fissato al valore di listino**, cinquanta monete, uguale per tutti i partecipanti. Ne segue che in V il prezzo è una costante: non varia fra i partecipanti, non dipende dall'Eloquenza e non è il risultato di una contrattazione.

La conseguenza è che V **non entra nel confronto sul prezzo come livello omogeneo**, e per due ragioni distinte: perché il prezzo pattuito, dove non si contratta, non è lo stesso costrutto che altrove, e perché una costante priva di varianza non è un livello confrontabile con distribuzioni. Vi figura come termine di riferimento, utile a collocare l'ordine di grandezza, mentre i confronti sul prezzo che portano il peso di H2 sono quelli fra N, A e D. Sulle misure di esperienza percepita, che sono l'oggetto di H4, V è invece un livello a pieno titolo, ed è anzi la condizione che rende interpretabili le altre: senza di essa non si saprebbe rispetto a che cosa un mercante che tratta risulti più credibile.

6.3 Partecipanti

6.3.1 Numerosità

Il disegno entro i soggetti consente numerosità contenute. Si assumono come riferimento: dodici partecipanti come minimo per uno studio pilota a carattere descrittivo; da diciotto a ventiquattro per una verifica statistica di base; una trentina come numerosità ideale. Il valore adottato come obiettivo è **trenta**, con soglia minima di venticinque, per un totale di centoventi acquisti osservati, novanta dei quali negoziati. La numerosità offre potenza adeguata a un'analisi a misure ripetute su quattro condizioni con effetto di dimensione media, e lascia margine ai casi in cui una trattativa non si concluda.

6.3.2 Ordine di presentazione

L'ordine delle condizioni è **controbilanciato**. Le permutazioni complete di quattro condizioni sono ventiquattro, numero irrealizzabile a queste numerosità; si adotta perciò un **quadrato latino** di quattro sequenze, in cui ogni condizione compare una volta in ciascuna posizione (tabella 6.2). I partecipanti sono assegnati alle sequenze a rotazione, sette o otto per sequenza.

Tabella 6.2: Le quattro sequenze e la loro realizzazione.

	1ª	**2ª**	**3ª**	**4ª**	**Partecipanti**
Sequenza 1	V	N	A	D	P01, P05, P09, …
Sequenza 2	N	D	V	A	P02, P06, P10, …
Sequenza 3	A	V	D	N	P03, P07, P11, …
Sequenza 4	D	A	N	V	P04, P08, P12, …

Ciascuna sequenza è **congelata in una diversa versione del gioco**. La missione che guida la sessione avanza automaticamente e non è randomizzabile a tempo di esecuzione (§5.6): l'ordine è perciò fissato all'interno di ogni versione, e il controbilanciamento avviene *fra* versioni anziché entro la sessione. La scelta ha un effetto collaterale desiderabile, cioè che il partecipante non possa dedurre dall'interfaccia che i mercanti sono configurati in modo diverso, e un costo operativo, cioè la necessità di preparare e mantenere allineate quattro versioni dell'ambiente e quattro versioni dei moduli cartacei.

Due limiti residui vanno dichiarati. Il primo è che quattro sequenze su ventiquattro bilanciano la posizione ma non tutte le successioni possibili: un eventuale

effetto di *transizione*, per cui una condizione influenza specificamente quella che la segue, resta parzialmente confuso. Il secondo è che la posizione, pur bilanciata, non è misurata a zero: entra perciò nel modello di analisi come variabile di controllo (§6.8), e se risultasse significativa andrebbe riportata fra le minacce alla validità (§8.5).

6.4 Materiali e apparato

6.4.1 Ambiente

I partecipanti operano nell'ambiente controllato descritto nel §5.6: **quattro interni chiusi e identici fra loro**, privi di altri personaggi e di accessi verso l'esterno, con un solo mercante ciascuno. Al termine di ogni acquisto il giocatore è teletrasportato nell'ambiente successivo. La scelta di ambienti dedicati in luogo delle botteghe originali sacrifica una parte di immersione in cambio di controllo: nessun passante, nessuno spostamento, nessuna variabile ambientale, distanze identiche per tutti. La scelta di quattro ambienti separati in luogo di un unico ambiente con quattro postazioni evita inoltre che il partecipante confronti i mercanti prima di aver concluso con ciascuno, e che l'ordine sia influenzato da dove si trova a guardare.

6.4.2 La missione come cornice narrativa

Prima di ciascun incontro la missione comunica al giocatore **che cosa lo lega a quel mercante**: che gli ha venduto merce di dubbia provenienza, che ha liberato la città da un drago, oppure che non lo ha mai incontrato prima. È un elemento necessario alla misura, non un ornamento. Il precaricamento della memoria è credibile solo se il giocatore conosce la propria storia con quel mercante: senza quella premessa, un riferimento a un fatto passato apparirebbe come un errore del modello linguistico anziché come un ricordo, e la variabile manipolata verrebbe letta come rumore.

Il vincolo applicato ai testi è che raccontino il *passato* e mai la *meccanica*: nessuna formulazione anticipa che il mercante sia più caro o più conciliante, né che la relazione influenzi il prezzo. Una violazione di questo vincolo trasformerebbe la misura di memoria percepita in una verifica di lettura delle istruzioni.

6.4.3 Configurazione tecnica

La configurazione è quella riportata nella tabella 5.1. Rilevano in particolare tre elementi per la lettura dei risultati: l'attivazione del microfono avviene per pressione di un tasto, il che rende esplicito il momento in cui il partecipante parla; la lingua

dell'interazione è l'italiano; e la latenza di sintesi vocale, discussa nel §5.8, resta il principale determinante del ritmo della conversazione.

6.4.4 Preparazione

Prima di ogni partecipante lo stato dei mercanti è riportato alla condizione iniziale mediante lo script di precaricamento, che stampa i modificatori di prezzo consentendo di verificare in pochi secondi l'ordinamento atteso; si avvia inoltre la versione del gioco corrispondente alla sequenza assegnata. I dati della sessione precedente sono archiviati in una cartella identificata dal codice del partecipante.

6.5 Procedura

La sessione si articola in sei fasi, per una durata complessiva pianificata attorno ai quaranta minuti. La durata effettivamente osservata è risultata inferiore, ed è riportata nel §7.1.

1. **Presentazione e consenso** (circa 5 minuti). Al partecipante viene spiegato che incontrerà quattro mercanti, che con alcuni potrà parlare e con altri userà il menu di acquisto del gioco, che i personaggi con cui si parla sono governati da un modello linguistico e possono produrre risposte impreviste, che la sua voce sarà trascritta e conservata in forma anonima, e che può interrompere in qualsiasi momento. Firma il modulo di consenso e compila la scheda demografica.

2. **Addestramento** (circa 4 minuti). Una breve interazione con un personaggio non coinvolto nello studio, per prendere confidenza con il push-to-talk e con il parlato rivolto a un personaggio. Serve a impedire che la curva di apprendimento dell'interfaccia si sovrapponga alla prima condizione.

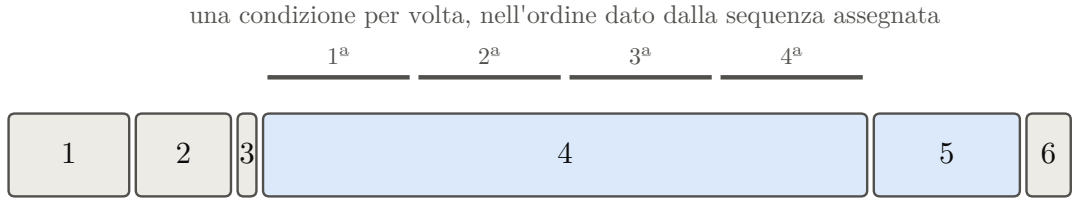
3. **Avvio** (circa 1 minuto). Si carica la versione corrispondente alla sequenza assegnata e si ripristina lo stato dei mercanti.

4. **Le quattro trattative** (circa 24 minuti). Per ciascuna condizione il partecipante legge la missione, entra nell'ambiente, acquista l'oggetto (contrattando, oppure dal menu nella condizione V), compila il questionario relativo a quel mercante ed è teletrasportato all'ambiente successivo. Il conduttore osserva e non interviene.

5. **Confronto finale** (circa 6 minuti). Il questionario finale mette a confronto i quattro mercanti e raccoglie la valutazione della meccanica nel suo insieme; segue una breve intervista sulle differenze percepite.

6. **Archiviazione** (circa 2 minuti). I registri della sessione sono spostati nella cartella del partecipante e se ne verifica l'appartenenza a un unico identificativo di sessione.

Un'osservazione sulla compilazione dei questionari. Il protocollo prevede che il questionario relativo a ciascun mercante sia compilato *subito dopo* l'interazione con quel mercante, e non al termine della sessione. La scelta riduce l'interferenza retroattiva (il ricordo dell'ultimo mercante che contamina il giudizio sul primo) al costo di interrompere quattro volte il flusso dell'esperienza. Dato che l'oggetto della misura è precisamente un'impressione soggettiva formatasi durante l'interazione, si è preferito preservarne la freschezza. Il confronto *fra* mercanti, che richiede invece di averli visti tutti, è rimandato al questionario finale. La figura 6.1 riporta la struttura temporale complessiva, con le fasi in scala.



1. Presentazione e consenso	5 min	4. Le quattro trattative	24 min
2. Addestramento	4 min	5. Confronto finale	6 min
3. Avvio	1 min	6. Archiviazione	2 min

durata pianificata: 42 minuti

Figura 6.1: Struttura temporale di una sessione. La larghezza di ciascuna fase è proporzionale alla durata pianificata; la durata effettivamente osservata è risultata inferiore (§7.1).

Una modifica al sistema dopo la sesta sessione. Va dichiarato qui, perché riguarda la comparabilità delle sessioni fra loro. Le prime sei sono state raccolte con un sistema privo della regola di chiusura descritta nel §3.9.2: senza di essa una trattativa poteva proseguire indefinitamente, e in due delle sei il numero di round ha effettivamente superato quello tollerato. La regola è stata introdotta a partire dalla settima sessione e non è più stata toccata. Poiché non modifica alcun prezzo, la misura che porta il peso di H2 resta comparabile su tutte e ventisette le sessioni; l'esito dicotomico e il numero di round, che dipendono invece direttamente dalla regola, sono riportati tenendo conto della distinzione (§7.3) e discussi fra le minacce alla validità (§8.5).

6.6 Misure oggettive

I dati oggettivi sono prodotti automaticamente dal sistema durante la sessione, nella forma descritta nel §5.7. La tabella 6.3 riporta la corrispondenza fra domande di ricerca, grandezze misurate e sorgente del dato.

Tabella 6.3: Corrispondenza fra domande di ricerca, misure e sorgenti.

Domanda	Grandezza misurata	Sorgente
RQ1	Distribuzione dell'intento predetto per turno; esito osservato; accuratezza con e senza storia	Predizioni di intento; post-elaborazione; ablazione
RQ2	Modificatore di prezzo e sua scomposizione; prezzo di riserva; prezzo pattuito; scarto fra prezzo pattuito e riserva; numero di round; durata della trattativa; tasso di accordo e di abbandono	Evoluzione del prezzo; transazioni; turni di trattativa
RQ3	Tasso e categoria delle anomalie; latenza per turno, scomposta per componente	Anomalie; registro dei tempi
RQ4	Punteggi per dimensione della scala di credibilità; risposte del questionario finale	Questionari
nessuna	Importanza e tasso di oblio degli episodi; riflessioni prodotte	Memoria episodica; cicli di riflessione

Un *round* è un turno del giocatore all'interno di una trattativa, e comprende quindi anche le battute che non contengono una controproposta, come le richieste di chiarimento e gli interventi fuori tema. Non coincide perciò con il numero di controproposte tollerate dell'equazione (3.12), che è la grandezza governata dalla quinta regola di decisione.

Sul numero di round va ripetuto qui il limite già dichiarato nel §3.9: poiché la regola di accettazione chiude l'affare nell'istante in cui l'offerta supera il prezzo di riserva, la lunghezza della trattativa dipende da dove cade la *prima offerta del giocatore* e non dalla pazienza del mercante. La grandezza è raccolta e riportata, ma non è interpretabile come misura di pazienza; a fianco di essa si osservano la

durata e il tasso di abbandono, che dipendono dal comportamento del mercante in modo meno mediato.

6.6.1 Post-elaborazione

Due elaborazioni successive alla sessione producono i dati necessari a RQ1.

La prima associa a ciascuna predizione l'*esito osservato*, ricavandolo dal decorso effettivo della trattativa secondo la regola seguente: un abbandono corrisponde all'intento di abbandono; un accordo raggiunto in due o più round corrisponde alla contrattazione dura; un accordo in un solo round all'accettazione rapida. Il risultato è un confronto fra predetto e osservato da cui si ricava l'accuratezza.

Il limite di questa mappatura va dichiarato: una delle cinque etichette (l'interesse per un lotto di oggetti) **non è osservabile** in un protocollo in cui si acquista un solo oggetto. La classe è quindi assente dal confronto, e l'accuratezza va letta come riferita alle quattro rimanenti. Si aggiunga che le predizioni riguardano soltanto le tre condizioni dotate di negoziazione: nella condizione V non esiste un enunciato del giocatore da classificare.

La seconda elaborazione confronta la predizione ottenuta fornendo la storia individuale con quella ottenuta a parità di enunciato ma con un cliente privo di storia. È il confronto che risponde direttamente a H1, ed è autosufficiente: non richiede sessioni aggiuntive, poiché riutilizza la medesima logica di produzione applicata alle due condizioni.

6.7 Misure soggettive

Gli strumenti somministrati sono tre: una scheda demografica compilata una volta, un questionario compilato dopo ciascun mercante e un questionario finale compilato quando il partecipante li ha incontrati tutti.

6.7.1 Questionario per mercante

Lo strumento è un adattamento **ridotto** della scala di credibilità per agenti virtuali di Guo, Adamo e Mousas [24]. Gli item sono valutati su scala a sette punti; il questionario ne conta diciassette, riportati per esteso nell'appendice A.2.

La riduzione è imposta dal disegno. La scala adottata nella fase pilota contava trentotto item, che su quattro condizioni avrebbero richiesto centocinquantadue risposte per partecipante: una quantità che, somministrata in una sessione già lunga, produce risposte affrettate proprio nelle ultime condizioni. Sono state perciò conservate le dimensioni sulle quali l'effetto della condizione è atteso (intelligenza, che ospita l'item sulla memoria, e credibilità complessiva) insieme a due item di comportamento e due di emozione che ne costituiscono il contesto minimo; sono

state tralasciate consapevolezza, personalità e agentività. Un item è formulato in senso inverso e va ricodificato in fase di spoglio, senza che il modulo lo segnali al partecipante.

Alla scala così ridotta si aggiungono tre blocchi specifici dello studio. Il primo, **memoria percepita**, è il nucleo della misura di RQ4 e comprende tre affermazioni: che il mercante sembrasse ricordare elementi della storia condivisa; che abbia citato fatti o esperienze in comune; che il suo modo di trattare il partecipante dipendesse da come erano andate le cose fra loro. Il secondo raccoglie due domande **dirette sul rapporto** (se il mercante abbia trattato il partecipante meglio di uno sconosciuto, e se fosse irritato o in collera con lui) e misura la direzione della relazione percepita, che è l'informazione su cui poggia il confronto fra le condizioni A e D. Il terzo è un singolo item sulla **trattativa percepita**, che chiede se il partecipante abbia potuto influenzare il prezzo: nella condizione V deve risultare marcatamente più basso, e svolge perciò la funzione di controllo di manipolazione.

Il questionario è impaginato in quattro versioni, una per sequenza, ciascuna già intestata con il mercante corrispondente alla posizione: la corrispondenza fra posizione e condizione è così registrata all'origine e non affidata alla memoria del conduttore.

6.7.2 Questionario finale

Il questionario finale è somministrato una sola volta e si compone di due parti; le domande di entrambe sono nell'appendice A.3.

La **prima parte** è il confronto fra le quattro condizioni, ed è lo strumento che risponde alla domanda se il partecipante abbia percepito un'esperienza diversa. Chiede se abbia notato differenze fra i mercanti e, in caso affermativo, quali; di ordinare i quattro dal più al meno credibile; di indicare quale sia risultato più ostile e quale più amichevole; quale sembrasse ricordare qualcosa di lui; con quale la trattativa sia stata più coinvolgente; a che cosa attribuisca il prezzo ottenuto; e se vi sia stato un momento in cui un mercante abbia detto qualcosa di incongruo. Le domande di scelta forzata producono proporzioni confrontabili con il caso, e sono la prova più diretta che la manipolazione è stata percepita; la domanda sull'attribuzione del prezzo rivela invece se il partecipante abbia ricondotto il risultato economico al rapporto con il mercante o alla propria abilità.

La **seconda parte** valuta la meccanica nel suo insieme, non il singolo mercante, e risponde alla prima metà della domanda generale. I suoi quattordici item su scala a sette punti si articolano in quattro blocchi. Il primo riguarda come è andata la trattativa: tre item sono ricalcati sui fattori del *Subjective Value Inventory* [35], strumento che misura quanto una persona porti a casa da una trattativa oltre al risultato economico (soddisfazione per l'esito, per il proprio comportamento, per l'equità del processo), ed è pertinente qui precisamente perché la tesi sostiene che il

valore di uno scambio non si esaurisce nel prezzo; il quarto chiede se il partecipante abbia capito che cosa convenisse fare. Il secondo riguarda il coinvolgimento: tre item sono ispirati alla letteratura sull'esperienza di immersione nei giochi [36], e il quarto, sul rapporto costruito con il mercante, riprende l'ultimo fattore dello stesso inventario. I quattro seguenti chiedono il confronto esplicito con il modo consueto di comprare: se ciò che il partecipante diceva cambiasse il comportamento del mercante, se comprare parlando sia più interessante che scegliere da un menu, se lo preferirebbe potendo scegliere, se vorrebbe trovare mercanti simili nei giochi che frequenta. Gli ultimi due item riguardano infine gli **attriti** (le attese fra le battute e la necessità di ripetersi) e misurano il costo dichiarato dal partecipante, che si riporta accanto alla latenza misurata dal sistema e non si somma agli altri punteggi.

Va dichiarato che questi item sono adattamenti in lingua italiana e non traduzioni validate: nessuno dei tre strumenti è stato sottoposto a validazione in questa forma. I punteggi sono perciò trattati come misure costruite per lo studio, con l'affidabilità calcolata sui dati raccolti, e i valori assoluti non sono confrontati con quelli pubblicati in letteratura.

6.7.3 Risposte aperte

Cinque domande a risposta libera affiancano le scale: l'impressione lasciata dal mercante, chiesta dopo ciascuna condizione, e quattro domande del questionario finale (in che cosa i mercanti differissero, che cosa non tornasse, che cosa il partecipante cambierebbe, se voglia aggiungere qualcosa). Il loro valore probatorio è distinto da quello degli item chiusi: un item suggerisce la dimensione lungo la quale rispondere, una domanda aperta no, e la menzione spontanea della memoria è perciò un'evidenza più forte di un punteggio elevato sull'item corrispondente.

Perché tale evidenza sia trattabile, le risposte sono codificate secondo uno schema chiuso fissato *prima* della raccolta: menzione della memoria o del passato condiviso, del prezzo, del tono o dell'atteggiamento, di un problema tecnico. Ogni codice diventa una variabile di presenza-assenza, analizzabile con gli stessi strumenti delle altre misure ripetute. La codifica è condotta da due persone in modo indipendente su un sottoinsieme, e l'accordo è riportato.

6.7.4 Scheda demografica

Compilata una sola volta (appendice A.4), raccoglie età, genere, lingua madre, abitudini di gioco, familiarità con assistenti vocali ed esperienza pregressa di parlato rivolto a personaggi non giocanti. Due voci meritano una nota. L'esperienza con il gioco impiegato è rilevata su tre livelli, corrispondenti ai gruppi impiegati nella ponderazione dell'analisi (§6.8); ed è affiancata da una domanda distinta sulla

conoscenza del *funzionamento* del commercio nel gioco (l'abilità di Eloquenza, i talenti che modificano i prezzi) perché è quest'ultima, e non il tempo di gioco, a determinare se il partecipante sia in grado di accorgersi che i prezzi osservati non sono quelli originali. Le variabili servono come covariate e per la verifica di equità discussa nel §6.9.

6.8 Piano di analisi

Il piano è fissato prima della raccolta. Il termine di paragone è sempre la condizione N, e i confronti pianificati sono tre: N contro A, N contro D, N contro V. La correzione per la molteplicità è quella di Holm entro ciascuna famiglia di confronti, con α pari a 0,05, e accanto alla significatività si riporta sempre una stima dell'entità dell'effetto: con trenta partecipanti la distinzione fra assenza di effetto e insufficiente potenza va argomentata e non assunta.

6.8.1 Gli strumenti statistici e come si leggono

Le analisi dello studio impiegano un insieme ristretto di strumenti statistici, scelti prima della raccolta e applicati in modo uniforme a tutte le misure. Il capitolo 7 li richiama per nome senza descriverli di nuovo: questa sezione spiega a che cosa serve ciascuno e come va letto il valore che restituisce. Le tabelle 6.4 e 6.5 ne offrono una sintesi da consultare durante la lettura dei risultati, la prima dedicata ai test e la seconda alle grandezze che ne accompagnano l'esito.

Tre domande in successione. L'analisi di ogni misura risponde a tre domande, sempre nello stesso ordine. La prima è *se* le condizioni differiscono fra loro, e vi risponde un **test d'insieme**, che le confronta tutte contemporaneamente. Se il test d'insieme non rileva differenze, l'analisi di quella misura si ferma; se le rileva, stabilisce soltanto che almeno due condizioni differiscono, senza indicare quali. La seconda domanda è quindi *quali* condizioni differiscono, e vi rispondono i **confronti a coppie**, ciascuno fra una condizione e il termine di paragone N. La terza domanda è *quanto* sia grande la differenza, e non dipende dalle prime due: una differenza può essere statisticamente certa e al tempo stesso trascurabile, e su un campione di poche decine di partecipanti può accadere anche il contrario, cioè che una differenza ampia non raggiunga la soglia di significatività. A questa domanda risponde la **misura dell'entità dell'effetto**, che per questa ragione è sempre riportata accanto al valore di probabilità.

Il valore di probabilità. Il valore indicato con p esprime la probabilità di osservare dati come quelli raccolti, o ancora più lontani dall'assenza di effetto, se la

Tabella 6.4: Sintesi dei test statistici impiegati nel capitolo 7. L'ultima colonna indica come leggere il valore restituito, non come si calcola; le misure dell'entità dell'effetto sono nella tabella 6.5.

Strumento	**A che serve**	**Come si legge**
Scelta della famiglia di test		
Test di Shapiro-Wilk (W, p)	verificare se le differenze fra condizioni, osservate sugli stessi partecipanti, sono compatibili con una distribuzione normale	p sopra 0,05: nessuna violazione rilevata, si può usare l'analisi della varianza
Test d'insieme, su tutte le condizioni		
Analisi della varianza a misure ripetute (F, p)	verificare se almeno una condizione differisce dalle altre, confrontando le medie	F grande e p piccolo: le condizioni non sono equivalenti
Correzione di Greenhouse-Geisser (ε)	correggere i gradi di libertà quando le differenze fra coppie di condizioni non hanno la stessa varianza	ε vicino a 1: correzione minima; si controlla che la conclusione non cambi
Test di Friedman (χ^2, p)	equivalente non parametrico dell'analisi della varianza, calcolato sui ranghi	si legge come F; usato quando la normalità non regge o la scala è ordinale
Test Q di Cochran (Q, p)	equivalente per un esito con due soli valori, come accordo o abbandono	p piccolo: la frequenza dell'esito dipende dalla condizione
Ordine previsto in anticipo		
L di Page (L, z, p)	verificare un ordine delle condizioni dichiarato prima della raccolta	p piccolo: i dati seguono l'ordine previsto
Confronti a coppie contro il termine di paragone N		
Test di Wilcoxon per dati appaiati (p, r)	confrontare due condizioni sugli stessi partecipanti, sui ranghi delle differenze	p piccolo: le due condizioni differiscono; r indica di quanto
Test di McNemar esatto (p)	equivalente per un esito con due soli valori	p piccolo: l'esito cambia fra le due condizioni
Correzione di Holm	contenere l'errore che si accumula ripetendo più confronti sulla stessa misura	si riporta accanto al valore originale; fa fede il valore corretto

condizione non avesse alcuna influenza sulla misura. Un valore di p piccolo rende quindi poco sostenibile l'ipotesi che le differenze osservate siano dovute al caso. Il valore di p non indica invece né quanto sia grande l'effetto né la probabilità che l'ipotesi di ricerca sia vera: sono due interpretazioni diffuse, ed entrambe scorrette. La soglia adottata è quella convenzionale di 0,05, fissata prima della raccolta. Nelle tabelle del capitolo 7 un asterisco indica un confronto che resta significativo dopo la correzione per i confronti multipli, e la sigla «n.s.» un confronto che non lo è.

Test parametrici e non parametrici. I test **parametrici**, come l'analisi della varianza, confrontano le medie e presuppongono che le differenze fra le condizioni seguano approssimativamente una distribuzione normale. I test **non parametrici** non richiedono questa assunzione: sostituiscono a ciascun valore la sua posizione in una graduatoria, detta rango, e si accompagnano alla mediana anziché alla media. Richiedono meno condizioni ma, a parità di dati, sono meno potenti, cioè riconoscono con più difficoltà un effetto reale; per questo si usano solo dove servono. La scelta fra le due famiglie non è discrezionale: per ogni misura la decide il test di Shapiro-Wilk, applicato alle differenze fra le condizioni osservate sugli stessi partecipanti. Le risposte su scala a sette punti, ordinali per natura, sono in ogni caso analizzate con i test non parametrici. Dove l'assunzione di normalità è rispettata si riportano entrambe le analisi, e la seconda funge da verifica di robustezza: se due metodi diversi portano alla stessa conclusione, questa non dipende dal metodo scelto.

La correzione per i confronti multipli. Se fra due condizioni non esiste alcuna differenza, ciascun confronto ha comunque il 5% di probabilità di segnalarne una. Con tre confronti sulla stessa misura, la probabilità che almeno uno la segnali per errore sale a circa il 14%, e riportare soltanto il confronto risultato significativo significherebbe presentare come scoperta un effetto del numero di tentativi. La **correzione di Holm** evita questo rischio: ordina i confronti di una stessa famiglia dal più al meno significativo, applica al primo una soglia divisa per il numero dei confronti e la rende progressivamente meno severa per i successivi. Rispetto alla più nota correzione di Bonferroni offre la stessa protezione, ma è meno conservativa e scarta quindi meno effetti reali. Quando il capitolo 7 riporta per esteso un confronto a coppie, indica sia il valore di probabilità originale sia quello corretto, così che l'effetto della correzione resti visibile.

Il test di tendenza. Un test d'insieme ordinario verifica se le condizioni differiscono, in qualunque direzione. L'ipotesi H2, però, non prevede una differenza generica ma un ordine preciso: prezzo più basso con A, intermedio con N, più alto con D. Un **test di tendenza** come la L di Page verifica proprio quell'ordine e, poiché concentra la verifica su un solo andamento anziché su tutte le differenze

possibili, a parità di dati è più potente del test d'insieme generico. È però legittimo solo se l'ordine è dichiarato prima di esaminare i dati, altrimenti l'ipotesi verrebbe scelta dopo averne visto l'esito; per questo l'ordine atteso è fissato nel §6.1.4.

Tabella 6.5: Sintesi delle misure dell'entità dell'effetto e delle stime: le grandezze che, accanto alla significatività, indicano quanto è grande una differenza e quanto è incerta una stima.

Grandezza	A che serve	Come si legge
Entità dell'effetto		
η^2 parziale e generalizzato	quota della variabilità della misura spiegata dalla condizione	da 0 a 1; per convenzione, 0,14 indica un effetto grande
r del test di Wilcoxon	entità dell'effetto di un confronto a coppie	da 0 a 1; per convenzione, 0,5 indica un effetto grande
W di Kendall	accordo fra i partecipanti nell'ordinare le condizioni; entità dell'effetto del test di Friedman	da 0 a 1; vicino a 1, quasi tutti ordinano le condizioni allo stesso modo
ρ di Spearman	associazione fra due misure, calcolata sui ranghi	da -1 a $+1$; il segno indica la direzione, lo zero l'assenza di associazione
Proporzioni, stime e affidabilità		
Test binomiale esatto (p)	verificare se una proporzione si discosta da quella attesa con risposte date a caso	p piccolo: le risposte non sono distribuite a caso
Intervallo di Wilson al 95%	intervallo di confidenza di una proporzione, adatto a campioni piccoli e a proporzioni estreme	l'ampiezza dell'intervallo misura l'incertezza della stima
α di Cronbach	coerenza interna degli item che compongono una dimensione del questionario	da 0 a 1; sopra 0,80 la coerenza è considerata buona

6.8.2 Le analisi previste per ciascuna ipotesi

H2: effetto della condizione sul comportamento economico. L'analisi principale confronta il prezzo pattuito e lo scarto dal prezzo di riserva fra le condizioni con un'analisi della varianza a misure ripetute, previa verifica dell'assunzione di sfericità e con la correzione dei gradi di libertà ove necessario. Poiché H2 formula una predizione *ordinata* (A, N, D in ordine crescente di prezzo) si riporta anche un test di tendenza, più potente del confronto generico quando l'ordine è previsto in anticipo. Il numero di round e la durata, distribuzioni asimmetriche e di natura ordinale, sono analizzati con l'alternativa non parametrica per misure ripetute e con i corrispondenti confronti a coppie; l'esito dicotomico accordo/abbandono

con il test per proporzioni ripetute e i confronti a coppie corrispondenti. Come argomentato nel §6.2, il confronto sul prezzo con la condizione V è riportato a titolo descrittivo e non concorre alla verifica dell'ipotesi.

H4: effetto della condizione sulla percezione. I punteggi degli item e delle dimensioni del questionario per mercante sono confrontati fra le quattro condizioni con la medesima struttura non parametrica, con attenzione particolare a memoria percepita, intelligenza e credibilità complessiva. Le domande di scelta forzata del questionario finale sono confrontate con la distribuzione attesa in assenza di effetto, cioè un quarto per condizione, e le proporzioni sono riportate con il rispettivo intervallo di confidenza. Per le dimensioni composte da più item si riporta anche l'affidabilità interna; per gli item singoli si riportano mediana e distribuzione, non la media.

H1: effetto della storia sulla predizione. Confronto dell'accuratezza fra le due condizioni dell'ablazione, sugli stessi enunciati, con il test appaiato per dati dicotomici e con la differenza di F_1 macro come misura dell'effetto. L'F_1 riassume in un solo numero la precisione di una classe, cioè quante delle predizioni per quella classe sono corrette, e la sua copertura, cioè quanti dei casi di quella classe vengono riconosciuti; l'aggettivo *macro* indica che si calcola separatamente su ciascuna delle cinque etichette e poi si media, così che una classe rara pesi quanto una frequente. Vale l'avvertenza sulla classe non osservabile segnalata nel §6.6.

H3: costo in prevedibilità. Il tasso di anomalie è riportato come proporzione sul totale delle battute generate, disaggregato per categoria e per condizione, accompagnato dall'intervallo di confidenza. La latenza per turno è riportata in forma descrittiva, scomposta per componente, e affiancata all'attrito dichiarato dai partecipanti sulle attese fra le battute.

6.8.3 Controlli e trattamento dei dati

Esperienza pregressa come moderatore. La conoscenza del gioco impiegato agisce in due direzioni opposte: chi ne conosce il sistema di commercio valuta le condizioni rispetto a un riferimento che possiede già, e può notare come anomali prezzi inferiori al listino; chi non lo conosce giudica soltanto ciò che vede. Non essendovi ragione di privilegiare a priori l'uno o l'altro punto di vista, le analisi principali sono ripetute in tre scenari di ponderazione (pesi uniformi, pesi a favore degli esperti, pesi a favore dei non esperti) e la regola di lettura è fissata in anticipo: se le conclusioni coincidono nei tre scenari si riporta il solo scenario uniforme e l'effetto è dichiarato robusto; se divergono si riportano tutti e tre e la divergenza è discussa.

Controllo della posizione. La posizione della condizione nella sequenza è inserita nel modello come effetto fisso. Il quadrato latino dovrebbe annullarne il contributo; un coefficiente significativo indicherebbe che il controbilanciamento non ha assorbito l'effetto d'ordine e andrebbe riportato fra le minacce alla validità.

Trattamento dei dati mancanti. Una trattativa che non si concluda con un accordo non produce un prezzo pattuito. Tali casi sono conteggiati separatamente come tasso di abbandono (grandezza a sua volta informativa per H2) e non imputati. I prezzi registrati sono verificati contro le trascrizioni prima di ogni analisi: un errore di riconoscimento su una cifra chiuderebbe l'affare a un prezzo diverso da quello inteso dal partecipante, e la quota di trattative interessate è riportata.

6.9 Considerazioni etiche

Consenso e trasparenza. Ogni partecipante è informato prima della sessione che i personaggi con cui parlerà sono governati da un modello linguistico e possono produrre risposte impreviste; che la sua voce sarà trascritta e conservata in forma anonimizzata; e che può interrompere in qualsiasi momento senza conseguenze. Il consenso è raccolto per iscritto. Non è invece rivelato che i mercanti differiscono per storia precaricata, informazione che comprometterebbe la misura: si tratta di un'omissione relativa all'ipotesi in esame, non di un'affermazione falsa, ed è resa nota al partecipante al termine della sessione.

Anonimizzazione. I dati sono identificati unicamente da un codice partecipante. Le trascrizioni del parlato sono conservate in forma anonima e fuori dai repository pubblici; la scheda demografica non contiene elementi identificativi.

Limite alla penalizzazione economica. Il modificatore di prezzo è vincolato entro una banda (equazione (3.5)) il cui limite inferiore, come discusso nel §3.6.1, ha natura etica: impedisce che il sistema converta una relazione favorevole in uno sconto arbitrariamente grande. Il limite superiore svolge la funzione simmetrica, contenendo il sovrapprezzo applicabile a un giocatore in condizione sfavorevole.

Verifica di equità. La letteratura sulla negoziazione automatica ha documentato disparità di trattamento in funzione di attributi dell'interlocutore [26]. Poiché il modificatore di prezzo è conservato insieme alla propria scomposizione (§3.6.1), è possibile verificare *a posteriori* se a parità di stato relazionale i prezzi differiscano in funzione delle variabili demografiche raccolte. La verifica è resa possibile dalla trasparenza del meccanismo, ed è la ragione principale per cui la scomposizione è conservata anziché essere calcolata e scartata.

Capitolo 7

Risultati

Questo capitolo riporta gli esiti dello studio descritto nel capitolo 6. La raccolta si è svolta fra il 21 e il 28 agosto 2026 e si è chiusa con **ventisette partecipanti**, ciascuno dei quali ha attraversato tutte e quattro le condizioni, per **108 osservazioni** complessive. Tutti i valori che seguono provengono dai file prodotti automaticamente durante le sessioni (turni di trattativa, transazioni, evoluzione del modificatore di prezzo, memoria episodica, predizioni di intento, latenze dei componenti) e dai tre strumenti compilati dai partecipanti: la scheda iniziale, il questionario somministrato dopo ciascun mercante e il questionario finale. Nessun numero è stato inserito a mano: le tabelle e le figure sono generate dagli script di analisi a partire dai file grezzi, e si riproducono eseguendoli.

Valgono le convenzioni fissate nel piano di analisi (§6.8) e stabilite prima della raccolta. Il termine di paragone di ogni confronto è la condizione N, quella dotata di negoziazione ma priva di storia individuale: il confronto con V isola l'effetto della meccanica conversazionale, quelli con A e con D isolano l'effetto della memoria. La correzione per la molteplicità è quella di Holm entro ciascuna famiglia, con α pari a 0,05, e accanto a ogni valore di probabilità è riportata una misura dell'entità dell'effetto. Gli strumenti statistici richiamati per nome in questo capitolo, e il modo in cui va letto il numero che ciascuno produce, sono descritti nel §6.8.1 e riassunti nelle tabelle 6.4 e 6.5. Le dimensioni composte da più item sono riassunte dalla media degli item e restano sulla scala originale da 1 a 7; per gli item singoli si riporta la mediana. Come argomentato nel §6.2, la condizione V non concorre ai confronti sul prezzo, perché il baratto originale non è un livello omogeneo agli altri tre, mentre resta un livello a pieno titolo in tutte le misure di percezione.

7.1 Il campione e gli strumenti

La tabella 7.1 descrive il campione. L'assegnazione alle quattro sequenze del quadrato latino è risultata quasi bilanciata (sette partecipanti per le prime tre sequenze e sei per la quarta) perché la raccolta si è chiusa a ventisette e non a un multiplo di quattro.

Tabella 7.1: Composizione del campione, 27 partecipanti.

Caratteristica	**Distribuzione**
Età	media 26,4 anni (minimo 18, massimo 51)
Genere	17 uomini, 10 donne
Durata della sessione	media 28,7 minuti (minimo 21, massimo 35)
Esperienza con *Skyrim*	mai giocato 18 · qualche ora 5 · molte ore 4
Conoscenza del commercio di *Skyrim*	no 16 · ne ha sentito parlare 4 · sì 7
Altri giochi di ruolo	nessuno 21 · qualcuno 5 · molti 1
Uso di assistenti vocali	mai 3 · raramente 9 · ogni tanto 9 · spesso 6
Ha già parlato a voce con un personaggio	**mai, tutti e ventisette**
Sequenza assegnata	1ª: 7 · 2ª: 7 · 3ª: 7 · 4ª: 6

La durata media, 28,7 minuti, è **sensibilmente inferiore ai quaranta minuti pianificati** (§6.5). Le fasi che hanno richiesto meno del previsto sono le quattro trattative, la cui durata complessiva è di poco superiore ai due minuti di dialogo effettivo (§7.3): il tempo di gioco è dominato dagli spostamenti, dalla lettura della missione e dalla compilazione dei questionari, non dalla contrattazione. La conseguenza pratica è che il carico sul partecipante è stato inferiore a quello previsto, il che rimuove l'affaticamento fra le ipotesi che spiegano l'andamento delle risposte lungo la sequenza.

Due caratteristiche condizionano la lettura di tutto ciò che segue e vanno dichiarate subito. **Nessun partecipante aveva mai parlato a voce con un personaggio non giocante**: per tutti e ventisette la modalità conversazionale era una novità assoluta, e l'effetto novità è quindi parte delle misure di coinvolgimento, non un fattore che sia stato possibile separare. E **due terzi del campione non**

avevano mai giocato a *Skyrim*: il gruppo di chi conosce il gioco a fondo conta quattro persone, sicché lo scenario di ponderazione «a favore degli esperti» previsto dal piano poggia su una base esigua. Il §7.7 riprende il punto sistematicamente.

Affidabilità delle scale. Le dimensioni composte da più item mostrano una coerenza interna molto alta: memoria percepita (item 9–11) $\alpha = 0{,}986$, intelligenza (item 4–6) $\alpha = 0{,}981$, credibilità complessiva (item 15–17) $\alpha = 0{,}978$, emozione (item 7–8) $\alpha = 0{,}977$. I coefficienti sono calcolati su tutte le osservazioni, quindi comprendono la varianza fra condizioni, secondo la stessa convenzione della scala originale: sono valori che attestano la coesione degli item, non la capacità dello strumento di discriminare entro una singola condizione. Le dimensioni misurate da un solo item (relazione sociale, direzione della relazione, collera percepita, trattativa percepita) restano item singoli e sono riportate come tali.

Scelta dei test. Il piano prevedeva l'analisi della varianza a misure ripetute e, in caso di violazione delle assunzioni, l'alternativa non parametrica. La verifica di normalità sulle differenze appaiate (test di Shapiro-Wilk) dà esiti diversi a seconda della misura: il prezzo pattuito e lo scarto dalla riserva risultano normali (N–A: $W = 0{,}966$, $p = 0{,}587$; N–D: $W = 0{,}961$, $p = 0{,}491$), mentre il numero di round (N–A: $p = 0{,}018$), la credibilità (su tutti e tre i confronti, p fra 0,003 e 0,043) e la memoria percepita (N–V: $p = 0{,}049$) non lo sono. Di conseguenza il prezzo e lo scarto sono analizzati con l'analisi della varianza a misure ripetute, affiancata dal test di Friedman come verifica di robustezza; il numero di round e tutte le misure percettive, ordinali per costruzione, con Friedman e con i confronti a coppie di Wilcoxon.

7.2 Memoria sociale e prezzo

7.2.1 Prezzo pattuito

La figura 7.1 mostra il prezzo pagato in ciascuna condizione, con il prezzo di riserva del mercante (il minimo che avrebbe accettato) riportato come riferimento. La separazione è netta e non richiede statistica per essere vista: chi tratta con Belethor (A) paga meno di chi tratta con Arcadia (N), e chi tratta con Lucan (D) paga sensibilmente di più.

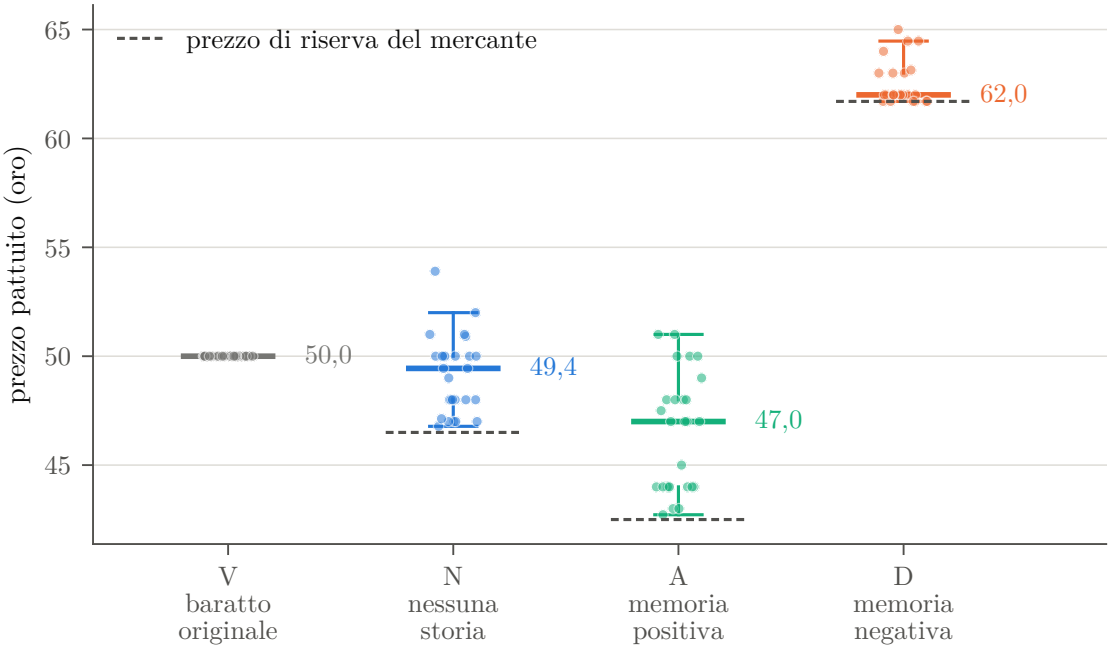


Figura 7.1: Prezzo pattuito per condizione. Ogni punto è una trattativa; la barra è la mediana, la scatola i quartili. La linea tratteggiata è il prezzo di riserva del mercante.

La tabella 7.2 raccoglie le descrittive di tutte le misure comportamentali, che le sezioni seguenti riprendono una per una. L'analisi della varianza a misure ripetute sulle tre condizioni dotate di negoziazione, condotta sui 23 partecipanti con osservazioni complete, dà $F(2, 44) = 587{,}94$ con $p < 0{,}001$. La correzione di Greenhouse-Geisser ($\varepsilon = 0{,}860$) non altera la conclusione. L'entità dell'effetto è fra le più grandi osservabili in uno studio di questo tipo: η^2 parziale pari a **0,964**, η^2 generalizzato pari a 0,932, ossia la condizione spiega quasi per intero la variabilità del prezzo. La verifica non parametrica concorda: $\chi^2(2) = 40{,}51$, $p < 0{,}001$, con un coefficiente di concordanza di Kendall $W = 0{,}881$.

Poiché H2 formula una previsione *ordinata* (A minore di N, N minore di D) il piano prevedeva anche un test di tendenza, più potente del confronto generico quando l'ordine è fissato in anticipo. La L di Page conferma l'ordinamento previsto: $L = 318{,}5$, $z = 6{,}27$, $p < 0{,}001$ a una coda.

Tabella 7.2: Comportamento economico per condizione. Le descrittive sono calcolate su tutte le osservazioni disponibili; i confronti sui soli partecipanti completi, il cui numero è indicato. Fra parentesi accanto alla media è la deviazione standard, abbreviata in «ds», che misura quanto i singoli valori si discostano dalla media. In V, dove non si contratta, scarto dalla riserva e durata della trattativa non sono definiti («n.d.»).

	V	**N**	**A**	**D**
Prezzo pattuito				
mediana	50,00	49,44	47,00	62,00
media (ds)	50,00	49,13 (1,78)	46,45 (2,67)	62,53 (1,03)
Scarto dalla riserva				
mediana	n.d.	2,94	4,50	0,30
media (ds)	n.d.	2,63 (1,78)	3,95 (2,67)	0,83 (1,03)
Round di trattativa				
mediana	0	2	1	4
media (ds)	0,00	2,26 (1,32)	1,63 (1,01)	4,07 (2,20)
Durata in secondi				
mediana	n.d.	34,0	28,0	63,0
media (minimo–massimo)	n.d.	40,0 (17–91)	31,3 (18–61)	63,7 (15–139)
Trattative concluse, su 27	27	27	27	23

I due confronti pianificati contro N sono entrambi significativi dopo la correzione di Holm. Fra N e A la mediana delle differenze appaiate è di $-3{,}00$ monete d'oro, con $r = 0{,}773$; fra N e D è di $+14{,}00$ monete, con $r = 0{,}876$. In termini pratici: la memoria positiva vale circa tre monete di sconto su un oggetto da cinquanta, la memoria negativa quattordici monete di sovrapprezzo. **L'asimmetria fra le due direzioni è il primo risultato di rilievo**, e il §7.3 ne individua la causa nel meccanismo che genera il prezzo di apertura.

7.2.2 Scarto dal prezzo di riserva

Il prezzo pattuito misura l'esito; lo scarto fra prezzo pattuito e prezzo di riserva misura quanto il giocatore ha lasciato sul tavolo, ed è quindi più vicino alla conduzione della trattativa che alla condizione in sé. La figura 7.2 lo riporta per le tre condizioni dotate di negoziazione.

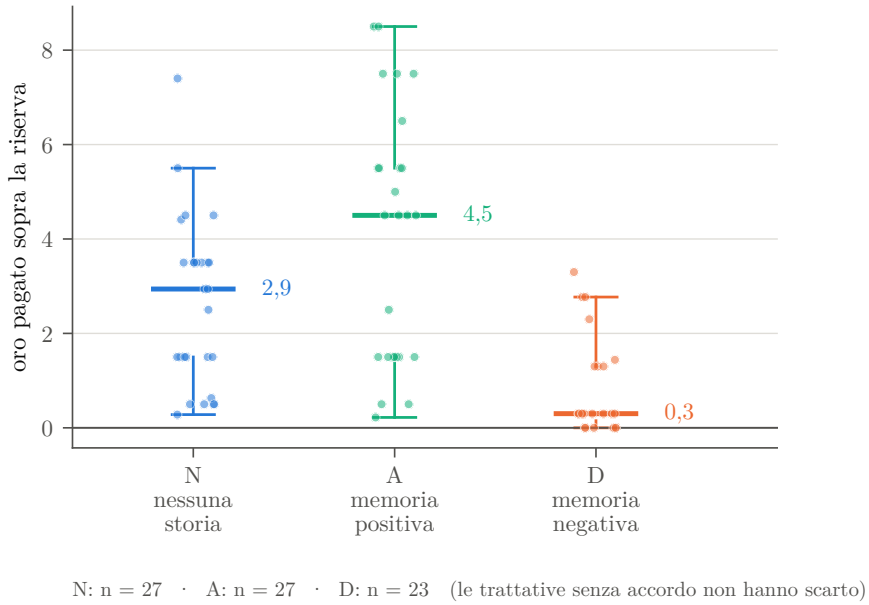


Figura 7.2: Oro pagato sopra il prezzo di riserva del mercante. Il gradiente è invertito rispetto a quello dei prezzi: col mercante più generoso si lascia sul tavolo di più.

Anche qui l'effetto della condizione è forte: $F(2, 44) = 18{,}74$, $p < 0{,}001$, η^2 parziale pari a 0,460, confermato da Friedman ($\chi^2(2) = 24{,}80$, $p < 0{,}001$, $W = 0{,}539$). I confronti pianificati danno N contro A $p = 0{,}028$ con $r = 0{,}479$, e N contro D $p < 0{,}001$ (Holm 0,001) con $r = 0{,}724$. Il segno, però, è quello opposto ai prezzi: la mediana delle differenze è $+1{,}00$ verso A e $-1{,}20$ verso D.

Il risultato ha una lettura precisa. **Con il mercante benevolo si paga meno in assoluto ma si spreca di più il margine disponibile**: la riserva di Belethor è la più bassa delle tre e i partecipanti, nella maggior parte dei casi, non arrivano a sfruttarla. Con Lucan accade l'opposto: il margine è quasi nullo, e chi conclude l'affare lo fa praticamente sul prezzo minimo che il mercante era disposto ad accettare.

7.3 Dinamica della trattativa

7.3.1 Round, durata e abbandoni

La figura 7.3 riporta quanto si è trattato in ciascuna condizione e dove la trattativa si è rotta. Il numero di round segue l'ordinamento previsto ($\chi^2(2) = 24{,}09$, $p < 0{,}001$, $W = 0{,}446$; L di Page $z = 4{,}35$, $p < 0{,}001$), con mediane pari a 1 in A, 2 in N e 4 in D, e altrettanto fa la durata ($\chi^2(2) = 15{,}87$, $p < 0{,}001$; N contro A $p = 0{,}042$,

N contro D $p = 0{,}002$): una trattativa con Belethor dura in mediana 28 secondi, una con Lucan 63. In totale sono stati registrati 454 turni, di cui **227 battute generate dal mercante**: 92 turni in A, 128 in N, 234 in D.

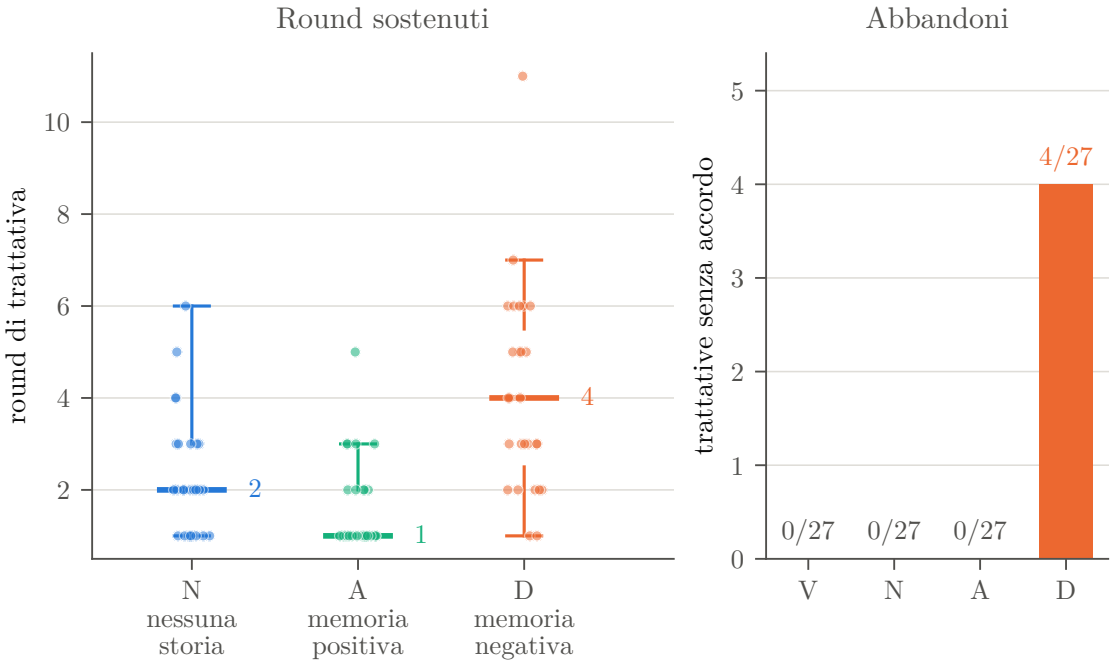


Figura 7.3: A sinistra i round sostenuti per condizione; a destra le trattative chiuse senza accordo. La condizione V non compare a sinistra perché il baratto originale non prevede round.

Gli abbandoni sono l'unico esito dicotomico dello studio, e si concentrano interamente in una condizione: **quattro trattative su ventisette si sono chiuse senza accordo, tutte con Lucan**. Il test Q di Cochran sull'insieme delle quattro condizioni dà $Q(3) = 12{,}00$ con $p = 0{,}007$; la proporzione di abbandoni in D è del 14,8%, con intervallo di confidenza al 95% fra 5,9% e 32,5%. I confronti a coppie non raggiungono la significatività (N contro D, McNemar esatto $p = 0{,}125$), ma il risultato **va letto come limite di potenza e non come assenza di effetto**: con sole quattro coppie discordanti il test esatto non può scendere sotto $p = 0{,}125$ qualunque sia l'entità della differenza. Il dato sostantivo è che nessuno ha mai abbandonato Belethor, Arcadia o Adrianne.

Su questa misura va però riportata una precisazione che riguarda le prime sei sessioni. La regola che chiude una trattativa senza accordo è stata introdotta dopo la sesta (§3.9.2): nelle sei precedenti l'abbandono non era un esito raggiungibile, e infatti nessuna di esse si è chiusa senza accordo, mentre due hanno superato il numero di round tollerati. Calcolata sulle sole ventuno sessioni in cui l'abbandono

era possibile, la proporzione sale al **19,0%**, con intervallo di confidenza fra 7,7% e 40,0%. Le due cifre non cambiano la lettura sostantiva, che è la concentrazione degli abbandoni su un solo mercante, ma la seconda è quella che descrive il sistema nella sua forma definitiva. Il prezzo pattuito, per contro, non risente della modifica: le mediane delle prime sei sessioni e delle successive non si distinguono in nessuna delle tre condizioni (p pari a 0,906, 0,235 e 0,942), come è atteso da una regola che non tocca alcun prezzo.

7.3.2 Un risultato emerso dai dati

Il piano non prevedeva di mettere in relazione il numero di round con lo scarto dalla riserva. Il confronto, condotto a posteriori e da presentare come esplorativo, mostra una correlazione negativa robusta: ρ di Spearman pari a $-0{,}547$ con $p < 0{,}001$ (figura 7.4). La stessa correlazione calcolata dentro le singole condizioni resta negativa in N ($-0{,}519$, $p = 0{,}006$) e in D ($-0{,}443$, $p = 0{,}034$), mentre in A non è distinguibile da zero ($-0{,}170$, $p = 0{,}398$). La memoria percepita, invece, non ha alcuna relazione con lo scarto ($\rho = -0{,}065$, $p = 0{,}575$).

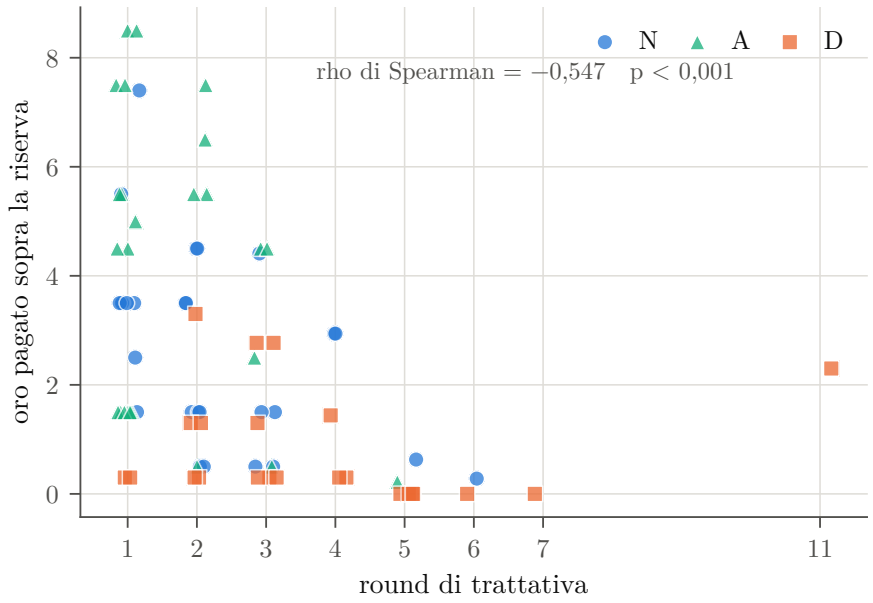


Figura 7.4: Round sostenuti e oro lasciato sopra la riserva. Chi tratta di più paga più vicino al minimo che il mercante avrebbe accettato.

In sintesi: **chi tratta paga meno, e quanto avverte di avere un rapporto col mercante non c'entra**. La spiegazione è strutturale e si legge nei registri del sistema. Il prezzo di apertura è *identico* per Arcadia e per Belethor (53,90 monete in tutte e ventisette le sessioni) ed è più alto solo per Lucan, 66,51 monete. La

ragione sta nella formula di apertura, che parte dal massimo fra prezzo di riserva e valore di listino: poiché la riserva di Belethor (42,5) sta sotto il listino dell'oggetto (50), la sua benevolenza non compare nella prima battuta.

Ne segue l'asimmetria illustrata dalla figura 7.5: **la memoria negativa è visibile fin dalla prima battuta, quella positiva soltanto se il giocatore tratta**. Il vantaggio della relazione favorevole esiste sempre nel modello, sotto forma di riserva più bassa, ma diventa denaro solo per chi negozia; chi si fida e accetta subito paga come se il mercante fosse neutro. È anche la spiegazione delle inversioni fra A e N osservate in alcune sessioni individuali, e un punto di progettazione che il capitolo 8 riprende.

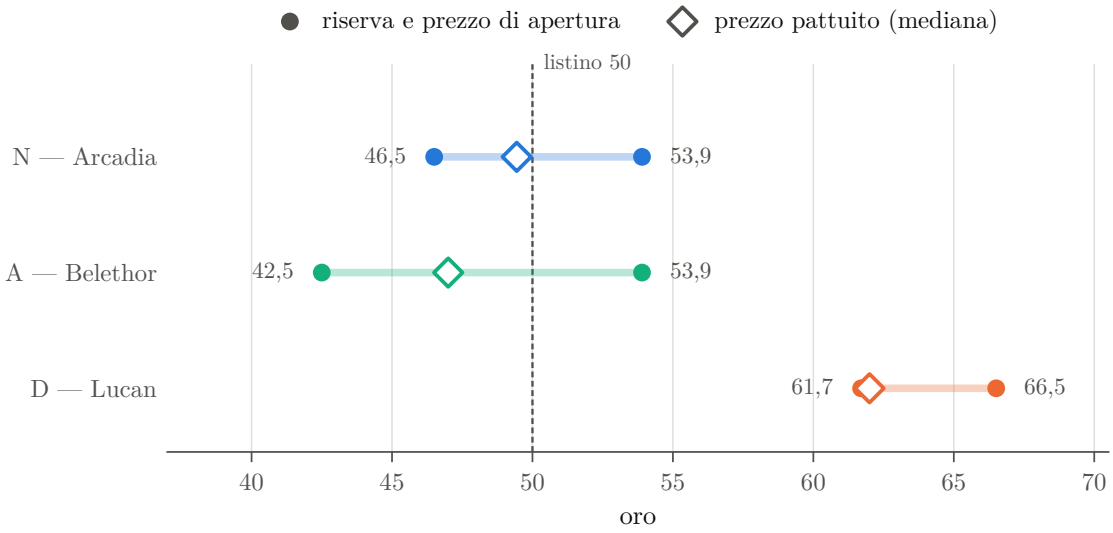


Figura 7.5: Riserva, prezzo di apertura e prezzo effettivamente pattuito. Arcadia e Belethor aprono allo stesso prezzo pur avendo riserve diverse; Lucan apre più in alto.

7.4 Predizione dell'intento

Il predittore di intento ha prodotto 141 predizioni valutabili nelle ventisette sessioni. L'accuratezza sulla prima etichetta è del **18,4%**. I due riferimenti pertinenti sono la scelta casuale fra cinque etichette, che vale il 20,0%, e la regola «prevedi sempre la classe più frequente», che su questi dati vale il 64,5%: **il modello sta sotto entrambi**. Il risultato è negativo e va riportato come tale.

La causa è leggibile nella matrice di confusione (figura 7.6), la tavola che incrocia l'etichetta predetta con quella osservata e mostra quindi non solo quanto il modello sbagli, ma verso che cosa sbagli. L'etichetta `intelligence_gathering` viene predetta **73 volte su 141**, oltre la metà dei casi, e non è mai osservabile in

un protocollo in cui si acquista un solo oggetto: la post-elaborazione la classifica sempre come qualcosa d'altro, perché il giocatore o compra o se ne va. Il predittore spende cioè la maggior parte della propria massa di probabilità su una classe che il disegno sperimentale non può produrre. Delle 141 predizioni, 26 cadono nelle celle corrette, e di queste 18 riguardano l'accettazione rapida.

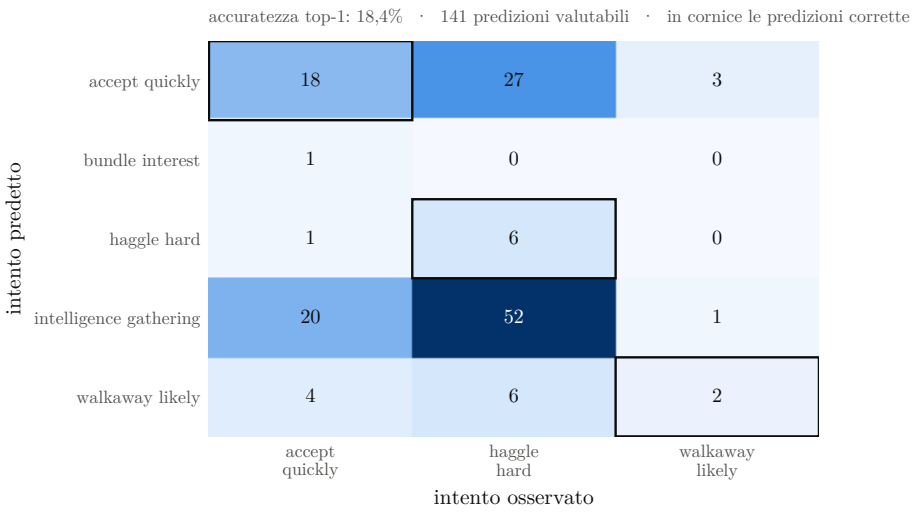


Figura 7.6: Matrice di confusione della predizione dell'intento. In cornice le celle in cui la predizione ha colto l'intento osservato.

Va precisato che questo non è ancora il test di H1. L'ipotesi confronta la predizione *informata dalla storia individuale* con un riferimento privo di storia, e richiede l'ablazione sugli stessi enunciati, che è un'attività separata e non è stata condotta in questo studio. Ciò che i dati raccolti stabiliscono è che **l'accuratezza assoluta del predittore, nella configurazione impiegata e nel protocollo impiegato, è sotto il caso**; se la storia individuale migliori o peggiori quel valore resta indeterminato.

7.5 Anomalie e comportamento della memoria

Anomalie. Il rilevatore automatico ha esaminato tutte le **227 battute generate** dal mercante nelle ventisette sessioni e non ha segnalato **alcuna anomalia**: il limite superiore dell'intervallo di confidenza al 95% è 1,66%, ampiamente entro la soglia del 15% prevista da H3. Il dato va però qualificato: il rilevatore ha categorie fisse (ragionamento trapelato nella battuta, rottura del personaggio, cifre inventate, battuta vuota) e quindi misura l'assenza di *quelle* anomalie, non la qualità complessiva del dialogo.

Poiché H3 poggia interamente su questo strumento, il suo esito è stato sottoposto a due verifiche indipendenti dal rilevatore stesso. La prima è automatica e ricalcola da capo, con un controllo scritto separatamente, le due categorie meccanicamente decidibili: ogni cifra pronunciata dal mercante è stata confrontata con i prezzi effettivamente prodotti dalle regole in quella trattativa, ammettendo l'arrotondamento con cui il modello le enuncia (dice *sessantasette* per 66,51) e le cifre che il giocatore aveva appena nominato. Su 227 battute non emerge alcuna cifra non riconducibile alla trattativa, né alcuna battuta vuota. La seconda è una rilettura a mano di un campione casuale di **quaranta battute**, alle quali sono state applicate le stesse quattro categorie: nessuna è risultata anomala, il che colloca il limite superiore dell'intervallo di confidenza sulla quota di anomalie sfuggite al rilevatore all'8,8%.

H3 risulta confermata: sulle 227 battute generate il modello linguistico non ha degradato la prevedibilità del sistema. Il costo in latenza, che è l'altra faccia della stessa domanda, è riportato nel §7.8.

Memoria episodica. Le sessioni hanno prodotto **81 ricordi**. La tabella 7.3 li riporta per tipo di evento, con l'importanza attribuita e la velocità di oblio.

Tabella 7.3: Ricordi generati durante le sessioni, per tipo di evento.

Tipo di evento	Numero	Importanza media	Oblio medio
Primo acquisto	47	0,323	0,068
Trattativa dura	30	0,440	0,056
Abbandono della trattativa	4	0,565	0,044

L'oblio differenziale si comporta come progettato: la correlazione fra importanza e velocità di oblio è **perfettamente monotona** ($\rho = -1{,}000$, $p < 0{,}001$), cioè più un ricordo è importante, più lentamente svanisce. L'abbandono di una trattativa produce il ricordo più pesante e più duraturo, il primo acquisto il più leggero.

Va però detto con chiarezza che cosa questo numero significhi e che cosa no. Il tasso di oblio è calcolato come funzione deterministica e decrescente dell'importanza (appendice B), sicché una correlazione di rango perfetta fra le due **è vera per costruzione**: il dato verifica che l'implementazione rispetti la propria specifica, come fanno i test automatici del §5.9, e non aggiunge evidenza empirica. È la ragione per cui il decadimento differenziale non figura fra le ipotesi (§6.1.4). Quello che i dati aggiungono è di ordine descrittivo, ed è la distribuzione dei tipi di episodio che una sessione produce davvero: quasi tutti primi acquisti, qualche trattativa dura, pochissimi abbandoni.

Riflessione. Nessun ciclo di riflessione si è innescato, in nessuna delle ventisette sessioni. Nella versione impiegata il ciclo è eseguito soltanto alla propagazione di un evento del mondo (§3.5), e il disegno non ne propaga alcuno: l'assenza era quindi attesa, ed era stata dichiarata in anticipo fra le affermazioni che il disegno non avrebbe potuto mettere alla prova (§6.1), insieme all'allineamento fra salienza calcolata e giudizio umano, che richiede una codifica condotta da due codificatori indipendenti, estranei alla realizzazione del sistema.

7.6 Esperienza percepita

7.6.1 Il profilo delle quattro condizioni

La figura 7.7 riporta la mediana di ciascuna dimensione nelle quattro condizioni, e la tabella 7.4 i test corrispondenti.

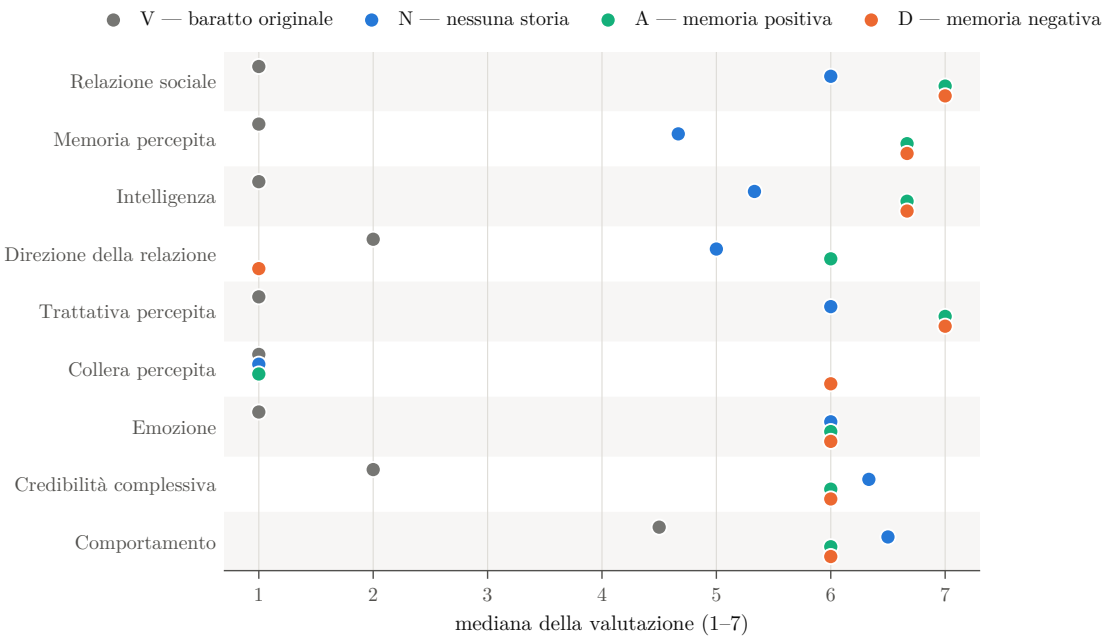


Figura 7.7: Mediana di ogni dimensione del questionario per mercante, nelle quattro condizioni. Le dimensioni sono ordinate per forza del test d'insieme.

Tabella 7.4: Dimensioni della percezione. Le prime due colonne sono il test d'insieme di Friedman sulle quattro condizioni e la concordanza W di Kendall fra i partecipanti; le tre successive sono i confronti a coppie di Wilcoxon contro N, dove un asterisco indica il confronto che resta significativo dopo la correzione di Holm, il numero accanto è l'entità dell'effetto r e «n.s.» segnala un confronto non significativo. Il §6.8.1 descrive i test.

Dimensione	$\chi^2(3)$	W	**N vs V**	**N vs A**	**N vs D**
Memoria percepita	70,13	0,866	* 0,876	* 0,854	* 0,855
Relazione sociale	70,49	0,870	* 0,889	* 0,906	* 0,917
Intelligenza	68,96	0,851	* 0,878	* 0,863	* 0,835
Direzione della relazione	68,67	0,848	* 0,882	* 0,856	* 0,875
Trattativa percepita	67,47	0,833	* 0,902	* 0,959	* 0,645
Collera percepita	65,67	0,811	n.s.	n.s.	* 0,888
Emozione	59,05	0,729	* 0,880	n.s.	n.s.
Credibilità complessiva	56,35	0,696	* 0,876	**n.s.**	**n.s.**
Comportamento	44,00	0,543	* 0,882	n.s.	n.s.

Tutte le dimensioni distinguono le condizioni nel test d'insieme, con $p < 0{,}001$ in ogni caso. Le mediane raccontano un profilo coerente con la manipolazione: la memoria percepita passa da 1,00 in V a 4,67 in N e a 6,67 sia in A sia in D; l'intelligenza attribuita segue lo stesso andamento (1,00 / 5,33 / 6,67 / 6,67); la trattativa percepita, che funge da controllo di manipolazione, vale 1,00 in V contro 6,00 e 7,00 nelle altre.

Due dimensioni colgono la *direzione* del rapporto anziché la sua intensità, ed è il risultato più netto dell'intero questionario. La direzione della relazione ha mediana 6,00 con Belethor e **1,00** con Lucan; la collera percepita fa il percorso inverso, da 1,00 a **6,00**. **Nessun partecipante ha confuso il verso del rapporto**: la memoria positiva e quella negativa non sono state percepite come «più memoria», ma come due cose opposte.

7.6.2 Il risultato controintuitivo: memoria senza credibilità

La credibilità complessiva si comporta diversamente da tutte le altre dimensioni, e il modo in cui lo fa è il risultato più interessante dello studio. Distingue nettamente il baratto originale dalle tre condizioni conversazionali ($r = 0{,}876$), ma **non distingue**

fra loro le tre condizioni dotate di dialogo: N contro A dà $p = 0{,}940$, N contro D dà $p = 0{,}896$, con effetti praticamente nulli ($r = 0{,}017$ e $0{,}033$).

Nei termini delle ipotesi: **H4a è confermata** (la memoria percepita separa le quattro condizioni nella direzione prevista) e lo è anche **H4b** (le tre condizioni conversazionali sono giudicate più credibili del baratto originale), mentre **H4c non è confermata**: la credibilità complessiva non distingue fra loro i tre mercanti che parlano.

Quello che la memoria produce, in questi dati, è dunque **riconoscimento** (memoria percepita, intelligenza attribuita, relazione sociale, direzione del rapporto) e non credibilità. Un mercante che ricorda viene giudicato più *memore* e più *intelligente*, ma non più *vero*. Ciò che rende credibile un personaggio, per questi partecipanti, è il fatto stesso di potergli parlare.

L'affermazione va però immediatamente qualificata, perché il secondo strumento dice altro (figura 7.8). Nel questionario finale il partecipante ordina i quattro mercanti dal più al meno «vero», e in quel confronto diretto le condizioni con memoria battono quella neutra: il rango medio è 1,70 per A, 1,81 per D, 2,48 per N e 4,00 per V ($\chi^2(3) = 54{,}33$, $p < 0{,}001$, $W = 0{,}671$), con N contro A significativo ($p = 0{,}005$, Holm 0,010, $r = 0{,}540$) e N contro D pure ($p = 0{,}017$, $r = 0{,}460$). **La valutazione assoluta non separa, il confronto diretto sì**: i due strumenti misurano cose diverse pur portando lo stesso nome, ed è materiale per la discussione sulla validità di costrutto nel §8.5.

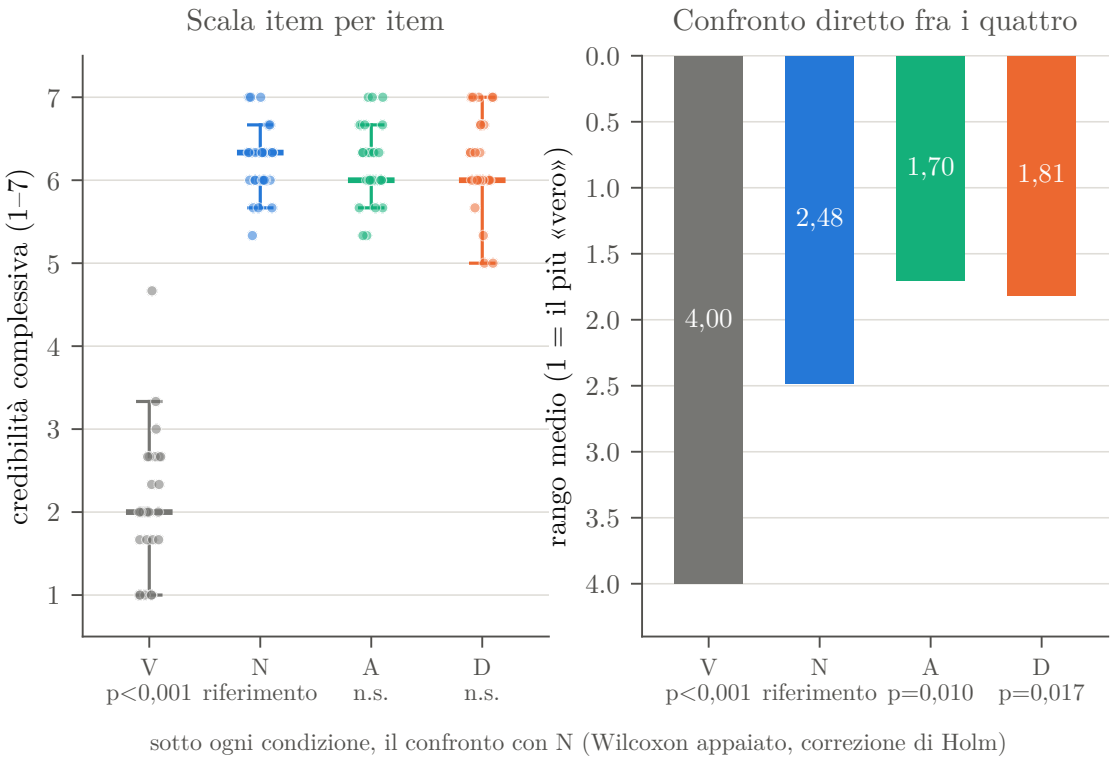


Figura 7.8: Due strumenti sulla stessa domanda. A sinistra la credibilità misurata item per item, che non separa le tre condizioni conversazionali; a destra la classifica del questionario finale, che le separa.

7.6.3 Il questionario finale

La tabella 7.5 riporta le domande a scelta forzata, con l'intervallo di confidenza (IC) di ciascuna proporzione. Tre risultati sono all'unanimità: tutti hanno notato che i mercanti erano diversi, tutti hanno identificato correttamente il più ostile e il più amichevole, e **tutti hanno attribuito il prezzo al rapporto col mercante** anziché alla propria abilità o al caso.

Tabella 7.5: Domande a scelta forzata del questionario finale. Gli intervalli sono di Wilson al 95%, la forma di intervallo di confidenza adatta alle proporzioni estreme su campioni piccoli. La probabilità viene dal test binomiale esatto a una coda contro la proporzione attesa se la scelta fosse casuale, cioè un quarto nelle domande a quattro alternative e una metà in quelle a due.

Domanda	**Risposta**	**Proporzione**	**IC 95%**	p
Hai notato differenze?	sì	27/27	[87,5; 100]	$< 0{,}001$
Il più ostile	D	27/27	[87,5; 100]	$< 0{,}001$
Il più amichevole	A	27/27	[87,5; 100]	$< 0{,}001$
Sembrava ricordare qualcosa di te	A o D	27/27	[87,5; 100]	$< 0{,}001$
di cui	A	15/27	[37,3; 72,4]	$< 0{,}001$
Trattativa più coinvolgente	D	12/27	[27,6; 62,7]	0,022
Il prezzo dipendeva da…	rapporto	27/27	[87,5; 100]	$< 0{,}001$

Alla domanda su quale mercante sembrasse ricordare qualcosa di loro, **nessuno ha indicato il mercante neutro o quello del baratto originale**: le ventisette risposte si dividono fra Belethor (15) e Lucan (12). La domanda sulla trattativa più coinvolgente si divide invece a metà fra D e A (12 e 12, con 3 a N): il coinvolgimento non segue la benevolenza, e il mercante ostile risulta memorabile quanto quello amichevole.

7.6.4 La meccanica nel suo insieme

La parte finale del questionario valuta l'esperienza complessiva anziché il singolo mercante. La figura 7.9 confronta con il punto neutro della scala i tre punteggi compositi e i due item di attrito.

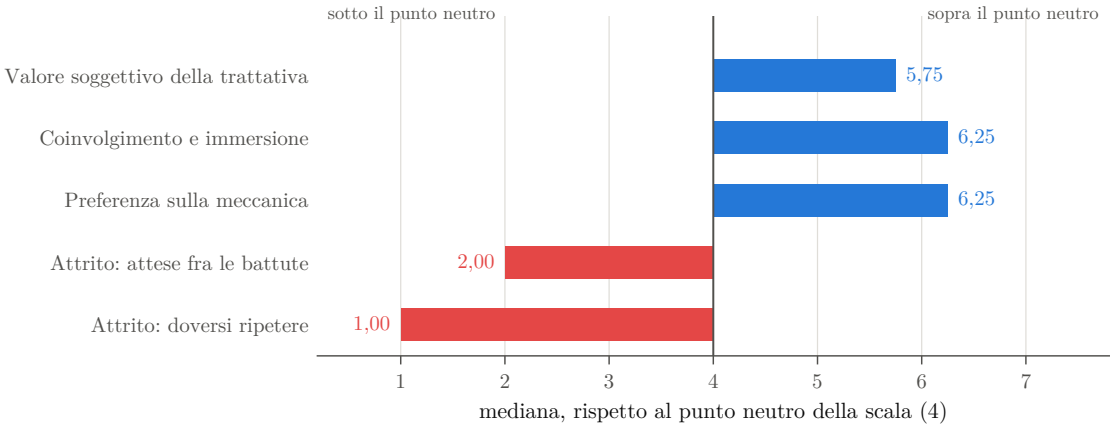


Figura 7.9: Valutazione della meccanica rispetto al punto neutro della scala. Le due barre in rosso misurano un attrito dichiarato, quindi un valore basso è un esito favorevole.

Tutti e tre i punteggi compositi stanno significativamente sopra il punto neutro: valore soggettivo della trattativa (mediana 5,75, $r = 0{,}877$), coinvolgimento e immersione (6,25, $r = 0{,}880$), preferenza sulla meccanica rispetto al menu (6,25, $r = 0{,}883$), tutti con $p < 0{,}001$. I due attriti stanno significativamente sotto: le attese fra le battute hanno mediana 2,00 ($r = 0{,}856$) e il doversi ripetere 1,00 ($r = 0{,}933$). Guardando i singoli item, il punteggio più alto dell'intero questionario è quello sul *rapporto percepito col mercante* (mediana 7,00, media 6,59), e il più basso fra quelli positivi riguarda la *comprensione della meccanica* (mediana 5,00, media 5,48): i partecipanti hanno sentito una relazione più chiaramente di quanto abbiano capito il sistema che la produce. Va ricordato, ancora una volta, che nessuno di loro aveva mai parlato a voce con un personaggio di un videogioco, e che l'effetto novità è dentro questi numeri.

7.7 I risultati dentro i sottogruppi

Il piano di analisi prevedeva di ripetere le analisi principali in tre scenari di ponderazione per esperienza con *Skyrim*, con una regola di lettura fissata in anticipo: se le conclusioni coincidono si riporta il solo scenario uniforme e l'effetto si dichiara robusto. **Le conclusioni coincidono nei tre scenari**, e le medie si spostano al massimo di qualche centesimo: si riporta quindi lo scenario uniforme, come stabilito.

Poiché però la ponderazione dice se il risultato *complessivo* regge, e non se l'effetto esiste *dentro* ciascun gruppo, le analisi sono state ripetute separatamente in cinque suddivisioni del campione. Sono analisi **esplorative**, non previste dal

piano, condotte su gruppi piccoli e senza correzione fra suddivisioni: vanno lette come verifica di tenuta, non come test di ipotesi.

L'effetto sul prezzo è presente ovunque. La tabella 7.6 mostra che entrambi i confronti restano significativi in nove dei dieci gruppi. L'unica eccezione è il gruppo di chi ha esperienza di altri giochi di ruolo, che conta sei persone: lì gli effetti misurati sono anzi fra i più grandi dell'intera tabella ($r = 0{,}905$ e $0{,}899$), ma dopo la correzione di Holm la probabilità sale appena sopra la soglia ($p = 0{,}055$). È un problema di numerosità, non di effetto.

Tabella 7.6: Effetto della memoria sul prezzo dentro ciascun sottogruppo. Confronti di Wilcoxon contro N con correzione di Holm entro il gruppo; un asterisco indica la significatività.

Sottogruppo	Numerosità	N vs A	N vs D
Non ha mai giocato a *Skyrim*	18	* $p = 0{,}006$	* $p < 0{,}001$
Ha giocato a *Skyrim*	9	* $p = 0{,}012$	* $p = 0{,}012$
Non conosce il commercio del gioco	16	* $p = 0{,}017$	* $p < 0{,}001$
Lo conosce o ne ha sentito parlare	11	* $p = 0{,}005$	* $p = 0{,}008$
Nessun altro gioco di ruolo	21	* $p = 0{,}001$	* $p < 0{,}001$
Qualche altro gioco di ruolo	6	$p = 0{,}043$	$p = 0{,}028$
Usa assistenti vocali mai o di rado	12	* $p = 0{,}015$	* $p = 0{,}003$
Li usa ogni tanto o spesso	15	* $p = 0{,}003$	* $p = 0{,}002$
Uomini	17	* $p = 0{,}002$	* $p < 0{,}001$
Donne	10	* $p = 0{,}021$	* $p = 0{,}012$

Nessun sottogruppo reagisce diversamente. Un secondo modo di porre la domanda è chiedersi se l'*entità* dell'effetto cambi fra gruppi. Misurando per ciascun partecipante di quanto il prezzo cambia rispetto a N, e confrontando fra gruppi indipendenti, nessuna differenza raggiunge la significatività. Chi non ha mai giocato a *Skyrim* ottiene da Belethor uno sconto mediano di 2,72 monete, chi ha giocato 3,78 ($p = 0{,}163$); il sovrapprezzo di Lucan è di 14,00 monete per i primi e 13,85 per i secondi ($p = 0{,}650$). Lo stesso vale per la memoria percepita, e lo stesso vale per tutte le altre suddivisioni. **L'effetto della memoria sul prezzo non dipende da quanto il partecipante conosce *Skyrim***, il che è coerente col fatto che sia prodotto dal sistema e non dall'interpretazione di chi gioca.

Dove qualche differenza si intravede. Tre confronti si avvicinano alla soglia e meritano di essere segnalati come spunti, non come risultati. Chi ha giocato a *Skyrim* attribuisce alla trattativa un valore soggettivo leggermente più basso (mediana 5,50 contro 5,88, $p = 0{,}064$), e la stessa tendenza compare come correlazione con i tre livelli di esperienza ($\rho = -0{,}386$, $p = 0{,}046$, non corretta): **più si conosce il gioco, meno la trattativa appare vantaggiosa**, il che è compatibile con l'avere un termine di paragone. Le donne del campione riportano valore soggettivo e coinvolgimento più alti degli uomini (5,88 contro 5,50 e 6,88 contro 6,25, con p pari a 0,050 e 0,049): con dieci e diciassette persone, e senza alcuna correzione, il dato non regge il peso di una conclusione. Nessuna differenza compare invece nelle misure di attrito, in nessuna suddivisione.

Controllo dell'ordine. Il quadrato latino ha funzionato: la posizione nella sequenza non ha effetto rilevabile né sulla credibilità ($\chi^2 = 1{,}22$, $p = 0{,}749$, $W = 0{,}015$) né sul numero di round ($\chi^2 = 0{,}71$, $p = 0{,}870$, $W = 0{,}009$). Quale mercante venisse incontrato per primo, insomma, non ha spostato i risultati.

7.8 Prestazioni del sistema

Il tracciatore di latenza ha registrato **2861 misure**, distribuite su tutte e ventisette le sessioni. La tabella 7.7 le riporta per fase. Ogni fase è cronometrata separatamente e le fasi si accavallano (la sintesi vocale parte sulla prima frase mentre il modello sta ancora generando le successive) quindi la somma delle mediane non è un tempo di risposta misurato punto a punto.

La catena che il giocatore effettivamente attende prima di sentire la voce (trascrizione del proprio parlato, prima parola del modello, sintesi della prima frase) somma $0{,}44 + 0{,}39 + 1{,}36$, cioè **circa 2,2 secondi**. Il collo di bottiglia è netto: la **sintesi vocale assorbe il 56,6%** di tutto il tempo misurato, contro il 12,0% della trascrizione e il 12,3% della generazione completa del testo. I sette nodi propri di MerchantMind, dalla battuta di apertura alla predizione dell'intento, costano fra 0,12 e 0,20 secondi ciascuno e pesano complessivamente per poco più del 16%: **l'apparato psico-sociale non è la fonte della latenza percepita**. Sommando tutte le fasi, l'attesa complessiva misurata è di 60,1 secondi mediani per sessione, su una durata mediana della sessione di quasi mezz'ora.

Questi numeri vanno letti insieme al giudizio dei partecipanti: l'attrito dichiarato per le attese fra le battute ha mediana 2,00 su 7, significativamente sotto il punto neutro. Un'attesa di poco più di due secondi per turno, in un contesto in cui si sta conversando, non è stata vissuta come un ostacolo.

Tabella 7.7: Latenza dei componenti durante le sessioni sperimentali, in secondi.

Fase	**Misure**	**Mediana**	**Quartili**	**Massimo**
Trascrizione del parlato	495	0,44	0,38–0,45	0,74
Modello linguistico, prima parola	97	0,39	0,26–0,44	3,70
Modello linguistico, risposta intera	97	2,10	1,50–2,63	5,46
Sintesi vocale, per frase	670	1,36	0,84–1,93	4,50
Nodi di MerchantMind				
battuta di apertura	87	0,20	0,18–0,22	1,20
controfferta	157	0,19	0,18–0,22	1,72
chiusura	87	0,18	0,16–0,20	1,65
richiesta di chiarimento	67	0,20	0,17–0,22	1,84
riconoscimento dell'offerta	308	0,12	0,07–0,17	1,99
lettura del prezzo	488	0,12	0,07–0,17	2,99
predizione dell'intento	308	0,13	0,03–0,26	2,50

La latenza è la seconda delle due misure con cui RQ3 quantifica il costo in prevedibilità (§6.1); la prima, il tasso di anomalie, è riportata nel §7.5. Prese insieme dicono che il costo di aver messo un modello linguistico sul percorso è, in questo protocollo, contenuto: nessuna cifra inventata in 227 battute, e un'attesa che i partecipanti non hanno indicato come ostacolo.

7.9 Osservazioni qualitative

Le risposte a testo libero raccolte sono **214**, fra l'impressione richiesta dopo ciascun mercante e le quattro domande aperte del questionario finale, con una lunghezza mediana di dodici parole. Sono state esaminate con uno **spoglio lessicale automatico**, che conta la presenza di famiglie di parole; non è la codifica tematica a due codificatori indipendenti prevista dal piano, che resta un'attività separata, e i valori della tabella 7.8 vanno letti come indicazione della presenza di un tema, non come una classificazione validata.

Tabella 7.8: Temi nominati spontaneamente nell'impressione sul mercante, per condizione. Su 27 risposte per condizione.

Tema nominato	**V**	**N**	**A**	**D**
Prezzo o trattativa	13	15	18	18
Ricordo, memoria, passato	0	1	4	4
Tono o atteggiamento	0	2	2	5

Il confronto fra questa tabella e le scelte forzate del questionario finale è istruttivo. Richiesti di indicare quale mercante sembrasse ricordare qualcosa di loro, *tutti* i partecipanti hanno scelto A o D; lasciati liberi di dire che impressione avesse fatto quel mercante, solo quattro su ventisette hanno nominato spontaneamente il ricordo. **La memoria è riconosciuta quando la si chiede, ma raramente è ciò che viene in mente per primo**: quello che viene in mente per primo è il prezzo. Nella domanda finale sulle differenze fra i mercanti, dove il confronto è esplicito, le menzioni della memoria salgono a sei su ventisette e quelle del prezzo a diciannove.

Il baratto originale. La condizione V produce un giudizio compatto e negativo, e ne è prova il fatto che sia l'unica in cui nessuna risposta nomina un tono o un ricordo, semplicemente perché non c'era nulla da nominare. Ricorrono «monotono» (P02), «statico e muto» (P01), «trattativa statica senza vera interazione» (P05), «non poter trattare lo rende statico» (P14). Alcuni partecipanti la collocano esplicitamente rispetto alle altre: «rispetto agli altri mercanti questa trattativa resta indietro, è poco realistica e non è al passo con i tempi attuali» (P16). Va notato che due partecipanti hanno invece apprezzato la condizione V proprio in quanto familiare («essendo abituato al gioco standard a me questo tipo di interazione è piaciuta molto», P17).

La negoziazione senza storia. In N il commento tipico riguarda la meccanica, non la relazione: «trattativa normale arricchita dal vocale» (P07), «pura trattativa, non influenzata da eventi passati» (P15), «nonostante non mi conosca, comunque interagisce e si adatta» (P27). Un partecipante ne dà una lettura che coglie esattamente la funzione sperimentale della condizione: «mercante vanilla standard senza un vero rapporto ma arricchito dallo scambio vocale di battute e prezzi … nonostante l'assenza di un vero e proprio rapporto che si andrà a sviluppare nel tempo» (P11).

La memoria positiva. In A compaiono i riferimenti espliciti al contenuto del ricordo precaricato: «bello il fatto che citasse spesso le mie azioni eroiche» (P04), «mi ha subito avvertito della sua ammirazione per i miei comportamenti eroici» (P06), «citava l'esperienza del drago ed il prezzo è stato coerente con ciò» (P16). Diversi partecipanti collegano da soli il ricordo al prezzo: «aveva un rapporto positivo grazie ai miei salvataggi passati, è stato molto più disponibile ad abbassare il prezzo» (P12).

La memoria negativa. In D il tema dominante è l'ostilità percepita e il suo costo: «ho subito percepito ostilità nei miei confronti, rispecchiata poi dal suo prezzo alto» (P06), «era arrabbiato con me quindi proprio non voleva abbassare il prezzo» (P12), «Lucan si è dimostrato molto ostile ed è riuscito ad ottenere un prezzo molto più alto grazie alla sua trattativa più dura» (P22). L'abbandono della trattativa, che è il comportamento più estremo del modello, è stato letto in due modi opposti. Per alcuni è il momento più riuscito: «trovo assolutamente coinvolgente il fatto che gli NPC a seguito di una trattativa lunga senza progressi si spazientiscano e abbandonino la conversazione» (P25). Per altri è un difetto: «non mi ha convinto l'abbandono del mercante diffidente: nonostante fosse arrabbiato con me secondo me avrebbe dovuto cedere di più per cercare comunque di guadagnare dalla vendita» (P15).

Una critica non sollecitata. Quattro partecipanti, rispondendo a domande che non chiedevano nulla del genere, hanno sollevato di propria iniziativa la stessa obiezione di progettazione: la forbice fra i prezzi dei diversi mercanti è troppo ampia per un'economia di gioco. «Ho dei dubbi sull'economia bilanciata del gioco, i prezzi si discostano molto rispetto a quello avuto con il mercante vanilla, per cui andrebbe forse studiata meglio una strategia per evitare problemi sulla futura economia del gioco» (P19). «Bilancerei meglio i prezzi, i quali dipendono troppo dal rapporto con il giocatore: questa cosa rischia di destabilizzare soprattutto se si acquistano articoli in seguito da mercanti diversi» (P21). «Mi piace il fatto che i mercanti ricordino le esperienze e si comportino di conseguenza, ma forse lo fanno in maniera esagerata» (P16); e ancora, «non mi convince al 100% solo la troppa varietà e differenza che si va a creare con i mercanti che hanno un rapporto con il giocatore ... tra mercante ammirevole e mercante diffidente la differenza è tanta» (P22). **È l'unica critica strutturale emersa spontaneamente**, viene da persone diverse e in punti diversi del questionario, e riguarda esattamente il parametro che questo studio ha manipolato: l'ampiezza dell'effetto della memoria sul prezzo.

Attriti e adattamento. Gli attriti nominati sono pochi e circoscritti, e vengono da singoli partecipanti. Il riconoscimento vocale è nominato da uno solo, che

vi torna due volte («ho avuto una leggera difficoltà di comunicazione»; «mi è capitato di non essere compreso al 100%», P23), e la qualità dei dialoghi da un altro («rimarrebbe magari solo da affinare con tempo ed esperienza meglio le risposte ed i dialoghi», P11). Ricorre invece in **sette partecipanti** il tema dell'*adattamento iniziale*: «ci vuole solo un attimo di tempo per abituarsi a qualcosa che per me risultava nuovo» (P07), «di primo approccio mi è sembrato strano, poi dopo qualche battuta ho iniziato molto ad apprezzare l'interazione» (P11). Alla domanda su che cosa cambierebbero, tredici partecipanti su ventisette hanno risposto «nulla» o equivalenti, e due hanno proposto di integrare la meccanica nel gioco base.

7.10 Riepilogo

La tabella 7.9 riassume l'esito delle sei ipotesi operative del §6.1.4: quattro sono confermate, una non è confermata e una non è stata messa alla prova.

Tabella 7.9: Esito delle ipotesi operative.

	Esito	**Sintesi**
H1	**non testata**	Accuratezza del predittore al 18,4%, sotto il caso; il confronto con e senza storia individuale richiede l'ablazione, non condotta
H2	**confermata**	η^2 parziale 0,964 sul prezzo, ordinamento previsto confermato dal test di tendenza, abbandoni solo con la memoria negativa
H3	**confermata**	Nessuna anomalia su 227 battute generate, limite superiore dell'intervallo di confidenza all'1,66%, contro una soglia del 15%
H4a	**confermata**	La memoria percepita separa le quattro condizioni nella direzione prevista, A e D sopra N, N sopra V
H4b	**confermata**	Le tre condizioni conversazionali sono giudicate più credibili del baratto originale
H4c	**non confermata**	La credibilità complessiva non distingue fra loro le tre condizioni dotate di negoziazione

H2 regge con effetti molto grandi sul comportamento economico, e H3 stabilisce che il costo in prevedibilità è basso. H4c è l'unica non confermata, ed è il risultato più interessante dello studio. H1 è in una posizione diversa dalle altre e va detto con precisione: il confronto fra predizione con e senza storia individuale *non è*

stato eseguito, perché richiede un'ablazione che è un'attività separata, e l'ipotesi resta perciò senza verdetto. Ciò che i dati stabiliscono è un'altra cosa, cioè che l'accuratezza assoluta del predittore è sotto il livello del caso. L'interpretazione di ciascuna, e le conseguenze per la progettazione di sistemi commerciali dotati di memoria, sono l'oggetto del capitolo 8.

Capitolo 8

Discussione e conclusioni

Il capitolo precedente ha riportato che cosa è successo. Questo capitolo discute che cosa significa: quali ipotesi reggono e perché, che cosa i risultati insegnano a chi progetta sistemi commerciali dotati di memoria, che cosa della struttura realizzata sopravviva fuori dal dominio ludico (§8.3), entro quali limiti tutto ciò valga e che cosa resti da fare. La domanda generale posta nel §6.1 chiedeva se sostituire la meccanica di scambio commerciale con una meccanica di negoziazione modifichi l'esperienza dichiarata dal giocatore, e a quale costo in prevedibilità: le sezioni che seguono vi rispondono per parti, e il §8.7 la riprende per intero.

8.1 Interpretazione dei risultati

8.1.1 La memoria sociale diventa denaro, e si vede

H2 è confermata con un margine che non lascia spazio all'interpretazione: l'effetto della condizione assorbe quasi per intero la variabilità del prezzo pattuito (η^2 parziale 0,964, η^2 generalizzato 0,932), l'ordinamento previsto è confermato dal test di tendenza, e le due condizioni con storia si separano da quella neutra in direzioni opposte. Il risultato è meno banale di quanto la dimensione dell'effetto suggerisca. Che un modello deterministico produca prezzi diversi partendo da stati relazionali diversi è, di per sé, una tautologia: le equazioni del capitolo 3 garantiscono che accada. Ciò che lo studio stabilisce è che quel differenziale **sopravvive al passaggio attraverso una conversazione in linguaggio naturale**, condotta da un modello linguistico che avrebbe potuto diluirlo, contraddirlo o inventare cifre proprie, e **arriva al giocatore come informazione leggibile**. La prova più diretta non è statistica ma unanime: tutti e ventisette i partecipanti, richiesti di dire da che cosa dipendesse il prezzo, hanno indicato il rapporto col mercante, e non la propria abilità o il caso.

Va sottolineato che questo è esattamente il punto in cui l'architettura si distingue dagli approcci che affidano al modello linguistico anche la decisione economica. Il prezzo è calcolato fuori dal modello e gli viene imposto come vincolo; il modello lo pronuncia e lo argomenta. Le 227 battute generate senza una sola cifra inventata (§7.5) sono la contropartita empirica di quella scelta di progetto.

8.1.2 L'asimmetria fra memoria positiva e memoria negativa

Il risultato più utile a chi progetta non è la dimensione dell'effetto, ma la sua asimmetria. La memoria negativa vale quattordici monete di sovrapprezzo, la memoria positiva tre di sconto: una differenza di quasi cinque volte sullo stesso oggetto. Due meccanismi distinti vi concorrono, e vale la pena separarli perché suggeriscono correzioni diverse.

Il primo è **l'asimmetria dei limiti del modificatore di prezzo**, ed era già stato previsto nel §3.10. Il modificatore può salire fino a 1,60 e scendere solo fino a 0,85 (appendice B): la banda è di 60 punti verso l'alto e di 15 verso il basso. I profili impiegati occupano quello spazio in modo corrispondente, 0,850 per Belethor e 1,234 per Lucan contro lo 0,930 di Arcadia (tabella 3.4), ma con una differenza che è il punto: il profilo ostile sta *dentro* la banda, con ampio margine residuo verso il limite superiore, mentre **quello favorevole è saturo**. Il valore grezzo della benevolenza sarebbe circa 0,75, e il limite inferiore lo tronca a 0,85; un mercante ancora più amico non produrrebbe alcun prezzo più basso.

Tradotto in prezzi di riserva, e prendendo Arcadia come riferimento, la benevolenza vale quattro monete di margine in meno e l'ostilità quindici in più: il rapporto di quasi quattro a uno fra i due margini è già tutto nella taratura del modello, e rende conto dell'asimmetria osservata nei prezzi pagati, che non è quindi un effetto emerso dalla conversazione. Che la distanza fra A e N risultasse compressa era una conseguenza *nota* della saturazione, dichiarata prima della raccolta; ciò che la raccolta aggiunge è quanto quella compressione conti agli occhi di chi gioca, ed è la ragione per cui i partecipanti hanno giudicato eccessiva la forbice guardandone soprattutto il lato ostile (§8.2).

Il secondo meccanismo riguarda non l'*entità* del vantaggio ma la sua *visibilità*, e non era stato previsto. L'offerta di apertura dell'equazione (3.11) parte dal massimo fra prezzo di riserva e valore di listino. Per Lucan la riserva sta sopra il listino, e l'ostilità entra quindi nella prima cifra pronunciata; per Belethor la riserva (42,50) sta sotto il listino (50), e la benevolenza viene assorbita dal massimo. I dati lo confermano nel modo più netto possibile: **in tutte e ventisette le sessioni Arcadia e Belethor hanno aperto alla stessa identica cifra**, 53,90 monete, mentre Lucan apriva a 66,51. Per inciso, l'identità di quelle aperture conferma anche che la perturbazione casuale descritta nel §3.9.4 si è comportata

come previsto: deterministica e uguale per tutti, quindi incapace di introdurre variabilità fra le condizioni.

Ne discende una proprietà del sistema che vale la pena enunciare per intero, perché non era stata prevista in fase di progetto:

> La memoria negativa è visibile fin dalla prima battuta; quella positiva soltanto a chi tratta. Il vantaggio della relazione favorevole esiste sempre nel modello, sotto forma di riserva più bassa, ma diventa denaro solo per chi negozia. Chi si fida e accetta subito paga come se il mercante fosse neutro.

È la spiegazione delle inversioni fra A e N osservate in singole sessioni, ed è anche il motivo per cui lo scarto dalla riserva mostra un gradiente rovesciato rispetto ai prezzi (§7.2): con Belethor si paga meno in assoluto ma si spreca di più il margine disponibile, perché quel margine non è mai stato mostrato.

8.1.3 Il numero di round non misura la pazienza

Il §3.9.2 aveva anticipato, sulla base della terza regola di decisione, che la lunghezza di una trattativa dipende più da dove cade la prima offerta del giocatore che dalla pazienza del mercante: il mercante accetta nell'istante in cui l'offerta supera la propria riserva, per quanto lontana essa sia dal prezzo che sta chiedendo. I dati confermano la previsione. La correlazione fra numero di round e scarto dalla riserva è di $-0{,}547$ ($p < 0{,}001$), mentre fra memoria percepita e scarto è nulla ($-0{,}065$): **chi tratta paga più vicino al minimo, e quanto avverte di avere un rapporto col mercante non c'entra**.

La conseguenza va dichiarata senza attenuazioni, perché tocca un'affermazione del capitolo 3. Il §3.9.2 presentava prezzo e pazienza come due segnali indipendenti attraverso i quali lo stato relazionale raggiunge il giocatore. **Il primo segnale regge, il secondo no**: il conteggio dei round è in larga parte una misura del comportamento del giocatore, non del mercante.

Il quadro però non si chiude qui, e la regola dell'ultimatum introdotta in corso d'opera fa la differenza. Le due misure che dipendono dal mercante e non dal giocatore (la durata massima tollerata e l'esito) si separano nettamente per condizione: la durata mediana passa da 28 secondi con Belethor a 63 con Lucan ($p < 0{,}001$), e i quattro abbandoni si concentrano tutti su Lucan ($Q(3) = 12{,}00$, $p = 0{,}007$), mentre nessuno ha mai abbandonato gli altri tre mercanti. Il canale comportamentale, insomma, non è ridotto al solo prezzo: passa dall'*esito* della trattativa, non dal suo conteggio.

8.1.4 Riconoscimento non è credibilità

H4 è confermata solo in parte, e il modo in cui non lo è costituisce il contributo concettuale più interessante dello studio. Le condizioni con memoria si separano nettamente da quella neutra su memoria percepita, intelligenza attribuita, relazione sociale e direzione del rapporto, con effetti compresi fra 0,85 e 0,92. Sulla credibilità complessiva, invece, le tre condizioni conversazionali sono indistinguibili fra loro ($p = 0{,}940$ e $p = 0{,}896$, con effetti prossimi allo zero), mentre tutte e tre si staccano nettamente dal baratto originale.

L'interpretazione che i dati sostengono è che **la credibilità sia satura già alla presenza del dialogo**. Ciò che rende «vero» un personaggio, per questi partecipanti, è potergli parlare; la memoria aggiunge qualcos'altro, che le domande sulla credibilità non catturano e che le altre dimensioni misurano bene: il *riconoscimento*. Un mercante che ricorda viene giudicato più memore, più intelligente, più vicino o più ostile, ma non più vero.

Questa lettura va però immediatamente qualificata, perché il secondo strumento dice altro. Nel confronto diretto fra i quattro mercanti le condizioni con memoria battono quella neutra ($p = 0{,}005$ e $p = 0{,}017$). **La valutazione assoluta non separa, il confronto diretto sì.** Le due misure portano lo stesso nome e producono risposte diverse, e la spiegazione più economica è che la scala assoluta soffra di un effetto soffitto (mediane fra 6,00 e 6,33 su un massimo di 7) che il confronto forzato aggira per costruzione. Il §8.5 riprende il punto come minaccia alla validità di costrutto: qui basti dire che **la conclusione «la memoria non aumenta la credibilità» vale per lo strumento impiegato, non per il costrutto in generale**.

8.1.5 Perché la predizione dell'intento non ha funzionato

Il predittore di intento ha ottenuto un'accuratezza del 18,4%, sotto il livello del caso e molto sotto la regola banale che predice sempre la classe più frequente. È un risultato negativo, e va letto per quello che è, ma la matrice di confusione mostra che non si tratta soltanto di un modello che sbaglia.

Oltre la metà delle predizioni (73 su 141) cade su `intelligence_gathering`, un'etichetta che il protocollo **non può produrre**: dove si acquista un solo oggetto, il giocatore o compra o se ne va, e l'esito osservato non potrà mai essere «stava raccogliendo informazioni». Il predittore spende cioè la maggior parte della propria massa di probabilità su una classe non osservabile, e il punteggio che ne risulta misura tanto il disallineamento fra spazio delle etichette e disegno sperimentale quanto la qualità del modello. È un errore di progettazione della misura, non solo del predittore.

C'è un secondo aspetto, che i dati permettono di quantificare. Il margine dell'offerta di apertura (equazione (3.10)) è pensato per crescere con la probabilità

che il cliente contratti duramente, così che il mercante si lasci più spazio di manovra con un compratore aggressivo. Quel collegamento però non è attivo nella configurazione impiegata: come dichiarato nel §3.8, la predizione è stata spostata fuori dal percorso critico per non far precedere l'apertura da tre chiamate in sequenza, e il calcolo strategico usa un valore predefinito quando la distribuzione non è ancora disponibile. Le aperture identiche in tutte e ventisette le sessioni sono la conferma empirica di quella scelta: **il margine di apertura è stato lo stesso per ogni partecipante**, e l'unico anello di retroazione che il progetto assegnava alla predizione sul comportamento immediato non ha operato. È un caso istruttivo di come un'ottimizzazione di latenza, presa per una ragione del tutto legittima, disattivi silenziosamente una funzione che il disegno sperimentale intendeva misurare.

Resta infine da dire che questo *non* è il test di H1. L'ipotesi confronta la predizione informata dalla storia individuale con un riferimento privo di storia, sugli stessi enunciati, e richiede l'ablazione descritta nel §6.8, che è un'attività separata e non è stata condotta. Ciò che questo studio stabilisce è che l'accuratezza assoluta del predittore, in questa configurazione e in questo protocollo, è sotto il caso; se la storia individuale la migliori resta una domanda aperta.

8.1.6 Prevedibilità confermata, memoria non messa alla prova

H3 è confermata: le 227 battute generate non contengono anomalie rilevabili, e in particolare nessuna cifra pronunciata dal mercante diverge da quella calcolata dalle regole. È la contropartita empirica della divisione del lavoro adottata nel capitolo 3, e dice che il costo in prevedibilità di aver messo un modello linguistico sul percorso è, in questo protocollo, basso.

Attorno a questo risultato conviene essere precisi su che cosa lo studio non dimostra. L'oblio differenziale si comporta come specificato, ma quel comportamento non è una scoperta: il tasso di oblio è una funzione deterministica dell'importanza, e la loro correlazione perfetta verifica il codice, non il modello del mondo (§7.5). In una seduta singola, però, la memoria viene esercitata troppo poco perché i dati possano dire se regga.

Il ciclo di riflessione, invece, non si è mai innescato: nella versione impiegata è eseguito soltanto alla propagazione di un evento del mondo, e lo studio non ne ha propagati. **Non è un meccanismo che ha fallito, è un meccanismo che questo disegno non poteva mettere alla prova**, e lo stesso vale per l'allineamento fra salienza calcolata e giudizio umano, che richiede una codifica indipendente non condotta. La distinzione conta: nel primo caso si riporterebbe un difetto, nel secondo si riporta un'assenza di evidenza.

8.2 Implicazioni per il design dei sistemi commerciali

La benevolenza va resa visibile all'apertura. È l'implicazione più immediata e la più facile da correggere. Un sistema in cui la relazione favorevole si traduce in denaro soltanto per chi negozia **premia chi già sa negoziare** e non restituisce nulla a chi si fida. Se l'intento del progettista è che la memoria positiva sia una ricompensa, l'apertura deve rifletterla: basta che l'offerta iniziale parta dalla riserva anziché dal massimo fra riserva e listino, accettando che il mercante amico esponga un prezzo sotto il valore nominale dell'oggetto. La scelta opposta (quella adottata qui) ha una logica difendibile, ossia non regalare lo sconto senza trattativa, ma il suo effetto sul giocatore va conosciuto in anticipo.

L'ampiezza dell'effetto è un parametro di bilanciamento, non un dettaglio. Quattro partecipanti su ventisette hanno sollevato di propria iniziativa, in risposta a domande che non chiedevano nulla del genere, la stessa obiezione: la forbice fra i prezzi dei diversi mercanti è troppo ampia per un'economia di gioco. Sull'oggetto impiegato la distanza fra il mercante amico e quello ostile supera le quindici monete su cinquanta, ossia circa il 30% del valore. È l'unica critica strutturale emersa spontaneamente, e riguarda esattamente il parametro che lo studio ha manipolato.

Il punto merita di essere sviluppato, perché è il principale ostacolo fra questo prototipo e un sistema utilizzabile. Lo studio osserva *un* acquisto di *un* oggetto da parte di *un* giocatore: in quel campo visivo una forbice del 30% è una manipolazione riuscita. In una partita vera lo stesso parametro agisce per centinaia di transazioni, e produce almeno quattro effetti che il disegno sperimentale non poteva mostrare. Il primo è l'**arbitraggio**: se i prezzi dipendono dalla relazione e i mercanti che vendono lo stesso bene sono più d'uno, il giocatore accorto comprerà sempre dall'amico e venderà sempre all'amico, e il mercante ostile smetterà semplicemente di esistere come interlocutore. Il secondo è la **coltivazione della relazione**: qualsiasi grandezza che abbassa i prezzi e che il giocatore può accrescere con la propria condotta diventa, in una partita lunga, un'attività da ottimizzare, e ciò che era caratterizzazione si trasforma in una routine da ripetere. Il terzo è l'**interazione con i sistemi esistenti**: il gioco possiede già un'abilità di persuasione commerciale e i relativi talenti, e sovrapporvi un secondo moltiplicatore di origine sociale significa comporre due economie progettate separatamente, con il rischio che gli effetti si sommino oltre l'intenzione di entrambe. Il quarto è la **deriva nel tempo**: una memoria che accumula senza un limite superiore effettivo tende, su scala di decine di ore, verso i valori estremi del modificatore, e un sistema che finisce sempre agli estremi ha smesso di essere una gradazione.

Nessuno di questi effetti invalida l'impianto, ma tutti indicano che l'escursione ammessa va trattata come un *parametro di bilanciamento di prima grandezza* e non come un dettaglio di taratura. Le leve disponibili sono almeno tre, e tutte compatibili con il modello descritto: restringere la banda del modificatore, che qui va da 0,85 a 1,60, a un intervallo più prudente; introdurre un termine di richiamo verso i prezzi degli altri mercanti della zona, così che un venditore ostile non possa allontanarsi indefinitamente dal mercato circostante; è la soluzione che uno dei partecipanti ha proposto spontaneamente, ed è anche quella economicamente più plausibile; e limitare la meccanica agli acquisti che contano, lasciando che le transazioni ordinarie passino dal menu. Sono decisioni di progettazione del gioco, non del modello, e questo lavoro non le prende: le consegna a chi volesse portare la meccanica dentro un prodotto.

L'ostilità è una risorsa di progettazione, non solo una punizione. Alla domanda su quale trattativa fosse stata più coinvolgente, il mercante ostile è stato scelto tanto quanto quello amichevole (dodici e dodici, con tre a quello neutro). Le risposte aperte lo confermano: chi ha incontrato Lucan racconta di essersi divertito a cercare di piegarlo, e l'abbandono della trattativa (il comportamento più estremo del modello) è stato indicato da alcuni come il momento più riuscito dell'intera sessione. **Una memoria che produce conseguenze sgradevoli è memoria che si nota**, e produce quattro abbandoni su ventisette senza che nessuno abbia definito l'esperienza frustrante nel complesso. Va però registrata anche l'obiezione opposta, espressa da due partecipanti: un mercante che rinuncia a vendere pur avendo margine si comporta in modo economicamente implausibile.

Conversazione e memoria servono a scopi diversi. Se l'obiettivo è che un personaggio appaia credibile, la leva è il dialogo: nei dati raccolti tutto il salto di credibilità avviene fra il baratto a menu e la conversazione, e la memoria non aggiunge nulla su quella dimensione. Se l'obiettivo è che il giocatore percepisca una *relazione* (di essere riconosciuto, di avere una storia con quel personaggio) allora la leva è la memoria, che su quelle dimensioni produce effetti molto grandi. Sono due investimenti distinti, con costi molto diversi, e conviene sapere quale si sta facendo.

Il costo computazionale sta altrove. La misura delle latenze assolve l'apparato psico-sociale: i sette nodi propri di MerchantMind, che leggono offerta e prezzo, predicono l'intento e formulano le battute, costano fra 0,12 e 0,20 secondi ciascuno e pesano insieme per poco più del 16% dell'attesa totale, mentre la sola sintesi vocale ne assorbe il 56,6%. **Ragionare sullo stato sociale di un personaggio è economico; farlo parlare no.** Per chi progetta, la conseguenza è che il budget di latenza va speso sulla voce, e che l'aggiunta di un modello relazionale a un sistema conversazionale già esistente non ne peggiora sensibilmente la reattività.

Attenzione a come si misura la pazienza. Un sistema che accetta nell'istante in cui l'offerta supera la riserva non può essere valutato contando i round: il conteggio misura dove cade la prima offerta del compratore. Chi voglia un indicatore del comportamento del venditore deve guardare l'esito e la durata massima tollerata, oppure modificare la regola di accettazione perché il venditore continui a trattare finché il proprio prezzo esposto non è raggiunto.

8.3 Oltre il gioco: la stessa meccanica altrove

Quanto discusso finora riguarda i mercanti di un gioco di ruolo. Vale però la pena isolare che cosa, di questo lavoro, dipenda dal dominio e che cosa no, perché la seconda parte è più ampia della prima.

8.3.1 Che cosa è specifico del gioco e che cosa non lo è

Sono specifici del dominio la spada di ferro, il drago, il nome dei personaggi e la catena vocale che li fa parlare. Non è specifica del dominio la struttura del sistema, che si può enunciare senza nominare alcun gioco:

> Un agente conversazionale mantiene, per ciascun interlocutore, uno stato relazionale persistente alimentato dagli episodi passati e pesato per rilevanza; da quello stato una funzione esplicita deriva la propria *posizione di partenza* in una trattativa; la trattativa si svolge in linguaggio naturale, ma la decisione quantitativa resta fuori dal modello linguistico, che la pronuncia e la argomenta senza poterla alterare; l'esito ritorna nello stato e modifica la posizione di partenza della volta successiva.

Questa descrizione non contiene nulla di ludico. Individua una classe di situazioni piuttosto riconoscibile: due parti che trattano **ripetutamente**, con interessi non allineati, dove ciascuna ha una posizione di riserva che non dichiara e dove la storia pregressa conta. La ripetizione è la condizione che rende la memoria pertinente; l'asimmetria informativa è ciò che rende la trattativa una trattativa e non un modulo d'ordine.

8.3.2 Dove questa struttura si ritrova

Il rinnovo di un contratto di fornitura fra imprese ne è l'esempio più diretto: due parti che si conoscono, un margine che nessuno dichiara, e un esito che dipende in misura non trascurabile da come è andata l'ultima volta. Vi somigliano la concessione di uno sconto a un cliente storico, la negoziazione di un piano di rientro con un debitore, l'assegnazione di uno slot logistico fra un committente e un vettore

abituale. In tutti questi casi la pratica corrente, quando è automatizzata, adotta una delle due soluzioni che questo lavoro scarta: o una regola fissa in cui la relazione non entra (l'equivalente del listino di *Skyrim*) oppure un modello linguistico a cui si affida anche la decisione economica, con il problema di non poter esibire il motivo di un prezzo.

L'architettura proposta suggerisce una terza via, e ne mostra le proprietà su un banco di prova dove gli errori non costano nulla: **lo stato relazionale è esplicito e leggibile, la cifra è calcolata da regole verificabili, il modello linguistico fa ciò in cui è bravo (condurre una conversazione) e non ciò in cui non lo è.** La contropartita empirica di questa scelta, in questo studio, è che il rilevatore automatico non ha segnalato alcuna cifra difforme da quella calcolata in duecentoventisette battute generate, con l'avvertenza sulla portata del rilevatore dichiarata nel §7.5. In un contesto commerciale reale quella proprietà non è un dettaglio tecnico ma la precondizione di qualsiasi impiego: un prezzo che un'organizzazione non è in grado di giustificare è un prezzo che non può praticare.

Due avvertenze vanno però dette con chiarezza, e la seconda è seria. La prima è che questo lavoro non ha alcuna evidenza sul trasferimento: che un meccanismo funzioni con ventisette giocatori davanti a un mercante immaginario non dice nulla su come si comporterebbe con un responsabile acquisti. La seconda è che un negoziatore automatico che adatta la propria condotta alla storia dell'interlocutore è, per costruzione, uno strumento di **trattamento differenziato**, e la letteratura sulla negoziazione automatica ha già documentato disparità sistematiche in sistemi di questo tipo [26]. In un gioco l'asimmetria è una meccanica; fuori dal gioco, la stessa asimmetria può essere una discriminazione. È precisamente per questo che l'ispezionabilità, che qui è stata una scelta di metodo, diventerebbe altrove un requisito non negoziabile: un sistema che espone la scomposizione del prezzo si può sottoporre a verifica, uno che l'ha appresa in forma opaca no.

8.3.3 Ricerca attraverso i giochi

C'è infine un modo di leggere l'intero lavoro che va oltre il suo oggetto. Il videogioco non è qui soltanto l'ambito applicativo: è lo **strumento sperimentale**. Studiare l'effetto della memoria relazionale su una trattativa richiede di poter assegnare a una persona una storia pregressa che non ha vissuto, di replicarla identica su decine di partecipanti e di misurarne l'effetto su una decisione economica. In un contesto reale sarebbe insieme impraticabile e scorretto; dentro un gioco è una manipolazione sperimentale legittima, ripetibile e priva di conseguenze, ed è esattamente ciò che le quattro condizioni di questo studio realizzano.

Il rapporto è quindi a doppio senso. Da un lato si portano nei giochi tecnologie e modelli nati altrove, e ci si chiede se migliorino l'esperienza: è la direzione consueta. Dall'altro si usa il gioco come laboratorio per studiare un fenomeno che

il gioco non esaurisce, sfruttandone tre proprietà che pochi ambienti sperimentali possiedono insieme: un mondo condiviso che rende plausibili le storie precaricate, una strumentazione che registra ogni decisione senza chiedere nulla al partecipante, e la disponibilità delle persone a starci dentro mezz'ora perché è un gioco. I risultati riportati nel capitolo 7 (in particolare il fatto che la memoria produca riconoscimento e non credibilità) riguardano gli agenti conversazionali in generale, e sono stati ottenuti perché il gioco ha reso possibile misurarli.

8.4 Limiti

Numerosità e composizione del campione. Ventisette partecipanti sono sufficienti per gli effetti molto grandi osservati sul comportamento economico, ma non per gli effetti piccoli: i confronti a coppie sugli abbandoni, con quattro sole coppie discordanti, non possono raggiungere la significatività qualunque sia la differenza reale. Il campione è inoltre di convenienza e sbilanciato in due modi che contano: **nessun partecipante aveva mai parlato a voce con un personaggio di un videogioco**, sicché l'effetto novità è dentro tutte le misure di coinvolgimento e non è separabile; e due terzi non avevano mai giocato a *Skyrim*, con solo quattro persone nel gruppo di chi lo conosce a fondo.

Sessione singola e memoria precaricata. La memoria non è stata accumulata ma *simulata* tramite precaricamento dello stato iniziale. Lo studio misura quindi l'effetto di *avere* una storia, non quello di *costruirla*, che è la promessa più interessante di un sistema del genere. Poiché nessun evento del mondo è stato propagato, e la versione impiegata esegue il ciclo di riflessione soltanto in quel caso, anche la riflessione è rimasta fuori dalla misura.

Controbilanciamento parziale. Le quattro sequenze impiegate sono un quadrato latino bilanciato, non le ventiquattro permutazioni complete: ogni condizione compare una volta in ogni posizione, ma gli effetti di transizione fra coppie specifiche di condizioni non sono separabili. L'ordine è inoltre fisso *dentro* ciascuna versione del gioco, imposto dalla missione che guida la sessione.

La condizione V è su un'altra scala di prezzo. Il baratto originale è stato impiegato con un prezzo fissato a cinquanta monete, identico per tutti i partecipanti. V vale quindi come riferimento di *esperienza* (ed è in quel ruolo che produce i risultati più netti dello studio) ma non come termine di paragone sul prezzo, e non è stato incluso nei confronti economici.

Strumenti adattati e non validati. Le tre scale impiegate sono adattamenti in italiano, non traduzioni validate: la scala di credibilità è una riduzione a diciassette item di uno strumento a trentotto, e i blocchi del questionario finale sono ricalcati sul Subjective Value Inventory e su item di coinvolgimento senza esserne una versione validata. I coefficienti di affidabilità molto alti sono inoltre calcolati su tutte le osservazioni, quindi comprensivi della varianza fra condizioni, e non vanno letti come coerenza interna entro una singola condizione.

Analisi previste e non condotte. Tre attività previste dal piano non sono state svolte e i risultati vanno letti tenendone conto: l'ablazione del predittore di intento, che lascia H1 senza il proprio test; la codifica tematica delle risposte aperte a due codificatori indipendenti, sostituita da uno spoglio lessicale automatico e dichiarata come tale; e la codifica indipendente della salienza, che il §6.1 dichiara fin dall'inizio fuori dalla portata di questo disegno e che resta perciò fra i lavori futuri.

Dipendenze tecnologiche. I risultati sono ottenuti con un modello linguistico specifico, in italiano, con una specifica catena di riconoscimento e sintesi vocale. La latenza della sintesi, in particolare, è un fattore di disturbo sull'esperienza percepita che questo disegno non separa: quanto del coinvolgimento riportato dipenda dalla qualità della voce anziché dalla memoria del personaggio resta indeterminato. Infine, il meccanismo di propagazione degli eventi del mondo è realizzato e funzionante ma non valutato, e la domanda di ricerca corrispondente è stata ritirata anziché lasciata senza risposta (§6.1).

8.5 Minacce alla validità

Il sistema è cambiato durante la raccolta. È la minaccia che va dichiarata per prima, perché riguarda il sistema e non i partecipanti. La regola che chiude una trattativa senza accordo (§3.9.2) è stata introdotta dopo la sesta sessione, a correggere un difetto che le prime avevano reso visibile. Le sei sessioni precedenti sono quindi state raccolte con un sistema in cui l'abbandono non era raggiungibile: due di esse hanno superato il numero di round tollerati, e nessuna si è chiusa senza accordo. Ne segue che l'esito dicotomico e il conteggio dei round sono misurati su un impianto non identico per tutti, e il §7.3 riporta il tasso di abbandono in entrambe le forme. Il prezzo pattuito, che è la misura su cui poggia H2, non è invece toccato, né concettualmente (la regola non modifica alcun prezzo) né nei dati (le mediane prima e dopo non si distinguono). La modifica è stata applicata a metà raccolta anziché ripartire da capo perché il difetto rendeva alcune trattative interminabili, e lasciarlo in essere avrebbe degradato l'esperienza di tutti i partecipanti successivi.

Validità interna. La minaccia principale in un disegno entro i soggetti è l'effetto d'ordine, e il controllo previsto ha funzionato: la posizione nella sequenza non ha effetto rilevabile né sulla credibilità ($p = 0{,}749$) né sul numero di round ($p = 0{,}870$). Restano l'apprendimento (alcuni partecipanti dichiarano esplicitamente di essersi trovati più a proprio agio dal secondo mercante in poi) e le aspettative indotte dal contesto sperimentale. Contro queste ultime sono state prese due precauzioni: i testi della missione raccontano soltanto il passato e non nominano mai la meccanica, e il titolo della missione nel diario di gioco è deliberatamente privo di riferimenti allo studio (§A.1). Nessuna delle due elimina il fatto che il partecipante sapesse di essere osservato.

Validità esterna. Il campione è di convenienza, giovane e in larga parte estraneo al gioco impiegato; il compito è un singolo acquisto di un singolo oggetto in una singola seduta di mezz'ora. Le conclusioni si estendono con cautela a giocatori esperti, a sessioni lunghe e a economie di gioco complete, dove la ripetizione dell'interazione e la disponibilità di mercanti alternativi cambiano radicalmente il problema.

Validità di costrutto. È qui che lo studio offre l'osservazione più utile a chi ripeterà misure di questo tipo. **Due strumenti che dichiarano di misurare la credibilità hanno dato risposte diverse**: la scala item per item non separa le tre condizioni conversazionali, la classifica forzata sì. Almeno tre spiegazioni sono compatibili con i dati: un effetto soffitto sulla scala assoluta, una differenza reale fra giudizio assoluto e giudizio comparativo, o il fatto che i tre item di credibilità misurino la plausibilità del *dialogo* anziché quella del personaggio, e questo disegno non permette di sceglierne una. Una preoccupazione analoga riguarda la memoria percepita: gli item potrebbero registrare che il mercante *ha detto* cose sul passato del giocatore, più che un'attribuzione di memoria vera e propria. Il dato qualitativo dà a questa preoccupazione un fondamento concreto: richiesti di scegliere quale mercante ricordasse qualcosa di loro, tutti hanno indicato correttamente A o D, ma lasciati liberi di descrivere l'impressione solo quattro su ventisette hanno nominato spontaneamente il ricordo. Ciò che viene in mente per primo è il prezzo.

Validità delle conclusioni statistiche. I confronti pianificati sono corretti con Holm entro ciascuna famiglia, come fissato prima della raccolta. Le analisi per sottogruppo del §7.7 sono invece esplorative e non corrette fra suddivisioni: i tre confronti che sfiorano la soglia (il valore soggettivo più basso fra chi conosce *Skyrim*, e i punteggi più alti riportati dalle partecipanti) vanno trattati come spunti per studi successivi e non come risultati. Va segnalato per contro che l'effetto principale sul prezzo si conferma dentro nove sottogruppi su dieci e che nessun sottogruppo

reagisce in modo diverso dagli altri, il che è la verifica di robustezza più forte che questo campione consenta.

8.6 Lavori futuri

Chiudere H1, e ridisegnare la misura. L'ablazione del predittore sugli enunciati già raccolti è la prosecuzione più immediata: non richiede nuove sessioni. Ma il risultato di questo studio suggerisce che non basti, e che lo spazio delle etichette vada riportato in corrispondenza col protocollo, eliminando le classi che il compito non può produrre, oppure adottando un protocollo con più oggetti in cui la raccolta di informazioni sia un comportamento osservabile.

Uno studio longitudinale con memoria realmente accumulata. È il seguito naturale e quello che verificherebbe la promessa centrale del sistema. Più sedute distanziate nel tempo, con una storia costruita dal giocatore anziché precaricata, permetterebbero di osservare l'accumulo dei ricordi, l'oblio su scala reale e soprattutto il ciclo di riflessione, a patto di collegarne l'innesco anche al termine delle trattative.

Agganciare gli eventi del mondo a fatti di gioco reali. Il meccanismo di propagazione esiste ma in questo studio gli eventi sono precaricati. Collegarlo a eventi realmente accaduti nella partita chiuderebbe la domanda di ricerca ritirata e metterebbe alla prova la reattività del sistema, non la sola memoria.

Rendere visibile la relazione favorevole. Alla luce dell'asimmetria discussa nel §8.1, un confronto fra due varianti della formula di apertura (una che parte dalla riserva, l'altra dal massimo fra riserva e listino) è un esperimento piccolo, a una sola variabile, che risponderebbe a una domanda di progettazione precisa.

Estendere l'apparato oltre i mercanti. Nulla nel modello psico-sociale è specifico del commercio: affinità, rispetto, sospetto e gratitudine descrivono una relazione, non una transazione. L'estensione a personaggi non mercanti (una guardia che ricorda un torto, un locandiere che riconosce un cliente abituale) richiede di sostituire il solo strato negoziale.

Verificare la tenuta dell'economia sulla lunga distanza. Gli effetti discussi nel §8.2 (arbitraggio fra mercanti, coltivazione ottimizzante della relazione, deriva verso gli estremi del modificatore) sono argomentati ma non misurati, perché una sessione singola non può mostrarli. Servirebbe una partita lunga, anche con giocatori simulati, in cui osservare la distribuzione dei prezzi e del patrimonio

del giocatore al variare dell'ampiezza concessa al modificatore. È lo studio che deciderebbe se la meccanica sia portabile in un prodotto.

Mettere alla prova il trasferimento fuori dal gioco. Il §8.3 sostiene che la struttura realizzata descriva una classe di trattative più ampia di quella ludica. È un'ipotesi che questo studio non verifica e che si presterebbe a un disegno analogo in un contesto applicativo (una simulazione di rinnovo contrattuale, per esempio) dove la storia relazionale sia manipolata allo stesso modo e la decisione resti fuori dal modello linguistico. Un tale studio dovrebbe però affrontare in partenza la questione del trattamento differenziato, che in un gioco non si pone.

Ridurre la latenza della sintesi. È l'unico intervento tecnico che sposterebbe sensibilmente l'esperienza, dato che la sintesi assorbe da sola oltre metà dell'attesa misurata.

Completare la codifica qualitativa. Le 214 risposte raccolte meritano la codifica tematica a due codificatori prevista dal piano, con accordo dichiarato, che permetterebbe di trattare la menzione spontanea della memoria come dato e non come indicazione.

8.7 Conclusioni

Questo lavoro ha realizzato e valutato MerchantMind, un sistema che dota i mercanti di un gioco di ruolo di una memoria sociale persistente e di una negoziazione condotta a voce, e che fa dipendere il prezzo dallo stato di quella memoria attraverso un modello esplicito anziché attraverso il modello linguistico. Ventisette partecipanti hanno attraversato quattro condizioni (il baratto originale del gioco, una negoziazione senza storia, una con memoria positiva e una con memoria negativa) in ordine controbilanciato.

La domanda generale chiedeva se sostituire la meccanica di scambio commerciale con una meccanica di negoziazione vocale, in cui il prezzo minimo accettato dipende dalla memoria della relazione, modifichi l'esperienza dichiarata dal giocatore, e a quale costo in prevedibilità. La risposta che i dati sostengono si articola in tre parti.

Sì, e il salto avviene sul dialogo. Il passaggio dal menu di baratto alla conversazione produce le differenze più grandi dell'intero studio, su ogni dimensione misurata: credibilità, coinvolgimento, valore soggettivo attribuito alla trattativa, preferenza dichiarata rispetto al menu. Il baratto originale è stato descritto dai partecipanti come statico, monotono, «non al passo con i tempi»; nessuna delle tre condizioni conversazionali ha ricevuto un giudizio comparabile.

La memoria aggiunge qualcosa di diverso dalla credibilità. Fa la differenza sul comportamento economico in modo massiccio e leggibile (tutti i partecipanti hanno attribuito il prezzo al rapporto col mercante) e sulle dimensioni del riconoscimento, ma non rende il personaggio più «vero» di quanto già non lo renda il poterci parlare. È una distinzione che questo studio non si aspettava di trovare e che ha conseguenze pratiche per chi decide dove investire.

Il costo in prevedibilità è basso, quello in bilanciamento no. Il prezzo resta calcolato da formule deterministiche e verificabili, il modello linguistico non ha mai inventato una cifra in 227 battute, e la latenza aggiunta dall'apparato relazionale è una frazione di quella della sintesi vocale. Il costo vero è altrove, ed è emerso dai partecipanti prima che dall'analisi: una memoria che muove i prezzi del 30% mette in tensione l'economia del gioco, e va vincolata esplicitamente.

Ma non tutto ha funzionato, e la parte che non ha funzionato è istruttiva. Un capitolo conclusivo che elencasse i soli successi darebbe del lavoro un'immagine falsa. Tre esiti vanno messi accanto ai precedenti, con lo stesso rilievo.

Il primo è che **la predizione dell'intento del compratore, che è uno dei quattro contributi rivendicati, ha dato un risultato negativo**: accuratezza del 18,4%, sotto il livello del caso. La causa è in parte nel disegno della misura (oltre metà delle predizioni cade su una classe che un protocollo a oggetto singolo non può produrre) e in parte nel fatto che il confronto vero, l'ablazione fra predizione con e senza storia individuale, non è stato condotto. La lacuna che la letteratura indica come più urgente resta quindi aperta anche dopo questo lavoro.

Il secondo è che **una delle due promesse della memoria non è stata mantenuta**. Il numero di round doveva essere il secondo canale attraverso cui lo stato relazionale raggiunge il giocatore, indipendente dal prezzo; misura invece, in larga parte, dove cade la prima offerta del giocatore. Il canale comportamentale sopravvive attraverso l'esito e la durata, non attraverso il conteggio.

Il terzo è che **la meccanica, così com'è, non è pronta per un gioco vero**. Non per un difetto di realizzazione, ma perché una forbice del 30% sul prezzo di uno stesso bene, applicata a una partita di decine di ore anziché a un singolo acquisto, produce arbitraggio fra mercanti, coltivazione ottimizzante della relazione e deriva verso i valori estremi del modificatore (§8.2). Sono quattro partecipanti su ventisette ad averlo detto per primi, senza che nessuna domanda lo chiedesse. Il passaggio da prototipo di ricerca a meccanica di prodotto richiede decisioni di bilanciamento che questo lavoro non ha preso e che non sono un dettaglio di taratura.

Il contributo più trasferibile, infine, non riguarda i giochi. La struttura realizzata (uno stato relazionale persistente che determina la posizione di partenza in una trattativa, con la decisione quantitativa tenuta fuori dal modello linguistico e resa ispezionabile) descrive una classe di situazioni in cui due parti trattano ripetutamente e con interessi non allineati, di cui il commercio fantastico è solo

l'istanza più innocua (§8.3). Il gioco è servito da laboratorio: ha permesso di assegnare a ventisette persone una storia relazionale che non avevano vissuto e di misurarne l'effetto su una decisione economica, cosa che nel dominio applicativo corrispondente sarebbe stata impraticabile e discutibile. Che quei risultati si trasferiscano fuori dal gioco è però un'ipotesi, non un esito di questo studio; e il medesimo meccanismo che dentro un gioco è una meccanica, fuori sarebbe un trattamento differenziato, con tutto ciò che ne consegue.

Resta infine la promessa non verificata, ed è quella più interessante: questo studio ha misurato l'effetto di *avere* una storia con un personaggio, non quello di *costruirla*. Che un mercante ricordi il giocatore è, nei dati raccolti, sufficiente a cambiare il prezzo che chiede e il modo in cui il giocatore lo percepisce. Se ricordarlo nel tempo (accumulando, dimenticando, rileggendo il proprio passato) produca una relazione di specie diversa, è la domanda che uno studio longitudinale dovrà porre.

Appendice A

Strumenti di raccolta dati

A.1 Testi della missione

Sono i testi che il partecipante legge nel diario di gioco prima di ciascun mercante, e costituiscono l'unica informazione che riceve sulla propria storia con lui (§5.6). L'ordine in cui compaiono dipende dalla sequenza assegnata; i testi non cambiano.

Lo stesso criterio governa il titolo con cui la missione compare nel diario (*Il giro dei mercanti*) che è deliberatamente privo di riferimenti allo studio: il partecipante lo legge insieme all'obiettivo, e un titolo che nominasse il sistema o la ricerca gli segnalerebbe che quei personaggi sono l'oggetto dell'osservazione.

Tre vincoli ne governano la forma. Raccontano il *passato* e non nominano mai la *meccanica*: nessuno lascia intendere che quel mercante sarà più caro, più duro o più accomodante. Hanno struttura e lunghezza uniformi, e l'obiettivo breve è identico parola per parola a meno del nome, perché una formulazione più calda o più estesa per una condizione diventerebbe parte della manipolazione senza essere stata decisa. Non contengono infine concordanze di genere riferite al giocatore, dato che il personaggio è quello predefinito e il partecipante può essere chiunque.

Apertura. *Ti serve una spada di ferro, e in città più di un mercante ne tiene una sul banco. Fai il giro: da ognuno di loro puoi prenderne una, se trovi l'accordo.*

Condizione V: baratto originale. *Adrianne Avenicci batte il ferro dall'alba e non ha tempo da perdere in chiacchiere: la merce è sul banco e il prezzo è quello scritto. Non ti conosce, e fino a oggi non ti ha mai visto.*

Condizione N: nessuna storia. *Metti piede da Arcadia per la prima volta. La donna dietro il banco non sa chi sei: per lei sei un cliente come un altro, arrivato stamattina insieme a tutti gli altri.*

Condizione A: memoria positiva. *Belethor ti conosce di vista, e conosce la storia. Quando il drago è calato su Whiterun eri fra quelli che gli sono andati incontro, e lui era in città quel giorno. Da allora ne parla volentieri con chi entra nel negozio.*

Condizione D: memoria negativa. *Con Lucan Valerius hai un conto in sospeso. Gli hai venduto roba che non era tua, e lui l'ha scoperto dopo. Non te l'ha mai detto in faccia, ma non se n'è nemmeno dimenticato.*

Obiettivo, in tutti e quattro i casi. *Compra una spada di ferro da* [nome del mercante].

Il testo della condizione V contiene l'unica asimmetria dei quattro: l'accenno al fatto che il personaggio non si intrattenga a parlare. È un'informazione sul modo di fare del personaggio e non sul prezzo, ed è necessaria perché il partecipante che tentasse di rivolgersi a voce a quel mercante non interpreti l'assenza di risposta come un guasto del sistema.

A.2 Questionario per mercante

Compilato subito dopo ciascuna delle quattro condizioni, su scala a sette punti (1 = per niente d'accordo, 4 = né d'accordo né in disaccordo, 7 = completamente d'accordo). La tabella A.1 riporta i diciassette item nella formulazione somministrata, con la dimensione cui appartengono e la loro provenienza.

Che cosa è stato tenuto e che cosa no. Lo strumento di partenza è la scala di credibilità per agenti virtuali di Guo, Adamo e Mousas [24]. Nella fase pilota è stato somministrato un questionario di trentotto item: trenta della scala originale (numerati Q4–Q36, su otto dimensioni) e otto scritti per questo studio, quattro sulla memoria percepita e quattro sulla trattativa percepita. Il disegno entro i soggetti a quattro condizioni avrebbe però portato il partecipante a **centocinquantadue risposte**, con un rischio non generico: risposte affrettate concentrate nelle ultime condizioni della sequenza, cioè dove il controbilanciamento non può più compensarle. Il criterio di riduzione, fissato prima della raccolta, è stato conservare le dimensioni sulle quali la manipolazione può produrre un effetto, ridurre le altre al contesto minimo ed eliminare quelle che la manipolazione non tocca. La tabella A.2 riporta gli item esclusi.

Tabella A.1: I diciassette item del questionario per mercante.

N.	Item	Dimensione	Origine
1	Si è comportato in modo coerente e naturale.	Comportamento	Guo Q5
2	A volte si è comportato in modo fuori luogo.	Comportamento	Guo Q8, inverso
3	Ha interagito con me sul piano sociale, non solo commerciale.	Relazione sociale	Guo Q14
4	Sembrava capace di farsi una strategia.	Intelligenza	Guo Q18
5	Sembrava aver imparato da esperienze passate.	Intelligenza	Guo Q19
6	Sembrava avere memoria.	Intelligenza	Guo Q20
7	Sembrava capace di provare emozioni.	Emozione	Guo Q21
8	Le emozioni che ha mostrato erano adatte alla situazione.	Emozione	Guo Q24
9	Sembrava ricordare cose della nostra storia passata.	Memoria percepita	studio
10	Ha citato fatti o esperienze che avevamo in comune.	Memoria percepita	studio
11	Il suo modo di trattarmi dipendeva da com'erano andate le cose fra noi.	Memoria percepita	studio
12	Mi ha trattato meglio di come tratterebbe uno sconosciuto.	Direzione relazione	studio
13	Era irritato o in collera con me.	Collera percepita	studio
14	Ho potuto influenzare il prezzo che ho pagato.	Trattativa percepita	studio
15	Era credibile.	Credibilità	Guo Q34
16	Si comportava come una persona vera.	Credibilità	Guo Q35
17	L'interazione con lui mi è piaciuta.	Credibilità	Guo Q36

Tabella A.2: Gli item del pilota non somministrati nello studio.

Dimensione	**Scartati**	**Perché**
Comportamento	Q4, Q6, Q7	ridotta a due item, uno diretto e uno inverso
Consapevolezza	Q9–Q11, Q13	eliminata: la percezione dell'ambiente non è toccata dalla manipolazione
Relazione sociale	Q15	sovrapposto all'item 14 sulla trattativa
Emozione	Q22, Q23	tenute capacità e appropriatezza, scartate espressione e leggibilità
Personalità	Q25–Q30	eliminata: i tratti sono fissati nel profilo e identici fra le condizioni
Agentività	Q31–Q33	eliminata: nessuna condizione varia l'autonomia del personaggio
Memoria percepita	M4	l'interazione cumulativa non ha senso in una sessione singola
Trattativa percepita	N1, N3, N4	tenuto il solo item che serve da controllo di manipolazione

Restano intatte le due dimensioni su cui poggia H4: intelligenza (che ospita l'item sulla memoria) e credibilità complessiva. Si sono invece aggiunti due item assenti dal pilota, il 12 e il 13, che chiedono direttamente la direzione del rapporto e la collera percepita. L'item 2 è l'unico formulato in senso inverso e va ricodificato prima di ogni media, come 8 meno la risposta; nel modulo non è contrassegnato come tale, perché segnalarlo orienterebbe la risposta. I punteggi di dimensione sono medie e non somme, così che tutte restino sulla scala 1–7; l'affidabilità interna è calcolata soltanto per le dimensioni composte da più item.

Chiude il modulo una domanda aperta, *«In una frase: che impressione ti ha fatto questo mercante?»*

A.3 Questionario finale

Somministrato una sola volta, quando il partecipante ha incontrato tutte e quattro le condizioni.

Parte A: il confronto. Stabilisce se la manipolazione sia stata percepita, e le sue otto domande sono nella tabella A.3. Le domande 3 e 4 chiedono i *nomi* dei mercanti, le domande 5 e 6 la loro *posizione* nella sequenza: entrambe si convertono in condizione passando dalla sequenza assegnata al partecipante.

Tabella A.3: Le otto domande del confronto finale.

N.	Domanda	Formato
1	Hai notato differenze fra i quattro mercanti?	sì / no / non saprei
2	Se sì, in che cosa erano diversi?	aperta
3	Mettili in ordine, da quello che ti è sembrato più *vero* a quello meno.	ordinamento 1–4
4	Quale ti è sembrato più ostile nei tuoi confronti? E quale più amichevole?	due nomi
5	Quale sembrava ricordare qualcosa di te?	scelta multipla, per posizione
6	Con quale la trattativa è stata più coinvolgente?	scelta singola, per posizione
7	Il prezzo che hai ottenuto secondo te dipendeva soprattutto da:	quanto sono stato bravo a trattare / il rapporto che il mercante aveva con me / il caso / altro
8	C'è stato un momento in cui un mercante ha detto qualcosa che non tornava?	aperta

Parte B: la meccanica. Quattordici item su scala a sette punti (tabella A.4) che riguardano il modo di comprare nel suo insieme e non il singolo mercante. I quattro item del primo blocco e l'item 8 sono ricalcati sui fattori del *Subjective Value Inventory* (SVI) [35]; gli item 5–7 sono ispirati alla letteratura sull'immersione [36]; gli altri sono scritti per lo studio.
Si calcolano tre punteggi come media degli item: valore soggettivo (1–4), coinvolgimento (5–8), preferenza sulla meccanica (9–12). Gli item 13 e 14 non vanno invertiti né sommati agli altri: sono il costo dichiarato dal partecipante e si riportano a parte, accanto alla latenza misurata dal sistema. Chiudono due domande aperte, *«Se potessi cambiare una cosa di questo modo di comprare, quale sarebbe?»* e *«Vuoi aggiungere qualcosa?»*

A.4 Scheda del partecipante

Compilata una sola volta, prima della sessione, insieme al consenso informato. Raccoglie età, genere, lingua madre, quantità di gioco settimanale, esperienza con il gioco impiegato (mai / qualche ora / molte ore), conoscenza del funzionamento del suo sistema commerciale (no / ne ho sentito parlare / sì, lo conosco bene),

Tabella A.4: I quattordici item sulla meccanica.

N.	Item	Blocco	Origine
1	Sono soddisfatto dei prezzi che ho spuntato.	Come è andata	SVI, esito
2	Sono soddisfatto di come mi sono comportato mentre trattavo.	Come è andata	SVI, sé
3	Mi sono sentito trattato in modo equo.	Come è andata	SVI, processo
4	Ho capito che cosa conveniva fare per ottenere un prezzo migliore.	Come è andata	studio
5	Ero preso da quello che stavo facendo.	Che effetto	immersione
6	Mentre trattavo mi dimenticavo di quello che avevo intorno.	Che effetto	immersione
7	Contrattare a voce mi ha fatto sentire dentro il mondo del gioco.	Che effetto	immersione
8	Trattando ho avuto l'impressione di avere un rapporto con il mercante, non solo di comprare da lui.	Che effetto	SVI, relazione
9	Quello che dicevo cambiava il modo in cui il mercante si comportava.	Confronto	studio
10	Comprare parlando è più interessante che scegliere da un menu.	Confronto	studio
11	Preferirei comprare parlando, se potessi scegliere.	Confronto	studio
12	Mi piacerebbe trovare mercanti così nei giochi a cui gioco.	Confronto	studio
13	Le attese fra una battuta e l'altra mi hanno infastidito.	Attriti	studio
14	Mi è capitato di dover ripetere perché non venivo capito.	Attriti	studio

esperienza con altri giochi di ruolo dotati di commercio, uso di assistenti vocali, ed esperienza pregressa di parlato rivolto a un personaggio di un videogioco.

Le ultime tre voci non sono descrittive. La conoscenza del sistema commerciale identifica l'esperto meglio delle ore di gioco, perché è chi sa come si formano i prezzi a poter notare che quelli osservati non sono gli originali; l'esperienza di parlato rivolto a un personaggio controlla l'effetto novità. Il consenso è raccolto per iscritto su quattro punti separati: che cosa viene chiesto di fare, che i mercanti conversazionali sono guidati da un modello linguistico e possono dare risposte impreviste, che la voce viene trascritta e conservata in forma anonima, e che si può interrompere in qualsiasi momento senza doverne dare motivo.

Appendice B

Formule e costanti del modello

Le formule del modello sono enunciate e discusse nel capitolo 3; questa appendice raccoglie in un unico luogo i *coefficienti* che vi compaiono, con il valore effettivamente impiegato nello studio e il punto del codice in cui è fissato. Tutti i valori sono costanti di modulo, non parametri di configurazione: cambiarli richiede una modifica al codice, il che garantisce che siano stati identici in tutte le ventisette sessioni.

B.1 Modificatore di prezzo

Il modificatore μ dell'equazione (3.5) combina quattro grandezze relazionali e un termine di salienza. La tabella B.1 ne riporta i pesi.

Tabella B.1: Pesi del modificatore di prezzo (`merchantmind/pricing.py`).

Costante	Valore	Effetto
`TRUST_WEIGHT`	0,10	L'affinità abbassa il prezzo
`RESPECT_WEIGHT`	0,07	Il rispetto abbassa il prezzo
`GRATITUDE_WEIGHT`	0,06	La gratitudine abbassa il prezzo
`SUSPICION_WEIGHT`	0,30	Il sospetto lo alza, con peso triplo rispetto all'affinità
`HIGH_SALIENCE_WEIGHT`	0,05	Contributo di ogni ricordo saliente, con segno dato dalla valenza emotiva
`PRICE_MODIFIER_FLOOR`	0,85	Sconto massimo consentito, pari al 15%
`PRICE_MODIFIER_CEIL`	1,60	Sovrapprezzo massimo consentito, pari al 60%

L'asimmetria fra il peso del sospetto e quello delle grandezze positive è deliberata e riflette l'asimmetria dei limiti: il modificatore può salire del 60% e scendere solo del 15%. Una relazione compromessa costa quindi molto più di quanto una relazione eccellente faccia risparmiare.

Le emozioni sono ripartite in due insiemi che determinano il segno del contributo di salienza: sono positive `admiration`, `trust_toward_player` e `gratitude`; sono negative `anger`, `fear`, `irritation`, `suspicion` e `stress`.

B.2 Salienza e oblio

L'importanza di un episodio parte da un peso fissato per tipo di evento (tabella B.2) e viene poi modulata dall'intensità emotiva complessiva secondo l'equazione (3.1). Il tasso di oblio è derivato dall'importanza dalla relazione $\mathit{oblio} = \max(0{,}005,\ 0{,}10 \cdot (1 - \mathit{importanza}))$, che è la forma esplicita dell'oblio differenziale: un ricordo di importanza massima svanisce venti volte più lentamente di uno di importanza nulla.

Tabella B.2: Peso di partenza per tipo di evento (`merchantmind/salience.py`). In corsivo i tipi effettivamente prodotti nelle sessioni sperimentali.

Tipo di evento	Peso	Occasione
`first_purchase`	0,30	Primo acquisto concluso con quel mercante
`negotiation_hard`	0,40	Trattativa condotta con insistenza
`negotiation_walkaway`	0,55	Trattativa chiusa senza accordo
`trade_above_avg`	0,35	Acquisto di valore superiore alla media
`gift_to_npc`	0,65	Dono al personaggio
`quest_helped`	0,60	Aiuto prestato in una missione
`faction_joined`	0,70	Ingresso in una fazione
`crime_witnessed`	0,75	Crimine commesso sotto gli occhi del personaggio
`stolen_goods_sold`	0,80	Vendita di merce rubata, poi scoperta
`world_event_global`	0,85	Evento del mondo di portata generale
`llm_anomaly_detected`	0,10	Anomalia del modello, registrata ma poco memorabile
valore predefinito	0,30	Tipo non previsto

Due modulazioni si applicano oltre al peso di partenza. La prima è di personalità: per il tipo `stolen_goods_sold` il peso è moltiplicato per $(1 + \textit{onorabilità})$, sicché un personaggio onorevole ricorda un tradimento fino al doppio. La seconda riguarda i tipi socialmente ambigui (`stolen_goods_sold`, `betrayal`, `rescue`), per i quali un giudizio del modello linguistico può essere mediato al 50% con il punteggio calcolato dalle regole; nelle sessioni sperimentali questa via non è stata attivata, e tutte le importanze riportate nel §7.5 sono prodotte dalle sole regole.

La soglia `HIGH_SALIENCE_THRESHOLD` vale 0,80: al di sopra di essa un ricordo contribuisce al modificatore di prezzo e, quando proviene da un evento del mondo, provoca una riflessione immediata.

B.3 Trattativa

La tabella B.3 raccoglie le costanti che governano l'apertura, la concessione e la rottura di una trattativa.

Tabella B.3: Costanti della negoziazione (`merchantmind/graph/nodes.py`).

Costante	Valore	Effetto
`OPENING_MARGIN_BASE`	0,08	Margine minimo dell'offerta di apertura sopra il riferimento
`OPENING_MARGIN_HAGGLE`	0,20	Quota del margine proporzionale alla probabilità che il cliente contratti duramente
`OPENING_MARGIN_JITTER`	±0,03	Perturbazione riproducibile del margine di apertura
`CONCESSION_JITTER`	±0,15	Perturbazione riproducibile del passo di concessione
`CONCESSION_BETA_MIN`	0,4	Estremo *Boulware* dell'esponente della curva
`CONCESSION_BETA_MAX`	2,0	Estremo *Conceder* dell'esponente della curva
`TIT_FOR_TAT_WEIGHT`	0,15	Concessione aggiuntiva massima a chi a sua volta si muove
`WALKAWAY_FLOOR_RATIO`	0,6	Soglia sotto la quale un'offerta ripetuta provoca la rottura

Il numero di round tollerati non è una costante ma discende dall'equazione (3.12) a partire dalla disponibilità a contrattare, ed è vincolato all'intervallo da 2 a 6.

B.4 Riflessione

Le condizioni di innesco elencate nel §3.5 usano due costanti: cinque nuovi ricordi (`NEW_MEMORIES_TRIGGER`) e due ore dall'ultima riflessione (`TIME_TRIGGER`); la soglia di alta salienza è quella della sezione precedente. A ogni ciclo sono considerati i cinque ricordi più salienti (`PROSPECTIVE_TOP_K`). Nella versione impiegata il ciclo è eseguito soltanto dalla propagazione di un evento del mondo (`merchantmind/world_events.py`), e nessun evento è stato propagato durante le sessioni: è la ragione per cui il §7.5 riporta zero cicli di riflessione.

Appendice C

Variabili di stato

Il sistema mantiene due strutture distinte. La prima è il **documento psico-sociale**, che è persistente: vive su disco, una copia per ciascuna coppia giocatore–personaggio, e sopravvive alla conversazione. La seconda è lo **stato di grafo**, che è volatile: esiste per la durata di una singola trattativa e viene ricostruito a ogni conversazione.

C.1 Il documento psico-sociale

La tabella C.1 elenca i campi del documento nella versione di schema `2.0-unified`, quella impiegata nello studio. La sezione `merchant_state` è opzionale ed è istanziata solo per i personaggi il cui ruolo è quello di mercante: l'apparato relazionale è quindi riusabile per personaggi che non vendono nulla, che è la ragione per cui è stato separato.

Tabella C.1: Campi del documento psico-sociale (`merchantmind/schema.py`). Fra parentesi il valore iniziale di un personaggio che non conosce il giocatore.

Sezione	**Campi**
`core_identity`	`name`, `race`, `role`, `city`, `faction`, `shop`
`personality_traits`	`agreeableness`, `extraversion`, `conscientiousness`, `neuroticism`, `openness` (i cinque grandi fattori), più `greedy` e `honorable`, aggiunti perché rilevanti allo scambio (tutti 0,5)
`moral_values`	`lawfulness`, `loyalty_to_jarl` (0,5)
`emotional_state`	`anger`, `fear`, `stress`, `admiration`, `irritation` (0,0), `trust_toward_player` (0,5), `dominant_emotion`, `last_updated`
`relationship_with_player`	`affinity`, `respect` (0,5), `fear`, `suspicion`, `gratitude` (0,0), `relationship_stage` (`neutral`), `relationship_summary`, `first_met`, `interactions_count`
`episodic_memories`	Elenco di episodi, ciascuno con `event_id`, `type`, `description`, `importance`, `decay_rate`, `source`, `emotional_impact`
`reflective_memory`	Elenco di sintesi prodotte dal ciclo di riflessione
`goals`	Elenco di obiettivi del personaggio: previsto dallo schema, vuoto alla creazione e non impiegato da alcun modulo in questa versione
`behavior_modifiers`	`dialogue_tone`, `willingness_to_haggle`, `greeting_warmth`, `tolerance_for_pressure`: grandezze *derivate*, ricalcolate dallo stato e mai scritte a mano
`merchant_state`	`shop_inventory_last_seen`, `price_modifier` e la sua `price_modifier_breakdown`, `transaction_history` e il suo riassunto, `predicted_buyer_archetype`, `last_negotiation_outcome`

La distinzione fra campi *seme* e campi *derivati* è quella che rende il modello ispezionabile: i primi si impostano, i secondi si calcolano. Il modificatore di

prezzo, il tono di dialogo e lo stadio della relazione appartengono tutti alla seconda categoria, e la loro scomposizione è registrata a ogni ricalcolo (appendice E).

C.2 Lo stato di grafo

Tabella C.2: Variabili dello stato di grafo (`merchantmind/graph/state.py`).

Gruppo	**Variabili**
Identità e instradamento	`player_name`, `npc_id`, `npc_meta`, `language`, `negotiation_rng_seed`
Memoria caricata	`npc_psychosocial_state`
Ingresso del giocatore	`player_first_utterance`, `last_player_utterance`
Predizione dell'intento	`buyer_intent_distribution`
Oggetto in trattativa	`player_action`, `item_name`, `item_base_price`, `item_index`
Strategia nascosta	`internal_target_price` (la riserva), `opening_price`, `current_npc_price`
Trattativa in corso	`negotiation_status`, `npc_line`, `agreed_price`, `haggle_turns`, `max_haggle_turns`, `transcript`, `last_offered_price`, `last_stance`, `previous_npc_price`, `offtopic_turn`, `ultimatum_issued`

Lo stato di grafo, riassunto nella tabella C.2, contiene soltanto valori serializzabili: il modello linguistico e la cartella di persistenza sono iniettati nei nodi al momento della costruzione del grafo e non vi compaiono. La scelta permette di salvare e ispezionare lo stato di una trattativa in qualsiasi punto, ed è ciò che rende possibile la verifica automatica descritta nel §5.9.

Appendice D

Prompt dei nodi del grafo

Sono riportate qui, alla lettera, le istruzioni di sistema passate al modello linguistico in ciascun nodo. Due avvertenze ne governano la lettura. La prima è che le istruzioni sono **in inglese** mentre la conversazione si svolge in italiano: la lingua della risposta è un parametro esplicito (`Respond in {language}`), e la scelta di non tradurre le istruzioni riflette il fatto che i modelli impiegati seguono istruzioni in inglese in modo più affidabile. La seconda è che le parti fra parentesi graffe sono interpolate a tempo di esecuzione dallo stato del personaggio. L'unico scostamento dal codice è tipografico: il trattino lungo che compare in due istruzioni è reso con un trattino semplice.

D.1 Predizione dell'intento

```
You predict a customer's negotiation intent for a shopkeeper. Output a
probability distribution (values 0..1) over exactly these keys:
haggle_hard, accept_quickly, bundle_interest, walkaway_likely,
intelligence_gathering.
```

Il messaggio utente riporta la storia del cliente con quel negozio (numero di interazioni, round medi, tasso di accordo, archetipo attribuito in precedenza) e la sua prima battuta. È il punto in cui la memoria individuale entra nella predizione, ed è quanto C3 rivendica.

D.2 Riconoscimento dell'intento commerciale e dell'oggetto

```
Extract the trade intent from a customer line in a fantasy shop. Return JSON:
{"action": "buy"|"sell"|"browse", "item_name": str, "base_price": number}.
Use the shop inventory to resolve the item and its base price; if no item is
named use action 'browse'.
```

D.3 Lettura della controproposta

È il prompt più circostanziato, e la sua forma attuale è il risultato di correzioni fatte osservando le sessioni: senza gli esempi negativi il modello interpretava come offerta qualsiasi cifra ripetuta dal giocatore, compresa quella appena pronunciata dal mercante.

```
Extract a buyer's counteroffer in a haggle. Return JSON:
{"offered_price": number|null, "stance":
    "accept"|"counter"|"walkaway"|"offtopic"}.
"offered_price" is ONLY the sum the buyer is proposing TO PAY. If the buyer
merely repeats, quotes, questions or complains about a price the merchant
named, there is NO offer: return null.
Examples: "ti offro 40" -> 40. "non sei sceso a 53, lo avevi gia detto" ->
    null.
"53 e troppo" -> null. "va bene, affare fatto" -> null with stance "accept".
Use "counter" for any push on the price, including without a number
("e troppo caro", "non puoi scendere ancora", "fammi uno sconto").
Use "offtopic" ONLY when the buyer is not talking about the deal at all: a
question about the merchant or the world, or small talk.
```

D.4 Battuta di apertura

```
You are {name}, a {role} in {city}. Tone: {dialogue_tone}.
Relationship: {relationship_summary}.
Talk like a REAL shopkeeper making a pitch - warm, natural, a bit persuasive,
NOT robotic. Say ONLY the spoken line, 1-2 short sentences, in character, no
narration. Respond in {language}.
```

Il messaggio utente impone il vincolo numerico che è il cardine dell'intera architettura:

```
The customer wants to {action} {item}. You are SELLING it to them, so the price
is what THEY pay YOU (never phrase it as you giving them money). Name your
opening price of {opening_price} gold in a natural, conversational way (you may
nod to your shared history). Do not say the price is negotiable.
IMPORTANT: the only number you may say is {opening_price}; never mention any
other amount. Write the number in DIGITS (e.g. 66), never spelled out in words.
```

D.5 Controfferta

```
You are {name}, haggling at your stall in a fantasy marketplace.
Tone: {dialogue_tone}. Talk like a REAL shopkeeper bargaining: warm, natural,
a bit persuasive or playful - NOT robotic, not a flat price announcement, and
never reuse the same phrasing. Say ONLY the spoken line, 1-2 short sentences,
in character, no narration. Respond in {language}.
```

Il messaggio utente porta il numero del round corrente. L'aggiunta non è cosmetica: quando il prezzo si è ormai fermato sulla riserva, il round è l'unica cosa che cambia fra un turno e il successivo, e senza di essa il modello ripete se stesso alla lettera. Contiene inoltre un'istruzione, aggiunta dopo averne osservato la necessità sul campo, che vieta di attribuire al giocatore un'offerta che non ha fatto. Il resto del messaggio dipende dalla situazione del turno: se il giocatore ha detto qualcosa che non è un'offerta, il mercante deve rispondergli nel merito e solo dopo riportare il discorso sul prezzo; se è scattato l'ultimatum, deve dichiarare che quella è l'ultima offerta; se il prezzo non è sceso, non deve presentarlo come uno sconto. In ogni caso non deve rivelare il proprio prezzo minimo.

D.6 Chiusura

```
You are {name} at your market stall. Tone: {dialogue_tone}. Talk naturally, not
robotic. Say ONLY the spoken line, 1 short sentence. Respond in {language}.
```

In caso di accordo l'unica cifra ammessa è il prezzo pattuito; in caso di rottura non è ammessa alcuna cifra, e l'istruzione chiede di congedare il cliente senza offese e lasciando aperta la porta per la volta successiva.

D.7 Chiarimento

Quando l'oggetto non è riconoscibile dalla battuta del giocatore, il grafo non entra in trattativa e produce una richiesta di chiarimento, con il vincolo esplicito di *non* nominare alcun prezzo. È il ramo che impedisce al sistema di aprire una negoziazione su un oggetto che non esiste.

Appendice E

Schema dei file di registro

Il sistema scrive dieci file separati da virgole, uno per famiglia di metriche, aggiungendo una riga a ogni evento pertinente. Tutti contengono le colonne `timestamp`, `session_id`, `player` e `npc_id`, in testa a ogni file tranne che in `world_event_propagation_log`, dove `npc_id` segue le colonne che descrivono l'evento: la chiave di collegamento fra i file è quindi la terna sessione, giocatore, personaggio; la tabella E.1 ne riporta il contenuto. La scrittura è deliberatamente tollerante ai guasti, secondo la priorità dichiarata nel §5.7: un errore di registrazione non deve mai interrompere una conversazione.

Tre di questi file sono rimasti vuoti durante lo studio, e la ragione è in ciascun caso strutturale e non accidentale: `reflection_cycle_log` perché il ciclo di riflessione è eseguito soltanto alla propagazione di un evento; `world_event_propagation_log` perché gli eventi erano precaricati e non propagati; `anomaly_log` perché nessuna anomalia è stata rilevata nelle 227 battute generate.

I due file compilati a mano che completano il quadro (la scheda del partecipante e i questionari) non appartengono a questo impianto: sono trascritti separatamente e uniti ai registri automatici in fase di analisi, come descritto nel §6.7.

Tabella E.1: I dieci file di registro e il loro contenuto.

File	Colonne, oltre alle comuni
`price_modifier_evolution`	`trigger`, `relationship_stage`, `affinity`, `respect`, `suspicion`, `gratitude`, `price_modifier` e la sua scomposizione in `base`, `trust_bonus`, `respect_bonus`, `gratitude_bonus`, `suspicion_penalty`, `high_salience_adjustment`
`buyer_intent_predictions`	`turn`, `first_utterance`, la probabilità attribuita a ciascuna delle cinque etichette, `predicted_top`, `observed_outcome`
`negotiation_turns_log`	`turn`, `role`, `player_utterance`, `offered_price`, `stance`, `npc_price`, `target_price`, `status`, `npc_line`
`merchant_transactions_log`	`item`, `base_price`, `npc_target`, `agreed_price`, `turns`, `outcome`
`episodic_memory_log`	`event_id`, `type`, `description`, `importance`, `decay_rate`, `source`, `emotional_impact`
`psychosocial_state_snapshots`	`trigger`, `relationship_stage`, le quattro grandezze relazionali, `price_modifier`, `n_episodic`, `n_reflective`, `dominant_emotion`
`relationship_stage_transitions`	`from_stage`, `to_stage`, `trigger`
`reflection_cycle_log`	`reflection_id`, `trigger`, `reflection`, `confidence`, `n_derived`, `derived_from`
`world_event_propagation_log`	`event_type`, `global_event_id`, `importance`, `decay_rate`, `price_modifier_before`, `price_modifier_after`, `reflected`
`anomaly_log`	`category`, `description`, `turn`, `raw_text`

Appendice F

Riproducibilità dell'ambiente sperimentale

Questa appendice raccoglie i passi necessari a ricostruire l'ambiente in cui si sono svolte le sessioni. Presuppone un'installazione funzionante di *Skyrim* con Mantella e il modulo MerchantMind descritto nel capitolo 5.

F.1 Le quattro celle

Ogni condizione ha una propria cella interna chiusa, priva di accessi verso l'esterno, con una postazione di vendita e il punto di comparsa del giocatore a pochi passi. La ragione per cui le celle sono quattro anziché una sola con quattro banchi è sperimentale prima che tecnica: il partecipante non deve poter osservare o confrontare un mercante prima di aver concluso con quello corrente, la distanza percorsa dev'essere identica in tutte le condizioni, e il teletrasporto fra una cella e la successiva fornisce il momento naturale in cui somministrare il questionario.

Le celle si ottengono **duplicando** una cella interna esistente, non creandone una nuova: la duplicazione eredita la maglia di navigazione e i volumi di stanza, mentre una cella creata da zero ne è priva e i personaggi non vi si posizionano correttamente. Nella vista delle celle del Creation Kit si seleziona lo spazio `Interiors` e si duplica una cella piccola e chiusa; l'identificativo della copia si modifica direttamente nella lista, non nella finestra di modifica, che non espone quel campo.

Dopo la duplicazione ogni cella va svuotata di mobilio, contenitori, personaggio abitante e porta esterna, conservando pareti, pavimento, luci predefinite, volumi di stanza e maglia di navigazione. Vi si colloca poi una postazione cosmetica e un indicatore direzionale come punto di comparsa, con l'identificativo di riferimento impostato e la freccia rivolta verso il banco. Va tenuto presente che una cella duplicata conserva la maglia dell'originale: se si modifica la disposizione degli

arredi, i personaggi continuano a posizionarsi secondo la maglia vecchia e possono comparire davanti al banco anziché dietro.

F.2 I mercanti

Le quattro celle ospitano i quattro personaggi dello studio: Adrianne Avenicci per la condizione V, Arcadia per la N, Belethor per la A, Lucan Valerius per la D. I tre mercanti conversazionali sono duplicati dei personaggi originali del gioco, con il nome visualizzato mantenuto identico, che è la condizione perché il sistema li riconosca e carichi il documento psico-sociale corrispondente. Il personaggio della condizione V conserva invece il baratto originale e non è collegato ad alcun documento.

Gli stati relazionali precaricati che distinguono i tre mercanti conversazionali sono descritti nel §3.10; si installano collocando il documento corrispondente nella cartella di persistenza prima dell'avvio della sessione.

F.3 Le quattro versioni del gioco

Ogni versione presenta le quattro condizioni in un ordine diverso, secondo il quadrato latino riportato nella tabella 6.2. Fra una versione e l'altra cambiano *soltanto* l'ordine degli stadi della missione e la catena dei teletrasporti: celle, personaggi, oggetto in vendita e stati precaricati sono identici. Le versioni sono realizzate come plugin distinti e una sola dev'essere attiva per volta nell'ordine di caricamento.

Il controbilanciamento avviene quindi *fra* versioni e non dentro la sessione. La missione non è randomizzabile a tempo di esecuzione senza perdere la proprietà che la rende utilizzabile come guida, cioè che il partecipante veda sempre un solo obiettivo alla volta, già puntato sul personaggio giusto.

F.4 La missione guida

La missione svolge tre funzioni. *Racconta*: il testo di ciascun obiettivo dice al partecipante che cosa lo lega a quel mercante, ed è l'unica informazione che riceve sulla propria storia con lui. Senza quella premessa il precaricamento non sarebbe verificabile, perché un riferimento a un fatto passato sembrerebbe un errore del modello anziché un ricordo. *Guida*: mostra un solo obiettivo alla volta, già puntato sul personaggio corrente. *Avanza*: rileva l'acquisto concluso, aggiorna lo stadio e teletrasporta il partecipante nella cella successiva.

I testi degli obiettivi sono riportati per intero nell'appendice A, insieme ai vincoli che ne hanno governato la stesura. Il titolo con cui la missione compare nel diario di gioco è deliberatamente privo di riferimenti allo studio.

F.5 Esecuzione e archiviazione di una sessione

Prima di ogni sessione si attiva la versione del gioco corrispondente alla sequenza assegnata, si collocano i documenti psico-sociali precaricati e si verifica che la cartella dei registri sia vuota. Al termine, i dati vanno archiviati in una cartella dedicata al partecipante.

Un punto merita attenzione, perché la sua omissione comprometterebbe silenziosamente la sessione successiva: le conversazioni salvate da Mantella vanno **spostate** e non copiate. Il sistema ospite ricarica infatti i riassunti delle conversazioni precedenti come contesto, sicché lasciarle al loro posto farebbe sì che il mercante del partecipante successivo ricordi la sessione di quello precedente. L'archiviazione sposta i registri e le conversazioni, copia gli stati finali dei mercanti, predispone i moduli dati da compilare e ricrea vuote le cartelle di lavoro per il partecipante seguente.

Ringraziamenti

Prima di chiudere questa tesi, desidero ringraziare chi ha camminato al mio fianco.

Il primo grazie va ai miei genitori, Tiziana e Antonino. Mi hanno sostenuto, ascoltato e aiutato a ogni tappa, e sono stati il punto fermo a cui tornare nei periodi complicati. Nei momenti più difficili mi hanno dato la forza di superarli, con pazienza e con la presenza di chi c'è sempre, anche quando non serve dirlo. Se sono arrivato fin qui lo devo in gran parte a loro, e questo traguardo è anche loro.

A mio fratello Federico va un pensiero tutto suo. Non mi ha mai fatto mancare il suo appoggio e non si è tirato indietro quando serviva una mano; anche quando eravamo lontani ci siamo sentiti spesso, e quelle conversazioni mi hanno tenuto compagnia. Con lui ho condiviso ricordi bellissimi, che porto con me.

Sono grato ai miei parenti, che hanno tifato per me: alle nonne Amelia e Rosalba, alle zie Anna e Teresa, allo zio Giuseppe e ai cugini Virginia e Mattia.

Grazie ai miei amici, compagni di avventure e di studio. A Paola, per essermi rimasta accanto in questi anni, per avermi risollevato nelle giornate più faticose, per avermi incoraggiato a scegliere questa laurea e per aver studiato con me durante la preparazione degli esami. A Gastone, che mi accompagna da tutta la vita, nei giorni storti come in quelli felici, con cui ho affrontato più di un ciclo di studi e su cui ho potuto contare nelle decisioni. A Chiara, che negli ultimi anni c'è stata ogni volta che ne avevo bisogno e ha creduto in me, e che anche da lontano ha passato con me tantissimo tempo, senza farmi sentire solo. E al resto del gruppo: Davi, Ale, Kim, Cele, Fabi, Fra, Cri, Marzio e Silvia.

Una menzione particolare ad Andrea e Michele, amici e coinquilini a Torino, e ad Andrea soprattutto, che mi ha affiancato all'università e nei mesi della tesi.

Ringrazio i miei relatori, Marco Mazzaglia e Stefano Calzolari, per aver seguito questo lavoro, e più di tutti Stefano Calzolari, riferimento costante nello sviluppo del progetto, che mi ha guidato nelle scelte e nelle correzioni.

Un ringraziamento va anche ai ventisette partecipanti allo studio, senza i quali non ci sarebbero risultati da raccontare.

Grazie infinite a tutti, per questo lungo ma incredibile percorso.

Gabriele Gatto

Bibliografia

[1] Bethesda Game Studios. *The Elder Scrolls V: Skyrim*. Videogioco. Edizione utilizzata: Special Edition. 2011. URL: https://elderscrolls.bethesda.net/ (visitato il giorno 02/08/2026) (cit. alle pp. 2, 3, 20).

[2] art-from-the-machine. *Mantella: Bring NPCs to Life with AI*. Versione 0.14, impiegata nelle sessioni sperimentali. URL: https://art-from-the-machine.github.io/Mantella/ (visitato il giorno 02/08/2026) (cit. alle pp. 3, 10, 20).

[3] Joon Sung Park, Joseph C. O'Brien, Carrie J. Cai, Meredith Ringel Morris, Percy Liang e Michael S. Bernstein. «Generative Agents: Interactive Simulacra of Human Behavior». In: *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '23)*. Association for Computing Machinery, 2023. DOI: 10.1145/3586183.3606763. arXiv: 2304.03442 (cit. alle pp. 8, 10, 12, 26, 28).

[4] Dongmin Park et al. *Orak: A Foundational Benchmark for Training and Evaluating LLM Agents on Diverse Video Games*. 2025. arXiv: 2506.03610. URL: https://arxiv.org/abs/2506.03610 (cit. a p. 9).

[5] Rufus Trukhin, Jens F. Isaksson e Mirjam Palosaari Eladhari. «LLM-Powered NPCs». In: *Interactive Storytelling. ICIDS 2025*. A cura di Maria Cecilia Reyes e Frank Nack. Vol. 16375. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer, 2025, pp. 171–189. DOI: 10.1007/978-3-032-12405-0_10 (cit. alle pp. 9, 18).

[6] Yudai Honda, Yuki Fujita, Keiichi Zempo e Shogo Fukushima. «Human-Like Remembering and Forgetting in LLM Agents: An ACT-R-Inspired Memory Architecture». In: *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI '25)*. Association for Computing Machinery, 2025, pp. 229–237. DOI: 10.1145/3765766.3765803 (cit. alle pp. 10, 26).

[7] Adyasha Maharana, Dong-Ho Lee, Sergey Tulyakov, Mohit Bansal, Francesco Barbieri e Yuwei Fang. «Evaluating Very Long-Term Conversational Memory of LLM Agents». In: *Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*. Bangkok, Thailand:

Association for Computational Linguistics, ago. 2024. arXiv: 2402.17753. URL: https://aclanthology.org/2024.acl-long.747/ (cit. alle pp. 11, 18, 26).

[8] Hermann Ebbinghaus. *Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Leipzig: Duncker & Humblot, 1885 (cit. alle pp. 11, 27).

[9] John R. Anderson e Lael J. Schooler. «Reflections of the Environment in Memory». In: *Psychological Science* 2.6 (1991), pp. 396–408. DOI: 10.1111/j.1467-9280.1991.tb00174.x (cit. alle pp. 11, 27).

[10] Wanjun Zhong, Lianghong Guo, Qiqi Gao, He Ye e Yanlin Wang. «MemoryBank: Enhancing Large Language Models with Long-Term Memory». In: *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. Vol. 38. 17. 2024, pp. 19724–19731. DOI: 10.1609/aaai.v38i17.29946. arXiv: 2305.10250 (cit. alle pp. 11, 18, 27).

[11] Zhen Tan et al. «In Prospect and Retrospect: Reflective Memory Management for Long-term Personalized Dialogue Agents». In: *Proceedings of the 63rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*. Vienna, Austria: Association for Computational Linguistics, lug. 2025. arXiv: 2503.08026. URL: https://aclanthology.org/2025.acl-long.413/ (cit. alle pp. 12, 18, 27).

[12] Ariel Rubinstein. «Perfect Equilibrium in a Bargaining Model». In: *Econometrica* 50.1 (1982), pp. 97–109. DOI: 10.2307/1912531 (cit. alle pp. 13, 51).

[13] Jeffrey S. Rosenschein e Gilad Zlotkin. *Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negotiation among Computers*. MIT Press Series in Artificial Intelligence. Cambridge, MA: MIT Press, 1994. ISBN: 9780262181594 (cit. alle pp. 13, 52).

[14] Peyman Faratin, Carles Sierra e Nicholas R. Jennings. «Negotiation Decision Functions for Autonomous Agents». In: *Robotics and Autonomous Systems* 24.3–4 (1998), pp. 159–182. DOI: 10.1016/S0921-8890(98)00029-3 (cit. alle pp. 13, 35, 52).

[15] Roger Fisher, William Ury e Bruce Patton. *Getting to Yes: Negotiating Agreement Without Giving In*. 3ª ed. Prima edizione: 1981. New York: Penguin Books, 2011 (cit. alle pp. 14, 38).

[16] Tamara C. P. Florijn, Pınar Yolum e Tim Baarslag. «A Negotiator's Backup Plan: Optimal Concessions with a Reservation Value». In: *Proceedings of the 23rd International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS '24)*. 2024. arXiv: 2404.19361. URL: https://arxiv.org/abs/2404.19361 (cit. alle pp. 14, 18).

[17] Haiyang Wang, Zhiliang Tian, Yuchen Pan, Xin Song, Xin Niu, Minlie Huang e Bin Zhou. «Battling against Tough Resister: Strategy Planning with Adversarial Game for Non-collaborative Dialogues». In: *Proceedings of the 63rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*. Vienna, Austria: Association for Computational Linguistics, lug. 2025, pp. 3665–3685. DOI: 10.18653/v1/2025.acl-long.184 (cit. alle pp. 14, 18, 21, 41).

[18] Yishu Wang et al. *Evaluating Multi-Turn Bargain Skills in LLM-Based Seller Agent*. Preprint. 2025. arXiv: 2509.06341. URL: https://arxiv.org/abs/2509.06341 (cit. alle pp. 15, 16, 18, 33).

[19] Yunbo Long, Yuhan Liu, Liming Xu e Alexandra Brintrup. *EmoDebt: Bayesian-Optimized Emotional Intelligence for Strategic Agent-to-Agent Debt Recovery*. Circolato in una versione precedente come *EQ-Negotiator: An Emotion-Reasoning LLM Agent in Credit Dialogues*. 2025. arXiv: 2503.21080. URL: https://arxiv.org/abs/2503.21080 (cit. alle pp. 15, 16).

[20] Johnathan Mell e Jonathan Gratch. «IAGO: Interactive Arbitration Guide Online (Demonstration)». In: *Proceedings of the 2016 International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems (AAMAS '16)*. Singapore: International Foundation for Autonomous Agents e Multiagent Systems, 2016, pp. 1510–1512. URL: https://dl.acm.org/doi/10.5555/2936924.2937230 (cit. alle pp. 15, 16, 18, 38, 52).

[21] Yin Jou Huang e Rafik Hadfi. «How Personality Traits Influence Negotiation Outcomes? A Simulation based on Large Language Models». In: *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2024*. Miami, Florida, USA: Association for Computational Linguistics, nov. 2024, pp. 10336–10351. DOI: 10.18653/v1/2024.findings-emnlp.605 (cit. alle pp. 15, 24, 30, 35).

[22] Myke C. Cohen, Zhe Su, Hsien-Te Kao, Daniel Nguyen, Spencer Lynch, Maarten Sap e Svitlana Volkova. *Exploring Big Five Personality and AI Capability Effects in LLM-Simulated Negotiation Dialogues*. KDD 2025 Workshop on Evaluation and Trustworthiness of Agentic and Generative AI Models. 2025. arXiv: 2506.15928. URL: https://arxiv.org/abs/2506.15928 (cit. alle pp. 15, 30).

[23] Andrew Ortony, Gerald L. Clore e Allan Collins. *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. ISBN: 9780521353649 (cit. a p. 16).

[24] Siqi Guo, Nicoletta Adamo e Christos Mousas. «Developing a Scale for Measuring the Believability of Virtual Agents». In: *ICAT-EGVE 2023: International*

Conference on Artificial Reality and Telexistence and Eurographics Symposium on Virtual Environments. The Eurographics Association, 2023. DOI: 10.2312/egve.20231312 (cit. alle pp. 17, 79, 129).

[25] Anna Grøndahl Larsen, Marita Bjaaland Skjuve, Asbjørn Følstad e Nena van As. «LLM Hallucinations in Conversational AI for Customer Service: Framework and End-User Perceptions». In: *International Journal of Human–Computer Interaction* (2025). Pubblicato online il 6 novembre 2025. DOI: 10.1080/10447318.2025.2580540 (cit. alle pp. 17, 41, 64).

[26] Ahmad Mouri Zadeh Khaki e Ahyoung Choi. «Evaluating Fairness in LLM Negotiator Agents via Economic Games Using Multi-Agent Systems». In: *Mathematics* 14.3, 458 (2026). DOI: 10.3390/math14030458 (cit. alle pp. 17, 21, 30, 87, 120).

[27] UESP. *Daggerfall: Mercantile*. Unofficial Elder Scrolls Pages. URL: https://en.uesp.net/wiki/Daggerfall:Mercantile (visitato il giorno 02/08/2026) (cit. alle pp. 17, 48).

[28] UESP. *Oblivion: Mercantile*. Unofficial Elder Scrolls Pages. URL: https://en.uesp.net/wiki/Oblivion:Mercantile (visitato il giorno 02/08/2026) (cit. alle pp. 17, 49).

[29] UESP. *Skyrim: Speech*. Unofficial Elder Scrolls Pages. URL: https://en.uesp.net/wiki/Skyrim:Speech (visitato il giorno 02/08/2026) (cit. alle pp. 17, 45).

[30] Alec Radford, Jong Wook Kim, Tao Xu, Greg Brockman, Christine McLeavey e Ilya Sutskever. «Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision». In: *Proceedings of the 40th International Conference on Machine Learning (ICML 2023)*. Vol. 202. Proceedings of Machine Learning Research. 2023, pp. 28492–28518. URL: https://proceedings.mlr.press/v202/radford23a.html (cit. alle pp. 22, 54).

[31] Tracy Fullerton. *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. 5ª ed. CRC Press, 2024. ISBN: 9781032607016 (cit. a p. 42).

[32] Bethesda Softworks. *The Elder Scrolls II: Daggerfall*. Videogioco. 1996 (cit. a p. 48).

[33] Bethesda Game Studios. *The Elder Scrolls IV: Oblivion*. Videogioco. 2006 (cit. a p. 49).

[34] LangChain. *LangGraph*. Versione 0.2.76, impiegata nelle sessioni sperimentali. URL: https://langchain-ai.github.io/langgraph/ (visitato il giorno 02/08/2026) (cit. a p. 54).

[35] Jared R. Curhan, Hillary Anger Elfenbein e Heng Xu. «What Do People Value When They Negotiate? Mapping the Domain of Subjective Value in Negotiation». In: *Journal of Personality and Social Psychology* 91.3 (2006), pp. 493–512. DOI: 10.1037/0022-3514.91.3.493 (cit. alle pp. 80, 132).

[36] Charlene Jennett, Anna L. Cox, Paul Cairns, Samira Dhoparee, Andrew Epps, Tim Tijs e Alison Walton. «Measuring and Defining the Experience of Immersion in Games». In: *International Journal of Human–Computer Studies* 66.9 (2008), pp. 641–661. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2008.04.004 (cit. alle pp. 81, 132).