

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale

in Ingegneria Gestionale – Percorso Innovazione

Tesi di Laurea Magistrale

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



Relatore

firma del relatore

prof. Federico Caviggioli

Candidato

firma del candidato

Giovanni Luca Zagaria

Luglio 2019

Ringraziamenti

Laurearsi è solo una piccola tappa, di un viaggio più lungo chiamato vita. È in queste occasioni dove ci si ritrova a fare un bilancio su quelli che sono stati i traguardi raggiunti, le esperienze, le soddisfazioni e le relazioni. Proprio queste ultime sono quell'elemento che da sempre permette di definirmi una persona fortunata.

Vorrei ringraziare mio Padre e mia Madre per i consigli, il supporto e la pazienza che hanno avuto nel sostenermi in questi anni di studio. Spero che in questo giorno, o in quelli a venire, io riesca a regalarvi soddisfazioni e a ripagarvi per tutto il vostro aiuto. Alcuni dicono, e io concordo, che gli amici sono la famiglia che ti scegli. Ringrazio quindi i miei amici di sempre per essere qui in questo giorno e non solo. Ringrazio i miei amici di corso con cui ho condiviso serate a studiare, mentre si invidiava chi fuori si divertiva. Ringrazio i coinquilini che all'interno delle mura di casa, mi hanno sempre regalato tante risate oltre che consigli. Ai miei nonni con cui avrei voluto condividere questo momento. Ringrazio infine il mio Relatore per la disponibilità e l'aiuto. Ringrazio il Politecnico come istituzione, poiché nel bene o nel male mi ha reso la persona che sono oggi.

Indice

<i>Indice</i>	3
<i>Indice Figure</i>	5
<i>Indice Grafici</i>	7
<i>Indice Tabelle</i>	8
1 Introduzione	9
2 Contesto Self Driving Vehicle	12
2.1.1 Camera	15
2.1.2 Lidar	15
2.1.3 Radar	16
2.1.4 Vantaggi e svantaggi del matching dei sensori (KPI)	17
2.2 Business Case	18
2.2.1 Car sharing	18
2.2.2 Robotaxi	20
3 Studi di riferimento	22
3.1 Il ruolo dei Patent nell'innovazione	23
3.1.1 Vantaggi e Svantaggi	24
3.1.2 Depositare un brevetto	25
3.1.3 Territorialità	25
3.1.4 Classificazioni Internazionali	27
3.2 Come è costruito lo studio EPO	28
3.2.1 Dati considerati	28
3.2.2 Cartografica SDV	30
3.3 Contesto dei brevetti EPO in ambito SDV	34
3.4 Patent e aree Geografiche	40
3.5 Patent trend	44
3.5.1 Primi 500 inventori	47
3.5.2 Concentrazione nel settore SDV	48
3.6 Conclusioni dello studio	49
3.7 Roadmap	50
4 Metodo	53
4.1 Aree di interesse	54
4.2 Dati esportati	55
5 Analisi	58
5.1 Overview Perception, analysis and decision	58

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

5.1.1	Assunzioni	61
5.1.2	Indici	62
5.1.3	Analisi Quadrant chart	62
5.2	Analisi: Radar	63
5.3	Analisi: LiDAR	66
5.4	Analisi: Camera	69
5.5	Valutazione Matching sensori (Radar + LiDAR + Camera)	72
5.6	Analisi: Computing	75
6	<i>Conclusioni</i>	78

Indice Figure

<i>Figura 1: Slide di una lezione i Lex Fridman. MIT gennaio 2018</i>	18
<i>Figura 2 Classificazioni IPC</i>	27
<i>Figura 3: Esempio di sottoinsiemi, classi, sottoclassi, gruppi e sottogruppi della sezione A (IPC)</i>	28
<i>Figura 4: Sopra Numero di patent registrati per anno. Sotto trend di crescita per numero di registrazioni, per singolo campo tecnologico. (Fonte EPO)</i>	36
<i>Figura 5: Quote di mercato patent SDV suddivise per tipologia di azienda (Fonte EPO)</i>	37
<i>Figura 6: Top 25 innovatori in ambito SDV dal 2011 al 2017 (Fonte EPO)</i>	39
<i>Figura 7: Top 10 innovatori in ambito SDV dal 2010 a luglio 2017 (fonte Statista)</i>	40
<i>Figura 8: Concentrazione registrazione brevetti per aree geografiche (fonte EPO)</i>	41
<i>Figura 9: Trend di crescita di registrazione patent per paese dal 2008 al 2017</i>	42
<i>Figura 10: Concentrazione registrazione brevetti per paesi europei (fonte EPO)</i>	42
<i>Figura 11: Trend di crescita di registrazione patent per paesi europei dal 2008 al 2017</i>	43
<i>Figura 12: Numero di patent registrati per paese europeo (fonte EPO)</i>	44
<i>Figura 13: Trend di crescita rregistrazioni patent per settore tecnologioc dal 2008 al 2017 (fonte EPO)</i>	45
<i>Figura 14: Quota di patent riguardanti i SDV per anno dal 2008 al 2017 (fonte EPO)</i>	46
<i>Figura 15: Trend annuale registrazioni patent per campo tecnologico dal 2011 al 2017 (fonte EPO)</i>	47
<i>Figura 16: Categorie edi top 500 innovatori per campo tecnologico dal 2011 al 2017 (fonte EPO)</i>	48

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

<i>Figura 17: Quote di mercato per i primi 25, 10 e 5 innovatori per campo tecnologico (fonte EPO)</i>	49
<i>Figura 18: Roadmap sulle auto connesse e autonome (fonte KPMG)</i>	51
<i>Figura 19: interfaccia di ricerca piattaforma Derwent Innovation.</i>	54
<i>Figura 20: Top 20 innovatori database Sensing esportato dalal piattaforma Derwent Innovation</i>	59
<i>Figura 21: Numero di patent per anno in ambito Sensing esportato dalla piattaforma Derwent Innovation</i>	60
<i>Figura 22: Patent per aree geografiche in ambito Sensing esportato dalla piattaforma Derwent Innovation</i>	60
<i>Figura 23: Patent per aree geografiche in ambito RADAR esportato dalla piattaforma Derwent Innovation</i>	64
<i>Figura 24: Patent per aree geografiche in ambito LiDAR esportato dalla piattaforma Derwent Innovation</i>	67
<i>Figura 25: Patent per aree geografiche in ambito Camera esportato dalla piattaforma Derwent Innovation</i>	70
<i>Figura 26: Patent per aree geografiche in ambito Computing esportato dalla piattaforma Derwent Innovation</i>	76

Indice Grafici

<i>Grafico 1: Numero di patent per anno in ambito RADAR</i>	<i>63</i>
<i>Grafico 2: Quadrant chart in ambito RADAR per Cit index medio e numero di patent</i>	<i>65</i>
<i>Grafico 3: Numero di patent per anno in ambito LiDAR</i>	<i>66</i>
<i>Grafico 4: Quadrant chart in ambito LiDAR per Cit index medio e numero di patent</i>	<i>69</i>
<i>Grafico 5: Numero di patent per anno in ambito Camera</i>	<i>70</i>
<i>Grafico 6: Quadrant chart in ambito Camera per Cit index medio e numero di patent</i>	<i>72</i>
<i>Grafico 7: Numero di patent per anno in ambito Computing</i>	<i>75</i>
<i>Grafico 8: Quadrant chart in ambito Computing per Cit index medio e numero di patent</i>	<i>77</i>

Indice Tabelle

<i>Tabella 1: Codici CPC e numero di patent contenuti nei database esportati</i>	56
<i>Tabella 2: Top 10 aziende in ambito RADAR per dimensione di portafoglio, con relativa quota di mercato e Cit index medio.</i>	64
<i>Tabella 3: Somma patent singoli paesi europei in ambito LiDAR</i>	67
<i>Tabella 4: Top 10 aziende in ambito LiDAR per dimensione di portafoglio, con relativa quota di mercato e Cit index medio.</i>	68
<i>Tabella 5: Top 10 aziende in ambito Camera per dimensione di portafoglio, con relativa quota di mercato e Cit index medio.</i>	71
<i>Tabella 6: Totale Matching di sensori e suddivisione per tipologia di match</i>	73
<i>Tabella 7: Numero di patent che presentano più sensori contemporaneamente suddivisi per anno e per paese.</i>	74
<i>Tabella 8: Top 10 aziende per Cit index in ambito matching di sensori</i>	74
<i>Tabella 9: Top 10 aziende in ambito Computing per dimensione di portafoglio, con relativa quota di mercato e Cit index medio.</i>	76

1 Introduzione

Il settore dell'auto a guida autonoma è in forte sviluppo negli ultimi anni. Già oggi possiamo vedere su strada le prime tecnologie come ad esempio l'adaptive cruise control o il keep line assist. Tuttavia, siamo ancora lontani da quella che dovrebbe essere un'auto in grado di guidare in completa autonomia, in tutte le condizioni e capace di decidere a seconda degli scenari possibili.

Vi sono inoltre due scuole di pensiero sul futuro di questo cambio di paradigma. Il dibattito è ancora aperto. Lex Fridman¹, professore dell'MIT di Boston, nonché uno dei principali esperti del settore Self Driving Vehicle (SDV) ha dato una definizione sulle due tipologie di visione che dividono oggi le opinioni.

La visione utopica in cui l'auto a guida autonoma può essere la soluzione al problema della mortalità dovuta agli incidenti stradali. Secondo l'Ansa, ogni anno muoiono 1,35 milioni di persone nel mondo a causa di incidenti². Questo si potrebbe evitare eliminando l'errore umano. Inoltre, grazie ai veicoli autonomi, non sarà necessario il possesso di auto, consentendo un risparmio agli utenti e aumentando l'accesso alla mobilità. In ultima analisi, si potrà avere una fruizione dell'auto in maniera più affidabile, personalizzata ed efficiente.

La seconda visione è quella distopica. La guida autonoma eliminerà molti posti di lavoro (si pensi ai taxi o in generale ai conducenti). In caso di falla del sistema, non si potrà capire a chi imputare la colpa di un eventuale incidente, creando un paradosso a livello giuridico. L'intelligenza artificiale, su cui si basano i sistemi,

¹ Lex Friedman ricercatore MIT sull'auto a guida autonoma e Human centered AI <https://lexfridman.com/>

² Ansa: https://www.ansa.it/canale_motori/notizie/attualita/2018/12/07/nel-mondo-135-milioni-di-morti-per-incidenti-stradali_e7bb5a42-7ae8-4b1c-9ef0-2d816102f112.html

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

inoltre, potrebbe non aver un fondamento etico, quindi andrebbe a minare la sicurezza e la libertà di chi utilizza tali tecnologie.

Molte sono anche le previsioni. Ad esempio, secondo il blog di Rodney Brooks³, in *My dated predictions* si parla di un servizio di taxi autonomi entro il 2032 nelle maggiori città statunitensi, e prevede la copertura, anche delle città minori e delle periferie entro il 2045.

Risulta ancora complicato poter fare delle previsioni concrete sui SDV, per questo motivo, in questo elaborato ci si concentra esclusivamente sui dati legati ai patent. Si andranno quindi ad interpretare i maggiori trend collegati all'innovazione tecnologica dall'auto a guida autonoma.

Molte aziende, non solo automobilistiche, concorrono a produrre innovazione attraverso la registrazione di brevetti. Lo scopo di questo lavoro è cercare di capire chi sono gli innovatori, quali le aziende leader e i paesi che più si sono distinti in questa tecnologia. Per farlo sono stati presi in considerazione diversi database, e sono stati analizzati in aggregato **50356** brevetti in ambito SDV, dal 2010 ad oggi. Nello specifico, di seguito, si descrive brevemente l'organizzazione dell'elaborato.

Nel paragrafo 2 si parla del *Contesto SDV*. Si analizzano tassonomie, ovvero i livelli di automazione. Si descrivono le tecnologie, nonché i sensori. Successivamente si fa luce su due business case, ovvero il car sharing e i robotaxi e di come questi nuovi modelli di fruizione dell'auto possano essere un catalizzatore per l'auto a guida autonoma.

Poi, in *Studi di riferimento* si vanno ad analizzare gli studi che sono stati presi come linee guida per la costruzione dell'elaborato. Si fa luce sul ruolo dei patent

³ Rodney Brooks, dell'MIT di Boston. Esperto di robotica e intelligenza artificiale, nel suo blog My dated Predictions, fa delle previsioni, indicando l'anno, sulle principali tecnologie future. <https://rodneybrooks.com/my-dated-predictions/>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

nell'innovazione. Si definiscono le suddivisioni per settore, campo tecnologico e i vari sottoinsiemi, utili ad effettuare analisi più mirate. Si fanno considerazioni sui risultati attuali degli studi, che successivamente saranno confutati nelle analisi.

A fronte di studi effettuati in questo campo, nel paragrafo *Metodo* viene spiegata nel dettaglio la metodologia utilizzata alla raccolta dei dati, il software di banche dati da cui sono stati esportati i database. In particolare, viene spiegato il processo decisionale adottato e le assunzioni su cui poi si è focalizzata l'analisi.

Il paragrafo *Analisi* è un focus sul lavoro vero e proprio di data analysis. Si suddivide in base ai campi tecnologici di interesse e alle singole tecnologie. Per ognuno di essi, viene condotta un'analisi a livello geografico, si valutano gli innovatori e la capacità di innovare. Si sono ipotizzati indici che hanno permesso di valutare la qualità delle innovazioni. Si sono valutati anche i trend anno per anno.

2 Contesto Self Driving Vehicle

Per Self driving vehicle, o autonomous vehicle o robotic vehicle si intende un veicolo in grado di guidare, con un piccolo intervento del guidatore o in completa autonomia. Il SDV è in grado di percepire l'ambiente esterno, grazie all'ausilio di sensori di vario genere, come Lidar, radar, ultrasuoni, camera. Successivamente elabora le informazioni raccolte per prendere decisioni.

Nello studio SDV da molto tempo si è consolidata la definizione di livelli di automazione relativi alla guida. Nonostante la nomenclatura sia stata definita, rimangono ancora oggi alcuni dubbi sui confini tra i vari livelli di automazione. Noi prenderemo in considerazione la tassonomia utilizzata dallo studio dell'European Patent Office (EPO).

Un veicolo funziona a diversi livelli di automazione a seconda della sofisticazione e delle capacità tecnologiche. Secondo la Society of Automotive Engineers (SAE) si definiscono 6 livelli di automazione nei veicoli che vanno da livello 0 (ovvero senza automazione di guida) al livello 5 (con automazione completa).

La suddivisione dei livelli di automazione può a sua volta essere classificata in due segmenti: *Human centred Autonomy* per i livelli L0, L1, L2, L3 e *Full autonomy* per i livelli L4, L5.

In *Human centred Autonomy* la presenza dell'uomo è fondamentale. I veicoli oggi in circolazione, omologati, appartengono tutti a questo sottoinsieme. Anche se alcune case come la Tesla, promettono di avere già la tecnologia disponibile per i livelli successivi e che quindi l'upgrade sarà soggetto a dei rilasci futuri di aggiornamenti software⁴.

⁴ Conferenza stampa di Elon Musk sui nuovi processori Tesla.
https://www.sicurauto.it/news/tesla-gia-su-strada-il-nuovo-chip-per-la-guida-autonoma-di-livello-5/?refresh_ce-cp

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Livello 0: Nessuna automazione

Non vi è alcun tipo di automazione. Vi possono essere alcuni sistemi automatici che non comunicano tra loro, ma l'uomo a bordo è l'unico utente ad avere il comando della guida.

Livello 1: Assistenza guidatore

È il caso dei veicoli dotati di automazione parziale con un singolo sistema di guida assistita. Nel caso di più sistemi, le tecnologie fanno capo al sistema centrale di controllo dell'auto. Rientrano tra questi ad esempio *l'Adaptive Cruise Control* (ACC⁵) ovvero il sistema di guida adattivo della velocità del veicolo, monitorando la distanza rispetto al veicolo che guida davanti.

Livello 2: Automazione Parziale

È il caso di una automazione parziale. Si differenzia dal livello precedente in quanto qui vi è la presenza di almeno due sistemi di controllo automatico che funzionano parallelamente quali possono essere ad esempio *l'Adaptive Cruise Control* e il *Lane keep assist*⁶. Quest'ultimo è un sistema che consente all'auto di identificare la corsia, aiuta il conducente e lo avvisa quando si sta avvicinando troppo alla linea di demarcazione, aiutandolo attivamente a mantenere l'andamento, generando una controsterzata automatica.

⁵ Adaptive Cruise Control: glossario di motori.it
<https://www.motori.it/glossario/adaptive-cruise-control-acc/>

⁶ Lane keep assist: Sistema di assistenza al mantenimento della corsia
<https://it.motor1.com/news/220873/auto-come-funziona-il-sistema-di-assistenza-al-mantenimento-della-corsia/>

Livello 3: Automazione Condizionale

Sono i veicoli con un'autonomia detta condizionale. Sono a guida autonoma solo sotto certe condizioni ambientali e di traffico. Il veicolo è equipaggiato con sensori che consentono una certa percezione dell'ambiente esterno, essendo in grado di identificare gli oggetti. Questo permette di localizzare il veicolo e di prendere alcune decisioni parziali. Comunque, il guidatore rimane centrale, deve essere vigile tutto il tempo poiché il comando potrebbe passare all'uomo in certe condizioni inaspettate, non prevedibili dai sistemi dell'auto.

In *Full autonomy*, viene meno la presenza dell'uomo. Un problema riscontrato nelle varie tassonomie sta proprio nel confine tra livello 4 e livello 5. Alcuni sollevano perplessità sul livello 4 poiché, stando ai bias del guidatore si potrebbe ricadere in quello che viene chiamato "*overtrust*" ovvero un eccesso di fiducia nei confronti dei sistemi che benché molto automatizzati, sono ancora sotto il controllo dell'uomo. Il che potrebbe generare domande sulla responsabilità nel caso di incidente. Per queste ragioni, esperti ricercatori di calibro mondiale delle migliori università al mondo come Lex Friedman dell'MIT (Massachusetts Institute of Technology) sostengono che ci sarà direttamente un passaggio al livello 5.

Livello 4: Alta automazione

I veicoli ad alta automazione consentono il self-driving. Il mezzo è connesso ovunque. Quando il veicolo è in aree rurali, può guidare autonomamente e il driver non deve necessariamente essere vigile. In ogni caso, il veicolo potrebbe non essere in grado di guidare in aree non mappate durante certe condizioni climatiche o in aree con connettività scarsa. In questi due casi è necessario che colui che guida, sia vigile e prenda il controllo del veicolo.

Livello 5: Completamente autonoma

I veicoli con la più alta automazione possibile possono guidare in ogni ambiente e in tutte le condizioni possibili. La connettività all'ambiente è necessaria per

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

completare l'informazione. I veicoli che rientrano in questa categoria, potenzialmente possono anche essere privi di volante, in questo caso l'uomo non ha alcun potere decisionale.

Per comprendere meglio il mondo dei SDV, successivamente sono elencate e descritte le tecnologie, nella fattispecie i sensori su cui ci siamo concentrati in questo elaborato.

2.1.1 Camera

La camera è il sensore utilizzato oggi ad esempio da Tesla. Si tratta di un sensore come quello che troviamo sulle fotocamere o videocamere digitali, in grado di catturare un'immagine, convertirla in un impulso elettrico analogico e successivamente trasformato in un'informazione digitale. La camera presenta le seguenti caratteristiche:



- È poco costosa,
- Ha la risoluzione più alta tra tutti i sensori, in quanto riesce a catturare un gran numero di informazioni;
- Produce una mole di dati elevata, quindi necessita di deep learning;
- Imita il funzionamento dell'occhio umano;
- Non è affidabile in situazioni climatiche avverse.

2.1.2 Lidar

LIDAR è l'acronimo dall'inglese *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*. Questo sensore permette di rilevare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser. La distanza viene misurata

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

inviando il raggio laser o di luce sulla superficie e misurando il tempo che l'impulso ci impiega a ritornare. Il LIDAR viene utilizzato in moltissimi settori che vanno dall'archeologia, al telerilevamento, fino all'aviazione. La sua applicazione nel campo dei SDV è recente: Waymo di Google è una delle aziende che punta su questo tipo di tecnologia. Le caratteristiche del LIDAR sono:



- Un'estrema accuratezza sull'informazione delle distanze;
- Una risoluzione maggiore rispetto al Radar;
- Una visibilità a 360 gradi dell'ambiente circostante;
- Presenta un costo elevato.

2.1.3 Radar

Radar sta per RAdio Detection And Ranging. Il suo funzionamento è uguale a quello del LIDAR se non per l'impulso, ovvero al posto della luce utilizza le onde elettromagnetiche appartenenti allo spettro delle onde radio o microonde. Determina la posizione e la distanza di un oggetto, a fronte di un sistema di riferimento, attraverso la misura del tempo di ritorno dell'impulso alla sorgente. È molto utilizzato nell'ambito aeronautico e navale. Le caratteristiche del radar sono:



- Assicurare un ottimo funzionamento in condizioni meteorologiche avverse;
- Bassa risoluzione;
- È il sensore auto più utilizzato in ambito di rilevamento oggetti;
- È poco costoso.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

2.1.4 Vantaggi e svantaggi del matching dei sensori (KPI)

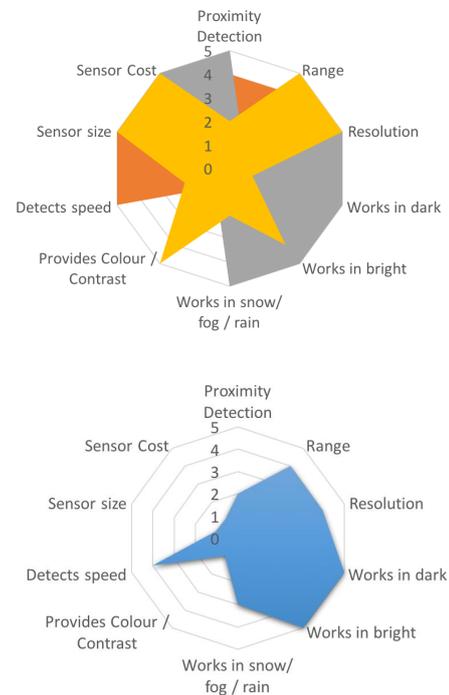
Secondo il già citato Lex Friedman del MIT, i due approcci più consolidati sono quello della camera accoppiata ad altri sensori di supporto o del LIDAR. Qui si introduce quello che è il matching di sensori diversi. Si definiscono inizialmente alcuni KPI utili a determinare le performance dei sensori. Essi sono:

- Rilevamento di prossimità
- Range
- Risoluzione
- Funzionamento in caso di buio o di luce
- Funzionamento in caso di neve/nebbia/pioggia
- Contrasto colori
- Velocità nel rilevare l'informazione
- Dimensioni
- Costo

Si è visto che unendo tecnologie a basso costo come camera, radar e ultrasuoni si possono ottenere performance migliori di quelle del LIDAR che ad oggi rimane molto costoso. Tuttavia, vi è una corrente di pensiero che scommette sull'abbattimento dei costi di produzioni del LIDAR, ritenendola sempre una delle più affidabili. Nell'immagine che segue si ha una stima, secondo l'MIT delle performance.

Future of Sensor Technology: Camera vs LIDAR

- **Radar and Ultrasonic:**
 - Always there to help
- **Camera:**
 - Annotated driving data grows
 - Deep learning algorithms improve
- **LIDAR:**
 - Range increases
 - Cost drops (solid-state LIDAR)



For the full updated list of references visit:
<https://selfdrivingcars.mit.edu/references>

MIT 6.S094: Deep Learning for Self-Driving Cars
<https://selfdrivingcars.mit.edu>

Lex Fridman
lex.mit.edu

January
2018

Figura 1: Slide di una lezione di Lex Fridman. MIT gennaio 2018

Questo aspetto è stato quindi analizzato nel nostro lavoro di analisi.

2.2 Business Case

Per comprendere il contesto dei SDV sono stati analizzati alcuni business case significativi. Questo ci permette di capire in quale direzione si muove il mercato e quali sono i nuovi business model nascenti, utili ad identificare in un secondo momento le tecnologie in gioco.

2.2.1 Car sharing

Il car sharing è solo uno degli aspetti riguardanti un ventaglio più ampio del settore che conosciamo come sharing economy. Negli ultimi anni, abbiamo assistito ad un cambiamento nel modo di fruizione dei prodotti/servizi. Siamo passati dal

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

possesso all'accesso. I clienti non vogliono più possedere o comprare un prodotto divenendone i proprietari, ma preferiscono pagare sulla base dell'utilizzo; andandone a fruire solo temporaneamente. Questo fenomeno è andato di pari passo ad un costante aumento del tasso di disoccupazione che ha diminuito il potere d'acquisto delle nuove generazioni. Pertanto, i consumatori hanno bisogno di risparmiare e sono diventati molto sensibili ai modelli di business, garantendo quindi il successo di queste economie nascenti. A questo, aggiungiamo anche le basse barriere all'ingresso offerte dalla sharing economy che ha portato come risultato finale ad un macro-trend che cresce del 25% all'anno⁷.

Il dato avrà un impatto significativo sulla mobilità delle persone, sul modo di fruire del servizio e quindi su tutto il settore automotive in generale. Questo si traduce (stando ai risultati citati nello studio in nota 7) in una grossa fetta di popolazione che nel prossimo futuro preferirà utilizzare car sharing o robotaxi autonomi.

Il car sharing è un servizio che consente un affitto delle auto. Non è più inteso come in passato per lunghi periodi, ma al minuto. Si pensi ai molteplici servizi presenti nelle maggiori città italiane quali Enjoy, car2go, DriveNow ecc. Questi servizi funzionano su mobile, permettono di utilizzare l'auto e di parcheggiarla ovunque, pagando una tariffa flat al minuto⁸.

Le ricerche hanno rivelato che i giovani sono più propensi all'utilizzo di questo tipo di tecnologie. Per dare alcuni dati, il 25% dei giovani tra i 20 e i 34 anni utilizzano questi servizi, ma solo il 15% per una fascia che va dai 35 ai 54 anni. La percentuale continua a diminuire all'aumentare dell'età.⁹

I fattori che stanno guidando l'innovazione sono molteplici. Il recente sviluppo di internet e delle tecnologie Mobile. Oltre alle già citate preferenze dei consumatori

⁷ Fonte: InDrive project Automotive EGNSS Receiver for High Integrity Applications on the Drive

⁸ Fonte: Spostamenti Intelligenti, Gaia Sgaramella

⁹ Fonte: Report PwC "The Future of the Automotive Industry"

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

e allo sviluppo delle nuove tecnologie, una componente importante è data dal fattore inquinamento. L'aumento delle emissioni ha portato non solo i clienti, ma anche i governi, ad interrogarsi sui metodi di riduzione. Una risposta concreta è arrivata proprio dalla diminuzione del numero di auto, e quindi dei proprietari. Da qui sono nate anche le regolamentazioni. Autorità governative cercano di ridurre i livelli di traffico e tagliare le emissioni andando a soffocare il mercato dell'auto.

In conclusione, possiamo dire che questo tipo di preferenze si sposa con l'altro macro-trend del settore Automotive, ovvero l'auto a guida autonoma. Il non possesso e l'automazione creerà disruption. Sono quelli che oggi vengono definiti robotaxi, ancora in fase di sperimentazione; ne parleremo nel prossimo paragrafo.

2.2.2 Robotaxi

Secondo una definizione del Sole24ore che ha voluto stilare una classifica di tutti i prototipi presenti sul pianeta; i robotaxi sono quei veicoli per ora basati su mezzi di tipo tradizionale a cui sono applicate tecnologie come le telecamere, i radar, i sistemi Lidar e altri sensori che consentono di rilevare l'ambiente in cui si trova il veicolo. I futuri utilizzatori potranno prenotare i robotaxi a guida autonoma grazie agli smartphone e il veicolo potrà raggiungerli, dopo aver rilevato la posizione di chi li ha contattati per poi portarli alla destinazione finale. Non ci sono per ora soluzioni utilizzabili ma si tratta di mezzi sperimentali¹⁰.

È esattamente l'evoluzione del car sharing o del ride sharing. Uno degli zoccoli duri della tecnologia sarà sicuramente la regolamentazione e la tutela dei lavoratori. In ogni caso è una tecnologia che non promette solo di risolvere il problema della

¹⁰ Sole24ore: Robotaxi, tutti i concept e i prototipi dei veicoli del futuro: <https://www.ilsole24ore.com/art/motori/2019-04-23/zf-e-suo-primo-robotaxi-ces-2019-200113.shtml?uuid=ABXLBTrB&nml=2707>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

mobilità, ma lo migliora poiché risolve anche i problemi di parcheggio e, parlando di grandi numeri, potrà ridurre i livelli di emissioni di CO₂.

Come tutte le tecnologie, vi sarà un periodo di transizione che vedrà coesistere veicoli a guida autonoma con veicoli convenzionali. Questo, a partire dalle esigenze degli utilizzatori, potrà essere un catalizzatore per l'innovazione.

Come già detto, potrà interessare diversi settori legati alla mobilità. La promessa di un abbattimento dei costi per chilometro, da parte delle utenze potrà essere un argomento convincente per la scelta di un tipo di mobilità automatica, rispetto al possesso.

Un altro fattore riguarda l'accettazione della società, vi potrà essere scetticismo sull'integrazione dei sistemi automatici delle auto autonome con il resto dell'ambiente. Questo non sembra però spaventare la città di Dubai che si mostra avanguardia del modello di business grazie alla presenza di startup locali come W Motors, artefice del concept Muse, che promette la presenza di queste auto nella città già dal 2023¹¹.

Un po' diverso nel modello di business ma pur sempre nel settore è il caso di Tesla che stando ai recenti annunci promette dal 2020 di poter condividere la propria auto, trasformandola in un robotaxi e mettendola a rendita nel momento in cui non la si utilizza¹².

¹¹ Articolo de La Stampa: Dubai pronta a diventare la capitale delle auto senza pilota <https://www.lastampa.it/2019/02/20/esteri/dubai-pronta-a-diventare-la-capitale-delle-auto-senza-pilota-mHBDFOCwwRsViih36O5H1H/pagina.html>

¹² Sole24ore: Tesla, guida autonoma dal 2019 e robotaxi dal 2020. Fantascienza o realtà? <https://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2019-04-23/tesla-guida-autonoma-2019-e-robotaxi-2020-fantascienza-o-realta--160445.shtml?uid=ABp66MrB>

3 Studi di riferimento

In questo paragrafo, si descrivono gli studi che hanno ispirato il lavoro di tesi. Uno di questi è sicuramente il *Patent and self-driving vehicles: the invention behind automated driving*. Lo studio è stato prodotto dall' European Patent Office (EPO) ed è datato Novembre 2018.

Nel report in questione si parla di come i veicoli a guida autonoma saranno commerciabili dal 2025, creando una vera e propria rivoluzione nel settore. Questo sarà possibile solo grazie a dei massicci investimenti in ricerca e sviluppo capaci di creare le nuove tecnologie.

Le società operanti nel settore automotive non sono le uniche ad essere coinvolte. L'opportunità offerta dal nascente settore delle SDV coinvolge diverse industry, che in questi anni si sono imposte in settori diversi, ma che hanno acquisito altrettanto potere e competenza. Stiamo parlando delle aziende tech, operanti nel settore del digital, big data e comunicazione. Sono loro che in questi anni guidano il mercato dell'Artificial Intelligence (AI), in molti casi brevettando e detenendo la proprietà intellettuale delle tecnologie.

Lo studio EPO mette in luce i trend sui leader emergenti nelle tecnologie SDV. Guardando i brevetti in questo ambito, abbiamo la percezione di come si muova il settore. L'analisi diventa molto utile per i leader di mercato, nonché per gli enti governativi, per anticipare, prevedere e reagire al cambiamento in atto.

L'EPO ha voluto dare una definizione per quanto riguarda il significato di SDV. Si tratta di tutte le tecnologie in grado di automatizzare completamente la guida del veicolo. I patent in questione sono stati suddivisi in due macro-aree che successivamente saranno prese in considerazione in maniera più approfondita. I gruppi sono:

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

- **Automated vehicle platform:** sono le tecnologie che riguardano il veicolo in sé. Sono incluse anche le invenzioni che consentono al veicolo di prendere decisioni, comprende sia software che hardware.
- **Smart enviroment:** ovvero le tecnologie che consentono al veicolo di interfacciarsi con l'ambiente esterno. Si parla quindi di connettività, gestione del traffico, parcheggi automatici e così via.

Prima di approfondire lo studio, si pone l'accento su quello che è il ruolo dei patent oggi e di cosa si tratta.

3.1 Il ruolo dei Patent nell'innovazione

Alla base dell'innovazione nel senso ampio del termine, troviamo la conoscenza. Essa può derivare da vari fattori tuttavia possiamo raggrupparla in due macro-categorie. In primis, abbiamo la *conoscenza intrinseca* del personale intesa come know-how dovuto al bagaglio culturale e all'esperienza maturata. In secondo luogo, la *conoscenza incorporata nel capitale*, quali possono essere libri, ricerche e brevetti.

In questo studio ci soffermeremo principalmente su quest'ultimo aspetto, ovvero il brevetto o patent.

*Si definisce il brevetto, il titolo giuridico che consente a chi ha realizzato un'invenzione, di poterla produrre e commercializzare in esclusiva nello Stato in cui è stato richiesto.*¹³

Tutti i brevetti hanno generalmente una durata ventennale, al termine del quale l'invenzione brevettata diventa di dominio pubblico ed è utilizzabile da chiunque.

¹³ Fonte: <https://www.ufficiobrevetti.it/brevetti/>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

I criteri per brevettare un'idea sono molteplici, tuttavia ci sono delle caratteristiche da rispettare. Il brevetto deve essere:

- **Nuovo:** nel senso ampio del termine, ovvero non deve essere stato presentato nulla di simile in nessun paese del mondo.
- **Inventivo:** non deve essere ovvio o banale, ma deve rappresentare un passo in avanti.
- **Industrializzabile:** quindi riproducibile a livello industriale e deve risultare utile.
- **Lecito:** non si possono brevettare invenzioni che vanno a ledere il buon costume o l'ordine pubblico.

3.1.1 Vantaggi e Svantaggi

I patent presentano vantaggi e svantaggi.

Vantaggi

È importante analizzare i brevetti poiché rappresentano un importante asset strategico per le aziende che ne fanno uso. Il loro scopo è quello di difendere l'invenzione e avere un vantaggio competitivo. Tale vantaggio genera non solo un valore aggiunto per l'azienda, ma crea un volano virtuoso alla registrazione di nuovi brevetti, stimolando e regolamentando la concorrenza, generando collaborazioni attraverso il licensing e quindi in definitiva stimolando l'innovazione e l'economia.

Svantaggi

Tra gli svantaggi, invece, vi è la difendibilità. Per quanto il brevetto sia un titolo giuridico, la sua pubblicazione implica la notorietà dell'invenzione. Questo spesso stimola altre imprese a modificare l'invenzione ottenendo un risultato simile che però non è difendibile dal patent di origine. Inoltre, la registrazione spesso risulta

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

onerosa per le aziende, soprattutto nel momento in cui si estende a livello internazionale.

3.1.2 Depositare un brevetto

La registrazione di un patent implica che nella domanda vi siano un certo numero di documenti e che si superino alcune valutazioni.

La documentazione tecnica non necessariamente deve essere dettagliata, soprattutto nel momento in cui la tecnologia utilizza delle tecniche non rivendicabili.

Prima di essere approvata, una domanda va esaminata nel dettaglio, per capire se ha le caratteristiche per essere protetta. Questo avviene soprattutto nelle invenzioni prettamente tecnologiche. Per altre invece, come ad esempio i software o i prodotti alimentari, la valutazione è più semplice in quanto necessitano di descrizioni rigorose.

Dopo una valutazione preliminare quindi si esamina la documentazione tecnica allegata alla domanda. I disegni non devono per forza far capire l'oggetto, ma descrivere in cosa consiste l'innovazione. L'ultimo step valuta le strategie del titolare dal punto di vista dello sfruttamento commerciale.

3.1.3 Territorialità

Il brevetto è territoriale. Si stabilisce al momento della domanda, in quali aree geografiche si intende proteggere l'invenzione. La legge comunque tutela per 12 mesi un brevetto che è stato registrato in un'area geografica, nel caso in cui successivamente al deposito si voglia estendere la territorialità. Questo periodo è detto *diritto di priorità*. Una volta scaduto, non è più possibile estendere il brevetto all'estero, neppure dal titolare. A questo punto il documento è pubblico.

Si riconoscono quattro tipologie territoriali.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Brevetto Nazionale

Si intende un brevetto registrato nel paese in cui si richiede. Ad esempio, se sono italiano registro il brevetto in Italia con valenza territoriale nazionale.

Brevetto europeo

Ha una validità in tutta Europa e la procedura è gestita dall'European Patent Office (EPO). Chiunque può depositare una domanda EPO anche con nazionalità o residenza diversa dai paesi comunitari. Sono accettate le domande scritte in inglese, francese o tedesco.

Brevetto Internazionale

Ha una valenza internazionale e viene riconosciuto sotto la sigla di PCT (Patent Cooperation Treaty) ovvero il trattato sottoscritto dai vari paesi¹⁴ che ne riconoscono l'autorità legale. La procedura in questo caso viene gestita dalla WIPO (World Intellectual Property Organization) di Ginevra. A differenza dell'EPO il WIPO accetta le domande scritte in qualsiasi lingua.

Brevetto estero

Si ha quando la domanda di brevetto viene depositata in uno Stato in particolare. In questo caso bisogna rivolgersi all'ufficio competente del paese in questione

¹⁴ Lista paesi aderenti al PCT sul sito ufficiale WIPO:
https://www.wipo.int/pct/en/pct_contracting_states.html

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

3.1.4 Classificazioni Internazionali

Ogni brevetto è classificato sotto determinati codici. Le classificazioni più utilizzate sono di due tipi¹⁵.

IPC

La classificazione internazionale IPC (International Patent Classification) è uno dei sistemi più utilizzati al mondo. È stata istituita a seguito dell'*Accordo di Strasburgo* nel 1971. Suddivide le tecnologie in otto sezioni indicate da una lettera che va da A ad H. A loro volta suddivise in maniera gerarchica in altri sottoinsiemi, classi, sottoclassi, gruppi e sottogruppi. Viene aggiornata periodicamente, e viene utilizzata anche in altri ambiti scientifici come le pubblicazioni, articoli e testi tecnici.

+	A	HUMAN NECESSITIES
+	B	PERFORMING OPERATIONS; TRANSPORTING
+	C	CHEMISTRY; METALLURGY
+	D	TEXTILES; PAPER
+	E	FIXED CONSTRUCTIONS
+	F	MECHANICAL ENGINEERING; LIGHTING; HEATING; WEAPONS; BLASTING
+	G	PHYSICS
+	H	ELECTRICITY

Figura 2 Classificazioni IPC

¹⁵ Ministero Dello Sviluppo Economico:
<http://www UIBM.gov.it/index.php/brevetti/utilita-brevetti/classificazioni-internazionali-brev>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

—	A	HUMAN NECESSITIES
		AGRICULTURE
D	—	A01 AGRICULTURE; FORESTRY; ANIMAL HUSBANDRY; HUNTING; TRAPPING; FISHING
D	⚠ —	A01B SOIL WORKING IN AGRICULTURE OR FORESTRY; PARTS, DETAILS, OR ACCESSORIES OF AGRICULTURAL MACHINES OR IMPLEMENTS, IN GENERAL (making or covering furrows or holes for sowing, planting or manuring A01C 5/00; machines for harvesting root crops A01D; mowers convertible to soil working apparatus or capable of soil working A01D 42/04; mowers combined with soil working implements A01D 43/12; soil working for engineering purposes E01, E02, E21)
—	A01B 1/00	Hand tools (edge trimmers for lawns A01G 3/06) [2006.01]
—	A01B 1/02	• Spades; Shovels [2006.01]
	A01B 1/04	• • with teeth [2006.01]

Figura 3: Esempio di sottoinsiemi, classi, sottoclassi, gruppi e sottogruppi della sezione A (IPC)

ECLA

La classificazione europea ECLA (European Classification) è utilizzata dall'EPO. Basata sul sistema IPC, risulta essere però più dettagliata, con circa il doppio delle voci rispetto a quella internazionale. Viene aggiornata frequentemente al fine di collocare al meglio ogni nuova tecnologia. È una classificazione più raffinata e precisa, di contro non tutti i documenti utilizzano le sue linee guida, rendendone complicato il reperimento di alcuni.

3.2 Come è costruito lo studio EPO

3.2.1 Dati considerati

L'analisi dei patent è basata prettamente sulle richieste Europee categorizzate con EPO o PCT¹⁶ (patent internazionali). Non sono inclusi i patent che presentano una protezione esclusivamente territoriale quindi lo studio non si focalizzerà prettamente sulla capacità di inventare novità in questo campo, quanto sarà utile

¹⁶ Patent Cooperation Treaty (PCT) <https://www.wipo.int/pct/en/>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

confrontare l'impatto che hanno i patent a livello internazionale. In questa maniera, è possibile condurre delle statistiche per il mercato europeo.

In secondo luogo, si crea un campione con una popolazione omogenea comparabile direttamente, si evitano i bias nazionali andando a concentrare tutto sui database EPO.

La popolazione di patent, in questo modo sarà in grado di dare uno specchio delle diverse market share, andando a distinguere sia i richiedenti europei, quindi una competizione sul mercato interno, sia i richiedenti esteri che quindi, stando in Europa risultano dei competitor in un mercato estero.

Al fine di consentire un'ulteriore analisi delle strategie di archiviazione dei richiedenti nelle tecnologie SDV, il campo di analisi include le domande di brevetto nazionali negli Stati contraenti alla Convenzione sul brevetto europeo (EPC¹⁷). Sono state prese in considerazione tutte le famiglie di brevetti depositate in una delle lingue ufficiali dell'Ufficio europeo dei brevetti (EPO) e con almeno una domanda di brevetto depositata presso l'EPO o l'ufficio brevetti di uno stato contraente all'EPC.

Laddove necessario, il set di dati è stato ulteriormente arricchito con i dati bibliografici sui brevetti di PATSTAT¹⁸, il database statistico mondiale sui brevetti dell'EPO, nonché da database interni, fornendo informazioni aggiuntive, ad esempio, sui nomi e gli indirizzi dei richiedenti e degli inventori. I nomi dei candidati sono stati armonizzati per consentire l'analisi dei principali candidati.

¹⁷ EPC European Patent Conenvion <https://www.epo.org/law-practice/legal-texts/epc.html>

¹⁸ PATSTAT contiene dati sui brevetti relativi allo stato bibliografico e legale dei principali paesi industrializzati e in via di sviluppo
<https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab-1>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Quando si creavano statistiche basate sull'origine del richiedente, veniva preso in considerazione solo il paese del primo richiedente.

3.2.2 Cartografica SDV

Lo studio EPO ha preso in considerazione solo le invenzioni e le tecnologie che secondo lo standard definito da SAE, rientrano nella realizzazione di veicoli a livello 4 e livello 5. Si tratta di una rigorosa identificazione e selezione di tutte le domande di brevetto correlate e copre tecnologie generali, quali reti 5G e cloud computing, nonché tecnologie automobilistiche specifiche per le applicazioni per esempio elettrificazioni del veicolo, powertrains, per quanto rilevanti per l'automazione del veicolo.

Come già accennato queste invenzioni SDV sono divise in due settori principali, ognuno dei quali è suddiviso a sua volta in un certo numero di campi tecnologici.

Di seguito riportiamo tutte le suddivisioni dello studio dal punto di vista di raccolta dati sui brevetti, per tipologia, poiché fondamentali come base di partenza per l'elaborato. I due settori iniziali *Smart environment* e *Automated vehicle platform* sono a loro volta suddivisi rispettivamente in due e tre campi tecnologici.

Per Smart environment abbiamo:

- **Comunicazione:** tutto ciò che riguarda le tecnologie di telecomunicazioni tra i veicoli e l'ambiente esterno, è qui ad esempio che si analizza il 5G.
- **Smart logistics:** tratta le tecnologie relative alla gestione dei veicoli nell'ambiente, ad esempio il traffico o la logistica dei parcheggi.

In Automated vehicle platform troviamo:

- **Perception Analysis and decision:** quindi sia il software che gli hardware legati alle decisioni e alla comprensione dell'ambiente esterno. In questo ambito si trattano i sensori come LIDAR o RADAR

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

- **Computing:** anche qui suddivisi in Software e hardware, ma più improntato sul lato computazionale e quindi, computer di bordo o algoritmi di intelligenza artificiale.
- **Vehicle handling:** nonché la maneggiabilità del veicolo, sia dal punto di vista dei sistemi sterzanti e frenanti, che dal punto di vista del Powertrain.

I campi tecnologici a loro volta suddivisi in sottoinsiemi più specifici, e a livello dettagliato sono indicati nella tabella sottostante.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Settore	Campo Tecnologico	Sottoinsieme	Descrizioni e spiegazione tecnologie incluse
Smart environment	Comunicazione	1.1.1 V2I (Infrastructure) Communication, anti-collision, infotainment, cellular network, signal encryption security	5G network; MM-wave antenna arrays technology; cloud per learning & updating mappe ad alta definizione, dati sul traffico e algoritmi per il riconoscimento oggetti, classificazioni e decision-making via comunicazione wireless
		1.1.2 Intelligent/smart roads & vehicle connectivity; wireless communication emergency & road assistance services	Dispositivi lungo il percorso per il controllo dei device sul veicolo; sistema cellulare di comunicazione per le applicazioni del veicolo; navigazione basata su istruzioni per le infrastrutture stradali; navigazione basata sulle informazioni meteorologiche ricevute; disposizioni del segnale stradale sensibili alle condizioni atmosferiche avverse; scambio di dati verso stazioni remote; sistemi di radionavigazione via satellite; comunicare le informazioni del veicolo ad una stazione situata a distanza; server esterni per la registrazione delle prestazioni del veicolo; sensori integrati nella strada; segnalazione stradale integrata; pannelli solari con segnaletica stradale variabile a LED; gestione delle connessioni per le connessioni di emergenza (eCall); sistemi di pedaggio automatico che utilizzano la trasmissione di informazioni senza fili tra il veicolo e una stazione fissa
	Smart logistics	1.2.1 Traffic monitoring, traffic congestion & fleet management	Gestione della flotta; sistemi di controllo del traffico centrale; sistemi di controllo del traffico per veicoli stradali; server esterno anticollisione per il controllo del traffico dei veicoli stradali; registrare o indicare il funzionamento dei veicoli; registrazione o indicazione di posizioni o identità di veicoli
		1.2.2 Delivery on demand & automated parking	Delivery on demand; parcheggi automatici
		1.2.3 V2G (grid) connection, electricity grid, inductive battery recharging, recharging stations & roads, vehicle identification & ebilling	Ricarica induttiva durante la guida; ricarica su strada; stazioni di ricarica induttiva (anche da energie rinnovabili); dettagli delle stazioni di ricarica; stazioni di servizio per lo scambio di batterie su veicoli elettrici; reti intelligenti come tecnologie di mitigazione dei cambiamenti climatici nei trasporti (in relazione a veicoli elettrici e ibridi)

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Settore	Campo Tecnologico	Sottoinsieme	Descrizioni e spiegazione tecnologie incluse
Automated vehicle platform	Perception, analysis & decision	2.1.1 Sensing (multiple sensors including lidar, sonar, radar & cameras for object & obstacle detection, classification and tracking)	radar a lungo raggio per controllo adattivo della velocità di crociera, frenata di emergenza, rilevamento dei pedoni, prevenzione di collisione e radar a corto e medio raggio per allarmi incrociati, assistenza al parcheggio con avviso di collisione laterale e posteriore (sensori di tipo sonar); Lidar per mappatura ambientale, vista surround, rilevamento punto cieco, assistenza parco; telecamere per avviso / controllo di partenza corsia, riconoscimento segnaletica stradale, vista surround con lato digitale e specchietto retrovisore; altri tipi di sensori
		2.1.2 Sensor fusion, semantic understanding, world model creation, localisation & navigation (data fusion including GPS data, V2V, V2I, V2E data exchange)	Strumenti di navigazione adattati per la navigazione nelle reti stradali; input di navigazione, GPS, localizzazione veicoli - posizionamento; navigazione e mappatura; sistemi di navigazione e di guida risultanti dall'interazione del veicolo con l'ambiente e le infrastrutture; Comunicazione V2V (da veicolo a veicolo), plotone, anti-collisione; percezione e modellazione della scena, selezione del percorso e navigazione; strumenti per eseguire calcoli di navigazione
		2.1.3 Driving conditions & drive assist systems, drive stability, safety & comfort	Sistemi di controllo per veicoli senza conducente per il trasporto di passeggeri: in particolare per la guida urbana (ad esempio riconoscimento del segnale stradale e navigazione GPS, Adaptive Cruise Control (ACC) e platooning, assistente traffico, autopilota del traffico, assistenza durante STOP & GO o start-stop nel traffico, evitamento di collisioni, avvicinamento a intersezione, corsia assistita, riconoscimento segnaletica orizzontale, assistenza al parcheggio e parcheggio automatizzato, parcheggiamento autonomo, allarme di traffico posteriore mediante sensori di sonar di backup e telecamere); per la guida fuoristrada (ad esempio, condizioni stradali, guida assistita per la guida su strade tortuose, assistenza in salita); stabilità del veicolo, controllo dinamico del telaio, controllo congiunto dei sistemi di stabilità (ESP, ATC, TCS, ASR, ASC, ABS); comfort dei passeggeri, sicurezza e protezione, assistenza alla sicurezza, controllo adattivo della luce, visione notturna (ad esempio rilevamento di sonnolenza del conducente, rilevamento del gesto del guidatore, monitoraggio della pressione dei pneumatici, monitoraggio e interazione di guidatore e passeggero, identificazione dei gesti)

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Settore	Campo Tecnologico	Sottoinsieme	Descrizioni e spiegazione tecnologie incluse
Automated vehicle platform	Computing	2.2.1 Computer hardware & computer architecture	Memoria di architettura del computer, sistemi, hardware, quantum computing; elaborazione parallela e sistemi ridondanti, sistemi di supervisione e monitoraggio per il riconoscimento e il recupero dei guasti; bus system, multi-tasking, sistemi multiplex ottici
		2.2.2 Computer software	Intelligenza artificiale, reti neurali e fuzzy logic, algoritmi genetici, deep learning, machine training; prioritizzazione dei sistemi, sistemi di supervisione e monitoraggio, riconoscimento e ripristino degli errori, sistemi ridondanti e elaborazione parallela, sicurezza del computer; diagnostica e gestione dei guasti (monitoraggio del funzionamento del sistema autonomo, rilevamento di guasti e generazione di soluzioni di ripristino); gestione dell'energia; generazione della traiettoria e controllo reattivo (processo decisionale, pianificazione della traiettoria del percorso del veicolo e manovre)
	Vehicle handling	2.3.1 Steering, braking & suspension	Sterzo automatico, servosterzo, quattro ruote sterzanti (4WS); sterzo assistito dal comando con il volante (livello 4 autonomia di guida del veicolo); sterzo automatico senza volante (livello 5 autonomia di guida del veicolo); aiuti alla guida attivi; controllo delle sospensioni del veicolo; sistemi di controllo per il controllo dell'azionamento di veicoli stradali
		2.3.2 Powertrains (motors, ice, transmission)	Veicoli elettrici a batteria (BEV); veicoli ibridi; veicoli efficienti a motore a combustione interna (nuovi carburanti / doppio combustibile / gas naturale); controllo powertrain, controllo motore elettrico, ICE e controllo della trasmissione; dispositivi di sicurezza per il controllo dell'unità di propulsione appositamente adattato per i veicoli

3.3 Contesto dei brevetti EPO in ambito SDV

Per capire lo stato attuale dei brevetti, sono andato ad analizzare report e documentazioni da fonti diverse: Lo studio EPO rimane una linea guida e viene confrontato con altri studi per capire i trend che guidano l'innovazione nell'ambito dei veicoli a guida autonoma

Secondo l'EPO in uno report condotto sul numero di brevetti relativi ai veicoli a guida autonoma in uno spettro temporale che va dal 2011 al 2017 si è verificato un incremento del 334%. Le registrazioni sono aumentate di anno in anno,

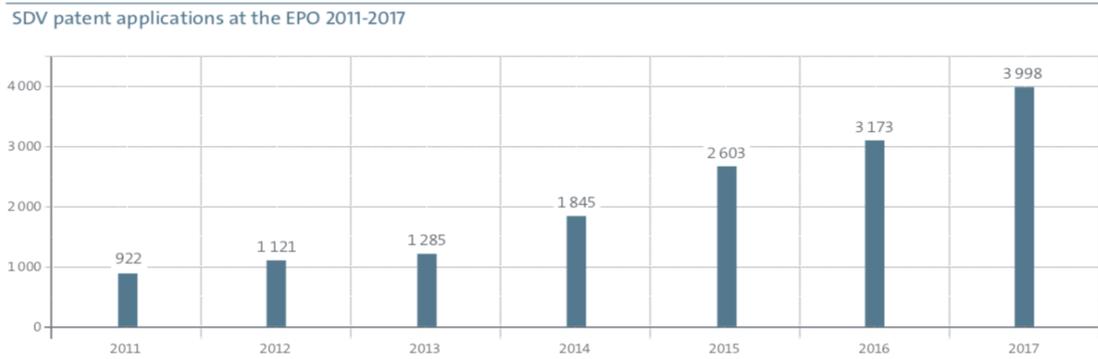
Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

raggiungendo una velocità pari a 20 volte maggiore rispetto al normale trend di registrazione dei brevetti EPO nello stesso periodo.

Quasi 18000 patent relativi ai SDV sono stati registrati, e di questi, 4000 solo nel 2017. Il campo *Perception, analysis and decision* e *Comunicazione* sono stati i più grandi nel 2017. *Comunicazione* e *Computing* sono invece i trend che presentano una crescita maggiore. Presentano infatti dal 2011 al 2017, rispettivamente un incremento del 647% e del 470%¹⁹.

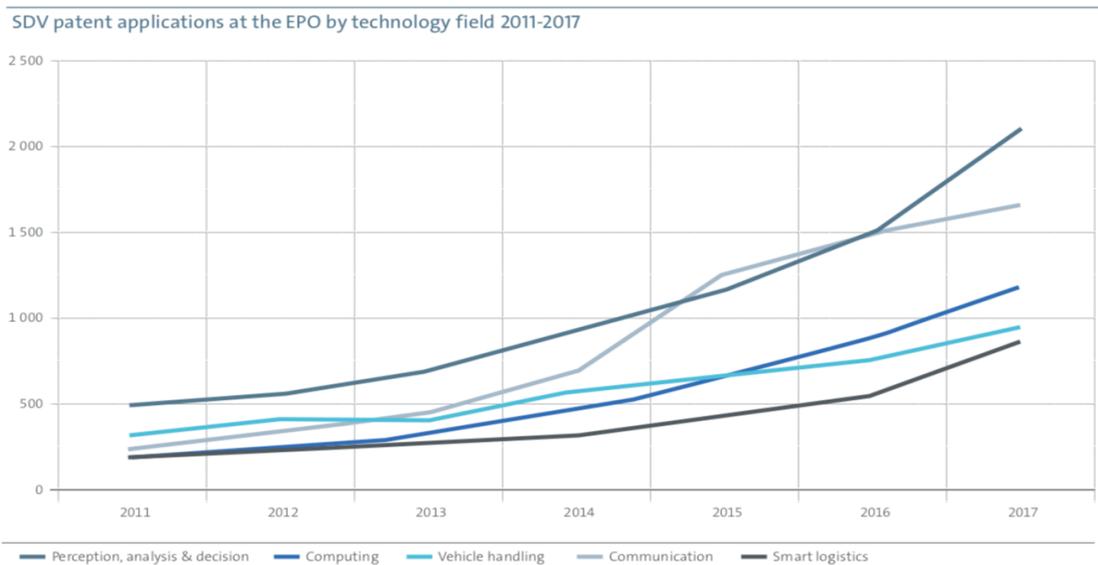
¹⁹ I dati citati sono dichiarati dal report EPO

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



Source: EPO

The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.



Source: EPO

The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 4: Sopra Numero di patent registrati per anno. Sotto trend di crescita per numero di registrazioni, per singolo campo tecnologico. (Fonte EPO)

In questo studio sono stati presi in considerazione vari campi di applicazione dei patent dal punto di vista delle Industries. Proprio perché il mondo dell'auto a guida autonoma non tocca più solamente il settore dell'automotive, ma vede nascere nuovi protagonisti provenienti da settori diversi. Con un rapporto Pareto vediamo che l'80% dei patent proviene dai migliori 500 inventori.

È stata quindi costruita una matrice che vede da un lato la suddivisione per tipologia di patent come campo tecnologico. Dall'altro una seconda suddivisione

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

per industry. Rispettivamente sono state prese in considerazione le seguenti tipologie di aziende:

- Automotive
- Altri trasporti
- Macchinari ed equipaggiamenti elettrici
- Telecom
- ICT per automotive
- Altri

La tabella che segue mette in luce le rispettive percentuali di patent relativi ad ogni industry, confermando la non dominanza del settore automotive, benchè comunque legato al SDV.

Main applicant groups for SDV patent applications at the EPO and their technology profiles 2011-2017

	Automotive	Other transport	Machinery & electrical equipment	Telecom	ICT for automotive	Other
Perception, analysis & decision	44.4%	9.9%	13.6%	4.2%	23.8%	4.2%
Computing	33.6%	7.6%	14.4%	9.1%	30.4%	4.9%
Vehicle handling	63.4%	4.6%	15.8%	2.2%	10.8%	3.3%
Communication	18.5%	3.6%	6.9%	25.1%	42.6%	3.3%
Smart logistics	48.7%	7.0%	19.6%	5.1%	15.4%	4.1%

Source: EPO

The patent statistics in this table are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 5: Quote di mercato patent SDV suddivise per tipologia di azienda (Fonte EPO)

Le aziende in Automotive e Altri trasporti o relative a Macchinari ed equipaggiamenti elettrici, rappresentano il 50% di tutti i brevetti considerati, seguiti da ICT per automotive con il 32.8% e Telecom con il 13.6%.

Per quanto riguarda i patent group, le aree che presentano una crescita maggiore sono quelle dell'ambito Automotive e ICT per automotive.

Una prima analisi mi permette di capire che le tipologie di aziende in gioco nell'ambito dei veicoli a guida autonoma vedono il fondersi di due settori:

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

l'automotive e le industrie tech. Naturalmente vi è ancora una certa differenza, ad esempio per quanto riguarda il *Vehicle handling*, quindi i brevetti riguardanti la manovrabilità del veicolo, il 63.4% proviene da aziende automobilistiche tradizionali.

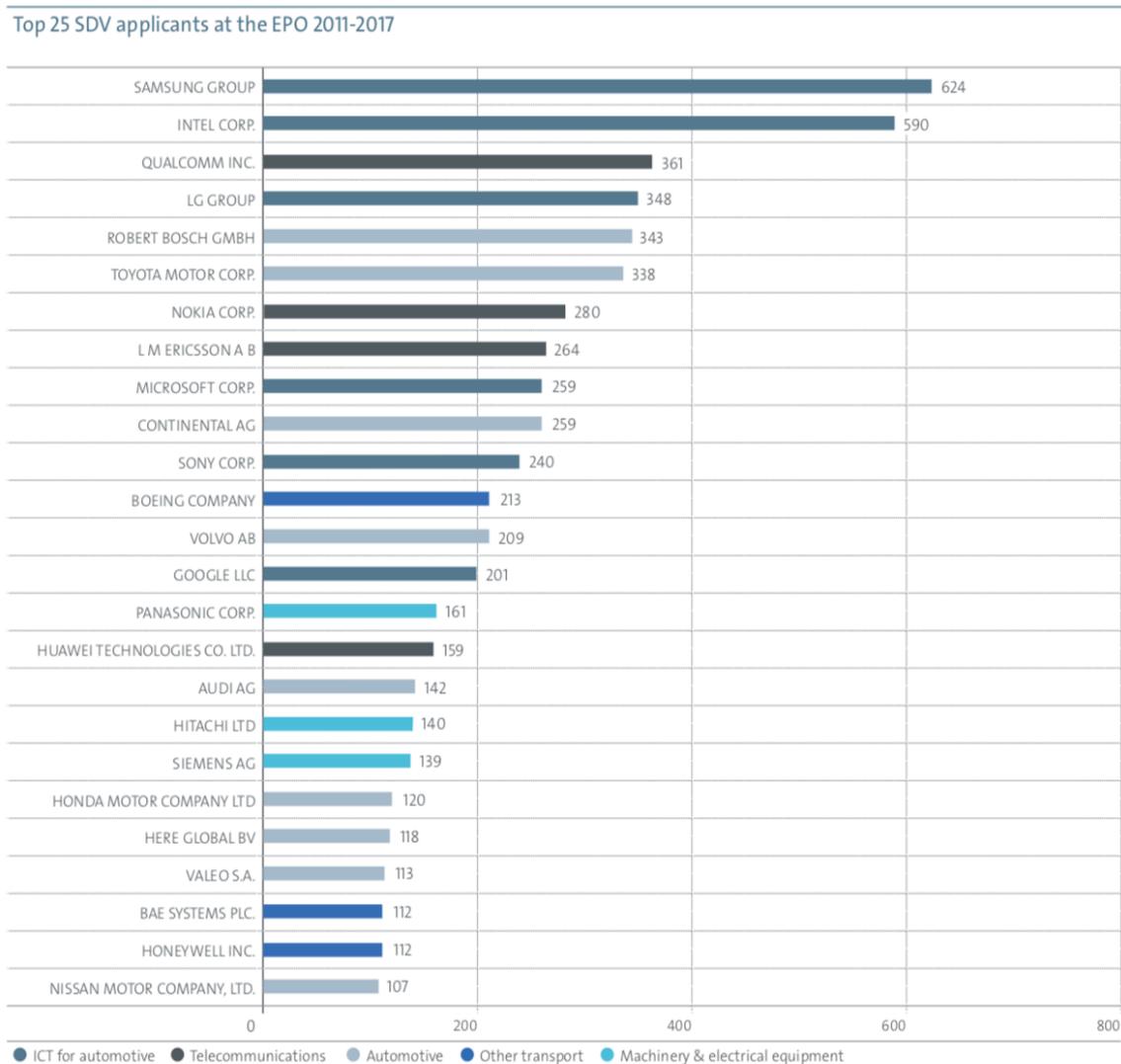
Un certo equilibrio vi è nel campo della *Perception, analysis and decision*.

Da notare invece la crescita nelle Telecom riguardanti il campo della comunicazione.

Questo quindi mi introduce alla tipologia di ecosistema e all'architettura della tecnologia. Vi è l'unione di più fattori che vanno dall'hardware, al software; dalla connettività allo storage di dati.

L'evidenza della multidisciplinarietà, varietà di tipologie e di aziende in gioco è deducibile dal seguente grafico sempre dell'EPO. Le prime 25 aziende per numero di brevetti in ambito SDV costituiscono il 40% di tutti i brevetti presenti in tale settore. Una prima metà opera nel campo tecnologico del *Vehicle handling, Smart logistics* e *Perception, analysis and decision*. L'altra metà invece rappresenta *ICT per automotive* e *Telecom*. Da notare che le prime quattro aziende sono industrie tech e non automotive, questo dovuto alla grossa quota di mercato rappresentata dai campi *Comunicazione* e *Computing*, nonché il core business di Samsung, Intel, Qualcomm e LG.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 6: Top 25 innovatori in ambito SDV dal 2011 al 2017 (Fonte EPO)

In un contesto mondiale (fonte: WIPO World Intellectual Property Organization) e su uno spettro temporale che va dal 2010 al 2017 abbiamo il secondo dato aggregato, mostrato nel grafico della figura successiva.

Si vede una dominanza di Bosh, ma soprattutto si può notare una presenza non diversificata anche a livello territoriale. La Germani e gli Stati Uniti sono le due aree più frequenti in cui vi è la più alta concertazione di brevetti.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Number of autonomous driving patent filings worldwide between 2010 and July 2017, by main company

Global autonomous driving patent filings: leading companies 2010-2017

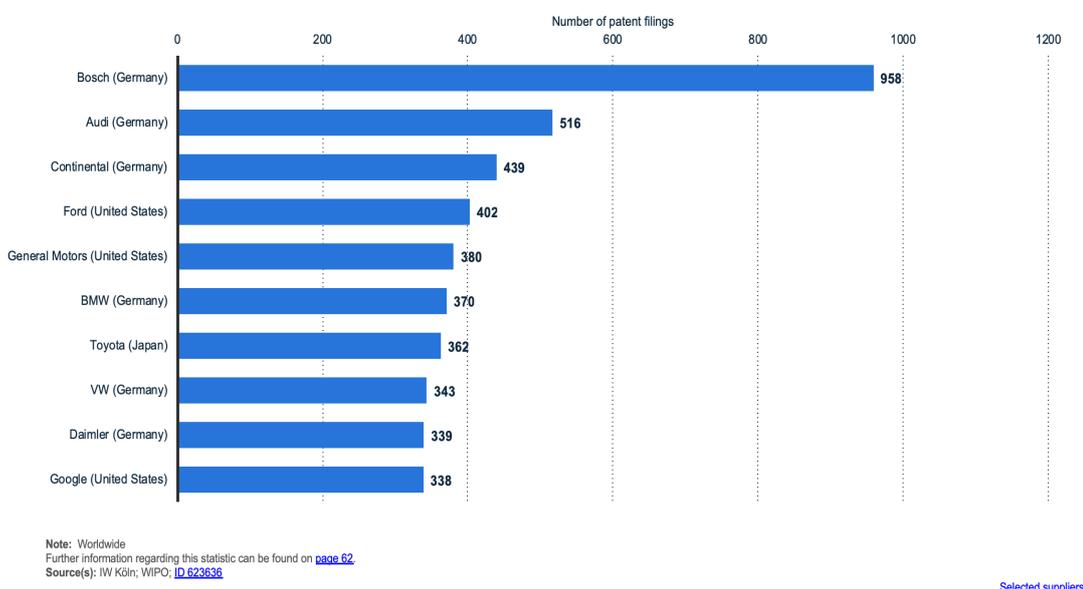


Figura 7: Top 10 innovatori in ambito SDV dal 2010 a luglio 2017 (fonte Statista)

Questo grafico si discosta dal precedente sia per l'area geografica più ampia, ma anche per lo spettro temporale. Un solo anno in più considerato nel settore, modifica drasticamente la classifica delle aziende, sinonimo di un settore in cui i patent sono in fermento e si cerca di imporre la tecnologia dominante.

3.4 Patent e aree Geografiche

Considero adesso in aggregato tutti i patent in ambito SVD e vado a fare un'analisi dal punto di vista geografico, ovvero quali sono i paesi che più emergono in questo settore e che quindi si dimostrano più favorevoli alla creazione di un ecosistema.

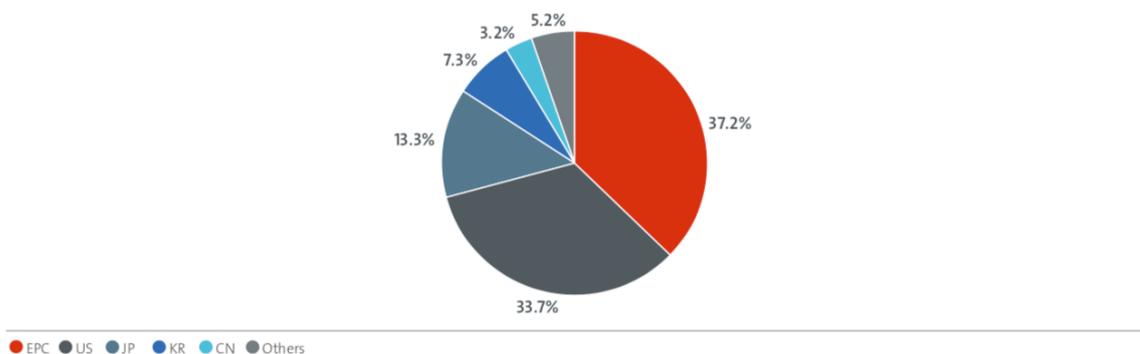
Sempre dall'EPO si evince come USA ed Europa dominino la scena in ambito SDV dal 2011 al 2017. Solo 1400 sono i patent del 2017. Il Giappone nello stesso anno ne conta 486. Relativamente alto, a mio avviso il valore del 7.3% (382 patent) della Corea del Sud dovuto sicuramente alla presenza di Samsung che è uno degli attori principali in ambito ICT. Gli USA dominano i campi tecnologici di *Comunicazione*

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

e *Computing*; gli europei invece sono più presenti in *Vehicle handling*, *Smart logistics* e *Perception, analysis and Decision*.

Un dato interessante è che la Cina, considerato il mercato principale per le auto elettriche per i prossimi anni, quindi, il paese che adotterà in maniera massiva la tecnologia prima degli altri risulta il più piccolo a livello di proprietà intellettuale con solo il 3.2% (194 patent) dei brevetti²⁰.

Geographic origins of SDV applications at the EPO 2011-2017



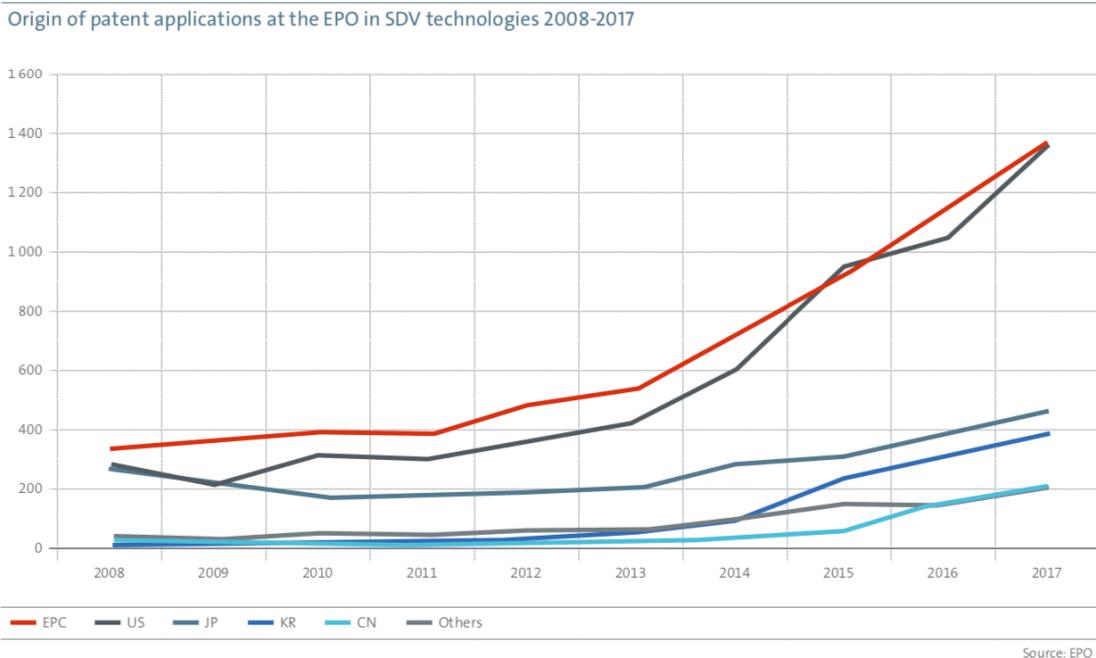
The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Source: EPO

Figura 8: Concentrazione registrazione brevetti per aree geografiche (fonte EPO)

²⁰ Bloomberg New Energy Finance: articolo <http://www.rinnovabili.it/mobilita/cina-vendita-auto-elettriche-333/>

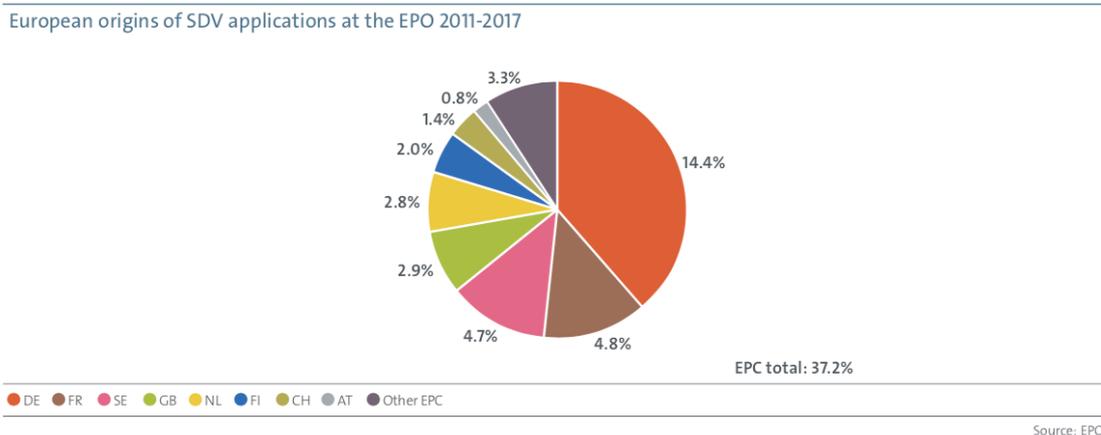
Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 9: Trend di crescita di registrazione patent per paese dal 2008 al 2017

Lo studio fa inoltre un focus sull'Europa che rappresenta la fetta più grande e va a sua volta ad analizzarla.



The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 10: Concentrazione registrazione brevetti per paesi europei (fonte EPO)

Come nello studio WIPO emerge da subito la forte presenza della Germania che da sola vale il 14.4% dei brevetti totali, risultando quindi maggiore sia del

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Giappone (13.3%) che di Cina e Corea messe insieme (3.2% e 7.3%). Posso affermare che questo dato possa essere dovuto alla forte presenza di aziende automotive tradizionali in territorio tedesco.

La Germania presenta ben 2151 brevetti, di cui 500 solo nel 2017. Seguita da Francia (FR) e Svezia (SE) a pari merito con circa 700 patent ciascuno. Gran Bretagna e Olanda sul gradino più basso del podio con circa 400 brevetti ciascuno. L'Italia si classifica in fondo in questo studio poiché non vi è una particolare presenza di brevetti nell'ambito SDV.

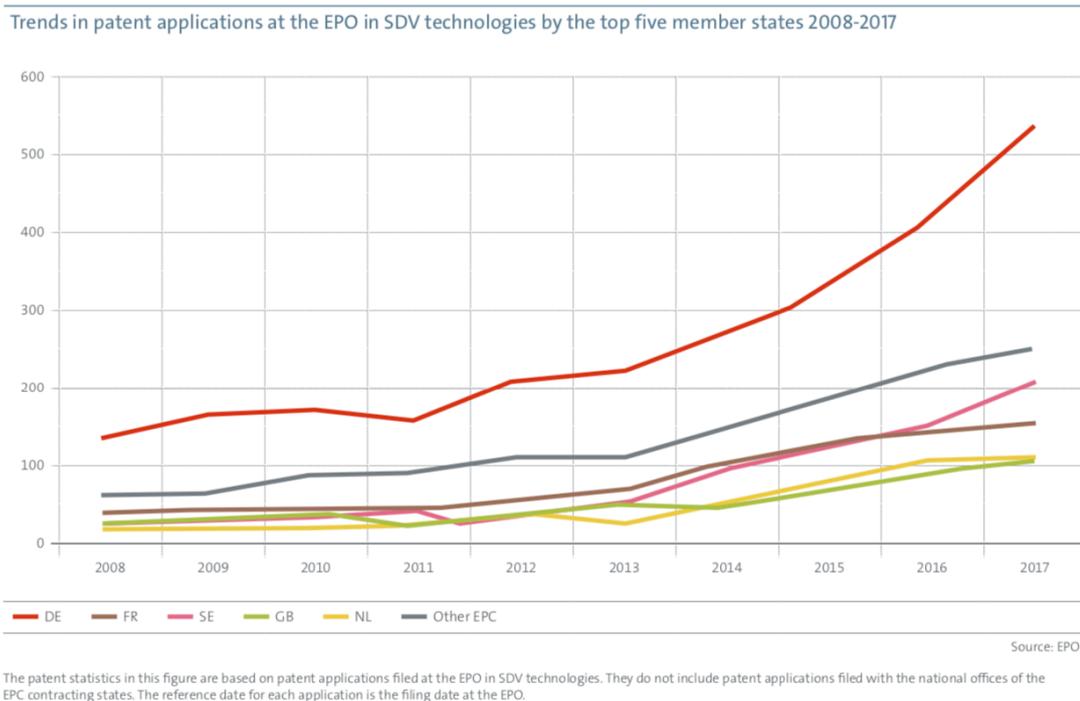


Figura 11: Trend di crescita di registrazione patent per paesi europei dal 2008 al 2017

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

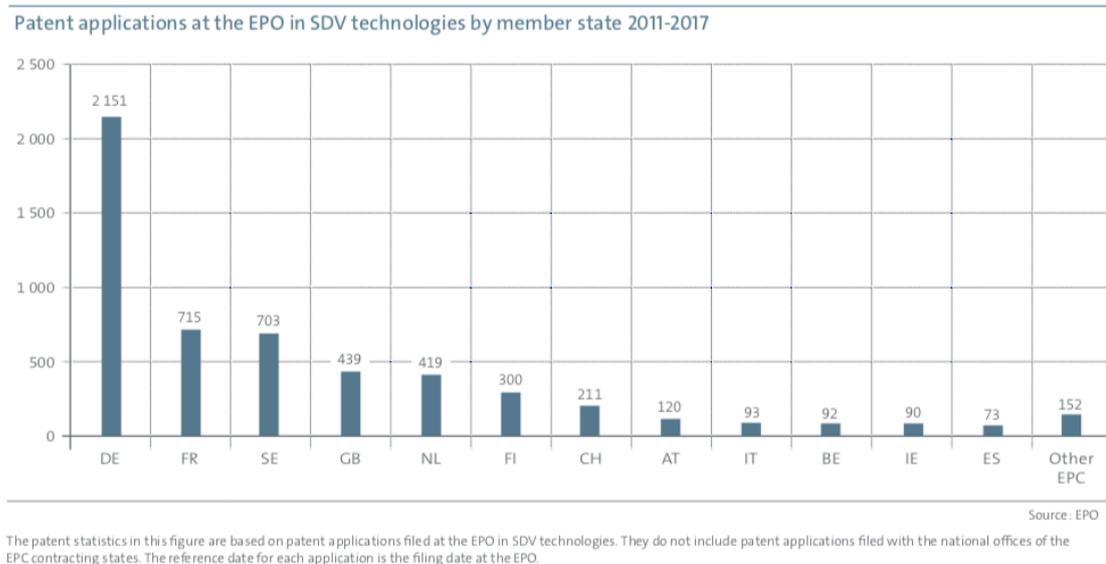


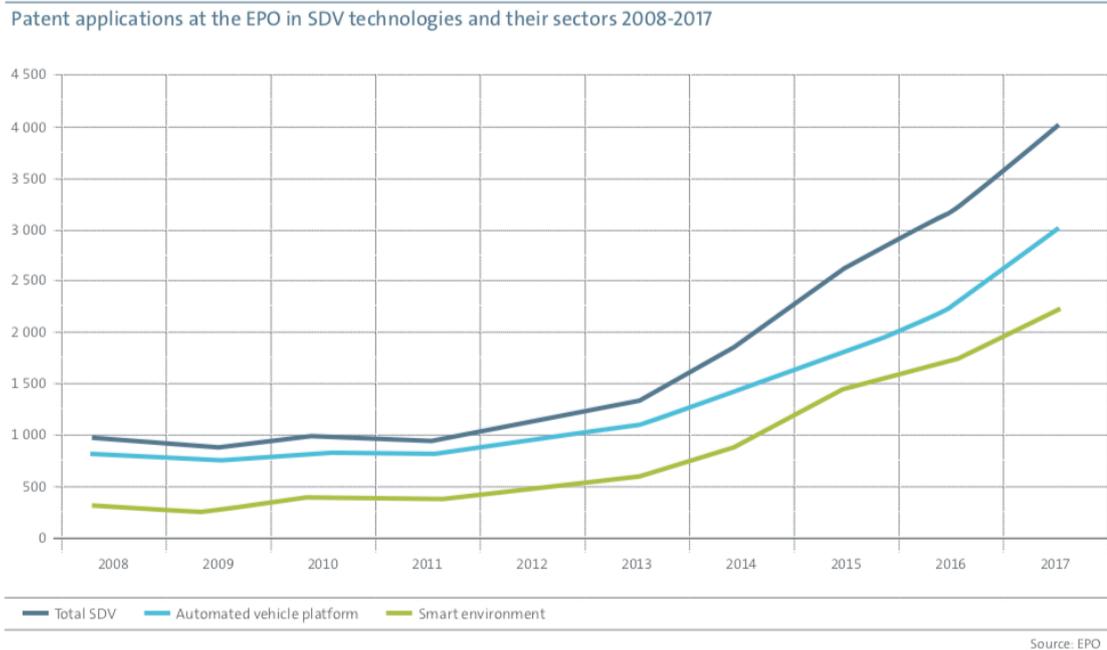
Figura 12: Numero di patent registrati per paese europeo (fonte EPO)

3.5 Patent trend

Di seguito riportiamo i trend sulle registrazioni dei patent evidenziati dallo studio. In una prima fase valutiamo un trend in aggregato e nel secondo caso lo analizziamo per campo tecnologico.

Benché, il report si sia concentrato sul un range di date che va dal 2011 al 2017, si prende in esame come data di inizio, nel grafico che segue, il 2008. Ci permette di avere un'idea sull'aumento di brevetti dal 2011 in poi, anno in cui si ha un punto di svolta. Prima del 2012 la maggioranza dei patent riguardava il settore *Automated vehicle platform*. Negli ultimi anni, si vede invece un importante aumento nel numero di registrazioni, in ambito *Smart enviroment* che oggi rappresentano un importante fetta del totale dei patent. Di seguito il grafico.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



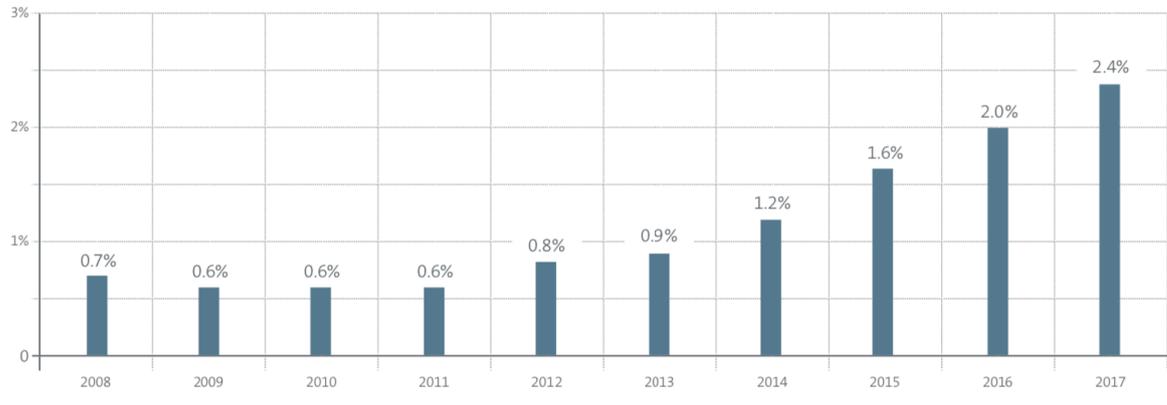
The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 13: Trend di crescita rsgistrazioni patent per settore tecnologioc dal 2008 al 2017 (fonte EPO)

Nel 2017 il numero di brevetti in campo SDV è il 2.4% delle richieste totali dell'European Patent. Quindi nella tabella successiva si può notare qual è la quota di brevetti relativa alla guida autonoma negli anni, rapportata al totale dei patent EPO registrati.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Share of SDV patent applications in total patent applications at the EPO 2008-2017



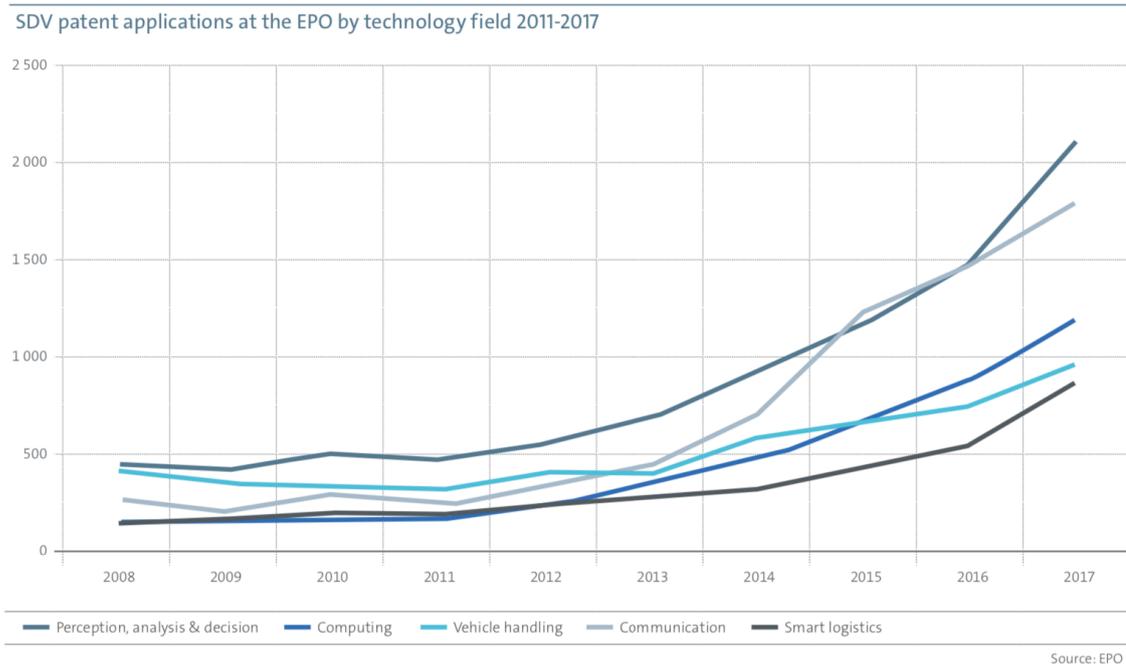
Source: EPO

The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 14: Quota di patent riguardanti i SDV per anno dal 2008 al 2017 (fonte EPO)

Ponendo l'accento sulle tecnologie singolarmente, distinguiamo subito un andamento predominante del campo tecnologico *Perception, analysis and decision* seguito subito dopo da *Comunicazione*. Tuttavia, il trend è crescente in maniera simile in tutti gli altri campi vedendo una crescita sostanziosa dal 2015 in poi.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 15: Trend annuale registrazioni patent per campo tecnologico dal 2011 al 2017 (fonte EPO)

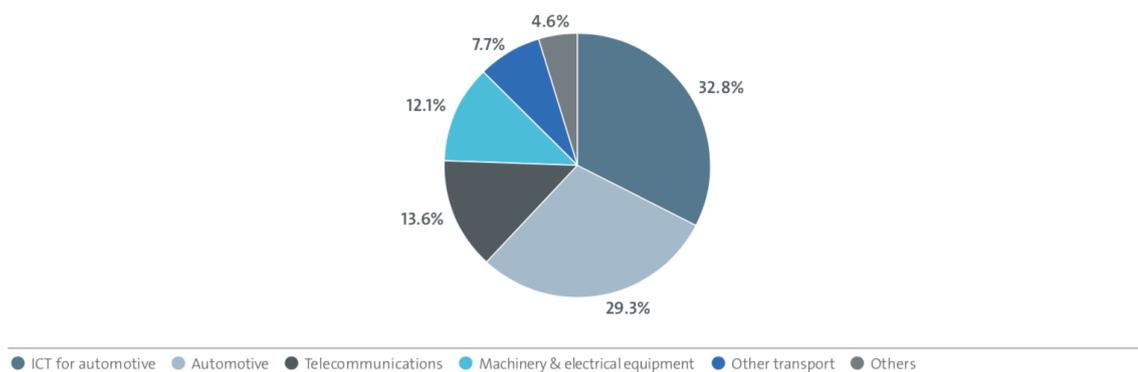
3.5.1 Primi 500 inventori

In questo paragrafo analizziamo i primi 500 inventori. Lo studio li divide in due gruppi. Le aziende più orientate a tecnologie ICT e le aziende automotive classiche.

Nella figura sottostante è subito intuibile come le aziende ICT, quindi non automotive, rappresentano la quota più alta sui patent SDV. Benchè la quota automotive sia di poco inferiore, va considerato anche la presenza delle aziende operanti negli altri settori come ad esempio le Telecom.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Categories of the top 500 companies filing SDV patent applications with the EPO 2011-2017



Source: EPO

The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 16: Categorie di top 500 innovatori per campo tecnologico dal 2011 al 2017 (fonte EPO)

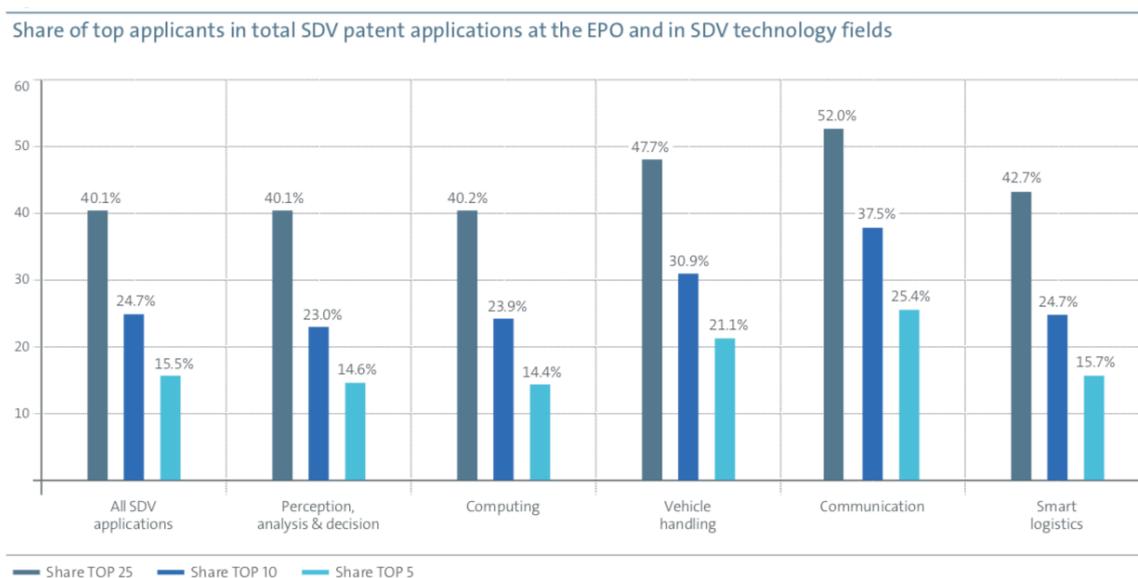
3.5.2 Concentrazione nel settore SDV

Un'analisi utile per capire in che fase si trova il mercato è quello di analizzare la concentrazione della proprietà dei brevetti. Se la concentrazione è alta, il mercato è maturo e si sono stabiliti degli standard. Al contrario, con livelli di concentrazione bassa, il mercato risulta più penetrabile e non vi è ancora uno standard predominante.

Nell'ambito SDV i primi 5 candidati rappresentano il 15,5% delle domande. I primi 10 il 25% e circa il 40% dei brevetti proviene dai primi 25 innovatori. Il restante 60%, quindi la quota predominante è caratterizzata da una galassia di attori, diversificati, più piccoli. Questo risultato dello studio rappresenta una bassa concentrazione del mercato. I settori di *Perception, Analysis and decision, Smart logistics* sono i più appetibili, oltre ad essere i più interessanti dal punto di vista tecnologico. La mancanza di uno standard in questi settori, attrarre gli innovatori che vogliono imporsi. L'opposto accade nel settore ICT dove la presenza di grossi player informatici, rende meno penetrabile il mercato.

Nella figura seguente si vedono le market share per i singoli settori considerando rispettivamente i primi 25, 10 e 5 innovatori.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



The patent statistics in this figure are based on patent applications filed at the EPO in SDV technologies. They do not include patent applications filed with the national offices of the EPC contracting states. The reference date for each application is the filing date at the EPO.

Figura 17: Quote di mercato per i primi 25, 10 e 5 innovatori per campo tecnologico (fonte EPO)

3.6 Conclusioni dello studio

La prima osservazione che fa lo studio è l'interesse delle industrie nel settore SDV. Con un aumento del 334% dei di brevetti tra il 2011 e il 2017 e con una crescita pari a 20 volte il normale trend di registrazione.

Il secondo aspetto importante è la presenza dei nuovi player delle aziende hi-tech, relativamente nuove al mondo dell'automotive. I due terzi dei brevetti appunto provengono da aziende che non hanno una tradizione automobilistica. Resta comunque una frammentazione nel mercato. Lo zoccolo del 40% dei patent proveniente dai primi top 25 candidati non sottolinea comunque la presenza di leader di mercato nel settore. Vi è quindi più una suddivisione dei ruoli e delle competenze. Le aziende automotive tendono a specializzarsi nelle aree riguardanti il veicolo come *Vehicle handling* invece le industrie ICT si impongono sul lato informatico, software e hardware, comunicazione e connettività.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

A livello territoriale Europa e Stati Uniti rappresentano le due fette più grandi con circa il 35% di patent ciascuno. È uno specchio di quanto detto sopra, la predominanza automotive nell'area Europea che si contrappone alla forte presenza di industrie ICT in territorio statunitense.

Alla luce di quanto detto finora, data la frammentazione e la suddivisione delle competenze, si può immaginare una collaborazione futura tra i vari specialisti del settore SDV.

3.7 Roadmap

In uno studio della società KPMG intitolato *Connected and Autonomous Vehicles* è stata ipotizzata una roadmap della tecnologia suddivisa per livello di automazione.

In questa roadmap si può notare come non sia possibile parlare di auto a guida autonoma con un livello di automazione 5, se non prima del 2030. Le ragioni sono sia legate alla tecnologia disponibile, sia al costo della tecnologia che, nonostante il calo, resta comunque una voce importante. A questo va aggiunto la tipologia di settore, ovvero quello dell'auto, che ha un'obsolescenza bassa, e un ricambio tecnologico che dura decenni.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

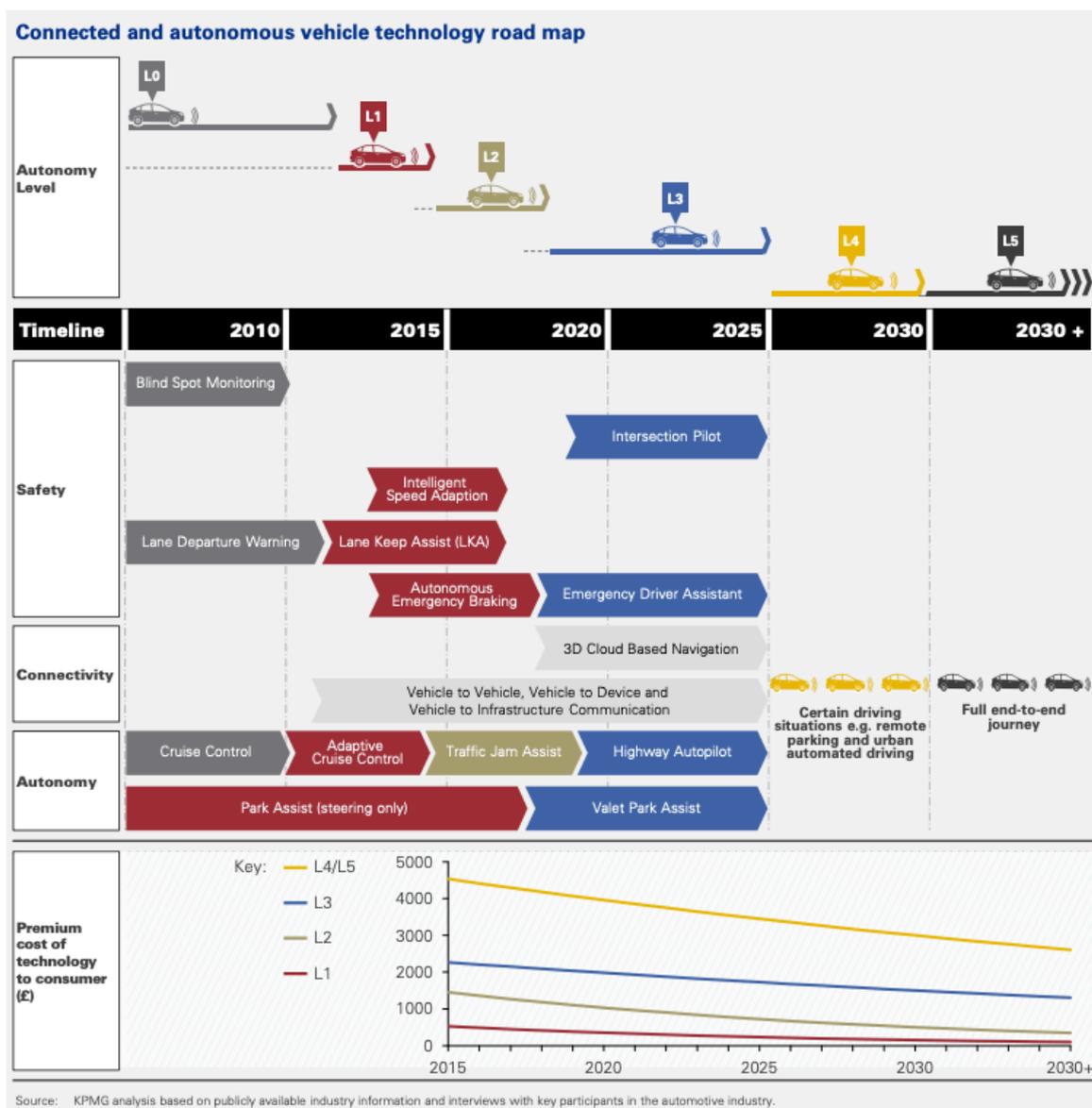


Figura 18: Roadmap sulle auto connesse e autonome (fonte KPMG)

Questo introduce le opinioni di due CEO impegnati nel settore. Da un lato Elon Musk, numero uno di Tesla e dall'altro John Krafcik CEO di Waymo, controllata da Google. Quest'ultimo dichiara²¹ che ci vorranno decenni prima che l'auto a guida autonoma possa essere disponibile come tecnologia, l'unico modo per

²¹ Guida autonoma, Waymo: ci vorranno decenni:

<https://www.autoblog.it/post/933814/guida-autonoma-waymo-ci-vorranno-decenni>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

accelerare l'adozione è creando servizi come ride sharing, sfidando UBER o Lyft, oppure ancora più probabili il settore del trasporto merci su gomma.

Alle sue dichiarazioni si contrappone invece Elon Musk che sembra essere molto ottimista sui tempi dichiarando che già dal 2019²² sarà possibile avere un livello 5 sulle Tesla poiché già dotate della tecnologia necessaria. Promettendo inoltre di poter trasformare la propria auto Tesla, in un car sharing nel momento in cui non la si utilizza.

Confrontando le dichiarazioni dei CEO con lo studio KPMG si può immaginare una visione più realistica dal punto di vista di Waymo. Va sottolineato però che le due aziende adottano tecnologie completamente diverse; il che rende difficile prevedere gli sviluppi futuri.

²² Guida autonoma completa sulle Tesla dal 2019?
<https://www.autoblog.it/post/958801/guida-autonoma-completa-sulle-tesla-dal-2019>

4 Metodo

In questo capitolo vado a descrivere qual è stata la metodologia utilizzata per il raccoglimento dei dati, le scelte sostenute e le assunzioni fatte.

Lo studio EPO descritto precedentemente è servito come linea guida. L'area d'interesse dello studio è ricaduta sui patent riguardanti il veicolo. Quindi è stato escluso tutto l'ambito *Smart enviroment* riguardante appunto la connettività, la rete, il 5G e le tecnologie per le smart logistics. Ci siamo concentrati invece su quello che è il settore denominato *Automated vehicle platform*.

Il nostro studio, si concentra quindi su alcuni sottogruppi tecnologici. A livello territoriale invece, considera i patent di tutto il Mondo.

Per la raccolta dati è stata utilizzata la piattaforma Derwent Innovation di Clarivate Analytics. La web application consente di accedere a tutte le banche dati internazionali sui patent, permettendo di esportare e filtrare le ricerche.

Lo studio EPO, ci ha fornito i codici CPC²³ (Cooperative Patent Classification) ovvero i codici dati dalla cooperazione EPO e USPTO²⁴ (United State Patent and Trademark Office) che hanno sviluppato uno standard di classificazione univoco. I codici in questione sono stati suddivisi per ogni area tecnologica di interesse e ci hanno permesso di esportare i database di patent relativi a ciascuna.

L'interfaccia della piattaforma Derwent Innovation si presenta come nell'immagine seguente.

²³Cooperative Patent Classification: <https://www.cooperativepatentclassification.org/index.html>

²⁴ United State Patent and Trademark Office: <https://www.uspto.gov/>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

The screenshot shows the Derwent Innovation patent search interface. The search criteria are as follows:

- Search type: PUBLICATION NUMBER
- Field: IPC-Any
- Value: H01M000448 \ H01
- Operator: AND
- Field: Priority Date-Earliest
- Value: YYYY-I
- Operator: AND
- Field: To
- Value: YYYY-I

Figura 19: interfaccia di ricerca piattaforma Derwent Innovation.

La ricerca è stata condotta inserendo i codici CPC relativi ad ogni sottogruppo tecnologico legati dall'operatore di somma logica booleana OR che restituisce come valore 1, se almeno 1 è presente. In questa maniera consideravamo tutti i brevetti di un sottogruppo, ma una sola volta, evitando ripetizioni.

Nell'area riguardante il periodo di tempo di riferimento è stato considerato un arco temporale che va dal 2010 al 2019. Questo veniva legato ai codici, tramite l'operatore di logica booleana AND.

Un esempio di query di ricerca:

```
IC = (G01S000700 OR G01S000702 OR G01S000752 OR G01S001300 OR  
G01S001386 OR G01S001387 OR G01S001393 OR G01S001500 OR  
G01S0015025) AND (PRYS >= (2010) AND PRYS <= (2019));
```

4.1 Aree di interesse

Inizialmente sono state fatte delle analisi su tutti i campi tecnologici sotto la voce di *Automated vehicle platfom: Perception, analysis & decision; Computing e Vehicle handling*.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

I risultati di questa analisi preliminare hanno portato all'esclusione del campo tecnologico *Vehicle handling* in quanto concentrato in Steering, braking, suspension, e powertrains. Al contrario si è scesi più nel dettaglio negli ambiti *Perception, analysis & decision* e *Computing*.

L'area *Computing* è di interesse poiché, come abbiamo visto dallo studio EPO, vede l'ingresso di player nuovi al mondo dell'auto come le aziende ICT.

La ricerca dei dati è stata condotta su un livello di Hardware e Software legati al Computing. Il focus quindi è ricaduto su tutti i brevetti al Mondo sotto il codice **B60W50/00**.

Il campo tecnologico *Perception, analysis & decision* è sicuramente quello che suscita un interesse maggiore per varie ragioni. Prima di tutto poiché è l'area che ha visto la crescita più rapida in termini di registrazioni di domande di brevetti. In secondo luogo, poiché è proprio in questo gruppo che si ritrovano le tecnologie e i sensori legati all'auto a guida autonoma. L'analisi vuole verificare se in quest'area si può cominciare a parlare di nascita di uno standard tecnologico o di una tendenza in una direzione specifica.

4.2 Dati esportati

Dalla piattaforma sono stati esportati e successivamente analizzati quattro database. Il totale dei patent analizzati è di **50356**.

Le voci nel dettaglio, come numerosità del campione e codici sono indicate nella tabella sottostante.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Settore	Campo Tecnologico	Sottoinsieme	Codici CPC	n° di Patent analizzati	Totale
Automated vehicle platform	Computing	Computer hardware & Software	B60W50/00	5439	5439
	Perception, analysis & decision	RADAR	G01S7/00, G01S7/02, G01S7/52, G01S13/00, G01S13/86, G01S13/87, G01S13/93, G01S15/00, G01S15/025, G01S15/87, G01S15/931, G01S17/00, G06K9/00, G05D1/00, G05D1/0257, B60W2420/52, B60Y2400/3017, B60R19/00	29675	44917
		LIDAR	G01S17/023, G01S17/06, G01S17/87, G01S17/88, G01S17/936, G01S7/48, G01S2013/9332, B60W2420/52	4077	
		Camera	G06T1/0007, G06T1/0014, G06T1/20, G06K9/00362, G06K9/00785, G06K9/00791, H04N5/335, B60Y2400/3015, B60W2420/42, B60S1/56	11165	
Totale					50356

Tabella 1: Codici CPC e numero di patent contenuti nei database esportati

Le query di ricerca utilizzate per l'export sono state tutte le stesse, dando come vincoli codici CPC e periodo temporale compreso tra il 2010 e il 2019.

Unica eccezione è stato il caso del sottoinsieme RADAR che presentava un database con una popolosità troppo elevata e dispersiva che superava le 100 mila voci. Si è voluto quindi restringere il campo con una query di ricerca apposita che andava a considerare i patent che contenessero nell'abstract o nel titolo le parole relative al SDV. In particolare, è stata aggiunta alla query la seguente formulazione:

TAB = (SDV OR AUTONOMOUS OR DRIVING OR CAR OR AUTOMATED OR SELF OR ADAPTIVE)

Riducendo così la popolosità del database a 29675.

Tramite la piattaforma quindi è possibile scaricare la tabella in formato .xlsx costruendo il database solo con le informazioni utili da elaborare. Sono state scelte come colonne del dataset:

1. **Publication number:** il numero univoco del brevetto
2. **Application date:** la data di registrazione

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

3. **Application year:** anno di registrazione
4. **Assignee Standardized:** nome dell'inventore
5. **Assignee Optimized:** nome dell'inventore ottimizzato, se riconducibile ad aziende o ad altre corporazioni
6. **Publication Country code:** il codice identificativo del paese in cui è stato registrato
7. **Count of citing patents:** numero di citazioni del brevetto utili a calcolarne l'importanza

5 Analisi

Premessa la metodologia utilizzata nella raccolta dei dati in *Metodo*; ci concentriamo, invece, in questo capitolo sulla parte relativa alle analisi computazionali condotte. È utile valutare in prima istanza, i risultati generali ottenuti sui campi tecnologici che compongono il settore di *Automated vehicle platform* dal punto di vista del trend di registrazione dei brevetti.

In particolare, abbiamo visto quali sono i principali innovatori del campo, qual è il numero di brevetti e il trend relativo anno per anno, ed infine la suddivisione dei brevetti in base al paese.

Ricordiamo inoltre che i campi tecnologici sotto il settore *Automated vehicle platform* sono:

- Perception, analysis and decision;
- Computing;
- Vehicle handling.

Per ogni campo è stata considerata un'analisi di massima, successivamente in questo capitolo, saranno descritte nel dettaglio le analisi condotte sugli oltre 50 mila brevetti nelle aree di *Perception, analysis and decision* e di *Computing*.

5.1 Overview Perception, analysis and decision

Abbiamo seguito la suddivisione utilizzata nello studio EPO. Qui di seguito andiamo a riportare i risultati del sottoinsieme *Sensing*. Questo sottoinsieme è stato di grande interesse per questo studio, poiché è qui che sono state valutate le tecnologie in gioco, nell'ambito SDV. Il database in questione conta **4691** voci. Questo database si presenta ad un livello più alto. Nei paragrafi successivi, si valuteranno le tecnologie ad un livello di dettaglio maggiore.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

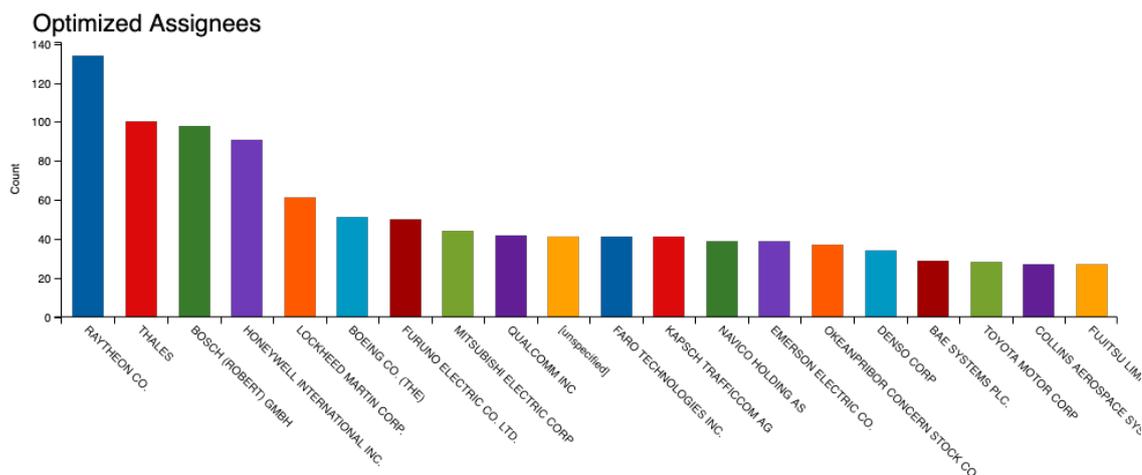


Figura 20: Top 20 innovatori database Sensing esportato dalla piattaforma Derwent Innovation

In questa figura viene presentato il numero di patent rapportato agli innovatori, nello specifico Optimized Assignee, quindi riconducibili ad aziende. Quello che notiamo subito è la mancanza di aziende automobilistiche classiche. Nelle prime 6 classificate l'unica azienda più specializzata nell'automotive è Bosch. Le altre sono aziende molto più focalizzate sull'aerospaziale (si pensi a Raytheon CO²⁵, Thales²⁶ e Boeing²⁷).

Questo ci fa dedurre ancora una forte concentrazione del know how sui sensori, da parte di aziende che storicamente hanno utilizzato questo tipo di tecnologie. Infatti, si pensi al Radar o al Lidar che hanno trovato un'applicazione nell'auto a guida autonoma, ma rimangono tecnologie legate al mondo aerospaziale.

Toyota si presenta diciottesima in questa classifica e risulta essere la prima fra tutte le aziende automobilistiche tradizionali.

²⁵ Raytheon CO: Azienda leader in ambito Defence, civil government e cyber solution. <https://www.raytheon.com/ourcompany>

²⁶ Thales: Azienda operante nel settore dell'aerospaziale, spazio e difesa <https://www.thalesgroup.com/en>

²⁷ Boeing: Azienda leader nella produzione di aeromobili, operante anche nel settore aerospaziale <https://www.boeing.com/>

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

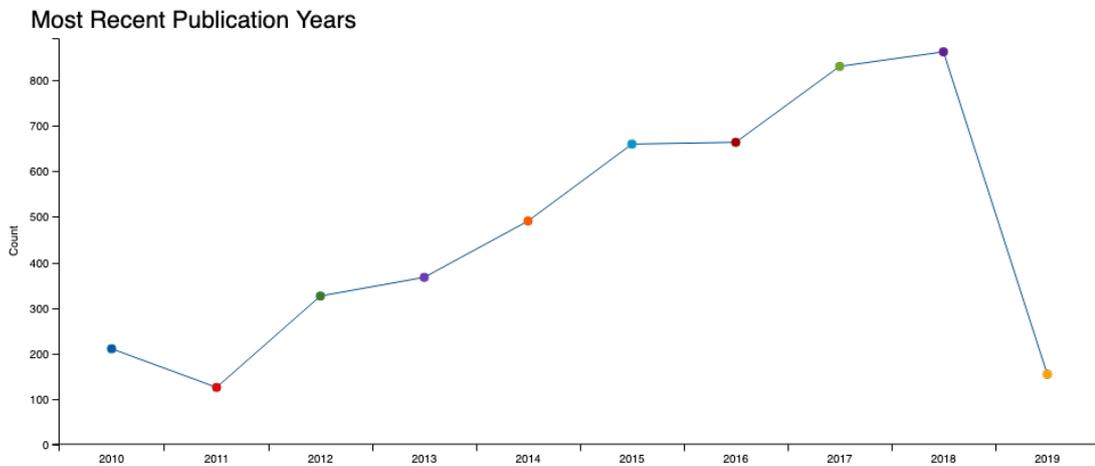


Figura 21: Numero di patent per anno in ambito Sensing esportato dalla piattaforma Derwent Innovation

Questo grafico mette in relazione il numero di brevetti registrati, con l'anno relativo. Lo spettro temporale utilizzato è stato 2010 - 2019. Da notare che vi è spesso, anche nei grafici successivi, una caduta nel 2019, poiché sono stati presi in considerazione solo i primi tre mesi dell'anno.

Salvo la caduta nel 2011, il trend ha avuto una crescita dell'800% nel periodo, fino al 2018. Il che è sufficiente a dedurre l'interesse nel settore.



Figura 22: Patent per aree geografiche in ambito Sensing esportato dalla piattaforma Derwent Innovation

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

In questa immagine si mettono in correlazione il numero di patent relativi a ciascun paese. Per farlo è stato utilizzato il **Publication Country code**. Possiamo vedere come gli Stati Uniti guidino il mercato, seguiti da Cina ed Europa.

Spesso vedremo in questo studio la presenza della Cina come paese con molti brevetti in ambito SDV. Raramente invece si noterà la presenza di aziende cinesi tra gli innovatori. Al contrario molto più comune, è la presenza di aziende statunitensi o europee. Questo rispecchia un trend che risiede nel comportamento delle aziende, ovvero di andare in Cina a registrare i brevetti per difendere la loro proprietà intellettuale, in quanto risulta essere un paese in cui i diritti sulle invenzioni sono molto meno tutelati rispetto all'occidente.

5.1.1 Assunzioni

Data l'importanza della tecnologia, in questo sottoinsieme, l'analisi è stata approfondita. Sono state fatte considerazione sulle singole tecnologie. Nello Specifico in Camera, Radar e Lidar.

Da notare che nelle analisi condotte in un periodo temporale che va dal 2010 a marzo 2019 gli anni 2017, 2018 e 2019 sono sottostimati. Questo è dovuto al fatto che le registrazioni dei brevetti potrebbero ancora non essere presenti nei database in quanto ancora in fase di revisione.

Prima di tutto sono stati valutati i database su ogni tecnologia, poi abbiamo cercato di capire se vi fossero patent di una certa importanza. Per farlo si sono definiti indici basati sulle citazioni.

Infine, sono stati uniti i database di Lidar, camera e radar in un unico elenco ed è stata verificata la tendenza del matching di sensori per valutarne il trend di patent che presentano contemporaneamente più tecnologie.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

5.1.2 Indici

L'importanza delle invenzioni è stata valutata attraverso un indice basato sulle citazioni che chiameremo **Cit index**. Poiché il numero di citazioni non è uno specchio dell'importanza, dato che dipende anche dalla data del brevetto (quindi brevetti più datati hanno più probabilità di essere stati citati rispetto a quelli più recenti) si è voluto normalizzare il valore sulla base dell'anno. Nello specifico:

$$Cit\ Index = \frac{N^{\circ}\ Citazioni}{2020 - Application\ year}$$

Inoltre, una seconda analisi è stata quella di sommare per ogni azienda il totale dei Cit Index e mediarlo sulla produzione di patent. Così da ottenere un numero che fosse anche funzione della quantità di brevetti prodotti da ogni singolo innovatore.

$$Cit\ Index_{medio} = \frac{\sum_{i=1}^n Cit\ Index_i}{\sum_{i=1}^n Patent_i}$$

Nella formula n sono il numero di patent del singolo Optimized Assignee e i l' i -esimo brevetto. Infine, si sono raccolti i primi 10 innovatori con il maggiore **Cit index_{medio}** per ogni tecnologia.

5.1.3 Analisi Quadrant chart

In questa tipologia di analisi sono state correlate il **Cit index_{medio}** di ogni assegnatario con la produzione di innovazione, misurata come quantità di brevetti registrati; andando a confrontare i primi dieci in un quadrant chart. La classifica dei primi 10 è stata costruita in base al numero di brevetti per ogni assegnatario. I limiti dei quadranti sono stati calcolati facendo la mediana sui valori dell'indice e sul numero di patent totale dei primi 10 assegnatari di ogni area.

5.2 Analisi: Radar

Per la tecnologia Radar, come accennato nel capitolo Metodo si è voluto restringere il campo del database che inizialmente contava circa 100 mila record, ai soli patent che contenessero nel titolo o nell'abstract le parole chiave *SDV*, *autonomous*, *driving*, *car*, *automated*, *self* e *adaptive*. Così facendo abbiamo ridotto il numero a **29675** voci.

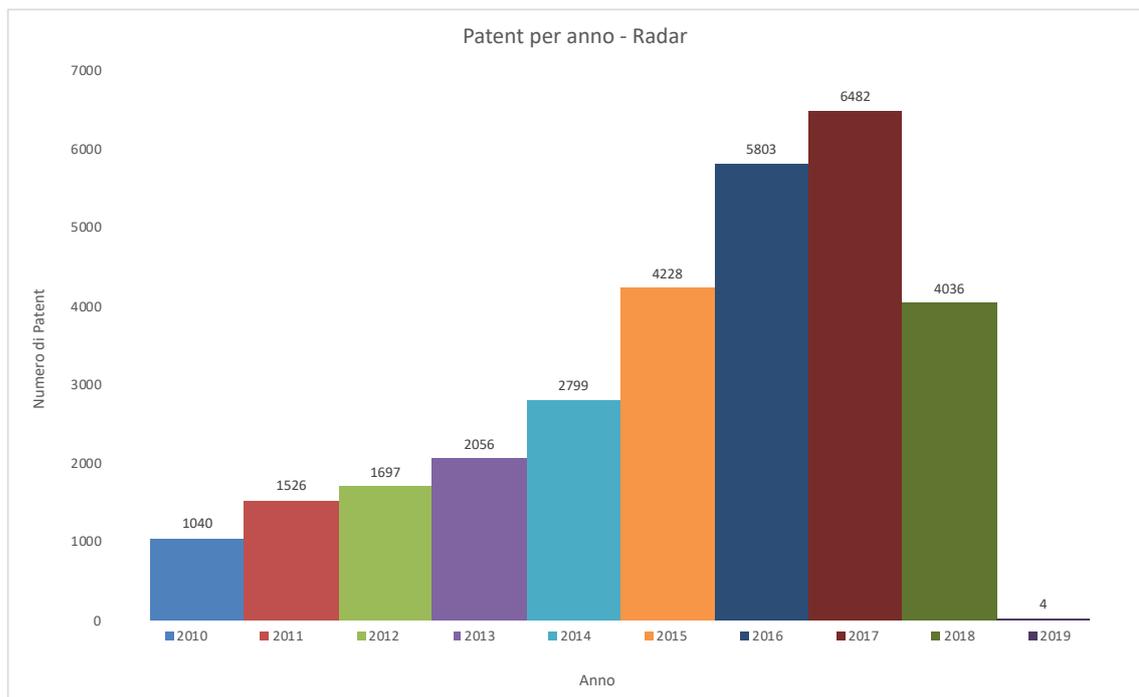


Grafico 1: Numero di patent per anno in ambito RADAR

La crescita del trend è stata significativa, nonostante la tecnologia radar sia consolidata. Si è passati da 1040 patent nel 2010 a 6482 nel 2017, anno di picco. Per poi avere un calo nel 2018 probabilmente dovuto alla sottostima degli anni più recenti.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



Figura 23: Patent per aree geografiche in ambito RADAR esportato dalla piattaforma Derwent Innovation

Rimane forte la presenza degli Stati Uniti, Cina ed Europa a livello territoriale. Subito seguiti dai 1816 patent WO²⁸ con valenza internazionale.

Successivamente riportiamo la tabella con i primi 10 riordinati secondo il Totale di patent registrati. Sono indicati anche la quota percentuale sul totale e il Cit index medio.

n	Azienda	Tot patent	Quota sul Tot	Cit index medio
1	TOYOTA MOTOR CORP	649	2,19%	0,33
2	BOSCH (ROBERT) GMBH	551	1,86%	0,33
3	FORD MOTOR CO.	478	1,61%	1,10
4	GOOGLE INC.	437	1,47%	0,33
5	VALEO S.A.	420	1,42%	0,45
6	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	325	1,10%	0,44
7	GENERAL MOTORS CORP	308	1,04%	0,39
8	BOE TECHNOLOGY GROUP LTD	288	0,97%	0,96
9	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP	280	0,94%	0,77
10	HONDA MOTOR CO. LTD.	267	0,90%	1,64
Totale per anno		4003	13,49%	

Tabella 2: Top 10 aziende in ambito RADAR per dimensione di portafoglio, con relativa quota di mercato e Cit index medio.

²⁸ World Intellectual Property Organization

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Subito si può vedere un parallelismo con lo studio EPO, bensì la presenza di aziende ICT e aziende automobilistiche tradizionali. Toyota rimane uno dei principali innovatori, insieme a Bosch. Interessante come risultato è la presenza di Google che si posiziona quarta. Nella tabella sono stati riportati i primi 10 innovatori per numero di patent. Viene anche indicato per ogni azienda il **Cit index_{medio}** e la quota percentuale sul totale dei **29675** patent analizzati. I primi 10 innovatori, producono il 13,49% di tutti i brevetti in ambito Radar, vi è quindi un mercato poco concentrato sulla tecnologia radar.

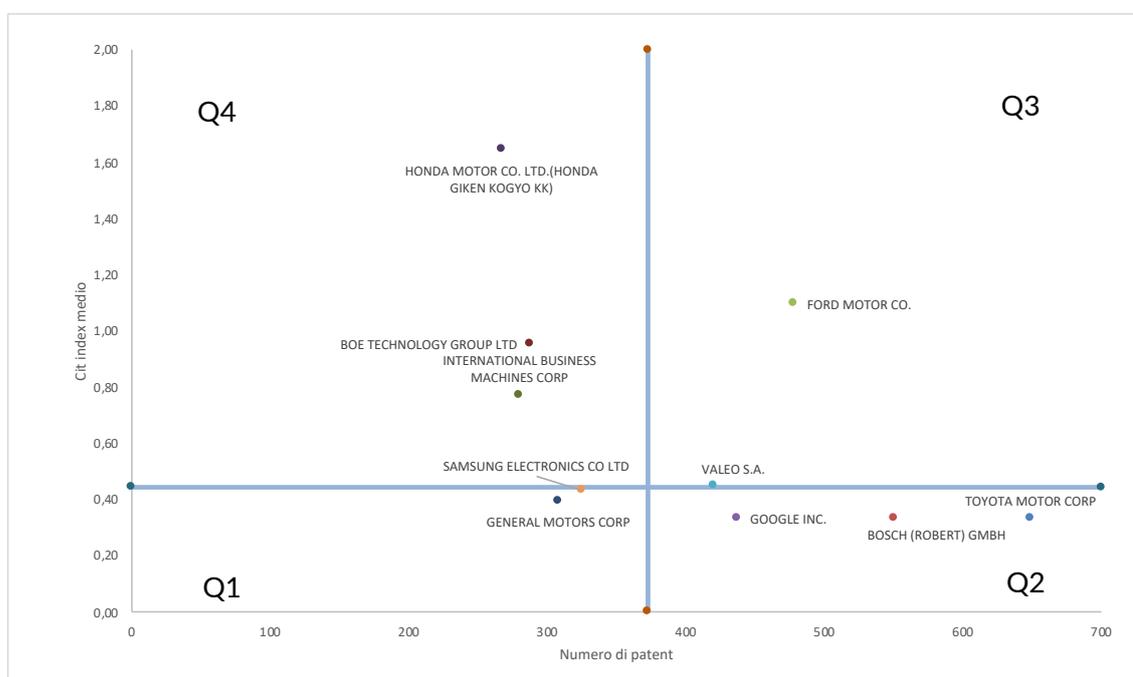


Grafico 2: Quadrant chart in ambito RADAR per Cit index medio e numero di patent

Nel quadrat chart andiamo a posizionare i primi 10 in base alla produzione di brevetti, rapportato sul **Cit index_{medio}**. Stando all'analisi, Ford si posiziona nel terzo quadrante. Questo è sinonimo non solo di un elevato numero di brevetti, ma anche di una elevata qualità degli stessi. Honda si trova in una posizione interessante, ovvero con un **Cit index_{medio}** elevato, a fronte di meno brevetti. Nel Q2 invece troviamo in ordine di importanza Toyota, Bosch e Google. Tutte e tre con un indice medio di citazione comparabile a fronte di un numero di registrazioni

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

diversi. Si può dedurre che il settore dei radar è ancora governato dalle aziende di auto tradizionali, e Ford si presenta come uno dei pionieri.

5.3 Analisi: LiDAR

Il database relativo alla tecnologia Lidar conta **4077** patent.

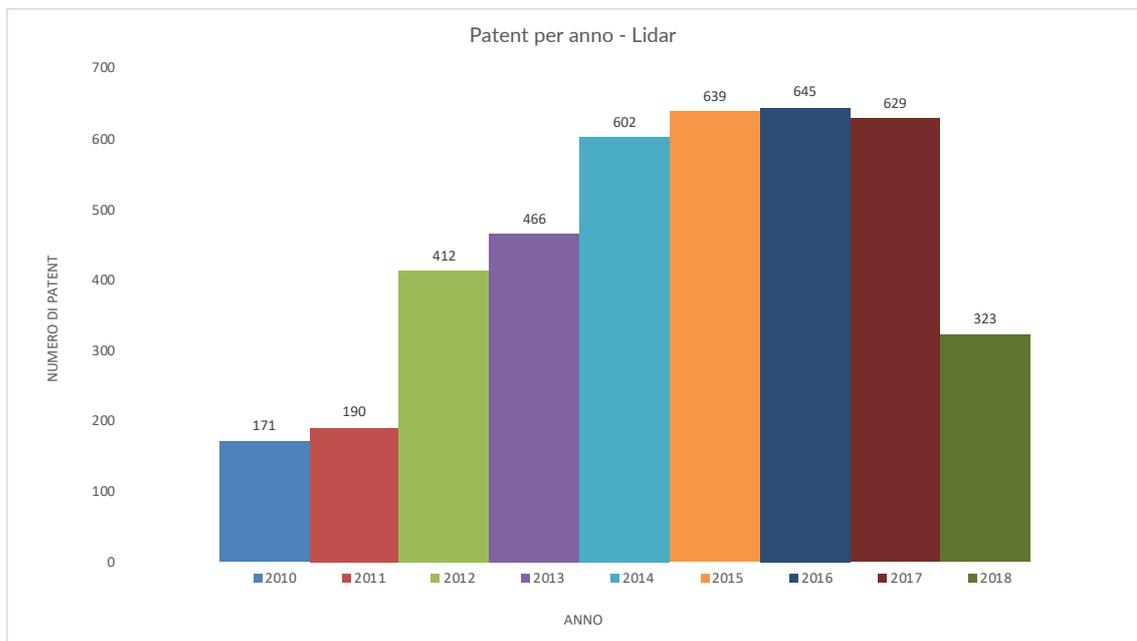


Grafico 3: Numero di patent per anno in ambito LiDAR

Dal 2011 in poi si ha una costante crescita, con un aumento del 117% nel 2012. Si assesta a più di 600 patent all'anno nel 2015, 2016 e 2017. Calo nel 2018.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

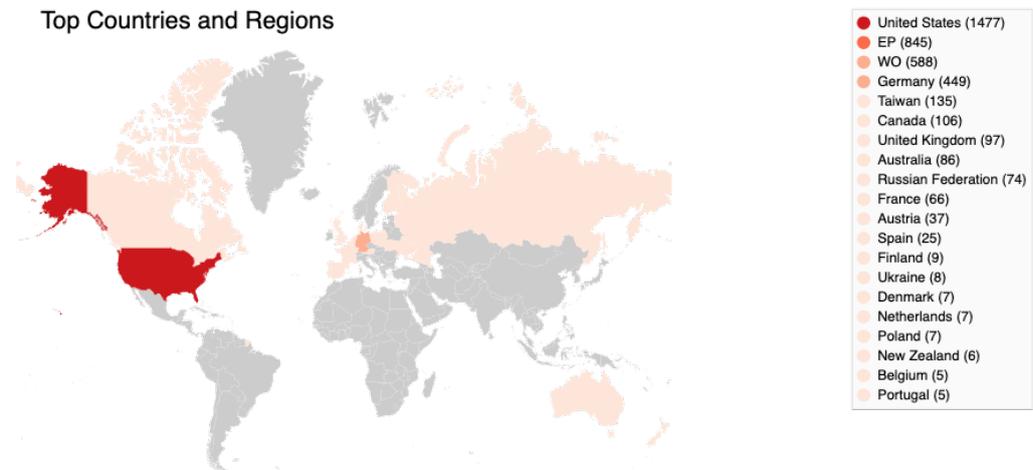


Figura 24: Patent per aree geografiche in ambito LiDAR esportato dalla piattaforma Derwent Innovation

	AT	AU	BE	BG	CA	CH	CL	CZ	DE	DK	EA	EE	EP	ES	FI	FR	GB	HU	IT	LT	LU	NL	NO	NZ	PE	PH	PL	PT	RO	RS	RU	TR	TW	UA	US	UY	WO	Totale complessivo
Conteggio di Publication Country Code	37	86	5	2	106	4	4	4	449	7	1	1	845	25	9	66	97	2	3	1	2	7	1	6	1	3	7	5	4	1	74	1	135	8	1477	3	588	4077
Patent di stati europei	37		5	2				4	449	7	1		845	25	9	66	97	2	3	1	2	7	1				5	4	1	74	1		8		3		814	
Tot inventori Europei													845																								1659	

Tabella 3: Somma patent singoli paesi europei in ambito LiDAR

A livello territoriale ritroviamo sempre il binomio Stati Uniti ed Europa. Seguiti successivamente da patent WO. In questa classifica molte sono le registrazioni fatte nei singoli stati europei, infatti andando a sommare gli innovatori EPO con quelli che hanno un Country code di uno stato europeo vediamo che vi sono in totale 1659 patent. Quindi più degli Stati Uniti.

Riportiamo adesso la tabella con i primi 10 innovatori, riordinati per numero di patent.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

n	Azienda	Tot patent	Quota sul Tot	Cit index medio
1	FARO TECHNOLOGIES INC.	151	3,70%	0,40
2	SICK AG	116	2,85%	0,08
3	BOSCH (ROBERT) GMBH	101	2,48%	0,08
4	BOEING CO. (THE)	70	1,72%	0,17
5	GOOGLE INC.	69	1,69%	0,43
6	LEICA GEOSYSTEMS HOLDING	63	1,55%	0,17
7	VALEO S.A.	59	1,45%	0,05
8	THALES	52	1,28%	0,04
9	SAMSUNG ELECTRONICS CO LT	45	1,10%	0,25
10	RAYTHEON CO.	42	1,03%	0,12
Totale		768	18,84%	

Tabella 4: Top 10 aziende in ambito LiDAR per dimensione di portafoglio, con relativa quota di mercato e Cit index medio.

Come possiamo notare dal grafico che ci mostra i primi 10 innovatori nel campo, vi è la suddivisione in tre tipologie di azienda. Troviamo sicuramente le aziende hi-tech e quelle automobilistiche tradizionali; a queste aggiungiamo la presenza di aziende che lavorano nel campo della fotografia e nel 3D detection. Ci fa pensare che in alcune tecnologie, così come era per i radar, il know how, risiede ancora nelle aziende che storicamente hanno lavorato in questi ambiti. Ciò non toglie che Bosch o Google occupino rispettivamente il terzo e quarto posto, dimostrazione del fatto che si studiano nuove applicazioni per la tecnologia.

Il settore lidar si presenta ancora più concentrato di quello dei radar, avendo il 18,84% del totale dei brevetti, registrati dai primi 10 innovatori tuttavia rimane più dell'80% dei patent, che vede la presenza di un campione molto diversificato di innovatori.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

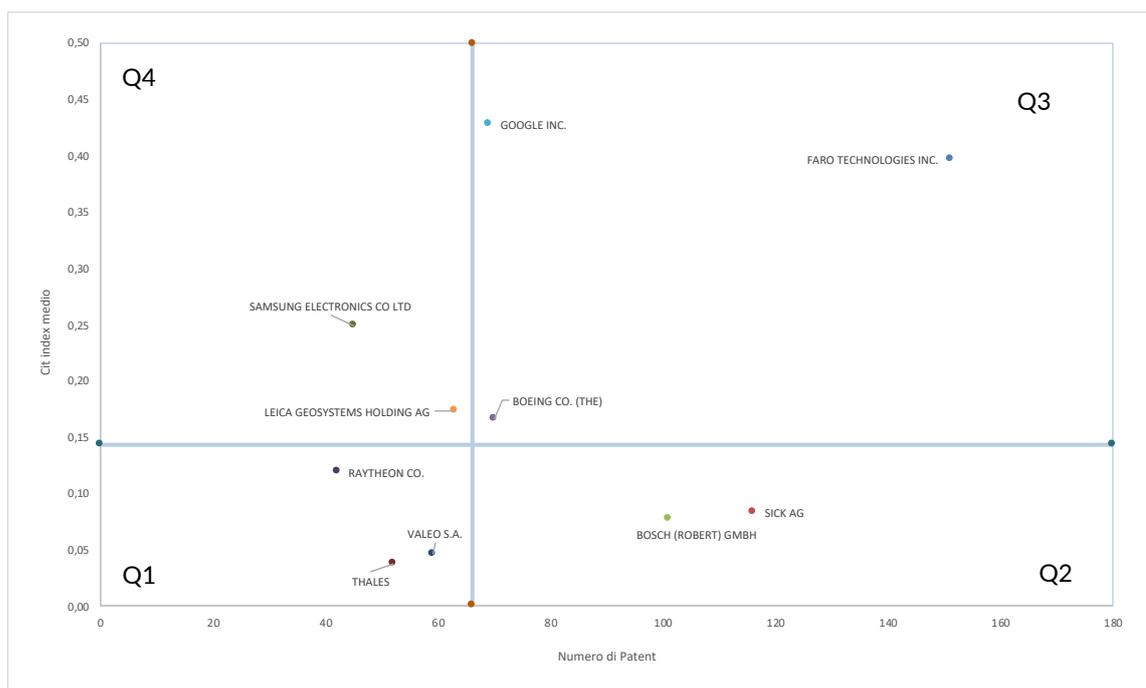


Grafico 4: Quadrant chart in ambito LiDAR per Cit index medio e numero di patent

In questo quadrant chart abbiamo nel Q3 Faro technologies, che oltre ad essere l'azienda con più brevetti, ha anche un indice di citazione medio alto, rendendola così una delle aziende leader. Sempre nel Q3, Google ha un ottimo rapporto tra i due valori, avendo l'indice di citazione media più alto di tutti. Presente anche Boeing. In questo grafico non notiamo la presenza di aziende auto tradizionali. Questo dimostra che il settore del Lidar è dominato da aziende tech e da aziende di misurazione 3D.

5.4 Analisi: Camera

Il database sulle tecnologie di sensori camera conta **11165** brevetti.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

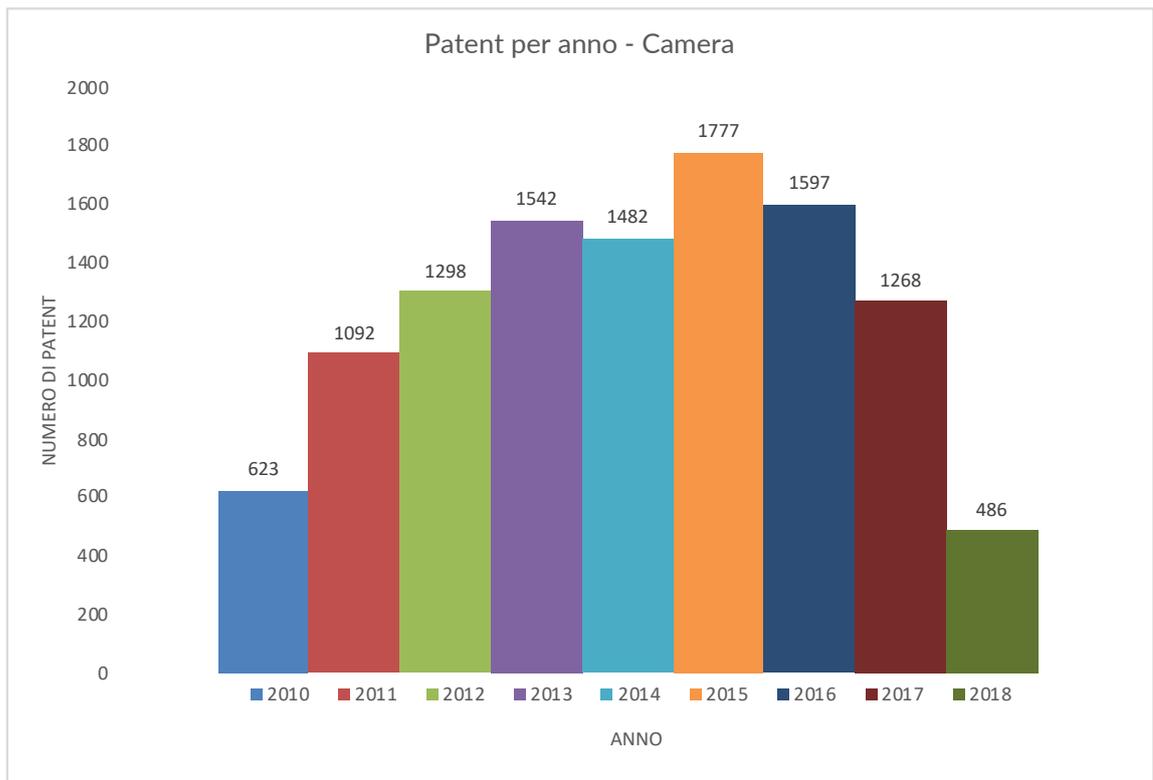


Grafico 5: Numero di patent per anno in ambito Camera

Essendo la camera un sensore consolidato dal punto di vista tecnologico, non vi è un trend con una particolare crescita. La curva del numero di brevetti su base annua risulta essere crescente dal 2010 al 2015, ad eccezione di un lieve calo nel 2014. Dopo di che cala nel 2016 e negli anni successivi.



Figura 25: Patent per aree geografiche in ambito Camera esportato dalla piattaforma Derwent Innovation

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

A livello territoriale, così come nei Radar, sono gli Stati Uniti ad avere il primato, con 7207 patent. Con un gran divario e con 1014 brevetti segue Taiwan, uno Stato che risulta essere protagonista nel settore SDV, ma che solo in quest'ambito compare in maniera così preponderante.

Di seguito riportiamo i primi 10 innovatori nell'ambito Camera.

n	Azienda	Tot patent	Quota sul Tot	Cit index medio
1	SONY CORP	1013	9,07%	0,38
2	INTEL CORPORATION	993	8,89%	0,11
3	CANON INC	693	6,21%	0,40
4	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	460	4,12%	0,28
5	QUALCOMM INC	319	2,86%	0,25
6	NVIDIA CORP.	312	2,79%	0,28
7	APPLE INC	286	2,56%	0,35
8	GOOGLE INC.	238	2,13%	0,71
9	FUJI FILM HOLDINGS CORP	226	2,02%	0,21
10	OLYMPUS CORP.	198	1,77%	0,30
	Totale	4738	42,44%	

Tabella 5: Top 10 aziende in ambito Camera per dimensione di portafoglio, con relativa quota di mercato e Cit index medio.

In questo campo ci discostiamo leggermente dalle classiche tipologie di innovatori presenti nelle altre tecnologie. Come si può vedere dal grafico sono presenti principalmente aziende tecnologiche dell'ambito elettronico o aziende di fotocamere tradizionali (ad esempio Canon e Sony). Intel e Samsung ricoprono rispettivamente il secondo e quarto posto e sono anche tra le aziende che più stanno investendo nell'auto a guida autonoma. Altre imprese, invece hanno una grande quantità di patent in ambito camera, ma non necessariamente collegate ai SDV. Si può notare che il settore Camera sia tra i più concentrati, il 42,44% del totale dei patent viene registrato solo dai primi 10. Per questo motivo non vi è la presenza di aziende di auto tradizionali, che non hanno il know how per innovare in questo settore già consolidato da tempo.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

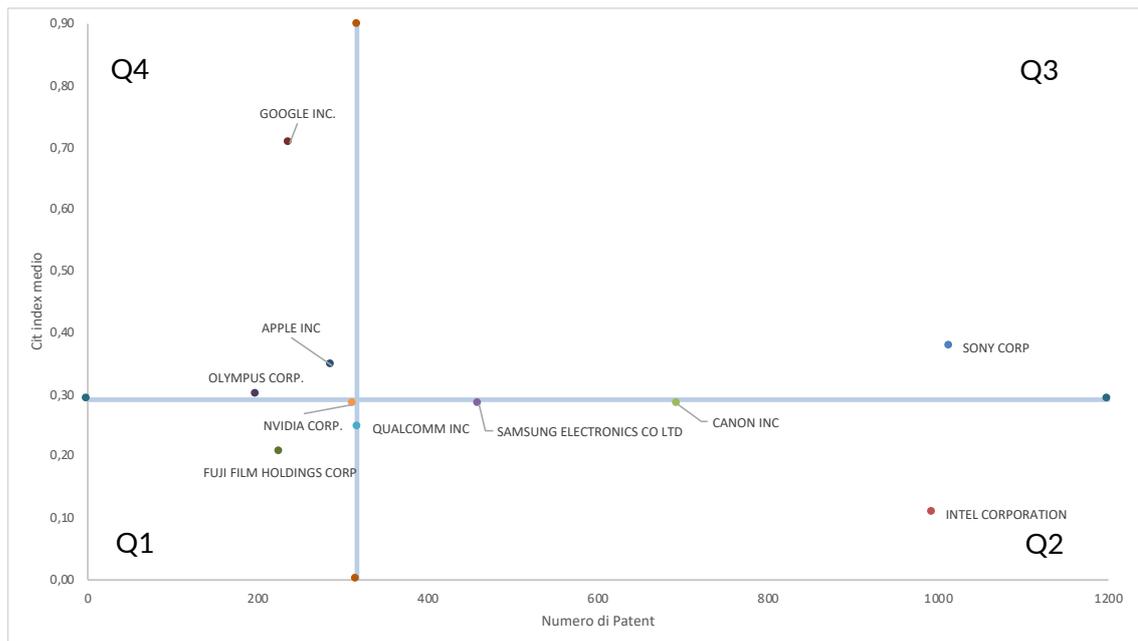


Grafico 6: Quadrant chart in ambito Camera per Cit index medio e numero di patent

Come leader di mercato, troviamo Sony nel Q3. È l'azienda che produce più brevetti in ambito camera, con il 9,07% del totale dei patent. Inoltre, presenta un **Cit index_{medio}** abbastanza elevato. Al contrario Intel, nonostante l'elevato numero di patent, la qualità resta più bassa. Interessante è la posizione di Google che presenta un'elevatissima qualità di patent rapportata ad un numero modesto di registrazioni. Sotto Google, troviamo Apple. L'industria hi tech è leader in questo ambito tecnologico.

5.5 Valutazione Matching sensori (Radar + LiDAR + Camera)

In questa parte delle analisi siamo andati a valutare a livello aggregato di patent il matching dei sensori. In particolar modo, questa analisi ci è utile a capire quale sia il trend di registrazione che presenta contemporaneamente, in una singola invenzione, più sensori.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Per farlo si sono uniti i database di Radar, Lidar e Camera ottenendo un unico dataset di **44915** patent; infine si valutava in quale patent erano presenti più tecnologie.

I risultati sono stati riportati in tabella.

Tot match		
264		
0,59%		
Lidar + Radar	Camera + Radar	Camera + Lidar
206	44	14
78%	17%	5%

Tabella 6: Totale Matching di sensori e suddivisione per tipologia di match

Non vi è la presenza di alcun brevetto che presenti il match di tutti i sensori. I risultati sono stati normalizzati sul totale. Dei 44915 solo lo 0,59% presenta un match: 264 patent. Di questi 206 fa parte del gruppo Lidar + Radar, ovvero il 78% di tutti i match. Camera + Radar presentano il 17% e Camera + Lidar solo il 5%.

Per valutare se il risultato è significativo nonostante la bassa percentuale relativa al totale, si è valutato il trend di crescita annuo e la presenza territoriale.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Country Code	Etichett										Totale
Etichette di riga	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	complessivo	
US	4	2	4	12	20	34	28	40	16	160	
EP		2	4	12	6	8	12	8	6	58	
WO		2	2			6	10	10	8	38	
CA		2				2	2			6	
DE									2	2	
Totale complessivo	4	8	10	24	26	50	52	58	32	264	

Tabella 7: Numero di patent che presentano più sensori contemporaneamente suddivisi per anno e per paese.

La presenza è prettamente statunitense ed europea. Il trend è crescente fino al 2017.

Siamo andati a valutare, tra i 264 patent, i primi 10 innovatori, riordinandoli per **Cit index**.

Azienda	Camera+lidar	Camera+radar	Lidar + radar	Cit index
AMBERCORE SOFTWARE INC	10,67			10,67
IDEX ASA		7,80		7,80
GOOGLE INC.			2,83	2,83
CISCO SYSTEMS INC.		2,67		2,67
UBER TECHNOLOGIES INC			2,40	2,40
EAGLEVIEW TECHNOLOGIES INC			2,00	2,00
EKIN TEKNOLOJI SANAYI VE TICARET ANONIM			2,00	2,00
BASF SE	2,00			2,00
TOYOTA MOTOR CORP		0,00	1,75	1,75
UNITED STATES NAVY			1,50	1,50
Tot primi 10 per match	12,67	10,47	12,48	
% sul numero di Match	20%	20%	60%	
% sul Valore aggregato di Cit index	36%	29%	35%	

Tabella 8: Top 10 aziende per Cit index in ambito matching di sensori

L'unica azienda di auto tradizionale presente è Toyota. Vi sono solo aziende tech. Di queste 6 su 10 hanno brevettato in ambito lidar + radar, vedendo tra i protagonisti, aziende della Silicon Valley come Uber, Google e Cisco.

Andando invece a sommare il valore del **Cit index** per ogni match, si valuta in percentuale, quale tipologia di sensori emerge. Il risultato è che il 36% del Cit index aggregato proviene dal Camera + lidar; il 35% da Lidar + radar, il 29% da Camera + radar. Non vi è quindi alcuna predominanza.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

A fronte di questi dati, non ritengo di particolare importanza il matching di tecnologie a livello di patent, benchè fondamentale nella costruzione di sistemi integrati operanti nel settore dell'auto a guida autonoma.

5.6 Analisi: Computing

L'ambito Computing è stato preso in considerazione per valutare la presenza di aziende ICT nell'ambito SDV. Sono stati considerati in totale **5439** brevetti, appartenenti a categorie sia software che hardware.

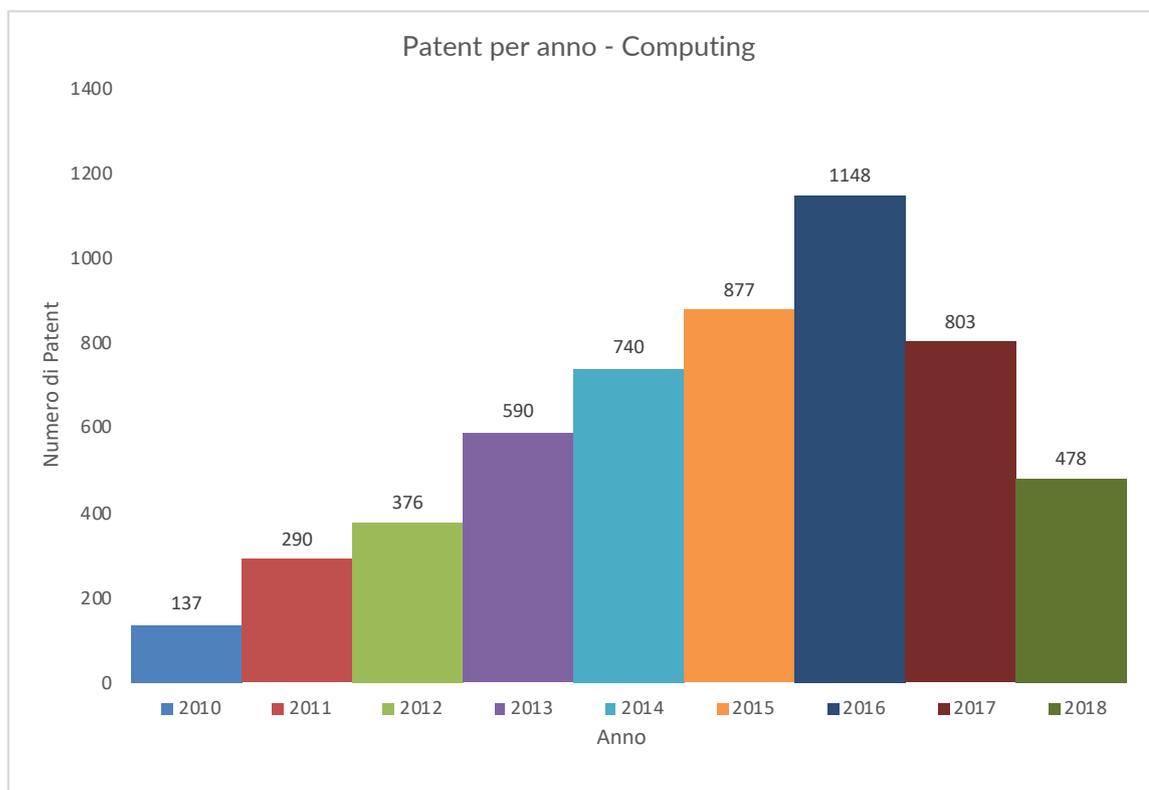


Grafico 7: Numero di patent per anno in ambito Computing

Il trend annuo è stato crescente fino al 2016, anno di picco con 1148 patent registrati, per poi subire un calo nel 2017 e nel 2018.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale



Figura 26: Patent per aree geografiche in ambito Computing esportato dalla piattaforma Derwent Innovation

A livello territoriale abbiamo Stati Uniti, Europa e Cina ai primi posti. Rispetto alle tecnologie viste in precedenza, appare la Korea che risulta essere uno dei principali paesi in ambito Computing con 565 patent.

Di seguito la tabella con i primi 10 innovatori.

n	Azienda	Tot patent	Quota sul Tot	Cit index medio
1	TOYOTA MOTOR CORP	389	7,15%	0,10
2	VOLKSWAGEN A.G.	301	5,53%	0,11
3	TATA MOTOR LTD	282	5,18%	0,09
4	BOSCH (ROBERT) GMBH	272	5,00%	0,06
5	SCANIA AB	262	4,82%	0,06
6	FORD MOTOR CO.	260	4,78%	0,14
7	HYUNDAI MOTOR CO.	205	3,77%	0,05
8	BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (BMW)	130	2,39%	0,04
9	HONDA MOTOR CO. LTD.(HONDA GIKEN KOGYO	107	1,97%	0,28
10	GENERAL MOTORS CORP	104	1,91%	0,22
Totale		2312	42,51%	

Tabella 9: Top 10 aziende in ambito Computing per dimensione di portafoglio, con relativa quota di mercato e Cit index medio.

Al contrario di quello che ci si sarebbe potuto aspettare, l'ambito Computing ha come principali innovatori proprio le aziende automobilistiche tradizionali. I due più grandi produttori mondiali ovvero Toyota e Volkswagen sono anche i due principali innovatori.

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Il settore si presenta abbastanza concentrato, il 42,51% del totale dei patent viene prodotto dai primi 10 innovatori.

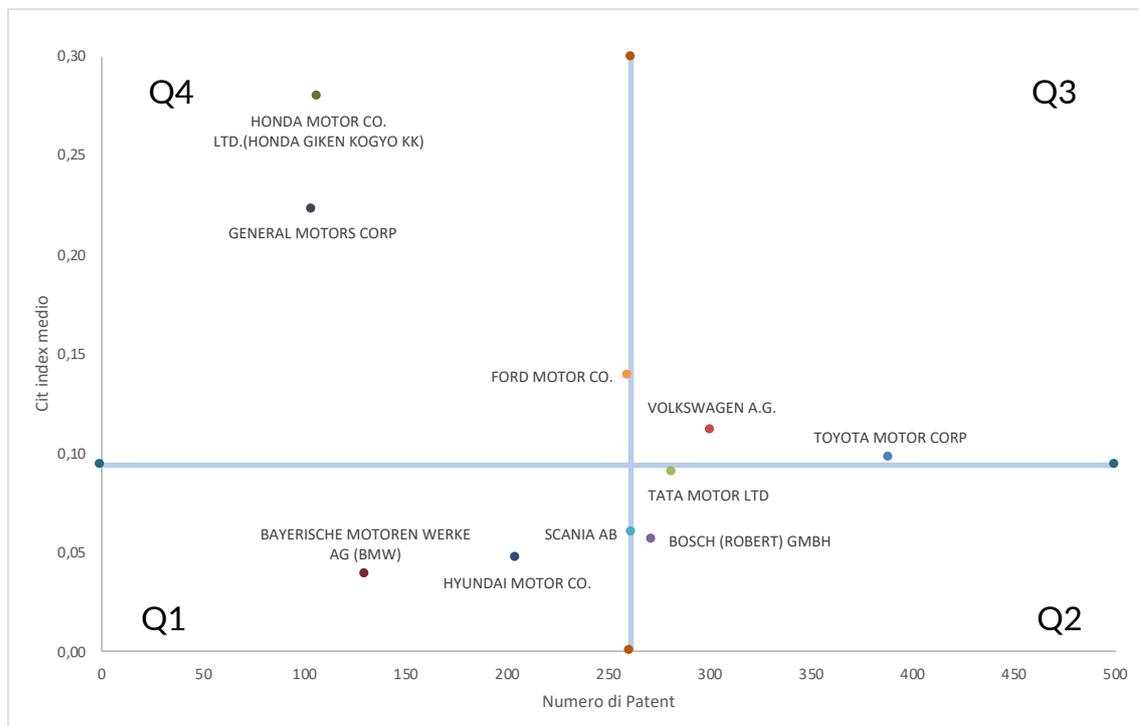


Grafico 8: Quadrant chart in ambito Computing per Cit index medio e numero di patent

Anche nel quadrant chart si riconferma quanto detto sopra. Toyota e Volkswagen sono i principali innovatori sia per qualità che per quantità di patent, posizionandosi nel Q3. A fronte di una bassa produzione di brevetti, Honda è uno degli innovatori con la qualità di brevetti più alta. Si conferma, inoltre, la totalità di aziende automobilistiche tradizionali essendo leader nel settore Computing.

6 Conclusioni

Le conclusioni che si possono trarre a valle delle analisi condotte sono molteplici. Prendendo come riferimento lo studio EPO che ha dettato le linee guida del lavoro, andiamo a confrontare i risultati ottenuti, tenendo ben presente che il lavoro di tesi si è concertato su particolari campi tecnologici. Cambia, altresì, il periodo temporale di riferimento che nello studio EPO va dal 2011 al 2017. Nel nostro caso si stanno considerando i patent dal 2010 al marzo 2019. La tipologia di brevetti analizzata dall'EPO riguarda tutti i campi tecnologici relativi ai SDV provenienti dall'Europa. In questo lavoro, si sono analizzati i patent di tutto il mondo, soffermandoci su alcuni sottogruppi tecnologici, senza limitazioni geografiche.

La prima differenza che possiamo apprezzare è a livello territoriale. Nel campo *Perception, analysis and Decision* e *Computing* lo studio EPO vede come protagonisti gli innovatori Europei. Nella nostra analisi, nonostante la forte presenza europea tra gli innovatori, a dominare il mercato sono gli Stati Uniti per le tecnologie Radar e Camera. Rimane leader l'Europa solo per quanto riguarda il Lidar. Nel campo tecnologico *Computing* restano leader gli Stati Uniti per la numerosità di patent, ma tra i principali innovatori vi è un bilanciamento tra le aziende Europee e quelle Statunitensi. In una misura più contenuta, ma non trascurabile (con 565 patent), vi è anche la presenza della Corea del Sud.

Parlando di concentrazione, lo studio ha rilevato che i primi 10 innovatori in *Perception, analysis and Decision* generano il 23% dei patent, in *Computing* i primi 10 producono il 23.90%. Questi risultati si discostano da quelli trovati nella nostra analisi. Da premettere che per il settore *Perception, analysis and Decision* abbiamo considerato solo le tecnologie di nostro interesse. Abbiamo come risultati per i primi 10 innovatori, una concentrazione del 13.49% per il sensore Radar, 18.84% per Lidar e 42.44% per Camera. Il risultato dimostra quindi una più bassa concentrazione nel campo di sensori come Radar e Lidar. Questi sensori

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

hanno visto un utilizzo diverso dal passato; per questo motivo la loro applicazione nel mondo dei veicoli a guida autonoma ha portato ad un aumento di attori e all'abbassamento della concentrazione. Questo dà la possibilità di emergere a nuovi innovatori, poiché non si è ancora imposto uno standard. Leggermente diverso è il mondo della Camera, in quanto si ha una concentrazione più alta, che vede aziende, come ad esempio Sony, che negli anni si sono imposte sull'innovazione di tali tecnologie, riuscendo ad avere un vantaggio competitivo maggiore, anche considerando la nuova applicazione nei SDV. In ambito *Computing* il risultato ottenuto dalla nostra analisi è stato di una concentrazione del 42.51%, quindi quasi il doppio rispetto a quello dello studio EPO. Il diverso risultato è dovuto al fatto che nella nostra analisi si sono tenuti in considerazione tutti i patent mondiali. Si è dimostrato infatti che tale settore è molto più concentrato di quello che lo studio EPO aveva riportato, avendo come protagonisti prettamente aziende automobilistiche tradizionali a differenza di come era dichiarato nello studio europeo che vedeva come principali innovatori le aziende ICT.

Attraverso la definizione del Cit index medio, sono stati analizzati i principali innovatori andandogli a valutare per numerosità del portafoglio e qualità delle idee brevettate. L'ambito SDV è troppo vasto per poter indicare uno o più protagonisti del settore. Tuttavia, ci sono alcune aziende che si sono particolarmente distinte nell'analisi. È il caso di Ford nella tecnologia Radar, Faro Technologies per il Lidar, Sony per la Camera, Toyota insieme a Volkswagen in Computing. Vi sono inoltre due aziende in particolare che hanno avuto risultati ottimi in quasi tutti i campi, è il caso di Google e Toyota.

Proprio perché vi è una galassia di aziende con competenze diverse e bassa concentrazione di settore, il 2019 è stato un anno ricco di joint venture tra le aziende automobilistiche e ICT. Questo tipo di accordi vede l'unione proprio dei principali attori descritti nella nostra analisi. Si pensi all'unione di Volkswagen e

Veicoli a guida autonoma: Analisi Brevettuale

Ford le quali hanno investito insieme 1,7 miliardi di euro²⁹. Un altro esempio è il consorzio tra le aziende tedesche e non solo, che vede la partecipazione di BMW, Intel, FCA e altre aziende leader, nato per contrastare il dominio di Google nelle tecnologie SDV³⁰. Infine, l'accordo tra Waymo di Google e Nissan-Renault³¹.

Per concludere, proprio come la previsione dello studio EPO che immaginava una collaborazione tra le aziende data la frammentazione e la suddivisione delle competenze; si può dedurre che questo processo sia già in atto oggi ed è destinato a crescere nel prossimo decennio, dove sarà fondamentale cercare di imporre uno standard per governare il mercato.

²⁹ Articolo del Sole24 Joint venture Volkswagen e Ford:
<https://www.ilsole24ore.com/art/volkswagen-e-ford-joint-venture-la-guida-autonoma-investimenti-17-miliardi-ABOiURYB>

³⁰ Articolo Sole24: Guida autonoma, alleanza tra i big tedeschi dell'auto per sfidare Waymo di Google

<https://www.ilsole24ore.com/art/guida-autonoma-alleanza-i-big-tedeschi-dell-auto-sfidare-waymo-google--AE4LiKH>

³¹Auto a guida autonoma, tutto sull'alleanza Renault-Nissan con Waymo di Google <https://www.economyup.it/automotive/self-driving-car/auto-a-guida-autonoma-tutto-sullalleanza-renault-nissan-con-waymo-di-google/>