

POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



Tesi di Laurea Magistrale

ANALISI DEGLI INVESTIMENTI IN STARTUP ATTIVE NELL'AMBITO DELL'AI: EVIDENZE EMPIRICHE DAL CONTESTO EUROPEO

Relatore:

Prof. Emilio Paolucci

Co-Relatore:

Dott.ssa Elettra D'Amico

Candidata:

Serena Barbagallo

Anno Accademico 2019-2020

*Ai miei genitori:
mamma Lucia e papà Salvatore*

Ringraziamenti

Oggi non è solo il giorno della mia laurea, è il giorno in cui si chiude un capitolo della mia vita, forse uno dei più belli. Ho aspettato questo giorno per tanto tempo, lo avevo immaginato in ogni dettaglio: la bottiglia stappata al Fante, gli abbracci degli amici, il calore della famiglia. Così non è stato.

Anche se avrei voluto una degna fine di un percorso bellissimo sono comunque felice, perché indipendentemente dalla conclusione, ciò che porterò sempre nel cuore sono questi cinque anni, passati in un posto che nel bene o nel male mi ha fatto sempre sentire a casa e che mi ha fatto conoscere persone che ora per me, sono casa.

Non è stato facile, ma quello che ho fatto l'ho sempre fatto con grande cuore e grande passione e questo mi ha permesso di andare avanti, con fatica, ma anche con il sorriso. Oggi, posso dire di essere fiera di me, per quello che ho fatto e per come l'ho affrontato.

Dedico quindi questo giorno a me stessa, alle giornate di sole passate sui libri, alle uscite rimandate, ai weekend che sembravano lunedì, alle serate del "devo tornare presto" e a quelle che presto non sono più tornata.

La dedico alla bellezza dell'uscita con gli amici dopo aver finito l'esame e alle feste con i compagni.

Dedico questo giorno anche alla mia famiglia che mi sta sempre vicino e mi supporta. Mia sorella Greta è sempre pronta a rubarmi un sorriso con la sua ironia unica, a darmi una carezza con la sua dolcezza. Mia mamma e mio papà mi hanno sempre dimostrato di credere in me e mi fanno sempre sentire amata. In questo momento di transizione il loro conforto e i loro consigli saranno per me indispensabili.

Grazie alla mia grande e stupenda famiglia, ai miei zii e soprattutto ai miei nonni. Mi dispiace per le volte che non sono stata presente per dare priorità allo studio. Vi voglio bene e vi prometto che ora che ho raggiunto questo traguardo ve lo dimostrerò ancora di più.

Grazie anche al mio fidanzato Christian, perché è per me gioia e serenità. Con lui accanto è più facile tutto, sono grata di averlo avuto accanto in questi anni e spero di averlo accanto per altri ancora. Grazie anche alla sua famiglia per avermi accolta con amore.

Ringrazio le mie amiche di sempre Federica, Fabiana e Ylenia, compagne sincere su cui so di poter sempre contare, ho condiviso con voi tutto e continuerò sempre a farlo perché vi voglio un bene immenso.

Grazie in particolar modo a Fabiana che ha affrontato con me questo percorso, sappi che sei stata per me uno stimolo, un esempio di costanza e soprattutto una grande amica.

Grazie ai miei amici Manuel, Sofia, Erica e Luisa per le nostre serate passate a confidarci. Ringrazio gli amici conosciuti al Poli per tutti i momenti che hanno reso indimenticabili. Mi auguro di cuore che non ci perderemo mai di vista.

Ringrazio tutti quanti i miei amici, perché sono proprio quelle serate di feste rubate, che hanno reso tutto speciale e indimenticabile per me.

Ringrazio il Professor Emilio Paolucci per avermi seguita durante lo svolgimento della mia tesi, è stato un lavoro impegnativo, ma assolutamente ripagato da una grande soddisfazione. Sono orgogliosa del lavoro che ho portato a termine e del percorso durante il quale lo ho svolto: si è sempre reso disponibile a chiarire i miei dubbi e a fornirmi spunti di miglioramento.

Ringrazio anche la dottoressa Elettra D'Amico, per la sua disponibilità, la sua preparazione e per i preziosi consigli, senza i quali l'elaborato non sarebbe stato della stessa qualità.

Infine, grazie ai miei colleghi Giorgia, Roberto e Sara per la collaborazione durante il lavoro di tesi: siete stati compagni preparati e affidabili e senza di voi non sarebbe stato lo stesso.

INDICE

Abstract.....	VII
1) Intelligenza Artificiale	1
1.1) Classificazione dell'AI	4
1.2) Machine Learning.....	6
1.3) Deep Learning	11
1.3.1) Tipologie di Rete Neuronale	14
1.4) Differenze tra ML e DL.....	15
2) Startup di Intelligenza Artificiale.....	17
2.1) Approccio delle Startup all'Intelligenza Artificiale	17
2.2) Sviluppo del mercato delle Startup AI	19
2.2.1) Panorama Startup Europeo: principali hub di innovazione in AI.....	22
2.3) Business model ad-hoc per le Startup AI	24
3) Metodologia	30
3.1) Descrizione e depurazione del Dataset.....	31
4) Analisi Primaria.....	35
4.1) Caratteristiche degli acquirenti di Startup AI.....	35
4.2) Panorama Startup Attive.....	39
4.3) Creazione di una classificazione delle attività AI	40
4.3.1) Timeline della diffusione delle attività di AI	47
4.4) Identificazione dei settori di competenza	48
4.4.1) Timeline della diffusione dell'AI nei settori industriali	52
4.5) L'impatto dell'AI sulle capacità dell'uomo	53

4.6) Panorama Investimenti e Team Imprenditoriali	57
5) Analisi Team Imprenditoriali e Investimenti	62
5.1) Metodologia Team imprenditoriali.....	62
5.3) Composizione geografica e Background scolastico fondatori	64
5.4) Background lavorativo fondatori.....	67
5.5) Metodologia di Analisi del Dataset Investimenti	70
5.6) Distribuzione geografica e tipologie di investitori	72
5.7) Analisi quantitativa investimenti	74
6) Conclusioni	86
7) Appendice	89
Bibliografia	96
Indice delle Figure	101
Indice delle Tabelle	104

Abstract

Il presente lavoro di tesi si è posto l'obiettivo di analizzare il panorama europeo delle startup attive nell'ambito dell'AI, al fine di creare una classificazione delle attività di intelligenza artificiale e di comprendere il grado di appropriazione delle competenze in questo ambito.

In prima battuta si è cercato di definire cosa fosse l'intelligenza artificiale mediante un'analisi della letteratura esistente che ha permesso di definirne i concetti base e parallelamente di approfondire i vari campi di applicazione.

Il passo successivo è stato quello di definire le startup AI. Il loro sviluppo, negli ultimi anni, è aumentato notevolmente grazie all'elevato tasso di innovazione che queste apportano nei settori industriali, rappresentando un fattore *disruptive* in grado di cambiare il modo in cui si crea il valore.

Per raggiungere questi obiettivi è stato analizzato un dataset di 1136 Startup Europee che sviluppano "AI" fondate tra il 2005 e il 2019, estratto dal database di aziende Crunchbase.

Ciò ha reso possibile l'identificazione di una classificazione dell'AI mediante individuazione delle principali macro-attività (Image processing, Natural languages process, computer vision, independent activities), attività e identificazione dei settori di competenza.

Successivamente, analizzando il rapporto esistente tra AI e la capacità dell'uomo si è osservato che questo è strettamente correlato al settore. Si è quindi deciso di restringere il campo di indagine alle startup operanti nei settori "Health" e "Customer Service", aventi comportamenti opposti, per poter mettere in luce eventuali differenze e analogie durante l'analisi di fondatori e investitori. Infatti, il primo utilizza l'AI come fattore incrementante delle capacità umane, mentre il secondo come fattore sostitutivo.

A questo punto, l'analisi si è rivolta all'approfondimento della composizione dei team imprenditoriali e della natura degli investimenti. Lo scopo è stato quello di chiarire

l'assetto geografico dei fondatori e il loro background scolastico e lavorativo per identificare eventuali schemi ricorrenti.

Infine, è stata effettuata un'analisi degli investimenti incentrata sui primi tre round raccogliendo informazioni relative all'ammontare dell'investimento, al grado di partecipazione progressivo ai diversi round e alla provenienza dei lead investor. Questo, al fine di determinare se le competenze sviluppate dalle startup europee restano confinate all'interno del continente o esiste una tendenza da parte degli stati extraeuropei, con particolare focus sugli USA, ad appropriarsene.

1) Intelligenza Artificiale

Si definisce “intelligenza artificiale” (o ‘Artificial Intelligence’), indicata con “AI” da questo momento in poi, l’insieme di studi e tecniche, proprie dell’informatica, ma con significative implicazioni filosofiche, che permettono di sviluppare e progettare delle macchine o dei computer con prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell’intelligenza umana (*Lee 2019*). Essa, è dunque la capacità di una macchina di svolgere funzioni cognitive simili a quelle della mente umana, come percepire, ragionare, imparare, interagire con l’ambiente, risolvere problemi e essere creativa (*Cautela 2019; Andriole 2019*).

L’artificial intelligence rappresenta un cambiamento di paradigma che guida sia il progresso scientifico che l’evoluzione di molti settori grazie alla sua versatilità di utilizzo e alla capacità di attrarre l’interesse di numerosi investitori. Il recente successo dell’AI è dovuto principalmente a tre fattori di natura tecnologica: la crescita dei “Big Data”, cioè la disponibilità di un elevato volume di dati, la possibilità di avere una grande capacità computazionale a basso prezzo e la nascita di nuove tecniche per la creazione di sistemi basati sull’AI (*Overgoor 2019*).

Dalla letteratura non emerge una definizione univoca di AI, essa è descritta mettendone in luce aspetti e sfaccettature diverse, atte a chiarire un fenomeno tanto complesso quanto controverso. L’AI può essere considerata come qualcosa che, in base ai dati a disposizione, può fornire una risposta ad un problema, aumentare continuamente la precisione della risposta nel tempo grazie ad un continuo allenamento, portare a compimento qualunque compito assegnatole e agire autonomamente, senza la supervisione dell’uomo, per raggiungere obiettivi di lungo termine (*Bostrom 2014*). È possibile però considerare l’AI, non solo in base a ciò che può fare, ma come “un sistema che può imparare come apprendere” (*Corea 2017*). Inoltre, nella sua accezione puramente informatica, l’Intelligenza Artificiale può essere classificata come la disciplina che racchiude le teorie e le tecniche pratiche per lo sviluppo di algoritmi che consentano ai

computer (in particolare ai ‘calcolatori’) di scrivere i propri algoritmi senza essere esplicitamente programmati per farlo.

Un filone di pensiero alternativo mira, invece, ad evidenziare la possibilità dell’AI di imitare il pensiero dell’uomo e riuscire a sostituirlo nella risoluzione dei problemi (*Patel 2020*). Alla base di questa corrente c’è l’idea che l’intelligenza umana possa essere definita in termini esatti e che una macchina, attraverso specifici algoritmi, possa imitarla permettendone l’attività intelligente in specifici domini e ambiti applicativi. La caratteristica principale dell’AI è la capacità di acquisire nuove conoscenze al fine di elaborare i dati empirici e di organizzarli per poi risolvere in maniera pronta ed efficace una serie di problemi diversi. L’AI, sfruttando un approccio interdisciplinare, permette ad una macchina di razionalizzare e intraprendere azioni che consentano apprendimento, ragionamento e percezione da parte della stessa. In particolare, il framework dell’AI può essere facilmente suddiviso in quattro macroaree di competenza (*Morielli 2018*):

- Sentire: consente ad una macchina di percepire il mondo circostante acquisendo ed elaborando immagini, suoni, testi e altri dati;
- Comprendere: consente alla macchina di comprendere le informazioni e i dati raccolti, applicandovi l’analytics e ricavandone predizioni;
- Agire: consente alla macchina di compiere azioni nel mondo fisico o digitale sulla base della comprensione precedente;
- Imparare: permette alla macchina di ottimizzare in maniera continua le sue prestazioni, apprendendo attraverso una tecnica di “try and error”.

Mentre le azioni dell’essere umano procedono dall’osservazione del mondo fisico e dalla derivazione delle relazioni sottostanti che collegano causa ed effetto ai fenomeni naturali, un’intelligenza artificiale viene alimentata interamente dai dati e non ha alcuna conoscenza preliminare della natura e della relazione tra tali dati. È quindi “artificiale” in questo senso perché non deriva dalla legge fisica, ma piuttosto da dati puri. I risultati delle attuali tecnologie di intelligenza artificiale rimangono limitati a specifiche aree intellettuali, come il riconoscimento delle immagini, il riconoscimento vocale e la risposta

al dialogo. Cioè, l'attuale AI è un tipo specializzato di intelligenza artificiale che agisce intellettualmente in una cosiddetta “area individuale”. Le intelligenze artificiali di oggi sono dunque incapaci di fare astrazione dal contesto per il quale sono state programmate (*Lu 2017*). Oggi, ai computer, manca quello che chiamiamo “il senso comune”.

Cenni storici AI

Le prime tracce di Intelligenza Artificiale, come disciplina scientifica, risalgono agli anni Cinquanta, periodo di grande fermento scientifico sullo studio del calcolatore e del suo utilizzo per la creazione di sistemi intelligenti. Nel 1956, al Dartmouth College di Hannover, nel New Hampshire, si tenne un convegno al quale presero parte i maggiori esponenti dell'informatica: in quell'occasione si raggrupparono i principali contributi e risultati sull'AI e si pose l'attenzione agli eventuali sviluppi futuri. Fu proprio uno dei partecipanti, John McCarthy, il fondatore del termine “Artificial Intelligence” atto a definire la nuova disciplina. Durante il convegno di Dartmouth, ebbe un ruolo fondamentale il lavoro di Alan Turing, considerato uno dei padri dell'informatica moderna: già nel 1936 con la realizzazione della macchina di Turing aveva posto le basi per i concetti di calcolabilità, computabilità.

Nel 1950 nel suo articolo sull'esistenza di facoltà di pensiero nelle macchine intitolato “*Computing machinery and intelligence*” definì il “test di Turing”. Secondo tale test, una macchina poteva essere considerata intelligente se il suo comportamento, osservato da un essere umano, fosse stato ritenuto indistinguibile da quello di una persona. Grazie al lavoro di Turing, il tema dell'AI ricevette una forte attenzione da parte della comunità scientifica e nacquero diversi approcci: fra tutti, i principali furono la logica matematica e le reti neurali, il cui sviluppo tecnologico dell'ultimo decennio ha dato origine all'ambito del Deep Learning. Alla fine degli anni Sessanta, dopo anni di sperimentazione e creazione dei primi programmi informatici in grado di risolvere problemi complessi, i ricercatori restarono bloccati essendo l'AI un campo di difficile gestione e l'elevato interesse dei finanziatori iniziò a dissiparsi. Questo fenomeno è comunemente noto come “effetto AI”, ed è composto da due fattori: in primo luogo, la costante promessa di una

vera AI in arrivo nei prossimi dieci anni; e in secondo luogo, la ridefinizione continua di ciò che significa intelligente (*Corea 2017*).

Il rinnovato interesse verso l'AI sfociò con un duello tra un uomo e una macchina: l'11 maggio 1997 Garry Kasparov, campione mondiale di scacchi, affrontò Deep Blue, un supercalcolatore sviluppato da IBM dotato di 256 processori con in memoria milioni di partite di scacchi in grado per qualsiasi situazione di analizzare la sua banca dati e di calcolare 200 milioni di posizioni al secondo per scegliere la mossa migliore. A metà della partita decisiva Kasparov abbandonò il gioco, per la prima volta si fece concreta la possibilità che un computer potesse diventare più abile di un essere umano. Vent'anni dopo, nel Marzo del 2016 Ke Jie, numero 3 mondiale del gioco del Go affronta AlphaGo, una intelligenza artificiale sviluppata da Google. A differenza degli scacchi, le 361 caselle del tavoliere del Go danno origine a troppe combinazioni per consentire alla macchina di calcolare tutte le mosse possibili, ma questa volta oltre a capacità di calcolo straordinarie, i progettisti di Alfa Go sono riusciti a dare al programma delle facoltà d'apprendimento: la macchina, man mano che gioca, impara e migliora. Sulle cinque partite giocate contro il campione del mondo, AlphaGo, ne vincerà 4. Meno di un anno dopo questa strepitosa vittoria, 4 campioni di poker si misurano con un'altra intelligenza artificiale battezzata "Libratus". Mentre gli ingegneri di Deep Blue e AlphaGo avevano inserito in memoria migliaia di partite giocate da umani, Libratus diventerà il miglior giocatore di poker di tutti i tempi senza nessun allenamento preparatorio, infatti la macchina fu in grado di stabilire la propria strategia avendo in input solo le regole del gioco.

1.1) Classificazione dell'AI

Sulla base della letteratura, è stato possibile individuare due paradigmi adottati per l'AI, considerando la capacità di quest'ultima di effettuare collegamenti tra diverse aree intellettuali e di adattarsi al contesto in cui è collocata, estraendosi da quello per il quale è stata programmata (*Cautela 2019*).

I due paradigmi sono:

Intelligenza Artificiale debole (weak AI). Identifica sistemi tecnologici in grado di simulare parte delle funzionalità cognitive dell'uomo senza però raggiungere la totalità delle sue reali capacità intellettuali. L'AI debole indaga su casi simili, li confronta, elabora una serie di soluzioni, scegliendo quella più razionale e congrua. Dunque, opera una simulazione del comportamento umano: raccoglie esperienza ed "impara". Si occupa esclusivamente del problem-solving con cui si sviluppano funzionalità per la risoluzione dei problemi o per consentire alle macchine di prendere decisioni. Non è altro che un'applicazione o un'attività di dominio specifica che migliora con l'immissione di ulteriori dati e "impara" a ridurre l'errore di output. Questo gruppo include tutte le tecnologie funzionali che servono a uno scopo specifico. Questi sistemi sono generalmente abbastanza controllabili perché limitati a compiti specifici, la macchina non è capace di pensare in maniera autonoma, svolge egregiamente il suo compito, tuttavia ha bisogno della presenza dell'uomo. Si tratta, dunque, di un'intelligenza "simulata" (*Cautela 2019; Jaakkola 2019*).

Intelligenza Artificiale forte (strong AI). In questo caso si parla di "sistemi sapienti" che possono quindi sviluppare una propria intelligenza senza emulare processi di pensiero o capacità cognitive simili all'uomo ma sviluppandone una propria in modo autonomo (*Jaakkola 2019*). La macchina, qui, non è soltanto uno strumento, ma, se programmata in maniera opportuna, diventa essa stessa una mente, con una capacità cognitiva non distinguibile da quella umana. La tecnologia alla base dell'AI forte è quella dei "sistemi esperti", una serie di programmi che vogliono riprodurre, attraverso una macchina, le prestazioni e le conoscenze delle persone esperte in un determinato campo. Il sistema esperto opera in 3 step distinti:

1. Regole e procedure;
2. Il motore inferenziale, che consiste nell'applicazione dei dati e delle nozioni;
3. L'interfaccia utente, dove si profila l'interazione tra la macchina e l'essere umano.

L'AI forte si è concentrata su alcuni punti, ritenuti fondamentali quali la logica matematica che rappresenta l'intero scibile umano, il ragionamento e la dimostrazione

automatica del problema, l'analisi del linguaggio e la pianificazione, tramite gli algoritmi. Tuttavia, secondo i riscontri della letteratura esiste un'ulteriore classificazione che definisce i sopracitati paradigmi e ne introduce un terzo (*Corea 2017*):

AI Ristretta: corrispondente alla *weak AI*;

AI Generale (Artificial General Intelligence, AGI): Corrispondente alla *strong AI*;

AI Superintelligente (Artificial Super Intelligence, ASI): è l'intelligenza che supera ampiamente quella umana ed è in grado di pensare in modo scientifico e creativo; è caratterizzata da una saggezza comune generale; ha abilità sociali e forse un'intelligenza emotiva. Spesso si assume che questa intelligenza sia associata a un singolo super-computer, ma in realtà è più probabile che venga creata da una o più reti.

Le classificazioni delle varie tipologie di AI consentono di indagarla nelle sue componenti principali: Machine Learning e Deep Learning. Queste tecnologie saranno approfondite in dettaglio nei paragrafi successivi.

1.2) Machine Learning

Il *Machine Learning*, abbreviato con **ML**, o **apprendimento automatico** è un sottoinsieme dell'intelligenza artificiale che si concentra sulla capacità di apprendimento delle macchine. La letteratura definisce ML come “il concetto secondo cui un programma per computer può imparare e adattarsi a nuovi dati senza interferenze umane” (*Shams 2018*). In altre parole, il ML è l'insieme dei metodi attraverso cui si insegna alle macchine ad imparare, in modo che possano poi svolgere un compito o una attività senza che siano preventivamente programmate per farlo. Si tratta di “allenare” l'AI ad apprendere per svolgere autonomamente un'attività. Infatti, affronta la questione di come costruire computer che migliorino automaticamente attraverso l'esperienza.

“Un problema di apprendimento può essere definito come problema di migliorare alcune misure di prestazione, durante l'esecuzione di un compito, attraverso un qualche tipo di esperienza di allenamento” (Jordan 2015).

Il ML è oggi uno dei campi tecnici in più rapida crescita, che si trova nell'intersezione tra informatica e statistica, al centro dell'AI e della scienza dei dati. I recenti progressi nell'apprendimento automatico sono stati guidati sia dallo sviluppo di nuovi algoritmi e teoria dell'apprendimento sia dalla crescente disponibilità di dati online e di calcoli a basso costo. L'adozione di metodi di apprendimento automatico ad alta intensità di dati può essere utilizzata in tutta la scienza, la tecnologia e il commercio, portando a un processo decisionale più accurato in molti settori, tra cui assistenza sanitaria, produzione, istruzione, finanza e marketing.

Il ML rappresenta il nucleo fondamentale dei sistemi di AI: la sua capacità di imparare da dati grezzi permette di alimentare le forme visibili di AI, esempi sono i *Sistemi Predittivi*, i *Sistemi di Elaborazione del Linguaggio Umano*, capaci di comprendere in tempo quasi reale conversazioni orali e testi e la *Machine Vision*, in grado di leggere con straordinaria precisione gli input visivi (*Morielli 2018*) (**Fig. 1.1**).



Figura 1.1: Le capacità del Machine Learning, Morielli, 2018

Rispetto ad altre tecnologie, la flessibilità del ML (ovvero la capacità di apprendere e migliorare nel tempo), presenta il vantaggio di trattare i cosiddetti dati “sporchi”, cioè aventi record duplicati, campi analizzati male, oppure informazioni incomplete, errate o non aggiornate. Il ML, infatti, si basa sull'ingegnerizzazione di un estrattore di funzionalità dai dati grezzi per poterli poi analizzare con un sottosistema di apprendimento, cioè un classificatore (*LeCun 2015*). L'obiettivo è quello di caratterizzare simultaneamente la complessità del campione (quanti dati sono necessari per apprendere con precisione) e la complessità computazionale (quanto è necessario il calcolo). Driver

del progresso dell'apprendimento automatico è stato rappresentato nell'ultimo decennio dal fenomeno dei "Big Data". Si tratta di una tecnologia che scala molto bene in un'epoca di esplosione dei volumi di dati. Essendo il ML una sorta di potenza cerebrale artificiale, il suo funzionamento consente alle applicazioni software di concludersi con una precisione progressiva nell'aspettarsi risultati senza essere espressamente riviste. La tecnologia si basa sulla costruzione di calcoli da dati di input, che utilizzano un esame misurabile per prevedere il valore di output associato entro un intervallo adeguato. Il processo semplice di apprendimento automatico è mostrato nella figura sottostante: le funzioni vengono estratte manualmente e il modello crea, dopo l'estrazione, delle funzioni (Fig. 1.2)

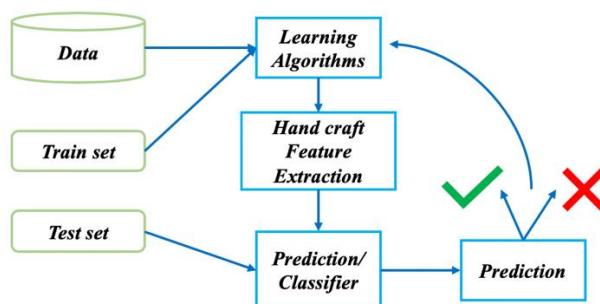


Figura 1.2: Flusso del processo ML di base, Patel, 2019

Esistono **differenti modalità di apprendimento**, tutte efficaci, che differiscono non solo per gli algoritmi utilizzati, ma soprattutto per lo scopo per cui sono realizzate le macchine stesse (Fig. 1.3). A seconda delle modalità con cui la macchina impara ed accumula dati e informazioni, si possono suddividere tre differenti sistemi di apprendimento automatico:

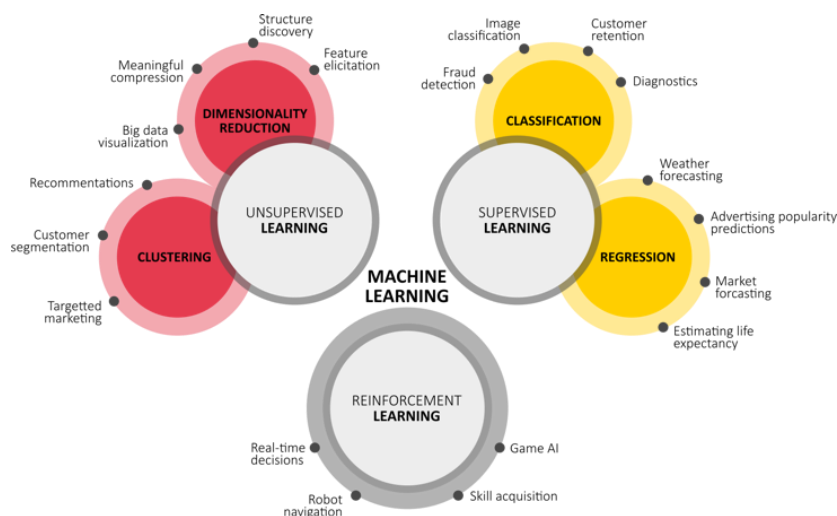


Figura 1.3: Classificazione dei ML in base all'output prodotto, Bellaiche, 2018

Apprendimento supervisionato (o Supervised Learning): Consiste nel fornire al sistema informatico della macchina una serie di nozioni specifiche e codificate, ossia modelli ed esempi che permettono di costruire un vero e proprio database di informazioni e di esperienze. Quando la macchina si trova di fronte ad un problema, lo risolve attingendo direttamente alle esperienze inserite nel proprio sistema, analizzandole, e decidendo quale risposta dare sulla base delle precedenti esperienze già codificate. Per supervisione si intende la presenza delle soluzioni (etichette) nell'insieme di dati di addestramento. Una persona, supervisore, fornisce alla macchina un “training set”, ovvero un insieme di addestramento di esempi pratici sotto forma di coppie (variabili in input “x” e risultato corretto “y”) (Corea 2017, Lee 2019). La macchina impara dagli esempi ed elabora un modello predittivo. Ad esempio, se volessimo costruire un algoritmo di classificazione delle e-mail (“spam”, “no spam”) occorrerebbe prendere un campione di e-mail e aggiungere su ciascuna “un'etichetta” (“spam” o “no spam”). La macchina elaborerebbe gli esempi (cioè il training set) per stimare una regola di riconoscimento generale detta “modello”. Una volta individuato il modello, la macchina sarà in grado di classificare tutte le e-mail in entrata in “spam” e “no spam” in modo autonomo. Nell'apprendimento supervisionato la macchina deve dunque stimare una funzione $f(x)$ incognita che collega le variabili di input x a una variabile di output y (Jordan 2015). L'accuratezza aumenta con il numero e le dimensioni del set di formazione. Inoltre, se addestrato attraverso cicli

di feedback (decisione giusta /decisione sbagliata) può regolare ulteriormente il proprio algoritmo. Il software ricodifica letteralmente sé stesso. (**Bini 2018**)

Apprendimento non supervisionato (Unsupervised Learning): Prevede che i dati di input inseriti non siano codificati, ossia la macchina ha la possibilità di attingere a determinate informazioni senza avere alcun esempio del loro utilizzo e, quindi, senza avere conoscenza dei risultati attesi a seconda della scelta effettuata. Trova somiglianze e anomalie all'interno di un set di dati non etichettati e li categorizza in propri raggruppamenti. Questo tipo di apprendimento offre maggiore libertà di scelta alla macchina che dovrà organizzare le informazioni in maniera intelligente e imparare quali sono i risultati migliori per le differenti situazioni che si presentano, le classi non sono note a priori ma devono essere apprese automaticamente. Ad esempio, mostrando all'algoritmo un gran numero di immagini non etichettate contenenti cani e gatti, questo sarà in grado di ordinare le immagini con caratteristiche simili in gruppi diversi senza sapere che uno contiene i “gatti” e l'altro i “cani”. Dunque, nell'apprendimento supervisionato la logica di classificazione viene conferita alla macchina come input, mentre nell'apprendimento non supervisionato è la macchina ad avere il compito di trovarne una (**Corea 2017, Lee 2019, Bellaiche 2018**).

Apprendimento per rinforzo (o Reinforcement Learning): È considerato il sistema di apprendimento più complesso, poiché prevede che la macchina sia dotata di sistemi e strumenti in grado di migliorare il proprio apprendimento e di comprendere le caratteristiche dell'ambiente circostante. Le informazioni disponibili nei dati di formazione sono intermedie tra apprendimento supervisionato e non supervisionato. Invece di esempi di formazione che indicano l'output corretto per un dato input, i dati di formazione nell'apprendimento per rinforzo vengono assunti per fornire solo un'indicazione sulla correttezza o meno di un'azione; se un'azione è errata, rimane il problema di trovare l'azione corretta. Nel reinforcement learning l'agente deve imparare dall'esperienza e costruirsi da sé una Knowledge Base. Quando l'agente prende una

decisione, analizza il cambiamento dello stato dell'ambiente valutando i feedback tramite una funzione di rinforzo. La funzione di rinforzo misura il grado di successo di un'azione o decisione, rispetto a un obiettivo predeterminato (*Corea 2017, Lee 2019*). L'algoritmo funziona secondo una logica di “*try and error*” (per tentativi ed errori), utilizzando un loop di feedback di “ricompense” e “punizioni”, nel quale una funzione di rinforzo misura il grado di successo di un'azione o decisione, rispetto a un obiettivo predeterminato. Le etichette dei dati sono effettivamente assegnate solo dopo l'azione. Inserendo un set di dati, l'algoritmo è in grado di rilevare quanto avviene nell'ambiente circostante ed effettuare scelte per un migliore adattamento ad esso. In questo modo costruisce un'immagine delle “mosse” vincenti e di quelle perdenti. *AlphaGo* e *AlphaZero* di DeepMind sono due buoni esempi delle capacità dell'apprendimento con rinforzo.

1.3) Deep Learning

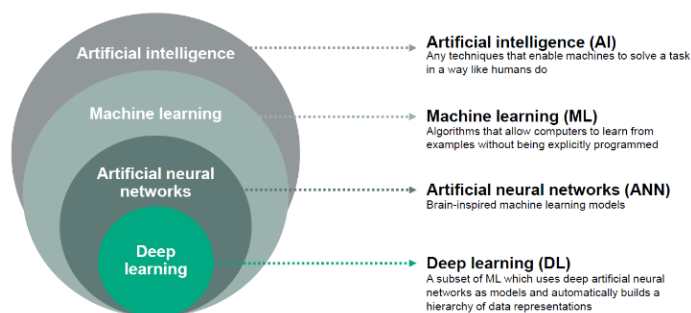


Figura 1.4: Schema gerarchico dall'AI al DL, Hewlett-Packard

Il *Deep Learning*, comunemente abbreviato in **DL**, o *apprendimento profondo* è una sottocategoria del ML (**Fig. 1.4**) che può essere definito come un percorso per raggiungere un apprendimento automatico di tipo avanzato (*Stipic 2019*). Per ottenere tale obiettivo si creano modelli di apprendimento stratificati su più livelli che permettono di trasformare dati grezzi in input in dati classificati in output. Tale tecnica prende il nome di "representation learning". I dati non sono però forniti dall'uomo, ma sono appresi grazie all'utilizzo di algoritmi di calcolo statistico che cercano di comprendere il funzionamento del cervello umano e il modo con cui interpreta i diversi input di base. L'apprendimento, dunque, si modella secondo una piramide, in cui i concetti più alti sono appresi a partire

dai livelli più bassi. Il DL “consente a modelli computazionali composti da più livelli di elaborazione di apprendere rappresentazioni di dati con più livelli di astrazione” (**LeCun 2015**).

Il DL è usato sia per l'apprendimento supervisionato che per quello non supervisionato e si compone di due fasi principali: formazione e test.

Formazione: che consiste nella trasformazione dei livelli di base, aventi dati grezzi, in livelli superiori più astratti utilizzando “*l’algoritmo di backpropagation*”, questo funziona variando i parametri utilizzati per calcolare la rappresentazione in ogni livello modificando quella del livello precedente. L’insieme dei metodi che consente di alimentare una macchina con dati grezzi e di scoprire automaticamente le rappresentazioni necessarie per il rilevamento o la classificazione è detto “*apprendimento delle rappresentazioni*”.

Test o Training: consiste nell’allenamento del modello, creato alla fase precedente, utilizzando dati di diversa natura rispetto a quelli di input.

Per comprendere il raggio d’azione del DL occorre chiarire il concetto di “**Rete Neuronale Artificiale**” (o ANN) e “**Rete neuronale Profonda**” sui quali esso basa il suo funzionamento. L’AI in generale, infatti, è ispirata alla neuro corteccia umana: il cervello apprende in modo sequenziale, da schemi più semplici a problemi più complessi. Questa gerarchia e l’apprendimento compositivo è effettivamente ben strutturato nel DL. Le reti neurali del cervello umano, costituite da insiemi di cellule nervose fittamente interconnesse fra loro, sono la sede della capacità di comprendere l’ambiente e i suoi mutamenti, e di fornire quindi risposte adattive calibrate sulle esigenze che si presentano. Allo stesso modo, una rete neuronale artificiale, pur non essendo dotata di componenti analoghi ai neurotrasmettitori, è in grado di replicarne lo schema di funzionamento. Una “*Neural Network*” è costituita da tre strati (1) layer di input, (2) serie di layer nascosti e (3) layer di output (**Stipic 2019**). I nodi ricevono dati in input, li processano e sono in grado di inviare le informazioni ad altri nodi successivi. Attraverso cicli più o meno numerosi di input-elaborazione-output, le reti diventano in grado di generalizzare e fornire output corretti associati ad input non facenti parte del training set. Il numero di

livelli nascosti può essere molto elevato in base alla complessità del problema che si vuole risolvere. Le “Reti Profonde” sono reti multistrato, ognuna delle quali calcola alcune semplici funzioni parametrizzate dei suoi input e, attraverso algoritmi di ottimizzazione basati sul gradiente, regola i parametri in tale rete a seconda degli errori nel suo output (*Jordan 2015*). Le reti neurali profonde sfruttano la proprietà che molti segnali naturali sono gerarchie compositive, in cui caratteristiche di livello superiore si ottengono componendo quelli di livello inferiore. Di seguito si riportano due schemi esemplificativi della struttura di una rete neuronale artificiale: a destra una rete semplice, a sinistra una rete multistrato (*Bellaiche 2018*) (**Fig. 1.5**).

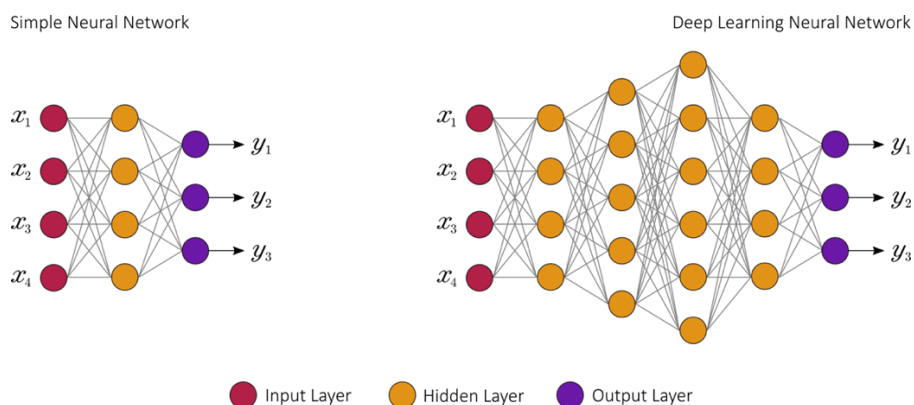


Figura 1.5: Esempi di rete neurale, *Bellaiche, 2018*

Questa complessa disposizione consente la forma di calcolo molto potente che caratterizza il DL. Esso, infatti, utilizza più livelli di filtri per apprendere le caratteristiche significative di ciascun dato in un set. Usando una rete neurale, l'output di ciascun filtro fornisce l'input al successivo, e ciascun filtro opera a un livello diverso di astrazione. In tal modo, i sistemi di DL possono gestire set di dati molto più ampi rispetto ad altri approcci.

Sono state individuate dalla letteratura tre capacità caratterizzanti il DL (*Patel 2020*):

- la *generalizzabilità*: cioè la precisione con cui la macchina eseguirà la stima su determinati dati che non sono stati ancora formulati
- la *trainability*: la rapidità con cui un framework DL lavora
- l'*espressività*: delinea quanto bene una macchina valuterà le stime generali.

Il punto di forza del DL risiede nel fatto che questi modelli sono in grado di mantenere livelli di prestazione elevati e possono essere applicati ad un'ampia varietà di problemi diversi tra loro ottenendo risultati soddisfacenti. Elementi essenziali per lo sviluppo del DL e che per molto tempo sono stati un limite per la sua implementazione sono l'elevata quantità di dati e la notevole potenza computazionale. Infatti, una delle ragioni principali del suo successo negli ultimi dieci anni risiede nel fenomeno dei "Big Data", cioè la grande quantità di dati ed informazioni che vengono acquisite e gestite quotidianamente da società o enti. Il loro utilizzo è indirizzato, sostanzialmente, al "training" della macchina in modo da renderla sempre più intelligente. La necessità di maggiori dati determina, di conseguenza, un tempo maggiore per la creazione della rete (Corea 2017). Per questo motivo e per ottimizzare la complessità computazionale, le reti sono spesso addestrate in parallelo, partizionando il modello su macchine diverse su schede GPU (Graphic Processing Unit). Le migliori prestazioni delle GPU rispetto alle CPU ha permesso l'introduzione, nei modelli DL, del cosiddetto "parallelismo" e consente la lettura di diversi segmenti di dati, attraverso lo stesso modello, su macchine diverse per ottimizzare i parametri.

Oggi le applicazioni di DL sono utilizzate ovunque alcuni esempi sono l'auto a guida autonoma di Google, il sistema di riconoscimento facciale di Apple, SIRI, l'assistente personale Cortana e anche i nuovi negozi Amazon Go.

1.3.1) Tipologie di Rete Neuronale

Le reti neurali artificiali (ANN) nascono con un approccio di ispirazione biologica, ma lo studio e gli sviluppi in questo campo sono da attribuire a *Rumelhart*. La letteratura ha categorizzato diversi tipi di ANN, ma i più noti sono le reti neurali ricorrenti (*RNN*), le reti neurali convoluzionali (*CNN*) e le reti biologiche neurologiche (*BNN*) (Corea 2017). Le principali differenze sono riportate di seguito:

- le ANN tradizionali sono caratterizzate dall'indipendenza degli input;
- le RNN usano le informazioni sequenziali per fare previsioni accurate, mantenendo, dunque, una sorta di memoria dei calcoli precedenti;

- le *CNN* rispecchiano la struttura della corteccia visiva e tutti gli strati funzionano come filtri di rilevamento per identificare specifici schemi nei dati originali. Per tale motivo, sono adatte al riconoscimento di oggetti;
- le *BNN* costituiscono un sottocampo di ANN piuttosto che un'applicazione specifica, includono, infatti, sia le proprietà strutturali che algoritmiche della neocorteccia.

1.4) Differenze tra ML e DL

La letteratura ha individuato sei caratteristiche principali, riportate nella tabella seguente (**Tab. 1.1**), che differenziano i modelli ML e quelli DL (**Patel 2020**)

Tabella 1.1: Differenze tra ML e DL

MACHINE LEARNING ML	DEEP LEARNING DL
Grandi quantità di dati di addestramento senza etichetta	Quantità di dati etichettati più concisa
Funzioni riconosciute con precisione dal modello	Genera nuove funzionalità in modo indipendente
Funziona in modo automatico	Necessita di hardware, GPU e alte prestazioni
Partiziona il problema e dopo unisce e ottiene un unico risultato	Risolve il problema 'end-to-end'
Più basso tempo di 'formazione'	Elevato tempo per la 'formazione'
Estrazione e classificazione effettuate separatamente	Estrazione e classificazione effettuate congiuntamente

Mentre il ML 'allena' l'AI, il DL cerca di emulare il processo cognitivo umano. Quest'ultimo risulta efficiente nel mettere in luce connessioni e correlazioni nascoste tra i dati, tuttavia non è informato sulla causa di tali correlazioni. I modelli DL, a differenza del ML, sono molto più veloci poiché le funzionalità del set di dati vengono estratte automaticamente. L'esecuzione del modello è un "apprendimento end-to-end" cioè attraverso una rete profonda, migliorabile con un set di dati più grande. Infatti, a partire

da un numero minimo di parametri e da una quantità significativa di dati rappresentativi con i quali il DL è alimentato, attraverso il “training” si crea un modello che può essere successivamente adattato ad altri dati (**Stipic 2019**).

Di seguito, si riportano gli schemi di funzionamento del ML e del DL in contrapposizione.



Figura 1.6: Flusso tradizionale di Machine Learning, Patel, 2019

Figura 1.7: Flusso di Deep Learning, Patel, 2019



2) Startup di Intelligenza Artificiale

2.1) Approccio delle Startup all'Intelligenza Artificiale

Gartner inserisce l'Intelligenza Artificiale tra i 10 trend tecnologici del 2020 (*Panetta 2019*), tale fattore rafforza l'idea che l'AI sia ad oggi uno dei campi che potrebbe fornire maggiori opportunità future sia a livello di investimenti che occupazionale. Un primo passo per capire come l'AI si innesti nel panorama industriale è cercare di definire in quale stadio del suo sviluppo tecnologico è posizionata. In riferimento al modello di Abernathy e Utterback, che individua tre fasi principali: fluida, di transizione (durante la quale si afferma il Dominant Design) e di maturità, si nota che l'AI non abbia ancora stabilito il proprio Dominant Design e quindi, ad oggi, sia collocabile nella prima fase (*Roelands 2018*). Nel dettaglio, questa fase vede una forte incertezza a livello di ambiente di mercato e di tecnologia, risultando impossibile per un'impresa imporre uno standard sulla concorrenza (*Civiero 2012*). La competizione si afferma sulla differenziazione del prodotto e sulla sperimentazione di soluzioni innovative. Queste caratteristiche si adattano alla perfezione alla struttura della startup che è fortemente indirizzata all'innovazione e può usufruire di un'organizzazione snella e flessibile. Al contrario gli incumbent devono effettuare delle attente valutazioni per non rischiare di essere privati del proprio potere di mercato, essi hanno generalmente due opzioni: investire nelle startup che ritengono più promettenti oppure aspettare l'affermarsi del Dominant Design per acquisire le imprese che sono riuscite a raggiungerlo.

Data la fase fluida in cui risiede la tecnologia e il contesto economico attuale, l'AI assume il ruolo di quella che l'economista Schumpeter chiamava "*tempesta di distruzione creativa*" intendendo, con questo termine, tutte quelle tecnologie "distruptive" alla base di un processo di mutazione industriale in grado di rivoluzionare in modo continuo l'intera struttura economica, distruggendo la vecchia e creandone una nuova. L'AI ha, infatti, cambiato radicalmente il modo di innovare e i confini della realtà stessa. Pur avendo finora creato un enorme valore per le cosiddette Big Tech, si stima che l'AI genererà molto valore anche per settori differenti rispetto a quello del software. Infatti,

sebbene colossi tecnologici del mondo, quali Google, Amazon, Facebook, Microsoft, Baidu, Alibaba e Tencent, abbiano investito ingenti somme nell'AI, anche tra gli imprenditori e gli investitori si osserva altrettanto entusiasmo. Si stima che più della metà delle Startup europee si occupi di AI e che gli investimenti nel settore sono superiori del 20-30% a quelli di altri settori (*Morielli 2018*). All'interno di questo nuovo mondo economico, le Startup si stanno ritagliando uno spazio sempre maggiore divenendo uno degli attori principali nello sviluppo economico mondiale. La ragione della loro ascesa dipende sia dal loro contributo alla crescita economica del territorio dove risiedono, a livello locale e nazionale, (*Tripathi 2018*) sia dalla capacità di creare nuovi posti di lavoro, favorendo l'aumento dell'occupazione, che risulta essere superiore alla capacità delle nuove aziende create con un'impostazione classica (*Kane 2010*). Inoltre, negli ultimi anni le Startup sono state capaci di generare nuovi business scalabili e di operare grandi innovazioni tecnologiche (*Cohen 2005*). Infine, è possibile osservare da studi empirici come, dipendentemente dal territorio osservato, in molti settori economici le piccole aziende o Startup stanno assumendo un ruolo di primo piano a discapito delle grandi aziende (*Carree 2010*).

La tesi è focalizzata sullo studio di come, all'interno del panorama economico europeo, si stanno implementando e sviluppando le tecnologie di AI da parte delle Startup emergenti. Occorre, quindi, definire preventivamente le caratteristiche di queste organizzazioni. Nel tempo sono state fornite diverse definizioni di Startup. Tra le più importanti ed esaustive si ricorda quella di Steve Blank (*2012*) che la definisce "un'organizzazione temporanea alla ricerca di un modello di business scalabile, ripetibile e redditizio", mentre Erik Ries (*2011*) individua "un'istituzione umana progettata per creare un nuovo prodotto o servizio in condizioni di estrema incertezza". Un'ulteriore definizione di Startup è fornita da Crowne che, analizzando le Startup di software, definisce la Startup un'organizzazione con scarse e inadeguate risorse, a causa della bassa disponibilità di denaro nelle prime fasi di vita, il cui personale, fondatori e dipendenti, possiedono un'esperienza limitata ed è fortemente influenzata da fattori esterni come: investitori, clienti, competitor e l'evoluzione tecnologica (*Crowne 2002*). La capacità di crescita è direttamente legata al fatto che il business sia scalabile, in grado di aumentare

le sue dimensioni raggiungendo maggiori clienti e, di conseguenza, aumentando il volume d'affari sulla base delle economie di scala. Tale modello deve poter essere replicato in contesti e tempi diversi, adattandolo attraverso un processo di pivoting.

2.2) Sviluppo del mercato delle Startup AI

Uno degli obiettivi della tesi è quello di identificare i principali hub dove nascono e si sviluppano le Startup AI, dunque individuando gli ecosistemi più favorevoli in Europa per il loro sviluppo. Si può definire “Business Ecosystem”, cioè ecosistema di business, come l’insieme di aziende o Startup che collaborano o competono tra di loro, al fine di produrre valore per i propri clienti (*Moore 1997*). Esso comprende anche tutti gli attori (es. università, banche, governi, etc.) che contribuiscono allo sviluppo di un prodotto o servizio (*Makinen 2012*). Focalizzando l’attenzione sul mondo delle Startup, l’ecosistema di una Startup si sviluppa all’interno dell’ambiente di una specifica regione. Esso è composto sia dalle Startup sia da tutti gli stakeholder, come imprenditori, investitori o chiunque abbia un interesse per l’ecosistema, che collaborano con le organizzazioni di supporto, come governi, fondi di investimento e università, al fine di creare un sistema in grado di: supportare la creazione di nuove Startup, favorire l’occupazione, creando nuovi posti di lavoro, ed incrementare lo sviluppo tecnologico ed economico di una nazione (*Tripathi 2018*).

Un ecosistema che ha conosciuto una forte espansione negli ultimi anni è quello delle Startup che sviluppano prodotti e servizi relativi all’Intelligenza Artificiale. Il settore dell’AI risulta ampio, considerando che i suoi diversi livelli (base, tecnologico e applicativo) si applicano a varie tecnologie e scenari differenti. Il trend di sviluppo dell’AI è stato tracciato dalla Stanford University, stimando che “dal 1996, per i successivi 20 anni, il numero di documenti AI è aumentato in modo significativo, passando a oltre il 400%”; ciò implica che il numero di nuovi brevetti ha subito un forte incremento (*Yang 2019*). Nonostante ciò, attualmente il panorama dell’AI è dominato da un oligopolio di grandi corporazioni centralizzate, che si concentrano sugli interessi dei loro stakeholder. Si assiste, infatti, ad un crescente bisogno di servizi di AI da parte delle aziende

ostacolato, però, dal limitato accesso al capitale e dalla poca visibilità degli sviluppatori. Un problema ancora più rilevante, in questo ambito, risulta essere la mancanza di standard di interoperabilità. (*Montes 2018*). Allo stato attuale, il settore registra il maggior numero di Startup create ogni anno, con un tasso di crescita del 24,8% annuo dal 2008, e si stima un tasso di crescita del settore stesso pari a 12,9% (*Genome 2018*). Anche gli investimenti nel settore risultano essere in forte aumento negli ultimi anni, secondo un report di McKinsey (*Bughin 2017*) nel 2016 le grandi aziende digitali hanno investito tra i 20 miliardi e i 30 miliardi di dollari nell'AI, di cui il 90% in ricerca e sviluppo ed il restante 10% in acquisizioni e fusioni. In generale, gli investimenti in tecnologie AI, da parte dei VC, hanno subito un forte aumento tra il 2012 e il 2016 sia in termini di soldi investiti sia in termini di accordi firmati, come è possibile vedere nel grafico sottostante (**Fig. 2.1**) (*Fenwick 2018*).

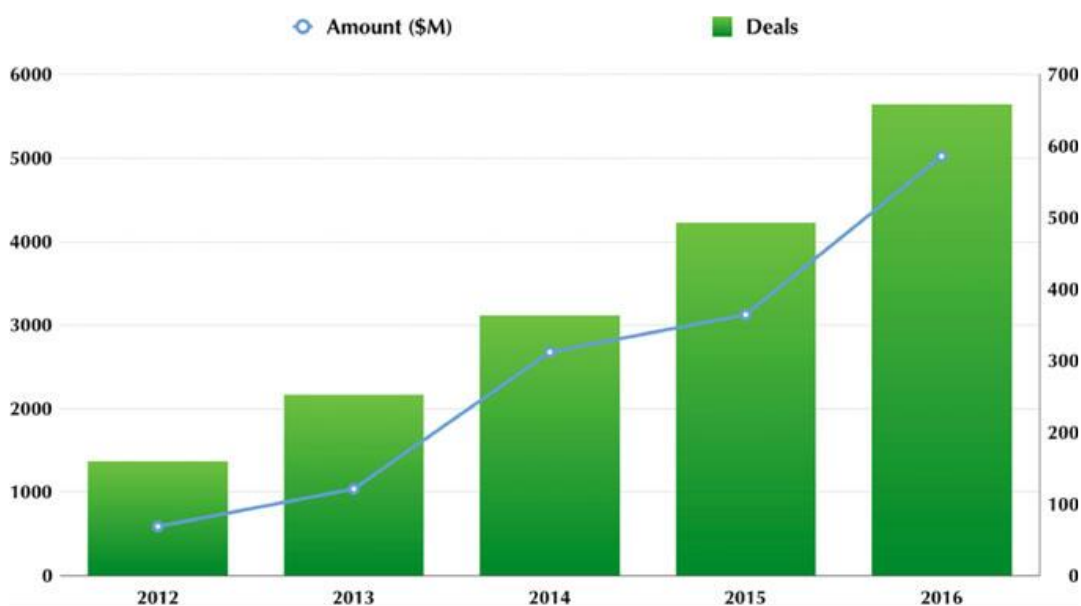


Figura 2.1: Investimenti dei VC nelle Startup AI (2012-2016), Fenwick, 2018

Dall'analisi di tali dati è possibile osservare come il settore risulti fortemente influenzato dalle grandi compagnie digitali, rappresentando sia una sfida per le Startup AI che devono confrontarsi con aziende molto potenti, sia un'opportunità di effettuare un'Exit di successo a favore di una grande azienda alla ricerca di nuove tecnologie da acquisire

(*Genome 2018*). Aspetto confermato se si guarda al numero costante di “Startup AI” acquisite dal 2010 al 2019 (**Fig. 2.2**) (*Statista*)

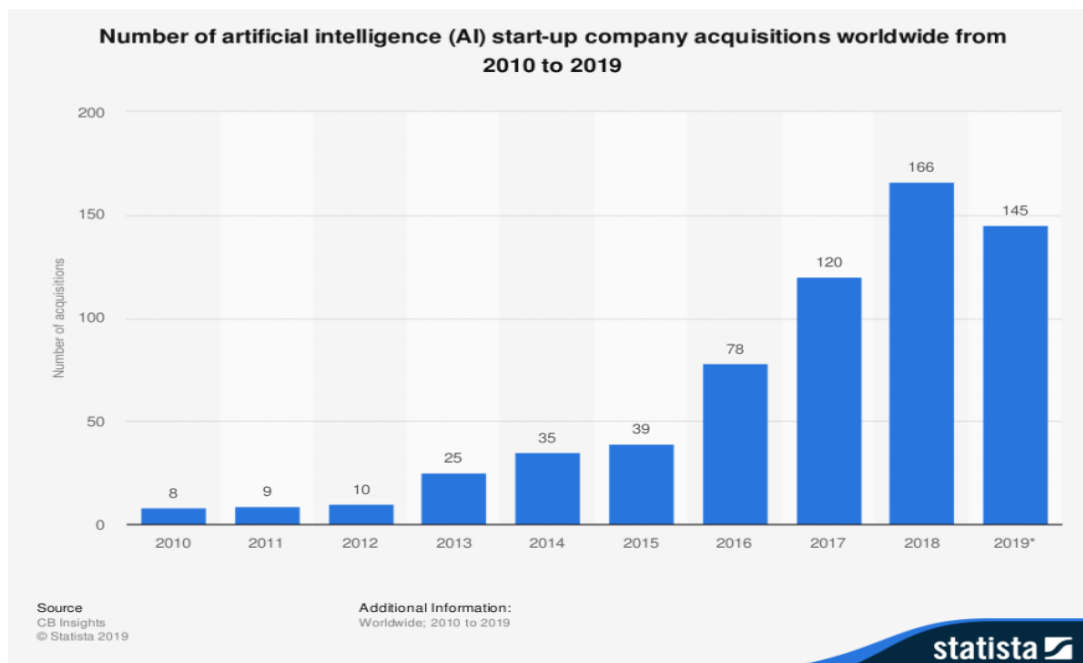


Figura 2.2: N° acquisizioni globale di Startup AI (2010-2019), Statista, 2019

Nell’ecosistema dell’AI, e delle Startup che la sviluppano, è possibile individuare i seguenti elementi chiave che favoriscono l’espansione dell’ecosistema (*Quan 2018*):

- **Piattaforme Software “Open Source”**: sono composte da tecnologie gratuite e disponibili a tutti, fondamentali per la creazione e lo sviluppo di altre tecnologie più avanzate che si basano su di esse;
- **Tecnologie di base di AI**: le quali permettono il corretto funzionamento di sistemi basati sull’AI e sono indispensabili per il suo sviluppo. In particolare, è possibile identificare tre differenti tecnologie: gli algoritmi, che aiutano a sviluppare software di AI (e.g. NLP), tecnologie relative ai Big Data, ed infine tecnologie per il calcolo computazionale;
- **Piattaforme open per l’AI**: piattaforme di “AI” gratuite e disponibili a tutti, per incentivare lo sviluppo e la crescita delle intelligenze artificiali ed espanderne l’ecosistema.
- **Applicazioni di AI**: applicazione di AI a scopo commerciale che si sviluppano per essere usate dai consumatori. Esse permettono all’AI di diffondersi in molti

settori commerciali, ridefinendo i modelli di business esistenti e causando grandi cambiamenti al loro interno.

Una nazione con condizioni molto favorevoli per lo sviluppo di un tale ecosistema sono gli USA. Nella Silicon Valley si trova sia il quartier generale della maggior parte delle Startup AI di successo, o che sono state acquisite, sia il quartier generale dei loro acquirenti, ma ciò non limita ai soli Stati Uniti il centro di sviluppo dell'AI (**Fig. 2.3**) (*Corea 2017*). Imprenditori e Startup AI si stanno sviluppando in tutto il mondo, in particolare in Europa dove l'Unione Europea ed i governi delle varie nazioni si stanno impegnando per creare un ambiente favorevole allo sviluppo di nuove Startup e per favorire gli investimenti privati su di esse (*Fenwick 2018*).

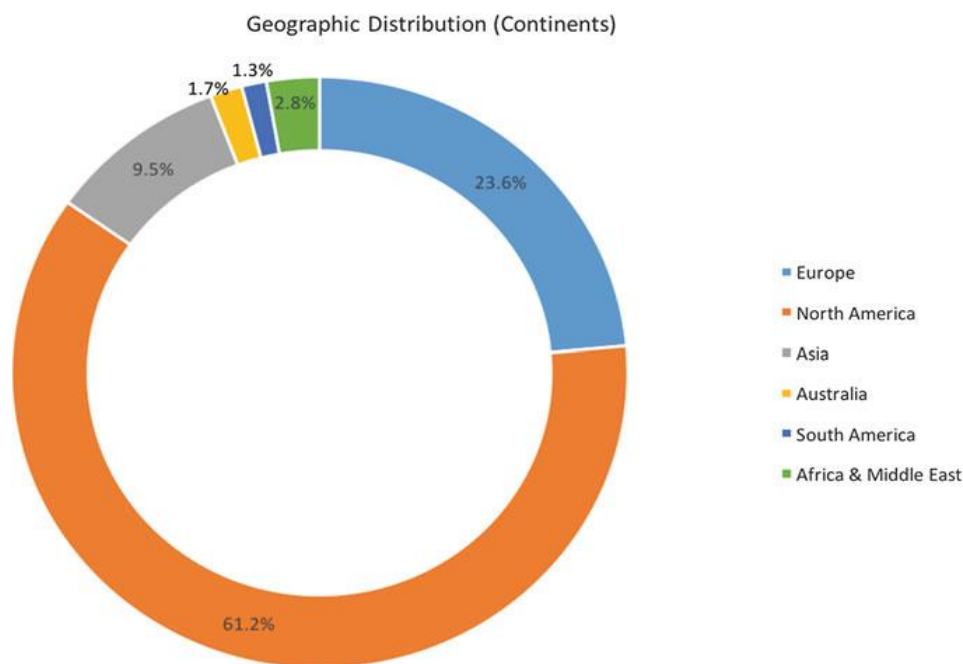


Figura 2.3: Distribuzione geografica delle Startup AI nel mondo, Corea, 2017

2.2.1) Panorama Startup Europeo: principali hub di innovazione in AI

Dato il forte sviluppo dell'AI nel mondo e il grande impatto che può avere sull'economia delle nazioni, anche le nazioni europee hanno deciso di avviare programmi per supportare il progresso delle tecnologie relative all'AI e facilitare la creazione di un solido e duraturo ecosistema. La Commissione europea ha annunciato le linee generali di una strategia per

l'AI con una richiesta di investimenti per 20 miliardi di euro nel periodo 2018-2020¹. In particolare, ha attivato diversi programmi per creare un'infrastruttura di supercomputer con grandi capacità computazionali per facilitare la ricerca sull'AI. Un esempio è il programma "EuroHP Joint Undertaking", firmato nel 2017 da 7 stati membri e successivamente allargato a 29 nazioni con un budget di circa 1 miliardo di euro, che ha lo scopo di creare un'infrastruttura di supercomputer per favorire lo sviluppo di servizi necessari alla comunità scientifica e al mondo industriale e far diventare l'Europa un leader mondiale nel settore (*Becciani 2019*).

A livello locale, invece, si sono sviluppati molti ecosistemi favorevoli all'AI. Alcuni dei più importanti sono (*Global Startup Ecosystem Report 2018*):

- **Greater Helsinki, Finlandia:**

Il governo finlandese si è posto come obiettivo nazionale lo sviluppo e l'implementazione di sistemi AI che possano portare a grandi benefici per la società. Esempi sono le Startup "Curious AI Company", che compete con successo contro i grandi giganti del web, e ZenRobotics, che sviluppa robot guidati dall'AI per differenziare la spazzatura e che ha raccolto fondi per oltre 17 milioni di dollari;

- **Francoforte, Germania:** luogo molto attrattivo per le Startup, grazie alla sua posizione centrale in Europa. Vi è una giusta combinazione tra infrastrutture digitali, competenze tecnologiche e grandi centri di ricerca e universitari. La presenza della Banca Centrale Europea e di un grande centro finanziario risulta essere un forte stimolo anche per le Startup di AI: Arago, una Startup che automatizza i processi IT per altre aziende ed ha raccolto 55 milioni di dollari, e Savedroid, che sfrutta l'AI per la gestione del denaro dei propri utenti;

- **Londra, Regno Unito:** il più grande ecosistema per le Startup in Europa, è il centro finanziario e dell'advertising di Europa, settori soggetti ad una forte innovazione causata anche dall'AI.

¹ Fonte Commissione Europea: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/IT/COM-2018-237-F1-IT-MAIN-PART-1.PDF>, consultato in data 02/03/2020

Oltre a saper sfruttare l'ecosistema in cui la Startup vive e si sviluppa, è essenziale trovare un nuovo modo di guardare allo sviluppo di prodotti innovativi caratterizzato contemporaneamente sia da un'iterazione rapida del prodotto sia dalla conoscenza del cliente e da una grande visione del mercato (*Ries 2011*), cioè richiede il Business Model adatto alla tecnologia dell'AI.

2.3) Business model ad-hoc per le Startup AI

L'aspetto dirompente dell'AI ha rivoluzionato completamente anche il modo di concepire il business in tutti i settori. Le Startup di AI hanno la necessità di sviluppare un Business Model (BM) particolare che si adatti alla loro tecnologia ed ai prodotti e servizi che offrono e che sia efficace e sostenibile nel tempo. L'innovazione nel modello di business rappresenta un cambiamento significativo nelle operazioni e nella creazione di valore, in genere con un miglioramento delle prestazioni complessive (*Lee 2019*). Lo sviluppo di un BM per l'AI è fortemente influenzato anche dalla cultura aziendale, elementi come i valori e l'organizzazione di una Startup hanno un ruolo fondamentale nello sviluppo di un nuovo business basato sull'AI. Andrew Ng, in un articolo intitolato "AI Transformation Playbook", propone un BM adatto per questo ambito (*NG 2018*). Il modello, rappresentato in **Figura 2.4**, è composto da cinque passaggi fondamentali:

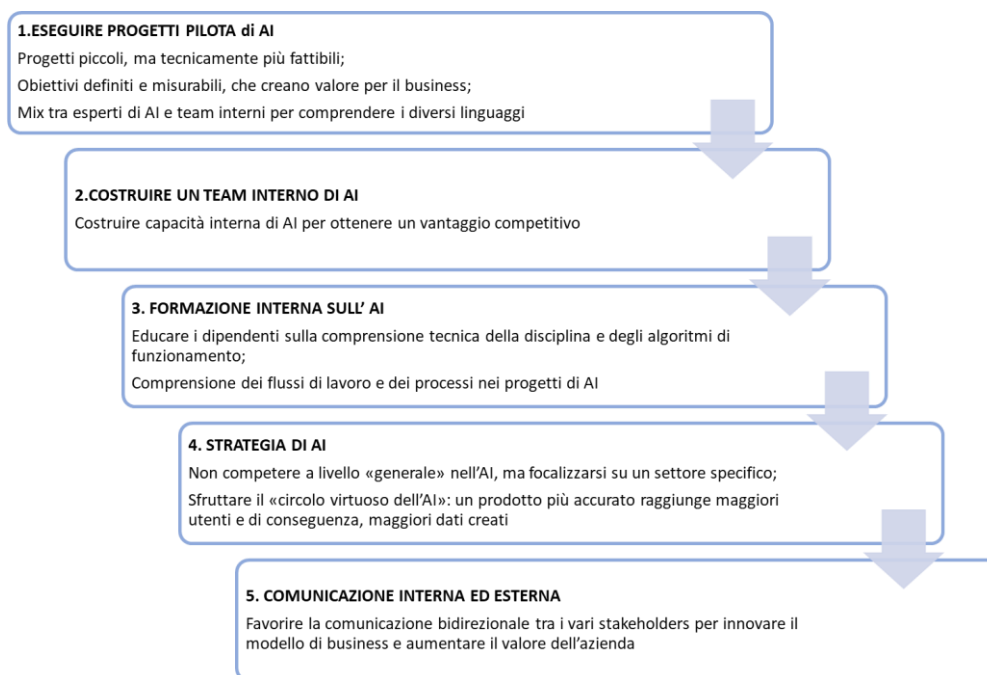


Figura 2.4: Business Model per prodotti di intelligenza artificiale, NG, 2018

Molti autori tendono a concepire il settore dell'AI molto simile a quello dell'industria biofarmaceutica nelle sue fasi di sviluppo: R&D costosa e lunga; lungo ciclo di investimento; enormi ritorni a bassa probabilità; concentrazione del finanziamento verso fasi specifiche di sviluppo. Esistono, però, due grandi differenze tra i due Business Model: nel settore di AI la fase di sperimentazione risulta essere molto più veloce e con molti meno rischi, e la tecnologia non è difendibile da brevetti, dunque le Startup AI sono costrette ad evolvere continuamente il loro prodotto ed a trovare differenti modelli di ricavo. Uno dei principali cambiamenti in questo contesto, riguarda anche il modello di crescita dei vari attori. Infatti, si è passati dalla competizione con le Startup emergenti ad una politica di acquisizione aggressiva delle stesse, nei loro primi anni di vita, da parte di grandi aziende del settore, essendo in questa fase l'attenzione delle Startup rivolta ai progressi tecnologici piuttosto che ai ricavi. Esse mantengono la loro indipendenza a livello fisico e operativo. L'integrazione verticale da parte dei colossi del Tech ha il vantaggio, per loro, di avere dei costi di acquisizione più bassi rispetto al costo opportunità che si avrebbe lasciando che le Startup AI si sviluppino, guadagnando quote di mercato e minacciando la posizione di dominio della grande azienda. Inoltre, l'acquisizione si rivela uno strumento efficace poiché le grandi aziende riescono a

garantirsi possibili entrate future. Si assiste, dunque, da un lato alle Big Tech² che spendono grandi somme di denaro in acquisizioni e dall'altro lato alle Startup che, dopo aver investito molto tempo e risorse nello sviluppo di un buon prodotto, sono acquisite a basso costo. Ciò avviene, innanzitutto, perché la natura accademica degli sviluppatori di "AI" tende ad incoraggiare la diffusione e la condivisione delle scoperte. In secondo luogo, l'open source permette di incrementare il livello dell'attuale stato dell'arte a favore di potenziali concorrenti nel settore. Inoltre, il rilascio di un software gratuito, che non richiede lo sviluppo di hardware, consente di ridurre le barriere all'ingresso favorendo la diffusione di prodotti che, altrimenti, non si sarebbero diffusi, accorciando il ciclo di vita del prodotto già esistente. Infine, l'open source sfrutta e crea l'effetto di esternalità di rete: un numero maggiore di utenti, utilizzando il software, crea più dati rendendo gli algoritmi più intelligenti, e quindi migliore il prodotto finale che attira più utenti (*Corea 2017*).

Si sono individuati effetti contrastanti sull'adozione di tale modello di business nello sviluppo dell'AI e nella sua diffusione: nel breve termine, l'open source può incrementare la diffusione dell'AI, essendo software e conoscenza dei beni non rivali utilizzabili da un ampio bacino di utenti, e generare brand più forti. Invece, sul lungo termine si hanno meno incentivi a investire in R&D a causa del possibile "Free riding" effettuato da altre aziende. Tuttavia, essendo una tecnologia aperta, essa determina maggiore capacità di assorbimento, permettendo di rimanere al passo con lo stato dell'arte (*Bostrom 2016*).

Il mondo delle Startup AI ha introdotto vari modelli di business e di distribuzione del prodotto: i più frequenti sono quelli che prevedono la consegna del prodotto come piattaforma, SaaS (Software as a Service) e PaaS (Platform as a Service) (*Lee 2019*). Il primo modello è un software che può essere distribuito, gestito e ospitato da remoto via internet da un fornitore di servizi (la Startup) attraverso un contratto di leasing. Grazie a questo modello è possibile gestire i dati di molti clienti da un singolo database, permettendo di abbassare notevolmente i costi, il tempo di implementazione del servizio

² Il termine "Big Tech" è stato usato nel giornalismo per riferirsi alle più grandi e dominanti aziende nel settore dell'informatica. Un raggruppamento comunemente utilizzato di Big Tech comprende: Google, Amazon, Facebook e Apple, denominate le "Four Horsemen" (https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Tech)

e garantendo la scalabilità del prodotto su richiesta. Inoltre, si può facilmente predire il budget necessario ad implementare il servizio poiché le Startup che offrono un SaaS propongono ai propri clienti contratti di affitto temporaneo o contratti del tipo “pagamento all’uso” (*Cho 2013*). Tale modello applicato al mondo dell’AI prende il nome di AI-as-a-Service (AIaaS), in cui la Startup fornisce al cliente il prodotto da remoto, permettendo ad esso di sperimentare con l’AI con un basso investimento iniziale e senza incorrere in grandi rischi (*Jefimova 2018*). Attualmente, per le SaaS e le AIaaS si identificano i seguenti modelli di ricavo più utilizzati: abbonamento mensile o annuale, ricavi basati sulle pubblicità, guadagni basati sul numero delle transazioni effettuate dagli utenti, modello freemium, guadagni proveniente dall’implementazione e manutenzione dei server, ed infine vendere la licenza del software (*Laatikainen 2014*). Il PaaS, invece, è una piattaforma informatica sul cloud che permette alle aziende di gestire e customizzare le proprie applicazioni, mentre il fornitore del servizio gestisce la rete, i server e l’immagazzinamento dei dati. Tale modello crea valore ai propri clienti, permettendogli di aumentare l’efficienza e contemporaneamente ridurre i costi operativi (*Garbuio 2018*).

In particolare, la letteratura (*Corea 2017*) ha individuato quattro modelli maggiormente sfruttati:

- **Spin-off accademici:** struttura utilizzata in larga parte da aziende focalizzate sul mondo della ricerca a lungo termine. Si compone di un team con molta esperienza e da un particolare aspetto di innovatività;
- **Data-as-a-service (DaaS):** modello secondo cui le società si occupano della raccolta di enormi set di dati su cui operano in seguito;
- **Model-as-a-service (MaaS):** uno tra i modelli più diffuso ed usato dalle società che tendono a mercificare i propri modelli di AI per ottenerne un flusso di ricavi. I più noti sono: “AI” ristretta, in cui si implementano nuovi algoritmi per un problema specifico; Estrattori di valore, in cui si estrae valore dai dati integrando la propria soluzione con la piattaforma del cliente; Abilitatori, creano piattaforme all-in-one per rendere più efficienti i flussi di lavoro.

- **Robot-as-a-service (RaaS)**: modello caratterizzato da agenti virtuali o agenti fisici che interagiscono con l'utente. Gli agenti virtuali e i chatbot consentono una riduzione dei costi delle attività a basso valore aggiunto e risultano essere più economici rispetto agli agenti fisici come i sensori o l'auto a guida autonoma che richiedono un maggior investimento di capitale.

In generale, si classificano le aziende nel settore secondo una matrice AI (*Corea 2017*), riportata di seguito (**Fig. 2.5**).

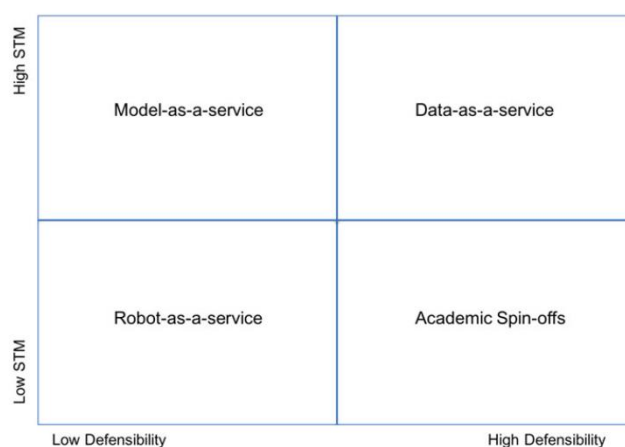


Figura 2.5: Matrice di classificazione di modelli di business per l'AI, Corea, 2017

Le variabili analizzate per categorizzare i diversi modelli sono: la monetizzazione a breve termine (STM) e la difendibilità del business. Innanzitutto, considerando i prodotti più diffusi, il modello MaaS è quello con più alto potenziale di monetizzazione a breve termine, ma anche quello meno difendibile in ragione della natura del prodotto offerto. Al contrario, il modello DaaS, presenta lo stesso livello di redditività e una più bassa replicabilità. Spin-off accademici e RaaS sono caratterizzati, invece, da un più basso STM.

Un altro BM proposto dalla letteratura, si basa sulla creazione di un Business Model Canvas generale per le Startup AI. Di seguito sono stati dettagliati i singoli blocchi del Canvas (*Metelskaia 2018*):

- Customer Segments: le Startup si possono rivolgere sia al mondo B2B (verso il business) sia al mondo B2C (verso i clienti), focalizzandosi solo su un determinato tipo di clienti o settore per evitare la competizione con i giganti del tech;
- Value Proposition: si segue solitamente l'approccio "AI-First", cioè utilizzare i dati e gli algoritmi per: creare prodotti migliori, diventando leader di prodotto; ottimizzare i processi per supportare l'uomo, diventando leader di prezzo; ridurre i costi sostituendo il lavoro umano, diventando leader in efficienza della forza-lavoro (*Barnes 2017*);
- Channels: i canali di distribuzione più utilizzati per l'AI sono le App, i social e corporate network e le pagine web, in linea con le attuali tendenze di mercato;
- Customer Relationship: una strategia per relazionarsi con i propri clienti molto diffusa è rappresentata dalla creazione di una "comunità" intorno al prodotto, consentendo alla Startup di servire un gruppo invece che singoli individui;
- Revenue Streams: i modelli di guadagno più diffusi sono il Software-as-a-Service, la vendita singola del prodotto, ovvero vendere la licenza ad altre aziende e il "costo per click";
- Key Resources: la risorsa più importante è il "team". Data la scarsità di esperti di AI nel mondo, un team preparato ed esperto sul tema, con un proprio know-how, è una risorsa unica e di valore che può portare ad un vantaggio competitivo;
- Key Activities: l'attività più importante è la ricerca e sviluppo, che risulta essere l'aspetto più costoso e lungo di tutto il processo di creazione del valore;
- Key Partnership: è fondamentale creare partnership con investitori specializzati in AI, inoltre la presenza di modelli Open Source rende sviluppatori e università delle figure chiave per lo sviluppo del proprio prodotto. È, altresì importante costruire delle relazioni con le grandi aziende digitali;
- Cost Structure: Il costo maggiore che deve affrontare una Startup AI è rappresentato dall'assunzioni di esperti di AI e dalla creazione di infrastrutture adatte alla ricerca.

3) Metodologia

Il presente lavoro di tesi si è posto l'obiettivo di prendere in esame le Startup europee di Intelligenza Artificiale, al fine di analizzarne il core business, i team imprenditoriali, la provenienza degli investimenti, la tecnologia di Intelligenza artificiale creata, il settore di riferimento, la loro distribuzione geografica in Europa su base nazionale ed il loro impatto sul mondo del lavoro. Il campione di Startup è stato ottenuto tramite un'estrazione dal Database di aziende "Crunchbase", esso si è limitato alle Startup che possiedono contemporaneamente le seguenti caratteristiche: contengono il termine "Artificial Intelligence" nella sezione "Category Group"; la loro sede principale si trova in Europa, dunque in "Headquarters Location" è presente una città europea; la loro data di fondazione è compresa tra il 2005 e il 2019; infine, l'azienda deve operare con lo scopo di generare un profitto, perciò nella categoria "Company Type" è presente il termine "For Profit". Il primo campione ottenuto da questa ricerca è composto da 2972 Startup di intelligenza artificiale. In seconda battuta, al fine di ottenere un campione maggiormente significativo che garantisca di considerare aziende ancora attive (al momento dell'estrazione del database) e che avessero ricevuto finanziamenti di considerevole importanza, sono stati inseriti i seguenti filtri:

- Il finanziamento totale ricevuto dalla Startup deve essere uguale o maggiore a 200.000 USD;
- La Startup deve operare attivamente nel mercato, dunque nella categoria "Operating Status" deve essere presente il termine "Active";
- Il numero dei round di finanziamenti compiuti dalla Startup deve essere pari a uno o superiore.

Il numero di Startup aderenti a queste caratteristiche è risultato essere pari a 1136. Per proseguire le analisi su questo campione, è stato generato un file Excel dall'estrazione del Database di Crunchbase in cui sono state riportate le informazioni delle aziende disponibili. In particolare, sono state tenute in considerazione le informazioni relative a "Organization Name", "Headquarters Location", "Nation", "Website", "Facebook",

“LinkedIn”, “Founders”, “Number of Employees” e “Top 5 Investors” per effettuare ulteriori analisi e proseguire con la scrematura del campione.

3.1) Descrizione e depurazione del Dataset

Per ottenere un Database più strutturato, composto solo da Startup il cui core business è l'intelligenza artificiale, si è effettuata un'analisi approfondita di tutte le 1136 Startup che compongono il campione. Nello specifico, sono stati visionati i siti web aziendali, i profili LinkedIn e quelli Facebook ottenendo la seguente classificazione (**Fig. 3.1**) sullo stato della Startup:

- **CREATOR**: Startup in cui la creazione di AI risulti essere il loro core business, il loro sito web è accessibile ed in esso viene fatto un chiaro riferimento all'AI. In totale, 878 Startup sono rientrate in questa categoria, di seguito sono stati riportati degli esempi al fine di chiarire il criterio di classificazione:
 - **Linkfluence**: Startup che analizza il comportamento dei clienti e ne fa la profilazione;
 - **Parlamind**: Startup che crea Chatbot per il supporto clienti.
 - **ApuTime**: Startup che crea algoritmi di intelligenza artificiale a supporto del project management aziendale attraverso analisi predittive;

- **USER**: Startup in cui l'intelligenza artificiale è presente nel loro business ma non è creata direttamente, dunque il core business aziendale non è inerente all'intelligenza artificiale, ma la sfrutta ai fini di questo. Inoltre, il sito web risulta essere attivo ma in esso non viene fatto alcun riferimento all'AI. In totale, 156 Startup risultano appartenenti a questa categoria, di seguito sono riportati alcuni esempi, al fine di chiarire i criteri di classificazione:
 - **MailClark**: Startup che crea un sistema di centralizzazione della casella postale aziendale;

- **Izifret:** Startup che crea una piattaforma per l'ottimizzazione della gestione dei trasporti con funzionalità “AI” integrata per la geolocalizzazione;
- **Avasa AI:** Startup che crea una piattaforma per trovare casa in una particolare area. L’AI è forse usata per confrontare le proposte.);

- **SOLD:** Startup che sono state acquistate o inglobate in altre aziende, nei canali web ufficiali e sulla pagina di Crunchbase della Startup si fa chiaramente riferimento alla sua vendita. Tali aziende non sono state prese in considerazione nelle analisi successive in quanto il loro sito web originario non è più attivo e dunque risulta impossibile reperire ulteriori informazioni. In totale, 56 Startup rientrano in questa categoria, di seguito sono stati riportati degli esempi, al fine di chiarire i criteri di classificazione:
 - **SwiftKey:** Startup che offre autocorrezioni e previsioni più accurate imparando il tuo stile di scrittura, comprese le parole, le frasi e le emoji che ti interessano. Acquisito da Microsoft;
 - **Cognitive Security:** si concentra sull'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale per rilevare minacce informatiche avanzate. Acquisito da Cisco;
 - **Moodstocks:** “L'API Face trova volti umani in foto, video o streaming live. Trova e traccia anche le posizioni dei punti di riferimento del viso come occhi, naso e bocca. Acquisito da Google.);

- **INACTIVE:** Startup i cui canali web ufficiali non sono raggiungibili, i cui fondatori si sono trasferiti in altre aziende o hanno fondato altre Startup, oppure è stata dichiarata ufficialmente la cessazione dell’attività da parte della Startup. In totale, 46 Startup del campione soddisfano tali criteri.

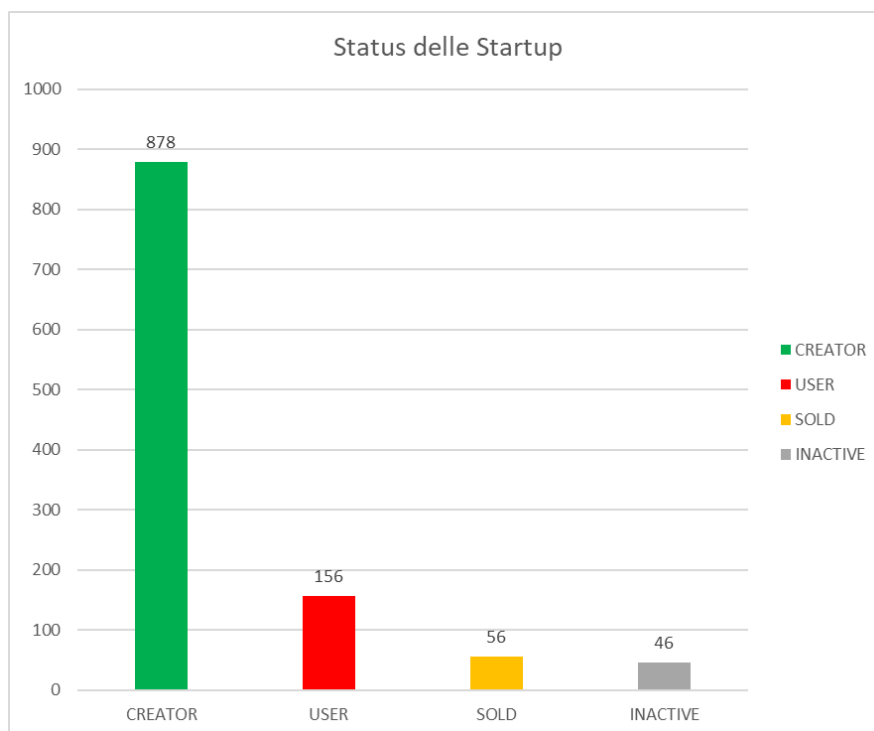


Figura 3.1: Classificazione delle Startup

Le analisi successive sono state fatte prendendo in considerazione le Startup che appartengono alla categoria “*CREATOR*”, ovvero le 878 Startup che creano l’intelligenza artificiale come core business. Inoltre, al fine di capire quale sia il grado di interesse nei confronti dell’intelligenza artificiale nel mercato, è stata effettuata un’analisi su un campione composto dalle Startup appartenenti alla categoria “*SOLD*”, cioè le 56 Startup che risultano essere state acquisite da altre aziende, e da 46 ulteriori Startup, sempre acquisite, estratte dal campione originario di 2972 ma che non rispettavano i criteri precedentemente enunciati, ottenendo un campione più significativo.

Con lo scopo di approfondire ulteriormente il livello di dettaglio dell’analisi, per quanto concerne le “*CREATOR*”, al database sono state aggiunte le seguenti colonne:

- **Attività:** in cui è stata indicata l’attività di intelligenza artificiale che rappresenta il core business della Startup;
- **Attività Secondaria:** in cui è stata indicata l’attività secondaria di intelligenza artificiale, se la Startup svolge più di un’attività;

- **Settore:** in cui è stato indicato il settore di riferimento del **core business della Startup**;
- **Settore Secondario:** in cui è stato indicato il settore secondario di riferimento, se la Startup crea un servizio o prodotto per più di un settore;
- **Capacità dell'uomo:** in cui la Startup è stata classificata come “*REPLACE*”, se l'AI sostituisce le competenze dell'uomo, o come “*AUGMENT*”, se l'AI incrementa e supporta le capacità dell'uomo.

Per quanto concerne le Startup “*SOLD*”, sono state aggiunte al foglio di lavoro le seguenti colonne:

- **Acquirente:** in cui è stata inserita l'impresa che ha acquisito la Startup;
- **Numero Dipendenti:** in cui è stato indicato il numero dei dipendenti degli acquirenti;
- **Fatturato:** in cui è stato indicato il fatturato in dollari più recente reperibile online;
- **Tipologia Acquirente:** in cui è stato indicato il settore principale in cui opera l'azienda acquirente;
- **Dimensione Azienda:** in cui sono state classificate le imprese per dimensione in base al fatturato e ai dipendenti, secondo le norme comunitarie per le imprese;
- **Nazione:** in cui è stato indicato l'headquarter dell'impresa acquirente.

4) Analisi Primaria

Nella sezione si discuterà dei risultati ottenuti dalle analisi effettuate sui due campioni.

4.1) Caratteristiche degli acquirenti di Startup AI

Inizialmente, al fine di verificare l'interesse del mercato verso le Startup di Intelligenza Artificiale si è deciso di indagare sugli acquirenti delle Startup Sold. Il campione analizzato, estratto da Crunchbase utilizzando il filtro "Was Acquired" sulla categoria "Acquisition Status", comprende 102 Startup. Si nota, quindi, che oltre alle 56 Sold precedentemente individuate rientrano nell'analisi ulteriori 46 aziende, di seguito è spiegata la causa della loro precedente esclusione dal dataset delle 1136 Startup iniziali:

- Startup con status "Closed": 2
- Startup con status "Profit" assente: 16
- Startup con il dato "Funding" assente: 22
- Startup con il dato "Funding" inferiore ai 200 K \$: 6
- Startup assenti dal campione iniziale di 2972 Startup: 1

In primo luogo, si è osservato lo status delle Sold e si evince dalla **Figura 4.1** che circa il 76% appartiene alla categoria "Creator".

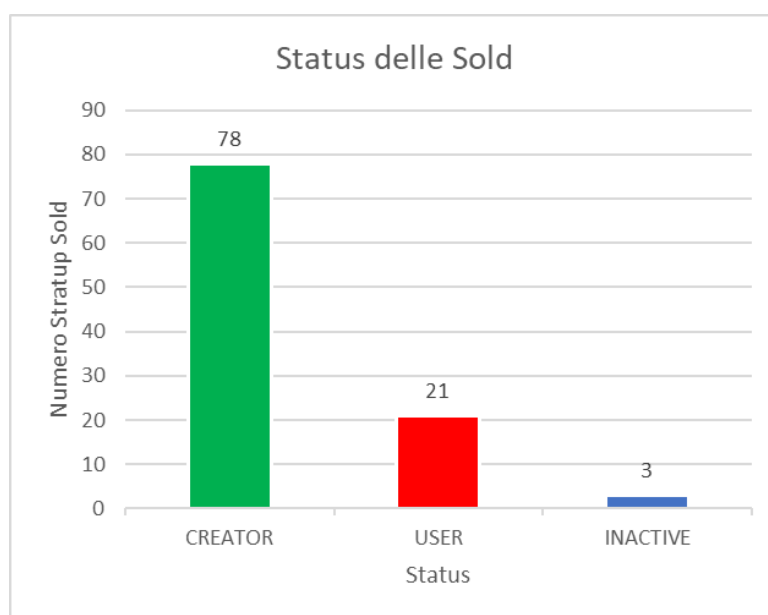


Figura 4.1: Classificazione Startup Sold

Successivamente, attraverso una ricerca su Internet è stato possibile ottenere informazioni generali sulle aziende acquirenti e contemporaneamente si sono ottenuti il loro fatturato e il loro numero dei dipendenti consultando **Crunchbase, Owler e RocketReach**.

Il primo obiettivo dello studio effettuato è stato quello di identificare la provenienza geografica degli acquirenti, per capire verso quali aree geografiche le competenze sono trasferite principalmente. Dal grafico sottostante, **Figura 4.2**, si denota che circa il 58% degli acquirenti è extraeuropeo, in particolare le aziende statunitensi rappresentano la quota maggioritaria. Ciò implica che le competenze create in Europa sono esportate e sfruttate da nazioni straniere.

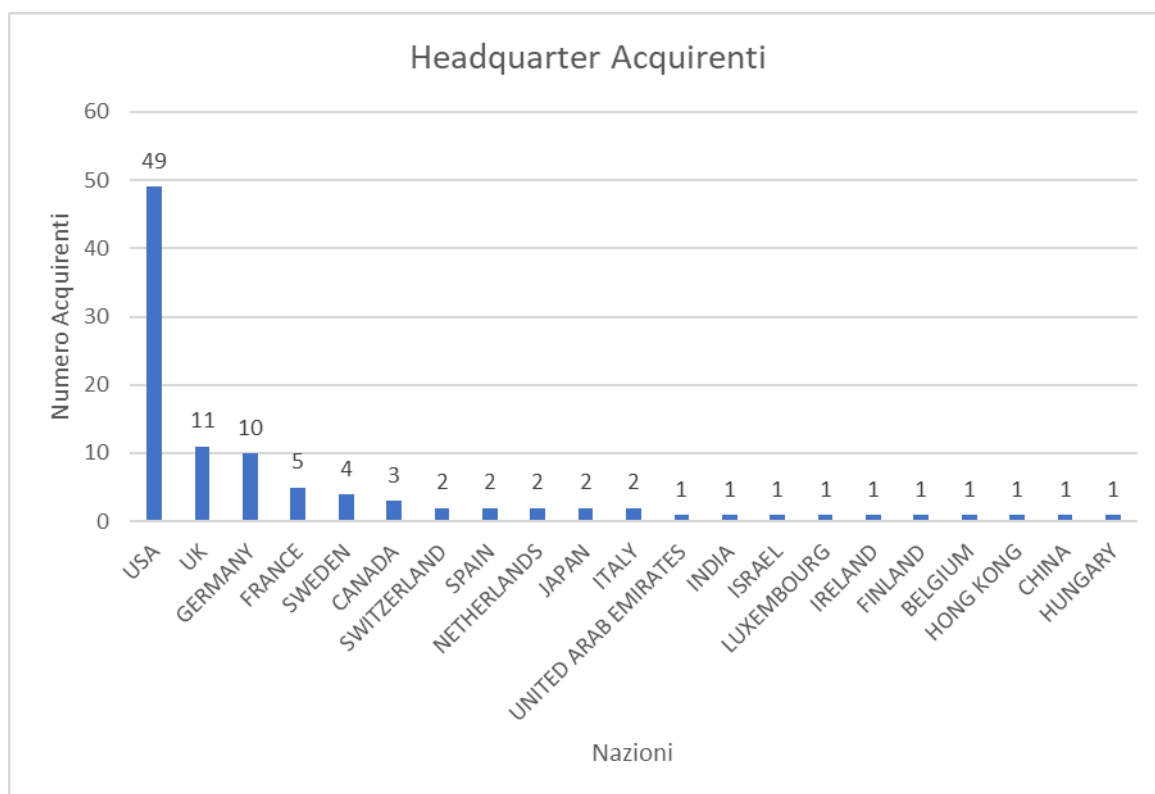


Figura 4.2: Numero acquirenti in relazione alla nazione di provenienza

Il secondo obiettivo dell’analisi è di capire se le acquisizioni effettuate siano da parte di grandi colossi o da piccole realtà e se il loro scopo sia quello di integrare verticalmente le competenze. Innanzitutto, per definire la dimensione di impresa si è fatto riferimento alle norme comunitarie per le imprese, classificando gli acquirenti come:

- **Micro**: se il fatturato è inferiore a 2 milioni di euro e il numero dei dipendenti è minore di 10.
- **Small**: se il fatturato è compreso tra i 2 ed i 10 milioni di euro e il numero dei dipendenti è compreso tra 10 e 50.
- **Medium**: se il fatturato è compreso tra i 10 ed i 50 milioni di euro e il numero dei dipendenti è compreso tra 50 e 250.
- **Big**: se il fatturato è superiore ai 50 milioni di euro e il numero dei dipendenti è superiore a 250.

Si osserva che il 72% delle aziende rientra nella categoria “Big”, come mostrato in **Figura 4.3**. Inoltre, indagando sul settore di provenienza principale degli acquirenti, si denota che la maggior copertura è data dall’IT (**Fig. 4.4**) e un dato significativo è la presenza di aziende Big Tech, ovvero Google, Microsoft, Apple, Facebook e Amazon (è possibile trovare maggiori informazioni sugli acquirenti nella **Tabella 7.1** in **Appendice**.)

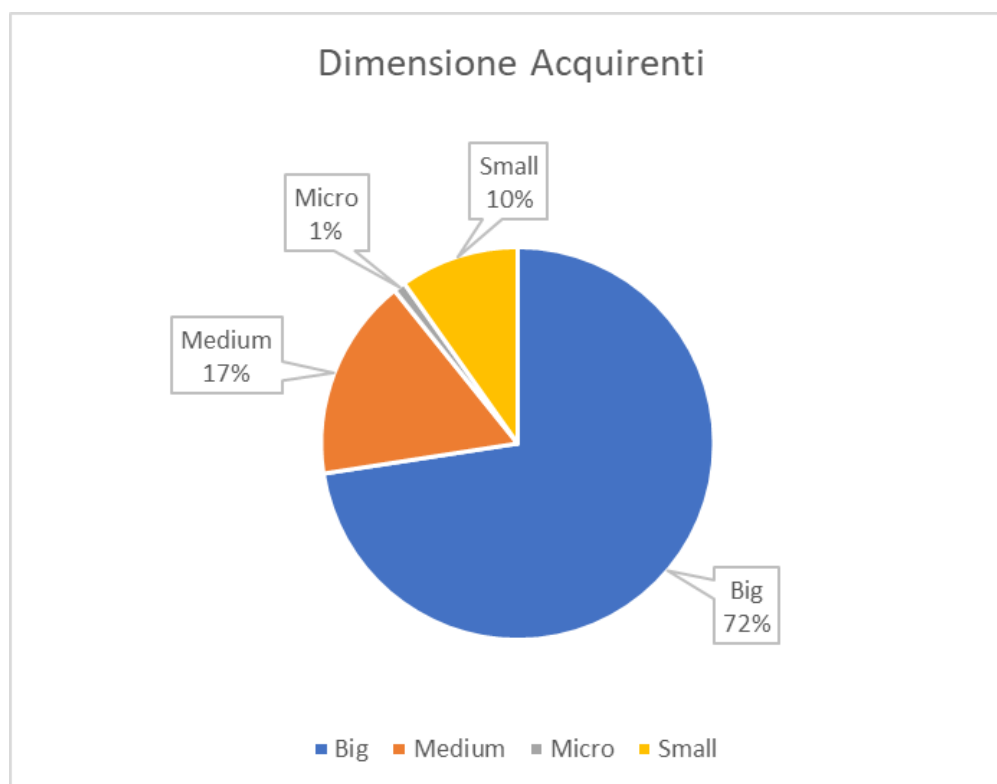


Figura 4.3: Dimensione degli Acquirenti

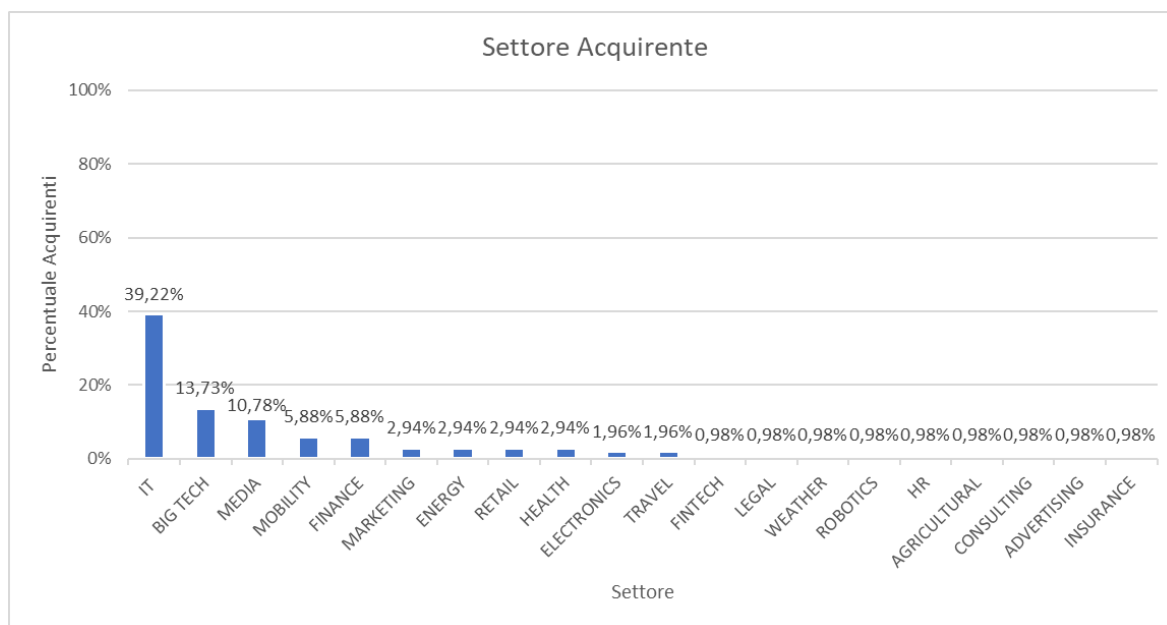


Figura 4.4: Settore di provenienza degli acquirenti

Visti i risultati ottenuti è possibile affermare che le Startup vengono acquisite dalle grandi aziende con l'intento di integrare verticalmente le competenze, evidenziato dal fatto che la maggior parte degli acquirenti è un'azienda di grandi dimensioni che opera in settori simili a quello delle Startup. Un esempio è rappresentato da Apple che ha acquisito "VocalIQ", che sviluppa AI per il riconoscimento vocale, "Spectral Edge" e "Spektral", che sviluppano sistemi AI per l'acquisizione e l'editing d'immagine, al fine di migliorare i propri prodotti, Siri e software per la fotocamera dell'iPhone. Invece aziende come Cisco (IT) che ha acquisito le Startup al fine di ampliare la propria offerta. Inoltre, 10 aziende tra gli acquirenti sono state a loro volte acquisite. Al contrario, raramente si verifica che le piccole Startup si uniscano tra di loro con lo scopo di accrescere la loro forza competitiva nel mercato. Infine, nonostante la scarsità di dati a causa della segretezza dei prezzi d'acquisto, le Big Tech tendono a spendere molto di più rispetto alle normali aziende, oltre i 100 milioni di dollari. Un esempio è Google che per l'acquisto di "DeepMind" ha speso circa 500 milioni di dollari.

In conclusione, dalle analisi svolte sulle aziende acquistate e sui loro acquirenti, è possibile dedurre che esiste una forte tendenza delle grandi aziende extraeuropee ad acquisire le Startup AI con lo scopo di integrare le loro competenze e portare valore dall'Europa alle loro nazioni. Il fenomeno di integrazione verticale riscontrato dall'analisi

conferma la tesi identificata dallo studio della letteratura, la quale afferma che è in corso una politica aggressiva di acquisizione delle grandi aziende verso le Startup emergenti.

4.2) Panorama Startup Attive

Distribuzione geografica

Nel lavoro di tesi si è valutato quali nazioni siano ambienti favorevoli per la nascita e lo sviluppo delle Startup AI. Nella mappa sottostante (**Fig. 4.5**) è stata rappresentata la distribuzione delle Startup Creator in Europa. Emerge, innanzitutto, che la distribuzione non è uniforme, infatti il 32% del totale è situato nel Regno Unito e, in generale, i Paesi occidentali e quelli nordici presentano una densità di Startup maggiore rispetto ai paesi dell'est Europa e dell'area dei Balcani dove si riscontra una bassissima presenza di Startup AI. Ciò indica, probabilmente, la presenza nei paesi scandinavi e occidentali di centri nevralgici in cui l'apertura di nuove Startup è favorita dalla legislazione, dalla cultura o dalla presenza di poli universitari. Il risultato conferma quanto anticipato dalla letteratura, infatti i principali ecosistemi europei dell'AI identificati precedentemente (Londra, Francoforte e Helsinki) e gli investimenti dell'UE sono concentrati proprio nei paesi dell'Europa dell'Ovest e nei paesi Scandinavi.



Figura 4.5: Headquarter delle Startup

Dimensione d'impresa

Per avere una panoramica sulla dimensione d'impresa del campione Startup scelto, è stato osservato il numero di dipendenti suddividendo le imprese per l'anno di fondazione, dati

riportati nella **Figura 7.1 in Appendice**. Innanzitutto, si può notare che il maggior numero di Startup è stato fondato nel periodo 2013-2016, mentre delle Startup fondate nell'arco temporale 2005-2008 poche sono rimaste attive. Si nota che la maggior parte delle Startup rientra nel range 11-50, ovvero corrispondono a Piccole imprese. In particolare, nel periodo 2005-2008 è presente il maggior numero di grandi imprese (51-100 dipendenti), mentre nel segmento temporale 2017-2019 c'è una prevalenza invece di microimprese (1-10 dipendenti), risultato giustificato dal fatto che si tratta di Startup appena immesse sul mercato e in via di sviluppo. Da questi risultati è possibile dedurre che le poche imprese sopravvissute dal 2005-2008 ad oggi sono riuscite a scalare il loro business ed a diventare grandi aziende.

4.3) Creazione di una classificazione delle attività AI

Lo step successivo è stato analizzare il campione delle 878 Startup, aventi stato "Creator", per procedere ad un livello di dettaglio maggiore spaccettando e individuando le attività core utilizzate da tali Startup per svolgere funzioni inerenti e/o complementari all'Intelligenza Artificiale. Il termine "Intelligenza Artificiale" risulta, infatti, troppo ampio e vago per poter comprendere tutte le sue sfaccettature e campi di applicazione, dunque si è reso necessario un lavoro di categorizzazione e individuazione delle principali tipologie di attività utilizzate nel campo dell'AI. La creazione di una classificazione dell'intelligenza artificiale è l'obiettivo di questa parte di analisi, che ha lo scopo di comprendere quali siano le attività di intelligenza artificiale più sviluppate dalle Startup. Per tale motivo si è proceduto analizzando singolarmente ognuna delle Startup: lo studio delle attività di AI è stato caratterizzato, in prima battuta, da un'attenta analisi dei siti web delle Startup. L'individuazione della attività specifiche è stata condotta seguendo tre criteri di identificazione:

- Analisi del prodotto/servizio offerto;
- Descrizione della tecnologia sviluppata e utilizzata dalla Startup;
- Area di expertise del team.

Tale procedura ha permesso di ottenere un corpus di attività numeroso, ma di grande interesse poiché, seppur in maniera generale, ha permesso di capire come le Startup sfruttano e “creano” intelligenza artificiale, delineando un panorama alquanto variegato. Ad ogni attività individuata è stato attribuito un nome che richiamasse il compito svolto principalmente.

Il secondo step di lavoro è stato mirato allo studio della letteratura per tenere traccia e verificare se le definizioni delle attività individuate risultassero consolidate o meno. Nella letteratura, infatti, è stato possibile indentificare delle macro-attività specifiche, delle descrizioni più dettagliate e delle definizioni tassonomiche ad hoc delle attività. Si è proceduto, quindi, con un lavoro di scrematura e di accorpamento delle attività che in letteratura risultavano maggiormente citate, ottenendone un totale di 18 che si possono raggruppare in quattro macrocategorie. Il processo di identificazione delle attività e di accorpamento è stato particolarmente difficile a causa della forte discrasia tra ciò che le Startup offrono e ciò che viene rappresentato nella letteratura. Infatti, nonostante le macrocategorie individuate sono chiaramente descritte nella letteratura e citate dalle Startup, la letteratura non fornisce approfondite spiegazioni sulle attività specifiche delle Startup che risultano poco chiare e non facilmente identificabili. Ciò è dovuto sia alla lontananza del mondo della ricerca rispetto al mondo delle aziende/Startup sia a causa delle stesse Startup che non categorizzano i prodotti offerti e non specificano con chiarezza cosa viene offerto.

Le attività principali utilizzate dalle Startup in ambito AI sono riportate nella tabella di seguito:

Tabella 4.1A: Classificazione delle Startup

MACRO ATTIVITA'	TECNOLOGIE DI AI	DESCRIZIONE	ARTICOLI DI RIFERIMENTO
IMAGE PROCESSING	<i>MOUSE TRACKING</i>	L'uso del software per raccogliere le posizioni del cursore del mouse degli utenti sul computer.	<i>Souza 2019</i>
	<i>EYE-TRACKING</i>	Processo di misurazione del punto di fissazione oculare o del moto di un occhio rispetto alla testa.	<i>Xu 2019</i> <i>Xie 2019</i>
	<i>PHOTO EDITING</i>	Processo di alterazione delle immagini	<i>Yang 2017</i>
	<i>IMAGE ANALYSIS</i>	Processo di evidenziazione delle principali caratteristiche e punti di interesse dell'immagine	<i>Cautela 2019</i> <i>Mehta 2019</i> <i>Bessen 2018</i>

Tabella 4.1B: Classificazione delle Startup

COMPUTER VISION	3D REPRODUCTION	Riproduzione di oggetti o spazi in 3D e immagini virtuali.	<i>Jaakkola 2019</i>
	<i>FACIAL SCAN</i>	Scansione facciale e identificazione di particolari caratteristiche dell'utente.	<i>Jaakkola 2019</i> <i>Bessen 2018</i>
	<i>WEB VULNERABILITY</i>	Studio delle superfici di attacco del sito Web.	<i>Hosomi 2018</i>
	<i>SOCIAL BEHAVIOUR</i>	Previsione del comportamento utente e profilazione attraverso l'osservazione delle sue attività su piattaforme web, social network ed ambienti reali.	<i>Jaakkola 2019</i> <i>Overgoor 2019</i> <i>Bessen 2018</i>
	<i>COMPUTER VISION</i>	Estrapolazione di dati da analisi di immagini o video.	<i>Cautela 2019</i> <i>Patel 2020</i> <i>Bessen 2018</i>
INDIPENDENT ACTIVITIES	AI TRAINING	Addestramento dell'IA attraverso grandi quantità di dati per un successivo adattamento a diversi settori.	<i>Jaakkola 2019</i>
	<i>AUGMENTED ANALYTICS</i>	Analisi dei dati per identificare schemi ricorrenti e fare previsioni.	<i>Cautela 2019</i> <i>Jaakkola 2019</i> <i>Andriole 2019</i> <i>Prat 2019</i>
	<i>DRUG DESIGN</i>	Combinazione di caratteristiche (agenti patogeni) con lo scopo di creare antibiotici o medicine più efficaci.	<i>Wang 2018</i>
	<i>SENSOR MONITORING</i>	Monitoraggio mediante sensori fisici per la raccolta e l'ulteriore elaborazione dei dati. Include anche il monitoraggio delle condizioni dell'aria, il monitoraggio dei suoni, il monitoraggio dei componenti meccanici	<i>Hu 2017</i> <i>Che 2019</i>
	<i>PREDICTIVE MACHINERY MAINTANANCE</i>	Manutenzione predittiva di macchinari industriali.	<i>Mou 2019</i>
	<i>CONSULTING</i>	Attività di consulenza che forniscono una serie di soluzioni basate sull'intelligenza artificiale	<i>Avdeenko 2017</i>
NATURAL LANGUAGES PROCESS (NLP)	<i>VOICE ANALYSIS</i>	Analisi della voce e del linguaggio delle persone.	<i>Jaakkola 2019</i>
	<i>DOCUMENT ANALYSIS</i>	Analisi di documenti (testi scritti), lettura ed estrapolazione di informazioni.	<i>Cautela 2019</i> <i>Mehta 2019</i> <i>Bessen 2018</i>
	<i>CHAT ANALYSIS</i>	Analisi di conversazioni scritte e orali. Utilizzato specialmente nella realizzazione di chatbot.	<i>Cautela 2019</i> <i>Jaakkola 2019</i>

Analizzando la distribuzione delle attività, al fine di comprendere quali siano le tecnologie maggiormente adoperate, emerge che circa l'80% delle 878 Startup è concentrato nello sviluppo di sei principali tecnologie di Intelligenza Artificiale, ovvero: "Augmented Analytics", "Document Analysis", "Image Analysis", "Social Behaviour", "Computer Vision", "Chat Analysis" (**Fig. 4.6**). Il risultato ottenuto evidenzia che le Startup tendono a focalizzarsi su poche attività che sembrano essere le più richieste dal mercato. L'attività "Augmented Analytics" risulta essere la tecnologia a base d'intelligenza artificiale più sviluppata, essa si basa principalmente sull'analisi di dati per eseguire previsioni, dunque, il suo successo dipende anche dalla grande disponibilità di dati e di capacità computazionale presente nel mondo moderno. Invece, le attività "Mouse Tracking", "Photo Editing" e "Eye-Tracking", sono le tipologie di AI meno sviluppate a causa del loro alto grado di innovatività e di difficoltà di implementazione.

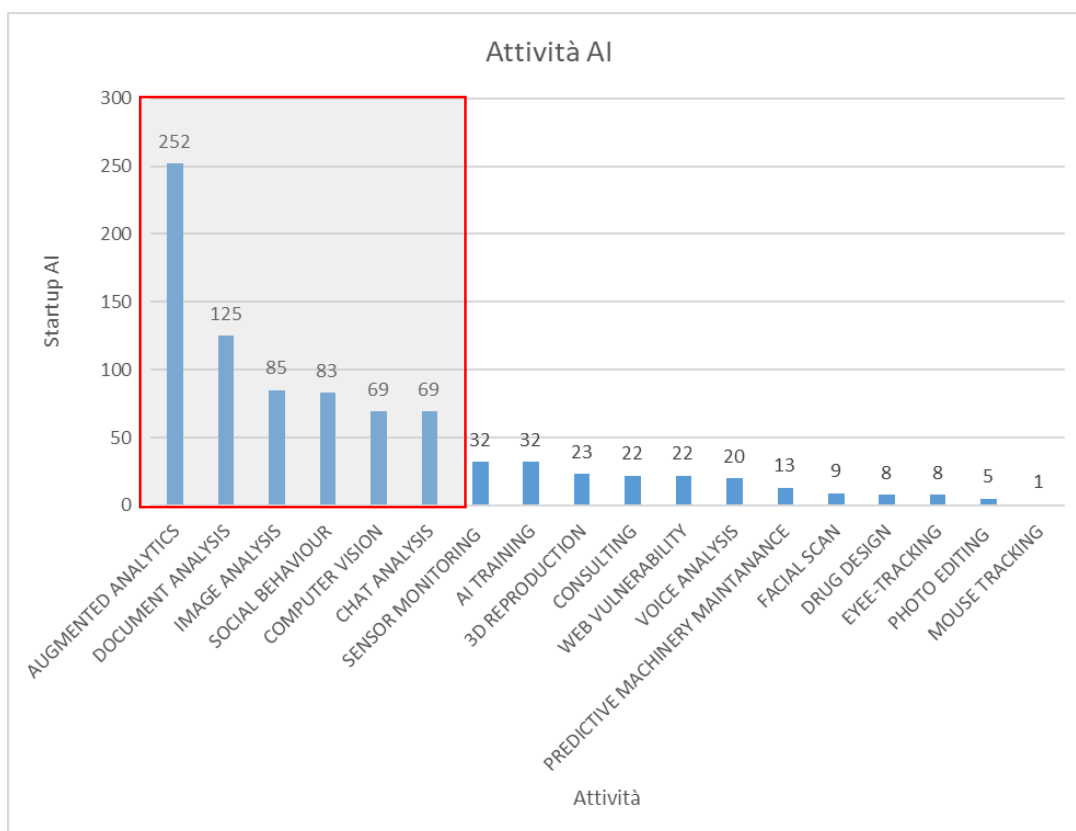


Figura 4.6: Tecnologie AI più utilizzate

Si riporta di seguito una breve descrizione per approfondire le sei attività aventi maggiore diffusione:

- ***AUGMENTED ANALYTICS***

“L'augmented analytics automatizza la comprensione dei dati utilizzando l'elaborazione ML e del linguaggio naturale per automatizzare la preparazione dei dati e abilitarne la condivisione. Gli utenti possono andare oltre l'opinione e la soggettività per ottenere una visione reale e oggettiva, agendo sui dati in modo rapido e preciso, per poter prendere decisioni con sicurezza e ottenendo risultati chiari” (*Andriole 2019*). L'augmented analytics rappresenta una delle tipologie più importanti dell'AI poiché, attraverso l'applicazione della statistica, della programmazione informatica e della ricerca operativa, attua un “processo scientifico di scoperta e comunicazione dei significati e dei modelli che possono essere trovati nei dati”. Tale termine è stato coniato per la prima volta da Gartner che descrive come l'Augmented Analytics sfrutti l'AI per automatizzare l'intero ciclo analitico attraverso l'apprendimento automatico e l'elaborazione del linguaggio naturale (*Prat 2019*). Essa si occupa della valutazione della qualità dei dati e della loro trasformazione al fine di ottenere analisi predittive.

- ***DOCUMENT ANALYSIS***

Nella document analysis, attraverso la lettura di testi scritti, è possibile estrapolare informazioni in modo più tempestivo rispetto alla capacità dell'uomo. Con la crescente digitalizzazione dei settori viene generata un'enorme mole di dati da utenti e fornitori, ed è in questo contesto che si sfrutta tale attività. Infatti, offre la possibilità di trasformare i dati in approfondimenti significativi e attuabili per supportare il processo decisionale. La document analysis opera attraverso la scansione di immagini di testi scritti riuscendo a evidenziarne le parole chiave. Il riconoscimento dei documenti scritti è basato sui sistemi OCR (optical character recognition) di cui sono state studiati tre aspetti fondamentali: la relazione tra estrazione di caratteristiche e algoritmi di apprendimento, la codifica di caratteristiche strutturali e l'adozione di classificatori modulari (*Marinai 2005*). L'elaborazione del linguaggio naturale (NLP) supporta l'analisi del testo facilitando la comprensione della struttura e del significato della frase, del sentimento e dell'intento attraverso metodi statistici e di apprendimento automatico. Non occorre però limitare l'analisi ai soli documenti scritti, ma ricadono in tale categoria anche i dati nel senso più generale del termine. Per tale motivo la letteratura pone attenzione sullo sfruttare il potere dei dati non solo per l'analisi dei dati storici (analisi descrittiva), ma anche per prevedere

i risultati futuri (analisi predittiva) e per determinare la migliore azione per la situazione attuale (analisi prescrittiva) (*Cautela 2019*).

- ***IMAGE ANALYSIS***

L'analisi delle immagini (nota anche come "visione artificiale" o riconoscimento delle immagini) riguarda l'estrazione di informazioni significative da esse. È la capacità dei computer di riconoscere gli attributi all'interno di un'immagine e viene utilizzata come strumento fondamentale per riconoscere, differenziare e quantificare diversi tipi. Oggi, questa attività sta diventando sempre più importante e diffusa perché può essere eseguita in modo più conveniente, rapido ed economico. Le sue applicazioni sono maggiormente sfruttate in settori come i Social Media e quello sanitario. Un'importante applicazione in ambito sanitario dell'immagine analysis, riguarda la radiologia in cui questa tecnica è utilizzata per l'etichettatura delle immagini secondo 3 livelli di dettaglio: la classificazione dell'intera immagine, il riconoscimento dell'oggetto e la segmentazione dell'oggetto (*Weikert 2019*). Inizialmente, si assegna un'etichetta di classe per esame (ad esempio, "frattura" assegnata ad una radiografia) per categorizzare istantaneamente molti esami. Successivamente, si procede con la segmentazione semantica: ogni pixel 2D o voxel 3D, di un insieme di immagini, viene assegnato ad una precisa classe (ad esempio, "tumore polmonare" e "sfondo"), permettendo una distinzione netta dei confini degli oggetti in un'immagine.

- ***SOCIAL BEHAVIOUR***

I recenti progressi dell'AI forniscono ai neuroscienziati strumenti preziosi per modellare le interazioni sociali. Infatti, particolare attenzione è rivestita dallo studio dell'interazione umana: gli algoritmi di FB e Google seguono tutte le attività degli utenti su Internet e sono in grado di confrontare i comportamenti degli utilizzatori e di prevederli. Il "Social Behaviour" si basa su algoritmi intelligenti, caratterizzati da una quantità enorme di dati organizzati in forma di "conoscenze acquisite" del comportamento umano, in grado di fare "profilazione del cliente". Un esempio particolarmente interessante è il metodo di previsione al dettaglio di Amazon in cui l'AI riesce ad anticipare la domanda del prodotto con sufficiente anticipo, permettendo di immagazzinare il prodotto nelle vicinanze del consumatore prima del suo acquisto (*Overgoor 2019*).

- **COMPUTER VISION**

La “Computer Vision” è un campo di studio interdisciplinare focalizzato sul problema di aiutare i computer a vedere e automatizzare i compiti che il sistema visivo umano può svolgere. “L'obiettivo dei problemi della computer vision è quello di utilizzare i dati delle immagini osservate per dedurre qualcosa sul mondo” (*Prince 2012*).

Sfrutta metodi per l'acquisizione, l'elaborazione, l'analisi e la comprensione di immagini digitali, estraendo dati ad alta dimensione dal mondo reale al fine di produrre informazioni numeriche o simboliche.

Questa attività si suddivide in tre aree principali:

- **Recognition** (riconoscimento): uno o più oggetti pre-specificati o memorizzati possono essere ricondotti a classi generiche insieme alla loro posizione 2D o 3D nella scena;
- **Identification** (identificazione): viene individuata un'istanza specifica di una classe. (Identificazione di un volto, impronta digitale);
- **Detection** (rilevamento): l'immagine è scandita fino all'individuazione di una condizione specifica.

Una delle applicazioni maggiormente conosciute in questo campo è la rete neurale convoluzionale, ConvNet, che viene sfruttata nelle attività relative alla computer vision (*LeCun 2015*). Un'altra applicazione di grande interesse è riscontrabile nel mondo automotive, in particolare nei sistemi a guida autonoma. Infatti, la computer vision si utilizza per riconoscere l'ambiente circostante al mezzo ed estrarre informazioni da esso (come riconoscere pedoni o altre auto), permettendo lo sviluppo di auto a guida autonoma.

- **CHAT ANALYSIS**

La Chat Analysis riguarda l'analisi di testi scritti e delle conversazioni. Si tratta di un'applicazione maggiormente utilizzata in settori molto vicini al cliente finale come nel Customer Service o nell'E-commerce, tuttavia negli ultimi anni si sta assistendo ad un discreto ampliamento in settori come quello finanziario o nel processo di reclutamento delle organizzazioni. In letteratura, Cautela (*2019*), suddivide questo tipo di applicazione in due ambiti principali:

- **Assistenti virtuali e chatbot**, ovvero, agenti software che possono eseguire comandi o soddisfare richieste tramite interazioni in linguaggio naturale;
- **Elaborazione del linguaggio**, ovvero, soluzioni che elaborano le lingue con l'obiettivo di comprensione del contenuto, traduzione o creazione autonoma di documenti.

In una visione più ampia la Chat Analysis è inserita nella cosiddetta “Sentiment Analysis” o “Opinion Mining”, un campo all’interno dell’NLP, il cui scopo è l’analisi di un testo con il fine di identificare e classificare l’informazione presente nello stesso. È possibile, infatti, trasformare automaticamente queste informazioni non strutturate in dati strutturati di opinioni pubbliche su prodotti, servizi, marchi, politica o qualsiasi argomento su cui le persone possano esprimere opinioni. La chat analysis è in grado di automatizzare le risposte alle richieste dei clienti, ottimizzando tempistiche e costi, oppure può supportare gli operatori del servizio clienti suggerendogli le migliori risposte da fornire in base alla situazione, migliorando così la qualità del servizio e la “customer satisfaction”.

4.3.1) Timeline della diffusione delle attività di AI

Prendendo in considerazione le sei principali attività di intelligenza artificiale, il grafico sottostante (**Fig. 4.7**) mette in relazione l’anno di fondazione delle Startup e il numero di Startup fondate in un determinato anno per ogni tecnologia di AI. Emerge, innanzi tutto, che negli ultimi anni, per tutte le tecnologie, il numero di Startup inizia ad aumentare notevolmente, cioè le varie tecnologie di AI si stanno diffondendo nei processi aziendali, nei servizi e nei beni di consumo. I recenti successi dell’AI sono correlati ad un aumento della capacità computazionale dei computer, che hanno processori decisamente più potenti rispetto a quelli di un tempo e costi minori e ai Big Data, ad oggi infatti l’extrapolazione e la capacità di immagazzinare grandi quantità di dati facilita le tecniche di apprendimento automatico delle macchine (*Overgoor 2019*). Quindi, nonostante storicamente l’AI sia stata caratterizzata da periodi di grande interesse, alternati a periodi in cui l’attenzione verso di essa diminuiva, negli ultimi anni i successi tecnologici hanno favorito lo sviluppo di numerose aziende di intelligenza artificiale. In particolare, attività come “l’Augmented Analytics” e le attività relative al NLP (Chat analysis e Document

analysis) già presenti nel 2008, hanno subito un forte incremento negli ultimi anni grazie alla maggiore disponibilità di dati e di calcolo computazionale. Contemporaneamente, la “Computer Vision”, “Image Analysis” e il “Social Behaviour” che erano assenti nei primi anni, adesso hanno cominciato ad attirare l’attenzione delle Startup e degli investitori. L’incremento della popolarità di queste attività è principalmente dovuto alla grande diffusione di telecamere e dispositivi in grado di registrare le immagini di persone o di parti del corpo, permettendo di avere a disposizione un numero maggiori di immagini/video su cui è possibile allenare e sfruttare l’AI.

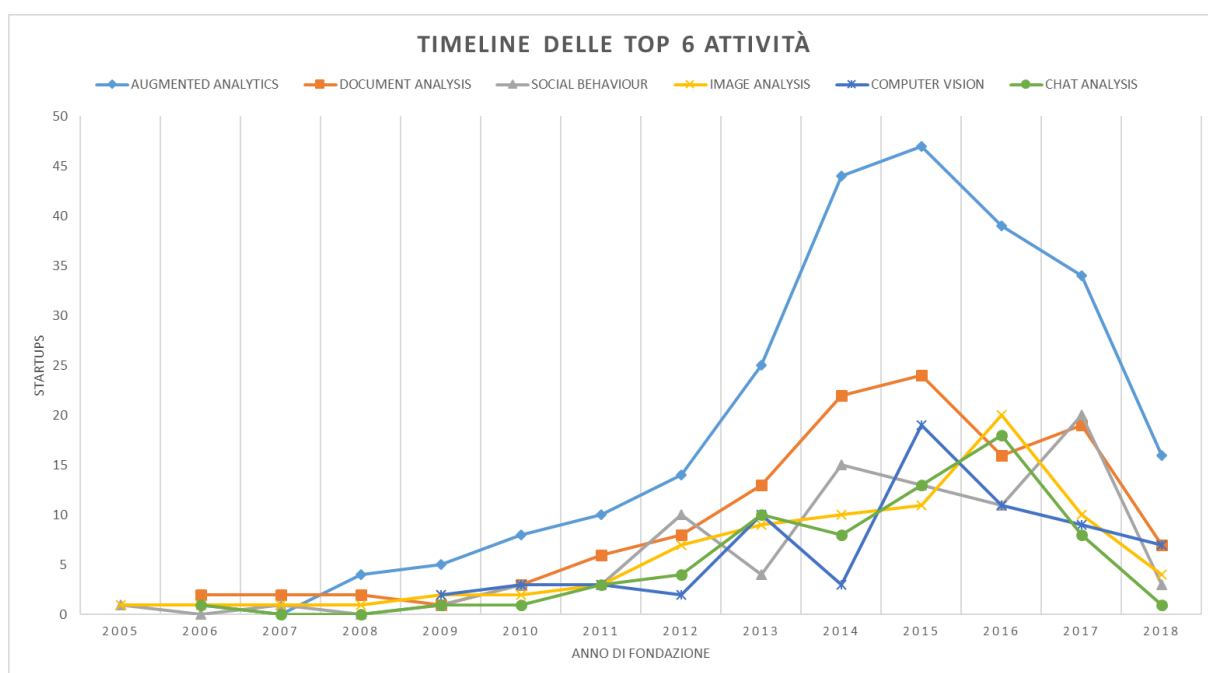


Figura 4.7: Sviluppo Tecnologie AI (2005-2018)

4.4) Identificazione dei settori di competenza

Al fine di capire quali siano i settori industriali che vengono maggiormente influenzati dalle Startup AI e se esiste una relazione tra le tecnologie sviluppate ed i settori in cui operano le Startup, è stato individuato il settore di riferimento dell’applicazione tecnologica di intelligenza artificiale sviluppata.

Inizialmente si è identificato il “settore primario” della Startup attraverso il controllo sia della homepage sia della pagina LinkedIn, con lo scopo di ricercare maggiori

informazioni sul prodotto/servizio offerto. Per la scelta del settore di appartenenza della Startup sono stati utilizzati i seguenti criteri:

- Analisi delle caratteristiche del prodotto/servizio offerto;
- Nel sito web viene riferito chiaramente il settore dove opera la Startup o il settore a cui è rivolto il loro prodotto/servizio;
- In caso siano presenti più settori nella homepage, è stata attuata un'indagine più approfondita per capire verso quale settore siano dedicati la maggior parte dei prodotti/servizi offerti o il settore che risulta più impattato dalla loro attività;
- Se la Startup offre soluzioni per molti settori, essa è stata inclusa nel settore "Advisory".

Infine, per ottenere un maggiore livello di dettaglio si è deciso di individuare anche il "settore secondario". I criteri utilizzati per l'identificazione sono stati:

- Settore in cui la Startup è entrata in un secondo momento;
- Se il settore primario individuato precedentemente risulti essere "Advisory", il settore a cui vengono offerti più servizi di consulenza è stato considerato come "settore secondario".

Successivamente, al fine di validare i settori ottenuti, è stata identificata una corrispondenza tra i settori individuati durante l'analisi e il codice NACE, classificazione statistica per le attività economiche nella Comunità europea (tabella di riferimento **7.2** in **Appendice**).

Emerge, prendendo in considerazione il campione delle 878 Startup Europee, che vi sono 39 principali settori in cui l'AI è applicata (**Fig. 4.8**).

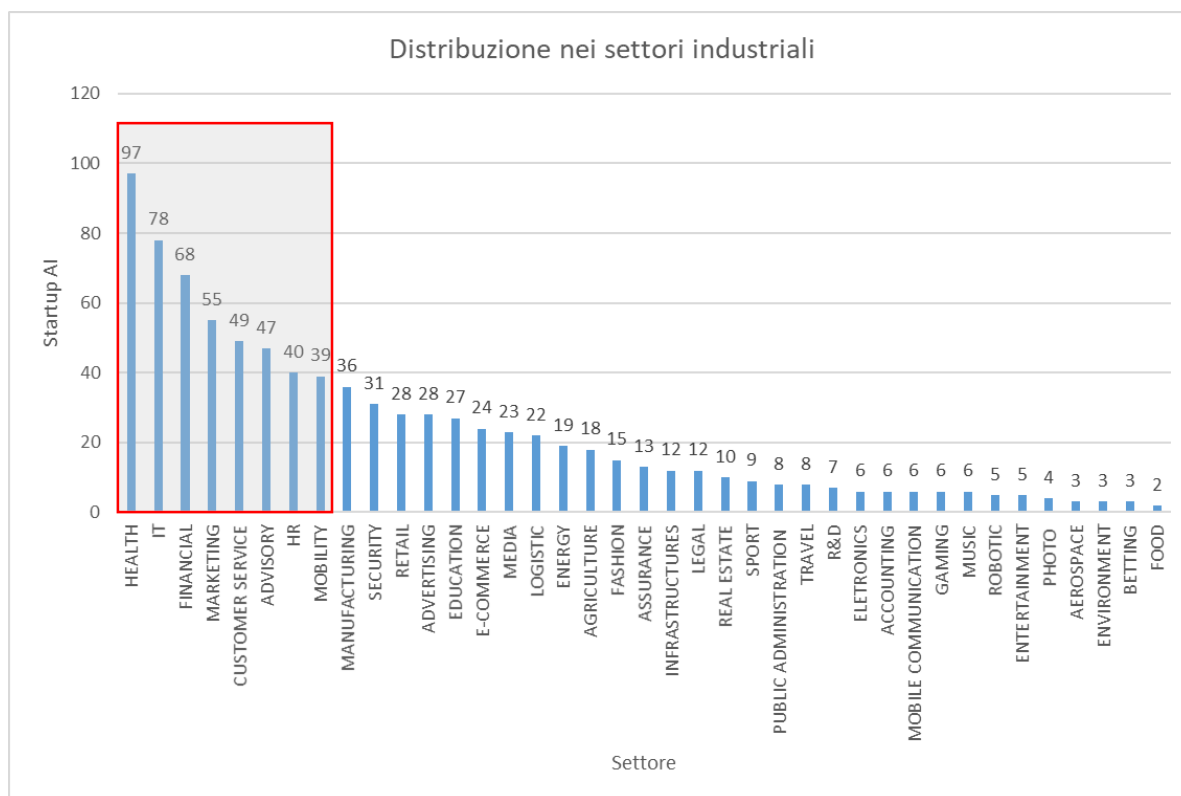


Figura 4.8: Principali settori di applicazione dell'AI

Circa il 50 % delle Startup è concentrata nello sviluppo di tecnologie di intelligenza artificiale rivolte ai settori “Healt”, “IT”, “Financial”, “Marketing”, “Customer Service”, “Advisory”, “HR”, “Mobility”, 8 dei 39 settori totali. Vi è inoltre da considerare che esiste una forte correlazione tra le principali tecnologie di intelligenza artificiale e i settori di applicazione. Infatti, si può osservare come “l’Health”, il settore più sviluppato con il 11% delle Startup Creator, sfrutti maggiormente tecnologie di “Image Analysis” e “Augmented Analytics”, per creare sistemi medico-sanitari “intelligenti”, in grado di assistere i medici nella diagnostica e nella prescrizione delle cure. In modo analogo considerando il settore “Customer Service” non stupisce che tra le tecnologie più sviluppate vi sia la “Chat Analysis”, usata per la creazione di chatbot in grado di comunicare con i clienti. Dato il forte sviluppo dell’AI nei settori dell’Health e del Customer Service, si è deciso di fare un approfondimento sui due settori:

- **Health**

La sanità è una delle industrie su cui l'intelligenza artificiale ha il maggiore impatto. Infatti, in questo ambito, il potenziale di applicazione è ampio, grazie a tutto ciò che si può fare con l'analisi dei big data e della storia clinica dei pazienti applicando il Machine Learning: dai miglioramenti in fase diagnostica, alla possibilità di somministrare cure personalizzate in base al corredo genetico dell'individuo. L'AI è usata per incrementare la qualità delle decisioni, essa deve essere sempre affiancata al lavoro dell'uomo interagendo con esso al fine di migliorarlo. Le capacità cognitive avanzate consentiranno agli "AI agents" di fornire una consulenza medica specialistica e di diagnosticare malattie che altrimenti richiederebbero l'identificazione e la convalida incrociata di un alto numero di osservazioni mediche. Essi consentono il monitoraggio in remoto delle condizioni di salute grazie ai wearable device, l'effettuazione di test di routine senza l'intervento del medico, il calcolo delle probabilità che un paziente sia affetto da una malattia e può fornire supporto agli studi in ambito genetico.

L'intelligenza artificiale applicata al campo medico può apportare vantaggi sia alle strutture ospedaliere, sia al sistema sanitario di interi paesi, grazie alla riduzione dei costi di ospedalizzazione. (**Bini 2018**). Un'indagine di mercato realizzata da Accenture nel 2018 stima che la sanità negli USA entro il 2026 potrebbe risparmiare 150 miliardi di dollari grazie ad applicazioni di intelligenza artificiale sia in ambiti strettamente legati all'attività medica sia per quanto riguarda la sicurezza informatica in ambito ospedaliero (**Collier 2017**). Tractica, società specializzata in ricerche di mercato nell'ambito dell'AI e della robotica, nel 2017 ha stimato che le entrate mondiali delle tecnologie per l'analisi delle immagini mediche dovrebbero raggiungere i 1.600 milioni di dollari entro il 2025, mentre le entrate globali delle app di assistenza virtuale potrebbero, sempre entro la stessa data, superare i 1.200 milioni di dollari³.

³ Fonte Tractica 2017: <https://tractica.omdia.com/newsroom/press-releases/healthcare-artificial-intelligence-software-hardware-and-services-market-to-reach-19-3-billion-worldwide-by-2025/>, consultato in data 02/03/2020

- *Customer Service*

L'innovazione digitale e tecnologica sta portando allo sviluppo di sistemi di Chatbot che sfruttano l'Intelligenza Artificiale per migliorare il servizio clienti soprattutto nel settore dei Call Center. La ricerca e lo sviluppo di sistemi che si basano sull'AI si sta sviluppando in maniera preponderante, questa tendenza è confermata dai numerosi investimenti fatti nel mondo delle Startup. Attraverso le piattaforme di messaggistica, i brand hanno la possibilità di comunicare con i clienti in modo più diretto, autentico e naturale. Uno degli ambiti di maggiore successo di applicazione dei Chatbot è il Customer Care, aziende che offrono un servizio d'assistenza e devono garantire un supporto in real-time e possibilmente proattivo (*Cautela 2019*). Nello specifico, i Chatbot sono soluzioni software progettate per simulare una conversazione umana e, spesso, sono anche definiti "agenti intelligenti" di cui esistono numerose varianti: alcuni si limitano a eseguire la scansione delle parole chiave che arrivano come input per elaborare una risposta congrua, altri sono in grado di simulare il comportamento umano attraverso avanzati sistemi di riconoscimento e analisi del linguaggio naturale. I chatbot vengono utilizzati nell'industria per automatizzare il più possibile i processi standard e i task ripetitivi che danno un basso valore aggiunto alle operazioni di business.

4.4.1) Timeline della diffusione dell'AI nei settori industriali

Prendendo in considerazione i sette principali settori di applicazione di intelligenza artificiale, il grafico sottostante (**Fig. 4.9**) mette in relazione l'anno di fondazione delle Startup e il numero di Startup fondate in un determinato anno per ogni tecnologia di AI. Osservando in aggregato si nota un trend crescente su tutti i settori, in particolare i picchi di massimo si riscontrano nel 2014 e nel 2017. Il settore "health" riscontra un incremento nel numero di Startup fondate negli anni più recenti e ad esso, corrisponda il punto di massimo dell'intero arco temporale. Contemporaneamente, anche il settore Customer Service riscontra un grande aumento nel 2016. Invece, i settori di "marketig" e "mobility" vedono un andamento diverso rispetto agli altri con una diminuzione del numero di Startup fondate. Infine, si nota come nel 2018 è presente un forte calo di tutti i settori,

questo è dovuto alla mancanza di dati recenti nell'analisi effettuata e non è rappresentativo della situazione reale.

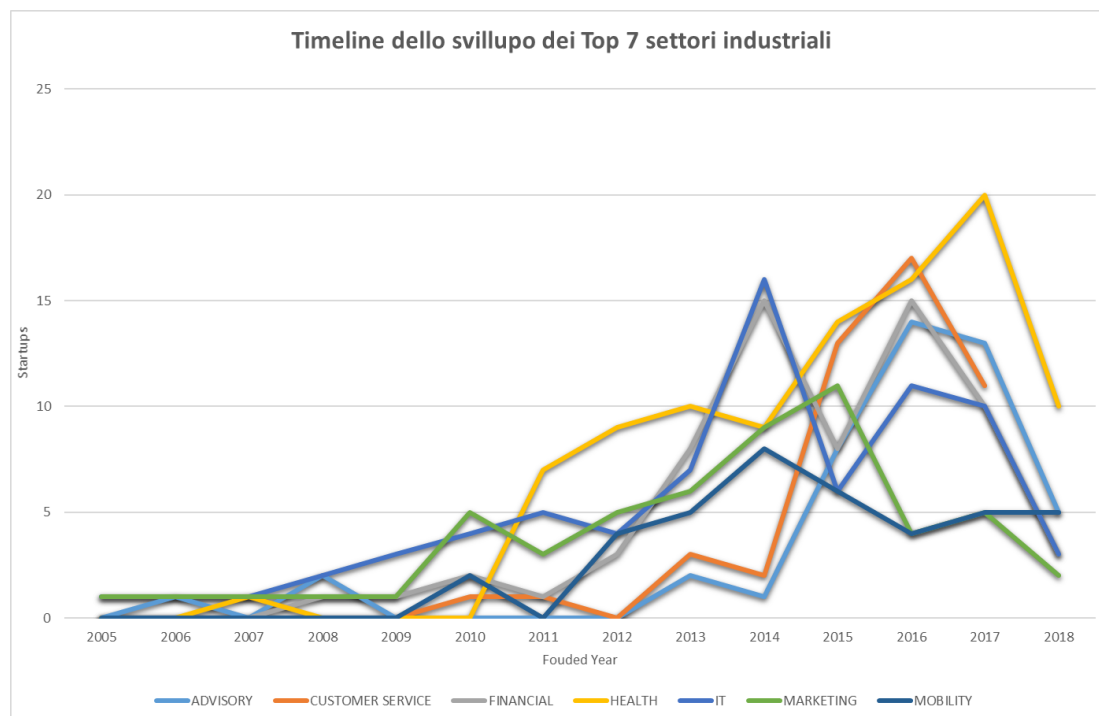


Figura 4.9: Diffusione AI nei Top 7 settori

4.5) L'impatto dell'AI sulle capacità dell'uomo

Come descritto nei capitoli precedenti, nell'accezione comune l'intelligenza artificiale viene considerata la capacità di una macchina di svolgere funzioni che sono normalmente associate alle funzioni cognitive umane. Dunque, l'idea che un'intelligenza artificiale possa raggiungere il livello di intelligenza generale degli esseri umani comincia a farsi strada nella comunità scientifica e si rende necessaria un'analisi sulla relazione tra capacità dell'uomo/capacità delle macchine e sul conseguente impatto sull'occupazione. In particolare, in un contesto in cui ci si spinge verso la creazione di un'intelligenza artificiale generale (AGI) in grado di risolvere problemi molto complessi, ci si interroga se l'intelligenza artificiale possa incrementare le prestazioni dell'uomo o sia destinata in un futuro molto prossimo a soppiantarle. Secondo Shams (2018) un prodotto di AI può avere due scopi:

- Aumentare le prestazioni dell'uomo;
- Sostituire le prestazioni dell'uomo.

Nel seguente lavoro di tesi si è svolta un'analisi con l'obiettivo di approfondire questo tema e di indagare se le Startup di intelligenza artificiale si stiano orientando verso la creazione di prodotti di "AI" atti a sostituire la capacità dell'uomo o a incrementarle. In particolare, a seguito di un'attenta analisi del sito web, LinkedIn e Facebook delle Startup, esaminando i vantaggi che i loro prodotti offrono ai clienti, ovvero i vantaggi che motivano i clienti ad acquistare, i criteri di classificazione attribuiti e sono stati i seguenti:

Le Startup sono state classificate come *AUGMENT* se:

- La Startup di prodotti / servizi assiste l'uomo nel suo lavoro;
- Sul sito web, emerge chiaramente che l'AI è offerta come supporto per il dipendente;
- L'intelligenza artificiale sviluppata dalla Startup esegue un'attività che attualmente non viene eseguita da alcun dipendente;
- L'intelligenza artificiale sviluppata consente alle aziende di offrire un livello di servizio di qualità superiore rispetto a quello attuale;
- L'AI sviluppata è integrata in macchinari / oggetti esistenti per renderli più performanti.

Le Startup sono state classificate come *REPLACE* se:

- L'intelligenza artificiale creata mira ad automatizzare i lavori ripetitivi con un basso valore aggiunto;
- Sul sito web, è stato chiarito che l'AI è stata creata per sostituire i lavoratori e consentire di ridurre costi e tempi per un'azienda;
- L'intelligenza artificiale creata facilita all'utente finale l'esecuzione di un'attività o l'elaborazione di dati evitando la necessità di una consulenza di esperti.

Il grafico sottostante riporta i risultati ottenuti (**Fig 4.10**). Sulle 878 Startup è emerso che il 39% realizza prodotti e/o servizi di AI in grado di sostituire il lavoro dell'uomo, il 61%

delle Startup invece implementa prodotti o servizi di intelligenza artificiale che hanno l'obiettivo di affiancare le competenze umane per aumentarle.

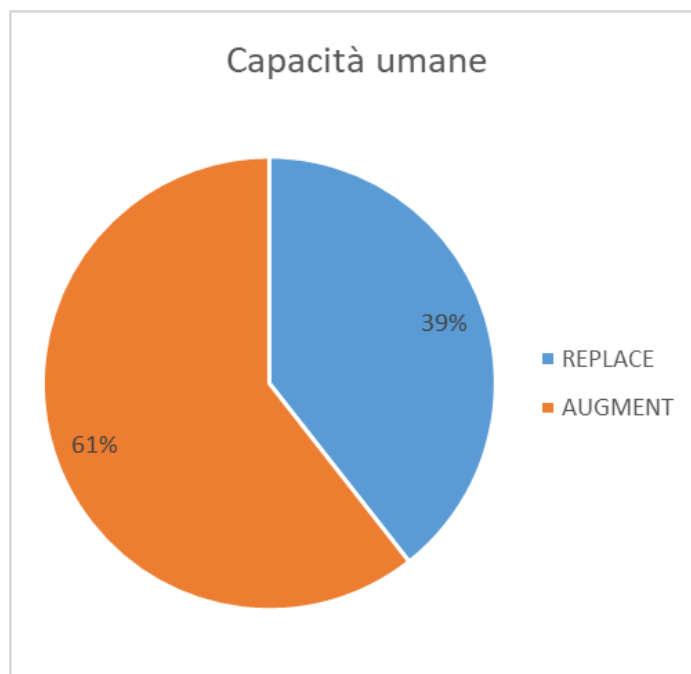


Figura 4.10: Rapporto tra l'AI e il lavoro dell'uomo

Da questa analisi sembrerebbe che non vi sia una vera e propria tendenza dell'intelligenza artificiale verso la sostituzione delle capacità dell'uomo o verso il loro supporto, bensì che vi sia una distribuzione abbastanza omogenea in entrambe le direzioni e che attualmente le Startup non stiano seguendo un trend dominante in questo senso. Tuttavia, effettuare esclusivamente un'analisi di questo tipo risulta riduttivo e poco significativo, si è pertanto pensato di compiere la stessa analisi concentrandosi sul singolo settore applicativo per verificare l'eventuale esistenza di trend nella direzione "AUGMENT" o "REPLACE". L'ipotesi di disomogeneità sui settori in contrapposizione con l'equilibrio sul totale è confermata dall'analisi (**Fig. 4.11**). Vi è dunque stretta correlazione tra l'impatto dell'AI sulle capacità dell'uomo e il settore di riferimento. Ciò che è emerso è che l'AI nel settore "Health" si limiti a ricoprire una funzione di supporto per il medico e che, almeno per ora, sia surreale pensare all'intelligenza artificiale come sostituzione alle competenze umane nel settore della medicina. Al contrario, settori come quello "Customer Service" sembrano interessati ad un'intelligenza artificiale volta a soppiantare

l'uomo in un'ottica di riduzione dei costi aziendali e di automazione e dei task ripetitivi e a basso valore aggiunto.

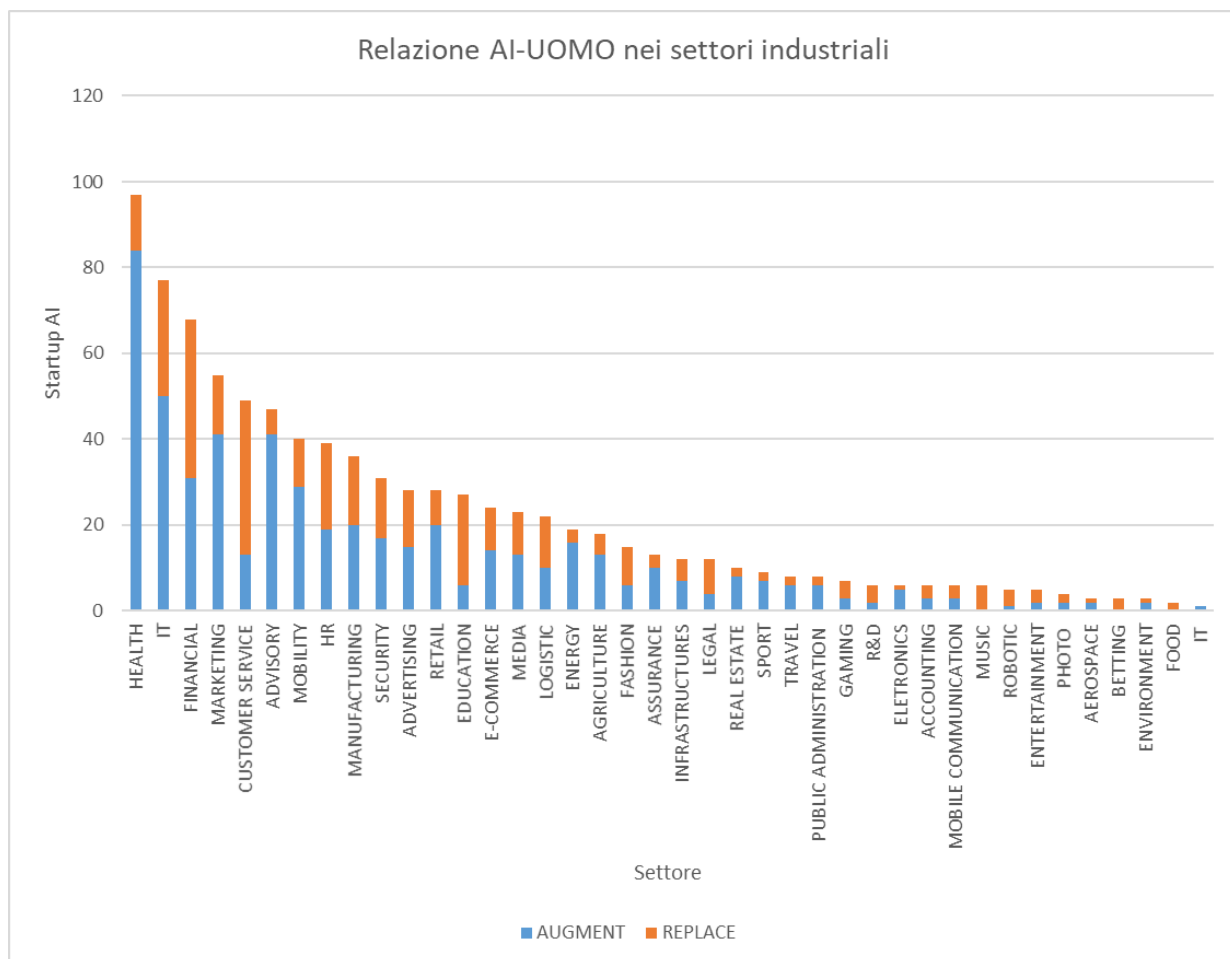


Figura 4.11: Rapporto tra l'AI e il lavoro dell'uomo per ogni settore

Secondo Agrawal (2017) La questione della sostituzione macchina-uomo dipende strettamente dal grado di “giudizio⁴” necessario a compiere un’azione. Compiti in cui il risultato desiderato può essere facilmente descritto e la necessità del giudizio umano è limitata sono, generalmente, più facili da automatizzare. Per altri task, la descrizione di un risultato preciso può essere più complessa, in particolare nei casi in cui il risultato desiderato risiede ed è concepito dalla mente umana e non può essere tramutata in un algoritmo decifrabile da una macchina. Quindi, solo qualora le decisioni possano essere

⁴ Il giudizio è la capacità di prendere decisioni ponderate e di comprendere l'impatto che le diverse azioni avranno su risultati alla luce delle previsioni

chiaramente descritte con algoritmi la sostituzione dell'uomo è quasi assicurata. Ad esempio, questo avviene nei settori in cui si sviluppa la guida autonoma. Ciò viene confermato dalla nostra analisi, poiché nel settore Mobility risulta che l'AI sostituisca il lavoro dell'uomo.

4.6) Panorama Investimenti e Team Imprenditoriali

Un ulteriore ambito di indagine è stato la caratterizzazione dei fondatori e degli investitori. Per poter effettuare considerazioni significative si è deciso di restringere il campione di riferimento a due soli settori, ovvero "HEALTH" e "COSTUMER SERVICE" poiché la precedente analisi sul rapporto con le capacità dell'uomo aveva rilevato comportamenti agli antipodi. Infatti, il primo vedeva una netta prevalenza di "AUGMENT", mentre il secondo di "REPLACE". Il campione analizzato è composto da 97 Startup che operano nel settore dell'Health e di 49 nel Customer Service, per un totale di 146 Startup.

Fondatori

Per poter fornire un quadro completo si sono analizzati i profili di ciascun fondatore consultandone la pagina di Crunchbase, il profilo LinkedIn e se presente il profilo Facebook. Le informazioni ricercate sono state inerenti a quattro ambiti:

- *Dati personali*: nome, sesso e nazione di provenienza;
- *Studi principali*: università frequentata tenendo traccia della città e della nazione e se si tratta o meno di una STEM. In particolare, si è inserita l'università dove è stato conseguito il livello di istruzione più alto (fino alla laurea magistrale). Nella categoria STEM, sono state incluse le facoltà di natura economica/manageriale e delle scienze mediche mentre sono state escluse le facoltà di studi umanistici e le scienze sociali (psicologia, etc.);
- *Studi esteri*: è stato valutato se il fondatore ha approfondito i suoi studi in una nazione differente rispetto a quella dove ha conseguito la laurea magistrale, in particolare è stata inserita la nazione in cui sono stati effettuati tali studi. In questa sezione sono stati considerati "studi esteri" solo titoli superiori alla laurea

magistrale, quali Dottorato di Ricerca o Phd o MBA, mentre sono stati esclusi eventuali Erasmus di pochi mesi.

È emerso che il 91% del campione, composto in totale da 340 fondatori, è di sesso maschile (**Fig. 4.12**).

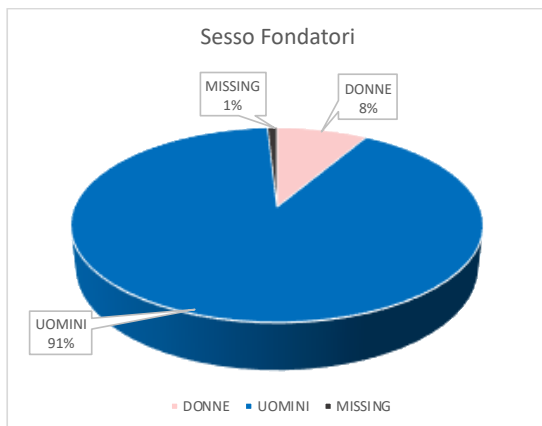


Figura 4.12: Distribuzione fondatori in base al sesso

In riferimento al Background scolastico i tre principali poli universitari risultano essere collocati in Regno Unito, Francia e Germania (**Fig. 4.13**).

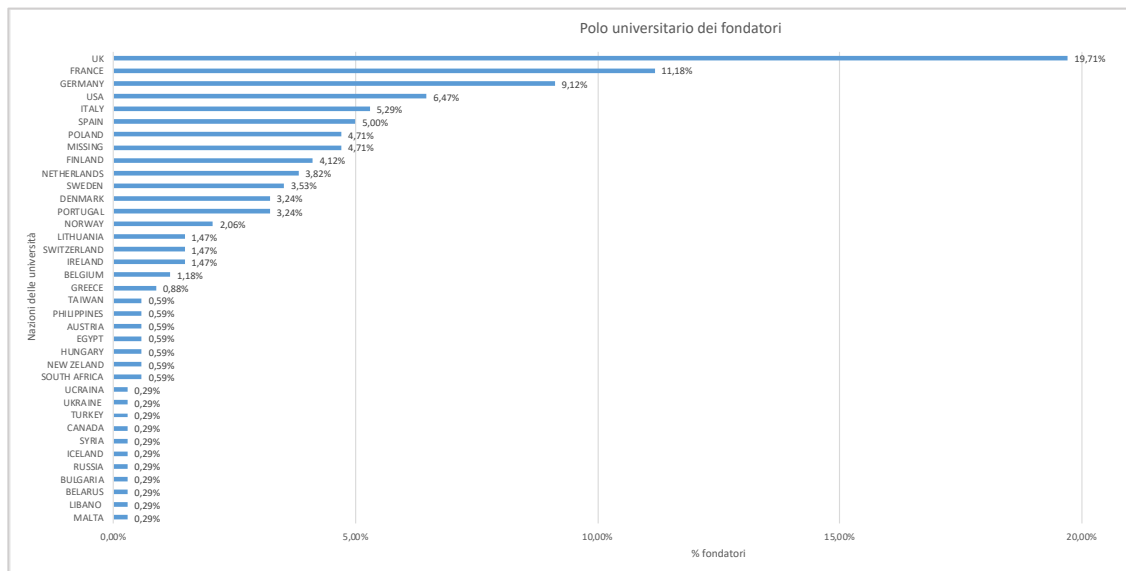


Figura 4.13: Distribuzione delle nazioni dei Poli Universitari dei fondatori

Per ogni università magistrale è stata tracciata l'appartenenza o meno alla classificazione STEM, dall'analisi risulta come, nella maggior parte dei casi, per entrambi i settori l'esito sia positivo (**Fig. 4.14**).

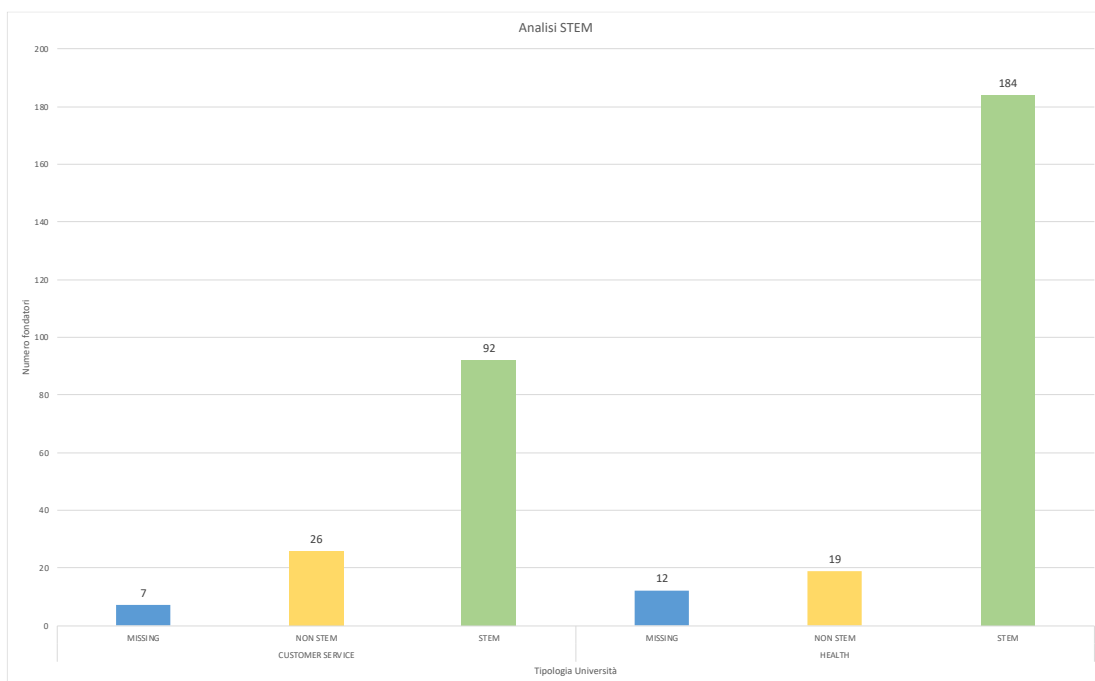


Figura 4.14: Numero fondatori per tipo di laurea conseguita

Investitori

L'analisi degli investitori ha riguardato i "Top 5 Investors", cioè coloro che hanno contribuito maggiormente al finanziamento della Startup. Il campione analizzato è pari a 428 investitori non unici. Tramite un'attenta analisi della Pagina Crunchbase, si è tenuto traccia della città e della nazione di appartenenza e dell'"Investor Type" ovvero la tipologia di finanziatore. In particolare, le tipologie di finanziatori individuate sono le seguenti:

- **Venture Capitalist:** fondo di investimento composto da professionisti che investe in Startup ad alto rischio con grandi potenziali di crescita;
- **Family Investment Office:** società di servizi che gestisce il patrimonio finanziario di una o più famiglie facoltose;
- **Entrepreneurship Program:** corsi che sviluppano le capacità imprenditoriali degli individui e che possono fornire supporto nei primi momenti di vita di una Startup;
- **Government Office:** enti governativi o statali che finanziano lo sviluppo di una Startup, tra di essi vengono inclusi anche gli incubatori universitari;

- **Private equity firm:** aziende private che investono nelle Startup, le finanziano con l'obiettivo o di acquisirle dopo che hanno raggiunto un buon livello di maturità o di sfruttare la loro tecnologia come beni complementari;
- **Investment bank:** banche specializzate nel fornire investimenti e prestiti per sviluppare l'attività delle imprese;
- **European fund:** fondi europei dedicati allo sviluppo delle Startup;
- **Accelerators:** programmi per accelerare la crescita di una Startup, forniscono finanziamenti e supporto nell'impostazione di un business plan e della strategia;
- **Business Angel:** singoli individui facoltosi che investono in Startup in cambio di una parte della proprietà o di obbligazioni. Rispetto ai Venture Capitalist, tendono a investire in Startup più piccole e a decidere dove investire il loro capitale in maniera più rapida;

Per prima cosa, l'analisi si è posta l'obiettivo di quantificare il numero di investitori appartenenti a ciascuna categoria, al fine di determinare quale fosse la tipologia di investitore preponderante. I dati raccolti sono riportati nel grafico sottostante che evidenzia come il 49%, dunque una consistente porzione del campione, sia una Venture Capital (**Fig. 4.15**).

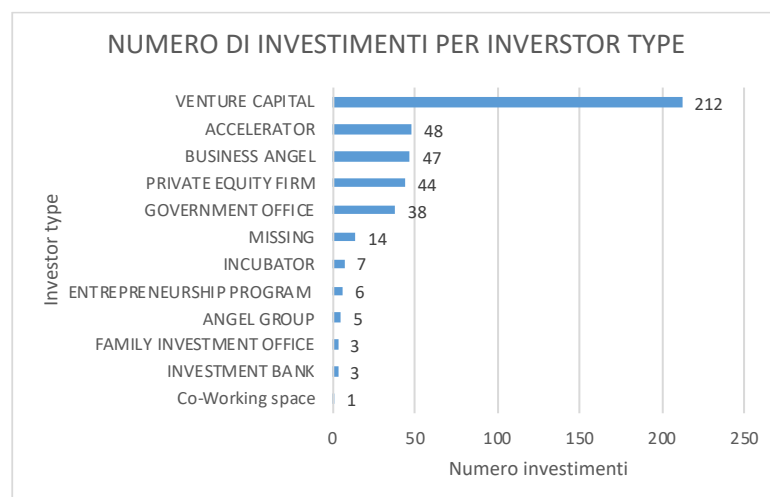


Figura 4.15: Numero di investimenti per investor type

Infine, per avere una panoramica generale riguardo il grado di partecipazione degli investitori nei diversi round di investimento, è stata tenuta traccia della percentuale, dei

principali 5 investitori, che hanno partecipato ad ogni round e di quelli che si sono astenuti. (Fig. 4.16). Nello specifico “Si” indica che l’investitore ha partecipato al round, “No” indica che non ha partecipato e “Not Done” è stato assegnato all’investitore qualora la Startup non avesse ancora effettuato il round considerato.

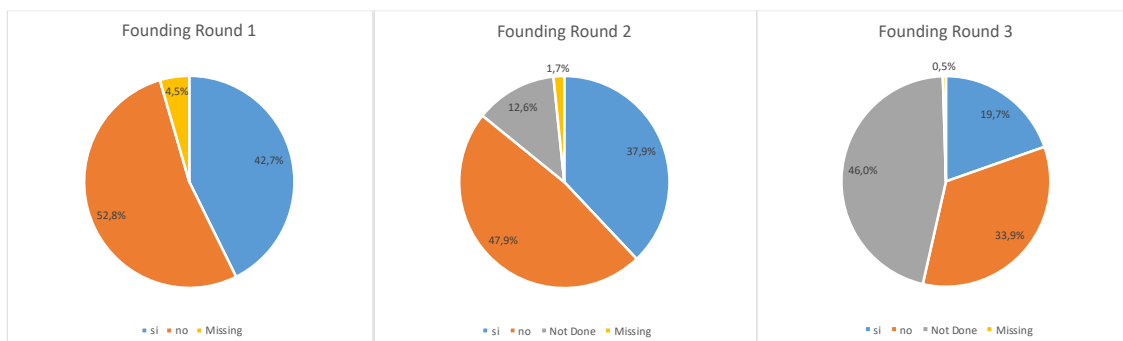


Figura 4.16: Grado di partecipazione ai primi tre round di investimento

Dai grafici si può notare che molti investitori partecipano al primo round, mentre solo in pochi investono nel terzo round. Da questo risultato si evince come circa la metà delle Startup considerate nel campione non sia ancora arrivata ad effettuare il terzo round.

5) Analisi Team Imprenditoriali e Investimenti

Alla luce dei risultati emersi nell’analisi primaria, si è deciso di approfondire ulteriormente l’investigazione su team imprenditoriali e investimenti. Un primo obiettivo è comprendere le caratteristiche compositive dei team di fondatori esplorandone il background scolastico e lavorativo. Infine, il secondo obiettivo è capire chi è interessato realmente all’AI, in che misura e se tali investimenti siano già in grado di rivelarsi redditizi.

Per questa analisi si continuerà ad utilizzare il campione di 146 Startup ottenuto filtrando per settore, ovvero “HEALTH” e “COSTUMER SERVICE”, il gruppo delle 878 appartenenti alla categoria “CREATOR”.

5.1) Metodologia Team imprenditoriali

Il campione è analizzato in base a due livelli di dettaglio differente, ovvero focalizzandosi sui singoli 340 fondatori (207 appartenenti all’Health e 133 al Costumer Service) oppure sui 146 team in aggregato. In particolare, nella **Fig. 5.1** è presentata la numerosità dei team a seconda del settore. Si nota che per l’Health la maggioranza di Startup di AI sono fondate da coppie, mentre per il Customer Service la conformazione prevalente è composta da team a tre fondatori.

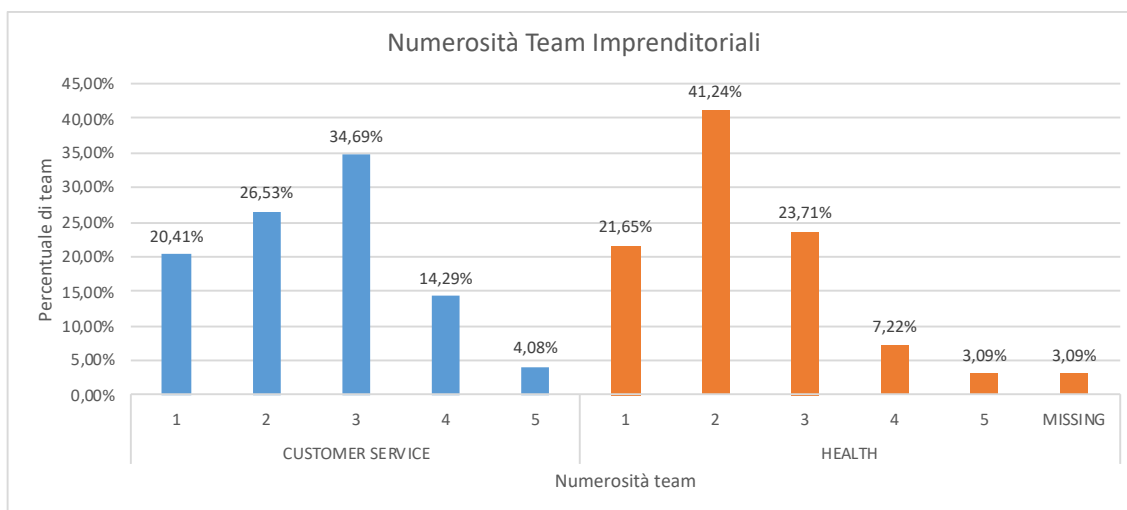


Figura 5.1: Numerosità team imprenditoriali

Con l'intento di stabilire criteri compositivi dei team imprenditoriali, si è estesa l'analisi ad alcuni ambiti specifici. Di seguito, essi sono riportati suddivisi nelle variabili di interesse indagate.

Composizione geografica

Si è tracciato per ciascun team la percentuale di provenienza, in particolare:

- %CORRISPONDENZA: se i fondatori hanno la nazione di origine corrispondente rispetto a quella in cui sorge la startup;
- %EUROPA: se i fondatori hanno origine europea, si include anche il caso di corrispondenza;
- %USA: se i fondatori hanno origine statunitense;
- %ALTRO: se i fondatori hanno origine non europea e non statunitense.

La formula utilizzata è la seguente:

$$\% "categoria" = \frac{n^{\circ} \text{fondatori aventi nazionalità appartenente alla "categoria"}}{\text{Totale dei fondatori}}$$

Composizione scolastica

Per valutare la percentuale di omogeneità rispetto alla tipologia di studi effettuati, si è calcolato il rapporto tra i componenti frequentanti università STEM e il totale dei fondatori.

$$\text{Omogeneità} = \frac{n^{\circ} \text{STEM dei fondatori}}{\text{Totale dei fondatori}}$$

Composizione esperienze lavorative

Si è considerato da un lato quale fosse l'esperienza lavorativa immediatamente precedente all'apertura delle startup in esame e dall'altro si è tracciato il background completo di esperienze possedute dal fondatore distinguendo tra:

- *Student*: se il fondatore ha fondato la startup in esame dopo aver frequentato l'università;
- *Startupper*: se il fondatore ha fondato almeno un'altra startup;

- *Company*: se il fondatore ha lavorato almeno presso un'azienda;
- *University*: se il fondatore ha svolto il ruolo di ricercatore o professore presso un'università.

Infine, tramite una variabile booleana, è stato osservato se il fondatore lavorasse ancora o meno attualmente presso la startup.

5.3) Composizione geografica e Background scolastico fondatori

La prima analisi svolta è in merito alla provenienza geografica dei singoli fondatori, si osserva che l'88,5% è europeo e dei restanti 39 ci sono 14 statunitensi. Alla luce del risultato emerso, è interessante verificare se esista corrispondenza tra la nazionalità dei fondatori e il paese in cui sorge la Startup. Si evince che, per entrambi i settori considerati, circa l'11% ha team i cui membri hanno provenienza totalmente diversa, al contrario il 67% nel caso dell'Health e circa il 61% in quello del Customer Service possiede team con corrispondenza completa (Fig. 5.2).

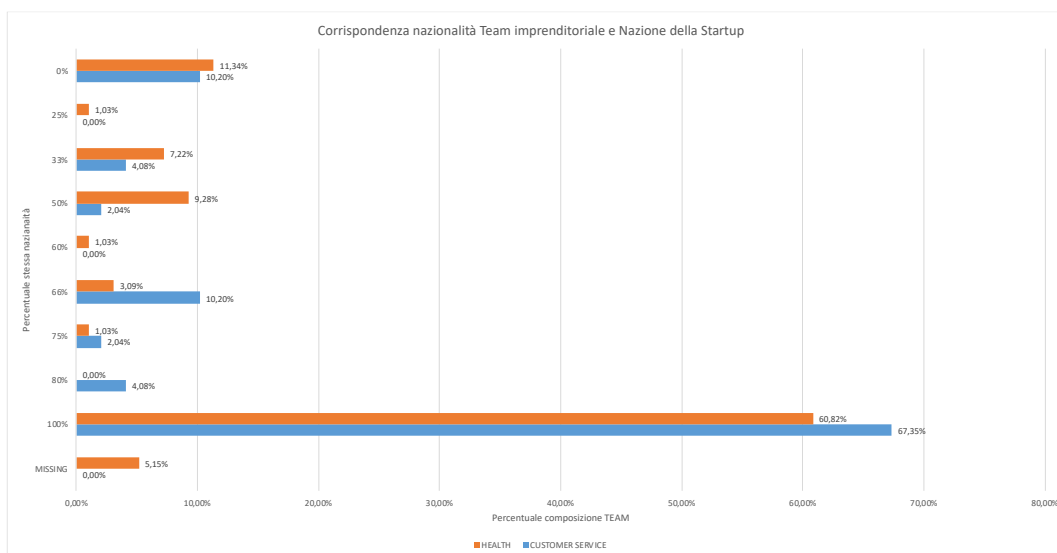


Figura 5.2: Corrispondenza nazionalità Team imprenditoriale e nazione Startup

intercambiabile con idee sempre nuove e al passo con i tempi. Tale teoria può essere confermata dal fatto che nel 77% dei casi per il Customer Service e per il 64% degli investitori per l'Health il paese sede della Startup coincida con quello dell'università frequentata.

Per completare l'analisi del background scolastico si possono analizzare ancora due aspetti degli di nota. Il primo è capire il livello di omogeneità dei team nell'ambito della tipologia di studio effettuato, in base al grado di aderenza alla classificazione STEM. Osservando la **Fig. 5.5** è chiaro che la maggior parte dei team ha frequentato nella sua complessità studi presso università STEM.

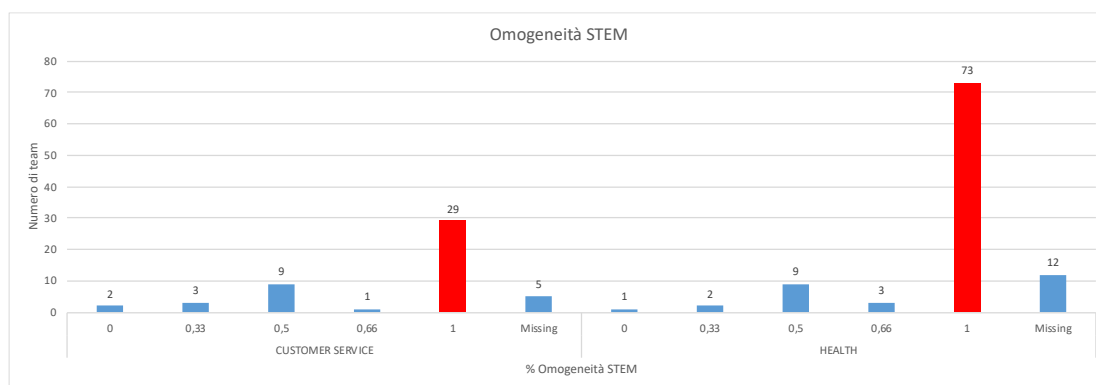


Figura 5.5: Grado di omogeneità STEM dei team imprenditoriali

La seconda e ultima sfaccettatura da indagare è l'eventuale propensione di coloro che decidono di fondare una Startup AI di accrescere le proprie conoscenze con qualifiche superiori alla Magistrale e diversificare i propri studi recandosi in nazioni differenti rispetto alla sede della loro precedente formazione. Solamente il 28,53% ritiene necessario agire in questa direzione, in **Fig. 5.6** ne si illustra la distribuzione geografica. I paesi ad attrarre maggiormente i fondatori risultano essere UK e USA.

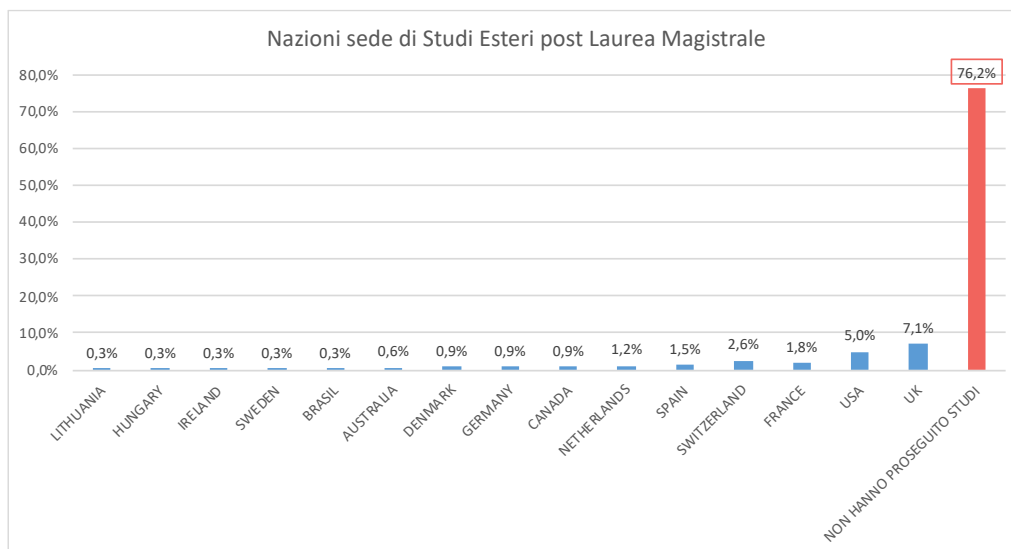


Figura 5.6: Distribuzione geografica studi dopo la laurea magistrale

5.4) Background lavorativo fondatori

Per definire il profilo dei team imprenditoriali un ruolo fondamentale è capire quali siano le esperienze pregresse, si vuole evidenziare se esista un background ricorrente o se ci sia diversificazione.

Per prima cosa si osserva di cosa si occupassero i fondatori delle Startup nel momento immediatamente precedente alla fondazione, si vede che il 65%, considerando i settori congiuntamente, lavorava presso un'altra impresa e circa il 16% era uno "Startupper". Come era prevedibile, per l'Health è importante la quota proveniente dall'università. Invece è raro il caso di fondatori che si dedichino all'apertura della Startup direttamente dopo aver terminato gli studi (**Fig. 5.7**).

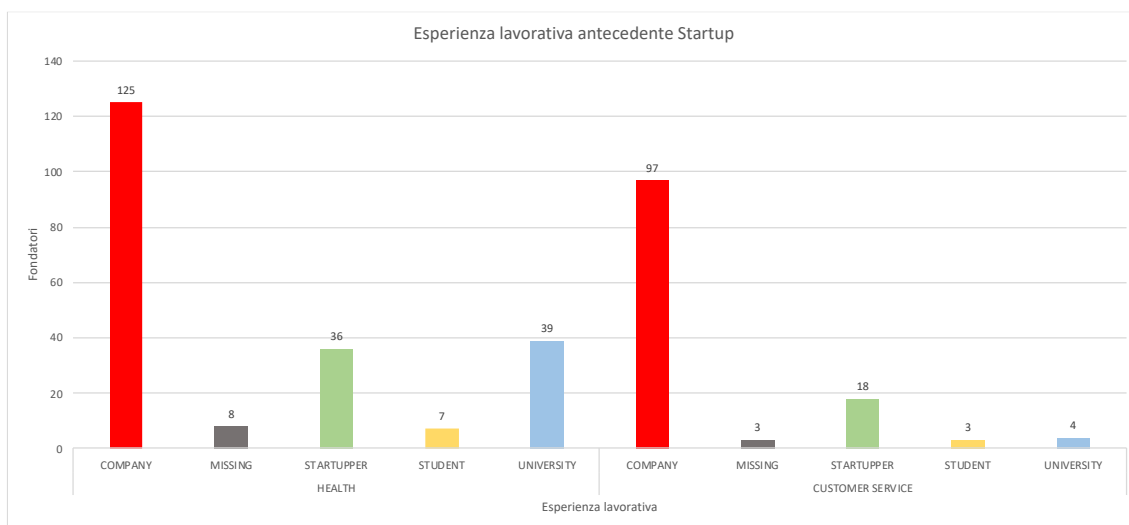


Figura 5.7: Esperienze lavorative immediatamente prima dell'apertura della Startup AI

Dati i risultati ottenuti, si è deciso di dettagliare maggiormente l'analisi, non soffermandosi solo sull'immediato passato, ma tracciando uno storico delle esperienze. Facendo riferimento alla **Fig. 5.8**, rimane costante la prevalenza di fondatori con esperienza di tipo "Company", però a livello di combinazioni univoche le percentuali tendono ad avere minore dispersione. La categoria "University" è molto rilevante per l'Health (il 45% dei fondatori ha almeno una esperienza di questo tipo); al contrario ha un peso ridotto per il Customer Service, come sottolineato dal fatto che nessun fondatore di questo settore possiede esclusivamente esperienza universitaria. Invece, solo il 7% della totalità ha background completo.

Company	Startupper	University	Costumer Service	Health	Totale
✓	✗	✗	38%	29%	32%
✗	✓	✗	3%	4%	4%
✗	✗	✓	0%	10%	6%
✓	✓	✗	32%	16%	22%
✓	✗	✓	14%	23%	19%
✗	✓	✓	2%	4%	3%
✗	✗	✗	6%	7%	6%
✓	✓	✓	6%	8%	7%
Almeno un'esperienza Company			90%	76%	81%
Almeno un'esperienza Startupper			42%	32%	36%
Almeno un'esperienza University			21%	45%	36%

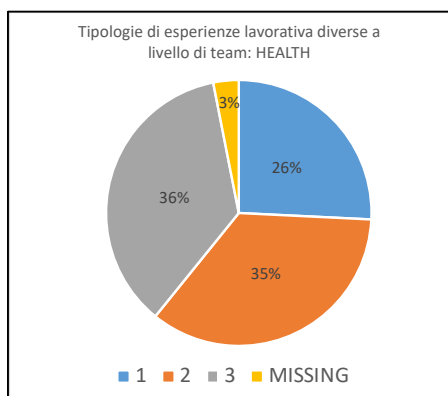
Figura 5.8: Storico del background lavorativo dei 340 fondatori

Dal punto di vista dei team si possono notare alcune differenze a livello dei settori. Infatti, per quanto concerne il Customer Service il 57% dei team ingloba tutte le tipologie di esperienze pregresse (**Fig. 5.9**). Considerazioni diverse emergono osservando l’Health poiché il 62% dei team è carente di almeno un tipo di esperienza, nel dettaglio per questo settore le combinazioni mancanti “Startupper” e “University e Startupper” risultano le più frequenti (**Fig. 5.10**). In generale è confermata l’importanza della “Company” che, ad eccezione di un caso, risulta la costante su ogni team.



Tipologie Esperienze diverse possedute	Esperienze mancanti	Numero Team
1	University e Startupper	12
	Startupper	6
2	University	22

Figura 5.9: Tipologia di esperienze lavorative diverse a livello di team e dettaglio su quelle mancanti per il settore Customer Service



Tipologie Esperienze diverse possedute	Esperienze mancanti	Numero Team
1	Company e Startupper	6
	University e Startupper	19
2	Company	1
	Startupper	22
	University	11

Figura 5.10: Tipologia di esperienze lavorative diverse a livello di team e dettaglio su quelle mancanti per il settore Health

Ultimo aspetto che si è analizzato è se il fondatore attualmente lavori nella Startup del campione, questa variabile punta a dimostrare quale sia il tasso di fiducia nel successo dell’impresa. Appare chiare che quasi la totalità è ancora oggi impegnata a contribuire al successo della Startup (**Fig. 5.11**).

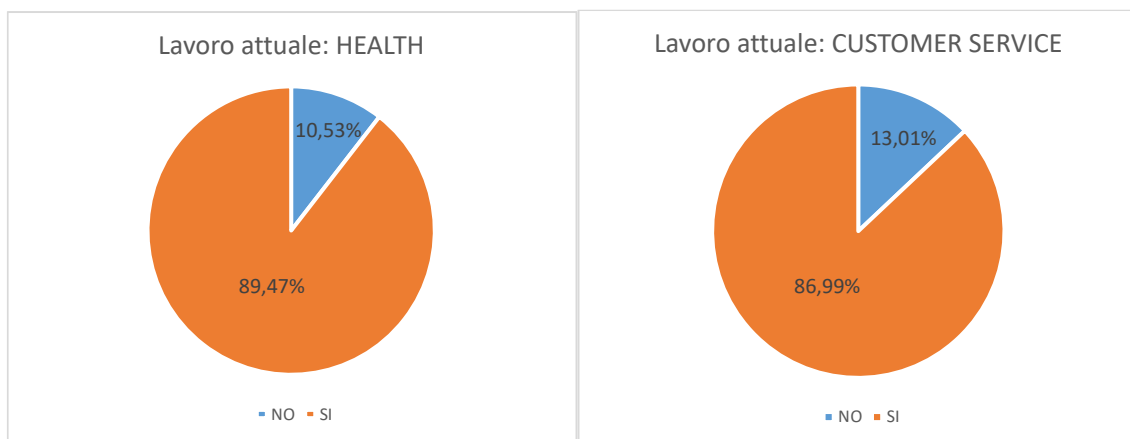


Figura 5.11: Percentuale di fondatori che attualmente lavorano nella Startup

5.5) Metodologia di Analisi del Dataset Investimenti

Al fine di indagare in modo approfondito circa le modalità e le tipologie di investimento, si è deciso di eseguire una valutazione dettagliata dei primi tre round. Ulteriori informazioni sono state recepite attraverso il sito Crunchbase, di seguito si riportano le categorie tracciate:

- *Investor Type*: identifica la tipologia di investitore;
- *Nazione Investor*: identifica la nazione di provenienza dell'investitore;
- *Founding Round 1*: variabile booleana che restituisce il risultato "SI", se l'investitore partecipa al round considerato;
- *Founding Round 2*: variabile booleana che restituisce il risultato "SI", se l'investitore partecipa al round considerato;
- *Founding Round 3*: variabile booleana che restituisce il risultato "SI", se l'investitore partecipa al round considerato;
- *Founding Round Value Total Amount (M \$)*: identifica l'ammontare della quota raccolta nel round, espressa in Milioni di Dollari;
- *Lead investor*: variabile booleana che restituisce il risultato "SI" nel caso in cui l'investitore che prende parte al round considerato sia il principale investitore e "NO" in caso contrario;

- *Funding round partial value amount*: indica il valore parziale dell'investimento effettuato dal singolo investitore. In dettaglio, se si tratta del "lead" è stata usata la formula "*f.lead*" e se si tratta di investitori non lead la formula "*f.non_lead*", tali formule sono riportate sotto. Nel caso in cui fosse presente più di un "lead", è stata attribuita ad essi l'80% della quota totale, secondo la formula "*f.più_lead*". Invece, in assenza di "lead investor" il valore totale del round è stato suddiviso in parti uguali per tutti gli investitori partecipanti. Da notare è il fatto che per tali valutazioni è stato considerato l'intero numero di partecipanti effettivi riportato su Crunchbase e non solo il gruppo dei "top five investor" considerati per le analisi.

$$f.lead = \text{Founding round total value amount} * 0,51$$

$$f.più_lead = \frac{\text{Founding round total value amount} * 0,80}{n^{\circ} \text{fondatori lead}}$$

$$f.non_lead = \frac{\text{Founding round total value amount} * 0,49}{\text{Totale dei fondatori partecipanti} - n^{\circ} \text{fondatori lead}}$$

- *Sum Founding Round*: riporta il valore cumulate dei primi tre round di investimento;
- *Range first three round*: riporta i range in cui sono stati classificati le quantità degli investimenti. Nello specifico: "<1M\$"; "1-5M\$", "5-10M\$", "10-50M\$", "50-100M\$" e ">100M\$";
- *Total Founding Amount*: riporta il valore totale degli investimenti ricevuti della Startup, non limitandosi solo ai primi tre;
- *Range Total Founding*: riporta la divisione nelle classi di investimento descritte sopra;
- *Fatturato*: riporta il valore più recente reperibile del fatturato della Startup, se non ci sono informazioni disponibili viene assegnato l'identificativo "Missing";

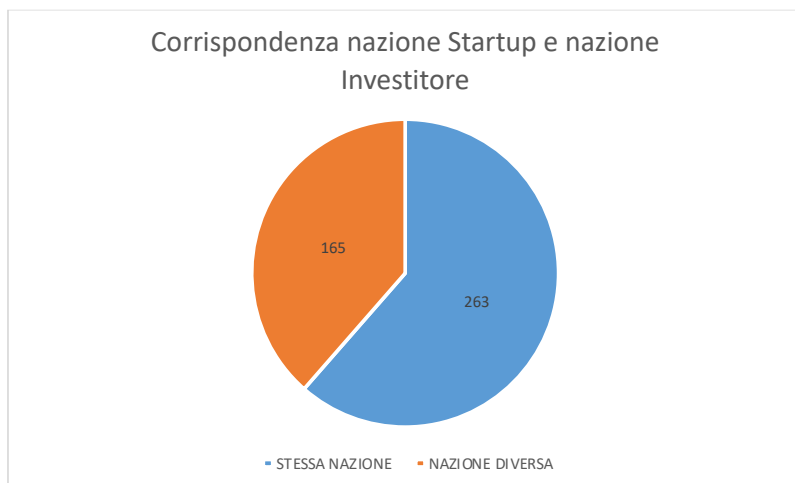


Figura 5.13: Corrispondenza nazione Startup e nazione investitore

Concentrandosi invece sulla tipologia di investitore, nel capitolo precedente è stata fornita una descrizione degli “investor type” individuati durante l’analisi mostrando che in generale circa il 49% è costituito da Venture Capitalist. Questo fatto conferma la tendenza evidenziata nel capitolo “Sviluppo del mercato delle Startup AI” di un incremento degli investimenti da parte di questa categoria. Al fine di verificare se il medesimo comportamento si ripete anche scendendo più nel dettaglio si sono analizzate due specificazioni diverse: spaccettando nei primi tre round di investimento e suddividendo nei settori “Health” e “Customer Service”. Si osserva che le analisi hanno confermato l’ipotesi di partenza sia a livello di settore di competenza (Fig. 5.14), che a livello di round (Fig. 5.15).

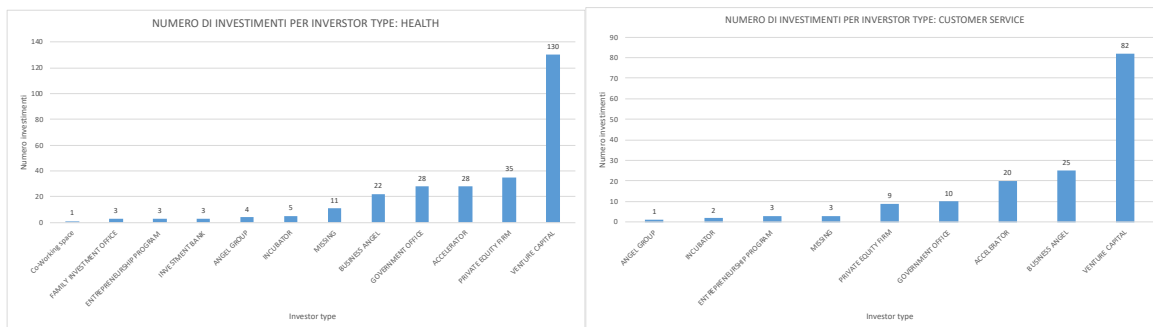


Figura 5.14: Copertura sui settori dell’investor type

Round 1	Venture Capital	44,51%
	Business Angel	17,03%
	Accelerator	14,29%
	Private Equity Firm	8,79%
	Government office	8,24%
	Incubator	2,20%
	Angel Group	0,55%
	Entrepreneurship program	1,65%
	Family investment office	0,00%
	Investment bank	0,00%
	Co-Working space	0,55%
	Missing	2,20%
	Round 2	Venture Capital
Business Angel		8,02%
Accelerator		11,11%
Private Equity Firm		12,35%
Government office		9,26%
Incubator		1,85%
Angel Group		1,85%
Entrepreneurship program		1,23%
Family investment office		0,00%
Investment bank		1,23%
Co-Working space		0,00%
Missing		0,62%
Round 3		Venture Capital
	Business Angel	2,38%
	Accelerator	11,90%
	Private Equity Firm	16,67%
	Government office	13,10%
	Incubator	2,38%
	Angel Group	1,19%
	Entrepreneurship program	0,00%
	Family investment office	2,38%
	Investment bank	1,19%
	Co-Working space	0,00%
	Missing	0,00%

Figura 5.15: Copertura sui round di investimenti dell'investor type

5.7) Analisi quantitativa investimenti

A questo punto, al fine di approfondire, dal punto di vista quantitativo, il grado e le modalità di partecipazione degli investitori ai diversi round di investimento, è stata considerata la quota di capitale sovvenzionata in ciascun round, per comprendere in quali fasi siano concentrati i maggiori flussi di capitale.

Di conseguenza lo studio è stato effettuato considerando, delle 146 startup totali, quelle che hanno ricevuto più di una trince di investimento: cioè le 50 startup che hanno ricevuto due round e le 65 startup che ne hanno ricevuti almeno tre.

Queste considerazioni hanno permesso di determinare se i maggiori flussi di capitale finiscono le startup nei primi round o se questi divengono più consistenti al progredire degli stessi. Inoltre, prendendo in considerazione in un primo momento tutte le startup e

in un secondo momento quelle “Healt” e “Customer Service” separatamente è stato possibile individuare eventuali differenze nelle modalità di investimento nei due settori.

Per quanto riguarda le 50 startup che hanno ricevuto due round di investimento, considerando entrambi i settori, i risultati, riportati in **Fig. 5.16**, dimostrano che il 75% dei finanziamenti totali sovvenziona le imprese nell’ultimo round. Il totale del capitale ricevuto al primo round ammonta infatti a circa 50 M di \$, quello del secondo round a ben 155 M di dollari.

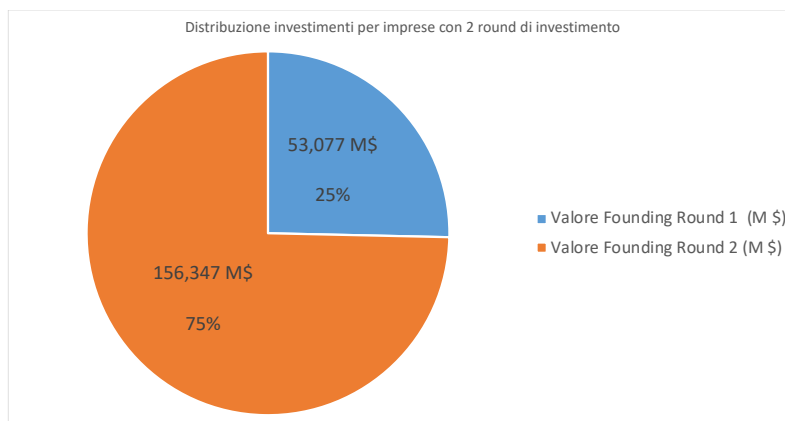


Figura 5.16: Distribuzione degli investimenti per startup con due round di investimento

Tale tendenza è confermata e addirittura amplificata anche per quanto riguarda le startup che hanno ricevuto tre round di investimento. Emerge chiaramente che l’ammontare di fondi di finanziamento cresce progressivamente al progredire dei round, infatti, i finanziamenti ricevuti all’ultimo round rappresentano il 67% dei finanziamenti totali, come mostrato in **Fig. 5.17**.

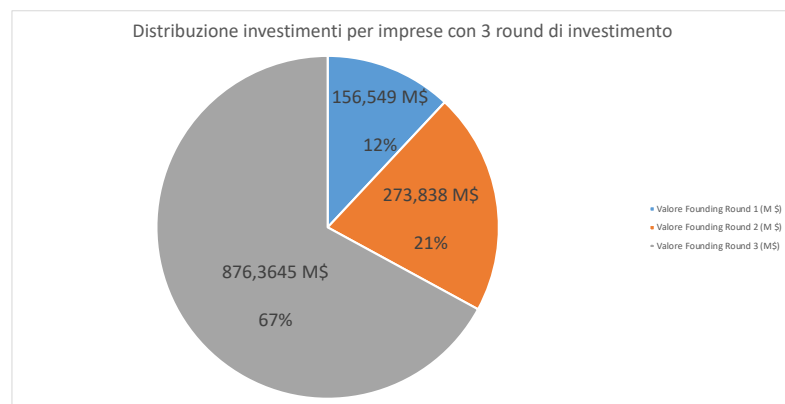


Figura 5.17: Distribuzione degli investimenti per startup con tre round di investimento

A questo punto si è voluto procedere per comprendere se tale tendenza sia confermata anche a livello di settore o se i movimenti di capitale evidenziano un comportamento differente se si considerano due settori con caratteristiche molto differenti tra loro.

Sia per quanto riguarda il settore “Customer Service”, sia per quanto riguarda quello dell’“Health”, si evince che la tendenza individuata, considerando le startup di entrambi i settori, è confermata anche esaminando i due settori separatamente. Dunque, i finanziamenti divengono più consistenti al progredire dei round di investimento indipendentemente dal settore considerato, come osservabile dalle **Fig. 5.18** e **Fig. 5.19** sottostanti.

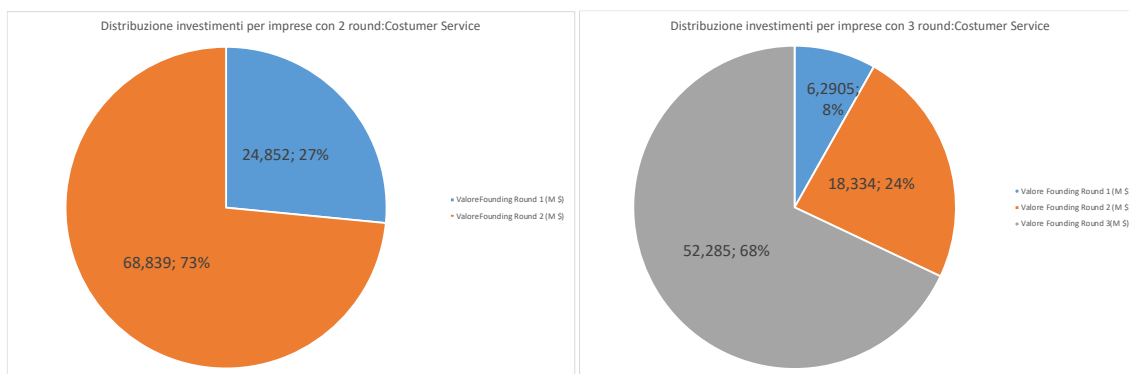


Figura 5.18: Distribuzione degli investimenti per startup: Customer Service

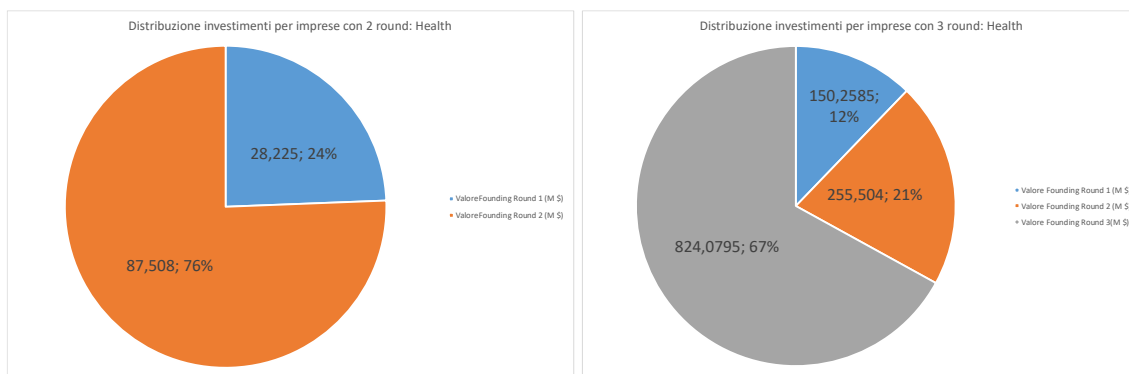


Figura 5.19: Distribuzione degli investimenti per startup: Health

Compreso che la maggior parte dei finanziamenti viene elargita nei round di investimento successivi al primo e che più si progredisce con i round più l’ammontare delle quote diviene consistente, è interessante indagare sulla provenienza di tali fondi.

In particolare, lo scopo dell'analisi è quello di verificare se nelle prime fasi le startup europee siano finanziate prevalentemente da fondi continentali, o con molta probabilità da fondi provenienti dallo stesso stato di quello di fondazione dell'impresa e se, invece, nelle fasi successive, intervengano maggiormente investitori extraeuropei. La **Fig. 5.20** mostra in termini di numero di investitori, il rapporto tra investimenti europei e extraeuropei nei tre round di investimento.

Emerge, che il rapporto tra finanziamenti extraeuropei su finanziamenti europei è maggiore nei round di investimento successivi al primo, infatti al primo round la percentuale di investimenti extraeuropei è del 14%, al secondo del 18% e al terzo del 17%. Dunque, verosimilmente, le startup europee, nelle fasi più mature dalla loro fondazione suscitano l'interesse di investitori extra continentali che intervengono nell'elargire i finanziamenti con lo scopo di esportare le competenze.

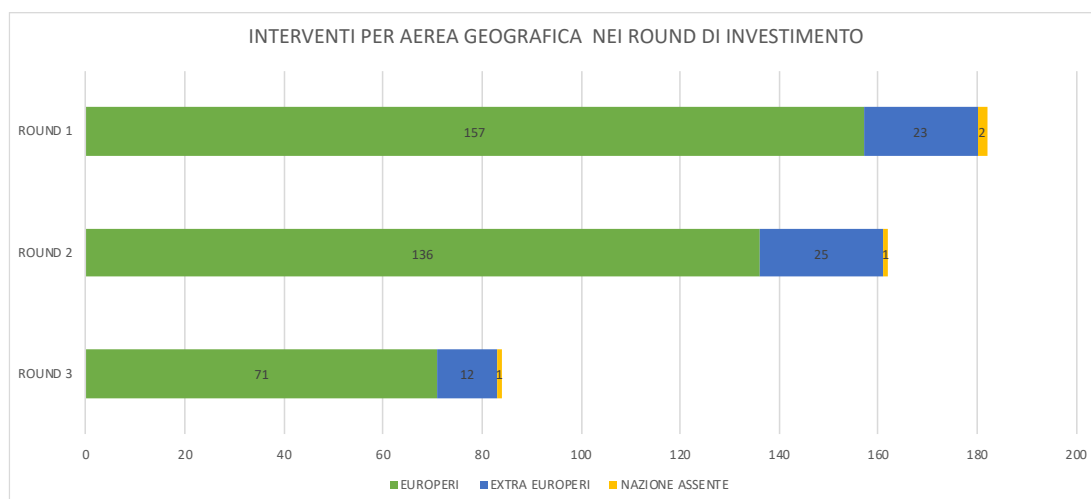


Figura 5.20: Interventi per area geografica nei round di investimento

Al fine di indagare con maggiore dettaglio le modalità con cui gli investitori extraeuropei, con particolare focus sugli investitori USA, intervengono nei round di investimento per le startup AI europee, i fondi elargiti in ciascun round sono stati spaccettati ed è stata individuata la quota di partecipazione extracontinentale.

Lo scopo dell'analisi è quello di valutare se la percentuale di investimenti extraeuropei sia effettivamente significativa e impattante.

Per tali analisi si fa riferimento ai grafici illustrati precedentemente, che mostravano la distribuzione degli investimenti per startup con due e tre round di investimento (**Fig. 5.16** e **Fig. 5.17**) e si vanno a spaccettare le percentuali delle quote sulla base della provenienza dei finanziatori.

Per quanto riguarda le startup con un solo round di investimento, non considerate nell'analisi precedente, il totale di fondi ottenuti ammonta a 78,715 M\$, di questi, i fondi provenienti dagli USA sono 2,418M\$. I risultati sono riportati nella tabella sottostante **Fig. 5.21**.

PROVENIENZA INVESTIMENTI PER STARTUP CON 1 ROUND DI INVESTIMENTO CONSIDERANDO I TOP 5 INVESTORS			
ROUND 1	INVESTIMENTO TOP 5 INVESTORS(M\$)	NUMERO INVESTITORI	INVESTIMENTO MEDIO (M\$)
EUROPEI (USCLUSO UK)	18,5	31	0,59
UK	14,04	12	1,17
EXTRAEUROPEI (ESCLUSO USA)	3,5	1	3,5
USA	2,4	4	0,6
VALORE TOT DEL ROUND	78,71		

Figura 5.21: Valore monetario investimenti per startup giunte solo fino al primo round

Per quanto riguarda le startup con due round di investimento, si nota che l'intervento dei finanziatori extraeuropei diviene più consistente nell'ultimo round con l'intervento di 14 investitori extra continentali per un totale di 25,209 M\$, di cui 20,196 M\$ provenienti dagli USA (**Fig. 5.22**).

PROVENIENZA INVESTIMENTI PER STARTUP CON 2 ROUND DI INVESTIMENTO CONSIDERANDO I TOP 5 INVESTORS			
ROUND 1	INVESTIMENTO TOP 5 INVESTORS(M\$)	NUMERO INVESTITORI	INVESTIMENTO MEDIO (M\$)
EUROPEI (USCLUSO UK)	23,12	45	0,51
UK	11,24	20	0,56
EXTRAEUROPEI (ESCLUSO USA)	0	0	0,00
USA	3,93	8	0,49
VALORE TOT DEL ROUND	53,07		

PROVENIENZA INVESTIMENTI PER STARTUP CON 2 ROUND DI INVESTIMENTO CONSIDERANDO I TOP 5 INVESTORS			
ROUND 2	INVESTIMENTO TOP 5 INVESTORS(M\$)	NUMERO INVESTITORI	INVESTIMENTO MEDIO (M\$)
EUROPEI (USCLUSO UK)	75,50	48	1,57
UK	38,70	29	1,33
EXTRAEUROPEI (ESCLUSO USA)	5,01	3	1,67
USA	20,19	11	1,84
VALORE TOT DEL ROUND	156,34		

Figura 5.22: Valore monetario investimenti per startup giunte solo fino al secondo round

Anche per quanto concerne le startup che hanno raggiunto il terzo round è confermata la tendenza degli investitori extraeuropei ad intervenire nei round successivi (**Fig. 5.23**), infatti la quota di partecipazione nel primo round risulta irrisoria, invece diviene molto consistente nei round successivi.

PROVENIENZA INVESTIMENTI PER STARTUP CON 3 ROUND DI INVESTIMENTO CONSIDERANDO I TOP 5 INVESTORS			
ROUND 1	INVESTIMENTO TOP 5 INVESTORS(M\$)	NUMERO INVESTITORI	INVESTIMENTO MEDIO (M\$)
EUROPEI (USCLUSO UK)	46,02	28	1,64
UK	53,22	19	2,80
EXTRAEUROPEI (ESCLUSO USA)	1,20	4	0,30
USA	0,55	5	0,11
VALORE TOT DEL ROUND	156,55		

PROVENIENZA INVESTIMENTI PER STARTUP CON 3 ROUND DI INVESTIMENTO CONSIDERANDO I TOP 5 INVESTORS			
ROUND 2	INVESTIMENTO TOP 5 INVESTORS(M\$)	NUMERO INVESTITORI	INVESTIMENTO MEDIO (M\$)
EUROPEI (USCLUSO UK)	54,9	33	1,66
UK	75,40	17	4,44
EXTRAEUROPEI (ESCLUSO USA)	45,56	3	15,19
USA	57,56	7	8,22
VALORE TOT DEL ROUND	273,80		

PROVENIENZA INVESTIMENTI PER STARTUP CON 3 ROUND DI INVESTIMENTO CONSIDERANDO I TOP 5 INVESTORS			
ROUND 3	INVESTIMENTO TOP 5 INVESTORS(M\$)	NUMERO INVESTITORI	INVESTIMENTO MEDIO (M\$)
EUROPEI (USCLUSO UK)	171,83	44	3,91
UK	69,01	24	2,88
EXTRAEUROPEI (ESCLUSO USA)	469	5	93,79
USA	12,45	7	1,78
VALORE TOT DEL ROUND	876,36		

Figura 5.23: Valore monetario investimenti per startup giunte al terzo round e ipoteticamente anche ai successivi

Successivamente, per fornire un indicatore di attrattività verso le startup di AI si analizza ciascun round dal punto di vista dei “Lead Investor”, in altre parole l’investitore che fornisce la quota di investimento più elevata. Per ogni round si prendono in considerazione il numero di Lead Investor partecipanti, la cumulata dei singoli investimenti e l’investimento medio. Inoltre, si è tracciato il numero di investitori “Missing” che potenzialmente potrebbero essere Lead, ma di cui non ci sono informazioni disponibili. Confrontando in aggregato i due settori, si osserva che in ogni round è sempre l’Health a registrare un numero di investitori maggiore e a raccogliere sia un valore cumulato che medio più alto, ad esempio nel terzo round raccoglie 466,17 milioni di dollari contro i soli 11,07 del Customer Service. Di norma l’ammontare dell’investimento

crece con l'aumentare dei round, tale tendenza è pienamente confermata per l'Health, al contrario il Customer Service registra un netto calo al terzo round, possibile segnale di perdita di interesse dei finanziatori. È necessario sottolineare che analizzando solo i top 5 suggeriti da Crunchbase e essendoci notevoli dati mancanti la diminuzione potrebbe essere riconducibile a questi fattori. Per verificare lo stato di profitto di questo sottocampione si è analizzato il fatturato delle Startup oggetto di questi investimenti, come mostra la **Fig. 5.24** tutte sono redditizie.

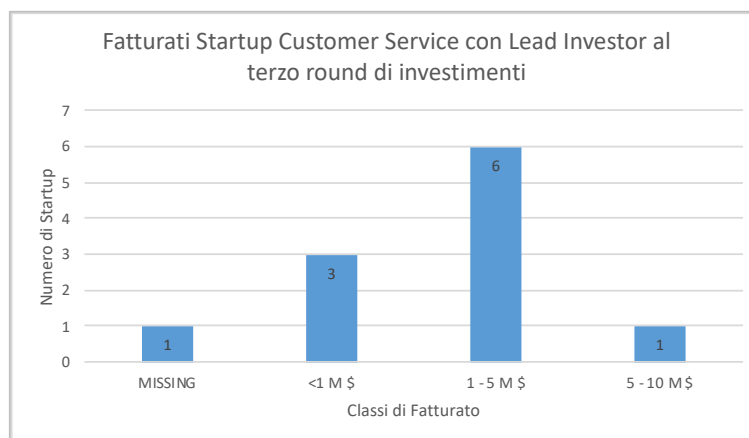


Figura 5.24: Analisi Fatturato Startup per Lead Investor partecipanti e missing del terzo round di investimento

In seguito, si è deciso di scendere a un maggior grado di dettaglio esplorando per ciascun settore quali fossero le nazioni aventi grado di partecipazione e investimento medio prevalenti, dati riportati in **Tabella 5.1**.

Round 1				
Nazione Lead Investor per Settore	N° Lead Investor Partecipanti	Cumulata singoli investimenti (M \$)	Investimento Medio (M \$)	N° Lead Investor MISSING
HEALTH	58	85,64	1,48	15
AUSTRALIA	1	0,46	0,46	
AUSTRIA	2	2,37	1,19	
BELGIUM	2	0,52	0,26	
DENMARK	1	0,00	0,00	
FINLAND	4	1,48	0,37	
FRANCE	2	5,83	2,92	
GERMANY	5	8,64	1,73	
GREECE	1	0,71	0,71	
HUNGARY	1	0,28	0,28	
ITALY	2	0,22	0,11	
NETHERLANDS	1	1,87	1,87	
POLAND	3	1,11	0,37	
SPAIN	1	0,07	0,07	1
SWEDEN	1	12,75	12,75	1
SWITZERLAND	4	0,13	0,03	3
UK	21	18,96	0,90	3
USA	5	1,23	0,25	1
MISSING	1	29,00	29,00	6
CUSTOMER SERVICE	29	20,02	0,69	10
BELGIUM	1	0,08	0,08	1
DENMARK	1	0,09	0,09	
FINLAND	2	0,00	0,00	
FRANCE	4	2,16	0,54	
GERMANY	2	3,37	1,68	
IRELAND	1	0,55	0,55	
LEBANON	1	3,50	3,50	
NETHERLANDS	1	1,10	1,10	
NORWAY	1	0,00	0,00	
RUSSIA	/	/	/	2
SPAIN	4	1,75	0,44	
UK	8	3,56	0,44	3
USA	3	3,87	1,29	2
MISSING	/	/	/	2
TOTALE ROUND 1	87	105,66	1,21	25

Round 2				
Nazione Lead Investor per Settore	N° Lead Investor Partecipanti	Cumulata singoli investimenti (M \$)	Investimento Medio (M \$)	N° lead missing
HEALTH	59	176,243	2,99	7
AUSTRIA	2	1,78	0,89	
BELGIUM	7	7,70	1,10	
CANADA	1	0,07	0,07	
DENMARK	1	MISSING	MISSING	
FINLAND	2	3,07	1,54	
FRANCE	6	15,14	2,52	
GERMANY	2	17,70	8,85	
HONG KONG	1	28,00	28,00	
HUNGARY	1	0,14	0,14	
ICELAND	1	0,01	0,01	
IRELAND	1	2,00	2,00	
ITALY	3	0,55	0,18	
LITHUANIA	2	1,70	0,85	
NETHERLANDS	3	1,78	0,59	
POLAND	2	1,01	0,51	1
SPAIN	1	0,003	0,003	
SWEDEN	/	/	/	1
SWITZERLAND	3	6,04	2,01	
UK	16	85,33	5,33	1
USA	4	4,24	1,06	1
MISSING	/	/	/	3
CUSTOMER SERVICE	22	43,13	1,96	10
BELGIUM	1	2,40	2,40	2
DENMARK	2	1,15	0,57	
FINLAND	1	0,72	0,72	3
FRANCE	2	0,78	0,39	
GERMANY	4	6,44	1,61	
SPAIN	1	0,15	0,15	
SWEDEN	1	7,45	7,45	
SWITZERLAND	1	4,40	4,40	
UK	6	9,45	1,58	1
USA	3	10,20	3,40	1
MISSING	/	/	/	3
TOTALE ROUND 2	81	219,373	2,71	17

Round 3				
Nazione Lead Investor per Settore	N° Lead Investor Partecipanti	Cumulata singoli investimenti (M \$)	Investimento Medio (M \$)	N° lead missing
HEALTH	31	466,17	15,04	3
BELGIUM	4	3,36	0,84	
FRANCE	2	0,98	0,49	
GERMANY	1	1,53	1,53	
ICELAND	1	0,12	0,12	
NETHERLANDS	4	11,22	2,81	
POLAND	1	1,60	1,60	
SAUDI ARABIA	1	280,50	280,50	
SINGAPORE	1	90,00	90,00	
SPAIN	1	1,68	1,68	
SWEDEN	2	7,12	3,56	
SWITZERLAND	3	1,94	0,65	
UK	7	60,90	8,70	1
USA	2	3,07	1,54	1
MISSING	1	2,14	2,14	1
CUSTOMER SERVICE	11	11,07	1,01	1
BELGIUM	1	0,08	0,08	
FRANCE	1	0,55	0,55	
GERMANY	2	9,14	4,57	
SPAIN	1	0,60	0,60	
UK	4	0,42	0,10	
UNITED ARAB EMIRATE	1	0,88	0,88	
USA	1	0,28	0,28	
MISSING	/	/	/	1
TOTALE ROUND 3	42	477,24	11,36	4

Tabella 5.1: Analisi Lead Investor per round di investimento. L'investimento medio è calcolato dividendo la cumulata singoli investimenti per il numero dei Lead Investor partecipanti

Dal punto di vista dell'Health si delinea il seguente spaccato:

- **Round 1**

Grado di Partecipazione: UK (21); Germania (5); USA (5); Finlandia (4)

Ammontare medio versato: Svezia (12,75 M\$); Francia (2,92 M\$); Paesi Bassi (1,87 M\$); Germania (1,73 M\$); Austria (1,19 M\$); UK (0,90 M\$)

Caso Particolare: è presente un investimento da 29 milioni di dollari la cui nazione risulta MISSING poiché il denaro è stato raccolto tramite una IPO per la Renalytix AI. Questa startup inglese sviluppa un algoritmo per software di diagnostica per malattie ai reni con modello di business AlaaS (*Algorithm as a Service*).

- **Round 2**

Grado di Partecipazione: UK (16), Belgio (7), Francia (6), USA (4)

Ammontare medio versato: Germania (8,85 M\$); UK (5,33 M\$); Francia (2,52 M\$); Svizzera (2,01 M\$); Irlanda (2 M\$); Finlandia (2,87 M\$); Francia (1,54 M\$); Belgio (1,10 M\$); USA (1,06 M\$)

Caso Particolare: risulta che NWS Holdings proveniente da Hong Kong abbia effettuato un versamento di 28 M\$ per finanziare Medopad, una startup della Gran Bretagna che offre una piattaforma di diagnostica con modello di business SaaS (Software as a Service).

- **Round 3**

Grado di Partecipazione: UK (7), Belgio (4), Paesi Bassi (4), Svizzera (3)

Ammontare medio versato: UK (8,70 M\$); Svezia (3,56 M\$); Paesi Bassi (2,81 M\$); Spagna (1,68 M\$); Polonia (1,60 M\$); USA (1,54 M\$)

Caso Particolare: sono presenti due investimenti anomali, ovvero Saudi Arabia's Public Investment Fund dell'Arabia Saudita che versa 280,5 M\$ per Babylon Health e Temasek Holdings di Singapore con 90 M\$ per BenevolentAI. Queste startup inglesi seguono modelli di business differenti, infatti Babylon Health ha sviluppato secondo il SaaS un chatbot medico, mentre BenevolentAI tramite AlaaS ha creato un software per la diagnostica di malattie al rene.

Analisi analoghe sono osservabili per il Customer Service:

- **Round 1**

Grado di Partecipazione: UK (8), Francia (4), Spagna (4), USA (3)

Ammontare medio versato: Libano (3,50 M\$); Germania (1,68 M\$); USA (1,29 M\$); Paesi Bassi (1,10 M\$); Irlanda (0,55 M\$)

- **Round 2**

Grado di Partecipazione: UK (6), Germania (4), USA (3), Francia (2)

Ammontare medio versato: Svezia (7,45 M\$); Svizzera (4,40 M\$); USA (3,40 M\$); Belgio (2,40 M\$); Germania (1,61 M\$); UK (1,58 M\$)

Round 3

Grado di Partecipazione: UK (4), Germania (2), gli altri paesi riportano una singola presenza

Ammontare medio versato: Germania (4,57 M\$); Emirati Arabi Uniti (0,88 M\$); Spagna (0,60 M\$); Francia (0,55 M\$); USA (0,28 M\$); UK (0,10 M\$)

Si nota che è riconfermato la predominanza di paesi Europei, questo sottolinea il tentativo di trattenere nel continente le capacità sviluppate dalle startup AI. Nonostante ciò, appare rilevante porre l’attenzione sugli USA che risultano essere l’unico paese extraeuropeo sempre presente in posizione di spicco sia a livello di presenza che di valore monetario versato. Come emerge dalla **Fig. 5.25**, che analizza le 35 startup finanziate da Statunitensi, a una determinata classe di fatturato corrispondono per la maggior parte quote di finanziamenti maggiori ma non si possono trarre osservazioni aggiuntive in merito agli investimenti perché il 40% del campione ha la cumulata dei primi tre round di investimenti non reperibile.

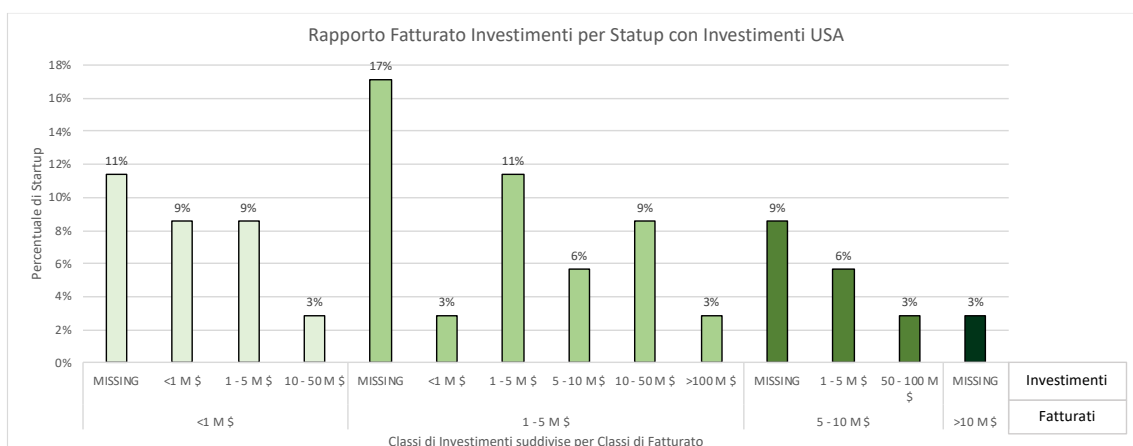


Figura 5.25: Rapporto tra fatturato e investimenti (cumulata primi tre round) per le Startup finanziate da almeno un investitore USA.

Un ultimo aspetto da considerare è il rapporto generale tra Investimenti (usando il valore totale e non solo la cumulata dei primi tre) e Fatturato sulla totalità del campione di 146 startup. La **Fig. 5.26** offre un quadro della situazione, si nota che il 43% delle imprese ha ricevuto tra 1-5 milioni di dollari di investimenti tramutandoli per il 44,44% in fatturato inferiore al milione, per circa il 35% in 1-5 milioni di dollari, per il 11,11% hanno reso tra 5-10 milioni di dollari e per il restante non si hanno informazioni reperibili. Interessante è vedere il divario tra coloro che hanno investito più di 100 milioni che hanno dato profitti per 33,33% tra 1-5 milioni e per la restante sopra i 10 milioni; tali dati possono essere spiegati in parte dalla breve esistenza che possiedono le Startup

considerate. A livello globale prevale la resa tra 1-5 milioni per le classi di investimento che vanno dai 5 ai 100 milioni, invece sotto i 5 milioni di investimenti prevale la resa tra inferiore al singolo milione. Si nota che raramente il range di fatturato che occupa una quota più elevata è superiore all'ammontare della classe di investimento.

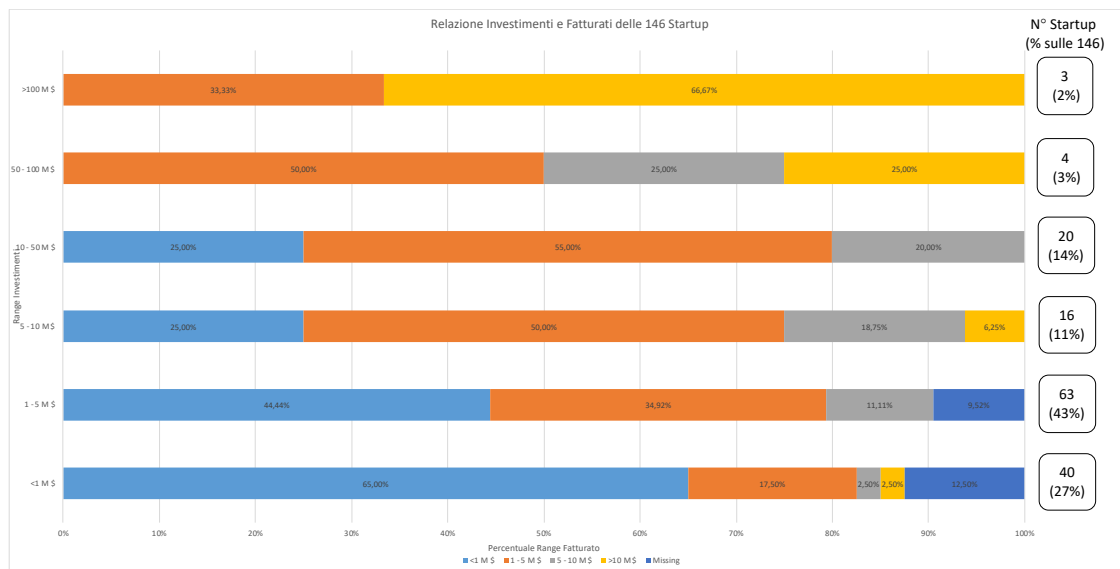


Figura 5.26: Rapporto tra Investimenti e Fatturato per le 146 Startup del campione

6) Conclusioni

Il lavoro di tesi si è rivolto alla comprensione della composizione dei team imprenditoriali e della natura degli investimenti in startup europee attive nell'ambito dell'AI.

La caratterizzazione dei team ha portato alla luce la presenza di alcune evidenze ricorrenti negli ambiti analizzati. A livello di provenienza geografica si è osservato che quasi il 70% dei team ha completa corrispondenza tra propria nazionalità e Paese sede della Startup fondata. Il restante 30% ha composizione mista tra europei di altre nazioni ed extraeuropee, tra queste spicca quella statunitense.

Dal punto di vista scolastico sono stati individuati 4 paesi (UK, Francia, Germania e USA) che formano circa il 50% dei fondatori. L'importanza del luogo di studio è confermata dal fatto che nel 77% dei casi per l'Health e per il Customer si è deciso di scegliere come sede della startup la stessa nazione dell'università frequentata. Questo suggerisce lo stretto legame tra lo sviluppo del polo universitario e lo sviluppo della rete di Startup di AI, ulteriormente confermato dalla scelta del percorso di studi intrapreso che è di tipo totalmente STEM per il 70% dei team.

L'ultimo aspetto analizzato è stato il background delle esperienze lavorative, essendo solo un 3% che terminati gli studi decide di creare la Startup. A livello di singolo fondatore è emersa una prima differenza tra Customer Service e Health, ovvero la maggior rilevanza di una presenza nel campo "Startupper" per il primo e nel campo "University" per il secondo. Aggregando il campione di studio, passando ai team imprenditoriali, vengono riconfermate le evidenze precedenti, ma si denota una netta tendenza ad avere nel team almeno due background differenti (circa il 75% dei team su entrambi i settori). La maggior parte dei fondatori, prima di aprire la startup, lavorava in un'azienda; inoltre l'esperienza "Company" risulta essere presente in ogni team per almeno uno dei fondatori.

Successivamente è stata effettuata un'analisi degli investimenti incentrata sui primi tre round raccogliendo informazioni relative all'ammontare dell'investimento, al grado di partecipazione progressivo ai diversi round e alla provenienza dei lead investors.

Questo, al fine di determinare se le competenze sviluppate dalle startup europee restano confinate all'interno del continente o esiste una tendenza da parte degli stati extraeuropei, con particolare focus sugli USA, ad appropriarsene.

Una prima analisi è stata rivolta alla tipologia e alla provenienza geografica degli investitori; questa ha evidenziato che la maggior parte degli investimenti è effettuata da parte di Venture Capitalist e tale tendenza è confermata sia a livello di settore, sia a livello di round di investimento. Dal punto di vista geografico, è emerso che maggior parte degli investitori (il 29%) proviene dall'UK, cioè lo stato da cui provengono la maggior parte delle startup, tuttavia un numero considerevole di investitori provengono dagli Stati Uniti. Dunque, dei 428 investitori totali, 263 investono in Startup appartenenti alla stessa nazione, 165 in Startup estere e di questi, 53 sono investitori statunitensi. A questo punto, ad un grado di dettaglio maggiore, è stata effettuata un'analisi quantitativa degli investimenti che ha permesso di determinare che in startup con più di un round di investimento, la quota elargita dai finanziatori cresce progressivamente al progredire dei round. Tale tendenza è confermata anche a livello di settore, quindi, indipendentemente dal settore considerato, gli investitori tendono a finanziare con quote maggiori le startup in fasi successive, quando queste sono più consolidate. A questo punto, dopo aver compreso le modalità di investimento dal punto di vista quantitativo è stato svolto uno studio rivolto ad indagare la provenienza degli investimenti in ciascun round.

Ciò ha evidenziato che in startup con 1 round di investimento, l'intervento degli investitori extraeuropei non è particolarmente rilevante sul totale degli investimenti, ma comunque presente e che in generale questa tendenza è confermata al primo round anche per startup che hanno raggiunto investimenti successivi. Al secondo e al terzo round di investimento, invece, la partecipazione degli investitori extraeuropei cresce sia in termini di numero, sia in termini di quota di capitale.

Vi è da specificare che nelle analisi di tipo quantitativo sono stati considerati gli investimenti solo se il dato relativo alla quota elargita al round era presente, e se vi erano informazioni sull'investitore, sulla sua provenienza, ma non sul valore del round, questo non è stato preso in considerazione.

In conclusione, è doveroso sottolineare quali siano state le difficoltà riscontrate nel corso del presente lavoro di tesi:

- Reperire chiari riferimenti in letteratura volti a definire concretamente cosa sia l'AI. L'individuazione delle attività base dell'AI è stato il punto focale di partenza per lo sviluppo dell'analisi, ma anche la fase più delicata e dispendiosa.
- La definizione del Campione di analisi: alcune startup escluse avrebbero potuto confermare o attenuare i risultati.
- La presenza di molti dati "Missing", non reperibili o incompleti, che a volte avrebbero potuto alterare le effettive evidenze riscontrate.
- L'analisi dei team imprenditoriali e degli investimenti è stata effettuata soffermandosi su due soli settori aventi caratteristiche opposte. Tuttavia, si è osservata una grande dipendenza tra tipologia di AI e settore industriale per cui allargando l'analisi a tutti i settori si potrebbero trovare ulteriori spunti di interesse.

7) Appendice

Tabella 7.1A: Dettaglio Acquirenti e Startup Acquisite

Acquirente	Settore	Nazione	Startup Acquisita (Sold)	Nazione Startup Acquisita
Accenture Digital	CONSULTING	Ireland	Milkshake Solutions	Turkey
Acutronic	ROBOTICS	Usa	Erle Robotics	Spain
Advance Publications	MEDIA	Usa	Newzoo	Netherlands
Afimilk	AGRICULTURAL	Israel	Silent Herdsman	Uk
Alantra	FINANCE	Spain	urbanData Analytics	Spain
Amadix	HEALTH	Spain	Transbiomed	Spain
Amazon	BIG TECH	Usa	Evi	Uk
Animal Dynamics	IT	Uk	Accelerated Dynamics	Uk
Apple	BIG TECH	Usa	Spectral Edge	Uk
			faceshift	Switzerland
			VocalIQ	Uk
			Semetric	Uk
			Regaind	France
Spektral	Denmark			
Aptean	IT	Usa	TheySay	Uk
Auvik Networks	IT	Canada	Talaia	Spain
Axway	IT	France	Streamdata.io	France
Bemyeye	IT	Uk	Streetbee	Russian Federation
Brandwatch	MARKETING	Uk	PeerIndex	Uk
Cactus Communications	HEALTH	India	Unsilo	Denmark
Candy Capital	FINTECH	Uk	Blippar	Uk
Canon	ELECTRONICS	Usa	Lifecake	Uk
Centrica	ENERGY	Uk	REstore	Belgium
Cerved Group	IT	Italy	SpazioDati	Italy
Cisco	IT	Usa	Sentryo	France
			Cognitive Security	Czech Republic
Cognex	IT	Usa	ViDi Systems	Switzerland

Tabella 7.1B: Dettaglio Acquirenti e Startup Acquisite

Continental	MOBILITY	Germany	DRUST	France
Cornerstone Ondemand	IT	Usa	Clustree	France
Crealytics	RETAIL	Germany	deltamethod	Germany
Dcmn	MARKETING	Germany	1SDK	Germany
Dilax Intelcom	MOBILITY	Germany	42reports	Germany
Dnata	MOBILITY	United Arab Emirates	bd4travel	Germany
Dspace	IT	Usa	understand.ai	Germany
Easiware	IT	France	Dictanova	France
Elsevier	MEDIA	Uk	newsflo	Uk
Episerver	IT	Usa	Idio	Uk
Evalueserve	IT	Germany	Tpreparel.com	Netherlands
Eyeem	IT	Germany	Sight.io	Switzerland
Facebook	MEDIA	Usa	Bloomsbury AI	Uk
			ProtoGeo	Finland
Fortinet	IT	Usa	ZoneFox	Uk
Gig Technology	IT	Belgium	Racktivity	Belgium
Google	BIG TECH	Usa	AIMatter	Belarus
			DeepMind	Uk
			Moodstocks	France
			Phonetic Arts	Uk
Habit Analytics	IT	Usa	Muzzley	Portugal
Haivision	MEDIA	Canada	LightFlow	Spain
Hortonworks	IT	Usa	SequenceIQ, Inc.	Hungary
Icr Integrity	ENERGY	Uk	Sky-Futures	Uk
Intel	IT	Usa	Indisys	Spain
Ipsos Retail Performance	RETAIL	Uk	Viewsy	Uk
Jda Software	IT	Usa	Blue Yonder	Germany
Magneti Marelli	MOBILITY	Italy	Smart Me Up	France
Marlin Equity Partners	FINANCE	Usa	Talkwalker	Luxemburg
Matchdeck Ltd	IT	Uk	aiHit	Uk

Tabella 7.1C: Dettaglio Acquirenti e Startup Acquisite

Meltwater	IT	Usa	Wrapidity	Uk
Menschdanke Group	MEDIA	Germany	Versus	Germany
Microsoft	BIG TECH	Usa	SwiftKey	Uk
Namaste Technologies	HEALTH	Canada	Findify	Sweden
Nokia	IT	Finland	Withings	France
Ogury	ADVERTISING	France	Influans	France
Olamobile	MARKETING	Luxembourg	IconPeak	Germany
Oracle	IT	Usa	Wercker	Netherlands
Oxo Labs Ltd.	FINANCE	Hungary	Gravity R&D	Hungary
Palantir Technologies	IT	Usa	Silk	Netherlands
Panasonic	ELECTRONICS	Japan	AUPEO!	Germany
Pccw	FINANCE	Hong Kong	Crypteia Networks	Greece
Price Edge	IT	Sweden	rightprice.ai	Sweden
Qualcomm	IT	Usa	Scyfer	Netherlands
Resnap	IT	Netherlands	Bundle	Netherlands
Rpx Corporation	FINANCE	Usa	NVMdurance	Ireland
Samba Tv	MEDIA	Usa	Filmaster	Poland
Sap	IT	Germany	Recast.AI	France
Shell Energy	ENERGY	Netherlands	Limejump	Uk
Sidetrade	IT	France	IKO System	France
Silverbullet Data Services Fusione	IT	Uk	iotec	Uk
Skyscanner	TRAVEL	Uk	Twizoo	Uk
Software Ag	IT	Germany	TrendMiner	Belgium
Sonos	IT	Usa	Snips	France
Spotify	MEDIA	Sweden	niland	France
			Sonalytic	Uk
Streem	IT	Usa	Selerio	Uk
Sykes Enterprises	HR	Usa	Symphony Ventures	Uk
Temenos	FINANCE	Switzerland	Logical Glue	Uk

Tabella 7.1D: Dettaglio Acquirenti e Startup Acquisite

Teradata	IT	Usa	Big Data Partnership	Uk
The Trade Desk	MEDIA	Usa	Adbrain	Uk
Tiktok	IT	China	Jukedek	Uk
Tipser	RETAIL	Sweden	reve	Sweden
Transunion	LEGAL	Usa	Trustev	Ireland
Trivago	TRAVEL	Germany	tripl	Germany
Twitter	MEDIA	Usa	Aiden	Uk
			Fabula AI Limited	Uk
			Magic Pony Technology	Uk
Valeo	MOBILITY	France	CloudMade	Uk
Waters Corporation	IT	Usa	Andrew Alliance	Switzerland
Waymo	MOBILITY	Usa	Latent Logic	Uk
Weathernews	WEATHER	Japan	Climpact-Metnext	France
Yahoo	IT	Usa	Summly	Uk
Zebra Technologies	IT	Usa	Cortexica Vision Systems	Uk
Zurich Insurance Group	INSURANCE	Switzerland	Bright Box	Switzerland

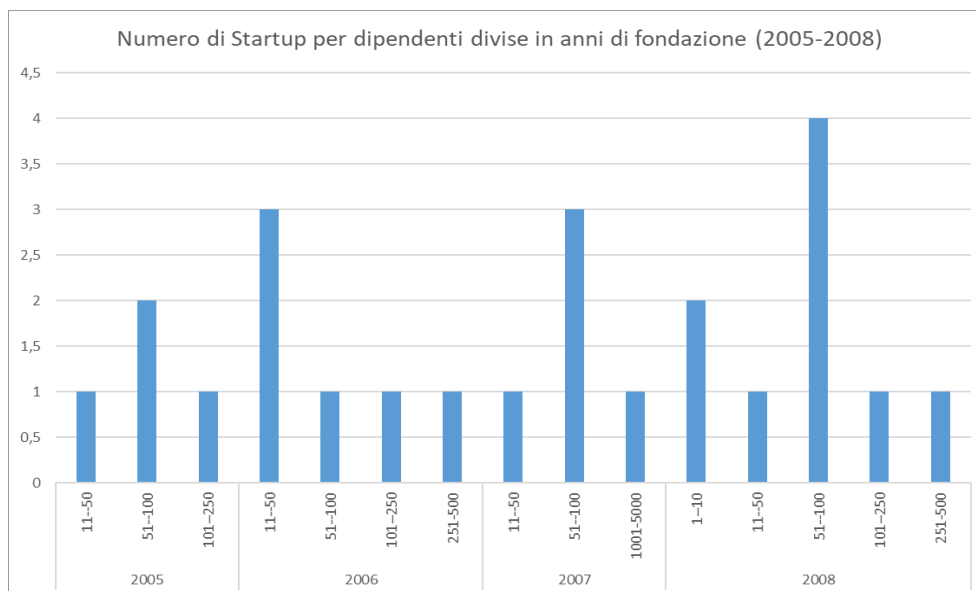


Figura 7.1A: Dimensione delle Startup rispetto all'anno di fondazione

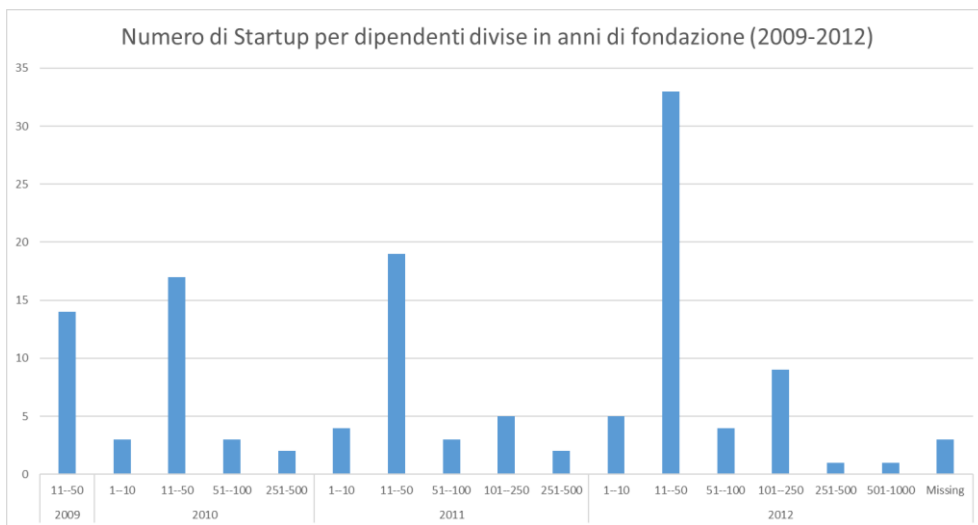


Figura 7.1B: Dimensione delle Startup rispetto all'anno di fondazione

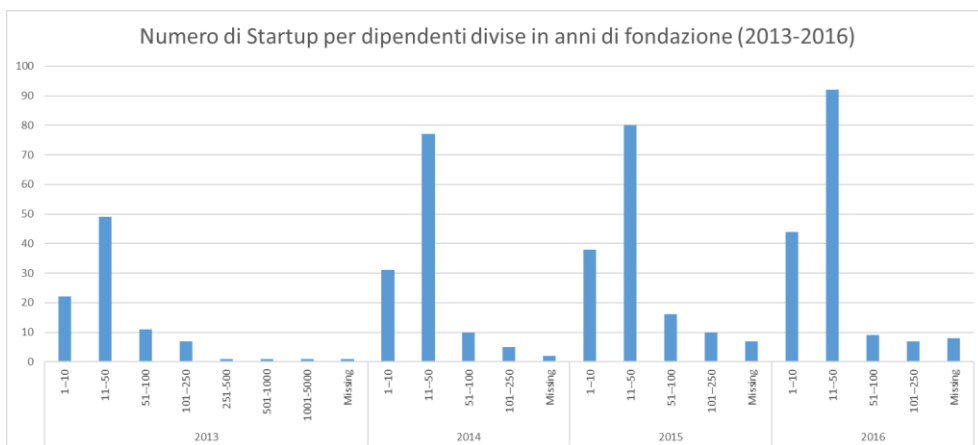


Figura 7.1C: Dimensione delle Startup rispetto all'anno di fondazione

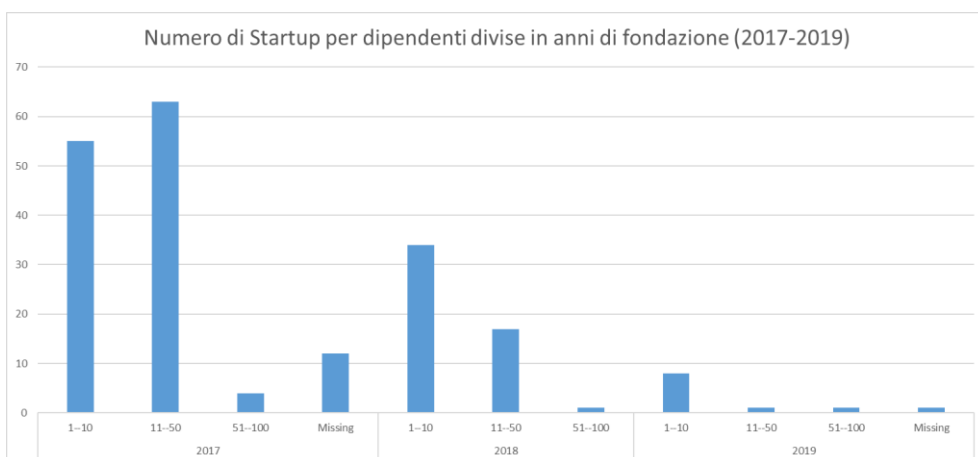


Figura 7.1D: Dimensione delle Startup rispetto all'anno di fondazione

Tabella 7.2A: Codice NACE

INDUSTRY	CODE	NACE(1)	CODE	NACE(2)
Agriculture	A	Agriculture, forestry and fishing		
Manufacturing	C	Manufacturing	C.28	Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
Electronics	C	Manufacturing	C.27	Manufacture of electrical equipment
Robotic	C	Manufacturing	C.26	Manufacture of computer, electronic and optical products
Fashion	C	Manufacturing	C.14	Manufacture of wearing apparel
Energy	D	Electricity, gas, steam and air conditioning supply		
Environment	E	Water supply; sewerage; waste management and remediation activities		
Infrastructure	F	Construction		
E-Commerce	G	Wholesale and retail trade		
Retail	G	Wholesale and retail trade		
Mobility	H	Transporting and storage Manufacturing	C.29	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers
	C		C.30	Manufacture of other transport equipment
Logistic	H	Transportation and storage	H.52	Warehousing and support activities for transportation
Aerospace	H	Transporting and storage	H.51	Air transport
Food	I	Accommodation and food service activities		Food service activities
Travel	I	Accommodation and food service activities		Accommodation
	N		N.79	Travel agency, tour operator and other reservation service and related activities
IT	J	Information and communication	J.62	Computer programming, consultancy and related activities
Media	J	Information and communication		
Mobile Communication	J	Information and communication	J.63	Information service activities
Photo	J	Information and communication	J.59	Motion picture, video and television programme production, sound recording and music publishing activities
Music	J	Information and communication	J.59	Motion picture, video and television programme production, sound recording and music publishing activities

Tabella 7.2B: Codice NACE

Financial	K	Financial and insurance activities		
Insurance	K	Financial and insurance activities		
Real Estate	L	Real estate activities		
Marketing	M	Professional, scientific and technical activities	M.73	Advertising and market research
Advertising	M	Professional, scientific and technical activities	M.73	Advertising and market research
Advisory	M	Professional, scientific and technical activities	M.70	Activities of head offices; management consultancy activities
Legal	M	Professional, scientific and technical activities	M.69	Legal and accounting activities
R&D	M	Professional, scientific and technical activities	M.72	Scientific research and development
Accounting	M	Professional, scientific and technical activities	M.69	Legal and accounting activities
Customer Service	N	Administrative and support service activities	N.82	Office administrative, office support and other business support activities
Security	N	Administrative and support service activities	N.80	Security and investigation activities
HR	N	Administrative and support service activities	N.78	Employment activities
Public Administration	O	Public administration		
Education	P	Education		
Health	Q	Human health and social work activities		
Sport	R	Arts, entertainment and recreation	R.93	Sports activities and amusement and recreation activities
Gambling	R	Arts, entertainment and recreation	R.94	Gambling and betting activities
Gaming	R	Arts, entertainment and recreation		
Entertainment	R	Arts, entertainment and recreation	R.90	Creative, arts and entertainment activities

Bibliografia

Agrawal A., Gans J.S. and Goldfarb A., What to expect from artificial intelligence, *MIT Sloan Management Review*, pp. 23-26, 2017.

Andriole S., Artificial Intelligence, Machine Learning, and Augmented Analytics, *Life in C-Suite*, pp. 56-59, 2019.

Avdeenko T.V. and Makarova E.S., The case-based decision support system in the field of IT-consulting, *Journal of Physics: Conference Series*, 2017.

Barnes J., The AI-First Business Model, consultato in data 01/03/2020, <https://medium.com/element-ai/the-ai-first-business-model-fcc41c069440>, 2017.

Becciani U. and Petta C., New frontiers in computing and data analysis—the European perspectives, *Radiation Effects and Defects in Solids*, pp. 1020-1030, 2019.

Bellaiche F., On Quantum Computing and Artificial Intelligence, *Quantum Bits*, consultato in data 02/03/2020, <https://www.quantum-bits.org/?p=2336>, 2018.

Bessen J.E., Impink S.M., Reichensperger L. and Seamans R., The Business of AI Startups, *Boston University School of Law Law & Economics Series Paper No. 18-28*, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3293275>, 2018.

Bini S.A., Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Cognitive Computing: What Do These Terms Mean and How Will They Impact Health Care?, *The Journal of Arthroplasty* 33, pp. 2358-2361, 2018.

Blank S. and Dorf B., The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company: 1, K & S Ranch, Palo Alto, 2012.

Bostrom N., *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*, Oxford University Press, Oxford, 2014.

Bostrom N., Strategic Implications of Openness in AI Development, *Global Policy* 8, pp. 135-148, 2016.

Bughin J., Hazan E., Manyika J. and Woetzel J., Artificial intelligence the next digital frontier?, *McKinsey Global Institute*, 2017.

Carree M. A. and Thurik A. R., The Impact of Entrepreneurship on Economic

Growth, in Z.J. Acs, D.B. Audretsch (eds.), *Handbook of Entrepreneurship Research*, Springer, Berlino, 2010.

Cautela C., Mortati M., Dell'Era C. and Gastaldi L., The impact of artificial intelligence on design thinking practice: Insights from the ecosystem of startups, *Strategic Design Research Journal*, pp. 114-134, 2019.

Che C., Wang H., Fu Q. and Ni X., Combining multiple deep learning algorithms for prognostic and health management of aircraft, *Aerospace Science and Technology*, 2019.

Cho V. and Chan A., An integrative framework of comparing SaaS adoption for core and non-core business operations: An empirical study on Hong Kong industries, *Information Systems Frontiers*, pp. 629-644, 2013.

Civiero V., L'innovazione aziendale e la ridefinizione dei business models in un'ottica strategica, 2012.

Cohen B., Sustainable valley entrepreneurial ecosystems, *Business Strategy and the Environment*, pp. 1-14, 2005.

Collier M., Fu R. and Yin L., Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System, *Accenture*, 2017.

Corea F. *Artificial Intelligence and Exponential Technologies: Business Models Evolution and New Investment Opportunities*, Springer, Berlino, 2017.

Crowne M., Why software product startups fail and what to do about it, *IEEE International Engineering Management Conference*, pp. 338-343, 2002.

Fenwick M., Vermeulen E.P.M. and Corrales M., Business and regulatory responses to artificial intelligence: Dynamic regulation, innovation ecosystems and the strategic management of disruptive technology, *Perspectives in Law, Business and Innovation*, pp. 81-103, 2018.

Garbuio M. and Lin N., Artificial intelligence as a growth engine for health care startups: Emerging business models, *California Management Review*, pp. 59-83, 2018

Genome LLC, Global Startup Ecosystem Report, 2018.

Hosomi I., The potential of AI to propose security countermeasures, *NEC Technical Journal*, Vol. 12 No.2, pp. 75-79, 2018.

Hu K., Rahman A., Bhrugubanda H. and Sivaraman V., HazeEst: Machine Learning Based Metropolitan Air Pollution Estimation from Fixed and Mobile Sensors, *IEEE Sensors Journal*, pp. 3517-3525, 2017.

Jaakkola H., Henno J., Mäkelä J. and Thalheim B., Artificial intelligence yesterday, today and tomorrow, *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019 – Proceedings*, pp. 860-867, 2019.

Jefimova Z. and Nabseth S., A Pricing Model for AIaaS, *Master of Science Thesis KTH*, 2018.

Jordan M.I. and Mitchell T.M., Machine learning: Trends, perspectives, and prospects, *Science* 349, pp. 255-260, 2015.

Kane T., The Importance of Startups in Job Creation and Job Destruction, *Kauffman Foundation Research Series: Firm Formation and Economic Growth*, 2010.

Laatikainen G. and Ojala A., SaaS architecture and pricing models, *Proceedings - 2014 IEEE International Conference on Services Computing, SCC*, pp. 597-604, 2014.

LeCun Y., Bengio Y. and Hinton G., Deep learning, *Nature*, pp. 436-444, 2015.

Lee J., Suh T., Roy D. and Baucus M., Emerging Technology and Business Model Innovation: The Case of Artificial Intelligence, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2019.

Lu H., Li Y., Chen M., Kim H. and Serikawa S., Brain Intelligence: Go Beyond Artificial Intelligence, *Mobile Networks and Applications*, pp. 368-375, 2017.

Mäkinen S.J. and Dedehayir O., Business ecosystem evolution and strategic considerations: A literature review, *2012 18th International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE 2012 - Conference Proceedings*, 2012.

Marinai S., Gori M. and Soda G., Artificial neural networks for document analysis and recognition, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, pp. 23-35, 2005.

Mehta N., Pandit A. and Shukla S., Transforming healthcare with big data analytics and artificial intelligence: A systematic mapping study, *Journal of Biomedical Informatics*, 2019.

- Metelskaia I., Ignatyeva O., Denev S. and Samsonowa T.**, A business model template for ai solutions, *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 35-41, 2018.
- Montes G.A. and Goertzel B.**, Distributed, decentralized, and democratized artificial intelligence, *Technological Forecasting and Social Change*, pp. 354-358, 2019
- Moore J. F.**, *The death of competition: leadership and strategy in the age of business ecosystems*, Harper Paperbacks, 1997.
- Morielli M. and Galimberti L.**, Intelligenza Artificiale: Istruzioni per L'uso, *Accenture Applied intelligence*, 2018.
- Mou X.**, Artificial Intelligence: Investment Trends and Selected Industry Uses, *IFC a member of the World Bank Group*, 2019.
- Ng A.**, AI Transformation Playbook, consultato in data 01/03/2020 <https://landing.ai/ai-transformation-playbook/>, 2018
- Overgoor G., Chica M., Rand W. and Weishampel A.**, Letting the Computers Take Over: Using AI to Solve Marketing Problems, *California management review*, pp. 156-185, 2019.
- Panetta K.**, Hyperautomation, blockchain, AI security, distributed cloud and autonomous things drive disruption and create opportunities in this year's strategic technology trends, consultato in data 01/03/2020, <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/>, 2019.
- Patel P. and Thakkar A.**, The upsurge of deep learning for computer vision applications, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol. 10, pp. 538-548, 2020.
- Prat N.**, Augmented Analytics, *Business and Information Systems Engineering*, pp. 375-380, 2019.
- Prince S. J. D.**, *Computer Vision: Models, Learning, and Inference*, Cambridge University Press, Cambridge, 2012.
- Quan X.I. and Sanderson J.**, Understanding the artificial intelligence business ecosystem, *IEEE Engineering Management Review*, pp. 22-25, 2018.
- Ries E.**, *The Lean Startup startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses.*, Crown Business, New York, 2011.

Roelands M., AI History and its Bright Future ahead, consultato in data 01/03/2020
<https://www.linkedin.com/pulse/ai-history-its-bright-future-ahead-marloes-roelands/>,
2018.

Shams R., Developing Machine Learning Products Better and Faster at Startups, *IEEE Engineering Management Review*, pp. 36-39, 2018.

Souza K.E.S., Seruffo M.C.R., De Mello H.D., Souza D.D.S. and Vellasco M.M.B.R., User Experience Evaluation Using Mouse Tracking and Artificial Intelligence, *IEEE Access*, pp. 96506-96515, 2019.

Stipic A., Bronzin T., Prole B. and Pap K., Deep learning advancements: Closing the gap, *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019 – Proceedings*, pp. 1087-1092, 2019.

Tripathi N., Seppanen P., Boominathan G., Oivo M. and Liukkunen K., Insights into Startup Ecosystems through Exploration of Multi-vocal Literature, *Information and Software Technology*, 2018.

Wang C., Xu P., Zhang L., Huang J., Zhu K. and Luo C., Current strategies and applications for precision drug design, *Frontiers in Pharmacology*, 2018.

Weikert T., Cyriac J., Yang S., Nestic I., Parmar V. and Stieltjes B., A Practical Guide to Artificial Intelligence-Based Image Analysis in Radiology, *Investigative radiology*, pp. 1-7, 2019.

Xie J., Wang X., Wang X., Pang G. and Qin X., An eye-tracking attention based model for abstractive text headline, *Cognitive Systems Research*, pp. 253-264, 2019.

Xu Q., Chong H.-Y. and Liao P.-C., Exploring eye-tracking searching strategies for construction hazard recognition in a laboratory scene, *Safety Science*, pp. 824-832, 2019.

Yang L. and Zhu M., Review on the status and development trend of AI industry, *2019 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics, ICCCBDA*, pp. 89-93, 2019.

Indice delle Figure

Figura 1.1: Le capacità del Machine Learning, Morielli, 2018	7
Figura 1.2: Flusso del processo ML di base, Patel, 2019	8
Figura 1.3: Classificazione dei ML in base all'output prodotto, Bellaiche, 2018.....	9
Figura 1.4: Schema gerarchico dall'AI al DL, Hewlett-Packard	11
Figura 1.5: Esempi di rete neurale, Bellaiche, 2018.....	13
Figura 1.6: Flusso tradizionale di Machine Learning, Patel, 2019.....	16
Figura 1.7: Flusso di Deep Learning, Patel, 2019	16
Figura 2.1: Investimenti dei VC nelle Startup AI (2012-2016), Fenwick, 2018	20
Figura 2.2: N° acquisizioni globale di Startup AI (2010-2019), Statista, 2019.....	21
Figura 2.3: Distribuzione geografica delle Startup AI nel mondo, Corea, 2017	22
Figura 2.4: Business Model per prodotti di intelligenza artificiale, NG, 2018.....	25
Figura 2.5: Matrice di classificazione di modelli di business per l'AI, Corea, 2017	28
Figura 3.1: Classificazione delle Startup	33
Figura 4.1: Classificazione Startup Sold.....	35
Figura 4.2: Numero acquirenti in relazione alla nazione di provenienza	36
Figura 4.3: Dimensione degli Acquirenti	37
Figura 4.4: Settore di provenienza degli acquirenti	38
Figura 4.5: Headquarter delle Startup.....	39
Figura 4.6: Tecnologie AI più utilizzate	43
Figura 4.7: Sviluppo Tecnologie AI (2005-2018)	48
Figura 4.8: Principali settori di applicazione dell'AI	50
Figura 4.9: Diffusione AI nei Top 7 settori	53
Figura 4.10: Rapporto tra l'AI e il lavoro dell'uomo.....	55
Figura 4.11: Rapporto tra l'AI e il lavoro dell'uomo per ogni settore.....	56
Figura 4.12: Distribuzione fondatori in base al sesso	58
Figura 4.13: Distribuzione delle nazioni dei Poli Universitari dei fondatori.....	58
Figura 4.14: Numero fondatori per tipo di laurea conseguita.....	59
Figura 4.15: Numero di investimenti per investor type	60
Figura 4.16: Grado di partecipazione ai primi tre round di investimento.....	61

Figura 5.1: Numerosità team imprenditoriali	62
Figura 5.2: Corrispondenza nazionalità Team imprenditoriale e nazione Startup	64
Figura 5.3: Composizione team extraeuropei	65
Figura 5.4: Distribuzione poli città universitarie delle sei principali nazioni.....	65
Figura 5.5: Grado di omogeneità STEM dei team imprenditoriali.....	66
Figura 5.6: Distribuzione geografica studi dopo la laurea magistrale	67
Figura 5.7: Esperienze lavorative immediatamente prima dell'apertura della Startup AI.....	68
Figura 5.8: Storico del background lavorativo dei 340 fondatori.....	68
Figura 5.9: Tipologia di esperienze lavorative diverse a livello di team e dettaglio su quelle mancanti per il settore Customer Service	69
Figura 5.10: Tipologia di esperienze lavorative diverse a livello di team e dettaglio su quelle mancanti per il settore Health.....	69
Figura 5.11: Percentuale di fondatori che attualmente lavorano nella Startup.....	70
Figura 5.12: Distribuzione geografica investitori (Campione 428 investitori).....	72
Figura 5.13: Corrispondenza nazione Startup e nazione investitore	73
Figura 5.14: Copertura sui settori dell'investor type	73
Figura 5.15: Copertura sui round di investimenti dell'investor type.....	74
Figura 5.16: Distribuzione degli investimenti per startup con due round di investimento.....	75
Figura 5.17: Distribuzione degli investimenti per startup con tre round di investimento.....	75
Figura 5.18: Distribuzione degli investimenti per startup: Customer Service.....	76
Figura 5.19: Distribuzione degli investimenti per startup: Health.....	76
Figura 5.20: Interventi per area geografica nei round di investimento.....	77
Figura 5.21: Valore monetario investimenti per startup giunte solo fino al primo round.....	78
Figura 5.22: Valore monetario investimenti per startup giunte solo fino al secondo round.....	78
Figura 5.23: Valore monetario investimenti per startup giunte al terzo round e ipoteticamente anche ai successivi	79

Figura 5.24: Analisi Fatturato Startup per Lead Investor partecipanti e missing del terzo round di investimento	80
Figura 5.25: Rapporto tra fatturato e investimenti (cumulata primi tre round) per le Startup finanziate da almeno un investitore USA.....	84
Figura 5.26: Rapporto tra Investimenti e Fatturato per le 146 Startup del campione.....	85
Figura 7.1: Dimensione delle Startup rispetto all'anno di fondazione.....	92

Indice delle Tabele

Tabella 1.1: Differenze tra ML e DL.....	15
Tabella 4.1: Classificazione delle Startup.....	41
Tabella 5.1: Analisi Lead Investor per round di investimento. L'investimento medio è calcolato dividendo la cumulata singoli investimenti per il numero dei Lead Investor partecipanti	82
Tabella 7.1: Dettaglio Acquirenti e Startup Acquisite.....	89
Tabella 7.2: Codice NACE	94