

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI SCIENZE

Corso di Laurea in Ingegneria e Scienze Informatiche

Industria 4.0 : Analisi di una Rivoluzione

Tesi di laurea di :
Panigucci Nicola

Relatore :
Ricci Alessandro

III Sessione di Laurea

ANNO ACCADEMICO 2015/2016

*Ai miei genitori, ai
miei familiari e a
tutti gli amici che
mi hanno aiutato e
sostenuto per
raggiungere questo
traguardo così
importante della
mia vita*

“C’è vero progresso solo quando i vantaggi di una nuova tecnologia diventano per tutti.”

Henry Ford

Indice

1	La quarta rivoluzione industriale	1
1.1	Industria 4.0	1
1.2	Benefici attesi	3
1.2.1	Settore produttivo	4
1.2.2	Società civile	4
1.3	Costi	5
1.3.1	Impatto sull'occupazione	6
1.3.2	Cyber-security	6
1.3.3	Privacy	8
1.4	Programma di investimenti su 4.0	9
2	Tecnologie abilitanti	13
2.1	Advance Human Machine Interface	13
2.2	Additive Manufacturing	15
2.3	Cyber Physical System	19
2.4	Internet of Things	20
2.5	Cloud	22
2.6	BigData	23
2.7	Machine Learning	25
2.8	Wearable	26
2.9	Robotica	28
2.10	Realtà virtuale & Realtà aumentata	30
2.10.1	Realtà virtuale	30
2.10.2	Realtà aumentata	33

3	Settori applicativi	35
3.1	Smart Home & Building automation	35
3.2	Logistic service 4.0	38
3.3	Automotive	38
3.4	Urbanistica	41
3.5	Scuola 4.0	44
3.6	Sanità	45
3.7	Agricoltura 4.0	47
4	Figure professionali del domani	49
4.1	Formazione professionale	53
	Conclusioni	55
	Bibliografia	59

Elenco delle figure

2.1	Esempio di Human Machine Interface	14
2.2	Additive Manufacturing - stampante 3D	16
2.3	Additive Manufacturing - cubo di materiale metallico prodotto da una stampante 3D	17
2.4	Sterolitografia - funzionamento e componenti	17
2.5	Fused Deposition Material - funzionamento e componenti	18
2.6	Smart Jewellery - Gioielli con funzioni di fitness tracking e notifiche	27
2.7	Alcuni dispositivi impiantabili chirurgicamente per la cura di determinate patologie	28
2.8	Oculus Rift - dispositivo indossabile per applicare la realtà virtuale a ogni forma d'intrattenimento	31
2.9	HTC Vive - utilizzo della realtà virtuale per il settore della moda. L'applicazione Tilt Brush[48], sviluppata da Google, permette di creare disegni 3D, fornendo al- l'utilizzatore pennelli, colori, trame e altri strumenti di disegno più professionali	32
2.10	Utilizzo della realtà aumentata per visualizzare negozi e ristoranti più vicini, con le rispettive recensioni	34
3.1	Smart Home - gestione intelligente degli elettrodomesti- ci e impianto di illuminazione mediante sensori e con- trollo da remoto	36
3.2	Esempio di Building Automation - gestione intelligente e automatizzata dell'intero edificio mediante sensori e un opportuna rete di comunicazione	37

3.3	Alcuni dei sistemi di controllo presenti in un automobile	39
3.4	Fari abbaglianti intelligenti - permettono al guidatore di mantenere una buona visibilità della strada senza creare disagi ad altri veicoli	40
3.5	Progetto, testato in Svezia, della casa automobilistica Volvo.	41
3.6	Lampione LED ideato per il progetto Apollo in Israele	42
3.7	Incrocio 'intelligente' - utilizzo di appositi sensori per la gestione dei semafori in base al volume e al flusso del traffico	43
3.8	Healthcare device - Valedo è uno strumento medicale con il quale si cura il mal di schiena divertendosi [50]. Per mezzo dei sensori di movimento (in foto), la persona esegue esercizi terapeutici indicati da un videogame . .	46

Introduzione

Fino ad oggi si sono succedute nel tempo tre rivoluzioni industriali che, a partire da quella di fine 1700 (nota per l'utilizzo della macchina a vapore) all'avvento dei primi computer nelle fabbriche (1960-1970), hanno portato un radicale cambiamento non solo nella produzione in ambito industriale, ma anche nella società.

La tecnologia, da allora, non ha mai smesso di innovarsi. Questa continua evoluzione è stata ed è tuttora alimentata dall'uomo che cerca strumenti sempre più avanzati che migliorino la propria esistenza.

Questa tesi affronta il tema dell' **Industria 4.0** e tutti gli aspetti ad essa correlati, a partire dal significato del termine fino ad arrivare alle conseguenze di questa evoluzione.

Più nel dettaglio verranno illustrate tutte quelle tecnologie che hanno determinato in modo significativo l'inizio della quarta rivoluzione. Di queste si descriveranno le loro caratteristiche, le loro potenzialità e alcune modalità di utilizzo in ambito industriale e in ambito sociale.

Verranno affrontati inoltre temi importanti quali l'etica, la privacy e la security in una realtà in cui tutti i dati sono condivisi e salvati in remoto.

Capitolo 1

La quarta rivoluzione industriale

Industria 4.0 è un'espressione che ha origine in Germania. È stata, infatti, pronunciata per la prima volta all'annuale Fiera di Hannover nel 2011 da un gruppo di lavoro dedicato all'industria 4.0, presieduto da Siegfried Dais, della multinazionale di ingegneria ed elettronica Robert Bosch GmbH, e da Henning Kagermann della Acatech (Accademia tedesca delle Scienze e dell'Ingegneria).

Quando si parla di industria 4.0, si fa riferimento alla quarta rivoluzione industriale, ovvero quella che caratterizza i giorni nostri. Diversamente dalle rivoluzioni del XVIII, XIX e XX secolo, non è possibile attribuirgli un periodo o una data di inizio precisa, ma, in quanto rivoluzione, porterà anch'essa ad un cambiamento su scala globale.

1.1 Industria 4.0

La rivoluzione dei primi anni '70 è nota per l'ingresso dell'elettronica e dell'informatica che hanno portato, nel settore industriale, un aumento dei livelli di automazione incrementando dal punto di vista quantitativo la produzione.

L'Industria 4.0 è definita anche la 'rivoluzione digitale' e si concentra su tutte quelle tecnologie digitali che sono in grado di aumentare l'interconnessione e la cooperazione delle risorse (persone o sistemi informatici) senza limitarsi ad un settore piuttosto che ad un altro. Con essa infatti assisteremo a cambiamenti, anche radicali, che interesseranno il settore industriale, con la produzione dei beni e servizi, e la società in ogni suo aspetto.

Ad assumere un ruolo primario, poiché sta alla base di qualsiasi operazione, è il **dato**. È passato dall'essere una semplice informazione nata e morta in un piccolo sistema locale, a diventare uno strumento che crea valore. È attraverso i dati, infatti, che si determina la potenza di calcolo delle macchine e si muove l'economia di oggi e del futuro. Non per questo è uno dei quattro cardini di questa rivoluzione. Gli altri tre fattori sono :

- **Analytics** - sono tutte quelle operazioni di analisi svolte dopo la raccolta dei dati. Più avanti nella tesi mi soffermerò su questi processi spiegando in modo più chiaro cosa sono, da chi vengono sfruttati e i risvolti occupazionali a cui conducono
- **Rapporto-interazione uomo-macchina** - si intendono quelle modalità con cui l'uomo può interfacciarsi con una macchina : i diversi linguaggi di programmazione, determinati strumenti e interfacce (HMI)
- **La manifattura** - definita anche come il ponte tra il digitale e il reale. Una volta raccolti i dati, processati e resi strumento 'utilizzabile', l'ultimo passaggio è trovare gli strumenti per produrre i beni

Il fattore comune è appunto la comunicazione, o meglio, l'interconnessione tra più elementi di un sistema. Alti livelli di comunicazione e lo sfruttamento ottimale di tutti quei servizi ad essa correlati diventeranno l'obiettivo primario per chiunque voglia entrare in un'ottica 4.0

e per far questo è quasi inevitabile non appoggiarsi a quelle tecnologie che hanno determinato l'avvio della rivoluzione stessa. Per questo motivo vengono definite come tecnologie 'abilitanti' e si dividono, in base agli ambiti applicativi, in due grandissimi gruppi.

Il primo gruppo riguarda quell'insieme di tecnologie e servizi più vicini all'IT (Information Technology) come :

- Cloud - gestione di elevate quantità di dati su server esterni, rendendo l'informazione reperibile a chiunque ne possenga l'autorizzazione
- Big Data - analisi di un ampia quantità di dati al fine di ottimizzare i prodotti e processi produttivi
- Cyber-security - sicurezza durante lo svolgimento delle operazioni sulla rete e su sistemi aperti

Le tecnologie del secondo gruppo, invece, sono più vicine al livello operativo e sono :

- Augmented reality - la realtà aumentata può trovare applicazione in qualsiasi settore. In quello industriale, per esempio, funge da supporto per i processi produttivi nonché di manutenzione
- Advanced HMI - le interfacce uomo-macchina sono quei dispositivi (display) che permettono all'uomo di interagire con la macchina o con il sistema in genere
- Additive manufacturing - riguarda tutta la produzione di manufatti svolta mediante l'uso della stampante 3D

1.2 Benefici attesi

L'industria 4.0 è una rivoluzione che interessa via via un numero crescente di settori (medicina, industria, istruzione, etc) che stanno lentamente incrementando il loro livello di digitalizzazione mediante l'utilizzo di tecnologie sempre più moderne.

Si verrà a creare un ambiente in cui i processi saranno completamente automatizzati poiché, supportati da un apposito sistema di comunicazione, saranno in grado di scambiare i dati con altri sistemi, monitorarsi e agire di conseguenza. Verrà così a diffondersi la presenza di macchine e strumentazioni intelligenti che apporteranno più efficienza nei rispettivi ambiti applicativi.

1.2.1 Settore produttivo

Nel settore industriale verranno messi a disposizione mezzi che appor-teranno miglioramenti su tutta la linea produttiva. Le nuove tecnologie saranno introdotte in ogni singolo passaggio che va dalla lavorazione delle materie prime alla consegna del prodotto finito. La produzione sarà eseguita a costi ridotti, con maggiore velocità ed evitando perdite economiche causate da fermi macchina o errori. Tutto questo senza incidere negativamente sulla qualità del prodotto. La presenza dei robot sarà via via meno sporadica e saranno programmati per lavorare a stretto contatto con l'uomo. La realtà aumentata, inoltre, seguendo passo a passo l'operatore, renderà più semplici e sicure le fasi di montaggio, di manutenzione o di test.

In un'azienda, però, ad incidere sulla produttività e sulla posizione nel mercato non sono solo i macchinari. Soprattutto per le grandi aziende si devono tenere in considerazione le scelte gestionali che possono produrre effetti positivi ma anche effetti negativi. Per questo vanno in aiuto determinati algoritmi di analisi dei dati (data mining) che producono risultati utili a semplificare l'attività del decision-maker.

1.2.2 Società civile

A livello sociale l'evoluzione non sarà minore. Gli effetti che ne verranno prodotti cambieranno molti aspetti della nostra vita quotidiana. Molte attività svolte nel tempo libero o nel lavoro hanno già visto il progresso avvalendosi di strumenti moderni e funzionali. È sufficiente

pensare al 'boom' di vendite che hanno avuto i dispositivi wearable (circa 19 milioni nel 2014) [35] che permettono, tra le tante funzioni, di monitorare la frequenza cardiaca, ricevere chiamate e messaggi semplicemente collegandosi ad uno smartphone.

Un ruolo importante viene assunto anche dai sistemi embedded i quali si occupano di eseguire ripetutamente operazioni specifiche definite da un software, rispettando, se necessario, anche il real-time. Essi sono sempre più presenti in ogni genere di oggetto di cui ci avvaliamo, dal più semplice come un microonde ai più complessi come un'automobile o uno strumento medico.

Quando si parla di Industria 4.0 in ambito sociale, è facile pensare ad una casa intelligente (Smart Home) nella quale si raggiunge un livello di interconnessione tale che tutti i dispositivi elettronici sono visibili sulla rete e possono essere gestiti a distanza dall'utente tramite smartphone o tablet.

Ampliando ulteriormente questo concetto si arriva a parlare di **Smart City**, termine tuttora frainteso e più complesso di quanto si possa pensare. Innanzi tutto con smart city non si fa riferimento obbligatoriamente ad una 'città digitale' nella quale si ha un livello di digitalizzazione elevato e un utilizzo delle tecnologie più moderne, bensì ad una città gestita efficientemente in ogni suo aspetto al fine di assicurare uno sviluppo sostenibile ed una elevata qualità della vita. Si parla quindi di un insieme organico dei fattori di sviluppo di una città come attività economiche, le risorse ambientali, le relazioni tra le persone, la mobilità e il metodo di amministrazione [47].

1.3 Costi

Come si evince i benefici sono indubbiamente molteplici in una situazione che andrà sempre più a evolversi. Ma come nella maggior parte dei casi, gli effetti prodotti da un evento possono essere di duplice aspetto : favorevoli e sfavorevoli.

1.3.1 Impatto sull'occupazione

L'introduzione dei robot nelle fabbriche porta con sé non solo una produzione più efficiente sotto diversi aspetti, ma anche un inevitabile riduzione dei posti di lavoro. Il lavoro di un robot spesso equivale a quello di 10 uomini, con la differenza che il prodotto sarà più preciso, identico al precedente e meno soggetto ad imperfezioni. Il problema inerente ai posti di lavoro è comune a tutta la popolazione industrializzata del mondo ed è causata non solo da un aumento della tecnologia nelle diverse aree ma anche dalla richiesta delle conoscenze necessarie per poter sfruttare tali tecnologie.

Dalla ricerca **The future of the jobs** presentata al World Economic Forum è emerso che nei prossimi 2-3 anni spariranno circa 7 milioni di posti con la creazione di circa 2 milioni concentrati nelle attività del 'futuro'. Questo spostamento verso nuove figure professionali non avverrà in modo uniforme da tutti gli Stati : in Italia per esempio avremo un pareggio con 200 mila posti creati e altrettanti persi, meglio di altri paesi come la Francia o la Germania. Le attività che saranno maggiormente soggette a questi cambi di direzione saranno quelle amministrative e quelle produttive rispettivamente con 4.8 e 1.6 milioni di posti cancellati. Invece a compensare, anche se solo parzialmente, saranno l'area finanziaria, il management, l'informatica e l'ingegneria [28].

1.3.2 Cyber-security

La perdita del proprio posto di lavoro non è l'unico inconveniente che questa rivoluzione porta, anche se, forse, è quello che suscita più preoccupazione. Con l'industria 4.0, aziende ed enti pubblici devono investire sempre di più sulla protezione di sistemi cyber physical e IoT, poiché questi, se da una parte cambiano il modo di produrre e di vivere, dall'altra aprono la porta a problemi riguardanti la sicurezza. Sono da tenere presente, infatti, i rischi in cui si incorre nell'avere interi sistemi collegati tra di loro attraverso la rete, e che basta un semplice

attacco a un anello debole per spezzare tutta la catena; per questo la protezione non diverrà necessaria solo per i dati e per le infrastrutture che li contengono, ma anche per il loro network.

Nel 4.0 si chiederà una attenzione alla 'cyber-sicurezza' centuplicata!

È sbagliato, però, pensare che gli attacchi avvengano solo dall'esterno, da parte di hacker il cui solo scopo è di arrecare danni ad un'azienda o ad enti pubblici.

Degli studi infatti hanno dimostrato che la maggior parte delle violazioni vengono commesse da un fornitore dell'azienda o da un dipendente che ha accesso ad account privilegiati e che nel 75% dei casi si tratta di informazioni sensibili portate fuori dal posto di lavoro. I dipendenti, chi per disinteresse, chi per abitudine o per negligenza, non si curano dei dati su cui lavorano, esponendo, così, l'azienda a possibili intrusioni o perdite di dati.

Per risolvere i problemi legati alla cyber-security sono necessari, in ambito aziendale, maggiore :

- conoscenza dei dati trattati dell'azienda. Saper distinguere i dati importanti da quelli meno importanti, sapere dove questi vengono memorizzati e conoscere metodi o software che garantiscano un minimo di sicurezza
- consapevolezza dei rischi provenienti dall'esterno, dalle banali email con virus, a possibili accessi al proprio server o archivio cloud

Per quest'ultimo caso i dipendenti da soli possono far ben poco in quanto esistono decine di modi con cui un hacker può infiltrarsi in una rete. Per minimizzare i rischi si può agire mediante strumenti di cyber-intelligence, cioè soluzioni che entrino in funzione non più quando un attacco è stato ormai subito, ma che collezionino quotidianamente informazioni per prevenire un attacco assicurando all'azienda stessa e ai propri clienti : disponibilità, integrità e riservatezza nelle informazioni, quest'ultima definibile anche come *privacy* [21].

1.3.3 Privacy

La privacy è lo strumento che è stato fornito all'uomo per proteggere la propria riservatezza. Solo la persona stessa infatti può decidere chi è autorizzato a venire a conoscenza di informazioni sensibili o identificative che la riguardano, determinandone anche i limiti entro il quale possono essere diffuse. Ma con il progresso, molti dati personali come lo stato di salute, gli ideali politici o gli interessi, diventano ricavabili da ogni operazione che un uomo svolge quotidianamente rendendo, così, complesso e oneroso il controllo su tali dati.

Siamo giunti, dunque, ad una fase nel quale per andare avanti è necessario effettuare dei cambiamenti e adattare le nostre idee sulla nuova realtà. In questo caso si parla delle normative inerenti alla privacy, che stanno creando rallentamenti alle già affermate tecnologie. Un esempio sono i dati raccolti dai fitness tracker il cui loro utilizzo termina nel momento in cui vengono rappresentati graficamente su uno smartphone. In una società più avanzata, questi dati possono essere salvati su un sistema cloud e analizzati da un medico remoto o da un sistema intelligente consentendo di rilevare possibili patologie e trattarle preventivamente.

La privacy nell'industria 4.0 assume un ruolo importantissimo e per questo è necessario avere un sistema legislativo completo e al passo coi tempi. Il primo passo è stato fatto a Milano il 17 gennaio 2017 in cui si è tenuto il convegno 'Il Nuovo regolamento europeo in materia di trattamento dati personali: gli elementi di maggiore rilevanza' organizzato in collaborazione con Clusit, Cefriel, Deib ed Europrivacy. Lo scopo di tale evento è la presentazione e spiegazione dei punti salienti della nuova normativa europea sul trattamento dei dati personali che entrerà in vigore a **Maggio del 2018**. I temi affrontati sono stati :

- gli impatti della normativa sui prodotti e servizi digitali in vari ambiti come i pagamenti digitali, gli ambiti applicativi collegati all'Internet of Things
- gli sviluppi della nuova impostazione normativa in relazione alle misure di sicurezza da adottare a protezione dei dati personali

- i Codici di Condotta
- le novità introdotte dal nuovo Regolamento e il rapporto fra la attuale normativa e il Regolamento
- le responsabilità dei fornitori di servizi esternalizzati (outsourcing)¹
- le regole di comportamento nella gestione dei data breach²

L'importanza di questo evento è duplice : da una parte sensibilizza aziende, pubbliche amministrazioni, professionisti e piccole e medie imprese sul tema della privacy, affrontando il tema del ruolo e delle enormi responsabilità che avranno; dall'altra li aiuta in questo percorso, disegnando delle linee guida che li conducano ad un adeguamento della nuova normativa [6].

1.4 Programma di investimenti su 4.0

L'Industria 4,0 è stata percepita da numerosi Stati alcuni dei quali hanno appreso subito le potenzialità che avrebbe offerto in un futuro non troppo lontano. Il progresso tecnologico ha eroso i confini tra business che si erano venuti ad instaurare col tempo determinando per molte fabbriche, l'inizio di una competizione con realtà più grandi e avanzate, con cui prima non erano abituate a scontrarsi.

Questo è un problema che tutti i paesi, chi più e chi meno, si sono trovati ad affrontare. Paesi come la Francia, la Germania o gli USA

¹Processo, effettuato da un azienda o da un ente pubblico, che prevede il ricorso ad imprese esterne per lo svolgimento di una o più fasi del proprio processo produttivo

²Trasmissione o comunicazione non autorizzata di informazioni 'sensibili' ad una parte, solitamente esterna all'organizzazione vittima, che non è autorizzata a possedere o vedere l'informazione

hanno celermente avviato programmi incentrati sull'Industria 4.0 che hanno come scopo comune quello di finanziare progetti o investimenti di fabbriche interne al proprio paese consentendo a queste ultime di affermarsi sul mercato globale.

Negli USA, per fare un esempio, si hanno circa \$0.5 Mld di impegno pubblico che sono stati investiti sia in progetti di ricerca sia in istituti e lab di eccellenza per la diffusione tecnologica e delle competenze. Il Governo francese, invece, si è impegnato in un progetto che prevede una reindustrializzazione che punta ad una modernizzazione generale delle fabbriche. È un progetto alquanto grande e, in quanto tale, richiede numerosi e importanti investimenti da parte delle singole attività. L'impegno pubblico, con una cifra che supera i €10 Mld, però non è da meno e prevede piani di prestiti agevolati e incentivi fiscali per investimenti privati. Mentre la Germania mette a disposizione circa €1 Mld per agevolazioni fiscali per investimenti in start-up tecnologiche e finanziamenti di progettualità aziendali e centri di ricerca.

In Italia, diversamente da altri stati, vi sussiste un duplice un contrasto che complica l'"inseguimento" alla competitività nel mercato globale.

Abbiamo eccellenze riconosciute in tutto il mondo come la Cpm³ e la Avio Aero⁴ che hanno già da qualche anno investito nell'Industria 4.0. Questo dimostra che il nostro paese non è estraneo allo sviluppo. Possiede, infatti, una certa notorietà in ambito della Smart Execution (produzione, logistica, manutenzione, qualità e sicurezza & compliance) grazie anche alle tecnologie Internet of Things e BigData[3]. Di contrasto nel nostro paese prevalgono le piccole e medie imprese, dipendenti dall'andamento del mercato interno, che non sono in grado

³Azienda italiana specializzata nella progettazione e realizzazione di sistemi per la movimentazione interna e la produzione di autoveicoli

⁴Acquisita da General Electric nel 2013, realizza componenti di aerei, in particolare turbine

di sostenere finanziariamente l'investimento per adottare nuovi macchinari. Infatti, secondo l'UCIMU⁵, una fabbrica su tre possiede macchinari che hanno più di 20 anni, e solo una fabbrica su 10 ne ha con meno di 5. Inoltre l'80% delle aziende risulta possedere impianti senza alcuna integrazione ad un sistema informatico. Di fatto, rendere vecchi macchinari compatibili con le nuove tecnologie, diventa oneroso soprattutto per quelle realtà molto piccole[22].

Per risolvere questo problema il Governo italiano è intento ad avviare un piano nazionale di investimenti suddiviso nei 3 anni che vanno dal 2017 al 2020. Nel piano di governo sono illustrati numerosi obiettivi, tra i quali vi sono :

- un aumento di €10 Mld degli investimenti privati
- un aumento di €11,3 Mld di spesa privata in ...con maggiore focus su tecnologie 4.0
- formazione di circa 200000 di studenti universitari e 3000 manager specializzati in temi 4.0
- aumento del 100% di studenti iscritti ad Istituti tecnici Superiori su temi 4.0
- 100% delle aziende italiane coperte da 30 Mbps entro il 2020
- 50% delle aziende italiane coperte da 100Mbps entro il 2020
- un aumento di €1 Mld in contratti di sviluppo focalizzati su investimenti 4.0

È assicurato inoltre un impegno pubblico di 13 miliardi di euro distribuito su 7 anni per la copertura dei suddetti investimenti sostenuti nel 2017, attraverso superammortamento, iperammortamento, *Benefici strumentali nuova Sabatini* e investimenti supportati dal credito di imposta. [36].

⁵Associazione di Confindustria che riunisce le aziende che producono macchine utensili

Capitolo 2

Tecnologie abilitanti

L'industria 4.0, anche se globale, non è stata recepita in modo uniforme tra i vari paesi sia nella tempistica e sia nella scelta degli investimenti da effettuare. In ogni caso è possibile riconoscere un elemento comune che ha avviato la rivoluzione. Questo elemento è caratterizzato dall'insieme delle tecnologie abilitanti come : Internet of Things, Big Data, Robotica e additive Manufacturing, attraverso le quali, le imprese hanno la possibilità di innovare radicalmente il loro modello di business.

Qui di seguito introduco una visione applicativa delle tecnologie abilitanti descrivendo anche il legame che c'è tra la tecnologia stessa e l'Industria 4.0 e illustrando anche la sua concreta utilità.

2.1 Advance Human Machine Interface

L'interfaccia uomo-macchina (HMI) è quel dispositivo o software che permette all'uomo di interfacciarsi con uno o più macchinari (2.1). É possibile quindi supervisionare e gestire, mediante un display single o multi-touch, il corretto funzionamento di un qualsiasi sistema semplice o complesso che sia. Il software utilizzato svolge l'importante ruolo di 'traduttore' che mostra, nel modo più user-friendly possibile, tutte le



Figura 2.1. Esempio di Human Machine Interface

informazioni che riceve, rendendo più facile, per l'utente, la gestione dei macchinari [19].

In origine questa tecnologia era prevalentemente stand-alone poiché era integrata al macchinario controllato.



Le nuove soluzioni, invece, prevedono postazioni remote che danno la possibilità di gestire anche un complesso sistema, a distanza.

Se prima, le interfacce uomo-macchina venivano utilizzate per lo più per gestire processi di tipo industriale, oggi vengono utilizzate praticamente in qualsiasi ambito sociale. Con l'Internet of Things (che vedremo più avanti) tutti gli oggetti possono essere interfacciati con la rete, e di conseguenza gestibili da remoto. Se prima l'interfaccia

era un complesso software su un terminale composto da 4 schermi, oggi è sufficiente un'applicazione ed uno smartphone per controllare un qualsiasi impianto.

2.2 Additive Manufacturing

L'AD (Stampante 3D) è una nuova tecnologia utilizzata per la produzione di oggetti 3D. Per far questo sfrutta una tecnologia meno recente chiamata CNC (Computer a Controllo Numerico) che converte un file di disegno CAD¹ in un file ISO contenente determinati numeri e lettere. Le combinazioni di questi due elementi comunicano al macchinario, collegato al controllo numerico, le coordinate in cui lavorare e lo strumento da utilizzare.

Partendo da un progetto CAD è dunque possibile creare un manufatto depositando, strato dopo strato, del materiale su una superficie fino alla sua completa realizzazione (2.2).

Perché l'Additive Manufacturing ha avuto così tanto successo?

Un'alternativa alla produzione additiva è quella per 'rimozione'. Si parte da un blocco di materiale per poi rimuoverlo fino ad ottenere l'oggetto desiderato per mezzo di una fresa, trapano o tornio. Nonostante oggi esistano frese ad alta precisione con 4 o 5 assi di rotazione, in alcuni campi, è stata sostituita dalla stampa additiva. Le frese infatti :

- portano materiale di scarto
- sono più pericolose per le alte temperature e per le schegge che si possono creare durante la lavorazione
- richiede più spazio e mezzi più grandi in grado di posizionarla e trasportarla

¹Computer Aided Design - tecnologia utilizzata per la progettazione di manufatti virtuali mediante la grafica 3D

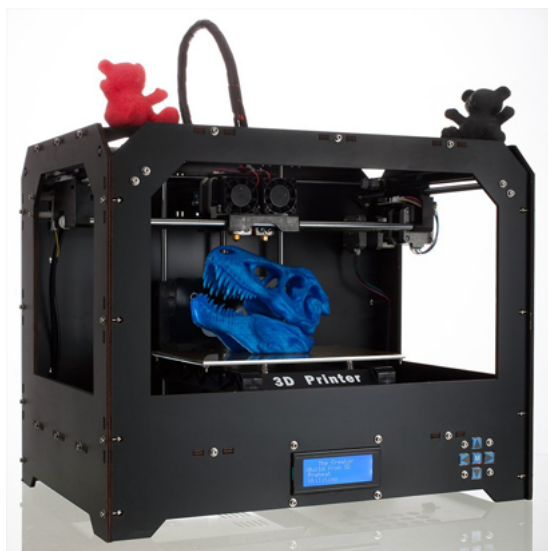


Figura 2.2. Additive Manufacturing - stampante 3D

- necessitano di un software di controllo più complesso in quanto viene richiesto un toolpath con CAM² che determina le dimensioni del blocco da lavorare, le dimensioni della fresa e la sua velocità

Un altro motivo è la precisione. In determinati settori, quali la prototipazione (anche in campo medico) o l'hobbistica, viene richiesto un livello tale di precisione irraggiungibile, almeno per ora, dalle fresatrici [15] (2.3).

Le caratteristiche della stampa additiva che hanno decretato il suo successo sono le innumerevoli varietà dei materiali e le tecniche utilizzabili [45].

- *StereoLithography Apparatus* (SLA) - la stereolitografia è stata una delle prime tecniche utilizzate nell'AM. Consiste in un laser

²Computer Aided Manufacturing - software che analizza un modello virtuale per generare le istruzioni necessarie alla macchina CNC

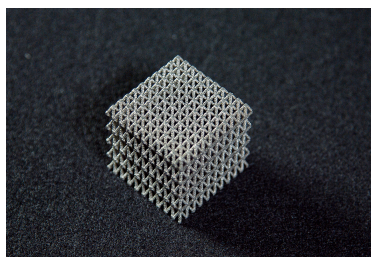


Figura 2.3. Additive Manufacturing - cubo di materiale metallico prodotto da una stampante 3D

che solidifica porzioni di resina liquida contenuta in una vasca (2.4). I materiali utilizzati sono per lo più resine epossidiche fotosensibili, per la creazione di prototipi trasparenti, e materiali ceramici resistenti ad alte temperature (300°C) [33]

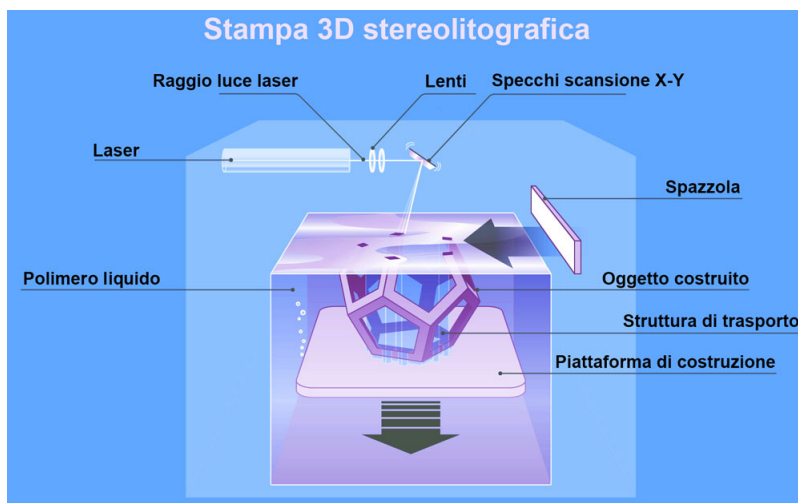


Figura 2.4. Sterolitografia - funzionamento e componenti

- *Multi Jet Modelling* (MJM) - come nella deposizione fusa, viene riscaldato un filamento di cera e depositato sulla piattaforma di costruzione. Prima di depositare lo strato successivo, la struttura viene solidificata con l'utilizzo di raggi UV

- Fused Deposition Modelling (FDM) - sviluppata alla fine degli anni '80 da Scott Crump, co-fondatore e direttore della Stratasys, e commercializzata negli anni '90. É la tecnica più conosciuta ed utilizzata e consiste nel deposito di materiale mediante un ugello. L'ugello di estrusione viene riscaldato al punto da rendere malleabile il materiale ma consentendogli comunque di raffreddarsi in tempi brevi consentendo così uno sviluppo orizzontale e verticale del manufatto[32] (2.5)

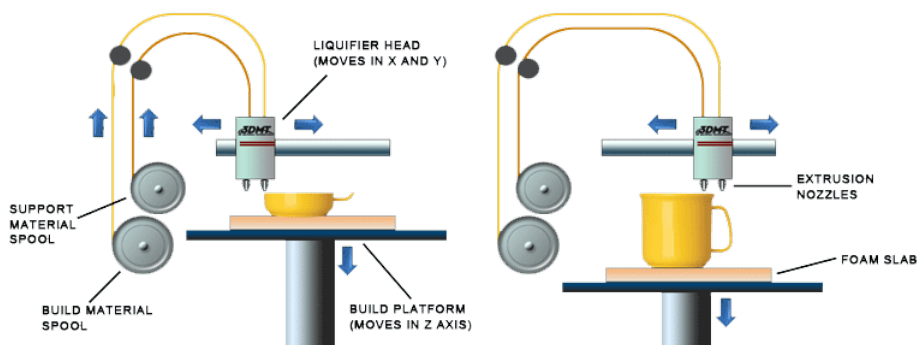


Figura 2.5. Fused Deposition Material - funzionamento e componenti

- *Selective Laser Sintering* (SLS) - tecnica molto popolare con il quale è possibile creare oggetti 3D di plastica, vetro, ceramica, nylon e metalli. Utilizza un laser che salda tra di loro le particelle del materiale scelto.
- *Color Jet Printing* (CJP) - tecnica professionale per la stampa 3D a metallo nella quale gli oggetti sono formati incollando le particelle metalliche e poi sinterizzandole³ (o fondendole). Gli aspetti negativi sono : la necessità di una fase separata di cottura in una fornace apposita e i costi alti; è quindi indicata per manufatti di dimensioni consistenti

³Processo termico che permette di saldare tra di loro particelle di materiali polverulenti originando un materiale compatto

- *Directed Energy Deposition* (DED) - o Laser Cladding, utilizza un laser per sciogliere la polvere che è lentamente rilasciata e depositata da un braccio robotico per formare gli strati di un oggetto[41]

Le potenzialità della stampa additiva sono infinite. In breve tempo siamo passati dalla progettazione e costruzione di modellini alla costruzione di protesi. È in questo campo, quello medico, che la tecnologia additiva ha suscitato maggior scalpore non limitandosi alle protesi, ma riproducendo anche strutture rigide del corpo come ossa e denti. Da allora ci siamo posti obiettivi sempre più ambiziosi ma realizzabili.

Rimanendo in tema medico, la ricerca ha l'obiettivo di realizzare artificialmente i tessuti molli dell'organismo rendendoli funzionali [31]. In ambito ingegneristico, il reparto aviazione della General Electric⁴, ha già avviato progetti per la creazione di particolari di motori (ugelli, pale dei motori, turbine) per aerei utilizzando materiali quali titanio, alluminio e nichel-cromo[25]. È stato pianificato, inoltre, un progetto che prevede la costruzione di un ponte, su un canale di Amsterdam, mediante la stampa 3D. Verrà utilizzata la tecnologia MX3D, un robot a 6 assi dotato di strumenti e software in grado di monitorare lo sviluppo del progetto[20].

2.3 Cyber Physical System

Il Cyber Physical System è forse il sistema informatico che ha determinato, più di tutti gli altri, l'inizio dell'Industria 4.0 anche perché è stato uno dei primi sistemi in grado di scambiare informazioni, in modo continuo, tra il mondo fisico e il mondo virtuale.

I CPS sono composti da diverse parti, provenienti anche da produttori differenti, che collaborano assieme per svolgere determinate operazioni. Questi sistemi devono rispettare lo schema delle tre 'C' : controllo,

⁴Azienda aerospaziale più importante nella produzione di motori aeronautici a livello mondiale

comunicazione e capacità computazionale (2.3). Essi sono il software, la tecnologia per la comunicazione, sensori ed attuatori per la rilevazione e la misurazione dei fenomeni nel mondo reale[14].



I CPS già di per sé non hanno confini. Molti sono già utilizzati nei più svariati ambiti : in dispositivi medicali, in sistemi di controllo ambientale e di infrastrutture critiche, in sistemi di conservazione e distribuzione dell'energia e nelle strutture smart in genere. Le potenzialità e l'utilità dei Cyber Physical System aumentano se vengono interfacciati alla rete internet[23].

2.4 Internet of Things

Internet of Things, termine utilizzato per la prima volta da Kevin Ashton, ricercatore presso il MIT (Massachusetts Institute of Technology), definisce quell'insieme di oggetti 'smart' che, oltre allo svolgere azioni di geolocalizzazione, elaborazione, acquisizione e identificazione, riescono ad interfacciarsi al mondo della rete e di conseguenza accedere a tutti i servizi che essa può offrire. Ogni oggetto, come un cyber physical system, è identificato da un indirizzo IP oppure da particolari

etichette Rfid⁵, QRcode o NFC⁶.

Con questa tecnologia la rete viene sfruttata come mezzo per trasmettere dati a server remoti o ad altri dispositivi, anch'essi interfacciati ad internet. Un oggetto classificabile come IoT, a seconda dell'hardware che lo definisce e dell'ambiente in cui deve operare, può essere in grado di comunicare con uno o più device a seconda dei casi. Parliamo quindi di una connessione [40]:

- One to One - è la funzionalità base e più semplice che un dispositivo IoT possa eseguire : la comunicazione diretta con un secondo device. È il caso di un automobile che, dotata di strumenti di auto diagnostica, è in grado di inviare informazioni al computer del meccanico
- One to Many - trasmissione dati più su larga scala nella quale c'è un centro che istruisce molti sensori riceventi, sulla base di informazioni che a sua volta aveva ricevuto da essi, ed elaborato in precedenza. Come la casa automobilistica Tesla la quale migliora l'efficienza delle proprie autovetture, già in circolazione, basandosi su dati rilevati dalle stesse
- Many to Many - è la forma più completa di IoT nella quale milioni di sensori comunicano con milioni di dispositivi creando una fitta rete di informazioni in grado di gestire autonomamente intere attività

L'Internet of Things è quindi un'evoluzione che estende internet ad oggetti e luoghi reali.

⁵Radio-Frequency IDentification, tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di informazioni basata sulla capacità di particolari etichette elettroniche di memorizzazione, chiamate tag, di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili

⁶Near Field Communication - rappresentano l'evoluzione dei più comuni RFID, in quanto tutte le funzioni che richiedono una trasmissione dati con un altro dispositivo, sono supportate da una comunicazione di tipo bidirezionale (peer-to-peer)

Secondo alcune stime, svolte da società di ricerca e operatori del settore, entro il 2020 gli apparati IoT potranno superare i 25 miliardi di unità. Questo perché sempre più settori (domotica, robotica, avionica, industria automobilistica e biomedicale, telemetria) utilizzano un numero sempre maggiore di devices, connessi ad internet, per monitorare e poi svolgere azioni conseguenti[5]. Per esempio, in urbanistica, i lampioni possono essere dotati di sensori che segnalano se la lampada funziona oppure rilevare la qualità dell'aria informando in modo opportuno l'ente di riferimento.

2.5 Cloud



Il cloud è un servizio erogato da un fornitore, come aziende o provider esterni, che permette a qualsiasi cliente autorizzato di condividere, archiviare o elaborare dei dati. Tra cliente e fornitore può esistere una terza figura, quella del cliente amministratore, il quale sceglie e configura i servizi offerti dal fornitore ma offrendo un valore aggiunto come applicazioni software.

Un servizio cloud, per definirsi tale, deve rispettare determinate caratteristiche. Una di queste è l'*accessibilità globale*. Essa costituisce il

carattere distintivo del clouding, ovvero, il poter accedere a delle informazioni da qualsiasi terminale e da qualsiasi parte del mondo [12].

Dalla fine degli anni '90, con l'enorme crescita degli utenti internet, il cloud ha riscosso sempre più successo. Anche i giganti dell'IT, come Microsoft, iniziarono ad investire in questa tecnologia potenziando, pian piano, i propri servizi web.

Oggi il cloud ha permeato molti aspetti della vita quotidiana : dai servizi di acquisti online ai servizi di posta elettronica, da applicazioni di editor online (foto, testi) alle piattaforme per lo streaming, ecc. Il suo utilizzo, con l'integrazione dell'IoT nella società, sta ulteriormente espandendosi. Molti dispositivi quali microcontrollori, possono richiedere, a lungo periodo, una memoria troppo grande da poter essere incorporata in qualche oggetto oppure necessitano di informazioni elaborate da altri microcontrollori. Viene quindi sfruttato uno storage cloud il quale può contenere centinaia di TeraByte di dati e renderli accessibili a chiunque ne possenga l'autorizzazione.

Ma quando si raggiungono dimensioni di dati nell'ordine di migliaia di PetaByte, come vengono elaborati?

2.6 BigData

È importante sapere che oggi giorno qualsiasi oggetto connesso alla rete e qualsiasi servizio, online e non, producono dei dati.

Il flusso di informazioni è tale che, i soli dati accumulati negli ultimi due anni hanno raggiunto ormai l'ordine di zetabyte (10^{21} bytes). Se, a causa delle dimensioni, questi dati non vengono utilizzati, viene resa vana la memorizzazione degli stessi.

Con il termine **BigData** non ci si riferisce unicamente all'effettiva quantità di dati, bensì alla sua analisi. A riguardo, l'analista Doug

Laney, che collabora oggi con Gartner.inc⁷, articolò nel 2001 una definizione di BigData basandosi su tre concetti :

- Volume - necessità di determinare i dati rilevanti all'interno di un enorme mole di dati
- Velocità - con un flusso dati che viaggia ormai a velocità senza precedenti, è necessario, da parte di organizzazioni, riuscire ad elaborare i dati abbastanza velocemente
- Varietà - oltre alla velocità, le organizzazioni si devono confrontare con l'enorme varietà di dati esistenti (file numerici, file di testo, audio, video, dati provenienti da quotazioni in borsa, ecc)

Dall'analisi dei dati possono essere estrapolate ogni tipo di informazioni utili a privati o società e viene eseguita mediante il *data mining*, processo di estrazione di 'conoscenza' da banche dati di grandi dimensioni. Il data mining sfrutta opportuni algoritmi e tecniche come grid computing, in-database processing e in-memory analytics che individuano associazioni, pattern⁸ o sequenze rendendo le informazioni disponibili e immediatamente utilizzabili nell'ambito del decision making.

É il caso della UPS, il rinomato corriere a livello mondiale, che tiene traccia dei dati riguardanti 16,3 milioni di colli per 8,8 milioni di consumatori, con una media giornaliera di 39,5 milioni di richieste di monitoraggio da parte dei clienti. Solo analizzando i dati provenienti dai sensori di circa 46000 veicoli, la UPS ha risparmiato solo nel 2011 oltre 8,4 milioni di litri di benzina tagliando 85 milioni di miglia effettuate sulle rotte giornaliere. A tale riguardo c'è l'iniziativa ORION (On-Road Integration Optimization and Navigation), il progetto di ricerca, su queste attività, più grande al mondo. Il progetto si avvale di numerosi dati tra i quali quelli provenienti dalle mappe online, con

⁷S.p.a. multinazionale, leader mondiale nella consulenza strategica, ricerca e analisi nel campo dell'IT con oltre 60.000 clienti nel mondo

⁸Struttura, modello, o, in generale, una rappresentazione sintetica dei dati

i quali sarà in grado di riconfigurare, anche in tempo reale, i tragitti che gli autisti devono percorrere.

Un altro utilizzo dei BigData sono le proposte di siti e-commerce, di shopping online o di streaming (Netflix, Infinity, ecc). Amazon, Ebay e tanti altri mostrano nella 'home' del proprio sito i prodotti consigliati in modo specifico per ciascun cliente. La scelta tra i miliardi di prodotti viene effettuata analizzando gli acquisti, le ricerche e le preferenze che l'utente esegue quotidianamente online [8][13].

Al di là del semplice marketing o, per quanto importante, dell'ottimizzazione dei trasporti e dei processi in genere, le reali capacità dell'elaborazione dati sono già state dimostrate anni fa da Google. A Mountain View, quartier generale di Google, lo chiamano processo di 'nowcasting' (previsione del presente), secondo il quale è possibile effettuare previsioni analizzando le ricerche su google effettuate dai milioni di utenti. È il caso di Google Flu Trends, un sistema che nel 2008 è stato in grado di prevedere l'avanzamento dei focolai di influenza negli USA unicamente analizzando le ricerche effettuate di sintomi influenzali e le aree geografiche in cui le ricerche stesse venivano effettuate[29].

2.7 Machine Learning

Con il Machine Learning si va oltre la semplice automazione e si entra nell'ambito dell'*intelligenza artificiale*, nella quale si studia il come far riprodurre i processi mentali da un computer.

Il Machine Learning è simile al già descritto data mining. Entrambi analizzano grandi quantità di dati da cui estrapolare informazioni utili. Ciò che differenzia queste specifiche tecniche di analisi sono gli utilizzatori.

Le informazioni ottenute con il data mining vengono sfruttate dall'uomo al fine di apportare migliorie a determinate operazioni, mentre quelle ottenute mediante il Machine Learning vengono utilizzate dalle macchine. Quindi un oggetto diventa intelligente non solo perché invia

e riceve dati ma anche perché è in grado di imparare da essi senza l'intervento dell'uomo. Elaborando i risultati di precedenti computazioni svolte e di dati appena ricevuti può produrre risultati via via sempre più precisi ed affidabili.

L'utilizzo di un sistema intelligente permette di raggiungere, in ogni settore, obiettivi altrimenti difficili da raggiungere. Se un computer è in grado di imparare sarà possibile creare sistemi di sicurezza sempre più all'avanguardia e bypassabili, oppure creare sistemi in grado di prevedere il verificarsi di determinate problematiche.

2.8 Wearable

I wearable devices sono dei dispositivi o 'gadget' indossabili da persone e animali. Ciò che differenzia un oggetto wearable da qualsiasi altro è la capacità di interagire con altri device e di interfacciarsi ad internet. Può essere in grado di salvare informazioni sul web collegandosi, via bluetooth o wifi, ad uno smartphone.

I dispositivi indossabili hanno, fin da subito, colpito l'attenzione dell'uomo. Solo nel 2014 sono stati venduti nel mondo circa 19 milioni di dispositivi, di cui 600 mila solo in Italia. Secondo un'indagine di mercato, svolta dall'IDC (International Data Corporation), nel 2018 è prevista la vendita di oltre 112 milioni di pezzi, anche se questo numero è destinato ad aumentare[35].

Il successo è dato dalla varietà di dispositivi esistenti attirando così l'interesse di ogni tipo di persona. I più noti e più diffusi sono i fitness tracker con la principale funzione di contapassi e gli sport watches i quali, oltre al contapassi, possono rilevare la frequenza cardiaca, la posizione, orologio e tanto altro a seconda dei modelli. Sempre in ambito sportivo abbiamo gli smart clothing, indumenti all'apparenza normali ma dotati di particolari tecnologie che li rendono più funzionali. Per

rimanere in tema, in Italia sono in attivo due progetti ritenuti, dall'OWT (Osservatorio di Wearable Technology)⁹, molto validi. Uno è 'ComfTech', che fa abbigliamento hi-tech per monitorare i parametri vitali dei neonati, mentre l'altro è 'Sensoria', con i suoi Fitness Socks, Fitness Bra e Fitness T-Shirt.

Ai noti dispositivi wearable dedicati al fitness, si aggiungono : gli Head-mounted displays per la realtà virtuale, i gioielli intelligenti (2.6), i dispositivi impiantabili(2.7) e tanti altri[42].



Figura 2.6. Smart Jewellery - Gioielli con funzioni di fitness tracking e notifiche

Tutte queste tipologie di dispositivi sono state raggruppate in 3 macro-categorie che ne definiscono le caratteristiche[44].

- Complex Accessories - per essere pienamente operativi richiedono la connessione ad un altro device. (es : fitness tracker)
- Smart Accessories - leggermente più autonomi, ossia che si connettono alla rete e che possono svolgere alcune funzioni senza il supporto di altri dispositivi.

⁹Fondato a febbraio 2014 in Italia da Fabio e Mirko Lalli, insieme al team di Iquii, per mappare le evoluzioni del mondo wearable

- Smart Wearables - funzionano in completa autonomia, riuscendo non solo a connettersi ma anche a svolgere azioni complesse, come la navigazione o il download. (es : Google Glass)

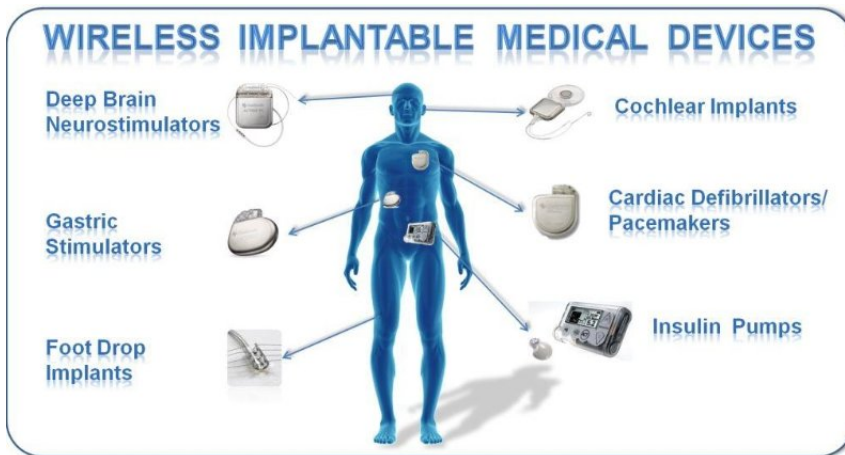


Figura 2.7. Alcuni dispositivi impiantabili chirurgicamente per la cura di determinate patologie

2.9 Robotica

La robotica, nata come branca della mecatronica, è una scienza interdisciplinare in quanto richiede il coinvolgimento di più discipline : informatica e psicologia, linguistica e automazione, meccanica e biologia. Si dedica alla progettazione e alla costruzione di sistemi automatizzati atti ad aiutare o sostituire a pieno l'uomo nelle sue mansioni. La robotica, per quel che riguarda l'automazione, non è più fantascienza ma è diventata una realtà che ci coinvolge nei nostri riti quotidiani, quindi dal settore primario che è stata l'industria, con i 'bracci robotizzati', si giunge la :

- **Robotica umanoide** - uno dei campi di ricerca più affascinanti nel quale si cerca di realizzare robot dalle sembianze umane, dotati di intelligenza artificiale e in grado di agire autonomamente

con l'ausilio di servomotori e videocamere. La nazione guida è il Giappone, dove da una quindicina di anni si lavora al robot 'Asimo', il più avanzato al mondo. Anche l'Italia si è dedicata a questo campo di ricerca costruendo, preso l'Istituto Italiano di Tecnologia di Genova, il robot umanoide 'R1'

- **Robotica di servizio** - si occupa di produrre robot che compiono servizi utili agli esseri umani (escludendo l'ambito manifatturiero). In questo campo vengono sviluppati non solo robot badanti per gli anziani, robot di soccorso come il vigile del fuoco o i robot domestici che puliscono e cucinano, ma vengono sviluppati anche esoscheletri e protesi robotiche per la riabilitazione post malattia o incidente
- **Robotica per la chirurgia e la telepresenza medica** - nella chirurgia robotica è stato sviluppato il robot 'Da Vinci' che con i suoi sottili bracci comandati a distanza consente di eseguire interventi poco invasivi a cuore, prostata, utero e polmoni. Per quanto riguarda la telepresenza medica, invece, vengono studiate possibili soluzioni che permettano allo specialista di visitare, da remoto, i propri pazienti
- **Robotica educativa** - introduce i bambini e i ragazzi nel mondo della robotica. Consente, infatti, di realizzare dei robot partendo da zero. Molte scuole nel mondo hanno già integrato questa disciplina nel proprio percorso di studi in quanto non richiede competenze ingegneristiche, ma è necessario un apposito kit e l'utilizzo del software 'Choregraphe'¹⁰.

¹⁰Linguaggio di programmazione visuale di facile utilizzo e molto intuitivo. Messo a disposizione dalla Aldebaran Robotics per la programmazione dei due robot umanoidi Nao e Pepper

2.10 Realtà virtuale & Realtà aumentata

Il mercato oggi offre a prezzi abbordabili, strumenti che consentono all'utente di vedere oggetti virtuali mantenendo però un legame con il mondo reale. Questa operazione è svolta, anche se in modo diverso, da due tecnologie riconosciute con il nome di : realtà virtuale e realtà aumentata.

Di seguito viene spiegata la differenza che c'è tra queste due espressioni consentendo, in tal modo, di riconoscere gli strumenti che utilizzano una tecnologia piuttosto che l'altra.

2.10.1 Realtà virtuale

La realtà virtuale è una simulazione o ricostruzione, generata da un computer, della vita, ambienti o situazioni reali. Essa è in grado di immergere l'utente in un mondo non reale, coinvolgendolo a pieno stimolando il senso della vista e dell'udito.

In un primo momento la realtà virtuale veniva utilizzata per simulare determinati lavori. Questo dava la possibilità, per esempio ai piloti, di addestrarsi e far pratica nelle più svariate condizioni atmosferiche e di avaria. Poi si sono diffusi strumenti indossabili come gli Oculus Rift (2.8). Essi hanno permesso a chiunque di poter usufruire di questa tecnologia in quanto, con un costo contenuto, è possibile sfruttarla per ogni tipo di intrattenimento come videogiochi, video, navigazione sul web[43].

La realtà virtuale ha utilizzi che possono interessare tutti i settori. Sta all'uomo capire come sfruttarli.

In Italia, Salvatore Giuliano, dirigente scolastico del liceo “Ettore Majorana” di Brindisi, ha portato l'istruzione ad un livello successivo introducendo, da Novembre del 2015, l'utilizzo degli Oculus Rift. Essi infatti permettono all'utente di sfruttare una vista a 360° con la quale può vagare nel cosmo oppure visitare un monumento. Con i fondi previsti dal PON (Programma Operativo Nazionale), la scuola è intenzionata ad ampliare la postazione per la realtà virtuale con altri 6 dispositivi e inoltre acquistare i Leap Motion. Essi sono dei joystick



Figura 2.8. Oculus Rift - dispositivo indossabile per applicare la realtà virtuale a ogni forma d'intrattenimento

da attaccare alle mani che consentono ad uno studente di entrare in un laboratorio di chimica o biologia ed afferrare degli oggetti (virtuali) rendendo così lo studente più propenso all'apprendimento delle materie.

Come per tutte le nuove tecnologie è necessaria una parte software, quindi, per quanto riguarda l'istruzione, dove si trovano i contenuti? Sul web esistono dei contenuti opensource sia gratuiti che a pagamento, ma secondo Salvatore Giuliano «C'è, infine, una terza via: quella di cominciare a produrli in autonomia». Questo permetterebbe di avere un materiale di studio personalizzato secondo la scuola e secondo le esigenze delle insegnanti, anche se questa via richiede delle conoscenze avanzate non solo nel campo della programmazione ma anche della grafica [4].

Oltre agli Oculus Rift che occupano nel mercato una fascia di prezzo

medio-alta, esistono i gear VR¹¹, per la fascia di prezzo bassa e medio-bassa, e gli HTC vive (2.9) per quella alta. L'HTC vive è, forse, lo strumento più avanzato (in vendita al pubblico) per quanto riguarda la VR poiché, mediante dei sensori ambientali al laser, consente all'utilizzatore di 'entrare' nel mondo virtuale anche con il proprio corpo : sarà in grado di sedersi, alzarsi in piedi o correre. É dotato inoltre di telecamera e sensori di prossimità che rilevano la presenza di ostacoli e, cosa forse meno rilevante, non distacca completamente la persona dal mondo reale in quanto potrà ricevere notifiche, chiamate o messaggi.



Figura 2.9. HTC Vive - utilizzo della realtà virtuale per il settore della moda. L'applicazione Tilt Brush[48], sviluppata da Google, permette di creare disegni 3D, fornendo all'utilizzatore pennelli, colori, trame e altri strumenti di disegno più professionali

¹¹I Gear VR, prodotti dalla Samsung in collaborazione con la Oculus, dotano l'utente di una vista a 360° grazie ad uno smartphone e ad un obiettivo ottico che aumenta il campo di visione a 96°

2.10.2 Realtà aumentata

La realtà aumentata è una tecnologia che aggiunge agli oggetti già esistenti dei livelli digitali generati da un computer e con i quali si può interagire. Possono essere immagini, informazioni o istruzioni che l'utente può utilizzare per propri scopi. Semplicemente navigando nel web si trovano quantità innumerevoli di applicazioni che si appoggiano su questo concetto.



Alcune 'app', per esempio, vengono fornite dai rivenditori di complementi per arredamento, e danno la possibilità all'acquirente di vedere in tempo reale la disposizione e lo stile del futuro acquisto.

Esistono applicazioni dedicate alla consultazione di cataloghi, mappe con il relativo navigatore, portali web per recensioni di viaggi, ristoranti e negozi (2.10). Da non dimenticare poi altre forme di intrattenimento come i videogiochi, molti dei quali sfruttano dei 'marker' ovvero dei simil QR-Code, che trasmettono informazioni sulla localizzazione tridimensionale dei componenti, sviluppando un oggetto 3D virtuale. Come per la realtà virtuale, gli strumenti che permettono ad una persona di sfruttare la realtà aumentata sono tanti e si differenziano per caratteristiche (qualità dell'immagine, strumenti accessori, memoria) e per portabilità. Il più comune è lo smartphone in quanto necessita solo della fotocamera (presente ormai in tutti i modelli) e di una applicazione. Poi ci sono gli smart glasses. Essi hanno determinato lo sviluppo di un vero e proprio mercato basato sulla competitività tra aziende già affermate e startup.

L'elenco delle applicazioni e dei settori in cui si può usufruire di questa tecnologia sono numerosi. Quelli elencati sono la minima parte e ogni giorno se ne trovano di nuovi[43]. Nel 2015, la commissione della sede

Australasia¹² del brand di Maranello ha incaricato la ZSPACE per lo sviluppo di un applicazione basata sul concetto della realtà aumentata. Questa applicazione consente ai visitatori degli showroom Ferrari di vedere alcuni componenti delle autovetture e di configurarli, in modo che gli acquirenti acquisiscano una piena conoscenza del loro futuro acquisto.



Figura 2.10. Utilizzo della realtà aumentata per visualizzare negozi e ristoranti più vicini, con le rispettive recensioni

¹²Formata da Australia, Nuova Zelanda, Nuova Guinea e altre isole dell'Oceano Pacifico

Capitolo 3

Settori applicativi

Automazione e Interconnessione.

Ecco le due parole chiave di questa rivoluzione denominata **Industria 4.0**.

Nei capitoli precedenti è stata analizzata descrivendone gli elementi che la caratterizzano nonché le tecnologie che ne hanno determinato la nascita apportando miglioramenti ai processi industriali e alla vita quotidiana.

Questo però ha fatto emergere alcune domande fondamentali.

Quanto è importante, in termini di settori coinvolti? E in che modo vengono utilizzate le nuove tecnologie (IoT, Cloud, BigData, ecc) in tali settori?

Di seguito seguirà un elenco dei campi in cui le nuove tecnologie hanno apportato le novità più evidenti in termini di efficienza, risparmio o sicurezza.

3.1 Smart Home & Building automation

Lo **SmartHome** é forse il settore più conosciuto di questi tempi poiché suscita maggiore interesse tra le persone.

É un campo che si occupa dell'introduzione di quelle tecnologie moderne che vanno a supporto degli oggetti già preesistenti nell'ambiente

casalingo. Per oggetti ci si riferisce unicamente a quei dispositivi elettronici che rientrano nella categoria dell'*Home appliance* come : forno, lavatrice, computer, stampanti oppure il robot aspirapolvere e tantissimi altri che quotidianamente utilizziamo.

Tutti questi dispositivi, altrimenti indipendenti tra loro, vengono interfacciati con internet, in particolare con un server cloud, diventando così visibili a tutti gli utenti e sistemi che possono accedere al server (3.1). Il concetto di 'visibilità' porta una serie di benefici che vanno dal controllo wireless di interi sistemi o di singoli oggetti, alla gestione automatizzata di : impianti di illuminazione, di sicurezza, televisori e altri elettrodomestici che si accendono e spengono in base alla presenza di persone nella stanza o se non sono utilizzati per un determinato periodo.

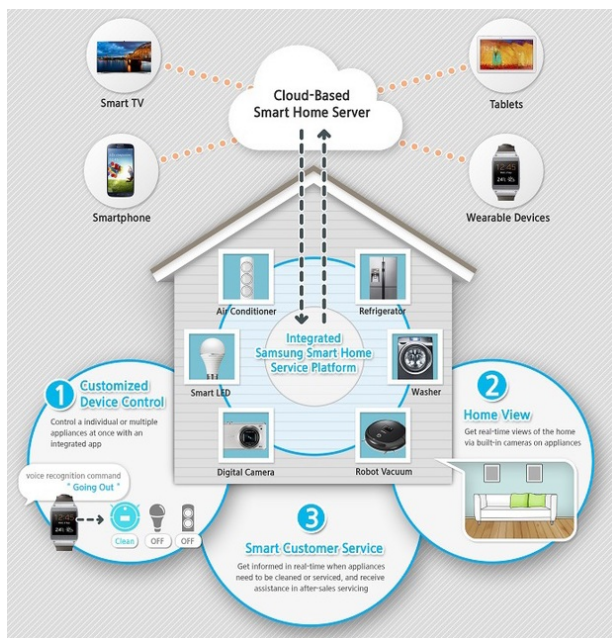


Figura 3.1. Smart Home - gestione intelligente degli elettrodomestici e impianto di illuminazione mediante sensori e controllo da remoto

Le risorse necessarie per trasformare una casa in una casa 'intelligente' non sono necessariamente ingenti, o per lo meno sono direttamente proporzionali alle dimensioni dell'edificio nonché il numero di dispositivi che si devono interfacciare alla rete. Se si vogliono sfruttare le nuove tecnologie su un numero maggiore di ambienti o su aziende, si rientra nel campo del **Building automation**. Come la Smart Home, infatti, il settore Building Automation si pone gli stessi obiettivi : miglior vivibilità, sicurezza maggiore e risparmio energetico. La differenza è che vengono applicate su scala più grande come grandi industrie, uffici o grattacieli (3.2).

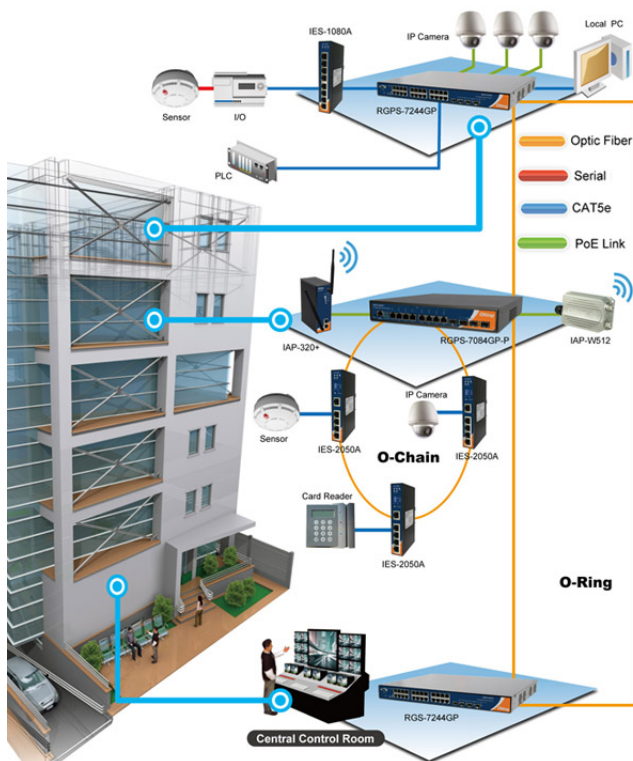


Figura 3.2. Esempio di Building Automation - gestione intelligente e automatizzata dell'intero edificio mediante sensori e un opportuna rete di comunicazione

3.2 Logistic service 4.0

La logistica è un settore molto ampio in termini di ambiti applicativi. Spazia, infatti, su molte aree appartenenti anche a realtà molto diverse. La logistica è presente nelle telecomunicazioni e nella gestione delle linee aeree (logistica di supporto), ma quella più conosciuta e che subirà una svolta notevole con l'Industria 4.0 è il reparto logistico legato al settore produttivo e a tutte quelle operazioni ad esso collegate. Operazioni come la gestione fisica del flusso di materiali dal produttore al consumatore o il coordinamento delle attività di sviluppo di progetti e sistemi saranno supportati e rafforzati da intense linee di comunicazione. Qualsiasi oggetto sarà in grado di trasmettere e ricevere informazioni in real-time. A permettere questo saranno sistemi cloud in grado di supportare grandi quantità di dati e di algoritmi che siano in grado di elaborarli in tempi brevi. Molti processi verranno resi automatizzati e le aziende saranno in grado di vedere in tempo reale ogni genere di informazione riguardante i propri mezzi o la propria merce.

3.3 Automotive

Quello dell'**Automotive** è un settore in continua evoluzione e raggruppa tutti quei sistemi integrati (ABS, cruise control, sensori di distanza) in un mezzo di trasporto che facilitano e rendono più sicuri gli spostamenti (3.3).

Un esempio, ormai banale, sono i sensori di parcheggio. Siamo partiti con l'utilizzare delle semplici telecamere o dei sensori di prossimità per rilevare ostacoli, fino ad arrivare al Park Assist, tecnologia composta da dei sensori ad ultrasuoni che rilevano il parcheggio idoneo al veicolo eseguendo, poi, la manovra.

Con il tempo sono stati introdotti nuovi sistemi che vanno a migliorare quelli preesistenti come l'ABS (frenata assistita) e l'ESP (per l'anti-sbandamento) o semplicemente migliorano aspetti che fino ad

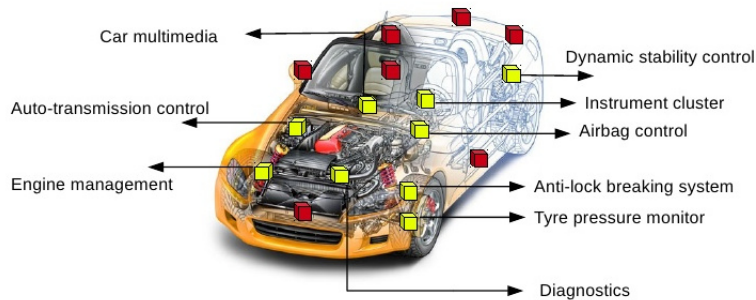


Figura 3.3. Alcuni dei sistemi di controllo presenti in un'automobile

ora non erano stati oggetto di ricerca. Le case produttrici Ford e Opel, per esempio, hanno da poco immesso sul mercato una nuova versione di fari abbaglianti. Questi, per mezzo di appositi sensori di prossimità o telecamere, saranno in grado di rilevare la presenza di veicoli e in base alla loro posizione, regolare il raggio di luce impedendo l'abbagliamento (3.4).

O, ancora, la Volvo sta sperimentando in Svezia un nuovo progetto che si basa sulla comunicazione real-time tra due o più macchine e dei mezzi di emergenza (3.5), in questo caso dei veicoli spazzaneve. Quando un'automobile rileva, per mezzo di sensori, la presenza di ghiaccio sul manto stradale, lo segnala allo spazzaneve e simultaneamente al veicolo che segue. In tal modo il secondo veicolo modererà la velocità e avvertirà il proprio conducente della presenza di ghiaccio. Ovviamente tutto ciò porta a un miglioramento significativo delle condizioni nelle quali viviamo, perché probabilmente permette di prevenire incidenti e di rendere più efficace la pulizia delle strade [40].

Tornando al park-assist, solo da qualche anno sono stati prodotti veicoli che montano complessi sistemi in grado di, una volta rilevato il parcheggio e inserita la retromarcia, parcheggiare autonomamente l'auto. La Volkswagen non ha perso tempo ed è andata oltre, presentando una nuova generazione di park assistant, il Trained Parking. L'automobile sarà in grado di memorizzare in una banca dati le zone



Figura 3.4. Fari abbaglianti intelligenti - permettono al guidatore di mantenere una buona visibilità della strada senza creare disagi ad altri veicoli

di sosta 'preferite' dal conducente. Seleziona il parcheggio più vicino alla posizione attuale, lo raggiunge e si parcheggia. Tutto questo in modo automatizzato e senza la presenza di un guidatore a bordo il quale può seguire tutto dal suo smartphone [16].

Il trained parking è solo il primo passo che condurrà l'uomo alla produzione di automobili completamente autonome, dette anche *driverless car*. Questo obiettivo è ritenuto dagli esperti del settore ancora un po' lontano non tanto per la tecnologia o per i sistemi di sicurezza necessari, ma perché vengono coinvolti campi ancora da approfondire. Questo rende la diffusione della driverless car, come di altre tecnologie rivoluzionarie, disomogenea in quanto dipendenti dalla cultura, dalla legge e dalle abitudini dei diversi paesi. Questo però non ha porta la ricerca ad una fase di stallo bensì si 'limita' allo sviluppo di sistemi che eseguono autonomamente manovre via via più complesse : mantenere

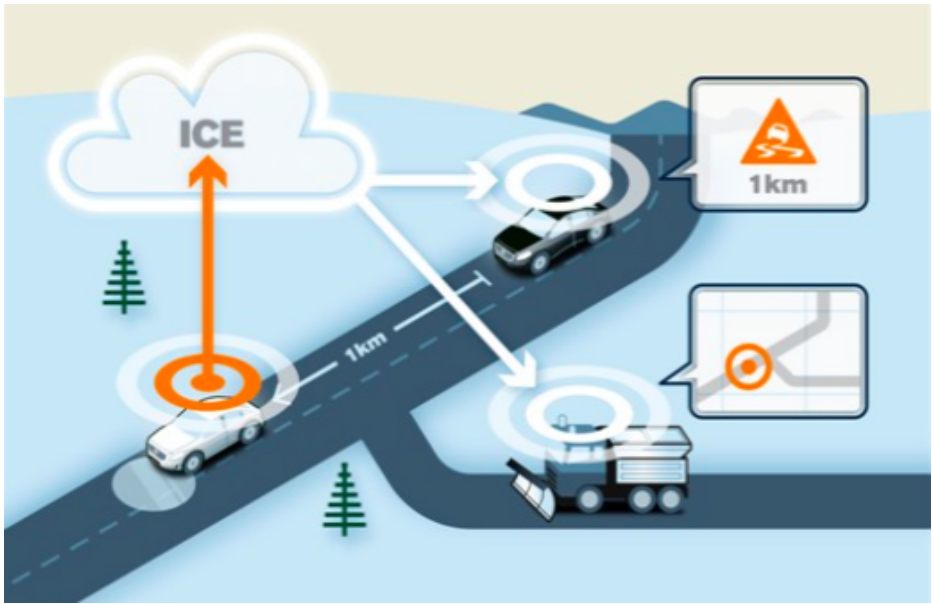


Figura 3.5. Progetto, testato in Svezia, della casa automobilistica Volvo.

la distanza di sicurezza con il controllo di velocità, park assistant, trained parking, uscire da un incrocio piuttosto che una rotonda oppure seguire una rotta. Tutte manovre che vengono eseguite e gestite autonomamente dal veicolo ma che richiedono, ancora, la presenza di un guidatore (autonomous driving).

3.4 Urbanistica

Il campo dell'urbanistica prevede principalmente l'aumento del grado di vivibilità in piccole e grandi città nonché risparmi di energia. Si ricorrerà sempre più all'utilizzo di fonti di energia alternativa e a materiali sempre meno inquinanti o tossici. Anche in questo settore vengono in aiuto tecnologie prevalentemente embedded che effettuano misurazioni ed elaborazione di dati, per esempio lampioni che, se non

funzionanti, avvisano l'ente di riferimento, oppure che contengono sistemi per la rilevazione della qualità dell'aria.

Un esempio più concreto si trova a Israele e, più precisamente, a Bat Yam, città nel distretto di Tel Aviv, la quale ha deciso di fare da 'apripista' avviando il progetto Apollo. Il progetto in questione fa parte della Campagna Ministeriale per l'Energia Pulita dal nome Global Lighting Challenge il cui ambizioso intento consiste nell'installazione di non meno di dieci miliardi di lampioni a LED in tutto il mondo entro la fine del decennio. Come riportato sul sito della campagna "Solo la conversione dei odierni lampioni a quelli LED eviterebbe, nel giro di una sola notte, l'emissione di 801 Mt^2 di CO_2 , equivalente alla conversione di 684 centrali elettriche a carbone in tutto il mondo". La città però non si presta passivamente all'applicazione del progetto, bensì lo migliora, prevedendo l'installazione di circa 7000 lampioni 'multifunzione' (3.6).



Figura 3.6. Lampione LED ideato per il progetto Apollo in Israele

Ciascun lampione sarà dotato di : sensori per valutare la qualità dell'aria, sensori meteorologici e ripetitori wifi. Quindi, non solo raccoglieranno dati sensibili per gestire più efficientemente la città ma faranno risparmiare circa il 60% in termini di consumi energetici, tutto denaro che può essere investito nella ricerca o in altri settori come la sanità. Questi lampioni rappresentano inoltre un vero e proprio esempio di Internet of Things. In quanto collegati ad internet, possiedono un indirizzo IP che li identifica, dando la possibilità, ad un operatore, di regolare da remoto l'intensità luminosa a seconda delle necessità. Forniscono, come altra funzione, una rete wifi sicura e controllata a cui si può accedere.

Un altro campo in cui il settore urbanistico interverrà sono i traffic control. Sono sistemi dedicati alla gestione della viabilità in genere e che nei prossimi anni subiranno migliorie che li renderanno capaci di comunicare attivamente con i prodotti del settore automotive. Questi impianti saranno disposti per le vie di un centro urbano e, attraverso dei sensori, produrranno un insieme di dati che descrivono il volume e la velocità del traffico in un dato luogo. I dati raccolti possono tornare utili a tantissimi scopi, come : la gestione ottimale dei semafori in prossimità di un incrocio oppure l'aggiornamento di mappe online.

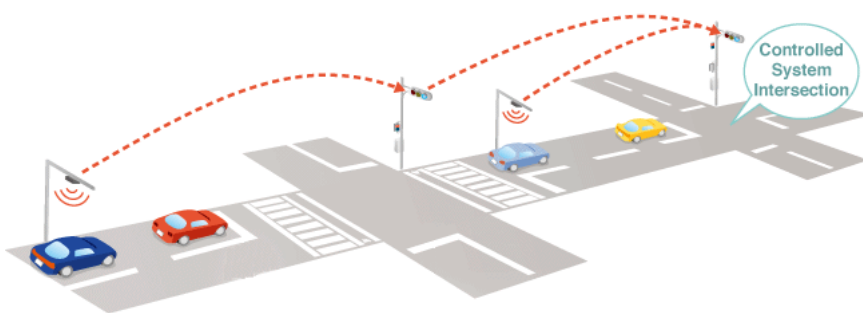


Figura 3.7. Incrocio 'intelligente' - utilizzo di appositi sensori per la gestione dei semafori in base al volume e al flusso del traffico

3.5 Scuola 4.0

La **scuola 4.0** è un ambiente completamente immerso nel futuro, in una realtà dipendente in gran parte dalla tecnologia. Per questo motivo gli studenti dovranno fin da giovani approcciarsi a queste nuove tecnologie, «dove, oltre al sapere, ci sia il saper fare e il saper innovare» dice l'assessore all'Istruzione, Formazione e Lavoro di regione Lombardia Valentina Aprea, intervenuta, al Palazzo delle Stelline di Milano all'apertura dei lavori del convegno 'L'innovazione della scuola: digitalizzazione e riqualificazione edilizia'. A riguardo molte scuole si sono già mosse, introducendo i registri elettronici, inserendo nuove materie o modernizzando i metodi di insegnamento. Come già citato in Italia, e più precisamente a Brindisi, il liceo "Ettore Majorana" ha introdotto nell'insegnamento di alcune materie, inclusi i rispettivi laboratori, l'utilizzo degli Oculus Rift per la realtà virtuale. In altre scuole, sparse in tutto il mondo, per introdurre gli studenti alla robotica vengono utilizzati i robot Nao e Pepper. Gli alunni dovranno imparare ad assemblarli e programmarli servendosi di opportuni software e linguaggi di programmazione molto intuitivi.

Ma, similmente al concetto di smart city, non si dovrà fondare tutto sulla digitalizzazione. Altri obiettivi che fan sì di avere una scuola 4.0 sono la sicurezza e il livello di modernizzazione degli ambienti (aule, laboratori, mense, ecc), il tutto rispettando l'ambiente. A permettere questo saranno parte dei 13 miliardi di euro dedicati alla mobilitazione di investimenti e dell'economia. In ambito scolastico ci sarà maggiore focus sulle nuove tecnologie :

- corsi di tecnologia e laboratori che possano avvicinare i ragazzi all'industria 4.0
- pensiero computazionale. Ovvero i più piccoli, già dalla scuola primaria, avranno la possibilità di mettersi alla prova nelle teorie e nelle tecniche di programmazione, il cosiddetto coding

- gli istituti tecnici vedranno l'ingresso di programmi che insegneranno agli studenti l'utilizzo di macchine sempre più sofisticate e quali caratteristiche deve avere l'operaio del futuro
- 100 milioni di euro in tutto per avviare dei corsi specializzati e altri 170 milioni dedicati ad incentivare la creazione di dottorati di ricerca sull'industria 4.0, tra cui il 10% con focus particolare sui big data.

Ulteriori investimenti vengono fatti ai 'competence center'. Per la precisione circa 100 milioni di euro che saranno dedicati all'innovazione di quelle istituzioni universitarie italiane che aderiscono all'iniziativa. A firmare sono state per il Veneto l'università di Padova, l'università Ca' Foscari, l'università Iuav e l'università di Verona. Nel Trentino Alto Adige le università di Trento e Bolzano. In Friuli Venezia Giulia gli atenei di Udine e Trieste e la Scuola internazionale superiore di studi avanzati [30].

3.6 Sanità

I cambiamenti, forse, più importanti e più radicali saranno in ambito sanitario con la nascita dell'**ospedale 4.0** e la diffusione di dispositivi medici.

Questi dispositivi medici (HealthCare device) consentono di diagnosticare determinate patologie, per curare, per trattamenti o per la prevenzione di malattie su esseri umani e animali. L'evoluzione nei dispositivi medici consiste nell'aumentare il livello di precisione, diminuire l'ingombro e avere la possibilità di interfacciarsi con altri dispositivi per un aumento delle proprie funzionalità come :

- mostrare informazioni chiare e al contempo specifiche
- migliorare lo stato di benessere del paziente durante un trattamento, riducendo il livello di stress (3.8)



Figura 3.8. Healthcare device - Valedo è uno strumento medicale con il quale si cura il mal di schiena divertendosi [50]. Per mezzo dei sensori di movimento (in foto), la persona esegue esercizi terapeutici indicati da un videogame

Per quanto riguarda l’Ospedale 4.0, invece, sarà un ambiente all’insegna della tecnologia, nel quale uomo e macchina lavoreranno a stretto contatto per offrire un servizio ottimale e attivo quasi 24 ore su 24.

A mio avviso, il progresso in campo sanitario interviene in due grandi aree : una riguarda gli strumenti per un’assistenza ‘domiciliare’ mentre l’altra per le operazioni interne all’edificio ospedaliero.

Nella prima area sono comprese tutte quelle tecnologie che offrono un servizio di supporto e controllo ai pazienti che sono in fase post-operatoria oppure che devono seguire determinati trattamenti o per la prevenzione di determinate patologie. A riguardo sono utilizzati i medical device che assolvono a determinate funzioni : somministrazione di determinati farmaci, rilevamento della pressione sanguigna, del battito cardiaco o della qualità del sonno, i cui disturbi, solo in Italia, provocano circa 3 miliardi di spese sanitarie. Possono essere dispositivi prettamente medici che svolgono un’unica funzione oppure strumenti più complessi e completi. La Philips, di recente, ha presentato all’Ifa di Berlino una nuova gamma di dispositivi : gli HealthWatch e altri strumenti che funzionano tramite app e si appoggiano a piattaforme digitali come HealthSuite Digital Platform [7].

I dati rilevati dai medical device possono essere utilizzati dalla branca della telemedicina la quale si occupa di offrire assistenza ai pazienti da remoto. I dati ottenuti dagli opportuni sensori vengono registrati ed inviati ad un medico remoto che li analizza e li referta fornendo così una *second opinion*¹ medica. Le tecniche telemediche favoriscono anche applicazioni di formazione a distanza, nelle quali il medico remoto può specializzare i medici che chiedono una *second opinion* su un caso clinico attraverso tecniche di e-learning².

L'edificio ospedaliero quindi non sarà solo bello e accogliente, ma diventerà un 'hub' che governa una fitta e complessa rete di relazioni materiali e immateriali con i pazienti, caregivers, medici di medicina generale, operatori nei distretti e via di seguito. Sarà un luogo progettato per essere abitato da persone, da robot e soprattutto da byte in quanto ogni cosa sarà collegata in rete e pertanto produrrà dei dati. La robotica, come in altri settori, è già intervenuta a sostegno dell'uomo. In ambito medico molte strumentazioni hanno già superato la fase pionieristica diventando routine in molti ospedali : robot da sala operatoria, carrelli driverless per il trasporto di merci o pasti, magazzini e armadi farmaceutici automatizzati.

3.7 Agricoltura 4.0

L'**Agricoltura** è un settore fortemente in crescita che ha come obiettivo quello di produrre di più, circa il 70% entro il 2050 per poter garantire alimenti a tutti, senza consumare altra terra e usando meno acqua, sementi, trattamenti ed energia. Tutto questo grazie all'utilizzo di droni, satelliti e mezzi agricoli che si guidano da soli, altro che due braccia rubate all'agricoltura! L'uomo nei campi non serve quasi più [26].

¹Ulteriore consulto a quello del proprio medico, fornito da board di specialisti

²Utilizzo di sistemi multimediali e del servizio internet per migliorare la qualità dell'apprendimento

Sul suolo italiano le Bonifiche Ferraresi, un azienda agricola e agroalimentare che vanta più di 5500 ettari, ha lanciato un piano di investimenti di circa 32 milioni di Euro atti ad rivoluzionare l'agricoltura. In questo piano, avviato già da tempo, «i trattori hi-tech sono solo la punta dell'iceberg» afferma Federico Vecchioni, amministratore delegato di Bonifiche Ferraresi. Tutto il sistema idrico dei terreni emiliani e toscani è stato risistemato per ridurre al minimo gli sprechi. È stata inoltre eseguita un opera di georeferenziazione³ del terreno che ha consentito di determinare, per ogni metro quadro del campo, il livello di umidità, Ph, fosforo, azoto e potassio. Tutti i dati raccolti vengono poi incrociati con i rilevamenti e le foto satellitari ed elaborati da software che li distribuiscono ai trattori. Questo ha portato ad un aumento della resa del 20% con un conseguente calo dell'uso dei concimi del 15% [27].

³Attività di raccolta dati per mezzo di opportuni strumenti che determinano, grazie ad avveniristici modelli di conducibilità elettrica, la composizione del suolo, centimetro per centimetro

Capitolo 4

Figure professionali del domani

Nell'Industria 4.0 verrà data importanza ai dati, poiché è attraverso questi che sistemi, anche molto diversi, comunicano tra di loro. Con tutti i dati che vengono prodotti l'uomo sarà aiutato nel prendere decisioni, sarà consigliato nei suoi acquisti, e usufruirà di un sistema sanitario ed istruzione ottimali. I macchinari industriali e non saranno dotati di 'conoscenza' che si amplierà durante il ciclo di lavoro, saranno più sicuri e più efficienti. Per far sì che tutto questo si realizzi è necessario analizzare tali dati creando algoritmi in grado di elaborare quantità sempre maggiore di informazioni ed estrarre risultati sempre più precisi e attendibili. Le figure lavorative del futuro si baseranno in gran parte su questo : analisi ed elaborazione. Si verranno a creare figure come :

- **regulatory affairs** - si occupa prevalentemente di supervisionare le procedure di autorizzazione per la commercializzazione dei prodotti di alcune aziende. Questa figura è nata dal desiderio dell'industria farmaceutica, le cui aziende responsabili di ricerca e produzione di farmaci, prodotti veterinari, pesticidi, parafarmaci e cosmetici, vogliono sapere se i loro prodotti sono in linea con le normative vigenti in materia di sicurezza.

- **business analyst** - è forse la figura più importante avrà infatti la responsabilità di contribuire all'attuazione delle strategie dell'azienda in cui opera attraverso il disegno e il monitoraggio della esecuzione e messa in opera degli strumenti e delle tecnologie già disponibili all'interno dell'azienda o delle nuove reperibili sul mercato. I compiti principali sono :
 - preparazione del Business Plan aziendale
 - identificazione delle aree di miglioramento nei processi di business fornendo soluzioni ICT con realizzazione di requisiti, specifiche, processi relativi alle soluzioni proposte
 - analisi delle informazioni e dei documenti disponibili
- **HSE specialist** - Health & Safety Executive è una figura professionale molto richiesta in quanto si occupa del mantenimento delle certificazioni di qualità (ISO9001, ISO14001, ISO18001) e provvede al coordinamento di tutte le attività inerenti la prevenzione, la protezione e la sicurezza del lavoro all'interno dell'azienda, in conformità con la normativa vigente, definendo i piani di manutenzione ordinaria e straordinaria; cura i rapporti con gli organi e le amministrazioni competenti inerenti la sicurezza dei lavoratori e dell'ambiente.
- **designer engineer** - è l'unione di due figure già esistenti : quella del designer, dotato di creatività, e quella dell'ingegnere, specializzato in discipline come elettronica, meccanica, chimica o architettura. Questa figura spesso lavora a capo di un team formato da ingegneri e designer e si dedica alla produzione di prototipi (anche con l'ausilio del CAD) e prodotti che possano fornire delle soluzioni in ambito sociale e che vadano incontro alle necessità del cliente.
- **connectivity e cyber security specialist** - con l'Internet of Things sempre più oggetti possono comunicare ed interagire attraverso la rete, è, pertanto, richiesto un livello maggiore di sicurezza. Lo specialista in connectivity & cyber security non si

dedica unicamente all'introduzione di tecniche sofisticate che impediscano il furto dei dati, ma si interessa anche ai dati stessi garantendone l'integrità e controllando possibile perdite. Per esempio in una smart factory la cui connessione internet non è ottimale e al cui server sono connessi migliaia di sensori e dispositivi, si possono verificare perdite di dati anche significative che possono generare anche un analisi errata.

- **business intelligent analyst** - inanzitutto il business intelligence è quel processo che trasforma ogni genere di dati in 'conoscenza' utilizzata poi in processi decisionali. L'analista è colui che è in grado di applicare metodi, modelli e processi di analisi a una grande mole di dati riuscendone così a ricavare informazioni precise e dettagliate. Questa figura lavora spesso in aziende che si devono, ogni giorno, confrontare con i numerosi dati raccolti dai loro macchinari, prodotti, mezzi o dipendenti, e permette alla azienda di ottenere : ROI (Return of Investment) elevato, minori costi/rischi, maggiori ricavi e decisioni tempestive.
- **data scientist & data specialist** - il ruolo di queste due figure lavorative tende ad essere spesso complementare. Il data scientist, competente in statistica, programmazione e data mining, data visualization ¹, produce modelli ed effettua analisi e ricerche sui dati in cerca di nozioni che possono influire in materia di business. Mentre il data specialist (analyst) elabora i dati al fine di produrre strumenti utili nel decision-making. Può sembrare che l'analista e lo scienziato eseguano il medesimo lavoro, ma esistono delle differenze tra queste due mansioni :

¹Disciplina simile alla visual communication che implica la creazione e lo studio di una rappresentazione grafica dei dati. L'obiettivo è dunque di esprimere nel modo più chiaro possibile l'informazione attraverso grafici statistici, diagrammi ed informazioni grafiche

- il data scientist si pone delle domande che aiuterebbero a rendere più efficiente tutto ciò che concerne il business e proponendo poi possibili soluzioni, mentre un data analyst dà soluzioni a domande fattegli da un business team.
- entrambi i ruoli si dedicano alla scrittura di queries, lavorano con team di ingegneri per ricercare dati corretti, per il data munging ² e per ottenere informazioni dai dati. Un data analyst, comunque, non costruisce modelli statistici né mette mano in tecniche di machine learning o programmazione avanzata. Lavora, invece, su database SQL o simili oppure su business intelligence con opportuni tool/packages
- Il ruolo del data scientist è ricercato anche per la sua abilità in merito di data visualization e l'abilità di convertire dati in una business story

In Italia però la figura del data scientist non è riconosciuta a livello professionale, a differenza degli Stati Uniti. In Italia si parla infatti di analista il quale si trova, a volte, a dover affrontare problematiche che rientrano nei campi di competenza del data scientist.

Queste sono solo alcune tra le professioni che si sono sviluppate con la digitalizzazione e che prenderanno piede negli anni avvenire. È errato, in ogni caso, pensare che si parli di tempi lontani. La realtà in cui queste nuove figure lavorano è già presente. Secondo una ricerca condotta da WollyBi-Italian labour market digital monitor, frutto della collaborazione tra TabulaeX, società spin-off dell'università Milano Bicocca, e Crisp (Centro di ricerca interuniversitario per i servizi di pubblica utilità), sono attivi circa 121 mila annunci di lavoro per il settore manifatturiero i quali riguardano fabbriche che ricercano personale specializzato : in sicurezza, IoT, bigData, cloud, analisi dei dati

²Espressione che indica la conversione di dati, modificando il formato o altre caratteristiche in modo tale da rendere più facile e conveniente l'analisi/interpretazione degli stessi

e via discorrendo. Queste sono le *hard skills* richieste nell'Industria 4.0 e per tanto tutti i settori faranno affidamento principalmente su di loro [9].

**Ma come si formano queste nuove figure professionali?
Quali conoscenze offrono le università ai propri studenti?**

4.1 Formazione professionale

Inanzitutto si parla di figure lavorative che, per quanto possano essere specializzate, richiedono una conoscenza generale dell'ambito in cui si opera. Per esempio quando si programmano sistemi IoT è necessario conoscere l'hardware e possedere delle basi in networking, oppure il data scientist deve essere preparato in statistica, programmazione e data mining. Per poter diventare dei professionisti del settore, due cose sono importanti : un periodo di formazione nel quale si apprende la materia e un secondo periodo di esperienza sul campo. Per quanto riguarda la formazione, molte università, anche italiane, hanno già avviato dei corsi che introducono, anche se solo parzialmente, gli studenti all'apprendimento delle nuove discipline fin dalla triennale. Le conoscenze e gli argomenti trattati si vanno via via a specializzare sempre di più con il proseguimento degli studi : dapprima nella magistrale, nella quale troviamo già data mining, machine learning o sistemi intelligenti robotici, poi nei master o altre tipologie di corsi. Importante sarà permettere al lavoratore di effettuare corsi di aggiornamento. A Milano per esempio sono già attivi master in ICT Management [49], in Piemonte, l'anno scorso, è stato avviato il primo master in additive manufacturing [1].

La seconda componente importante è l'esperienza lavorativa, che permette allo studente di mettere alla prova quello che ha appreso durante il suo percorso di studio. Tutti i corsi specialistici, infatti, che sia svolti dall'università o da un altri enti, sono comprensivi di uno stage con un considerevole numero di ore.

Fondamentale per tutte queste figure è la capacità di saper lavorare in team e in un ambiente dove ci sarà una 'gara' alla ricerca dei migliori talenti.

Conclusioni

Lo sviluppo di questa tesi mi ha permesso di approfondire le mie conoscenze riguardo le tecnologie che sono oggi a disposizione dell'uomo. Sono state svolte ricerche specifiche per ogni tipo di tecnologia che sta alla base di questa rivoluzione.

Questa mia ricerca mi ha dato modo di riflettere sull'avvento della digitalizzazione e degli effetti, sia positivi sia negativi, che porta nella società e nel settore produttivo. Sono emersi, però, degli interrogativi che coinvolgono l'etica che, certamente, fino adesso è stata un po' accantonata. L'esempio più eclatante è quello che riguarda l'auto senza pilota : **Di chi sarà la responsabilità dei danni che eventualmente l'automobile farà? Chi 'stabilirà' se investire una persona anziana piuttosto che un bambino? Come si assicura un'auto senza pilota?**

Sono state studiate varie soluzioni. C'è chi afferma, per esempio, che «la protezione del consumatore non è legata alla robotica ma a chi vende il prodotto robot. Come la protezione dalla forza di gravità non dipende da chi teorizza le leggi di gravità ma da chi realizza ponti e grattacieli» di conseguenza si dovrebbero assicurare tutti quei settori nonché fabbriche che sono coinvolti nella costruzione e messa in vendita di quel determinato prodotto. Nel caso di una driverless car si parla, quindi, non solo di assicurare i passeggeri, ma anche i costruttori, i fornitori di software, quelli di connettività e tutti i soggetti che hanno partecipato alla messa in circolazione del mezzo [24] [34].

Altrettanti interrogativi di genere etico sorgono in altri settori. Ma

nel caso si riesca a trovare una risposta a queste domande, è **quella giusta?**

Partendo dal presupposto che la tecnologia, da sola, è neutrale quindi è il modo in cui noi la adoperiamo che fa la differenza, nel bene o nel male. Nasce dunque la necessità di avere una governance che prenda in considerazione tutti i problemi derivanti dall'uso di tecnologie avanzate e che tuteli tutti noi.

É da tenere, in fine, presente una cosa :

Indietro non si torna!

Bibliografia

- [1] *Al via primo Master in Italia in Additive Manufacturing*, www.adnkronos.com, 20/1/2016
- [2] Angiolillo Stefano, *Bat Yam: la città dei lampioni Wi-Fi a LED per il risparmio energetico*, www.ehabitat.it, 13/1/2016
- [3] *Arriva la quarta rivoluzione industriale: lo Smart Manufacturing*, www.economia.rai.it
- [4] Balena Carlotta, *A scuola con Oculus Rift: «Siamo i primi a usare la realtà virtuale per fare lezione»*, ischool.sturtupitalia.eu, 7/1/2016
- [5] Bellini Mauro, *Internet of Things, gli ambiti applicativi in Italia*, www.internet4things.it, 25/11/2015
- [6] Bellini Mauro, *IoT dati personali e privacy: come prepararsi al nuovo Regolamento Europeo*, www.internet4things.it, 7/12/2016
- [7] Benna Christian, *Il digitale rivoluzione la sanità Philips punta sull'ospedale 4.0*, www.repubblica.it, 19/9/2016
- [8] *Big Data : Cosa sono e perché sono importanti*, sas.com
- [9] Biscella Marco, *Nuove professioni da Industria 4.0*, www.ilsole24ore.com, 3/10/2016
- [10] *Che cosa sono davvero smart factory e Industria 4.0*, www.industriaitaliana.it, 2016
- [11] Cianflone Mario, *Auto che guidano da sole, un business miliardario che rivoluzionerà l'industria dei motori e dell'hi-tech*, www.ilsole24ore.com, 6/6/2016
- [12] *Cos'è il Cloud: i diversi tipi di Cloud*, html.it

- [13] *Cosa sono i Big Data: esempi concreti della vita quotidiana*, www.cloudtalk.it
- [14] *Cyber-Physical Systems*, www.cpse-labs.eu, 2016
- [15] Favero Marco, *Produzione sottrattiva vs stampa 3D: quando il meno è di più*, www.stampa-3d.com, 2/1/2013
- [16] Ferrini Paolo, *L'auto parcheggia da sola, il pilota la guida con lo smartphone*, www.repubblica.it, 7/5/2015
- [17] Galassi Andrea, *Cosa significa M2M*, www.wired.it, 29/5/2015
- [18] Gonzalez Carlo, *Engineering Essentials: What Is a Programmable Logic Controller?*, www.machinedesign.com, 1/6/2015
- [19] Gonzalez Carlo, *What are Human Machine Interface and Why are they becoming more important?*, www.machinedesign.com, 16/9/2015
- [20] *Il ponte MX3D*, www.processinnovation.wordpress.com, 12/5/2016
- [21] *Industria 4.0 e cyber security aziendale*, www.pmi.it, 12/01/2016
- [22] *Industria 4.0, la sfida è cominciata. Cosa significa e come non perdere l'opportunità*, www.quifinanza.it, 17/6/2016
- [23] *I sistemi cyberfisici*, www.automazione.it, 20/5/2016
- [24] *L'etica della robotica non esiste e NON DEVE esistere*, www.systems.closeupengineering.it, 3/7/2016
- [25] LaMonica Martin, *Additive Manufacturing GE, the world's largest manufacturer, is on the verge of using 3-D printing to make jet parts*, www.technologyreview.com
- [26] Livini Ettore, *Agricoltura 4.0 il digitale in fattoria*, *la Repubblica*, 28/11/2016
- [27] Livini Ettore, *Abbiamo georeferenziato le nostre culture*, *la Repubblica*, 28/11/2016
- [28] Maci Luciana, *Cos'è l'industria 4.0 e perché è importante saperla affrontare*, www.economyup.it, 22/09/2016.
- [29] Madrigal Alexis C., *In Defense of Google Flu Trends*, www.theatlantic.com, 27/3/2014
- [30] Martino Lara, *Quali scuole e università formeranno gli studenti per le professioni dell'Industria 4.0*, www.ischool.startupitalia.eu, 4/10/2016

- [31] Pace Alice, *Dopo le protesi, la biomedicina sfrutterà la stampa 3D per replicare i tessuti molli dell'organismo. Ecco come e, soprattutto, perché*, www.wired.it, 29/10/2015
- [32] Palermo Elisabeth, *Fused Deposition Modeling: Most Common 3D Printing Method*, www.livescience.com, 19/9/2013
- [33] Palermo Elizabeth, *What is Stereolithography?*, www.livescience.com, 16/7/2013
- [34] Panara Marco, *Donnet: "Mercati difficili così Generali cambia pelle"*, *la Repubblica*, 28/11/2016
- [35] Paparo Alexis, *Wearable Technology, cosa succede in Italia*, www.wired.it, 16/01/2015.
- [36] *Piano nazionale Industria 4.0*, www.governo.it, 28/9/2016
- [37] Rai, *Arriva la quarta rivoluzione industriale : lo Smart Manufacturing*, www.economia.rai.it.
- [38] Ricci Alessandro, *Dai sistemi embedded ad Internet of Things*, modulo 1.2, pag : 3, *Programmazione Sistemi Embedded e IoT*, 2015 - 2016
- [39] Ricci Alessandro, *Dai sistemi embedded ad Internet of Things*, modulo 1.2, pag : 6-13, *Programmazione Sistemi Embedded e IoT*, 2015 - 2016
- [40] Russo Massimiliano, *Privacy, Internet delle cose, big data e intelligenza artificiale: ecco perché serve un nuovo contratto sociale*, www.wired.it, 7/4/2015
- [41] *Stampa 3D a metallo: cosa dovete sapere*, www.replicatore.it
- [42] Sung Dan, *What is wearable tech? Everything you need to know explained*, www.wearable.com, 3/8/2015
- [43] *Virtual Reality vs. Augmented Reality*, www.augment.com, 6/10/2015
- [44] *Wearable device - definizione*, www.economyup.it, 2/5/2016
- [45] *What is Additive Manufacturing?*, additivemanufacturing.com
- [46] *What is a PLC?*, www.amci.com
- [47] *What is Smart City*, www.smartcities.gov.in
- [48] www.tiltbrush.com
- [49] *Alta Formazione al tempo della Fabbrica 4.0*, www.unimib.it, 14/10/2016

[50] www.valedotherapy.com