Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU
Ministero dell'Università e della Ricerca
Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
ICSC Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data and Quantum Computing

REPORT

MANIFATTURA

OS

Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo

Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data and Quantum Computing

Osserv-azioni su...

PROCESSI PRODUTTIVI

Tendenze e applicazioni del Supercalcolo, Big Data e Quantum Computing

Marzo 2025

Indice

Indice 2

Introduzione 4

I processi produttivi: che cosa sono? 5

A che punto siamo in Europa? 6

A che punto siamo in Italia? 8

Processi produttivi: quali casi d'uso? 11

KITT4SME: introdurre l'AI nelle PMI 12

Innovazione e sostenibilità nei processi produttivi: il progetto WASABI 13

Dare una spinta alla competitività delle PMI: Airise.eu 14

Supply chain ed economia circolare: il progetto CIRCULOOS 15

AI.REDGIO 5.0: un progetto per l'evoluzione del mondo manifatturiero 16

Actor-active monitoring: ridurre il rischio di incendio con l'AI 17

Il progetto Edgile: applicazioni AI nelle catene di assemblaggio 20

Digital Twin di un impianto di ossidazione 21

EVOCATION: monitoraggio dei parametri diagnostici con sensori di nuova generazione 22

OLEUM SPEC: AI applicata ai processi produttivi degli oli alimentari 23

SMARTCASM: applicazioni di NLU e NLP per comprendere l'ambito dei processi industriali 24

Ridurre l'impatto ambientale dei processi produttivi: il progetto Quest 25

MATRICS: automatizzazione dei processi produttivi in ambito healthcare 26

Big Data per il monitoraggio delle routine diagnostiche: il progetto DATAH 27

ARPMAT: un progetto per l'implementazione della manutenzione predittiva 28

Big Data per la gestione proattiva dei flussi logistici: il progetto INTRACE 29

Le tecnologie coinvolte nei processi produttivi nel Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing 30

Il progetto ML: simulazioni numeriche avanzate per il miglioramento dei processi produttivi 34

Identificare le anomalie nei desolvetizzanti: il progetto SAFE 35

WTM – modellazione di pale eoliche per stimare la produzione energetica 36

Efficientare i processi produttivi attraverso nuovi materiali: il progetto PISA 38

Ridurre i tempi di risoluzione dei guasti nel settore marittimo: ATOS 39

Le tecnologie emergenti per i processi produttivi in manifattura 40

Additive Friction Stir Deposition 41

Laser Direct Energy Deposition 41

Fusione a letto di polvere 42

Manifattura additiva volumetrica 42

Industria 5.0: il paradigma della manifattura del futuro 43
Quali tecnologie per l'industria 5.0? 44
Automazione 45
Calcolo 45
IA e Apprendimento Automatico 45
Simulazione e Immersività 45
Robotica 46
Wearable industriali e artefatti intelligenti 46
Gestione della conoscenza 46
Interfaccia utente 46
Connettività 47
Sistemi personalizzati 47
Bibliografia 48

Introduzione

I processi produttivi, in particolare quelli del settore manifatturiero sono il cuore della produttività e il motore che rende possibile la realizzazione di beni e prodotti, che circoleranno su mercati nazionali e internazionali.

Il settore manifatturiero e industriale è al momento oggetto di una forte innovazione tecnologica e digitale, volta a rivoluzionare i suoi processi produttivi tramite l'impiego di applicazioni di intelligenza artificiale, analisi del Big Data e supercomputing.

In questo report analizziamo lo sviluppo del settore in Europa e poi in Italia.

Presentiamo poi degli use case basati su progetti e iniziative di aziende e centri di ricerca attivi sui territori. Questi progetti offrono una visione concreta sull'adozione delle tecnologie avanzate in diversi contesti aziendali e istituzionali italiani.

La seconda metà del report si concentra sui progetti della Fondazione ICSC dedicati alla digitalizzazione dei processi produttivi.

Infine, mostriamo trend e scenari futuri, che delineano le prospettive a lungo termine, evidenziando i principali sviluppi tecnologici, economici e normativi attesi.



Eleonora Barelli
Eleonora.barelli@ifabfoundation.org



Eleonora Ocello
Eleonora.ocello@ifabfoundation.org



Ethel Gallo
Ethel.gallo@ifabfoundation.org



Giada Sechi
Giada.sechi@studio.unibo.it

I processi produttivi: che cosa sono?

Per processo produttivo, nell'accezione più ampia, si intende la serie concatenata di operazioni volte a trasformare una materia prima o un prodotto semilavorato in un prodotto finito, pronto per essere venduto sul suo mercato di riferimento.

Da diversi decenni il settore manifatturiero si trova al centro di una forte innovazione, le nuove tecnologie offrono infatti nuove prospettive di produzione, migliorando l'efficienza e la sicurezza sul lavoro, riducendo gli scarti produttivi e in questo modo aumentando la competitività delle aziende sul mercato.

La spinta alla digitalizzazione dei processi produttivi, in particolare quella proveniente dall'Unione Europea, è anche mirata a favorire la transizione verde, diminuendo l'impatto deleterio delle attività industriali sull'ambiente e sulle comunità. In questa ottica soluzioni tecnologiche basate su intelligenza artificiale, analisi dei Big Data, impiego di dispositivi IoT e tecnologie HPC rappresentano i principali strumenti di attuazione di questa rivoluzione.

In particolare le tecnologie sopracitate possono produrre miglioramenti concreti nella catena produttiva, apportando innovazioni come il monitoraggio intelligente e in tempo reale per poter intervenire tempestivamente in caso di guasti e ridurre i tempi di fermo macchina, la manutenzione preventiva, basata su analisi dei Big Data e AI, che permette di prevedere i tempi di usura e funzionamento dei macchinari, l'intervento da remoto, permettendo una minore permanenza sul campo degli operatori, riducendo così i rischi e pericoli sul luogo di lavoro, l'impiego di Digital Twins per la simulazione dei tempi di deterioramento o del funzionamento di determinati macchinari e materiali.

Le aziende manifatturiere sono quindi impegante in una transizione verso la digitalizzazione e l'automazione intelligente che permetterà loro di fruire di benefici in diversi ambiti: esse otterranno un aumento dell'efficienza e della produzione che a sua volta si riscontrerà in un miglioramento di competitività all'interno del mercato, in secondo luogo le nuove soluzioni tecnologiche permetteranno di ridurre il rischio per gli operatori sul luogo di lavoro e l'ottimizzazione delle risorse, l'efficentamento energetico e la riduzione e il siutilizzo degli scarti di produzione permetteranno una svolta positiva verso la lotta al cambiamento climatico e alla transizione verde.

A che punto siamo in Europa?

L'Unione Europea ha al suo interno numerosi organi ed iniziative che concernono il settore manifatturiero e la digitalizzazione dei suoi processi produttivi. Una forte spinta in questa direzione è stata data anche dal Rapporto Draghi sulla competitività europea pubblicato nel settembre 2024 da Mario Draghi.

Il rapporto delinea in particolare la staticità che ha caratterizzato la struttura industriale europea negli ultimi due decenni, sono infatti stati fatti scarsi investimenti nel settore ricerca e innovazione, segnando un profondo divario nella crescita della produttività rispetto agli Stati Uniti, i quali investono circa il doppio dell'UE, specialmente nel settore tecnologico, come si può osservare nella Figura 1.

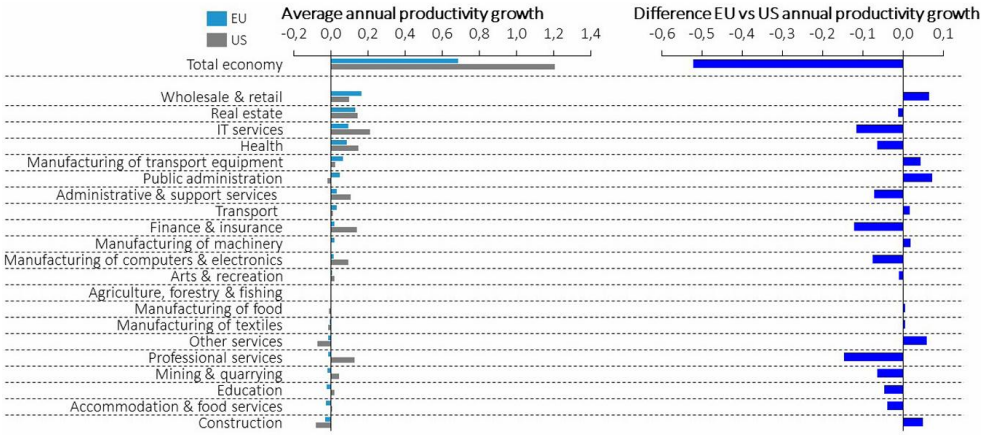


Figura 1: Decomposizione della crescita della produttività annuale media del settore produttivo. Settori selezionati: USA e EU (pp, 2000 – 2019). (Credits: The future of European competitiveness Part A | A competitiveness strategy for Europe - The Draghi report on EU competitiveness)

Tra le soluzioni proposte da Draghi per colmare questo gap si riscontra proprio una maggiore integrazione delle tecnologie digitali e dell'intelligenza artificiale nei processi produttivi dell'industria europea, specialmente nei settori farmaceutico, automotive, energetico e dei trasporti.

L'impiego dell'intelligenza artificiale nei processi produttivi nel settore manifatturiero permette infatti numerosi vantaggi come la possibilità di attuare un monitoraggio più accurato di tutta la filiera di produzione e tecniche di monitoraggio predittivo, andando a ridurre gli scarti e migliorando la performance produttiva.

Tra le iniziative della Commissione Europea volte alla digitalizzazione del settore manifatturiero c'è l'approccio Industria 5.0, che rappresenta un'evoluzione significativa rispetto all'industria 4.0 poiché non solo punta sull'ottimizzazione tecnologica, ma anche sulla centralità del fattore umano nei processi produttivi e sulla sostenibilità ambientale. L'impiego dell'intelligenza artificiale gioca un ruolo chiave nella transizione verso l'industria 5.0, la Commissione Europea sostiene infatti un approccio antropocentrico: l'AI viene principalmente utilizzata a supporto degli operatori del settore, attraverso applicazioni come l'automazione intelligente e predittiva, tecnologie AI di blockchain, smart contacts e IoT per il monitoraggio della e la trasparenza della catena di produzione ed infine l'utilizzo di algoritmi avanzati e reti neurali per l'analisi dei Big Data.

Nel 2024 la Commissione ha inoltre pubblicato "ERA - industrial technologies roadmap on human-centric research and innovation for the manufacturing sector", una guida su misura per l'UE per accelerare la transizione verde e digitale nel settore manifatturiero europeo, in particolare sottolineando che le tecnologie come l'AI contribuiscano non solo allo sviluppo economico, ma anche al benessere sociale. Il documento promuove quindi un percorso concreto di evoluzione, suggerendo la creazione di programmi di formazione multidisciplinari, lo sviluppo di piattaforme europee per lo scambio di buone pratiche e conoscenze, l'impiego condiviso delle strutture dei Digital Hub e la promozione di standard e certificazioni specifiche e comuni all'interno dell'UE.

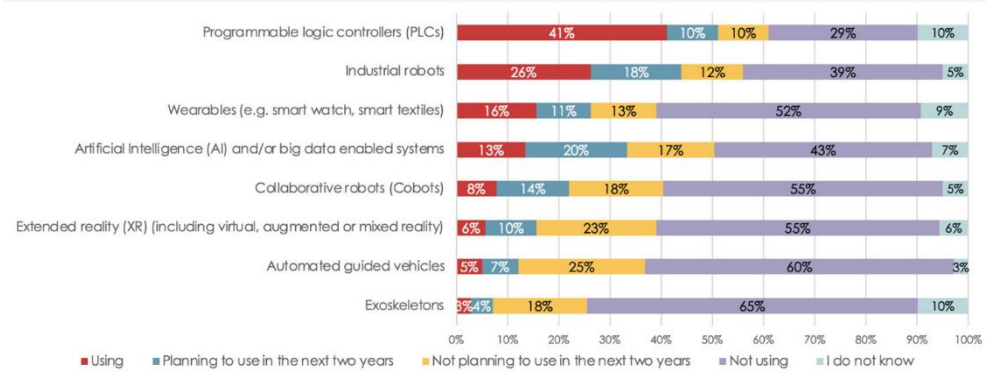


Figura 2: Utilizzo delle diverse tecnologie tra le diverse imprese manifatturiere europee intertvistate (Credits: ERA industrial technologies roadmap on human-centric research and innovation for the manufacturing sector - Publications Office of the EU)

ERA elenca inoltre le principali tecnologie abilitanti all'approccio antropocentrico dell'industria 5.0, tra le quali figurano l'automazione collaborativa, la realtà aumentata e la realtà virtuale, l'analisi dei Big Data, applicazioni AI e dispositivi smart indossabili. All'interno del documento., come si può osservare nella Figura 2, viene inoltre analizzato quali tecnologie risultano come maggiormente adottate nel settore manifatturiero e nei suoi processi produttivi.

Tra le iniziative più longeve dell'Unione Europea per quanto riguarda la volontà di innovazione e standardizzazione del settore manifatturiero è importante citare la piattaforma ManuFuture, ideata nel 2003 durante l'Assemblea Generale del CIRP (Collège International pour la Recherche en Productique) e supportata dalla Commissione Europea. Questa piattaforma riunisce aziende europee, università, centri di ricerca ed enti pubblici con lo scopo di proporre, sviluppare e attuare una strategia basata sulla Ricerca e sull'Innovazione, in grado di accelerare il ritmo della trasformazione industriale verso prodotti, processi e servizi ad alto valore aggiunto, garantendo un'occupazione altamente qualificata e conquistando una quota significativa della produzione manifatturiera mondiale.

ManuFuture è inoltre uno dei principali promotori della Conferenza Europea Manifatturiera, l'ultima tenutasi nel giugno 2024, e attualmente ha all'attivo numerose iniziative sia sul piano europeo sia sul piano nazionale, promuovendo lo sviluppo dei processi produttivi anche all'interno dei singoli stati membri.

A che punto siamo in Italia?

In Italia non esiste un unico organo dedicato alla digitalizzazione del settore industriale e manifatturiero e gran parte delle iniziative volte a questo scopo nascono dalla spinta europea e dalla volontà di adeguamento a queste alle linee guida sovranazionali.

Il principale piano governativo è infatti il Piano Transizione 5.0 promosso dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy (MIMIT) che rientra nella volontà europea di accelerare il processo di trasformazione digitale ed energetica delle imprese e mette a disposizione12,7 miliardi di euro, utilizzabili nel biennio 2024-2025. In particolare, in linea con le azioni di breve e medio periodo previste dal piano REPowerEU, Transizione 5.0, con una dotazione finanziaria complessiva pari a 6,3 miliardi di euro, si pone l'obiettivo di favorire la trasformazione dei processi produttivi delle imprese.

Le imprese italiane possono quindi beneficiare di un'agevolazione proporzionale alla spesa sostenuta per i nuovi investimenti, tra cui vengono incentivati l'acquisto di software e piattaforme per l'intelligenza degli impianti che garantiscono il monitoraggio continuo e la visualizzazione dei consumi energetici e dell'energia autoprodotta e autoconsumata, o introducono meccanismi di efficienza energetica, attraverso la raccolta e l'elaborazione dei dati anche provenienti dalla sensoristica IoT di campo.

Nel panorama italiano spiccano anche i Competence Center Industria 4.0, ovvero dei centri di competenza pubblico-privati, presenti su tutto il territorio nazionale, che supportano le aziende nello sviluppo di progetti e soluzioni nell'ambito digitale. Tra questi è possibile elencare MADE Competence Center, CIM 4.0, Bi-Rex, Artes 4.0, Start 4.0, Meditech, Smile e Cyber 4.0.

I Digital Innovation Hub sono invece centri sotto la guida di Confindustria a dimensione regionale o interregionale che hanno il compito di stimolare e promuovere la domanda di innovazione del sistema produttivo, rafforzando il livello di conoscenze rispetto alle opportunità offerte dalla digitalizzazione e rappresentando la "porta di accesso" delle imprese al mondo di Industria 4.0.

Sempre sul territorio nazionale si possono trovare anche i Punti Impresa Digitale (PID): un'iniziativa delle Camere di Commercio e di Unioncamere a supporto della digitalizzazione delle imprese nel contesto del piano Impresa 4.0, offrendo una serie di servizi e opportunità come corsi base di avviamento al digitale, formazione su misura, affiancamento di figure competenti o assistenza diretta.

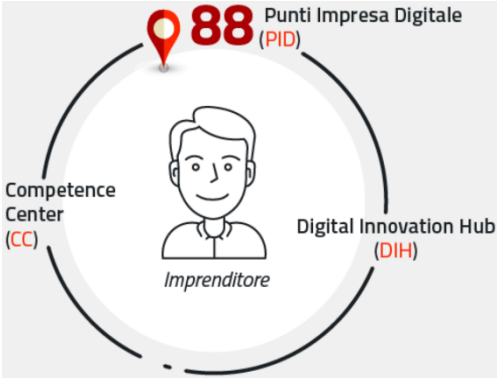


Figura 3: Ecosistema italiano a supporto delle aziende (Credits: Cosa sono i Punti Impresa Digitale e il Network Impresa 4.0 | PID)

Dagli Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano

Nel report dell'Osservatorio Artificial Intelligence – Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano del 2021 "Artificial intelligence nella manifattura" è stata presentata un'analisi delle applicazioni AI nei processi produttivi manifatturieri, con un focus sullo stato dell'arte nelle aziende italiane.

Dalla rivoluzione industriale ad oggi il settore manifatturiero è sempre stato oggetto di grandi innovazioni ed è attualmente oggetto di una forte digitalizzazione. Nel report del 2021 veniva sottolineato come L'AI potesse dare un significativo contributo nelle sue specifiche applicazioni di Intelligent Data Processing, in modo da identificare più efficacemente incongruenze, ridondanze e correlazioni. Dal report emergeva inoltre che già il 90% delle imprese manifatturiere possedeva una concezione corretta di cosa fosse l'AI e il 68% ne aveva un giudizio positivo.

Analizzando invece lo stato di avanzamento dei progetti di AI il report evidenziava come solo 16% delle aziende avesse portato a termine almeno un progetto, l'adozione e il processo di implementazione possono infatti incontrare diverse barriere in tutte le loro fasi: tra le aziende del campione il 56% aveva infatti segnalato come principale ostacolo la mancanza di competenze interne e la difficoltà a reperirle sul mercato del lavoro, mentre il 40% riportava anche la ridotta prontezza dei clienti a recepire il valore delle soluzioni AI.

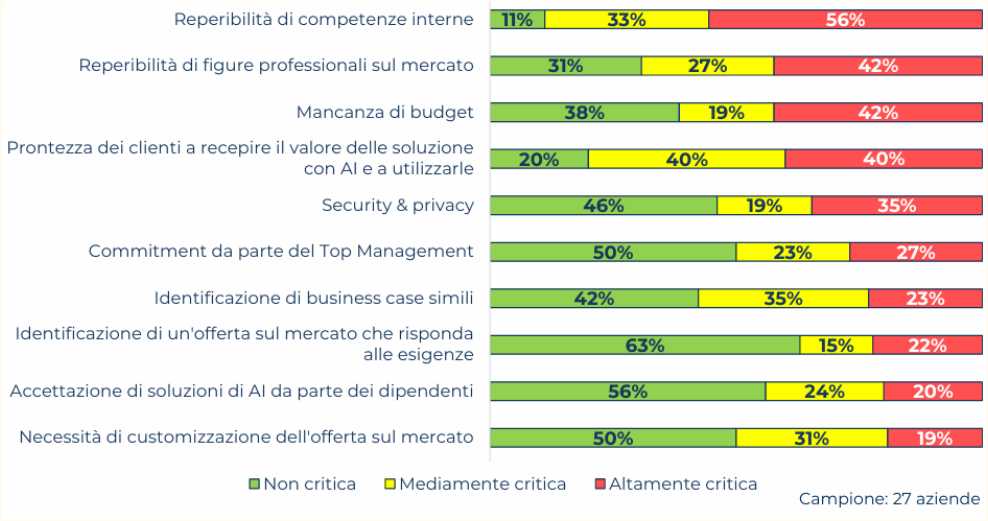


Figura 3: I freni all'adozione dell'AI nelle imprese manifatturiere. (Credits: Osservatori Artificial intelligence 2021- Politecnico di Milano - www.osservatori.net)

Con il rapido evolversi delle applicazioni di intelligenza artificiale degli ultimi anni le aziende italiane hanno continuato ad investire sempre di più in queste soluzioni, come va a ad indagare il report "L'Adozione dell'Articial Intelligence nel 2024: Italia a confronto con l'Europa", sempre prodotto dall'Osservatorio Artificial Intelligence.

Nel 2024 il settore manifatturiero rimaneva stabile sul mercato dell'AI, con una quota di valore di mercato complessiva pari al 15% e tra le applicazioni AI più consolidate nel settore comparivano la manutenzione predittiva basata su modelli di machine Learning, l'automazione dei controlli qualità e i sistemi previsionali della domanda basati su AI. La maggior parte di queste soluzioni si

sviluppa poi grazie ad applicazioni di intelligenza artificiale tradizionale, come ad esempio i sistemi di visione artificiale che permettono il monitoraggio di tutta la filiera dei processi produttivi.

Come si può osservare nella figura 4 il settore manifatturiero detiene quindi una quota considerevole all'interno del mercato italiano dell'AI, ma la spesa media per azienda rimane comunque piuttosto bassa se paragonata ad altri settori. L'elevata quota di valore di mercato è perciò dovuta principalmente al grande numero di aziende, in particolare PMI, presenti all'interno del settore.

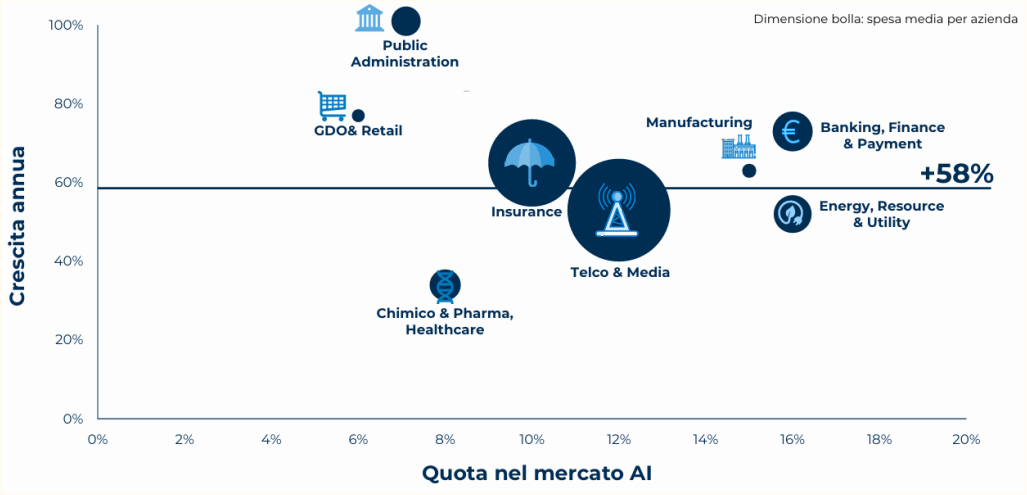


Figura 4: Il mercato dell'Artificial Intelligence in Italia. (Credits: Osservatori Artificial 2024 - Politecnico di Milano - www.osservatori.net)

Considerando poi il report degli Osservatori Start-up Thinking - Digital Transformation Academy: "Le priorità dell'Innovazione Digitale per le imprese per il 2024: trend di investimento" si conferma che, anche nel contesto della transizione digitale per le grandi e grandissime imprese italiane, di cui il 34% delle rispondenti era parte del settore manifatturiero, esistono ancora molti limiti all'adozione dell'Intelligenza artificiale e delle nuove tecnologie, primo fra tutti la mancanza di personale con competenze adeguate all'interno dell'azienda.

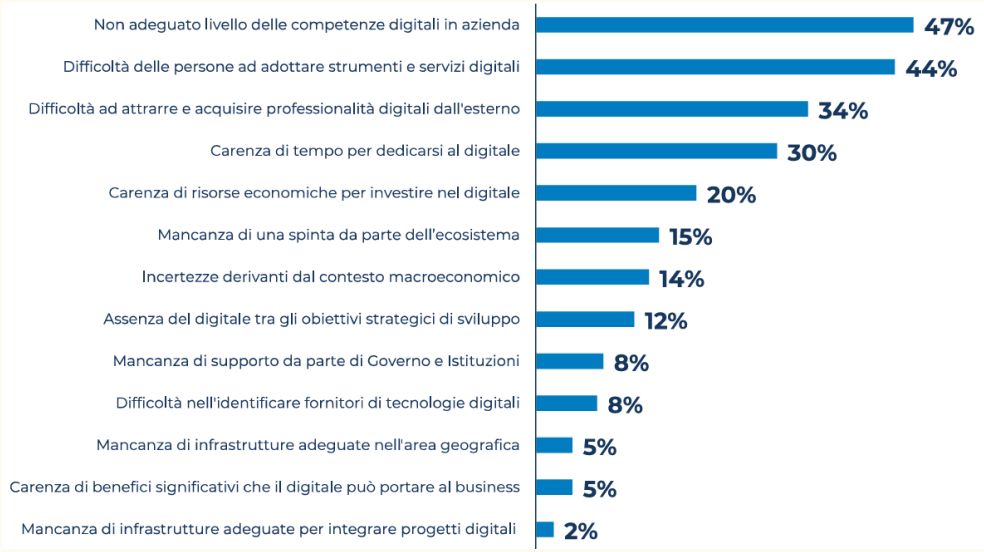


Figura 5: Gli ostacoli alla trasformazione digitale. Credits: (Credits: Osservatori Start-Up Digital Thinking 2024 – Digital Transformation Academy - Politecnico di Milano - www.osservatori.net)

Processi produttivi: quali casi d'uso?

Il settore manifatturiero può vantare una vasta gamma di progetti e applicazioni delle nuove tecnologie nei suoi processi produttivi, la gran parte di queste soluzioni permette di risolvere problemi legati alla natura stessa dell'impresa, dimostrando la potenzialità dell'Industria 4.0 e della sua evoluzione 5.0, in grado di sfruttare la versatilità delle nuove tecnologie e confezionando applicazioni e miglioramenti su misura per ogni caso specifico.

Abbiamo mappato alcuni esempi virtuosi di realtà, piccole e grandi, che utilizzano le nuove tecnologie (Big Data, Supercalcolo, Intelligenza Artificiale) nei loro processi produttivi o che aiutano altre realtà a sviluppare le potenzialità di questi strumenti innovativi.

Nei paragrafi seguenti, presentiamo alcuni casi d'uso, evidenziando:

- abstract del progetto;
- benefici attesi e/o obiettivi del progetto;
- tecnologia utilizzata nel progetto.

Per condividere nuovi casi d'uso, si può compilare il form al seguente link: https://forms.office.com/e/6ZNCp04rUW .

KITT4SME: introdurre l'AI nelle PMI

KITT4SME "platform-enabled KITs of arTficial intelligence FOR an easy uptake by SMEs" è un progetto che mira specificatamente alla digitalizzazione delle piccole e medie imprese europee, fornendo kit di hardware, software e organizzativi su misura e pronti per l'uso industriale, favorendo l'integrazione di soluzioni che impieghino l'intelligenza artificiale (AI) nei loro sistemi di produzione.

Il progetto si articola in quattro aree di validazione e sviluppo: il settore dello stampaggio e iniezione, il settore dei sistemi di qualità , il settore degli strumenti di precisione ed infine il settore dell'equipaggiamento elettrico. Lo sviluppo e l'introduzione di soluzioni AI in ognuna di queste quattro aree contribuirà al raggiungimento degli obiettivi generali, quali l'automazione dei processi industriali, la riduzione degli errori, l'aumento della flessibilità produttiva e un conseguente miglioramento della qualità dei prodotti e della produttività ed efficienza dell'azienda. KITT4SME ha inoltre come obiettivo finale la creazione di un centro di sviluppo di competenze in grado di migliorare le competenze digitali dei lavoratori europei e supportando la standardizzazione nel settore della data economy.

Tali obiettivi potranno essere raggiunti grazie all'impiego di diverse applicazioni tecnologiche, prima fra tutte l'intelligenza artificiale integrata con un infrastruttura basata su FIWARE per la combinazione con i sistemi industriali già esistenti. Verranno poi utilizzati sensori IoT e altri dispositivi indossabili per la raccolta di dati in tempo reale e la creazione di soluzioni data-driven

KITT4SME

Artificial Intelligence for SMEs | KITT4SME AI to improve any Business

Innovazione e sostenibilità nei processi produttivi: il progetto WASABI

WASABI è un progetto nato nell'ambito dell'iniziativa I4MS della Commissione Europea, volto alla costituzione di una rete europea per la ricerca e il trasferimento tecnologico. WASABI fornisce alle aziende soluzioni di assistenza digitale che promuovano l'interazione umano-AI nel settore manifatturiero.

Il progetto rende quindi le soluzioni di assistenza digitale e di intelligenza artificiale conversazionale una pratica standard e accessibile, conveniente e gestibile anche per le PMI, favorendo la loro capacità di innovazione tecnologica e operativa, andando a raggiungere sia ottimi livelli di competitività del mercato, sia gli standard di sostenibilità imposti dall'UE. La gestione delle risorse e l'investimento delle proprie finanze è infatti un fattore di grande importanza per le PMI, ambito in cui le soluzioni proposte da WASABI possono avere un impatto più che positivo, andando a ridurre il tempo di addestramento dei lavoratori e assistendoli durante i compiti più complicati.

L'utilizzo dell'AI conversazionale è reso più facile ed intuitivo grazie ad un sistema di elaborazione del linguaggio naturale (Natural Language Processing, NLP), che permette ai computer di comprendere interpretare e rispondere al linguaggio umano in modo sempre più naturale ed efficace. WASABI, nell'ottica della sostenibilità, riutilizza e personalizza tecnologie provenienti da altri progetti, in particolare impiega la piattaforma per la gestione dei rifiuti rEUse e l'assistente digitale COALA, basato su AI e in grado di supportare la produzione e il collaudo finale dei prodotti.

WASABI

wasabieu | digital intelligent assistance solutions

Dare una spinta alla competitività delle PMI: Airise.eu

Sempre nel quadro dell'iniziativa I4MS il progetto Airise.eu offre diversi servizi di integrazione di soluzioni di intelligenza artificiale alle piccole e medie imprese, tra cui un servizio iniziale di AI Navigation, ovvero una prima analisi dell'azienda per capire le sfide dei loro processi produttivi e abbinarci l'applicazione di AI più calzante.

L'obiettivo finale di Airsise.eu è la promozione di sistemi produttivi più efficienti nell'ambito manifatturiero, in modo da ridurre gli scarti di produzione e le emissioni di gas serra, garantendo comunque una produzione resiliente e competitività all'interno del mercato.

Arise.eu fa ampio uso dell'intelligenza artificiale, andando a proporre alle PMI sei diversi ambiti di applicazione: propone l'utilizzo dell'AI nel campo del design e dell'engineering, nel campo del monitoraggio dei processi e del controllo, nel campo delle operazioni di manifattura, nel campo della catena di produzione e nella supply chain ed infine nei servizi di addestramento del personale. Tutti questi ambiti possono giovare in modo diversificato e con intensità diverse dall'integrazione di soluzioni AI, ma concorrono tutti allo sviluppo dell'obiettivo finale di sostenibilità dei processi produttivi, mantenendo la competitività delle PMI.

Supply chain ed economia circolare: il progetto CIRCULOOS



CIRCULOOS offre una possibilità trasformativa verso l'economia circolare alle piccole e medie imprese, facendo affidamento sulle potenzialità di soluzioni data-driven per la costruzione di un ecosistema collaborativo nel quale le supply chain possono diventare dinamiche e ridurre il proprio impatto sull'ambiente.



L'obiettivo di CIRCULOOS è quindi quello di costruire una nuova gestione di supply chain circolari ed end-to-end che integrino analisi multimodali avanzate, per fare ciò è quindi fondamentale la creazione di una piattaforma per supply chain circolari e agili.



Questa piattaforma avrà un'architettura ICT aperta e si baserà sulla piattaforma esistente RAMP IoT and marketplace già in uso in molte PMI manifatturiere. La piattaforma si articolerà in tre moduli dedicati a: produzione intelligente, valutazione della sostenibilità e condivisione affidabile dei dati, in modo da orchestrare in maniera collaborativa tutti i processi di produzione ed esecuzione lungo l'intera catena di fornitura. Inoltre, le componenti software di RAMP per la gestione dei dati derivano dagli elementi consolidati dell'architettura FIWARE, riferimento per i Digital Twins.

AI.REDGIO 5.0: un progetto per l'evoluzione del mondo manifatturiero

AI.REDGIO 5.0 è un progetto nato nell'ambito dell'iniziativa I4MS2 che coordina l'evoluzione del settore manifatturiero europeo verso l'industria 5.0, portando nelle aziende le tecnologie Cloud e AI, per arrivare a dei processi produttivi basati sulla collaborazione attiva tra esseri umani e robot.

Nel corso del progetto, sette PMI sono monitorate da vicino nell'implementazione delle loro sperimentazioni, mentre quattordici Didactic Factories (DFs) in tutta Europa stanno portando avanti esperimenti formativi specificamente progettati per le PMI. Questa sinergia garantisce che i vantaggi dell'AI e delle nuove tecnologie siano accessibili e rilevanti per l'intero ecosistema manifatturiero. AI REDGIO 5.0 ha previsto anche il lancio di 2 Open Call mirate a finanziare 20 esperimenti aggiuntivi, offrendo alle PMI e alle small mid-caps l'opportunità di partecipare attivamente alla trasformazione digitale dell'Industria 5.0 con un finanziamento complementare per la realizzazione dei loro esperimenti.

AI REDGIO 5.0 consente quindi alle aziende manifatturiere, con un particolare focus sulle PMI, di sviluppare e implementare soluzioni avanzate basate su cloud/edge computing per diverse applicazioni industriali. Tra queste, rientrano la manutenzione predittiva, il controllo qualità, la produzione a zero difetti, la valutazione del ciclo di vita, la gestione intelligente delle risorse, la collaborazione uomo-robot e i digital twin. Per raggiungere questi obiettivi, il progetto fornisce, sia strumenti open source gratuiti e di facile utilizzo per la creazione di pipeline AI/ML edge-to-end, sia modelli e schemi di implementazione AI su cloud/edge adattati a specifiche applicazioni industriali.

AI REDGIO 5.0

AI REDGIO 5.0 | EU project

Gli *use case* presentati nella sezione seguente sono stati scelti e raccolti tra i progetti sviluppati da MADE – Competence Center Industria 4.0.

Actor-active monitoring: ridurre il rischio di incendio con l'AI

L'azienda trentina Meccanica del Sarca conta tra le lavorazioni tipiche dei suoi processi produttivi la lavorazione del legno tramite macchine utensili che comportano accumuli di truciolo e polvere, mentre l'aumento dello sforzo di taglio porta ad un aumento localizzato di calore e quindi ad un principio di innesco di incendio all'interno dell'impianto. L'azienda, in collaborazione con Cefriel, ha quindi sviluppato un sistema di allarme integrato con AI, anche a fronte dello scarso funzionamento dei sistemi di monitoraggio e allarme tradizionali.

Actor-active monitoring è una soluzione che apporta numerosi benefici all'azienda, tra cui un miglioramento della gestione del rischio, individuando infatti la causa del pericolo in tempo reale è possibile applicare la soluzione più idonea per mitigarlo. Si ritiene inoltre che con questo sistema si possa ridurre del 90% l'impatto economico dei potenziali danni dovuti ad incendi.

Il progetto utilizza algoritmi di intelligenza artificiale applicata a tecniche di computer vision per dotare una tradizionale telecamera di funzionalità aggiuntive come l'identificazione delle scintille che potrebbero far scaturire un incendio e la classificazione delle condizioni di pericolo opportunatamente catalogate per le lavorazioni dell'azienda. La rilevazione del rischio avviene poi in tempo reale, creando così un sistema intelligente di monitoraggio real-time dei processi produttivi, abilitando l'azienda a effettuare le lavorazioni in maniera non presidiata.

Cefriel POLITECNICO DI MILANO

MADE Competence Center I4.0

ACTOR- ACTIVE MONITORING - MADE

Controllo Prod.-Man.-Gest: manutenzione strategica degli impianti

L'impresa bergamasca Lombarda S.p.a. realizza manufatti in cemento per il settore costruzioni e attualmente il controllo dei processi produttivi e della manutenzione macchinari viene realizzato in modalità manuale. Il sistema Controllo Prod.-Man.-Gest mira quindi ad avallare questa problematica, garantendo la rilevazione automatica dei dati di processo dell'impianto mediante soluzioni di connettività tra macchinari e un sistema informativo sviluppato per il controllo in tempo reale delle prestazioni e del funzionamento delle macchine.

Il progetto mira quindi a velocizzare la rilevazione dei processi di produzione, efficientandone la gestione e portando un approccio strategico alla manutenzione, aumentando anche la disponibilità delle macchine con una nuova gestione dei fermi o dei guasti. In questo modo l'azienda ottimizza la produzione, potendo pianificare gli ordini a seconda delle disponibilità delle macchine, e acquisisce anche un vantaggio competitivo sul mercato.

Controllo Prod.-Man.-Gest si sviluppa in collaborazione con Alleantia e Fincons Group e per raggiungere i suoi obiettivi di automazione utilizza Sensori e soluzioni di revamping dei macchinari necessari per la rilevazione automatica dei parametri produttivi, abbinati ad una piattaforma digitale per il monitoraggio e controllo in tempo reale della produzione e delle manutenzioni.

MADE Competence Center 4.0

Alleantia

FINCONS GROUP

CONTROLLO PROD.-MAN.-GEST. - MADE

Macchine a controllo numerico e Big Data: Machines Data Integration

Valtecne Spa è un'azienda specializzata nella meccanica di precisione e nell'ottimizzazione delle macchine a controllo numerico (CNC), migliorando produttività e competitività. L'attuale gestione non digitale dei dati di fabbrica degli utensili delle macchine CNC causa però inefficienze del processo produttivo, non consentendo la standardizzazione nel processo di preparazione degli utensili e generando una perdita economica per via del potenziale acquisto di utensili "doppi". Il progetto Machines Data Integration propone quindi l'implementazione di una gestione digitale e integrata dei dati utensili.

Gli obiettivi di Machines Data Integration sono quindi l'ottimizzazione del setup delle macchine CNC e la standardizzazione del processo di preparazione degli utensili che consente la riduzione degli errori di montaggio, del conseguente danneggiamento dei macchinari e dei costi di approvigionamento utensili. Il progetto ha portato inoltre una diminuzione delle condizioni di stress dei lavoratori per la ricerca utensili, nonché la riduzione di rischi per la sicurezza grazie alle nuove procedure di montaggio.

Componente fondamentale di questa digitalizzazione è il SW TP32 (Sistema Integrato Gestione Utensili), che consiste in un applicativo Python che fornisce informazioni sullo stato di esecuzione dell'estrazione dopo che questa è stata lanciata dall'utente e impedisce qualsiasi operazione che possa compromettere i file di input. La capacità di analisi dei Big Data risulta quindi fondamentale per il corretto funzionamento dell'applicativo SW TP32.

MADE Competence Center 14.0

Machines Data Integration - MADE

Il progetto EDGILE: applicazioni AI nelle catene di assemblaggio

Cosberg è un'azienda specializzata nella realizzazione di impianti per l'automazione dei processi di assemblaggio di prodotti per diversi settori manifatturieri. I loro impianti di assemblaggio necessitano quindi di set-up frequenti per produrre diverse varianti di prodotto, implicando lunghi tempi di fermo per le attività di configurazione e la necessità di forti competenze tecniche del costruttore dell'impianto. Il progetto EDGILE propone una piattaforma svincolata dall'ambiente PLC capace di impostare in modo semplice nuovi cicli di lavorazione e i relativi parametri di processo.

L'azienda trarrà quindi benefici da questa piattaforma risparmiando nei tempi di configurazione dell'impianto, che potranno essere svolte da remoto e anche da operatori non esperti di programmazione. La piattaforma permetterà anche di tracciare i processi produttivi al fine di garantire qualità dei materiali e delle lavorazioni e i processi adattivi intelligenti assicureranno una riduzione degli scarti fino al 10%.

Il progetto comprende diverse tecnologie volte all'implementazione di altrettante funzionalità: le tecnologie Edge assicurano la gestione da remoto dell'impianto, la tecnologia IoT assicura la tracciabilità del processo di lavorazione e garantisce gli indici di qualità dei prodotti. Le tecnologie AI permettono invece di integrare un approccio adattivo al processo, calcolando in tempo reale i parametri di lavorazione dei componenti da assemblare, infine la tecnologia HMI consente un'interfaccia della piattaforma basata su dashboard interattive e intuitive.

MADE
Competence Center 14.0

EDGILE - MADE

Digital Twin di un impianto di ossidazione

Gaser Ossido Duro srl è un'azienda leader nel settore dei trattamenti superficiali per metalli che ha avviato un processo di digitalizzazione, ma si affida ancora a soluzioni manuali per quanto riguarda la gestione delle commesse, con rischi di sprechi e di fallimenti. Come soluzione l'azienda ha avviato un progetto che prevede la creazione di un Digital Twin che consentirà di simulare il funzionamento di un impianto di ossidazione, permettendo di attuare analisi predittive su guasti e manutenzioni e ottimizzando la schedulazione delle commesse.

L'implementazione del Digital Twin migliorerà l'efficienza produttiva, riducendo sprechi di tempo, risorse ed energia. Verrà anche ottimizzato l'uso delle attrezzature e delle materie prime, garantendo il rispetto dei tempi di consegna e migliorando la qualità del prodotto. Il progetto migliorerà inoltre la competitività aziendale grazie alla riduzione di inefficienze, il controllo dei costi e l'aumento della capacità produttiva.

Per la realizzazione del Digital Twin dell'impianto di ossidazione l'azienda impiegherà sensori per la raccolta dei dati e li caricherà su piattaforme di analisi in grado di utilizzare algoritmi di schedulazione avanzati. Le simulazioni di layout produttivo potranno così essere eseguite in ambiente virtuale prima di essere implementate nell'impianto reale, andando a ridurre gli sprechi e migliorare l'efficienza dei processi produttivi.

MADE
Competence Center 14.0

Digital Twin di un impianto di ossidazione - MADE

Gli *use case* presentati nella sezione seguente sono stati scelti e raccolti tra i progetti sviluppati da Bi – Rex – Big Data Innovation & Digital Excellence.

EVOCATION: monitoraggio dei parametri diagnostici con sensori di nuova generazione

Le tecniche di monitoraggio, diagnostica, e previsione possono migliorare l'efficienza e la qualità dei processi produttivi, con un significativo incremento di competitività, l'applicazione di tali metodi è però spesso limitata dal costo di acquisizione e dalla scarsità di determinate tipologie di informazioni. Il progetto EVOCATION, guidato da Bonfiglioli si propone di affrontare tali problematiche

EVOCATION - sEnsori innovatiVi cOst effeCtive per monitoraggio parametri diAgnosTici e condizioni di carIcO macchiNari ha come obiettivo è la realizzazione di soluzioni sinergiche che integrino elementi hardware, software, tecniche data-driven e conoscenza di dominio per monitoraggio, diagnostica e previsione con altra trasversalità applicativa. Lo sviluppo sarà guidato da casi industriali concreti su motoriduttori, valvole industriali, macchine automatiche e stampaggio pl e metallo.

Il progetto EVOCATION si sviluppa quindi in tre direzioni complementari: in primo luogo si concentrano sull'utilizzo di sensori di nuova generazione per il monitoraggio, a costi competitivi e di grandezze fisiche scarsamente coperte dalle tecnologie esistenti. In seguito EVOCATION si propone di individuare applicazioni innovative per tali sensori e progettare procedure di sperimentazione e setup. In ultimo, il progetto definisce anche metodologie di analisi che integrino elementi di Intelligenza Artificiale, elaborazione del segnale e modellazione fisica.

bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence

BI-REX Competence Center

OLEUM SPEC: AI applicata ai processi produttivi degli oli alimentari

La filiera oleicola, una delle più importanti del settore agro-alimentare italiano, è costituita da circa 4.300 frantoi e 220 imprese industriali. Questo settore comprende diverse categorie, come: la distribuzione, che interpreta i bisogni dei consumatori e chiede prodotti a prezzi predefiniti, i confezionatori che si riforniscono dai trasformatori e tramite l'arte del "blending" creano il prodotto richiesto. È in questo contesto contesto variegato che si inserisce il progetto OLEUM SPEC, guidato da Lab Service Analytica.

La necessità di introdurre sistemi analitici rapidi per una valutazione oggettiva delle caratteristiche organolettiche ha quindi dato inizio al progetto OLEUM SPEC - IA applicata all'ottimizzazione dei processi di produzione per la qualità e la sostenibilità di produzione degli oli alimentari e Extra-Vergine, che ha come scopo applicare l'intelligenza artificiale nei processi di analisi nel settore oleario, per facilitare il rispetto dei parametri normativi stringenti di qualità e purezza.

Il progetto mette a punto un modello predittivo semi-supervisionato che genera informazioni vitali per prendere decisioni critiche, basato sulla sinergia tra macchine analitiche ed un applicativo on-demand, in grado di acquisire informazioni dagli strumenti (Industria 5.0) e restituire modelli predittivi sui parametri di qualità dei prodotti ("volatolomics", "blending", "shelf life") o di processo, come la manutenzione predittiva.

bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence

BI-REX Competence Center

SMARTCASM: applicazioni di NLU e NLP per comprendere l'ambito dei processi industriali

Con l'avvento dell'Industry 4.0, l'utilizzo dell'IA è un ambito dove le aziende hanno cominciato a sperimentare enormi benefici, ma gran parte della conoscenza aziendale viene ancora conservata in documenti non strutturati come manuali, presentazioni, Excel o addirittura trasmessa a voce. Oggi è possibile integrare le IA con applicazioni in grado di raccogliere questa conoscenza direttamente dal linguaggio naturale come si propone di fare il progetto SMARTCASM, guidato da Bonfiglioli.

Il progetto si propone di usare modelli Natural Language Understanding (NLU) e natural Language Processing (NLP) per comprendere il contesto dei processi industriali, offrendo risultati in ambito di integrazione, efficientamento delle attività produttive e condividendone la comprensione a tutti i livelli aziendali tramite Knowledge Graph. Lo sviluppo del progetto sarà guidato da casi d'uso concreti partendo da ambiti di interesse basati sulla raccolta e condivisione delle conoscenze aziendali.

Grazie allo studio di tecniche avanzate, come ChatGPT, è possibile utilizzare il linguaggio naturale in maniera intuitiva, specialmente in settori dove la raccolta informazioni è non strutturata. Insieme alle opportunità offerte da sistemi come i Digital Twin, le applicazioni di IA potenziate da modelli di NLU e NLP permettono un rapporto uomo-macchina semplificato e focalizzato ai risultati.

bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence

BI-REX Competence Center

Ridurre l'impatto ambientale dei processi produttivi: il progetto Quest

Quest - QUantificazione E abbattimento dell'impatto ambientale dei proceSsi automatizzati di impaccheTtamento grazie a LCA ed Ecodesign è un progetto ideato da IMA per andare incontro alle normative vinìgenti e alle disposizioni regionali in materia di sostenibilità dei processi produttivi legati all'imballaggio.

L'obiettivo principale della proposta è quello di sviluppare un approccio sistemico, comune ai partecipanti e condiviso per il miglioramento continuo delle attività legate alla gestione del ciclo di vita delle macchine automatiche per il confezionamento e l'imballaggio attraverso un approccio fondato sui concetti della sostenibilità ambientale e gli strumenti per la sua implementazione.

Le attività interesseranno tutto il ciclo di vita a partire dalla progettazione, la realizzazione, l'uso e il fine vita. Nell'ambito del progetto si procederà allo sviluppo di una specifica metodologia di valutazione di impatto ambientale basata sul LCSA (Life Cycle Sustainability Assessment) e dedicata alle macchine automatiche per il confezionamento e l'imballaggio. Questa metodologia verrà applicata a una serie di casi d'uso industriali, dove saranno selezionate le tipologie di macchine più significative su cui effettuare le analisi.

bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence

BI-REX Competence Center

MATRICS: automatizzazione dei processi produttivi in ambito healthcare

Baxter SpA in colloaborazione con K-Digitale Srl ha dato il via al progetto MATRICS - Multi-Assessment Technique for Reducing the Impact of Contamination Scenarios, che sperimenta applicazioni di tracciabilità e automatizzazione dei processi in ambito healthcare.

L'obiettivo di MATRICS consiste nell'effettuare un più efficace controllo negli scenari di rischio contaminazione, evolvendo l'attuale pratica manuale verso un sistema digitalizzato. La soluzione è stata testata all'interno di una struttura sanitaria del Lazio. La proposta persegue quindi l'obiettivo di aumentare la competitività delle imprese coinvolte, attraverso un processo di miglioramento e innovazione di processi produttivi, modelli di business e modelli organizzativi.

All'interno del progetto sono state sviluppate due azioni pilota impiegando la tecnologia RTLS (Real Time Location Services) per il contenimento del rischio di diffusione infezioni, ottenendo come output una soluzione di assoluta attualità e di potenziale replicabile e scalabile nel campo dell'hand hygiene compliance e di indoor positioning & navigation per le strutture sanitarie.

bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence

Multi-Assessment Technique for Reducing the Impact of Contamination Scenarios - MATRICS | BI-REX

Big Data per il monitoraggio delle routine diagnostiche: il progetto DATAH

Baxter SpA in colloaborazione con K-Digitale Srl ha guidato anche il progetto DATAH - A data driven solution to reduce multidrug-resistant (MDR) bacteria health hazard, che svilupperà un'innovativa piattaforma digitale per la gestione e il monitoraggio delle routine diagnostiche per la sorveglianza attiva delle colonizzazioni di batteri resistenti a terapia antibiotica (Multi Drug Resistant).

L'obiettivo del progetto è quindi quello di ridurre il rischio di contrarre infezioni antibiotico-resistenti all'interno delle strutture ospedaliere italiane, andando a digitalizzare e monitorare le routine diagnostiche, in modo da stabilire pattern di rischio e proporre soluzioni adeguate.

DATAH definisce l'architettura di una piattaforma digitale modulare, con particolare riferimento alla definizione di workflow dinamici per la gestione di protocolli complessi grazie alle competenze di Baxter nel fornire prodotti e servizi per strutture ospedaliere. Inoltre, la fase preliminare di data collection ha evidenziato la replicabilità del progetto in più strutture ospedaliere: DATAH non è quindi vincolato a particolari sorgenti e strutture dati, ma basato su database distribuito con funzione di Clinical Data Repository. L'expertise di K-Digitale è stata impiegata per l'integrazione nella piattaforma di elementi in campo in grado di fornire dati sulla localizzazione in tempo reale delle interazioni tra pazienti, personale sanitario, visitatori e dispositivi.

bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence

A data driven solution to reduce multidrug-resistant (MDR) bacteria health hazard - DATAH | BI-REX

ARPMAT: un progetto per l'implementazione della manutenzione predittiva

ARPMAT- Augmented Reality Predictive Maintenance Tool è un progetto di Marchesini Group SpA sviluppato in collaborazione con Sterek Sas per applicare le potenzialità dell'IoT alla manutenzione predittiva.

ARPMAT si prefigge l'obiettivo di risolvere in modo proattivo i problemi di assistenza prima che richiedano costosi interventi sul campo e provochino un periodo di inattività, integrando anche la possibilità di risolvere i problemi da remoto per diminuire drasticamente gli spostamenti del personale di assistenza e, quando necessario, arrivare sul posto con i ricambi, gli strumenti, le competenze e un piano che consentano di aumentare la percentuale di risoluzione al primo intervento.

Per raggiungere questi obiettivi il progetto punta verso l'integrazione nelle macchine di una sensoristica specifica per la rilevazione di "dati di campo" che comprendono informazioni sulla produttività di ciascun macchinario e processo, sul monitoraggio di qualità, sulla prevenzione di guasti, sui rallentamenti o interruzioni della produzione, fino al controllo dell'efficienza energetica e al monitoraggio della sicurezza sul lavoro o di loghi come data matrix o QR Code.

bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence

Augmented Reality Predictive Maintenance Tool - ARPMAT | BI-REX

Big Data per la gestione proattiva dei flussi logistici: il progetto INTRACE

Alascom Srl in partnership con Unitec SpA, SACMI Imola SC, Bonfiglioli SpA, Philip Morris Manufacturing and Technology Bologna SpA e Modis Consulting Srl ha dato origine al progetto INTRACE - INDOOR TRACEABILITY: Tracciabilità indoor per la gestione proattiva dei flussi logistici che analizzerà le problematiche di tracciamento prevalentemente indoor delle aziende End User in relazione ai casi d'uso di alcuni processi produttivi.

L'obiettivo principale del progetto è identificare, sviluppare, integrare ed applicare tecnologie abilitanti per la tracciabilità di prodotto e processo lungo la filiera produttiva intra ed extra-stabilimento attraverso un approccio collaborativo e proattivo.

Questi obiettivi sono stati raggiunti attraverso l'identificazione di tecnologie di sensoristica applicabili e di soluzioni informatiche per integrazione, gestione e analisi dei Big Data raccolti, che permetteranno di sviluppare un progetto pilota per il tracciamento del caso d'uso prescelto, attraverso la reingegnerizzazione dei processi logici e fisici, la definizione della struttura dati e l'integrazione della soluzione nel sistema informativo

bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence

INDOOR TRACEABILITY: Tracciabilità indoor per la gestione proattiva dei flussi logistici - INTRACE | BI-REX

Le tecnologie coinvolte nei processi produttivi nel Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing

Il Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing affronta le tematiche legate all'innovazione dei processi produttivi nello Spoke 6 di ICSC - Multiscale modelling & engineering applications, coordinato dal Prof. Fabio Sciarrino in collaborazione con il Prof. Sergio Saponara. Essendo i processi produttivi in ambito manifatturiero un tema trasversale, alcuni progetti legati a questa tematica si trovano all'interno di altri Spoke e verranno comunque riportati in questa sezione.

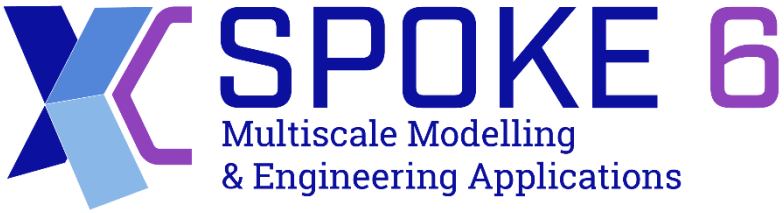


Figura 4: Logo dello Spoke 6 dell'ICSC

Lo Spoke 6 si occupa, da un lato, degli aspetti computazionali legati alla "modellazione multiscala" e, dall'altro, dell'utilizzo di strumenti HPC e Big Data per applicazioni nei vari campi della scienza e dell'ingegneria, affrontando così problemi che abbracciano diverse discipline, coinvolgendo più scale, insiemi di dati eterogenei e di grandi dimensioni e approcci interdisciplinari e multifisici, combinati con la capacità unica di tradurre le tecnologie numeriche e analitiche in applicazioni di diretto interesse e utilizzo per diversi campi scientifici e ingegneristici a livello nazionale e internazionale.

Tra i suoi obiettivi lo Spoke 6 mira a sostenere con attività scientifiche e di ricerca basate su soluzioni di Technology Readiness Level, l'innovazione in diversi campi dell'ingegneria che possano quindi apportare un impatto positivo nell'ambito sociale e industriale. I progetti relativi a questo Spoke esplorano quindi le opportunità uniche offerte dalla potenza del calcolo exascale e dai più recenti cluster di calcolo industriali per affrontare problemi multiscala.

L'uso di strumenti HPC e di Machine Learning (ML) e Intelligenza Artificiale (AI) per applicazioni in vari campi della scienza e dell'ingegneria consentirà, tra l'altro, di sviluppare Digital Twin e metodologie di progettazione basate su modelli. La potenza combinata di nuovi metodi e nuove architetture informatiche faciliterà quindi l'innovazione, andando ad aumentare l'efficienza e la sicurezza in molte aree critiche dell'ingegneria, contribuendo in ultima analisi alla transizione digitale verso un futuro più sostenibile.

Lo Spoke 6 concentra al suo interno progetti che spaziano in vari ambiti, dalla creazione di materiali avanzati alla fluidodinamica computazionale, da applicazioni legate alla scienza della vita all'utilizzo di HPC per sistemi complessi. Molti di queste iniziative, talvolta attuate in collaborazione con altri Spoke dell'istituto, trovano applicazione nel campo manifatturiero, andando ad innovare i processi produttivi, rendendoli più sicuri ed efficienti.

Il progetto MM: simulazioni digitali per reattori chimici

ENI, in collaborazione con l'università di Bologna, ha dato il via al progetto MM - Multiscale modelling of industrial three-phase stirred reactors finalizzato allo sviluppo di una strategia di simulazione per reattori chimici agitati a tre fasi.

I meccanismi predominanti da cui dipendono le prestazioni del reattore verranno modellati attraverso codici di Dinamica dei fluidi computazionale (CFD), tenendo conto dell'ampio range di ampiezza e di scale temporali dei processi industriali selezionati, mediante modelli sub-grid e equazioni di population balance, ovvero equazioni matematiche utilizzate per descrivere la distribuzione di particelle, gocce o bolle all'interno di un sistema multifase.

La risoluzione intensiva delle equazioni del modello è resa possibile grazie alle risolse di super computing (HPC), che rendono possibile la trasposizione dei risultati della ricerca dalla scala di laboratorio alla scala industriale. Inoltre, per garantire l'applicabilità industriale della strategia di modellazione e simulazione, la dinamica gas-solido-liquido e il trasferimento di massa saranno descritti attraverso un modello multi- fluido Reynolds Averaged (RANS).

Il modello sarà sottoposto ad una validazione su scala da laboratorio, basata su dati sperimentali e simulazioni Direct Numerical Simulation (DNS), un metodod avanzato di simulazione numerica utilizzato in fluidodinamica computazionale, che permetterà di identificare relazioni di chiusura affidabili.

Al termine del progetto verrà fornito uno strumento di progettazione per garantire un robusto scale-up dei rattori a tre fasi, tendendo conto dell'interazione tra le condizioni chimiche, fisiche e operative dei reattori.

eni

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

ASTRAL: machine learning per la diagnostica dei CPS

Lo Spoke 6 in collaborazione con lo Spoke 1 ha sviluppato il progetto ASTRAL - Analysis and monitoring (PHM) of multi-scale critical systems through Artificial Intelligence, coordinato da Thales Alenia Space Italia e in collaborazione con Autostrade per l'Italia, ENI, Engineering, Ferrovie dello Stato, IFAB, Leonardo, il politecnico di Milano, Terna, l'Università di Bologna, l'Università di Pisa e l'Università di Torino.

Il progetto si da come obiettivo lo sviluppo di algoritmi di Machine Learning per la diagnostica e la gestione della salute di sistemi cyber-fisici complessi (CPS), in risposta alla domanda di sistemi più affidabili, accessibili e adatti cicli di vita complessi. I CPS sono sistemi che integrano componenti fisiche e digitali, in grado di comnìbinare il mondo fisico con quello digitale attraverso sensori, attuatori e software e stanno rivoluzionando diversi settori produttivi, aumentando l'efficenza e la sicurezza.

Per raggiungere i suoi obiettivi, ASTRAL intende sviluppare gemelli digitali dei CPS coinvolti, che andranno ad alimentare gli algoritmi di AI per il monitoraggio dell'affidabilità dei modelli. In questo modo gli algoritmi di machine learning saranno in grado di analizzare e monitorare le serie storiche per individuare possibili anomalie nei sistemi con l'obiettivo finale di identificare le cause di tali anomalie per evitare che si ripetano nel tempo. Verrà inoltre utilizzata l'analisi dei Big Data per studiare l'affidabilità del sistema e stimare la vita utile residua, rendendo possibile la previsione di una potenziale anomalia molto prima che questa si verifichi.

ASTRAL intende inoltre creare una raccolta trasversale di use case, in modo da creare sinergie tra diversi settori industriali e ambiti di applicazione, come il settore energetico, aerospaziale e delle infrastrutture critiche, al fine di raggiungere una convergenza verso una strategia nazionale di ricerca, capace di condividere piattaforme AI-based e HPC per le applicazioni di prognosi e healt-management.

Un Digital Twin per l'identificazione dei guasti nei turbogeneratori: il progetto TUAI

TUAI - TUrbogenerator monitoring and AI-based anomaly detection è un'estensione del progetto madre ASTRAL - Analysis and monitoring (PHM) of multi-scale critical systems through Artificial Intelligence e si sviluppa all'interno dello Spoke 6 sotto la guida di Fincantieri in partnership con l'Università di Pisa.

Il progetto TUAI va a cercare un miglioramenti dei processi produttivi nell'ambito del rilevamento delle anomalie e la diagnostica predittiva nel settore delle turbomacchine, che riguarda la progettazione e la produzione di macchine rotanti in grado di trasformare energia da e verso un fluido in movimento, risultando quindi essenziali in diversi settori industriali, tra cui quello energetico, aerospaziale, navale e automotive. Più nello specifico i turbogeneratori sono un'applicazione composta da una turbina e da un generatore elettrico e sono in grado di convertire l'energia meccanica in elettricità, risultando ampiamente utilizzati nelle centrali elettriche.

TUAI propone infatti la creazione di un Digital Twin di turbogeneratori, che alimenterà algoritmi di intelligenza artificiale e machine learning che analizzeranno i sensori reali e virtuali per poter in questo modo non solo rilevare e prevedere le anomalie dei sistemi energetici, andando poi a identificare le cause di tali guasti, ma renderà possibile anche stimare la vita utile residua dei dispositivi.

Lo sviluppo di questo progetto non solo segnerà un miglioramento dell'efficacia dei processi produttivi delle aziende che lo applicheranno ma, focalizzandosi principalmente su turbogeneratori e applicazioni navali, rappresenta inoltre un prezioso contributo alla strategia italiana sull'intelligenza artificiale e high-performance computing per la diagnostica predittiva.

FINCANTIERI

IN SUPREMÆ DIGNITATIS 1343
UNIVERSITÀ DI PISA

Il progetto ML: simulazioni numeriche avanzate per il miglioramento dei processi produttivi

ML - Blending Machine Learning with advanced numerical simulations: application to the sustainable exploitation of natural resources è un progetto a guida ENI in collaborazione con INFN e Università di Trieste che si sviluppa all'interno dello Spoke 2.

Questo progetto si sviluppa attraverso l'unione di simulazioni numeriche avanzate con tecniche di machine learning nell'ambito dello sfruttamento sostenibile delle risorse naturali.

Con simulazione numerica avanzata si intende l'utilizzo di un metodo computazionale che impiega modelli matematici e algoritmi per analizzare e prevedere il comportamento di sistemi complessi in diversi settori. Questa tecnica permette una riduzione dei costi e dei tempi di sviluppo, al tempo stesso migliorando l'accuratezza delle previsioni dei modelli e della sicurezza sul posto di lavoro.

Le simulazioni numeriche avanzate risultano quindi di grande importanza per gli ingegneri ENI, sia per la simulazione della modellazione del flusso delle risorse energetiche del sottosuolo, sia per la simulazione delle prestazioni degli impianti in superficie.

Le simulazioni numeriche avanzate, combinate con algoritmi di machine learning, permettono quindi di ottimizzare l'estrazione e la gestione delle risorse energetiche, migliorando l'efficienza dei processi produttivi e riducendo i rischi associati alle attività di esplorazione ed estrazione







Identificare le anomalie nei desolvetizzanti: il progetto SAFE

Lo Spoke 2 ospita anche SAFE - Secure anomaly detection edge AI system For critical Environments, un progetto a guida IFAB in collaborazione con l'Università di Bologna e mirato a promuovere la sicurezza e l'efficienza nelle industrie chimiche, energetiche e alimentari.

Il progetto consiste nello sviluppo di un sistema Edge AI per la previsione delle anomalie nei processi produttivi critici all'interno industrie, con un'enfasi speciale sul monitoraggio dei desolvetizzanti. Un desolventizzante è una particolare apparecchiatura industriale, impiegata soprattutto nel settore alimentare e chimico, utilizzata rimuovere solventi da materiali solidi o liquidi durante i processi produttivi. Un malfunzionamento di questa apparecchiatura può portare a perdite di solvente, inefficienza energetica, nonché a rischi per la sicurezza dei lavoratori.

Per questo motivo, SAFE si servirà di sensori per la raccolta dati in tempo reale e di algoritmi di machine learning per l'identificazione di eventuali malfunzionamenti nel minor tempo possibile. Il sistema Edge AI permetterà inoltre di elaborare i dati senza doverli inviare a server remoti, migliorando la rapidità e la sicurezza.

L'articolazione di questo progetto si può riassumere in quattro fasi principali: l'analisi del problema che permette di identificare le criticità dei processi industriali, la gestione dei dati, lo sviluppo del modello Edge AI per il rilevamento delle anomalie e infine una fase di test e validazione per stimare l'affidabilità e la precisione del modello in condizioni operative reali

iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

WTM – modellazione di pale eoliche per stimare la produzione energetica

WTM - HPC-scale wind turbine modelling and simulation for maintenance and forecasting nasce all'interno dello Spoke 6, sotto il coordinamento di ENI in partnership con CNR e l'Università di Roma Sapienza, con l'obiettivo di sviluppare tecnologie avanzate per la simulazione del comportamento dell'energia eolica.

Queste simulazioni si basano su modelli multiscala e multifisici implementati su architetture HPC, che andranno a migliorare la gestione e l'efficienza degli impianti eolici, incorporando l'esperienza di accademici leader del settore e gruppi di ricerca di industriali specializzati nel campo dell'energia eolica.

Il progetto andrà a esplorare tre tematiche principali, sfruttando approcci innovativi nella misurazione dell'energia eolica. Una prima tematica prevede la creazione di un modello in grado di analizzare il fenomeno dell'erosione delle pale, così da prevedere quanta energia potà essere prodotta da una determinata turbina e quanta ne verrà persa per via dell'erosione. In secondo luogo, il progetto mira a poter prevedere quanta energia potrà essere prodotta dall'intero campo eolico. Infine SAFE prevede di creare un sistema di monitoraggio intelligente delle turnìbine grazie all'AI, che sarà operativo grazie a sistemi di condition-based monitoring e che permetteranno di attuare una manutenzione predittiva, andando in ultimo a ridurre i costi.

L'integrazione di architetture HPC e di algoritmi di AI consentirà quindi la costruzione di modelli avanzati di simulazione, che a loro volta permetteranno una gestione più efficacie e sostenibile dell'enrgia eolica.





AWAD: la sfida dei processi di smaltimento dei rifiuti

I processi produttivi delle industrie creano numerosi scarti e rifiuti sempre più complessi chimicamente e di conseguenza difficili da smaltire. In risposta a questa problematica IFAB, in partnership con CNR, Tampieri, Università di Pisa e Università di Trieste ha dato il via al progetto AWAD – Agro-industrial Waste valorization through Machine-learning Accelerated Design che si posiziona nell'ecosistema dello Spoke 7.

AWAD in particolare si concentra sui meccanismi di degradazione dei rifiuti agroindustriali, trasformandoli da scarti, come i biofiller naturali, a biocomposti commerciabili con proprietà ottimizzate. In questi modo le industrie agroalimentari potranno beneficiare anche dei propri materiali di scarto, andando a creare nuovi processi produttivi.

Il progetto si propone quindi di individuare le modalità e i meccanismi di degradazione dei biofiller naturali, questi risultati permetteranno poi la creazione di modelli di regressione basati su machine learning per prevedere le proprietà meccaniche dei biocomposti plastici finali.

Questi modelli di machine learning, che collegano i componenti naturali alla degradazione e alle proprietà meccaniche, potranno essere utilizzati anche in altre ricerche sulla scienza e l'ingegneria dei materiali.

L'iniziativa prevede inoltre la progettazione razionale di misure per la minimizzazione della degradazione delle biocariche e la creazione di modelli predittivi per le proprietà funzionali dei biocomposti a base agricola.

IFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

Consiglio Nazionale delle Ricerche

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

UNIVERSITÀ DI PISA

Tampieri

Efficientare i processi produttivi attraverso nuovi materiali: il progetto PISA

Lo Spoke 7 ospita anche PISA - Harnessing HPC: Granarolo's Bio-Driven RevolutIon for Sustainable Packaging, un progetto a guida IFAB in collaborazione con CNR; ENEA, Università di Pisa, Università di Trieste e Università d Trento.

PISA vuole andare ad implementare i processi di produzione rendendoli più sostenibili e si focalizza sull'innovazione del packaging dei prodotti lattiero caseari attraverso la creazione di plastiche bio-based, facilmente riciclabili.

Il progetto implementerà nuovi materiali e soluzioni migliori per le industrie agroalimentari, le catene di approvvigionamento e le industrie di imballaggio: la nuova opzione non porterà quindi solo benefici all'interno dei processi produttivi di diversi settori, ma permetteranno anche a una maggiore durata di conservazione dei prodotti lattiero-caseari e a un'economia più circolare, minimizzando le emissioni di CO_2 associate al ciclo di vita degli imballaggi.

Per raggiungere questo obiettivo il progetto farà uso di una strategia combinata di una vasta gamma di tecniche di modellazione basate su super computing (HPC), che simuleranno i flussi di lavoro, permettendo così lo studio delle proprietà delle bioplastiche, dando spazio a soluzioni biodegradabili o provenienti da materiali di riciclo.

iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

Consiglio Nazionale delle Ricerche
ENEA Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
Università di Pisa
Università di Trento
Università degli Studi di Trieste

Ridurre i tempi di risoluzione dei guasti nel settore marittimo: ATOS

Nell'ambito dello Spoke 9 dell'ICSC, Fincantieri in collaborazione con l'Università Milano-Bicocca ha sviluppato il progetto ATOS - Automatic Troubleshooting for Onboard Ship Systems volto a migliorare i tempi di risposta ai guasti nel settore navale.

I sistemi di bordo delle navi sono sistemi complessi di grandi dimensioni che gestiscono l'intero funzionamento dei vascelli e la loro intrinseca complessità li porta ad essere proni alla manifestazione di comportamenti anomali, la cui origine deve essere tempestivamente individuata e risolta per evitare gravi incidenti.

Il progetto ATOS approccia questa problematica in due fasi: attraverso la localizzazione iterativa dei guasti attuata da un operatore prima, e la risoluzione assistita da un computer in un secondo momento, dove gli operatori verranno supportati nella diagnostica e nella riparazione.

La prova concreta dell'efficacia di questa metodologia verrà prodotta dall'applicazione di queste tecniche a tre diversi sistemi soggetti di FC NXT, la realtà di eccellenza italiana Fincantieri NexTech che fornisce prodotti e servizi nell'ambito dell'automazione navale, dell'elettronica e della sistemistica avanzata.

ATOS ha grande rilevanza soprattutto nei settori di produzione di energia da combustibili fossili e nell'industria chimica, dove la rapidità nell'identificazione e nella risoluzione dei guasti risulta fondamentale per garantire sicurezza ed efficienza operativa.

FINCANTIERI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA

Le tecnologie emergenti per i processi produttivi in manifattura

Nel documento del Joint Research Center della Commissione Europea "Weak Signals in Science and Technologies – 2024. Technologies at an early stage of development that could impact our future", si identificano 221 segnali deboli in termini di tecnologie emergenti. 36 di questi riguardano l'ambito dei materiali e della manifattura avanzata.

Nel campo della manifattura, si segnalano segnali deboli in particolare nel campo dei processi additivi.



Figura 5. Processi additivi nelle fabbriche del futuro. Immagine generate con strumenti di IA (credits: Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo, 2025)

Focus: Parole di Futuro

Cos'è un Segnale debole?

I segnali deboli sono indizi o tendenze emergenti che, sebbene inizialmente poco visibili o non ancora pienamente sviluppati, possono anticipare cambiamenti significativi in un settore, un mercato o una società.
Caratteristiche dei segnali deboli sono:

- Bassa visibilità iniziale: non sono ancora mainstream e potrebbero essere trascurati da molti;
- Crescita potenziale: se osservati nel tempo, possono rafforzarsi e diventare trend dominanti;
- Ambiguità: non è sempre chiaro se e come influenzeranno il futuro;
- Multidisciplinarità: possono provenire da settori diversi e avere implicazioni trasversali.

Individuare i segnali deboli richiede un'attenta osservazione delle dinamiche di mercato, delle ricerche scientifiche, dei comportamenti sociali e delle innovazioni tecnologiche, unendo dati quantitativi e qualitativi per intercettare il futuro prima che diventi evidente.

Additive Friction Stir Deposition

La Additive Friction Stir Deposition (AFSD) è un processo emergente di manifattura additiva allo stato solido, che unisce i principi della saldatura a frizione (friction stir welding) e della stampa 3D. A differenza dei metodi tradizionali di stampa 3D metallica che fondono il materiale con laser o fasci di elettroni, l'AFSD costruisce oggetti senza fondere il materiale, ma semplicemente ammorbidendolo tramite attrito.

Si parte da un materiale metallico in forma di barra o filo, che viene spinto attraverso uno strumento rotante. Lo strumento, ruotando e premendo contro la superficie, genera calore per attrito che ammorbidisce (ma non fonde) il materiale. Il materiale ammorbidito viene plasticamente deformato e mescolato con il substrato o lo strato precedente, creando una forte adesione meccanica. Il processo continua sovrapponendo strati per ottenere un oggetto 3D completo.

Vantaggi principali:

- Processo allo stato solido: Nessuna fusione implica meno difetti (come porosità o cricche);
- Eccellenti proprietà meccaniche grazie alla struttura a grani fini creata dal processo;
- Compatibile con leghe difficili da saldare, come alluminio, titanio, acciai ad alta resistenza;
- Basse tensioni residue e deformazioni perché le temperature restano sotto il punto di fusione.

Laser Direct Energy Deposition

La Laser Direct Energy Deposition (Laser DED) è una tecnologia avanzata di manifattura additiva per metalli che utilizza un laser ad alta potenza per fondere il materiale mentre viene depositato, costruendo oggetti strato dopo strato. A differenza dei processi allo stato solido come l'AFSD, la DED fonde direttamente il materiale, consentendo una maggiore libertà geometrica e la possibilità di riparare o modificare componenti esistenti.

Si parte da un materiale metallico in forma di polvere o filo, che viene alimentato direttamente nella zona di lavorazione attraverso ugelli speciali. Un laser focalizzato fonde istantaneamente il materiale nel punto in cui viene depositato. Il materiale si solidifica rapidamente, formando uno strato solido che aderisce al substrato o allo strato precedente. La testa di deposizione, montata su un braccio robotico o una macchina CNC, si muove secondo un percorso definito, permettendo la costruzione del pezzo 3D.

Vantaggi principali:

- Deposizione precisa e localizzata del materiale grazie al controllo mirato del laser;
- Riparazione e rivestimento di componenti esistenti, oltre alla costruzione di nuovi pezzi;
- Possibilità di combinare materiali diversi in un unico componente;
- Riduzione degli sprechi di materiale rispetto ai processi sottrattivi tradizionali.

Fusione a letto di polvere

La Laser Powder Bed Fusion (LPBF) è una delle tecnologie più diffuse e avanzate di manifattura additiva per metalli, appartenente alla famiglia della fusione a letto di polvere. Utilizza un laser ad alta potenza per fondere selettivamente sottili strati di polvere metallica, costruendo il pezzo strato dopo strato con estrema precisione.

Il processo inizia con la stesura di uno strato uniforme di polvere metallica su una piattaforma. Un laser focalizzato scansiona la superficie seguendo il modello 3D del pezzo, fondendo solo le aree desiderate. Una volta completata la fusione dello strato, la piattaforma si abbassa di una frazione di millimetro e un nuovo strato di polvere viene distribuito sopra. Questo ciclo si ripete fino a ottenere il componente completo.

Vantaggi principali:

- Alta risoluzione e precisione: ideale per componenti complessi e dettagliati;
- Buone proprietà meccaniche: grazie alla completa fusione del materiale;
- Libertà geometrica: consente la realizzazione di geometrie interne complesse e reticolari;
- Adatto a una vasta gamma di materiali metallici, tra cui acciaio, titanio, alluminio, nickel e leghe speciali.

Manifattura additiva volumetrica

La Volumetric Additive Manufacturing (VAM) è una tecnologia di stampa 3D emergente e rivoluzionaria che si distingue dai metodi additivi tradizionali per la sua capacità di creare oggetti tridimensionali in un singolo passaggio, senza procedere strato per strato. Si basa su principi simili alla tomografia (come nelle TAC mediche) e sfrutta proiezioni di luce o energia per solidificare simultaneamente un intero volume di materiale fotosensibile.

Il processo prevede l'utilizzo di una resina liquida fotosensibile contenuta in un recipiente trasparente. Attraverso proiezioni luminose multiple e sincronizzate, calcolate a partire da un modello 3D, si irradia selettivamente la resina da diverse angolazioni. Le aree del liquido che ricevono una quantità sufficiente di energia si solidificano contemporaneamente, dando forma all'oggetto in pochi secondi o minuti, senza movimenti meccanici o deposizione layer-by-layer.

Vantaggi principali:

- Velocità eccezionale di produzione: oggetti stampati in pochi secondi o minuti;
- Assenza di strati visibili: superficie liscia e qualità estetica superiore;
- Maggiore libertà progettuale grazie all'assenza di supporti o vincoli meccanici;
- Minore stress meccanico e deformazione del pezzo grazie alla solidificazione uniforme.

Industria 5.0: il paradigma della manifattura del futuro

Sta inoltre emergendo il concetto di Industria 5.0. Non si tratta di una tecnologia in senso stretto, bensì di un paradigma trasformativo della produzione manifatturiera che fonde l'ingegno umano con l'intelligenza artificiale, ponendo l'accento su un approccio più sostenibile, resiliente e incentrato sulla persona.

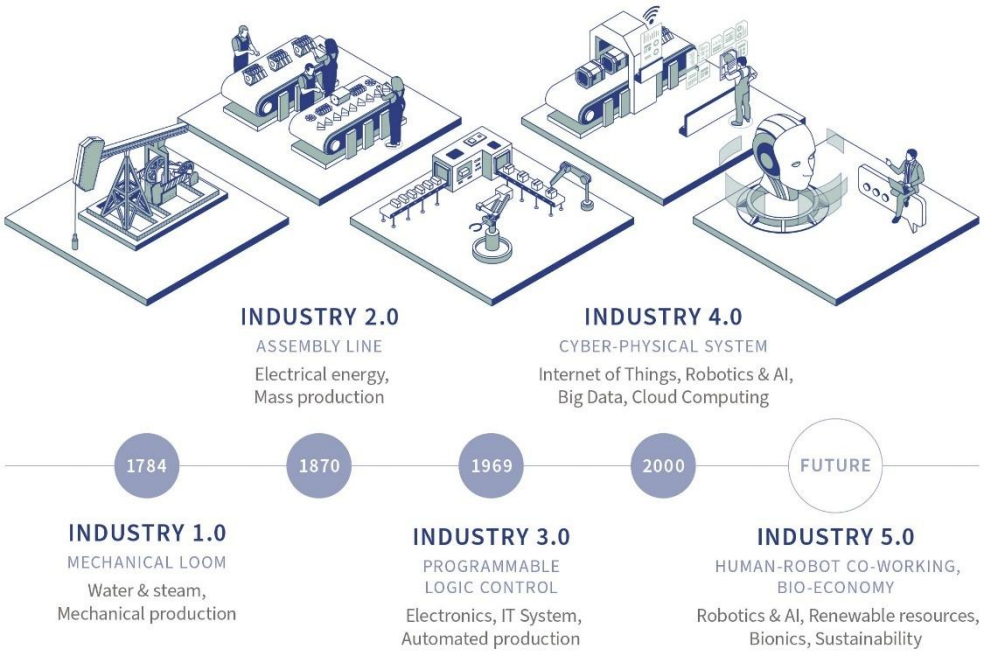


Figura 6. La storia delle rivoluzioni industriali: la novità dell'Industria 5.0 è l'introduzione di robotica, AI, risorse rinnovabili, sistemi bionici, approccio sostenibile.

Il suo obiettivo principale è armonizzare i progressi tecnologici con i valori umani, assicurando che l'innovazione porti benefici sia agli individui sia all'ambiente, offrendo numerosi vantaggi come la creazione di prodotti personalizzati e di alta qualità, una maggiore circolarità dell'economia e una rinnovata attenzione alla responsabilità sociale e alla tutela ambientale.

Secondo Precedence Research, la dimensione del mercato globale dell'Industry 5.0 è stata pari a 71,15 miliardi di dollari nel 2024 ed è previsto un incremento da 93,39 miliardi di dollari nel 2025 fino a circa 987,11 miliardi di dollari entro il 2034, con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 30,08% dal 2025 al 2034. Tale crescita di mercato, visualizzata in Figura 7, è fortemente trainata dalla crescente necessità di personalizzazione su larga scala.

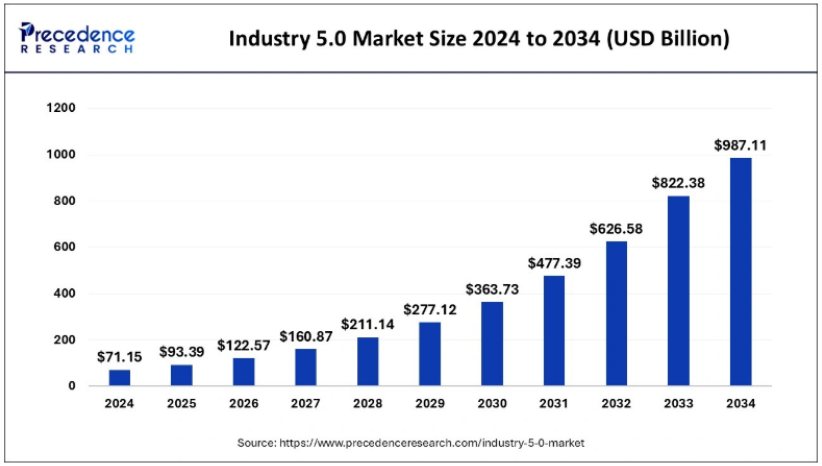


Figura 7. Scenario di mercato per l'Industria 5.0. Credits: Precedence Research.

Il Nord America ha detenuto la quota di mercato più elevata nel 2024. Allo stesso tempo, la regione promette una crescita costante per l'intero periodo previsto. In generale, mantiene un quadro normativo favorevole alle imprese, che promuove l'investimento, l'imprenditorialità e il progresso tecnologico. Le normative relative agli standard industriali, alla privacy dei dati e ai diritti di proprietà intellettuale sono spesso chiaramente definite, offrendo alle imprese condizioni ottimali per crescere e innovare. In questa regione vengono adottate nuove tecnologie che offrono vantaggi concreti, tra cui la riduzione dei costi, un'aumentata efficienza operativa, migliori esperienze per i clienti e pratiche sostenibili.

L'Asia-Pacifico è la regione in più rapida crescita nel mercato dell'Industry 5.0 durante il periodo di previsione. Dispone di una solida base industriale in molti settori, tra cui beni di consumo, elettronica, automotive e farmaceutico. Le tecnologie e i processi dell'Industry 5.0 possono essere implementati con successo su questa base industriale consolidata. Inoltre, grazie alla diffusa disponibilità di internet ad alta velocità e all'implementazione delle tecnologie dell'Industry 4.0, si registra una forte accelerazione della digitalizzazione e della connettività. L'ottimizzazione della supply chain e le fabbriche intelligenti sono due esempi di concetti manifatturieri moderni che richiedono l'adozione di tale infrastruttura digitale.

Quali tecnologie per l'industria 5.0?

Il report del 2024 "ERA industrial technologies roadmap on human-centric research and innovation for the manufacturing sector", la Commissione Europea delinea le tecnologie a maggiore impatto per la cosiddetta "human-centricity".

Complessivamente, le tecnologie emergenti, attraverso l'integrazione di soluzioni avanzate, hanno reso possibile una personalizzazione diffusa e una produzione individualizzata. L'uso di tecniche di produzione flessibili consente alle aziende di adattare i prodotti alle esigenze specifiche dei clienti, mantenendo al contempo l'efficienza dei costi.

L'Industry 5.0 punta a migliorare l'efficienza complessiva, prevedere le esigenze di manutenzione e ottimizzare le operazioni grazie all'intelligenza artificiale e agli algoritmi di apprendimento automatico.

Le fabbriche intelligenti si avvalgono dell'analisi dei dati per prendere decisioni in tempo reale, riducendo i tempi di inattività e aumentando l'efficienza. L'Industry 5.0 ha visto un aumento dell'uso della tecnologia dei gemelli digitali, che consente ai produttori di modellare e replicare virtualmente asset reali. Questo ha reso possibile test, simulazioni e manutenzione predittiva, riducendo i costi e migliorando la qualità del prodotto finale.

Automazione



Quando sono progettate e/o implementate con una prospettiva incentrata sull'essere umano, queste tecnologie supportano l'interazione tra autonomia umana e della macchina in sistemi socio-tecnici automatizzati e aumentati (composti da agenti umani e artificiali) per un'efficace esecuzione collaborativa dei compiti.

- Automazione adattiva
- Controllo e monitoraggio dell'automazione (centri di controllo)
- Interazione basata su previsioni
- Indicazione dell'affidabilità e calibrazione della fiducia

Calcolo



Queste tecnologie supportano l'interazione con comunicazioni multimodali per un'interazione fluida.

- Calcolo affettivo per l'ottimizzazione dell'esperienza
- Elaborazione del linguaggio naturale
- Cloud computing
- Edge computing
- Blockchain

IA e Apprendimento Automatico



Queste tecnologie facilitano l'uso di big data e intelligenza artificiale per l'ottimizzazione dell'esperienza basata sui dati e per migliorare le capacità analitiche.

- XAI (Intelligenza Artificiale Spiegabile) per supporto interattivo
- XAI per la trasparenza dei modelli
- XAI per l'analisi dell'importanza delle caratteristiche
- Riconoscimento dell'intenzione umana e dei bisogni di supporto
- Modellazione dell'utente per la previsione del comportamento

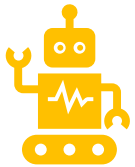
Simulazione e Immersività



Queste tecnologie facilitano la presenza remota e creano nuove capacità per operare, mantenere, formare, guidare e co-progettare gli ambienti di lavoro.

- Gemello Digitale per integrazione e sincronizzazione dei dati in tempo reale
- Gemello Digitale per la simulazione dell'interazione uomo-macchina
- Gemello Digitale Umano
- Realtà Estesa (AR, VR, MR) e Olografia

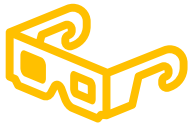
Robotica



Queste tecnologie supportano l'interazione tra agenti umani e robotici per migliorare la sicurezza fisica e psicologica nell'esecuzione collaborativa dei compiti.

- Cobot / robotica collaborativa per una collaborazione (sicura)
- Apprendimento robotico tramite dimostrazione o interazione
- Programmazione robotica intuitiva
- Collaborazione uomo-robot (Human-Robot teaming)

Wearable industriali e artefatti intelligenti



Queste tecnologie possono aumentare le competenze individuali e l'usabilità delle attrezzature industriali, fornendo feedback sul benessere e sulle prestazioni, portando a maggiore soddisfazione e benessere sul lavoro.

- Esoscheletro per supporto fisico
- Occhiali intelligenti per assistenza remota
- Interfacce tangibili per applicazioni industriali
- Dispositivi di interazione dedicati (es. penne intelligenti)
- Guanti intelligenti per un'interazione avanzata
- Interfacce indossabili per un'interazione fluida

Gestione della conoscenza



Queste tecnologie supportano la formazione contestuale, lo sviluppo di competenze e la crescita personale dei lavoratori.

- Visualizzazione dei dati per supporto decisionale / analisi e approfondimenti
- Visualizzazione dei processi per conformità, motivazione e comprensione
- Formazione contestuale, sviluppo delle competenze e crescita personale

Interfaccia utente

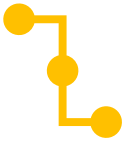


Queste tecnologie di interazione adattiva supportano nuove forme di interazione uomo-macchina fornendo feedback in tempo reale sulle prestazioni personali e interfacce di lavoro olistiche e intuitive.

- Interfaccia uomo-macchina multimodale per un'interazione fluida
- Interfacce persuasive per l'ottimizzazione in produzione
- Interfacce olistiche intuitive per il posto di lavoro
- Sistemi di assistenza consapevoli del contesto
- Sistemi di dialogo/adattivi conversazionali

- Interfaccia volante (Flying HMI) per supporto a distanza

Connettività



Queste tecnologie possono migliorare le competenze e motivare i lavoratori, rendere visibili competenze e qualifiche e facilitare la condivisione della conoscenza per un'organizzazione che apprende.

- Internet of Everything (IoE)

Sistemi personalizzati



I sistemi di personalizzazione sono strutture di navigazione proattive, progettate in base alle aspettative dell'utente, che forniscono etichette e funzionalità personalizzate.

- Tecnologie di interazione adattiva

- Feedback in tempo reale sulle prestazioni personali

Bibliografia

Commissione Europea (2024). ERA industrial technologies roadmap on human-centric research and innovation for the manufacturing sector: ERA industrial technologies roadmap on human-centric research and innovation for the manufacturing sector - Publications Office of the EU

Competence Center 4.0: Centri di competenza ad alta specializzazione

Digital Innovation Hub: Cosa sono i Digital Innovation Hub – Preparati al Futuro

European Commission (2025). *Weak signals in Science and Technologies – 2024. Technologies at an early stage of development that could impact our future.*

Industria 5.0: Industry 5.0 - European Commission

Industry 5.0 Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034: Industry 5.0 Market Size to Hit USD 987.11 Billion by 2034

Piano Transizione 5.0: Piano Transizione 5.0

Piattaforma ManuFuture: MANUFUTURE EU

Punti di Impresa Digitale: | PID

Rapporto Draghi sulla Competitività Europea: The Draghi report on EU competitiveness

The dawn of Industry 5.0: The dawn of Industry 5.0


iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT


bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence


POLITECNICO
MILANO 1863
SCHOOL OF MANAGEMENT


osservatori.net
digital innovation


ART-ER
ATTRATTIVITÀ
RICERCA
TERRITORIO


KITT4SME


WASABI


MADE
Competence Center I4.0


FINCONS
FINCONS
GROUP


AI REDGIO 5.0


Cefriel
POLITECNICO DI MILANO


Alleantia

Per citare il report

Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo (2024). "Osservazioni su... PROCESSI PRODUTTIVI DEL FUTURO. Tendenze e applicazioni del Supercalcolo, Big Data e Quantum Computing". www.osservatorio.supercomputing-icsc.it

In concomitanza con il report, l'Osservatorio organizza un **webinar** sullo stesso tema. Il webinar ospita esperti, ricercatori e professionisti dell'innovazione che si interessano al tema in oggetto, per condividere casi d'uso e applicazioni future con la community.

Iscriviti o riguarda il webinar su
https://osservatorio.supercomputing-icsc.it/eventi/live-webinar-osserv-azioni-su-processi-produttivi/

L'Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo è un progetto del Centro Nazionale di Ricerca in High-Performance Computing, Big Data e Quantum Computing.

Realizzato e gestito da IFAB (International Foundation Big Data and Artificial Intelligence for Human Development), l'Osservatorio ha un focus privilegiato sulle PMI, sulle Pubbliche Amministrazioni e sulle Comunità.

L'attività dell'Osservatorio consiste nel mappare le più avanzate innovazioni tecnologiche, elaborare scenari futuri per lo sviluppo degli ecosistemi della ricerca e dell'innovazione e creare occasioni di incontro per i membri di questi ecosistemi.

Leggi questo e altri report su
www.osservatorio.supercomputing-icsc.it/report/