

RISULTATI CONSULTAZIONE



**Progetto
Centro di Competenze 5G e
Tecnologie Innovative nella
Regione Toscana**

Il “**Centro di Competenze 5G e Tecnologie Innovative nella Regione Toscana**” è un’iniziativa regionale che si inquadra nel Programma Operativo Regionale (POR) del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) 2014-2020 e della RIS3 - Smart Specialisation Strategy della Toscana.

Un’iniziativa finalizzata alla costituzione di un Centro di Competenze per la promozione e lo sviluppo di progetti in grado di favorire l’innovazione di processo come di prodotto, nei distretti manifatturieri del territorio regionale, applicando le attuali tecnologie di avanguardia del **5G, dell’Intelligenza Artificiale e della Blockchain**. Un processo per valorizzare la cooperazione tra Università ed Enti di Ricerca con l’imprenditoria di settore che ha consapevolezza delle esigenze applicative; ma anche uno spazio fisico e le risorse necessarie per sviluppare idee, sperimentare nuove tecnologie e trasferire le conoscenze acquisite verso quei soggetti del mondo produttivo che intendono migliorare il loro posizionamento di mercato, utilizzando al meglio le opportunità delle tecnologie digitali.

Al fine di promuovere idee progettuali che vadano in questa direzione e di finanziare progetti la cui implementazione aggiunga concretamente valore al contesto industriale, sono state predisposte delle **Schede di Ricerca** che introducono il contesto tecnico-scientifico (Aree Tematiche) e prospettano scenari di applicazione di tali tecnologie alle esigenze delle imprese. Una di queste tematiche di ricerca o un’opportuna loro combinazione, potrebbe portare alla definizione di soluzioni per il settore manifatturiero in grado di fornire un vantaggio competitivo non agevolmente conseguibile con l’utilizzo di soluzioni tradizionali. Le idee progettuali che potranno essere promosse nel Centro di Competenza dovranno essere orientate a fornire soluzioni in tali ambiti, potenziali, riferiti a contesti applicativi nel settore manifatturiero.

Su tali schede a fine 2020 è stata avviata una **consultazione pubblica** al fine di cogliere spunti e suggerimenti per migliorare l’efficacia di tali progetti, sulla crescita del territorio, con varie ricadute possibili: maggiore efficienza dei processi produttivi, miglioramento nella gestione della logistica, manutenzione predittiva e reattiva dei macchinari, innovativi modelli di pricing basati sull’effettivo utilizzo degli impianti e della mano d’opera. Il seguente documento riporta i contributi arrivati a seguito della consultazione e una prima elaborazione delle risposte.

www.fub.it
www.regione.toscana.it
industria40.regione.toscana.it

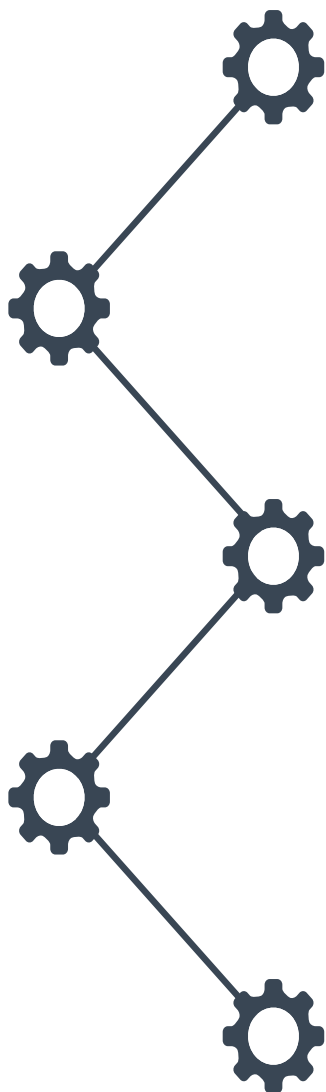


TRASCRIZIONE E PRIMA ELABORAZIONE DELLE RISPOSTE

PREMESSE SULLA TRASCRIZIONE:

2) le risposte sono ordinate per "Settore di attività"

4) le risposte più rilevanti sono state rese in inchiostro scuro



1) le risposte sono state estratte dal file Excel di output della procedura di consultazione

3) le risposte meno rilevanti (ad esempio, mere segnalazioni di interesse, qualche critica generica, quadri di riferimento "didascalici", argomenti fuori tema), sono state rese in inchiostro grigio

5) parole chiave e frasi di interesse sono evidenziate in grassetto

STATISTICHE



per denominazione



per settore di attività



VALUTAZIONE GLOBALE DEI CONTENUTI

- La consultazione ha ricevuto **oltre il 50% delle risposte da Organismi di Ricerca**. Le risposte dalle aziende di filiera sono in numero limitato e spesso si esauriscono in mere espressioni di interesse.
- La consultazione ha ricevuto risposte che gli intervenuti per oltre il 50% hanno ritenuto di classificare come “Altro...” rispetto ai settori di attività indicati.
- In vari casi, più che dare suggerimenti integrativi, migliorativi o interpretativi alle Schede di ricerca, gli esperti propongono nuove aree tematiche. Una di queste ricorre varie volte: la **RFID**, in versione **chipless RFID**, che risulta di particolare interesse per la filiera del tessile. Altra, ricorrente è quella di **droni** e **veicoli a guida autonoma**, in ambiente manifatturiero-industriale. Altra parola chiave, **Digital Twin**. Altra parola chiave: **co-simulazione**.
- Una tendenza emersa è quella di trascurare lo specifico campo applicativo di 5G e BC, per focalizzarsi sul tema della sicurezza in tali ambiti. Con riferimento al bando, approcci di questo tipo potranno essere accettati soltanto come mere attività di supporto (ad esempio, singoli WP) in ambito di proposte applicative che riguardano l'ambito manifatturiero.
- Altra tendenza emersa è quella di proporre temi e obiettivi di ricerca slegati da applicazioni in ambito manifatturiero e dall'impegno di produrre per lo meno un Proof-of-Concept. Con riferimento al bando, non potranno essere accettate proposte di progetti genericamente di ricerca.





CONTRIBUTI

Intervento n. 1

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Cinzia Bernardeschi, *professore associato*

Competenze

- **Co-simulazione come tecnologia abilitante** per la realizzazione di prototipi di sistemi nel settore manifatturiero che integrano componenti 5G, AI e IOT.

- Verifica formale come tecnologia per valutare la sicurezza del sistema, garantendo il corretto comportamento nelle varie condizioni di funzionamento.

Keywords: co-simulation, cyber-physical systems, formal verification, model-driven development, 5G, AI, manufacturing.

1. Descrizione Applicazione di metodologie basate sull'integrazione di tecniche di co-simulazione e verifica formale per lo sviluppo di prototipi basati su modelli. Queste metodologie innovative sono indicate per sistemi ciberfisici altamente complessi ed eterogenei quali i moderni processi di produzione, che prevedono l'impiego di infrastrutture IOT e 5G, e sistemi di controllo non tradizionali, con caratteristiche di non linearità e adattabilità, e processi di decisione basati su algoritmi di intelligenza artificiale (AI).

2. Background I moderni processi di produzione rientrano nella categoria dei sistemi ciberfisici (cyber-physical systems, CPS), tali, cioè, da essere scomposti in un sottosistema di controllo digitale e un sottosistema controllato fisico, cioè macchine operatrici, sistemi di movimentazione, impianti termici, reattori chimici Il sottosistema controllato, a sua volta, è formato da componenti di natura diversa, ciascuno dei quali richiede specifici algoritmi di controllo supervisionati dall'algoritmo di più alto livello. Un processo di produzione richiede quindi una rete di comunicazione fra i diversi sottosistemi di controllo, i rispettivi sensori ed attuatori, ed il sistema di controllo complessivo con funzioni di supervisione, coordinamento e, nei processi più avanzati, di pianificazione. Il progetto del software di controllo per sistemi così complessi si basa su processi di sviluppo model-driven. Tali processi partono da un modello di base del sistema, descritto come una rete di blocchi funzionali, alcuni dei quali rappresentano la parte fisica, altri la parte digitale. Il modello viene raffinato ed esteso in passi successivi, ed ogni cambiamento viene convalidato per mezzo di simulazioni e/o test su prototipi. Questo metodo incontra due maggiori difficoltà: (i) la necessità di modellare e simulare sistemi di natura eterogenea, e (ii) i limiti delle simulazioni e dei test, che notoriamente non possono garantire il corretto comportamento di un sistema in ogni possibile condizione di funzionamento (limite importante dal punto di vista dei requisiti di sicurezza). Per affrontare la necessità di modellare e simulare sistemi di natura eterogenea sono state sviluppate le tecniche di co-simulazione, che permettono di modellare separatamente i diversi componenti di un CPS, usando il linguaggio di modellazione ed il relativo simulatore più adatto a ciascun componente, e coordinare le simulazioni dei singoli componenti ottenendo la simulazione del sistema complessivo. Per garantire elevati requisiti di affidabilità e sicurezza vengono impiegati i metodi formali. Il sistema ed i suoi requisiti vengono descritti in un linguaggio formale (per esempio, basato sulla logica) e con l'ausilio di strumenti di verifica automatici ci si accerta della correttezza del sistema rispetto ai requisiti (per esempio, strumenti di model checking). L'integrazione della co-simulazione con la verifica formale è possibile in quanto le piattaforme di co-simulazione permettono di simulare modelli espressi in linguaggi formali insieme a modelli espressi in forme più tradizionali (linguaggi a blocchi, per esempio, Simulink).

3. Esempio **Sviluppo di un digital twin** per un sistema manifatturiero. Un digital twin è una replica software di asset fisici, processi, persone e dispositivi, realizzati attraverso modelli matematici per poter riprodurre a software il comportamento del sistema reale rispondendo a domande di varia natura sul sistema e sulla sua gestione. Attraverso la raccolta di dati dal

sistema reale in esecuzione, il digital twin consente:

- predizione di stati futuri del sistema reale e loro impatto su possibili malfunzionamenti o rischi per gli operatori;
- progettazione di un "safety monitor" che usa i dati ricevuti dal sistema reale per forzare azioni correttive di recovery sul sistema;
- analisi "what-if" sul digital twin che non comporta rischi;
- sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni con algoritmi di intelligenza artificiale (AI);
- training degli operatori, attraverso prototipi interattivi dell'interfaccia grafica del sistema.

L'utilizzo di modelli matematici dell'asset fisico e di metodi formali per l'analisi sul digital twin consente di effettuare verifiche rigorose, per esempio, a fronte di un parametro fisico del sistema che supera una soglia, in tutti gli scenari operativi possibili, viene sollevato un allarme. La piattaforma utilizzata è basata sullo standard Functional Mock-up Interface (FMI) per la co-simulazione, e offre una tool chain per che supporta lo sviluppo e l'analisi del digital twin. Il digital twin è utile nella gestione del sistema sia nella fase operativa che nella fase di maintenance.

Intervento n. 2

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Giuliano Manara, *Professore Ordinario*

Titolo proposta:

"Nuove tecnologie RFID per il tracciamento dei tessuti in una economia circolare nel settore tessile"

Parole chiave: chipless RFID, tag integrati, tracciamento delle stoffe, riciclaggio dei tessuti.

Nell'ottica di creare i presupposti per un'economia circolare dei prodotti tessili, si può pensare di ricorrere all'uso dei **chipless RFID (etichette a radio frequenza che non contengono microchip)**. Queste etichette (tag) a radio frequenza possono essere lette a distanza mediante un opportuno sistema di antenne a microonde, invece che ricorrendo a lettori ottici. I tag di tipo chipless RFID hanno una limitazione nel numero di bit di informazione in essi immagazzinabili, ma offrono la possibilità di resistere a condizioni estreme (esposizione ad alte temperature, bagni, lavaggi, stazionamento in ambienti acidi), laddove i dispositivi elettronici (microchip) presenti negli RFID convenzionali sarebbero irrimediabilmente compromessi. Con la tecnologia prodotta, varie tipologie di stoffa potrebbero essere identificate con etichette integrate nel tessuto e caratterizzate da una forte resistenza a processi inevitabili durante la produzione (bagni di colore) e nel corso della vita del tessuto (lavaggi ripetuti, anche ad alte temperature). **Nella fase di riciclaggio, le etichette a radio frequenza senza chip, potrebbero permettere di risalire ai materiali utilizzati nella produzione dei vari tessuti, che è un aspetto fondamentale per il loro riciclaggio.** Il termine RFID è un acronimo che è associato ad una procedura di riconoscimento a radio-frequenza (Radio Frequency Identification - RFID). Le etichette (tag) RFID di tipo convenzionale sono dispositivi completamente passivi, dotati però di un microchip, che permette di immagazzinare una serie di informazioni relative all'oggetto su cui è posizionata l'etichetta a radio frequenza. Normalmente il microchip non è alimentato ed è quindi spento. Quando l'oggetto su cui è fissato l'RFID entra in un campo elettromagnetico, l'antenna, che è parte fondamentale dell'etichetta elettromagnetica, capta l'energia a radio frequenza contenuta nel campo stesso.

Parte di questa energia viene raddrizzata e va ad alimentare il microprocessore che si attiva. In particolare, mediante l'uso di particolari protocolli di trasmissione diviene possibile leggere i dati contenuti nella memoria del microchip e immagazzinarne di nuovi. Questa tecnologia è oggi ampiamente impiegata **nella logistica per il tracciamento delle merci e la localizzazione di persone ed oggetti**. In alcune applicazioni però, diventa impossibile installare sugli oggetti di interesse delle etichette a radio frequenza dotate di microchip. L'impossibilità

di utilizzare un microchip è in genere legata al fatto che gli oggetti da identificare possono trovarsi (anche saltuariamente) in ambienti caratterizzati da condizioni estreme. Per esempio, nell'applicazione che si intende suggerire in questa sede, cioè il riciclaggio delle stoffe, le condizioni estreme sono identificabili nei numerosi bagni a cui sono soggetti i tessuti quando vengono prodotti (ad esempio bagni di colore), nonché nei numerosi lavaggi cui gli stessi tessuti vengono sottoposti durante la loro vita. In particolare, i suddetti trattamenti rendono impossibile utilizzare delle etichette a radio frequenza contenenti un microchip, dato che questo dispositivo sarebbe irrimediabilmente danneggiato sia dai bagni di colore, sia dai numerosi lavaggi. L'idea è quindi quella di sostituire gli RFID convenzionali con una tecnologia innovativa che porta a definire delle etichette (tag) dette chipless RFID. A differenza degli RFID convenzionali, i chipless RFID non sono dotati di un microchip. Una etichetta chipless RFID consiste infatti di una o più antenne caratterizzate da frequenze di risonanza differenti.

La rimozione del microprocessore, nonostante non consenta di immagazzinare nell'etichetta molte informazioni, elimina il punto debole della struttura (il microchip) e apre la strada ad una completa integrazione del tag nella tessitura. Le antenne di cui è costituita l'etichetta possono essere direttamente integrate nella tessitura, inserendo dei filamenti metallici nella stessa e disegnando tramite questi ultimi delle forme opportunamente progettate in un'area anche estesa del tessuto. L'etichetta metallica integrata nel tessuto potrà essere letta in maniera remota, mediante onde elettromagnetiche, da un lettore posto nelle vicinanze, come accade per la tecnologia RFID convenzionale. L'unica forte limitazione risiede nel basso numero di bit d'informazione che si possono immagazzinare nel tag integrato nella tessitura. All'atto del riciclaggio dei tessuti, le etichette a radio frequenza contenute nei tessuti permetteranno di risalire alle materie prime con cui il tessuto specifico è stato realizzato.

Intervento n. 3

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Giuseppe Garroppo, *Professore Associato*

L'industria manifatturiera è attualmente soggetta a un cambiamento fondamentale, indicato come "Industria 4.0", avente come obiettivi principali il miglioramento della flessibilità, della versatilità, dell'efficienza delle risorse e dei costi, del supporto dei lavoratori e della qualità della produzione industriale e della logistica. Per raggiungere questi obiettivi bisogna ricorrere a sistemi di produzione cyber-fisici basati su una connettività onnipresente e un'infrastruttura informatica, che interconnette persone, macchine, prodotti e dispositivi di diverso genere in modo flessibile, sicuro e coerente. I sistemi 5G offrono un'infrastruttura di comunicazione/storage/computing flessibile ed adattabile ai diversi domini applicativi, i cosiddetti verticali. Per sfruttare queste potenzialità, è fondamentale conoscere a fondo le caratteristiche delle applicazioni di riferimento nel corrispondente dominio verticale, come ad esempio i sistemi di automazione della produzione industriale o la gestione della logistica, che dipendono dal particolare settore produttivo. Questa attenzione, insieme alle normative specifiche dei domini considerati, sfociano in un concetto di comunicazione su misura per il singolo dominio verticale, che ne caratterizza sia parametri legati al semplice trasporto delle informazioni, come affidabilità, latenza, capacità trasmissiva, sia standard e meccanismi di sicurezza specifici. Rispetto a risultati e casi d'uso generali analizzati dal 3GPP che hanno portato a diversi requisiti di comunicazione verticale che fanno già parte di TS 22.261 "Service requirements for the 5G system", lo sfruttamento della flessibilità fornita dai sistemi 5G richiede uno studio attento dei modelli di implementazione/business per la sua integrazione nell'ambito produttivo, oltre che uno studio dettagliato degli standard di sicurezza, delle implementazioni e dei

regolamenti specifici del dominio verticale. L'uso dei sistemi 5G come tecnologia abilitante della trasformazione Industria 4.0 passa attraverso lo studio sperimentale di problematiche relative al modello di business per l'integrazione 5G nella fabbrica del futuro. Studio che, per esempio, deve permettere la definizione di eventuali interfacce di monitoraggio della rete, necessarie per il controllo dei Service Level Agreement (SLA) nel caso di modello con infrastruttura di rete offerta da terze parti, o la gestione di una moltitudine di verticali e utenti che sfruttano la stessa infrastruttura fisica 5G (multi-tenancy) per ridurre i costi. L'evoluzione verso la fabbrica del futuro sarà graduale, quindi sarà necessario studiare come nei diversi domini produttivi verticali si potrà pianificare una graduale trasformazione che richiederà l'integrazione tra i nuovi sistemi di comunicazione 5G e le reti di comunicazione già esistenti. Oggi, la stragrande maggioranza delle tecnologie di comunicazione utilizzate nell'industria è ancora cablata. Ciò include una varietà di tecnologie Industrial Ethernet dedicate (ad esempio, Sercos, PROFINET ed EtherCAT) e fieldbus (come PROFIBUS, CC-Link e CAN), usate per l'interconnessione di sensori, attuatori e controller in un sistema di automazione. Oggigiorno, la comunicazione wireless viene utilizzata principalmente per applicazioni e scenari speciali, ad esempio nell'industria di processo, o per collegare hardware IT standard a una rete di produzione e applicazioni simili, senza criticità. Questo limitato uso delle tecnologie wireless è, da un lato, legato al fatto che fino a pochi anni fa gli impianti di produzione sono stati pensati come sistemi relativamente statici e di lunga durata. D'altro canto, ciò è dovuto al fatto che la maggior parte delle tecnologie wireless esistenti non soddisfa i requisiti esigenti delle applicazioni industriali, in particolare per quanto riguarda latenza end-to-end, disponibilità dei servizi di comunicazione, jitter e determinismo. Invece di sistemi di produzione sequenziali statici, le fabbriche del futuro intelligenti saranno caratterizzate da sistemi di produzione flessibili e modulari. Ciò sarà possibile con uno studio attento di come effettuare l'integrazione del sistema 5G nel sistema produttivo per fornire risorse di produzione più mobili e versatili, che richiedono servizi di comunicazione e localizzazione wireless potenti ed efficienti. Nello scenario eterogeneo della produzione industriale, un'attività di ricerca molto importante è rappresentata dallo studio delle peculiarità dell'utilizzo della tecnologia 5G come tecnologia abilitante per la trasformazione verso Industria 4.0, nei diversi domini verticali delle attività produttive comuni nell'area Toscana. L'obiettivo dello studio è l'identificazione dei potenziali requisiti e dei modelli di implementazione possibili (infrastruttura privata o fornita da terze parti con diversi modelli di servizio) per l'integrazione della tecnologia 5G nei diversi verticali selezionati per la loro rilevanza nel quadro produttivo Toscano. Lo studio dovrà tenere presente regolamenti, standard, modelli di progettazione e norme già presenti nelle attività produttive, analizzando: 1) lavori esistenti sulla comunicazione affidabile utilizzata nei domini verticali considerati, come per esempio il documento IEC 61907, "Communication network dependability engineering"; 2) casi d'uso che descrivono il funzionamento della rete in domini verticali con, ad esempio, utilizzo comune dell'infrastruttura fisica di rete (multi-tenancy) e monitoraggio della rete per garantire gli accordi sul livello di servizio; 3) meccanismi di sicurezza già utilizzati nei diversi domini verticali considerati, supportando i requisiti di sicurezza specifici dei domini; 4) nuovi casi d'uso rappresentativi in diversi domini verticali, basati sull'interazione con le aziende e le organizzazioni che hanno interesse all'integrazione del 5G nei propri sistemi produttivi per la trasformazione verso Industria 4.0.

Intervento n. 4

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Giovanni Serafino, *Ricercatore*

Seppur le schede tecniche si fondano su un approccio alle tecnologie trattate di alto livello, senza scendere in dettagli tecnici, sarebbe auspicabile un riferimento esplicito a possibili tecnologie abilitanti e alle relative attività di ricerca che possano tradursi in risultati di maturità medio-alta. Un esempio di tecnologia abilitante, riconosciuta come tale dall'Unione Europea, è rappresentato dalla fotonica, una disciplina nella quale la Toscana eccelle in termini di know-how nel panorama nazionale ed europeo e sulla quale si potrebbe far leva per raggiungere gli scopi che si propone il progetto sullo sviluppo del Centro di Competenze 5G. Di particolare interesse, nell'ambito delle reti 5G, possono essere sia le applicazioni della fotonica per le microonde (Microwave Photonics) che le comunicazioni ottiche sia in fibra che in spazio libero. La fotonica per le microonde premette di generare, trattare, ricevere e acquisire segnali a radiofrequenza con metodi analogici che, se da un lato sono pressoché trasparenti al tipo di segnale, alle sue caratteristiche e alla specifica applicazione, permettono tempi di latenza nell'elaborazione molto ridotti e sono immuni da interferenze elettromagnetiche.

Quest'ultimo è un particolare punto di forza delle comunicazioni ottiche, specialmente quelle in spazio libero, che ben si adatterebbero per la realizzazione di soluzioni a basso costo per ambienti industriali, in genere molto complicati dal punto di vista della propagazione elettromagnetica. Un altro grosso vantaggio della fotonica consiste nella sua compattezza funzionale, ovvero nella possibilità di integrare in una stessa architettura, che può essere realizzata su un circuito fotonico miniaturizzato, funzionalità sia di sensoristica per la raccolta dati, che di comunicazione per la trasmissione dei dati raccolti. In aggiunta, queste funzionalità eterogenee possono entrambe essere messe in atto simultaneamente sia nel dominio ottico (lidar per la sensoristica, visible light communications o link direttivi basati su laser per le comunicazioni) che in quello delle microonde (radar e reti wireless), offrendo così la possibilità di raccogliere dati di tipo di verso e, eventualmente, estrarre informazioni congiunte grazie ad algoritmi di data fusion i quali, a loro volta, possono fare uso di tecniche di deep learning.

Intervento n. 5

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Marco Moretti, *Professore Universitario*

Questa scheda di ricerca è proposta in collaborazione con il Prof. Luca Sanguinetti, Università di Pisa, Dipartimento Ingegneria dell'Informazione, Via Caruso 16, 56122 Pisa.

Tema Utilizzo della modalità di comunicazione URLLC-5G per applicazioni industriali ad elevata affidabilità e resilienza.

Quadro di riferimento La modalità di comunicazione URLLC del 5G, a bassa latenza e ultra-affidabilità, ha ritardi inferiori ad 1 millisecondo ed elevatissima affidabilità, con una percentuale di successo superiore al 99,9999%. Un tale livello di qualità di prestazioni, neanche paragonabile a quello offerto da sistemi di comunicazione pre-5G, è tale da permettere di "tagliare il cavo" in una serie di applicazioni industriali, anche nel settore tessile, come l'automazione, la produzione, il trasporto e la logistica, che normalmente fanno affidamento su cablaggi costosi e potenzialmente suscettibili ad usura e difetti. La rimozione dei cavi può rappresentare il vero punto di svolta per abilitare l'Industria 4.0, rendendo possibile un nuovo genere di casi d'uso abilitati in modalità wireless, dai robot collaborativi ai veicoli completamente autonomi e

portando ad un'interazione uomo-robot sicura, in precedenza possibile solo su una rete cablata. Obiettivi della scheda di ricerca L'obiettivo di questa scheda di ricerca è valutare l'utilizzo delle comunicazioni URLLC per sostituire il cablaggio in tutte quelle operazioni industriali che richiedono informazioni di controllo accurate e con ritardi bassissimi. Due esempi di applicazione possono essere la gestione automatizzata del magazzino attraverso robot comandati dalla rete che hanno bisogno di controlli a bassissimo ritardo e grande affidabilità o la remotizzazione dei controlli di macchine industriali e robot con requisiti stringenti di ritardo e precisione. La tecnologia 5G permette di creare un sistema di comunicazione affidabile distribuito e flessibile in grado, fra l'altro, di supportare una miriade di sensori a velocità di dati elevate. E' così possibile realizzare

reti di sensori in ambito industriale, che rilevino lo stato dei componenti più importanti dei macchinari. Le informazioni fornite da questi sensori, processate con algoritmi di intelligenza artificiale, consentono di realizzare la manutenzione predittiva delle risorse, con l'obiettivo di aumentare l'efficienza operativa e ridurre i tempi di fermo non pianificati di apparecchiature costose, identificando e risolvendo i problemi prima che si verifichino. Oltre agli aspetti di comunicazione, la tecnologia 5G può essere impiegata per fare "indoor localization", per permettere, ad esempio, a robot autonomi di navigare i magazzini. L'impatto del 5G in ambito industriale è potenzialmente enorme: si va dal contenimento dei costi di manutenzione alla semplificazione del layout di un impianto produttivo alla remotizzazione di operazioni complicate e potenzialmente rischiose. Tutto ciò rende possibile realizzare la cosiddetta 'Factory of the Future', ovvero l'idea che la fabbrica possa essere facilmente riconfigurabile in modo dinamico. Attività di ricerca Al fine di determinarne la rispondenza ai requisiti delle possibili applicazioni industriali evidenziate negli obiettivi di questa scheda, l'analisi delle prestazioni delle comunicazioni URLLC-5G per applicazioni manifatturiere si articolerà nelle seguenti attività:

1. Edge cloud e slicing sono tecniche per gestire nella maniera migliore i vari tipi di traffico all'interno della rete 5G locale con l'obiettivo di ridurre al minimo i ritardi e portare 'l'intelligenza della rete' il più vicino possibile all'utente finale, così da poter adattare le caratteristiche della rete alle specifiche esigenze industriali.
2. Sviluppo e studio di soluzioni per la gestione dell'interferenza in reti caratterizzate da un elevato numero di terminali mobili caratterizzati da diversi requisiti di servizio. L'obiettivo è armonizzare il traffico dati dei sensori, in alto numero ma con requisiti non sempre stringenti in termine di ritardi, con il traffico URLLC ad alta priorità.
3. Sviluppo e studio di una rete wireless per la manutenzione preventiva delle macchine, mediante l'uso di algoritmi basati sull'Intelligenza Artificiale.
4. Sviluppo e studio di soluzioni per la localizzazione e gestione di un elevato numero di veicoli aziendali al fine di automatizzare completamente la gestione del magazzino con robot e droni.

Intervento n. 6

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Gianluca Dini, *Professore Ordinario (Ingegneria Informatica)*

5G ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE: UN APPROCCIO SECURITY-BY-DESIGN

Riteniamo che nelle schede di ricerca l'importanza della sicurezza informatica (cybersecurity) e della security-by-design non sia adeguatamente rimarcata. È sicuramente evidenziata nella parte relativa alla blockchain ma una maggiore evidenza e rilevanza sarebbe necessaria anche nelle parti relative al 5G, all'Intelligenza Artificiale (IA) ed all'Internet of Things (IoT). ENISA definisce l'Internet of Things (IoT) come "un ecosistema cyber-fisico di sensori e attuatori interconnessi, che consentono

un processo decisionale intelligente". Nella terza conferenza annuale ENISA-Europol sull'IoT svoltasi ad ottobre 2019 è emerso che la cybersecurity è una condizione primaria affinché le tecnologie IoT e di IA possano essere considerate affidabili (trustworthy). È fondamentale quindi un approccio "security-by-design", in cui oltre ai requisiti funzionali e prestazionali, la progettazione, lo sviluppo e la verifica di un sistema tenga anche in considerazione la cybersecurity. Questa esigenza è amplificata dall'avvento del 5G grazie al quale ci saranno sempre più "oggetti smart e connessi" diffusi in tutti gli ambienti della nostra vita quotidiana e negli ambienti produttivi. Questo metterà a disposizione degli algoritmi di IA una grande quantità di dati che potrà essere utilizzata per ottimizzare i vari ambiti del settore manifatturiero. Tuttavia, questi dispositivi amplieranno di molto la cosiddetta "superficie di attacco" secondo il principio per cui "tutto ciò che è smart è hackable" e "tutto ciò che è connesso è exploitable". Questo incremento della superficie di attacco va a complicare uno scenario già critico. Da un recente studio di Al maviva risulta che l'84% delle PMI ha una superficie di attacco scoperta a causa di applicazioni obsolete, il 13% è esposta ad applicazioni pericolose ed il 16% è esposta ad applicazioni abbandonate o ignote all'IT. Solo il 10% non presenta vulnerabilità ma questo è da ascrivere ad un minore livello di innovazione. È importante osservare che in ambito Smart Manufacturing un attacco può mettere a repentaglio non solo la confidenzialità dei dati relativi a clienti, dipendenti, processi e prodotti aziendali ma anche l'integrità e la disponibilità degli stessi con importanti conseguenze in termini di safety e continuità del servizio e del business. Non solo, è anche importante sottolineare che tra le minacce da considerare c'è anche quella per cui i dispositivi IoT possono essere trasformati in "bot" potenzialmente capaci di lanciare attacchi DDoS di elevato grado di capacità e complessità. Vista l'efficacia delle "botnet of things" (vedi Mirai e l'attacco DDOS del 2016) ed il permanere in rete di un numero crescente di dispositivi IoT legacy, non aggiornabili nel firmware e scarsamente protetti, possiamo aspettarci un aumento nel numero e volume di questa tipologia di attacchi. Infine va sottolineato che

in uno scenario IoT abilitato da tecnologie 5G non è più sufficiente adottare un approccio classico alla cybersecurity basato sui dispositivi e sulla segmentazione delle reti ma è necessario un approccio olistico basato sui dati che coinvolga sia l'ambito IT sia quello OT. Tutto ciò detto, con particolare riferimento alle applicazioni di Smart Manufacturing, suggeriamo i seguenti spunti per migliorare l'efficacia dei progetti nella direzione del security-by-design.

- Definizione dei requisiti di sicurezza, analisi delle minacce, analisi delle vulnerabilità e valutazione del rischio in applicazioni IoT di Smart Manufacturing.
- Progettazione di architetture ed applicazioni sicure di Smart Manufacturing che integrino dispositivi IoT e sistemi legacy (ad esempio SCADA).
- Integrazione di nozioni di cybersecurity nel ciclo di sviluppo del software per dispositivi IoT.
- Protezione dei dati in-transit ed at-rest con crittosistemi adeguati per dispositivi IoT. Particolare attenzione sarà posta sul problema di gestione delle chiavi di cifratura e sul problema dell'accesso ai dati cifrati.
- Simulazione di attacchi e valutazione del loro impatto nonché formazione professionale mediante poligoni virtuali (cyber-range) che integrano dispositivi cyber-fisici (cyber-physical range).
- Utilizzo di tecniche di Intelligenza Artificiale di tipo "Predictive Analytics" sia per rilevare la presenza di attacchi contro l'impresa sia per rilevare se i dispositivi IoT sono utilizzati come vettori per attacchi di tipo DDoS verso altri bersagli. L'obiettivo è quello di progettare strumenti e dispositivi di costo contenuto facilmente installabili e mantenibili anche da PMI.
- Analisi delle possibili debolezze e vulnerabilità della rete di accesso radio 5G, con particolare

riferimento alle interfacce del layer-2 dello stack di protocollo 5G New Radio ed ad attacchi, passivi ed attivi, che potrebbero rompere la riservatezza e la disponibilità della comunicazione. Gli impatti degli attacchi e le relative contromisure potrebbero essere studiati attraverso simulazioni a livello di sistema

- Analisi, valutazione e progettazione di modalità di network slicing per la realizzazione di applicazioni Smart Manufacturing sicure.

Intervento n. 7

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Centro/Laboratorio tecnologico

Carlo Vallati, *Ricercatore*

The laboratory “Crosslab Cloud Computing Big Data & Cybersecurity” is a multidisciplinary laboratory created within the department of Information Engineering of the University of Pisa, co-funded by MIUR in the framework of the call ‘Dipartimenti di eccellenza’. It operates in different multidisciplinary areas, involving both 5G technologies and applications in the area of Industry 4.0. In the area of 5G technologies, the laboratory is currently carrying out research activities in the area of networking and virtualization for cloud and edge/fog computing. Specifically, researchers are working in the field of SDN-based Network Automation, Network Function Virtualization (Place & Chain) and Intent Based Networking.

In addition to this, researchers are working on both full virtualization and lightweight virtualization techniques for Cloud and Edge computing. Research activities on the field of orchestration, network management and migration of applications/services on Cloud/Edge platforms are investigated, such as orchestration techniques to optimize computation resource usage, migration techniques to handle user mobility and network virtualization overlay management at the Edge. In the area of 5G-enabled applications, the laboratory is conducting research activities that exploit 5G for industry 4.0 applications. One area in particular relates with the application of flexible wearable devices in order to ensure workers’ safety. By exploiting wearable devices connected via 5G technologies, behavioural data from workers is collected and analyzed to analyze workers’ performance and monitor their safety by identifying incidents or near-miss events. In addition to this, researchers are working on safeguarding working sensible areas via monitoring based on image analysis. Smart cameras are employed to monitor a certain area and identify violations of the workers’ security protocols, such as workers that enter in a dangerous area without protective equipment like helmets, gloves, etc. Smart cameras are connected via 5G technologies, while images are analyzed through Edge/Fog computing solutions to ensure low latency analysis. In order to test and evaluate such industrial solutions, the laboratory has a complete Industry 4.0 testbed. The testbed includes a cloud computing layer, an Edge computing layer and an IoT layer. The cloud computing layer comprises a cloud platform based on OpenStack hosted on a datacenter operated by the University of Pisa that is integrated with the Edge computing layer. The Edge layer includes a set of high performance embedded systems hosted on the Crosslab laboratory. The IoT layer comprises a set of IoT devices deployed in the laboratory in proximity of the Edge devices interconnected with short range (IEEE 802.15.4e) and long range (LoRaWAN) wireless technologies. Edge/Fog computing nodes are connected through a set of SDN switches.

Intervento n. 8

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di Ricerca

Paolo Nepa, Docente Universitario

LA TECNOLOGIA RFID PER APPLICAZIONI CHE VANNO OLTRE L'IDENTIFICAZIONE AUTOMATICA

Keyword: RFID, Blockchain@RFID, RFID-based localization, anticontraffazione, mercato grigio, antitaccheggio, tag-sensing, antimanomissione, smart-shelf

La tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) è riconosciuta come una tecnologia abilitante negli ambiti Smart Factory, Logistica 4.0, Industrial IoT. È infatti ben noto come una semplice etichetta elettronica RFID (tag o transponder) possa essere usata per memorizzare i dati minimi necessari per tracciare un prodotto in una linea di produzione o in un negozio, un lotto di produzione in un magazzino, un operatore sanitario o un paziente in uno ospedale, un asset in uno scenario industriale, ecc. A differenza delle tecnologie barcode/QRcode, le etichette RFID si possono leggere da remoto, sono più robuste alla contraffazione, sono integrabili nel prodotto, sono riscrivibili. Relativamente alle sue applicazioni nell'ambito manifatturiero del "Made in Italy", l'industria della moda è tra i maggiori utilizzatori della tecnologia RFID, per migliorare i flussi logistici e, soprattutto, per contrastare l'anticontraffazione e il mercato grigio. Nel seguito sono elencate alcune recenti evoluzioni della tecnologia RFID che la rendono particolarmente adatta alla trasformazione digitale in ambito manifatturiero, e che sono facilmente integrabili con gli obiettivi delle tecnologie AI e Blockchain indicate dai proponenti.

BLOCKCHAIN@RFID La tecnologia Blockchain si basa sulla disponibilità di dati e transizioni in formato digitale e accessibili in modo automatico, ovvero senza un intervento manuale da parte degli operatori. Una etichetta RFID passiva (senza batteria) con un identificativo univoco e parte della memoria utilizzabile direttamente dall'utilizzatore per adattarla alle funzionalità richieste dall'intero sistema, è il modo più economico per accedere da remoto (mediante onde radio) ad una grande mole di dati di un prodotto, a partire dalla fornitura delle materie prime, fino all'acquirente finale, attraverso tutta la linea di produzione e distribuzione, nonché nella fase finale del riciclo/conversione dei materiali utilizzati. La lettura dei dati nella etichetta potrà essere affidata a interrogatori fissi (portali RFID) disposti in punti selezionati del processo di produzione/distribuzione/vendita/recupero, creando un vero "Digital Twin" di ciascun elemento tracciato. Il notevole aumento della sensibilità dei chip RFID di ultima generazione consente di raggiungere distanze di lettura che vanno fino a 10-15 m anche per i tag passivi, riducendo sensibilmente il costo della infrastruttura fissa che finora è stato considerato come uno dei principali svantaggi della tecnologia

RFID. RFID-BASED INDOOR LOCALIZATION Recentemente sono stati sviluppati diversi metodi di localizzazione indoor basati sulla tecnologia RFID, che consentono di acquisire in modo completamente automatico sia l'identificativo univoco dell'elemento a cui viene applicata l'etichetta RFID sia la sua posizione spaziale all'interno di un magazzino, in uno smart shelf, lungo un nastro trasportatore o lungo una linea di produzione. Si sottolinea che la localizzazione spaziale può essere ricavata processando con algoritmi innovativi i segnali scambiati tra l'etichetta e l'interrogatore, utilizzando tag commerciali. Le suddette soluzioni di localizzazione sono estremamente competitive rispetto ad altre (videocamere, Wifi, BLE), soprattutto in termini di costi di implementazione. La localizzazione di una etichetta RFID può essere applicata anche al tracciamento di asset, utensili, carrelli trasportatori, operatori in aree ad alto rischio, sfruttando proprio il basso costo delle etichette RFID passive. In questo ambito, aziende del settore della robotica stanno sviluppando robot equipaggiati con lettori RFID per l'inventario automatizzato in magazzini e negozi. Nell'ambito della sicurezza negli ambienti di lavoro, la

tecnologia RFID è stata proposta per la localizzazione e il tracking di operatori in aree pericolose oppure per la stima della loro posizione rispetto a macchine operatrici comandate da remoto. RFID: BEYOND IDENTIFICATION Affinché l'utilizzo delle tecnologie Blockchain e Intelligenza Artificiale possa aver un senso dal punto di vista applicativo, entrambe dovranno essere alimentate con una enorme quantità di dati. In questo ambito, recentemente sono state presentate etichette RFID che, opportunamente integrate con sensori, riescono a fornire simultaneamente, tramite onde radio, sia l'identificativo univoco del prodotto che uno o più parametri fisici/ambientali, quali umidità, temperatura, pressione, accelerazione, oppure alcuni parametri fisiologici dell'operatore che indossa l'etichetta RFID. Oltre alla localizzazione spaziale di prodotti e asset, e alla integrazione di tag con sensori, i tag RFID possono essere utilizzati per poter implementare con la medesima tecnologia anche un sistema di antitaccheggio (vedi ad esempio la soluzione implementata da Decathlon). Inoltre, nell'ambito dell'IoT la tecnologia RFID viene a volte sfruttata per implementare un canale di comunicazione che non richiede un trasmettitore nel sensore, ovvero sfruttando il principio della comunicazione tramite "backscattering modulato" tipica della tecnologia RFID passiva. Esistono, infine, interessanti applicazioni dei chip RFID per "anti-tampering", che consentono di verificare da remoto lo stato di un sigillo applicato ad un prodotto o ad un contenitore, oppure di capire se il sigillo è stato manomesso. In conclusione, le più recenti evoluzioni della tecnologia RFID possono contribuire significativamente ad aumentare l'efficienza dei processi produttivi e logistici, essendo un elemento fondamentale del processo di digitalizzazione a livello di singolo elemento - item level tagging. Si suggerisce quindi l'inserimento di questa tecnologia e delle sue potenziali applicazioni all'interno delle schede su Intelligenza Artificiale e Blockchain.

Intervento n. 9

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Azienda

Callegari Christian QUANTAVIS SRL, *Manager Innovazione*

In relazione alla scheda di ricerca 3, tema Blockchain, si potrebbe indagare l'uso delle PUF insieme alle blockchain per servizi di anti-contraffazione. Le PUF (Physical Unclonable Function) sono circuiti integrati in silicio che sfruttano le variazioni casuali dovute alle tolleranze di fabbricazione per implementare una funzione unica che è sconosciuta all'osservatore e al produttore ed estremamente difficile da misurare sperimentalmente. Da un punto di vista comportamentale, le PUF sono circuiti che rispondono alle stringhe di ingresso (challenge) con stringhe di uscita perfettamente ripetibili (response), dove la mappatura challenge-response (la funzione non clonabile) è completamente ripetibile con l'invecchiamento e con condizioni ambientali variabili. Le PUF possono essere integrate nel meccanismo di "consensus algorithm", permettendo un significativo risparmio in termini di carico computazionale della blockchain.

Intervento n. 10

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Centro servizi alle imprese

Irene Burroni, *Direttore CSM*

Ipotesi per la sperimentazione di tecnologia 5G nell'ambito del Progetto Valdelsa.

Due delle direttrici strategiche più importanti del Progetto Valdelsa richiedono infrastrutture di comunicazione con proprietà tali da poter essere soddisfatte in misura limitata con la tecnologia 4G. Tali proprietà possono essere soddisfatti con la tecnologia 5G, come dimostra un'ampia letteratura tecnico-scientifica e progettuale a livello internazionale. Conseguentemente è da ritenere che la sperimentazione con la tecnologia 5G nelle realtà esistenti sia non solo utile ma anche necessaria per ragioni economiche, sociali e ambientali. Direttrici strategiche e linee di progettazione

1. Controllo real time di sequenze coordinate di fasi produttive e supporto alle decisioni in ambiente ad alta complessità

Dai focus group e dalle interviste dirette alle imprese sono emerse esigenze di cooperazione interaziendale e intersettoriale per il controllo real time di una pluralità di fasi produttive, che sono distribuite sul territorio su scala locale, nazionale, internazionale. Obiettivi: controllo dei parametri delle lavorazioni eseguite a distanza; modelli previsivi continuamente aggiornati per tempi di consegna accelerati di input-output (max 48-72 ore,).

Requirements. Elevato flusso di dati (data rate), talora in audio-video, evitando "colli di bottiglia"; bassa latenza (velocità di risposta del sistema di sensori, attuatori, che generano flussi informativi); riduzione dei consumi di energia; possibilità in taluni casi di utilizzare tactile internet (sensori tattili che richiedono un'alata risoluzione del frame rate, per esempio nel controllo delle superfici di lavorazione a distanza); affidabilità e sicurezza dei flussi informativi. Proprietà congruenti della tecnologia 5G. Sempre in accordo con i principali risultati della ricerca ((Akyldiz et al., 2016; ITU, 2018) secondo l'ITU, ci sono tre tipi di scenari di servizio nella Valdelsa che la tecnologia 5G può supportare in maniera molto più efficace servizi a banda larga mobile, comunicazioni massicce di tipo macchina e comunicazioni ultra affidabili e a bassa latenza.

Le 10 tecnologie abilitanti necessarie per lo sviluppo di questi scenari sono: WSDN, NFV, device to device comm., IoT, Ultra-densification, Radio Access Techniques, Big Data & Mobile Cloud Computing, Green Communications, Massive MIMO, Millimeter Wave & Terahertz band.

L'insieme di queste tecnologie potrà permettere un'alta scalabilità nelle comunicazioni: elevato numero di dispositivi (M2M), affidabilità dell'ubiquitous connectivity, flussi elevati di informazioni con ampiezza di banda e bassa latenza. Inoltre, l'applicazione di soluzioni di AI, consentite dal 5G, permette di ottenere risposte a quesiti che sono altrimenti irrisolvibili, data la capacità dei computer di apprendere mediante esperienza (la valutazione di volumi di informazioni impossibili da affrontare dalla mente umana), evidenziare correlazioni tra migliaia di variabili e, infine, generare capacità predittive in grado di supportare meccanismi di risposta e di offrire ai manager sintesi di fenomeni complessi e così favorire scelte ottimali strategiche e operative.

2. Diversificazione dell'approvvigionamento energetico con produzione da rinnovabili e rafforzamento di percorsi di economia circolare

Un ampio numero di imprese impiega energia elettrica acquistata sul mercato libero, metano, pannelli FV e cogenerazione da calore. Intento di molte altre realtà produttive è ampliare l'impiego di rinnovabili e sviluppare forme di cogenerazione da studiare più approfonditamente nel dettaglio. Lo scenario che si profila è l'ampliamento della produzione energetica non da fonti fossili e la realizzazione di "mini-smart grid": il primo step è quello di definire una smart-grid di area industriale, estendibile a insediamenti urbani. Da segnalare che **per un numero**

significativo di imprese manifatturiere si pone un problema di sbalzi di tensione nei flussi di energia con oscillazioni che rischiano di provocare interruzioni dei processi lavorativi ad alta precisione e conseguenti ingenti danni negli output. Emerge dunque anche una questione relativa allo storage individuale e di micro-sistema (area produttiva) che potrebbe essere affrontato in un'ottica di smart-grid.

Requirements. Controllo di flussi rilevanti di energia; modelli computazionali che consentano di individuare anomalie di flusso; reattività immediata real time con innesto da smart-grid storage; valutazione puntuale (singole macchine) e di sistema per una razionalizzazione dei processi e quindi efficientamento energetico e riduzione dei costi.

Requisiti tecnici della tecnologia 5G. Come nella direttrice precedente: riduzione latenza end-to-end; elevato data rate; affidabilità e sicurezza; reattività immediata della centrale di controllo della smart-grid che governa generatori, linee di trasmissione e consumatori di energia, in modo da assicurare la regolarità dei flussi. Inoltre, la tecnologia 5G rafforzerà l'attivazione di processi di economia circolare per il monitoraggio e la gestione più efficiente dei processi produttivi, della sostenibilità di risorse, come l'acqua, e il riciclo degli scarti di produzione (flussi input-output), anche grazie a tracciabilità evoluta garantita dalla tecnologia blockchain, così come da azioni previste nel Protocollo d'intesa e in progettualità attualmente in corso di definizione (LC-GD-3-2-2020). In tale scenario, si fa anche presente che la nascita nella scorsa estate del Polo tecnologico-scientifico SAIHub, nato dal partenariato guidato dalla Fondazione Monte dei Paschi e composto da Confindustria Toscana Sud, Università di Siena, Fondazione Toscana Life Sciences e Comune di Siena, con la Rete di Imprese costituita da oltre venti aziende provenienti da tutta Italia indirizzate allo sviluppo di applicazioni di Intelligenza Artificiale, rivestirà sempre più un ruolo rilevante nello sviluppo dell'economia locale.

Intervento n. 11

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Giovanni Stea, *Professore Universitario*

L'introduzione del 5G porterà latenze estremamente basse e capacità virtualmente infinite. Ciò abiliterà servizi latency-critical e/o a banda elevata (e.g., guida autonoma o semiautonoma assistita da remoto, automazione industriale, realtà virtuale o aumentata, etc.). Una buona parte di questi servizi, compresi quelli menzionati sopra, richiedono una notevole capacità di computazione. Da un lato, tale capacità potrebbe non essere disponibile sui dispositivi utente; dall'altro lato, potrebbe comunque essere preferibile ospitare tale capacità su hardware non sotto il controllo dell'utente (ad esempio, per garantire la sicurezza, o la coerenza delle versioni del software applicativo). Parallelamente a questo, i servizi sopra menzionati acquistano maggior valore se messi in grado di sfruttare il contesto in cui si pongono, cioè informazioni sull'utente, sull'ambiente, sugli utenti circostanti e/o sulla capacità della rete di supportare certi tipi di comunicazione. Il paradigma di Multi-access Edge Computing (già chiamato Mobile-edge Computing, MEC) consente all'utente di utilizzare – da un lato – capacità di computazione e storage di tipo cloud, localizzata in prossimità fisica dell'utente medesimo, e – dall'altro – la possibilità di acquisire contesto tramite l'interazione con la rete 5G:

applicazioni MEC che girano per conto di un utente possono infatti richiedere alla rete 5G, tramite opportune interfacce, informazioni quali la localizzazione di utenti, la qualità della loro

comunicazione, lo stato della rete. Il MEC funziona quindi da abilitatore di servizi ad alto valore aggiunto, tanto più se usato in congiunzione con reti mobili di 5° generazione. L'introduzione massiva di servizi MEC ha la capacità di sviluppare non solo i settori trainanti dell'economia regionale, ma anche di creare nuove opportunità di business per la costruzione, l'hosting e la gestione di detti servizi, anche da parte di startup del settore ICT, nonché di sviluppare nuovi modelli di interazione e cooperazione tra le imprese. Se da un lato lo studio delle prestazioni di una rete 5G deve necessariamente includere la valutazione della sua parte radio, dall'altro lato non può prescindere dalla necessità di valutare, in un contesto end-to-end, le latenze e le capacità di un sistema più complesso, che comprende sia comunicazione che computazione, fatto per supportare servizi del tipo descritto sopra. Lo studio di prestazioni di un sistema che offra servizi di nuova generazione integrando MEC e reti 5G richiede di considerare diversi aspetti complementari:

- Pianificazione congiunta di capacità di comunicazione (rete) e di computazione (hosting MEC), trovando un compromesso tra i requisiti contrastanti di flessibilità, efficienza di utilizzo e basso capex (che spingono verso la centralizzazione) e responsabilità verso gli utenti (che spinge verso la decentralizzazione);
- Politiche di migrazione dinamica di applicazioni utenti ospitate su MEC, da un lato seguendo la mobilità degli utenti medesimi, dall'altro perseguendo logiche di load-balancing e di miglior utilizzo dell'infrastruttura;
- Prestazioni dei servizi offerti *al* MEC *dalla* rete 5G (ad esempio: responsabilità, scalabilità e precisione di interfacce di localizzazione, radio network information, etc.)
- Architetture di hosting e di virtualizzazione per servizi MEC. Lo studio degli aspetti sopra menzionati può avvenire usando diversi strumenti. Se da un lato, a TRL più alti, è necessario realizzare prototipi, nelle fasi iniziali le valutazioni possono essere condotte tramite strumenti software in parte esistenti, in parte da sviluppare (e.g., strumenti di simulazione di rete ad eventi discreti, o di cosimulazione rete/computazione, si veda la bibliografia in calce), che includano modelli adeguati dei servizi e della rete. Tali strumenti possono anche funzionare come cradle per prototipi di applicazioni reali, che possono essere fatte girare in ambiente controllato, simulando diversi scenari di sviluppo e di maturità della rete sottostante, con massima flessibilità. Studi di questo tipo sono in grado di ottimizzare le prestazioni e di abbattere i tempi di sviluppo dei servizi medesimi.

Bibliografia

1. A. Viridis, G. Nardini, G. Stea, D. Sabella, "End-to-end performance evaluation of MEC deployments in 5G scenarios", MDPI Journal of Sensor and Actuator Networks, 9(4), 57, 2020, DOI: 10.3390/jsan9040057
2. G. Nardini, D. Sabella, G. Stea, P. Thakkar, A. Viridis "Simu5G – An OMNeT++ library for end-to-end performance evaluation of 5G networks", IEEE Access, 2020, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3028550
3. G. Nardini, G. Stea, A. Viridis, D. Sabella, P. Thakkar, "Using Simu5G as a Realtime Network Emulator to Test MEC Apps in an End-To-End 5G Testbed", PiMRC 2020, London, UK, 1-3 September 2020
4. G. Nardini, G. Stea, A. Viridis, D. Sabella, "Simu5G: a system-level simulator for 5G networks", Best Paper Award, SIMULTECH 2020, online conference, July 2020

Intervento n. 12

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Andrea Abrardo, *Professore Associato*

Riporto di seguito la descrizione di un tema di ricerca in ambito 5G che potrebbe integrarsi con quanto già indicato nella scheda, approfondendo in particolare il tema delle applicazioni per industrial IoT.

Quadro di riferimento: Nella visione olistica delle reti di comunicazione di quinta generazione (5G), uno dei settori che potranno avere maggiore impatto per le applicazioni in ambito industriale è senz'altro rappresentato dalle cosiddette "Ultra Reliable and Low Latency Communication" (URLLC). Tale categoria di applicazioni si prevede che possano aprire una grande opportunità per la realizzazione di sistemi safety-critical, che richiedono tempi di ritardo molto piccoli, ad esempio minori del millisecondo, al fine di permettere il corretto funzionamento delle applicazioni di automazione industriale. Al requisito di bassissima latenza si affianca quindi naturalmente quello di ultra reliability, intendendo la garanzia di corretto funzionamento degli apparati, includendo ovviamente la parte di comunicazione dei dati. A testimonianza dell'interesse che tale ambito di applicazioni suscita nella vasta comunità del 5G, il comitato di standardizzazione 3GPP ha di recente concluso i lavori per il rilascio della Release 16 dello standard (seconda release del 5G) in cui l'attenzione si è spostata dai servizi genericamente definiti Enhanced Mobile Broadband (eMBB) a quelli legati al mondo dell'internet delle cose per l'industria 4.0 (Industrial IoT for Industry 4.0), includendo per l'appunto i servizi URLLC e i TSC (Time sensitive Communications), introducendo il supporto per lo sviluppo di reti 5G private, operanti per lo più nella nuova banda delle onde millimetriche.

Obiettivo della ricerca L'obiettivo della ricerca è, da un lato l'individuazione dei requisiti di robustezza e affidabilità delle diverse applicazioni legate al mondo dell'industria 4.0 e in particolare del settore del tessile, che potrebbero beneficiare in particolar modo dello sviluppo dell'industrial IoT nella visione del 5G. L'ambizione del 5G è infatti quella di sostituire i servizi Time Sensitive Networking (TSN) per l'automazione industriale, standardizzati dall'Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) per reti cablate, con una rete completamente wireless integrata con tutti i servizi di cloud al bordo della rete, con evidente guadagno in termini di facilità di installazione, agilità nell'adattamento a nuove configurazioni, abbattimento drastico dei costi, riduzione notevole del tempo di dispiegamento per i nuovi attori nel mondo dell'industria 4.0.

Attività di ricerca L'obiettivo della ricerca consiste essenzialmente nell'esplorare le nuove soluzioni tecnologiche previste già in ambito di standardizzazione per la realizzazione di servizi di comunicazione wireless in cui tutti gli apparati coinvolti, dalle micro o macro stazioni radiobase, ai sensori distribuiti nello stabilimento, abbiano un riferimento comune del tempo con incertezze minori del millisecondo, in modo che differenti nodi possano effettuare misure e prendere decisioni esattamente allo stesso istante, superando le naturali incertezze intrinseche nelle comunicazioni non cablate dovute a problemi di ritardo di accesso, errori di sincronismo, perdita di pacchetti, interferenze, etc. Per usare un termine che riassume quanto scritto sopra, l'ambizione è quella di costruire una slice della rete 5G per applicazioni industrial IoT che raggiunga prestazioni deterministiche, grazie all'utilizzo combinato di una serie di innovazioni sia dal punto di vista della rete di accesso che della core network.

Fra le innovazioni che si prevedono faranno irruzione in questo ambito, e che richiedono ancora un'intensa attività di ricerca per verificarne appieno le potenzialità e metterne in evidenza le criticità, si possono elencare:

(i) Politiche di accesso più flessibili, quali uso di schemi di accesso MAC-free, ovvero con la riduzione al minimo dello scambio di informazioni per l'accesso al fine di annullare i tempi di latenza in questa fase;

(ii) Uso di un numero elevatissimo di antenne per aumentare la capacità del sistema;

(iii) Flessibilità nella gestione delle risorse grazie alla virtualizzazione delle stesse, e quindi alla possibilità di costruire reti completamente isolate; (iv) introduzione di nuove tecnologie, quali le superfici intelligenti e riconfigurabili, per il miglioramento dei link radio soprattutto in condizioni di assenza di copertura con collegamento diretto (LOS), problema particolarmente sentito in ambito industriale di propagazione indoor

(iv) Introduzione dell'intelligenza artificiale al bordo della rete per gestire la complessità del problema dell'allocazione risorse, sia di banda che computazionali che di immagazzinamento dati.

Intervento n. 13

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Azienda

Francesco Margiotta, *Consigliere delegato Multidata Srl*

Blockchain. Realizzazione di una Blockchain del distretto tessile a supporto della tracciabilità e valorizzazione delle aziende del settore , focalizzando le analisi sulle seguenti dimensioni fondamentali: qualità, origine e sostenibilità ambientale ed etica. L'ipotesi progettuale parte da uno studio di fattibilità effettuato dal MISE con partner tecnologico IBM terminato a novembre 2019. L'obiettivo sarebbe di realizzare a breve un prototipo dimostrativo delle potenzialità offerte da un'architettura SCM rafforzata dall'impiego delle tecnologie Blockchain. Intelligenza artificiale. Algoritmi per applicazioni di Manifattura 4.0. Multidata ha una profonda conoscenza dei processi tessili e potrebbe disporre (in accordo con i nostri clienti) di una grande quantità di informazioni raccolte dai sistemi informativi delle aziende che utilizzano il nostro ERP.

Intervento n. 14

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Enrico Vicario, *Professore Ordinario - Dipartimento Ingegneria dell'Informazione*

il contesto di azione è molto stimolante per connettere ricerca scientifica e applicazione nei distretti, avviando un circolo virtuoso di interazione tra bisogni e potenzialità che possono scaturire dalla diffusione delle tecnologie del 5G. Al fine di permettere una concreta connessione tra ricerca, sperimentazione e trasferimento tecnologico, potrebbe essere utile rappresentare fra i temi di azione anche l'ambito del SOFTWARE ENGINEERING, in vari aspetti tra cui in particolare: - architetture e metodi di software engineering capaci di connettere metodi di intelligenza artificiale con dati di operazione dei sistemi, con integrazione di sistemi informativi legacy e servizi intelligenti ad alto valore aggiunto a supporto delle decisioni e dell'organizzazione di attività produttive, con l'accompagnamento di metodi di ingegneria del software capaci di integrare in modo affidabile componenti di machine learning all'interno di servizi business critical; - metodi di valutazione quantitativa a supporto di modelli diagnostici, predittivi, e prescrittivi, derivabili in modo automatico da informazione e dati mantenuti nell'operazione di sistemi reali attraverso tecniche di Model Driven Engineering, e applicabili non solo in fase di operazione sulla base di dati osservati, ma anche in fase progettuale di esplorazione dello spazio delle scelte.

Intervento n. 15

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Marcelloni Francesco, *Professore Ordinario di Data Mining e Machine Learning presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Pisa*

Nel seguito vorrei segnalare due aspetti che a mio avviso sono oggi molto rilevanti sia nell'ambito della ricerca sull'Intelligenza Artificiale che delle sue applicazioni industriali: Federated Learning e Explainable Artificial Intelligence. Di seguito, illustrerò questi due aspetti e mi permetterò di suggerire un paio di modifiche alle schede. Il Federated Learning (Apprendimento Federato) è una metodologia di machine learning il cui l'obiettivo è quello di apprendere modelli predittivi e descrittivi di alta qualità da dati distribuiti memorizzati su diversi dispositivi indipendenti tra di loro. A differenza delle tecniche tradizionali di apprendimento automatico centralizzate dove i dati vengono caricati ed elaborati su un server, o ai più tradizionali metodi decentralizzati che assumono che i dati locali siano distribuiti in modo identico, il Federated Learning permette di apprendere un modello comune e robusto, senza lo scambio dei dati. I dati infatti rimangono accessibili solo nel dispositivo dove sono stati memorizzati e ciò che viene trasferito sono informazioni aggregate o modelli appresi sui singoli dispositivi, da cui viene generato un modello aggregato. Questo modello viene ri-distribuito nei dispositivi. In questo modo, se da un lato il Federated Learning evita di trasferire i dati memorizzati nei singoli dispositivi, dall'altro ogni dispositivo potrà avvalersi di un modello aggregato che è stato generato sfruttando tutte le informazioni disponibili. L'utilizzo del Federated Learning permette di raggiungere, dal punto di vista dell'accuratezza dei modelli, prestazioni comparabili a quelle che si otterrebbero trasferendo tutti i dati in un server ed elaborandoli con tecniche tradizionali di apprendimento automatico, risolvendo problemi critici come la protezione, la sicurezza e i diritti di accesso ai dati e l'impiego di dati eterogenei. Il Federated Learning trova quindi applicazione in tutti quei domini dove si richiedono modelli di intelligenza artificiale che devono essere costruiti sfruttando dati memorizzati su dispositivi diversi senza trasferire questi dati. Per esempio, il Federated Learning può essere utilizzato per generare profili di utenti sfruttando dati memorizzati su basi di dati diverse e che per problemi di privacy non possono essere trasferiti. Oppure nel caso di manutenzione su condizione può essere usato per costruire modelli di predizione di possibili guasti sfruttando dati raccolti da sensori installati su macchinari impiegati in aziende diverse ma senza scambiare dati relativi alle condizioni di operatività del singolo macchinario, così evitando di comunicare all'esterno informazioni che potrebbero rivelarsi critiche per l'azienda. Il vantaggio acquisito dall'azienda sarebbe quello di ottenere un modello di predizione dei guasti sempre più preciso evitando i rischi connessi al trasferimento dei dati. Ovviamente uno schema di questo tipo può essere adottato in tutte quelle attività che si ripetono uguali in aziende diverse, consentendo di apprendere modelli sempre più precisi con un reale beneficio per tutte le aziende che partecipano alla federazione. Affinché l'Intelligenza Artificiale possa ottenere la fiducia dei manager per la sua applicazione in azienda, deve essere in grado di spiegare e giustificare il suo processo decisionale. Molti dei modelli predittivi usati oggi nell'Intelligenza Artificiale non consentono di capirne appieno il loro funzionamento o la logica che ne sta dietro. Questi modelli sono individuati con il termine "Black Box" proprio ad individuare questa loro mancanza di trasparenza, che spesso rende incomprensibili anche agli occhi degli esperti o degli stessi sviluppatori la loro conclusione, così riducendo la fiducia sull'Intelligenza Artificiale. Inoltre, c'è da considerare come l'aumento della sensibilità pubblica verso la privacy attraverso l'introduzione di varie legislazioni a livello internazionale come il GDPR imponga livelli elevati di protezione della sfera privata e allo stesso tempo trasparenza nel trattamento delle informazioni, che i modelli "Black Box" non possono

garantire.

L'attività di ricerca che va sotto il nome di eXplainable AI (XAI) mira a sviluppare algoritmi di Intelligenza Artificiale che producano modelli più spiegabili, preservando un livello elevato di prestazioni paragonabile agli approcci Black Box, ma al contempo consentendo agli utenti umani di comprendere e fidarsi dei sistemi di Intelligenza Artificiale.

A seguito di queste premesse, mi permetterei di suggerire le modifiche seguenti.

Nella sezione 1.2 – Intelligenza Artificiale, nel punto “Paradigma logistica 4.0 in fabbriche e laboratori di manifattura, proporrei:

- nel punto “Elaborazione dei dati raccolti da sensori per il monitoraggio tramite algoritmi di deep learning e di Intelligenza Artificiale” di togliere “di deep learning” visto che è parte dell'Intelligenza Artificiale e di riscrivere il punto nella forma seguente: Elaborazione dei dati raccolti da sensori per il monitoraggio tramite algoritmi di Intelligenza Artificiale, con particolare attenzione alla trasparenza dei modelli generati
- Di inserire un ulteriore punto: Costruzione di modelli predittivi da dati raccolti e memorizzati in dispositivi indipendenti rispettando la sicurezza e la privacy dei dati, attraverso ad esempio tecniche di apprendimento federato

Nella scheda Ricerca 2, nella sezione “Attività di Ricerca” proporrei di modificare la frase “La ricerca verterà principalmente sull'implementazione di ...” in “La ricerca verterà principalmente sul progetto e l'implementazione di algoritmi di Data Analytics, Machine Learning e Deep-learning in contesti applicativi legati alla realizzazione di soluzioni per smart manufacturing, con particolare attenzione alle problematiche di sicurezza/privacy nell'utilizzo di dati distribuiti e agli aspetti relativi alla trasparenza dei modelli.”

Intervento n. 16

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Azienda

Marco Calderisi, *Data scientist* / CTO

NOTA 1. Pagina 3. non ritengo corretto parlare di trasferimento tecnologico solo tra università e centri di ricerca (“che presidiano tali tecnologie”), verso l'imprenditoria “che ha consapevolezza delle esigenze applicative”. Infatti ci sono aziende, anche in toscana, che sono in grado di sviluppare ed applicare soluzioni AI complete, performanti ed efficaci.

NOTA 2. paragrafo 1.2 Intelligenza artificiale sembra che chi ha scritto questo paragrafo sia esperto di 5G e non di AI. gli esempi che vengono riportati infatti citano più spesso il 5G che l'AI! è sorprendente infatti che non vengano presi in considerazione quelli che sono gli aspetti principali dell'AI in ambito industriale: - manutenzione predittiva - automazione dei processi - predizione della qualità del prodotto finito - monitoraggio in real time e da remoto - ottimizzazione della logistica e della produttività

NOTA 3. Schede di ricerca. Intelligenza artificiale. Emenderei completamente il paragrafo: “Gestione ottimizzata della produzione industriale”, come segue: L'impiego di tecniche di Intelligenza artificiale applicate alla grande quantità di dati prodotti dai dispositivi IoT, permetterebbe alle imprese del distretto di operare in modo più efficiente sotto diversi aspetti. In prima battuta sarebbe possibile, come già detto precedentemente, prevedere la gran parte degli eventi di manutenzione. Si potrebbero poi ridurre i consumi energetici, diminuendo ad esempio i tempi di fermo macchina e le rilavorazioni, e il consumo di materie prime, riducendo gli scarti. I processi potranno poi essere monitorati in real time, mediante l'utilizzo di sensori virtuali, per garantirne un miglior funzionamento, e la qualità potrà essere meglio raccordata alle condizioni produttive (quality by design). Queste attività potranno essere effettuate in real time e consentiranno un controllo sia in mobilità che da remoto. Ciò potrebbe portare ad esempio anche ad incremento dell'attività di

prototipazione e sperimentazione di soluzioni innovative nei vari processi di realizzazione del prodotto finale, rendendo così le imprese sempre più competitive nel mercato di settore. NOTA 4. nelle pagine 10, 13 e 16 (in fondo alla pagina) il testo è tagliato.

Intervento n. 17

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Giovanni Giambene, *Professore universitario, DIISM, Università di Siena*

I sistemi 5G per il monitoraggio ambientale.

I sistemi 5G non saranno soltanto un sistema cellulare, ma comprenderanno anche l'Internet of Things (sensori) e il traffico affidabile a bassa latenza che è indispensabile in ambito industriale e automotive. I sistemi 5G dovranno garantire elevata banda (fino a 1 Gbit/s) e ritardi estremamente bassi per il traffico dati (inferiori a 1 ms). In tale contesto si possono creare innumerevoli applicazioni industriali. Di particolare interesse sono le recenti applicazioni che prevedono l'uso di sensori distribuiti sul territorio per il monitoraggio capillare di fenomeni ambientali o naturali (inquinamento, condizioni climatiche e microclima, rischio incendi, monitoraggio degli animali, monitoraggio delle piante, ecc.) grazie all'uso di gateway 5G a bordo di droni che fanno da anello mancante per la copertura 5G in aree rurali non ancora servite del sistema 5G di terra (stazioni radio-base, gNB). La scelta dei droni e il loro piano di volo come pure la copertura di sensori vanno progettati per assicurare un elevato tempo di vita del sistema (10 anni almeno), un tempo ridotto per individuare l'allarme (dell'ordine di minuti anche in relazione all'area da coprire). Il sistema 5G consente di trasferire rapidamente i dati raccolti via Internet ad un centro remoto di controllo. Il drone può aver intelligenza a bordo per effettuare una prima elaborazione dei dati raccolti. Il tutto può essere integrato da ulteriori sensori trasportati a bordo del drone. Lo sviluppo di un prototipo di sistema basato su tecnologia 5G consentirebbe di validare l'idea proposta con misurazioni della qualità del segnale, l'ottimizzazione del percorso del drone in relazione all'orografia del territorio, lo studio dei tempi di risposta agli allarmi in relazione alla densità dei sensori sul territorio. Quest'attività dovrebbe coinvolgere il settore industriale aeronautico per i droni, quello elettronico della sensoristica, enti interessati a sperimentazioni di monitoraggio ambientale, centri di ricerca e operatori 5G per rendere fruibile l'accesso alla rete 5G e testare varie soluzioni di rete possibili. I sensori wireless potrebbero essere basati sulla nuova tecnologia di sensori 5G che sono ora in fase di sviluppo.

Intervento n. 18

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Betti Michele, *Professore associato*

Sarò brevissimo (anche perchè forse mi mancano dei riferimenti, e potrei andare "fuori tema"). Ho letto le schede ma - dato comunque il mio settore di applicazione - mi pare che manchino completamente la descrizione delle potenzialità che il 5G (e comunque più in generale l'applicazione di modelli di AI) potrebbero portare in ambito civile-strutturale sia per gli aspetti di monitoraggio strutturale (potenzialità del 5G in termini di trasferimento dati dalla rete di sensori al server) sia per gli aspetti di predizione del comportamento / assessment del danno (che potrebbero derivare dall'impiego di modelli di AI).

Giusto qualche riferimento:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045794914000248>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11012-014-0085-9>

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15583058.2020.1719229>

Intervento n. 19

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Azienda

Stefano Batistini, *Direttore Tecnico e Amministrativo*

Punti di riflessione sulle applicazioni e gli sviluppi tecnologici conseguenti all'applicazione della Tecnologia 5G:

- Diffusione dei sistemi di controllo della sicurezza e dell'igiene industriale, efficienza produttiva, competitività nelle medie e piccole imprese, con particolare riferimento alle aziende in subfornitura per le grandi aziende internazionali. Diffusione dei concetti smart shop e brilliant factory. Con il 5G sarà possibile creare, nelle diverse attività produttive, una connettività a basso costo tra macchinari per la produzione, anche se non di ultima generazione e sprovvisti pertanto di sistemi di comunicazione on board. Sarà possibile estendere l'applicazione dei concetti di smart shop e brilliant factory in tutti quegli impianti dove i costi necessari a creare una rete di connettività sono elevati e quindi costituiscono il principale ostacolo all'applicazione dei sistemi di monitoraggio e controllo della produzione e dell'efficienza aziendale.
- Sistemi per il monitoraggio ambientale con particolare riferimento alle attività di screening preliminare low cost, a servizio delle PA e dei privati, propedeutiche all'attività decisionale e all'utilizzo di sistemi di monitoraggio puntuale ed analisi a maggiore impatto economico. È possibile sviluppare una rete di monitoraggio della QA nelle città, o di monitoraggio delle emissioni nei perimetri industriali, capillare e che dia risposte in tempo reale, grazie alla potenza di connettività del 5G. Anche in questo caso saranno abbattute le barriere che limitano la diffusione di tali sistemi.
- Droni terrestri e non, polifunzionali, utilizzati nell'ambito della sicurezza ed igiene industriale, con elevate capacità di apprendimento, operanti in autonomia o congiuntamente con sistemi di monitoraggio, parti integranti di un network 5G, destinato ad azioni di rilevazione, analisi, rimozione e bonifica di aree/materiali/inquinanti, nelle diverse matrici ambientali.
- Sistemi di telecontrollo, acquisizione dati e controllo delle apparecchiature, rivolti alla sicurezza operativa, al risparmio energetico ed ottimizzazione di consumi, all'analisi dei dati e alla prognostica sulla funzionalità degli impianti e/o singole apparecchiature. Il campo di applicazione è vasto e può essere scalato anche su piccole unità, che con gli attuali sistemi di comunicazione non sono messe in rete, ma che lo saranno grazie alla capacità di gestire una maggiore quantità di dispositivi per unità di superficie del 5G. Le applicazioni del telecontrollo capillare, e quindi del controllo in tempo reale, reso possibile dalla tecnologia 5G e prima impensabili, sono vaste: impianti di depurazione, di sollevamento, trattamento acque, teleriscaldamento, impianti fotovoltaici e mini eolici.

Intervento n. 20

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Francesco Fidecaro, *Docente Universitario*

La pervasività promessa dal 5G porterà a una richiesta di sensori con intelligenza distribuita a basso costo, come versioni wireless di sensori e attuatori per processi industriali o sensori innovativi, ad esempio MEMS. E' in corso la creazione di un ecosistema integrato a sensori, attuatori, display.

Intervento n. 21

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Altro

Fabrizio Baiardi, *Professore Ordinario informatica, INF-01, Università di Pisa*

Entrambe le schede non discutono i requisiti che devono essere introdotti nelle varie soluzioni per garantire la sicurezza informatica, la robustezza e resilienza dei sistemi e delle strategie e soluzioni che si vogliono proporre. Le schede non forniscono indicazioni sulle linee guida, i metodi e le best practices che si prevede di adottare per gestire il rischio informatico nei sistemi informativi che verranno sviluppati nelle attività descritte nelle schede. Ad esempio, la scheda 5G descrive approcci alla manutenzione predittiva che utilizzi i sensori per pianificare in anticipo gli interventi. Questa strategia è in generale basata sulla definizione di un digital twin del sistema da mantenere, che viene poi alimentato con i dati raccolti dai vari sensori IoT. Studi ed esperienze recenti, sia a livello accademico che industriale, evidenziano come il digital twin in oggetto può permettere significativi miglioramenti in vari campi ma, contemporaneamente, i dati ed i codici che costituiscono il digital twin sono bersaglio estremamente appetibile di cyber attacchi attuati da chi vuole raccogliere ed esfiltrare informazioni sulla produzione in atto con il fine ultimo di realizzare spionaggio industriale o furti di proprietà intellettuali. Di conseguenza dovrebbe essere adeguatamente protetto e difeso da attacchi di questo tipo. La necessità di adottare adeguati meccanismi di protezione e di controlli è ancora più stringente in tutti quei casi in cui il digital twin viene memorizzato e gestito su architetture di tipo cloud pubblici e quindi esterne al perimetro aziendale. La scheda non cita questa soluzione che diventerà sempre più popolare per i significativi risparmi che permette. Un'altra classe di attacchi da cui il twin deve essere difeso è quella degli attacchi di tipo ransomware come quelli che hanno colpito di recente Luxottica, Campari ed Enel bloccando la produzione per alcuni giorni. A partire dal 2017 attacchi di questo tipo hanno colpito, tra gli altri Renault, Saint Gobain e Maersk provocando danni dell'ordine di centinaia di milioni anche ad aziende farmaceutiche ed ospedali arrivando a provocare la morte un paziente in un ospedale tedesco. Oltre al danno per il blocco della produzione ed il furto di proprietà intellettuale, le aziende bersaglio degli attacchi ricevono richieste di riscatto per tornare in possesso dei loro dati dell'ordine delle decine di milioni di euro. Un ulteriore rischio che deve essere opportunamente gestito è quello che gli attacchi descritti è oltre prelevare ed esfiltrare informazioni possano anche interferire con la sicurezza della produzione e dei lavoratori. Le maggiori prestazioni permesse dal 5G possono aiutare gli attaccanti riducendo ulteriormente i tempi a disposizione per individuare e reagire ad eventuali attacchi. Indicare se e come si intende difendersi da questi attacchi è fondamentale per aumentare la robustezza e la resilienza delle aziende che adottano soluzioni basate su digital twin e non possono essere rimandati ad un momento successivo perchè questo rinvio può solo aumentare i costi per la messa in sicurezza e definisce una finestra di vulnerabilità in cui i vari sistemi possono essere attaccati. . Queste considerazioni diventano ancora più importanti in tutti quei casi in cui si prevede di adottare le soluzioni twin based per problemi di safety. Da un punto di vista legislativo, le attività descritte nella scheda trascura quindi numerosi interventi, nazionali e internazionali, come il DPCM 30 luglio 2020 – Regolamento in materia di perimetro di sicurezza nazionale cibernetica – pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 21 ottobre ed il "Ransomware annex to G7 statement" dei ministri finanziari del G/ che ha espresso forti preoccupazioni relativamente agli attacchi cyber, in particolare al ransomware. Infine, la scheda su 5G pur citando la possibilità di adottare metodologie e strumenti di Data Analytics non considera se e come applicare soluzioni ben note nel mondo della sicurezza informatica per verificare anomalie o attacchi ai vari twin utilizzati. Considerazioni simili valgono per la scheda su blockchain che trascura totalmente i problemi di integrità del codice e dei dati dei sistemi coinvolti, fidando unicamente sulla robustezza intrinseca dei distributed ledger. Tale robustezza

non contribuisce, anzi peggiora, i problemi si devono affrontare e risolvere se e quando alcuni dei nodi del distributed ledger ospitano del malware che interferisca con le operazioni per inserire nella blockchain dati falsi o malevoli. La possibile presenza di malware sui sistemi che operano sul ledger può alterare i dati inseriti nel distributed ledger è, ad esempio, il problema che ha portato la quasi totalità degli esperti nazionali ed internazionali a sconsigliare l'adozione di sistemi basati su distributed ledger per tutta una classe di applicazioni, ad esempio quelle per il voto elettronico. L'utilizzo di distributed ledger e blockchain per la gestione di supply chain ricade nella classe considerata perché se uno degli attori della supply chain ospitasse del malware nei propri sistemi potrebbe, in modo del tutto involontario, inserire nel ledger informazioni che potrebbero danneggiare gli altri attori. Per valutare il rischio informatico generato dalla presenza di malware non rilevato sul proprio sistema, occorre tener conto in base al settore in cui si opera, il tempo medio per rilevare la presenza di malware può variare da 3 a 5 mesi. Un'ulteriore strategia per inserire malware può sfruttare attacchi come spear phishing per il furto di credenziali di accesso. Il furto delle credenziali trasforma gli attaccanti esterni in insider e semplificare la penetrazione iniziale in un sistema per installarvi del malware. Quindi la naturale robustezza e resilienza dei distributed ledger può essere sfruttata in modo ottimale solo integrando l'approccio basato sul blockchain con metodologie che attestino i vari nodi coinvolti per garantire l'assenza di malware.

Intervento n. 22

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di Ricerca
Paolo Ferragina, Professore Ordinario

Visti i temi indicati è opportuna la sinergia con il Centro di Competenza regionale sui Big Data e Intelligenza Artificiale (CBDAI), approvato nel luglio 2020 dalla RT.

Intervento n. 23

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Azienda

Michele Cipolli, COO - Project & Business Development

Lo sviluppo del 5G e, più in generale, della connettività mobile e pervasiva ad alte prestazioni in termini di velocità e latenza risulta determinante per le nuove applicazioni tecnologiche che abilitano la trasformazione digitale delle imprese e la creazione/gestione di prodotti e servizi innovativi. Il numero crescente di dispositivi connessi, che scambiano dati in grandi volumi e rappresentano i nodi di una rete estesa al di fuori del perimetro aziendale rende fondamentale gestire la cybersecurity in un modo innovativo, mettendo al centro i dati e la loro protezione da attacchi esterni ed interni che possono interrompere la continuità delle attività di business e generare danni enormi. I dati costituiscono infatti un patrimonio intangibile di cui le organizzazioni non

possono fare a meno. Esistono tecnologie, come il Data Usage Control ed alcune tipologie di blockchain, che riescono a monitorare con continuità l'utilizzo dei dati, capire quando sono sotto attacco, e che dunque sono necessarie in un moderno portafoglio a disposizione delle imprese, in qualunque settore merceologico operino. Occorre costruire con gli attori del nostro sistema produttivo un percorso di trasformazione orientato alla consapevolezza ed alla conoscenza della cybersecurity e della protezione dati, sviluppando competenze ed abilità specifiche sulle tecnologie disponibili e sui processi di governance dei dati ad esse direttamente riferibili. La sostenibilità dei modelli di business e di crescita futuri per le nostre imprese dipende in gran parte da questi aspetti. Security Forge è una startup innovativa toscana che progetta e sviluppa soluzioni portando avanti questa missione.

Intervento n. 24

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di Ricerca

Andrea Barucci, Ricercatore

Mi occupo di ricerca in ambito clinico, in particolare dell'uso dell'Intelligenza Artificiale per la diagnosi ed il trattamento di patologie oncologiche, neurodegenerative ed adesso del Covid19. La creazione del centro che proponete sarebbe estremamente utile non solo per i progetti di ricerca, ma per fornire anche supporto nel trasferire le competenze fra ricerca pubblica ed industria, creando un meccanismo virtuoso. Io mi occupo anche di biobanche di immagini (progetto Regionale Navigator), ed e' estremamente importante iniziare a sfruttare tecnologie come quelle dei blockchain. Occorre creare un ambiente multidisciplinare dove le varie competenze specifiche discutono per creare progetti complessi e strutturati, come richiesto da queste tematiche. Ad esempio, per creare una biobanca di immagini fruibile dalla comunità occorrono medici, fisici, ingegneri, giuristi, statistici e matematici.

Intervento n. 25

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di Ricerca

Paolo Pagano, Direttore del Laboratorio Congiunto CNIT/AdSP MTS

La realizzazione della rete geografica 5G abiliterà alcune nuove funzioni che potranno rendere più produttive, sicure e sostenibili le attività industriali. Il 5G, con le caratteristiche del triangolo IMT-2020 che correttamente vengono riportate nella prima scheda (eMBB, mMTC, uRLLC) , deve essere coniugato alla capacità di elaborazione delle informazioni (Artificial Intelligence) e da tecnologie Blockchain che assicurino l'autenticità, la tracciabilità e l'affidabilità delle stesse. Si comprende bene la scelta della Città di Prato, sede della sperimentazione 5G finanziata dal MISE e capoluogo del distretto industriale del tessile, quale sede del Centro di Competenza 5G e Tecnologie Innovative della Regione Toscana. Mentre nelle schede di ricerca è chiaro l'ambito di interesse intorno alla produzione industriale tipico dell'Industria 4.0, è invece appena accennato il tema della "filiera logistica", talvolta rappresentato con l'acronimo Logistica 4.0. Quest'ultima riguarda anche aspetti di guida connessa ed autonoma così come l'integrazione nei sistemi informativi delle piattaforme logistiche (i.e. porti, aeroporti, stazioni, interporti) interconnesse da ferrovie e grandi assi viari. Nel territorio di Prato, peraltro, l'Interporto della Toscana Centrale rappresenta un asset oggettivo in quanto nodo intermodale, da valorizzare sempre di più in un futuro sistema di gestione integrato delle merci da realizzare su base regionale. Inoltre, se il Centro di Competenze deve avere respiro regionale, anche i temi riguardanti il sistema portuale (Livorno, Piombino e l'arcipelago) e la costa devono essere tenuti nella dovuta considerazione. Tutto ciò avendo l'intento di sostenerne l'avanzamento tecnologico in un'ottica di integrazione fra settori industriali ed ambiti geografici. Oltre alla sperimentazione 5G della città di Prato, anche la sperimentazione sul Porto di Livorno, finanziata interamente dalla Commissione Europea in due progetti H2020 (COREALIS ed iGENIOUS), ha potuto fornire dei risultati e delle prospettive di sfruttamento industriale della nuova rete mobile (già integrata con un centro di calcolo) in ambito logistico. Altre applicazioni riguardano il supporto alla navigazione e al fenomeno del turismo. Se il Centro di Competenze indirizzerà i programmi di sostegno all'industria in un'ottica e con una prospettiva regionale, valorizzando i risultati del sistema universitario (già finanziato per quello che riguarda la ricerca di base da altre istituzioni), riuscirà nell'intento di generare valore e creare (alla fine della catena) nuove competenze e nuovi posti di lavoro. L'esperienza del laboratorio congiunto CNIT/AdSP MTS (<https://jlab-ports.cnit.it/>) è a disposizione dell'autorità regionale se lo si ritiene utile.

Intervento n. 26

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Professionista

Silvia Cardelli, *Innovation Manager presso INTECH SERVICES s.r.l.*

INTERESSE per "5G" applicato a MANUTENZIONE AMBULANZE e TELE-MEDICINA La Intech Services progetta soluzioni innovative per l'allestimento di Ambulanze. L'azienda ha l'obiettivo di sviluppare ambulanze con maggior livello di interconnessione tra le apparecchiature elettromedicali installate a bordo dei veicoli con il servizio sanitario nazionale. L'azienda ha registrato l'interesse dei clienti ad avere ambulanze con maggior livello di affidabilità sulla corretta gestione delle attività di manutenzione attrezzature e dispositivi elettronici presenti a bordo. L'emergenza Covid ha poi reso necessario attivare tutte le strategie al fine di ridurre la minimo i tempi per l'esecuzione della manutenzione e della sanificazione degli automezzi. Inoltre è risultato evidente l'importanza di creare mezzi in grado di inviare sempre maggiori informazioni sul paziente al Pronto Soccorso di destinazione e di attivare i servizi di tele-medicina. In tale contesto abbiamo deciso di investire in un sistema elettronico che offre vantaggi di affidabilità e sicurezza, sfruttando tutti i nuovi mezzi di comunicazione dati, siamo quindi molto interessati a sperimentare nuove applicazioni basate sul sistema 5G, sia per la gestione della manutenzione dei mezzi di soccorso, sia per sviluppare nuove applicazioni per la gestione dei dati sanitari e attivare la tele-medicina.

Intervento n. 27

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di Ricerca

Romano Fantacci, *Professore Ordinario*

La scheda di ricerca per quanto riguarda i temi 5G, Intelligenza artificiale e blockchain è molto interessante e spero dia l'opportunità di sviluppare e sperimentare soluzioni adeguate in grado di finalizzare la crescita tecnologica del nostro territorio.

Intervento n. 28

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Azienda

Stefano Linari, *CEO*

Parlando di 5G si dovrebbe amplificare la rilevanza delle attività di acquisizione e trasferimento dei dati dall'edge al cloud (pubblico o privato) ed al tema delle infrastrutture di calcolo ibride per poter poi offrire una soluzione end-to-end alle imprese afferenti al competence center altrimenti si corre il rischio di non poter offrire un quadro completo delle infrastrutture che stanno a monte e valle della mera connettività 5G. Blockchain ed AI sono due modi di utilizzare dati IoT ma la prima non richiede tipicamente il trasferimento di grandi quantità di dati e non credo che sarà il driver per l'impiego del 5G nei prossimi anni, meglio focalizzarsi su AI senza dimenticare anche in questo caso l'importanza dei dati di addestramento dei modelli. Sarebbe utile inserire nelle attività del CC anche quelle verso la standardizzazione dei digital twin (es. RAMI) altrimenti non si garantisce l'interoperabilità dei sistemi e non si sfrutta il lavoro fatto soprattutto dai grandi player tedeschi di automazione e robotica.

Intervento n. 29

SETTORE: Cartario

DENOMINAZIONE: Distretto Tecnologico

Stefan Guerra, *Responsabile R&S*

In the paper industry sector, we see interesting applications in the manufacturing, maintenance, logistics. See also other applications in the field of tourism or smart cities and districts. In the area of the district, a few months ago the H2020 5GCITY project (<https://www.5gcity.eu/>), including the city of Lucca, was developing interesting 5G applications.

Intervento n. 30

SETTORE: Concia/Pelletteria/Calzature

DENOMINAZIONE: Azienda

Silvia Sabatini, *Impiegata*

<nessuna osservazione, dunque va presa come mera espressione di interesse nell'iniziativa>
Società GARLAND SRL

Intervento n. 31

SETTORE: Logistica

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Alice Buffi, *Professore Associato*

LOCALIZZAZIONE TRAMITE TECNOLOGIA RFID

Nell'ambito della quarta rivoluzione industriale, la conoscenza accurata della posizione di asset industriali, strumenti, dispositivi e persone rappresenta un elemento chiave per applicazioni in ambiente indoor come la realizzazione della fabbrica intelligente (smart factory).

Nel settore logistico, il posizionamento degli asset è il requisito fondamentale per l'implementazione di magazzini intelligenti (smart warehouse) capaci di fornire un inventario in tempo reale, aumentare la visibilità lungo la catena di produzione, programmare la produzione in base allo stato del magazzino o ottimizzare il posizionamento dei beni stessi nel magazzino. Negli stabilimenti industriali, la localizzazione degli operatori migliora l'efficienza e promuove la sicurezza sul lavoro, in particolare in applicazioni come la Human-Robot Collaboration (HRC). Conoscere in tempo reale la posizione degli operatori che devono svolgere operazioni di manutenzione, consente ad esempio di certificare il corretto svolgimento della procedura applicando anche la tecnologia Blockchain. Per quanto riguarda la movimentazione dei beni, **rivestono un ruolo importante i veicoli a guida autonoma, come robot, unmanned ground vehicle (UGV), carrelli elevatori, droni, unmanned aerial vehicle (UAV) e così via. Essi capaci di auto-localizzarsi nello scenario in cui si muovono e di acquisire informazioni, consentendo l'implementazione non sono di sistemi di tracking ma anche di soluzioni SLAM (Simultaneous Localization And Mapping).** Quando si sviluppa un sistema di posizionamento, è necessario affrontare diversi problemi: complessità e costo dell'infrastruttura, durata operativa dei dispositivi dovuta al consumo della batteria, precisione raggiunta, limiti della visuale. Tra le tecnologie più utilizzate ci sono: sistemi ottici, sistemi di navigazione inerziale, sistemi Wi-Fi, sistemi Bluetooth, sistemi Ultra Wide band (UWB), sistemi UHF-RFID, sistemi a campo magnetico e così via. Tutti questi sistemi possono essere sviluppati autonomamente o insieme mediante approcci di tipo **Sensor Fusion** per sfruttare le caratteristiche complementari e ottenere un posizionamento robusto in tempo reale, implementando i cosiddetti Real Time Locating System (RTLS). **Accanto a metodi deterministici, ormai si sta diffondendo sempre di più l'uso di metodi basati sull' Artificial Intelligence (AI) e tecniche di Machine Learning.** Tra tutte le tecnologie a

radio-frequenza, i sistemi RFID ricoprono sicuramente un ruolo di interesse, grazie al loro basso costo e facilità di implementazione. Sebbene i primi sistemi prevedevano l'utilizzo di tag attivi con lo svantaggio di avere sensori con durata limitata perché provvisti di batteria, le soluzioni più moderne si basano sull'utilizzo dei tag passivi che non richiedono alcuna manutenzione. I tag passivi di riferimento, detti ancora, vengono tipicamente installati in posizioni note all'interno dello scenario e i dati da essi raccolti sono combinati con quelli dei sensori a bordo del veicolo (es. sensori propriocettivi o eterocettivi). Se con le prime soluzioni in banda HF (13-56 MHz) era necessaria una fitta infrastruttura di tag, grazie ai sistemi in banda UHF (865-868 MHz) con un range di lettura dell'ordine delle decine di metro, è possibile utilizzare una griglia di tag meno fitta nello scenario, riducendo la complessità dell'infrastruttura. Vale la pena notare che in quelli scenari in cui ci sono robot già provvisti di un sistema RFID-UHF, ad esempio per operazioni di inventario in un negozio o in un magazzino, l'implementazione di un sistema di auto-localizzazione del veicolo può essere estremamente facile e senza costi aggiuntivi. In definitiva quindi, **l'utilizzo della tecnologia RFID consente di sviluppare e implementare soluzioni di guida autonoma per diverse tipologie di veicoli (es. robot o droni) in maniera estremamente flessibile permettendo un facile utilizzo negli scenari industriali più diversi.** Grazie infatti all'evoluzione tecnologia che hanno subito negli ultimi anni, in particolare grazie alle distanze di lettura che raggiungono una decina di metri, essi diventano una soluzione sempre più utilizzata per implementare sistemi di localizzazione al di là dei sistemi di identificazione di oggetti e persone.

Intervento n. 32

SETTORE: Meccanico

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Stefano Giordano, *Docente Universitario/Professore Ordinario*

Il contributo alle tematiche di ricerca per il settore manifatturiero (Paradigma Industria 4.0 con connettività 5G nelle fabbriche) si sviluppa a partire dalle attività di IEEE Comsoc nel Technical Committee "Tactile Internet" a cui il gruppo partecipa sin dai tempi in cui è stato proposto come azione nella categoria Emerging Technologies". In particolare grazie al finanziamento della Regione Toscana sono state trattate nel progetto ADAMO le tematiche dell'integrazione di processing, storage e comunicazione real-time che caratterizzano gli sviluppi della rete 5G come tecnologia totalmente diversa da quelle che l'hanno preceduta. Non quindi come ennesimo esempio di una rete rivolta al mero trasporto di informazione caratterizzata da minore latenza, maggiore affidabilità ed elevata capacità trasmissiva - su bande licenziate - ma come piattaforma abilitante di nuovi verticali che come nel caso di Arpanet/Internet in prima battuta non sono neppure immaginabili e poi si sviluppano dall'applicazione di questa esempio di tecnologia "integrativa" (capace di integrare i recenti sviluppi IEEE 802.11, LTE stessa, reti di Sensori e Attuatori) in specifici domini di competenza (agricoltura, automazione industriale, difesa, ecc). Il progetto ADAMO si è sviluppato in un ambito "automotive" dove si è integrato il **concetto di "digital twin"** di un veicolo (MP3 a tre ruote) realizzando off-line il processing di ottimizzazione su cluster HPC - compiuta su un set discreto di casi - dei calcoli CFD (Computer Fluid Dynamics) relativi alla costruzione di una base di conoscenza impiegata localmente sul veicolo per il controllo "real-time" adattativo di geometrie variabili (parti mobili gestite da attuatori) a partire da una rete di sensori wireless (capaci di garantire ritardo e throughput in scenario P2MP e MP2P basati su tecnologia IEEE 802.15.4e-2018). In questo dominio è stato ideato così un nuovo servizio dove ai clienti (in quel caso Piaggio) poteva venir offerta periodicamente l'opportunità di ottimizzare il set discreto di casi "customizzandolo" sullo stile di guida e le condizioni in cui viene maggiormente impiegato da ciascun cliente il veicolo. Nella proposta in esame si desidera stendere questi approcci in ambito industriale -

dove il proponente è revisore di iniziative analoghe in altre Regioni per sviluppi nell'ambito della meccanica e mecatronica - integrando il paradigma Tactile Internet (caratterizzato da controllo ubiquo e distribuito ed elevata affidabilità e sicurezza) e quello dei Networked Cyber Physical Systems dove solo reti con le caratteristiche della rete 5G possono contribuire a risolvere problemi reali in un place & chain di funzioni virtuali che le nostre PMI possono contribuire a proporre come già documentato negli sviluppi delle loro attività (sono nate dal gruppo di ricerca Nextworks, Netresults, il Consorzio Cubit, Sintonica ed altre). Si vorrebbe inoltre estendere il concetto dimostrato anche in Germania del 5G Campus (ovviamente non intendendo il solo Campus Universitario) dove impiegando degli shelter o dei container si riesca a mostrare in modo chiaro che non si tratta solo di una nuova rete di trasporto ma di una vera "piattaforma per la risoluzione di problemi" che saranno identificati a stretto contatto con le imprese interessate (il proponente è delegato dell'Univ. di Pisa nell'organo di controllo di Innopaper). L'obiettivo non è quello di una DEMO ma di uno sviluppo reale con risultati operativi a TRL molto alto come quello già condotto in passato per la realizzazione della rete a banda ultra larga per il territorio rurale lucchese da 12 MEuro grazie alla stretta collaborazione tra Pubblica Amministrazione, imprese e università. A titolo di esempio si veda <https://5g-campus.de/#challenges>.

Intervento n. 33

SETTORE: Meccanico

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Sergio Saponara, *Professore Ordinario*

Dipartimento di Ingegneria della Informazione, Università di Pisa, ha attività nel settore dello sviluppo di modelli Digital Twin per mecatronica e smart manufacturing, oltre che sistemi basati su tecniche di Intelligenza Artificiale per diagnostica e manutenzione predittiva. Queste tecnologie si possono applicare a vari settori del manifatturiero in Toscana quali tessile/abbigliamento cartario, meccanica, mecatronica, nautica. Un altro settore di eccellenza del DII, Università di Pisa, è nei sistemi per elettrificazione del powertrain (convertitori di potenza, sistemi di ricarica rapida per batterie, accumulo di energia con batterie al litio, motori elettrici efficienti e innovativi).

Intervento n. 34

SETTORE: Meccanico

DENOMINAZIONE: Azienda

Vento Capecchi, *internatinal welding technologist/welding coordinator*

il nostro know how è legato alla saldatura dei materiali metallici il nostro interesse alle nuove tecnologie è legato sia alla formazione che alla produzione.

Intervento n. 35

SETTORE: Sistema Casa

DENOMINAZIONE: Azienda

Gianni Overi, *Imprenditore*

Vorrei ricevere maggiori informazioni.

Intervento n. 36

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Andrea Michel, Ricercatore

ANTENNE TESSILI INDOSSABILI

Keywords: antenna, Internet-of-things, healthcare, tessile, wearable, salute

Negli ultimi anni, la necessità per le aziende tessili di rinnovare i propri prodotti ha portato al miglioramento del contenuto qualitativo e delle prestazioni tecniche dei tessuti e dei filati allo scopo di renderli utilizzabili con diverse modalità ed in vari scenari. Tuttavia, se in passato gli indumenti sono stati utilizzati con solo una funzione estetica, oggi assistiamo alla creazione di nuovi indumenti intelligenti che integrano sensori e sistemi wireless. In particolare, la continua evoluzione delle tecnologie ha portato ad un significativo sviluppo dei cosiddetti **e-Textile, ossia tessuti "intelligenti" costituiti da un insieme di fibre tessili conduttive in grado di rilevare gli stimoli ambientali e interagire in modalità wireless con computer o smartphone**. Molteplici **sensori indossabili** sono stati studiati soprattutto per applicazioni in ambito biomedico, in quanto potenziali mezzi di monitoraggio sia di parametri ambientali che fisiologici dell'operatore. Le applicazioni in ambito medico-sanitario sono tra le più interessanti in quanto guidate dall'aumento della popolazione e dell'aspettativa di vita, e riguardano ad esempio il monitoraggio, la diagnosi, i trattamenti chirurgici e terapeutici. Nell'ambito della ricerca diventa quindi fondamentale studiare in dettaglio nuove tecnologie e nuovi metodi per la realizzazione di **sistemi wireless indossabili**. Gli elementi radianti, essenziali per permettere una comunicazione wireless tra l'indumento intelligente ed il mondo circostante, possono essere direttamente integrati nell'indumento sfruttando filamenti conduttivi intrecciati o tecniche di deposizione su tessuto di materiali conduttivi stampabili (3D printing). I filati conduttivi possono essere utilizzati per realizzare **antenne tessili a banda larga, capaci di operare su diverse bande operative e coprire diverse applicazioni wireless come bluetooth o wlan**. Uno specifico studio potrebbe essere condotto per valutare le accuratezze e le precisioni con cui vengono cucite le parti del tessuto con i filati conduttivi. In particolare, migliore è la precisione con cui vengono realizzate le antenne tessili, migliori saranno le prestazioni alle alte frequenze del sistema wireless integrato. La scelta dei filati conduttivi deve inoltre tener conto di alcune importanti caratteristiche dell'indumento da indossare, quali lavabilità, flessibilità ed elasticità. D'altro canto, il cosiddetto "3D bioprinting" rappresenta un settore trainante della stampa 3D che sta rivoluzionando gli **"Smart Wearable Systems"** in tema di e-health, benessere e assistenza sanitaria pervasiva grazie a nuovissimi filamenti biocompatibili integrati con tessuti conduttivi stampabili. Su questo tema la ricerca mira a definire dispositivi indossabili a basso costo basati su tessuti 3D flesso-estensibili e termo-variabili per realizzare indumenti e accessori intelligenti Hi-tech, energeticamente autonomi, capaci di rilevare specifici parametri biometrici e profili fisio-patologici verso reti domestiche in modo opportunistico e sicuro per la salute. Grazie allo studio di queste tecnologie, si possono realizzare antenne tessili flessibili, elastiche ma al tempo stesso robuste ai continui lavaggi dell'indumento ed ai movimenti della persona che li indossa. **Tra le applicazioni più importanti si può citare la realizzazione di sistemi di comunicazione wireless integrati basati sulla tecnologia 5G, che permettono lo scambio di dati ad alte velocità trasmissive direttamente tra l'indumento intelligente e la rete Internet**. Antenne multiple possono essere integrate nell'indumento per migliorare le prestazioni del sistema di comunicazione wireless indipendentemente dalla posizione e dalla postura della persona che indossa gli indumenti. **Sistemi di antenne tessili indossabili e riconfigurabili possono essere progettati per permettere comunicazioni satellitari ai fini della geolocalizzazione e tracking**. In conclusione, grazie alle nuove tecnologie per la realizzazione di antenne tessili indossabili, molteplici funzionalità potranno essere integrate nell'indumento intelligente senza avere significative ripercussioni sulle sue caratteristiche estetiche ed ergonomiche.

Intervento n. 37

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Genovesi Simone, *Professore associato*

Relativamente alle tre schede di ricerca si suggeriscono alcune integrazioni, volte ad approfondire l'individuazione dei requisiti da soddisfare nei vari scenari applicativi presi in esame.

Scheda ricerca #1 – Rete 5G

Poiché lo scopo del tema di ricerca è quello di determinare i requisiti delle applicazioni del 5G nell'ambito manifatturiero, si ritiene utile avere come obiettivo l'analisi del layer fisico del sistema di comunicazione, con particolare riferimento alle antenne o array di antenne, che possa garantire le varie tipologie di comunicazione. Si dovranno pertanto individuare le caratteristiche del sistema radiante da impiegare per le diverse esigenze legate al monitoraggio, alle comunicazioni mobili a banda larga e alla comunicazione tra i componenti della catena produttiva. In questa direzione, l'attività di ricerca si può focalizzare sull'analisi delle tecnologie attualmente presenti sul mercato al fine di individuare quelle più idonee ai singoli task (comunicazioni mMTC, uRLLC, eMBB). Si ritiene importante verificare la possibilità di installare antenne a fascio direzionale e riconfigurabile, utile per fornire la flessibilità necessaria di installazione e funzionamento oltre ad un elevato grado di adattabilità da sfruttare, ad esempio, a seguito di possibili evoluzioni della catena manifatturiera. L'interoperabilità di tutte le macchine è possibile solo in presenza di una adeguata copertura e connettività di tutti i nodi o apparati (di supporto, ad esempio, anche al **fog computing**) e pertanto occorre verificare le performance del sistema radiante in tale direzione. L'uso di antenne in grado di monitorare selettivamente solo alcune aree può essere inoltre sfruttato per controllare l'uso delle attrezzature da parte solo di qualificati operatori, controllare gli accessi in zone anche non delimitate da barriere fisiche, verificare l'effettivo tempo di uso delle macchine al fine di fornire dati utili per la manutenzione predittiva. Il tutto con i vantaggi di connessione e comunicazione non cablata offerta da un sistema wireless. Poiché lo scenario industriale è chiaramente caratterizzato da un forte rumore ambientale, è inoltre necessario individuare soluzioni che possano essere robuste rispetto a questo rumore oltre che alle interferenze causate da altri sistemi/nodi di comunicazione. Nell'ambito della safety, il sistema riconfigurabile di antenne può integrarsi a **sensori wearable indossabili dagli operatori** per monitorare possibili situazioni di pericolo (ambientale legato a sostanze/fumi o di malfunzionamento di attrezzatura). Una ulteriore attività può essere infine dedicata alla proposta di sistemi radianti innovativi in grado di supplire, laddove riscontrate, le carenze degli attuali sistemi commerciali.

Scheda ricerca #2 – Blockchain

Anche nel tema legato alla blockchain, con particolare riferimento al monitoraggio della filiera e alle strategie di anticontraffazione, si ritiene di grande importanza considerare la sinergia con un livello fisico. In particolare, una attività di ricerca può essere dedicata all'**individuazione di tag sufficientemente robusti da sopportare i processi cui sono sottoposti i semilavorati del settore tessile e conciario** che dovrà essere applicata direttamente sulla pezza o pelle all'interno del ciclo di lavorazione all'interno della manifattura. Questo supporto fisico è il necessario complemento alla funzione di tracciabilità e raccolta di informazioni implementabile con il paradigma della blockchain. La lettura di questi tag e il loro monitoraggio all'interno della catena produttiva richiede la necessaria assistenza di sistemi 5G che si integrino con la gestione della blockchain. L'uso di un supporto fisico inserito direttamente all'interno del prodotto 'Made in Italy' ultimato può inoltre rappresentare un primo livello di anticontraffazione da aggiungere alle tecnologie già adottate. In questo senso, si ritiene di grande interesse sperimentare l'uso di tecnologie quali l'**additive manufacturing** per la realizzazione di queste strutture, sia bidimensionali che tridimensionali.

Intervento n. 38

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Antonio Viridis, *Ricercatore*

*** Piattaforme IoT per sistemi di Intelligenza Artificiale distribuiti basati su Edge Computing

Tra i numerosi settori in cui l'Intelligenza Artificiale (AI) e il Machine Learning (ML) sta trovando applicazione nel recente periodo, rientra sicuramente quello dell'industria 4.0. Esempi di scenari di intervento spaziano dalla manutenzione predittiva, passando all'ottimizzazione e automazione dei processi produttivi, fino ad arrivare al supporto alla sicurezza del lavoratore. A questi, si affiancano i sistemi di interfacciamento uomo-macchina, come ad esempio quelli basati su Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR), volti a migliorare la produttività del lavoratore. Ciò che accomuna le applicazioni sopra descritte è la richiesta di un'elevata capacità computazionale, tipicamente messa a disposizione da server in un data center, eventualmente nel Cloud. D'altro canto, per poter essere calati in un ambito industriale, detti sistemi richiedono l'utilizzo di un capillare sistema di supervisione e controllo, che permetta da un lato di collezionare e informazioni sui macchinari sotto osservazione, dall'altro di reagire tempestivamente, p.e., fermando un macchinario in caso di guasto, o segnalando ad un operatore un potenziale pericolo. A questo proposito, l'utilizzo di sistemi Internet of Things (IoT), declinati in ambito industriale secondo il paradigma più specifico di Industrial IoT (IIoT), permettono il dispiegamento di un elevato numero di nodi sensori ed attuatori a basso costo e a basso consumo (nodi IoT). Per poter garantire un corretto funzionamento del sistema fin qui descritto, appare chiara la necessità di interconnettere le applicazioni con l'infrastruttura IoT di supervisione/controllo, garantendo sia elevata capacità di calcolo, sia una bassa latenza nel ciclo monitoraggio-decisione-attuazione. Quest'ultimo requisito può difficilmente essere garantito in un contesto basato puramente su cloud, in cui le risorse di computazione sono virtualmente infinite, ma risultano distanti, in termini di latenza di comunicazione, dall'infrastruttura IoT. **Una promettente soluzione per questo tipo di problematiche è fornita dal paradigma Edge Computing, il cui obiettivo di alto livello è quello di fornire capacità computazionale (computing) direttamente su nodi al bordo della rete di accesso (nodi edge).** Benché tale paradigma abbia un carattere generale, esso è stato recepito, ed in parte esteso, nell'ambito dei sistemi 5G tramite le cosiddette **piattaforme Multi-Access Edge Computing (MEC)**. Tramite queste piattaforme, l'operatore telefonico metterà a disposizione dei clienti non solo i servizi di trasmissione e ricezione dati, ma anche la capacità computazionale necessaria per eseguire le applicazioni di interesse. **Un cliente di un sistema MEC otterrà l'uso di una fetta (o slice) della risorse di calcolo e di comunicazione, che potrà poi gestire per i propri servizi.** In questo contesto, la logica applicativa basata su AI/ML e/o AR/VR, è realizzata mediante una molteplicità di funzioni software, che possono essere dinamicamente attivate e disattivate nei punti più opportuni della rete, o che possono essere addirittura "spostate" tra i vari nodi edge durante la loro esecuzione. Quest'ultima caratteristica, comunemente indicata come "migrazione", diventa cruciale in contesti ad alta mobilità, in cui uno o più sensori siano in grado di spostarsi durante il loro funzionamento, o in cui sia necessario che la funzione software "segua" un lavoratore durante le sue attività. La slice ottenuta da un cliente di una piattaforma MEC sarà a lui assegnata in maniera logicamente esclusiva, fornendo cioè delle garanzie sulle prestazioni globali della slice. Sarà comunque responsabilità del cliente gestire la slice in maniera intelligente, in modo da poter orchestrare le funzioni software che realizzano la logica applicativa e il flusso di dati da e per l'infrastruttura IoT connessa mediante la slice. Questa scheda di ricerca ha come obiettivo lo studio di una Piattaforma IoT per la gestione e l'orchestrazione di applicazioni AI/ML e/o AR/VR, in sistemi basati sul paradigma Edge Computing.

Tale piattaforma opererà come servizio in esecuzione sul sistema MEC e farà da tramite tra le applicazioni e l'infrastruttura IoT. La Piattaforma IoT dovrà quindi mantenere una visione globale dello stato della slice e delle applicazioni in esecuzione su di essa, insieme con un registro dei nodi IoT a disposizione di queste ultime. Dovrà inoltre essere a conoscenza dei requisiti di qualità di servizio di ciascuna applicazione, e garantirne l'effettivo soddisfacimento durante l'esecuzione. Contestualmente alla richiesta di attivazione di una nuova funzione applicativa, la Piattaforma IoT dovrà allocare risorse su vari livelli, operando in maniera trasversale per poter garantire la richiesta qualità del servizio, e.g. latenze inferiori ad una certa soglia, velocità di trasferimento minima garantita, tempi di risposta della funzione di calcolo garantiti. Queste ultime caratteristiche sono cruciali nei casi d'uso elencati inizialmente, in particolare in tutti quelli "safety critical" o in cui un tempestivo tempo di reazione deve essere garantito anche in situazioni di contingenza (e.g., rete sovraccarica). Le attività di ricerca in questo contesto riguarderanno da un lato la definizione di un'architettura per la Piattaforma IoT, ivi includendo l'interfacciamento con gli strumenti di gestione forniti dal sistema MEC sottostante; dall'altro lato richiederanno lo sviluppo di algoritmi di orchestrazione, volti a gestire il ciclo di vita delle funzioni applicative e ad ottimizzare l'utilizzo delle risorse disponibili nella slice, sempre tenendo conto delle specificità degli impianti e delle procedure tipiche del settore tessile.

Intervento n. 39

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Filippo Costa, Ingegniere/Ricercatore

TESSUTI SMART CON CODICI A RADIO FREQUENZA PER AUTENTICAZIONE DELLA MATERIA PRIMA

Parole chiave: tessuti smart, Blockchain@RFID, chipless RFIDRFID-based authentication, anticontraffazione, integrazione.

A difesa dell'autenticità del "Made in Italy" è stato recentemente messo in campo da parte del Ministero dello sviluppo economico un progetto, basato sulla blockchain, al fine di introdurre criteri di sicurezza e di trasparenza volti alla difesa dell'eccellenza dei prodotti tessili nazionali sui mercati internazionali. Riuscire a comprendere cosa c'è dietro un indumento, anche il più semplice, è un'operazione ardua. Nel settore tessile, più che in ogni altro comparto, la filiera è infatti molto frammentata poiché è composta da un sistema a rete che coinvolge diverse imprese indipendenti, altamente specializzate, che operano in fasi diverse per la produzione dello stesso prodotto e spesso anche in più Paesi. L'approccio basato sulla blockchain consente di avere un registro elettronico aperto al pubblico nel quale vengono archiviate in modo verificabile le informazioni sulla produzione di un capo di abbigliamento, a partire dalla filatura fino alla fase di confezionamento. Il consumatore può conoscere tali informazioni attraverso una "etichetta parlante" o "Smart" realizzati mediante tecnologie RFID, QRcode, NFC in grado di dialogare con dispositivi mobili. L'Etichetta parlante è di semplice utilizzo in quanto è sufficiente avvicinare uno smartphone dotato di lettore NFC all'etichetta e leggere ciò che appare sul display. In tal modo si garantisce al cliente finale la certezza di aver acquistato un prodotto autentico. L'etichetta infatti è dotata di un codice univoco che contraddistingue solo ed esclusivamente un oggetto, facente parte di un unico lotto produttivo. L'etichettatura viene inoltre impiegata per confermare l'autenticità del prodotto permettendo così anche di facilitare il contrasto dei fenomeni di contraffazione. Al fine ottenere una buona riuscita dei processi produttivi, assumono quindi un ruolo chiave le tecnologie alla base dell'etichettatura intelligente e la possibilità di applicare tali etichette sin dalle prime lavorazioni della materia prima al fine di verificarne l'autenticità. L'etichettatura della materia prima mediante tecnologie RFID o QR code risulta di difficile implementazione a causa dei processi di lavorazione in condizioni estreme

(alte temperature, ambienti acidi etc.) a cui questa viene sottoposta. Una prima problematica è quella della resistenza dell'etichetta intelligente a tali condizioni estreme preservandone le caratteristiche elettriche e/o ottiche che ne consentano la lettura remota. Un secondo problema riguarda invece l'incollaggio tra l'etichetta e la materia prima (il tessuto) che risulta un punto critico del processo. Le etichette, infatti, tenderanno ben presto a staccarsi dal tessuto a causa del cedimento dell'incollaggio ancor prima del possibile danneggiamento della stessa. **Proposta - TESSUTI SMART** In tale contesto è quindi necessario ripensare radicalmente il processo di etichettatura della materia prima per il tracciamento del prodotto e per la garanzia di autenticità. L'idea è quella di inserire, già nella tessitura, una etichetta realizzata mediante del filamento metallico. A differenza della tecnologia RFID convenzionale, la tecnologia proposta (chipless RFID) non necessita dell'installazione di un chip elettronico sulla parte metallica dell'etichetta. Un tag chipless RFID consiste infatti di una o più antenne caratterizzate da frequenze di risonanza differenti. La rimozione del chip, nonostante comporti un impatto nelle prestazioni del sistema di riconoscimento o identificazione a radio frequenza, consente anche di rimuovere il punto debole della struttura e quindi ottenere una completa integrazione del tag nella tessitura. L'antenna ingegnerizzata potrà essere direttamente integrata nella materia prima andando a disegnare, mediante il filamento metallico, una forma opportunamente progettata in un'area ridotta del tessuto. L'etichetta metallica integrata nel tessuto può essere letta in maniera remota, mediante onde elettromagnetiche, da un lettore posto nelle vicinanze come accade per la tecnologia RFID convenzionale. Il tag, integrato nel tessuto, risponde con un picco di risonanza nella polarizzazione opposta effettuando quindi una conversione della polarizzazione. La conversione di polarizzazione del segnale che interroga il tag consente di ottenere una buona immunità rispetto ai disturbi circostanti dovuti alle riflessioni a riflessioni del segnale emesso dal reader su oggetti riflettenti posizionati nelle vicinanze del tag (clutter). L'autenticità del tessuto, quindi, può essere verificata mediante il riconoscimento a radio frequenza di un segnale opportunamente elaborato dall'antenna interamente passiva integrata direttamente nella filatura.

Intervento n. 40

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Distretto Tecnologico

Leonardo Marchetti, *Project Manager*

Per il distretto tessile pratese, ma anche per gli altri comparti moda regionali, la tecnologica blockchain finalizzata alla tracciabilità delle produzioni a garanzia dell'autenticità, originalità e qualità dei prodotti, rappresenta un'opportunità da cogliere e seguire. Tale tecnologia rappresenta anche un possibile strumento di valorizzazione della produzione sostenibile che caratterizza il distretto tessile pratese che, storicamente, fa della circolarità delle produzioni, un proprio elemento cardine. Next Technology Tecnotessile è disponibile a mettere a disposizione il proprio know-how e le proprie competenze nel settore tessile, meccano-tessile e moda, per poter sfruttare nel migliore dei modi possibili le opportunità che saranno offerte dal centro di competenza.

Intervento n. 41

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Distretto Tecnologico

Leonardo Marchetti, *Project Manager*

Next Technology Tecnotessile, soggetto gestore del Distretto Tecnologico Moda.

Intervento n. 42

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Distretto Tecnologico

Enrico Venturini, *Cluster Manager*

L'adozione di tecnologie dell'intelligenza artificiale e di tecnologie quali la blockchain è portante per la strategia futura del sistema moda toscano. Servono strumenti per supportare l'adozione e per comunicare le caratteristiche e i vantaggi competitivi ottenibili alle PMI.

Intervento n. 43

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Azienda

Riccardo Gabriele Bruschi, *Presidente del Cda di T.T.Tecnosistemi SpA*

Siamo una società dal 1984 che fa ICT per valorizzare il territorio 150 addetti dipendenti e collaborazioni esterne per 350 addetti. Abbiamo aderito come Soci alla sperimentazione 5G con TIM per sedi di Matera e Bari. Abbiamo soluzioni Blockchain in quanto soci in Apuana SB.

Intervento n. 44

SETTORE: Tessile/Abbigliamento

DENOMINAZIONE: Azienda

Stefano Betti, *imprenditore tessile titolare*

La nostra è un'azienda che lavora esclusivamente per conto terzi, abbiamo 25 dipendenti. Ci occupiamo di trattamenti a vapore e condizionatura filati per una clientela quasi totalmente nel distretto pratese. Da anni gestiamo una forte discontinuità della domanda e una scarsa o nulla programmazione. In queste condizioni (valeva anche prima del Covid) ci siamo molto preoccupati di investire sul risparmio energetico e su ogni contenimento e flessibilizzazione dei costi. Grazie a quanto sopra, al nostro indebitamento molto contenuto, a una buona capitalizzazione e alle misure Nazionali, Regionali e Comunitarie abbiamo anche investito in macchinari tecnologicamente avanzati e non avremmo intenzione di fermarci. E' però vero che il superamento di alcuni dei fattori critici elencati è imprescindibile perchè il primo motivo per cui fare un investimento in attrezzature o macchinari non sono le agevolazioni, pur importantissime, ma la reale utilità. Accetto comunque di buon grado di far parte dei consultati

Intervento n. 45

SETTORE: Altro

DENOMINAZIONE: Organismo di ricerca

Prof. Paolo Frasconi, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (DINFO), Università di Firenze

L'iniziativa è molto positiva. Il documento però è stato redatto in modo approssimativo e discutibile (e forse biased?) a partire dal titolo stesso (pare ovvio che 5G sia una "tecnologia innovativa" al pari di AI e di blockchain, perché mai dovrebbe comparire solo 5G nel titolo?). Il documento sarebbe poi da revisionare significativamente nei suoi contenuti (anche perché se viene letto da un giornalista esperto la Regione rischia una brutta figura). Per esempio a pag. 5 dove si parla di AI c'è una grande confusione tra connettività 5G, AI, IoT, blockchain,

ottimizzazione, quasi come se fossero keywords “cool” da attaccare assieme solo per fare impressione su un pubblico inesperto.

Posso offrire qualche ulteriore commento sulla sezione AI a pag 12. L'AI ha più di tre decenni e non ha mai cambiato significato. Andrebbe fatta attenzione a non commettere il comune errore di considerare AI = Machine Learning e Machine Learning = Deep Learning. Ma arrivare addirittura ad una visione dell'AI come sotto-area della “Data Analytics” è come minimo imbarazzante e suggerirei ai redattori di consultare gli argomenti trattati in alcune delle conferenze top per farsi un'idea più precisa:

<https://ijcai20.org/>

<https://aaai.org/>

<https://nips.cc/>

<https://icml.cc/>

<https://www.kdd.org/kdd2020/>

<https://iccv2019.thecvf.com/>

(sarebbe da rimarcare che non si tratta di luoghi di incontro solo accademici, nell'ultimo decennio una percentuale molto elevata dei lavori in queste aree provengono dal mondo industriale) Sembra poi esserci un bias forte verso il settore manifatturiero che è certamente importante ma non è l'unico settore a cui queste tecnologie innovative possono contribuire (basti pensare alla medicina ed all'intero settore dei servizi).

Intervento n. 46

SETTORE: Altro

EikonTech s.r.l.

Invio in allegato copia dell'idea di progetto che saremmo interessati a proporre con riferimento al Bando in oggetto. Riteniamo infatti di avere tutte le competenze di dominio per poter sviluppare, in collaborazione con l'ente di ricerca o Università regionale prescelta, **una soluzione e prodotto innovativo** dal sicuro impiego e successo futuro di mercato **nel settore della sicurezza ferroviaria**.

A disposizione per ulteriori approfondimenti.

Cordiali saluti.

Niccolò Chierroni, CEO

