MUSP
Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

DIGIMAN - Soluzioni per la DIGItalizzazione delle aziende nel settore MANifatturiero

Il progetto DIGIMAN si pone come obiettivo lo sviluppo di strumenti a supporto della trasformazione di un generico macchinario industriale in un Cyber-Physical System. Tale risultato sarà possibile grazie alla definizione e implementazione di una piattaforma hardware-software, denominata Augmented Manufacturing Platform (AMP), che andrà a integrarsi al generico macchinario aumentandone le capacità sensoriali così come le funzionalità operative. La AMP si interfaccia con i processi sia attraverso moduli hardware (sensoristica, acquisizione dati, ecc..) sia mediante moduli software (elaborazioni dati, monitoraggio, ecc..) integrando approcci di learning da operatori esperti. Gli obiettivi principali sono la capacità di migliorare, anche in real-time, la qualità dei prodotti e la capacità di inferire sullo stato del processo, delle macchine e dei componenti proponendo strategie di intervento.

"Digitalizzazione a supporto delle imprese"

Laboratorio	MUSP
Area di specializzazione	Digitale, Meccatronica e Materiali
Referenti	Paolo Albertelli, Massimo Goletti, Mattia Torta
Keyword	Manifattura avanzata; Digital Twin, Prognostica;, Manifattura digitale, Manutenzione predittiva



Fig. 1: progetto DIGIMAN

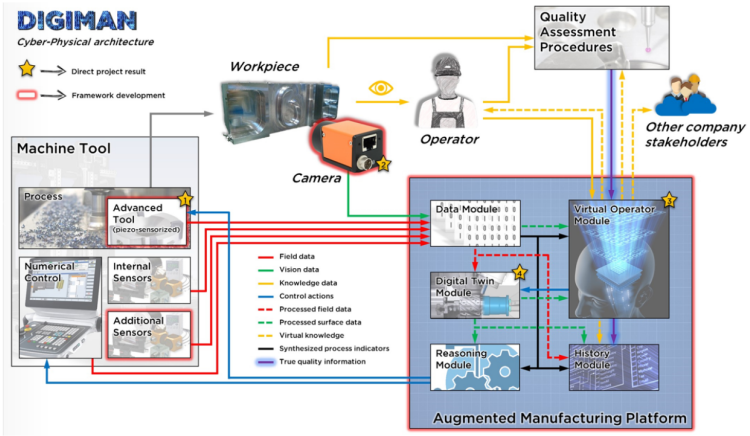


Fig. 2: Cyber-Physical Architecture

Descrizione

La AMP è uno strumento modulare in grado di adattarsi ad una generica casistica di macchina e processo, selezionando le opportune interfacce hardware per comunicare con il controllo della macchina e con la sensoristica, così come integrando specifici moduli software in funzione delle strategie di elaborazione necessarie e delle funzionalità che si desidera aggiungere. In aggiunta al framework della AMP, le funzionalità specifiche sviluppate riguardano il processo di asportazione di truciolo eseguito da un centro di lavoro, andando ad agire sia durante il processo di taglio (in-process) che al di fuori di esso (out-of-process). Per quanto riguarda le funzionalità in-process, sarà sviluppata una soluzione per sensorizzare un generico utensile da taglio con un elemento attivo in grado allo stesso tempo di muovere il tagliente e operare contemporaneamente azioni di monitoraggio del processo e di controllo in tempo reale. Durante la lavorazione avrà luogo anche l'implementazione del digital twin di processo, un modulo software in grado di simulare il processo di taglio e di stimare le caratteristiche di qualità in uscita sulla parte lavorata. Le performance della AMP saranno garantite dalle funzionalità out-of-process; la prima delle quali è costituita da una soluzione intelligente per l'ispezione delle parti lavorate mediante un sistema robotizzato dotato di camera e sensoristica analogica, in grado di muoversi in autonomia per caratterizzare la qualità della parte lavorata. A completare le funzionalità out-of-process sarà infine integrato uno strumento di supervisione e coesione dell'intera piattaforma basato su approcci di intelligenza artificiale (denominato Virtual Operator), in grado di categorizzare le caratteristiche del processo, formalizzare le conoscenze di operatori esperti associandole ai dati raccolti e inferire sullo stato del processo al fine di intervenire, anche in real-time, modificando parametri e suggerendo azioni correttive al fine di ottimizzare la qualità in uscita.

Aspetti innovativi

Considerando la totalità dei moduli previsti, il progetto DIGIMAN fornirà uno strumento estremamente complesso e innovativo che toccherà tutti gli aspetti in gioco nel processo di lavorazione. Si utilizzeranno, ad esempio, un utensile dotato di capacità sensoriali autonome in grado di estendere le capacità percettive dei macchinari su cui è utilizzato, ed anche un braccio robotico equipaggiato con un sistema di visione in grado di ispezionare alcune feature tecnologiche del pezzo lavorato. Tutte queste informazioni saranno fruibili dal Virtual Operator per la valutazione della qualità del pezzo e dello stato della macchina.

Applicazioni

Attraverso l'utilizzo dei Cyber Physical Systems, sia di componenti della macchina, sia di processi, sarà possibile sviluppare modelli tecnologici in grado di capire in tempo reale, mediante la rielaborazione dei dati in arrivo dalla macchina, cosa stia facendo la macchina stessa o cosa stia avvenendo nel processo. Questo approccio è applicabile a molteplici aspetti tecnologici della macchina utensile, sia che si tratti di applicazione di fresatura, sia che si parli di tagli a getto d'acqua o altre tipologie di processo che prevedano l'usura di determinati componenti o la necessità di una valutazione della qualità del processo.

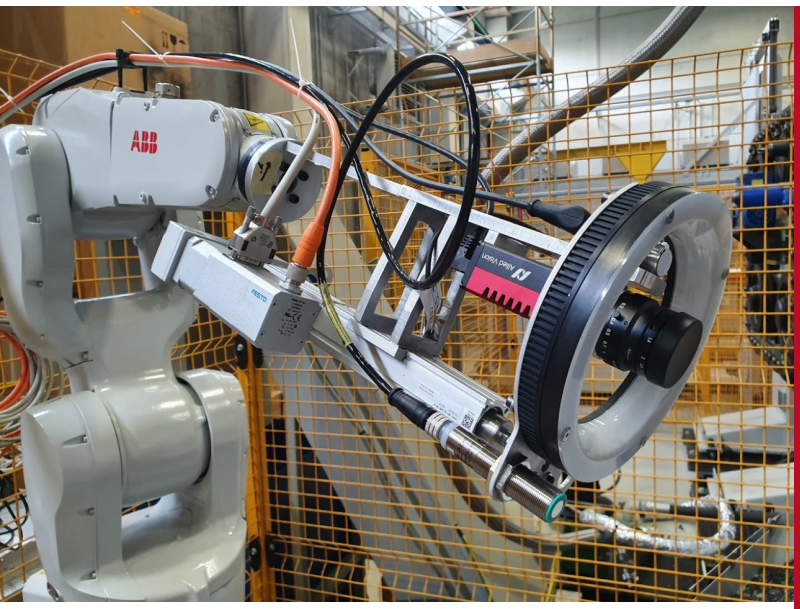


Fig. 3: Advanced Inspection System

Esempio di applicazione

Digital Twin Module applicato ad una centralina idraulica

Un esempio particolarmente concreto dell'utilizzo degli strumenti forniti del progetto DIGIMAN è quello dell'applicazione del Digital Twin Module al caso di una centralina idraulica, dispositivo ausiliario alla macchina utensile.
Tramite lo sviluppo e l'utilizzo del Digital Twin della centralina, è stato possibile infatti simulare diversi stati di guasto all'interno di diversi componenti della centralina, come ad esempio un sensore di pressione, una servo valvola e una pompa di alta pressione, grazie allo sviluppo e all'addestramento di un modello di Intelligenza Artificiale che possa eseguire la diagnostica di tali componenti.
Successivamente alla lettura dei sensori presenti direttamente a bordo macchina, è stato possibile confrontare, mediante tecniche di Intelligenza Artificiale, i valori reali con le simulazioni effettuate dal Digital Twin Module e verificare lo stato di salute dei componenti analizzati. Si è sviluppato infine un approccio di prognostica, il quale non solo è in grado di indicare il tempo di vita rimanente, ma anche la sua densità di probabilità, ovvero come il tempo residuo di vita si distribuisce in probabilità nel tempo, fornendo un enorme supporto alla scelta di manutenzione.

Partner coinvolti

LABORATORI:
• MUSP– Laboratorio di ricerca industriale (CAPOFILA)
• MISTER – Laboratorio di ricerca industriale
• ISTEC CNR – Centro di ricerca

IMPRESE:
• SCM Group
• MCM
• Mandelli Sistemi Spa
• Jobs Spa
• Marposs Spa
• Poggiopollini Srl

Tempi di realizzazione

5 mesi

Livello di maturità tecnologica

TRL 7 - prototipo dimostrativo in ambiente operativo

Valorizzazione applicazione

• Ricerca di partner aziendali per ulteriori applicazioni;
• Ulteriore validazione in ambiente operativo.

MUSP
Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

MUSP

Consorzio MUSP

MUSP si dedica alla ricerca applicata nell'ambito dei sistemi di produzione, stimolando il trasferimento tecnologico tra università e industria e rafforzando la competitività del tessuto industriale regionale e nazionale.
MUSP opera principalmente nel settore della produzione meccanica con una serie di attività integrate che comprendono lo sviluppo di progetti di ricerca, servizi di supporto e consulenza R&D, attività di formazione tecnica.
MUSP si è specializzato in diverse tecnologie legate ai sistemi e ai processi di produzione, arricchendosi di competenze specifiche nei seguenti ambiti:
• Simulazioni strutturali, di processo e fluidodinamiche: modellazione e analisi al supporto della progettazione di sistemi complessi, della caratterizzazione dei processi e dell'ottimizzazione delle performance.
• Processi di asportazione di truciolo: monitoraggio e controllo di processo, ottimizzazione delle performance della macchina e criogenia per la lubrorefrigerazione.
• Manifattura additiva: soluzioni innovative per la stampa 3D su larga scala.
• Tecnologie laser: soluzioni innovative per il deep engraving, la funzionalizzazione superficiale e la saldatura.
• Robotica: manipolatori industriali a supporto di soluzioni avanzate per l'ispezione, la manifattura additiva e l'asportazione di truciolo.
• Monitoraggio e controllo qualità: soluzioni per l'ispezione automatizzata e la manutenzione predittiva.

Sito web	http://www.musp.it
Direttore	Michele Monno
Data pubblicazione	20/12/2021