Università degli Studi di Ferrara

IN4 innovazione ingegneria integrazione industria

La manutenzione predittiva nell'Industria 4.0: diagnostica vibrazionale e machine learning

In ambito Industria 4.0 è crescente l'importanza della transizione dalla manutenzione tradizionale, basata su intervalli temporali prefissati, alla manutenzione predittiva, basata sulle reali condizioni di salute della macchina. Ciò permette di stabilire, con congruo anticipo, la vita residua della macchina stessa e pianificare interventi di manutenzione mirati, ottenendo così un significativo risparmio di costi di manutenzione e di mancata produzione. La manutenzione su condizione è perciò di fondamentale importanza in linee di produzione che adottano soluzioni e sistemi di lean production, in particolare in quelle parti di impianto in cui i tempi di downtime devono essere limitati. A questo scopo, viene presentata una soluzione hardware/software innovativa per la diagnostica, il controllo qualità a fine linea e la manutenzione predittiva di impianti, già applicata con successo adattandola a diverse realtà aziendali.

Laboratorio	IN4
Area di specializzazione	Meccatronica e Materiali
Referenti	Gianluca D'Elia, Giorgio Dalpiaz, Emiliano Mucchi
Keyword	Manutenzione su condizione, Machine Learning, Internet of Things, Industria 4.0

"Diagnostica e prognostica per eliminare fermo impianto"

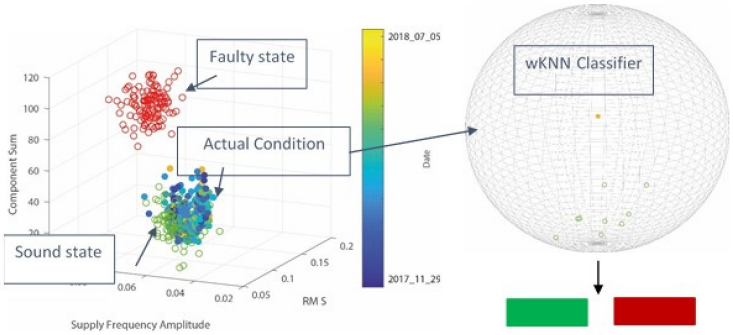


Fig. 1: Classificatore statistico delle feature impiegate per scopi diagnostici

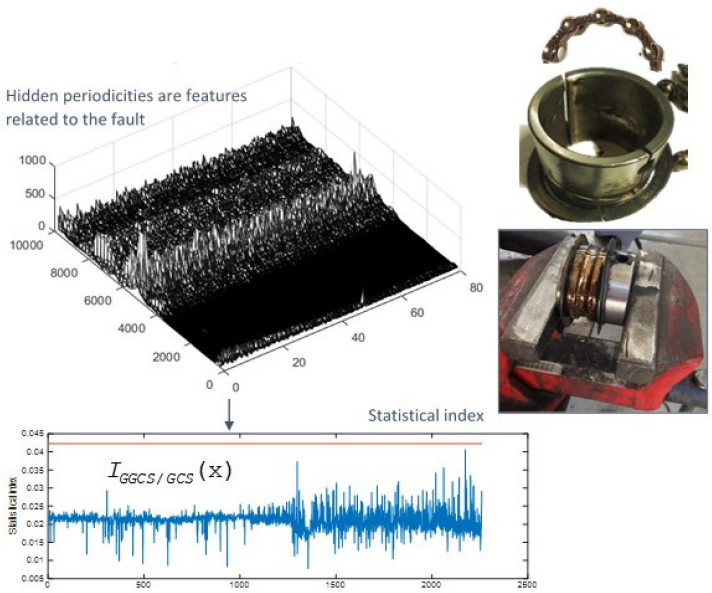


Fig. 2: Diagnostica dell'usura di cuscinetti volventi: andamento di una feature statistica con l'avanzamento dell'usura

Descrizione

La soluzione tecnologica presentata riguarda un sistema combinato hardware/software che impiega, in maniera innovativa, gli usuali approcci di tipo data-driven - Machine Learning nel contesto della manutenzione predittiva, mediante l'integrazione di tecniche statistiche di aggregazione dei dati e metodi di analisi dei segnali, che permettono di estrarre informazioni diagnostiche da dati eterogenei ad alta dimensionalità (diverse decine di sensori). Tale soluzione tecnologica, altamente modulare, può essere opportunamente scalata e adattata alle diverse esigenze, integrandosi con i database aziendali ed offrendo un'interfaccia grafica completamente customizzatile. Tale soluzione hardware/software viene installata presso l'azienda attraverso le seguenti fasi principali. (i) Sviluppo di un sistema cloud based di acquisizione dati ad elevata frequenza, capace di garantire un flusso di milioni di dati eterogenei al secondo, provenienti da sensori presenti a bordo linea. (ii) Creazione di algoritmi dedicati basati su tecniche di aggregazione statistica e di analisi avanzata dei segnali, in grado di estrarre parametri legati allo stato di salute della macchina stessa e classificarli in maniera opportuna. (iii) Sviluppo di un software cloud based capace di rendere fruibili tali informazioni attraverso l'integrazione coi database aziendali ed opportune interfacce utente.

Aspetti innovativi

Soluzione tecnica hardware/software dedicata e completamente customizzata sulla base delle esigenze aziendali.
Parametri diagnostici opportunamente creati per massimizzare la localizzazione di possibili difettosità all'interno dell'impianto.
Utilizzo di algoritmi di machine learning opportunamente sviluppati per la classificazione buono/guasto.

Applicazioni

Il prodotto può essere utilizzato per il monitoraggio e la diagnostica finalizzate all'implementazione della manutenzione produttiva in diverse tipologie di impianti produttivi. Può essere inoltre applicato per il controllo qualità a fine linea di produzione. Si tratta di una soluzione tecnologica altamente modulare, che è già stata da MechLav opportunamente scalata e adattata a diverse esigenze aziendali.

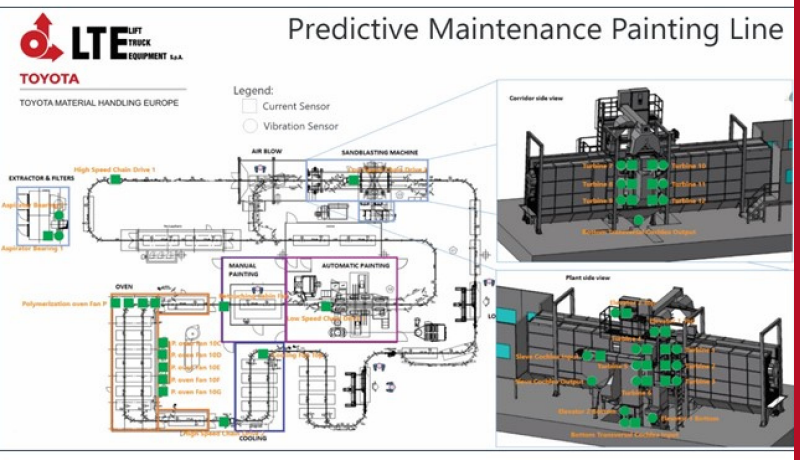


Fig. 3: Interfaccia web del sistema di manutenzione su condizione

Partner coinvolti	Laboratorio MechLav del Tecnopolo di Ferrara L.T.E. Lift Truck Equipment S.p.A - S. Giovanni di Ostellato (FE)
Tempi di realizzazione	12 mesi/persona
Livello di maturità tecnologica	TRL 9 - sistema reale testato in ambiente operativo
Valorizzazione applicazione	Il Laboratorio MechLav si propone alle aziende come partner per lo sviluppo di sistemi di manutenzione predittiva di impianti di produzione, grazie alla capacità di integrazione di tecniche avanzate di analisi e classificazione dei dati con sistemi di tipo internet of things per lo sviluppo di soluzioni personalizzate alle specifiche tipologie ed esigenze aziendali.

Esempio di applicazione

Sistema di manutenzione predittiva di un impianto di verniciatura

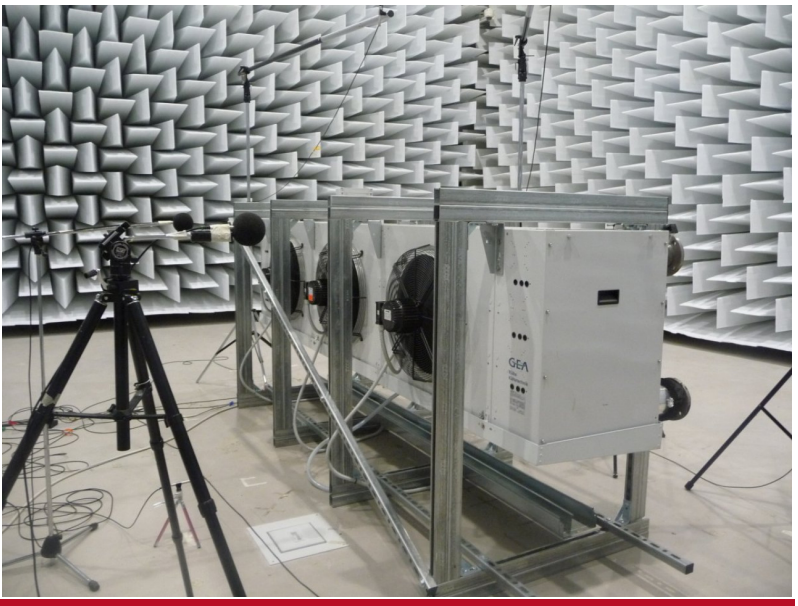
L'impresa L.T.E. Lift Truck Equipment S.p.A – gruppo Toyota Material Handling Europe - produce gruppi di sollevamento per carrelli elevatori. L.T.E. adotta soluzioni e sistemi di lean production, con buffer di assemblaggio limitati a pochi componenti. In quest'ottica si ha la necessità dell'applicazione di tecniche di manutenzione predittiva per mantenere gli impianti a livelli di operatività molto elevati. Per questo scopo, MechLav ha installato un sistema customizzato hardware/software per la diagnostica avanzata dell'impianto di verniciatura dei montanti dei gruppi di sollevamento. Tale sistema, residente su cloud aziendale, acquisisce in continuo segnali relativi agli assorbimenti di corrente dei motori elettrici e segnali di vibrazione di accelerometri montati in opportune posizioni dell'impianto. Tali segnali vengono trattati ed analizzati da specifici algoritmi di estrazione di parametri diagnostici e classificati attraverso una rete neurale opportunamente addestrata con dati provenienti dall'impianto stesso in condizioni sane. I risultati della classificazione buono/guasto vengono poi rappresentati in una specifica interfaccia web accessibile da diverse postazioni aziendali. Si sta estendendo l'applicazione del sistema di diagnostica ad altri reparti dello stabilimento a partire dall'attrezzatura di puntatura per la saldatura dei montanti.

Università degli Studi di Ferrara

IN4 innovazione ingegneria integrazione industria

IN4

IN4 Hub per l'Innovazione nell'Ingegneria e l'Integrazione nell'Industria



Sito web	https://in4.tecnopolo.fe.it/
Direttore	Giorgio Dalpiaz
Data pubblicazione	22/12/2022

IN4 (ex MechLav) è il Laboratorio di ricerca industriale del Tecnopolo di Ferrara, che offre un ampio spettro di competenze ingegneristiche, soluzioni e servizi tecnologici principalmente nelle aree della meccanica e dell'ICT.
Il punto di forza di IN4 è dato dal fatto che i suoi ricercatori afferiscono ai Dipartimenti di Ingegneria e di Matematica e Informatica dell'Università di Ferrara, elemento che facilita la collaborazione tra le discipline e la creazione di team work sinergici con competenze complementari. Questo aspetto ha consentito lo sviluppo di numerosi progetti di ricerca industriale altamente innovativi, divenuti accordi di partnership, sia con aziende del territorio, sia con realtà di livello nazionale e internazionale.
Lavorano in IN4 ricercatori specializzati in: meccanica, manutenzione avanzata, acustica e vibrazioni, materiali, macchine a fluido, sistemi energetici, infrastrutture civili, ICT e industria 4.0, intelligenza artificiale, automazione e robotica, elettronica, compatibilità elettromagnetica, reti di comunicazione.
IN4 dispone di importanti attrezzature utilizzate per attività di ricerca e per i servizi alle imprese. A queste si aggiunge una Infrastruttura di Ricerca ed Innovazione comprensiva di una grande camera anecoica acustica e una tavola vibrante multi-assiale.
I servizi offerti spaziano dalla consulenza e formazione, alla caratterizzazione sperimentale, collaudo, progettazione e prototipazione rapida, simulazioni previsionali.