

# Intelligenza Artificiale e Industria 4.0: un esempio di trasformazione digitale applicata ai processi industriali di manutenzione predittiva

Giovanni Gallo<sup>1,†</sup>, Filippo Stanco<sup>1,†</sup>, Mario Marroccia<sup>2,\*</sup>, Nunzio Abbate<sup>2,\*</sup>,  
Filippo Luigi Maria Milotta<sup>2,\*</sup>, Alessandro Faulisi<sup>2,\*</sup>

1: Università degli studi di Catania, 2: STMicroelectronics - Catania

† {gallo, fstanco}@dmi.unict.it, \* {mario.marroccia, nunzio.abbate, filippo.milotta, alessandro.faulisi}@st.com,

## Abstract

La manutenzione predittiva è un esempio di come una tecnica avanzata di Intelligenza Artificiale possa trovare impiego nella trasformazione digitale dei processi di automazione industriale. Rappresenta un elemento chiave per le fabbriche *smart*, permettendo di ottimizzare la produttività e migliorare la sicurezza degli impianti. Gli algoritmi di predizione sono impiegati su un sistema di controllo e monitoraggio costituito da sensori connessi *in cloud*, rendendo possibile una gestione centralizzata di macchine di produzione, a loro volta installate in uno o più impianti geograficamente distribuiti. La produzione nella microelettronica pone particolari sfide a causa della rete di interazioni e dipendenze tra le varie macchine e della complessità e diversità dei prodotti. I dati raccolti dai sensori pongono quindi una doppia sfida: essi sono un chiaro esempio di “big” così come di “molto complesso”. Affinché essi possano essere utilizzati per il miglioramento dell’efficienza e qualità, l’utilizzo di algoritmi automatici per la loro comprensione è cruciale. In particolare le tecniche di “clustering”, “identificazione” e “validazione di relazioni causa-effetto” tra le osservazioni e le misure sperimentali, argomenti centrali dal Machine Learning, hanno un ruolo assai importante.

## 1 Introduzione

Oggi siamo di fronte a una nuova rivoluzione industriale, la cosiddetta “Industria 4.0”, orientata alla trasformazione digitale, dove le nuove tecnologie rappresentano l’elemento abilitante per un insieme di cambiamenti culturali, organizzativi, sociali, creativi e manageriali in tutti gli aspetti della realtà aziendale. Si assiste così con sempre maggior frequenza alla nascita di centri di eccellenza per lo sviluppo software di applicazioni innovative. Tali centri possono assumere il ruolo di incubatori di nuovi servizi digitali e di poli per l’adozione e la diffusione di nuove metodologie lavorative “Agili” all’interno dell’azienda. È

questo il caso del Digital Fab di STMicroelectronics, con sede a Catania. Una delle funzioni più innovative e ambiziose del Digital Fab è quella di guidare la trasformazione dei processi decisionali della società, costruendo un percorso che porti l’azienda verso una strategia sempre più “From Data - To Decision”. Questo perché una delle fonti di maggior valore per una azienda è l’informazione, ma la stessa va gestita in maniera appropriata, costruendo una catena del valore che deve partire dall’enorme quantità di dati, spesso non strutturati, raccolti dall’azienda nel corso degli anni, e dai dati passare a una informazione utile a capire cosa è successo, perché è successo, e cosa potrà accadere in futuro. Con la valorizzazione dell’informazione si promuove la collaborazione e la comunicazione tra i vari settori dell’azienda, esplorando nuove tecniche analitiche e di intelligenza artificiale, definendo una visione a medio-lungo termine per la gestione del portfolio informatico, ed investendo sulle persone, sui processi e sulle tecnologie, il tutto finalizzato a dare un vantaggio competitivo all’azienda, impegnata in una partita difficilissima sul mercato globale. STMicroelectronics, azienda leader nel mercato dei semiconduttori, ha scelto di fondare il Digital Fab a Catania poiché la sede catanese è un centro di eccellenza per lo sviluppo della microelettronica e dei sistemi informativi per la gestione d’impresa. Inoltre l’azienda vanta una longeva e forte collaborazione con l’Università di Catania nel campo di discipline scientifiche che includono Fisica, Chimica, Microelettronica e Informatica. Grazie a questa sinergia, è stato possibile avvicinare il mondo accademico all’industria hi-tech e viceversa. Per quanto riguarda il settore informativo, i vari progetti congiunti includono la ricerca nel campo delle analisi statistiche e predittive, studi sul machine learning e sull’intelligenza artificiale.

## 2 Manutenzione Predittiva

Volendo porre particolare attenzione alla trasformazione digitale dei processi di automazione industriale, uno dei progetti che vede protagonista il Digital Fab è focalizzato sulla manutenzione predittiva, presentato a [Electronica,

2018] e [CES, 2019]. Lo scopo principale è quello di monitorare costantemente le macchine nelle fabbriche per prevenire un eventuale guasto. Minimizzando i tempi di reazione, si minimizzano contestualmente costi e rischi associati ad un guasto. La manutenzione predittiva rappresenta un elemento chiave per le fabbriche *smart*, permette di ottimizzare la produzione e migliorare la sicurezza degli impianti. Tuttavia, il semplice monitoraggio non è sufficiente a garantire che il sopraggiungere di un guasto possa essere individuato in tempo. È necessario infatti addestrare appositamente un software che sia in grado di apprendere quali siano le condizioni del sistema ogni qualvolta si stia per verificare un guasto. Il modello di predizione va allenato e tarato appositamente per ogni macchina. Ricorrendo a tecniche relative all'*Internet of Things (IoT)*, si possono munire le macchine di sensori, per migliorare ulteriormente la rilevazione di un malfunzionamento. Inoltre, i sensori interconnessi fra loro possono essere gestiti tramite applicazioni *in cloud*, rendendo possibile un monitoraggio avanzato e centralizzato di macchine, a loro volta distribuite in uno o più impianti di produzione. Ad esempio, un sensore di vibrazione può essere calibrato in modo tale da fornire un riscontro sul grado di funzionamento della macchina. In tal modo, l'operatore addetto al monitoraggio non ha bisogno di avere conoscenze avanzate riguardo al funzionamento degli algoritmi di intelligenza artificiale che regolano la rilevazione di un guasto, ma gli sarà possibile svolgere la sua mansione tramite l'interfaccia semplificata di gestione dei sensori (Figura 1). Tipicamente, viene inviato un messaggio di allarme all'addetto poco prima che il sensore

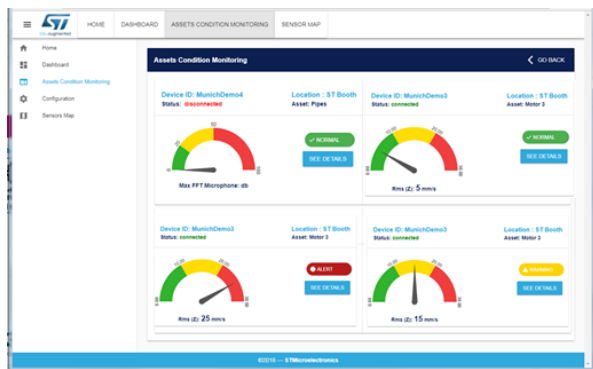


Figura 1: Pannello di gestione dei sensori

registri un accesso del sistema in una zona critica. L'esempio riportato utilizza la vibrazione come segnale predittore di un guasto, ma nello scenario dell'automazione industriale la quantità di variabili che possono essere prese in considerazione per la caratterizzazione di un valore atteso è davvero lasciata alla definizione dei vari casi d'uso possibili. Si potrebbe infatti monitorare l'intensità del rumore prodotto da una macchina, la quantità di gas emessi durante un processo, il calore, la viscosità di un liquido, ecc. In questa enorme quantità di dati analizzabili, la naturale evoluzione degli algoritmi di machine learning si sta orientando verso sistemi che possano analizzare quante più

variabili possibili. La raccolta di questi dati non strutturati (non etichettati, cioè non ancora associati a nessun evento specifico, come un guasto) li rende adatti a tecniche di apprendimento non supervisionato, che attraverso uno studio avanzato sulla correlazione incrociata delle variabili considerate, possano suggerire quali siano i vari stati possibili in un sistema (funzionamento normale, anomalo, guasto) e le cause che possano provocare un cambio di stato.

### 3 Analisi intelligente dei dati

In un contesto realistico lo scenario descritto nel paragrafo precedente può divenire molto più complesso. Dati sul funzionamento, sulla disponibilità, sulle richieste di accesso a numerosi e diversi macchinari produttivi generano una quantità di informazioni di difficile gestione e utilizzo. In primo luogo le informazioni che vengono raccolte rientrano nel paradigma canonico dei Big Data (molte caratteristiche, molto variabili, molto rapide in accumulo). In più un impianto produttivo nella microelettronica può essere modellato come una complessa rete di agenti che dialogano, si scambiano parti, si attendono e in generale si influenzano tra loro. Sebbene la complessità di un tale sistema sia di ordini di grandezza inferiore a quella delle reti biologiche, essi presentano medesimi problemi nell'individuare correttamente le cause e gli effetti di derive "patologiche", di rallentamenti o malfunzionamenti e le "cure" e gli interventi necessari per un efficiente ripristino delle condizioni standard. All'interno della Università di Catania sono presenti competenze avanzate nel settore del Machine Learning, Advanced Data Analysis, Knowledge Discovery, Statistical and Deep Learning. Tale know-how è indispensabile per l'analisi dei casi con i casi d'uso reali presentati dalla STMicroelectronics e per le proposte di sistemi intelligenti che affianchino gli operatori industriali in questa delicata produzione high-tech.

### 4 Conclusione

Abbiamo descritto un esempio di tecnica avanzata di Intelligenza Artificiale che possa trovare impiego nella trasformazione digitale dei processi di automazione industriale, in questo caso d'uso sulla manutenzione predittiva delle macchine di processo industriale. Essa rappresenta un elemento chiave per le fabbriche *smart*, permettendo di ottimizzare la produttività e migliorare la sicurezza degli impianti. La manutenzione predittiva è solo uno dei tanti esempi di trasformazione digitale nello scenario dell'Industria 4.0: nel prossimo futuro saranno sempre di più i progetti che includeranno la ricerca nel campo delle analisi statistiche e predittive, studi sul machine learning e sull'intelligenza artificiale.

### Riferimenti bibliografici

- [Electronica, 2018] Electronica 2018, Messe Munchen 13-16 Nov 2018.
- [CES, 2019] Consumer Electronics Show (CES), Las Vegas 6-11 Jan 2019.