



TITOLO

GOOD MAN apre le porte alla fabbrica del futuro: zero difetti in linea di produzione, massima efficienza produttiva, sostenibilità e altissima qualità della produzione.

AUTORI

Cristina Cristalli, Giacomo Angione, Giulia Lo Duca – LOCCIONI (c.cristalli@loccioni.com)

Nicola Paone, Paolo Chiariotti, Paolo Castellini – Università Politecnica delle Marche – DIISM (n.paone@univpm.it)

RIASSUNTO

Il progetto GOOD MAN-Agent Oriented Zero Defect Multi-Stage Manufacturing (Horizon 2020) sviluppa tecnologie per linee di produzione volte a prevenire la generazione e propagazione di difetti in ottica di “*Zero Defect Manufacturing*”.

GOOD MAN integra controllo di processo e controllo qualità in un'**architettura di sistema distribuita**, basata su **Cyber Physical Systems (CPS)**, **tecnologia multi agente** e **sistemi di misura smart**, supportata da **analisi dati a livello locale** (singolo processo) e a **livello globale** (linea). Permette analisi in tempo reale e individuazione tempestiva di errori, limitando la generazione di difetti ed evitandone la propagazione alle stazioni successive. L'analisi di processo a livello globale rende il sistema **predittivo** (diagnosi precoce) e **proattivo** (auto-adattamento).

IL PROGETTO

Industry 4.0 e Big Data, zero difetti e qualità, fabbrica del futuro e massima efficienza produttiva: i nuovi paradigmi del manifatturiero avanzato sono i temi del progetto GOOD MAN. Il manifatturiero del futuro, frutto di una vera rivoluzione industriale digitale, è sempre più acquisizione e gestione della conoscenza nel complesso contesto della fabbrica e vede una profonda convergenza di tecnologie diverse e cooperanti.

Il progetto interpreta questo tema sviluppando un'architettura interdisciplinare in ottica “Zero Defect Manufacturing” (ZDM). L'obiettivo è garantire alta qualità del prodotto senza interferire, anzi migliorando, l'efficienza produttiva. Per questo scopo GOOD MAN propone una strategia ZDM basata su tecnologia multi-agente che supporti la raccolta dati in tempo reale e la diagnosi dei difetti a livello di singolo processo, nonché l'elaborazione delle informazioni a livello globale, utilizzando tecniche big-data.

GOOD MAN (Agent Oriented Zero Defect Multi-Stage Manufacturing), <http://goodman-project.eu/> è finanziato nell'ambito di Horizon 2020 – Call FoF3-Zero-defect strategies at system level for multi-stage manufacturing in production lines.

Il successo di ogni progetto dipende dalla squadra. GOOD MAN vede in campo 9 partners internazionali, con competenze diverse e complementari (Figura 1): fornitori di conoscenza, fornitori di tecnologie e integratori di sistemi, industrie manifatturiere. Occupano posizioni ben distinte nella catena del valore e formano una naturale catena cliente-fornitore, ricetta importante per un approccio “win-win” !

Tre **partner industriali** con sedi in tutta Europa, **rappresentativi delle principali modalità produttive del settore manifatturiero in Europa**; forniscono l'ambiente dove si svilupperanno i dimostratori:

1. ZANNINI (IT) – minuterie metalliche di precisione
Produzione in lotti di grandi quantità, con procedure automatiche
2. Volkswagen Autoeuropa (PT) - automobili
Produzione di serie, con procedure sia automatiche che manuali
3. Electrolux Professional (IT) - attrezzature per cucine professionali
produzione altamente personalizzata, con procedure manuali e semiautomatiche

Due **Università**, Università Politecnica delle Marche (IT) e Istituto Politecnico di Bragança (PT) e un **Centro di Ricerca**, Uninova (PT), con competenze in tecniche di misura e controllo qualità, sistemi di automazione industriale e tecnologia multi-agente, strategie per la gestione della produzione.

Tre **fornitori di tecnologia industriale**, Nissatech Innovation Centre (SRB), Loccioni (IT) e BOC (AT) offrono esperienza nello sviluppo di soluzioni informatiche per data-mining e big-data, di sistemi automatici per controllo qualità e di strumenti di modellazione per la gestione di processi decisionali.

Grazie a questi attori, Figura 2, GOOD MAN fornirà un insieme di strumenti e servizi che coprono i diversi strati della piramide ISA-95. Tali servizi e strumenti comprendono Cyber Physical Systems (CPS) basati sulla tecnologia Multi Agente (MAS) e sistemi di misura e controllo, che permettono la raccolta di grandi moli di dati in tempo reale e talvolta comportamenti “smart”. Ciò apre la strada alle tecniche di big data analysis e data mining, unitamente a tecniche di apprendimento automatico e di gestione della conoscenza sia a livello locale (singoli processi) che a livello globale (intera linea). Questo abilita l'estrazione di conoscenza, l'apprendimento e l'adattamento del sistema, orientandolo alla rilevazione precoce dei difetti e alla correzione delle derive dei vari processi produttivi.

L'architettura di GOOD MAN poggia su quattro **pilastrini tecnologici**, che saranno sviluppati nel progetto in prototipi dimostratori in linea di produzione (Figura 3):

1. sistema multi-agente;
2. sistemi di misura e controllo qualità intelligenti con comportamenti auto-adattivi;
3. algoritmi per analisi dati e tecniche di apprendimento;
4. gestione della conoscenza per ZDM.

Il **sistema multi-agente** supporta i singoli processi e gli strumenti di controllo di qualità distribuiti in linea, nonché le strategie di coordinamento inter-processi.

Un MAS è una società di agenti intelligenti, distribuiti, autonomi e cooperativi, connessi ai vari processi lungo la linea di produzione; la sua efficacia è stata dimostrata nel precedente progetto europeo GRACE (www.grace-project.org, Figura 4); in alcuni casi gli agenti sono direttamente associati ad una risorsa fisica, ad esempio un tornio, una stazione di controllo di qualità, ma in altri casi rappresentano entità logiche, come analisi di dati e strumenti di auto-apprendimento. Anche ai singoli prodotti che fluiscono lungo la linea sarà associato un agente, con capacità di memorizzare i dati storici relativi al suo processo produttivo e, se disponibili, dati forniti dai suoi sensori interni,

ad esempio durante una fase di collaudo. Ogni agente conferisce alla risorsa associata un comportamento autonomo e la capacità di negoziare con gli altri agenti connessi alla rete.

Il sistema multi-agente pertanto raccoglie, memorizza ed elabora i dati in modo distribuito. Il processamento di dati in linea consente la reazione rapida a situazioni critiche e, in particolare, la prima identificazione di anomalie e deviazioni che portano a difetti, nonché l'applicazione di opportune strategie di mitigazione. Gli agenti sono in grado di interagire tra di loro, secondo modelli di coordinamento volti a condividere le loro conoscenze e capacità, e di conseguenza in grado di attuare anche politiche di coordinamento inter-processo a livello di linea, che sono fondamento della strategia ZDM.

In una linea di produzione Industry 4.0 le informazioni costituiscono la base su cui prendere decisioni e controllare il processo. Le informazioni quantitative sono il risultato di misure sui processi e sui prodotti. GOOD MAN pertanto pone particolare attenzione ai **sistemi di misura** e sviluppa **sistemi di controllo qualità intelligenti** o “**smart**”. Essi sono pensati per avere comportamenti auto-adattivi. Le stazioni di controllo qualità sono costituite da componenti hardware e software in grado di misurare una grandezza fisica, come sensori e trasduttori, e da dispositivi mecatronici utilizzati per eseguire una sequenza di test sul prodotto o sul componente, ed infine dall'elettronica di acquisizione dati e l'ambiente software per l'esecuzione della prova e della diagnosi. Un sistema di controllo qualità, una volta associato ad un agente, diviene a tutti gli effetti un CPS intelligente, autonomo e collaborativo.

Elemento essenziale in qualsiasi misura è **l'incertezza**. Per minimizzare l'incertezza di misura i parametri di un sistema di misura possono essere adattati al misurando e ottimizzati nel contesto in cui si svolge la misura. L'ottimizzazione è gestita dall'agente: a) la funzione costo è l'incertezza di misura; b) i parametri del sistema di misura sono le variabili indipendenti; c) i vincoli delle variabili indipendenti sono limiti dei valori che i parametri possono assumere (ad esempio il tempo di acquisizione, la frequenza di campionamento, il numero di medie, la lunghezza focale della telecamera, ecc.). L'agente che si occupa della misura negozia il livello di incertezza delle misure che effettuerà.

Autoadattamento di un processo di misura è quindi la ricerca della **configurazione ottimale** dei parametri di sistema, nel contesto delle condizioni operative reali, **che permette una misura con incertezza nota e adatta allo scopo in quel contesto**. Pertanto, il comportamento di un sistema di controllo qualità auto-adattivo consiste nel controllo di parametri di influenza sulla misura, per tenere l'incertezza di misura al livello desiderato. Esempi sono il riposizionamento automatico di una telecamera intorno alla posizione di ottima inquadratura dell'oggetto da ispezionare o il controllo dell'illuminazione per migliorare il contrasto dell'immagine o la definizione del numero delle medie in una analisi spettrale di segnali vibratorii. Adattamento dei sistemi di misura significa anche auto-calibrazione e auto-diagnosi; strategie efficaci per evitare l'uso di dati da sistemi di misura difettosi. Tutto contribuisce a minimizzare l'incertezza di misura e quindi a massimizzare il livello di confidenza nell'informazione e nelle decisioni conseguenti.

Infine, **algoritmi per analisi dati e tecniche di apprendimento** supportano la strategia ZDM, in quanto consentono di combinare diagnosi precoce di anomalie effettuata localmente in ogni processo, con la possibilità di aggregare e correlare dati provenienti da diversi stadi, al fine di individuare problemi che possono essere rilevati e gestiti solo globalmente, a livello di linea. La sfida è il corretto bilanciamento tra analisi di dati locale, che fornisce monitoraggio in tempo reale e



diagnosi precoce di difetti e tendenze, e analisi di dati globale, che fornisce auto-ottimizzazione e miglioramento continuo dell'intera linea, compensando eventuali anomalie locali.

Gli agenti a livello locale, oltre a supportare il singolo processo e la diagnosi locale, forniscono le informazioni a meta agenti posti al livello superiore, che eseguono analisi di correlazione tra processi e algoritmi di apprendimento per ottenere modelli predittivi della generazione di difetti e della loro propagazione, triggerando azioni correttive a livello di linea.

Da ciò origina la **gestione della conoscenza orientata alla ZDM**. Miglioramenti di medio-lungo termine sono introdotti sulla base delle analisi dei dati storici di linea, integrati dal know-how degli operatori, sfruttando i livelli SCADA, MES e ERP.

I modelli di conoscenza sono sviluppati a tre livelli:

- modelli locali, operanti in tempo reale e localmente per rilevare le deviazioni in un singolo processo;
- modelli globali, sviluppati su dati aggregati per individuare problemi di interazione tra diversi processi e fare controllo di linea;
- miglioramenti globali di lungo termine, quali la riorganizzazione delle linee, verranno conseguiti analizzando i dati aggregati e fusi con conoscenze aziendali e pareri di esperti.

Servizi cloud sembrano essere tecnologie appropriate per rispondere alla necessità di grandi risorse di calcolo, sebbene aprano complessi problemi di sicurezza dei dati.

Università – fornitori di conoscenza			
Fornitori di tecnologie industriali			
Utilizzatori – Industrie manifatturiere			

Figura 1 – I partner del progetto GOOD MAN

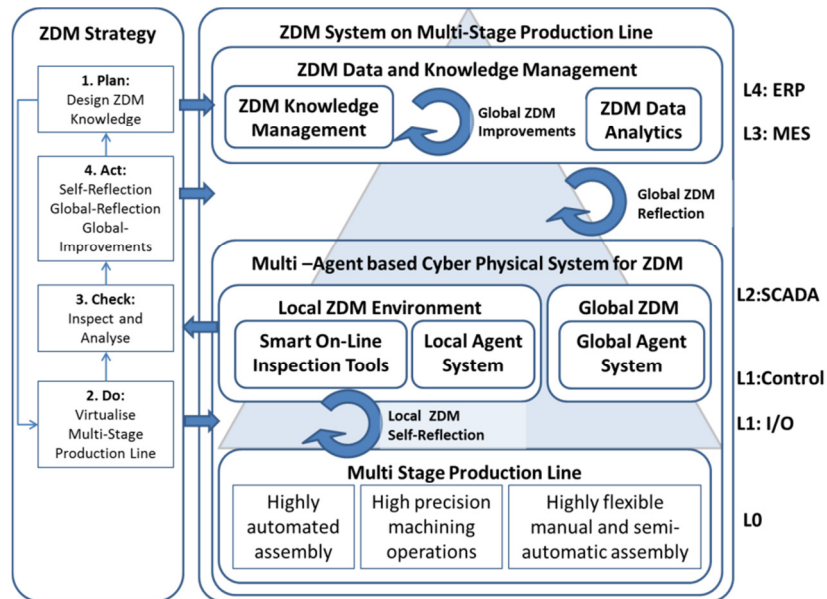
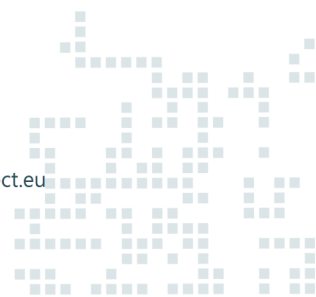


Figura 2 – GOOD MAN nel contesto della produzione multi-stage



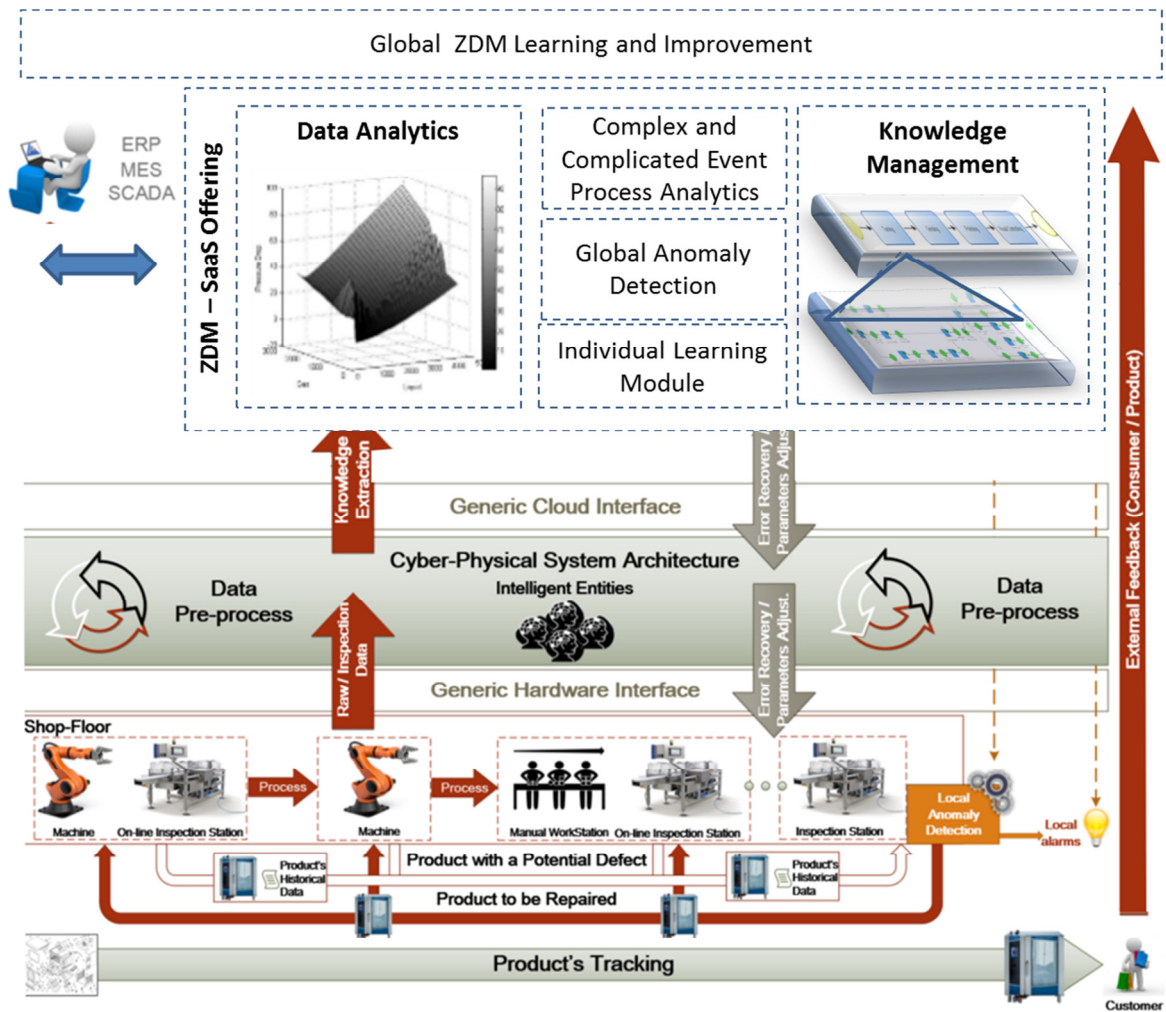


Figura 3 – I pilastri tecnologici di GOOD MAN

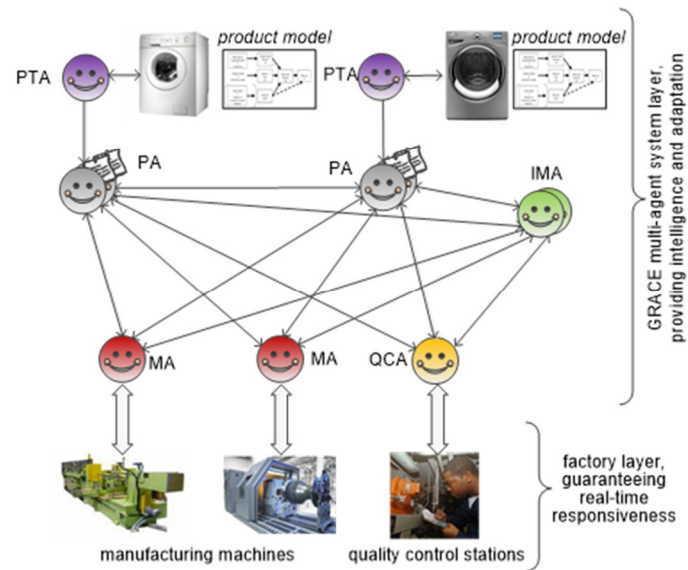


Figura 4 – Architettura multi-agente sviluppata nel progetto GRACE (FP7)

