

# Tecnologie dell'intelligenza artificiale applicate al monitoraggio e alla diagnostica

Fulvio Roveta

Uno studio effettuato da ARC Advisory Group prevede un tasso di crescita del 10% annuo per il mercato dei sistemi di condition monitoring e di asset management. Secondo questa analisi la capacità di tenere sotto osservazione in tempo reale gli impianti è la chiave per la loro ottimizzazione. La spinta verso questa tendenza è data dall'esigenza di migliorare la capacità di produzione minimizzando le fermate non pianificate dovute a guasti e di ridurre i costi di manutenzione.

Quando vengono considerati problemi legati al funzionamento anomalo di impianti e apparecchiature, si è sovente portati a pensare che i rischi principali siano quelli di incidenti, che possono causare danni alle cose e alle persone, fermate per riparazioni e conseguente mancata produzione. Questo è l'aspetto più eclatante ma, fortunatamente, meno ricorrente del problema. Spesso le conseguenze di malfunzionamenti e condizioni anomale nel processo sono meno evidenti, non portano al blocco della produzione, ma possono causare comunque notevoli danni economici e, se non gestite opportunamente, degenerare in incidenti.

I costi di gestione indotti dalle anomalie nel processo hanno rappresentato una spinta consistente per l'evoluzione dei sistemi di monitoraggio e di diagnostica, che possono essere considerati come una funzione più elevata del controllo di processo, che incorpora elementi di controllo con modelli predittivi e anche con le tecniche dell'Intelligenza Artificiale, per gestire al meglio le operazioni sugli impianti e la manutenzione.

In questo contesto l'Intelligenza Artificiale, ed in particolare i sistemi esperti, possono svolgere un ruolo importante e diventare una sorta di "collante" in grado di mettere in comunicazione i vari mondi dell'automazione e del controllo, acquisendo dati, interpretandoli e restituendoli con il valore aggiunto che può portare l'esperienza accumulata in anni-uomo di operazioni.

La conduzione degli impianti in condizioni stazionarie prevede metodi, obiettivi ed impostazioni che in genere sono ben noti e gestiti senza particolari problemi da software e strumentazioni di tipo convenzionale. Se si esplorano però condizioni operative al di fuori dell'area della stazionarietà, l'efficienza dei sistemi di controllo tradizionali può rapidamente diminuire per finire in una situazione difficile da con-

trollare. Soluzioni software di tipo algoritmico e basate su equazioni riescono a funzionare in maniera soddisfacente sino a certi livelli, ma quando i sistemi diventano molto complessi ed interconnessi il loro impiego non è più sufficiente. Per queste ragioni le tecniche dell'intelligenza artificiale vengono sempre più usate per predire guasti prima che questi avvengano e per gestire gli inconvenienti nel processo prima che questi abbiano un pesante impatto sugli uomini o sugli impianti. Se le condizioni del processo potessero essere sempre determinate con esattezza in anticipo, le normali tecniche di modellazione software sarebbero sufficienti. Tuttavia i guasti e le condizioni anomale del processo introducono sempre un certo grado di incertezza e di imprevedibilità, data anche dalle interconnessioni tra i vari processi, ed è per questa ragione che nasce l'esigenza di impiegare tecniche avanzate quali quelle dell'intelligenza artificiale. L'unione delle tecnologie tradizionali con sistemi avanzati basati sulla conoscenza, la fuzzy logic o i modelli neurali, consente di migliorare notevolmente il risultato finale, perché riesce ad identificare in maniera proattiva i problemi permettendo interventi mirati prima che i guasti si verifichino realmente rende molto critica l'automazione dell'impianto.

A tale proposito è interessante l'esperienza fatta da Petrobras sulle sue piattaforme petrolifere.

Ogni piattaforma deve provvedere all'estrazione del greggio, alla separazione di olio, gas ed acqua, destinando una parte del gas alla produzione locale di energia elettrica per mantenere gli impianti in funzione.

Questa dipendenza stretta dal corretto funzionamento dell'intero processo (sia per quanto riguarda le sue capacità di estrazione che per quanto riguarda la generazione di energia) rende molto critica l'automazione dell'impianto. Per questa ragione Petrobras ha deciso di affiancare ai controlli tradizionali, basati su PLC, un modulo di supervisione intel-

ligente, basato sul sistema esperto G2 di Gensym. L'introduzione di questo modulo, che riesce ad avere una visione generale dell'impianto, coordinare le varie operazioni e riconoscere tempestivamente malfunzionamenti, ha permesso a Petrobras di ottenere una riduzione documentata dell'ottanta per cento delle fermate dell'impianto.

### Intelligenza Artificiale per monitoraggio e diagnostica

Si possono identificare tre principali elementi funzionali per applicazioni di monitoraggio e diagnostica: identificazione degli eventi, diagnosi e risposta. Questi tre elementi emulano il processo decisionale degli operatori per riconoscere e risolvere un problema nel processo. Tuttavia, a differenza degli operatori umani, un sistema di questo genere è in grado di monitorare un impianto in maniera continua, mentre anche il migliore degli operatori interviene in reazione ad un allarme ricevuto o attraverso scansioni occasionali delle condizioni. Poichè inoltre un sistema ACM tende ad essere dinamico e multivariabile, è anche importante che esso includa un sistema in grado di fornire spiegazioni automatiche per gli utenti, che documenti gli eventi di processo e le decisioni diagnostiche che sono state seguite per raggiungere le conclusioni ottenute.

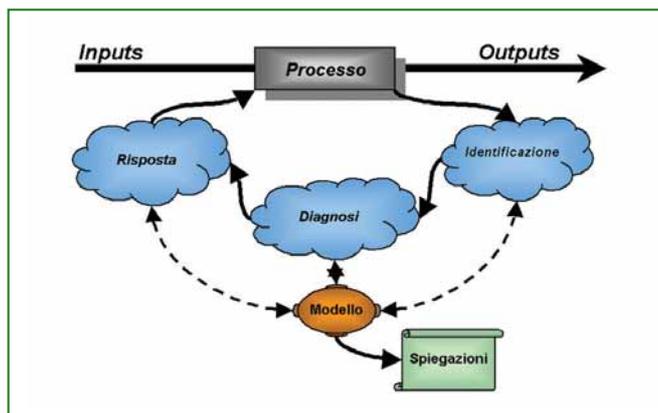


Figura 1 - Principali elementi funzionali in applicazioni di monitoraggio e diagnostica

Applicazioni di monitoraggio e diagnostica, destinate in particolare a prevenire ed eliminare situazioni anomale nel processo, sono state realizzate con successo utilizzando come ambiente di sviluppo ed esecuzione piattaforme per Sistemi Esperti. Le seguenti funzionalità sono state identificate come componenti fondamentali per applicazioni di questo genere:

- Identificazione anticipata e proattiva delle condizioni anomale, allo scopo di mantenere le operazioni nell'area della normalità, o riportarle rapidamente a tale area se accade un guasto
- Rappresentazione generica del processo per consentire la riutilizzabilità per un'intera famiglia di apparecchiature
- Incapsulamento della conoscenza esperta per consentire l'utilizzo del sistema da parte di personale non specializzato

- Root-cause analysis per produrre messaggi di allarme intelligenti e filtrati, che includano conclusioni diagnostiche e una guida per la risoluzione dei problemi

### Identificazione degli eventi

Alla base di tutto il processo troviamo la capacità del sistema di utilizzare le fonti di dati esistenti per riconoscere eventi significativi del processo. Un evento significativo può essere ricondotto ad uno stato del processo che può identificare o predire una condizione operativa anomala. L'identificazione di un evento non è legata alla diagnosi della causa di guasto, nè all'impatto su ogni singolo evento, ma piuttosto alla pura determinazione della condizione in cui si trova il processo in ogni istante. L'identificazione degli eventi varia da situazioni estremamente semplici a condizioni particolarmente complesse. Gli eventi più semplici sono quelli che normalmente possono venire riconosciuti utilizzando l'informazione di un singolo sensore, quali ad esempio violazioni di limiti, rumorosità di un segnale, previsione di superamento di soglie. Gli eventi più complessi comprendono deviazioni da valori attesi per determinate fasi del processo, eventi multivariabili che implicano l'utilizzo di logica fuzzy, eventi basati su modelli ai principi primi o empirici del processo. Questo genere di eventi, complessi e basati su situazioni specifiche, sono quelli di cui un operatore può avere una "sensazione", basata sull'analisi di molteplici indicatori mediata dall'esperienza maturata negli anni.

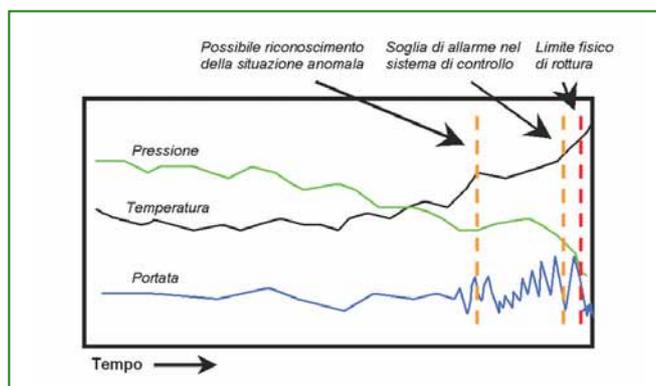


Figura 2 - Identificazione multivariabile di un evento

Gli eventi possono venire classificati secondo diverse categorie:

- Guasti: viene identificato un problema specifico su una qualche apparecchiatura, che richiede intervento da parte del personale di manutenzione. In questo caso l'operatore riceverà indicazioni su come contenere i disagi causati dalla temporanea indisponibilità del componente guasto. Ad esempio l'evento "richiesta pulizia dei fasci tubieri" relativo ad uno scambiatore di calore, oppure "segnale piatto" per un sensore intelligente, identificano problemi ben definiti per cui è necessario l'intervento del personale di manutenzione.
- Sintomi di guasti futuri: la capacità di riconoscere in maniera predittiva situazioni che possono portare a malfunzionamenti.

menti e guasti consente agli operatori di intervenire in maniera tempestiva e, se il caso, di allertare il personale di manutenzione. È questo il caso ad esempio di eventi come le “previsioni di bassa portata” relative agli scambiatori di calore, che sono indice di fenomeni che portano ad uno sporcamento precoce del componente.

- Sintomi di problemi esterni: si tratta di eventi che vengono rilevati su una specifica apparecchiatura, ma che sono conseguenza di malfunzionamenti esterni ad essa. In questo caso, l'applicazione può risalire al componente causa del problema ed avvertire in maniera opportuna il personale. È il caso ad esempio dell'evento di pendolazioni nel flusso in uscita da un compressore. Nel caso in cui tali oscillazioni siano già presenti nel flusso in ingresso, la segnalazione non riguarderà il compressore, ma l'utenza collegata a monte di esso.
- Eventi che possono causare danni al processo: sono malfunzionamenti specifici dell'apparecchiatura monitorata le cui conseguenze si riflettono sulle apparecchiature ad essa collegate. A questa famiglia di eventi possiamo ricondurre ad esempio una previsione di temperatura alta in uscita da uno scambiatore, che può rappresentare un problema per le apparecchiature ad esso collegate.
- Eventi che non rappresentano malfunzionamenti in una particolare fase di lavorazione: si tratta di eventi che in certe fasi del processo possono identificare l'insorgere di un problema, in altri casi sono del tutto normali. Il Sistema Esperto, deve riuscire ad identificare la fase operativa in cui ci si trova e di conseguenza riconoscere quegli eventi che non rappresentano anomalie. Come esempio si può considerare la brusca crescita di una temperatura che potrebbe essere sintomo di problemi anche gravi quando ci si trova a regime, ma è invece normale in fase di avvio della macchina o durante un cambio di assetto.

L'identificazione predittiva di eventi e guasti è resa possibile grazie alla combinazione di tecniche tipiche dell'Intelligenza Artificiale con altre di tipo statistico ed algoritmico.

La proiezione dei valori rappresenta una delle capacità più importanti per un oggetto intelligente, perchè permette di predire i valori futuri di una misura in base all'analisi dei dati correnti e di quelli storici. Quando la proiezione di un valore indica che la variabile può superare la soglia limite stabilita, viene generato un evento di previsione di superamento di limite, che può essere inviato all'operatore o utilizzato da oggetti intelligenti più complessi.

Altra tecnologia ampiamente utilizzata è quella della fuzzy logic, che identifica eventi complessi nel processo determinati da input multipli o per cui i limiti operativi sono difficili da determinare. Permette di emulare il ragionamento per “livelli di grigio” tipico della mente umana, normalmente impiegato dagli operatori per valutare problemi nel processo. L'impiego della fuzzy logic rende anche più semplice la messa in servizio del software, soprattutto per quanto riguarda l'assegnamento delle soglie di allarme, che diventano meno critiche che con la logica booleana tradizionale.

L'analisi statistica, infine, permette di riconoscere anomalie, come ad esempio grandi cambiamenti nel processo, segnali

affetti da rumore, deriva negli strumenti e picchi nei segnali.

Un'applicazione di monitoraggio e diagnostica deve partire da un'analisi accurata dei dati disponibili e garantire la qualità dell'informazione su cui si va a ragionare. La fase di validazione dei segnali assume pertanto particolare importanza. Essa comprende diversi controlli, come ad esempio il filtraggio di segnali molto rumorosi, l'identificazione di picchi o segnali congelati ed eventualmente il confronto con un secondo sensore (o con un sensore inferenziale realizzato con reti neurali o con modelli matematici). Scopo di questa operazione è quello di ripulire i segnali da errori di acquisizione e fornire valori affidabili per l'elaborazione da parte del Sistema Esperto. Da questa fase, inoltre, dipende l'identificazione di sensori guasti o sospetti per cui viene richiesto un intervento manutentivo.

A valle della validazione del segnale possono essere effettuate altre operazioni di base sui segnali acquisiti, come l'analisi dei limiti operativi, dove si confronta il valore misurato con i limiti operativi attesi nella fase attuale del funzionamento della macchina, segnalando l'anomalia per valori estremamente alti o bassi rispetto a tali limiti. Un'altra tecnica molto impiegata e di indiscutibile utilità è quella della predizione dinamica, che può identificare future violazioni di limiti, oscillazioni e cambiamenti eccessivi nel valore riportato dai sensori, prevenendo quindi l'insorgere di possibili problemi.

## Diagnosi

In alcuni casi la sola informazione che è stato rilevato o sta per verificarsi un determinato evento può essere sufficiente ad un operatore per prevenire un problema o minimizzarne l'impatto. Tuttavia per molti eventi critici gli operatori hanno bisogno di informazioni aggiuntive sulla situazione per decidere

L'informazione più comune relativa ad un evento anomalo che un operatore vuol conoscere è la sua probabile causa prima. Conoscere la causa prima, tipicamente, indicherà la risposta corretta da fornire. Tuttavia in alcuni casi sarà utile conoscere non solo la causa prima, ma anche l'impatto futuro del problema, soprattutto quando ci si trova di fronte ad un guasto che non può essere riparato in tempi brevi. Conoscere il probabile impatto aiuterà l'operatore a decidere quali azioni possono essere intraprese per minimizzare l'effetto sulle operazioni della situazione anomala. La rappresentazione di causa prima di guasto e predizione delle conseguenze future è nota come “modellazione causale”. Stabilire e mantenere nel tempo la logica causale rappresenta un problema non banale, poichè è molto infrequente identificare più unità di processo dello stesso tipo che siano fisicamente identiche per ciò che riguarda apparecchiature e strumentazione impiegate. Questo rende necessario personalizzare i modelli causali. L'attività di implementazione e manutenzione dei modelli causali è resa più semplice dalla disponibilità di strumenti grafici per la rappresentazione della conoscenza. Le logiche possono essere rappresentate visivamente e modificate semplicemente modificando connessioni tra oggetti che rappresentano i componenti del processo. La figura 5 fornisce un esempio di diagramma causale che identifica la causa prima di un evento “trigger” e ne predice l'impatto.

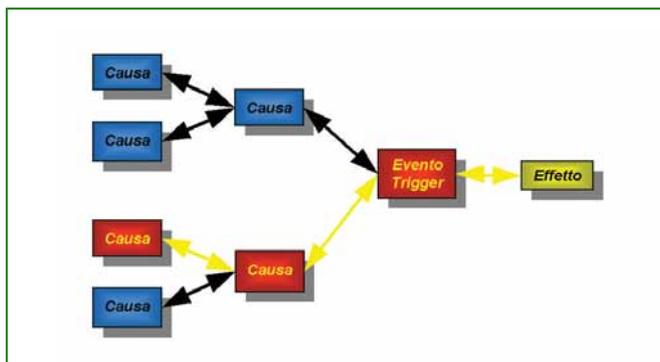


Figura 3 - Esempio di diagramma causale

Nel caso in cui la conoscenza del processo e delle relazioni di causa-effetto non sia sufficientemente completa, ma si disponga di un archivio storico dei dati d'impianto consistente, possono essere utilizzate reti neurali specializzate nella pattern recognition (Radial Basis Function Network oppure Rho Network) in grado di associare una certa combinazione di segnali con una determinata situazione di guasto. Un altro approccio è quello fornito dai sistemi Case Based Reasoning (CBR), che raccolgono in una base dati una serie di situazioni (casi) identificati in precedenza e che possono essere recuperati secondo necessità. Caratteristica importante dei sistemi CBR è la loro capacità di "crescere" nel tempo, aggiungendo nuovi casi al database ed adattandosi pertanto a cambiamenti o nuove situazioni che possono avvenire nel sistema.

### Risposta correttiva

Per determinare l'azione di risposta migliore ad eventi anomali che ricorrono con una certa frequenza, la combinazione di identificazione dell'evento e di diagnosi delle cause può essere un'informazione sufficiente per operatori esperti. Tuttavia esistono numerose situazioni in cui si sente la necessità di un'assistenza più accurata, come ad esempio: operatori con scarsa esperienza; situazioni anomale infrequenti; eventi critici che richiedono una serie complessa di azioni correttive; eventi che richiedono di essere notificati anche al di fuori della sala controllo. Un'importante caratteristica dei Sistemi Esperti usati nella diagnostica è la capacità di collegare la condizione anomala identificata con la sua causa e con le conseguenze predicibili. Questo collegamento è ottenuto andando a verificare altre condizioni rilevanti del processo. Evento anomalo, analisi della causa ed impatto possono essere utilizzati a loro volta per attivare azioni associate. In particolare cause prime ed impatto rappresentano una fonte di informazione per determinare l'azione correttiva più efficace in risposta ad un problema particolare.

L'azione correttiva più comunemente associata al riconoscimento ed alla diagnosi di una condizione anomala è quella di inviare messaggi di testo all'operatore. A differenza dei normali sistemi di controllo, un'applicazione di monitoraggio e diagnostica basata su Sistemi Esperti è in grado di convogliare molte informazioni verso l'operatore. I messaggi possono venire aggiornati dinamicamente mano a mano che le condizioni del processo cambia-

no. Informazioni su condizioni identificate, cause prime diagnosticate, impatto previsto e operazioni raccomandate possono essere tutte raccolte in un unico messaggio (figura 6).

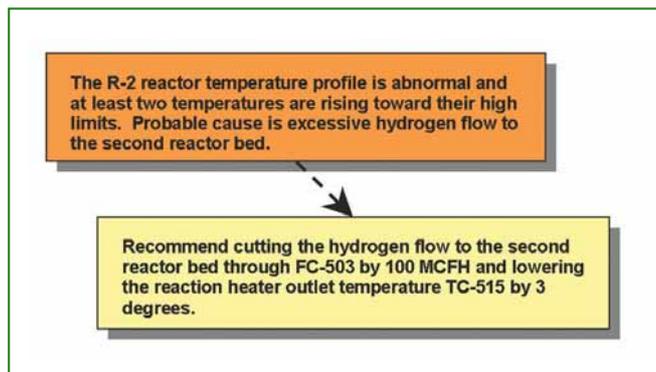


Figura 4 - Tipici messaggi operatore con spiegazioni

Le capacità di questi sistemi vanno però oltre i semplici messaggi. La priorità degli allarmi può venire incrementata automaticamente al passare del tempo, così come possono venire modificate le azioni suggerite all'operatore. Possono venire inviate e-mail o SMS al personale interessato, come ad esempio la manutenzione o l'ingegneria. Possono venire forniti collegamenti a procedure operative a sostegno di azioni complesse o sequenziali, o a pagine video dedicate che mostrino trend o informazioni da campo, per confermare i risultati delle diagnosi automatiche.

Le stesse procedure utilizzate per implementare il riconoscimento degli eventi e la diagnosi possono essere utilizzate per configurare risposte automatizzate per condizioni complesse o che richiedono risposta tempestiva, andando ad azionare valvole, modificare setpoint, vincoli per gli ottimizzatori, funzioni obiettivo, iniziare e supervisionare procedure di arresto o ripartenza.

### Esempi di applicazioni

#### Diagnostica di un impianto di produzione nickel

L'impianto per la produzione di Nickel di Eramet a Sandouville (Francia) è riuscito a migliorare efficienza, affidabilità e minimizzare le perdite di tempo attraverso un applicativo chiamato Monitoring Support for Plant Operation (MSPO) basato sulla piattaforma esperta Gensym G2. La decisione di avviare tale progetto viene dalla necessità per Eramet di migliorare la propria competitività nell'area della produzione di nickel. La scelta per la piattaforma di sviluppo di un Sistema Esperto real-time è legata alla capacità di tale prodotto di ragionare su processi molto dinamici ed aiutare gli operatori ad operare meglio, grazie alla possibilità di modellare semplicemente le operazioni e di catturare la conoscenza del processo attraverso oggetti software. L'applicazione MSPO viene utilizzata per il monitoraggio in tempo reale delle apparecchiature dell'impianto, per il filtraggio intelligente degli allarmi, la validazione dei sensori, la predizione di possibi-

li deviazioni dei valori di processo ed il supporto decisionale durante le operazioni.

Analizzeremo di seguito la parte di applicazione dedicata al monitoraggio ed alla diagnostica dell'impianto.

L'applicazione MSPO effettua la validazione e l'identificazione dei sensori attraverso due tipi di indicatori: indicatori di misura, utilizzati per validare il valore misurato dal sensore; indicatori di processo, usati per validare le regolazioni PV-SP o lo stato del processo in una zona specifica.

Il modulo di validazione misure e processo confronta un valore di riferimento con una misura reale. Qualsiasi significativa differenza tra tali grandezze verrà identificata da MSPO che avvierà una diagnosi per comprenderne le ragioni.

Per gli indicatori di misura i valori di riferimento sono calcolati attraverso elaborazioni sviluppate da Eramet. In base alla zona del processo, esse possono essere semplici funzioni che utilizzano una sola variabile come input (ad esempio una portata può venire calcolata come una percentuale dell'apertura di una valvola) o funzioni complesse, che utilizzano più variabili come base per il calcolo.

Uno dei risultati ottenuti con il modulo di validazione sensori e processo è di determinare la qualità della misura del sensore, che può cambiare per invecchiamento degli strumenti di misura o per la sostituzione di un sensore con un altro nuovo con diverse caratteristiche.

L'analisi delle cause prime e gli alberi di identificazione guasto sono basati su una rappresentazione grafica dei rapporti di causa ed effetto. Ogni deviazione tra valori misurati e valori di riferimento viene identificata attraverso un "albero di identificazione evento" (figura 7) che genera un trigger che attiva a sua volta un "albero di identificazione delle cause prime" (figura 8) per effettuare la diagnosi del problema che provoca la deviazione identificata

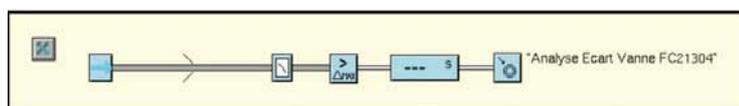


Figura 5 - Albero di identificazione evento

L'albero di identificazione delle cause di guasto utilizza i seguenti elementi:

- Sintomi: rappresentano l'effetto visibile del guasto (nodi verdi);
- Guasti: sono le cause che hanno prodotto i sintomi (nodi rosa);

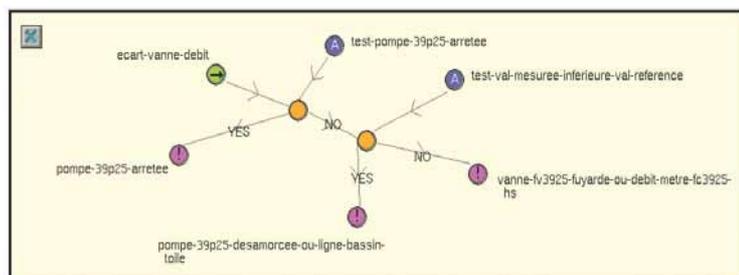


Figura 6 - Albero di identificazione cause di guasto

- Test: controlli o procedure da eseguire per accertare la presenza o meno di una condizione di guasto (nodi blu);
- Connessioni orientate che indicano le relazioni causali tra gli elementi.

Quando un albero di identificazione delle cause prime di guasto viene attivato tramite un trigger, il Sistema Esperto esegue automaticamente le procedure definite tramite gli oggetti "Test" e quindi, in base ai risultati ottenuti, riuscirà ad identificare il guasto (o i guasti) causa del problema segnalato tramite il sintomo.

Una volta riconosciute le cause di guasto, messaggi diagnostici specifici informeranno in maniera opportuna gli operatori. Tutti i messaggi diagnostici prodotti dal Sistema Esperto vengono visualizzati attraverso un browser di messaggi. L'operatore deve effettuare un riconoscimento per eliminare un messaggio dalla lista e trasferirlo in un database Oracle che archivia la storia dell'impianto.

Liste des DIAGNOSTICS	
TAG	Description
T12603 Vanne 3"	Probleme de chauffe 25F01 verifier les sondes de temperature zone3
T12602 Vanne 2"	Probleme de chauffe 25F01 verifier les sondes de temperature zone2
T12601 Vanne 1"	Probleme de chauffe 25F01 verifier les sondes de temperature zone1
F12517 DEB SOUDE	U25 Rangee DM : surconsommation anormale de soude dans la rangee depot mince
F12513 SOUDE RG 3"	U25 Rangee 3 : surconsommation anormale de soude dans la rangee 3
F12123 Deb soude"	U21 Assainissement : surconsommation anormale de soude a la colonne 21L06
F13903 Debit soude"	U39 Neutralisation : surconsommation anormale de soude a la neutralisation 39F02 39F03
F12501 DEBIT SOUDE"	U25 Assainissement : surconsommation anormale de soude a la colonne 25L01
F12511 SOUDE RG 1"	U25 Rangee 1 : surconsommation anormale de soude dans la rangee 1
F12512 Soude RG 2"	U25 Rangee 2 : surconsommation anormale de soude dans la rangee 2
F13910 HCl 39F10"	U39 Decarbonation : surconsommation anormale d'acide a la decarbonation 39F10
"SOLVANTS"	Detection rupture rack solvant entre U22 et U72
"SOLVANTS"	Detection rupture rack solvant entre U22 et U72
FC3301 deb ent. U33"	U33 ecart vanne debit sur FC3301 22V03A vers 33E03
F10751 Deb 07P51AB"	U07 Acide : pompes 07p51A et B arretees

Figura 7 - Browser dei messaggi di diagnostica

Il progetto è stato sviluppato in 90 giorni/uomo ed è stato avviato come prototipizzazione di un'unità, cui ha fatto seguito la realizzazione secondo standard di robustezza industriale delle restanti unità, con la partecipazione attiva del personale Eramet.

Il successo di questa applicazione è stato anche legato alla capacità di integrare il Sistema Esperto con i sistemi di controllo preesistenti, con risultati significativi, quali ad esempio la riduzione degli allarmi ricevuti dall'operatore di oltre il 70%.

### Monitoraggio e diagnostica di un gasdotto

El Paso Energy Corporation (EPG) è una delle principali aziende al mondo nel campo della trasmissione del gas naturale. L'applicazione sviluppata con G2 di Gensym riguarda la Tennessee Gas Pipeline (TGP), una società controllata da EPG, che gestisce da un unico centro di controllo oltre 25.000 Km di condotte con più di 70 stazioni di pompaggio. Il Sistema Esperto implementato controlla ed effettua diagnosi per le condizioni anomale lungo tutta la rete, migliorando l'efficienza e la sicurezza delle operazioni.

Il progetto, nato con lo scopo iniziale di minimizzare il

consumo di combustibile nelle stazioni di pompaggio, si è poi evoluto diventando il “Proactive Controller’s Assistant” (ProCA), basato sulla tecnologia di G2 e sulle librerie grafiche di Optegrity, in grado di riprodurre la conoscenza degli esperti della rete gas sotto forma di regole e procedure. Tale conoscenza viene costantemente aggiornata in un sistema dinamico in continua evoluzione, in grado di gestire le seguenti aree: alarm management; efficienza della rete; affidabilità; efficienza del consumo combustibile; sviluppo, documentazione ed addestramento; bilanci di volume in tempo reale; efficienza operativa delle unità; verifica dell’integrità dei dati.

Per quanto riguarda la gestione allarmi, ProCA fornisce un livello base di funzioni (gestione priorità, soppressione, gestione allarmi ripetitivi) al quale vengono poi applicate le tecniche dei sistemi esperti per consentire all’operatore di navigare rapidamente tra le fonti di allarme, diagnosticare la causa prima del problema e, se possibile, ricevere suggerimenti su quali azioni intraprendere.

La capacità di identificare e rispondere ad eventi permette di operare su situazioni non facilmente gestibili con sistemi tradizionali. Ad esempio l’efficienza della rete deve essere mantenuta su base oraria entro determinati limiti, a prescindere dalle fluttuazioni della domanda, che può variare del 50% in una stessa giornata. ProCA controlla l’efficienza in ciascuna sezione della rete, visualizzandone graficamente lo stato.

Quando viene identificata una condizione anomala, ad esempio una caduta di pressione, si attivano automaticamente regole e procedure in grado di effettuare una diagnosi della situazione e fornire raccomandazioni all’operatore. L’applicazione è anche in grado di gestire il “linepack” (utilizzo del gasdotto per stoccaggio di gas), per soddisfare i picchi di richiesta.

Una delle maggiori preoccupazioni di TGP è quella di trasportare energia in maniera sicura ed affidabile. L’applicativo sviluppato è in grado di identificare sensori guasti e sostituirli con sensori virtuali, in grado di predire la misura in base ad altre disponibili.

Questi sensori virtuali possono essere anche utilizzati in sostituzione dei sensori hardware, contenendo i costi nelle nuove installazioni.

Per ottimizzare il consumo di carburante alle stazioni di pompaggio, è stata impiegata anche la tecnologia delle reti neurali, con modelli del processo costruiti sulla base dei dati storici.

Buona parte della conoscenza è stata catturata attraverso regole e procedure scritte in un linguaggio simile alla lingua Inglese. L’utilizzo delle capacità di modellazione degli oggetti di G2 ha consentito poi di completare ciò implementando mappe della rete dove vengono rappresentate le relazioni fisiche e logiche tra stazioni di pompaggio, condotte, strumenti di misura e, più in generale, tutti i componenti fisici e logici che compongono la rete.

Le pagine video con cui il sistema visualizza la rete gas non sono soltanto rappresentazioni grafiche; ogni oggetto, ogni sezione di condotta visualizzati portano con sé tutte le

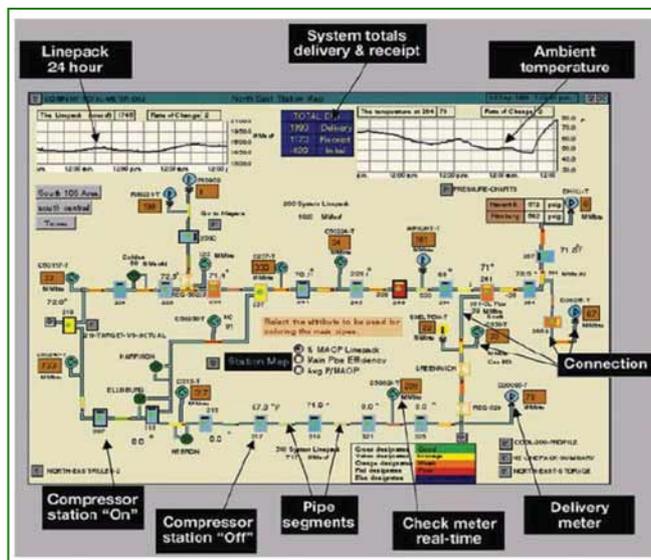


Figura 8 - Elementi principali del Sistema Esperto di EPG

informazioni associate agli organi che si trovano in campo. Inoltre ProCA, grazie alle capacità di ragionamento fornite da G2, può effettuare collegamenti logici tra i vari componenti della rete semplicemente navigando sulla mappa che la rappresenta.

Uno dei principali vantaggi ottenuti dall’impiego di un Sistema Esperto per questa applicazione è che esso è in grado di ragionare in maniera proattiva e di fornire suggerimenti all’operatore, non è necessario attendere che l’allarme si verifichi, il sistema è in grado di comprendere autonomamente quando un parametro si sta spostando in una direzione non desiderata ed è anche in grado di suggerire interventi in base all’esperienza passata dei migliori operatori.

Con questo software l’azienda dispone di uno strumento che consente di risolvere situazioni potenzialmente a rischio prima che esse comincino a procurare problemi, migliorando così l’efficienza, l’affidabilità e la sicurezza della propria rete di distribuzione.

## Conclusioni

L’utilizzo di tecnologie dell’Intelligenza Artificiale in ambito industriale può rappresentare un utile complemento ai sistemi di controllo tradizionali, grazie alle capacità di queste tecnologie di operare su grandi moli di dati in maniera molto simile a quella dell’operatore umano, identificando sintomi e correlazioni tra eventi non facilmente riconoscibili con le tecniche tradizionali.

Gli esempi riportati in questo articolo dimostrano come i sistemi esperti riescano ad apportare benefici significativi al monitoraggio ed alla diagnostica di processi di consistenti dimensioni, integrandosi perfettamente con i sistemi di controllo preesistenti, che continuano a rappresentare una base necessaria senza la quale il sistema esperto non avrebbe ragione di esistere. ■