RICONOSCIMENTO DEI GUASTI SULLE LINEE DI MEDIA TENSIONE TRAMITE TECNICHE DI INTELLIGENZA COMPUTAZIONALE

Antonello Rizzi[1], *Enrico De Santis*[1], *Fabio Massimo Frattale Mascioli*[1]
Stefano Liotta[2], *Silvio Alessandroni*[2]

[1]Università di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni (DIET)
Via Eudossiana, 18 – 00184 – Roma
antonello.rizzi@uniroma1.it

[2]ACEA Distribuzione S.p.A.
Gestione dell'Esercizio e Telecontrollo
Piazzale Ostiense, 2 - Roma

Parole chiave: Smart Grid, Sistema diagnostico, Riconoscimento dei guasti, Manutenzione predittiva

Tra i temi di ricerca più importanti ed impegnativi con cui bisognerà confrontarsi nel prossimo futuro c'è sicuramente quello legato all'efficienza energetica, come chiaramente indicato dal Programma quadro Horizon 2020. Un ruolo particolare sarà svolto dalle tecnologie ICT dedicate al miglioramento dell'efficienza nella generazione, distribuzione e consumo dell'energia elettrica. Il recente rapido sviluppo della generazione distribuita e la prossima espansione dei mercati dei veicoli elettrici porranno nuovi problemi per l'esistente rete di distribuzione. In particolare, è della massima importanza la definizione di algoritmi appropriati per migliorare l'affidabilità globale della rete, oltre che lo sviluppo di tecnologie per la gestione ottimale dei flussi energetici in Smart Grids e Micro Grids.
Coerentemente con la cosiddetta "Terza Missione" dell'Università, sono state avviate diverse attività di trasferimento tecnologico nell'ambito dell'Accordo Quadro tra il DIET e Acea Distribuzione S.p.A., la società che si occupa della distribuzione dell'energia elettrica su Roma e provincia. In particolare è in fase avanzata di sviluppo un sistema di riconoscimento dei guasti sulle linee di media tensione, finalizzata alla manutenzione predittiva della rete e dei suoi elementi, come strumento di management in un sistema CBM (Condition Based Maintenance). L'obiettivo consiste nel minimizzare il costo totale di ispezione e riparazione attraverso la raccolta e l'interpretazione dei dati (eterogenei) relativi alla condizione operativa della rete e dei suoi componenti. A questo proposito, la raccolta, la memorizzazione e la gestione in tempo reale di misure eterogenee è di fondamentale importanza ai fini della corretta rappresentazione di un possibile scenario di guasto in un opportuno spazio strutturato.
In collaborazione con la Ryerson University di Toronto, il team di ricerca impiegato presso il laboratorio "Sistemi Intelligenti" del Polo per la Mobilità Sostenibile della Regione Lazio (POMOS – www.pomos.it) ha progettato e sviluppato un sistema di riconoscimento basato sull'approccio OCC (One Class Classification). Infatti i dati storici disponibili presso ACEA riguardano solamente eventi di guasto (Localized Faults). A seguito di un riammodernamento del sistema informativo aziendale, nel prossimo futuro saranno registrate tutte le informazioni provenienti dalla rete elettrica e dai suoi componenti (cabine primarie e secondarie), nonché informazioni meteorologiche. Tuttavia, dovendo lavorare su soli pattern di guasto, e non avendo a disposizione pattern rappresentanti condizioni di normale funzionamento della rete, si è scelto di implementare un sistema basato su analisi di clustering per la definizione della regione di decisione della classe di guasto.
I dati a disposizione per la sintesi del classificatore si riferiscono ad un periodo temporale di tre anni (2009-2011) e consistono in 1180 pattern di guasto localizzato, strutturati come dati aggregati comprendenti 20 differenti caratteristiche. Un guasto localizzato (LF) compromette il corretto funzionamento di una semi-dorsale in modo permanente, mentre le "interruzioni brevi" e

le “interruzioni transitorie” sono guasti che si risolvono in modo autonomo o tramite l’intervento di una bobina di Petersen. Le caratteristiche di un pattern differiscono nel tipo di dati: categorico (nominale), quantitativo (cioè, dati appartenenti ad uno spazio normato) e serie temporali. Queste ultime descrivono la sequenza di interruzioni brevi e transitorie che vengono registrate automaticamente dai sistemi di protezione in un intervallo di tempo antecedente il guasto localizzato. Altre caratteristiche riguardano lo stato elettrico della rete nell’istante di tempo in cui si verifica il guasto, le caratteristiche di cavi ed accessori, le condizioni meteorologiche, i dati di georeferenziazione spaziale e i dati meteorologici campionati nell’istante di guasto. Tali dati, provenienti da distinti data base, sono stati filtrati, integrati e preprocessati, validando la tabella finale, e completando in modo adeguato eventuali dati mancanti. Il sistema di apprendimento [1] si compone essenzialmente di tre distinti blocchi funzionali (figura 1). Il primo è preposto alla sintesi del classificatore, il secondo è deputato all’ottimizzazione della regione di decisione, il terzo calcola le prestazioni del sistema sul sottoinsieme di validazione, sulla base di una opportuna funzione obiettivo. Quest'ultima è definita come una combinazione lineare convessa dell’errore di classificazione e di una misura dell’estensione della regione di decisione nello spazio di ingresso del classificatore. La minimizzazione di tale funzione obiettivo è affidata ad un’opportuna variante di un algoritmo genetico. La tecnica di clustering adottata si basa su un algoritmo template simile al k-means. L'ipotesi principale è che stati analoghi misurati sulla Smart Grid hanno probabilità simili di generare un guasto localizzato. Per tale ragione un elemento essenziale dell’intero motore di inferenza induttiva è dato dalla misura di dissimilarità nello spazio dei pattern, appositamente progettata in modo da combinare le caratteristiche di diversa natura attraverso un meccanismo di pesatura. La meta-euristica di ottimizzazione di tipo evolutivo ha proprio il compito di determinare i parametri ottimi di questa misura di dissimilarità, oltre che a regolare automaticamente un parametro di soglia che definisce la regione di decisione di ciascun cluster, e di conseguenza la regione di decisione per la classe di guasto.

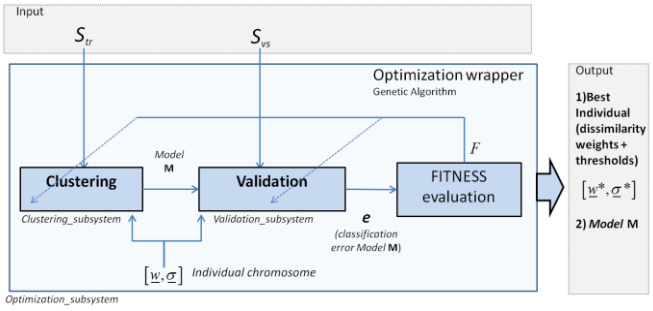

Fig. 1: Schema a blocchi della procedura di apprendimento

Uno sviluppo successivo del medesimo sistema è descritto in [2], ove si propone una nuova e più precisa misura di dissimilarità punto-cluster per i sottospazi categorici ed una innovativa procedura per la determinazione automatica del numero ottimo di clusters e della disposizione iniziale dei rappresentanti dei cluster.

BIBLIOGRAFIA

[1] E. De Santis, G. Distante, F. M. Frattale Mascioli, A. Sadeghian, A. Rizzi (2014); “Fault Recognition in Smart Grids by a One-Class Classification Approach”, to appear in Proc. of WCCI 2014 – IEEE World Congress on Computational Intelligence, 6-11 July, Beijing, China.

[2] E. De Santis, G. Distante, F. M. Frattale Mascioli, A. Sadeghian, A. Rizzi (2014); “Evolutionary Optimization of a One-Class Classification System for Faults Recognition in Smart Grids”, submitted to IJCCI 2014 – 6th International Joint Conference on Computational Intelligence, 22-24 October, Rome, Italy.