

Sistemi di Swarm Intelligence per manutenzione predittiva in smart Grids

Giambattista Gruosso – Dipartimento di elettronica Informazione e Bioingegneria – Politecnico di Milano

Giambattista.gruosso@polimi.it

La manutenzione e l'individuazione dei guasti nelle smart grid rappresenta uno degli aspetti di ricerca più interessanti in questo settore. Reti di questo tipo, sono sempre di più abbinata a sistemi intelligenti di telecontrollo e misura in grado di raccogliere riguardanti il funzionamento dell'intero sistema abbinati a dati che arrivano dall'ambiente circostante quali lo stato delle utenze e le previsioni di tipo meteorologico.

In questo contesto diventa particolarmente interessante abbinare i sistemi di monitoraggio classico con sistemi cooperativi al fine di migliorare le capacità di analisi e di diagnosi di questi sistemi.

Al fine di realizzare un sistema decisionale di tipo cooperativo, in questo lavoro viene presentata una metodologia che permette la gestione di dati da contesti differenti basata sulle tecniche di swarm intelligence.

La swarm intelligence imita il comportamento di sistemi costituiti in genere da una popolazione di semplici agenti che interagiscono localmente con gli altri e con il loro ambiente. Gli agenti seguono regole molto semplici e anche se non c'è nessuna struttura di controllo centralizzato che stabilisce come i singoli agenti dovrebbero comportarsi, le interazioni tra tali agenti portano alla comparsa di un comportamento globale intelligente.

Il metodo consiste nel realizzare un modello della smart grid abbinato a un set di misure al fine di creare un sistema in grado di condividere le informazioni sulle risorse, la gestione e il dispacciamento. In questo modo la correlazione tra i dati di funzionamento del sistema e quelli di guasto possono essere utilizzati in maniera efficace al fine di determinare dei pattern facilmente riconoscibili all'interno dei dati raccolti.

Il principio si basa sul fatto che l'intelligenza distribuita e condivisa permette di pervenire più velocemente alla soluzione di un problema, poiché permette di guardare da punti di vista differenti uno stesso problema. In altre parole misure dirette ed indirette dei fenomeni osservabili concorrono alla determinazione della soluzione ottimale del problema.

Il caso studio che si vuole portare è quello di una smart grid basata su generazioni di energia da fonti rinnovabili, sistemi di accumulo e generazione del calore, che agisce in una comunità energetica. Attraverso l'osservazione delle grandezze di produzione, ma anche degli utilizzatori e delle condizioni di contesto. Il problema viene risolto localmente dai sistemi di controllo di ciascuna utenza ed i risultati così ottenuti sono condivisi a livello centrale al fine di creare una stima delle condizioni di malfunzionamento del sistema.

In questo ambito la maggior parte delle apparecchiature esistenti, ed i relativi sistemi diagnostici, sono sistemi individuali mirati a risolvere "semplici" problemi locali che richiedono una grande mole di dati per essere affidabili. Riuscire a condividere questi dati, offre il vantaggio di poter contribuire a diagnosticare il comportamento di sistemi anche molto diversi tra di loro.

Viene quindi naturale chiedersi come ottimizzare la conoscenza al fine di fornire informazioni preziose in questo contesto. In questo lavoro verrà implementato e simulato un modello di intelligenza distribuita in

cui ogni sistema locale renderà disponibile agli altri sistemi le informazioni di sua competenza e concorrerà alla soluzione del problema.

In questo modo il controllore centrale non deve più analizzare una mole enorme di dati, ma può basarsi sull'ausilio di "intelligenze locali" in grado di cooperare alla soluzione del problema.

Bibliografia

[1] Shadmehr, H., Grimaccia, F., Grusso, G., Mussetta, M., Zich, R.E., "Optimized antenna for low UHF range wireless power transfer", International Journal on Communications Antenna and Propagation, 3 (1), pp. 21-26.

[2] Pirisi, A., Mussetta, M., Grusso, G., Zich, R.E., Optimization of a linear generator for sea-wave energy conversion by means of a hybrid evolutionary algorithm 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence, WCCI 2010 -

[3] Pirisi, A., Mussetta, M., Grusso, G., Zich, R.E. Bio-inspired optimization techniques for wireless energy transfer (2010) Proceedings - 2010 12th International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications, ICEAA'10, art. no. 5651102, pp. 731-732.

[4] Anwar, A.; Mahmood, A.N., "Swarm intelligence based multi-phase OPF for peak power loss reduction in a smart grid," PES General Meeting | Conference & Exposition, 2014 IEEE , vol., no., pp.1,5, 27-31 July 2014

[5] Zhu Wang; Lingfeng Wang, "Adaptive Negotiation Agent for Facilitating Bi-Directional Energy Trading Between Smart Building and Utility Grid," Smart Grid, IEEE Transactions on , vol.4, no.2, pp.702,710, June 2013

Swarm intelligence algorithms for Predictive Maintenance in Smart Grids.

Maintenance and fault analysis in the smart grid is one of the most interesting research topic in this area.

In this context it is particularly interesting to combine the classic monitoring systems with cooperative systems in order to improve the capacity for analysis and diagnosis of the whole systems.

In order to provide a decision-making system of cooperative type, in this work a methodology that allows the management of data from different contexts based on the techniques of swarm intelligence is presented.

The method starts creating a model of the smart grid combined with a set of measures to create a system that can share information on resources, management and dispatching. In this way the correlation between the operation data of the system and those of a fault can be used effectively in order to determine recognizable patterns within the data collected.

The principle is based on the fact that the distributed intelligence can reach more quickly to the solution of a problem, as it can look from different points of view the same problem. In other words direct and indirect measures of observable phenomena can concur to the determination of the optimal solution of the problem.

The case study considered in this paper is related to a smart grid based on energy generation from renewable sources, storage systems and heat generation, which acts in an energy community. Through observation of the sizes of production, but also of users and of the environmental conditions. The problem is solved locally by the control systems of each user and the results thus obtained are shared at a central level in order to create an estimate of the conditions of a system malfunction.

In this way the central controller does not have to analyze an enormous amount of data, but can rely on the help of "local intelligence" able to cooperate in the solution of the problem.