

Questo lavoro di tesi presenta alcuni risultati recenti ed innovativi sulla diagnostica di guasto per sistemi nonlineari distribuiti e su larga scala. Il problema della diagnostica automatica di guasto è motivata dal bisogno di sviluppare sistemi maggiormenti autonomi e robusti, che possano operare in modo affidabile anche in presenza di guasti. Nei sistemi dinamici, i guasti sono caratterizzati da variazioni critiche ed imprevedibili della dinamica, e richiedono perciò la progettazione di schemi di diagnostica adeguati. Uno schema che ha riscosso notevole successo è il cosiddetto schema *basato su modello*, che si fonda su un modello matematico del comportamento sano del sistema sotto osservazione. Ad ogni istante, il modello è usato per calcolare una stima di quello che dovrebbe essere il comportamento attuale, supponendo l'assenza di guasti. Se il comportamento del sistema è caratterizzato attraverso l'evoluzione temporale del *vettore di stato*  $x(t)$ , ed il vettore degli ingressi è indicato con  $u(t)$ , allora il modello più generale per un sistema non lineare ed incerto a tempo discreto è

$$x(t+1) = f(x(t), u(t)) + \eta(t),$$

dove la funzione nonlineare  $f$  rappresenta la dinamica del sistema sano, mentre  $\eta(t)$  è l'incertezza di modello. Un modo comprovato per calcolare la stima  $\hat{x}(t)$  dello stato  $x(t)$  fa uso del seguente stimatore

$$\hat{x}(t+1) = \lambda(\hat{x}(t) - x(t)) + f(x(t), u(t)),$$

cosicché in condizioni normali il *residuo*  $\epsilon(t) \triangleq x(t) - \hat{x}(t)$  è, in pratica, quasi nullo. Se dovesse ad un certo punto superare un'opportuna *soglia*  $\bar{\epsilon}(t)$ , la differenza osservata tra la stima del modello ed il valore vero misurato sarebbe spiegabile con la presenza di un guasto.

Lo schema basato su modello riassunto finora ha mostrato molte proprietà interessanti e vantaggi rispetto quelli basati su segnali, ma pone in ogni caso problemi di tipo pratico quando lo si voglia applicare a sistemi reali distribuiti e su larga scala. Infatti un'ipotesi sottointesa dello schema basato su modello è che il compito di misurare tutte le componenti di  $x(t)$  e di  $u(t)$ , e quello di calcolare la stima  $\hat{x}(t)$  possa essere portato a termine in tempo reale da un singolo nodo di calcolo. Nel caso di sistemi sufficientemente vasti, però, questa ipotesi non può essere rispettata da alcuna delle risorse di calcolo disponibili in pratica. Questo problema è alla base del presente lavoro di tesi. Verrà risolto sviluppando delle strategie di decomposizione in modo da suddividere il problema di diagnostica centralizzato in molteplici sotto-problemi distribuiti, dati in carico ad agenti detti *Diagnostici Locali*, che hanno una visione limitata del sistema, ma che possono comunicare con agenti vicini. In modo da sfruttare la natura distribuita dello schema proposto, gli agenti potranno cooperare sulla diagnostica di parti del sistema che siano comuni a più diagnostici, attraverso tecniche di consenso.

Il Capitolo 2 introduce il problema della diagnostica basata su modello attraverso dei risultati recenti sulla diagnostica centralizzata di sistemi a tempo discreto con dinamica non lineare ed incerta. Lo sviluppo dell'architettura di diagnostica distribuita è trattato nel fondamentale Capitolo 3, mentre i Capitoli 4 e 5 mostrano come questa architettura distribuita è implementata a tempo discreto e a tempo continuo. In ogni capitolo è presente un esempio didattico, oltre a risultati analitici che caratterizzano le prestazioni ottenibili dall'architettura proposta.