



*Università degli Studi di Salerno*

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Ingegneria Elettrica e matematica Applicata

Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione  
XI Ciclo – Nuova Serie

TESI DI DOTTORATO

# **Issues in Modeling and Identification of Discrete Event Systems**

CANDIDATO: **JOLANDA COPPOLA**

TUTORS: **PROF. PASQUALE CHIACCHIO,**  
**ING. FRANCESCO BASILE**

COORDINATORE: **PROF. ANGELO MARCELLI**

Anno Accademico 2011 – 2012

## Abstract

I Sistemi ad Eventi Discreti (DES) sono sistemi la cui evoluzione è regolata dal verificarsi di eventi asincroni. I DES sono molto utilizzati nell'ambito dei sistemi di movimentazione automatica e dei sistemi manifatturieri e sebbene siano studiati da lungo tempo, a causa della loro complessità presentano ancora numerosi argomenti che attraggono l'interesse dei ricercatori. In particolare, in questo lavoro di tesi si è posta l'attenzione sulle problematiche di modellistica ed identificazione.

Ottenere un buon modello di un sistema permette di eseguire più semplicemente operazioni quali l'analisi delle prestazioni, il controllo e il monitoraggio dell'evoluzione del sistema. Tuttavia, a volte, il comportamento complesso del sistema e/o il contesto a cui esso appartiene rendono difficile ottenere un modello del sistema stesso. Ad esempio nell'ambito della movimentazione automatica e dei trasporti, può accadere che il sistema presenti sia dinamiche ad eventi che dinamiche tempo continue. Queste ultime possono trascurarsi (modellando così l'intero sistema come un DES) qualora sia di interesse rappresentare lo stato del processo in maniera approssimata (ad esempio di un sistema di movimentazione si può essere interessati a rappresentare la presenza dei veicoli all'interno delle zone in cui è suddiviso il percorso e non al valore preciso della loro posizione lungo il percorso stesso). In caso contrario, quando tali dinamiche giocano un ruolo rilevante nella determinazione del comportamento complessivo del sistema o è richiesto di modellare il processo in maniera più fedele possibile, allora esse devono essere modellate esplicitamente. È questo il caso dei sistemi di movimentazione interna dei magazzini automatici di grandi dimensioni, che, come dimostrato nella tesi, influenzano fortemente le prestazioni complessive del magazzino. Conseguentemente c'è bisogno di ricorrere a nuovi modelli per descrivere il comportamento complessivo del sistema.

In alcuni casi la difficoltà non è nello scegliere il giusto formalismo da usare per realizzare il modello ma la modellistica stessa. Questa è una situazione tipica nella pratica, quando ci si ritrova a lavorare con sistemi preesistenti di cui non si conosce il modello o che presentano comportamenti che danno vita a modelli complicatissimi. In tutti quei casi come questi in cui la modellazione diventa difficoltosa, l'identificazione automatica del sistema può divenire la soluzione del problema.

Nell'ambito della modellistica il contributo di questa tesi è la presentazione di una nuova metodologia per ottenere un modello orientato al controllo e all'analisi delle prestazioni di sistemi di movimentazione automatica, che sia altamente modulare, compatto e che fa uso di moduli parametrizzati. All'interno della tesi viene introdotto un nuovo formalismo che fonde il concetto di Rete di Petri Ibrida e rete di Petri colorata: la rete di Petri Ibrida Modificata e Colorata (CMHPN, dall'inglese Colored Modified Hybrid Petri Net). Tali reti vengono utilizzate per la realizzazione di un modello che permette di modellare sia la natura ad eventi che quella tempo continua del sistema. Inoltre, viene anche presentato un tool di simulazione che permette il monitoraggio dell'evoluzione del sistema. Infine viene mostrato come il modello CMHPN possa essere usato per eseguire l'analisi e la valutazione delle prestazioni. A partire dal modello CMHPN è possibile ottenere un automa ibrido da utilizzare per eseguire l'analisi della vivezza del sistema e lavorando su un modello aggregato si mostra come sia possibile sintetizzare un'adeguata politica di prevenzione dei blocchi. Infine per mostrare l'efficacia del nuovo formalismo introdotto, lo si è applicato a un caso di studio reale: un magazzino automatico di grandi dimensioni.

Nell'ambito dell'identificazione, sono state introdotte le linee guida per un nuovo approccio di tipo "attivo" per identificare il modello di sistemi preesistenti. Nella tesi è proposto un versione preliminare di un algoritmo di identificazione per Free Labeled Petri Net, basato sull'osservazione di sequenze di uscita e ingressi modificabili, che consistono nell'abilitazione di eventi controllabili. L'idea principale è sfruttare la conoscenza degli di questo insieme di eventi controllabili insieme con altre informazioni preliminari sul sistema (come ad esempio la presenza di transizioni in conflitto) per accelerare l'identificazione del modello rispetto agli approcci di tipo passivo. In particolare si assume che sia possibile determinare quando il sistema è entrato in un comportamento ciclico e sfruttando questa informazione insieme con le altre in nostro possesso, generare un insieme di vincoli che permettano l'identificazione della rete.