

POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica



**PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI
SISTEMI DI CONTROLLO DISTRIBUITI
BASATI SULLO STANDARD IEC 61499**

Relatore: Chiar.mo Prof. Luca FERRARINI

Correlatore: Ing. Carlo VEBER

Tesi di Laurea di :

Tommaso LIGORIO Matr. n.
640268

Mauro MARZORATI Matr. n.
636092

Contesto

I moderni sistemi di controllo manifatturieri costituiscono un interessante contesto per l'ingegneria dell'automazione, poiché al loro interno coinvolgono una serie di problematiche quali, ad esempio, variazioni di controllo di basso livello, supervisione, verifica formale dei modelli, gestione dei guasti, diagnosi ed ottimizzazione delle prestazioni del sistema.

Nell'ultimo decennio, sono emerse nuove metodologie e nuovi standard che hanno introdotto dei cambiamenti radicali nella progettazione e nell'implementazione dei sistemi di controllo industriali. Queste metodologie sono state introdotte per ridurre il tempo di progettazione dei nuovi sistemi e integrare le strategie aziendali con i sistemi industriali.

Con il contemporaneo sviluppo delle tecnologie di comunicazione in rete e dei dispositivi di campo, il progetto dei sistemi di controllo si è spostato da un'architettura centralizzata, ad un'architettura di controllo di tipo distribuito. In genere, infatti, la strategia centralizzata coinvolge le tecniche classiche di controllo, di analisi e progettazione per sistemi di piccole dimensioni. Quando si considerano i sistemi di grandi dimensioni, come i sistemi manifatturieri, il problema diventa complesso da risolvere, usando le tecniche classiche. Per risolvere questa insufficienza del controllo centralizzato applicato ai sistemi a larga scala si è introdotto un approccio decentralizzato.

Una soluzione per gestire efficacemente la complessità introdotta dai sistemi di controllo distribuiti è costituita dall'uso dello standard IEC (International Electrotechnical Committee - Comitato Internazionale Elettrotecnico) 61499 [IEC61499], che è stato sviluppato specificatamente come una metodologia per modellizzare questa tipologia di sistemi.

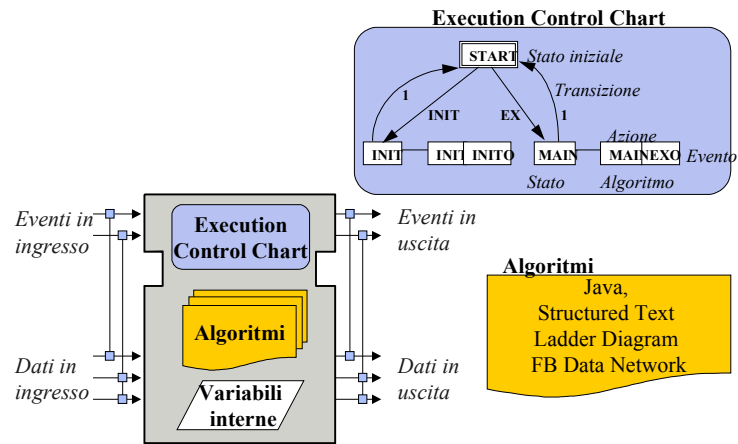
Gli elementi specificati dallo standard IEC 61499 offrono significative prestazioni nel realizzare dispositivi in grado di misurare e controllare i sistemi che coinvolgono processi industriali con problematiche di affidabilità, riconfigurabilità, tempi brevi di campionamento e risposta e robustezza ai disturbi.

In particolare, per realizzare praticamente un'architettura capace di soddisfare i requisiti di portabilità, interoperabilità e configurabilità richiesti da un sistema di controllo distribuito, è necessario che un sistema sia sviluppato per includere sia un dominio di controllo a basso livello, sia un dominio di controllo ad alto livello. Il controllo a basso livello si riferisce al normale controllo con funzioni automatiche, mentre il controllo ad alto livello si riferisce all'integrazione di queste funzioni coinvolgendo l'uso di un numero di componenti interagenti, in grado di decidere in maniera autonoma.

Nello standard IEC 61499 è possibile l'introduzione, per la supervisione ad alto livello, della tecnologia basata sugli agenti; in particolare, un'evoluzione interessante degli agenti, in grado di cooperare e negoziare tra loro per raggiungere un fine comune, sono gli oloni. La caratteristica che li distingue dagli agenti, particolarmente rilevante in campo industriale, è l'essere realizzati sia da una parte che processa informazioni, sia da una parte che gestisce un processo fisico.

Obiettivi del lavoro

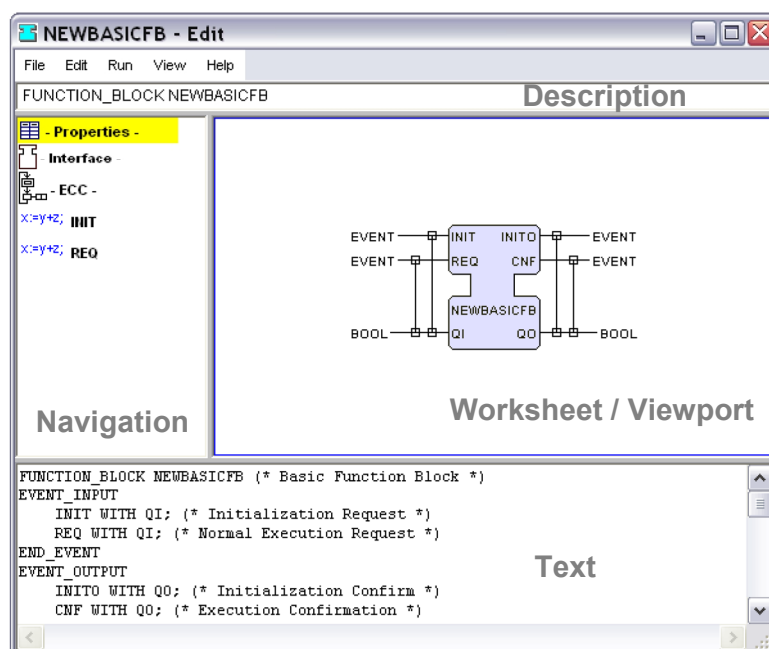
Il nostro lavoro si è basato sull'analisi dello stato dell'arte dei sistemi di controllo distribuiti e in particolare si è focalizzato sull'architettura basata sullo standard IEC 61499.



Alcuni elementi salienti definiti nello standard IEC 61499

Nella prima parte del lavoro si è perseguito l'obiettivo di analizzare la particolare architettura di controllo proposta dalla normativa IEC 61499. Questo standard fornisce le regole per la creazione di applicazioni distribuite guidate dagli eventi. La parte iniziale di questo lavoro è stata, quindi, l'analisi della struttura dell'architettura specificata e dei singoli elementi definiti nella normativa. Successivamente, abbiamo esaminato se esistessero delle ambiguità nel formalismo introdotto e delle possibili soluzioni e, dato che lo sviluppo della normativa è ancora in corso, ci siamo interessati agli attuali aggiornamenti e alle future modifiche previste.

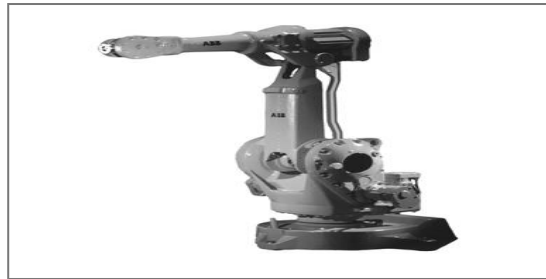
La seconda parte del lavoro ha avuto come oggetto la formalizzazione e la realizzazione di alcuni metodi di implementazione dei modelli specificati dalla normativa. La normativa, infatti, descrive i modelli di esecuzione per gli elementi citati, ma lascia libera e non specificata l'implementazione di questi. Il nostro studio ha portato all'analisi dei metodi proposti, esaminando vantaggi e svantaggi delle varie soluzioni. Infine, ci siamo interessati, con opportune ipotesi, a stimare in quali metodi sia possibile fare delle previsioni real-time sull'esecuzione degli oggetti. Come ambiente di sviluppo di riferimento è stato usato il programma Function Block Development Kit (FBDK), che consente in maniera grafica di creare l'intero sistema di controllo a partire dai singoli oggetti specificati nella normativa, come illustrato di seguito, e, non ultimo, di simulare l'applicazione.



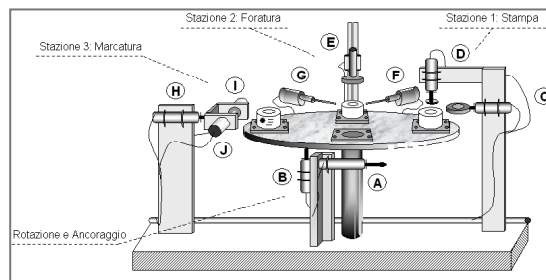
Questa parte del lavoro ha portato a un'attività complessa e articolata di realizzazione del codice dei metodi di implementazione. Per verificare, quindi, gli ambienti di esecuzione così realizzati, si sono svolte prove sperimentali sui modelli di esecuzione in base a criteri finalizzati alla descrizione e verifica dei comportamenti attesi delle varie implementazioni.

L'ultimo obiettivo è stato la progettazione di applicazioni per sistemi distribuiti realizzate con i formalismi della normativa IEC 61499 ed eseguite con i metodi di implementazione da noi proposti. Queste applicazioni distribuite sono state progettate al fine di dimostrare la validità dei concetti esposti, la capacità dei metodi di implementazione di gestire sia il controllo logico, sia il controllo dinamico. Le applicazioni studiate sono illustrate di seguito.

- Applicazione di controllo del moto di un giunto rigido



- Applicazione di controllo logico di una tavola girevole con stazioni di lavorazione



- Applicazione di controllo di un impianto manifatturiero di laboratorio.

