

I nuovi controlli open source permettono ai costruttori e integratori più qualificati di realizzare architetture di controllo basate sul proprio know-how di processo e sistema, trasferendolo in maniera efficace e protetta all'interno delle proprie soluzioni. La possibilità di sviluppare e mantenere riservati sofisticati algoritmi per la cinematica, la pianificazione delle traiettorie, l'integrazione di sensori addizionali e la compatibilità con ogni standard di comunicazione trasforma il controllo in un elemento di differenziazione e di vantaggio competitivo.

### CON L'OPEN SOURCE IL CONTROLLO DIVENTA UN ELEMENTO DI DIFFERENZIAZIONE

CHI HA FINORA ADOTTATO SOLUZIONI STANDARD, PUR AVENDO UN PROPRIO KNOW-HOW DI PROCESSO QUALIFICANTE E RISERVATO, PUO' ORA SVILUPPARE UNA PROPRIA SOLUZIONE DI CONTROLLO ALTAMENTE PERFORMANTE E COMPATIBILE CON GLI STANDARD SENZA NECESSITA' DI UN ELEVATO BACKGROUND INFORMATICO.

Le architetture aperte stanno conquistando sempre più produttori di controlli, costruttori ed integratori di macchine che ogni giorno devono assicurare soluzioni performanti ed affidabili, inglobando in modo sicuro e riservato il proprio know-how. Le architetture open source sono basate su framework informatici che, senza doversi preoccupare degli aspetti di base, permettono di integrare il proprio know-how specifico e rendono possibile lo sviluppo di soluzioni differenziate rispetto ai concorrenti che utilizzano architetture tradizionali. In questo modo il controllo, da elemento "uguale" per tutti, diventa un elemento di differenziazione capace di trasformare, mantenendolo riservato, il know-how aziendale in vantaggio competitivo.

Antonella Lacasella\*  
Ernesto Mininno\*  
Giovanni Totaro\*

---

\* Sintesi SCpA

**S**empre più spesso i produttori di hardware per il controllo, i costruttori e gli integratori di macchine si scontrano con le problematiche legate alle tradizionali soluzioni di controllo embedded, che non permettono l'autonoma integrazione del proprio know-how, così come lo sviluppo di proprie funzionalità di motion e logic control.

L'enorme varietà di applicazioni supportate dalle macchine utensili ed un numero sempre crescente di nuove tecnologie di produzione richiedono invece architetture di controllo flessibili che permettano forti interventi da parte dei costruttori più preparati.

Sta infatti diventando sempre più diffusa la necessità di integrare funzionalità aggiuntive non previste dalle versioni standard e il cui know-how deve continuare a rimanere proprietà del solo costruttore.

Questo ha favorito negli anni la nascita di progetti per lo sviluppo di sistemi di controllo aperti in grado di superare i limiti dei controlli tradizionali.

Molti di questi progetti sono rimasti allo stadio di definizione delle specifiche, altri sono rimasti lontani dal mondo industriale, mentre sistemi attualmente diffusi rispondono solo parzialmente a tali esigenze.

Una nuova suite per il controllo dall'architettura aperta permette di superare questi limiti.

### I vantaggi dei controlli aperti

Oggi i controlli numerici vengono venduti come soluzioni hardware + software il più delle volte chiuse, cosa che rende molto difficile l'apporto di modifiche o l'incremento delle funzionalità. A ciò si aggiunge che tali modifiche possono essere realizzate, con forti costi aggiuntivi, solo dal fornitore del sistema di controllo.

La conseguenza è che il costruttore di macchine difficilmente riesce a mantenere riservato il know-how sviluppato sulla specifica tecnologia dovendolo condividere almeno col progettista del controllo. Per questo motivo il più delle volte ci si limita ad utilizzare un controllo standard, riducendo così la differenziazione agli aspetti meccanici.

Investire sul controllo può invece assicurare performance migliori difficilmente replicabili dai competitor, a patto che il controllo lo permetta.

## Spesso la differenziazione tra costruttori è limitata agli aspetti meccanici, mentre per il controllo tutti utilizzano soluzioni standard

Per superare tali limiti sia i fornitori di sistemi di controllo che gli stessi produttori di macchine stanno implementando soluzioni aperte, capaci di incrementare la loro abilità di espandere le soluzioni offerte e di fornire un prodotto a maggior valore aggiunto.

Le architetture aperte offrono infatti numerosi benefici aggiuntivi, consentendo un aumento delle funzionalità agevole e veloce e, di conseguenza, una notevole riduzione del time to market, ossia del tempo che intercorre tra l'ideazione e la commercializzazione di una nuova soluzione.

## Investire sul controllo può assicurare performance migliori, difficilmente replicabili dai competitor, a patto che il controllo lo permetta.

Il trend nell'installazione dei controlli aperti conferma la crescente attenzione dei costruttori: negli ultimi anni le installazioni sono quasi triplicate e si prevede un'ulteriore crescita con la disponibilità di nuove soluzioni sul mercato.

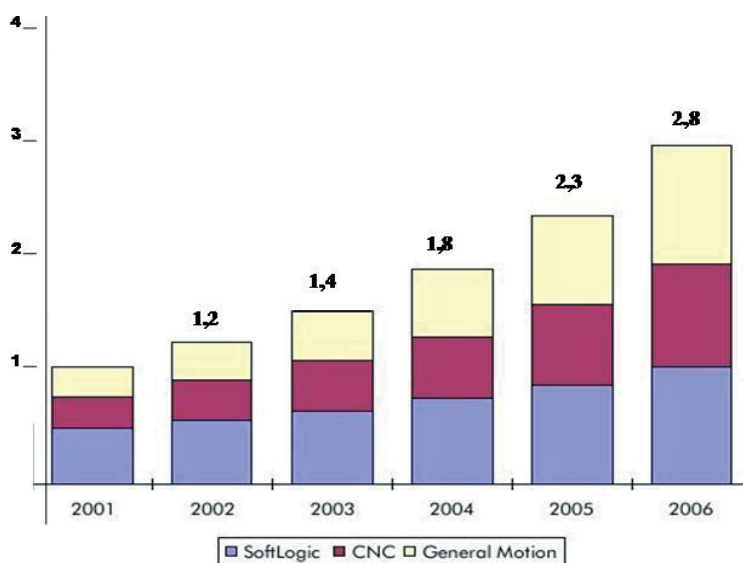


Fig.1- Mercato dei controlli aperti: crescita rispetto ai valori 2001 (elaborazione dati su fonte "Open Control software Worldwide Outlook- Market Analysis and Forecast through 2006" ARC-Advisory Group)

Prima di approfondire l'argomento "architetture aperte" è necessario chiarire quali sono i requisiti minimi per poter definire un controllo aperto.

Un controllo si può definire tale se, almeno:

- Permette all'utente di modificare/integrare l'algoritmica per realizzare soluzioni che meglio utilizzino le performance della macchina.
- Garantisce l'indipendenza dall'hardware in modo tale che possa adattarsi ai cambiamenti e alle tecnologie senza diventare obsoleto.
- E' basato su componenti open source che permettono all'utilizzatore di modificare ed integrare le funzionalità di base.
- Permette di agire direttamente sul motion e sul logic control.
- Garantisce la personalizzazione dell'interfaccia Uomo - Macchina sia a livello di Look&Feel che in termini di maggiori e differenti funzionalità.
- Permette una facile integrazione di sensori, (es. sistemi di visione, attuatori, sensori inerziali),
- Permette una facile integrazione di interfacce verso le periferiche, ad esempio i Bus di campo.

Tutto questo deve essere basato su una struttura modulare, flessibile e distribuibile su più unità di calcolo.

Gran parte dei controlli definiti aperti invece non rende possibile, ad esempio, l'accesso ad alcuni algoritmi come quelli di motion control, così come non permette l'utilizzo di sensori non convenzionali come i sensori inerziali, funzionalità fondamentali invece per migliorare la cinematica e la pianificazione delle traiettorie e quindi per garantire performance di processo distintive. Il più delle volte i controlli definiti "aperti" presenti in commercio consentono l'accesso alle sole funzionalità di interfaccia Uomo-Macchina, limitando di fatto l'operatività dell'utente.

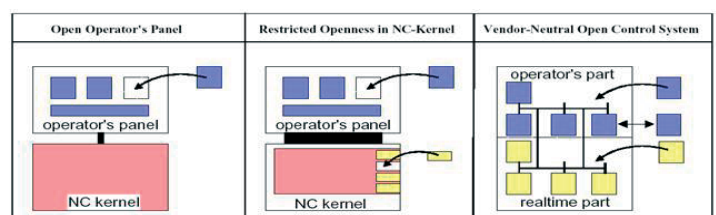


Figura 2- Classificazione dei sistemi di controllo aperti

## Passato e futuro dei controlli aperti

Le necessità di evoluzione delle architetture di controllo ha spinto aziende e istituti di ricerca a realizzare molti progetti mirati alla creazione di sistemi di controllo aperti.

Alcune delle principali iniziative mirate allo sviluppo di architetture aperte sono stati i progetti OSACA, OMAC, OCEAN, OSEC, JOP, OASYS ed OROCOS.

**OSACA** - Open System Architecture for Controls within Automation Systems - è un progetto di ricerca europeo nato nel '92 per la realizzazione di un'architettura aperta destinata ai controlli nell'ambito di sistemi industriali. Ha coinvolto diversi attori europei che operano nell'ambito dell'automazione industriale fra cui costruttori di macchine utensili, fornitori di sistemi di controllo, utilizzatori finali, istituti di ricerca associazioni di settore fornitori di componenti e software house. Il progetto si è focalizzato sulla definizione e sulla realizzazione di una piattaforma software che ha previsto la possibilità di implementare qualsiasi tipo di controllo industriale in modo aperto.

**OMAC** - nel 1994 Chrysler, Ford e General Motors pubblicarono un documento "Requirements of Open, Modular Architecture Controllers for Applications in the Automotive Industry" che forniva le linee guida per realizzare funzioni di interfaccia comuni che le industrie statunitensi produttrici di controlli avrebbero dovuto utilizzare. Le stesse società si proposero di istituire l'OMAC User Group e invitarono altre industrie del campo aerospaziale e automobilistico a farne parte.

Nel 1997 Boeing, Ford, General Motors, Chrysler, e Caterpillar costituiscono l'OMAC User Group. Oggi questo gruppo è costituito da alcune centinaia di società e organizzazioni impegnate nello sviluppo e implementazione di tecnologie di controllo aperto per applicazioni nel manifatturiero.

**OSEC** - Open System Environment for Controllers - è un progetto nato nel dicembre 1994 per volere di un gruppo di importanti società giapponesi, costruttrici di macchine utensili e fornitrici di sistemi di controllo, allo scopo di sviluppare un'architettura aperta nel campo dell'automazione industriale, basata sull'impiego di PC. OSEC ha definito una piattaforma di controllo aperto, logicamente costituita da 7 livelli di cui vengono specificate anche le interfacce tra i diversi livelli utilizzando il linguaggio C.

**JOP** - nasce nel 1996 con l'obiettivo di innovare i sistemi manifatturieri basati su tecnologie in rapida evoluzione e nel maggio 2002 viene rinominato in FAOP. Il comitato FA Control Network ha fornito le specifiche per una rete aperta che permette il dialogo tra PLC, CNC, Robot e controllori di un sistema manifatturiero. Questa rete è denominata FL-net.

**OCEAN** - Open Controller Enabled by an Advanced Real-Time Network - è un progetto partito nel 2002.

L'idea base del progetto è quella di adottare l'approccio scelto dal progetto OSACA e, utilizzandone i risultati, realizzare

un'efficiente piattaforma realtime open per le applicazioni di controllo distribuito. Il progetto aveva come obiettivo la realizzazione di una piattaforma realtime per applicazioni di controllo distribuito, capace di integrare dinamicamente componenti di controllo basati su una specifica aperta.

**OROCOS** - Open Robot Control System - è nato nel 2000 come progetto di software libero per la robotica. È sostanzialmente un framework con cui comporre applicazioni di controllo che impone una minima architettura di base ai progettisti e al contempo supporta una vasta gamma di applicazioni. OROCOS mette in pratica il principio secondo cui la logica di un'applicazione di controllo dovrebbe essere tenuta il più possibile separata dai dati elaborati dall'applicazione stessa.

I progetti OCEAN ed OROCOS, per quanto solo il secondo sia sfociato in un vero e proprio software, sono quelli più vicini al concetto di architettura aperta e, in particolare OROCOS, open source.

Partendo da queste esperienze, ma con l'obiettivo dichiarato di sviluppare un controllo industriale completo e affidabile, Sintesi in collaborazione con alcuni grandi costruttori italiani e in partnership con il Consiglio Nazionale delle Ricerche, ha sviluppato una suite completa per lo sviluppo di controlli aperti, composta da un insieme di componenti modulari e flessibili in grado di rispondere, sulla base di un'architettura open source, alle esigenze dei costruttori più competitivi.

## Orchestra Control Engine

Orchestra Control Engine è una suite di componenti software per la progettazione, lo sviluppo e la realizzazione di applicativi di controllo real time.

Orchestra è un software di controllo molto potente in grado di eseguire applicazioni real-time critiche ed è corredato da applicativi per lo sviluppo, il debugging ed il testing che supportano l'utente nella realizzazione dei programmi di controllo. Nel rispetto della definizione, la suite permette l'accesso e la modifica degli algoritmi che determinano la cinematica e la pianificazione delle traiettorie, la possibilità di personalizzare con piena libertà le funzionalità del controllo stesso e di configurare un'architettura adeguata alle proprie esigenze scegliendo le funzionalità ottimali per la specifica applicazione.

L'innovazione della piattaforma è legata, in particolare alla:

**Apertura:** perché rende possibile l'accesso al codice sorgente per cui l'utente/costruttore può apportare le modifiche che si ritengono necessarie per adattare il sistema alle specifiche desiderate.

**Modularità:** perchè dà la possibilità di riutilizzare l'algoritmica sviluppata attraverso la sua suddivisione in unità funzionalmente distinte e permette di modificare lo schema di controllo senza alcun limite imposto. Orchestra lascia all'utente la libertà di utilizzare moduli o attingendoli

da OrchestraLibrary o sviluppandoli in maniera autonoma grazie all'ausilio di OrchestraBuilder e OrchestraDesigner.

**Distribuibilità:** perchè permette la dislocazione del software su risorse hardware fisicamente separate e distanti anche centinaia di metri.

**Scalabilità:** perchè rende possibile risolvere con un solo strumento problemi di complessità notevolmente differenti.

**Riconfigurabilità:** perchè permette di modificare i parametri del sistema, sia off line che a run time.

**Approccio visuale all'ambiente di sviluppo** grazie a OrchestraHMI.

Queste caratteristiche sono il risultato della sinergia tra i diversi componenti di Orchestra Control Engine che rendono la piattaforma uno strumento customizzabile e flessibile in grado di offrire soluzioni aperte, estendibili e di implementazione semplice e veloce.

Orchestra risponde in maniera innovativa alle problematiche e alle criticità che si incontrano nell'ambito dei controlli anche grazie ai moduli corredati all'interno della sua libreria dalla quale l'utente può attingere.

Più specificamente i moduli di OrchestraLibrary permettono la gestione di traiettoria, la cinematica, l'integrazione di informazioni provenienti da sensori addizionali, l'interfaccia con entità esterne non predefinite quali macchine, robot, sensori e schede di acquisizione.

Alcuni tra i più comuni moduli/algoritmi di Orchestra sono descritti di seguito.

In particolare il Click (Closed Loop Inverse Kinematics) diversamente da altri algoritmi di cinematica inversa, consente di evitare il problema delle singolarità cinematiche, limitando al tempo stesso le velocità nello spazio dei giunti.

Gli algoritmi per la Look-Ahead ottimizzano la traiettoria in base all'accuratezza di percorso richiesta.

Filtri non lineari generatori di traiettoria, permettono di generare on-line traiettorie task-dependant.

Algoritmi di stima bayesiana, permettono di effettuare stime di stato, stime parametriche e stime congiunte, oltre che

---

**La realizzazione dei propri moduli di controllo, eventualmente integrati con l'utilizzo di nuovi sensori, permette l'inserimento del proprio know-how di processo senza necessità di trasferirlo a terzi. In questo modo il controllo diventa un forte elemento di differenziazione dai concorrenti.**

---

A seconda delle esigenze del costruttore, è possibile aggregare in maniera diversa i componenti di Orchestra. Attraverso le diverse combinazioni è possibile sviluppare differenti applicazioni.

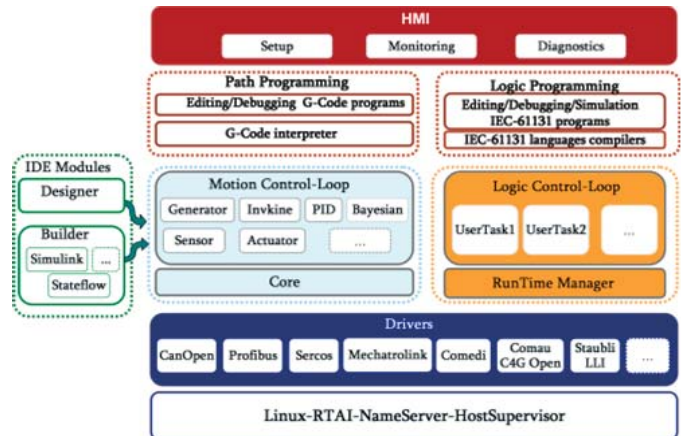


Fig. 4 Schema completo dei componenti della piattaforma

**Orchestra Motion Control Framework** è la soluzione che permette di sviluppare applicazioni per il motion control.

**OrchestraMultiPLC** permette lo sviluppo, la gestione e l'esecuzione in real-time di uno o più programmi utente di controllo logico.

**Orchestra Full for Numerical Control** permette la realizzazione delle funzionalità di controllo numerico.

**Orchestra for Open Robot Controllers** composta da un insieme di moduli che permettono l'interfacciamento da PC con diversi controller industriali, è la soluzione che permette la prototipazione rapida di algoritmi di controllo per robot industriali. Orchestra for Open robot controllers consente di provare rapidamente la fattibilità della realizzazione di nuove idee e permette così di sviluppare prodotti innovativi accorciandone i tempi per il lancio sul mercato. Consente inoltre l'integrazione di particolari sensori e di eventuali funzioni di motion control aggiuntive a quelle di base.

Con Orchestra for Open robot Controllers, Comau Robotics, uno dei principali costruttori mondiali di robot, ha realizzato un'applicazione presentata all'International Conference on Robotics and Automation tenutosi a Roma lo scorso aprile.



Per poter realizzare questa applicazione sono stati implementati particolari moduli.

Più precisamente sono stati utilizzati:

- Supervisor: sviluppato come diagramma a stati in Stateflow®, questo modulo ha implementato la logica di transizione di stato del sistema.
- Closed Loop Inverse Kinematics (CLIK): per implementare l'algoritmo di inversione cinematica;
- Generatore di traiettoria: per generare la traiettoria (nello spazio operativo) a partire dai riferimenti imposti dai dispositivi di acquisizione per mezzo di tecniche di filtraggio non lineare; La traiettoria così ottenuta è stata riportata nello spazio dei giunti attraverso il modulo CLIK;
- Cinematica diretta: questo modulo, che implementa la cinematica diretta del manipolatore, è stato utilizzato al passo iniziale dell'algoritmo per ottenere posizione ed orientamento iniziale del manipolatore a partire dalla posizione iniziale nello spazio dei giunti; queste variabili sono state utilizzate per inizializzare gli integratori del CLIK e dei filtri non lineari di generazione della traiettoria;
- Precondizionamento del segnale: questo modulo, oltre ad effettuare le operazioni preliminari dell'algoritmo si è occupato di ricavare i quaternioni unitari dalle letture delle posizioni dei giunti provenienti dal sensore.

## Conclusioni

L'utilizzo di architetture di controllo basate su software Open Source permette di realizzare controlli personalizzabili, capaci di superare i limiti dei controlli tradizionali.

Queste permettono il completo accesso agli algoritmi e viene conferita al costruttore la libertà di creare un controllo in grado di rispondere in maniera molto efficace alle proprie esigenze.

Ciò permette ai costruttori più preparati di non competere solo sulla meccanica ma anche, e soprattutto, sull'elettronica, aprendo nuove possibilità alle aziende che hanno un forte know-how di processo e la capacità/necessità di costruire, sulla base di un framework e con l'ausilio di tool di sviluppo, il proprio controllo.

Questo a maggior ragione quando, per raggiungere prestazioni sempre più elevate in termini di motion e position control, è necessario utilizzare architetture alternative (es. architetture ridondanti) o sensori non tradizionali (es. sensori inerziali). Per integrare tali innovazioni nelle proprie macchine è necessario avere la possibilità di costruire il "cervello" della macchina, ossia il controllo.

Fino a pochi anni fa questa era una prerogativa dei costruttori capaci di costruire e mantenere un proprio sistema di controllo. Tale soluzione, per quanto efficace, era estremamente costosa e rischiava di rendere rapidamente obsolete le strutture informatiche.

La presenza sul mercato di un framework aperto e open source, come lo è Orchestra Control Engine, permette oggi alle aziende con un forte know-how specifico e una capacità di gestione dell'elettronica di costruirsi agevolmente la propria soluzione per il controllo.

Framework di base e tool di sviluppo permettono infatti di costruire le proprie soluzioni concentrandosi unicamente sul know how specifico e di processo e investendo, negli anni successivi, per integrare nel controllo gli avanzamenti fatti nel campo delle architetture meccaniche e nelle lavorazioni.

La suite Orchestra Control Engine, completa di manuali, può già essere scaricata gratuitamente dal sito per ogni utilizzo di sviluppo e testing, sia da parte di aziende che da Enti di Ricerca.

In particolare i costruttori, scaricato il software, potranno sviluppare e testare un proprio controllo sulle proprie macchine, verificandone le prestazioni e incrementandole anche affidando a terzi lo sviluppo di singoli moduli.

**Sintesi promuove il Privileged Partnership Program con il quale si rivolge alle migliori aziende che operano nel mondo della robotica e dell'automazione offrendo loro la possibilità di conoscere e testare Orchestra con il suo supporto diretto.**

**Per maggiori informazioni potete scrivere all'indirizzo: [contact@orchestracontrol.com](mailto:contact@orchestracontrol.com) o visitare il sito [www.orchestracontrol.com](http://www.orchestracontrol.com)**

**Sintesi SCpA è una società che sviluppa tecnologie e componenti mecatronici specializzata nelle tecnologie di misure, controllo, design mecatronico e sistemi di produzione.**