

Architetture computazionali distribuite e sistemi PC-embedded multicore

1. Problematica

Nelle macchine di fascia economica, dove c'è maggiore attenzione al contenimento dei costi, l'interfaccia tra il computer per il controllo macchina e l'operatore si basa su semplici dispositivi di visualizzazione e input dati, denominati in gergo “pannello operatore”.

Il pannello operatore ha il difetto di non consentire interazioni “espressive” tra uomo e macchina. L'unica possibilità che si ha nel programmare un pannello operatore è di utilizzare il software di sviluppo fornito dal costruttore che, essendo proprietario, risulta chiuso.

Per la creazione di un'applicazione di interfaccia si dispone di un limitato set di librerie di funzioni. Dal momento che è possibile utilizzare solamente questi strumenti, insufficienti a personalizzare l'applicazione quanto servirebbe, risulta difficile adattare l'applicazione in questione ai propri requisiti, derivandone una scarsa interattività uomo-macchina ed un utilizzo non sempre “user friendly”.

In alcune aziende l'adozione del pannello di controllo, nonostante le sue limitazioni, è comunque preferito per il suo costo contenuto (anche meno di un quinto del costo di un PC) e per la facilità con la quale chiunque può sviluppare una applicazione utilizzando il software fornito. Oggi, però, la disponibilità di personale più qualificato, in grado di sviluppare anche software complesso, permette di utilizzare degli strumenti più flessibili e adattabili alle specifiche esigenze.

Tutto ciò ha portato ad un cambio di tendenza nella scelta della piattaforma HW/SW.

Altro fattore determinante a decretare l'insufficienza del pannello operatore è stato l'entrata in vigore, in settori specifici come ad esempio quello farmaceutico, di normative che impongono la creazione di documenti e report dell'attività della macchina, nonché l'accesso ai suoi parametri, mediante autenticazione dell'utente, per la registrazione in una “scatola nera” di informazioni relative all'accuratezza della produzione. Le operazioni indicate non sono possibili attraverso l'utilizzo di un semplice pannello operatore ma richiedono funzionalità di alto livello, normalmente rese disponibili da un sistema operativo quale Microsoft Windows®, Linux, etc.

2. Descrizione tecnologia

Come introdotto in precedenza, la tendenza attuale è quella di sostituire, evitando una ripercussione sui costi, i pannelli operatore con programmi applicativi basati su interfacce grafiche e su vaste funzionalità messe a disposizione da opportuni sistemi operativi che girano su piattaforme standard quali i PC.

In IMA è già stata sviluppata una interfaccia operatore evoluta, basata su Microsoft Windows ®, che permette di utilizzare elementi grafici così da essere user friendly, maggiormente espressiva, e capace di supportare molte funzionalità specifiche delle macchine automatiche. Inoltre, con un minimo sforzo è possibile effettuare il porting di questa interfaccia, che può essere scalata e configurata per adattarsi alle necessità della specifica macchina.

Essendo di ostacolo, nelle macchine più economiche per ovvi motivi di costo, l'aggiunta di un secondo computer su cui fare girare tale interfaccia, risulta interessante sfruttare l'elevata disponibilità di potenza di calcolo dei moderni PC e sondare l'utilizzo di quelli con CPU multicore di elevatissime prestazioni e con un costo di poco superiore.

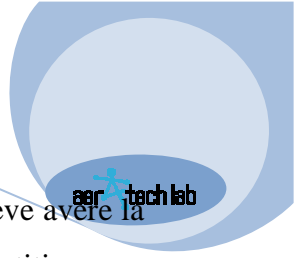
Lo scopo dell'attività di ricerca è, infatti, quello di riuscire ad eseguire Microsoft Windows ® parallelamente alle applicazioni di controllo. In IMA queste sono basate sul sistema operativo realtime WindRiver VxWorks® che garantisce il rispetto delle deadline dei vari compiti espletati dalla logica di controllo senza inficiarne le prestazioni.

Sorge dunque la necessità di fare coesistere sulla stessa macchina due sistemi operativi con requisiti e priorità di esecuzione diverse. Da una parte il controllo, con stringenti vincoli real time, e dall'altra l'interfaccia, con una necessità di risorse computazionali come spazio su disco (per il salvataggio di database e report) e memoria RAM (per fare girare applicazioni con elementi grafici e a finestre).

Un vincolo importante nella scelta della soluzione da realizzare è la necessità di poter riutilizzare tutto il software di controllo e di interfaccia già sviluppato in precedenza. Questa necessità in IMA si traduce nel dover trovare una soluzione che faccia coesistere nello specifico Microsoft Windows ® e WindRiver VxWorks®.

La coesistenza dei due sistemi operativi introduce dei vincoli che possono essere individuati in:

- priorità all'esecuzione di WindRiver VxWorks® per via della sua funzione di controllo real time della macchina;
- non interferenza di Microsoft Windows ® nell'esecuzione di WindRiver VxWorks®. Deve essere possibile eseguire il controllo rispettando tutte le deadline;



- non degrado eccessivo delle prestazioni di Microsoft Windows ®. L'operatore deve avere la sensazione di utilizzare un sistema dedicato e per questo reattivo ai comandi impartiti;
- accesso alle risorse condivise.

La soluzione individuata consente il soddisfacimento di tutte le specifiche elencate. In particolare il software prescelto permette di fare coesistere i due sistemi operativi voluti gestendo il cambio di contesto e soprattutto rispettando il vincolo di priorità di WindRiver VxWorks®.

In questo modo risulta possibile riutilizzare le applicazioni e i codici scritti in precedenza all'interno di IMA, in modo da non perdere gli investimenti, in termini di risorse e tempo per scrivere e testare le applicazioni attualmente in uso, ed i relativi strumenti di sviluppo e configurazione. L'unica modifica che si rende indispensabile è un cambio di hardware in quanto potrebbe essere necessario l'utilizzo di un computer più performante.

3. Implementazione

I due computer monocore, utilizzati nella soluzione attuale, sono stati sostituiti da un unico computer dualcore (Fig. 1)

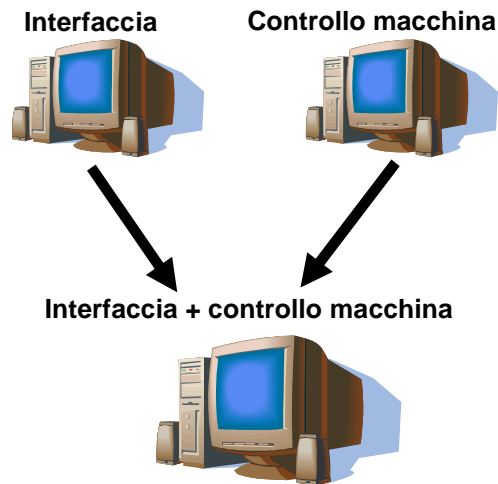


Fig. 1 – Sostituzione di due computer monocore con un unico computer dualcore

Nello specifico è stato assegnato un core a Microsoft Windows®, e quindi alla interfaccia basata su questo sistema operativo, e l'altro core a WindRiver VxWorks® con l'applicazione di controllo macchina (Fig. 2)

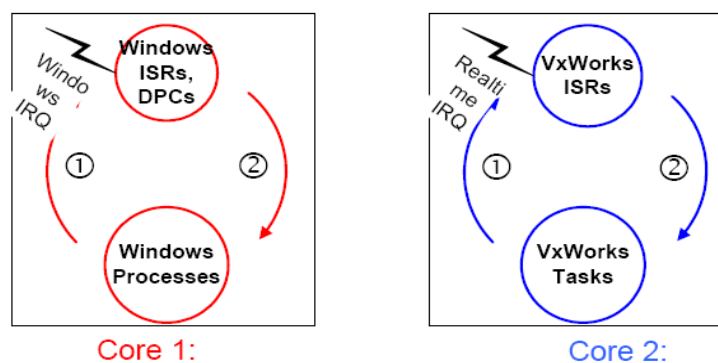


Fig. 2 – Assegnazione esclusiva dei core ai due sistemi operativi

Assegnando un core in esclusiva ad ogni sistema operativo si riduce “l’interferenza” tra i due (eliminando l’overhead associato al cambio di contesto per passare dall’uno all’altro).

L’architettura del software scelto prevede inoltre di partizionare gli interrupt gestiti dal sistema in due gruppi, quelli legati a periferiche controllate dal sistema operativo real-time e quelli ad uso di

Microsoft Windows ®. Di conseguenza, non è possibile condividere la stessa periferica tra i due sistemi.

Una prima fase dunque consiste nell'assegnare oculatamente le periferiche al sistema operativo che le dovrà utilizzare tenendo presenti i meccanismi di comunicazione disponibili in caso di necessità di condivisione.

Nella configurazione attuale i due computer sono in comunicazione tra di loro in modo da potersi scambiare i dati necessari a svolgere i rispettivi compiti. Dal controllo verso l'interfaccia vanno tutti i dati per stabilire lo stato della macchina, eseguirne la diagnostica e verificare l'andamento della produzione. Dall'interfaccia verso il controllo vanno invece tutte le scelte dell'operatore come i settaggi dei parametri della macchina per impostare le ricette di produzione.

Con il software introdotto la comunicazione tra i due sistemi operativi può essere realizzata in due modi diversi. Il primo a basso livello avviene tramite un'area di memoria condivisa gestita direttamente attraverso dei driver ad hoc installati nei due sistemi operativi. Con opportune API si accede in lettura/scrittura (con eventuale sincronizzazione per evitare conflitti e sequenzializzare gli accessi) alla memoria condivisa. Per consentire una comunicazione a più alto livello invece è a disposizione un secondo meccanismo, rappresentato da un'interfaccia di rete virtuale, che consente ai due sistemi di comunicare tramite protocollo IP come se fossero fisicamente connessi con un cavo di rete (come avviene attualmente).

Al fine di realizzare correttamente la coesistenza dei due sistemi operativi è necessario considerare attentamente un aspetto fondamentale: l' utilizzo delle risorse condivise.

Avendo ridotto, infatti, l'hardware utilizzato è inevitabile che alcune risorse non duplicabili debbano essere condivise. È necessario, quindi, gestirle in modo opportuno al fine di evitare conflitti.

Un esempio è rappresentato dalla risorsa hard disk. Esso infatti viene assegnato a Microsoft Windows® ma anche l'applicazione di controllo ne ha bisogno per poter salvare alcuni file di log per esempio. Un modo per consentire l'accesso al disco anche alla parte real-time del sistema è quello di sfruttare uno dei canali di comunicazione messi a disposizione (un server FTP attraverso la rete virtuale consente questa funzione ad esempio).

Il porting delle applicazioni sulla nuova piattaforma comporta alcune modifiche alle stesse in modo da non avere problemi nell'uso delle risorse condivise qualora queste siano usate tramite accesso diretto all'HW e non tramite driver.

4. Risultati ottenuti

Dopo una breve fase di adattamento degli applicativi IMA (sia di controllo che di interfaccia) alla nuova configurazione HW (sostituzione dei due PC monocore attualmente in uso con un unico PC dualcore) si è passati alla realizzazione di prove su macchina al fine di verificare se la nuova configurazione riuscisse a garantire le prestazioni fino ad ora ottenute utilizzando i due PC separati.

Per la realizzazione della campagna di test la macchina in oggetto è stata fatta funzionare con entrambe le configurazioni HW. Sono state effettuate delle misurazioni per avere delle statistiche sulle prestazioni del sistema, parte di controllo macchina, nei due casi descritti.

Le prove hanno permesso di verificare che, come era richiesto nelle specifiche, la differenza tra i due casi è minima e la macchina ha il comportamento voluto indipendentemente dall'HW utilizzato. Per quanto riguarda l'HMI, l'operatore non si accorge minimamente del fatto che sullo stesso computer stia girando anche un secondo sistema operativo. Rispetto al caso con due PC non si nota rallentamento alcuno nelle risposte ai comandi dati. Il tempo di reazione del computer è ancora sotto tempi di attesa percettibili dall'utente.

Il passaggio alla soluzione con un unico PC dualcore permette di ottenere una serie di benefici, di seguito elencati.

Dal punto di vista dei costi un unico PC dualcore, anche con processori più performanti (inteso come frequenza di clock, cache, RAM etc) costa meno di due PC monocore. Di contro bisogna aggiungere i costi legati al nuovo software introdotto, licenza di runtime e maintenance. Facendo un confronto tra le due soluzioni si ha che un solo PC permette di avere un risparmio di circa il 20%. Questo valore può anche aumentare nel caso in cui la nuova soluzione venga adottata su molte macchine in quanto i costi delle licenze del nuovo software si andrebbero a “spalmare” maggiormente ed inoltre aumentando il numero dei PC dualcore acquistati è possibile contrattare con il proprio fornitore un prezzo migliore.

L'impiego della soluzione individuata, poi, è auspicabile anche in macchine di fascia superiore poiché comporterebbe un risparmio soprattutto in termini di spazio (avendo concentrato tutto in un unico PC non si occupa più lo spazio che prima era impegnato da uno dei due calcolatori) ed anche perché inciderebbe, semplificandola, sulla realizzazione dei cablaggi (ciò risulta possibile poiché la comunicazione tra i due PC avviene su una rete virtuale e non più tramite cavi “fisici”).

Infine altro vantaggio derivante dall'impiego di tale configurazione si ravvisa nel fatto che nelle linee di produzione di macchine provenienti da diverse società l'unificazione delle loro interfacce faciliterebbe l'apprendimento e l'utilizzo da parte dell'operatore.

5. Informazioni

Ing. Pierantonio Ragazzini – IMA S.p.A
ragazzinip@ima.it

Prof. Eugenio Faldella – DEIS, Università di Bologna
eugenio.faldella@unibo.it

Ing. Serenella Fantetti
aertech@innovami.it
051 2093873 (Bologna)
0542 361456 (Imola)

Ing. Antonio Iazzetta
antonio.iazzetta2@unibo.it
051 2093873

AER-TECH LAB
Viale del Risorgimento, 2
40135 Bologna, Italy
<http://www.aertech-lab.it/>