

NI Engineering Impact Awards

Soluzioni e applicazioni 2015



Sistema di calcolo per l'ottimizzazione della posizione di barre di Cobalto-60 basato su LabVIEW

Alessandro Ricco – IPSES

LA SFIDA

Realizzare un sistema in grado di calcolare in 7-10 giorni la disposizione migliore di barre di Cobalto-60 all'interno di una rastrelliera, in modo da produrre l'irraggiamento più uniforme possibile su una data superficie. Il calcolo dovrà tenere conto di aspetti economico e logistici legati all'impianto. I risultati dovranno essere presentati in modo organico per permettere una rapida interpretazione e le decisioni corrette.

Per conto della Gammatom, ditta leader nell'applicazione delle tecnologie di irraggiamento in vari settori industriali e di ricerca e, dagli anni '80, uno dei cinque centri mondiali per l'esecuzione di prove di irraggiamento su componentistica elettronica destinata all'industria aerospaziale, è stato realizzato un software per il calcolo della posizione ottimale di barre di Cobalto-60. Il Cobalto-60 è utilizzato nell'impianto come sorgente di raggi γ .

Le radiazioni gamma sono onde elettromagnetiche ad alta energia (fotoni), prive di massa e di carica elettrica, caratterizzate da una profonda penetrazione. L'assenza di massa riduce al minimo l'interazione con la materia ed è per questo che le radiazioni gamma vengono definite indirettamente ionizzanti. Sono emesse da isotopi instabili (radioisotopi) e raggiungono la condizione di stabilità attraverso il fenomeno del "decadimento" che non comporta la formazione di scorie radioattive. Il radioisotopo utilizzato dall'impianto è il Cobalto-60 (^{60}Co) che deriva dall'arricchimento con un neutrone del nucleo del ^{59}Co esistente in natura. Tale radioisotopo è praticamente l'unico utilizzato a livello mondiale nei processi di irraggiamento con fotoni. L'emissione fotonica dei radioisotopi è certa e segue precise leggi fisiche; questo permette di conoscere a priori la dose che si andrà a somministrare.

L'uso di dispositivi medici in plastica non sterilizzabili a calore e le implicazioni legate all'uso del gas Ossido di Etilene hanno prodotto negli ultimi trent'anni un crescente sviluppo della sterilizzazione per irraggiamento gamma. Il maggior vantaggio di questo processo consiste nell'aver la dose assorbita come unico parametro su cui esercitare il controllo.

Le sorgenti gamma dell'impianto sono contenute in 80 barre, organizzate all'interno di una rastrelliera da 120 posizioni.

"Grazie all'utilizzo di LabVIEW è stato possibile sia realizzare un sistema di calcolo parallelo sui diversi core sia un sistema distribuito sui diversi server."

LA SOLUZIONE

Per la ditta Gammatom è stato realizzato un sistema di calcolo che si basa su un algoritmo mirato alla ricerca della soluzione ottima di irraggiamento sfruttando metodi di calcolo parallelo e distribuito per ridurre il numero di combinazioni.

Lo scopo del sistema di calcolo è quello di trovare il posizionamento delle barre all'interno della rastrelliera che garantisca la miglior uniformità di irraggiamento possibile sulla superficie dei materiali da sterilizzare, garantendo in questo modo che il materiale venga trattato con l'esatta dose necessaria.

Il numero teorico di combinazioni di posizioni possibili per raggiungere la soluzione ottima è di 10198; risulta evidente che un algoritmo che esplori tutte le soluzioni non è quindi una scelta percorribile.

L'algoritmo è stato quindi costruito tenendo conto di alcuni vincoli che ne hanno ristretto il campo di soluzioni da esplorare considerando alcune limitazioni sia di carattere economico, sia logistico, legati alla natura stessa dell'impianto. Questo ha permesso di ridurre le combinazioni da valutare a circa 70 miliardi, che rimane in ogni caso un numero significativo.

Per questo motivo il sistema hardware scelto è composto da 4 PC industriali alloggiati all'interno di un rack. I PC sono connessi tra

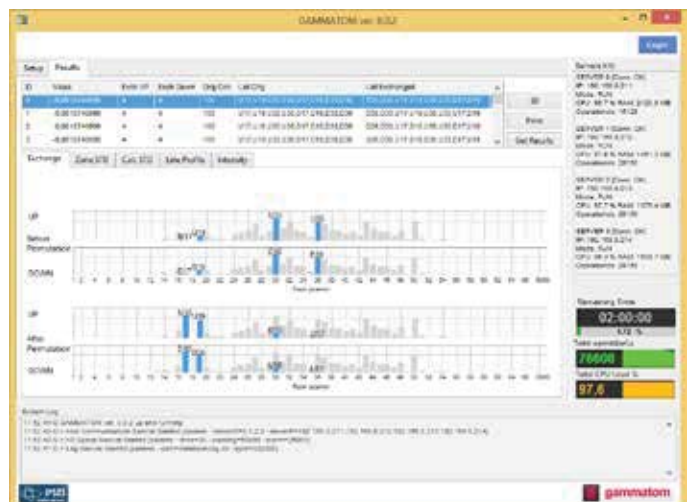


Figura 1: L'applicazione client mostra la lista delle soluzioni trovate dai 4 Server.

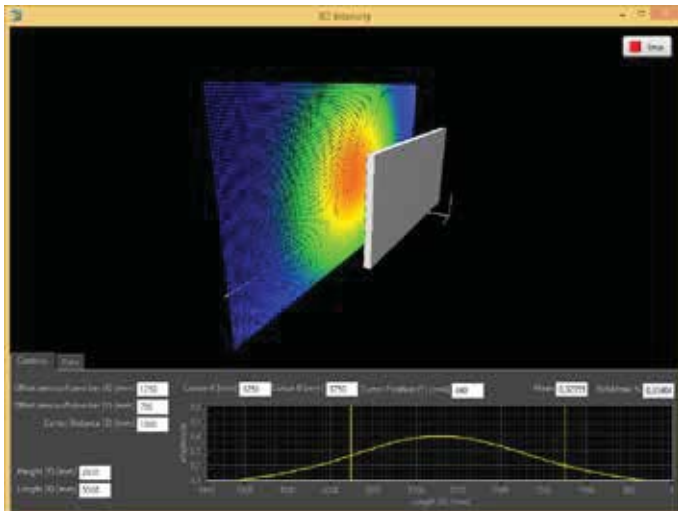


Figura 2: Visualizzazione 3D dell'irraggiamento generato e calcolo della deviazione standard.

loro tramite rete Gigabit. Il sistema, nel suo complesso, può quindi contare sulla potenza di calcolo distribuito e parallelo su diversi core.

L'algoritmo è stato realizzato per sfruttare appieno la potenza di calcolo del rack. È stata implementata un'architettura Client/Server dove il client è l'applicazione di supervisione e controllo dell'esecuzione del calcolo e i server sono le applicazioni che eseguono i calcoli.

Esiste un'applicazione Server su ognuno dei 4 PC del rack, la singola applicazione server implementa il calcolo parallelo in modo da sfruttare al massimo i 6 core presenti sul processore; inoltre le applicazioni server comunicano tra loro e con il client realizzando un sistema di calcolo distribuito e completamente scalabile, su rete Ethernet.

Grazie all'utilizzo di LabVIEW è stato possibile sia realizzare un sistema di calcolo parallelo sui diversi core, sfruttando la naturale caratteristica di parallelismo offerta dal linguaggio, sia un sistema distribuito sui diversi server, tramite l'uso delle funzioni "Network Streams" su rete Gigabit.

L'algoritmo che viene eseguito sui server è in grado di calcolare l'irraggiamento risultante da una certa disposizione delle 80 barre su una superficie di 5.500mm x 2.880mm e con una risoluzione di 100mm sia in verticale, sia in orizzontale, oltre che di eseguire su questo una serie di calcoli statistici al fine di determinarne lo score di "miglioramento" dell'irraggiamento prodotto.

Il sistema hardware e software così strutturato è in grado di garantire ottime performance eseguendo circa 80.000 calcoli di irraggiamento al secondo che equivale ad un calcolo ogni 12,5µs.

Le soluzioni migliori trovate da ogni server vengono comunicate tramite rete al client, che le raggruppa nell'insieme di soluzioni complessive.

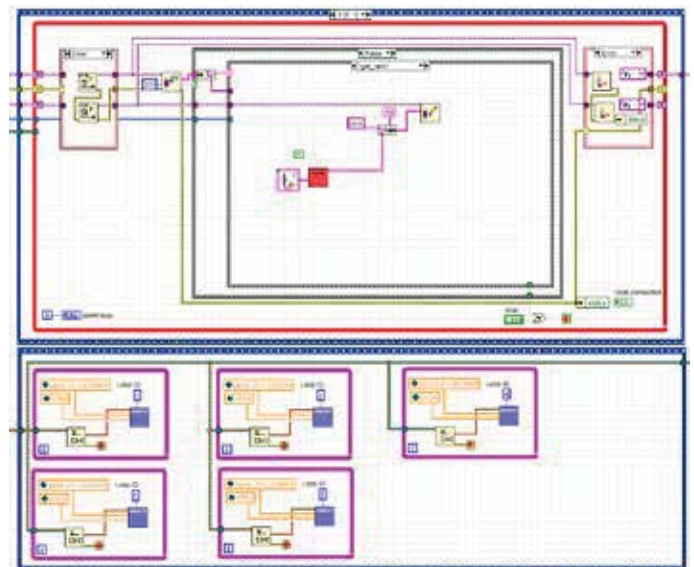


Figura 3: Parte di codice del server di calcolo distribuzioni, nella parte in basso i loop paralleli di calcolo, nella parte in alto le funzioni di comunicazione con l'applicazione principale.

Su questo gruppo, dell'ordine delle centinaia di soluzioni, il client esegue nuovi calcoli di irraggiamento sulla superficie a risoluzione elevata (un punto ogni 10mm) e ricalcola gli score e i dati statistici di ogni soluzione.

I dati calcolati dal client vengono presentati all'utente in modo che questo possa interpretare i valori in modo efficace e possa di conseguenza prendere la decisione finale su quale sia la migliore soluzione di posizionamento delle barre.

I dati sul client vengono mostrati da diverse prospettive, è possibile eseguire analisi sulle deviazioni standard dell'irraggiamento in ogni punto delle superficie, comparare i valori di irraggiamento di ogni soluzione trovata con l'irraggiamento generato dalla disposizione attuale delle barre, verificare la simmetria dell'energia irraggiata sulla superficie e visualizzare l'irraggiamento in 3D.

Tutte le visualizzazioni generate possono essere stampate su report.

Il client permette inoltre di conoscere in ogni momento lo stato di esecuzione dei calcoli sui server e di verificarne alcuni parametri come l'uso della CPU e della RAM.

Risultati

Un sistema di calcolo in parallelo, in grado di generare delle soluzioni che garantiscono una migliore uniformità di irraggiamento in circa 7 giorni di calcolo.

Prodotti utilizzati:

LabVIEW