

LABVIEW PER LA MISURA E L'ANALISI DEI DATI

Vediamo quali sono le funzionalità che rendono LabVIEW il tool ideale per l'analisi dei dati e delle misure



Migliaia di tecnici e ricercatori si basano su LabVIEW per una varietà di applicazioni: test e misura, controllo di processo e automazione, monitoraggio e simulazione. LabVIEW è l'ambiente di riferimento grazie alle sue ineguagliabili caratteristiche di connettività a strumenti, le potenti capacità di acquisizione dati, l'interfaccia grafica di programmazione basata sul flusso di dati, la scalabilità e la completezza funzionale generale. Un'esigenza che persiste indipendentemente dall'area di competenza è il fatto che gli utenti devono manipolare dati e misure e prendere decisioni di conseguenza.

INTRODUZIONE

Gli utenti spesso interagiscono nelle prime fasi del loro lavoro direttamente con dei processi fisici e acquisiscono dati in un'applicazione. Per estrarre informazioni utili da tali dati, prendere decisioni sul processo ed ottenere risultati, i dati devono essere manipolati ed analizzati. Purtroppo, combinare l'analisi con l'acquisizione dati e la presentazione dei dati stessi non è sempre un processo immediato.

I pacchetti software applicativi tipicamente prendono in esame un componente dell'applicazione, ma raramente risolvono tutti gli aspetti necessari per ottenere una soluzione completa. LabVIEW è stato progettato per soddisfare i requisiti di una soluzione completamente integrata, seguendo tutte le fasi del processo di sviluppo in un singolo ambiente. Benché esistano molti tool che affrontano indipendentemente ciascun requisito, solo LabVIEW li combina tutti con la potenza della programmazione grafica e hardware avanzato di acquisizione dati, utilizzando la potenza di un PC. È la combinazione di acquisizione dati, analisi dei dati e presentazione dei risultati che rende veramente massima la potenza della Strumentazione Virtuale. Uno strumento virtuale consiste di un computer o una workstation standard equipaggiati con potente software applicativo, hardware conveniente, tipo schede plug-in, e relativi driver, che insieme eseguono le funzioni di strumenti tradizionali. È per questo che si fa riferimento alle applicazioni e ai programmi costruiti con LabVIEW come a VI (strumenti virtuali). Come strumento orientato alla soluzione di problemi inge-

gnерistici, LabVIEW mette a disposizione centinaia di funzioni di analisi da integrare in applicazioni dedicate all'esecuzione di misure intelligenti.

SCEGLIERE IL METODO DI ANALISI CORRETTO

Gli utenti integrano l'analisi nelle loro applicazioni in vari modi. Vi sono alcune considerazioni che aiutano a determinare il modo in cui si dovrebbe eseguire l'analisi.

L'analisi inline implica che i dati vengano analizzati nell'ambito della stessa applicazione in cui sono acquisiti. Ciò avviene generalmente quando si tratta di applicazioni in cui è necessario prendere decisioni durante l'esecuzione e i risultati hanno dirette conseguenze sul processo, tipicamente attraverso la modifica di parametri o l'esecuzione di azioni. È quanto avviene tipicamente nelle applicazioni di controllo. Quando si parla di analisi inline, è importante considerare la quantità di dati acquisiti e le particolari routine di analisi che sono eseguite sui dati stessi. È necessario trovare un corretto equilibrio, perché l'elaborazione richiesta può diventare gravosa avere effetti negativi sulle prestazioni dell'applicazione. Altri esempi di analisi inline sono le applicazioni dove i parametri della misura devono essere adattati alle caratteristiche del segnale misurato. Un caso è quello in cui è necessario registrare uno o più segnali, ed essi cambiano molto lentamente tranne che per improvvisi periodi di attività ad alta velocità. Per ridurre la quantità di dati registrati, l'applicazione dovrebbe riconoscere rapidamente la necessità di una frequenza di campionamento più elevata e ridurla quando il periodo di burst è terminato. Misurando e analizzando certi aspetti dei segnali, l'applicazione può adattarsi alle circostanze e abilitare i parametri di esecuzione appropriati. Benché questo sia solo un esempio, vi sono migliaia di applicazioni dove è richiesto un certo grado di intelligenza – la capacità di prendere decisioni sulla base di varie condizioni – e di adattabilità, che può essere ottenuto solo aggiungendo algoritmi di analisi all'applicazione.

Le decisioni basate sui dati acquisiti non sono sempre prese in modo automatizzato. Molto spesso, coloro che lavorano sul processo devono monitorare l'esecuzione e stabilire se le prestazioni sono quelle previste o se è necessario regolare una o più variabili. Anche se non è raro che gli utenti registrino i dati, li estraggano da un file o un database e li analizzino offline per modificare il processo, molte volte i cambiamenti devono avvenire durante l'esecuzione. In questi casi, l'applicazione deve gestire i dati provenienti dal processo e quindi manipolare, semplificare, formattare e presentare i dati nel modo più utile per l'utente. Gli utenti LabVIEW possono quindi trarre vantaggio dai suoi numerosi oggetti di visualizzazione per presentare i dati in modo efficiente.

LabVIEW offre routine di analisi e matematiche che lavorano nativamente con le funzioni di acquisizione dati e le possibili opzioni di visualizzazione, pertanto è possibile incorporarle facilmente in qualsiasi applicazione. Inoltre,

LabVIEW offre routine di analisi per l'esecuzione punto a punto, progettate specificamente per rispondere alle esigenze dell'analisi inline nelle applicazioni real-time. Per decidere se le routine punto a punto sono appropriate, è necessario considerare alcuni aspetti.

L'analisi punto a punto è essenziale quando si devono controllare processi nei quali sia presente un'acquisizione dati punto a punto ad alta velocità e deterministica. Ogni volta che le risorse sono dedicate all'acquisizione dati real-time, l'analisi punto a punto diventa necessaria, perché le velocità di acquisizione e i loop di controllo aumentano di ordini di grandezza. L'approccio punto a punto semplifica il processo di progettazione, implementazione e collaudo, perché il flusso dell'applicazione segue da vicino il flusso naturale dei processi reali che l'applicazione deve monitorare e controllare.

L'acquisizione dati e l'analisi real-time continuano a richiedere applicazioni sempre più semplici e stabili. L'analisi punto a punto è semplice e stabile, perché si collega direttamente al processo di acquisizione e analisi, avvicinandosi al grado di controllo ottenibile in chip FPGA (field programmable gate array), chip DSP, controller embedded, CPU dedicate e Asic.

Aggiungendo questi potenti algoritmi e routine nelle applicazioni, si possono creare processi intelligenti e analizzare i risultati durante l'esecuzione, migliorando l'efficienza e correlando iterativamente le variabili d'ingresso alle prestazioni sperimentali o di processo.

Le applicazioni offline non hanno tipicamente l'esigenza di ottenere risultati in modalità real-time per prendere decisioni direttamente sul processo. Le applicazioni di analisi offline richiedono solo la disponibilità di sufficienti risorse computazionali. L'intento principale di tali applicazioni è identificare cause ed effetti delle variazioni delle variabili di processo, correlando set multipli di dati. Queste applicazioni generalmente richiedono di importare dati da file custom binari o in formato Ascii e da database commerciali come Oracle, Access e altri database di tipo QL/ODBC. Quando i dati sono stati importati in LabVIEW, gli utenti possono eseguire anche centinaia delle routine di analisi disponibili, manipolare i dati e organizzarli in uno specifico formato per la creazione di report. LabVIEW offre funzioni per accedere a qualsiasi tipo di formato di file e database, collegandosi a potenti tool di reportistica come NI DIAdem e il Report Generation Toolkit per Microsoft Office, ed eseguire le tecnologie più recenti di condivisione dei dati come XML, le presentazioni su Web e ActiveX.

ANALISI PROGRAMMATICA E INTERATTIVA

Come utenti LabVIEW, tecnici e ricercatori hanno grande familiarità con i vari modi con cui possono acquisire dati da centinaia di dispositivi. Essi possono integrare intelligenza nelle loro applicazioni per eseguire analisi inline e presentare i risultati mentre le applicazioni sono in esecuzione.

Tipicamente, agli utenti non basta acquisire dati ed elaborarli per una semplice visualizzazione, ma hanno la necessità di memorizzare centinaia o migliaia di megabyte di dati su hard drive e database. Dopo una sola esecuzione o magari centinaia di esse, gli utenti procedono con l'estrazione di informazioni per prendere decisioni, confrontare i risultati ed eseguire le appropriate modifiche al processo, fino a conseguire i risultati desiderati.

È relativamente facile acquisire quantità di dati talmente grandi da diventare rapidamente ingestibili. Infatti, con una scheda DAQ veloce e un numero sufficiente di canali, possono essere necessari pochi millisecondi per acquisire migliaia di valori. Non è un compito banale trovare un senso in tutti quei dati. Normalmente gli utenti devono presentare report, creare grafici e in ultima analisi sostenere qualsiasi valutazione e conclusione con dati empirici. Senza i tool corretti, questo può diventare facilmente un compito assai arduo, che si traduce in una perdita di produttività.

Per semplificare il processo di analisi delle misure, i programmatori LabVIEW creano applicazioni interattive che offrono interfacce utilizzabili da altri utenti affinché, sulla base dei loro input specifici, vengano eseguite routine di analisi dedicate su qualsiasi set di dati disponibile. Perché ciò sia efficiente, il programmatore deve conoscere dettagliatamente le informazioni e il tipo di analisi a cui l'utente è interessato. Con LabVIEW, gli utenti possono selezionare e formattare i dati prima di memorizzarli su disco, facilitando le successive fasi di accesso e gestione dei dati memorizzati per condurre ulteriori analisi. National Instruments offre tool addizionali, altamente integrati in LabVIEW, progettati per migliorare lo sviluppo di applicazioni ingegneristiche gestite da team di sviluppatori. Un esempio viene offerto da NI DIAdem, un tool che mette a disposizione un ambiente facile e intuitivo per condurre analisi interattive post-acquisizione e la generazione di report, con potenti capacità di gestione di dati tecnici. Per maggiori informazioni su DIAdem, visitate ni.com/diadem.

QUALI TOOL DI ANALISI SONO DISPONIBILI IN LABVIEW?

LabVIEW offre centinaia di funzioni di analisi integrate che coprono diverse aree e metodi di estrazione delle informazioni dai dati acquisiti. È possibile utilizzare tali funzioni così come sono o modificarle, personalizzarle ed estenderle per adattarle a una particolare esigenza. Dette funzioni sono categorizzate nei seguenti gruppi: Misura, Elaborazione dei Segnali, Matematica, Elaborazione delle Immagini, Controllo, Simulazione ed Aree Applicative.

LabVIEW include già un potente set di tool per l'analisi. Questi tool comprendono un set incorporato di librerie e funzioni progettati specificamente per l'analisi, con il quale gli utenti possono affrontare un'ampia gamma di applicazioni. I tool di analisi di LabVIEW coprono un'ampia gamma di appli-

cazioni. Le funzioni di analisi avanzate possono misurare caratteristiche del segnale come distorsione armonica totale, risposta all'impulso, risposta in frequenza e spettri di potenza. Tecnici e ricercatori possono altresì incorporare analisi matematica o numerica nelle loro applicazioni per scopi come la risoluzione di equazioni differenziali, l'ottimizzazione, la ricerca di radici e altri problemi matematici.

Nonostante gli utenti possano sviluppare da soli queste funzioni, le funzioni integrate permettono di concentrarsi sulla rapida risoluzione del problema, anziché sui tool. Il vantaggio di utilizzare queste funzioni elimina inoltre la necessità di comprendere la teoria sottostante, come invece sarebbe richiesto per costruire tali algoritmi.

TOOL ADDIZIONALI PER L'ANALISI

Oltre che sulle librerie di analisi incorporate, gli utenti possono basarsi su toolset e moduli addizionali per ridurre il tempo di sviluppo per esigenze applicative specializzate. Incorporando i componenti dei toolset in applicazioni custom, gli utenti non avranno bisogno della particolare competenza normalmente associata allo sviluppo di applicazioni più verticali, come l'elaborazione avanzata di segnali digitali, le misure di suono e vibrazioni, l'analisi degli ordini, l'elaborazione delle immagini, il controllo PID e la simulazione.

Elaborazione avanzata dei segnali

Il Toolset di Elaborazione dei Segnali offre funzioni progettate specificamente per l'elaborazione avanzata di segnali digitali (DSP). Le funzioni incluse sono divise in tre categorie: Analisi Congiunta Tempo-Frequenza, Analisi Wavelet e Analisi Spettrale ad altissima risoluzione. Inoltre, il toolset offre uno strumento grafico con cui gli utenti possono progettare interattivamente filtri digitali.

Analisi Congiunta Tempo-Frequenza

A differenza delle tecnologie di analisi convenzionali, le routine JTFA (joint time-frequency analysis) esaminano i segnali simultaneamente nei domini del tempo e della frequenza. La JTFA può essere applicata in quasi tutte le applicazioni dove si usa la FFT, come segnali biomedicali, elaborazione di immagini radar, analisi delle vibrazioni, collaudo di macchine ed analisi di segnali dinamici. Con la JTFA, tuttavia, si ottengono più informazioni analizzando simultaneamente entrambi i domini.

Come la classica analisi di Fourier, la JTFA consiste di due metodi principali - lineare e quadratico. Gli algoritmi lineari includono la trasformata di Fourier a tempo breve (STFT) e l'espansione di Gabor (trasformata inversa di Fourier a tempo breve). Gli utenti di LabVIEW possono sfruttare queste trasformate lineari per trasferire un segnale dal dominio del tempo al dominio congiunto tempo-frequenza e viceversa. Queste routine sono estremamente potenti per scopi di riduzione del rumore. I metodi quadratici comprendono lo spettrogramma adattativo, la distribuzione di Choi-

Williams, la distribuzione conica, lo spettrogramma basato sull'espansione di Gabor (noto anche come spettrogramma di Gabor), lo spettrogramma basato su STFT e la distribuzione di Wigner-Ville. Gli utenti possono applicare le trasformate quadratiche per vedere facilmente come lo spettro di potenza di un segnale evolve nel tempo.

Wavelet

Le wavelet sono un metodo di elaborazione dei segnali relativamente nuovo. Una trasformata wavelet è quasi sempre implementata come un banco di filtri che decompongono un segnale in più bande, separando e mantenendo le caratteristiche del segnale in una o più di queste sottobande. Pertanto, uno dei maggiori vantaggi che si ottengono usando la trasformata wavelet è che le caratteristiche del segnale possono essere estratte facilmente. In molti casi, una trasformata wavelet supera la FFT convenzionale in termini di estrazione delle caratteristiche e riduzione del rumore, caratteristica che la rende ideale per molte applicazioni, tipo: compressione dei dati, rilevamento di eco, riconoscimento di pattern, rilevamento di bordi, cancellazione, riconoscimento vocale, analisi di texture e compressione di immagini.

Analisi Spettrale basata su Modelli

Un tool primario per l'analisi spettrale è la Trasformata Veloce di Fourier (FFT). Per gli spettri ad alta risoluzione, i metodi basati su FFT richiedono un elevato numero di campioni. Tuttavia, in molti casi, il set di dati è limitato a causa di una reale mancanza di dati o perché gli utenti devono fare in modo che le caratteristiche spettrali del segnale non cambino per la durata della registrazione dei dati. Per i casi in cui il numero di campioni di dati è limitato, gli utenti di LabVIEW possono utilizzare l'analisi basata su modelli per determinare le caratteristiche spettrali. Grazie a questa tecnica, gli utenti possono ipotizzare un modello opportuno del segnale e determinare i coefficienti del modello. Sulla base di tale modello, l'applicazione può predire i punti mancanti nel dato set finito di dati, in modo da ottenere spettri ad alta risoluzione. Inoltre, i metodi basati su modelli possono essere utilizzati anche per stimare ampiezza, fase, fattore di smorzamento e frequenza di sinusoidi smorzate.

L'analisi spettrale ad altissima risoluzione può essere utilizzata in diverse applicazioni, tra le quali: ricerca biomedicale, economia, geofisica, rumore, vibrazioni e analisi vocale.

Analisi di Suoni e Vibrazioni

Il software di analisi NI permette molte applicazioni comuni di analisi del suono e delle vibrazioni, inclusi test audio, misure acustiche, test di rumore ambientale, analisi di vibrazioni e misure NVH. Le capacità di analisi specializzate includono le analisi per frazioni di ottava conformi alle norme ANSI ed IEC. Inoltre, la Sound and Vibration Measurement Suite include numerose funzioni per misure audio come guadagno, fase, THD, IMD, range dinamico, linearità di fase e analisi swept-sine. NI Sound and Vibration

Assistant offre un ambiente facile, interattivo, basato su configurazioni per analisi e registrazione dei dati.

Le funzioni includono piena ottava, 1/3, 1/6, 1/12 e 1/24 di ottava; frequenza di campionamento definita dall'utente; numero di bande definito dall'utente; pesatura A, B, C nel dominio del tempo; conformità agli standard; media esponenziale (costante di tempo Lenta, Veloce e Custom); spettro cross-power; risposta in frequenza (H1, H2 e H3); coerenza e potenza d'uscita coerente. Inoltre, il toolset offre tool di visualizzazione addizionali, come grafici a cascata, a mappa di colori, bar graph a ottave e grafico lineare a ottave, che possono essere facilmente incorporate nei pannelli frontali delle applicazioni LabVIEW.

Analisi degli Ordini

La Sound and Vibration Measurement Suite NI offre librerie per costruire applicazioni custom di misura e automazione basate su LabVIEW con capacità di analisi degli ordini per l'inseguimento degli ordini, l'estrazione degli ordini e l'elaborazione di segnali tachimetrici.

Con l'algoritmo di Gabor, gli utenti di LabVIEW possono analizzare suono, vibrazioni e altri segnali dinamici provenienti da sistemi meccanici con componenti rotanti o in moto alternato. Esso consente una selezione flessibile dell'energia dell'ordine nel dominio congiunto tempo-frequenza. I tool addizionali includono strumenti per graficare i singoli ordini in funzione del tempo o dei giri/min, strumenti di estrazione degli ordini per separare dal segnale acquisito le componenti del segnale relative ai singoli ordini e strumenti di selezione automatica degli ordini per trovare gli ordini più significativi.

CONCLUSIONE

Con la potenza e la flessibilità degli attuali computer, tecnici e ricercatori hanno una capacità senza precedenti di misurare, controllare, monitorare, diagnosticare, automatizzare, testare e caratterizzare efficacemente qualsiasi processo. Ciò tuttavia non è possibile senza la capacità di osservare i dati ed estrarre informazioni utili.

LabVIEW offre soluzioni indipendentemente dal settore o dall'area d'interesse specifica del processo ingegneristico, dalla progettazione e validazione alla produzione.

Inoltre, LabVIEW offre una connettività senza pari a dispositivi DAQ plug-in e strumenti stand-alone per l'acquisizione dati, potenti librerie, routine ed algoritmi di analisi che spaziano dalla matematica di base all'elaborazione avanzata dei segnali. Tali funzioni, perfettamente integrabili con altre funzioni di LabVIEW, sfruttando le potenti capacità di visualizzazione dei dati, rendono LabVIEW il tool ideale per qualsiasi applicazione.

Note sull'autore

Brett Burger, Product Marketing Engineer, Data Acquisition Systems, National Instruments