

Technologien für Mixed-Signal- und Streaming-Anwendungen

Neue Architekturen für Messgeräte

Mit PCI Express und Multicore-Verarbeitung stehen heute zwei Schlüsseltechnologien für die Messtechnik zur Verfügung. Mit ihrer Hilfe können heute neuen Produkte, entwickelt mit Instrumentation 2.0, Anwendungen ansprechen, für die früher proprietäre, anwenderdefinierte Lösungen notwendig waren.

Was haben Google, Wikipedia und YouTube gemeinsam? Bei allen dreien handelt es sich um Web-basierte Anwendungen, die das Internet von einem Anbieter-Konsumenten-Modell, bei dem relativ wenige den Web-Inhalt bestimmen, hin zu einem Modell mit gleichberechtigten Anwendern, bei dem jeder Nutzer speziell an ihn angepasste Inhalte erhält, verändert haben. Für diese neue Art von Internetanwendungen wurde der Begriff Web 2.0 geprägt. Überhaupt wird unser Alltag immer mehr von Software beeinflusst.

Die Funktionen alltäglicher Geräte, wie etwa Smart Phones, Receiver fürs Digitalfernsehen und sogar Autos werden immer mehr durch die in ihnen integrierte Software definiert.

Beide Makrotrends – anwenderdefinierte Anpassung und gesteigerte Konzentration auf die Software – können für Messgeräte genutzt werden, so dass sich Anwendungen komplett individuell anpassen lassen. Das Konzept der anwenderdefinierten Instrumente ist nicht neu. Ganz im Gegenteil, in der Form von virtuellen Instrumenten ist es bereits seit über 20 Jahren bekannt. Jedoch sind die Technologien hinter diesen Trends inzwischen ausgereift und das neue, softwaredefinierte Modell ist nun recht gängig. Ähnlich wie beim Web ist die Entwicklung so weit fortgeschritten, dass man sie auch Instrumentation 2.0 nennen könnte.

PCI Express

Softwareorientierte und anwenderdefinierte Instrumente stellen nun den PC und die damit zusammenhängenden Technologien in den Mittelpunkt. Da Signale, die



Bild 1: IF-Datenstreaming kann mit dem 14-bit-Digitalisierer NI PXIe-5122 mit 100 MS/s und den PXIe-416-StreamStor-Modulen von Conduant durchgeführt werden. Über drei Antennen, die mit den drei Digitalisierern verbunden sind, kann über Triangulation die Position eines Senders bestimmt werden.

PCI Express ist mit x1-, x4-, x8- und x16-Lanes („mal 1“, „mal 4“ usw.) erhältlich und bietet bei sehr geringer Latenz einen Durchsatz von 250 MB/s pro Lane. Die x1- und x4-Verbindungen, meist für Hardware der Geräteklasse verwendet, bieten einen dedizierten Durchsatz von 250 MB/s bzw. 1 GB/s (vier Lanes zu je 250 MB/s). Die x16-Verbindung, die bis zu 4 GB/s ermöglicht, wird inzwischen häufig für Videosteckkarten in PCs eingesetzt.

Multicore-Technologie

Zwar können mit dem erhöhten Datendurchsatz von PCI Express Signale von Hochgeschwindigkeits-I/O-Hardware übertragen werden, jedoch muss der PC über

mit I/O-Hardware erfasst wurden, über einen Datenbus an den PC übertragen werden, muss die Bustechnologie in der Lage sein, mit der ständig steigenden I/O-Auflösung und -Geschwindigkeit Schritt zu halten. PCI Express erfüllt diesen Bedarf an einen höheren Datendurchsatz und bietet mehr Bandbreite als jeder andere kommerzielle Kommunikationsbus.

Bezugswert	Single-Core 2 GHz	Dual-Core 2 GHz	Steigerung in Prozent
Programm zur Ermittlung aller Primzahlen unter den natürlichen Zahlen bis zu 1 000 000	6,87 s	3,59 s	47,74%
Programm zur Berechnung von 1 000 Kommastellen von Pi	3,96 s	3,06 s	22,73%

Tabelle 1: Bei paralleler Ausführung von Tasks ist die LabVIEW-Anwendung, die alle Primzahlen unter den natürlichen Zahlen bis 1 000 000 ermittelt, auf einem Dual-Core-Prozessor um 47,74 % schneller.

AUTOR

Kaustubh Wagle ist Produktmanager für modulare Messgeräte bei National Instruments in Austin/Tx

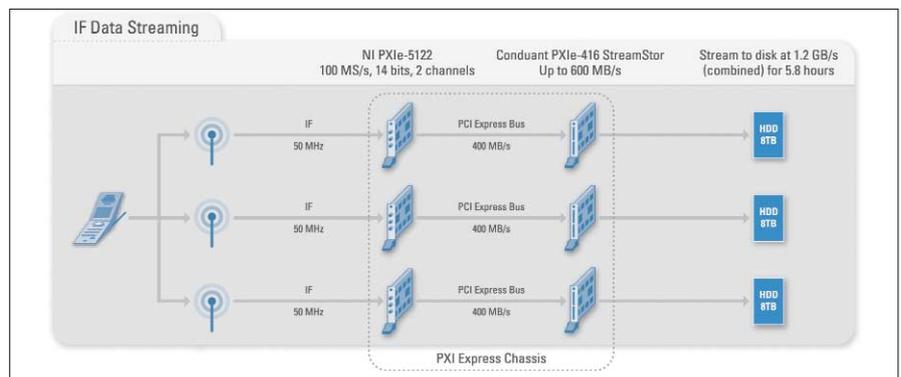


Bild 2: Dieses Diagramm verdeutlicht den LCD-Test mit der Erzeugung digitaler Videosignale mithilfe des Digital-I/O-Moduls NI PXIe-6537 mit 50 MHz.

ausreichend Leistung verfügen, um alle vom Bus gesendeten Daten auch verarbeiten zu können. Eine neue Entwicklung in der Prozesstechnologie ist die Integration mehrerer Cores, also Rechenengines, in einem Prozessor. Sowohl Intel als auch AMD haben Dual-Core-Prozessoren auf den Markt gebracht, und für die Zukunft ist geplant, vier oder noch mehr Cores in einen Prozessor zu packen. Intel hat sogar angekündigt, in spätestens fünf Jahren einen 80-Core-Prozessor zu produzieren.

Multitasking-fähige Betriebssysteme, wie etwa Windows XP und Windows Vista sowie Multithreading-Anwendungen wie die Software LabVIEW von National Instruments, können die Vorteile der durch die Multicore-Technologie ermöglichten parallelen Verarbeitung in vollem Umfang nutzen. Das Schreiben von multithreading-fähigen Anwendungen in textbasierten Programmiersprachen wie etwa C ist kompliziert und setzt Fachkenntnisse in der Semantik der Erstellung und Verwaltung von Threads und dem thread-sicheren Datenaustausch voraus. Im Gegensatz dazu kann man mit NI LabVIEW die zusätzliche Leistung von Multicore-Prozessoren für sich ausnutzen, da sich die grafische Programmierumgebung LabVIEW für die parallele Programmierung geradezu anbietet. So werden zwei Schleifen, deren Daten völlig unabhängig voneinander sind, bereits automatisch in separaten Threads ausgeführt.

Tabelle 1 zeigt ein Beispiel der Leistungssteigerung, die bei Ausführung einer bestehenden LabVIEW-Anwendung auf einem Dual-Core- im Vergleich zu einem Single-Core-Prozessor erzielt wird.

PCI Express und Multicore auf der PXI-Plattform

Der Industriestandard PXI wurde vor über zehn Jahren eingeführt und findet heute Verwendung in zehntausenden von Applikationen. Darüber hinaus entwickelt

die PXI Systems Alliance (PXISA), die den PXI-Standard verwaltet und über 70 Mitglieder umfasst, weiterhin hunderte neue und innovative PXI-Produkte. Nach der Einführung von PCI Express übernahm die PXISA diesen noch schnelleren Datenbus rasch für die Spezifikationen von PXI Express und neue PXI-Express-Produkte gelangten auf den Markt. National Instruments bietet beispielsweise Chassis, Controller und Module an, die auf PXI Express basieren. Das Chassis NI PXIe-1065 mit 18 Steckplätzen enthält sieben Hybrid-

steckplätze, die sowohl PXI-Express- als auch PXI-Module aufnehmen können. Der Dual-Core-Controller NI PXIe-8106 arbeitet mit einem Dual-Core-Prozessor des Typs 2,16 GHz Intel Core 2 Duo T7400 (**Bild 1**).

Der Digitalisierer NI PXIe-5122 und die Digital-I/O-Module NI PXIe-6537/36 bieten eine Lösung für Hochgeschwindigkeits-Datenaufzeichnung und -Generierung sowie Mixed-Signal-Anwendungen. Über den PCI-Express-Bus in der Backplane des Chassis können Signale mit der höchsten mög- ►



Bild 3: Der leistungsfähigste PXI-Express-Embedded-Controller NI PXIe-8106, mit dem mit 2,16 GHz getakteten Dual-Core-Prozessor Intel Core 2 Duo T7400 und bis zu 2 GByte DDR2 RAM.

lichen Geschwindigkeit (400 MB/s bei NI PXIe-5122 und 200 MB/s bei NI PXIe-6537) an den Prozessor übertragen werden. Anschließend werden die Signale auf dem Prozessor verarbeitet und/oder per Streaming-Verfahren auf einen PC-Speicher oder eine externe Festplatte gespeichert. Durch die Kombination des hohen Datendurchsatzes von PXI Express mit leistungsstarken neuen Multicore-PXI-Controllern bieten PXI-Systeme mit einer Plattform nach Industriestandard eine Architektur ganz im Sinne von Instrumentation 2.0.

PXI Express

Während die neuen Digitalisierer und Digital-I/O-Module Signale mit den höchsten erreichbaren Datenraten übertragen, sind

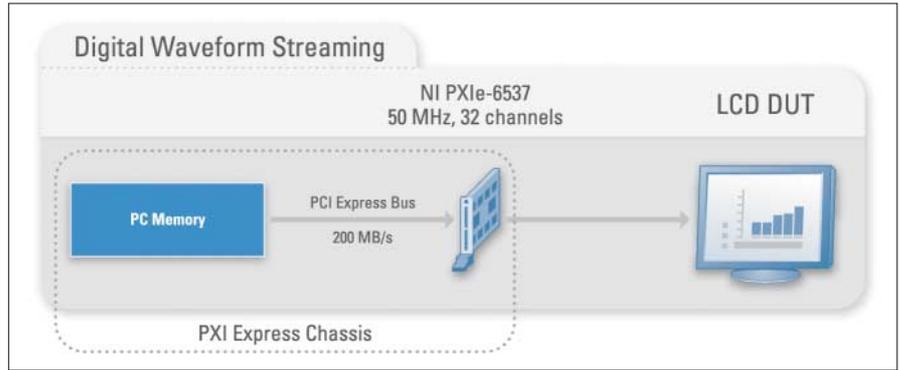


Bild 4: Der 14-bit-Digitalisierer PXIe-5122

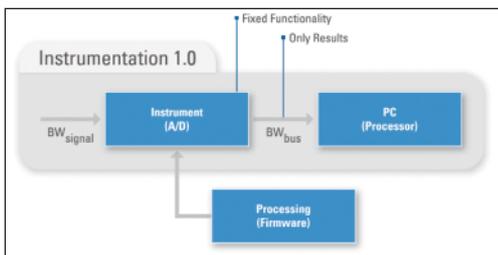
die Messfähigkeiten des Systems nicht auf diese Geräte beschränkt. Da PXI Express vollständig mit bestehenden PXI-Modulen kompatibel ist, kann eine vollständige Mixed-Signal-Prüflösung erstellt werden. Solche Anwendungen kommen u. a. in den Bereichen Hochgeschwindigkeitsbildfassung, Informationsgewinnung aus Signalen, Streaming von RF-/IF-Daten, Erzeugung und Übertragung von Videosignalen vom PC zum Einsatz. Im Folgenden sind zwei Beispiele dargestellt, die von der höheren Leistung der PXI-Plattform profitieren.

IF-Datenstreaming

Anwendungen zur Informationsgewinnung aus Signalen erfordern oft die Mög-

lichkeit, IF-Signale (Intermediate Frequency) auf Festplatte zu übertragen (**Bild 2**). Wird der 14-bit-Digitalisierer NI PXIe-5122 mit zwei Kanälen, 100 MS/s und 100 MHz mit der neuen Lösung PXIe-416 StreamStor von Conduant eingesetzt, können Daten erfasst und das IF-Signal direkt auf Festplatte gespielt werden (**Bild 3**). Speicher und Prozessor des Digitalisierers werden so überhaupt nicht beansprucht. Die StreamStor-Lösung von Conduant ermöglicht die Verbindung von bis zu vier Modulen des Typs NI PXIe-5122. Jedes davon bietet einen dedizierten Streaming-Durchsatz von 400 MB/s. So können die Daten auf vier Festplatten mit je 8 TByte Speicherplatz übertragen werden. Mit dieser Methode ist es möglich, kontinuierlich insgesamt

INSTRUMENTATION 2.0



Der traditionelle Ansatz

– Instrumentation 1.0

Wenn bei einem traditionellen Stand-alone-Gerät die Signalbandbreite höher ist als die Busbandbreite, dann ist teurer Onboard-Speicher und/oder Onboard-Verarbeitung notwendig. Deshalb werden beim traditionellen Ansatz Messungen vom Hersteller in Firmware innerhalb des Geräts implementiert. Nur die vom Hersteller definierten

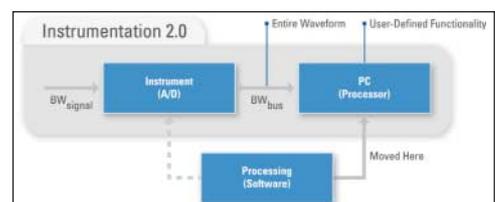
endgültigen Messungen werden zum PC übertragen. Signalverarbeitung oder anwenderdefinierte Messungen sind im Allgemeinen nicht möglich, da der Anwender die entsprechenden Daten nicht erhält. Der steigende Bedarf an anwenderdefinierten Prüfsystemen erfordert daher eine neue Methode.

Neudefinition der Gerätearchitektur

– Instrumentation 2.0

Der PCI-Express-Bus mit seinem hohen Durchsatz führt zu einer Trendwende. Bei den meisten Messgeräten ist die Busbandbreite höher als die Signalbandbreite. So kann ein Signal komplett über den PCI-Express-Bus übertragen werden. Natürlich muss auch der Pro-

zessor die eingehenden Daten verkraften können. Multicore-Prozessoren schaffen hier Abhilfe, denn sie bieten die Verarbeitungsleistung, die in vielen Anwendungsbereichen benötigt wird. Dieser Ansatz umgeht bei den meisten Anwendungen die Onboard-Signalverarbeitung und den Onboard-Speicher. Diese neu definierte Architektur ist deshalb so leistungsstark, weil die Anwendung nun vollständig individuell vom Kunden angepasst werden kann und alle Daten zur Verfügung stehen.



1,2 GB/s über 5,8 Stunden hinweg im Streaming-Verfahren zu übermitteln.

Falls das Streaming auf Festplatte nicht nötig ist, können die Daten mit der Höchstgeschwindigkeit von 400 MB/s über den PCI-Express-Bus vom Digitalisierer an den Prozessor übertragen werden. Wird ein Multicore-Prozessor wie NI PXIe-8106 verwendet, so lässt sich die neue Verarbeitungsleistung durch Implementierung eines digitalen Abwärtswandlers und anderer Analysen in die zwei Cores des Prozessors noch besser nutzen. Da LabVIEW parallel arbeitet und multithreading-fähig ist, macht sich eine entsprechende Anwendung problemlos die volle Rechenleistung der zwei Cores zunutze.

Streaming von digitalen Pattern vom PC-Speicher oder Festplatte

Viele Hochgeschwindigkeits-Digitalanwendungen wie etwa die Anbindung an Speicherchips, das Nachbilden individueller Protokolle sowie das Prüfen von Bildsensoren und Displays erfordern anwenderdefiniertes Signal-Streaming vom PC-Speicher oder der Festplatte zum Prüfling. Bevor NI PCIe-6537/36 zur Verfügung stand, wurde der integrierte Speicher des Digital-I/O-Moduls verwendet, um die Digitalsignale und -muster zu speichern und die Signalausgabe vom Speicher des Moduls aus zu steuern. Der integrierte Speicher macht das Prüfsystem nicht nur teurer, sondern beschränkt auch die Länge des Prüfmusters.

Die Digital-I/O-Module NI PXIe-6537/36 und NI PCIe-6537/36 lösen dieses Problem. Prüfmuster und -signale können damit direkt vom PC-Speicher oder der -Festplatte über den PCI-Express-Bus übertragen werden. Die genannten Module verwenden eine x1-PCI-Express-Verbindung und ermöglichen eine kontinuierliche Übertragungsrate von 200 MB/s, was der maximalen Datenrate des Moduls entspricht. Im Beispiel in **Bild 4** überträgt das Modul NI PXIe-6537 die digitalen Videosignale mit der vollen Datenrate von 200 MB/s über den PCI-Express-Bus vom PC-Speicher zum Display. In diesem Fall ist das ein LCD-Prüfling, mit dem die Videoqualität des LCDs getestet werden soll.

Instrumentation 2.0 für individuelle Anwendungen

Der PCI-Express-Bus und Multicore-Prozessoren sind zwei der neuesten PC-Technologien, welche Instrumentation 2.0 möglich machen. Damit lassen sich Anwendungen in Software vollständig vom Anwender an die jeweiligen Anforderungen anpassen. PXI und LabVIEW nutzen die Multicore-Technologie ohnehin und bieten eine einzige Plattform für die Aufrüstung von Prüfsystemen mit den neuesten PC-Technologien. Mithilfe von PXI lassen sich nun Herausforderungen überwinden, die bisher nur mit kostspieligen proprietären Prüfsystemen zu lösen waren. (jj)

	infoDIRECT	500ei0907
www.elektronik-industrie.de		
▶ Link zu National Instruments		