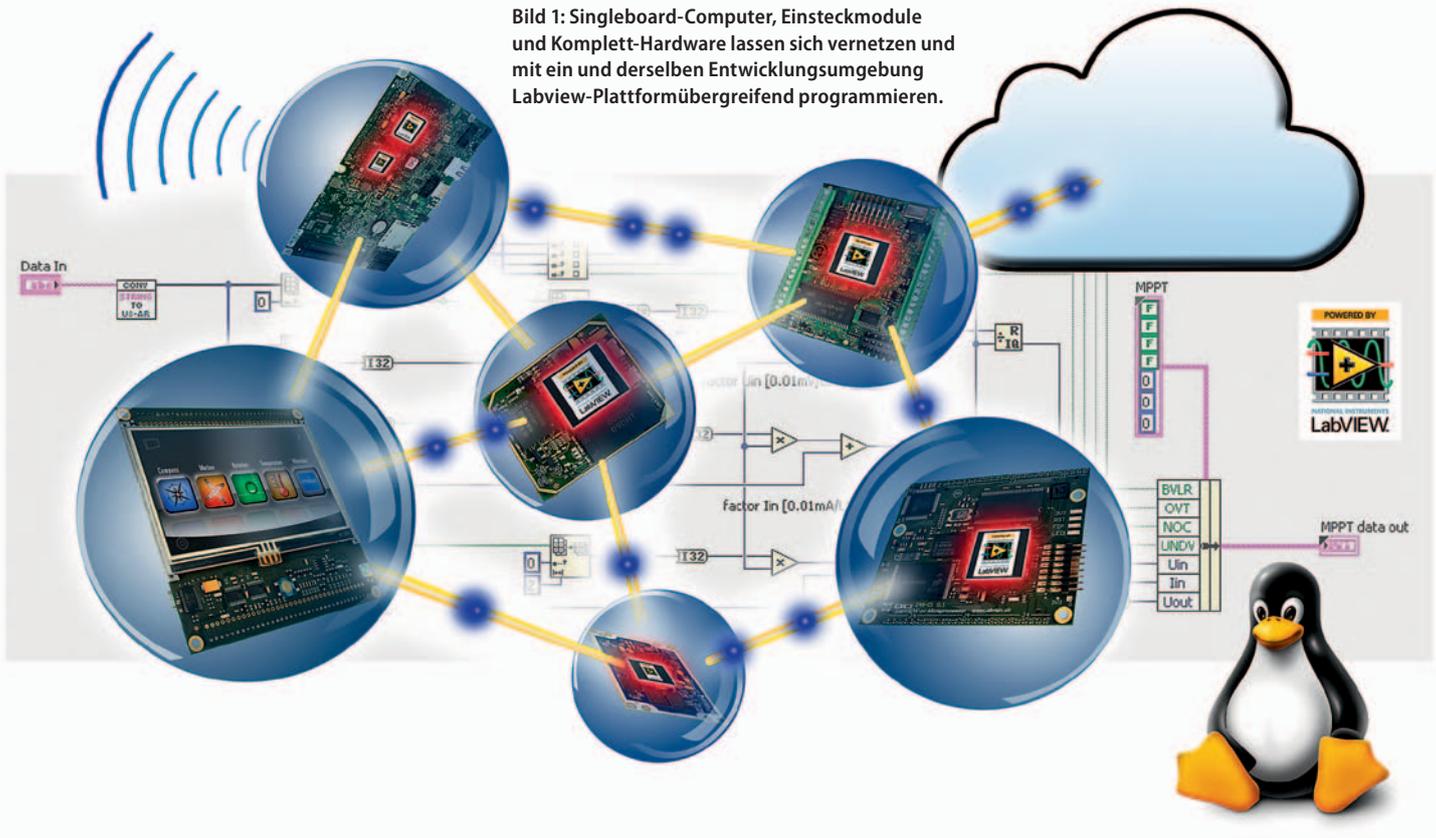


Bild 1: Singleboard-Computer, Einsteckmodule und Komplett-Hardware lassen sich vernetzen und mit ein und derselben Entwicklungsumgebung Labview-Plattformübergreifend programmieren.



Labview für mobile Messnetzwerke am Auto, Zug und Gebäude

Smarte Embedded-Systeme im Netzwerk

Kommunikation, Timing und Komplexität sind drei Herausforderungen, die es bei der Entwicklung verteilter, smarter Embedded-Systeme zu meistern gilt. Deshalb setzen Entwickler zunehmend auf den Entwicklungsbeschleuniger NI Labview in Kombination mit vernetzbaren Singleboard-Computern, Einsteckmodulen und Komplett-Hardware. Software macht den Unterschied. Deshalb ziehen es Entscheidungsträger vor, das Software-IP nicht auszulagern, sondern dank Labview im Haus behalten zu können. Wie dies erfolgreich eingesetzt wird, demonstrieren drei Messnetzwerke aus der Praxis. *Autor: Marco Schmid*

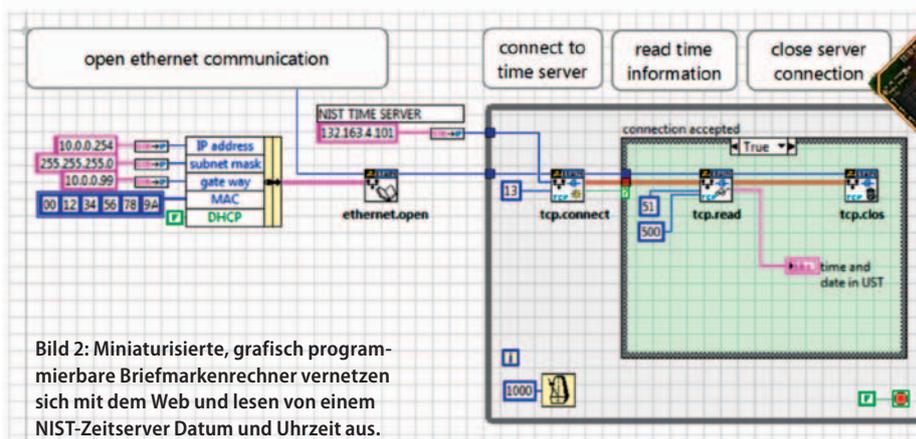


Bild 2: Miniaturisierte, grafisch programmierbare Briefmarkenrechner vernetzen sich mit dem Web und lesen von einem NIST-Zeitserver Datum und Uhrzeit aus.



Eck-DATEN

Seit nahezu zehn Jahren lässt sich die grafische Entwicklungsplattform Labview auf eigener Hardware für Serienprodukte einsetzen. Labview wurde zunehmend zu einem „Meeting-Point“ für Embedded-Systeme mit abgestimmter Hard- und Software und dem Vorteil messbarer Entwicklungsbeschleunigung. Die Hardware skaliert mittlerweile von Singleboard-Computern für Rapid Prototyping über Scheckkarten- und Briefmarkenrechner für Kleinserien bis zu Komplett-Hardware für Serienprodukte, die sich in Lizenz fertigen lassen. Dieses Drehmoment, gekoppelt mit integrierten Timing- und Kommunikationsfunktionen lässt sich jetzt für dezentrale Netzwerke nutzen, von Modbus, CAN und Echtzeit-Ethernet bis zum WLAN, Cloud-Computing und Tablet-Interface.

Bei technischen Versuchen, Forschungsarbeiten oder im Labor wird Labview dank schneller Ergebnisse schon seit Jahren erfolgreich für Messnetzwerke eingesetzt. Diese Ergebnisse von Machbarkeitsstudien und Tests führen wiederum zu neuen Ideen und zur Planung neuer Serien-Produkte. Die Embedded-Hardware der Seriengeräte soll meist völlig anders aussehen als der Versuchsaufbau im Labor: kompakt, individuell, eventuell auch tragbar und auf die Bedürfnisse des Anwenders zugeschnitten.

Zusätzlich sollen die Hardware-Kosten reduziert werden. In der Praxis bedeutet dies meistens: Neuentwicklung von Hard- und Software, verbunden mit erheblichen Initialkosten, die sich nicht immer rechnen. Die hier vorgestellte Lösung ermöglicht es, die bisherigen Software-Investitionen aus den Vorarbeiten auf individueller Hardware weiter zu nutzen. Das spart erheblich Entwicklungszeit und -kosten.

Grenzenlos netzwerkfähig

Von modernen Bedienstrategien (Smartphone, Tablet) bis zur Datenkommunikation (Cloud, Realtime-Ethernet) stehen bei Labview die wichtigsten Instrumente nach dem neuesten Stand der Technik Out-of-the-Box zur Verfügung. Dank dem unterlegten Echtzeit-Linux-Betriebssystem mit dem dazugehörigen Ökosystem eröffnen sich bezüglich Netzwerkfähigkeit neue Möglichkeiten für ein smartes Embedded-System. Sei es ein schlanker DHCP-Client der Busybox, das Installieren eines Apache-Webservers mit dem Paketmanager „opkg“ oder die Regelungen von Zugriffsrechten über die Secure Shell „SSH“.

Die Netzwerkfunktionalität von Linux ist nahezu grenzenlos und steht damit in Labview eins zu eins zur Verfügung. Ebenfalls zentrale Punkte sind etwa ein „live“-Firmware-Update über das Netz oder die Nutzung von Webservices (Bild 2).

Timing und Echtzeitsynchronisierung

Vor allem im Netzwerk smarter Embedded-Systeme sind Timing und Echtzeitsynchronisierung die Herausforderung Nummer Eins (Bild 3). Beide sind bei Labview integraler Bestandteil der Sprache, weil diese schon immer Hand in Hand mit Mess-, Steuer- und Regeltechnik-Hardware ging. Multitasking und Multicore mit stufenlosen Timings vom [ms]- bis in den [ns]-Bereich lässt sich damit intuitiv und zügig programmieren. Das unterlegte Linux-Betriebssystem liefert weitere timing-orientierte Funktionen wie repetitive Tasks (cron) oder zeitunkritische Worktasks (CFS) vom [s]- bis [ms]-Bereich. Bei zeitkritischeren Tasks mit

PEAK: folgt
mm x mm

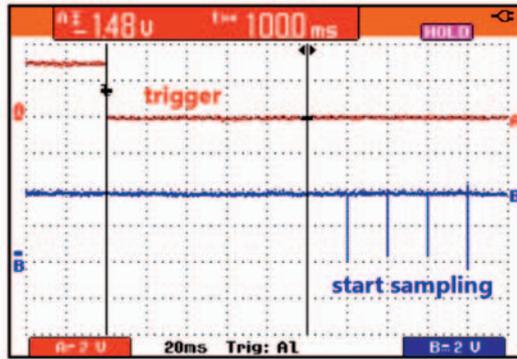


Bild 3: Bei einem synchronisierten Messnetzwerk für Gas-Pipelines in der norwegischen Tiefsee (links) löst ein Trigger (rechts, rot) die Datenerfassung (blau) exakt 100 ms später aus. Die zeitliche Abweichung zwischen den Knoten dürfte maximal 2,5 ms betragen.

gefordertem Jitter zwischen 10 bis 100 μ s kommt der „PREEMPT_RT“-Patch vom Linux-Kernel ins Spiel. Harte Echtzeit im einstelligen [μ s]-Bereich geschieht auf Betriebssystem- oder Treiberbene und für [ns] wird der FPGA genutzt.

Labview auf eigener Hardware

Derzeit stehen drei Gruppen von Embedded-Boardlevel-Hardware zur Verfügung, die Labview-Support bieten und sich im Netzwerk beliebig kombinieren lassen (Bild 4):

- Singleboard-Computer (Bild 4 rechts) mit CPU-Leistungsklassen vom 500-MHz-Fixed-Point-DSP bis zum Dual-Core-ARM9 mit Floating-Point-Unit und FPGA. In Formfaktoren vom Hut-schienen- über PC-104- bis zum Europaformat. Mit skalierbarer Funktionalität, ob Analog- und Digital-I/O, PWM, Counter, Encoder und Ethernet/Wireless/WLAN, RFID, GSM/GPRS, GPS, Zigbee bis zum Color-TFT mit CAP-/Multi-Touch. Der Vorteil von SBCs liegt auf der Hand: sie sind Off-the-Shelf betriebsbereit. Nur noch Sensoren, Aktoren und Kommunikationskabel anschließen, mit dem PC verbinden, die Entwicklungsumgebung Labview starten und die Embedded-Applikationsentwicklung kann ohne weitere Vorarbeit am ersten Tag beginnen.
- Einsteckmodule (Bild 4 links) umfassen Coremodule im Briefmarkenformat, CoMs (Computer on Modules) und SoMs (System on Modules) im Scheckkartenformat. Im Vergleich zu SBCs zeigen sich die Einsteckmodule beim Anbinden von kundenspezifischen Hardwarebausteinen flexibler. Aber es muss zwingend immer Hardware in Form eines Baseboards entwickelt werden. Dieser Aufwand ist bei Coremodulen groß, bei SoMs mittel und

bei CoMs klein. Der Mix aus Off-the-Shelf-Komponente mit kundenspezifischem Baseboard ist eine gute Kompromisslösung aus SBC und Komplett-Hardware, denn die Komplexität des Baseboards ist gering und abgekündigte Bauteile rund um den Prozessor werden durch den Hersteller des Einsteckmoduls nach Form/Fit/Function kostenlos ersetzt.

- Komplett-Hardware ist integrierte Mikrocontroller-Hardware mit individuellem Prozess-I/O, bei der das Einsteckmodul mit dem Baseboard „verheiratet“ wird. Sie kann bei einem beliebigen EMS (Electronic Manufacturing Service) in Lizenz bestückt werden und eignet sich damit für mittlere bis große Stückzahlen. Dem Vorteil wirtschaftlicher Stückpreise steht der Nachteil von Entwicklungs- und Initialkosten gegenüber und die Abkündigung eines Bausteins hat ein Redesign zur Konsequenz.

Singleboard-Computer und Einsteckmodule von National Instruments und dem NI-Allianzpartner Schmid Elektronik mit „Electronic-Design-Specialty“-Zertifikat ergänzen sich nahtlos in Leistung, Formfaktor, Funktion und Preis. Kundenspezifische Baseboards und Komplett-Hardware mit Labview-Support liefert Schmid Elektronik als Entwicklungsservice.

Mobiles Wireless-Netzwerk am Auto

Drahtlose Echtzeitkommunikation war der Dreh- und Angelpunkt eines telemetrischen, mobilen Messnetzwerks für die dynamische Reifenanalyse (Bild 5). In dezentralen, batteriebetriebenen Messknoten direkt an jeder Radnabe wird die Drehzahl erfasst, über Funk an eine lokal installierte Blackbox gesendet, dort auf einem Touchdisplay visualisiert, auf SD-Card abgespei-

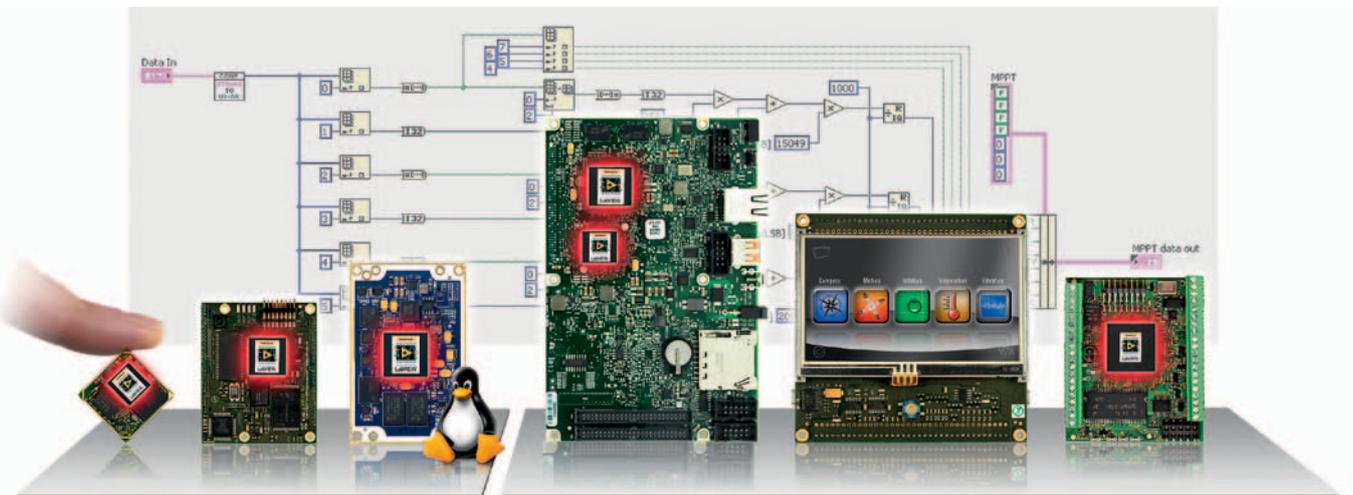


Bild 4: Labview auf Einsteckmodulen für individuelle Baseboards (links) mit Coremodul, CoM und SoM sowie fertigen Singleboard-Computern (rechts) vom Europa- über das PC104- bis zum Hut-schienenformat.



Bild 5: Batteriebetriebene Rotationssensoren sind in jeder Radnabe montiert und übertragen die Raddrehzahlen drahtlos an ein Single-Board-RIO-NI-sbRIO-9636.

chert und in Echtzeit zu einem entfernten Empfänger (Tower) geleitet. Das „Gehirn“ der vier Messknoten ist eine Labview-Briefmarke (Bild 4 links). Die Blackbox wurde wegen des Bedarfs an hoher Rechenleistung mit dem Single-Board-RIO sbRIO-9636 realisiert (Bild 4 Mitte).

Gegenwärtig bestimmt zwar noch der Testfahrer als „Teil des Systems“ die Strategie. Es ist angedacht, diesen durch ein X-by-Wire-Steuerungssystem zu ersetzen, um in Regressionstests reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten: Nasshaftung von Reifen, Extrembeschleunigungen in Kurven beim Motorsport, Geschwindigkeitsverhalten von 600 PS Polizeiautos oder der Königsdisziplin blockierender Reifen beim Bremsen (ABS).

Dezentrales Regelnetzwerk im Zug

Bei den Schnellzügen in China läuft derzeit ein ehrgeiziges Projekt, um Sicherheit, Pünktlichkeit und Komfort des öffentlichen Verkehrs zu optimieren. Die Züge sollen flächendeckend mit Messintelligenz ausgestattet werden, die alle möglichen Daten erfasst, an einen Datenkonzentrator schickt, der sie drahtlos und in Echtzeit an einen zentralen Server weiterleitet. Dort überwa-

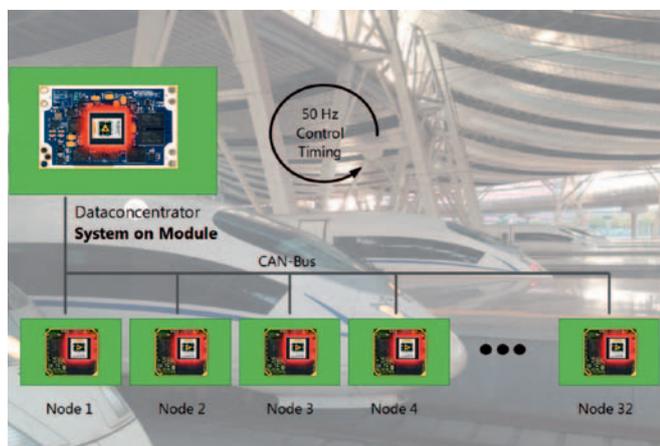


Bild 6: Ein Regelnetzwerk in einem chinesischen Hochgeschwindigkeitszug besteht aus 32 dezentralen Mess-/Regelknoten auf Labview-Briefmarken, die über CAN mit dem Master, einem SoM sbRIO-9651 von NI, in Echtzeit kommunizieren.

chen intelligente Algorithmen die Messkurven und melden, wenn ein Signal gefährlich wird. Vor diesem Hintergrund installiert ein chinesischer Bahnbetreiber ein dezentrales Regelnetzwerk im Zug, bei dem ein zentraler CAN-Master von 32 bis zu 256 Knoten mit lokalem PID-Controller in Echtzeit steuert (Bild 6). Im 50-Hz-Takt sendet der Master die individuellen PID-Koeffizienten an die Controllerknoten und erhält im selben Zeitraster deren Istwerte zurück. Der Master wurde mit dem neuen System-On-Module sbRIO-9651 realisiert, die Knoten mit Labview-Briefmarkenrechnern auf individueller Hardware.

Dezentrales Strukturmonitoring an Gebäuden

Im kleinen Singapur ist Bauland begrenzt, deshalb werden ältere Gebäude abgerissen, um sie durch Hochhäuser zu ersetzen. Das Problem: Singapur ist auf Sand gebaut, also ist zu befürchten, dass sich die an Baustellen erzeugten Schwingungen zu angrenzenden Gebäuden ausbreiten und diese dadurch Schaden nehmen. Die Lösung ist ein über die ganze Stadt verteiltes Messnetzwerk (Bild 7). Es besteht aus autarken, batteriebetriebenen Messknoten, die an Gebäuden, Brücken und anderen kritischen Strukturen montiert werden und deren Lageveränderungen und Vibrationen messen. Die Daten werden über ein integriertes GSM/GPRS-Modem direkt per FTP an einen zentralen Server geschickt und dort in Echtzeit ausgewertet.

Hauptmerkmal der einzelnen Messknoten ist ein Low-Power-Batteriebetrieb. Je weniger Strom verbraucht wird, desto länger sind die Serviceintervalle zum Tausch der Batterien und umso niedriger die Wartungskosten. Derzeit liegt die maximale Betriebszeit dank den stromsparenden Labview-Scheckkartenrechnern bei drei Monaten. (ah) ■

Autor

Marco Schmid
von Schmid Elektronik AG.



all-electronics.de

infoDIREKT

600ei0215



Bild 7: Dezentrale, batteriebetriebene Messknoten mit Labview-Scheckkartenrechnern werden an Gebäuden, Brücken sowie an anderen kritischen Strukturen montiert (rot) und messen deren Vibrationen und Lageverschiebungen.