



Das Leitungsteam des Institute of Embedded Systems
von links nach rechts: Hans-Joachim Gelke, Hans Doran, Marcel Meli, Hans Weibel
und Thomas Müller (Institutsleiter)

Foto Johannes Heinzer

[Embedded Systems]

Wir alle brauchen sie, ohne es zu wissen!

Ob es um Fragen der Echtzeit-Kommunikation, der Synchronisation oder der Hochverfügbarkeit von Netzwerken geht: Am Institute of Embedded Systems wirkt ein anerkanntes Expertenteam, wenn es um Lösungen für energieeffiziente oder hochpräzise Netzwerke geht. Thomas Müller leitet das Institut seit 2003 erfolgreich.

ARMIN ZÜGER

Der Ausdruck «embedded» ist uns spätestens seit dem Irakkrieg 2003 geläufig. Die amerikanische Armee bezeichnete zivile Berichterstatter, die einer kämpfenden Militäreinheit zugewiesen wurden, als «embedded journalists», zu Deutsch «eingebettete Journalisten». «Dennoch», schmunzelt Thomas Müller, der Leiter des Institute of Embedded Systems InES, «wissen wohl die wenigsten Leserinnen und Leser, was mit «Embedded Systems (ES)» gemeint ist, und wo sie zu finden sind.» Dies ist paradox, weil «Embedded Computing» unsern Alltag mittlerweile überall prägt. Allerdings ohne dass wir dies wahrnehmen.

Embedded Systems sind omnipräsent

Kaum ein Gerät kommt heute ohne «eingebetteten Rechner» im Innern und entsprechende Software aus: Beispiele wie das Handy, ein Antiblockier-System bei Autobremesen, eine Raketensteuerung oder eine Waschmaschine zeigen, wie di-

vergent die Anwendungen sind. Überall geht es um Effizienzsteigerung, verbesserte Sicherheit, Energieoptimierung oder Komfort-erhöhung. Prozesse in Anlagen, Geräten oder Maschinen werden gesteuert, automatisch Daten erfasst und verarbeitet. Dabei werden hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Robustheit eines ES gestellt. Sie müssen in staubigen, korrosiven Umgebungen auch bei extrem hohen oder tiefen Temperaturen funktionieren. Und selbstverständlich verlangt der Markt heute immer kleinere und leistungsfähigere Komponenten zu den alten Preisen.

Embedded Systems sind zunehmend untereinander vernetzt

Ein Hauptthema bei ES ist ihre zunehmende Vernetzung. ES existieren seit den frühen 80-er Jahren, aber deren zunehmende Vernetzung ist neu. Das heisst Steuerungen stehen nicht mehr für sich allein, sondern geben Befehle nach unten und oben weiter. So ist etwa aus der einstigen Stereoanlage im Haus ein Medien-

zentrum geworden, das mit dem PC vernetzt ist, mit Internet-Anschluss, von wo Musik oder Filme runtergeladen werden. Auch ein Handy dient nicht mehr bloss zum Telefonieren. Es ist mit GPS verknüpft und steht in einem Netz, von dem es Befehle entgegennimmt und Informationen austauscht. Für das Funktionieren der Anwendungen ist die Kommunikation unter den verschiedenen Systemen unerlässlich. Bei dieser Basiskommunikation und vier Themen, die daraus hervorgehen, liegt das Hauptinteresse des InES.

Echtzeit-Kommunikation in Standardnetzen

Ein erstes Spezialgebiet des InES ist die Echtzeit-Kommunikation in Netzwerken. Standardnetzwerke, wie sie heute in Gebäuden verwendet werden, sind in der Regel nicht echtzeitfähig. Das heisst, der Benutzer hat keine Garantie, dass ein abgeschicktes Informationspaket tatsächlich auch sofort durchkommt. Je nach Netzbelastung können sich ganz unterschiedliche Verzöger-

Kalte Fusion

Das Institute of Embedded Systems InES ist 2003 aus dem Zusammenschluss der Zentren «Computertechnik» und «Kommunikationssysteme» entstanden und war seitdem erfolgreich in dieser Schnittdisziplin aktiv. Dank klarer Strategie und grossem persönlichen Einsatz aller Beteiligten hat es sich in kurzer Zeit zu einem der führenden Lösungsanbieter im Bereich der (technischen) Kommunikation entwickelt.

Neben Forschung und Entwicklung ist das InES auch in diversen Bachelorstudiengängen und im Masterstudiengang «Master of Science in Engineering» aktiv. Das InES ist verantwortlich für die Durchführung und permanente Aktualisierung von Unterrichts-Modulen sowie der benötigten Labors. Das Institut ist als «Master Research Unit» für die Betreuung seiner Master-Studierenden direkt zuständig.

Das Institute of Embedded Systems beschäftigt heute 45 Mitarbeitende: 25 wissenschaftliche Mitarbeiter und Assistenten mit Ingenieurausbildung, 10 Dozierende, 8 technische und administrative Mitarbeitende sowie 2 Lehrlinge. 1,9 Mio. Franken des Umsatzes 2009 stammten aus der Lehre und 2,8 Mio. aus F&E-Aktivitäten, wovon 1 Mio. Franken direkte Aufträge betraf und der Rest KTI-geförderte Projekte waren.

► www.ines.zhaw.ch

rungen ergeben. Will man über ein solches Netzwerk etwas Zeitkritisches bedienen, also etwa ein Bremssystem, so funktioniert dies nicht. Dazu braucht es eben Echtzeit-Kommunikation.

Hochpräzise Zeitsynchronisation über das Netz

Eine andere Aufgabe, die das InES sich gestellt hat, betrifft die Zeitsynchronisation in Netzwerken – und zwar ebenfalls in Paket orientierten Netzwerken mit all den oben erwähnten Unsicherheiten. Wenn an verschiedenen Stellen in einem Netz die Zeit gemessen wird und die Werte nachträglich zusammengebracht werden müssen, so funktioniert dies nur, wenn überall sehr genaue Uhren «ticken». «Das InES erreicht bei dieser Synchronisation von Uhren im Netz eine Genauigkeit von 10 Nanosekunden», erläutert Thomas Müller. Licht kommt in dieser Zeit gerade mal 3 Meter weit. Am InES hat man sich aber das Ziel gesteckt, auf eine Nanosekunde oder 30 Zentimeter herunter zu kommen. «Wir sind bei diesem Thema weltweit führend. Mit den Lösungen, die das Institut vertreibt, haben wir international einen sehr hohen Marktanteil», sagt Müller sichtlich stolz. Federführend bei der Zeitsynchronisation ist Hans Weibel,

Schwerpunkt- und stellvertretender Institutsleiter, der als Vice Chairman massgeblich zur Normierung beigetragen hat.

Angewendet wird die hochpräzise Zeitsynchronisation unter anderem in der Automatisierung. So müssen in Grossdruckereien die Druckrollen einer Rotationsdruckstrasse absolut präzise abgestimmt sein. Das Papier schiesst mit 100 km/h durch die Rollen hindurch, dennoch müssen die Walzen auf eine Millionstelsekunde abgeglichen sein, sonst wird die Ungenauigkeit im Druck bei Bildern sichtbar. «Das InES ist derzeit hundert Mal besser», lacht Müller, «aber dies ist ja kein Schaden!»

Auch im Handy-Telekom-Bereich ist eine hohe Zeitgenauigkeit unerlässlich. Alle äusseren Basisstationen im Handy-Netz müssen wissen, wann sie senden und wann empfangen dürfen. Sie müssen also absolut synchron getaktet sein. Ebenso in Messreihen beim Testen des neuen Boeing Dreamliner B787 war hochpräzise Zeitsynchronisation gefragt. Kurz, die Anwendungen sind unzählig.

Netzwerke, die absolut zuverlässig funktionieren müssen

Ein drittes Thema, dem sich das InES speziell widmet, ist die Hochverfügbarkeit von Netzwerken. Tech-



Kommunikationslösungen an der Grenze des technisch Machbaren und physikalisch Möglichen sind die Spezialität des InES. Im Bild ein Netzwerk vom PROFINET-Knoten in FPGA-Technologie, die am InES entwickelt wurden. Kürzeste Weiterleitungszeit der in Linientopologie vernetzten Knoten erlauben hohe Zyklusraten selbst mit einem Standard Controller. Dank hochgenauer Synchronisation können die Wechselrichter eines Windkraftwerks direkt angesteuert werden, was die bisherigen, aufwändigen Speziallösungen erübrigt.

nische Geräte können bekanntlich alle einmal ausfallen. In Netzwerken bedeutet dies einen Unterbruch. Solche Einzelausfälle können heute in den meisten Netzen im wahrsten Sinne des Wortes umgangen werden. Dadurch entsteht allerdings ein kurzer Unterbruch von vielleicht einer halben Sekunde, bis eine Alternativroute um das ausgefallene Gerät geschaltet ist. Am InES werden Lösungen entwickelt, bei der dies völlig stoss- und unterbruchsfrei passiert. Es wird permanent auf mehreren Wegen im Netzwerk übertragen und bei einer Störung einfach jenes Telegramm gewählt, das ankommt. Dennoch muss man wissen, wo der Unterbruch passierte. Sonst kann der Schaden nicht behoben werden, und weitere Ausfälle hätten schliesslich doch einen Unterbruch zur Folge.

«Wireless», das vierte Spezialgebiet

Beim Thema «Wireless» geht es um Funktechnik in der Kommunikation. Das InES beschäftigt sich hier mit zwei «ultra»-Spezialitäten, einerseits mit «ultra wide band» und andererseits «ultra low energy».

Bei der breitbandigen Übertragungstechnik können Bilder unkomprimiert übertragen werden. Dies hat den grossen Vorteil, dass keine Bildverzögerungen entstehen. So ist es beispielsweise einem Chirurgen möglich, minimalinvasiv direkt am Bildschirm zu operieren. Bei der komprimierten Bildübertragung hingegen werden Daten zuerst gesammelt und anschliessend komprimiert. Dies braucht Zeit und der Prozess verursacht eine Zeitverzögerung von vielleicht einer halben Sekunde. Beim Betrachten eines Spielfilms spielt eine solche Differenz überhaupt keine Rolle, aber der Chirurg darf bei einer heiklen Operation nicht

plötzlich eine halbe Sekunde lang zu weit schneiden. Dies könnte fatale Folgen haben.

Mit der «low energy»-Technologie möchte man geringe Informationsmengen möglichst energiearm übertragen. Das Drücken eines Schaltknopfes soll beispielsweise bereits genügen, um ein Telegramm abzuschicken. So können Fernbedienungen ohne Batterien hergestellt werden. Am InES existieren bereits Lösungen, wo man aus der mechanischen Bewegung, aus Temperaturdifferenzen oder aus Licht genügend Energie zurückgewinnen kann, um mit Standardtelegrammen etwa Lichtschalter ein- und auszuschalten.

«Wir haben gute Kontakte zur Industrie bezüglich anderer Anwendungen», sagt Müller. «Ich kann im Moment aber nicht mehr verraten!» In allen Fällen geht es aber darum, mit möglichst wenig Energie solche Funktechnik zu betreiben.

Wie kommt das InES zu seinem Know-how?

«Einerseits versucht das InES mit jenen Firmen in Projekten zusammen zu arbeiten, die als Technologietreiber auf ihren Spezialgebieten gelten. Andererseits investieren Angehörige des InES viel Fronarbeit in die Mitarbeit bei Standard- und Normierungsgremien», erklärt Thomas Müller. «Diese Vorarbeit ist äusserst wichtig. Man geht an Konferenzen, zu Industriepartnern und bringt von dort Themen heim, die man zu lösen versucht.»

Eine breit abgestützte Leitung mit vier Schwerpunktleitern und das gezielte Übertragen von Verantwortung an alle gehört zu den Führungsgrundsätzen des Institutsleiters. Diese Prinzipien sind mitverantwortlich für den Erfolg und den guten Teamgeist am InES. ■



Discover a career perspective with a future.

At SR Technics, we make sure our customer airlines have airworthy aircraft ready and available to fly. From maintenance, repair and overhaul to engineering, inventory management and logistics. We are one of the world's leading independent civil aviation maintenance companies and a key factor in the success of many airlines around the globe. We need spirited, ambitious and outgoing people to help us maintain our famous quality standards and grow our business. To bring your skills and motivation to the team, visit www.srtechnics.com.

SR Technics 