## Neue Wege in der Signalverarbeitung für eingebettete Systeme. Das Zentrum für Angewandte Forschung "MERSES"

## Thomas Greiner, Hochschule Pforzheim

Ein weiteres im Rahmen der Zukunftsoffensive IV gefördertes "Zentren für Angewandte Forschung an Fachhochschulen" (ZAFH) ist das ZAFH "MERSES - Modellgestützte Entwurfs- und Realisierungsmuster für signalverarbeitende eingebettete Systeme", das unter Federführung der Hochschule Pforzheim durchgeführt werden wird. Beteiligt sind außerdem die Hochschulen Mannheim, Karlsruhe, Heilbronn und Albstadt-Sigmaringen sowie die Universitäten Tübingen und Karlsruhe. Der Förderzeitraum erstreckt sich auch bei diesem Zentrum zunächst auf 3 Jahre.

Das Zentrum MERSES beschäftigt sich mit "Eingebetteten Systemen" (Embedded Systems), einem hochaktuellen Forschungsgebiet. Der Begriff der "Eingebetteten Systeme" bezeichnet Rechnersysteme, die wiederum in größere Systeme integriert sind. Sie sind aus unserer heutigen, technisierten Welt nicht mehr wegzudenken und übernehmen für den Anwender weitgehend unsichtbar eine Vielzahl von Steuerungs- und Überwachungsfunktionen. Eingesetzt werden sie in Waschmaschinen ebenso wie z.B. in Handys oder GPS-Geräten, Kraftfahrzeugen oder Herzschrittmachern. Daraus ergeben sich völlig unterschiedliche Anforderungen, sowohl im industriellen Umfeld (z.B. Maschinen- und Anlagenbau, Medizintechnik, Kommunikationstechnologie) als auch im Consumerbereich (z.B. Unterhaltungselektronik). "Eingebettete Systeme" stellen einen wichtigen Innovations- und Erfolgsfaktor für deutsche Unternehmen dar - mit einem enormen Marktpotenzial. Dies belegen auch aktuelle Studien von BITKOM und Roland Berger.

Grundsätzlich kann die mit einem eingebetteten System zu erfüllende Aufgabenstellung mit den unterschiedlichsten Hardware- und Software-Plattformen realisiert werden. Es gilt, die für das zu entwickelnde Gesamtsystem geeignetsten Plattformen zu identifizieren: Hierzu müssen eine Vielzahl von (Auswahl-) Entscheidungen im zunehmend komplexeren Entwicklungsprozess getroffen werden. Insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) ist es in der Regel schwierig, hier einen aktuellen Überblick zu bewahren und optimierte Entscheidungen in Hinblick auf den gesamten Produktlebenszyklus treffen zu können. Um KMUs dennoch eine Beteiligung an den sich permanent weiterentwickelnden technologischen Fortschritten zu sichern und deren innovative technologische Potenziale auszuschöpfen sollen die Forschungsergebnisse die KMU in die Lage versetzen, zielsicher und zügig die notwendigen Entwurfsentschei-



Abb. 1: Gruppenfoto mit einem Teil der ZAFH-Mitglieder bei einem ersten Projekttreffen (v.l.n.r.) Dipl.-Ing.(FH) M. Jüttner, Dipl.-Ing.(FH) M. Holzer, M. Sc. Z. Daw, Prof. J. Wrede, Prof. Dr. T. Häberlein, cand. Ing.(FH) M. Brettschneider, Prof. Dr. T. Leize, Prof. Dr. M. Vetter, Prof. Dr. K. Blankenbach, Prof. Dr. Th. Greiner, Prof. Dr. F. Quint, Prof. Dr. F. Kesel.

dungen zu treffen. KMUs sollen somit schneller und effizienter an der dynamischen technologischen Entwicklung dieser wichtigen, aber sehr komplexen Innovationsfaktoren teilhaben können.

Bei genauer Analyse etablierter Verfahren zum Systementwurf stellt sich heraus, dass bisher die besonderen Aspekte der digitalen Signalverarbeitung stark vernachlässigt wurden. Solche signalverarbeitenden eingebetteten Systeme gewinnen jedoch rasant an Bedeutung. Verfahren der digitalen Signalverarbeitung stellen zukünftig einen wesentlichen Teil der Systemfunktionalität dar - man denke z. B. an GPS-Systeme oder Fahrerassistenzsysteme im Kfz. Bei bisherigen Entwurfsverfahren wurde die Signalverarbeitung nicht integrativ in den Entwurfsprozess einbezogen, sondern wurde zusätzlich eingebunden. Entsprechend entstehen keine ganzheitlichen Systementwürfe und die bisherigen Systementwürfe besitzen Optimierungspotenzial. Es fehlt daher eine systematische Vorgehensweise, die sich über alle Stufen des Entwurfs- und Realisierungsprozesses signalverarbeitender eingebetteter Systeme erstreckt, beginnend bei einer genauen Anforderungsanalyse über einen integrativen Systementwurf bis zur abgestimmten Systemrealisierung. Zum Systementwurf signalverarbeitender eingebetteter Systeme wird eine ganzheitliche Sichtweise notwendig. In jedem Schritt des Entwurfsprozesses

müssen die drei Aspekte Hardware, Software und Signalverarbeitung betrachtet und integriert werden.

Bild 2 zeigt die grundsätzliche Struktur eines GPS-gestützten Navigationssystems. Gut zu erkennen ist die Trennung in unterschiedliche Funktionsblöcke. An diesem Beispiel wird deutlich, dass die digitale Signalverarbeitung eine wesentliche Rolle bei der Erfüllung der Systemfunktionalität übernimmt, GPS. Audio CODEC, Displaybildaufbereitung etc. stellen wesentliche Eigenschaften dar, ohne welche das System seinen Verwendungszweck nicht erfüllen könnte. Entsprechend muss frühzeitig die Signalverabeitungsfunktionalität beim Systementwurf berücksichtigt werden. Weiterhin werden auch die unterschiedlichen Entwurfsvarianten deutlich. Die Kern-Funktionalität kann mit einem Signalprozessor (DSP) oder einem Universalprozessor (CPU) realisiert werden. Weitere Systemkomponenten wie Display-Controller, Abfrage des Tastenfeldes sowie Audio CODEC können durch zusätzliche Bausteine oder aber auch durch den DSP bzw. die CPU umgesetzt werden. Ein alternativer Systementwurf könnte für das gesamte System einen FPGA (Field Programmable Gate Array) mit integrierter Analogelektronik vorsehen.

Mittels eines modellgestützten Entwurfs lässt sich die Komplexität solcher Systeme besser handhaben. Hierzu

horizonte 32 / Juli 2008 - 13 -

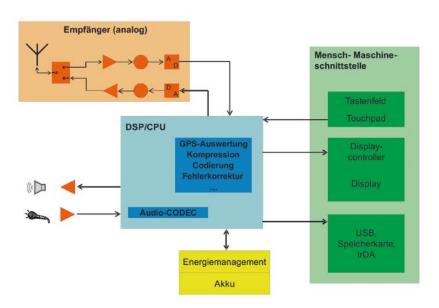


Abb. 2: Systemstruktur eines GPS-gestützten Navigationssystems

werden im Rahmen des Zentrums für Angewandte Forschung Methoden des Systems Engineerings, d. h. der ganzheitlichen Betrachtung des eingebetteten Systems und dessen Umgebung, berücksichtigt. Der Grundgedanke liegt darin, auf einem hohen Abstraktionsniveau die grundsätzliche Aufgabenstellung weitgehend plattform- und betriebssystemunabhängig zu lösen und erst in den nachfolgenden Entwurfsschritten die Systemauswahl zu präzisieren. Ein wesentlicher Vorteil liegt in der formalisierten modellgestützten Beschreibung, die auch eine automatisierte Codegenerierung erlaubt. Zur Modellierung wird die Unified Modeling Language (UML) eingesetzt. Dabei werden auch die Anforderungen, die sich aus dem gesamten Produktlebenszyklus ergeben, in die Systemspezifikation mit eingebracht. Die Systemmodellierung geschieht typischerweise mit der System Modeling Language (Sys-ML), einer Erweiterung von UML. Sys-ML wurde von der Object Management Group (OMG) in Zusammenarbeit mit dem International Council on Systems Engineering (INCOSE) und der Systems Engineering Domain Special Interest Group (SE DSIG) geschaffen, um eine standardisierte Erweiterung der UML als Modellierungssprache der Disziplin Systems Engineering zu entwickeln.

Eine weitere Verbesserung des Entwurfsvorganges kann durch den Einsatz von Mustern erfolgen. Bei Mustern handelt es sich um verallgemeinerte Lösungen häufig vorkommender Aufgabenstellungen. Die ursprüngliche Verwendung von Mustern stammt hierbei aus der Architektur. Typischerweise wird zwischen Mustern unterschiedlichen Abstraktionsniveaus unterschieden: Modellierungsmuster, Architekturmuster, Entwurfsmuster und Realisierungsmuster. Der Einsatz von Mustern führt zu wesentlichen Vereinfachungen beim Systementwurf. Durch den Rückgriff auf ausgearbeitete, systematisierte Lösungen können Systeme sicherer und effizienter entworfen und realisiert werden. Dies führt zu geringeren Entwicklungs- und Servicekosten. Die Wiederverwendbarkeit von Lösungen wird erhöht.

Bisher gibt es auch kein Vorgehensmodell zum ganzheitlichen Entwurf und der Realisierung signalverarbeitender eingebetteter Systeme. Vorgehensmodelle erlauben den systematischen Entwurf komplexer Systeme durch eine Abfolge aufeinander abgestimmter Entwurfs- und Prüfschritte. Typische Vertreter von Vorgehensmodellen sind das Wasserfallmodell, das Spiralmodell und das V-Modell. Entsprechend müssen Vorgehensmodelle zum Entwurf signalverarbeitender eingebetteter Systeme adaptiert und erweitert werden.

Zusammengefasst befasst sich das ZAFH-MERSES mit den folgenden Aufgabenstellungen:

- Anforderungsanalyse (Requirements Engineering) signalverarbeiteter eingebetteter Systeme verbunden mit einer ganzheitlichen Modellierung mit Methoden des Systems Engineerings
- Modellierung der durch die Signalverarbeitung bedingten datenflussorientierten Erweiterungen signalverarbeiteter eingebetteter Systeme
- Reduktion der Entwurfskomplexität durch Ausarbeitung ausgewählter Architektur- und Entwurfsmuster für zu-

- kunftsträchtige Aufgabenstellungen signalverarbeitender eingebetteter Systeme
- Automatisierte modellgestützte Codegenerierung und Erkennen von deren Grenzen für signalverarbeitende eingebettete Systeme
- Ausarbeitung von domänenspezifischen Realisierungsmustern
- Bewertung der ausgearbeiteten Architektur-, Entwurfs- und Realisierungsmuster mit technischen und ökonomischen Kennzahlen
- Ausarbeitung eines Vorgehensmodells zum mustergestützten Entwurf signalverarbeitender eingebetteter Systeme
- Transfer des Know-hows zu kleinen und mittelständischen Unternehmen

Mittlerweile hat das Zentrum seine Arbeit aufgenommen und mit der ersten Aufgaben gemäß Projektplan begonnen.

## Kontakt

Prof. Dr. Thomas Greiner, Hochschule Pforzheim, Tiefenbronner Str. 65, 75175 Pforzheim; thomas.greiner@hspforzheim.de

- 14 - horizonte 32/ Juli 2008