



Wie in einer Kiwi gibt es auch in Multi-Core-Architekturen viele Kerne, die einzelnen Ausführungseinheiten einer CPU



SPES 2020

Software Plattform Embedded Systems 2020

Heute befinden sich eingebettete Systeme in nahezu allen technischen Geräten. Sie sorgen dafür, dass Flugzeuge sicher starten und landen und unterstützen uns beim Einparken des Autos. Sie steuern komplizierte Anlagen und Maschinen. Sie lassen künstliche Herzen zuverlässig schlagen und überwachen die Vitalfunktionen von schwerkranken Patienten. Eingebettete Systeme sind Kleinstcomputer, die – von außen meist unsichtbar – ein System steuern, regeln und überwachen. Die Software spielt dabei die entscheidende Rolle. Sie bestimmt die Funktionalität des Systems. Ziel der Innovationsallianz SPES 2020 ist die Konzeption und Erprobung einer durchgängigen, leistungsfähigen Methodik zur modellbasierten Entwicklung von eingebetteten Systemen, beginnend bei den Kundenanforderungen über den Entwurf und die Implementierung bis hin zur Verifikation und Zertifizierung. Eingebettete Systeme werden zunehmend

leistungsstärker, vernetzter und damit auch komplexer. Ein Ziel des Projektes ist, die Prinzipien solcher Systeme unabhängig vom jeweiligen Anwendungsbereich zu beherrschen. Dafür werden neue Vernetzungs-, Hardware- und Softwarearchitekturen erforscht sowie Methoden des Software- und System-Engineering weiterentwickelt. Die Ergebnisse werden in den fünf Anwendungsbereichen Luftfahrt, Automatisierungs- und Produktionstechnik, Medizin, Automobil und Energie erprobt. Die Forscher des Fraunhofer FIRST leiten den Schwerpunkt »parallele Echtzeit« für die Anwendungsbereiche Medizintechnik und Avionik.

Parallele Echtzeit

Die meisten eingebetteten Systeme lösen Aufgaben, die zeitlichen Beschränkungen unterliegen. Das reicht von der angemessenen Reaktionszeit auf eine Benutzereingabe bis hin zur sicherheitskritischen Echtzeitanforderung, wie beim Takt einer Blutpumpe. Um die Echtzeitfähigkeit eines Systems sicher zu stellen, benötigen

die Entwickler Informationen über die Laufzeit der beteiligten Prozesse sowie über die Konkurrenz der Ressourcen, wie Prozessorzeit, Energie oder Speicher, auf den Rechnerknoten. Für sequentielle Anwendungen, in der eine Arbeit nach der anderen abgearbeitet wird, kann die Echtzeitfähigkeit gewährleistet werden, weil die Zeitlichkeit determiniert ist. Allerdings werden sich in Zukunft immer mehr Multi-Core-Architekturen durchsetzen, da sie eine höhere Rechenleistung bei einem reduzierten Energieverbrauch bieten und ein paralleles Abarbeiten der Aufgaben ermöglichen. Dafür muss die Software angepasst werden. Sie muss zum einen das parallele Arbeiten unterstützen, zum anderen können Funktionalitäten aufgrund der höheren Rechenleistung statt durch Spezialhardware immer mehr in Software realisiert werden. Das erfordert neue Programmiermodelle und -werkzeuge insbesondere für die Modellierung des Echtzeitverhaltens von Multi-Core-Systemen. Diesem Thema widmen sich die Forscher des Fraunhofer FIRST im Projekt SPES.

Im Projekt SPES 2020 wird eine durchgängige Methodik zur modellbasierten Entwicklung von eingebetteten Systemen entwickelt, die unter anderem für Medizintechnik erprobt wird



Scheduling in Multi-Core-Architekturen

Gerade in sicherheitskritischen Bereichen sind die einzelnen Arbeitsschritte der Steuergeräte genau festgelegt und wiederholen sich kontinuierlich. Der Scheduler ist Teil des Betriebssystems und regelt, welche Aufgabe zu welchem Zeitpunkt Prozessorzeit zugewiesen bekommt. Dabei müssen sehr viele Variationsmöglichkeiten und Randbedingungen – Constraints – beachtet werden, wie die Reihenfolge von Arbeitsschritten und die optimale Auslastung der Prozessoren. Bei sequentiellen Architekturen ist die Zeitlichkeit klar festgelegt, ein Arbeitspaket wird nach dem anderen abgearbeitet. Bei Multi-Core-Architekturen, bei denen Arbeitsschritte parallel ausgeführt werden, ist die Zeitlichkeit nicht determiniert. Das Zusammenspiel ist wesentlich komplexer und das Zustandekommen des Ergebnisses unklarer. Die Forscher am Fraunhofer FIRST entwickeln Methoden, die die Arbeitsschritte systematisieren. Sie erstellen dafür ein Planungstool, das zu vorgegebenen Systemanforderungen passende Schedules erzeugt. Damit können auch harte Echtzeiteigenschaften in Multi-Core-Architekturen gewährleistet werden. Als Technologie werden dabei Methoden der constraint-basierten Programmierung angewandt. Hierfür ist es notwendig, dass der Scheduler Teil der Anwendungssoftware wird, um dort die einzelnen Arbeitsschritte näher spezifizieren und am Ende des Prozesses synchronisieren zu können. Im Projekt erprobt Fraunhofer FIRST die neuen Technologien vor allem im Bereich der Luft- und Raumfahrt.

Beratung bei Migration und Zertifizierung

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, ihre Systeme auf eine Multi-Core-Architektur zu migrieren. Fraunhofer FIRST erforscht in dem Projekt Modelle und Methoden, um Kunden beim Umstellungsprozess beratend zur Seite zu stehen. Fraunhofer FIRST unterstützt Firmen ebenfalls beim Zertifizierungsprozess. Modellbasierte Softwareentwicklung erleichtert den Zertifizierungsprozess, bei dem ein hohes Niveau an Dokumentation wichtig ist. Die Modelle können als standardisierte Dokumentation für Zulassungsunterlagen genutzt werden. Im Projekt erstellen die Forscher ein Framework zur werkzeuggestützten Dokumentation auf Grundlage bestehender Zertifizierungsvorschriften und entwickeln neue Methoden zur Vorhersage des Zeit-, Fehler- und Schedulingverhaltens eines Gesamtsystems, das entscheidend für den Zulassungserfolg ist. Ziel ist die Reduktion des Qualitätssicherungs- und Zulassungsaufwandes durch geeignete Verfahren in der Modellierungsphase. Im Projekt werden die neuen Entwicklungen vor allem mit Partnern aus der Medizin angewendet.

Förderung

Das Verbundprojekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als strategisches Fördervorhaben auf dem Gebiet der eingebetteten Systeme ins Leben gerufen. Von November 2008 bis

Oktober 2011 stehen insgesamt rund 22 Millionen Euro an Fördermitteln im Rahmen des Programms IKT 2020 zur Verfügung.

Projektpartner

In dem umfangreichen, strategischen Verbundvorhaben schließen sich Fachexperten aus derzeit fünf Hochschulen, drei Forschungsinstituten und 15 Industrieunternehmen zusammen. Darunter befinden sich auch Branchenriesen wie die Siemens AG, die Robert Bosch GmbH oder der Luft- und Raumfahrtkonzern EADS. Geleitet wird das Projekt von der Technischen Universität München.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Holger Schlingloff
Forschungsleiter
Eingebettete Systeme (EST)

Telefon +49 30 6392-1907
Telefax +49 30 6392-1805
holger.schlingloff@first.fraunhofer.de

Kekuléstr. 7
12489 Berlin

Weitere Informationen:
www.first.fraunhofer.de/spes2020
<http://spes2020.informatik.tu-muenchen.de>

