

Jan Richling

richling@informatik.hu-berlin.de

Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik

13. Januar 2000

Das Design eingebetteter Systeme ist sehr eng mit der jeweiligen Anwendungsdomäne und konkreten Anforderungen der speziellen Anwendung verbunden. Aus diesem Grunde werden Konzepte wie beispielsweise Objektorientierung und Wiederverwendbarkeit, die in anderen Bereichen der Software-Entwicklung Stand der Forschung sind, nur sehr wenig eingesetzt. Eingeschränkte Ressourcen und insbesondere oft vorhandene strenge zeitliche Anforderungen eingebetteter Systeme erschweren den Einsatz solcher Technologien.

Auf der anderen Seite sind die Entwicklungskosten bei eingebetteten Systemen vor allem dann sehr hoch, wenn zeitliche Anforderungen garantiert werden müssen und solche Garantien beispielsweise gegenüber unabhängigen Zertifizierungsinstanzen bewiesen werden müssen. An dieser Stelle ist insbesondere die Benutzung von „Standardbausteinen“, sogenannten Komponenten, und deren Wiederverwendung von großer Wichtigkeit und praktischer Relevanz, da der Aufwand für Test, Verifizierung und Zertifizierung erheblich gesenkt werden kann.

Ein aktuelles Forschungsgebiet, das sich mit der Übertragung solcher Konzepte aus der Welt der offenen Systeme auf verteilte (und eingebettete) Echtzeitsysteme beschäftigt, ist die Untersuchung der „Komponierbarkeit“ solcher Systeme und die Entwicklung von Architekturen, die „Komponierbarkeit“ unterstützen. Das bedeutet an dieser Stelle, daß in einer solchen Architektur Eigenschaften, die auf der Ebene einer Komponente gegeben sind (beispielsweise ein garantiertes zeitliches Verhalten), durch die Systemkomposition nicht verändert werden und im System ebenfalls gültig sind.

Gegenstand dieser Arbeit ist die Diskussion von Ansätzen zu solchen Architekturen, wobei im Schwerpunkt *Message Scheduled System* (MSS) [2] und *Time Triggered Architecture* (TTA) [1] stehen. MSS ist eine am Institut für Informatik der Humboldt-Universität Berlin entwickelte Architektur, die davon ausgeht, daß die zeitlichen Aspekte des Systems nicht im Detail bekannt sind, sondern daß im voraus Ober- bzw. Untergrenzen bekannt sind — beispielsweise der minimale zeitliche Abstand zwischen zwei Ereignissen eines Typs, aber nicht die exakten Zeitpunkte solcher Ereignisse. MSS faßt Angaben dieser Art zu Parametern wie Auslastung von Knoten oder Kommunikationssystemen zusammen, und stellt Möglichkeiten vor, auf dieser Basis Komponenten zusammenzufügen, ohne bestehende zeitliche Garantien zu verletzen. Diese Parameter werden in Komponentenbeschreibungen zusammengefaßt, die Entscheidungen zur Componierbarkeit unterstützen. Die Komposition selbst — also das Hinzufügen oder Entfernen von Komponenten — ist zur Laufzeit des Systems auf der Grundlage solcher Beschreibungen möglich, ohne gültige zeitliche Garantien zu verletzen. MSS ist ein betriebssystemnahes System, das Einfluß auf das Scheduling sowohl auf Prozessorebene, als auch auf Netzwerkebene hat, um diese Art der Componierbarkeit zu realisieren.

TTA ist eine an der TU Wien entwickelte zeitgesteuerte Architektur, die es mit Hilfe des exakten Vorwissens über alle zeitlichen Aspekte des Systems ermöglicht, in der Planung freigelassene Zeitfenster auszunutzen und Komponenten so zusammensetzen, daß die zeitlichen Interaktionsmuster zusammenpassen. Sämtliche Schnittstellen sind im Zeitbereich exakt definiert und verändern sich damit bei der Systemintegration nicht, womit die Architektur komponierbar in Bezug auf das zeitliche Verhalten ist. Die exakte Kenntnis des zeitlichen Ablaufes ist allerdings auch ein Nachteil von TTA, der mit einer geringen Flexibilität erkauft wird.

Abgeschlossen wird die Arbeit mit vergleichenden Betrachtungen beider Ansätze, Konzepten zur Komponentenbeschreibung, Überlegungen zur Implementation von MSS auf Basis von LynxOS oder PURE, und der Vorstellung von Simulationsergebnissen.

Literatur

- [1] Hermann Kopetz. *Real-Time Systems — Design Principles for Distributed Embedded Applications*. Kluwer Academic Publishers, 101 Philip Drive, Assinippi Park, Norwell, Massachusetts 02061, 1997.
- [2] Jan Richling. *Komponierbare Echtzeitsysteme — Entwurfsmethode und Architektorentwurf*. Technical Report Informatik Bericht 127, Institut für Informatik, Humboldt-Universität, Berlin, Germany, Sep 1999.