

Der Einsatz hybrider Petri-Netze beim Entwurf eingebetteter Systeme für mechatronische Anwendungen

Wolfgang Fengler, Thorsten Hummel, Vesselka Duridanova

**Technische Universität Ilmenau
Institut für Theoretische und Technische Informatik
Fachgebiet Rechnerarchitekturen**

email: wfengler, thummel, vesselka@theoinf.tu-ilmenau.de

Komplexe eingebettete Systeme stellen durch das enge Zusammenwirken ihrer Hardware- und Softwarekomponenten hohe Anforderungen an den Entwurfsprozess. Enthalten diese Systeme außerdem Komponenten, die unterschiedlichen Zeit- und Signalvorstellungen entsprechen, spricht man von heterogenen oder hybriden Systemen.

Für die Spezifikation und Modellierung solcher Systeme kann man entweder die verschiedenen Teilkomponenten durch unterschiedliche Formalismen beschreiben, oder man verwendet ein einheitliches Beschreibungsmittel für die unterschiedlichen Signal- und Zeitvorstellungen.

Die hybriden Petri-Netze [2] sind ein solches Beschreibungsmittel. Sie basieren auf den von David und Alla eingeführten kontinuierlichen Petri-Netzen [1]. Der wesentliche Ansatz dabei ist, die Marken nicht ganzzahlig zu interpretieren, sondern in eine theoretisch unendlich kleine Menge von Markenbruchstücken zu zerlegen. Den kontinuierlichen Transitionen wird anstelle der Schaltzeit eine Feuergeschwindigkeit zugeordnet.

Bei der Betrachtung von Anwendungsbeispielen von hybriden Petri-Netzen fällt auf, dass sich diese Arbeiten im wesentlichen auf Anwendungsgebiete der Prozesskontrolle oder der Automatisierungstechnik konzentrieren. Anwendungsbeispiele aus dem Gebiet des Entwurfes eingebetteter hybrider Systeme fehlen völlig. Deshalb werden in diesem Beitrag an Hand eines konkreten Beispiels die Möglichkeiten des Einsatzes hybrider Petri-Netze aufgezeigt. Die dabei verwendete Netz-Klasse der hybriden dynamischen Netze (HDN) ist in [3] ausführlich beschrieben. Zur Modellierung und Simulation der HDN wird das objektorientierte Werkzeug „Visual Object Net ++“ verwendet. Mit diesem Werkzeug ist eine Modellierung hybrider Systeme unter objektorientierten Gesichtspunkten möglich.

Als Anwendungsbeispiel zur Untersuchung der Möglichkeiten von hybriden Petri-Netzen beim Entwurf eingebetteter hybrider Systeme wurde ein Mehrkoordinatenantrieb als ein komplexes mechatronisches System ausgewählt. Dieser Antrieb enthält ein sogenanntes Mehrkoordinatenmesssystem, welches sowohl kontinuierliche als auch diskrete Funktionen enthält. Dieses Messsystem wird komponentenweise hierarchisch modelliert. Dabei werden Komponenten mit gleicher Funktionalität in Klassen abstrahiert, diese in einer Klassenbibliothek abgelegt und bei der Modellierung entsprechend instanziiert. Die Hierarchiebildung ist über mehrere Ebenen möglich.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass mit der verwendeten hybriden Petri-Netz-Klasse und dem dazu gehörigen Modellierungs- und Simulationswerkzeug eine einheitliche Modellierung des untersuchten hybriden Systems möglich ist. Dabei erlaubt der objektorientierte Ansatz der verwendeten Netzklasse eine übersichtliche Modellierung auch komplexer Systeme.

Als zukünftige Aufgaben werden neben der Erweiterung und Vervollständigung des erstellten Modells vor allem die Einbindung dieses Modellierungsprozesses in den weiteren Entwurfsablauf gesehen. Dies kann durch die Überführung der grafischen Petri-Netz-Notation in eine Beschreibung mit einer Hardwarebeschreibungssprache wie z.B. VHDL-AMS geschehen.

[1] Alla, H., David, R.: Continuous Petri nets. Proceedings of the 8th European Workshop on Application and Theory of Petri nets, Saragossa, 1987.

[2] Alla, H., David, R., Le Bail, J.: Hybrid Petri nets. Proceedings of the European Control Conference, Grenoble, 1991.

[3] Drath, R.: Modellierung hybrider Systeme auf der Basis modifizierter Petri-Netze. Dissertation, TU Ilmenau, 1999.