

Modellbildung und Analyse eingebetteter Systeme für mechatronische Anwendungen mit höheren Petri-Netzen unter Verwendung verschiedener Erweiterungen

Wolfgang Fengler, Vesselka Duridanova

Technische Universität Ilmenau
Institut für Theoretische und Technische Informatik
Fachgebiet Rechnerarchitekturen
email: wfengler, vesselka@theoinf.tu-ilmenau.de

Das Ziel des Projektes "Entwurf eingebetteter paralleler Steuerungssysteme für integrierte multi-axiale Antriebssysteme" des Fachbereiches von Prof. Fengler ist es, eine durchgängige Entwurfsmethodik für mechatronische Anwendungen unter Berücksichtigung ihrer besonderen Eigenschaften (enge Verzahnung zwischen mechanischen und elektrischen Strukturen, Möglichkeiten der Ersetzung von mechanischen Funktionen durch elektrische Komponenten (Hardware) oder durch Softwaremodule, gemischtes diskret/kontinuierliches Umgebungs- und Steuerungsverhalten etc.) zu entwickeln (Folie 3). Die Entwurfsmethodik sollte alle Phasen des Entwurfsprozesses einbeziehen: vom Lastenheft über eine anwenderfreundliche formale Spezifikationsprache zu einer für diese Systeme adäquaten Modellierungs- und Simulationsmethode (Folie 4). Die Verwendung von formalen Analysemethoden in den unterschiedlichen Phasen des Entwurfprozesses sollte untersucht werden, um das Systemverhalten ganzheitlich und global zu erfassen und bei komplexen Systemen nicht überschaubare Konflikte und Fehler schon in recht frühen Phasen des Entwurfs zu lokalisieren (Folie 7).

In dem Vortrag "Der Einsatz hybrider Petri-Netze beim Entwurf eingebetteter Systeme für mechatronische Anwendungen" wurde über den Einsatz von hybriden Petri-Netzen bei der Modellierung und Simulation von gemischten diskret/kontinuierlichen Systemen am Beispiel eines Mehrkoordinatenmesssystems, das bei multi-axialen Antrieben und Lasersystemen Anwendung findet, berichtet. In diesem Vortrag werden die nebenläufigen Aktivitäten im Projekt vorgestellt. Sie umfassen die Erprobung der Message Sequence Charts (MSC), einem im Umfeld von Kommunikationssystemen wohl bekannten Spezifikationsformalismus für die Beschreibung der Systemstruktur von mechatronischen Anwendungen (Folie 5, 6). Die Überführung der MSC in den Formalismus der Intervall-Petri-Netze bietet die Möglichkeit zur Analyse und Überprüfung von Zeiteinschränkungen, die während der Spezifikationsphase, aber auch später festgelegt wurden. Die weitgehende Übereinstimmung in der semantischen Beschreibung von MSC und Intervall-Petri-Netzen (IPN) ermöglicht die automatische Überführung der MSC-Diagramme in IPN-Modelle und gestattet somit den Einsatz dieser formalen Methoden zur Validierung ohne tiefgründige Kenntnisse der Petri-Netz-Theorie seitens der Anwender (Folie 8, 9, 10).

Fast ein Jahr nach Projektbeginn nehmen unsere Vorstellungen über den Verlauf und die Projektfortsetzung allmählich Konturen an (Folie 11, 12). Die semantische Integration unterschiedlicher Beschreibungsmechanismen verbindet eine detaillierte, jedoch verständliche Darstellung (MSC) mit den Verifikationsmöglichkeiten einer mathematisch fundierten Analysemethode (Petri-Netze). Um eine weitgehende Durchgängigkeit während des gesamten Entwurfprozesses zu erreichen, ist es notwendig, neben Modul- bzw. Schnittstellenverfeinerungen, welche der MSC-Standard zur Zeit anbietet, auch eine Funktions- bzw. Eigenschaftsverfeinerung zu ermöglichen. So erreicht man eine Anbindung der Systemstruktur an das Systemverhalten, was die Voraussetzung für eine Umsetzung in eine Modellierungsmethode ist, die ein komplexes Verhalten im System mit der gewünschten Genauigkeit wiedergeben kann. Die automatische Überführung eines MSC, welches die

Struktur mit der Funktion verbindet, in den Formalismus der hybriden Petri-Netze würde den zeitaufwendigen Aufbau eines Modell von eingebettetem System und Umgebung unterstützen und zugleich Verifikationsmöglichkeiten für komplexe Regelungsalgorithmen, die diskretes und kontinuierliches Verhalten verbinden, anbieten. Die formalen Analysemethoden von hybriden Petri-Netzen sind ressourcen- und zeitaufwendig und somit in absehbarer Zeit praktisch nicht einsetzbar. Eine Reduktion des hybriden Petri-Netzes auf ein IPN, das äquivalent bezüglich ausgewählter Eigenschaften (insbesondere Zeiteinschränkungen) ist, würde eine formale Analyse mit vertretbarem Aufwand für diesen Eigenschaften ermöglichen (Folie 12).