

Generative Maßschneiderung von Betriebssystemen

Martin Becker, Lothar Baum, Lars Geyer, Georg Molter

{mbecker, lbaum, geyer, molter}@informatik.uni-kl.de

AG Systemsoftware

Universität Kaiserslautern

Die Entwicklung von Software im Bereich der eingebetteten Systeme unterscheidet sich maßgeblich von der in anderen Gebieten, da aufgrund der inhärent gegebenen Ressourcenknappheit der Einhaltung von nichtfunktionalen Anforderungen ein erheblich größerer Stellenwert zukommt. Dies äußert sich nicht zuletzt bei den eingesetzten Betriebssystemen, die häufig auf die konkreten Belange der Anwendung zugeschnitten werden müssen, um eine Realisierung des Systems bei gleichzeitiger Einhaltung strikter Vorgaben überhaupt erst zu ermöglichen. Neben den rein funktionalen Anforderungen spielen bei der Maßschneiderung insbesondere nichtfunktionale Aspekte wie Ressourcenbedarf, Fehlertoleranz und Gestaltung der Programmierschnittstelle eine maßgebliche Rolle.

Generell führen die jüngsten Bestrebungen zur effizienteren Nutzung von Wiederverwendung zu einem Richtungswechsel in der Softwareentwicklung. Neben dem Bereich der konventionellen Software wendet man sich zunehmend auch in der Domäne der eingebetteten Systeme Komponenten- und Produktlinienansätzen zu, durch die man versucht, der ingenieurmäßigen Entwicklung von Software einen Schritt näher zu kommen. Die herkömmlichen Entwicklungsmethoden müssen dabei grundlegend erneuert und auf die konsequente Identifikation, Separation und Integration von gemeinsamen und variablen Systembestandteilen ausgerichtet werden. Ein Paradigmenwechsel ist die Folge, dem sich die Betriebssystementwicklung nicht verschließen kann.

Mit der Entwicklung einer auf *Generischen Komponenten* basierenden Technologie zur teilautomatisierten Fertigung maßgeschneiderter Betriebssysteme versuchen wir diesen Rahmenbedingungen gerecht zu werden. Das Grundkonzept unseres Ansatzes bilden generische Softwarebausteine, deren Eigenschaften im begrenzten Umfang angepasst werden können, ohne dabei manuelle Veränderungen an ihrem Code vornehmen zu müssen. Die Maßschneiderung erfolgt über die Belegung von sogenannten generischen Parametern, den extern sichtbaren Stellschrauben der generischen Komponenten. Wir unterscheiden drei verschiedene Parametertypen: Während *Selektions-* und *Generierungsparameter* entsprechende Generatoren zur Durchführung der geforderten Anpassungen steuern, bieten überall dort, wo hochgradig individuelle Anpassungen erforderlich sind, *Codeparameter* den erforderlichen Freiraum für manuelle Maßschneiderung.

Der Einsatz von generischen Komponenten bei der Realisierung von Betriebssystemen ermöglicht hohe Maßschneiderbarkeit bei gleichzeitig hohem Wiederverwendungsgrad. Zusätzlich reduziert sich der Aufwand der Anpassung im Wesentlichen auf die Komponentenauswahl und die Belegung der bereitgestellten generischen Parameter. Im Falle der Selektions- und der Generierungsparameter können die implementierungstechnischen Eingriffe bei der Maßschneiderung durch die Bereitstellung entsprechender Generatoren vollständig verborgen werden – die Maßschneiderung von Betriebssystemen wird somit letztlich zur Konfigurationsaufgabe. Dieser generative Ansatz resultiert neben einer Ersparnis von Entwicklungszeit in einer Reduktion des erforderlichen Expertenwissens.

Ein inhärentes Problem von Komponentenansätzen ist dagegen die Konfigurationskomplexität. Deren Verringerung kann durch die Bereitstellung von Konfigurationswissen herbeigeführt werden. Dieses Wissen umfasst neben Einschränkungen der Kompositionsmöglichkeiten und Standardbelegungen beziehungsweise Abhängigkeiten der generischen Parameter auch Erfahrungswerte vorangegangener Maßschneiderungen und entsteht im Laufe der Entwicklung und der wiederholten Anwendung der generischen Komponenten. Zur Erfassung und Bereitstellung dieses Wissens wird in unserem Ansatz die Technik der *Erweiterten Design-Spaces* eingesetzt. Mit dieser intuitiven Methode zur semi-formalen Beschreibung von Design-Entscheidungen und –Erfahrungen lassen sich werkzeugunterstützt Komposition und Konfiguration vereinfachen; weiterhin bildet sie eine geeignete Schnittstelle für Analyserwerkzeuge zur Extraktion von Betriebssystemanforderungen aus bereits existierenden Anwendungsentwürfen.

Die unterstützende Einbeziehung des Konfigurationswissens in den Maßschneiderungsprozess von Betriebssystemen führt in Verbindung mit der Technik der generischen Komponenten zu einer weitreichenden Abstraktion von den konkret erforderlichen Anpassungsschritten. Nur in Fällen, in denen noch kein passender Generator verfügbar und ein Codeparameter zu belegen ist, muss mit dem erforderlichen Expertenwissen Betriebssystemfunktionalität manuell modifiziert beziehungsweise neu erstellt werden. Über den skizzierten Ansatz kommt man dem Ziel der Maßschneiderung von Betriebssystemen direkt durch Anwendungsentwickler ein Stück näher.