

On the Automated Design of Technical Systems

Zusammenfassung

Dem Design eines technischen Systems liegt zumeist eine nichttriviale Anzahl von Komponenten und Relationen zugrunde, schon allein deshalb ist dieser Prozess eine Herausforderung. Hinzu kommt, dass der Designprozess aus einer Reihe von unterschiedlichen Aufgaben bestehen kann, wie z.B. Analyse, Synthese und Optimierung; Design ist zudem nicht auf konstruktive Aufgaben beschränkt.

Im Kontext einer Designaufgabe können verschiedene Modelle eines Systems sowohl aus dem Blickwinkel der Struktur als auch aus dem des Verhaltens betrachtet werden. Moderne Designwerkzeuge fokussieren die Unterstützung auf die Formulierung und Verarbeitung von Verhaltensmodellen. Die Betonung dieser Aufgaben ist in der Tat angebracht wegen der zeitintensiven Natur von verhaltensbezogenen Aufgaben. Strukturbezogene Aufgaben können dagegen recht effizient von menschlichen Experten gelöst werden -- allerdings wird auch für diese Aufgaben wegen ihrer durch den technischen Fortschritt verursachten Komplexität irgendwann eine elektronische Unterstützung erforderlich sein. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die strukturellen Aspekte von Designaufgaben und zielt auf die ganzheitliche Unterstützung des Designprozesses ab.

Der Designprozess ist, abhängig von der Modellierungsgranularität, sehr komplex; auch auf relativ hohen Ebenen können schon einfache Aufgaben sehr schwierig sein. Eine Möglichkeit, Designaufgaben zugänglicher zu machen, ist die Anwendung des Paradigmas der *funktionalen Abstraktion*; dieses Paradigma besagt, daß eine Lösung ermittelt werden kann, indem man zunächst eine grobe Lösung berechnet und diese anschließend repariert.

Die funktionale Abstraktion beinhaltet folgende vier Schritte: Durch Modellvereinfachungen wird die ursprüngliche Aufgabe abstrahiert. Auf dieser vereinfachten Ebene kann eine grobe Lösung effizient berechnet werden und anschließend um das fehlende Verhalten ergänzt werden. Das vervollständigte Strukturmodell repräsentiert eine möglicherweise fehlerhafte Lösung, die durch geeignete Reparaturmechanismen zu einer akzeptablen Lösung transformiert werden muß.

Der Hauptbeitrag dieser Arbeit liegt in der Automatisierung der Generierung von Strukturmodellen. Mit Hilfe einer durch die abstrahierte Aufgabenspezifikation implizierten Anforderungsbeschreibung und einer Menge von parametrierbaren Systemkomponenten sollen sowohl die Auswahl, als auch die Verschaltung der erforderlichen Komponenten ermittelt werden. Um dies zu erreichen werden technische Systeme als Graphen interpretiert, wobei die Knoten den Komponenten und die Kanten den Verbindungen zwischen den Komponenten entsprechen. Um diese technischen Graphen manipulieren zu können, werden Designgraphgrammatiken eingesetzt und moderne Suchtechniken verwendet und angepasst, um die Suche intelligent auf eine gute Lösung hin zu steuern. Außerdem werden die Analyse und die Optimierung von Struktur und Verhalten eines gegebenen Modells untersucht.

Der vorgestellte Ansatz wird validiert durch ein prototypisches Designwerkzeug, welches die beschriebenen Techniken einsetzt. Dieses Werkzeug wurde erfolgreich für die Lösung von Designaufgaben in der Verfahrenstechnik eingesetzt und kann auch in anderen Domänen eingesetzt werden, wie z.B. in der Fluidtechnik.