

Automatisierung und Kreativität

Ist die Komplexitätsgrenze sicherheitskritischer Systeme erreicht?

Dr. Robert Hilbrich

1 Einführung

Das Ende der Ära der Lochkarten zur manuellen Programmierung war zugleich auch der Beginn eines deutlich erweiterten Aufgabenspektrums der Computersysteme. Neben ihrer Rolle als Laufzeitplattform und Ressourcenlieferant zur Ausführung von manuell entwickelten Codes, konnten sie im Zuge ihrer zunehmenden Leistungsfähigkeit auch die *Entwicklung* von Code unterstützen. Mittlerweile ist die Softwareentwicklung ohne die Unterstützung von Computern nicht mehr sinnvoll durchzuführen. Computer transformieren manuell entwickelten Code aus Hochsprachen in Maschinensprache, sie analysieren die Codes auf Speicherlecks oder ungültige Ressourcenzugriffe und validieren deren Korrektheit mit Hilfe einer Vielzahl von Testfällen - alles weitgehend automatisch.

Nicht nur bei der Entwicklung von Software konnten sich Computersysteme als hilfreiche Assistenten emanzipieren. Mittlerweile ist auch die Entwicklung von Hardware zwingend auf den Einsatz von Computern angewiesen. So werden die komplexen Steuerungs- und Assistenzsysteme in Fahrzeugen und Flugzeugen beispielsweise nur noch mit Hilfe von Computersystemen entworfen. Dies ist notwendig, um die Komplexität der zu entwickelnden Systeme zu beherrschen und zugleich auch ökonomischen Randbedingungen zu genügen.

Obwohl sich die Leistungsfähigkeit der Rechentechnik und damit auch ihr Nutzen bei der Unterstützung von Entwicklungstätigkeiten seit den Lochkarten deutlich erhöht hat, ist die grundlegende Arbeitsteilung zwischen dem Menschen und der Maschine erhalten geblieben. Während der menschliche Entwickler die *kreativ-konstruktiven* Tätigkeiten bei der Synthese von Komponenten und Artefakten übernimmt, sind die *analytischen* und *automatisierbaren* Tätigkeiten dem Computer vorbehalten. So übernimmt der Mensch die schöpferischen Tätigkeiten, durch die er etwas Neues und Originelles erschafft. Die stupiden und repetitiven Tätigkeiten der Entwicklung werden dagegen durch den Computer übernommen und von ihm entsprechend einer vordefinierten Art und Weise in identischer Manier ausgeführt. Aufgrund dieser Arbeitsteilung ist die Komplexität der zu entwickelnden Systeme durch die menschliche Verarbeitungskapazität begrenzt, denn

jedes Entwicklungsvorhaben ist zunächst auf die Durchführung von kreativ-konstruktiven Tätigkeiten angewiesen.

Bei der Entwicklung von komplexen sicherheitskritischen Systemen, zum Beispiel der Flugsteuerung an Bord eines modernen Flugzeugs, sehen sich Entwickler mittlerweile mit der Herausforderung konfrontiert, auch kreativ-konstruktive Tätigkeiten zu automatisieren. Dies ist einerseits die Folge einer stark gestiegenen Komplexität in den funktionalen Anforderungen der Systeme in Verbindung mit einer exponentiell gestiegenen Komplexität der technologischen Bausteine, die für die Entwicklung zur Verfügung stehen. Die vollständige und fehlerlose Berücksichtigung aller Anforderungen bei der Verwendung der technologischen Bausteine übersteigt bereits heute in vielen Fällen die menschliche Verarbeitungskapazität der Entwickler.

Andererseits ist der Drang zur Automatisierung der kreativ-konstruktiven Tätigkeiten auch eine Folge der hohen Anforderungen an die funktionale Korrektheit und Zuverlässigkeit dieser Systeme. In der Praxis lässt sich die vollständige Korrektheit eines derartigen Systems mittlerweile nicht mehr allein durch die extrinsische Analyse von dessen Verhalten nachweisen. Aufgrund der Vielzahl der dann zu prüfenden Systemzustände ist ein derartiges Vorgehen in der Praxis nicht länger ökonomisch sinnvoll. Daher muss die Korrektheit eines Systems verstärkt auf der Grundlage seines *Konstruktionsprozesses* nachgewiesen werden. Die Automatisierung der kreativ-konstruktiven Tätigkeiten ist daher eine zentrale Herausforderung für die ingenieurwissenschaftliche Forschung, um die Weiterentwicklung dieser Klasse von Systemen zu ermöglichen und auch zukünftig deren Zuverlässigkeit und Korrektheit zu gewährleisten.

Die zugrunde liegende Dissertation ...