

Selbstorganisation in integrierten Schaltkreisen

Dietmar Fey
Universität Jena
Institut für Informatik

Die nach Expertenmeinung noch mindestens 10 Jahre andauernde Gültigkeit des Moore'schen Gesetzes wird uns höchstintegrierte Schaltkreise zur Verfügung stellen, die schon bald mehr als 1 Milliarde Transistorfunktionen aufweisen. Dieses enorme Potential erlaubt nicht nur die Realisierung komplexer Schaltungen auf engstem Raum, sondern weist für sich alleine schon eine solche Komplexität auf, die mit üblichen zentral ausgerichteten Strukturen nur schwer beherrschbar ist. Der derzeit am häufigsten benutzte und zugleich auch einfachste Weg, dieses enorme Potential zu nutzen, ist die Integration von immer mehr diskreten Komponenten wie Speicher, Ein- oder Multi-Prozessorkernen und Peripherie-Kontrollern in einem einzigen integrierten Schaltkreis als sog. System-on-a-Chip. Die Höchstintegration macht dies möglich. Sie erlaubt die Integration eines höchst-komplexen aber bisher noch keineswegs selbst-organisierenden Systems. Dennoch sind auch nach Meinung des Autors bei dieser Art von Architekturdentwurf einfache selbst-organisierende Ansätze, wenn auch nicht so benannt, erkennbar. Zum Beispiel weichen immer mehr zentrale Busstrukturen zugunsten einer Ansammlung lokaler Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, um das ernste Problem der Kommunikation in integrierten Schaltkreisen zu mindern.

Viel weitgehender und die Bezeichnung selbst-organisierendes System wesentlich rechtfertigender sind neue Vorschläge für die Architekturen von höchstintegrierten Spezialprozessoren, in welchen emergentes Verhalten als Ergebnis lokaler Wechselwirkungen von vergleichsweise einfachen Prozessorelementen ausgenutzt wird. In diese Klasse von Architekturen gehören bereits erfolgte Realisierungen von Retina- oder auch als visuelle Mikroprozessoren bezeichnete Schaltkreise, die zumeist in Analogelektronik implementierten Cellular Nonlinear Networks (CNN). Ferner sind hier Vorschläge auf der Basis künstlicher Ameisen oder die auch vom Autor vorgestellten Marching Pixels für intelligente optische Sensoren zu erwähnen. Im Vortrag werden die in diesen integrierten Schaltkreisen angewandten Mechanismen zur Erzeugung und Ausnutzung gewünschten emergenten Verhaltens vorgestellt und deren Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet.