

Deutschsprachige Kurzfassung

Ein automatentheoretischer Ansatz zur modularen Diagnose von ereignisdiskreten Systemen

(An Automata Theoretic Approach to Modular Diagnosis of Discrete-Event Systems)

Die sich stets weiter entwickelnde Technologie hat schon heute eine Komplexität erreicht, die es selbst Spezialisten zunehmend schwieriger macht, die technischen Zusammenhänge zu kennen und auftretende Fehler zu beheben. Daher ist es notwendig, Methoden zu entwickeln, die Fehler in technischen Systemen selbstständig finden und den Benutzer rechtzeitig warnen, um Schaden an Mensch, Umwelt und Maschine zu vermeiden. In der vorliegenden Arbeit werden vor diesem Hintergrund mehrere Diagnoseverfahren entwickelt und deren Anwendung vorgestellt.

Die in dieser Arbeit entwickelten Verfahren sind qualitativ, d.h. anstelle von exakten Signalwerten und Modellen werden abstrakte qualitative Informationen genutzt und als Modellform Automaten eingesetzt. Die Reduktion auf das Minimum an Information, das für die Diagnose notwendig ist bringt mehrere Vorteile mit sich. Zum einen muss kein aufwändiges quantitatives Modell der Anlage genutzt werden, zum anderen erfordern qualitative Methoden nur einfache Rechnungen, was eine technische Realisierung vereinfacht. Qualitative Methoden haben jedoch den Nachteil, dass die Größe des Modells der Anlage exponentiell mit der Anzahl der Signale ansteigt. Wird ein System durch einen Automaten modelliert, kann der Speicherbedarf tatsächlich schnell zu groß werden, um ihn selbst mit modernster Rechentechnik bearbeiten zu können.

Der Fokus dieser Arbeit liegt daher darauf, die Komplexität in der qualitativen Diagnose zu reduzieren indem das System nicht durch ein monolithisches Gesamtmodell beschrieben wird, sondern durch ein Netzwerk aus Teilautomaten, die jeweils eine Komponente des System modellieren. Um den deutlichen Speichervorteil der verteilten Modellform vollständig nutzen zu können, muss auch das Diagnosesystem eine verteilte Struktur aufweisen.

Es wird gezeigt, dass die Diagnose nichtdeterministischer Automatenetze immer in mehrere kleine unabhängige Diagnoseaufgaben unterteilt werden kann. Dabei ist jede Diagnoseeinheit allein für die Überwachung einer Netzwerkkomponente verantwortlich und verfügt dabei nur über das Modell und die gemessenen Signale dieser Komponente. Das restliche Netzwerk ist unbekannt. Dieser Ansatz zeichnet sich durch eine verbesserte Skalierbarkeit, Ausfallsicherheit und Wiederverwendbarkeit aus. Auf Grund der eingeschränkten Information erreicht das Diagnoseergebnis des verteilten Ansatzes jedoch im Regelfall nicht die Güte eines vergleichbaren monolithischen Ansatzes, welcher über das vollständige Systemmodell und sämtliche Messungen verfügt. Zu einer wesentlich besseren Lösung kommt man, indem die Diagnoseergebnisse des verteilten Ansatzes durch eine nachgeschaltete Einheit, einen so genannten Koordinator, zum Gesamtergebnis kombiniert werden. Der Koordinator verfügt über keinerlei dynamisches Modell des Systems und benötigt daher in der Realisierung nur geringen Speicherplatz. Stattdessen erhält er die Ergebnisse der unabhängigen lokalen Diagnoseeinheiten und untersucht diese auf Widersprüche. Interessanterweise kann gezeigt werden, dass, unabhängig von der Struktur des Netzwerks und der zur Verfügung stehenden Information, der „koordinierte“ Ansatz zu dem gleichen Ergebnis führt wie ein vergleichbarer zentralisierter Ansatz. Durch die Nutzung der Struktur des Netzwerks kann demnach die Güte der monolithischen Diagnose beibehalten werden, bei deutlich reduziertem Rechenaufwand.