

## Ferndiagnose dynamischer technischer Systeme

Thorsten Schlage

Die aus der Literatur bekannten Diagnosemethoden unterteilen sich im Wesentlichen in signalbasierte und modellbasierte Methoden, wobei in dieser Arbeit ausschließlich die modellbasierte Diagnose betrachtet wird. Die Mehrzahl der modellbasierten Diagnoseverfahren wurde für kontinuierliche Systeme entwickelt. Weniger ausgearbeitet ist hingegen die Diagnosemethodik für ereignisdiskrete Systeme, zu der die in dieser Arbeit behandelten Diagnoseverfahren für zeitbewertete E/A-Automaten gehören. Während die aus der Literatur bekannten Diagnosemethoden für ereignisdiskrete Systeme voraussetzen, dass stets hinreichend Systemressourcen und Informationen zur Lösung der Diagnoseaufgabe vorhanden sind, gelten diese Voraussetzungen für die erarbeiteten Ferndiagnosemethoden im Allgemeinen nicht.

Die Fehlerdiagnose komplexer Systeme stellt hohe Ansprüche an die Rechenleistung und Speicherkapazität der Automatisierungseinrichtungen. Da diese Systemanforderungen in wichtigen Anwendungsfeldern in unmittelbarer Nähe des Prozesses nicht bereitgestellt werden können, zerlegt das in dieser Arbeit behandelte Konzept der Ferndiagnose die Diagnoseaufgabe in zwei Teilaufgaben, von denen eine Teilaufgabe vor Ort auf der Onboard-Komponente und die andere Teilaufgabe auf der entfernten Offboard-Komponente gelöst wird. Die beiden Komponenten sind über ein Kommunikationsmedium gekoppelt. Die Onboard-Komponente übernimmt die Aufgaben der Fehlerdetektion und der Steuerung des Datenversandes zur Offboard-Komponente, da diese Aufgaben nur geringe Systemanforderungen stellen. Dahingegen wird die speicher- und rechenintensivere Aufgabe der Fehleridentifikation auf die Offboard-Komponente ausgelagert. Während dem Onboard-Diagnosesystem alle Messinformationen zur Verfügung stehen, ist die Informationsversorgung des Offboard-Diagnosesystems durch die spezifischen Eigenschaften (Verzögerungen, Paketverluste, eingeschränkte Bandbreite) des Kommunikationsmediums charakterisiert.

Der Beitrag dieser Arbeit liegt in der Erarbeitung von Diagnosemethoden für die Ferndiagnose ereignisdiskreter Systeme. Zur Beschreibung fehlerbehafteter, ereignisdiskreter Systeme wird die aus der Literatur bekannte Modellform der zeitbewerteten E/A-Automaten mit einer Uhr auf die allgemeinere Modellform der zeitbewerteten E/A-Automaten mit einer beliebigen Anzahl von Uhren erweitert. Für beide Modellformen werden konsistenzbasierte Diagnoseverfahren präsentiert, die zu vollständigen Diagnoseergebnissen führen und die Grundlage für die Onboard- und die Offboard-Diagnose bilden. Ein Diagnoseergebnis wird als vollständig bezeichnet, wenn es stets den im System aufgetretenen Fehler beinhaltet. Für alle untersuchten Diagnoseverfahren wird neben der Vollständigkeit des Ergebnisses auch die Vollständigkeit der eingesetzten Modelle gefordert, die besagt, dass das ereignisdiskrete Modellverhalten stets das ereignisdiskrete Verhalten des zu diagnostizierenden Systems vollständig beinhaltet.

Es werden sowohl Ferndiagnosemethoden für zuverlässige (keine Paketverluste) als auch unzuverlässige Informationskopplungen zwischen der Onboard- und der Offboard-Komponente behandelt. Einerseits werden Verfahren zur Steuerung der Datenübertragung von der Onboard-zur Offboard-Komponente mit dem Ziel erarbeitet, die Datenübertragung erst dann zu starten, wenn dadurch zusätzliche Informationen für die Diagnose gewonnen werden. Andererseits werden Methoden zur Onboard-Fehlerdetektion und Offboard-Fehleridentifikation entwickelt. Ein Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung von Methoden zur Fehleridentifikation, die auch bei unzuverlässigen Informationskopplungen ein vollständiges Diagnoseergebnis liefern. Hierzu werden Kompositionsregeln zur Bestimmung von Modellen in Form zeitbewerteter E/A-Automaten mit mehreren Uhren hergeleitet, die das zu diagnostizierende System zusammen mit den Übertragungseigenschaften des Kommunikationsmediums beschreiben und auf der Offboard-Komponente zur Einbeziehung der Übertragungseffekte in die Fehleridentifikation eingesetzt werden können.

Die entwickelten Verfahren zur Ferndiagnose werden für zuverlässige und unzuverlässige Informationskopplungen anhand eines Wärmeausgleichsprozesses experimentell erprobt.