ETH zürich

ETH Library

# Ueberwachung von Maschinensystemen mit funktionalen Graphen

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**
Scheidegger-Glatz, Andreas Michael

**Publication date:**
1996

**Permanent link:**
https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-001584940

**Rights / license:**
In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

This page was generated automatically upon download from the ETH Zurich Research Collection.
For more information, please consult the Terms of use.

DISS. ETH Nr. 11414

# ÜBERWACHUNG VON MASCHINENSYSTEMEN MIT FUNKTIONALEN GRAPHEN

ABHANDLUNG
Zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Andreas Michael Scheidegger-Glatz
Dipl. Masch.-Ing. ETH

geboren am 20. April 1964
von Lützelflüh

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. Manfred Flemming, Referent

Prof. Dr. Urs Meyer, Korreferent

1996

## Zusammenfassung

Die Anforderungen an die Flexibilität und den Automatisierungsgrad technischer Anlagen wachsen ständig. Damit werden auch die zu lösenden Regelungs- und Überwachungsaufgaben umfangreicher und komplizierter. Um die Aufgaben dennoch bewältigen zu können, teilt man sie in kleinere Teilprobleme auf.

Das Ziel ist es, grosse Produktionsanlagen, welche aus mehreren Komponenten, wie zum Beispiel Robotern, Bearbeitungszentren, Transportsystemen, etc. bestehen, als ein einziges Gesamtsystem zu betrachten und zu überwachen, weil sich Störungen über alle Komponenten hinweg ausbreiten können. Das Gesamtsystem muss so aufgeteilt werden, dass die Teilaufgaben lösbar sind und sinnvoll zu einer Überwachung der gesamten Anlage integriert werden können.

Um Störungen in Maschinensystemen möglichst schnell zu erkennen und um die entstehenden Schäden und die daraus resultierenden Kosten möglichst klein zu halten, müssen differenzierte, auf die Störung und den Zustand der einzelnen Komponenten zugeschnittene Massnahmen ergriffen werden. Dies ist nur möglich, wenn man den Zustand der Anlage und ihrer Komponenten kennt oder mit Hilfe von Modellen in einem Computer berechnen kann.

Dazu müssen die Informationen über den Zustand der einzelnen Komponenten innerhalb nützlicher Frist verfügbar sein. Da die einzelnen Maschinensysteme aus konstruktiven Gründen in einiger Entfernung zueinander stehen, kommen für die Bereitstellung der Information spezielle Computer und Netzwerke zur Anwendung.

Die vorliegende Arbeit zeigt eine Möglichkeit auf, wie Maschinensysteme für eine Überwachung modelliert werden können und wie solche Modelle mit Hilfe mehrerer Computer und einer schnellen Datenübertragung für eine Überwachung verwendet werden können.

Im ersten Kapitel werden die Anforderungen an eine Überwachung beschrieben und es wird gezeigt, welche Möglichkeiten herkömmliche Steuerungen diesbezüglich bieten.

Im zweiten Kapitel wird die für die Modellierung der Maschinensysteme verwendete Theorie beschrieben. Es handelt sich dabei um

eine spezielle Anwendung der Graphentheorie, die es erlaubt, beliebige Systeme, welche zum Beispiel mathematisch exakt oder auch sprachlich umschrieben sein können, zu modellieren und zu simulieren.

Im dritten Kapitel wird gezeigt, wie Maschinensysteme modelliert werden und wie aus gemessenen Sensorwerten mögliche Störungen berechnet werden. Als konkretes Beispiel ist eine Zelle, bestehend aus einem Universalroboter und einem Bearbeitungszentrum ausgewählt worden.

Das vierte Kapitel beschreibt die realisierte Überwachung. Es wird eine Vernetzung von Computern vorgestellt, welche in der Steuerungstechnik übliche Antwortzeiten ermöglicht und es wird gezeigt, wie die vorher erarbeiteten Modelle von Maschinensystemen im Rechner simuliert werden können.

Im fünften Kapitel werden mögliche Entwicklungen in der Steuerungstechnik und die Möglichkeiten zur Weiterentwicklung unseres Prototyps aufgezeigt.

## Summary

The demands for the flexibility and the degree of automation of production plants are steadily growing. With this the control and supervision tasks become ever more extensive and complicated. In order to still be able to solve them, the tasks must be divided into smaller subtasks.

It must be the goal to consider and supervise large production plants - consisting of several components such as robots, machining centers, transport systems, and others - as one single total system, since any malfunction can spread over all the components.

In order to detect malfunctions in machine systems as quickly as possible, and to limit the incurring damage as well as the resulting costs, discriminative measures must be taken. These need to be taylored for the specific fault and for the individual components. This is possible only if the state of the plant and its components is known or can be calculated with the aid of models on a computer.

For this purpose the information on the state of the individual components must be available within a usefully short amount of time. Since the individual machine systems are located in some distance from each other for design reasons, special computers and net works are applied for the supply of information.

The present work demonstrates a possibility of how machine systems can be modeled and how such models can be used for supervising with the aid of several computers and fast data transfer.

In the first chapter the demands on a supervision are described and it is shown which possibilities conventional control systems and modeling techniques offer regarding this.

In the second chapter the theory used for modeling the machine systems is described. Here we are dealing with a special application of our new theory named "theory of functional graphs" which permits to model and to simulate any system, either mathematically exactly defined or linguistically circumscribed.

In the third chapter it is shown how machine systems are modeled and how possible disturbances are calculated from measured sensor values. As a concrete example a cell consisting of an universal robot and a machining center has been chosen.

The fourth chapter describes the realized supervision. A computer network which facilitates the response times usual for control technology is presented and it is shown how the previously elaborated models of machine systems can be simulated on the computer.

In the fifth chapter possible developments in control technology and the possibilities for further development of our prototype are demonstrated.