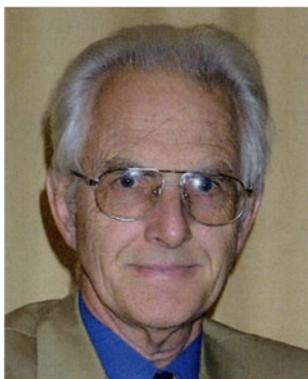


# Forschungscluster „Automatisierungstechnik und Computertechnik“



O. Univ.-Prof. Dr. A. Weinmann,  
Koordinator des Forschungs-  
clusters AutComS

Hochgradige Automatisierung ist eine Grundvoraussetzung für hohe Qualität von Produkten und Systemen und stellt ihre wirtschaftliche Leistungsfähigkeit in praktisch allen Branchen unter Beweis. Die moderne Automation erreicht heute jeden Bereich der industriellen und verfahrenstechnischen Produktion, der Gebäudeautomation und Dienstleistung, des Verkehrs und der Transportmittel sowie der Energieumformung und -verteilung. So vielfältig wie die Anwendungsgebiete sind auch die einzelnen Systemlösungen, so dass es in diesem Bereich im Gegensatz zu anderen keine echten Monopolisten gibt. Stattdessen existieren zahlreiche Nischen für intelligente Systemkomponenten im Produktbereich bzw. für Systemintegratoren im Dienstleistungsbereich. Speziell für Österreich mit seinem hohen Anteil an KMUs ist dies eine große Chance, da kleine Unternehmen flexibler auf die sich immer rascher ändernden Markterfordernisse reagieren können.

Der Forschungscluster Automatisierungstechnik und Computertechnik (AutComS) an der Fakultät für Elektrotechnik und



O. Univ.-Prof. Dr. M. Schrödl

Informationstechnik der Technischen Universität Wien wird daher folgerichtig und vorteilhafterweise durch zahlreiche multidisziplinäre Projekte getragen, die in Zusammenarbeit mit der Industrie sowie kleineren und mittleren Unternehmen durchgeführt werden. Diese Projekte decken in ihrer Gesamtheit das breite Feld moderner Automatisierungstechnik ab, von industrieller Sensorik und Aktorik über Regelungstechnik und Netzwerktechnik bis hin zur Prozessintegration und Optimierung von übergeordneten Informationsebenen, von grundlegenden Schlüsseltechnologien wie dem Entwurf integrierter Schaltungen bis zu komplexen Anwendungen wie verteilter Energieverbrauchsoptimierung. In der Folge sind einige dieser unterschiedlichen Facetten aufgeführt.

Einer der gegenwärtigen Haupttrends in der Automation ist die umfassende horizontale und vertikale Integration unterschiedlichster Funktionen und Ebenen. Das bedeutet, dass die Kommunikation zwischen Komponenten und Systemen zunehmend zur tragenden Säule wird. Im horizontalen Kontext gewinnen hierbei Begriffe wie Kompatibilität, Interoperabilität oder Austauschbarkeit immer größere Bedeutung. Die vertikale Integration verlangt in verstärktem Maße die Integration mehrerer Teilaufgaben zu immer komplexeren Modulen, wodurch erst

der Aufbau verteilter Systeme möglich ist. Dabei ist eine wichtige anwendungsorientierte Aufgabe die Partitionierung in passende Subsysteme und deren kosteneffiziente Realisierung unter Einsatz moderner Integrationstechnologien. Hier liegt auch die Verflechtung mit holonischen und Multiagentensystemen.

Eine wesentliche Rolle bei der Realisierung moderner verteilter Automatisierungssysteme spielen heute Embedded Systems, deren Entwurf besondere Anforderungen hinsichtlich Hardware/Software-Codesign und Cost-Driven Design stellt. Die Bandbreite der Anwendungen ist dabei enorm. Zum einen kann es um hoch integrierte und kosteneffiziente Systeme in sehr hoher Stückzahl gehen, zum anderen gibt es auch Anwendungen mit hohen Performance-Anforderungen, die in nur wenigen Ausführungen auf den Markt kommen. Solche Systeme sind in vielen Fällen echtzeitfähig, die Performance muss zumeist aus Kostengründen auf die Anforderungen der Applikation abgestimmt sein, etwa in Bezug auf Rechenleistung oder Datenübertragungsraten. Die Optimierung bedingt in der Regel auch die Implementierung eines nur rudimentären Benutzerinterfaces. Embedded Systems verlangen ob ihrer Komplexität nicht nur ein methodisches Systems Engineering mit Ansätzen aus verschiedenen Disziplinen, ihre Realisierung stellt auch hohe Anforderungen an den IC- und Systementwurf, weil zahlreiche, einander teilweise widersprechende Randbedingungen erfüllt werden müssen (z. B. hohe Rechenleistung bei geringem Energiebedarf).

Zu den Basiskomponenten der Automation zählen Sensoren. Im Rahmen von AutComS werden Sensorkonzepte – vorwiegend auf Basis von Ultraschall – für hochauflösende Entfernungsmessung, Ortung und Objekterkennung im Raum entworfen. Neben der Entwicklung und Optimierung neuer Messprinzipien werden immer höhere Anforderungen an die lokale Intelligenz einzelner Sensoren, besonders in komplexen verteilten Systemen, gestellt. Diese Subsysteme müssen neben der eigentlichen analogen und digitalen Sensordatenverarbeitung auch erweiterte Funktionen, wie Eigendiagnose, fehlertolerante Messwerterfassung oder auch automatische Kalibrierung, zur Verfügung stellen. Diese Anforderungen verlangen optimierte Microcontroller- und Signalprozessor-Architekturen für die jeweilige Aufgabe, etwa für integrierte Sensoren in der Automobilindustrie.



O. Univ.-Prof. Dr. D. Dietrich

der Aufbau verteilter Systeme möglich ist. Dabei ist eine wichtige anwendungsorientierte Aufgabe die Partitionierung in passende Subsysteme und deren kosteneffiziente Realisierung unter Einsatz moderner Integrationstechnologien. Hier liegt auch die Verflechtung mit holonischen und Multiagentensystemen.

Eine wesentliche Rolle bei der Realisierung moderner verteilter Automatisierungssysteme spielen heute Embedded Systems, deren Entwurf besondere Anforderungen hinsichtlich Hardware/Software-Codesign und Cost-Driven Design stellt. Die Bandbreite der Anwendungen ist dabei enorm. Zum einen kann es um hoch integrierte und kosteneffiziente Systeme in sehr hoher Stückzahl gehen, zum anderen gibt es auch Anwendungen mit hohen Performance-Anforderungen, die in nur wenigen Ausführungen auf den Markt kommen. Solche Systeme sind in vielen Fällen echtzeitfähig, die Performance muss zumeist aus Kostengründen auf die Anforderungen der Applikation abgestimmt sein, etwa in Bezug auf Rechenleistung oder Datenübertragungsraten. Die Optimierung bedingt in der Regel auch die Implementierung eines nur rudimentären Benutzerinterfaces. Embedded Systems verlangen ob ihrer Komplexität nicht nur ein methodisches Systems Engineering mit Ansätzen aus verschiedenen Disziplinen, ihre Realisierung stellt auch hohe Anforderungen an den IC- und Systementwurf, weil zahlreiche, einander teilweise widersprechende Randbedingungen erfüllt werden müssen (z. B. hohe Rechenleistung bei geringem Energiebedarf).

Zu den Basiskomponenten der Automation zählen Sensoren. Im Rahmen von AutComS werden Sensorkonzepte – vorwiegend auf Basis von Ultraschall – für hochauflösende Entfernungsmessung, Ortung und Objekterkennung im Raum entworfen. Neben der Entwicklung und Optimierung neuer Messprinzipien werden immer höhere Anforderungen an die lokale Intelligenz einzelner Sensoren, besonders in komplexen verteilten Systemen, gestellt. Diese Subsysteme müssen neben der eigentlichen analogen und digitalen Sensordatenverarbeitung auch erweiterte Funktionen, wie Eigendiagnose, fehlertolerante Messwerterfassung oder auch automatische Kalibrierung, zur Verfügung stellen. Diese Anforderungen verlangen optimierte Microcontroller- und Signalprozessor-Architekturen für die jeweilige Aufgabe, etwa für integrierte Sensoren in der Automobilindustrie.



Ass.-Prof. Dr. H. Schweinzer

Die Aufgaben im Bereich der Antriebe sind jeweils als Teilaufgaben in einem übergeordneten Automatisierungssystem, wie etwa einer komplexen Prozessregelung mit Rechnerunterstützung oder Energiemanagementsystemen usw. zu sehen. Wesentliche Schwerpunkte sind hier die Motorregelung auf Basis indirekter Sensorik (Erfassung mechanischer Größen wie Drehzahl, Drehwinkel oder Drehmoment auf Basis von Strom- und Spannungsmessungen kombiniert mit einem Maschinenmodell) oder EMV-gerechter Aufbau. Im Detail wird an der Modellierung nichtlinearer Effekte an Asynchronmaschinen und Permanentmagnet-Synchronmaschinen für „sensorlose Regelung“ sowie an der transienten Anregung der Maschinen zwecks Informationsgewinnung über Flussverkettungen in der Maschine gearbeitet. Die Antriebsregelung und die Busanbindungen werden dabei auf digitalen Signalprozessoren realisiert.

Auch die Regelungstechnik ist durch die zunehmende Komplexität der Systeme neuen Anforderungen ausgesetzt. Sehr bedeutsam in mikrorechnerimplementierten Regelungen und Embedded Systems sind jene Formen optimaler Reglersysteme, die nicht nur eine allgemeine funktionale Stellgrößenbeschränkung besorgen, sondern solche, die auf hardwarebestimmte Begrenzungen (z. B. bei Festkomponenten) eingehen oder das in verteilten Systemen höhere Prozessrauschen zu begrenzen vermögen. Erreicht kann dies dadurch werden, dass die Zahlendarstellung in der (höherdimensionalen) Reglermatrix in die Optimierung eingebunden wird. Bei Werkzeugmaschinen mit mehrachsigen Bewegungsregelungen kann durch den Einsatz von fortgeschrittenen Regelstrategien (z. B. adaptive Reibungskompensation oder iteratives Lernen) die Genauigkeit bzw. die Bearbeitungsgeschwindigkeit erhöht werden. Durch neue Entwurfsverfahren kann der Anwendungsbereich dieser Regelstrategien deutlich erweitert werden.

Die Automatisierungstechnik ist heute geprägt von rechen-technischen Problemen und von einem massiven Einsatz industrieller Kommunikationsnetze. Durch die Vernetzung von Geräten und durch die Kommunikation der Geräte untereinander wird ein entscheidender Mehrwert geschaffen, und der Anwender hat eine Vielzahl von Bedienmöglichkeiten. So entstehen unter anderem intelligente und flexibel gestaltete Gebäude und Industrieanlagen mit hohem Automationsgrad bei gleichzeitig reduziertem Energieverbrauch. Feldbusse und Ethernet sowie in jüngerer Zeit auch IP-basierte Netzwerke in der Automation stellen aber auch neue Ansprüche an die Regelungstechnik, deren Methoden zunehmend an das Umfeld der Methoden der Informationstechnik angepasst werden, z. B. zur Umsetzbarkeit in Hochsprachen oder zur Berücksichtigung von informationstechnischen Besonderheiten (konfigurierbar, änderbar, wartbar, besonders zuverlässig). Regelungen laufen über Netze, beeinflusst von verschiedenen nicht näher bekannten Totzeiten als Congestion Control. Der erhöhten Leistungsfähigkeit der Mikroprozessoren und den gestiegenen Datenverarbeitungsanforderungen entsprechend werden auch breitbandige Systeme in der Feldebene immer interessanter.

Moderne Automatisierungssysteme verlangen ob ihrer Komplexität methodisches Requirements Engineering, damit sie auch den wirklichen Erfordernissen entsprechend spezifiziert, entworfen und realisiert werden können. Die Integration von Mechanik, Elektronik und in steigendem Maße von Software verlangt Systems Engineering mit Ansätzen aus verschiedenen Disziplinen sowie deren ausgewogene Anwendung, um möglichst optimale Gesamtsysteme zu erzielen.

Weitere entscheidende Stärken des Clusters AutComS betreffen die Kommunikation und Steuerungstechnik in einem sicherheitsgerichteten Umfeld. Dazu zählt die Leittechnik für

Kraftwerke mit Einbindung stark dezentralisierter Sicherheitseinrichtungen. Außerdem findet ein steigender Bedarf in der Verkehrstechnik in Projekten seinen Niederschlag. Insbesondere in der Eisenbahntechnik verlangt ein steigender Automatisierungsgrad in der Zugsteuerung und Zugüberwachung nach leistungsfähigen, sensorgestützten Lösungen, die der hohen Komplexität der Aufgabenstellungen (gesicherte Übertragung von Daten zwischen Zug und Infrastruktur, automatisiertes Erkennen von Gefahrenquellen im Zugbetrieb bei flexiblen Zugzusammenstellungen) gerecht werden.

Neben der inhaltlichen Arbeit legt der Forschungscluster auch großen Wert auf internationale Kooperation, insbesondere im Rahmen von EU-Projekten. So untersucht er im Projekt „Plant Automation Based on Distributed Systems“ den Einsatz von Software-Agenten zur Flexibilisierung der Fertigungsplanung. Das Projekt „Realtime Energy Management via Powerlines and Internet“ hat die Entwicklung einer Kommunikationsinfrastruktur für Energieverteilungsnetze zum Inhalt. Der Cluster koordiniert zudem die Bildung eines europäischen Exzellenznetzwerks zum Thema „Vertikale Integration von Automatisierungsnetzen“ mit rund dreißig Partnern aus ganz Europa. Ein wesentlicher Aspekt von AutComS – die industrielle Kommunikations- und Netzwerktechnik – wird dadurch in einen europäischen Kontext gesetzt.

Das Projekt „Flexible Low-Cost Internet Extended Enterprise“ behandelt Softwareprototypen für eine flexible Unternehmenskooperation zwecks Entwicklung, Fertigung und Verkauf von Produkten unabhängig von Unternehmensgrenzen.

„Interpreting and Understanding Activities of Expert Operators for Teaching and Education“ besorgt die Entwicklung von Techniken zur Bildinterpretation für die semantische Beschreibung von Tätigkeiten einer Person mit Objekten.

Zusammenfassend kann ausgeführt werden: Die Automatisierung erlebt zurzeit einen weit reichenden Paradigmenwechsel. Der massive Einsatz von Integrationstechnologien sowie die durchgängige Unterstützung durch Modelle und Werkzeuge des Systems Engineering in allen Entwicklungsschritten ermöglichen die Realisierung von extrem komplexen verteilten Systemen. Wo es möglich ist, werden – wie zum Beispiel bei x-by-wire – mechanische oder hydraulische Übertragungselemente durch elektrische Komponenten, Netzwerke und Prozessoren ersetzt. Durch geringeren Verschleiß und durch den Einbau von Redundanz werden die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit erhöht. Wirtschaftlich bedeutet dies eine wesentliche Umstellung in vielen Bereichen mit einschneidenden, auch sozialen Auswirkungen; eine enorme Herausforderung, aber auch eine große Chance für Wettbewerbsvorteile gegenüber anderen Ländern.

Die in vorliegendem Schwerpunkttheft präsentierten Originalarbeiten sind Ausschnitte wissenschaftlicher Leistungen und eine Erörterung, ob bzw. wie objektorientiertes Requirements Engineering für das Spezifizieren von Automationssystemen anwendbar und nützlich sein kann. Wie aus der Darstellung in diesem Vorwort zu erkennen, ist der Bogen der Arbeitsgebiete in AutComS wesentlich größer als die in den nachstehenden Aufsätzen gebotenen wissenschaftlichen Ergebnisse.

Für die an vorliegendem Schwerpunkttheft beteiligten Institute zeichnen

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dietmar Dietrich OVE  
O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Manfred Schrödl OVE  
Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Herbert Schweinzer  
O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alexander Weinmann OVE

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
der Technischen Universität Wien