



Verteilte Messsysteme

Klaus-Dieter Sommer, PTB, Braunschweig,
Fernando Puente León, Karlsruher Institut für Technologie,
Michael Heizmann, Fraunhofer-IOSB, Karlsruhe

Am 24. und 25. März 2010 fand im Braunschweiger Gewandhaus das Expertenforum „Verteilte Messsysteme 2010“ der VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) mit rund 70 Teilnehmern aus Wissenschaft und Industrie statt.

Ausgangspunkt der Veranstaltung waren die aktuellen Entwicklungen in den Bereichen der Modellierung, Simulation, sowie der Validierung und des Entwurfs räumlich und strukturell verteilter Messsysteme, die derzeit in allen Gebieten der Technik und der naturwissenschaftlichen Forschung enorm an Bedeutung gewinnen. Insbesondere für die Lösung der sogenannten „Großen Herausforderungen“ an die Zukunft unserer Gesellschaft – die Energieversorgung, die Erforschung und Begegnung der klimatischen Veränderungen, die Gewährleistung unserer Sicherheit und einer funktionierenden Infrastruktur sowie adäquater Lebensbedingungen in einer sich verändernden Altersstruktur – werden intelligente verteilte Messsysteme als eine Schlüsseltechnologie gesehen. Bekannte Beispiele sind die Automatisierungsnetze für Gas und Elektrizität für Versorgungssicherheit, genaue Abrechnungen und intelligente Steuerungen („smart grids“), die Steuerung von Kommunikationsnetzen, Umweltmessnetze, Messnetze und Multisensorsysteme für Verkehr und Infrastruktur sowie verteilte Messsysteme in der Sicherheitstechnik und in der militärischen Aufklärung. Ohne die Beherrschung von smarten verteilten Netzen wird es beispielsweise nicht möglich sein, Deutschland mit einem Energiemix aus erneuerbaren Energien wie Wind und Biogas, den konventionellen fossilen Brennstoffen und Kernenergie zu versorgen und gleichzeitig das Netz mit anderen Netzen zu koordinieren.

Das VDI/VDE-GMA-Expertenforum „Verteilte Messsysteme“ hat diese hochaktuelle Entwicklung sowohl hinsichtlich der theoretischen Grundlagen, Beschreibungsansätze und Werkzeuge als auch relevanter Anwendungen aufgegriffen. Die inhaltliche Auswahl der Veranstaltung resultierte direkt aus der Arbeit des Fachausschusses 1.10 „Grundlagen der Messsysteme“ der

VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) in den vergangenen drei Jahren:

- Datenanalyse für verteilte Messsysteme,
- Modellierungs- und Fusionsmethoden,
- Datensicherheit,
- Messnetze und Infrastrukturen in verschiedenen Anwendungsbereichen,
- Multisensorfusion und Messnetze im Straßenverkehr,
- Aufklärung und Sicherheit.

Der bewährte Rahmen als Expertenforum wurde gewählt, um eine fachliche Diskussion und einen Erfahrungsaustausch auf hohem Niveau zu gewährleisten und die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Verteilten Messsysteme bekannt zu machen und zu diskutieren. Ziel war es, einen Beitrag zu leisten zur Entwicklung dieses wichtigen und zukunftssträchtigen Gebietes am Wirtschafts- und Forschungsstandort Deutschland.

Die Qualität der Beiträge übertraf dann viele Erwartungen. Auf die oben aufgelisteten Schwerpunkte gab es klare und z.T. neuartige Antworten und Lösungsvorschläge. Die Organisatoren haben sich daher entschlossen, die Ergebnisse einem breiteren Kreis von Fachkollegen aus der Messtechnik und Metrologie zugänglich zu machen und neben dem Tagungsband einige ausgewählte Beiträge in überarbeiteter Form in einem Themenheft von tm – Technisches Messen zu veröffentlichen.

Am Anfang steht der Beitrag von *Ralf Mikut* „Data Mining für hochdimensionale Messsysteme“, der das moderne Data-Mining für hochdimensionale Daten aus Sensornetzen, fein abgetasteten Zeitreihen sowie aus Bildern und Videos zum Gegenstand hat. Der Beitrag stellt die zugrunde liegenden Methoden vor und gibt eine Übersicht über relevante Anwendungsfelder.

Dem folgt der Beitrag von *Gereon Schüller*, *Wolfgang Koch*, *Joachim Biermann*, *Rainer Manthey* und *Andreas Behrend* zum Thema „Anomalieerkennung in Trackingsystemen“. Diese Systeme stellen Bewegungsinformation zur Verfügung, die in Kombination mit



zusätzlichen Daten zur Konstruktion von sogenannten Higher-Level-Fusionssystemen dienen können. Es wird eine Methode vorgestellt, die Datenbanksysteme als zentrale Komponente zur Entdeckung spezieller sicherheitsrelevanter Situationen mittels dieser Higher-Level-Fusionssysteme verwendet.

Hans-Peter Beck, Ernst-August Wehrmann und Torsten Hager beschreiben mit ihrem Beitrag „Simulation von regionalen Erdgasverteilnetzen mit unvollständiger Messinfrastruktur“ eine relevante Anwendung von verteilten Systemen zur Brennwertrekonstruktion beim Abnehmer von Erdgas als Grundlage fairer Gas-Energieabrechnung. Zugrunde liegt eine modellbasierte Weiterentwicklung des klassischen Zustandsbeobachters.

Das intelligente elektrische Netz mit Smart Metering ist dann der Gegenstand des Beitrages „Automated Metering und Kommunikationstechnologie – Power Line Communication zur Vernetzung intelligenter Stromzähler“ von *Michael Bauer* und *Klaus Dostert*. Es wird ein Überblick über die zur Verfügung stehenden Informations- und Kommunikationstechnologien in Relation zu den realen physikalischen Eigenschaften des Netzes zur Vernetzung von Zählern für die Fernauslesung gegeben.

Im Beitrag von *Eduardo Monari* „Auftragsorientierte Videoauswertung zur sensorübergreifenden Objektverfolgung in großen verteilten Kamerasystemen“ wird ein Kameranetzwerk anstelle aus der klassischen Sicht der sensororientierten Informationsauswertung aus der Sicht des Analyseauftrages betrachtet. Die auftragsorientierte Videoauswertung für eine Multi-Kamera-Personenverfolgungsaufgabe nutzt eine hybride logische Netzwerktopologie.

„Sensoreinsatzplanung und Informationsfusion zur Umgebungsexploration“ ist zugleich Titel und inhaltlicher Schwerpunkt des Beitrages von *Michael Heizmann, Ioana Gheta, Fernando Puente León* und *Jürgen Beyerer*. Die Beherrschung der Wahrnehmung und aufgabengerechten Interpretation einer dynamischen Umwelt stellen Schlüsselkompetenzen künftiger intelligenter Systeme dar. Der Beitrag stellt einerseits eine Methodik vor, um aus allen verfügbaren Eingangsdaten eine optimale Auswahl zu treffen, und schlägt andererseits ein objektorientiertes Umweltmodell vor, welches eine laufende Fusion vorhandenen Wissens mit neuer Sensorinfor-

mation gestattet und dies mit einem Gedächtnismodell verknüpft.

Der Weiterentwicklung von Fahrerassistenzsystemen ist der Beitrag von *Michael Munz* und *Klaus Dietmayer*, „Echtzeitfähiges und sensorunabhängiges Multisensorfusionssystem zur Fahrzeugumfelderfassung“, gewidmet. Es wird eine generische Sensorfusionsarchitektur vorgestellt, welche ein heuristikfreies und sensorunabhängiges Fusionsmodell realisiert. Objektzustand und Objektexistenz werden durchgehend probabilistisch modelliert. Die Anwendungsfähigkeit wird anhand der Auswertung realer Daten gezeigt.

Das sehr interessante Thema der Unsicherheiten in der Informationsfusion ist Gegenstand des Beitrages von *Benjamin Noack, Vesa Klumpp, Daniel Lyons* und *Uwe D. Hanebeck* „Systematische Beschreibung von Unsicherheiten in der Informationsfusion mit Mengen von Wahrscheinlichkeitsdichten“. Er stellt ein Verfahren zur Zustandsschätzung vor, welches simultan stochastische und mengenbasierte unsicherheitsbehaftete Größen berücksichtigt, indem einzelne Größen nicht mehr durch eine einzelne Wahrscheinlichkeitsdichte, sondern durch eine Menge von Dichten repräsentiert werden.

Im abschließenden Beitrag „Sensoreinsatzplanung zur Verfolgung von Quellen räumlich ausgedehnter Phänomene“ von *Achim Kuwertz, Marco F. Huber, Felix Sawo* und *Uwe D. Hanebeck* werden modellbasierte Verfahren zur echtzeitfähigen Lokalisierung und Verfolgung von Quellen vorgestellt, welche gezielt räumlich und zeitlich verteilte Messungen einsetzen. Zur Nutzung des Potenzials solcher Systeme können sie auch für die Sensoreinsatzplanung eingesetzt werden; dazu wird ein Vorschlag unterbreitet.

Literatur

- [1] F. Puente León, K.-D. Sommer und M. Heizmann (Hrsg.): Verteilte Messsysteme, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2010 (ISBN: 978-3-86644-476-8)

Prof. Dr.-Ing. Klaus-Dieter Sommer, PTB, Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. Fernando Puente León, Karlsruher Institut für Technologie

Dr.-Ing. Michael Heizmann, Fraunhofer-IOSB, Karlsruhe