



Forum Bildverarbeitung

Fernando Puente León, Institut für Industrielle Informationstechnik, Karlsruher Institut für Technologie,
Michael Heizmann, Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Karlsruhe

Bildverarbeitung spielt in vielen Bereichen der Technik, Wissenschaft und Produktion zur schnellen, berührungslosen und zuverlässigen Datenerfassung eine Schlüsselrolle. Dabei konnten Bildverarbeitungssysteme in den letzten Jahren ihre ohnehin starke Position weiter ausbauen. Etwa in der industriellen Qualitätssicherung, in der Medizintechnik, in der Sicherheitstechnik oder im Straßenverkehr haben sich Bildverarbeitungssysteme einen unverzichtbaren Platz erobert. Diese Entwicklung wird durch die Verfügbarkeit preiswerter, innovativer Sensorsysteme und leistungsfähiger Prozessoren kraftvoll unterstützt. Entsprechend wachsen die mit Bildverarbeitung erzielten Umsätze seit Jahren verglichen mit anderen Bereichen der Automatisierungstechnik überdurchschnittlich stark – im Jahr 2010 betrug der Umsatzzuwachs der industriellen Bildverarbeitung 32 Prozent [1]. Es ist aus heutiger Sicht nicht erkennbar, dass dieses Wachstum in Zukunft an eine unüberwindbare Grenze stoßen könnte. Dazu tragen neue Technologien ebenso bei wie bisher unerschlossene Anwendungsgebiete.

Der wesentliche Vorteil bildverarbeitender Systeme besteht zunächst darin, dass Bildsensoren berührungslos, schnelle und flächige¹ Messungen erlauben. Darüber hinaus ermöglichen Technologien der Bildverarbeitung die Erfassung komplexer Muster, Objektgeometrien und Szenen bei gleichzeitig leichter visueller Interpretierbarkeit der erfassten Informationen.

Auch wenn der Mensch mit seinem biologischen „Bildverarbeitungssystem“ viele Aufgaben der Sichtprüfung intuitiv und spielerisch lösen kann, ist die Automatisierung von Aufgaben der Mess- und Automatisierungstechnik alles andere als trivial. In der Gestaltung, der Methodik und der Algorithmik von Bildverarbeitungssystemen stecken daher umfangreiche wissenschaftliche Erkenntnisse und praktische Erfahrungen. Dabei ist die gesamte Verfahrenskette von der Beleuchtung über die Bilderfassung bis zur Auswertung

¹ Auch Zeilensensoren, die von sich aus nur eine linienhafte Beobachtung erlauben, werden mittel einer Relativbewegung von Sensor und Szene oft für flächige Messungen eingesetzt.

betroffen. Bereits durch den geschickten Einsatz von Beleuchtung und Kamera lässt sich oftmals die Auswertung der gewonnenen Bildsignale vereinfachen. In vielen Fällen stellt jedoch die zielführende Verarbeitung der Bilddaten die größte Herausforderungen bei der Erschließung neuer Anwendungsfelder dar. Leistungsfähige Verfahren und effiziente Algorithmen sind weiterhin Schwerpunkte aktueller Forschung und Entwicklung. Hier haben sich in den letzten Jahren wesentliche Neuerungen ergeben, etwa in den Bereichen der mathematischen Modellbildung, der Bilderfassung, der Mustererkennung oder der Bildfusion.

Anders als bei Innovationen aus dem Bereich der Hardware, die erfahrungsgemäß schnell den Zugang zu kommerziellen Bildverarbeitungssystemen finden, haben es moderne Verfahren der Bildsignalverarbeitung oft schwerer. Solche Erkenntnisse entstehen oftmals im Umfeld der öffentlich geförderten Forschung, die vorwiegend dazu dient, neues Wissen zu gewinnen und nicht primär dieses umzusetzen. Dementsprechend haben viele Verfahren, die heute zum Standardrepertoire der Bildverarbeitung gehören, einen langen Dornröschenschlaf hinter sich gebracht. Beispiele sind die Wavelet-Transformation oder die Variationsrechnung. Genauso kann fest davon ausgegangen werden, dass auch jetzt Verfahren existieren, die in der wissenschaftlichen Fachwelt als bereits erforscht beiseite gelegt werden, aber den Übergang in die praktische Anwendung noch nicht geschafft haben.

Der Fachausschuss 3.51 „Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) hat sich zum Ziel gesetzt, einen intensiven und regelmäßigen Dialog zwischen Theorie und Anwendung zu etablieren. Zu diesem Zweck wurde vom Fachausschuss 3.51 im Dezember 2010 bereits zum zweiten Mal eine Fachtagung in Regensburg veranstaltet, um eine Plattform für den Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaftlern und Anwendern zu bieten. Im „Forum Bildverarbeitung 2010“ wurden im Rahmen von rund 40 wissenschaftlichen Beiträgen und fruchtbaren Diskussionen aktuelle Trends sowie innova-



tive Forschungs- und Entwicklungsergebnisse vorgestellt. Aufgrund ihrer Bedeutung und Aktualität haben sich die Tagungsleiter dazu entschlossen, eine Auswahl herausragender Beiträge einem breiteren Publikum zugänglich zu machen.

Das aus dieser Initiative resultierende Themenheft beginnt mit einem Beitrag von *Erz* und *Jähne*, in welchem die neue Richtlinie 1288 der *European Machine Vision Association* (EMVA) vorgestellt wird. Durch eine herstellerunabhängige Charakterisierung der qualitätsbestimmenden Sensorparameter werden dem Anwender sowohl der objektive Vergleich als auch die Auswahl geeigneter Kameras erheblich erleichtert.

Für die zuverlässige Sortierung von Schüttgut, etwa von Lebensmitteln oder zu recycelnden Materialien, werden schnelle Mess- und Auswerteverfahren benötigt, die möglichst viel Information über die relevanten Objekteigenschaften zu extrahieren vermögen. Davon handelt der mit dem „Best paper award“ ausgezeichnete Beitrag von *Michelsburg et al.*, in welchem bei der Bilderfassung zusätzlich zum visuellen RGB-Farbraum Spektralannteile im nahen Infrarotbereich hinzugenommen werden. Durch eine optimale Selektion geeigneter Spektralbänder wird eine kosteneffiziente und zugleich robuste Klassifikation erzielt.

Der Beitrag von *Gheța et al.* beschäftigt sich mit der Auswertung kombinierter Stereo- und Spektralserien, um gleichzeitig räumliche und spektrale Information über eine Szene zu gewinnen. Für die Auswertung des Stereoeffekts wird ein neues flächenbasiertes Registrierungsverfahren verwendet, welches auf der Zuordnung von Merkmalen in segmentierten Bildern basiert und als Ergebnis Tiefenkarten liefert. Das Registrierungsproblem wird als Aufgabe der Energieminimierung formuliert und mittels „Graph Cuts“ gelöst.

Viele industriell gefertigte Produkte weisen zumindest teilweise eine spiegelnde Reflexion auf. Zur Qualitätssicherung solcher Objekte hat sich in der Vergangenheit das Verfahren der Stereodeflektometrie als geeignet herausgestellt. Der Beitrag von *Werling* und *Beyerer* zeigt, dass die auf diese Weise rekonstruierte Topographie einer Fläche nicht immer eindeutig ist. Bei der Vermessung komplex geformter Objekte kann jedoch das deflektometrische Stereo durch Erfassung zahlreicher überlappender Bereiche zur eindeutigen Lösung des Rekonstruktionsproblems herangezogen werden.

Für viele Aufgabenstellungen der Bildverarbeitung und Mustererkennung ist eine geeignete und effiziente Repräsentation geometrischer Objekte ausschlaggebend. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich der Beitrag von *Maier* und *Schindler* mit der Objektbeschreibung und Modellanpassung auf der Grundlage von Kreisbogensplines. An Beispielen aus dem Automobilbereich wird die praktische Eignung des Ansatzes demonstriert.

Gegenstand des Beitrags von *Schenderlein et al.* ist die 3D-Verfolgung von Elektrophysiologie-Kathetern in Echtzeit basierend auf Stereo-Röntgenbildfolgen zur Unterstützung von Herzkathetereingriffen. Dazu wird der Verlauf der Katheter im Bild mittels aktiver Konturen modelliert, die Katheterspitze mittels Template-Matching und Stereo-Triangulation lokalisiert und die örtliche Verschiebung zwischen den Aufnahmezeitpunkten durch eine lineare Interpolation der Kräfte der aktiven Konturen und ihrer Momentanpositionen berücksichtigt. Der resultierende Algorithmus erfüllt die Anforderungen für einen klinischen Einsatz.

Schließlich geht es im Beitrag von *Schweitzer* und *Wünsche* um die echtzeitfähige Auswertung von Bildfolgen maschinell sehender Fahrzeuge. Um leistungsfähige parallele Prozessoren nutzen zu können, müssen die verwendeten Algorithmen in einfache, wiederkehrende Teilaufgaben mit lokalem Datenhorizont aufgespalten werden. Durch eine lokale Interpretation von Bild-zu-Bild-Verschiebungen werden der Optische Fluss geschätzt und eine visuelle Odometrie ermöglicht.

Die in diesem Themenheft enthaltenen Aufsätze gehen auf die im Tagungsband [2] abgedruckten Beiträge zurück. Sämtliche Beiträge wurden umfassend überarbeitet, redigiert und einem erneuten Begutachtungsprozess unterworfen.

Literatur

- [1] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Branchen/I/IBV?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/vdma/Home/de/Branchen/I/IBV, 2011.
- [2] *F. Puente León, M. Heizmann (Hrsg.):* Forum Bildverarbeitung, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, <http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000020266>, 2010.

Prof. Dr.-Ing. Fernando Puente León leitet das Institut für Industrielle Informationstechnik (IIIT) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Hauptarbeitsgebiete: Mess- und Automatisierungstechnik, Signalverarbeitung, automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung, Mustererkennung, Informationsfusion und Datenübertragung.

Adresse: Institut für Industrielle Informationstechnik, Karlsruher Institut für Technologie, Hertzstr. 16/06.35, 76187 Karlsruhe, Deutschland, Tel.: +49 721 608-44520, Fax: +49 721 608-44500, E-Mail: puente@kit.edu

Dr.-Ing. Michael Heizmann steht der Abteilung Mess-, Regelungs- und Diagnosesysteme (MRD) am Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB vor und leitet derzeit die GMA-Fachauschüsse 1.10 „Grundlagen der Messsysteme“ und 3.51 „Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik“. Hauptarbeitsgebiete: Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung, Bild- und Informationsfusion, Automatisierungstechnik.

Adresse: Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Fraunhoferstraße 1, 76131 Karlsruhe, Deutschland, Tel.: +49 721 6091 329, Fax: +49 721 6091 413, E-Mail: michael.heizmann@iosb.fraunhofer.de