

elektro AUTOMATION

FACHZEITSCHRIFT – ONLINE-FORUM – AUTOMATION AWARD

Sieben Experten zu den
Vor- und Nachteilen von
CCD- und CMOS-Sensoren

TRENDS Seite 26

3D-CAD für mehr
Produktivität beim
Kabeldesign

PRAXIS Seite 58

Technik-Innovationen
sichern die Zukunft des
Werkzeugmaschinenbaus



*Dr. Olaf Rathjen,
Siemens A&D*

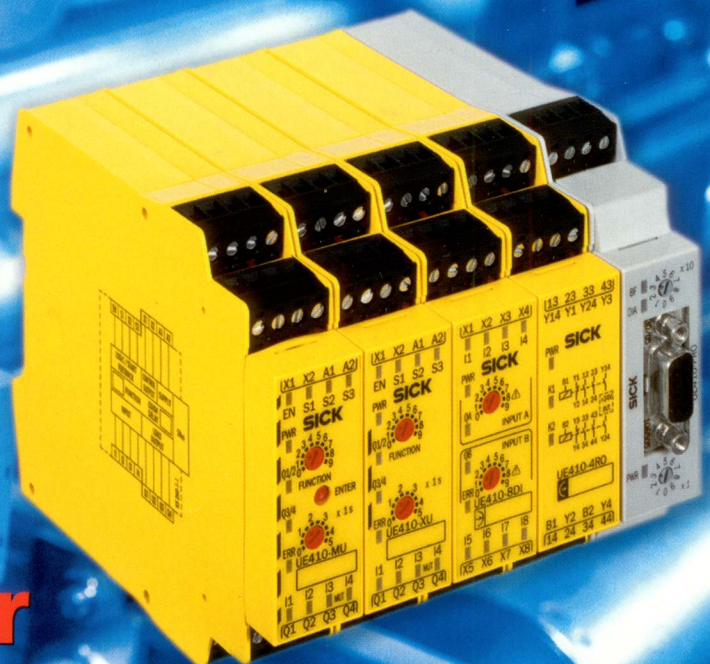
MEINUNG Seite 6

Automation Award 2007

CALL FOR INNOVATIONS Seite 16

Sicherheit für Folienwickler

TITELSTORY Seite 53



Experten-Interview zu Vor- und Nachteilen von CCD- und CMOS-Bildsensoren

Die Anwendung bestimmt die Technologie

Nachdem in der industriellen Bildverarbeitung in den vergangenen Jahren überwiegend Kameras mit einem CCD-Sensor zum Einsatz kamen, gewinnen CMOS-Bildsensoren zunehmend an Bedeutung. Um die Vor- und Nachteile der beiden Technologien zu beleuchten, haben wir in unserem Trendteil „Industrial Control“ Experten von Allied Vision Technologies, Basler, Baumer, Dalsa, Framos, IDS und Videor Technical zu den Vor- und Nachteilen der beiden Technologien sowie zu der zukünftigen Entwicklung befragt.

eA: Welche Vor- und Nachteile haben CCD- und CMOS-Bildsensoren? Wie schätzen Sie die Relevanz dieser Eigenschaften für die industrielle Bildverarbeitung ein?

Butler: Die kontinuierliche Weiterentwicklung von CCD-Bildsensoren einschließlich ihrer Herstellungsprozesse ergeben insgesamt eine bessere Bildqualität im Vergleich zu CMOS-Bildsensoren. Die Integrationsfähigkeit von CMOS-Sensoren ermög-

licht dagegen die Einbindung von parallelen A/D-Wandlern zur Geschwindigkeitsoptimierung. In der industriellen Bildverarbeitung sind Bildqualität und Geschwindigkeit von Bedeutung. Welcher dieser beiden Parameter letztlich von höherer Bedeutung ist, hängt von der Anwendung ab. CCD-Sensoren haben den Vorteil, dass in der Mehrzahl der Anwendungen Sensoren zum Einsatz kommen, die auf Interline-Transfer Technologie basieren. Der hier verfügbare elektronische Shutter als wesentliches Merkmal ist hingegen nur in sehr wenigen CMOS-Produkten realisiert.

Dierks: CMOS sind schneller und billiger, haben weniger Verlustleistung und zudem ist System-on-Chip möglich. CCD bieten – verglichen mit Global Shutter CMOS-Sensoren – höhere Bildqualität. Rolling Shutter CMOS-Sensoren haben schon sehr gute Bildqualität, sind aber wegen der Bewegungsartefakte für Machine Vision Anwendungen nur bedingt geeignet.

Diezemann: Für uns gibt es keine Vorzugstechnologie, der Verwendungszweck entscheidet über die einzusetzende Technologie. CCD-Sensoren erlauben dank großer Pixel und hoher Empfindlichkeit im sichtbaren Bereich qualitativ sehr hochwertige Aufnahmen. Nachteilig steht dem gegenüber die langsame Framerate und der hohe technische Aufwand. CMOS-Sensoren erlauben uns, einfache und kostengünstige Kameras bis hin zum Board-Level-Modell anbieten zu können. CMOS-Sensoren sind prinzipbedingt schneller und hochauflösender. Nachteilig sind teilweise der Rolling Shutter und oft fehlende Monochrom-Varianten.

Gabele: CMOS-Sensoren haben für den Machine-Vision-Bereich viele Vorteile. Hierzu zäh-

len z.B. das Fehlen von Blooming- oder Smear-Effekten, ein geringer Stromverbrauch und ein hoher Arbeitstemperaturbereich. Durch geringere Herstellungs- und Kameraentwicklungskosten sind CMOS-Systeme zudem meist günstiger als CCD-Kameras. Für die industrielle Bildverarbeitung hat der CMOS-



Helke Gabele von Framos

Sensor jedoch den erheblichen Nachteil, dass er meistens nur mit einem Rolling Shutter ausgerüstet ist. Damit sind Anwendungen, die eine Aufnahme von schnell bewegten Objekten erfordern, nicht realisierbar. Durch die CMOS-Technologie wird auch die Produktion von Chips mit extrem kleinen Pixeln möglich. Was im Consumer-Bereich von Vorteil ist, geht jedoch im Machine-Vision-Bereich zu Lasten der oft benötigten hohen Empfindlichkeit.

Hold: Die Relevanz für die Bildverarbeitung ist natürlich stark abhängig von der Applikation. Aufgrund des deutlich geringeren Stromverbrauchs eignen sich CMOS-Sensoren beispielsweise viel besser für mobile Anwendungen, während CCD-Sensoren ein besseres Rauschverhalten aufweisen und somit zum Beispiel eher für Vermessungsaufgaben vorzuziehen sind.

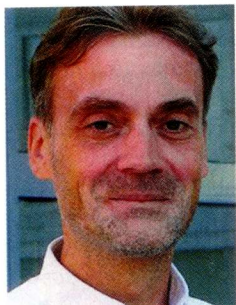
Lewerendt: Die industrielle Bildverarbeitung adressiert ein enorm großes und facettenreiches Applikationsfeld. Jede Applikati-

DIE EXPERTEN

- **Mark Butler, Produktmanager bei Dalsa in Waterloo, Kanada (www.dalsa.com)**
- **Dr. Friedrich Dierks, Leiter Software-Entwicklung Components bei der Basler Vision Technologies AG in Ahrensburg (www.basler-vc.com)**
- **Daniel Diezemann, Produktmanager bei der IDS GmbH in Obersulm (www.ids-imaging.de)**
- **Helke Gabele, Manager Engineering & Support bei der Framos Electronic Vertriebs GmbH in Pullach (www.framos.de)**
- **Markus Hold, Produktmanager Imaging bei der Videor Technical E. Hartig GmbH in Rödermark (www.videortechnical.com)**
- **Ingo Lewerendt, Produktmanager bei der Allied Vision Technologies GmbH in Ahrensburg (www.alliedvisiontec.com)**
- **Lutz Schmidt, Marketing- und Vertriebsleiter der Baumer Optronics GmbH in Radeberg (www.baumeroptronic.com)**

on hat ihre eigenen, ganz speziellen Anforderungen. CCD-Stärken sind Empfindlichkeit (in Verbindung mit Signal-Rauschabstand), Farbtreue, Ortsrauschen und Shutter-Effizienz/-Modus. CMOS-Sensoren haben Vorteile beim Preis sowie bei der Geschwindigkeit (in Verbindung mit Leistungsaufnahme) und bieten Effizienz beim Auslesen von Teilbereichen (Area of Interest).

Schmidt: CCDs sind bezüglich der für die industriellen Bildverarbeitung wesentlichen Eigenschaften wie Bildqualität und Empfindlichkeit den CMOS-Sensoren nach wie vor



Lutz Schmidt von Baumer

klar messbar überlegen. CMOS-Sensoren zeigen technologiebedingt mehr oder weniger ausgeprägte vertikale und horizontale Strukturen im Bild, die aufwendig in der Kamera korrigiert werden müssen. Die typischerweise 3- bis 8-fache geringere Empfindlichkeit muss mit stärkeren und damit teureren Lichtquellen kompensiert werden.

eA: Der EMVA-Standard 1288 soll die Eigenschaften unterschiedlicher Kameras vergleichbar machen. Wie hilfreich ist diese Standardisierung Ihrer Meinung nach für den Anwender?

Butler: Das wird stark von der Anzahl der Unternehmen abhängen, die diesen Standard unterstützen, und ob der Vergleich von Kameras überhaupt umfassend möglich sein wird. Die Umsetzung kann einige Zeit in Anspruch nehmen, wenn bei den gegenwärtigen Testprozeduren Unterbrechungen entstehen. Hier brauchen die Unternehmen die Unterstützung des Markts, der den Standard einfordert. Unabhängig davon ist jeder Kameravergleich eine große Hilfe für den Anwender. Bedauerlicherweise scheint der EMVA-Standard 1288 mehr auf Flächenkameras und weniger auf Zeilenkameras ausgelegt zu sein.

Dierks: Bisher war der Anwender gezwungen, Kameras durch eigenhändiges Ausprobieren zu vergleichen. Das kostete Zeit und Geld, beschränkte in der Praxis die Zahl der verglichenen Kameramodelle und führte öfters zu Fehlurteilen, da nicht jeder Anwen-

der über das nötige Know-how zum Kameravergleich verfügt. Mit dem EMVA-1288-Standard kann der Anwender jetzt nach einfachen, klaren Regeln anhand der Kameradatenblätter entscheiden, welche Kamera für seine Anwendung geeignet ist.

Diezemann: Auch IDS ist Mitglied in dieser Arbeitsgruppe. Erste Vermessungen haben uns die Unterschiede zwischen den Modellen in Zahlen aufgezeigt. Für den Kunden ist es wichtig, bei der Vorauswahl auch Kriterien wie Nichtlinearität oder Rauschverhalten zu beachten. Eine genormte Übersicht – sei es über ein Portfolio eines Herstellers – oder auch Hersteller-übergreifend, ist für viele Kunden eine wichtige Hilfe für die richtige Auswahl. Letztendlich wird aber oft bei kritischen Applikationen mittels einer Leihstellung immer vor Ort eingemessen.

Gabele: Ein einheitliches Messverfahren für die wichtigsten Eigenschaften von digitalen Kameras ist sehr hilfreich für den Anwender, der Datenblattangaben von Kameras unterschiedlicher Hersteller miteinander vergleichen will. Momentan ist dies sehr schwierig, da jeder Kamerahersteller auf unterschiedliche Art und Weise Eigenschaften wie Sensitivität, Signal-Rausch-Verhältnis (SNR), etc. misst.

Hold: Grundsätzlich bietet eine Standardisierung dem Anwender große Vorteile, wenn ein objektiver Vergleich mittels im Standard definierter Größen möglich ist. Für den Anwender sollten diese Vergleichsmöglichkeiten möglichst einfach und nahe an der Applikation gehalten werden.

Lewerendt: Die meisten Vision Systeme bestehen aus einer ganzen Reihe unterschiedlicher Komponenten, die sorgfältig ausgewählt werden müssen. Damit das effektiv ablaufen kann, sind die Entwicklungsteams auf vergleichbare Datenblätter der Komponenten angewiesen. Der Stan-



Ingo Lewerendt von Allied Vision Technologies

dard EMVA 1288 soll hier Abhilfe schaffen – dazu hat er auch eine gute Chance. Wir sehen jedoch drei Hürden, die diesem Ziel im Wege stehen können: die Komplexität

VIP 2007

VIRTUELLE INSTRUMENTE
IN DER PRAXIS



12. Kongress für die Mess- und Automatisierungstechnik

Vom 10. bis 11. Oktober 2007
im Veranstaltungsforum
Fürstenfeld bei München

- Technologie- und Anwendervorträge
- Workshops
- Schnupperkurse am PC
- Anwendertreffen
- Expertenrunden
- Fachausstellung

Aktuelle Agenda und
Online-Anmeldung unter
ni.com/germany/vip



National Instruments Germany
Konrad-Celtis-Str. 79, D-81369 München
Tel.: +49 89 7413130 • Fax: +49 89 7146035
info.germany@ni.com

(Ein Protokoll einer Kamera nach EMVA 1288 ist nicht für jedermann lesbar), geschönte Daten (Die EMVA 1288 ist eine „Selbstzertifizierung“. Wer garantiert mir als Systementwickler, dass die Daten korrekt und nicht „geschönt“ sind?) und Unverbindlichkeit (Viele Sensorhersteller garantieren ihre Bildqualität – insbesondere die Empfindlichkeit – gar nicht oder nur in weit gestreckten Toleranzgrenzen). Theoretisch kann die Bildqualität mit der nächsten Sensorcharge komplett anders aussehen. Wer auf Nummer sicher gehen möchte, wird wohl weiterhin die Ware überprüfen müssen.

Schmidt: Standardisierungsbemühungen wie EMVA 1288 dienen zur Schaffung von einheitlichen Bewertungskriterien für Digitalkameras und sind erste Ansätze, dem Kunden die Kameraauswahl zu erleichtern. Darüber hinaus gibt es noch weitere wichtige Parameter wie Interface- und Treiberstabilität, die aber eine entscheidende Rolle spielen. Der Anwender muss daher immer noch gut vergleichen und mit Tests die optimale Kamera für seine Anwendung evaluieren.

eA: Die Bedeutung der CMOS-Bildsensoren hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Wird die CMOS-Technologie die CCD-Chips in einigen Jahren aus den Kameras verdrängen?

Butler: Die unterschiedlichen Technologien werden sich weiterhin in den Bereichen etablieren, in denen ihre Stärken



Mark Butler von Dalsa

zum Ausdruck kommen. Weder die eine, noch die andere Technologie wird sich völlig durchsetzen. Viel eher werden sich beide den Märkten entsprechend weiterentwickeln.

Dierks: Nein, aus den bei der ersten Frage genannten Gründen.

Diezemann: In Branchen mit enormen Preisdruck ist der CMOS-Sensor die erste Wahl; schon in den so genannten nicht-industriellen Bildverarbeitungsmärkten. Quali-



Daniel Diezemann von IDS

tativ holen die neuen CMOS-Sensoren auf und sind in einigen Anwendungsbereichen den CCD-Sensoren absolut ebenbürtig.

Gabele: Gerade in Machine-Vision- oder Scientific-Anwendungen, wo oft wenig Licht vorhanden ist und ein sehr gutes SNR benötigt wird, werden wohl weiterhin vorzugsweise CCD-Sensoren eingesetzt. Andere Applikationen werden jedoch von den kostengünstigeren CMOS-Bildsensoren, die auch eine immer bessere Bildqualität liefern, profitieren.

Hold: Mit der zunehmenden Verbesserung der optischen Eigenschaften von CMOS-Sensoren könnte man zu diesem Schluss kommen. Doch noch immer bietet ein CCD-Sensor einige Vorteile gegenüber CMOS, wie zum Beispiel das bessere Rauschverhalten, sowie Vorteile beim Shuttern. Letztendlich werden bei gleicher Performance von CCD- und CMOS-Sensor auch die Herstellungskosten des Gesamtsystems – nicht nur ausschließlich die Kosten des Sensors selbst – eine entscheidende Rolle spielen. Dem Anwender dürfte es am Ende gleichgültig sein, solange er mit dem Gesamtsystem eine für ihn brauchbare Lösung erhält.

Lewerendt: CMOS hat insbesondere in den letzten zwei Jahren so einigen Rückstand in Sachen Bildqualität wettgemacht. Um alle CCD-Vorteile zu ergattern, muss die CMOS-Technologie noch einige Verbesserungen erreichen. Das halten wir bei Allied Vision Technologies in den nächsten paar Jahren für recht unwahrscheinlich.

Schmidt: Die CMOS-Euphorie der vergangenen Jahre hat sich beruhigt und nach wie vor beherrschen CCD-Kameras die automatisierte Bildverarbeitung. Es gibt sicherlich Aufgaben, bei denen die Eigenschaften der CMOS-Kameras, wie das schnelle Auslesen von Teilbildern oder logarithmische Kennlinien für höchste Dynamik, wichtige Kriterien sein können.

eA: Im Zuge der Weiterentwicklung der Halbleiterprozesse für CMOS-Sensoren wird auch an der Entwicklung sogenannter Smart-Pixel (Intelligente Bildsensoren) ge-

forscht. Was werden diese Smart-Pixel Ihrer Ansicht nach für die Zukunft der Bildverarbeitung mit sich bringen?

Butler: Viele verschiedene Smart Pixel-Produkte existieren bereits. Jedoch werden nur wenige Lösungen überleben bzw. nur diejenigen erfolgreich sein, die den Anforderungen der Volumen Anwendungen entsprechen. Andernfalls sind die Entwicklungsausgaben nicht zu rechtfertigen. Eine Analogie hierzu bilden Derivate in den Finanzmärkten: Jeder kann ein Derivat anbieten, jedoch nur solche mit guter Marktunterstützung können überleben.

Dierks: System-on-Chip Lösungen werden sich insbesondere bei den Massen Anwendungen im Consumer-, Security- und Automotive-Bereich ausbreiten. Typische Module, die zusammen mit dem Bildsensor auf einen Chip gebracht werden können, sind Businterface (z.B. USB), Bildbearbeitung (z.B. Farbkonversion oder Fixed Pattern Noise Correction) und Bild-(Vor-)verarbeitung (z.B. Kantendetektion). Die Integration von Bus-



Dr. Friedrich Dierks von Basler

interfaces und von Modulen zur Bildbearbeitung ist aus dem Forschungsstadium bereits heraus; die Integration von Bild-(Vor-)verarbeitung wird folgen.

Diezemann: Unsere neuen Modelle beinhalten Sensoren, die gleich die Farbumrechnung nebst Korrektur und Lens Shading auf dem Chip vornehmen können. Das entlastet den Host-Rechner und erlaubt die Verwendung von kostengünstigen CS- oder S-Mount-Objektiven. Sensoren der neuesten Generation bieten z.B. bereits eine On-Chip Bildkompression. Das erschließt neue Anwendungsgebiete. Ich sehe eine große Zukunft in diesen System-on-a-Chip-Lösungen und erwarte, dass wir in Zukunft auch das Interface gleich mit auf diesen neuen Sensoren haben. Die Single-Chip-Kamera rückt näher.

Gabele: CMOS-Sensoren, die z.B. pixelgenaue Distanzmessungen im gesamten Sichtfeld möglich machen, sind sicher für Roboter-Anwendungen sehr interessant. Bisher müssen hier, zusätzlich zum Kamerasystem,

Laser für die Distanzbestimmung eingesetzt werden. Andere Smart-Pixel-Sensoren, die über eine Vorverarbeitung der Bilddaten und Intelligenz auf der Sensorebene verfügen, könnten viele neue mögliche Anwendungsbereiche erschließen.

Hold: In der Videoüberwachung spielen auf hohen Dynamikumfang optimierte Smart-Pixel-Sensoren für alltägliche Gegenlichtsituationen bereits heute eine zunehmende Rolle. Für immer komplexer werdende Aufgaben in der Bildverarbeitung wird die Bildvorverarbeitung immer wichtiger, die heute überwiegend in FPGAs stattfindet. Ob und wie weit es Sinn hat, diese Funktionalität

Markus Hold von
Videor Technical



bereits im Sensor zu Verfügung zu stellen, bleibt abzuwarten. In jedem Falle bleibt es wichtig, diese Funktionalität so flexibel wie möglich zu gestalten.

Lewerendt: Smart-Pixel werden für einige Anwendungen bahnbrechende Erfolge mit sich bringen, andere Applikationen werden sogar erst durch sie ermöglicht. Man wird aber auch weiterhin andere Marktbereiche finden, in denen sie keine Rolle spielen.

Schmidt: Smart-Pixel Bildsensoren erlauben, neben der Erfassung des Lichtsignals, die pixelweise Verrechnung dieses Signals mit einem Referenzsignal. Damit ist es möglich, z.B. 3D-Sensoren mit integrierter Phasenkorrelation zu realisieren. Diese Technologie steht am Anfang. Die heute am Markt verfügbaren Sensoren sind nur mit begrenzter Auflösung und Messgenauigkeit verfügbar und werden u.a. im Automotivebereich eingesetzt. Leistungsfähige Bildverarbeitungssysteme mit hoher Messgenauigkeit und präziser Verarbeitung der 2D-Bilddaten lassen sich schneller und genauer mit den immer rechenstärker werdenden FPGAs realisieren.

eA-INFO-TIPP

Auf der diesjährigen Pressekonferenz zur Vision 2007 hat Dr. Olaf Munkelt, Mitglied des Vorstands, VDMA Industrielle Bildverarbeitung, die neuesten Zahlen der VDMA-Marktbefragung zur Entwicklung der industriellen Bildverarbeitung präsentiert. Vortrag und Ergebnisse finden Sie unter:

- www.vdma.org/wps/wcm/resources/file/eb2d9907251b54b/Presse-text_Vision_2007.pdf
- www.vdma.org/wps/wcm/resources/file/eb2d9c07252f79f/Charts_PK_VISION_07_2007.pdf

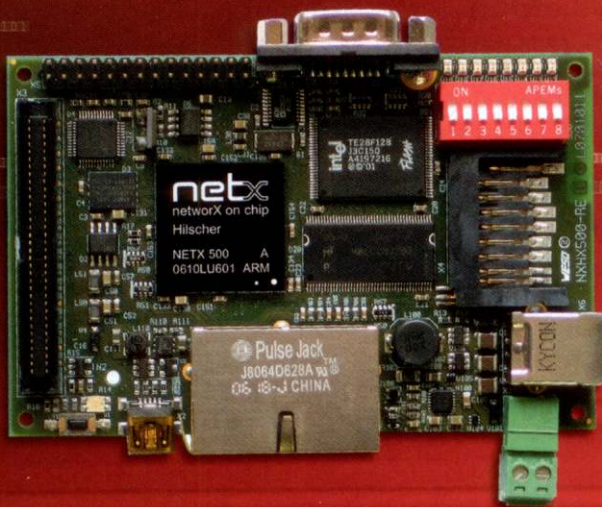
www.eA-online.de

Online-Info

| | |
|----------------------------|--------|
| Allied Vision Technologies | eA 437 |
| Basler | eA 438 |
| Baumer | eA 439 |
| Dalsa | eA 440 |
| Framos | eA 441 |
| IDS | eA 442 |
| Videor Technical | eA 443 |

SOFTWARE ENTWICKLUNGSBOARD

netx



Lassen Sie sich von networkX on chip überzeugen:

Board mit USB-Kabel am PC anschließen, HiTOP Entwicklungsumgebung installieren, Beispielprojekt laden und mit der Softwareentwicklung beginnen. Schneller, einfacher und preiswerter als mit dem Software Entwicklungsboard können sie keine Real-Time-Ethernet Entwicklung starten. Im Lieferumfang ist eine komplette HiTOP Entwicklungsumgebung der Firma Hitex zur ausschließlichen Softwareentwicklung auf dem Board enthalten.