

Contact-Image-Sensoren (CIS) ermöglichen bereits während des Druckprozesses eine effiziente und kostengünstige Analyse

Präzise Bahnwarenkontrolle für wenig Geld

Wer Bahnwaren wie etwa Vielfarb-Druckerzeugnisse mittels Bildverarbeitungstechnik inspizieren will, kann auf Zeilenkameras oder Contact-Image-Sensoren (CIS) zurückgreifen. CIS-Systeme haben allerdings gegenüber Zeilenkameras gravierende Vorteile: Sie sind einfacher aufgebaut, kosten bei Lesebreiten ab 2000 Pixel weniger und erreichen eine bessere Farbtreue.

Um in der Druckindustrie die gewünschte Qualität von Vielfarbendruckern zu gewährleisten, ist ein zuverlässiges Mess- und Kontrollsystem nötig, das bereits im Herstellungsprozess die Bahnen eines Druckerzeugnisses auf Fehlerfreiheit überprüft. Zu achten ist dabei vor allem auf die Farbtreue.

»Die hohe Geschwindigkeit, mit der das Druckerzeugnis über die Bahn läuft, ist hier eine besondere Herausforderung«, erläutert Dr. Nikolaus Tichawa, geschäftsführender Gesellschafter der Tichawa Vision GmbH, die industrietaugliche CIS im Programm hat. »Zudem soll die gesamte Breite eines Druckprodukts mit gleichwertig hoher Präzision, sprich: mit hoher Auflösung und konstanter Bildschärfe sowie verzeichnungsfrei, abgebildet werden.«

Für die Bahnwarenkontrolle stehen hauptsächlich zwei Analysemethoden zur Verfügung: der

Einsatz von Zeilenkameras oder die Installation von CIS. Im Folgenden werden Funktionsweise, Vor- und Nachteile sowie die Leistung beider Systeme genauer unter die Lupe genommen.

Bahnwarenkontrolle mittels Zeilenkameras

Zur Bahnwarenkontrolle »endloser« Druckerzeugnisse dienen derzeit am häufigsten Systeme aus Zeilenkameras kombiniert mit Lichtquelle und Optik. »Wie jede Kamera erfasst auch die Zeilenkamera Bilder, die auf einen internen Sensor projiziert werden«, verdeutlicht Dr. Nikolaus Tichawa. »Der Sensor gibt die Informationen an Zielsysteme wie Anzeige-, Speicher- oder Analysegeräte weiter.«

Die Auflösung gibt bei Zeilenkameras an, wie viele aktive Pixel sich auf dem Sensor insgesamt befinden. »Dieser Wert muss noch mit dem Abbildungsmaßstab der Optik auf ein anwendungsbezogenes Maß umgerechnet werden«, verdeutlicht Tichawa. »Ein Pixel ('picture element') ist ein flächig angeordnetes, lichtempfindliches Halbleiterelement und dient dazu, die einfallenden Photonen, also das Licht, in Elektronen umzuwandeln, zwischenspeichern und aus der Sensorfläche herauszutransportieren.«

Die meisten Farb-Zeilenkameras erzeugen die Farbinformationen, indem Farbfilter über den auf dem Sensor liegenden Bildpunkten angebracht werden. Typischerweise stehen jeweils eine rote, grüne und blaue Sensorzeile auf einem Chip zur Verfügung (Trilineare Kamera). »So genannte Prismenkameras, ein anderer Typ der Zeilenkamera, erzeugen die Farbinformation, indem ein Prisma das weiße Licht in rote, grüne und blaue Bestandteile für insgesamt drei Sensoren aufspaltet«, führt Tichawa aus. »Als Lichtquelle dienen bei Zeilenkameras weiße LEDs.«

Wenn ein breites Druckerzeugnis zu erfassen ist, müssen mehrere Kameras nebeneinander angeordnet werden, um die komplette Bahnbreite abzudecken.

Alle Arten von Zeilenkameras weisen laut Tichawa erhebliche Defizite in ihren spektralen Eigenschaften auf, bedingt sowohl durch Einschränkungen und Fertigungsschwankungen der Filter als auch durch die Lichtquelle. »Die spektrale Empfindlichkeit ist letztlich das Produkt aus Lichtquelle und Sensorcharakteristik, das bedeutet, Einschränkungen der Lichtquelle führen zu schlechter Empfindlichkeit«, betont er. »Das Spektrum der weißen LEDs setzt sich aus blauem Licht der LED selbst sowie dem gelbem Phosphor-Nachleuchten zusammen. Im Bereich von ungefähr 470



Dr. Nikolaus Tichawa,
Tichawa Vision

» Betrachtet man die Investitionskosten für Komponenten und Kabel, lohnt sich die Anschaffung eines CIS ab einer Lesebreite von 2000 Pixel. Bezieht man aber auch die zusätzlichen Kosten in Form von Montage und Justierung in die Überlegungen mit ein, erweist sich das CIS-System bereits ab 1500 Pixel Lesebreite als die wirtschaftlichere Lösung. «

nm entsteht ein spektrales Wahrnehmungsloch, weil an dieser Stelle das blaue Licht bereits nachlässt, bevor die Wirkung des Phosphors einsetzt.«

Diese Mängel ließen sich bei der Auswertung mit einer Farbraumkonversion rechnerisch mildern, allerdings nur auf Kosten der Dynamik. Das Lichtquellspektrum ergebe in Verbindung mit der spektralen Empfindlichkeit des Sensors das Systemverhalten.

Die Installation der Zeilenkameras innerhalb der Produktionslinie erfolgt in einem bestimmten Abstand zum Druckerzeugnis auf einer mechanischen Halterung. Bei Inbetriebnahme ist eine präzise Justierung der Kameras nötig, um während des Analyseprozesses korrekte Ergebnisse zu erzielen. »Vor allem die Parallelschaltung der Kameras bringt einen erheblichen Aufwand bei der Justierung und Datenverarbeitung mit sich, damit eine einigermaßen gleichmäßige Abbildungsqualität über den gesamten Lesebereich erzielt werden kann«, legt Tichawa dar. »Wird die Produktionslinie verändert und das Druckerzeugnis ausgetauscht, ist eine Neu-Justierung aller Zeilenkameras durch Spezialisten erforderlich. Der meist lange 'Hebel' aus Gegenstands- und Objektgröße macht die Lösung anfällig für Vibrationen – Pixelgrößen von wenigen µm bedingen hohen Aufwand in der Montage.«

Vergleich des mechanischen Aufbaus einer Zeilenkamera (links) und eines CIS (rechts)



Bahnwarenkontrolle mittels CIS

Die Technologie der CIS tut stark vereinfacht bereits in Faxgeräten und Scannern ihren Dienst. Im Markt für industrielle CIS ist unter anderem Tichawa Vision aktiv. Die CIS-Systeme des in Friedberg nahe Augsburg ansässigen Unternehmens bestehen aus einer Lesezeile mit integrierter Optik und Lichtquelle. Sie arbeiten mit einem Abbildungsverhältnis von 1:1, so dass sie genauso groß wie ihre Vorlage sind. Bei CIS wird die Auflösung auf die Vorlage bezogen in dpi oder in Pixel pro mm angegeben. Installiert werden CIS in einem Arbeitsabstand von 8 bis 14 mm über dem abzubildenden Objekt.

An die Stelle eines einzelnen Objektivs tritt ein Array aus gestaffelten GRIN-Linsen (Gradienten-Index-Linsen). »Jede einzelne Linse nimmt einen kleinen Bereich des Objekts auf«, formuliert Tichawa. »Durch die gezielte Überlappung der einzelnen Bildausschnitte entsteht ein scharfes Bild. Als Bildsensoren kommen CCD- oder CMOS-Bausteine zum Einsatz, die versetzt oder direkt anreihbar sind.« In den wesentlichen Merkmalen wie Dunkelrauschen, Peak Response Nonuniformity und Dynamikbereich entsprechen die CIS den Standard-Zeilenkameras, jedoch ohne deren übliche Schwächen bei Ortsauflösung und Lichtausbeute. Ein einzelner CIS könne eine Bahnbreite von bis zu 4,1 m abdecken.

Das bei Zeilenkameras auftretende Problem eines nicht zufriedenstellenden spektralen Verlaufs entfällt laut Tichawa bei den CIS-Systemen von Tichawa Vision. »CIS werden mit einem optimierten Mix

verschiedenfarbiger LEDs bestückt«, führt er aus. »Dies verhindert das Entstehen einer spektralen Lücke und gewährleistet einen optimalen spektralen Verlauf. Der Multiplexzyklus mit einem einzigen Sensor stellt eine genaue geometrische Übereinstimmung der Pixel verschiedener Farben sicher.«

CIS-Systeme bieten sich besonders für Applikationen mit knappem Einbauraum an. Sie werden in einem Abstand von maximal 14 mm zum Druckerzeugnis angebracht und beanspruchen selbst nur eine geringe Höhe. »Im Gegensatz zur Zeilenkamera entfällt jegliche Justierung der CIS«, hebt Tichawa hervor. »Optionale ROIs, Regions Of Interest, erlauben die Inspektion von Teilbahnen wechselnder Breite ohne Neujustierung.«

CIS bieten eine Komplettlösung mit integrierter Beleuchtung und Optik. »Wegen der 1:1-Abbildung ist die Mechanik sehr einfach; zudem ergeben sich Vorteile wie die konstante Lichtintensität sowie der gleichbleibende Fokus und Bildwinkel über die gesamte Bahnbreite bei einer Ortsauflösung von maximal 2400 dpi entsprechend einem Pixel-Raster von 10 µm«, führt Tichawa aus.

Munsell-Prüfung: Zeilenkamera versus CIS

Ein wichtiger Aspekt der Produktqualität eines Druckerzeugnisses ist die Farbtreue. »Als Sollwerte werden in Fachkreisen häufig die Farben der Munsell-Farbkarte herangezogen, denn die Prüfung mit einfachen Farb-

tafeln oder Farbkoordinaten im Farbdreieck reicht für die hohen Ansprüche der Druckindustrie nicht aus«, stellt Tichawa klar. »Abweichungen von den Munsell-Sollwerten sind unerwünscht. Und selbstverständlich muss auch das eingesetzte Prüfsystem in seiner Farbdarstellung möglichst nahe an die Munsell-Sollwerte herankommen.«

Um herauszufinden, welches System eine bessere Farbtreue liefert, wurde bei Tichawa Vision eine Munsell-Testkarte mit zwei verschiedenen Zeilenkameras und einem CIS aufgenommen. Die so gewonnenen Daten wurden in Relation zu den Sollwerten gesetzt. »Hierbei wurde deutlich, dass über das gesamte Spektrum die Abbildung des CIS deutlich näher beim Ideal liegt als die Abbildungen der Zeilenkameralösungen«, erklärt Tichawa.

Beim Vergleich der beiden Systeme gilt es Tichawa zufolge zu berücksichtigen, dass der CIS eine Komplettlösung mit integrierter Optik und Lichtquelle bietet, während bei der Zeilenkamera die Optik und Lichtquelle sowie die Kamerabefestigung zusätzlich zu erwerben sind. Eine Verkabelung ist demnach bei beiden Systemen erforderlich.

»Betrachtet man die Investitionskosten für Komponenten und Kabel, lohnt sich die Anschaffung eines CIS ab einer Lesebreite von 2000 Pixel«, resümiert Tichawa. »Bezieht man aber darüber hinaus auch die zusätzlichen Kosten in Form von Montage und Justierung in die Überlegungen mit ein, erweist sich das CIS-System bereits ab 1500 Pixel Lesebreite als die wirtschaftlichere Lösung.« (ak) ■

Ein einzelner CIS, hier als Ladung im Wagen, kann eine Bahnbreite von bis zu 4,1 m abdecken.

Texas Instruments

Embedded Processing

Texas Instruments (TI) war 2010 laut IHS iSuppli weltweit der größte Halbleiterhersteller im Industriegesamt. Diesen Erfolg gilt es zu halten, wenn nicht sogar auszubauen. Und dafür sind die EMEA-Regionen, allen voran Europa, sicherlich ein guter Ort, denn hier tummeln sich in einigen Industriebereichen – die fünf größten Solarunternehmen und die drei größten Tier-Ones der Automobilindustrie sind in Europa angesiedelt – die wichtigsten OEMs.

»TI ist der größte Halbleiterhersteller in der Industrieelektronik, und das obwohl wir in keinem Einzelsegment führend sind«, freut sich Matthias Poppel, Director Embedded Processing EMEA bei Texas Instruments. Aus der Sicht des Embedded Entwicklers sind es vor allem drei Aspekte, die für TI sprechen: das große Spektrum an Embedded-Prozessoren, die Vielzahl von Connectivity-Produkten und die unterschiedlichen Safety-Konzepte für die funktionale Sicherheit.

Mit diesem Mix an Fähigkeiten adressiert TI in EMEA einen 6-Mrd.-Dollar-Markt, und das allein mit seinen Embedded-Processing-Produkten (embedded Processing: EP). Hinzu kommen 7 Mrd. Dollar, die TI mit seinen Analogprodukten bedienen kann. Betrachtet man aber nur den Embedded-Processing-Anteil, so ergibt sich laut TI-Analyse diese Aufteilung:

- 1,3 Mrd. Dollar entfallen auf Infrastrukturapplikationen. Dazu zählen Pico/Femtozellen, Microwave-Backhaul-Applikationen, integrierte Antennensysteme, Videoapplikationen und alles was zum Thema »Grüne Telekommunikation/Leistungseffizienz« gehört;
- 2 Mrd. Dollar kommen aus Industrieanwendungen: erneuerbare Energien, Metering, Antriebe/HLK (Heizung, Lüftung, Klimatechnik), Smart Grid, Connectivity in Industriemaschinen, HMI etc.;

- 2 Mrd. Dollar werden im Automotive-Markt erzielt, dazu zählen Fahrerassistenzsysteme, Sicherheit, Navigations-Netzwerke, Entertainment, Infotainment, Batterie-Management usw.

Poppel: »4 der 6 Mrd. Dollar können wir mit unseren MCUs adressieren, 1,3 Mrd. Dollar mit unseren DSPs und 0,7 Mrd. Dollar mit unseren Prozessoren.« Und er ist

der festen Überzeugung, dass TI durchaus Chancen hat, hier richtig erfolgreich zu sein. Denn »laut einer Umfrage der EETimes vom letzten Jahr sind wir das am meisten gefragte Embedded-Processing-Unternehmen, noch vor Freescale und Microchip«, betont Poppel.

Mikrocontroller

Bei den Controllern können die Entwickler aus mehr als 1000 verschiedenen Produkten wählen. Geht es um Low-Power-Anwendungen, dann kommt die populäre MSP430-Familie zum Einsatz. Und obwohl hier die Konkurrenz inzwischen groß ist – jeder Mikrocontroller-Hersteller hat den Low-Power-Bereich für sich entdeckt –, ist Poppel der Überzeugung, dass TI keinen Kunden an die Konkurrenz verliert. Denn war die MSP430 für lange Zeit der Maßstab für energiesparende Controller, hat TI mit seinen MSP430-MCUs mit FRAM-Speicher noch eins oben drauf gesetzt und »die bereits geringste aktive Leistungsaufnahme noch mal halbiert«, so Poppel weiter. Daneben gibt es noch die »Value Line« innerhalb der MSP430-Familie. Diese Controller-Serie ist laut Poppel schneller als alle anderen MSP430-Serien gewachsen. »Innerhalb von nur neun Monaten haben wir 4 Mio. Stück der 430 Value Line Controller ausgeliefert. Die 16-Bit-Controller mit einem 8-Bit-Preisgefüge eignen sich für alle Anwendungen, in denen einerseits der Platz limitiert ist und andererseits die Kosten unter Druck stehen.« In diesem Jahr will TI das Wachstum mit der Value Line sogar noch verdoppeln. Dazu werden in Kürze weitere MSP430 Value Line Controller auf den Markt gebracht, und zwar Varianten mit 32/56 KByte Flash-Speicher in einem 8-Pin-Gehäuse.



Slashing power with MSP430™ MCUs with FRAM

- Cuts the industry's lowest active power consumption in half. FRAM is 100x faster than flash microcontrollers when writing to memory



Delivering 16-bit performance at 8-bit prices with MSP430™ Value Line

- Enables capacitive touch applications and integrates communication peripherals such as UART, SPI and I2C



Making the world greener with Concerto™ MCUs

- Combine an ARM Cortex-M3™ core with C2000's C28x core on one device for applications such as solar inverters and industrial control



Making the world safer with TMS570 & RM4x ARM® MCUs

- Safeguards in hardware to maximize performance and reduce software overhead for transportation, industrial and medical



Stellaris® ARM® Cortex™-M4F is 1st Cortex-M4 in production

- New "Blizzard" MCUs deliver best-class power consumption for industrial automation, motion control, health & fitness

Den Entwicklern steht ein Portfolio aus über 1000 Controllern zur Verfügung.

Quelle: Texas Instruments

Geht es um Anwendungen wie Solarinverter oder Motorsteuerungen, so können die Entwickler aus der Concerto-MCU-Familie auswählen. In diesen Bausteinen hat TI einen Cortex-M3 und einen C28x-Core aus der C2000-Familie integriert. Mit Blick auf Sicherheitsanwendungen im medizinischen oder industriellen Bereich weist Poppel auf die Hercules-Familie hin, in denen TI Sicherheitsfunktionen in Hardware implementiert hat. »Hercules-Controller mit Cortex R4 werden bereits seit einigen Jahren im Automotive-Bereich eingesetzt. Jetzt haben wir aber auch entsprechende Produkte für Industrieanwendungen«, so Poppel, und abschließend: »Wollen Kunden möglichst wenig Entwicklungsaufwand betreiben, dann sind die Stellaris-MCUs die richtigen Produkte. Für diese Controller stehen alle möglichen Protokoll-Stacks zur Verfügung, so dass eine eigene Implementierung überflüssig wird.«

Prozessoren

Geht es um Prozessoren, so macht ARM auch in diesem Bereich dem Konkurrenten Intel das Leben schwer. Denn basierten bislang nahezu 100 Prozent aller EP-Boards auf Intel-Prozessoren, setzen mittlerweile viele auch ARM-Prozessor ein. Poppel: »Beispielsweise baut Kontron eine ARM-Linie auf, die auf unserer Sitara-Familie mit dem Cortex-A8 basiert.« Er ist der Überzeugung, dass »ARM in den nächsten Jahren 25 Prozent des Intel-Marktes im Industriegesamt er-

obern wird«, wobei die Verdrängung auf der unteren Leistungsebene stattfinden soll, im oberen Leistungssegment soll sich Intel halten können.

Die Sitara-Familie mit AM335x-Prozessoren ist bereits ab 5 Dollar zu haben. So erklärt Elizabete de Freitas, im Product Marketing für die Sitara ARM Mikroprozessoren von TI tätig: »Das sind die ersten Prozessoren, auf denen neben dem Prozessorkern auch EtherCAT Slave integriert ist.« Dank der Kombination aus ARM-Kern und programmierbarer Echtzeit-Unit eignen sich die Prozessoren aber auch für alle anderen Feldbusse.

Die Familie ist hochgradig skalierbar, so dass die langsameren Prozessoren (275 MHz) einfach als Kommunikations-Co-Prozessoren eingesetzt werden können, während die schnell getakteten MPUs (720 MHz) so rechenstark sind, dass auch die gesamte Applikation oder auch das Mensch-Maschine-Interface damit realisierbar ist. Aus der Sicht von de Freitas zeichnet sich die Familie zwar durch einen besonders niedrigen Preis aus, aber um auch bei den Entwicklern überzeugend zu wirken, bedürfe es etwas mehr.

»Die integrierte Peripherie ist entscheidend, nicht der Preis und auch nicht so sehr der Prozessorkern«, so die Erfahrung von de Freitas. Und da hat der AM335x einiges zu bieten, angefangen bei der PRU (Programmable Realtime Unit), auf dem der Feldbus implementiert ist, über einen GBit-Ethernet-Switch, bis hin zum Display-

Controller und Memory-Interface. De Freitas weiter: »Wir haben die Media Independent Interfaces für Ethernet-basierende Protokolle direkt in der PRU implementiert, so dass keine Latenzzeiten zwischen CPU und Interface entstehen. Außerdem ist die PRU eine offene Architektur. So kann der Kunde sein eigenes Protokoll implementieren.« Geht es um HMI-Anwendungen mit High Definiti-

on Video, steht den Entwicklern die DM81xx-MPUs aus der DaVinci-Familie zur Verfügung. In diesen Videoprozessoren hat TI neben einem ARM-Core als Host-Prozessor auch 3D-Hardware-Beschleuniger integriert. Poppel: »Mit diesen Produkten lassen sich aber auch Infotainment-, Fahrerassistenten- oder medizinische Applikationen realisieren.«

DSPs

TI ist der größte DSP-Hersteller, und entsprechend groß ist die Anzahl an DSPs. Geht es aber um industrielle Anwendungen, sind speziell die C66x-Multicore-DSPs und die C553x-DSPs interessant. Unter der C66x-Familie sind DSPs zu finden, die laut TI eine fünfmal höhere Rechenleistung aufweisen als

irgendein anderer DSP am Markt, und weiter: »In dieser Familie ist auch der erste 10-GHz-DSP mit Fest- und Gleitkommaleistung zu finden.« Am anderen Ende stehen die C553x-DSPs, mit denen TI besonders preissensitive Anwendungen adressiert. Weshalb Poppel auch anmerkt: »Innerhalb dieser DSP-Familie ist weltweit der preisgünstigste DSP für unter 2 Dollar ab 1000 Stück zu finden.« (st) ■