© PBMasterDesign - stock.adobe.com

Zeilenraten über 1 MHz

Highspeed-Inspektionslösung mit integrierter Trigger- und Lichtsteuerung

Mit schneller Bildverarbeitung beschäftigt sich die Forschungsgruppe High-Performance Vision Systems am AIT Austrian Institute of Technology in Wien schon seit den 1990er Jahren. Auf Basis einer EoSens-Creation-Kamera von SVS-Vistek stößt das AIT-Team nun jedoch in bislang unerreichte Geschwindigkeitsbereiche vor.

Peter Stiefenhöfer

Hochautomatisierte Produktionsprozesse können unglaublich schnell sein: Elektronikbauteile, Batteriefolien oder Druckerzeugnisse werden mit Geschwindigkeiten im Bereich von bis zu 10 Metern pro Sekunde hergestellt. Noch schnellere Prozesse finden sich beispielsweise bei der Fertigung von Drähten oder Kabeln, wo Produktionsgeschwindigkeiten von bis zu 100 Metern pro Sekunde keine Seltenheit sind.

Für das menschliche Auge sind derartige Geschwindigkeiten sowieso nicht mehr aufzulösen, doch auch Bildverarbeitungssysteme, die zur Qualitätsprüfung von sehr schnell produzierten Bauteilen eingesetzt werden, können das vorgegebene Tempo häufig nicht zuverlässig mitgehen: Obwohl die Leistungsfähigkeit dieser Technologie in den vergangenen Jahren stetig zugenommen hat, stoßen selbst Highend-Systeme bei extrem schnellen Prüfvorgängen zuweilen an ihr Limit.

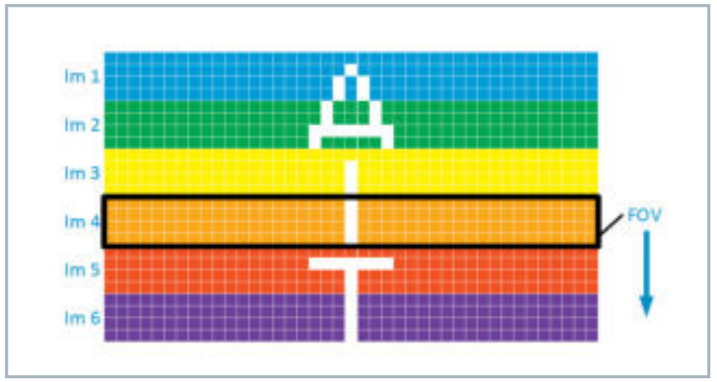
„Aufnahmegeschwindigkeiten um 1 MHz Zeilenrate waren bis jetzt für industrielle Anwendungen unerreichbar“, weiß Dr. Ernst Bodenstorfer, Senior Expert bei der Forschungsgruppe High-Performance Vision Systems am AIT Austrian Institute of Technology (AIT) in Wien. „Diese Schallmauer haben wir nun geknackt.“

Trickreich zu mehr Speed

Das AIT erzielt die hohen Geschwindigkeiten bei der Bildaufnahme auf trickreiche Weise. So werden zur Überprüfung langer oder fast endloser Objekte in der Regel Zeilenkameras eingesetzt, die auf Basis von Zeilensensoren arbeiten. Damit werden Bilder „scheibchenweise“ aufgenommen und vor der Auswertung aneinandergesetzt.

Der Artikel in Kürze

- Das Austrian Institute of Technology (AIT) entwickelte ein **Kamerasystem mit 1 MHz Zeilenrate** für **ultraschnelle optische Inspektionen in der Industrie**.
- Flächensensoren mit erweiterter FPGA-Logik ermöglichen n**ahtlose, synchronisierte Bildaufnahme und -verarbeitung in Echtzeit**.
- Kombination aus CMOS-Sensor, FPGA-Verarbeitung und gepulster Hochleistungs-LED-Beleuchtung sichert **hohe Bildqualität**.
- **Mikrotron EoSens Creation 2.0 XGE von SVS-Vistek** bildet die technische Basis.
- **Anwendungen**: Inspektion von Drähten, Banknoten, PCBs, Verpackungen, Infrastruktur und in Photometric Stereo-Systemen.



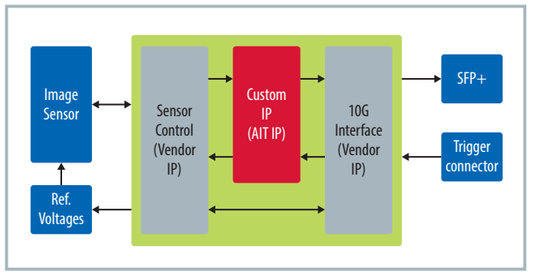
Scanverfahren (schematisch): Ein schnell bewegtes Objekt wird durch eine rasche Folge von Bildausschnitten bestehend aus wenigen Zeilen aufgenommen. Wesentlich dabei ist eine gute Synchronisierung der Aufnahme zur Objektbewegung. © AIT Austrian Institute of Technology

Das AIT geht hier jedoch einen anderen Weg, erläutert Bodenstorfer: „Mit der heutigen CMOS-Bildsensortechnologie sind Flächensensoren verfügbar, die hinsichtlich der pro Sekunde erfassten Zeilen um ein Vielfaches schnellere Abtastraten erlauben als die schnellsten Zeilensensoren. Unser Ansatz besteht darin, die FPGA-Logik einer handelsüblichen Kamera um eine integrierte Echtzeitverarbeitung zu erweitern. Damit lassen sich Flächenscans präzise mit der Objektbewegung synchronisieren und die Bilder nahtlos zu einem kontinuierlichen Bildstrom zusammenfügen. Unerwünschte Schattierungsartefakte werden bei diesem Konzept bereits innerhalb der Kamera korrigiert.“

Dass das AIT eine herkömmliche Flächenkamera mit 1920 x 1080 Pixeln um eine spezielle FPGA-Funktionalität für das Zusammenfügen von Bildern und die präzise Synchronisation mit ultraschnellen LED-Blitzbeleuchtungen erweitert hat, stellt nach Bodenstorfers Worten die wesentliche Innovation der Entwicklung dar. Dieser Kunstgriff führt zu beispiellosen Scan-Geschwindigkeiten, die denen einer Zeilenscan-Kamera mit 1 MHz Zeilenrate entsprechen.

Die richtige Kamera als Basis

Der Kamera für das von AIT realisierte Highspeed-Bildverarbeitungssystem mit der Bezeichnung Xposure 1M kam naturgemäß eine Schlüsselrolle zu. Bodenstorfer und sein Team entschieden sich hier für die Mikrotron EoSens Creation 2.0 XGE von SVS-Vistek, die der Gilchinger Hersteller seinem Kunden zunächst als Leihstellung überlassen hatte. „Einer der Hauptgründe für diese Kameraauswahl war der darin integrierte schnelle Sensor LUX19HS von Luxima, der ohne Frame Overhead Time auskommt und daher auch beim Auslesen einer geringen Anzahl von Zeilen noch eine gute Performance bietet“, so Bodenstorfer. „Darüber hinaus ermöglicht es diese Kamera, eigenes IP für die performante, intelligente Bildvorverarbeitung in das FPGA der Kamera zu integrieren sowie eine Verkettung der Aufnahmen zu größeren Bildern für eine optimierte Verarbeitung zu realisieren. Diese einzigartige Möglichkeit nutzen wir, um die Bildaufnahme auf Sub- ›››



Schematisches Blockdiagramm der Kamera mit Aufteilung des FPGA-Designs (grün) in „Vendor IP“ und „Custom IP“. © AIT Austrian Institute of Technology / Hanser

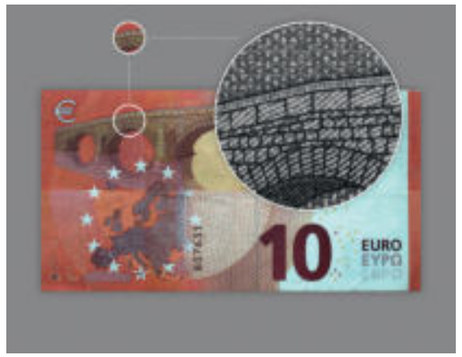
Leitfäden für Ihre Planung

€ 39,99 | ISBN 978-3-446-48298-2

€ 69,99 | ISBN 978-3-446-48275-3

€ 39,99 | ISBN 978-3-446-48524-2

Bestellen Sie jetzt unter
www.hanser-fachbuch.de



Auf Basis der Bildaufnahme mit der AIT-Xposure-1M-Technologie kann beispielsweise Mikroschrift auf Banknoten selbst bei hohen Aufnahmegeschwindigkeiten noch präzise erkannt werden.

© AIT Austrian Institute of Technology

Photometric Stereo-Aufnahmetechnik am Beispiel der Braille-Schrift (Positionen weiß umrandet) auf einer Musternote.

© AIT Austrian Institute of Technology (HouseNote mit freundlicher Genehmigung der OEBS Oesterreichische Banknoten- und Sicherheitsdruck GmbH)

Mikrosekunden genau mit der Objektbewegung und der Blitzsteuerung der Beleuchtung zu synchronisieren und die Bilddaten in handhabbare Frame-Größen zu portionieren."

In der Standardausführung stellt die Mikrotron EoSens Creation 2.0 XGE eine Auflösung von 1920 x 1080 Pixeln sowie eine Bildrate von maximal 2200 Bildern pro Sekunde zur Verfügung. Für das AIT-System wurde die Auflösung auf 8 Zeilen mit einer Breite von 1024 Pixeln reduziert, um auf dieser Basis eine beachtliche sensorseitige Geschwindigkeit von 125.000 Bildern pro Sekunde zu erreichen. Dies ermöglicht es nunmehr, die Kamera ähnlich einer Zeilenkamera mit einer Zeilenrate von 1 MHz zu betreiben.

Ein weiterer Pluspunkt der gewählten Kamera ist ihre 10GigE-Vision-SFP+ Schnittstelle, welche die aufgenommenen großen Datenmengen via Glasfaserverkabelung sehr schnell und auch über große Entfernungen übertragen kann. Je nach Anwendungsfeld kann diese Eigenschaft entscheidend sein, um den verzögerungsfreien Transport der Bilddaten von der Aufnahmeposition an den Verarbeitungsrechner zu gewährleisten.

Beleuchtung als mitentscheidendes Kriterium

Die Geschwindigkeit der Bildaufnahme ist eine Sache – ebenso wichtig ist jedoch die erzielbare Bildqualität bei hohen Scan-Raten von 1 MHz und darüber. An diesem Punkt kommt die Beleuchtung ins Spiel, denn nur durch die Kombination einer Highspeed-Flächenkamera mit einer schnellen Beleuchtung im Pulsbetrieb lassen sich herausragende Ergebnisse erzielen.

„Eine Zeilenrate von 1 MHz erfordert eine besonders kurze Belichtungszeit von etwa 1 µs bei gleichzeitig höchstmöglicher Lichtintensität, um eine gute Bildqualität zu erhalten", erläutert Bodenstorfer. „Im Gegensatz zu Standardbeleuchtungen für Flächenkameras, bei denen eine größere Fläche ausgeleuchtet wird, müssen mit unserer Xposure-1M-Technologie nur wenige Zeilen beleuchtet werden. Das hat den Vorteil, dass einerseits sehr hohe Pulsleistungen durch die Überstromung moderner LEDs möglich sind. Zum anderen kann ein schmaler Aufnahmebereich sehr hell und homogen beleuchtet werden, was bei einer Flächenbeleuchtung schwieriger zu realisieren ist."

Vielfältige Einsatzszenarien

Neben den technischen Eigenschaften der Mikrotron EoSens Creation 2.0 XGE konnte SVS-Vistek das AIT-Team auch auf einer anderen Ebene überzeugen, so Bodenstorfer: „Die gute und kompetente Betreuung durch unsere Ansprechpartner bei SVS-Vistek während der Einschulungsphase zur für die meisten industriellen Anwendungen gut realisierbar ist", so Bodenstorfer.

Die Kamera Mikrotron EoSens Creation 2.0 XGE von SVS-Vistek stellt die Basis für das vom AIT realisierte Highspeed-Bildaufnahmesystem Xposure 1M dar.

© SVS-Vistek

Mit heute verfügbaren Hochleistungs-LEDs kann die Lichtleistung durch Übersteuerung bei gepulster Beleuchtung mit einem kleinen Tastverhältnis deutlich erhöht werden. Dies gilt für die Beleuchtung des Sichtfelds der Flächenkamera, da die Belichtungszeit nur einen Bruchteil der Bildperiode betragen darf, um Bewegungsunschärfen zu vermeiden. Die Lichtquelle muss also nur für einen kurzen Teil jedes Zyklus eingeschaltet werden. Eine mögliche Beleuchtungslösung für das Xposure-1M-System ist die schnelle Stroboskop-Linienlichttechnologie Xposure Flash von AIT mit Impulsdauern von bis zu 1 µs.

Entscheidend für eine optimale Bildqualität ist zudem eine exakt synchronisierte Triggerung der Kamera mit dem Vorschub des Objekts. „In der aktuellen Konfiguration unseres Systems, in der jeweils rund 10 Zeilen ausgelesen werden, ist eine Synchronisationsgenauigkeit mit Abweichungen bis zu ca. ± 5 % ausreichend, was HDL-Programmierung (Hardware Description Language) der Kamera hat uns in diesem Projekt ebenso geholfen wie der laufende Support. Besonders wertvoll waren für uns darüber hinaus die kundenspezifischen Anpassungen, die SVS-Vistek exklusiv für das AIT realisiert hat, um die benötigten Spezialfunktionen der Kamera zu ermöglichen."

Die Leistungsfähigkeit des Konzepts haben Bodenstorfer und sein Team mittlerweile anhand verschiedener Beispiele unter Beweis gestellt. So montierten sie eine Banknote auf eine Trommel, die mit einer Geschwindigkeit von 10 m/s rotiert. Bei der Aufnahme einer Region of Interest von 8 Zeilen mit einer Geschwindigkeit von 125.000 Bildern pro Sekunde erzielte das Xposure-1M-System eine beeindruckende Gesamtgeschwindigkeit von 1 Million Zeilen pro Sekunde und war dabei in der Lage, Details mit einer Auflösung von 10 µm/Pixel aufzunehmen. Selbst 200 µm kleine Zeichen auf der Banknote konnten damit noch sicher gelesen werden.

Aufgrund dieser Ergebnisse sieht Bodenstorfer zahlreiche Anwendungsbereiche für die Xposure-1M-Technologie des AIT und nennt einige Beispiele: „Dieses Highspeed-System eignet sich unter anderem für die schnelle optische Inspektion von Drähten, Kabeln oder Metallbändern in der metallverarbeitenden Industrie, für die Überprüfung von Sicherheitsdrucken wie Reisepässen oder Banknoten sowie von Verpackungsdrucken, beispielsweise zur Kontrolle von Braille-Code auf Medikamentenpackungen. Beispiele aus der Elektronikfertigung sind die schnelle Inspektion von Printed Circuit Boards oder von Batterie-Folien und -Elektroden. Das System kann aber auch zur Inspektion von Infrastruktur wie Schienen- oder Straßenoberflächen oder viele weitere Aufgaben eingesetzt werden, wo flache und schmale Oberflächen von sehr schnell bewegten Objekten mit hoher Auflösung gescannt werden müssen."

Das gilt auch insbesondere dann, wenn Objekte unter unterschiedlichen Beleuchtungsgeometrien quasi gleichzeitig mit Hilfe von schnellem Zeit-Multiplex aufgenommen werden sollen wie beispielweise durch Inline Photometric Stereo-Systeme. Für sehr schnelle Anwendungen, die dennoch eine hohe Präzision des Vision-Systems erfordern, ist die Xposure-1M-Technologie des AIT somit ein heißer Kandidat. ■

INFORMATION & SERVICE

ZUM AUTOR

Peter Stiefenhöfer ist Inhaber von PS Marcom Services und schreibt im Auftrag von SVS-Vistek.

ANBIETER

SVS-Vistek entwickelt und produziert eine breite Auswahl an Standardkameras sowie Kameras mit höchsten Auflösungen und Geschwindigkeiten, überdurchschnittlicher Bildqualität und allen relevanten Schnittstellen. Mit leistungsstarken Komponenten wie Objektiven, Beleuchtungen, Filtern, Framegrabbern und Kabeln unterstützt SVS-Vistek seine Kunden bei der Realisierung wirtschaftlicher, individueller Lösungen für verschiedenste Branchen.

ANWENDER

Das AIT Austrian Institute of Technology ist Österreichs größte Forschungs- und Technologieorganisation, die mit mehr als 1.500 Mitarbeiter an den zentralen Infrastrukturthemen der Zukunft arbeitet. Die Forschungsgruppe High-Performance Vision Systems am AIT Austrian Institute of Technology in Wienuntersucht die technischen Möglichkeiten, um Systeme mit höchsten Inspektionsgeschwindigkeit und Präzision zu realisieren. Ziel der entwickelten Inline-Prüftechnologien sind zuverlässige und robuste Systeme, die auch in herausfordernden Produktionsumgebungen 24/7 im Einsatz sind.

KONTAKT

SVS-Vistek GmbH
www.svs-vistek.com
info@svs-vistek.com

AIT Austrian Institute of Technology GmbH
www.ait.ac.at/hvs
ernst.bodenstorfer@ait.ac.at

© Carl Hanser Verlag, München