

INSPECT

76 963



sample copy
editorial
page 26



STEMMER[®]
IMAGING

World of 3D

Stereoskopie, Time-of-Flight

Interferometrie, chromatische Aberration

Triangulation, Streifenprojektion, Lichtschnitt

PARTNER OF:



GIT VERLAG
A Wiley Company
www.inspect-online.com

Intelligente Allianzen

Roboter lernen durch 3D Vision-Systeme



Mit Neocortex ausgestatteter zweiarziger Motoman SDA Roboter im Einsatz

Industrielle Bildverarbeitungs- oder automatische optische Inspektionssysteme (AOI) werden typischerweise in der hochautomatisierten Produktion von Massenware eingesetzt. Diese Systeme liefern ein visuelles Feedback und Analysen auf der Basis von Filterung, Mustererkennung, Histogrammen, Kantenerkennung, Formvergleich, Textur- und Farbanalyse und Messwerterfassung. Bei Einsatz von hochgenauem Equipment, strukturierter Beleuchtung und aufwendiger Programmierung spielt ein 2D/2.5D/3D-System durch die Erkennung guter Produkte oder die Aussortierung schlechter eine wichtige Rolle in Qualitätskontrolle.

Neue Rolle für 3D Vision

3D-Bildverarbeitungssysteme spielen aber auch eine entscheidende neue Rolle in der Robotik und ermöglichen die Automatisierung von Aufgaben, die bislang nicht automatisierbar waren.

Für diesen Einsatzbereich hat Universal Robotics eine neue Software namens „Spatial Vision“ entwickelt, die ein paar gewöhnliche Webcams in ein kosteneffektives, leicht kalibrierbares und montagefreundliches 3D Vision-System verwandelt. Spatial Vision wurde entworfen

während der Entwicklung von Neocortex, einer sensorisch-motorisch basierten Form von künstlicher Intelligenz, die dem Roboter Lernen aus Erfahrung und die Ausführung von Aufgaben ermöglicht, die für Menschen gefährlich oder zu schwierig sind. Neocortex ermöglicht einem Roboter, mittels mehr als 50 Kanälen Sensordaten seine Umgebung zu überwachen und seine Aktionen in Echtzeit zu adaptieren, um eine gestellte Aufgabe zu lösen.

Die Sensorikdaten eines Neocortex-Roboters sind nicht nur mit einem Zeitstempel, sondern auch mit einem 3D-Stempel versehen. Die Vision-Fähigkeiten für einen solchen Roboter umfassen die gängigen Funktionen – Filter, Mustererkennung, Histogramm, Kantenerkennung,

Objekterkennung, Messwerterfassung – und zusätzlich Echtzeit-3D-Lageerkennung angereichert mit einer Vielzahl unterschiedlicher Sensorikdaten. So kann der Roboter auf unerwartete Änderungen in der Umgebung, der Aufgabe oder des Zielobjektes reagieren.

Neocortex wird in vielen Anwendungsbereichen eingesetzt, vom Unterwasserbergbau bis zur Bombenräumung, – der erste Einsatz war jedoch das vollautomatische Handling von Paketen unterschiedlicher Größe. Universal Robotics und Yaskawa/Motoman Robotics haben gemeinsam eine intelligente Handlingzelle aufgebaut, in der die Neocortex-Software, ein Motoman Roboter der SDA-Serie, speziell angefertigte Endeffektoren für das

Tabelle 1

Kamera Auflösung:	Horizontale Auflösung (mm) bei Kamera Entfernung von 2.0M (6.1 ft)			Kamera Optik – 100%	SW höchst kalibriert – 80%	SW normal kalibriert – 60%
	MPx	HORIZ Px	VERT Px			
CIF	0.1	352	288	7.0	8.7	11.6
VGA	0.3	640	480	3.8	4.8	6.4
HD 16:9	0.7	960	720	2.6	3.2	4.3
SXGA	1.3	1280	1024	1.9	2.4	3.2
UXGA	1.9	1600	1200	1.5	1.9	2.6
HD 1080	2.1	1920	1080	1.3	1.6	2.1
4 MPx	3.9	2288	1712	1.1	1.3	1.8
5 MPx	4.9	2560	1920	1.0	1.2	1.6
8 MPx	8.0	3264	2448	0.8	0.9	1.3
horizontaler Bildwinkel =63 Grad; vertikaler Bildwinkel = 49.5 Grad				Horizontale Genauigkeit (Pixelgröße in mm)		

Box-Handling und eine Reihe von Sensoren mit Spatial Vision Software zum Einsatz kommen.

3D-Anforderungen für zweiarmige Roboter

Im Gegensatz zu den Subpixel-Anforderungen eines AOI Systems basiert die 3D-Genauigkeit der Spatial Vision Software auf der Pixelauflösung der Kamera und ermöglicht den Gebrauch von kostengünstigen Komponenten.

Was benötigt ein zweiarmiger Handling-Roboter? Im Arbeitsbereich von etwa 2,75 m Durchmesser werden zwei Kameras im Abstand von 10–15 cm und in 1,2 m Höhe montiert, resultierend in einer maximalen Distanz zwischen Kameras und dem entferntesten Punkt in der Zelle von 2 m.

Universal Robotics setzt aktuell für das Box-Handling in einer Depalletierungszelle Logitech 9000 Webcams mit einer Kameraauflösung von HD 16:9 für eine 3D-Auflösung von 3–4 mm ein (s. Tab.). Mit der neuen Logitech C910 Webcam (HD1080) wird eine Verdoppelung der Auflösung auf 1,5–2 mm erzielt.

Die erste farbige Spalte in der Tabelle zeigt die horizontale Pixelgröße der Kameraoptik, oder den möglichen Fehler. Die zweite Spalte zeigt die bestmögliche Positionsgenauigkeit basierend auf der optimalen Kalibrierung. Eine herkömmliche Kalibrierung, ohne den Kalibrierungsassistenten von Spatial Vision, liefert nur bis zu 60% der möglichen Positionsgenauigkeit.

Lernen in einer unstrukturierten 3D-Umgebung

AOI Systeme benötigen hohes Auflösungsvermögen, um Komponenten von nur 50 µm zu erkennen. AOI Systeme sind auch geeignet für Prozesse oder Produkte, die geometrisch präzise sind, Messgrößen aufweisen, die sich innerhalb einer vorgegebenen Spezifikation leicht op-

tisch messen lassen, und sich lediglich in vor-programmierbarer Weise ändern.

Aber was ist, wenn das Zielobjekt sich unvorhersehbar ändert? Im oben genannten Beispiel veränderten sich die Pakete außerhalb jeder Regel – sehr oft kommen sie eingedrückt, beschädigt, ausgebeult oder verschlissen an –, aber alle für die gleiche

Artikelnummer. Aus diesem Grund ist das Pakethandling bislang noch nicht automatisiert. Darüber hinaus erfordert die Automatisierung einer Aufgabe für einen zweiarmigen Roboter eine Vielzahl von Sensoren in Kombination. Dies verschiebt die Komplexität der Aufgabenstellung und die Intelligenz der Lösung weg von spezialisierter Hardware

und Sensorik hin zur Parallelverarbeitung unterschiedlicher generischer Sensorarten wie Kameras, Optosensoren, Tastsensoren, Kraftsensoren, Infrarot, usw. und senkt dabei die Automationskosten.

Typische industrielle 3D Vision-Systeme liegen normalerweise in einer Preisspanne zwischen 10.000 US-\$ und 50.000 US-\$. Man bekommt

Tabelle 2

Aufgabe	Zeit	Sensortyp	3-D räumliche Auflösung
Kartonerkennung, Palettenorientierung	5%	Zwei Webcams	< 4-5 mm
Kartonförderstrategie	10%	NA	NA
Kantenerkennung	5%	IR & Endeffektor montierter Kamera	< 1 mm
Path-planning	30%	NA	NA
Karton greifen	20%	Touch-flex Sensor, Belastung	~ 0 mm
Karton zum Förderband	30%	Zwei Webcams	< 4-5 mm

Depallettieraufgabe: 100%

jedoch eine USB HD (1.920 x 1.080) Kamera (1.080 p um 15 fps und 720 p um 30 fps) bereits für unter 100 US-\$ (siehe Logitech HD Pro Webcam C910). Da USB 3.0 sich immer mehr etabliert und zehnmal mehr Datendurchlaufleistung bietet (Geschwindigkeiten bis zum 5 Gbps im Vergleich zu 480 Mbps bei USB 2.0), bekommt man mit kostengünstigen USB Kameras sogar mehr Daten zum PC. Mit zunehmender massiver Parallelverarbeitung (siehe Nvidia's CUDA Parallelrechner-Architektur) wird die Echtzeitfähigkeit bei hohen Datenmengen und niedrigen Kosten jetzt Wirklichkeit. Spatial Vision Robotics erlaubt dabei schnelles 3D Kalibrieren zweier Webcams, die Kalibrierung einer Roboterzelle und die Abstimmung beider aufeinander ohne Programmierung zu einem Bruchteil der üblichen Kosten.

Wie gut funktioniert das?

Vor der Inbetriebnahme erfasst der Neocortex-Roboter alle 12 oder mehr möglichen Arten ein Paket zu greifen und setzt dann anschließend die gefunden Methoden für jedes neu detektierte Paket ein. Durch den Einsatz von jeweils genau dem Sensor, der für die aktuelle Aufgabe gerade erforderlich ist, kann der Roboter sich der jeweils erforderlichen Auflösung bedienen und hält so die Komplexität auf einem Minimum. Die 3D-Genauigkeit und der Zeitbe-

darf für die unterschiedlichen Aufgaben gehen aus Tabelle 2 hervor.

Diese Depallettierungslösung mit Neocortex, Spatial Vision Robotics und einem Motoman SDA Roboter beendet gerade die Alpha-Phase einer Kundeninstallation bei 3-4 Paketen pro Minute. Vor der Beta-Phase konnte dies in einem großen US-Verteilzentrum auf 6-8 Pakete pro Minute gesteigert werden und führt damit zu vollem ROI innerhalb von 18-24 Monaten.

Eröffnung neuer Einsatzfelder

3D-Systeme stehen an der Schwelle zu völlig neuen Einsatzgebieten: von der Bauteilpositionierung in Montagelinien hin zu breitem Einsatz in unstrukturierten Umgebungen wie Personen-Tracking, Security, neue Anwendungen in der Robotik, Filmindustrie und anderen Gebieten. Präzise 3D-Positionserkennung eingebettet in Smart-Kameras in Verbindung mit weiteren Sensorarten liefert in Echtzeit die erforderlichen Daten auch bei wechselnden Umgebungsbedingungen und bewegten Objekten.

► **Autor**
Hob Wubbena,
Director of Marketing

► **Kontakt**
Universal Robotics, Inc.,
Nashville, USA
Tel.: 001/615/366-7281
info@universalrobotics.com
www.universalrobotics.com