

Machine Vision – das Auge des Roboters

Werner Gloor, Qualimatest SA, Thörishaus

Einführung

Robotersysteme arbeiten in vielen Anwendungen mit mechanischer Positionierung. Diese setzt voraus, dass das Teil orientiert in die Aufnahmeposition gebracht wird und der Greifer das Teil bei der Aufnahme automatisch zentriert. Für gewisse Montageoperationen bedeutet dies eine eingeschränkte Flexibilität und erhöhte Kosten oder im Extremfall, dass die gewünschte Anwendung gar nicht realisiert werden kann.

Ein Vision System ermöglicht für diese Anwendungen das Teil und seine Orientierung zu erkennen. Es erlaubt im Weiteren die exakte Position des Teiles vor oder nach seiner Aufnahme im Greifer zu bestimmen und damit die absolute Genauigkeit der Montageoperation zu erhöhen.

Aufgabenstellung

Die Firma INEA stellt Verpackungslinien für diverse Industrien her. Bei der Verpackung von Münzen stellte sich die Aufgabe die Teile entweder aus Köchern oder einem Tablett zu greifen und anschliessend orientiert in eine Sichtverpackung abzulegen.

Während die Positionsgenauigkeit der Münzen im Köcher genügt um diese sicher zu greifen, ist die Position auf dem Tablett nicht eindeutig bestimmt. Eine Kamera soll aus diesem Grunde ein Bild des Tablett aufnehmen und den Mittelpunkt der Münze dem Rechner bekannt geben.

Mit einer zweiten Kamera soll nach dem Greifen ab Köcher oder Tablett die Orientierung und exakte Lage der Münze auf dem Greifer bestimmt werden. Mit dieser zweiten Vermessung kann sichergestellt werden, dass die Münzen anschliessend mit einem für das Auge nicht sichtbaren Fehler in die Sichtverpackung abgelegt werden kann.

Herausforderung

Qualimatest konnte als Unterlieferant die gestellte Vision Aufgabe lösen. Wie bei allen spezifischen Aufgaben waren auch hier die Vorgaben durch ein Pflichtenheft definiert. Die wichtigsten Vorgaben waren nebst Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Zyklusgeschwindigkeit auch die Kosten für Engineering auf tiefem Niveau zu halten. Grosse Flexibilität und einfache Bedienbarkeit werden wohl heute für alle Vision Systeme vorausgesetzt.

Die Vielfalt der Münzen stellte jedoch einige spezielle Anforderungen an die Flexibilität der Parametrierung des Systems. So soll es dem Bediener möglich sein neue Münzen ohne fremde Hilfe einzulernen. Die zu Verfügung stehende Parametrierung musste also alle denkbaren Freiheiten für die aktuellen und zukünftigen Bilder abdecken.

Die Tablettgrösse und seine spiegelnden Münzen stellten hohe Anforderungen an die Beleuchtung. Es musste gewährleistet werden, dass die Beleuchtung den ganzen Bereich von 440 x 330 mm ausleuchtet und störende Reflexionen so weit wie möglich unterdrückt.

Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, die vorgegebene Genauigkeit bei limitierter Zykluszeit zu erreichen. Das kritische Element war dabei die Kamera 2, da die volle Aufnahme- und Auswertzeit direkt die Zykluszeit des Systems beeinflusst. Es musste also ein Auswertalgorithmus entwickelt werden, der dies in wenigen Millisekunden auch für kleine Münzen (Ø16mm) mit einer Messgenauigkeit von 0.3° für den Winkel und 0.01mm für die Offsetposition schafft.

Vision Komplettlösung

Die Vision Systemlösung von Qualimatest basiert auf Komponenten der Hard- und Software Plattform von National Instruments und wurde mit geeigneten Kameras, Objektiven und Beleuchtungen ergänzt. Die Wahl der Kameras (1392x1040Pixel) wurde im Wesentlichen durch Anforderungen wie Auflösung und Triggerbarkeit definiert.

Das Gesamtsystem ist modular aufgebaut. Kamera 1 erfasst ein Bild (440x330mm) des Tablett und erkennt die Mittelpunkte der Münzen (Ø16-40mm). Kamera 2 erfasst ein Bild (45x60mm) der gegriffenen Münze und erkennt Orientierung und Offset der Münze auf dem Greifer. Als Rechner wurde ein Standard PC mit PCI Bus, als Frame Grabber der NI-1409 verwendet. Der Datenaustausch mit dem Roboter erfolgt über TCP/IP.

Während für die Orientierung der Münze eine Standardbeleuchtung verwendet werden konnte, musste für das Tablett eine Spezialbeleuchtung gebaut werden, die das homogene und blendfreie Ausleuchten der grossen Bildfläche gewährleistet.

Die Software wurde unter LabVIEW / IMAQ Vision entwickelt. Diese Softwareplattform und Programmbibliotheken erlaubten die Erstellung von zuverlässigen Anwenderprogrammen mit kurzer Entwicklungszeit. Qualimatest integrierte die ganze Anwendung in seine Bedieneroberfläche QMTView und entwickelte zur Verkürzung der Zykluszeit einen speziellen Auswertalgorithmus für Kamera II. Eichung und Skalierung erfolgt durch in den Bildausschnitt integrierte Markierungen. Das System kann damit jederzeit und ohne zusätzliche Hilfsmittel kontrolliert und wenn nötig auch neu geeicht werden.

Schlussfolgerung

Die Entwicklung des Vision Systems konnte dank der Plattform von National Instruments in kurzer Zeit entwickelt werden. Die geforderte Zykluszeit für das Gesamtsystem von 2.8 Sekunden pro Münze konnte unter anderem auch durch die schnelle Auswertung der Vision Software erreicht werden. So benötigt zum Beispiel die Berechnung der Orientierung und Offsetposition der Münze weniger als 30ms. Der Datenaustausch über TCP/IP zwischen Roboter und Vision System war einfach zu realisieren und hat sich in der Anwendung bewährt.