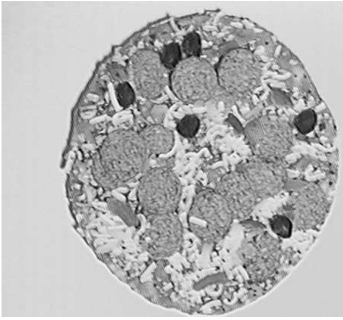
Anwendungsbericht 9

Zentrum f"ur Paralleles Rechnen

SENTEC Software - Entwicklung für parallele Rechnersysteme GmbH

Die Sentec GmbH entwickelt problemangepa"ste Gesamtl"osungen zur Automatisierung industrieller Fertigungsprozesse. In vielen F"allen ist zur Qualit"atskontrolle eine echtzeitf"ahige Bildverarbeitung oder Mustererkennung erforderlich, um sofort Aussagen "uber die Produktqualit"at treffen zu k"onnen. Durch Einsatz effizient implementierter Algorithmen k"onnen diese Aufgaben heute auf kosteng"unstiger PC-Hardware gel"ost werden.



Eingescanntes Bild $\Rightarrow$ ermittelte Farbcluster

Bildverarbeitung zur Qualit"atskontrolle

In der *Lebensmittelindustrie* werden heute viele Produkte durch optische Inspektion kontrolliert, um mangelhafte Herstellung rechtzeitig erkennen oder die Produktionsgeschwindigkeit bei gleichem Qualit"atniveau steigern zu k"onnen. Die Kontrolle erfolgt dabei in den meisten F"allen durch Menschen, weil die Produkte keine exakt vorgegebenen Normen erf"ullen m"ussen, sondern im Aussehen stark variieren k"onnen.

Wenn die Inspektion von einem Rechner durchgef"uhrt werden soll, ist eine enorme Datenreduktion von mehreren hunderttausend Bildpunkten auf wenige Parameter erforderlich, die alle wesentlichen Eigenschaften des Bildes beinhalten. Diese Operationen sind extrem rechenaufwendig und m"ussen zudem mit einer sehr hohen Rate (etwa 1 Bild pro Sekunde) durchgef"uhrt werden. Die erforderliche Leistung l"a"st sich durch effiziente Implementierung heute schon auf preiswerter PC-Hardware erreichen. Ein optisches Kontrollsystem mu"s ferner in der Lage sein, in der eigentlichen Produktion die Beurteilung von Bildern zu erlernen (durch "Teach-in") und so an verschiedene Bedingungen angepa"st zu werden.

Im vorliegenden Projekt haben wir uns die Aufgabe gestellt, ein m"oglichst variables Verfahren zu entwickeln, das uns ein Anpassen an so unterschiedliche Produkte wie Pizza, H"ahnchen, Gem"use oder Gyros erlaubt. Diese Entwicklung wurde betrieben auf Anfrage eines Betriebes, der Fertiggerichte herstellt.

Clusterverfahren zur Bildanalyse

Farbbilder der zu kontrollierenden Produkte werden von einer industriellen CCD-Kamera am Produktionsband aufgenommen und mit hoher Rate (mehrere Bilder pro Sekunde) digitalisiert. Das Hauptproblem besteht zun"achst darin, im Bild zusammenh"angende Gebiete gleicher Struktur zu ermitteln, d.h. das Bild in die verschiedenen Komponenten zu zerlegen. Hierbei spielen sowohl topologische als auch farbliche Informationen eine Rolle. Ziel ist, m"oglichst *zusammenh"angende Gebiete* mit m"oglichst *wenig Farbvarianz* zu erhalten. K"urzere Fluktuationen sollten dabei unterdr"uckt werden.

Das hier entwickelte Verfahren l"a"st sich grob in vier Phasen einteilen :

Splitting : Der Bildbereich wird rekursiv in immer kleinere Fragmente zerlegt, solange bis die Varianz der Farbwerte in den Gebieten unter einem gewissen Wert liegt (diese also hinreichend homogen sind).

Zentrum f"ur Paralleles Rechnen — Arbeitsgruppe Prof. Dr. A. Bachem

Telefon: (0221) 470–6030

Hausanschrift: Weyertal 80, D-50931 Köln — Telefax: (0221) 470–5160

Postanschrift: ZPR, Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz, D-50923 Köln — Email: zpr@zpr.uni-koeln.de

Merging : Benachbart liegende Regionen werden nun wieder verschmolzen, falls die Farben hinreichend "ahnlich sind, d.h. die Gesamtvarianz unter einem Schwellwert liegt. Auf diese Art entstehen unregelm"a"sige Cluster gleicher Struktur.

Assignment : Die so entstandenen Cluster werden durch Vergleich mit Farbprototypen den jeweiligen Komponenten zugeordnet, die in einem “Teach-in” erlernt wurden.

Auswertung : Hier werden Fl"acheninhalte und Positionen bewertet und, falls erforderlich, ein Signal an die Auswerfeinheit gesendet.

Realisierung :

Zur Realisierung wird ein schneller Pentium-Rechner mit einem preiswerten PCI-Frame-Grabber unter MS-Windows eingesetzt. Das von einer CCD-Kamera gelieferte Bild (Aufl"osung 720x512 Pixel) wird in dem Frame-Grabber mehrfach pro Sekunde digitalisiert und zun"achst daraufhin "uberpr"uft, ob sich ein Produkt im Bildbereich der Kamera befindet.

Die vollst"andige Analyse dieses Bildes mit den oben angegebenen vier Phasen kann in etwa einer Sekunde erfolgen. Eine fr"uhzeitige Reduktion der Informationen auf wesentliche Parameter ist dabei wichtig. Falls noch h"ohere Verarbeitungsraten gefordert sind, kann man leicht mehrere PCs parallel arbeiten lassen.

In der Lernphase k"onnen, ohne detailliertes Wissen "uber die vom Programm verwendeten Algorithmen, neue Menues eintrainiert werden und f"ur eine sp"atere Wiederverwendung abgespeichert werden. Der Benutzer mu"s dazu lediglich einige Bilder mit der Maus klassifizieren und bewerten. Das System lernt dabei inkrementell, wodurch die Einlernzeit stark verringert werden kann. Bei einem Produktwechsel ist es somit auch f"ur Laien m"oglich das System schnell und ohne Spezialwissen an die neue Aufgabe anzupassen.

Die zentrale Erfassung ("Uberwachung, Buchung, etc..) einer ganzen Produktion mit eventuell mehreren unabh"angigen Bilderfassungssystemen erfolgt auf einem weiteren Rechner, der zentral eine Datenbank f"uhrt.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. F. J. Hoppe
Sentec GmbH
Software-Entwicklung f"ur
parallele Rechnersysteme GmbH
Hofstr. 137
40723 Hilden
Tel.: 02103/80098
Fax: 02103/80272

Dipl.-Phys. Barthel Steckemetz

Zentrum f"ur Paralleles Rechnen
Universit"at zu K"oln
Weyertal 80
50931 K"oln
Tel.: 0221/470-6039
Fax: 0221/470-5160
E-Mail: steckemetz@ZPR.Uni-Koeln.DE

Stand: 7.4.98