

■ Intelligente Kameras:

Kompakt und leistungsfähig

Dank leistungsfähiger Prozessoren lassen sich komplette Bildverarbeitungssysteme zusammen mit der Kamera in einem kompakten Gehäuse unterbringen. Diese so genannten intelligenten Kameras sind eine Alternative zu PC-basierten IBV-Systemen.

Das Lesen eines zweidimensionalen Matrixcodes in einer Verpackungsmaschine, die dreidimensionale präzise Vermessung von Fahrzeugen oder die Vermessung von Passermarken in der Druck- und Elektronikindustrie sind einige Anwendungsbeispiele für intelligente Kameras. Ein PC-System mit Framegrabber und Industriekamera ist in solchen Fällen oft zu aufwendig, nicht zuverlässig genug oder scheidet aus Kostengründen aus.

Intelligente Kameras unterscheiden sich äußerlich kaum von einer „normalen“ Industriekamera, beinhalten aber zusätzlich zur eigentlichen Kamera-Elektronik einen kompletten Rechner, Bildspeicher, Programm- und Datenspeicher sowie Framegrabber zur Bildaufnahme. Sie enthalten alle nötigen Schnittstellen zur Kommunikation, wie z.B. Ethernet und industrietaugliche 24-V-Schnittstellen.

Ein intelligentes Kamera-Modul für OEMs

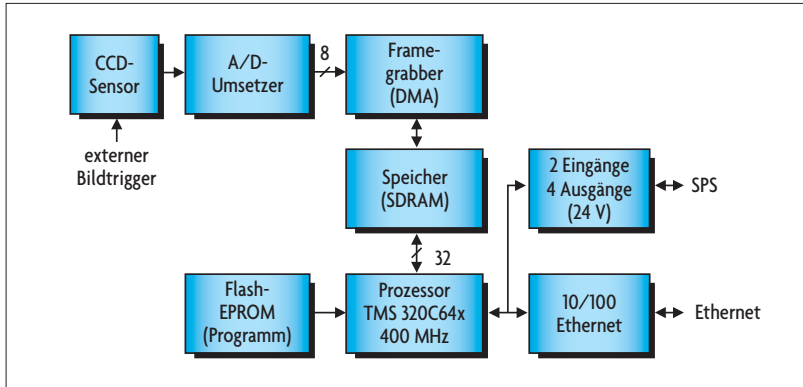
Mit dem Smart Camera Modul SBC4018 (Bild 1) von Vision Compo-

nents (www.vision-components.com) lassen sich intelligente Kameras realisieren, die durch entsprechende Programmierung selbst komplexe Bildverarbeitungsaufgaben schnell und zuverlässig ausführen. Es basiert auf einem leistungsstarken DSP von Texas Instruments, dem TMS320DM640 mit einer Rechenleistung von 3200 MIPS. Dieser Prozessor wird mit 400 MHz getaktet und kann acht Instruktionen gleichzeitig ausführen. Zwei Level-1-Caches und ein Level-2-Cache mit 128 Kbyte beschleunigen den Speicherzugriff und damit die Programmausführung. Dieser DSP enthält zusätzlich einen sehr schnellen, programmierbaren DMA-Controller, der beim SBC4018 für die Bildaufnahme und die Ethernet-Kommunikation verwendet wird. Der Hauptspeicher für Programme, Daten und Bilder ist als SDRAM mit 32 Mbyte ausgeführt. Als nichtflüchtiger Speicher für Programme und Daten dient ein 4 Mbyte großes Flash-EPROM, das über ein Filesystem verwaltet wird. Die Kommunikation mit anderen Systemen ermöglicht ein 10/100-MB-Ethernet-Anschluss,



über den auch die Programmierung des Moduls erfolgen kann. Der besondere Clou eines solchen Systems ist, dass es die Bildauswertung völlig autonom ohne PC bewerkstelligen kann, sollte es aber gewünscht sein, das Livebild z.B. zur visuellen Kontrolle an einen PC zu schicken, kann es dies schnell und unkompliziert ebenfalls über die Ethernet-Schnittstelle erledigen.

Als weitere Schnittstellen verfügt das Smart Camera Modul über zwei Eingänge und vier Ausgänge in 24-V-Technik zum direkten Anschluss von Industrieelektronik. Die Ausgänge können dabei mit bis zu 400 mA belastet werden und z.B. induktive Lasten wie Pneumatikventile etc. ansteuern. Um eigene Elektronik hinzuzufügen, ist auf einem Pfostenstecker eine parallele Schnittstelle mit LVTTTL-Signalen (Low Voltage Transistor-Transistor Logic) herausgeführt. Hier sind auch die Anschlüsse für einen externen Bildtriggereingang und ein Blitz-



I Bild 1. Das Smart Camera Modul SBC4018 nutzt ein separates Kameramodul mit CCD-Sensor. Die Bildaufnahme erfolgt über DMA. Als Recheneinheit dient ein DSP von Texas Instruments mit einer Rechenleistung von 3200 MIPS.

synchronisationsausgang herausgeführt. All dies findet auf einer Platinenfläche von 80 mm × 60 mm Platz. Die Bildsensoren – CCD-Sensoren von Sony in den Auflösungen 640 × 480 und 1024 × 768 in Schwarz-Weiß oder in Farbe – sind auf einem separaten kleinen Kamera-Modul montiert, das mit einem bis zu 200 mm langen Flachbandkabel angeschlossen werden kann. Die Leistungsaufnahme des Smart Camera Moduls liegt mit 2,4 W deutlich unter der Leistungsaufnahme eines PC-Systems.

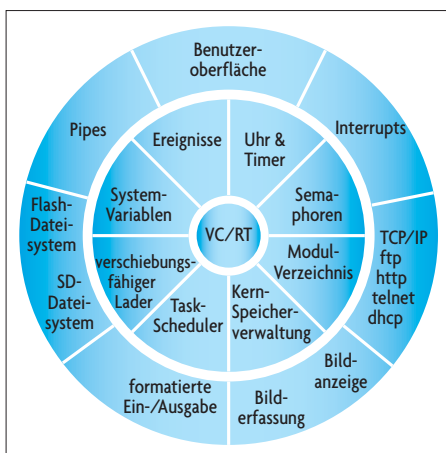
Jitterfreie Bildaufnahme durch Parallelbetrieb

Die Bildaufnahme kann intern oder durch ein externes Signal getriggert werden. Bei der extern ausgelösten Bildaufnahme ist es für viele Anwendungen wichtig, dass die Bildaufnahme

ohne Jitter, d.h. ohne variable Zeitverzögerung erfolgt. Für extrem schnelle Vorgänge kann deshalb das SBC4018 ein Bild abspeichern und parallel das folgende Bild aufnehmen. Die Auswertung eines bereits vorher aufgenommenen Bildes kann ebenfalls im Parallelbetrieb erfolgen, sodass die maximal mögliche Bildfrequenz von 32 Bildern/s auch problemlos in der Praxis erzielbar ist. Zahlreiche nützliche Funktionen unterstützen die Parallelverarbeitung, so bekommt z.B. jedes aufgenommene Bild eine laufende Nummer und einen Zeitstempel zugeteilt.

Eigenes Echtzeit-Betriebssystem

Alle Funktionen des Smart Camera Moduls werden vom Echtzeit-Betriebssystem VC/RT (**Bild 2**) gesteuert – ein von Vision Components selbst entwickeltes Betriebssystem für IBV-Anwendungen. Prozesse können nach Priorität oder zeit-scheibengesteuert parallel ablaufen, sodass für die wichtigen Funktionen immer genügend Rechenzeit bereitgestellt wird. Die Auflösung der internen Uhr für das Multitasking liegt bei 1 ms. VC/RT bietet alle wichtigen Kommunikations-Standards: UDP (User Datagram Protocol), TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), FTP (File Transfer Protocol) und http (Hypertext Transfer Protocol). Die Schnittstelle zum Anwenderprogramm wird über Unix-kompatible Funktionen realisiert.



I Bild 2. Das echtzeitfähige Betriebssystem VC/RT ist speziell auf die Anforderungen der Bildverarbeitung zugeschnitten. Alle Funktionen sind in einer Runtime Library enthalten und können direkt aus dem Anwenderprogramm aufgerufen werden.

Das Betriebssystem VC/RT verfügt über Shell-Funktionen und ermöglicht so z.B. recht einfach, den Zustand des Systems, die gerade aktiven Parallelprozesse sowie ein Verzeichnis der verfügbaren Dateien anzuzeigen. Über Shell-Kommandos kann z.B. auch ein Bild aufgenommen oder die Belichtungszeit des Sensors geändert werden. Das Übertragen von Programmen auf die Kamera lässt sich einfach und schnell per FTP erledigen. VC/RT re-loziert Programme selbstständig auf einen gerade verfügbaren Speicherbereich, führt ein Moduldirectory der im Hauptspeicher geladenen Programme und kann diese auch mehrfach parallel ausführen.

Werkzeuge zur Programmentwicklung

Die Programmentwicklung erfolgt in C oder C++ auf einem PC. Dafür stehen folgende Entwicklungstools zur Verfügung:

- ▶ Code Composer Studio – die integrierte Entwicklungsumgebung von Texas Instruments. Hiermit erfolgen die Programm-Erstellung und das Debugging. Auf Wunsch kann mit dem optional erhältlichen In-Circuit-Emulator das Debugging auch direkt auf dem Zielsystem sehr komfortabel in Hochsprache erfolgen. Der Emulator wird dabei mit einem Adapterstecker mit dem Smart Camera Modul verbunden.
- ▶ VC/RT Runtime Library – alle Funktionen von VC/RT direkt aufrufbar aus dem Anwenderprogramm.
- ▶ VCLIB – hochoptimierte Bildverarbeitungs-bibliothek mit einigen hundert praxiserprobten Bildverarbeitungs-funktionen. Die Palette reicht von verschiedenen Grauwertfiltern und normierter Grauwertkorrelation über Blob-Analyse bis zu JPEG-Kompression und Bildtransformationen. Alle Funktionen wurden speziell für diese Prozessorarchitektur optimiert.

Neben der VCLIB gibt es noch eine Reihe von Spezialbibliotheken des Herstellers, z.B. Bibliotheken für Datamatrix- und Barcodelesen, OCR sowie Farbbildverarbeitung. Sollten diese Funktionen nicht ausreichen, so gibt es auch die Möglichkeit, Software von Drittanbietern einzusetzen – z.B. Portierungen für HALCON, Pictor, SAC Coake, Pictomat, VIMOS usw.

M. Engel/hs