

Take away

Mobile Bildverarbeitung mit USB2

Seit erste Firewire- und USB2-Bildverarbeitungssysteme auf den Markt kamen, stellte sich die Frage nach ihrer Leistungsfähigkeit in „Machine Vision“-Anwendungen. Der Wunsch, einfach zu konfigurierende Systeme mit vertrauten Schnittstellen aufzubauen und die Aussicht auf preisgünstige Komponenten, ließ die Attraktivität schnell wachsen. Welche Alltagstauglichkeit besitzen diese Lösungen, die als "Lowcost"-Variante oder als Alternative unterhalb von CameraLink angeboten werden?

USB2 ist ebenso wie Firewire keine generische Entwicklung der industriellen Bildverarbeitung. Sie zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass sie digital, preisgünstig und meistens in jedem Computer vorhanden ist. Sie ist das „Give away“ der Mainboard-Hersteller, das eine sofortige Einsatzmöglichkeit verspricht.

Spezifiziert ist USB2 auf eine maximale Datentransferrate von 480 MBit/sec. oder 60 MBytes/sec. Diese Übertragungsgeschwindigkeit ist schon für viele Anwendungen mit Megapixel-Kameras im Einsatz bei mittleren Frameraten oder auch in Arrays mit niedrigauflösenden Kameras ausreichend. In der Praxis hingegen zeigen sich häufig Probleme, wenn Applikationen auf Firewire oder USB2 portiert werden sollen.

Hinter den Spiegeln – die Technik

Für den Datentransfer über USB2 wurden offiziell zwei unterschiedliche Modi spezifiziert, der Bulktransfer und der isochrone Transfer. Die Transferarten unterscheiden sich stark durch ihre unterschiedliche Behandlung der Datenintegrität, der Bandbreiten- oder Latenzzeitengarantie und hierdurch letztendlich auch in ihrer Nutzung.

Der Bulktransfer wurde auf eine hohe Sicherheit im Datentransfer entworfen. Er beinhaltet eine Flusskontrolle, durch die der Datenverkehr generell unterbrochen werden kann. Ein Datensender kann angehalten werden, wenn der Empfänger in der Datenaufnahme nicht mitkommt. Datenpakete gehen durch die Datenkontrolle und durch ein erneutes Anfordern der Datenpakete nicht verloren. Nachteil

ist allerdings, dass Datenpakete nicht „in time“ ankommen müssen, sobald ein Datenstau auftritt. Von der Performance her gesehen, eignet sich dieser Modus, wenn nur eine durchschnittliche Transferrate erreicht werden muss.

Der isochrone Transfer hingegen kann nicht angehalten werden. Seine Architektur ist sehr einfach und effizient, benötigt keinen Zwischenspeicher und ist optimiert auf sehr geringe Latenzzeiten. Bei möglichem Datenverlust präferiert er stets das aktuelle Datenpaket als das Wichtigste. Der isochrone Datentransfer eignet sich besonders gut für sehr hohe und konstante Datenströme.

Dieser Modus ist neben dem Bulktransfer in jedem USB2-Chip implementiert, wird aber kaum verwendet. Der Grund liegt in der Notwendigkeit einer Fehlerkorrektur für die meisten Peripheriegeräte.

Die Standardtreiber bestehen im allgemeinen aus drei Treiberschichten: einem Porttreiber, einem USB-Treiber und dem herstellereigenen Treiber. Dieser Treiberansatz benötigt für den Datentransfer Rechenzeit und belastet somit die CPU massiv mit der Datenkontrolle. Hierdurch erhöht sich wiederum die Gefahr, Daten zu verlieren, wenn die CPU die Daten nicht abnehmen kann. Dennoch werden diese Treibereigenschaften von den Herstellern aus Kompatibilitätsgründen zu Standard-Betriebssystemen und Peripherie bewusst eingegangen.

Generell zeichnen sich bei diesen externen Interfaces für externe Peripherie, sei es Firewire, USB2 oder auch Gigabit Ethernet, die gleichen Probleme ab. Bei höheren Transferraten steigt die CPU-



Abb. 1: Integrationsplatine microUSB2



Abb. 2: mobiler Framegrabber microUSB2 CAMextension

Belastung stark an, erschwert weitere Bearbeitung von Daten und garantiert keine kurzen Latenzzeiten mehr.

Alles wieder auf Anfang !

Basis des microUSB2-Framegrabbers für Machine Vision-Anwendungen war die Neuentwicklung eines Hochgeschwindigkeitstreibers mit isochronem Datentransfer. Eine vollständige Unterstützung dieses Transfers existiert zur Zeit nur in den Chipsätzen ICH4 und ICH5 von Intel, die auf aktuellen Mainboards verbaut werden. Weitere Hersteller haben sich inzwischen ebenfalls auf diesen Standard verpflichtet. Im Framegrabber wurde ein spezieller Hochleistungscontroller verbaut, der diese Datengeschwindigkeit ebenfalls unterstützt. Dieses Zusammenspiel sichert einen garantierten Datentransfer von 48 MBytes/sec.

Neben der Übertragungsgeschwindigkeit ist die momentane CPU-Auslastung wichtiges Merkmal, ob weitere Bildverarbeitung und -auswertung möglich sind. Durch den Verzicht auf das dreischichtige Treibermodell zugunsten einer einschichtigen Lösung, wurde ein Großteil des Treiber-Overheads umgangen. Zwischen dem Betriebssystem und



Abb. 3: Photonfocus Kamera mit USB2-Interface

der Hardware wird nur noch der herstellereabhängige Treiber verwendet.

Weitere Entlastung brachte die Nutzung der DMA-Kanäle, über die der Silicon Software-Treiber die Daten Hardware-getrieben transferiert. Im Gegensatz zu CPU-Belastungsspitzen von ca. 85% bei 24 MBytes/sec. und Verwendung eines Standardtreibers, liegt hier die Belastung der CPU bei ca. 2-3%, trotz Übertragungsleistung von 48 MBytes/sec.

Die Entlastung wurde durch die Integration eines FPGA-Chips als Bildprozessor weitergeführt, der zusätzliche Bildaufbereitungs- und -vorverarbeitungsaufgaben übernimmt. Der USB2-Framegrabber konnte hierdurch auch für anspruchsvolle Machine Vision-Anwendungen eingesetzt werden: einer Bayerfilter-Interpolation zur Farbdarstellung und Farbraumkonvertierung mit Farbkorrektur als Echtzeitvorverarbeitungen bei Ausnutzung der vollen Datenübertragungsleistung.

Aber erst mit der Bereitstellung einer Arbeitsumgebung für Bildverarbeiter, von Konfigurationssoftware bis SDK-Bibliotheken, die alle benötigten Einstellungen für Formate, Auflösungen und Speicherverwaltung bereitstellen, wird ein professioneller Einsatz ermöglicht.

All-in-one

Die Firma Photonfocus AG hat das USB2-Interface in ihre Kameraserien integriert. Dafür wurde die Hard- und Softwarelösung von Silicon Software lizenziert. Die komplette Integrationsplatine microUSB2 konnte auf Kameragröße "geshrinkt" werden. Dadurch erreichte Photonfocus die vollständige Kompatibilität mit dem externen USB2-Framegrabber-Modul. In der Kamera läuft damit nicht nur ein Bildakquisitions- und Konvertierungsprozess ab, sondern wie bei dem externen Modul sind Vorverarbeitungsalgorithmen z.B. eine Bayer-Interpolation möglich. Die kundenspezifische Programmierung wird über die USB2-Verbindung auf das FPGA der Kamera geladen und ist sofort in Echtzeit lauffähig. Die USB2-Kameras von Photonfocus werden damit aufgrund der Bildvorverarbeitung zu intelligenten Kameras.

DIE AUTOREN



Dr. Klaus-Henning Noffz
Geschäftsführer
SILICONSOFTWARE GmbH
Schildkrötstrasse 17
D-68199 Mannheim
Tel.: +49 (0) 621 – 789 507 0
Fax: +49 (0) 621 – 789 507 10
info@silicon-software.de
www.silicon-software.de



Dr. Peter Mario Schwider
CTO Photonfocus AG
Bahnhofplatz 10
CH-8853 Lachen
Tel.: +41 (0) 55 451 00 00
Fax: +41 (0) 55 451 00 01
info@photonfocus.com
www.photonfocus.com

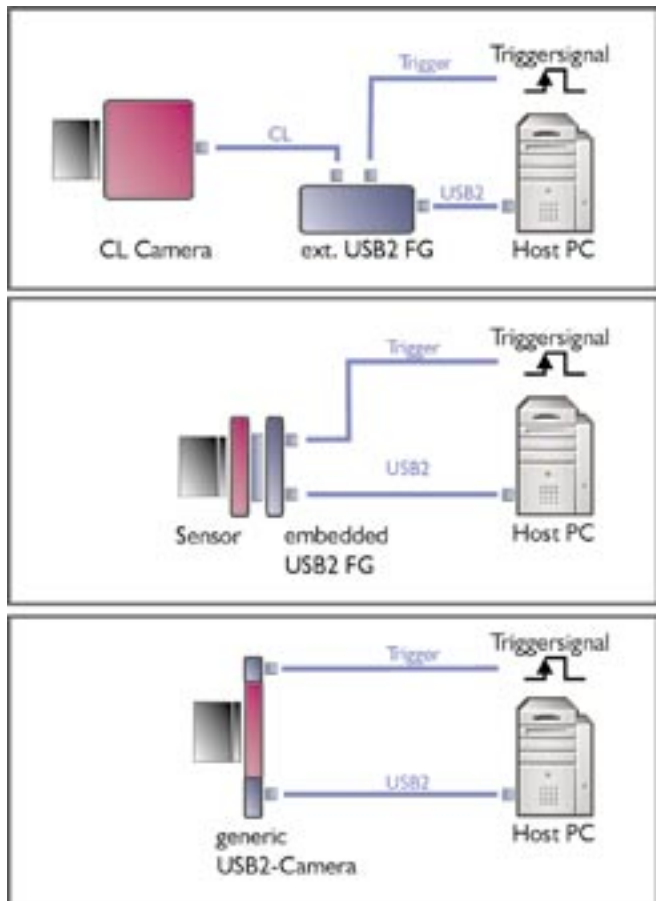


Abb. 4: System- und Kameraintegration eines USB2-Interfaces