

Million-Seller hält **Einzug** in die **Bildverarbeitung**

USB 3.0 verspricht Marktdurchdringung und glänzt durch technische Vorzüge



Der Universal Serial Bus (USB) ist in der Geschichte der Datenverarbeitung die weitest verbreitete serielle Schnittstelle: Sie ist in so gut wie allen Computern vorhanden und De-facto-Standard bei den meisten Peripheriegeräten; jährlich wird sie millionenfach verkauft. Um abzuschätzen, wie sich der USB-3.0-Standard auf die industrielle Bildverarbeitung auswirken wird, sollten wir zunächst einen Blick auf dessen Entwicklung werfen.

Die USB-1.0-Spezifikation mit 1,5 Mbit/s bei „Low-Speed“ und 12 Mbit/s bei „Full Speed“ wurde 1996 vom USB-Implementierungsforum (USB-IF) verabschiedet. Während sich USB bei Peripheriegeräten mit niedrigen Datenraten als äußerst nützlich erwies, so gelang erst mit USB 2.0 (High-Speed-USB) 2001 der Durchbruch. Mit einer maximalen Datenrate von 480 Mbit/s (60 MByte/s) war USB nun auch für die Übertragung von Videodaten und zur Speicherung größerer Datenmengen interessant geworden. Dies führte in Folge zur Entwicklung der ersten digitalen USB-2.0-Videokameras.

Performancesteigerung mit USB 3.0

2008 wurde die USB 3.0-Spezifikation verabschiedet. Ihr Ziel: auf die Stärken von USB 2.0 aufbauen und gleichzeitig dessen Limitationen überwinden. Bei USB 3.0 steigt der Rohdatendurchsatz auf bis zu 5 Gbit/s (640 MByte/s) an. Obwohl durch die 8b10b-Codierung eine ef-

fektive Obergrenze von etwa 500 MByte/s gesetzt ist, so ist dies immer noch eine erhebliche Leistungssteigerung gegenüber USB 2.0. Die Anzahl der Pins und Kabeladern steigt bei USB 3.0 von vier auf neun an. Gleichzeitig kommt eine Unicast Dual-Simplex Datenschnittstelle zum Einsatz, die einen uneingeschränkten Datenfluss in beide Richtungen ermöglicht. Dies stellt eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem unidirektionalen Halbduplex-Kommunikationsmodell von USB 2.0 dar. USB 3.0 unterstützt weiterhin die von USB 2.0 her bekannten Mechanismen des Bulk-Transfers und des isochronen Datentransfers. Bulk-Transfers garantieren eine zuverlässige Datenlieferung, wenngleich auch auf Kosten der Bandbreite. Isochrone Datentransfers hingegen priorisieren eine deterministische Kommunikation unter garantierter Bandbreite, insbesondere geeignet für Echtzeitdatenübertragung. Bei USB 3.0 konnte der isochrome Datendurchsatz von etwa 24 MByte/s auf nun 384 MByte/s gesteigert werden.

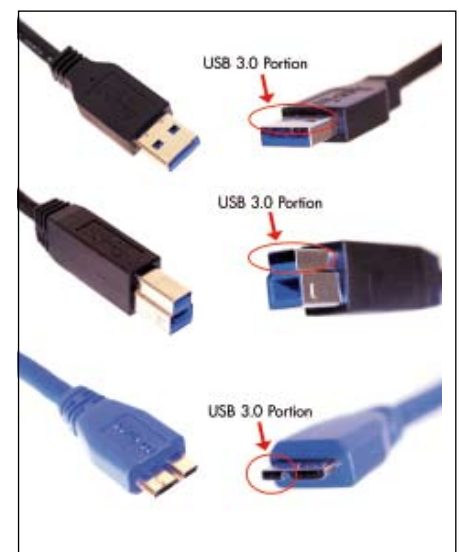


Abb. 1: Steckverbindung- und Kabelkompatibilität zu USB 2.0 waren wichtige Merkmale bei der Architektur von USB 3.0

Reduzierter Overhead

Die USB 3.0 Architektur hat viel Ähnlichkeit mit PCI Express (PCIe). Trotz einer ganzen Reihe funktioneller Unterschiede verfolgen doch beide Technologien das Ziel einer Bandbreitenerhöhung bei gleichzeitig niedrigerem Stromverbrauch. USB 3.0 übernimmt viele der USB 2.0-Charakteristika und verwendet nach wie vor ein Host-orientiertes Master-Slave-Protokoll. Jede Transaktion geht von einem Master, in der Regel dem

Hostrechner, aus. Die USB 3.0-Spezifikation nutzt jedoch eine asynchrone Signalisierung. So kann ein Peripheriegerät dem Host jederzeit mitteilen, wann es für Datenübertragung bereit ist. Dies reduziert im Vergleich zum Polling-Mechanismus unter USB 2.0 deutlich den System-Overhead sowie die CPU-Auslastung. Zur Steigerung der Systemeffizienz und zur Reduzierung des Stromverbrauchs wurden eine Vielzahl an Protokollverbesserungen in USB 3.0 eingeführt, z.B. Streaming-Unterstützung für Massendatentransfers oder effizientere Token-, Daten- und Handshake-Sequenzen.

Abwärtskompatibilität gewährleistet

Neben einer verbesserten Architektur und einer höheren Bandbreite bietet USB 3.0 auch ein effizienteres Power-Management sowie eine verbesserte Stromversorgung. USB-3.0-Geräte können im SuperSpeed-Modus nun bis zu 900 mA beziehen. Das bedeutet einen Leistungsanstieg von 2,5 auf 4,5 Watt (bei 5 Volt). USB 3.0 bietet darüber hinaus ein verbessertes Ein- und Aussteigen in Low-Power-Modi, je nachdem, ob Geräte gerade aktiv sind oder nicht. Damit wird ein kontinuierliches, stromverbrauchendes Polling eliminiert. Obwohl USB-3.0-Kabel fünf neue Adern enthalten, bleibt der Standard dennoch abwärtskompatibel zu USB 2.0. Dadurch können auch weiter-



Abb. 3: Repeater wie z.B. Newnex's FireNEX-uLINK ermöglichen eine Kabellänge von bis zu 12 m

hin ältere USB-Peripheriegeräte an neuere Host-Computer angeschlossen werden, bzw. USB 3.0 Geräte an einem USB 2.0-Computer betrieben werden (siehe Abb. 1). Die USB-3.0-Standard-A-Steckverbinder sind abwärtskompatibel zu USB 2.0, allerdings verfügen sie über weitere Pins für USB-3.0-Kommunikation. Die neue Standard-B- und Micro-AB-Konnektoren bleiben ebenfalls abwärtskompatibel (siehe Abb. 1).

Erste USB 3.0-Kameras vorgestellt

Bereits heute sind viele USB 3.0 Geräte verfügbar: Von Motherboards und Festplatten bis hin zu Interfacekarten und USB-Hubs. Auf der Consumer Electronics Show (CES) kündigte die USB-IF im Januar 2010 die ersten 17 USB 3.0 Consumerprodukte an, die die USB 3.0 Compliance und Zertifizierung erlangt hatten. Die für die Low-Level-Konnektivität bei USB 3.0 Geräte benötigte Hardware ist inzwischen bei Unternehmen wie NEC, Fresco Logic und Texas Instruments verfügbar. So konnte Point Grey Research bereits 2009 beim Intel Developer Forum (IDF) in San Francisco die weltweit erste digitale USB 3.0 Videokamera vorstellen (siehe Abb. 2). Gezeigt wurde eine HD-Kamera, die unkomprimierte 1080p60-Videodaten eines Sony Hochleistungs-CMOS-Bildsensors mit einer Datenrate von 120 MByte/s an einen Fresco Logic Hostcontroller streamte. Auf der CES 2010 wurden weitere USB 3.0 Produkte vorgestellt, darunter das FireNEXuLINK von Newnex Technology (siehe Abb. 3), das erste aktive USB 3.0 Repeaterkabel, das USB 3.0 Signale auf einer Kabellänge von bis zu 12 m ermöglicht.

Geringe Größe, niedrige Kosten

Verglichen mit anderen digitalen Schnittstellen ist USB 3.0 neben all seiner Stärken selbstverständlich nicht perfekt. Der erhöhte 500 MByte/s Datendurchsatz so-

wie die 4,5 Watt Stromversorgung eignen sich bestens für die heute verfügbaren Hochgeschwindigkeits-Multimegapixel-Bildsensoren (siehe Abb. 4). Wenngleich Camera Link natürlich mit einer Datenrate von bis zu 680 MByte/s bei einer vollständigen 8-Tab-Konfiguration führend bleibt, so werden sich viele auf Kosten einiger Pixel oder Frames pro Sekunde für die doch erheblich einfacher zu benutzende und kostengünstigere USB 3.0 Alternative entscheiden. Wie FireWire vereint auch die USB 3.0 Spezifikation Stromversorgung und Datenübertragung in einem einzigen Kabel; sie bietet eine garantierte, echte isochrone Bandbreite und ist bestens auf Anwendungen abgestimmt, die eine geringe Größe und niedrige Kosten fordern. Wenngleich jedoch USB 3.0 fast 10-mal schneller als FireWire und GigE ist, so liefert FireWire mehr Strom (bis zu 45 W), und die maximale Kabellänge von GigE bleibt unübertroffen.

Standardprotokoll in Diskussion

Es gibt jedoch auch noch andere, rein praktische Aspekte bei der Evaluation von USB 3.0 für eine Anwendung in der industriellen Bildverarbeitung. Sehr wichtig ist beispielsweise das Steuerungsprotokoll der Kamera. FireWire- und GigE-Kameras verwenden den IEEE1394-basierten Instrumentation and Industrial Digital Camera (IIDC) bzw. den GigE-Vision-Standard. Kompatible Kameras können mit jeder beliebigen Software betrieben werden, die ebenfalls diese Standards unterstützt. Bei USB 2.0 existierten jedoch keine gemeinsamen Protokolle. Die USB Video Class (UVC) ist für industrielle Digitalkameras nicht geeignet. Einige Hersteller haben daher ihre eigenen, proprietären Steuerungsmechanismen für ihre Kameras entwickelt, andere nutzen IIDC. Die Automated Imaging Association (AIA), die aus historischen Gründen nicht in die Entwick-



Abb. 2: Point Greys USB 3.0 Prototypkamera streamt unkomprimierte 1080p60-Videodaten bei 60 FPS

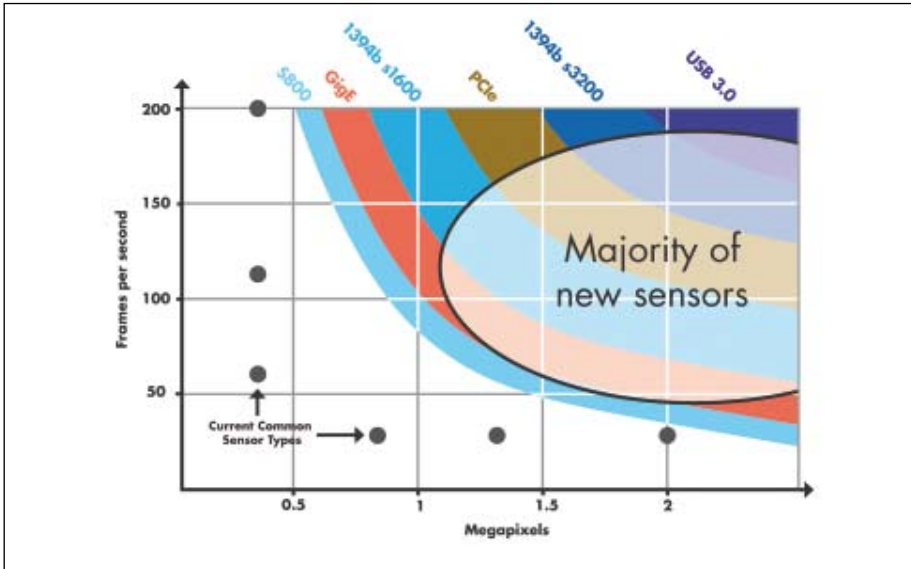


Abb. 4: Die meisten verfügbaren Digitalchnittstellen bieten nicht die nötige Bandbreite für viele der neuen Bildsensoren

lung von USB 2.0 involviert war, kündigte auf ihrer Konferenz im Januar an, dass ein neues USB 3.0 Standardkomitee geeignete Protokolle, wie beispielsweise IIDC und GenICam, für USB 3.0 evaluieren wird.

Long Distance Kabel in der Entwicklung

Ein weiteres Kriterium ist die Kabellänge. USB 3.0 spezifiziert keine maximale Kabellänge. Allerdings beschreibt der Standard die Beziehung zwischen Drahtstärke und maximaler Kabellänge, um den Anforderungen von USB-3.0 für Spannungsabfall im Kabel gerecht zu werden. Zum Beispiel kann ein Kabel bis zu 5,3 m lang sein, wenn es einen American Wire Gauge (AWG) von 20 (0,812 mm Durchmesser) aufweist. In den meisten Fällen befindet sich der Host-Computer innerhalb dieser Distanz. Schon bald wird eine Vielzahl an kostengünstigen Hochleistungslösungen auf den Markt kommen, die längere Kabelstrecken zulassen. USB 3.0 Hubs und Repeater befinden sich bereits in Produktion; signalkorrigierende Langstreckenkabel, Equalizer-Technologien wie EqcoLogics EQC05000 und optische Übertragungslösungen sind bereits in der Entwicklung. USB 3.0 Kabel und Steckverbinder für den industriellen Einsatz werden ebenfalls gerade vorbereitet, darin eingeschlossen auch Schraubverschluss-Verbindungen und Schleppketten-taugliche High-Flex Kabel.

Technische Vorzüge sprechen für USB 3.0

Natürlich wird USB 3.0 zunächst im Consumerbereich Fuß fassen. Jedoch verspricht USB 3.0 große Vorteile für die Industrielle Bildverarbeitung und das Maschinensehen auch in nicht-industriellen Anwendungen, in denen USB 2.0 bereits über eine breite Akzeptanz verfügt. Zwar gibt es bis heute keine digitale „Universalschnittstelle“, die wirklich allen Bildverarbeitungs-Anwendungen gerecht würde, dennoch wird USB 3.0 dank seiner technischen Vorzüge mit Sicherheit ein ernst zu nehmender Anwärtler auf einen Rang unter den wichtigsten Kameraschnittstellen der kommenden Jahre werden.

► **Autor**
Michael Gibbons,
Product Marketing Manager



► **Kontakt**
Point Grey Research, Inc.,
Richmond, Kanada
Tel.: 001/604/242-9937
Fax: 001/604/2429938
sales@ptgrey.com
www.ptgrey.com



Telezentrische
Objektive

605 Objektivserien sofort verfügbar

Telezentrische Objektive,
Festbrennweiten, Mikrovideolinsen
und vieles mehr

Kompakte Objektive mit
Festbrennweite



µ-Videolinsen



OPTATEC
HALLE 3,
STAND F45
GASTKARTEN
AUF
ANFRAGE

**BENÖTIGEN SIE BERATUNG?
KONTAKTIEREN SIE UNS ODER
FORDERN SIE EINEN
KOSTENLOSEN KATALOG AN!**
Sprechen Sie mit unseren Experten.

Mehr Optik | Mehr Technologie | Mehr Service

EO **Edmund**
optics | worldwide

USA: 1-856-547-3488 | www.edmundoptics.com
EUROPE: 49 (0) 721 6273730 | www.edmundoptics.de
ASIA: 65 6273 6644 | www.edmundoptics.com.sg
JAPAN: 81-3-5800-4751 | www.edmundoptics.jp