

# Auf der Überholspur

Der neue Schnittstellenstandard für sehr hohe Bandbreiten: CoaXPress

Machine Vision Standards und Standards im Allgemeinen weisen in der Regel Vor- und Nachteile auf. Selten findet man einen Standard, der alle Anforderungen erfüllt. Camera Link ist einfach und relativ schnell, andererseits ist die Kabellänge begrenzt und die Verkabelung kostspielig. GigE Vision bietet eine kostengünstige Verkabelung, hohe Kabellängen und erfordert keinen Frame Grabber, ist allerdings komplex, hat eine relativ niedrige Bandbreite und ist nicht echtzeitfähig. Bei Firewire und USB 3.0 sieht es ähnlich aus. CoaXPress hingegen ist eine neue Spezifikation für digitales Video, die sich bald als Standard durchsetzen wird – und die die anderen Schnittstellen in allen Bereichen überholt.

CoaXPress ist sehr schnell, skalierbar, unterstützt hohe Kabellängen, liefert Strom über das Kabel und ist relativ einfach. Auf den ersten Blick ist es schwer zu glauben, dass dies möglich ist: CoaXPress überträgt mit 6.25 Gbit/s die Bild-daten von der Kamera, zugleich wird Strom für die Kamera geliefert und Kontroll-daten an die Kamera mit 20 Mbit/s zurückgesendet – alles gleichzeitig und über ein einziges Kabel. CoaXPress ist außerdem skalierbar: mit acht Kabeln nebeneinander erreicht man Datenraten von 50 Gbit/s.

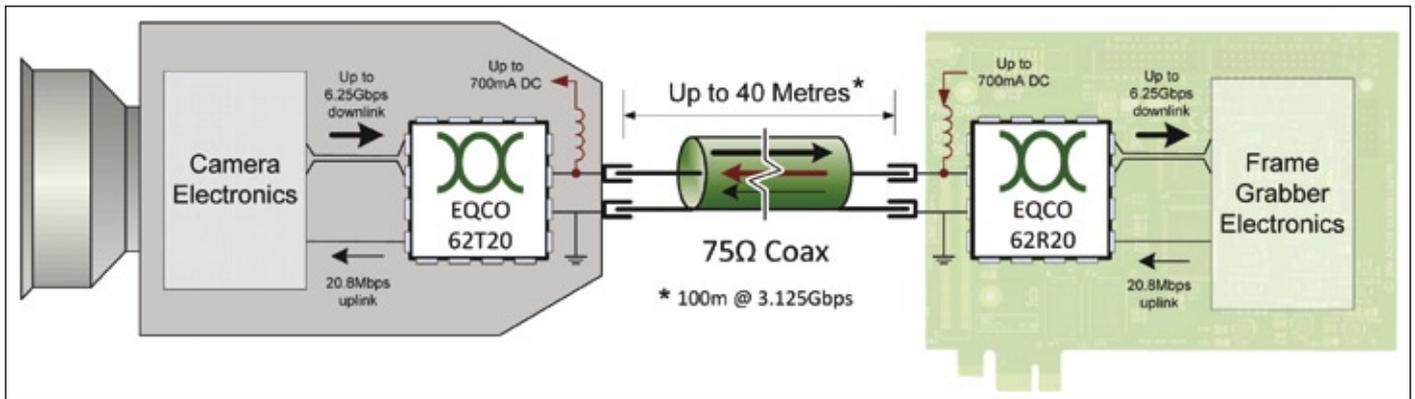
## Evolution der Technologie

In den Anfängen von Video- und Bildverarbeitung wurden weitestgehend Koaxialkabel verwendet – tatsächlich wird es auch heute immer noch in vielen Imaging- und Machine Vision-Systemen eingesetzt. Der Grund dafür ist, dass diese Kabel kostengünstig und einfach zu verwenden sind und außerdem hohe Kabellängen erlauben. Als in den frühen 90ern im Bereich Machine Vision digitales Video auftauchte, gab es erste Kameras mit breiten Bussen unter Verwendung von Low Voltage Signalling (LVDS) als digitale Ausgänge. Dies führte zur Entstehung von einer Vielzahl verschiedener, inkompatibler Kameras, Kabel und Frame Grabber. In der Zwischenzeit entwickelte sich in anderen Industriegebieten der Trend zu seriellen Hochgeschwindigkeits-Links. Ein solcher wurde im Bereich Machine Vision zum ersten Mal etwa im Jahr 2000 mit dem CameraLink-Standard gesichtet, der, obwohl er Multicore-Kabel verwendet, eine 7:1 Serialisierung der Daten auf jeder Datenleitung durchführt. Im Lauf der letzten 10 Jahre hat der Trend zu seriellen Hochge-



© 2009 George Yi, All Rights Reserved.

BNC Connector  
(Quelle: Active Silicon)



Blockschaltbild mit Kamera und Frame Grabber (Quelle: EqcoLogic)

schwindigkeitsschnittstellen in vielen Gebieten zugenommen, insbesondere in der Broadcast- und Kommunikationsindustrie. Zum Beispiel können wir heute einen Internet-Zugang in hoher Geschwindigkeit über eine einfache Twisted-Pair Telefonleitung erwarten, etwas was noch bis vor kurzem unvorstellbar war. Ähnlich verwendet man bei der kürzlichen Revolution in HDTV in allen Studio- und Rundfunkumgebungen HD-SDI (High Definition – Serial Digital Interface) – und das läuft über Koaxialkabel. Das Ergebnis ist, dass diese sich kontinuierlich entwickelnde serielle Technologie und Chipsets, die serielle Hochgeschwindigkeitsschnittstellen unterstützen, die Entwicklung und Vorstellung eines neuen Standards jetzt erst ermöglicht haben. Dieser Standard mit dem passenden Namen CoaXPress überträgt gleichzeitig Videodaten mit 6.25 Gbit/s zusammen mit Stromversorgung und Kontrolldaten – alles über ein einziges Koaxialkabel. Darüber hinaus kann CoaXPress skaliert werden und dadurch



CoaXPress Kamera (Quelle: Adimec)

erstaunliche Bandbreiten für zukünftige Systeme anbieten.

### CoaXPress – der Hintergrund

Die treibende Kraft für diese neue Hochgeschwindigkeitstechnologie resultiert hauptsächlich aus der Entwicklung von Bildsensoren, und den neuen Anwendungen, die die schnelleren und größeren Sensoren ermöglichen. Für diese Anwen-

dungen sind viel höhere Geschwindigkeiten notwendig, um die Daten erfassen und verarbeiten zu können. Gleichzeitig ist eine Systemlösung, die einfach verwendbare, kostengünstige Koaxialkabel einsetzt, von großem Vorteil. Sie ermöglicht die Einführung von Machine Vision in neuen Märkten, aber bietet auch einen praktischen Weg bereits existierende analoge Systeme mit bereits installierten Koaxialkabeln, aufzurüsten.

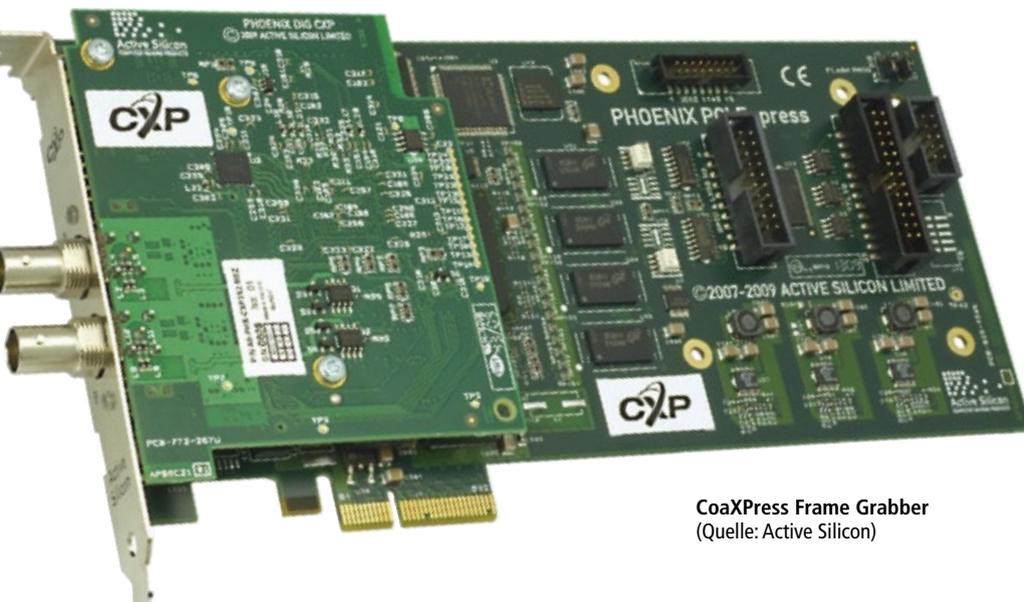
Die Kerntechnologie wurde in 2007/2008 von Adimec und EqcoLogic entwickelt und der „Digital Coax“ Demonstrator wurde zum ersten Mal auf der Vision 2008 in Stuttgart vorgestellt. Anfang 2009 erkannte Adimec den Bedarf an zusätzlicher Expertise aus dem Bereich Frame Grabber/Systeme und lud Active Silicon zu einer Zusammenarbeit ein. Diese drei Firmen gründeten das „CoaXPress“ Konsortium, mit dem Ziel CoaXPress zu einem lizenzfreien, weltweiten Standard zu entwickeln.

Anschließend wurden zusätzliche Firmen eingeladen, dem Konsortium beizutreten. Die Firmen wurden in diesem ersten Schritt sorgfältig ausgewählt um Wettbewerb innerhalb des Teams zu vermeiden und es entstand eine formidable, eng miteinander verbundene Arbeitsgruppe, bestehend aus führenden technischen Experten der Industrie.

Das Resultat ließ nicht lange auf sich warten. Im November 2009, als die Technologie auf der Stuttgarter Vision-Messe vorgestellt wurde, wurde dem CoaXPress Konsortium der Vision Award für Innovation verliehen, einstimmig entschieden durch die international besetzte Jury.

### Wie funktioniert das Interface?

Die physikalische Schicht, entwickelt von EqcoLogic, ist die Hauptinnovation des neuen kommenden Standards: Um



CoaXPress Frame Grabber (Quelle: Active Silicon)

## Kameraschnittstellen im Vergleich

	CoaXPress	CameraLink	GigE Vision	USB 3.0
Single Lane Geschwindigkeit*	3.125 Gbps (Base) 6.25 Gbps (Full)	2 Gbps (Base) Single cable	1 Gbps	5 Gbps
Maximale Geschwindigkeit *	N x 6.25 Gbps (N x Coax Cables)	5.44 Gbps (Full) 6.8 Gbps (Deca)	1 Gbps	5 Gbps
Maximale Kabellänge	100m/40 m	10 m/7 m	100 m	3 m
Verkabelung	Koaxialkabel – mit 13W Stromversorgung	Custom Multicore	Cat-5e/Cat-6	Multicore, aber kostengünstig
Datenintegrität	CRC	Keine	CRC/Resend	CRC
Echtzeit-Trigger	Ja, +/- 4ns	Ja	Nein	Nein
Komplexität	Mittel	Niedrig	Hoch	Hoch

\* Geschwindigkeit der physikalischen Schicht. CameraLink hat keinen Protokoll-Overhead wobei CoaXPress, GigE Vision und USB 3.0 alle etwas Protokoll-Overhead haben.

Daten bei hohen Datenraten übertragen zu können ist es notwendig, das Signal in irgendeiner Art frequenzmäßig zu kompensieren oder zu „entzerren“ um die Signaldämpfung (die mit der Frequenz und Kabellänge zunimmt) auszugleichen. Das empfangene Signal wird mit Filtern in viele verschiedene Frequenzbänder aufgeteilt. Jedes Band wird analysiert und adaptiert um die Signaldämpfung über das Kabel zu kompensieren. Raffiniert an der Sache ist, dass dies in Echtzeit geschieht um hervorragende Datenintegrität für den 6.25 Gbit/s „Downlink“ (Kamera zu Host) zu erreichen. Gleichzeitig überträgt ein „Uplink“ mit niedriger Frequenz 20 Mbit/s (Host zu Kamera) Kontrolldaten an die Kamera. Dabei wird die Flankensteilheit so eingestellt, dass sie den Downlink nicht stört. Da die Daten kapazitiv gekoppelt sind, ist es relativ einfach auch Gleichspannung für die Kamera zu liefern. Die Spannung beträgt 24 V damit lange Kabel möglich sind. Per Kabel wird 13 W bei der Kamera bereitgestellt.

Bezüglich des Protokolls wird ein typischer, geschichteter Ansatz verfolgt, wobei eine Oberschicht auf einem Stream abgebildet wird, der seinerseits in Pakete aufgeteilt wird um auf der physikalischen Schicht übertragen zu werden. Das Protokoll unterstützt eine Reihe von Bild- und Metadaten-Streams, z.B.: Rohdaten, komprimierte Bilder, nicht rechteckige und mehrere/dynamische Regions of Interest.

### Warum Koaxialkabel?

Die einfache Antwort lautet: Koaxialkabel ist das physikalisch beste, zuverlässigste und konsistenteste Medium für die Übertragung von Hochgeschwindigkeitsdaten. Alternativen wie „Twisted Pair“ leiden unter Skew zwischen den Leitern

sobald die Geschwindigkeit und Kabellänge zunehmen. Das Koaxialkabel hat noch weitere Vorteile – es ist kostengünstig, einfach zu verwenden, einfach zu terminieren im Feld und es gibt eine Vielfalt käuflich erhältlicher Kabelvarianten einschließlich Multicore, z.B. High Flex, Rugged Environment, Military Grade usw., im Wesentlichen getrieben durch den Broadcast-Markt. Dabei sollte aber nicht vergessen werden, dass LWLs ebenfalls gut geeignet sind als physikalische Schicht für CoaXPress. Neue Initiativen wie Intels LightPeak, das eine physikalische 10 Gbit/s bidirektionale Verbindung bietet und protokollunabhängig ist, könnten für CoaXPress sehr geeignet sein.

### Standardisierung

Damit eine Technologie sich zu einem internationalen Standard entwickeln kann, braucht sie den Support eines anerkannten Gremiums. Das CoaXPress-Konsortium hat deswegen vor kurzem das Eigentum an der Spezifikation an die Japan Industrial Imaging Association (JIIA) übergeben. Der japanische Verband betreut den Standardisierungsprozess, der voraussichtlich bis Ende 2010 abgeschlossen sein wird. In Japan basieren etwa 60% der industriellen Bildverarbeitungs-Anwendungen immer noch auf Analog-Kameras, d.h. CoaXPress bietet eine gute Gelegenheit für die Migration zu digitalen Hochgeschwindigkeitskameras mit allen Vorteilen der höheren Auflösung und größeren Geschwindigkeiten. Die EMVA (European Machine Vision Association) und die AIA (Automated Imaging Association) haben sich kürzlich dafür ausgesprochen, CoaXPress als globalen Standard zu unterstützen. Als Voraussetzung dafür wird das ursprüngliche CoaXPress-Konsortium zwei Punkte gewährleisten: erstens wird die Liefersicher-

heit des entscheidenden EqcoLogic-Chips über die treuhändische Hinterlegung der Design-Daten gewährleistet und zweitens wird die JIIA ein Referenzdesign vorlegen mit dem eine Implementierung der Übertragungsschnittstelle mit Standardbauteilen als Alternative zu der integrierten EqcoLogic Implementierung ermöglicht wird. Für internationale Standards ist es wichtig, dass, soweit technisch möglich, die Implementierung nicht von Komponenten eines einzigen Lieferanten abhängig ist.

### Weitere Informationen

Weitere Informationen und technische Details bezüglich CoaXPress können unter [www.coaxpress.com](http://www.coaxpress.com) gefunden werden. Dies ist eine Webseite, die im Auftrag der JIIA vom CoaXPress Konsortium gepflegt wird und die als Anlaufstelle für technische Information, Neuigkeiten und den allgemeinen Stand des Standardisierungsprozesses dient.

► **Autor**  
Colin Pearce, Geschäftsführer  
Active Silicon



► **Kontakt**  
Active Silicon, Iver, England  
Tel.: 0044/1753/650600  
Fax: 0044/1753/651661  
[colin.pearce@activesilicon.com](mailto:colin.pearce@activesilicon.com)  
[www.activesilicon.com](http://www.activesilicon.com)

Adimec Advanced Image Systems, Eindhoven, Niederlande  
Tel.: 0031/40/23539-20  
Fax: 0031/40/23539-25  
[sales@adimec.com](mailto:sales@adimec.com)  
[www.adimec.com](http://www.adimec.com)

EqcoLogic, Brüssel, Belgien  
Tel.: 0032/2/629-1301  
[phfelfet@eqcologic.com](mailto:phfelfet@eqcologic.com)  
[www.eqcologic.com](http://www.eqcologic.com)

CoaXPress  
[info@coaxpress.com](mailto:info@coaxpress.com)  
[www.coaxpress.com](http://www.coaxpress.com)