

Schnelles GigE Gerätedesign

FPGA Core für Gigabit Ethernet Kommunikation in der Bildverarbeitung

Mit der zunehmenden Verbreitung von Gigabit Ethernet und dem damit verbundenen Preisrutsch für entsprechende Netzwerkkomponenten wurde diese Technik auch als Datenübertragungsmedium für die industrielle Bildverarbeitung interessant. Um die Bandbreite des Kommunikationsmediums voll ausnutzen zu können, sind jedoch oftmals hardwarebasierte Netzwerk-Engines erforderlich. Mit dem FPGA-Core der Firma Feith Sensor to Image ist ein schnelles und leistungsfähiges Gigabit-Ethernet-basiertes Gerätedesign möglich, ohne auf die Kommunikationsmodule anderer Hersteller angewiesen zu sein.



Quelle: Flickr, daniegebhart

Bei Komponenten, vor allem Kameras, für die industrielle Bildverarbeitung hat sich der Standard GigE Vision mittlerweile weitestgehend durchgesetzt. Dieser Standard beschreibt das UDP-basierte Übertragungsprotokoll mit dem Daten, im allgemeinen Bilder und Nachrichten, von der Kamera zum PC oder Konfigurations- und Kommandodaten, z. B. zum Einstellen der Belichtungszeit, zur Kamera geschickt wer-

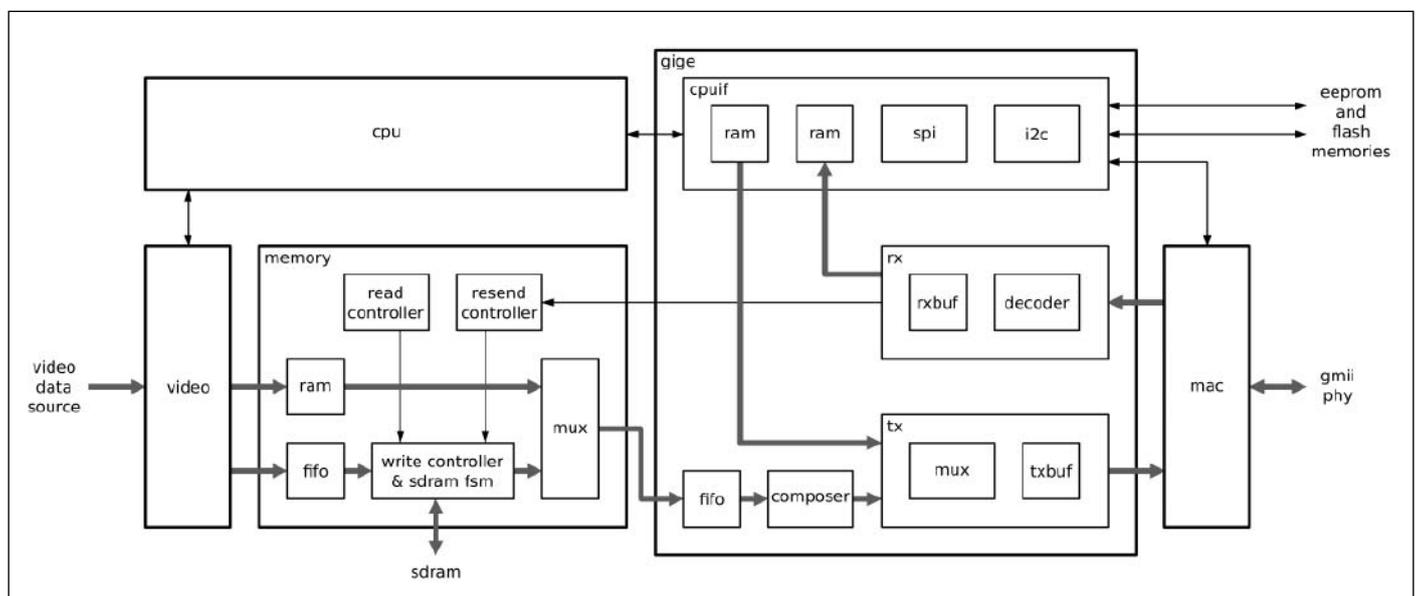
den. Um die Erstellung von Gigabit Ethernet fähigen Geräten zu erleichtern, hat Feith Sensor to Image eine FPGA-basierte Lösung entwickelt, die diesen Standard implementiert.

Diese Lösung besteht aus einem oder mehreren IP-Cores, die auf den Xilinx FPGAs vom Typ Spartan3x, Virtex4 und Virtex5 lauffähig sind. Gerade durch die Unterstützung der preisgünstigen Spartan-Chips, ist es möglich

kostengünstige Kommunikationsmodule zu entwerfen.

Das Blockschaltbild zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Systems unter Verwendung des GigE Cores. Als Framework dient ein VHDL Top-Level Design, das die Schnittstelle zur Hardware herstellt, also zu den Pins des FPGAs und den daran angeschlossenen Komponenten wie Speicher, Flash, EEPROM, der Datenquelle, z. B. einem Bildsensor und der Netzwerk-

schnittstelle, dem Ethernet-PHY. Außerdem werden die benötigten Cores instantiiert. Diese Cores bestehen aus einem frei anpassbaren Video-Modul (video_in) als Interface zur Datenquelle und einem Memory-Controller zur Pufferung der Daten. Darüber hinaus wird hier die sog. Packet Resend Funktion realisiert, die Datenpakete auf Anforderung nochmals sendet, wenn diese nicht in der empfangenden Applikation angekommen

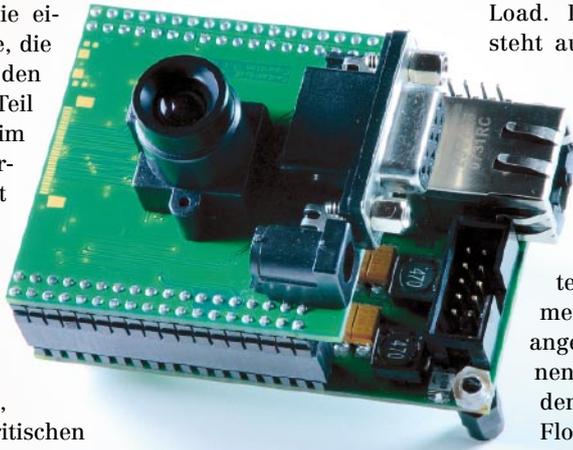


Blockschaltbild GigE-Core

sind. Dann kommt die eigentliche GigE-Engine, die die Paketierung und den Ethernet-basierten Teil übernimmt. Falls im FPGA keine festverdrahtete Ethernet MAC-Einheit enthalten ist, muss diese auch als Core eingebunden werden. Zusätzlich ist ein MicroBlaze basiertes CPU-Modul integriert, das die weniger zeitkritischen Teile des GigE Vision Protokolls übernimmt (Control Channel und Message Channel). Dabei werden die vom Standard vorgegeben Funktionen über eine Bibliothek eingebunden, der Rest der Software kann angepasst werden, z. B. um den Zugriff auf eigene Register zu realisieren.

Normalerweise werden die Bilddaten z. B. einer GigE-Kamera zur weiteren Verarbeitung zu einem PC übertragen. Da der Netzwerk Stack aber dort komplett in Software gehalten wird, verbraucht die Abarbeitung der Gig-Pakete bei hoher Datenrate viel Rechenzeit, so dass hier ein Flaschenhals entsteht und die volle GigE-Bandbreite von etwa 120 MByte/s nicht erreicht wird. Um dies zu vermeiden, gibt es das Konzept des Filtertreibers. Dabei werden die Netzwerkpakete betriebssystemseitig sehr frühzeitig analysiert, bevor die Protokoll Ebenen des Netzwerktreibers durchlaufen werden. Falls dabei Datenpakete eines GigE-Vision Devices gefunden werden, können diese unter Umgehung des TCP/IP-Netzwerkstacks direkt in den Hauptspeicher des PCs geschrieben werden, andere Pakete bleiben unberührt. Dies schafft eine deutliche Entlastung und führt zu einem Datendurchsatz, der in der Größenordnung von etwas über 100 MByte/s liegt.

Im nächsten Schritt ist eine Software erforderlich, die standardkonform mit dem Gerät kommunizieren kann. Diese kann man natürlich selber programmieren oder



Das GigE-Core Evaluation-Kit dient als Referenzdesign und besteht aus einer kompletten Kamera, den zugehörigen FPGA Ressourcen, Software und Dokumentation

auch hier auf bewährte Pakete führender Hersteller zurückgreifen. Sowohl der Filtertreiber als auch der zum bekannten Bildverarbeitungspaket CommonVisionBlox gehörende Image Manger werden in Kooperation mit der Firma Stemmer Imaging angeboten. Dies beinhaltet ein SDK, mit dem es möglich ist die Transport- und Kommunikationsschicht effektiv in eigene Software zu integrieren.

Wie sieht nun eine mögliche Vorgehensweise aus, wenn man im ersten Schritt die Technik und die bereits zur Verfügung stehenden Mittel kennen lernen und testen möchte, um dann im zweiten Schritt ein eigenes Gerät entwerfen zu können?

Am einfachsten ist es, dazu mit dem GigE-Core Evaluation-Kit zu beginnen. Dieses Kit besteht aus einem Referenzdesign einer kompletten Kamera, bestehend aus der Spartan3E-basierten GigE-Kommunikationshardware und Kameramodul sowie der zugehörigen FPGA

Load. Diese wiederum besteht aus den oben erwähnten Komponenten, die aber teilweise laufzeitbeschränkt sind. Funktionell gibt es aber keine Einschränkungen.

Da diese Komponenten komplett implementiert und teilweise angepasst werden können, ist es damit möglich, den gesamten Design-Flow durchzuspielen.

Auf Softwareseite wird eine Lizenz des Image Managers mitgeliefert, was im ersten Schritt sowohl das Finden der Kamera als auch die Datenübertragung abdeckt. Im zweiten Schritt dient es als Basis für eigene Software. Falls auftretende Fragen nicht mit der Dokumentation geklärt werden können, ist weitergehender Support ebenfalls enthalten.

Bisher gab es nur zwei Möglichkeiten ein GigE Vision kompatibles Gerät zu entwickeln. Entweder man programmierte sich die erforderliche GigE-Engine selber, oder man kaufte ein entsprechendes Kommunikationsmodul zu. Jetzt gibt es mit dem GigE-Core einen dritten Weg, der es ermöglicht, eigene Geräte relativ zügig und ohne Hardware-Abhängigkeiten zu entwickeln. Welcher Weg nun aber der „Goldene“ ist, kann nicht pauschal beantwortet werden. Grundsätzlich wird es aber wohl wirtschaftlicher sein, bei kleineren anvisierten Stückzahlen GigE-Module zuzukaufen, wohingegen bei spezifischen Hardwareanforderungen und größeren Stückzahlen, d. h. einigen hundert pro Jahr, die Core-Lösung interessanter sein dürfte.

► **Autor**
Dipl.-Ing. Matthias Schaffland, Technischer Vertrieb



► **Kontakt**
Feith Sensor to Image GmbH, Schongau
Tel.: 08861/2369-0
Fax: 08861/2369-69
email@sensor-to-image.de
www.sensor-to-image.de