



Fotolia.com © nobelium

Highspeed-Kommunikation mit FPGA

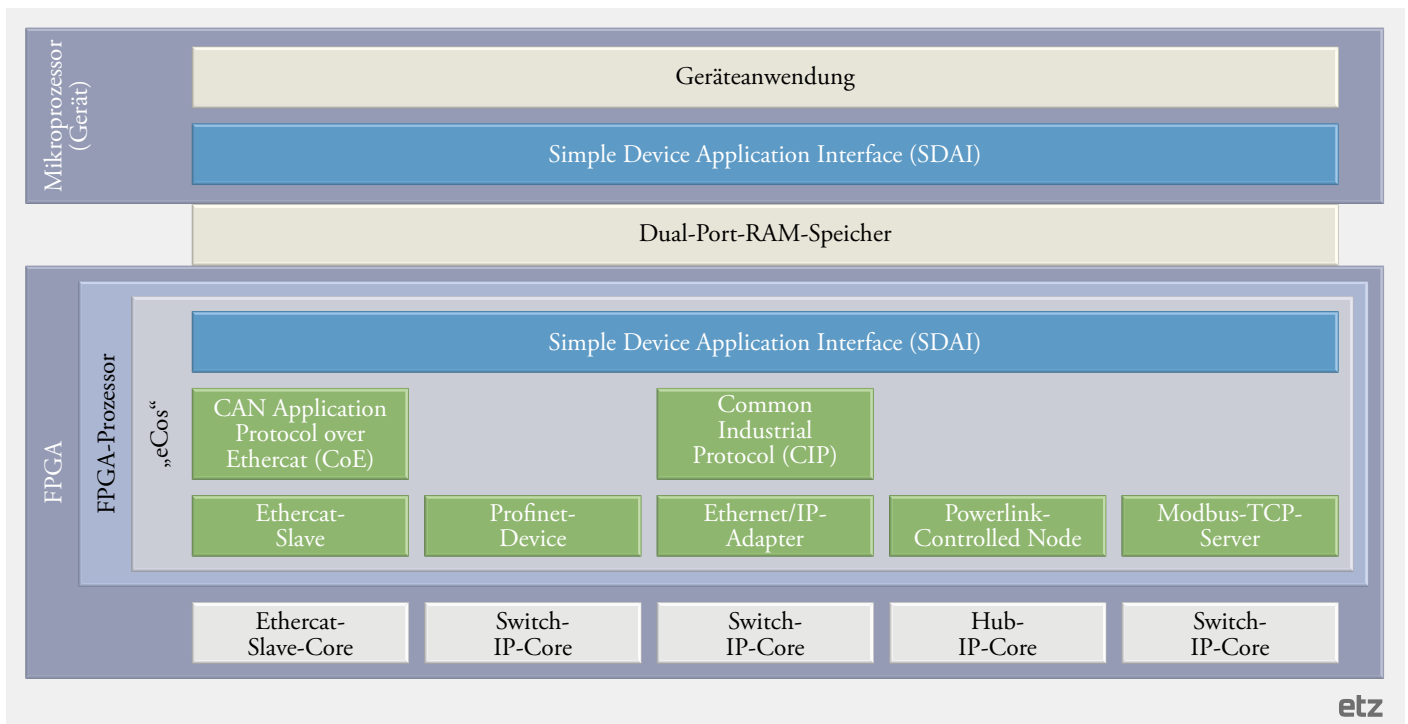
Profinet IRT überzeugt durch kurze Zykluszeiten und deterministisches Kommunikationsverhalten. Eine ideale Plattform für die Implementierung des Industrial-Ethernet-Protokolls stellen FPGA dar. Softing kombiniert die Vorteile beider Lösungen zu einem Gesamtpaket und ermöglicht darüber hinaus die einfache Unterstützung von weiteren Industrial-Ethernet-Protokollen.

Text: Georg Süß

Die Kommunikation via Industrial-Ethernet-Protokoll ist aus der modernen industriellen Automatisierung nicht mehr wegzudenken. Wenn auch der Einsatz zunächst über viele Jahre nur diskutiert wurde, ist die Technologie heute beim Anwender angekommen und wird auf breiter Front eingesetzt. Im Markt haben sich jedoch mehrere, konkurrierende Ansätze etabliert. Die große Herausforderung für Hersteller von Automatisierungsprodukten besteht jetzt darin, Produkte anzubieten, die je nach Kundenanforderung die verschiedenen Industrial-Ethernet-Protokolle unterstützen. So wird herstellerseitig eine Implementierungsmöglichkeit

gesucht, die einen minimalen Aufwand erfordert und gleichzeitig preiswert, flexibel und zukunftssicher ist.

Als weltweit agierender Spezialist auf dem Gebiet der industriellen Kommunikation unterstützt Softing Industrial Automation [1] seine Kunden bei der Implementierung und bietet ihnen ein Lösungspaket auf Basis von Field Programmable Gate Arrays (FPGA) an. Dabei erlaubt die Softing-Lösung den Einsatz der Industrial-Ethernet-Protokolle Ethercat, Profinet, Ethernet/IP, Powerlink und Modbus TCP bei Verwendung der FPGA von Altera [2] und Xilinx [3] (Bild 1).



01 Preiswert, flexibel und zukunftssicher: FPGA in Feldgeräten unterstützen verschiedene Industrial-Ethernet-Protokolle

Hochperformante Industrial-Ethernet-Protokolle

Bei der Realisierung von Antriebsanwendungen werden höchste Anforderungen hinsichtlich kurzer Zykluszeiten und hohem Determinismus an die Industrial-Ethernet-Protokolle gestellt. Diese wurden in der Vergangenheit durch die Protokolle Ethercat und Powerlink abgedeckt. Die aktuelle Spezifikation V2.3 von Profinet mit Profinet IRT (Isochronous Real Time) erfüllt nun ebenfalls die Voraussetzungen für diesen Einsatzbereich und ermöglicht Zykluszeiten $<50 \mu\text{s}$ bei einer maximalen Abweichung (Jitter) von $<1 \mu\text{s}$.

»Die aktuelle Spezifikation V2.3 von Profinet mit Profinet IRT (Isochronous Real Time) erfüllt nun ebenfalls die Voraussetzungen für Antriebsanwendungen.«

Da sich solch hochperformante Industrial-Ethernet-Protokolle nicht mit Standard-Ethernet-Komponenten realisieren lassen, müssen für die Umsetzung andere Lösungswege beschritten werden. Hierfür bieten sich entweder Asic- oder FPGA-Lösungen an.

Die Asic-Lösung deckt gezielt die Anforderungen einzelner Industrial-Ethernet-Protokolle ab und steht in verschiedenen Ausprägungen zur Verfügung. Zum Beispiel als Asic

zur Unterstützung eines Protokolls, als Asic zur Unterstützung mehrerer Protokolle oder als Standardprozessor mit programmierbarer Kommunikationsperipherie. Die Hardwarefunktionalität ist dabei fest implementiert und kann nachträglich nicht verändert werden.

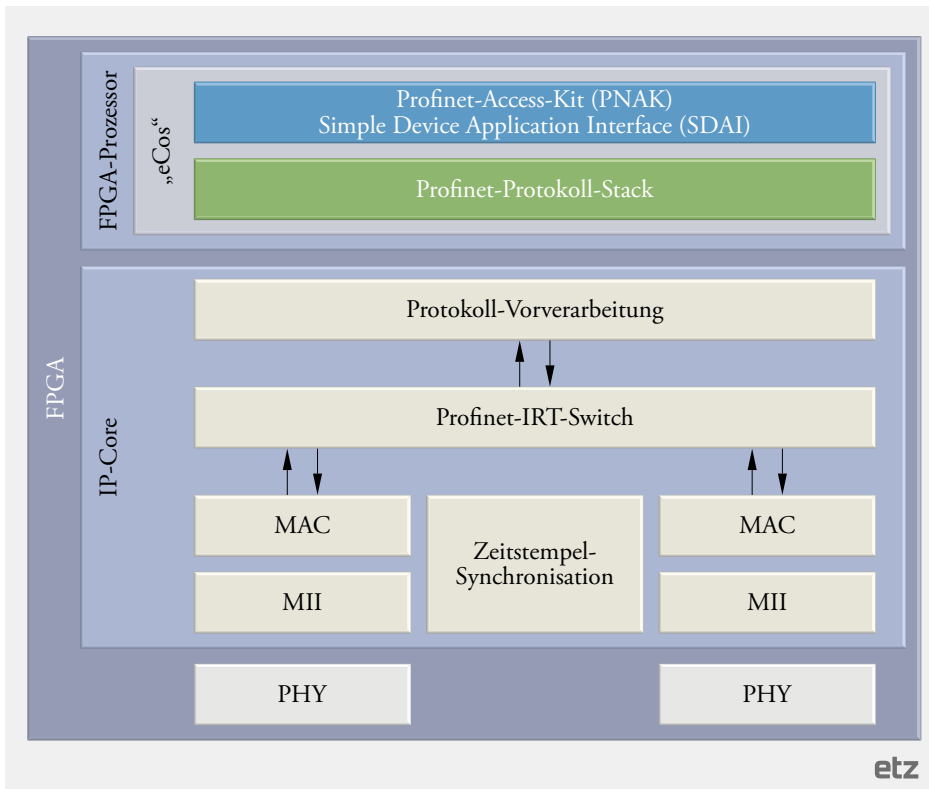
Die FPGA-Lösung kombiniert IP-Cores, die eine bestimmte Funktionalität in Hardware realisieren, mit Firmware, die die übrige Protokollfunktionalität abdeckt und auf entsprechenden Prozessoren im FPGA ausgeführt wird. Damit werden die Anforderungen der einzelnen Industrial-Ethernet-Protokolle gezielt umgesetzt. Die FPGA-Lösung erlaubt eine nachträgliche Anpassung und Erweiterung der Hardwarefunktionalität durch den einfachen Austausch des zugehörigen IP-Cores.

Softing hat sich bei der Realisierung seiner Industrial-Ethernet-Lösungen für die Verwendung von FPGA entschieden. Ausschlaggebend dafür war zum einen ihre flexible Einsetzbarkeit und zum anderen die einfache Anpass- und Erweiterbarkeit.

Implementierung von Profinet IRT

Die Implementierung von Profinet IRT realisiert Softing in drei Entwicklungsschritten. Durch dieses schrittweise Vorgehen soll der Interoperabilität zu anderen Produkten am Markt Rechnung getragen werden. So wird sichergestellt, dass die Funktionalität zukünftiger Steuerungen und Geräte der Firma Siemens, die eine wichtige Rolle im Profinet-Umfeld spielen, gewährleistet ist.

Im ersten Schritt erfolgte die Realisierung der Profinet-IRT-Basisfunktionalität mit der Zeitsynchronisation auf der Basis des Precision Time Control Protocols (PTCP) und



02 Struktur der Profinet-IRT-Implementierung auf FPGA-Basis

der schnellen Weiterleitung von Telegrammen mittels der Adressinformation. Mit der Implementierung des Schritts 1 lassen sich minimale Zykluszeiten von bis zu 250 µs erreichen. Hauptbestandteil des ersten Entwicklungsschritts ist die Implementierung des Profinet-IRT-IP-Cores mit den entsprechenden Funktionsblöcken (Bild 2). Neben den beiden MAC-Komponenten (Media Access Control) beinhaltet die Einheit die Zeitsynchronisation, den (IRT-)Switch und Teile der Protokollvorverarbeitung. Der IP-Core ist modular aufgebaut und kann bis zu fünf Ports, davon maximal zwei mit IRT-Funktionalität, unterstützen. Bereits implementiert ist die Nutzung der physikalischen Schnittstellen (PHY) von Renesas (µPD606xx) [4] und National (DP83640) [5].

Die übrige Protokollfunktionalität wird in Software auf dem entsprechenden FPGA-Prozessor unter Verwendung des lizenzfreien Betriebssystems „eCos“ abgearbeitet. Der Anwendung, die entweder auf einem weiteren Prozessor im FPGA oder auf einem externen Prozessor ablaufen kann, steht eine entsprechende Softwareschnittstelle zur Verfügung. Dabei kann der Anwender zwischen der speziellen Schnittstelle Profinet Access Kit (PNAK) oder der Schnittstelle Simple Device Application Interface (SDAI) wählen. Empfohlen wird die Verwendung der Letzteren, da diese Schnittstelle den Zugriff auf weitere Industrial-Ethernet-Protokolle unterstützt und Zugang zu wichtigen Funktionen ermöglicht.

Die Speichergrößen der Softing-Implementierung von Profinet IRT zeigt die Tabelle in Bild 3. Dabei erlaubt die angegebene Größe des Datenspeichers die Unterstützung von bis zu vier Applikationsbeziehungen. Die umfangreiche Unterstützung der Management Information Base (MIB)

ermöglicht eine gute Diagnostizierbarkeit, da Hintergrundinformationen für die Fehlersuche zur Verfügung stehen. Im Rahmen der Profinet-IRT-Implementierung führte Softing Konformitäts- und Interoperabilitätstests mit verfügbaren Profinet-RT- und -IRT-Geräten durch. Somit steht eine getestete und funktionsfähige Lösung zur Verfügung, die mit anderen Geräten einwandfrei zusammenarbeitet. Im Rahmen von Feldtests bei Kunden wird darüber hinaus die Eignung zum Einsatz in realen Anwendungsumgebungen nachgewiesen.

Switch-IP-Core	Logikelemente	15 000
	M9K-Blöcke	48
Firmware (Stack, Betriebssystem „eCos“)	Code	500 kByte
	Daten	2,6 MByte
	RAM	3,2 MByte
	Flash	570 kByte

03 Speichergrößen der Profinet-IRT-Implementierung auf FPGA-Basis

Im nächsten Entwicklungsschritt (Schritt 2) wird die Funktion des dynamischen Zusammenstellens und Auflösens von Frames (Dynamic Frame Packing) hinzukommen. Damit sind Zykluszeiten von 32 µs erreichbar. Da bei solch kurzen Zykluszeiten die parallele Übertragung von Standard-Ethernet-Frames nicht mehr möglich ist, wird in

dieser Phase ebenfalls das Aufspalten und Zusammensetzen der Pakete implementiert. Der zweite Entwicklungsschritt wird zur Fachmesse SPS IPC Drives 2013, die im November in Nürnberg stattfinden wird, abgeschlossen sein.

Anschließend wird bis Ende Q1/2014 als dritter Schritt die Medienredundanz-Funktionalität realisiert.

Breites Einsatzspektrum

Für den Datenaustausch mit Anwendungen auf einem weiteren Prozessor im FPGA oder einem externen Prozessor verwendet die Profinet-IRT-Lösung von Softing einen Dual-Port-RAM-Speicher. Ebenso ist es möglich, eine Anwendung auf demselben Prozessor ablaufen zu lassen, der bereits für die Kommunikation verwendet wird. Damit lässt sich beispielsweise der Datenaustausch mit einem externen Prozessor realisieren, der keinen Dual-Port-RAM-Speicher unterstützt. In diesem Fall wird ein Serial Protocol Interface (SPI) verwendet.

Auch die neuen FPGA-Familien von Altera und Xilinx, mit zwei ARM-Prozessoren, werden von der Profinet-IRT-Lösung unterstützt werden. Dabei ist die einfachste Möglichkeit, die Profinet-IRT-Implementierung in den frei programmierbaren Teil des jeweiligen FPGA zu übernehmen und die Anwendung auf einem ARM-Prozessor ablaufen zu lassen. Denkbar ist es auch, den Profinet-IRT-Stack auf dem anderen ARM-Prozessor auszuführen.

Demopakete verfügbar

Um sich schnell von der Funktionsfähigkeit und Interoperabilität der Softing-Lösung überzeugen zu können, stehen Interessenten Demonstrationspakete zur Verfügung. Diese werden für verschiedene Entwicklungs-Boards angeboten. So gibt es beispielsweise:

- Evaluation Kit für RTE-Device-Stacks der Firma Softing,
- Industrial Networking Kit der Firma Altera mit Cyclone-IV-FPGA und
- Industrial Ethernet Kit der Firma Xilinx mit Spartan-6-FPGA.

Jedes Demonstrationspaket beinhaltet eine vollfunktionsfähige Version des IP-Cores und des Profinet-Stacks, die sofort einsetzbar sind. Weitere Information dazu gibt es am Softing-Stand auf der Embedded World in Nürnberg vom 26. bis 28. Februar, Halle 1, Stand 352. (ih)

Literatur

- [1] Softing Industrial Automation GmbH, Haar:
<http://industrial.softing.com/de>
- [2] Altera Corporation: www.altera.com
- [3] Xilinx Inc.: www.xilinx.com
- [4] Renesas Electronics Corporation: am.renesas.com
- [5] National Semiconductor Corporation: www.national.com

Autor



Dipl.-Inform. Georg Süß ist im Product Marketing bei der Softing Industrial Automation GmbH in Haar tätig.
georg.suess@softing.com