

EIN FLEXIBLES PERFORMANTES

RECHNERSYSTEM FÜR ALLE ANWENDUNGEN

ON-BOARD COMPUTER- SYSTEM-ARCHITEKTUR

Computersysteme in der Raumfahrt müssen über eine immer größere Rechenleistung verfügen, um Aufgaben, wie z. B. die Vorverarbeitung (on-the-fly) von großen Datenmengen aus anspruchsvollen Experimenten und Nutzlasten oder eine On-Board Berechnung von Steuerbefehlen im Weltraum, bewältigen zu können. Nur so können Raumfahrzeuge komplexe Dockingmanöver oder Landeanflüge eigenständig durchführen. Neben hohen Leistungsanforderungen müssen die On-Board Computersysteme auch Kriterien bezüglich der Konnektivität erfüllen. So müssen Schnittstellen zur Einbettung in die oft redundante Kommunikationsinfrastruktur eines Raumfahrzeugs bereitgestellt oder redundante Anschlüsse für Instrumente mit sehr hohen Datenraten im Gbit-Bereich unterstützt werden.

Im Projekt OBC-SA (On-Board Computer System-Architektur) wurde daher eine Architektur für zukünftige On-Board Computersysteme entwickelt. Sie ermöglicht die modulare Integration von Systemen mit unterschiedlichen Leistungs- und Funktionsmerkmalen in eine redundante On-Board System-Architektur. Fraunhofer FOKUS entwickelte dazu ein System mit zwei fehlertoleranten On-Board Computern. Die Rechner basieren auf einem DMR-System (Dual Modularity Redundancy) mit einem High-End Embedded Multicore-Prozessor P4080 von NXP. Sie nutzen das Echtzeit-Betriebssystem PikeOS, das auch die Partitionierung der Ressourcen des 4080-Prozessors unterstützt. Darüber hinaus wurde ein Router Board entwickelt, das ein redundant ausgelegtes Verbindungsnetzwerk mit SpaceWire und 1 Gbit Ethernet realisiert, mit dem weitere Rechner und Subsysteme einfach und schnell angebunden werden können. Dieser basiert auf dem RTG4 FPGAs (Field Programmable Gate Array) von Microsemi.

COMPACT PCI® SERIAL SPACE

Die kompakte und robuste Aufbautechnik des OBC-SA Architekturrahmens basiert auf dem neuen offenen Industrie-Standard Compact PCI® Serial Space (cPCI®). Die cPCI® Serial Space Backplane stellt Kommunikationsverbindungen für alle Subsysteme bereit. Der OBC-SA Architekturrahmen und die modulare Aufbautechnik des cPCI® Serial Space Standards ermöglichen die einfache Konfiguration zukünftiger On-Board Computersysteme aus unterschiedlichen Rechner- und I/O-Komponenten. Funktionalität, Rechenleistung, Redundanz und I/O-Schnittstellen können damit flexibel an missionsspezifische Anforderungen angepasst werden.

P4080 MULTICORE-PROZESSOR

Der von Fraunhofer FOKUS entwickelte fehlertolerante Bordrechner basiert auf dem P4080, einer 8-Kern CPU der PowerPC-Multicore-Familie »QorIQ« von NXP. Der Prozessor kann mit einer Taktfrequenz von bis zu 1,5 GHz betrieben werden und damit theoretisch eine Spitzenleistung von etwa 60 GIPS (GIGA-Instruktionen pro Sekunde) erreichen. Der P4080 wird in der besonders verlustleistungsarmen SOI-Technologie (Silizium On Insulator) gefertigt, die darüber hinaus weniger strahlungsempfindlich ist als herkömmliche CMOS-Technologie. Die geringere Strahlungsempfindlichkeit gegenüber TID (Total Ionizing Dose) und SEUs (Single Event Upsets) wurde im Rahmen des Projekts durch mehrere Bestrahlungstests nachgewiesen. Zudem ist die SOI-Technologie weitgehend Latch-Up frei. Der P4080 bietet zusätzlich die Vorteile eines hoch integrierten Embedded-Prozessors: Alle wichtigen Funktionen sind bereits On-Chip integriert, sodass ein kompletter Rechenknoten auf nur einer 3U cPCI® Serial Space Platine realisiert werden konnte.

KONTAKT

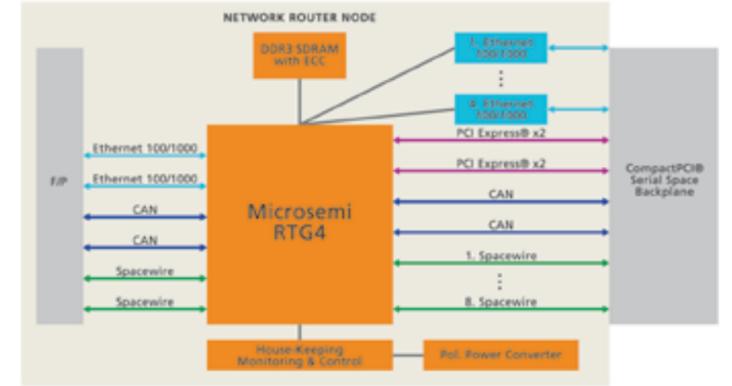
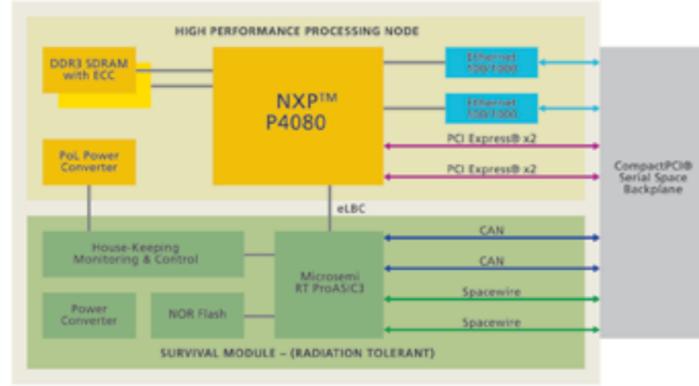
Dipl.-Inf. Friedrich Schön
Geschäftsbereich SQC
Tel. +49 30 3463-7453
Fax +49 30 3463-99 7453
friedrich.schoen@fokus.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Samuel Pletner
Geschäftsbereich SQC
Tel. +49 30 3463-7490
Fax +49 30 3463-99 7490
samuel.pletner@fokus.fraunhofer.de

Fraunhofer FOKUS
Kaiserin-Augusta-Allee 31
10589 Berlin

www.fokus.fraunhofer.de/go/obcsa

ON-BOARD COMPUTER- SYSTEM-ARCHITEKTUR



CPU

Rugged Standard	Open Standard for future Space Computer Systems PICMG® CPCI-S.1 R1.0 CompactPCI® Serial Space, 3U form factor
Fault Tolerance	DMR architecture: Two redundant processing nodes are connected to the redundant communication infrastructure
High Performance	P4080 »QorIQ®« Multi-Core Processor (NXP, E2V) with eight e500mc PowerPC cores @ 1.5 GHz, 60 GIPS, 12 GFLOPS
Memory	Two DDR3 memory banks, 4 GByte each, EDAC protection, soldered
Flash	64 Mbyte NOR flash memory stack (3D Plus), 8 modules, radiation tolerant
Platform FPGA	RT ProASIC®3 (Microsemi) radiation hard by TMR logic
Interfaces	cPCI Serial Space™ compliant rear I/O to redundant network router nodes (Gbit Ethernet, SpaceWire, PCIe x2, CAN)
Debug support	Test and debug interfaces to separate diagnosis board (rear I/O)
Assembly	Standard CompactPCI® Serial Space backplane, robust assembly and effective cooling through CCA clamshell
FDIR	Effective SEU mitigation, Independent hardware watchdog (Platform FPGA), Monitoring of housekeeping data (Platform FPGA), Mutual monitoring of redundant nodes via RMAP protocol
Qualification Status	Qualification status: EQM (TRL 6–7)
Software	U-Boot, board support packages for PikeOS and Linux

ROUTER

Rugged Standard	Open Standard for future Space Computer Systems PICMG® CPCI-S.1 R1.0 CompactPCI® Serial Space, 3U form factor
Fault Tolerance	Two network router nodes provide redundant communication infrastructures
High Connectivity	Gbit Ethernet Router, up to 6 channels, SpaceWire Router, star connection, up to 10 channels, Two PCIe x2 endpoints for specific slots, Four CAN Bus connections, AHB on chip interconnect
Gateway Funktion	Routing among SpaceWire and PCI Express® via AHB
Network Memory	2 GByte DDR3 shared network memory, EDAC protection, soldered
Front Interfaces	2 x GBit Ethernet, 2 x SpaceWire, 2 x CAN Bus
House Keeping Data	Gathering and monitoring of housekeeping data, accessible via SpaceWire RMAP protocol
Debug support	Test and debug interfaces to separate diagnosis board (rear I/O)
Assembly	Standard CompactPCI® Serial Space backplane, robust assembly and effective cooling through CCA clamshell
Radiation Tolerance	TID: tolerance up to 160 krad (RTG4) SEU/SEL immune up to LET 103 MeV*cm²/mg (RTG4)
Router Management	Configuration via SpaceWire RMAP protocol
Qualification Status	Qualification status: EQM (TRL 6–7)