

DARTS – Widerstandsfähige Chips für Weltraumanwendungen

RUAG Space GmbH & Institut für Technische Informatik



Im Weltraum müssen elektronische Systeme besonders widerstandsfähig sein. Dies betrifft u. a. auch jene Komponenten, welche die zeitliche Steuerung aller elektronischen Systeme eines Satelliten synchronisieren. Ist dieser elektronische Taktgeber schadhaft, fällt üblicherweise die gesamte Elektronik aus. Im Projekt DARTS - einer Kooperation zwischen der RUAG Space GmbH und der TU Wien - wurde daher ein besonders widerstandsfähiger Taktgeber für Weltraum-anwendungen entwickelt.

Im innovativen Ansatz von DARTS (Distributed Algorithms for Robust Tick Synchronisation) werden die synchronen Funktionsblöcke eines Mikrochips mit kleinen asynchronen Schaltungseinheiten erweitert, die durch ihre Kommunikation untereinander ein Takt-Signal erzeugen, mit dem sie jeweils die ihnen zugeordneten synchronen Blöcke versorgen. Der in diesen asynchronen Schaltungseinheiten realisierte sogenannte „verteilte Algorithmus“ sorgt dafür, dass alle lokalen Takte untereinander synchron bleiben, selbst wenn einzelne Einheiten ausfallen. Es gibt keinen zentralen Taktgeber mehr, dessen alleiniger Ausfall das ganze System beeinträchtigen könnte. Ähnlich wie Musiker in einem Orchester ohne Dirigenten, sind die einzelnen Komponenten eines Rechners einerseits autonom, koordinieren aber andererseits ihre Aktivitäten sehr genau mit den anderen Systemteilen. Für den in DARTS realisierten Algorithmus kann formal bewiesen werden, dass er den Ausfall von etwas weniger als einem Drittel der asynchronen Einheiten tolerieren kann. Mit elf Einheiten können z. B. drei Fehler verkraftet werden, was selbst für Weltraumanwendungen völlig ausreichend ist.

Forschungsgetriebene Kooperation

In diesem Projekt wurden zwei Forschungsbereiche des Instituts für Technische Informatik zusammengeführt. Prof. Ulrich Schmid arbeitet an Algorithmen für fehlertolerante Uhrensynchronisation, Prof. Andreas Steininger an asynchronen logischen Schaltungen. Das Projekt DARTS war also insofern forschungsgetrieben, als man schon längere Zeit nach gemeinsamen Anwendungsmöglichkeiten für diese Forschungsansätze gesucht hatte. Der Kontakt zwischen den Forschern und dem Projektleiter der RUAG Space GmbH, Gerald Kempf, hatte schon lange vor dem gemeinsamen Projekt bestanden, wie auch das große Interesse zusammenzuarbeiten, sodass die Initiative der Forscher zu dieser F&E-Kooperation auf fruchtbaren Boden fiel.

Der Förderantrag in der FFG-Förderschiene FIT-IT gewann zudem die Auszeichnung als bestes Projekt in der Kategorie Embedded Systems für den FIT-IT Call September 2004.

In DARTS konnten die Implementierung, Validierung und Verfeinerung des theoretischen Konzepts der beiden oben erwähnten Forschungsansätze erreicht werden. Seitens der RUAG Space GmbH wurde Know-how im weltraumgerechten Design von integrierten Schaltungen und deren Verifikation eingebracht. Dabei wurden auch die von der TU Wien entwickelten Funktionen in einer für Raumfahrtanwendungen geeigneten ASIC-Technologie als Prototypen implementiert. Eine wesentliche Rolle des Unternehmens war auch der Entwurf und die Fertigung eines Prototyp-Boards,

auf dem der entwickelte Mikrochip von den Forschern der TU Wien in Betrieb genommen und in umfangreichen Experimenten getestet und evaluiert werden konnte.

„Die Sicht der Anwender war für uns sehr wichtig! Es wurden immer wieder Aspekte eingebracht, an die wir als Wissenschaftler nicht denken“, betont Prof. Andreas Steininger.

An den in diesem Kooperationsprojekt entwickelten Ansätzen wird weiter gearbeitet. DARTS führte zu weiteren Publikationen und Kontakten im Innovationsfeld der asynchronen Schaltungen.

Asynchrone Logik - das (ehemalige) No-Go im Space Engineering

Aufgrund der hohen Anforderungen an Weltraumtechnologien hinsichtlich Zuverlässigkeit, Voraussagbarkeit und Testbarkeit, wurde im Space Engineering bisher nur von deterministischen, und damit synchronen Konstruktionsmethoden ausgegangen.

„Der in DARTS entwickelte Ansatz der robusten Verwendung asynchroner Logik entspricht eigentlich einem Paradigmenwechsel im Space Engineering und ermöglicht eine Vielzahl von alternativen, vielversprechenden Konzepten“, erläutert der Technische Direktor der RUAG Space GmbH, Dr. Manfred Sust.

Der Nutzen des Forschungsprojekts für das Unternehmen bestand demnach vor allem in seiner Innovationskraft. Durch diesen neuen Ansatz war und ist die RUAG Space GmbH Vorreiter im asynchronen Design von integrierten Schaltungen für Weltraumanwendungen.

Für die RUAG war die Auseinandersetzung mit dem Ideenreichtum der Forscher jedoch zunächst ungewohnt. „Hier treffen zwei unterschiedliche Kulturen aufeinander“, meint der Projektleiter Gerald Kempf. „Die Forscher haben uns immer wieder mit neuen Ideen überrascht und so den Innovationsgeist in unser Unternehmen gebracht. Wichtig war es hier, eine gute Balance zwischen ökonomischem Abwägen und innovativem Herangehen zu finden.“

Aufgrund des in DARTS entstandenen Vertrauensverhältnisses konnten seither fünf Absolventen der TU Wien in der RUAG Space GmbH beschäftigt und mehrere gemeinsame Diplomarbeiten bzw. Dissertationen durchgeführt werden. Ein Folgeprojekt, das eine schnellere Anwendung der in DARTS entwickelten Ansätze ermöglicht, ist geplant.

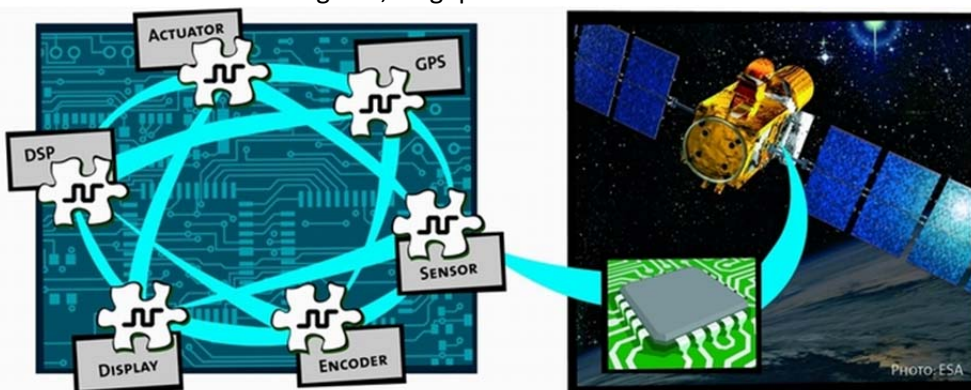


Photo: ESA, <http://ti.tuwien.ac.at/ecs/research/projects/darts>

Unendliche Weiten.....

Die in DARTS entwickelte Technologie könnte in Zukunft für leistungsstarke Weltraumteleskope angewandt werden. Die Detektion schwacher, weit entfernter Sterne bedarf komplexer Algorithmen. Es müssen Störungen der Hintergrundstrahlung herausgefiltert oder die Einflüsse größerer Sterne auf die Abbildung kleinerer Sterne ausdifferenziert werden können. Mit den herkömmlichen Rechner-systemen kann diese Komplexität bei gleichzeitiger Robustheit für Weltraumanwendungen noch nicht erreicht werden. Durch das Triple Modular Redundancy System mit einem robusten Takt

aus dem Projekt DARTS wäre zukünftig ein derartig komplexes Rechenwerk in einem Weltraumteleskop jedoch einsetzbar.

Weiterführende Informationen:



RUAG Space GmbH <http://www.ruag.com/de/space/ruag-space-austria/>



Institut für Technische Informatik <http://ti.tuwien.ac.at/>



Ihre Ansprechpartnerin für Anbahnungen von F&E-Kooperationen mit der TU Wien:

Dr. Elisabeth Schludermann

Forschungs- und Transfersupport

elisabeth.schludermann@tuwien.ac.at

T: 01-58801-41534