

Rechnerstrukturen

Vorlesung im Sommersemester 2009

Prof. Dr. Wolfgang Karl

Universität Karlsruhe (TH)

Fakultät für Informatik

Institut für Technische Informatik



- Prof. Dr. Wolfgang Karl
 - Professur für Entwurf von Systemen in Hardware/Organisation Innovativer Rechnerarchitekturen,
 - Institut für Technische Informatik der Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe (TH)
 - Büro: Raum 159, Geb. 20.20
 - Tel.: 0721 608 3771
 - Email: karl@ira.uka.de
 - Sprechstunde:
 - Dienstag, 16:00 – 17:00 Uhr und nach Vereinbarung

- Leitung:
 - Prof. Dr. Wolfgang Karl
- Sekretariat (Geb. 20.20, 2. Stock):
 - Frau Scheffel
 - Frau Murr-Grobe
- Mitarbeiter (Geb. 20.20, 1. Stock):
 - Dr. Rainer Buchty (Übungsleitung)
 - Dipl.-Inform. David Kramer
 - Dipl.-Inform. Oliver Mattes
 - Dipl.-Inform. Fabian Nowak
 - Dipl.-Inform. martin Schindewolf

- Übungen:
 - Vertiefung des in der Vorlesung behandelten Stoffs an Beispielen und Aufgaben
 - Übungsleiter: Dr. Rainer Buchty
 - buchty@ira.uka.de
 - Raum: 160, Geb. 20.20

- Klausurtermin:
 - 11. August 2009, 14:00 Uhr
 - Stoff: Vorlesung und Übung

- Informationen zur Vorlesung unter:
 - <http://itec.uka.de/capp/teaching/rs>

KW	Vorlesung			Übung	
	Mi	Do		Mi	Do
KW17	22.04.2009	23.04.2008			
KW18	29.04.2009				30.04.2008
KW19	06.05.2009	07.05.2009			
KW20	13.05.2009				14.05.2009
KW21	20.05.2009				
KW22	27.05.2009				28.05.2009
KW23	03.06.2009	04.06.2009			
KW24	10.06.2009				
KW25		18.06.2009		17.06.2009	
KW26	24.06.2009				25.06.2009
KW27	01.07.2009	02.07.2009			
KW28	08.07.2009				09.07.2009
KW29	15.07.2009	16.07.2009			
KW30	22.07.2009				23.07.2009

- Der Begriff „**Rechnerstrukturen**“:
 - Hardwarestruktur eines Rechners auf einer konzeptionellen Darstellungsebene.
 - Anwendersicht und
 - Operationsprinzip eines Rechners.

- In der Vorlesung ist „Rechnerstrukturen“ im Sinne von Rechnerkonzepten oder schlicht — **Rechnerarchitektur** — gemeint.

- Rechnerarchitektur

- Allgemeine Strukturlehre mit deren Hilfsmittel
- Ingenieurwissenschaftliche Disziplin, die bestehende und zukünftige Rechenanlagen beschreibt, vergleicht, beurteilt, verbessert und entwirft.
- Betrachtet den Aufbau und die Eigenschaften des Ganzen (Rechenanlage), seiner Teile (Komponenten) und seiner Verbindungen (Globalstruktur, Infrastruktur)

1. Grundlagen

- Einführung
- Allgemeine Grundlagen des Entwurfs von Rechenanlagen
- Formen des Parallelismus und Klassifizierungen von Rechnerarchitekturen
- Bewertung von Rechensystemen

2. Prozessortechniken

- Von-Neumann-Architektur
- Von RISC zu Superskalar, Superskalartechniken
- VLIW, EPIC
- Multithreading

3. Multiprozessoren

- Allgemeine Grundlagen, Verbindungsnetze, Leistungsfähigkeit
- Speichergekoppelte Multiprozessoren
 - SMP und DSM
 - Speicherkonsistenz und Cache-Kohärenz
- Nachrichtengekoppelte Multiprozessoren
- Höchstleistungsrechner und Grid-Computing
- Chip-Multiprozessoren, Multi-core, Many-core

4. Weitere Rechnerstrukturen

- Vektorrechner und Feldrechnerprinzip
- SIMD-Verarbeitung in Mikroprozessoren
- Datenflussprinzip

5. Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Fehlertoleranz

6. Ausblick: Aktuelle Forschungsthemen

- Research areas

- Computer architecture and parallel processing

- Design aspects and organisation

- Chip multiprocessors and multi-core architectures for high-performance and embedded systems
- Reconfigurable architectures
- Focus on self-organization and adaptation

- Methods and tools for parallel and self-organizing systems

- Adaptive monitoring concepts
- Tool environments

- **Research topics**

- Monitorig Infrastructure for parallel and self-organising systems

- Hierarchical and distributed approach

- Sustained System Monitoring

- » HW and SW configurable monitoring components

- Real-time Analysis and Evaluation

- Correlation of (many) Events

- Identification of Problems/Causes

- Semantic Data Compression

- Example: DFG SPP 1183 **DodOrg**

- Well suited for parallel systems with reconfigurable logic

- Observing communication and memory access behaviour

- Research topics
 - Performance Analysis and Evaluation
 - Data acquisition
 - Monitoring, performance counter
 - Data profiling tool
 - Instrumentation
 - Cache and multiprocessor simulator
 - Tools for data locality optimizations
 - Adaptive runtime system
 - Pattern analysis
 - Precompiler for prefetching
 - Visualization
 - Data locality optimizations
 - Cache hierarchies
 - Parallel NUMA systems and multicore architectures

- **Research topics**
 - Vertical migration for multicore and coprocessor accelerators
 - Virtualization of heterogeneous systems
 - Performance analysis and evaluation of heterogeneous systems

- Vom Lehrstuhl angebotene Lehrveranstaltungen:
 - Vorlesungen:
 - Rechnerorganisation
 - Digitaltechnik und Entwurfsverfahren
 - Rechnerorganisation
 - Mikroprozessoren I,
 - Mikroprozessoren II
 - Heterogene parallele Rechnerstrukturen
 - Praktika:
 - Multicore-Programmierung
 - Multicore-Technologie
 - Seminare

- Hennessy, J.L., Patterson, D.A.: Computer Architecture: A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann, 3.Auflage 2002.
- Patterson, D.A. Hennessy, J.L.: Rechnerorganisation und –entwurf Die Hardware/Software-Schnittstelle. Deutsche Ausgabe herausgegeben von A. Bode, W. Karl, T. Ungerer. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2005
- U. Bringschulte, T. Ungerer: Microcontroller und Mikroprozessoren, Springer, Heidelberg, 2. Auflage 2007
- Theo Ungerer: Parallelrechner und parallele Programmierung, Spektrum-Verlag 1997
- D.Culler, J.P.Singh, A.Gupta: Modern Parallel Computer Architecture, Morgan Kaufmann 1997

Kapitel 1: Grundlagen

1.1 Einführung, Begriffsklärungen

- Der Begriff „Rechnerarchitektur“
 - Definition nach Amdahl, Blaauw, Brooks (1967)

„ Computer architecture is defined as the attributes and behavior of a computer as seen by a machine-language programmer. This definition includes the instruction set, instruction formats, operation codes, addressing modes, and all registers and memory locations that may be directly manipulated by a machine language programmer. Implementation is defined as the actual hardware structure, logic design, and data path organization of a particular embodiment of the architecture. “
 - Beschreibung der Attribute und des funktionalen Verhaltens eines Systems, wie es von einem Anwender, der in Maschinensprache programmiert, gesehen wird.

- Der Begriff „Rechnerarchitektur“
 - Definition nach Amdahl, Blaauw, Brooks (1967)
 - Rechnerarchitektur
 - spezifiziert die konzeptionelle Struktur und das funktionale Verhalten
 - und betrifft nicht Details der Hardware und der technischen Ausführung des Rechners
 - Die Definition behandelt nur das äußere Erscheinungsbild des Rechners und klammert die internen Vorgänge ausdrücklich aus.

- Der Begriff „Rechnerarchitektur“
 - Heutige Sichtweise (Hennessy/Patterson, 2003):
 - Rechnerarchitektur umfasst
 - Befehlssatzarchitektur (Instruction Set Architecture)
 - Organisation
 - Hardware

} Implementierung

- Der Begriff „Rechnerarchitektur“
 - Heutige Sichtweise (Hennessy/Patterson, 2003):
 - Befehlssatzarchitektur (Instruction Set Architecture)
 - Beschreibung der Attribute und des funktionellen Verhaltens eines Rechners
 - Sichtweise des Maschinenprogrammierers
 - Schnittstelle zwischen Hardware und Software
 - Spezifikation der Befehlssatzarchitektur
 - » Ausführungsmodell
 - » Datenformate, Datentypen
 - » Adressierungsarten
 - » Befehlsformat und Befehlssatz
 - » Logischer Adressraum
 - » Unterbrechungssystem
 - » ...

- Der Begriff „Rechnerarchitektur“
 - Heutige Sichtweise (Hennessy/Patterson, 2003):
 - Organisation
 - Höhere Aspekte des Rechnerentwurfs:
 - Entwurf der internen CPU
 - » Art und Anzahl der internen Ausführungseinheiten
 - » Art und Stufenzahl der Befehlspipeline
 - » Grad und Verwendung der Superskalartechnik, VLIW, EPIC, Multithreading
 - Speicher- und Cachesystem
 - Busstruktur
 - ...
 - Hardware
 - Betrifft die speziellen Hardware-Eigenschaften des Rechners, einschließlich dem Logik-Entwurf bis hin zur Verpackungstechnik