

Principy počítačů a operačních systémů

Architektura počítače

Zimní semestr 2007/2008

Víceúrovňová organizace počítače (1)

L_0 – mikroprogramová úroveň, jazyk $\{0,1\}$

- přímo technické vybavení počítače

L_1 – strojový jazyk počítače, jazyk $\{0,1\}$

- instrukce, virtuální stroj nad obvodovým řešením
- vybavení: popis architektury a organizace

L_2 – úroveň operačního systému

- “makroinstrukce” pro vyšší úrovně
 - ♦ systémová volání
- nová organizace paměti

Víceúrovňová organizace počítače (2)

L_3 – úroveň assembleru

- nejnižší úroveň lidsky orientovaného jazyka
- symbolický zápis

L_4 – úroveň vyšších programovacích jazyků

- obecné nebo problémově orientované
- první nestrojově orientovaná úroveň
- překlad do assembleru

...

L_5 – úroveň aplikačních programů

Architektura v historickém kontextu

Amdahl, Blaauw, and Brooks (1964)

- Architecture of the IBM System/360
 - ♦ Architecture describes the attributes of a system as seen by the programmer, i.e., the conceptual structure and functional behavior, as distinct from the organization of the data flow and controls, the logical design, and the physical implementation.

Důležité aspekty

- “as seen by the programmer”
- “conceptual structure and functional behavior”

Architektura v současné době

Obecná (velmi častá) definice

- Science and art of selecting and interconnecting hardware components to create computers that meet functional, performance and cost goals.

Návrh architektury počítačového systému

- často protichůdné požadavky
 - ♦ funkce, propustnost, zpoždění
 - ♦ cena, výkon, spotřeba
 - ♦ váha, velikost, rozšiřitelnost, spolehlivost
- dobrý návrh vyžaduje dobře zvolené kompromisy

Architektura počítače

Hlavní kategorie

- instruction set architecture
 - ♦ abstraktní stroj z pohledu programátora
- microarchitecture/computer organization
 - ♦ organizace funkčních bloků realizující konkrétní ISA
- system design
 - ♦ uspořádání systému na úrovni komponent
 - paměti, procesory, specializované obvody
 - propojení a interakce systémových komponent

Architektura z pohledu programátora

Instruction set architecture

- formát a reprezentace dat
- paměťový model a adresové konvence
- instrukční soubor a registrový model
- řízení běhu, stavy počítače
- vstupy a výstupy

ISA nezávisí na vnitřní organizaci

- umožňuje přenášet programy mezi počítači
- může být implementována SW: IBM AS/400, Java

ISA: Formát a reprezentace dat

Nativní datové typy

- vnitřní reprezentace datových typů
- minimální a maximální velikost adresovatelné jednotky
- převod do/z vnitřní reprezentace

ISA: Paměťový model a adresové konvence

Přístup k datovým strukturám

- segment - offset
- lineární adresace

Mapa adresového prostoru

- „povolená“ místa

Virtualizace paměti

- překlad adres

ISA: Instrukční soubor a registrový model

Prostředky pro změnu stavu počítače

- formát instrukce
- způsob zápisu
- možnosti adresování operandů

Registry procesoru

- podle volby, určení registru:
 - ♦ explicitní / implicitní registr
- podle funkce registru:
 - ♦ řídicí registr / registr operandu

ISA: Řízení běhu počítače

Spolupráce procesoru a ostatních jednotek

Interakce s okolím

- přerušení (interrupt)
 - ♦ vnitřní
 - ♦ vnější

ISA: Vstupy a výstupy

Způsob přenosu dat mezi

- procesorem a ostatními jednotkami
- počítačem a okolím

Zahrnuje

- definice datových struktur („CO“)
- identifikace zdroje/cíle („KAM“)
- identifikace datových cest („KUDY“)
- protokol („JAK“)
- reakce na chyby

Architektura z pohledu návrháře

Mikroarchitektura/organizace počítače

- šíře datových cest
- stupeň sdílení
- definice specializovaných jednotek
- paralelismus
- organizace paměti a I/O
- stupeň predikce

Typická reprezentace

- blokové schéma funkčních bloků, datové a řídicí cesty mezi nimi

CO: Datové cesty

Přenosové cesty

- šířka v bitech
- koncové body
 - ♦ do paměti/cache
 - ♦ z registrového pole do ALU
 - ♦ ...
- arbitrace (u sdílených cest)

Význam přenášených dat

- obecná data
- řídicí signály

CO: Sdílení

Na úrovni obvodů

- sdílení obvodů procesoru a I/O

Na úrovni jednotek

- sdílení ALU více procesory
 - ♦ Motorola 3150, 3 řadiče, sdílená ALU

CO: Specializované jednotky

Typy a počty jednotek

- na různých úrovních
 - ♦ jednotka pro výpočty v plovoucí řádové čárce
 - ♦ fetch / decode / execute jednotky

CO: Parallelismus

Granularita paralelního zpracování

- programy
- části programů
- podprogramy
- cykly, iterace ...
- instrukce

Lze pouze u nezávislých dějů

CO: Organizace paměti a I/O

Hierarchie paměti

- způsob vyhledávání a předávání dat

Vstupně/výstupní zařízení

- počet I/O jednotek
- rozdělení funkcí

Přípravenost na očekávaný děj

- načtení instrukce
- nastavení přenosu dat

Realizace

- explicitní predikce
- statistika
- heuristiky
- adaptivní predikce

Implementace architektury

Fyzická realizace

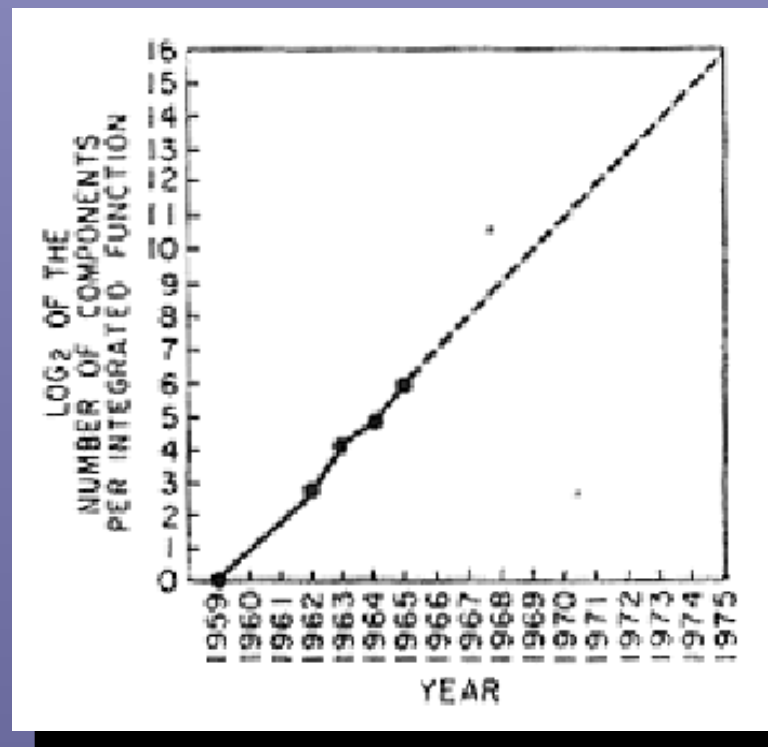
- logická vrstva
 - ♦ funkční bloky nahrazeny logickými celky
- obvodová vrstva
 - ♦ logické obvody na úrovni hradel
- fyzická vrstva
 - ♦ na úrovni tranzistorů

Význam technologie

- složitost architektury odráží technologický pokrok
- menší, rychlejší, ...

Gordon E. Moore

- Cramming more components onto integrated circuits (Electronics, 1965):
„Složitost prvků se každý rok zvyšuje řádově na dvojnásobek“

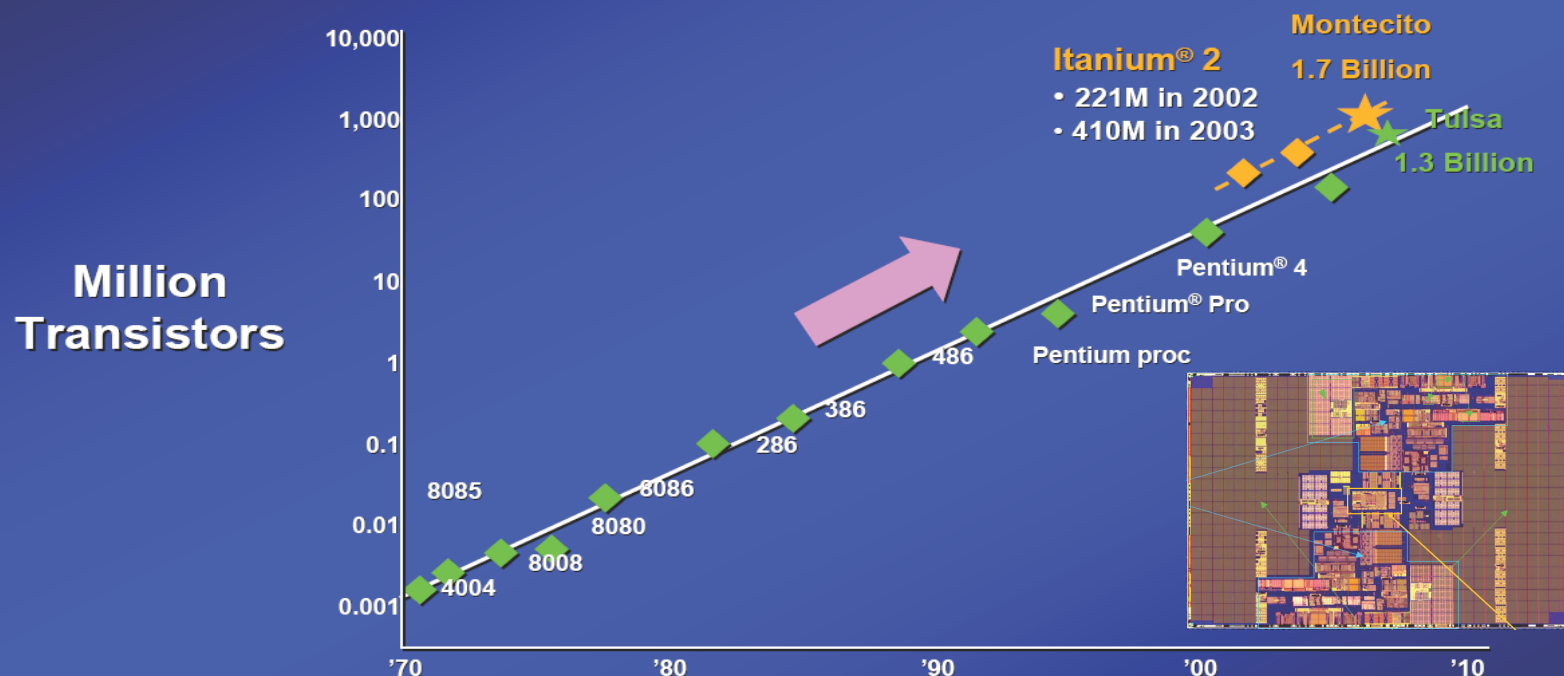


Aktualizovaný Moorův zákon

„Ke změně základních technologických parametrů dochází přibližně po 18 měsících, kdy se některý z parametrů změní v poměru 1:2.“

Moorův zákon a počet tranzistorů

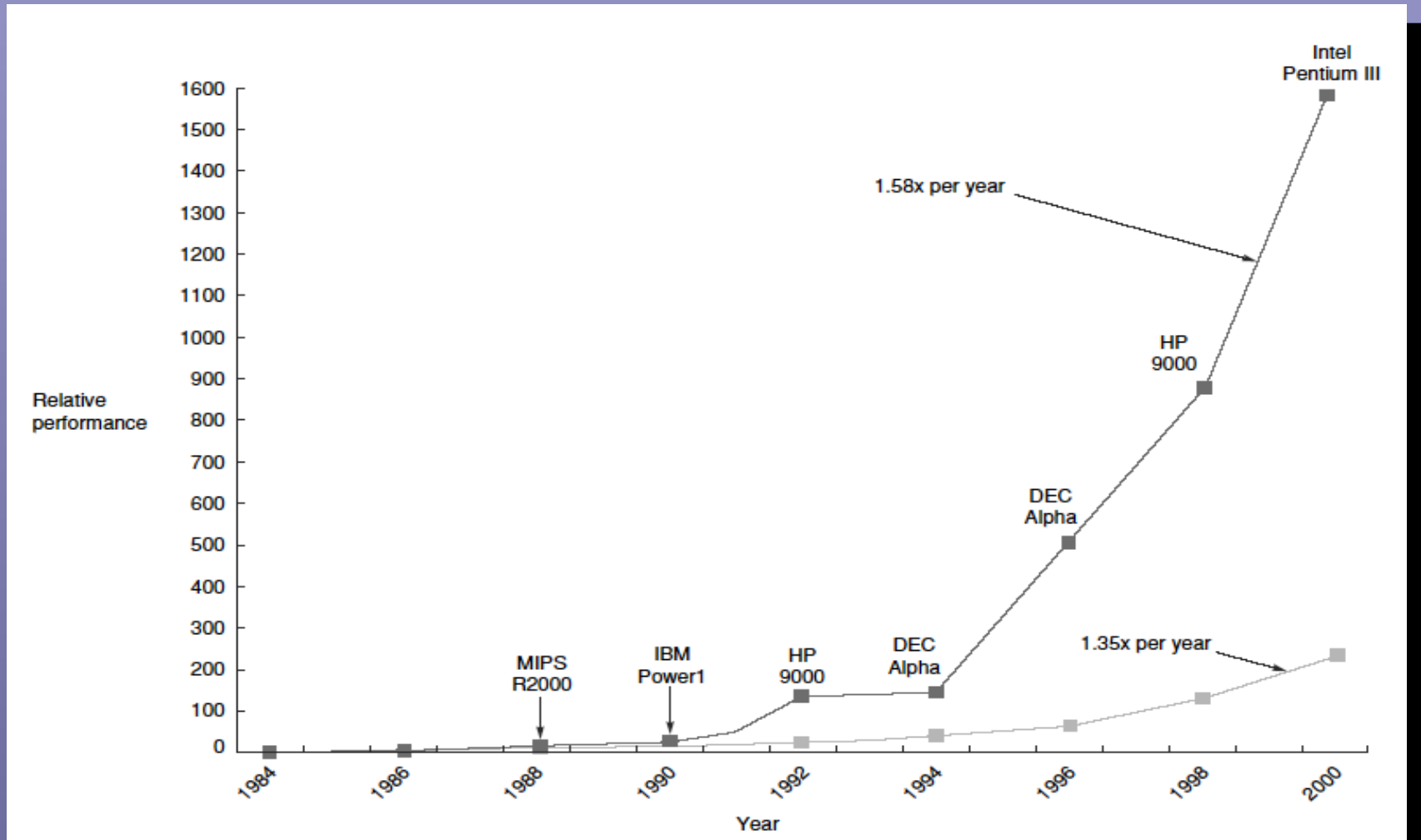
40 Years of Moore's Law



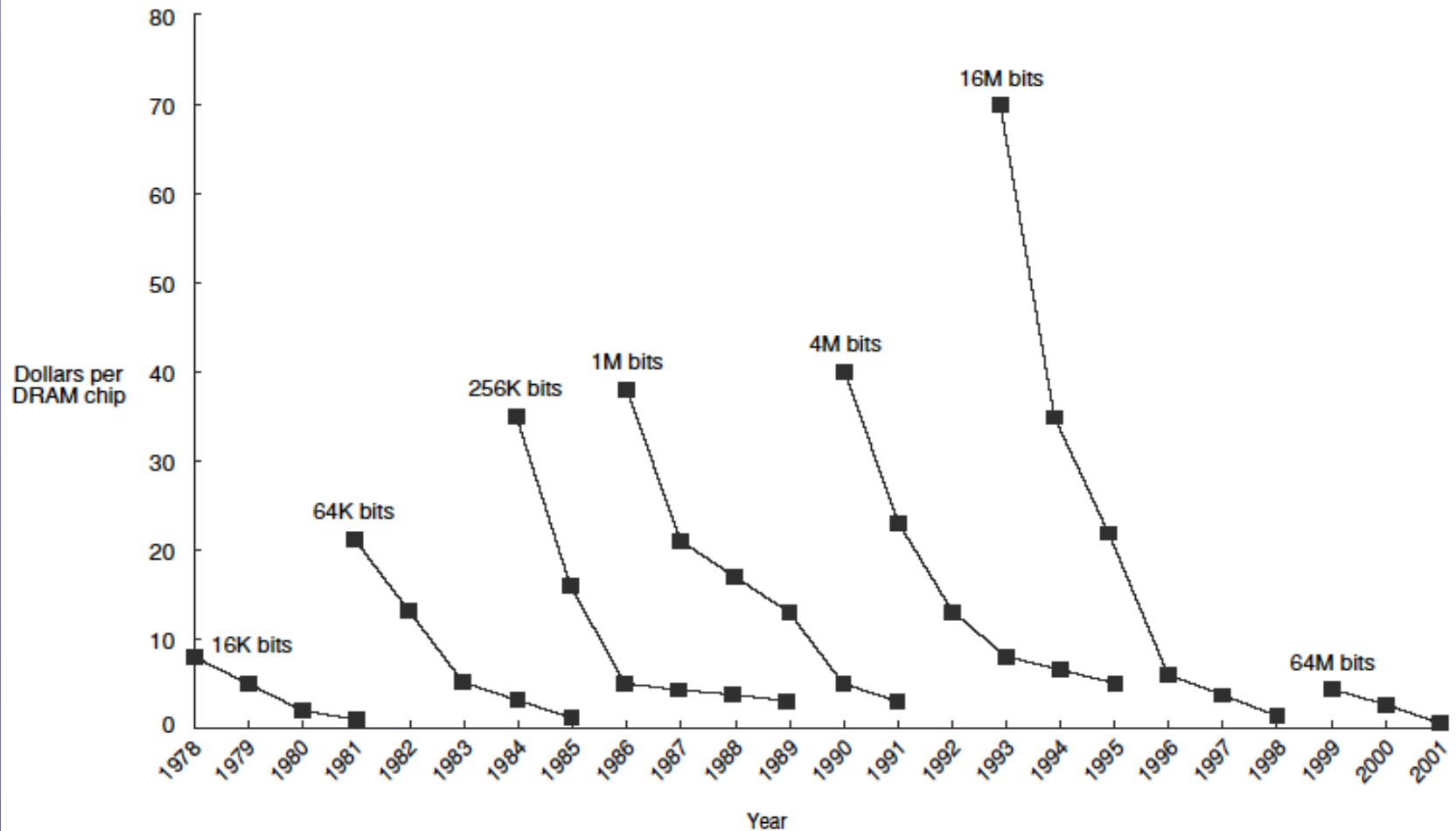
intel

More than 1 Billion Transistors in 2005!

Moorův zákon a výkonnost procesorů

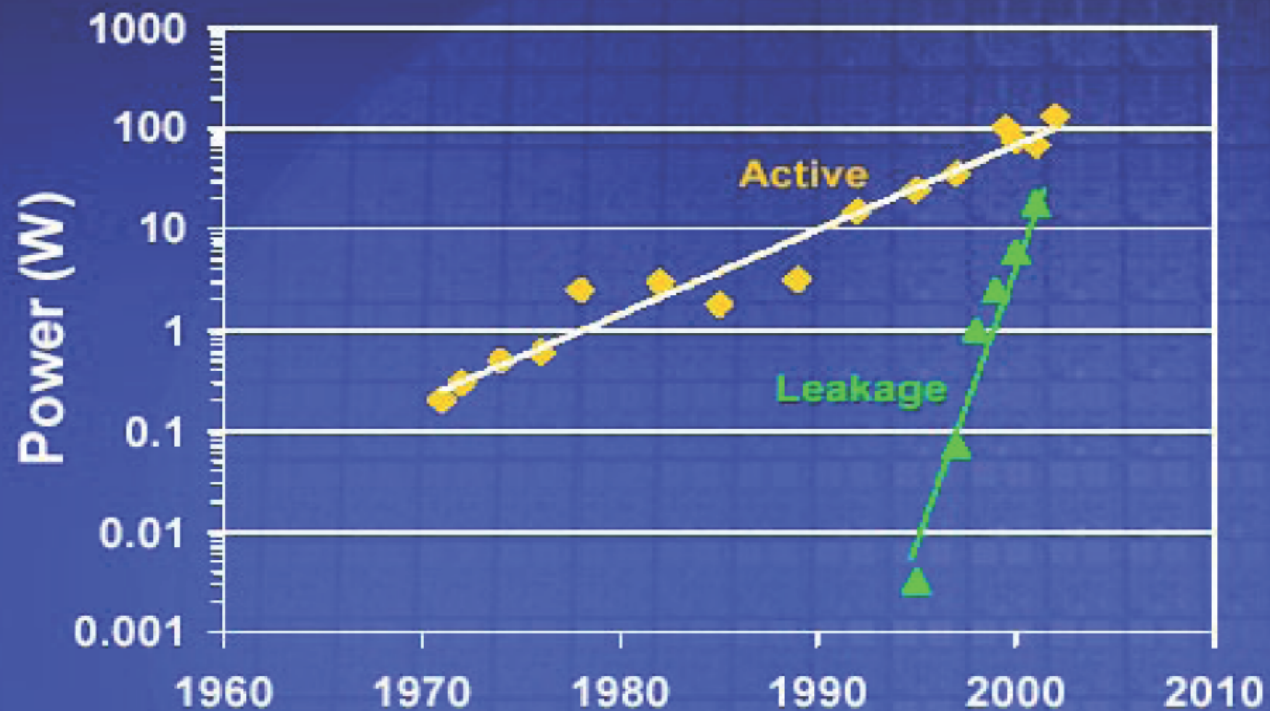


Moorův zákon a cena paměti



Moorův zákon a spotřeba energie

Processor Power



intel

Knihy

- W. Stallings
 - ♦ Computer Organization and Architecture
- J. L. Hennessy, P. A. Patterson
 - ♦ Computer Architecture: A Quantitative Approach
- V. P. Heuring, H. F. Jordan
 - ♦ Computer Systems Design and Architecture