

Számítógép architektúrák

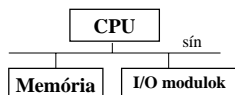
A processzor

A mai program

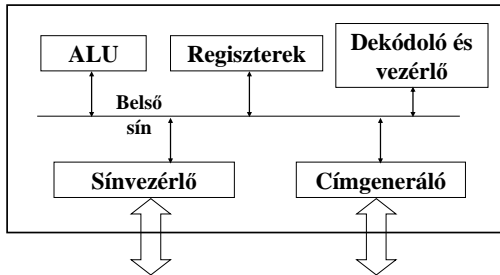
- A CPU és részei
 - ALU, regiszterek, vezérlő, sín, MMU.
 - Utasításkészlet,
 - CPU futási módok.
- Teljesítménymérés.

A Neumann architektúra

- A fő komponensek
 - A CPU: központi egység
 - A (központi) tár (memória)
 - A perifériák, eszközök, I/O modulok
 - A sín (busz)
- A működés általánosan:
 - A CPU veszi a soron következő gépi instrukciót és azt elemzi, végrehajtja. Ha kell, adatokat is vesz.
 - Egyes instrukciók a perifériákat kezelik.



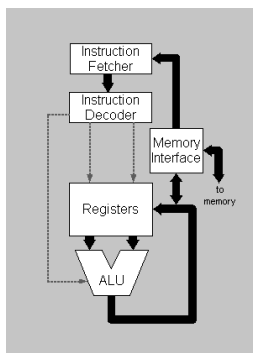
Egy elképzelt CPU



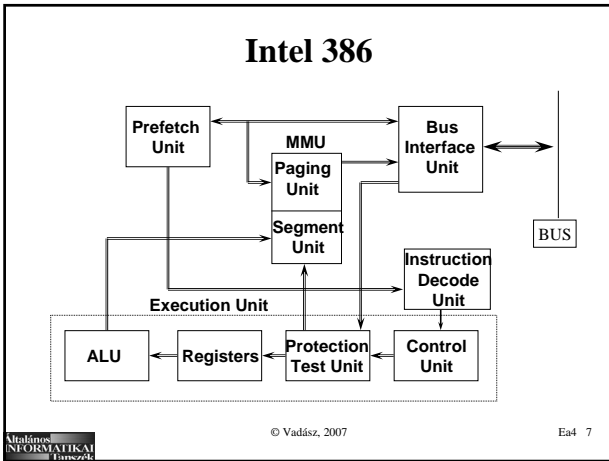
A CPU fő részei

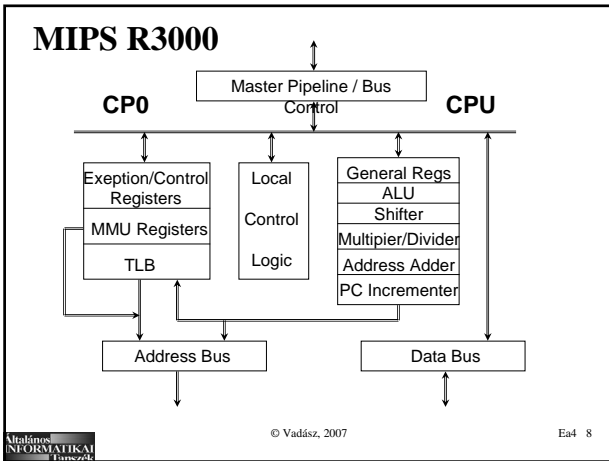
- Nagyon általánosan a fő részek:
 - az ALU (a számológép) más néven végrehajtó egység (VE),
 - a regiszterkészlet (tároló hierarchia csúcs),
 - a dekódoló-vezérlő egység,
 - a sínkezelő,
 - címgeneráló, védelmi egység,
 - a sínvezérlő egység.
- Ennél bonyolultabb is lehet! Pl. lehet több ALU stb.

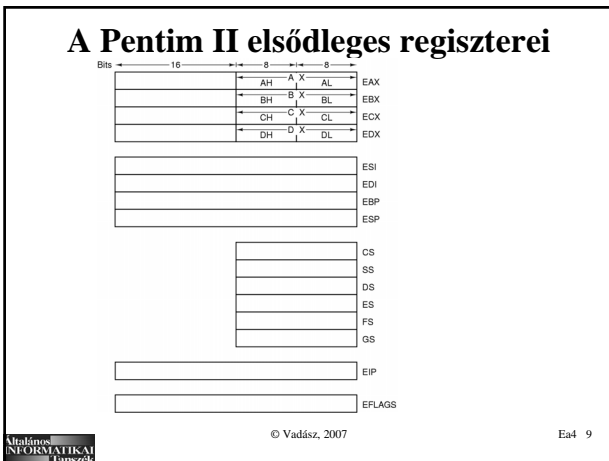
CPU blokk-diagram



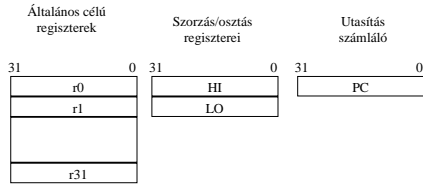
- http://en.wikipedia.org/wiki/central_processing_unit







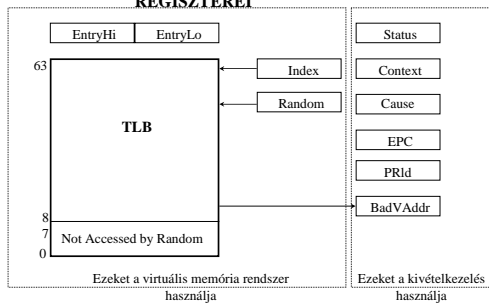
Az R3000-es regiszterei



Ezekből:

- r0: hardveresen beábróztott 0-t tartalmaz
- r31: link regiszter a jump-and-link instrukcióhoz

SYSTEM COPROCESSOR REGISZTEREI



Ezeket a virtuális memória rendszer használja

Ezeket a kivételkezelés használja

Az ALU

- Aritmetikai és logikai egység
- Néhány (alapvető) műveletet (operációt) képes végrehajtani
 - Összeadás, kivonás,
 - fixpontos szorzás, osztás,
 - léptetések,
 - összehasonlítások (logikai műveletek).
- Később az instrukciókat nézzük ...
- A lebegőpontos aritmetika?
 - Néha külön processzor erre.

A regiszterek

- A CPU belső tárolói. Leggyorsabb elérés.
 - Munkamemóriát biztosítanak a CPU számára,
 - segítik a címképzést,
 - segítik a vezérlést (pl. státus jellemzőket tárolva).
- Többnek van neve (a programozó használhatja)
- Különböző hosszúságúak (bitszélességűek),
- átlapolások lehetnek köztük.

A regiszterek osztályai

- (Programozási) felhasználási lehetőség szerint
 - Programozó számára látható (user visible): alkalmazások és a rendszerprogramok is használhatják. Ezen belül felhasználási mód szerint
 - általános (bármely instrukcióban használható),
 - speciális (csak bizonyos instrukciókban használhatók).
 - Korlátozott használatú: a processzor, esetleg operációs rendszer magja használhatja

A regiszterek osztályai

- Felhasználási cél szerint
 - Adatregiszterek,
 - címregiszterek,
 - Veremmutató regiszter (SP) (a verem tetejét mutatja)
 - Indexregiszter (bázis cím + index adja a címet),
 - Szegmensregiszter (szegmens cím és eltolás ad címet)
 - Címeképző táblá(ka)t mutató regiszter(ek)
 - Vezérlő (speciális célú) regiszterek
 - Programszámláló regiszter (PC: Program Counter; IP: Instruction Pointer)
 - Instrukció-tároló regiszter (IR)
 - Állapot regiszter (PSW: Program Status Word)

Az állapot regiszter

- Az állapot regiszter a CPU belső állapotát tükröző állapotbiteket foglalja össze:
 - feltétel bitek vagy flag-ek (átvitel, zero, előjel, túlsordulás stb.), melyek az instrukciók végrehajtása végén bebillennek v. sem.
 - Üzem mód bitek (user/kernel mode) és az
 - IT maszk (IT enable/disable).
- A PSW és PC együtt alkot(hat)ja a PSLW-t (Program Status Longword). A processzor és az instrukció folyam állapotáról minden fontos információ megvan benne.

A vezérlő és dekódoló egység

- A felhozott gépi instrukciót elemzi,
- dekódolja (pl. megállapítja, milyen mikrokódot kell majd használni),
- vezérli a CPU többi egységét (pl. az utasításokat kibocsátja).

A CPU sínje

- A CPU-n belüli adatforgalmat biztosító áramkörök.

A címképző és a sínvezérlő egység

- A címképző és védelmi egység feladata a logikai (virtuális) címből a valós (fizikai) címek leképezésének segítése
 - Ebben részegység lehet a TLB (Translation Lookaside Buffer)
 - Részegység lehet a szegmenskezelést, a lapozást segítő MMU elem
 - Lehet benne speciális védelmi alegység
- A sínvezérlő feladata az instrukciók felhozatala (fetch) a memóriából, az adatok tényleges mozgatása memóriából (load), memóriába (store), I/O modulokból (in) és modulokba (out).

A gyorsító-tárak

- Korszerű architektúrákban cache memória
 - Instrukció gyorsítótár (I-Cache)
 - Adat gyorsítótár (D-Cache)
- A be-kitöltések a gyorsító-tárból történnek, de ezt a tárgyalás során néha figyelmen kívül hagyjuk
- A gyorsító-tárakról később lesz szó

- http://en.wikipedia.org/wiki/Instruction_set_architecture
- Az IA-32 architektúra:
 - <http://en.wikipedia.org/wiki/IA-32>

Egy elképzelt mikroprocesszor

- Van A, B, C, Test és IP regisztere
- A jobboldali listán felsoroljuk az instrukciókészletét
- 0 – 127 címeken PROM
- 128 – ... címeken RAM
- Az alábbi programot ...
- LOAD reg,mem //reg ← (mem)
- CON reg,const //reg ← const
- SAVE reg,mem //mem ← (reg)
- ADD r1,r2,r3 //r1 ← (r2) + (r3)
- MUL r1,r2,r3 //r1 ← (r2) * (r3)
- COMP r1,r2 //T ← (r1) > (r2)
- JUMP mem IP ← mem
- JG mem ha T, akkor IP ← mem
- STOP Stop execution
- stb.

```
a=1; f=1;
while (a <= 5) {
  f = f * a;
  a = a + 1;
}
```

A programunk ...

```
// Assume a is at address 128    9  LOAD A,128
// Assume f is at address 129   10 MUL  C,A,B
0  CON  A,1      // a=1;        11 SAVE C,129
1  SAVE A,128   12 LOAD A,128 // a=a+1;
2  CON  B,1     // f=1;        13 CON  B,1
3  SAVE B,129  14 ADD  C,A,B
4  LOAD A,128  // if a > 5   15 SAVE C,128
5  CON  B,5    16 JUMP 4 // loop back to if
6  COMP A,B    17 STOP
7  JG 17
8  LOAD B,129  // f=f*a;
a=1; f=1;
while (a <= 5) {
  f = f * a;
  a = a + 1;
}
```

Általános
INFORMATIKAI
Tudás

© Vadász, 2007

Ea4 22

Az utasításkészlet

- A CPU architektúra specifikálja a készletet
- Egy instrukció:

Kód	Címzés	Címzés
-----	--------	--------
- Több címzési mód lehetséges
 - direkt és indirekt memória címzés,
 - direkt regiszter címzés,
 - indirekt regiszter címzés,
 - Normális, továbbá pre/post auto de/inkrement címzések,
 - relatív címzés,
 - közvetlen címzés.
- A kétoperandusú instrukció típusok az operandusok szerint
 - Register-to-register („olcsóbb”)
 - Register-to-memory („drágább”)
 - Register-to-I/O
- A memória címek logikai címek. Az MMU segíti a fizikai címre való leképzést.

Általános
INFORMATIKAI
Tudás

© Vadász, 2007

Ea4 23

Címzési módok

- Direkt memória címzés
CIMRÉSZ→memória rekesz→operandus
- Indirekt memória címzés
CIMRÉSZ→memória rekesz→operandus címe→operandus
- Direkt regiszter címzés
CIMRÉSZ→regiszter→operandus
- Indirekt regiszter címzés
CIMRÉSZ→regiszter→operandus címe→operandus
[+|-]JSP regiszter[+|-]→operandus címe→operandus
- Relatív címzés
CIMRÉSZ→regiszter,eltolás→operandus címe + eltolás→operandus
- Közvetlen címzés
CIMRÉSZ→operandus

Általános
INFORMATIKAI
Tudás

© Vadász, 2007

Ea4 24

Instrukció csoportok

- **Aritmetikai és logikai instrukciók**
 - ADD|SUB|MUL|DIV|
 - AND|OR|XOR|NOT|NEG|COMPL
 - TEST|COMPARE
- **Bitléptetések forgatások, inkrementáció, dekrementáció**
 - SHIFT|SLL|SLR|SLA|SRA|RCL|RCR
 - ROL|ROR
 - INC|DEC

További instrukció csoportok

- **Adatmozgató instrukciók**
 - LOAD|STORE|LB|LW|SB|SW ...
 - MOVE
 - IN|OUT
- **Veremkezelő instrukciók**
 - PUSH|POP|PUSHALL|POPALL

További csoportok

- **Ugrások, elágazások**
 - Feltétel nélküli: JUMP|BRANCH
 - Feltételes: J(felt): JZ|JS|JC ... BZ|BS|BC ...

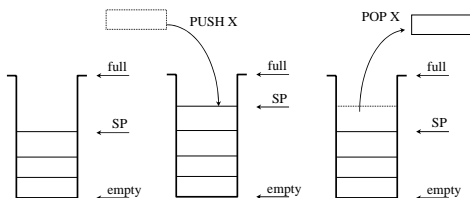
És még további csoportok

- Ciklusszervező instrukciók
 - LOOP|REP
- Hívások, visszatérések, processz-kapcsolás
 - CALL|RET|IT|IRET
 - BREAK|WAIT|NOP
 - PMTSW
- Társprocesszor instrukciók
 - FINIT
 - FLD|FST
 - FADD|FSUB|FMUL ...
 - FWAIT

A verem, veremkezelő instrukciók

- A verem (stack) absztrakt adatszerkezet, de
- a mai processzorok támogatják egy megvalósításukat.
- Ma a központi memória szegmensein.
- A MOVE instrukciók is kezelhetik: sérülnek az absztrakt peremfeltételek.
- Nézzük az ábrát! Ebben a PUSH/POP hatását, az SP változását!

Veremtár



Az MMU

- **Memoria Management Unit feladatai**
 - Segíteni a logikai-fizikai címleképzést,
 - címaritmetika a hardverben,
 - szorosan együttműködve az OS-sel.
 - néha TLB-t használva.
 - segíteni a memóriavédelmet.
 - Együttműködni a buszvezérlővel.
- **Igazán csak az OS memóriamenedzseléssel együtt érthető, ezért halasztjuk ...**
- **Ismét említjük: a memória elérés a gyorsítótárakon keresztül történik ...**

A processzorok működési módjai

- **Legalább két módot elvárunk (sokszor több is)**
 - normál (user) mód,
 - védett (kernel) mód. Privilegizáltabb.
- **Az egyre privilegizáltabb módokban:**
 - szélesebb az instrukciókészlet,
 - szélesebb a címtartomány.
- **A módváltás: a trap. OS vezérelt feladat.**
- **Mindig nyilvántartott az aktuális mód.**

Híres processzorok

- Intel Pentium II, III, Celeron, Xeon, IV
- Itanium
- AMD Opteron, Turion, Athlon
- MIPS R3000,4000,5000,12000,14000
- DEC Alpha 21064, 21164, 21264A, 21364
- IBM RS64 II, Power2, Power3-II, Power4
- HP PA-RISC 8500, 8900
- SUN Sparc 20, SuperSPARC, UltraSPARC IV

A "szabványos" terhelésosztályok

- Adott típusú (integrális aritmetikai, lebegőpontos aritmetikai, grafikus, tranzakciós stb.) feladathoz terhelőprogramok (benchmark), és
 - azt futtatva mérnek,
 - azt statisztikázva súlyoznak.
 - Különböző terhelésosztályok és metrikák
- Whetstone, Livermore Loops, Dhrystone, Linpack benchmarkok.
- TPC Benchmark A
- SPEC

SPEC: Standard Performance Evaluation Corporation

- 1989-ben alapították. Nonprofit szervezet.
 - SPEC_ratio, VAX11-780 a viszonyító gép
- 1992-től:
 - SPECint92: 8 normalizált integer teszt geom. átl.
 - SPECfp92: 14 normalizált lebegőpontos teszt g. átl.
- 1995-től (viszonyító: SPARCstation 10/40)
 - CINT95
 - CFP95
- 2000-től
 - CINT2000 (12 teszt, 4 metrika)
 - CFP2000 (14 teszt, 4 metrika)

SPEC CPU 2006

- Viszonyító gép: Sun UltraSparc II., 296 MHz
- CINT2006 (12 teszt, 4 metrika) szövet
 - SPECint2006
 - SPECint_base2006
 - SPECint_rate2006
 - SPECint_rate_base2006
- CFP2006 (14 teszt, 4 metrika) szövet
 - SPECfp2006
 - SPECfp_base2006
 - SPECfp_rate2006
 - SPECfp_rate_base2006

A metrikák

- A „sebesség” metrikák (nincs „rate”): egy processzoros gépek összevetésére. (A teszt mennyi idő alatt fut le.)
 - (név nélkül, peak): agresszív optimalizáló fordítókkal
 - base: konzervatív fordítás
- „Átbocsátó képesség” (throughput) metrikák (rate): sokprocesszoros gépek összehasonlítására. (A tesztet sok példányban futtatják, és mérik, hogy időegység alatt hány példány fut le.)
 - (név nélkül, peak): agresszív optimalizáló fordítókkal
 - base: konzervatív fordítás
 -

SPECint, SPECfp

- AI, go játék
- Moto88K chip szimul.
- CC verzió
- kompresszó-dekompr.
- LISP interpreter
- jpeg graf kompressz-dekompr
- AB kezelő
- végeelem hálógeneráló
- hullámzó víz modell (1024*1024 griden)
- Monte Carlo szimuláció
- hidrodinamikai egyenletek
- 3D feszülts. mező számítás
- parciális diff. egy. megoldás
- szimulált turbulencia számítás
- meteorológiai modell
- quantum kémiai probléma
- plazmafizikai probléma

IDEAS Top Performers

- IDEAS Top Performers - SPECint2000

<http://www.ideasinternational.com/>

- Benchmark menüpont,
 - SPEC almenüpont ...

Számítógép architektúrák

A processzor
VÉGE

Alföldi
INFORMATIKAI
Társaság
