Számítógépek felépítése
1. előadás

bevezetés, számítógép generációk, alapfogalmak

2002 szeptember

Dr. Istenes Zoltán
ELTE-TTK

Dr. Istenes Zoltán

- ELTE-TTK Általános Számítástudományi tanszék
- Déli épület 2.emelet **2-604** -es szoba
- telefon : 209 0555 / **8484** -es mellék
- e-mail: `istenes@inf.elte.hu`
- URL : `http://people.inf.elte.hu/istenes`

miről kell az előadónak beszélnie ?

- jegyzet, irodalom, segédanyagok -> WWW
- előadások („munka”)
- vizsga (jegybeszámítás)
- gyakorlat (HW szakkör)

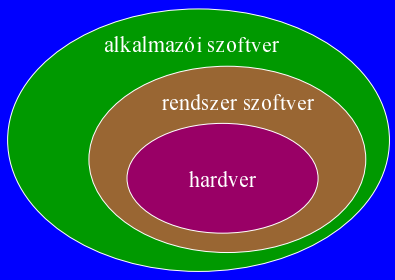
A lényeg
„Tudnivalók”

- „Nem PC-ből áll a világ...”
- Általános alapelvek, fogalmak, lehetőségek, nagyságrendek, összehasonlítás, szintek, fizikai megvalósítás, ...
- mit, miért, hogyan ?

Előadás vázlat

- bevezetés, történet, fogalmak, adatábrázolás, globális bemutatás, Neumann architektúra
- **CPU**, vezérlő egység, aritmetikai logikai egység, utasítás : készlet, típusok, felépítése, végrehajtás
- **MEMÓRIA** hierarchia, cache, virtuális tárkezelés
- **I/O** rendszerek, megszakítás rendszer, DMA, csatorna, perifériák
- többprocesszoros, párhuzamos gépek, hálózatok, operációs rendszerek, egyebek...

Hardver - szoftver rétegek



C nyelvű programból, gépi kód

magas szintű programozási nyelv (C)

```
swap (int v[], int k)
{ int temp;
        temp = v[k];
        v[k] = v[k+1];
        v[k+1] = temp;
}
```

C fordító

assembler nyelvű program

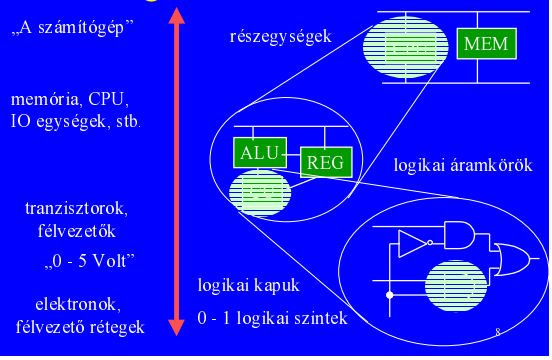
```
swap:
        muli    $2, $5,4
        add     $2, $4,$2
        lw      $15, 0($2)
        lw      $16, 4($2)
        sw      $16, 0($2)
        sw      $15, 0($2)
        jr      $31
```

assembler

bináris, gépi kódú program

```
00000010110110010001110100011010
11101110010100101000101110000010
11111001000000010100001010000001
11111001000000011000001100000001
00011001000000011000001010000001
00011001000000010100001100000001
00101011100000000000000001111111
```


Logikai fizikai szintek



1. előadás tartalma

- Miért (lehet) szükséges a számítógépek felépítésének az ismerete ?
  Furcsa meghökkentő kérdések és válaszok...
- Történelmi áttekintés, számítógép generációk
- Informatikai fogalmak és értelmezése

Miért (lehet) szükséges a számítógépek felépítésének az ismerete ?

Furcsa meghökkentő kérdések és válaszok...

Sok-sok NOP... Mennyi a sebesség különbség ?

1. Program:

```
NOP
```

gépi kódú utasítás : „nem számol semmit”

2. Program:

```
NOP
NOP
```

3. Program:

```
NOP
NOP
NOP
```

4. Program:

```
NOP
NOP
NOP
NOP
```


Regiszterbe töltés van-e sebesség különbség ?

1. Program:

```
MOV AX,10
MOV BX,20
```

regiszter érték

gépi kódú utasítás : regiszterbe érték töltés

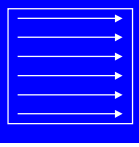
2. Program:

```
MOV AX,10
MOV AX,20
```

Tömbösszeadás
Lehet sebességkülönbség ?

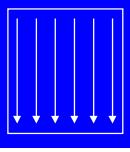
1. Program:

```
For i=1 to n
For j=1 to m
Sum=sum+t(i,j)
```



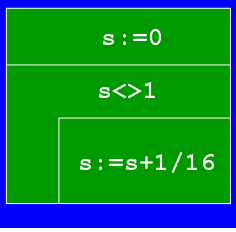
2. Program:

```
For j=1 to m
For i=1 to n
Sum=sum+t(i,j)
```



Módszeres programozás...

Feladat :
egy nulla kezdőértékű számhoz
1/16-ot hozzáadni amíg az értéke egy nem lesz.



Meghökkentő ciklus ?

```
Program ciklus;
Var s:real;
Begin
s:=0;
While s<>1 do
      s:=s+1/16;
End.
```


Meghökkentő ciklus !

```
Program ciklus;
Var s:real;
Begin
s:=0;
While s<>1 do
      s:=s+1/10;
End.
```


Mi Ez ?

1011

Mennyi ?

1011 = 11

???

Számítógépek sebessége

- Milyen gyors a leggyorsabb számítógép ?
- Hány szorzást végez másodpercenként ?
- Mennyivel gyorsabb egy otthoni gépnél ?
- Miért gyorsabb ?
- Miért nem gyorsabb ?
- Hogyan lehetne gyorsabb ?

EARTH SIMULATOR TOP 1 - 2002 június

- Based on the NEC SX architecture, 640 nodes, each node with 8 vector processors (8 Gflop/s peak per processor), 2 ns cycle time, 16GB shared memory. Total of 5120 total processors, 40 TFlop/s peak, and 10 TB memory.
- It has a single stage crossbar (1800 miles of cable) 83,000 copper cables, 16 GB/s cross section bandwidth.
- 700 TB disk space
- 1.6 PB mass store
- Area of computer = 4 tennis courts, 3 floors

femto	-15
pico	-12
nano	-9
mikro	-6
mili	-3
kilo	3
mega	6
giga	9
tera	12
peta	15

1TFlop/s = 10^{12} lebegőpontos művelet /s
1PByte = 10^{15} Byte

2 gép összehasonlítása...

	EDVAC 1	CRAY-1	
évszám	1952	1976	24év
órajel ciklus	2000 ns	12.5ns	160x
1ns = 1/1.000.000.000s			technológia
mátrixszorzás	100 /s	130000000 /s	1.300.000x
			„felépítés”
			8000x

Miért kell (fontos) a számítógépek ismerete ?

- Az eszköz ismerete, az „alap”...
- Program - számítógép kapcsolata...
- Hibakeresés, sebesség, optimalizálás,...
- „Korrekt” programozás...
- „Jobb” használat...

Történelmi áttekintés

Számítógép generációk

Ember vs. számítógép

Számológép vs. számítógép

Számológép :
Főleg számtani műveletek végzésére alkalmas, gyakori, közvetlen emberi beavatkozást igénylő eszköz

Számítógép :
Belső programvezérlésű digitális elektronikus gép, műveletek sorozatát képes adatokkal végezni emberi beavatkozás nélkül

25

Korai számoló gépek és felfedezők (1)

- Eszközhasználat (~-300.000év)
- Számfogalom (~-30.000év), számrendszerek, kéz
- Abakusz, ~5000 éves, összeadás-kivonás, golyók tologatása rudakon,
- Papír és toll (csillagászat, navigáció, táblázatok, trigonometrikus fv.)
- Fizikai munka -> szellemi munka „gépesítése”
- Nagyon erős technológiai korlátok (mechanika)

26

Számoló gépek készítése (1600- Ipari Forradalom)

- 1623 *Wilheim Schickard*, 4 alapművelet (terve)
- 1642 *Blaise Pascal*, tízes számrendszer, 8 jegyű, összeadó-kivonó, fogaskerék
- 1694 *Gottfried Wilhem von Leibniz*, Pascal gépe + szorzás váltó tárcsák

27

Automata, programvezérelt számítógép (gondolata)

- *Charles Xavier Thomas de Colmar*, 4 alapművelet
- 1769 *Kempelen Farkas*, billentyűvezérlésű hangszintetizátor
- 1820 *Joseph-Marie Jacquard*, lyukkártya vezérlésű szövőgép
  program - minta tárolás - vezérlés

28

Babbage gépei (1)

- Charles Babbage : *"I wish to God these calculations had been performed by steam!"*
  1812 gépek és matematika közötti összhang
- 1822 „Difference Engine”
  gőz, tárolt program
  (univerzális, külső programvezérlésű elektromechanikus számítógép terve)
  polinom helyettesítési értéket számol sorozatban ($\sum a_i x^i$) 20 jegy, 6-od rendű

29

Babbage gépei (2)

„Analytical Engine” általános célú számítógép:

- „malom” (processzor)
- „tár” (memória)
- utasítások lyukkártyán, algoritmus (vége, goto...)
  Augusta Ada, Countesse of Lovelance (ADA nyelv) programozza

30

Számoló gépek alkalmazásának a kezdete

- 1847-1854 *George Boole*, Boole algebra
  matematikai egyenletek : igaz/hamis
- 1889 *Herman Hollerith*
  lyukkártya (1lyuk - 1szám, 2lyuk -1betű)
  USA népszámlálás összesítés (10év -> 6hét)
  1924 International Buisness Machines (IBM) alapítója
- Kereskedelmi számológépek

1. Generáció 1945-1956 (1)

- 1941 *Konrad Zuse*, **Z3**, elekromágneses relék, repülő és rakéta tervezés
- 1943 *Alain Turing*, **Colossus**, német rejtjel visszafejtés (célgép)
- 1944 *Howard H. Aiken*, **Mark I.**, lövedékpálya táblázatok,
  fél focipálya méret, 800km vezeték, relé,
  3-5 sec/számolás,
  alapműveletek, komplex egyenletek

1. Generáció 1945-1956 (2) (ENIAC)

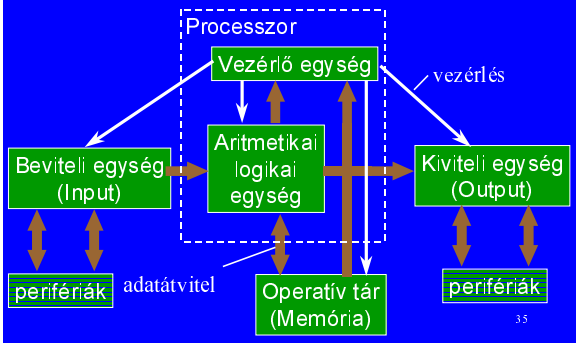
1946, **ENIAC**
John Presper Eckert, John W. Mauchly,
első elektronikus digitális számítógép
18.000 vákuumcső, 70.000 ellenállás, 5 millió forrasztás, 160 kW fogyasztás
5000 + /sec , 400 * /sec, 10 jegyű számok,
20 regiszter, 1000* gyorsabb mint Mark I.
külső programvezérlés (huzalozás)
30 Tonna , MTBF 40sec

MTBF = Mean Time Between Failures
(meghibásodások közt eltelt átlagos idő)

1. Generáció 1945-1956 (3)

- 1945 **EDVAC**, *Neumann János*
  (John von Neumann 1903-1957)
  memória tárolja az adatokat és a programot
  feltételes vezérlés átadás
  központi vezérlő egység
- 1951 **UNIVAC I.**
  első kereskedelemben kapható számítógép
- 1964 **IBM 360**
  első „igazi” általános célú számítógép

1. Generáció blokkvázlata



1. Generáció összefoglalás

- Rendelésre készült műveletek, az elvégzendő feladathoz :
  tudományos műszaki számítások
- Binárisan kódolt gépi nyelvű program (minden gépnek különböző)
- Programozás gépi kódban
- Processzorcentrikus
- Soros feldolgozás

1. Generáció összefoglalás

- Vákuumcsövek (nagy méret)
  adat tárolók : mágnesdobok
- Elektroncsöves
- 10e3..10e4 művelet/sec
- 10..100kW teljesítményfelvétel
- Kis megbízhatóság
- Magas ár
- Néhány darab

37

2. Generáció 1956-1963

- 1948 Tranzisztor felfedezése
- Félvezetős áramkörök (tranzisztor, dióda)
- 10e4..10e5 művelet/sec
- Megbízhatóbb, kisebb méret, teljesítmény felvétel csökken
- Teljesítmény/ár arány megnő

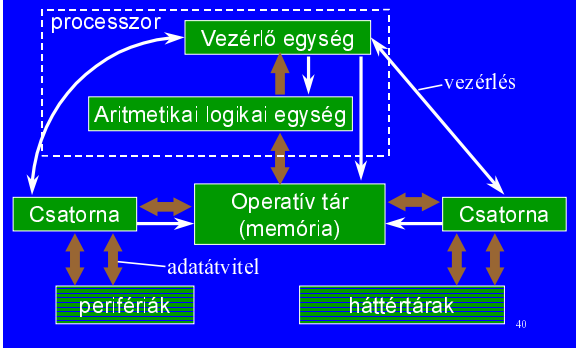
38

2. Generáció

- Önálló (a központi feldolgozó egységtől függetlenül) párhuzamosan működő csatornák (I/O)
- Memória centrikus
- Perifériák, háttértárak
- Ferritgyűrűs memória (megbízhatóbb, olcsóbb, gyorsabb, nagyobb kapacitás)

39

2. Generáció



40

2. Generáció összefoglalás

- Gépcsaládok
- Assembly nyelv (rövidített kódok), COBOL, FORTRAN, ALGOL, software ipar…
- Kötegelt (batch) feldolgozás, gazdasági adatfeldolgozás, ipari folyamatirányítás

41

3. Generáció 1964-1971

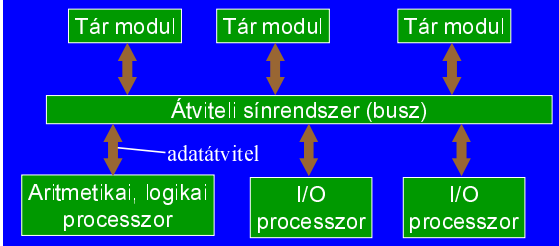
- 1958 *Jack Kilby* (Texas Instruments)
  Integrált áramkör (IC)
  3 elektronikus elem 1 szilícium lapkán

42

3. Generáció

- Integrált áramkörök (10..1000 egy tokban)
- 10e5..10e6 művelet /sec
- Modularitás, bővíthetőség
- Párhuzamos működés, több processzor
- I/O processzorok
- Olcsó nagy tárak

3. Generáció



3. Generáció

- Operációs rendszerek, szoftverek
- Multiprogramozott üzemmód
- Időosztásos rendszerek (Time sharing), távoli terminálok
- **IBM 360 / 370**, **PDP 11** (**DEC** másolat)

4. Generáció 1971-napjainkig (1)

- Egyre több elem egy tokban (chipben) LSI, VLSI, ULSI (1e6)
- Csökkenő méret, csökkenő ár
- Növekvő teljesítmény, megbízhatóság
- 1971 Intel 4004 : központi feldolgozó egység, memória, I/O vezérlés 1 chipben
- Egy mikroprocesszor - több feladatra programozva
- Mikroszámítógépek

4. Generáció 1971-napjainkig (2)

- 1976 **Cray** 198 MFLOPS
- Mini-számítógépek (**Commodore, Apple, Atari**)
- 1981 **IBM PC** „személyi számítógép”
- 1981: 2Millió, 1982: 5.5Millió, 1990: 65millió
- Desktop, laptop, palmtop
- 1984 **Macintosh Apple**, grafikus operációs rendszer
- Hálózatok, LAN, internet

5. Generáció Jelen és Jövő

- HAL9000 (2001 Űrodüsszea...)
- Mesterséges intelligencia...
- Párhuzamos (nem Neumann elvű) feldolgozás
- Problémák ? (Hő, vékony réteg,...)
- Új technológia, új elvek ?
- Kvantum számítástechnika...

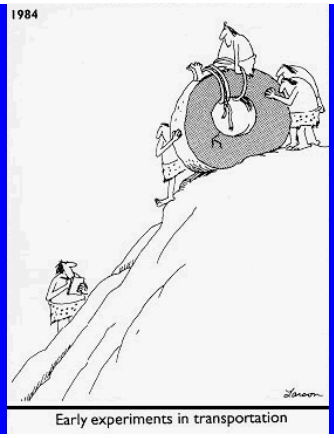
Fejlődés

- Technológia : eletroncső, tranzisztor, integrált áramkör, LSI, VLSI
- Operatív tár : művonal, ferritgyűrű, félvezető
- Struktúra : processzorcentrikus, tárcentrikus, moduláris
- Méret csökken („teremnyi" -> „körömnyi"), darabszám nő (1-2db. -> 10e6 db/típus.)
- Alkalmazás : tudományos-műszaki számítások, gazdasági adatfeldolgozás, ipari folyamatirányítás, általános
- Programozás : gépi, assembler nyelv, magas szintű nyelvek, operációs rendszerek
- Árarány : hardver / szoftver csökken

49

Összefoglalás

50



Early experiments in transportation

51