Számítógépek felépítése
3. előadás
CPU, utasítás ciklus, címzés

Dr. Istenes Zoltán
ELTE-TTK

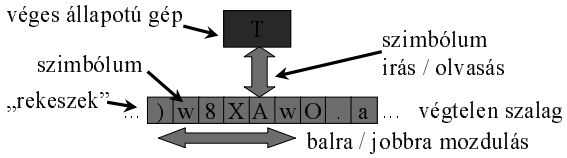
3. előadás tartalma

- A központi feldolgozó egység működése
- utasítás ciklus
- utasítás szerkezet
- címzési módok
- utasítás típusok, utasítás készlet

Turing gép

1928 *David Hilbert* : létezik-e olyan gép vagy eljárás, amivel minden matematikai kérdés eldönthető ?

1936 *Alan Turing* :



működés : az olvasott jel és az állapot alapján
- egy más szimbólumot tud visszaírni
- állapotot vált
- balra vagy jobbra mozdul a szalagon

Példa Turing gép működésére

”Ha „n” állapotban van,
ha a fej „x” jelet olvas,
írd az „y” jelet,
lépj balra vagy jobbra egyet,
legyen az új állapot „m”.

feladat : 01101110 -> 0111110

áll.	jel	ír	lép	új áll.
1	0	0	jobb	2
2	0	0	jobb	3
2	1	1	jobb	2
3	0	üres	bal	5
3	1	0	bal	4
4	0	1	jobb	2

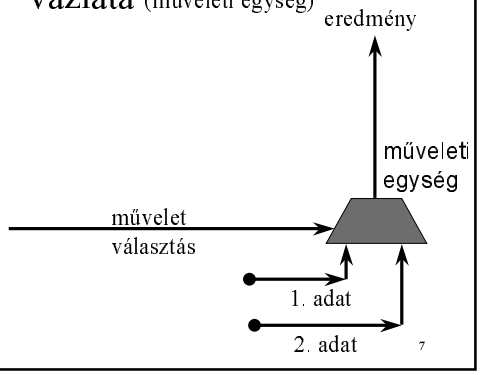
szalag	áll.	megjegyzés
01101110	1	írj 0-t, 2-es állapot
0**1**101110	2	végig az első szám 1-esein
011**0**1110	2	végig az első szám 1-esein
0110**1**110	2	első szám vége, 3-as állapot
011**0**1110	3	1-est 0-ra átír, visszalép
01**1**10110	4	0-át 1-re átír...
011**1**0110	2	első szám vége, 3-as állapot
01110**1**10	3	1-est 0-ra átír, visszalép
01**1**10010	4	0-át 1-re átír
0111**1**010	2	első szám vége, 3-as állapot
011110**1**0	3	1-est 0-ra átír, visszalép
01111**0**10	4	0-át 1-re átír
0111110**0**	3	második szám vége, 0-t töröl
011111**0**	5	nincs ilyen állapot, vége

Egy egyszerű gép vázlata

Egy egyszerű gép

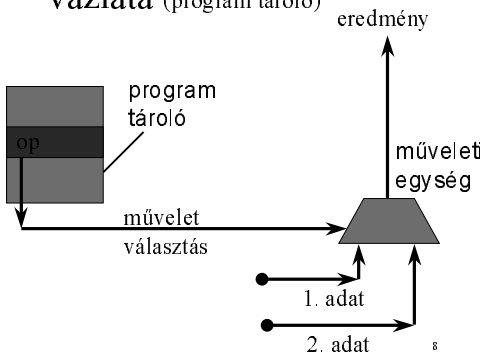
Cél :
- műveletvégzés adatokkal
- adatok tárolása
- műveletek végzése és egymásutáni végrehajtása
- eredmény eltárolása
- ...

2 tárolós egyszerű logikai gép vázlata (műveleti egység)



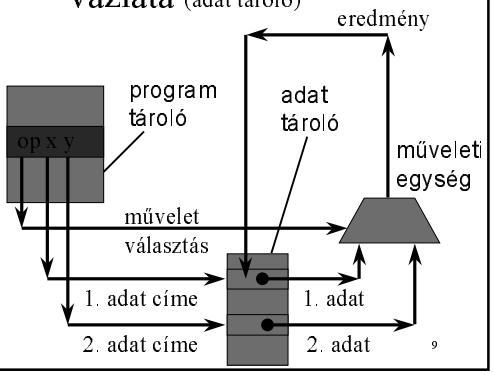
7

2 tárolós egyszerű logikai gép vázlata (program tároló)



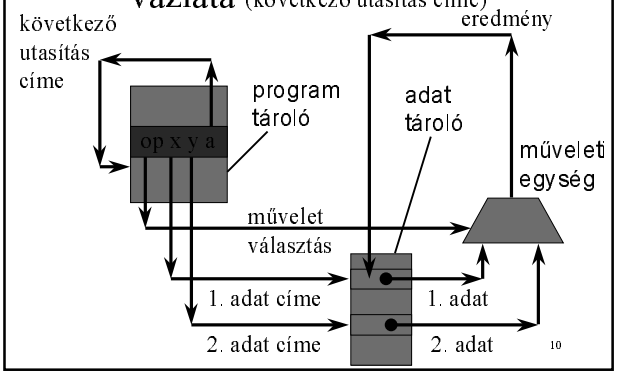
8

2 tárolós egyszerű logikai gép vázlata (adat tároló)



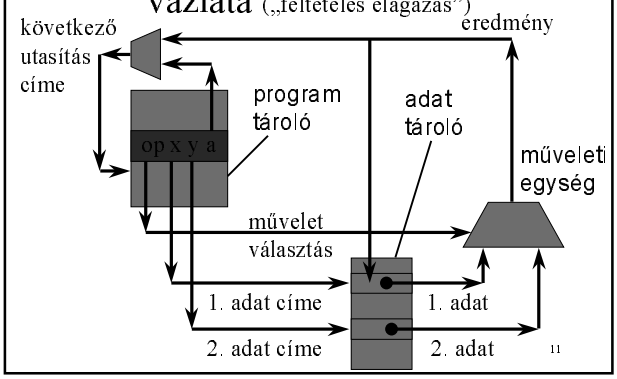
9

2 tárolós egyszerű logikai gép vázlata (következő utasítás címe)



10

2 tárolós egyszerű logikai gép vázlata („feltételes elágazás”)



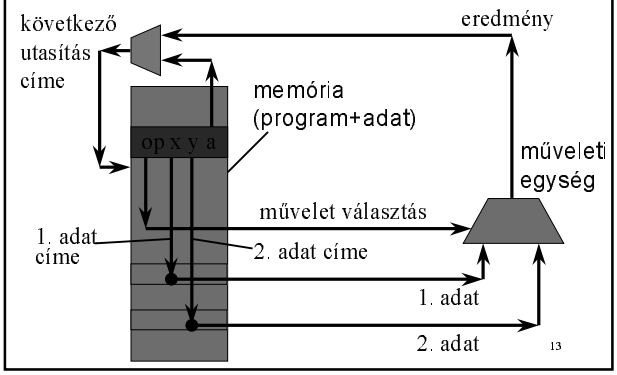
11

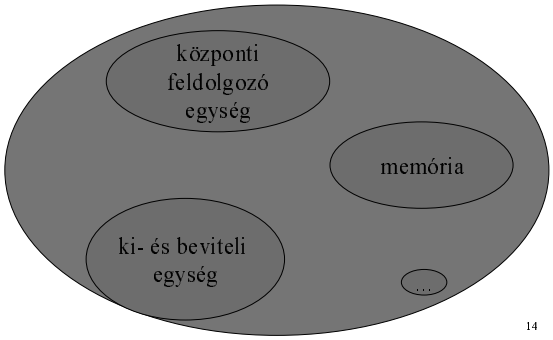
Neumann elvű számítógép

- bináris (digitális)
- elektronikus
- belső programvezérlés
- memória tárolja a programot és az adatokat
- soros feldolgozás

12

Egyszerű gép vázlata





A központi feldolgozó egység

- feladata, kapcsolata a többi egységgel
- részei, felépítése
- működése
- megvalósítása

A központi feldolgozó egység részei

A központi feldolgozó egység
(Central Processing Unit - CPU) részei :

- műveleti egység (aritmetikai logikai egység)
(Arithmetic Logical Unit - ALU)
- vezérlő egység (Control Unit - CU)
- regiszterek (registers)
- sínek (bus)

A CPU működése

A processzor utasításciklusa

Utasítás ciklus

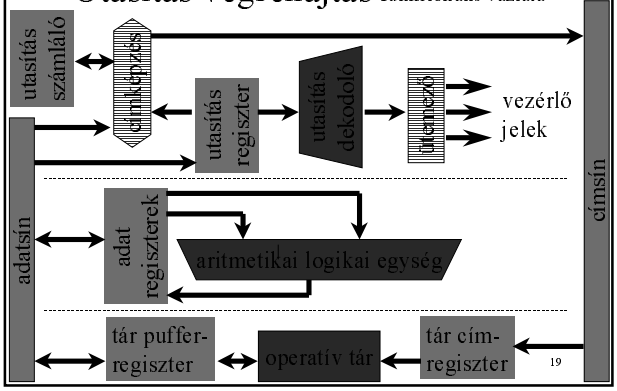
Fetch („elérés”) :

- Utasítás kód beolvasása
- Utasítás kód értelmezése (dekódolás)
- Operandusok beolvasása

Execute („végrehajtás”) :

- Műveletvégzés (ALU)
- Eredmény tárolása
- Következő utasítás címének kiszámítása

Utasítás végrehajtás funkcionális vázlata



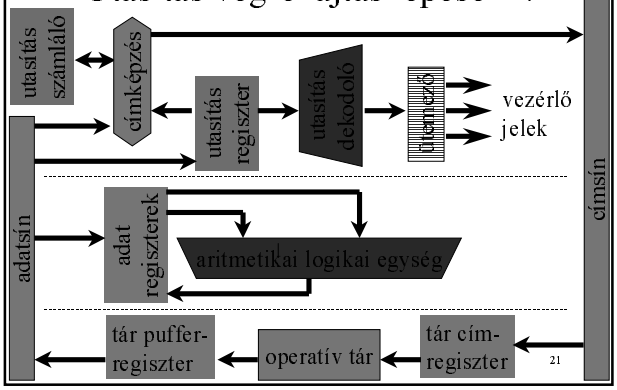
19

Utasítás végrehajtás lépései 1.

- meghatározni (címképzés) a tár címregiszterébe tölteni az 1. adat címét
- adat a tárból az egyik adatregiszterbe

20

Utasítás végrehajtás lépései 1.



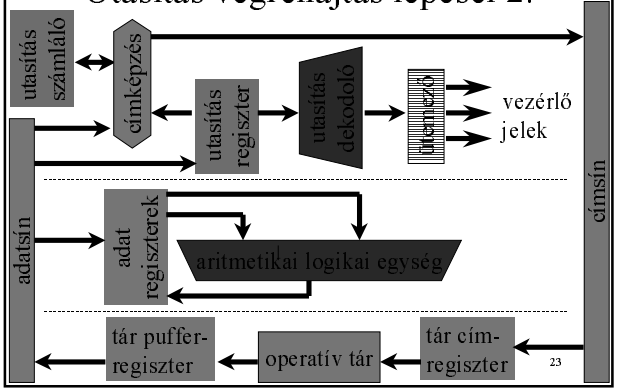
21

Utasítás végrehajtás lépései 2.

- meghatározni (címképzés) a tár címregiszterébe tölteni az 2. adat címét
- adat a tárból egy másik adatregiszterbe

22

Utasítás végrehajtás lépései 2.



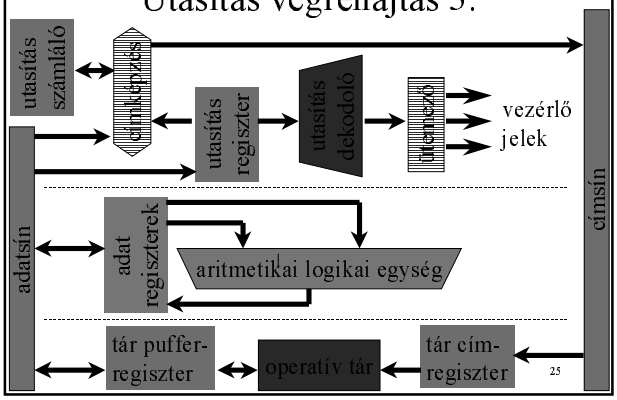
23

Utasítás végrehajtás lépései 3.

- utasítani az aritmetikai logikai egységet a művelet elvégzésére
- eredmény tárolása egy adatregiszterben

24

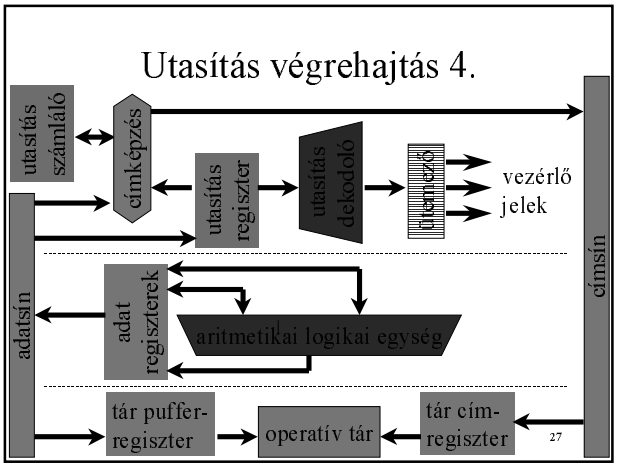
Utasítás végrehajtás 3.



Utasítás végrehajtás lépései 4.

- meghatározni (címképzés) a tár címregiszterébe tölteni az eredmény címét
- az eredmény az adatregiszterből a tárba

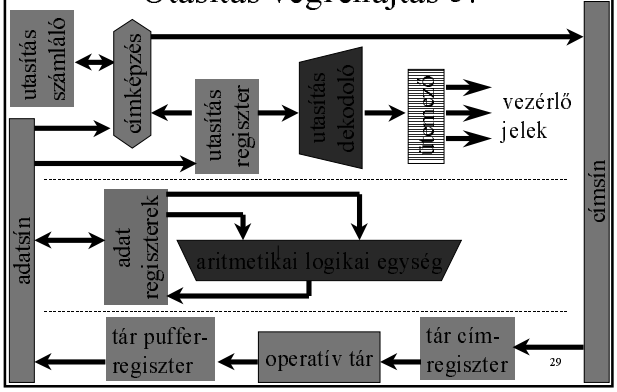
Utasítás végrehajtás 4.



Utasítás végrehajtás lépései 5.

- meghatározni a következő utasítás címét és a tár címregiszterébe tölteni
- az utasítást a tárból az utasításregiszterbe tölteni

Utasítás végrehajtás 5.



Utasítás végrehajtás lépések összefoglalása

- 1. adat címe, elérése, előkészítése
- 2. adat címe, elérése, előkészítése
- művelet elvégzése
- eredmény címe, eltárolása
- következő utasítás címe, elérése, előkészítése

Utasítás végrehajtáshoz szükséges „információk”

- vezérlőegységnek információ <- utasítás
  - elvégzendő művelet
  - 1. adat címe (helye)
  - 2. adat címe (helye)
  - erdmény címe (helye)
  - következő utasítás címe
- nem lehetne máshogy ?!

Utasítások tárolási formái

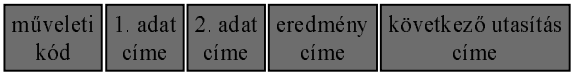
utasítás szerkezet
címzési módok
utasítás típusok, utasítás készlet

Egy utasítás felépítése, részei

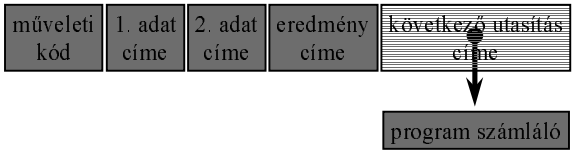
Utasítás formák

4,3,2,1,0 címes utasítás formák
(a megadott címek száma szerint)

4 címes utasítás forma

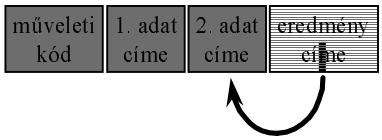


3 címes utasítás forma



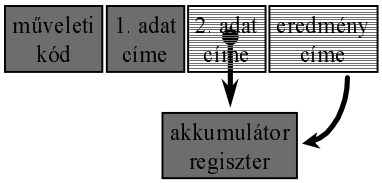
utasítás számláló regiszter , Program Counter (PC)
PC := PC + utasítás hossz

2 címes utasítás forma



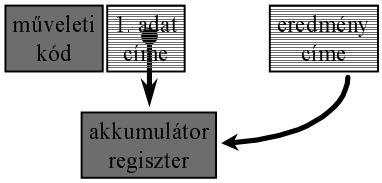
az eredmény a 2. adat címére kerül

1 címes utasítás forma



a 2. adat címe helyett akkumulátor regiszter,
az eredmény az akkumulátor regiszterbe kerül

0 címes utasítás forma



a művelet az akkumulátor regiszteren hajtódik végre

Utasítás formák

a címrész tartalma szerint

jelölések

- S : tárcím
- R : regisztercím
- A : akkumulátor regiszter
- I : közvetlen adat az utasításban

- (S) : adat a tárban
- (R) : adat a regiszterben
- (A) : adat az akkumulátor regiszterben

- MK : műveleti kód
- @ : tetszőleges művelet

- LI(n) : az n. utasítás hossza
- SI(n) : az n. utasítás címe

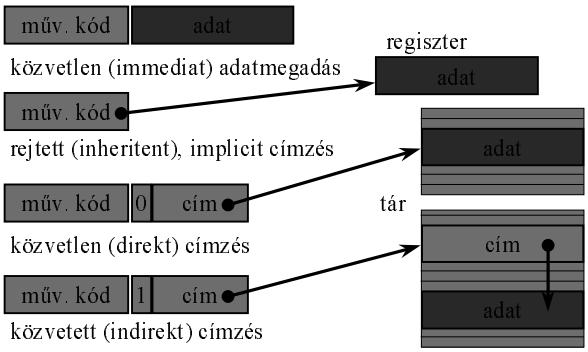
4 címes : MK S1 S2 S3 S4
(S1) @ (S2) -> (S3), SI(n+1) = S4
3 címes : MK S1 S2 S3
(S1) @ (S2) -> (S3), SI(n+1) = SI(n) + LI(n)
2 címes : MK S1 S2
(S1) @ (S2) -> (S2) ”
1 címes : MK S1
(S1) @ (A) -> (A) ”
0 címes : MK
@ (A) -> (A) ”

1 R címes : MK R:
@ (R) -> (R)
1 + R címes : MK R S :
(R) @ (S) -> (R) vagy (R) @ (S) -> (S)
2 R címes : MK R1 R2 :
(R1) @ (R2) -> (R1)
3 R címes : MK R1 R2 R3:
(R1) @ (R2) -> (R3)
közvetlen operandusú :MK I S vagy MK I
I @ (S) -> (S) vagy @ I -> (A)

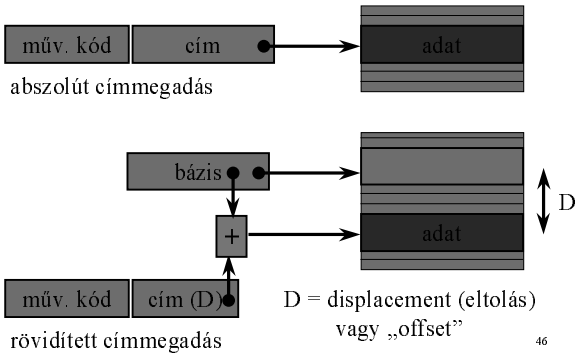
Címzési módok

címértelmezés
címmegadás

Címértelmezés



Címmegadás



Rövidített címmegadás

Mihez képest számítjuk a címet :

- lapcímes :az adott lap kezdetétől
- bázisregiszteres : bázisregiszter értékétől (általában a bázisregiszter tartalma rögzített)
- mutatós (pointeres) : a meghatározott regiszter értékétől (a regiszter tartalma a program végrehajtása során változik, pld. PC)

Kombinált címzési módok

- ...
- Címmódosítás : indexelés (vektor feldolgozása : első elem megadása, index automatikus növelése)

- fix utasításhossz
- változó utasításhossz

Az utasítások felépítése, szerkezete

fix és változó utasítás hossz

Utasítások kódolása

Példa : 8 bites utasításhossz, 3 bites címhossz

- 3 címes címzés lehetetlen
- 2 címes címzés : marad 2 bites műveleti kód : 4 féle utasítás
- 1 címes címzés : marad 5 bites műveleti kód : 32 féle utasítás
- 0 címes címzés : 8 bites műveleti kód : 256 féle utasítás

Utasítások kódolása

műveleti kód 2 bit	1. cím 3 bit	2. cím 3 bit
00	xxx	yyy
01	xxx	yyy
10	xxx	yyy
00	xxx	yyy

Utasítások kódolása („expanding”)

	2bit	3bit	3bit	
2 bites műveleti kód	00	xxx	yyy	3 db 2 címes utasítás
	01	xxx	yyy	
	10	xxx	yyy	
5 bites műveleti kód	11	000	yyy	8 db 1 címes utasítás
	11	001	yyy	
	11	010	yyy	
	11	011	yyy	
	11	100	yyy	
	11	101	yyy	
	11	110	yyy	
	11	111	yyy	

Eltérő címzési módú gépek programozása példa (1)

Adott 4 különféle típusú gép :

- 0 címes gép (verem), pld.: ADD, PUSH, POP
- 1 címes gép, pld.: ADD M = ACC <- (ACC) + (M)
- 2 címes gép, pld.: ADD X,Y = X <- (X) + (Y)
- 3 címes gép, pld.: ADD X,Y,Z = Z <- (X) + (Y)

műveletek : MOV, ADD, SUB, DIV, MUL

Kiszámolandó :

- Z:= (A+B*C)/(D-E*F)

Eltérő címzési módú gépek programozása példa (2)

Adatok :

- M - 20 bites memóriacím
- X,Y,Z - 20 bites memória cím, vagy 3 bites regisztercím (R0-R7)
- a műveleti kód rész hossza 8 bit

Kérdés mindegyik géptípusra (programra) :

- az utasítások száma
- a program mérete (bit-ben)
- a felhasznált regiszterek száma

Utasítás típusok

Utasítás típusok

- adat-töltő, adat átvitel a számítógép funkcionális részei között
- aritmetikai, logikai műveletek végzése adatokkal
- program vezérlő, vezérlésátadás a program egyik részéről egy másik részére
- speciális, rendszer vezérlő, hatékony működést segítő
- I/O, adat átvitel a számítógép és a környezete között

Adat-töltő

- Regiszter -> Regiszter
- Regiszter -> Memória
- Memória -> Regiszter
- Memória -> Memória

Aritmetikai, Logikai

- aritmetikai műveletek: + - * / (különféle adattípusokon)
- logikai függvények: AND, OR, NOT, XOR
- összehasonlítások, vizsgálatok
- léptetések

Program vezérlő

- feltétlen elágazás (ugró)
- feltételes elágazás
- szubrutin hívás

Rendszer vezérlő

- HALT, WAIT
- megszakítás kezelés
- kölcsönös kizárás megvalósítása (Test And Set)

I/O

- adatátvitel a periféria és a gép között
- periféria vezérlése

- REG
- ALU
- FLAG
- AC
- CU
- IR
- PC

Logikai struktura

- adattípusok
- programozható regiszterek
- utasítás típusok (utasítás lista)
- utasítás formák
- címzési módok

Fizikai struktura

- operatív tár
- műveleti (aritmetikai logikai) egység
- vezérlőegység
- megszakítási rendszer
- I/O rendszer

Összefoglalás