

A Neumann-elvek és a mai számítógépek felépítése

Neumann János, a XX. század egyik legmeghatározóbb tudósa, nemcsak, mint matematikus, hanem mint informatikus is nagyot alkotott. A matematika terén a játékelmélet, az informatika terén pedig a híres Neumann-elvek tették világhírű tudóssá.

A Neumann-elveket 1946-ban dolgozta ki egy kollégájával, majd 1948-ban nemzetközileg is bemutatták. Noha az első, Neumann-elvű számítógéphez hasonló gép már megépült, amikor közzétették az elveket, híressé mégis az ENIAC és az EDVAC vált.

A Neumann-elvek lényege, hogy a számítógépek közvetlen emberi beavatkozás nélkül is képesek legyenek működni. Három lényeges pontja van, ezek a következők: az első pont a fő részeit fogalmazza meg, a második pont a tárolt program elvét rögzíti, a harmadik pedig az emberi beavatkozás nélküli működést szabja meg.

1. A fő funkcionális részek a következők:
 - vezérlő egység
 - aritmetikai és logikai egység
 - memória, amely címezhető és újraírható memóriarekeszekből áll
 - ki- és bemeneti egységek

A részegységek elektronikusak legyenek és bináris számrendszert használjanak, továbbá az ALU képes legyen bármely matematikai művelet elvégzésére.

2. Tárolt program-elvű legyen a számítógép, azaz az adatok ill. a programok ugyanabban a tárban tárolódjanak, azaz a programokat újra lehessen írni
3. A vezérlő egység, a tárból kiolvasott utasítások alapján határozza meg a működést, és a számítógépek emberi beavatkozás nélkül, automatikusan működjenek.

A Neumann-elvű számítógép működése tehát a vezérlő egységen alapul, ugyanis ez végezteti a munkát az aritmetikai egységgel. A számítógép utasításfolyamokat generál, amikben kódolva vannak a különböző gépi utasítások. Ezt a vezérlő egység előkeresi a memóriából, kezeli és továbbadja az aritmetikai egységnek. Ez, miután elvégezte, elkezd elvégezni a következő kijelölt műveletet. Így emberi beavatkozás nélkül válik lehetővé a számítógépek működése.

A Neumann-elvű számítógép felépítése

Egy számítógép felépítésén sok mindent értünk és sokféle szemszögből értelmezhetjük. A leírás irányultságában van az eltérés, ugyanis létezik specifikációra történő ill. megvalósíthatóságra törekvő leírás is. Továbbá van számítógép szintű, mikrogép-szintű de processzor-szintű felépítés is. Alapvetően és legáltalánosabban elterjedt felfogás szerint a Neumann-elvű számítógép felépítése a következő: áll a processzorból, melynek három fő része van, a memóriából, melynek szintén több alfaja létezik és a perifériákból. Ezen 3 dolog pedig a szintén 3 fajta adatbuszra csatlakozik ill. ezeken kapcsolódnak egymáshoz. A számítógép 3 fő része tehát a memória, a processzor és az adatbuszok.

Processzorok

A processzor a számítógépek „agya”, ez végzi a számítógép működéséhez szükséges matematikai és egyéb műveleteket. A processzor (vagy angol rövidítésével élve a CPU - Central Processing Unit) a számítógép azon egysége, amely az utasítások értelmezését és végrehajtását vezérlő áramköröket tartalmazza. A CPU az alaplapon helyezkedik el, annak

legfontosabb része. A processzorok fejlődése örületes tempóban halad, teljesítményük minden másfél évben megduplázódik.

A mikroprocesszorok története 1971-ben kezdődött, amikor egy pici ismeretlen cég, az Intel a világon először több tranzisztort épített egybe, hogy központi vezérlő egységet alkosson. Nyolc évvel ezután készült el az első személyi számítógép, melyeket hat generációba tudunk osztani a benne található processzorok alapján. Az XT-eket, az AT-k – név szerint a 286-osok, a 386-osok és a 486-osok követték. Az ötödik generációs processzorok a Pentiumok, a legfejlettebb ötödik generációs processzorok a Pentium MMX-ek. A legújabb hatodik generációs processzorok, a Pentium Pro, a Pentium 2 és az AMD K6 illetve az AMD K6-2. Az első generációs processzorokban 29ezer tranzisztor volt, a legújabbakban több mint ötmillió.

Egy Pentium adatainál a neve mellett egy frekvenciát látunk, pl.: Pentium II.400 MHz. Ez azt jelenti, hogy az alaplaptól kapott órajelet (ami 66, 75, 100 vagy még több MHz lehet) a processzor beszorozza a gyár által előírt szorzóval, melynek eredménye az, hogy a processzor másodpercenként 400 millió műveletet hajt végre.

Ezzel a hatalmas frekvenciával a RAM nem tud lépést tartani, ezért a processzor mellett egy olyan átmeneti memória is van, amelynek mérete töredéke a RAM-énak, de elérési sebessége sokkal nagyobb, így a RAM és processzor közötti kapcsolatot javítja. A szerkezet neve cache.

A processzort más néven központi feldolgozó egységnek hívjuk és három nagyon lényeges eleme van:

vezérlő egység (*CU = Control Unit*): a számítógép minden folyamatát vezérli, irányítja és ellenőrzi. Ehhez a tevékenységéhez az órajel-generátor szolgáltat mérőjelet. Feladata a "felhozott" gépi instrukció elemzése, dekódolása, és a CPU többi elemének, különösképpen a végrehajtó egységnek (ALU és regiszterek, esetleges védelmi egységnek) összehangolt működtetése. A vezérlő egység az utasításregiszterben megjelenő utasítás értelmezésével vezérlő jeleket ad ki a processzor belső és a számítógép külső irányítására egyaránt. Ez összetett utasításkészletű processzorok (CISC) esetében mikroprogram segítségével történik. A belső vezérlő jelek az aritmetikai egység és a regiszterek közötti adatfolyamot irányítják

A külső vezérlő jelek feladata:

- a processzor-memória, illetve a processzor és a perifériák közötti adatátvitel irányítása
- a megszakítások kezelése
- sín- (busz) vezérlés megoldása

A CU tehát belül értelmezi az utasításokat és végrehajtásuk céljából összehangoltan vezérli a számítógép többi egységének működését úgy, hogy az események a programnak megfelelő helyes sorrendben és időben következzenek be. Ezt a vezérlőjelek segítségével teszi. Biztosítja, hogy a megfelelő adatok a megfelelő helyen és időben rendelkezésre álljanak. Irányítja az áramkörök működését. Az utasításszámláló regiszter segítségével kiolvastatja a memóriából annak a memóriarekesznek a tartalmát, amely a soron következő utasítást tárolja. Az utasítás műveleti kódrésze alapján meghatározza, hogy sorrendben milyen műveletet kell végrehajtani. Az utasítás alapján értelmezi, hogy milyen címen található a műveletben résztvevő adatok, vezérli ezek kiolvasását, és a megfelelő regiszterbe történő továbbításukat. Az aritmetikai - logikai egységgel végrehajtatja a megfelelő műveletet és beállítja az utasításszámláló új tartalmát. Engedélyező jeleinek sorrendjét az utasításregiszterben tárolt utasításkód bitmintáinak megfelelően generálja és ezzel irányítja az adatfolyamot. Időzítő jelekkel ütemezve működik.

aritmetikai és logikai egység (*ALU = Arithmetic and Logic Unit*): végzi a matematikai és logikai műveleteket. Egyszerű logikai áramkörökből épül föl: összeadni, léptetni, összehasonlítani és invertálni tud. Számológépnak is nevezik. Az ALU - mint a nevében is benne van - a CPU-n belül a számítási és logikai műveleteket végzi el. Az ALU alkalmas bináris és többnyire decimális összeadásra, Boole algebrai műveletek elvégzésére, komplementképzésre, valamint adatok léptetésére bitenként jobbra vagy balra. Minden egyéb adatkezelési művelet, amelynek elvégzése a CPU feladata, felbontható az előbb felsorolt alpműveletekre. Rendszerint fixpontos bináris összeadóból, komplementálóból, léptető regiszterből és logikai műveleteket végző részből áll.

Az ALU feladatai közé tartozik:

- összeadás és kivonás, kezeli a helyi érték átviteli biteket.
- fixpontos szorzás és osztás.
- léptetések (SHIFT), bitek mozgatása jobbra/balra (ami már a fixpontos szorzás/osztáshoz úgyis kell).
- lebegőpontos aritmetikai műveletek.

Ezeket nem minden ALU képes elvégezni. Néha a processzoron kívül, néha azon belül külön komponens végzi ezeket a műveleteket.

Az ALU több fő részre tagolható:

- összeadó egység
- léptető áramkörök
- logikai áramkörök a logikai műveletek végzéséhez
- regiszterek ideiglenes adattárolásra

Aritmetikai műveletek végzésekor a processzor az állapotregiszter egyes jelző bitjeit beállítja, amelyek közül a legfontosabbak az átvitel-bit, a zero-bit, az előjel-bit valamint a túlcordulás jelző bit. Az ALU az alapvető logikai függvények ($A+B$; $A*B$; NOT A) elvégzésére alkalmas, amelyekkel a többi aritmetikai és logikai művelet is elvégezhető. Ezen feladatokat az egység ' huzalozott ' módon képes végrehajtani. Az aritmetikai egység tartalmaz egy akkumulátor (AC) nevű regisztert, amelyben a műveletek végzése során a közbenső eredményeket tárolja.

regiszterek: a regiszterek gyors írható - olvasható munkatárak. A különböző regiszterek szigorúan meghatározott feladatokhoz vannak hozzárendelve, emiatt korlátozott funkció betöltésére alkalmasak. A belső sínrendszeren keresztül tartanak kapcsolatot a processzor más részeivel. Felépítésük: a regiszterek felépítése lehet statikus memóriaelemek (pl.: flip - flop áramkörök) valamilyen rendszere vagy egy RAM memória része, ami lehet dinamikus vagy statikus. Néhány mikroprocesszor típusnál egyetlen chipben mind a két megoldást alkalmazzák úgy, hogy pl. az akkumulátort statikus memóriaelemekből állítják elő, míg az összes többi regisztert egy általános, dinamikus RAM-ba lehet kombinálni. A regiszterek a belső sínrendszeren keresztül tartanak kapcsolatot a processzor más részeivel . A regiszterek gyors működésű táruk, amelyek hossza általában az adatsín szélességével egyezik meg (1-17 byte). A regiszterek a processzor legkülönbözőbb részeiben (ALU, CU) vagy önállóan tömbökbe szervezeten fordulhatnak elő. A regiszterkészlet processzor-függő. A regiszterek egy része a felhasználó által közvetlenül hozzáférhető, míg egy másik része a felhasználó által közvetlenül hozzá nem férhető (csak a processzor használja). Fajtái:

- **akkumulátor regiszter:** az akkumulátor az aritmetikai és logikai műveletek operandusait, vagyis a műveletek tárgyát képező mennyiségeket vagy azoknak az eredményeit tárolja. A közbenső, részeredmények tárolására is alkalmas és minden műveletben részt vesz. Az ALU az összes aritmetikai műveletet a regiszterekben tárolt két bináris szám ill. azok komplementeseinek összeadására vezeti vissza. A korszerű számítógépekben az akkumulátor helyett már egy vagy több regisztertömb van, amelyben akár 512 regiszter is elhelyezkedhet. Így csökkenthető a tárhozfordulások száma, illetve növelhető a végrehajtás sebessége.
- **adatszámoló regiszter:** az adatok kiolvasásakor vagy beírásakor azonosított memóriarekesz címét tárolja. Mérete függ a mikroprocesszor által címezhető memóriakapacitástól. Egyszerre több is lehet belőle a CPU-ban.
- **utasításregiszter (IR):** a vezérlő egységhez tartozó regiszter, amelyben a memóriából lehozott utasítás tárolódik, amíg a CU az utasítás műveleti jelrésze alapján meghatározza az elvégzendő műveletet és elindítja a mikroprogramot. A pipelining feldolgozásra alkalmas processzorok esetében az IR ebben a formában már nem létezik.
- **utasításszámoló regiszter (PC v. IP):** a soron következő utasítás címét tárolja. Az utasításszámoló tartalmát a program maga is változtathatja. Fontos különbség az utasításszámoló és az adatszámoló regiszter között, hogy az utasításszámoló regiszternél a problémamegoldás az utasításkódok címeinek sorrendjében megy végbe. Vagyis az utasításszámoló által címzett első memóriarekesz elérésekor kihozunk a memóriából egy utasításkódot, így az utasításszámoló tartalma eggyel nő és így a memória következő rekeszét címezi, ahol a program szerint a következő utasításkód található. Az adatszámoló regiszter csak akkor fut végig az adatsímen, ha az adatok sokszavas egységben vagy táblázatban vannak tárolva.
- **bázis(cím)regiszter (BR):** az operandusok címzéséhez felhasznált regiszter, amely nem általános használatú. A báziscím egy alapcím, amelyhez viszonyítva adhatjuk meg az utasításban az operandus helyét. Nem minden processzornál használják.
- **indexregiszterek:** szintén nem minden processzorban találhatók és ezek is az operandusok címzését segítik elő, különösen adatsorok feldolgozásánál.
- **állapotregiszterek, vezérlő regiszterek:** egy vagy több regiszteren belül tárolnak vezérlő és ellenőrző jeleket. Az állapotregiszter az ALU műveleti eredményeit jellemzi, a műveletek végrehajtásának eredménye alapján bekövetkező állapotot tükrözi vissza. Pl. az eredmény 0 volta, vagy ha túlcsoordulás keletkezik. Jellegzetes állapotbitek:
 - előjelbit - S (sign)
 - nulla bit - Z
 - túlcsoordulásbit - O (overflow)
 - átvitelbit - C (carry)
 - félbyte - átvitelbit - H
 - megszakításbit - I
 - paritásbit - P
- **veremmutató regiszter (SP):** a verem legfelső elemét jelöli ki. A veremtároló egy speciális tároló, amely elsősorban az alprogramok kezelését segíti. A verem nem része a belső regisztereknek, általában a főtárolóban kerül kialakításra. Szervezése LIFO (Last in first out) jellegű, ami azt jelenti, hogy az utoljára bekerült adat vehető ki először, és amit legelőször tettünk be, azt vehetjük ki utoljára (Több szintű verem létezhet, több SP is lehet). A "verem instrukciók" (PUSH, POP) automatikusan hivatkoznak az SP-re és automatikusan állítják

A regiszterek jellemzői:

1. a Pentium processzorban ~100 - 500 db, a felhasználó által is hozzáférhető regiszter van, amelyek egy része 16 bites a másik része 32 bites. Ezek a regiszterek tömbökbe szervezhetőek.
2. a regiszterek összes tárkapacitása maximum néhány 100 byte.
3. a hozzáférési idő 10-30 nanoszekundum

Az általános célú processzor mellett **társprocesszorok** (coprocessor) is szoktak beépíteni. Ezek az áramkörök a CPU közreműködése nélkül, azzal párhuzamosan hajtják végre bizonyos műveleteket, amíg az más feladatot lát el. Leggyakoribb típusaik a videó-megjelenítő és matematikai társprocesszorok. Általában csak kevés, nagy számítási igényű (például tervező, képfeldolgozó stb.) programokban használják ki. Kevés, egyszerű számolást igénylő feladatok esetén nem lehet velük jelentős sebességnövekedést elérni. A nagyobb teljesítményű processzorok esetében már nem alkalmazzák őket.

A processzorok teljesítményének növelésére a világcégek többféle technológiát dolgoztak ki, ezek közül 2 érdemel nagyobb figyelmet: a RISC (csökkentett utasításkészletű) és a CISC (komplex utasításkészletű) processzor-technológia.

A **RISC** (*Reduced Instruction Set Computer*, vagyis „csökkentett utasításkészlettel rendelkező számítógép”) esetében korlátozott funkciójú, fix hosszúságú egy ciklusos utasításokat és egyszerű címzéseket alkalmaznak. A csökkentett számú utasítás miatt több regiszterrel oldják meg a járulékos feladatokat.

A **CISC** (*Complex Instruction Set Computer*, vagyis "összetett utasításkészlettel rendelkező számítógép") olyan processzorokat jelent, melyek utasításkészlete jóval több, bonyolultabb utasítást tartalmaz, mint a RISC processzorok utasításkészlete. A CISC processzorok utasításai általában több elemi műveletet végeznek egyszerre, így a gépi kódú programjaik rövidebbek, jobban átláthatóak egy ember számára (ami nem feltétlenül jelent előnyt, mivel a gépi kódú programok nagy részét manapság fordítóprogramok állítják elő). Hátránya a RISC processzorokkal szemben az, hogy a bonyolultabb utasítások sokszor jelentősebben lassabban hajthatók végre, és így a rövidebb programok ellenére is a végeredmény a lassabb programfutás lesz. Másik hátránya az, hogy a komplex utasítások jóval bonyolultabb felépítésű processzorokat igényelnek, melyek fejlesztése és tesztelése költségesebb. A mai processzorok többsége is CISC technológiájú.

Processzorhűtés

A mai processzorok vezetőkei kis átmérőjűek, ezért viszonylag kis feszültség is nagy hőtermeléssel jár. Ezért a processzort hűteni kell, mert a termelődő hő elvezetésére ill. kompenzálására a processzort körülvevő levegő már nem elég. Ezt ventilátorokkal oldják meg, ez is a legelterjedtebb megoldás, ugyanis olcsó. De más megoldások is kínálóznak, és habár azok drágábbak, jelentős teljesítménynövekedést lehet velük elérni. Egyik megoldás a hővezető zselé alkalmazása, a másik a bimetálos megoldás, amely két különböző fém hőcseréjén alapszik. A harmadik pedig az igen ígéretes folyékony nitrogénes megoldás. Ez az alapanyag miatt a legdrágább, azonban ezzel lehet a legnagyobb hatásfokot is elérni. Ugyanis elvileg a processzor hőmérséklete -150 fokon megduplázható lenne.

Memória

A memória elsősorban adatok tárolására szolgáló operatív tár, címezhető és újraírható memóriarekeszek összességéből áll. Rendkívül fontos eleme a számítógépnek, ugyanis a processzor innen hívja elő a BIOS-t majd ezután az operációs rendszert. A memóriát két nagyon fontos tulajdonsága határozza meg: az elérési ideje, amit nanoszekundumban mérnek és a tároló kapacitása, amit pedig megabájtokban adnak meg. A mai memóriák többsége már 256 ill. 512 megabájt méretű. A memórialapkat kis nyomtatott áramköri kártyákon, az ún. SIMM (*Single In-line Memory Modul*) modulokon hozzák forgalomba (az újabb rendszerekben DIMM-eken). A 486-os gépekben még használnak 32 bites SIMM-modult, de az újabb gépekben a 72 lábás/32 bites, illetve a 168 lábás/64 bites DIMM az elterjedt. A memóriának többféle fajtája is ismeretes, aszerint osztályozva, hogy a gép kikapcsolásakor elveszik-e a bennük tárolt adatmennyiség, avagy sem. E szerint a csoportosítás szerint a következő fajták léteznek:

ROM: angol betűszó, a „*read only memory*” kifejezés rövidítése. Csak olvasható memória, azaz tartalmát nem lehet módosítani. Itt tárolódnak az olyan alapvető programok, mint a BIOS és az operációs rendszer. Ezért a számítógép kikapcsolásakor nem vesz el a tartalma. Ennek is vannak külön alfajtái:

PROM: tartalmát a felhasználó állítja be (beégeti). Tetszőlegesen sokszor olvasható, de csak egyetlen egyszer írható. Áramkimaradás esetén az információk nem vesznek el, de nem is módosíthatók.

EPROM: tartalmát a felhasználó állítja be (beégeti). Tetszőlegesen sokszor olvasható. Áramkimaradás esetén az információk nem vesznek el. Tartalma különleges körülmények között (például ibolyántúli fénynek kitéve) törölhető, és utána újra programozható.

RAM: szintén angol betűszó, a „*random access memory*” rövidítése, véletlenszerűen elérhető és szabadon címezhető memóriát jelent. Ennek a memóriatípusnak elvesz a tartalma a gép kikapcsolásakor

DRAM: dinamikus RAM, állandó működés mellett is jelfrissítést igényel, ezért lassabb de olcsó

SRAM: nem igényel jelfrissítést, ezért sebessége ill. elérési ideje jóval kisebb de drágább az előállítására is

CACHE: átmeneti tárolóként szolgál a nagyobb teljesítményű gépek esetében a processzor ill. a memória közti adatok tárolására

Sínek

A sínek a számítógép részei közti adatforgalom-lebonyolító és vezérlő áramkörök. Kialakításukkor meg kell határozni, hogy mely összetevőket köt vele össze, hogy milyen az adatforgalom iránya és össze kell hangolni az egységek működését. Információtól függően 3 típusukat különíthetjük el egymástól:

- **adatbusz:** adatokat továbbít az egységek között, fontos jellemzője az adatszélesség, azaz hogy egyszerre hány bit adatot tud szállítani.
- **címbusz:** címeket továbbít, azaz az egységek elérhetőségéért felel, ennek is fontos jellemzője az adatszélesség
- **vezérlőbusz:** vezérlő, engedélyező és állapotjeleket szállít. Állapotjeleket az egységek pillanatnyi elérhetőségére vonatkozóan, továbbá jeleket az adatáramlás irányára, az adatforgalom nagyságára de vannak megszakító jelek, sínvezérlő jelek...

Továbbá léteznek még egyéb rangsorolások is, mint például helyi sínek vagy rendszersínek. A fontos még, hogy miféle tényezők határozzák meg az adatáramlást:

- az adatszélesség
- a sebesség
- a protokollok
- sínen elhelyezkedő vezérlők száma

A számítógépek fejlődése során fejlődtek a sínrendszerek is, így ma már eljutottunk a még egészen kezdetleges sínfajtáktól a legújabbakig. A legelső IBM PC sínrendszere az XT majd ezt követte az AT. Ezek még maximum 24 bites és 4,5 megabájt átviteli sebességű rendszerek voltak.

A soron következő sínrendszer az EISA, mely már 32 bites és 33 megabájtos sebességű, a piaci konkurencia alkotta. Azonban kissé bonyolult és emiatt drága tehát nem annyira elterjedt.

Időközben megjelentek a hordozható kézi számítógépek, a notebookok is, erre pedig külön sínrendszert fejlesztettek ki, a PCMCIA rendszert. Ez fokozottan támogatja a helyi, csatlakoztatható hálózati meghajtókat és a különböző multimédiás szolgáltatásokat is.

A mai egyik legújabb sínrendszer a PCI rendszer, mely már különleges csatlakoztathatósági szolgáltatásokat is kínál. Nagy sebessége miatt igen elterjedt továbbá már 10 külön perifériát is tud egyszerre kezelni továbbá kompatibilis más processzorokkal azaz nem Intel-függő. Ráadásul beépített szolgáltatása a „*Plug and Play*”, azaz a csatlakoztatott perifériák azonnali felismerése.

A másik mára elterjedt sántípus az AGP, mely a videó és grafikai szolgáltatásokra épül és ezek kezelésére van is saját technológiája. Ezt is fokozatosan fejlesztik, így ma már léteznek 4x-es sebességű AGP sínek is.

Számítógép-ház

A számítógép házak is lényeges részei a számítógépeknek. Jelentős védelmet nyújtanak a külső behatások ellen, például folyadékbeszivárgás, alkatrészek, apró tárgyak beejtése... ellen és esztétikailag is fontosak. Többféle fajtája van, a „*baby*” (365,170,420), a „*mini*” (180,330,410), a „*midí*” (180,370,410) és a „*tower*” (190 620 420) valamint a „*big tower*” (220,740,460). A legújabb fajta számítógépházak az ATX házas, amelyekbe már ATX alapú alaplaponkat szerelhetünk és mások a csatlakozói is.