

Misák Sándor

SZÁMÍTÓGÉPES ARCHITEKTÚRÁK

Nanoelektronikai és
Nanotechnológiai Részleg

DE TTK

v.0.1 (2007.02.13.)

2. előadás

A STRUKTURÁLT SZÁMÍTÓGÉP-FELÉPÍTÉS

A STRUKTURÁLT SZÁMÍTÓGÉP-FELÉPÍTÉS

2. előadás

1. Nyelvek, szintek és virtuális gépek.
2. Korszerű többszintű számítógépek.
3. Néhány számítógépcsalád.

NYELVEK, SZINTEK ÉS VIRTUÁLIS GÉPEK

PROBLÉMAFELVETÉS

Óriási különbség van aközött, hogy mi az, ami az embernek, és mi az, ami a számítógépnek a legmegfelelőbb.

Az ember az X dolgot akarja, de a számítógép csak az Y dolgot tudja.

Kétféle megoldás létezik az említett probléma megoldására.

Mindkettő az ember számára a gépi nyelvénél kényelmesebben használható új utasításrendszer tervezésére épül.

NYELVEK, SZINTEK ÉS VIRTUÁLIS GÉPEK

Legyen L1 nyelv az új utasítások, L0 nyelv a beépített utasítások együttese.

A két megközelítés közötti különbség az, hogyan hajtja végre a számítógép az L1 nyelven írt programot.

1. Először az L1 nyelvű programot helyettesítjük az L0 nyelv utasításainak ekvivalens sorozatával, majd ezt az L0 nyelv utasításaiból álló programot hajtja végre a számítógép. Ezt a módszer fordításnak, a programot pedig, ami a fordítást végzi, fordítóprogramnak (compiler) nevezzük.

NYELVEK, SZINTEK ÉS VIRTUÁLIS GÉPEK

2. Először egy L0 nyelvű programot írunk, amely az L1 nyelvű programokat bemenő adatokként kezeli, és úgy hajtja végre azokat, hogy minden utasításukat elemzi, és a vele ekvivalens L0 nyelvű utasítássorozatot azonnal végrehajtja.

A módszer nem igényli, hogy először egy új, L0 nyelvű programot állítsunk elő (nem keletkezik lefordított program). A módszert értelmezésnek, a végrehajtó programot pedig értelmezőprogramnak (interpreter) nevezzük.

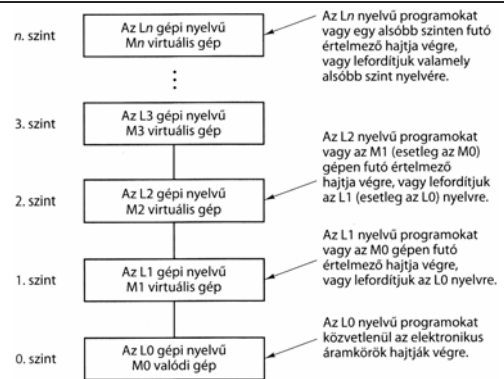
NYELVEK, SZINTEK ÉS VIRTUÁLIS GÉPEK

A fordítás és értelmezés módszere hasonló: végül is mindkettő az L1 utasításait az L0 utasításaiból álló sorozatok végrehajtásával teljesíti.

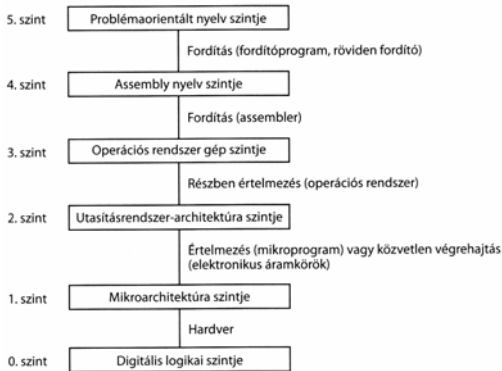
A végrehajtás során az újonnan előállított L0 program az, ami fut, és ami a számítógépet vezérli.

Gyakran a fordítás, illetve értelmezés fogalmak helyett, egy hipotetikus, ún. virtuális gép (Mi) fogalmát vezetnek be, amelynek gépi nyelve az Li. A virtuális gépekre úgy írhatunk programokat, mintha azok valóban léteznének.

EGY TÖBBSZINTŰ GÉP



EGY HATSZINTŰ GÉP



KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

A legtöbb mai számítógép két- vagy többszintű.

A legalacsonyabb szint az eszközsztint (az elektronikai tervezés világa, nincs az ábrán).

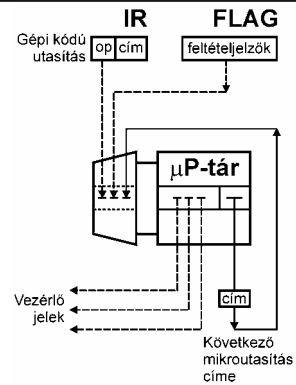
A digitális logika szintjén (0. szint) a logikai kapuk a lényeges elemek. Kapukból memóriát, regisztert, akár egy aritmetikai-logikai egységet is építhetünk.

KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

A mikroarchitektúra szintjén (1. szint) találjuk az 8-32 elemű, lokális memóriaként használt regiszterkészletet és az ún. aritmetikai-logikai egységet, amely egyszerű aritmetikai műveletek elvégzésére képes. A regiszterek az ALU-hoz kapcsolódnak, az adatok áramlásának útja az adatút.

Az egyes gépeken az adatút működését mikroarchitektúra szintjén az ún. mikroprogram (mikroprogramozott számítógépek) vezérli, míg más gépeken a vezérlés közvetlenül a hardver feladata (huzalozott számítógépek).

MIKROPROGRAMOZOTT MŰVELETI VEZÉRLÉS ELVE



KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

Az **utasításrendszer-architektúra (2. szint, Instruction Set Architecture, ISA-szint)** szintje a gépi utasításrendszer leírásáról szól, amelyeket a mikroprogram vagy a hardvervégrehajtó áramkör értelmez.

Ha a gyártó kétféle **ISA-szintű értelmezőt** biztosít ugyanahhoz a számítógéphez, két „gépi” nyelv referencia kézi könyvet kell adnia, egyet-egyet mindegyik értelmezőhöz.

Az **operációs rendszer gép szintje (3. szint)** általában egy **kevert szint**. A szint nyelvéhez tartozó utasítások többsége az **ISA-szinten** is megvan.

KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

Ezen felül a szint új utasításokkal, **eltérő memóriaszervezéssel**, **több program egyidejű futtatásának képességével** és **egyéb tulajdonságokkal** is bír.

Ezen szint új **szolgáltatásait** az **előző szinten futó értelmező** biztosítja, amelyet hagyományosan **operációs rendszernek** szoktuk nevezni.

A **3. szintű** utasítások egy részét az **operációs rendszer**, más részét közvetlenül a mikroprogram értelmezi.

Ezért a **3. szint** egy „kevert” szint.

KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

Az **első három szint értelmezőit, fordítóit rendszerprogramozók** írják, akik új virtuális gépek tervezésére és megvalósítására szakosodtak.

A **4. és az e fölötti szinteket** az alkalmazási feladatokat megoldó programozóknak szánták.

A **2., 3. szintet** mindig **értelmezővel**, míg a **magasabb szinteket** általában **fordítóval** valósítják meg.

KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

Az **1., 2., 3. szint** gépi nyelvei **numerikusak**, a rajtuk írt **programok hosszú számsorozatok**, ami kedvező a gépek, de kedvezőtlen az emberek számára.

A **4. szinttől** kezdődően a nyelvek szavakból és az ember számára is jelentéssel bíró rövidítésekből állnak.

A **4., az assembly-nyelv szintje** valójában az alsóbb szintekhez tartozó nyelvek **szimbolikus formája**. Ezen a szinten lehet az 1.-3. szintekre programot írni azok virtuális gépeinek saját nyelveinél kényelmesebb nyelven.

KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

Az **assembly nyelvű programokat** először **lefordítjuk** az **1., 2., vagy 3. szint** nyelvére, majd **értelmeztetjük** a megfelelő **virtuális vagy valódi gépen**.

A **fordítást végző programot assemblernek** nevezzük.

Az **5. szint** nyelveit az alkalmazási feladatokat megoldó programozóknak tervezik.

Az ilyen nyelveket szokták **magas szintű nyelveknek** nevezni (több száz van belőlük), pl. **C, C++, Pascal, Java, LISP, Prolog**, stb.

KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

Az ezeken írt programokat általában a **3. vagy 4. szint** nyelvére **fordítják** az ún. **fordítóprogramok** (ritkában **értelmezőprogramok**).

Egy-egy szint **adattípusainak, műveleteinek és szolgáltatásainak összességét** a **szint architektúrájának** nevezzük.

Az **architektúra** a szint használója által látható **tulajdonságokat** foglalja egységbe, viszont egy bizonyos tulajdonság (pl. **memóriakapacitás**) **megvalósítási részletei nem tartoznak** az architektúrához.

KORSZERŰ TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK

A programozó által látható számítógépes rendszerelemek tervezésével a számítógép-architektúra foglalkozik.

A hétköznapi gyakorlatban a számítógép-architektúra és a számítógépek felépítése lényegében ugyanazt jelenti.

Nehéz megkülönböztetést tenni a számítógép hardver és a szoftver között.

Elmondható, hogy a hardver és szoftver logikailag ekvivalens.

A TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK FEJLŐDÉSE

- a mikroprogramozás feltalálása (Wilkes, 1951).

A gépnek beépített, megváltoztathatatlan értelmezője lenne (a mikroprogram), amelynek feladata az ISA-szintű programok értelmezéssel történő végrehajtása.

Mivel így a hardvernek csak igen szűk utasításkészletű mikroprogramot kellene végrehajtania a jóval bővebb utasításkészletű ISA-szintű programok helyett, sokkal kevesebb elektronikus áramkörre lenne szükség. Ezzel növelték a számítógép hardver megbízhatóságát.

A TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK FEJLŐDÉSE

- Az operációs rendszer feltalálása.
 - Állandóan a számítógépben tárolódik.
 - A gépkezelő (operátor) munkájának automatizálására tervezik.
 - Különösen a bemeneti/kimeneti utasítások alapjaiban különböznek az ISA-szintű utasításoktól.
 - Az új utasításokat gyakran az operációs rendszeri makroutasításoknak vagy felügyelő (supervisor) hívásoknak (ma rendszerhívásoknak) nevezik.
 - Fajtái: köteget, időosztásos, valós-idejű operációs rendszerek.

A TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK FEJLŐDÉSE

- A szolgáltatások áttelése a mikroprogram szintjére.
 - Pl.: INC utasításhoz + ADD utasítás.
 - Egészek szorzásának és osztásának műveletei;
 - Lebegőpontos aritmetika;
 - Eljárást hívó és eljárásból visszatérő utasítások;
 - Ciklusokat gyorsító utasítások;
 - Karakter sorozatokat kezelő függvények;
 - Tömbökkel való számításokat felgyorsító tulajdonságok (indexelés, indirekt címzés);

A TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK FEJLŐDÉSE

- A szolgáltatások áttelése a mikroprogram szintjére.
 - A programok memóriában való áthelyezésének lehetősége futás közben (relokáció);
 - A megszakítások rendszere, amelyen keresztül a számítógép jelzést kaphat a bemeneti és kimeneti műveletek befejeződéséről;
 - Képesség arra, hogy néhány utasítással felfüggesztjük az egyik, és folytassuk a másik programot (folyamat (processzus)-kapcsolás);
 - Speciális utasítások hang-, video- és multimédia-fájlok feldolgozására.

A TÖBBSZINTŰ SZÁMÍTÓGÉPEK FEJLŐDÉSE

- A mikroprogram száműzetése.
 - A mikroprogramok „meghíztak”, nagyon lassúak lettek.
 - Az utasítások végrehajtási idejének csökkentése csak a mikroprogramozás mellőzésével, az utasításkészlet radikális csökkentésével és a megmaradó utasítások közvetlen végrehajtásával (azaz az adatút hardver vezérlésével) érhető el.

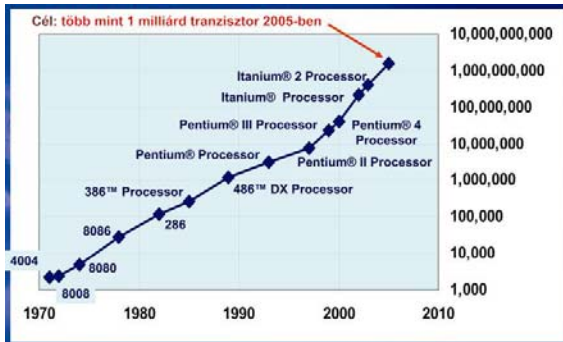
A SZÁMÍTÓGÉPEK FELÉPÍTÉSÉNEK FEJLŐDÉSE

Év	Számítógép neve	Megjézés	Megjegyzés
1834	Analtikus gép	Babbage	Az első konkrét digitális számítógép megtervezése
1936	Z3	Zuse	Az első programozható számítógép
1943	COLOSSUS	Barkhamley	Az első elektronikus számítógép
1944	Mark I	Aiken	Az első amerikai általános célú számítógép
1946	ENIAC	Eckert/Mauchly	Az első számítógép, törzsterveinek kezdete
1949	EDSAC	Waters	Az első teljes programozható számítógép
1951	Whirlwind I	M. I. T.	Az első valódi sebességű számítógép
1952	IAS	Neumann János	A legelső mai géppel is ezt a felépítést alkalmazták
1960	PDP-1	DEC	Az első miniszámítógép (10 eladott példány)
1961	1401	IBM	A második népszerű vállalkozás gépe
1962	7094	IBM	Az 1960-as évek elején a tudományos számítások iránított géptípusa
1963	S5000	Burroughs	Az első nagy sebességű teljesített gép
1964	360	IBM	Az első számítógépcsaládunk tervezett terméke
1964	6600	CDC	Az első tudományos szuperszámítógép
1965	PDP-8	DEC	Az első tömeges miniszámítógépekkel 10000 eladott példány
1970	PDP-11	DEC	Az 1970-es éveket uráló miniszámítógép
1974	8080	Intel	Az első általános célú, egylevelű 8 bites számítógép
1974	CRM-1	Cray	Az első vektoros szuperszámítógép
1978	8086	DEC	Az első 16 bites szuperszámítógép
1981	IBM PC	IBM	A személyi számítógépek korának kezdete
1981	Osborne 1	Osborne	Az első hordozható számítógép
1983	Lisa	Apple	Az első grafikus felhasználói felülettel rendelkező személyi számítógép
1985	386	Intel	A Pentium vonal első 32 bites előfutára
1985	MIPS	MIPS	Az első pacra dobott RISC-munkaközpont
1987	SPARC	Sun	Az első SPARC alapú RISC-munkaközpont
1990	RS6000	IBM	Az első szuperszámítógép
1992	Alpha	DEC	Az első 64 bites személyi számítógép
1993	Newton	Apple	Az első kéziszámítógép

SZÁMÍTÓGÉP-KIÁLLÍTÁS. MOORE-TÖRVÉNY

- Gordon Moore az **INTEL** cég társalapítójának feltételezése:
- „Egy chipen levő tranzisztorok száma kétevente duplázódik”.
- Az **INTEL** szorosán követi ezt a „törvényt”.
- Az **1971-ben** gyártott **4004** processzor alig több, mint **2000** tranzisztort tartalmazott, viszont a mai legmodernebb **Itanium® 2** processzor – **410 millió-t**. Tehát **34 év** alatt **205000-szeresére** nőtt a tranzisztorszám!!!
- Általában a tranzisztorok száma (sűrűsége) minden egyes új technológiai folyamatgeneráció váltásnál duplázódik.

MOORE-TÖRVÉNY



A SZÁMÍTÓGÉPEK TERMÉKSKÁLÁJA

Típus	Ár (USA dollár)	Példák felhasználási területre
Eldobható számítógép	0,5	Üdvözlő lapok
Mikrovezérlő	5	Órák, autók, eszközök
Játékgép	50	Házi videojátékok
Személyi számítógép	500	Asztali és hordozható számítógép
Szerver	5000	Hálózati kiszolgáló
Munkaállomás-gyűjtemény (COW)	50000-500000	Tanszéki mini-szuperszámítógép
Nagyszámítógép	5000000	Banki kötegelt adatfeldolgozás

ELDOBHATÓ SZÁMÍTÓGÉPEK

Az eldobható számítógép terület valószínűleg legfontosabb fejlesztése az **RFID (Radio Frequency IDentification, rádiófrekvenciás azonosító)** lapka.

Néhány centes, **0,5 mm-nél** vékonyabb, **áramforrás nélküli lapka, rádióvevővel**, egy beépített **128 bites számmal**.

Ha egy **külső antennáról impulzust** kapnak, a **bejövő rádiójelel elegendő energiát** szolgáltat ahhoz, hogy a **beépített számot** az antennához **visszasugározzák**.

BEÁGYAZOTT SZÁMÍTÓGÉPEK (MIKROVEZÉRLŐK)

A **mikrovezérlők** a berendezést és a felhasználói interfészt is kezelik. Teljes értékű számítógépek.

Felépítésük:

- **Processzor;**
- **Memória;**
- **Be/Ki képességek:**
 - a berendezés nyomógombjainak és kapcsolóinak **érzékelése;**
 - az eszköz lámpáinak, megjelenítőjének, hangjának és motorjainak **vezérlése.**
- A **szoftver** már gyártáskor **be van építve** a lapkába egy csak olvasható memóriába;
- **Valós-idejű működés** (amikor ingert kapnak, azonnal válaszolnak).

BEÁGYAZOTT SZÁMÍTÓGÉPEK (MIKROVEZÉRLŐK)

Fajtái:

- 4, 8, 16, 32 bitesek;
- **Általános célú** (kisméretű, közönséges számítógépek);
- **Speciális célú** (konkrét alkalmazásokhoz kialakított architektúrával és utasításrendszerrel).

Milyen eszközökben megtalálhatók:

- **Háztartási berendezések** (rádiós óra, mosógép, szárítógép, mikrohullámú sütő, riasztó);
- **Kommunikációs eszközök** (vezeték nélküli telefon, mobiltelefon, fax, személyi hívó);
- **Számítógép-perifériák** (nyomtató, lapolvasó, modem, **CD-ROM**-meghajtó);

BEÁGYAZOTT SZÁMÍTÓGÉPEK (MIKROVEZÉRLŐK)

Milyen eszközökben megtalálhatók:

- **Szórakoztató elektronikai cikkek** (videomagnó, **DVD**-lejátszó, hifiberendezés, **MP3**-lejátszó, beltéri vevőegység);
- **Képpel kapcsolatos berendezések** (tv, **digitális kamera**, camcorder, objektívek, fénymásoló);
- **Orvosi berendezések** (röntgenkészülék, **MRI**, szívmonitor, digitális nyomás-, hőmérő);
- **Katonai fegyverrendszerek** (robotrepülőgép, interkontinentális rakéta, torpedó);
- **Vásárlással kapcsolatos eszközök** (üdítő-, kávé-, jegy- és egyéb árusító automaták, **ATM**, pénztárgép);
- **Játékok** (beszélő baba, játékkonzol, rádióvezérelt autó vagy hajó).

VIDEOJÁTÉKGÉPEK

- Kisebb teljesítményűek, mint a személyi számítógépek;
- **Zárt rendszerek**, minimális bővítési lehetőséggel;
- **Közönséges számítógépek** különleges grafikai és hangképességekkel, meghatározott szoftverrel.

Példák:

- Sony PlayStation 2 (**MIPS IV RISC CPU**);
- Microsoft XBOX (Intel Pentium III CPU);
- Nintendo GameCube (**IBM PowerPC RISC CPU**).

SZEMÉLYI SZÁMÍTÓGÉPEK

- **Asztali és hordozható** (notebook, noteszgép) kivitelűek;
- **Jól kidolgozott operációs rendszer**;
- **Rengeteg kiegészítési lehetőséggel**.
- **Egységei:**
 - Több száz **MB** memória;
 - **100 GB** körüli merevlemez;
 - **CD-ROM- és/vagy DVD-ROM**-meghajtó;
 - **modem**, hangkártya, hálózati csatoló, nagyfelbontású monitor, egyéb perifériák.

SZEMÉLYI SZÁMÍTÓGÉPEK

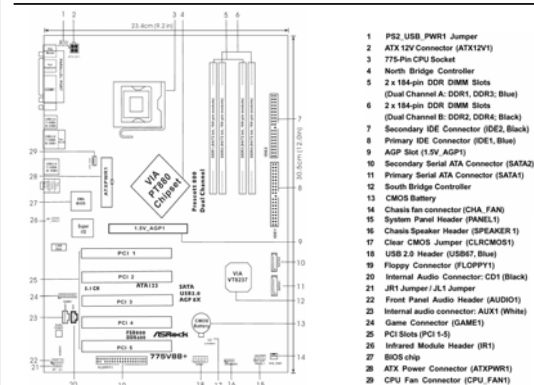
Fajtái:

- **PC** (személyi számítógépek, **Intel CPU**-s változat);
- **Munkaállomások** (nagyteljesítményű **RISC**-processzorok, pl. a **Sun UltraSPARC**);
- **PDA** (**Personal Digital Assistant**, **digitális személyes asszisztens**).

Felépítés:

Nyomtatót áramköri kártya (alaplap) CPU-val, memóriával, **Be/Ki** eszközökkel (hangchip, modem, stb.), interfészek a billentyűzet, egér, lemezek, hálózatsatlakoztatásához, **néhány bővítő aljzat**.

ASRock 775V88+ ALAPLAP VÁZLATA



KISZOLGÁLÓK (SZERVEREK)

- Egy vagy többprocesszorosak;
- Több gigabájt memória;
- Több száz GB merevlemez;
- Nagy sebességű hálózati kapcsolat;
- Kérések ezreit is képesek lekezelni 1 s alatt.
- Architektúrájuk, operációs rendszerük (UNIX, Windows) hasonló a személyi számítógépekéhez;
- Szerverek összekapcsolásával létrehozhatók munkaállomások **klaszterei**, ún. **fürtök (COW = Clusters of Workstations**, akár több ezer munkaállomás). **Alkalmazás: webszerver** (a kérések párhuzamos feldolgozása), **tudományos, mérnöki feladatok megoldása.**

NAGYSZÁMÍTÓGÉPEK (SZUPERSZÁMÍTÓGÉPEK)

- **jellemzőjük** : nagy műveleti sebesség, **többprocesszoros felépítés**, nagy kapacitású tárolók, nagy teljesítményű perifériák, **összetett operációs rendszer**, több felhasználó;
- **alkalmazásuk** : adatfeldolgozás, tudományos számítások, számításgényes feladatok megoldása.

A VILÁG 5 LEGGYORSABB SZÁMÍTÓGÉPE

Helyezés	Hely Ország / Év	Számítógép / Processzorok Gyártó	R ^{max} R _{csúcs}
1	DOE/NNSA/LLNL United States / 2005	BlueGene/L eServer Blue Gene Solution / 65536 IBM	136800 183500 GFLOPS
2	IBM Thomas J. Watson Research Center United States / 2005	BGW eServer Blue Gene Solution / 40960 IBM	91290 114688
3	NASA/Ames Research Center/NAS United States / 2004	Columbia SGI Altix 1.5 GHz, Voltaire Infiniband / 10160 SGI	51870 60960
4	The Earth Simulator Center Japan / 2002	Earth-Simulator / 5120 NEC	35860 40960
5	Barcelona Supercomputer Center Spain / 2005	MareNostrum JS20 Cluster, PPC 970, 2.2 GHz, Myrinet / 4800 IBM	27910 42144

NÉHÁNY SZÁMÍTÓGÉPCSALÁD

Pentium 4 processzor:

- 32 bites felépítés, teljes kompatibilitás visszafelé;
- Gyorsítótár (L1, L2-szintű adat és utasítás cache-tár);
- MMX (MultiMedia eXtension, multimédiás kiegészítések) utasítások. **Cél: a hang- és videoadatok gyorsabb feldolgozása (multimédia-társprocesszorok szükségtelensége);**
- SSE, SSE II (Streaming SIMD Extensions, áramló SIMD kiegészítések) utasítások. **Cél: a hang- és videoadatok gyorsabb feldolgozása, tovább javított 3D grafika.**

NÉHÁNY SZÁMÍTÓGÉPCSALÁD

Pentium 4 processzor:

- Hyperthreading-technika (a programok számára lehetővé teszi, hogy a munkát **két vezérlési szálla** bontsák, amelyet a Pentium 4 párhuzamosan futtathat).
- Pentium M (Centrino-architektúra, alacsony energiafogyasztás, noteszgépek);
- Pentium II és Pentium III processzoroknál:
 - Celeron (kisebb teljesítményű, olcsóbb) termékvonala;
 - Xeon (nagyobb teljesítményű, nagyobb gyorsítótárú, gyors sínű, javított multiprocesszoros támogatású) termékvonala.

NÉHÁNY SZÁMÍTÓGÉPCSALÁD

Pentium 4 processzor:

- Probléma: nagy hőkibocsátás (pl.: 3,6 GHz-en a Pentium 4 fogyasztása 115 W);
- Nehéz megoldani a hőelvezetést (lehetséges megoldás a vízűtés többnyire csak nagygépek esetében).
- Az órajelek könnyörtelen menetelésének megtorpanása.
- Az órajel-növelés helyett két CPU kialakítása egy lapkán nagy közös használatú gyorsítótárral (a memória keveset fogyaszt).

AZ INTEL PROCESSZORCSALÁD

Lapka	Dátum	MHz	Tranzistorok száma	Memória	Megjegyzés
4004	1971/4	0,108	2 300	640 B	Az első egylapkás mikroprocesszor
8008	1972/4	0,108	3 500	16 KB	Az első 8 bites mikroprocesszor
8080	1974/4	2	6 000	64 KB	Az első általános célú egylapkás CPU
8086	1978/6	5–10	29 000	1 MB	Az első 16 bites egylapkás CPU
8088	1979/6	5–8	29 000	1 MB	Az IBM PC processzora
80286	1982/2	8–12	134 000	16 MB	Megjelent a memóriavédelem
80386	1985/10	16–33	275 000	4 GB	Az első 32 bites CPU
80486	1989/4	25–100	1,2 millió	4 GB	8 KB beépített gyorsítótár
Pentium	1993/3	60–233	3,1 millió	4 GB	Két csövetek, későbbi modellekben MMX
Pentium Pro	1995/3	150–200	5,5 millió	4 GB	Kétszintű beépített gyorsítótár
Pentium II	1997/5	233–450	7,5 millió	4 GB	Pentium Pro MMX utasításokkal
Pentium III	1999/2	650–1400	9,5 millió	4 GB	SSE utasítások 3D grafikához
Pentium 4	2000/11	1300–3800	42 millió	4 GB	Hyperthreading és még több SSE utasítás

NÉHÁNY SZÁMÍTÓGÉPCSALÁD

UltraSPARC processzor:

- **SPARC (Scalable Processor ARCHitecture)**, skálázható processzor architektúra, a **University of California at Berkeley RISC II** modell mintája), **Sun-4** munkaállomás;
- **SPARC-architektúra** az **utasításrendszer** és a **programozó által látható tulajdonságok** specifikációja;
- **Nyílt architektúra** (több különböző gyártó);
- **Számos, különböző technológiára épülő, binárisan kompatibilis, különböző órajel-sebességgel működő lapka** (**MicroSPARC, HyperSPARC, SuperSPARC, TurboSPARC**);

NÉHÁNY SZÁMÍTÓGÉPCSALÁD

UltraSPARC processzor:

- **Az első SPARC 36 MHz-es, valódi 32 bites gép volt. A processzora, az IU (Integer Unit) szegényes és egyszerű volt, mindössze 3 utasítástípussal és 55 utasítással rendelkezett. Ezt a lebegőpontos egység 14 utasítással bővítette ki.**
- **Alfanumerikus adatok kezelésére tervezték, szövegszerkesztők és táblázatkezelők futtatására szánták.**

NÉHÁNY SZÁMÍTÓGÉPCSALÁD

UltraSPARC processzor:

- **UltraSPARC I (1995), 64 bites architektúra (V9-architektúra, 9-es verzió), 64 címbittel, 64 bites regiszterkészlettel;**
- **Képek, hang, video és általában multimédia kezelésére szánták.**
- **23 új utasítás (VIS = Visual Instruction Set, vizuális utasításkészlet), többek között a képpontok (pixelek) 64 bites szavakba történő be-, ill. kicsomagolására, képek skálázására és forgatására, adatblokkok mozgására, valamint videók valós-idejű be- és kitömörítésére.**
- **Komoly alkalmazások (pl.: többtucat processzort tartalmazó webszerverek, akár 8 TB (10^{12} bájt) fizikai memóriával).**
- **Újabb fejlesztések (UltraSPARC II, III, IV).**