

DST203 2.c lekcija

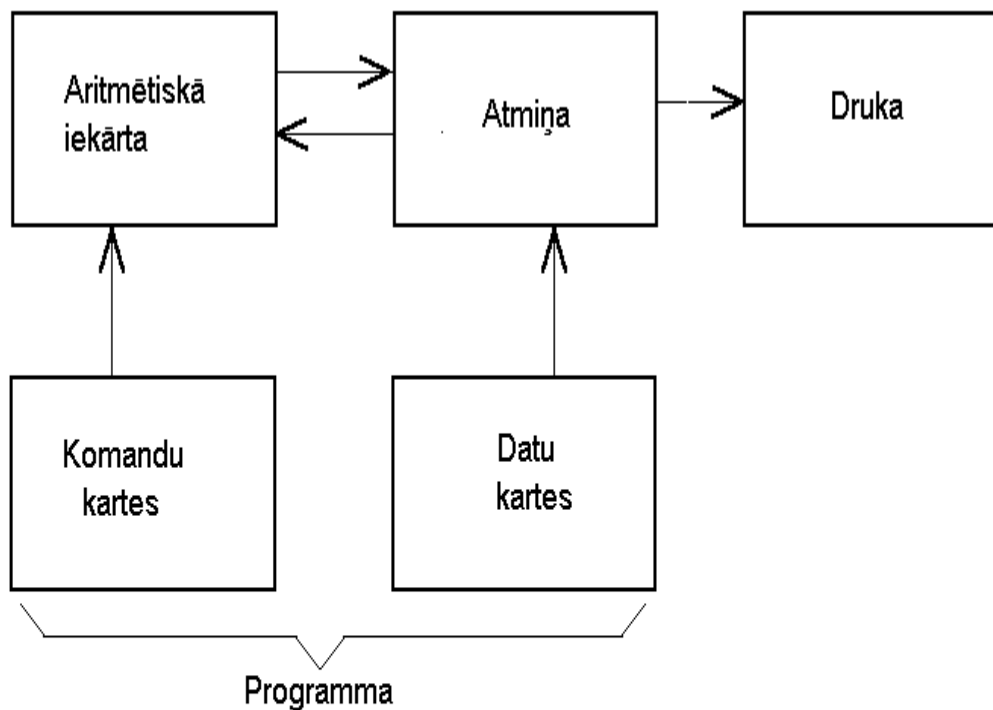
Datoru arhitektūras teorētiskā bāze

Datoru arhitektūru teorētiski pamato daudzun dažādas disciplīnas.

- 1) **Skaitļu teorija** apskata un pamato, kāpēc datoros lieto divisko skaitīšanas sistēmu. Šenona darbi parāda, ka optimālā no aparātūras izlietojuma viedokļa ir skaitīšanas sistēma ar bāzi $e=2,71...$, tātad trijnieku skaitīšanas sistēma, bet izplatītāki ir fiziskie elementi ar diviem stabiliem stāvokļiem, kas arī nosaka diviskās skaitīšanas sistēmas pielietojumu datoros.
- 2) **Skaitļošā matemātika** apskata, kā izpildīt aritmētiskās darbības jebkurā, tai skaitā arī diviskajā skaitīšanas sistēmā, un kādas šajā skaitīšanas sistēmā ir aritmētisko darbību īpatnības. Piemēram, kā iegūt un izmantot papildu un apgrieztos kodus, kā izpildīt saskaitīšanu papildus kodos, u.c. Disciplīna aplūko arī skaitliskās risināšanas metodes un aritmētisko darbību izpildīšanas paātrinātos algoritmus.
- 3) **Galīgo automātu teorija** aplūko jautājumus par dažādu funkcionālo elementu sintēzi uz vienkāršo loģisko elementu bāzes, un kā šos elementus realizēt aparatūrā. Tā apskata gan vienkāršāko elementu, kā summators, dešifrators, skaitītājs sintēzi, gan uz Mili un Moora automātu bāzes atļauj sintezēt datora vadības mezglu un pat visu datoru.
- 4) **Petrī tīkli** nodarbojas ar procesu sadarbības pētīšanu, un karodziņu izmantošanu, pārejot no viena stāvokļa otrā. Tam liela nozīme paralēlu procesu organizēšanā, gan vienlaicīgi risinot viena uzdevuma atsevišķas daļas, gan organizējot vienlaicīgu vairāku komandu atsevišķu daļu izpildīšanu, piemēram, komandu konveijera un vairāku aritmētisko mezglu paralēls darbs modernajos datoros.
- 5) **Algoritmu teorija** aplūko jautājumus, kā veidot skaitļošanas procesa izpildīšanas secību datorā, lai tas būtu efektīvs, kā arī nodarbojas ar šī procesa pareizības pierādīšanu.
- 6) **Rindošanas teorija** - kā veidot izpildāmo uzdevumu secību datorā, kā arī dažādo datora iekārtu apkalpošanas secību, izmantojot pārtraukumus. Īpaši tas nepieciešams reāllaika sistēmās, kur uzdevuma izpildīšanas laiks ir ierobežots.
- 7) **Varbūtību teorija** risina jautājumus, kas saistīti ar iegūto rezultātu ticamību.
- 8) **Drošuma teorija** aplūko jautājumus, kas saistīti ar skaitļotāja fizisko elementu darbu un varbūtību kādam elementam vairs nepildīt savu funkciju.
- 9) **Elektrotehnika** aplūko datora elektrisko parametru nodrošināšanas jautājumus: kāda ir elektrisko signālu izplatīšanās datorā, cik tas aizņem laiku, kad notiek signālu atstarošanās un kādi ir ienestie signāla kropļojumi un traucējumi, kāda pieļaujama elementu slodze, utt.
- 10) **Shēmtēhnika** galveno uzmanību velta skaitļotāja elektrisko elementu uzbūvei un iespējai realizēt dažādas loģiskas funkcijas ar elektriskiem elementiem.
- 11) **Siltumtēhnika** risina elektrisko elementu dzesēšanas jautājumus, īpaši kā efektīvi novadīt siltumu no augstāzīģiem shēmas elementiem: procesoriem, printeru galviņām, datora kopumā, utt.

Datoru arhitektūras attīstība

Par pirmo programmējamo datoru tiek uzskatīta Babidža analītiskā mašīna, kura tika paredzēta dažādu funkciju aprēķināšanai un matemātisko tabulu (kvadrātsaknes, logaritmi, trigonometriskās funkcijas) automātiskai sastādīšanai. Tā sastāvēja no (2.1. zīm.):



2.1. zīm. Bebidža mašīna

- aritmētiskās iekārtas, kas spēja izpildīt 4 aritmētiskās darbības;
- atmiņas ar ietilpību 1000 50-zīmju decimālie skaitļi, kas izpildīta kā skaitītāja ritentiņi;
- drukājošās ierīces rezultātu automātiskam izvadam;
- ierīces perfokaršu ievadam.

Komandu kartes vada aritmētiskās iekārtas darbu, un katra karte satur vienu no iespējamām aritmētiskajām operācijām.

Datu kartes izvēlas to operandu vietu atmiņā, ar kuriem jāizpilda dotā darbība, un kur likt darbības rezultātu.

Skaitliskās konstantes var ievadīt atmiņā ar perfokartēm, vai arī no rokas, iestādot ritentiņus atmiņā.

Būtiskākais jaunievedums ir nosacītā vadības nodošana atkarība no iegūtā rezultāta.

Pirmā paaudze (40. gadu beigas - 50. gadu sākums)

ASV matemātiķis Džons fon Neimans 1946.g. formulēja mūsdienu datoru darbības principu: apstrādājamos skaitļus un datora darba programmu, kas attēlota ar skaitļiem, ievieto kopīgā atmiņā, un

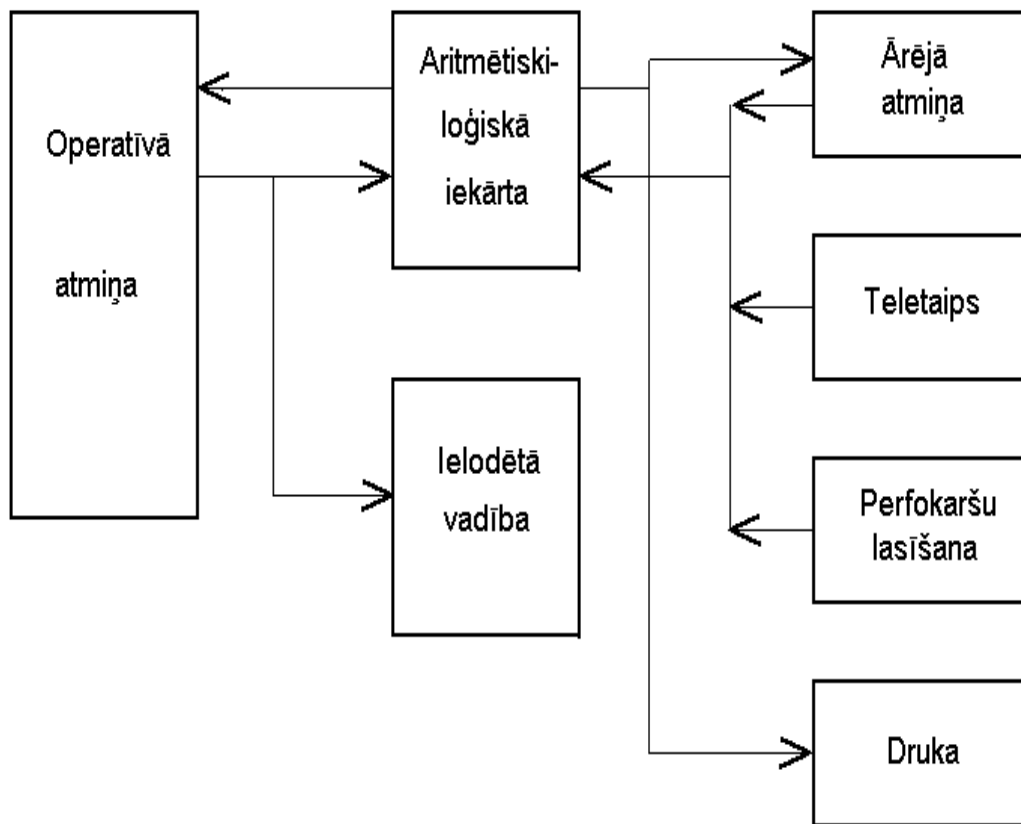
bez konteksta nav iespējams atšķirt programmu no datiem. Arhitektūra pamatā universāliem datoriem.

Harvardas arhitektūrā datus un programmu glabā katru savā atmiņā. To pielieto vadības mikrokontroleros, kuros programma nav jāmaina, kā arī jaudīgu procesoru keša organizācijā. Pirmo komerciālo datoru UNIVAC izveido Ekerts un Maklijs 1947.-51.g. uz vakuuma lampu bāzes. Tajā operatīvā atmiņa realizēta uz dzīvsudraba aiztures līnijām, bet par ārējo atmiņu kalpo magnētiskās lentas.

Dators IBM-701 parādījās 1953.g, kura operatīvā atmiņa izveidota uz katodstaru lampām un magnētiskā veltnā. Programmēšana pamatā tiek veikta binārajos kodos, parādās simboliskā kodēšana (assemblers). Mašīnas vārda garums ap 40 bitu.

Mašīnas struktūras pamatā:

- 1) Fiksēti CPU reģistri glabā operandus, kurus nosaka komandas kods;
- 2) Komandas un datus glabā operatīvajā atmiņā kārtībā, kādā tie vajadzīgi izpildīšanai. Tāpēc nākošās komandas numurs vienmēr lielāks par 1.



2.2. zīm. Pirmās paaudzes struktūra

Otrā paaudze (55. -65.g.)

Otrās paaudzes (55. -65.g.) raksturīgākās iezīmes:

Par aktīvo elementu lieto diskrēto tranzistoru un pusvadītāju diodi.

Atmiņa realizēta uz feritu gredzeniem un magnētiskajiem veltņiem.

Izmanto peldošā komata aritmētiku un indeksu reģistrus.

Pirmās augsta līmeņa valodas Algol, Cobol, Fortran.

Parādās speciāls ievada -izvada procesors -kanāls.

Ražotājfirma piegādā sistēmas programnodrošinājumu.

Tipiskākie pārstāvji -IBM 704, 709, 7094. Parādās kompjuāteru sistēmas jēdziens, jo tas tiek komplektēts ar dažādiem atmiņas blokiem, procesoriem, ārējām iekārtām, pastāvot bāzes

konfigurācijai. Parādās speciālas ievada -izvada programmas, ko glabā kopējā atmiņā.

Tipisks mašīnas vārda garums 36 biti. Sastopamas 1, 2, 3 un 4 adrešu sistēmas. Katrai mašīnai ir sava komandu sistēma (assemblers), un 50. gadu vidū rodas pirmās augsta līmeņa valodas (Algol), kas prasa kompilatorus.

Trešā paaudze (65. -75.g.)

Trešās paaudzes (65. -75.g.) raksturīgākās iezīmes:

Par aktīvo elementu lieto integrālās shēmas.

Atmiņas moduļi veidoti uz integrālajām shēmām.

Procesora vadības mezglā pilnīga pāreja uz mikroprogrammu vadību.

Plaši izmanto konveijerizāciju un daudzprocesoru sistēmas, paralēlos procesus.

Pārklāj komandas izvēles un izpildšāanas ciklus.

Parādās pirmie superkompjuteri LARC, CDC6600, CYBER. ILLIAC IV ar 64 procesoriem un kopēju vadības bloku, 160 milj. operāciju sekundē.

Automātiska resursu sadalīšana un virtuālā atmiņa.

Tipisks mašīnas vārda garums 32 biti, 8 bitu baits, mašīnas IBM 360 un 370. 360 kompjuteru saimē vienas mašīnas programmas var izpildīt citi saimes modeļi. Parādās citi ražotāji (Amdahl, EC), kuru mašīnas izpilda 360 saimes komandas (klons). Plaši lieto komandu konveijerizāciju (pipelining). Masu produkcijā minikompjuteri PDP5 (1963), PDP8 (1968) un PDP11 (firma DEC) ar īsu vārda garumu (8-16 biti), tos pielieto procesu vadībai ar fiksētu programmu.

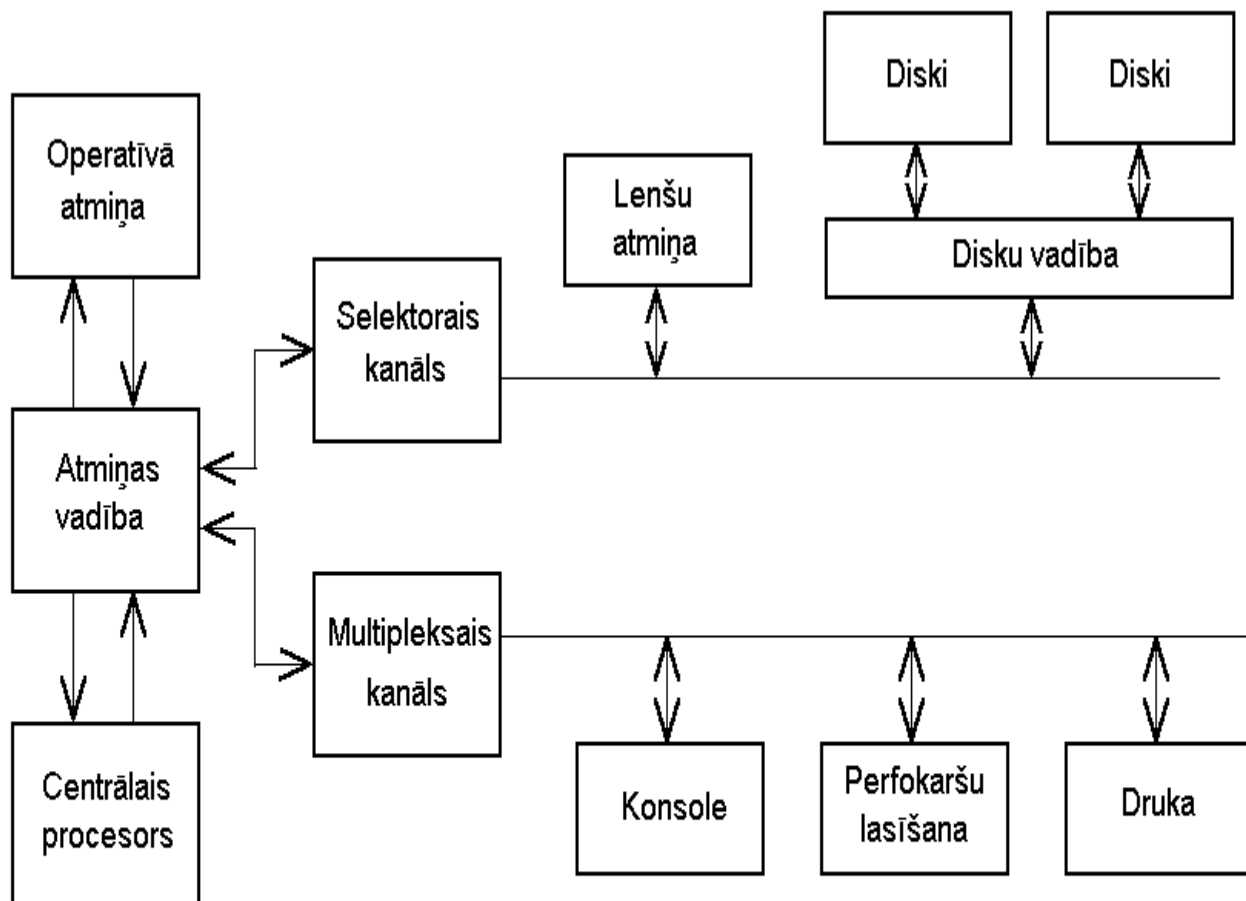
Daudzu konkurējošu procesoru eksistence prasa operacionālās sistēmas (Atlas, 1961) pielietošanu. Izplatīts daudzu lietotāju vienlaicīgs darbs (timesharing), kas prasa dinamisku operatīvās atmiņas sadalšanu un apmaiņu ar ārējām iekārtām. Tiek vienkāršota virtuālas atmiņas koncepcija, izdalot loģiskās un fiziskās adreses; ieviesta atmiņas lapušu organizācija un bāzes reģistri dinamiskai adresācijai. Izplatās šāds arhitektūras definējums:

* Kompjuteru arhitektūra ir tā struktūra un darbība, kādu to redz programmētājs assemblerā, un tā satur:

- o informācijas formātus
- o adresācijas režīmus
- o komandu sistēmu
- o CPU reģistru organizāciju
- o operatīvo atmiņu
- o ievada/izvada sistēmu.

CPU ir supervizora režīms ar privilēģētām komandām, un lietotāja režīms, ko nosaka PSW. Komandu garums mainīgs (1, 2, 4 baiti), 360 sērijai 5 formāti: RR, RX (indeks), RS (storage), SI (storage indekss), SS (storage-storage), kopā ap 200 operāciju kodu.

Visai sērijai vienota operacionālā sistēma: DOS mazās sistēmās, OS lielās sistēmās. OS tipiski sadala atmiņu, procesorus un ārējās iekārtas, fizisko un virtuālo atmiņu dala blokos un lappusēs, nodrošinot lappušu "swopingu".



2.3. zīm. Trešās paaudzes struktūra

Ceturrtā paaudze

Ceturrtā paaudze (1975) raksturojās ar mikroprocesoru un mikroskaitļotāju strauju izplatību, jo 80. gadu vidū kļuva iespējams 360/370 procesora arhitektūru realizēt vienā integrālās shēmas korpusā. i4004 kalkulatoriem 1971.g., vispārējās nozīmes i8080 1974.g., 5 tūkst. tranzistoru korpusā. Tipiska šīs paaudzes datora struktūra dota 2.4. zīmējumā.

* Iezīmes:

- o funkcionāli nobeigts mezgls vienā integrālās shēmas korpusā;
- o mikroprocesora komplekts;

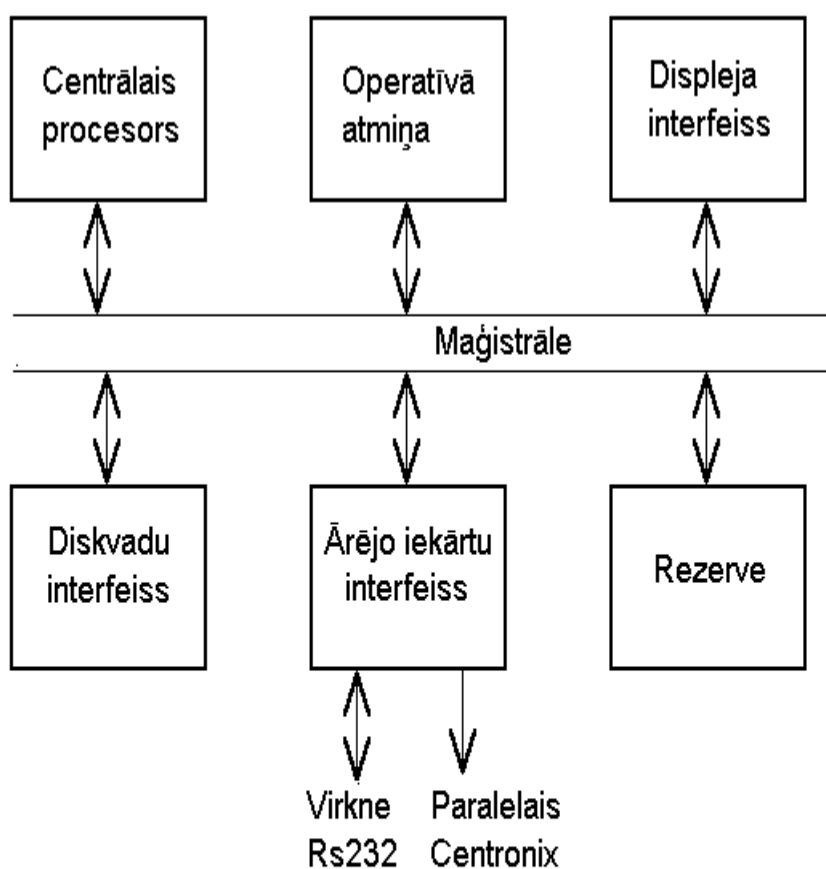
o maģistrālais uzbūves princips; (Pentium 1993.g., 3 milj. tranzistoru korpusā, 160 milj. operāciju/sekundē. 32 bitu adreses un 64 bitu datu maģistrāle, daudzlīmeņu datora maģistrāle: procesora, PCI un EISA).

o divu līmeņu mikroprogrammu vadība;
o komandu konveijerā vairākas komandas
o ir lietotāja un supervizora režīms
o komandu un datu keši.

Viss dators vienā korpusā lietošanai mazās sistēmās un vadībai.

1985.g. MC68020 realizē 32 bitu arhitektūru ar 16 bitu aparatūras līdzekļiem.

Programmatūrā lietotājam ikonas (Apple, MAC, PC).



2.4. zīm. PC XT klases datora struktūra

Piektā paaudze

Piektajai paaudzei izvirzītas prasības:

- * spējīgs ievadīt informāciju runas un grafiskā formā
- * izvadīt runu dabiskā valodā kā ekspertu slēdzienu ikdienas lietošanai.
- * spēja mācīties
- * veidot datoru tīklus
- * samazināt vajadzības programmēšanā.

Iespējamie ceļi:

- * speciāli korpusi dažādām vajadzībām;
- * zināšanu bāzes mašīnas;
- * paralēla skaitļošanas procesu izpildīšana;
- * multimedia.

Intel mikroprocesoru vēsture

8086 (1978)

- 16 bitu datu kopne;
- 20 bitu adrešu kopne;
- segmentētā atmiņas organizācija;

8080 (1980)

- Pamatā līdzīgs 8086 bet datu kopne tikai 8 biti;
- Pielietots IBM PC;

8087

- Matemātiskais processors kas paātrina peldošā punkta aritmētikas operācijas;

80286

- Pielietots IBM AT;
- 24 bitu adrešu kopne (16 MB);
- 16 bitu datu kopne;
- Aizsargātais atmiņas režīms kurā OS var aizsargāt programmas dažādos atmiņas segmentos;

80386 (1985)

- 32 bitu reģistri;
- 80386 DX 32 bitu datu kopne;
- 80386 SX 16 bitu datu kopne;
- Uztur virtuālo atmiņu;

80486

- 486SX CPU bez peldošā punkta mezgla;
- 486DX CPU ar iebūvētu peldošā punkta mezglu;
- uztur paralēlo darbību izpildi (līdz piecām vienlaicīgām darbībām);
- 8K liels pirmā līmeņa kešs kopējs datiem un kommandām;

Pentium

- Atsevišķs 8K kešs datiem un kommandām;
- Zarojumu paredzēšanas mezgls;
- 32 bitu adrešu kopne;
- 64 bitu iekšējā datu kopne;

- MMX kommandas kas ļauj izpildīt aritmētiskās darbības ar 8,16 vai 32 bitu vektoriem;
- Superskalārā arhitektūra ar diviem paralēliem izpildes mezgliem;

Pentium PRO

- Vairāku zarojumu paredzēšanas mezgls;
- 'Spekulatīvā' komandu izpilde;
- Reģistru nozīmes dinamiskā maiņa;
- Pamats P6 kodolam;

Pentium II (1997)

- P6 kodols ar MMX kommandām;
- SEC savienojums;

Celeron

- Pentium II ar samazinātu vai vispar bez otrā līmeņa kešatmiņas;
- Paredzēts 'lētajiem' datoriem;

Pentium III

- SIMD komandas (SSE);
- Izpilda peldošā punkta darbības ar vektoriem līdz 32 biti;
- Astoņi 128 bitu reģistri kuros var uzglabāt četrus 32 bitu vesalos vai peldošā punkta skaitļus;
- Kešs uz paša procesora kristāla;

Pentium IV

- Vairāki ALU;
- SSE2 komandas;
- Parstrādāts kodols lai varētu palielināt takts frekvenci;

Itanium

- EPIC (Explicit Parallel Instruction Computing);
- 128 bitu reģistri un datu kopne;
- 41 bitu garas komandas kas tiek apvienotas pa 3 + pieci biti iegūstot 128 bitu komandas;