Operatsioonisüsteemide ehitus

Varmo Vene
varmo@cs.ut.ee

Meelis Roos
mroos@ut.ee

Arvutiteaduse Instituut
Tartu Ülikool

---

sügis 2004

Kirjandus

- A. S. Tanenbaum. Modern Operating Systems. 2nd ed. Prentice Hall. 2001.
- G. Nutt. Operating Systems: A Modern Perspective. 3rd ed. Addison-Wesley. 2003.
- A. Silberschatz, P. B. Galvin, G. Gagne. Operating System Concepts. 6th ed. John Wiley & Sons. 2002.
- Kursuse veebileht:
  `http://www.cs.ut.ee/~varmo/OS2004/`
- Kursuse list:
  `ati.osehitus@lists.ut.ee`

Kursuse kava

- Arvutisüsteemi ja operatisioonisüsteemi struktuur
- Sisend-väljundseadmed
  - Salvestussüsteemid, võrgu struktuur, . . .
- Failisüsteem
  - Failisüsteemi liides ja realisatsioon
- Mäluhaldus
  - Põhimäluhaldus, virtuaalmälu
- Protsesside haldus
  - Protsessid ja lõimed
  - Protsessoriaja jagamine, sünkroniseerimine, tupikud
- . . .

Operatsioonisüsteemi komponendid

- Protsessihaldus
- Põhimäluhaldus
- Failide haldus
- I/O süsteemi haldus
- Sekundaarse salvestusruumi haldus
- Võrgu tugi
- Kaitsesüsteem
- Käsuinterpretaator

Protsessihaldus

- Protsess on täitmisel olev programm
- Protsess vajab oma tööks ressursse (protsessoriaeg, mälu, failid, I/O seadmed)
- Operatsioonisüsteem vastutab protsessihaldusel järgmiste tegevuste eest:
  - Protsesside loomine ja hävitamine
  - Protsesside peatamine ja jätkamine
  - Protsesside sünkroniseerimise mehhanismid
  - Protsessidevahelise side mehhanismid
  - Tupikute haldamise mehhanismid

Mäluhaldus

- Mälu on suur massiiv sõnadest või baitidest, igal oma aadress; kiiresti kättesaadav protsessori ja I/O seadmete poolt
- Põhimälu läheb kaotsi masina rikke või väljalülitamise korral
- Operatsioonisüsteem vastutab mäluhalduse järgmiste tegevuste eest:
  - Arve pidamine selle üle, millised mälualad on hetkel kasutuses ja kelle poolt
  - Otsustamine, missuguseid protsesse mälu vabanedes mällu laadida
  - Mälu hõivamine ja vabastamine, kui protsessid seda küsivad

Failihaldus

- Fail on kogumik infot omavahel seotud asjadest
- Konkreetse faili struktuuri defineerib faili looja
- Enamasti hoitakse failides programme (nii lähtetekstina kui binaarkujul) ja andmeid
- Operatsioonisüsteem vastutab failihalduses järgmiste tegevuste eest:
  - Failide loomine ja kustutamine
  - Kataloogide loomine ja kustutamine
  - Tugi failide ja kataloogidega manipuleerimise primitiividele
  - Failide sekundaarsetele salvestusseadmetele jagamine
  - Failide varukoopia tegemise organiseerimine

I/O süsteem

- I/O süsteem koosneb:
  - I/O puhvrite süsteemist
  - Vahemälu (*cache*) haldamise süsteemist
  - Üldisest seadmedraiverite liidesest
  - Konkreetsete seadmete draiveritest

Sekundaarse salvestusruumi haldus

- Põhimälu ei säili pärast voolukatkestust ning ei mahuta kõiki vajaminevaid programme ja andmeid
- Seetõttu tuleb vajaliku info säilimiseks kasutada sekundaarset salvestusruumi
- Kettad, magnetlindid, jne
- Operatsioonisüsteem vastutab failihalduses järgmiste tegevuste eest:
  - Vaba ruumi üle arvepidamine
  - Ruumi jagamine
  - Kettapöörduste planeerimine

Kaitsemehhanismid

- Kaitsemehhanismid kontrollivad juurdepääsu süsteemi ja kasutaja ressurssidele programmide, protsesside või kasutajate poolt
- Kaitsemehhanism peab:
  - Eristama autoriseeritud ja autoriseerimata kasutajaid
  - Määrama juurdepääsureeglid
  - Need reeglid kehtestama

Käsuinterpretaator

- Palju käske, mis operatsioonisüsteemile antakse, on operatsioonisüsteemi endaga seotud juhtimiskäsud:
  - Protsesside loomine
  - I/O operatsioonid
  - Põhimäluhaldamine
  - Failisüsteemi manipuleerimine
  - Kaitsemehhanismid
  - Võrguoperatsioonid
- Käsuinterpretaator — programm süsteemi juhtimiseks, mis suhtleb kasutajaga
- Näide: UNIX'i shell, MS-DOS'i COMMAND.COM, MacOS'i GUI+Finder, Windows'i GUI+Explorer

Operatsioonisüsteemi teenused

- Teenused, mida operatsioonisüsteem pakub programmidele
- Programmide täitmine (mällu laadimine ja käivitamine)
- I/O operatsioonid — kuna programmid ei saa enamasti otse välisseadmete poole pöörduda, peab OS selleks teenuseid pakkuma
- Failisüsteemi manipuleerimine — failide loomine, kustutamine, lugemine, kirjutamine, kataloogioperatsioonid
- Side — andmevahetus protsesside vahel (samas või erinevates arvutites), realiseeritakse teadete saatmisega või jagatud mäluga
- Vigade avastamine — protsessori, mälu, I/O seadmete ja kasutajaprogrammide vigade avastamine ja neile adekvaatselt reageerimine

Operatsioonisüsteemi lisafunktsioonid

- Mitte kasutajale orienteeritud, vaid süsteemi enda paremaks funktsioneermiseks
- Ressursside hõivamine ja vabastamine
- Arvepidamine — kes kuipalju ja missuguseid ressursse on kasutanud (arvete esitamiseks, statistika jaoks)
- Kaitse ja turvalisus

Süsteemifunktsioonid

- Süsteemifunktsioonid on liideseks töötava programmi ja operatsioonisüsteemi tuuma vahel
- Enamasti eksisteerivad assemblerkeele tasemel
- Tihti otse saadaval ka süsteemprogrammeerimise keeltes (C, C++)
- Kolm parameetrite edastamise viisi:
  - Parameetrid registrites
  - Parameetrid mälutabelis, fikseeritud registris tabeli aadress
  - Parameetrid magasinis
- API — Application Programming Interface
- ABI — Application Binary Interface

Süsteemifunktsioonide levinumad tüübid

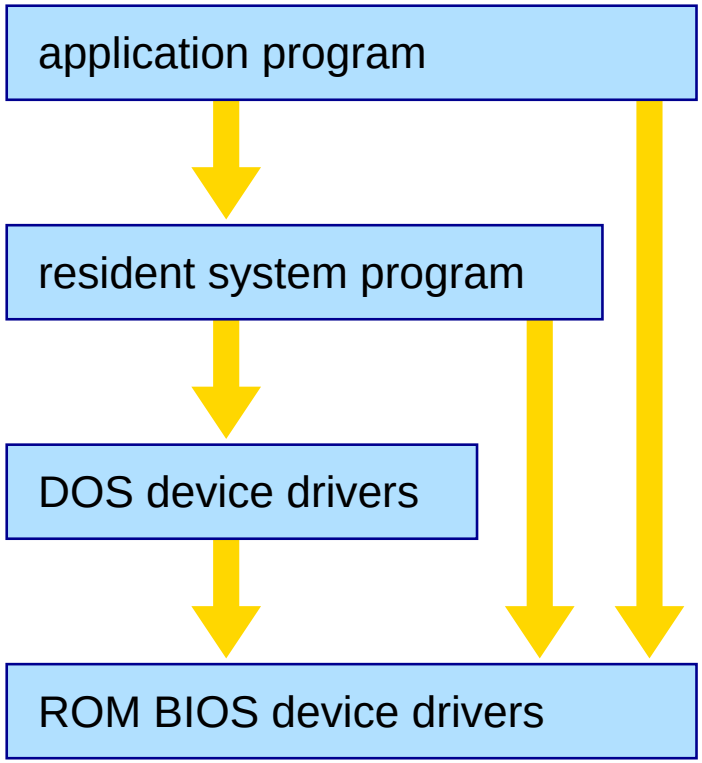
- Protsessihaldus
- Failihaldus
- Seadmete haldus
- Üldinfo
- Side

Süsteemsed programmid

- Aitavad luua mugavat keskkonda rakendusprogrammide jooksutamiseks ja arenduseks
- Annavad juurdepääsu süsteemifunktsioonidele ja teenustele kasutajale kättesaadaval kujul
- Kasutaja vaade süsteemile on enamasti defineeritud just süsteemsete programmide kaudu
- Operatsioonisüsteemi tuuma vaatepunktist on tegu harilike rakendusprogrammidega
  - Failide manipuleerimiseks
  - Staatusinfo jagamine
  - ...
- Osa süsteemseid programme on vahel realiseeritud käsuinterpretaatori osana

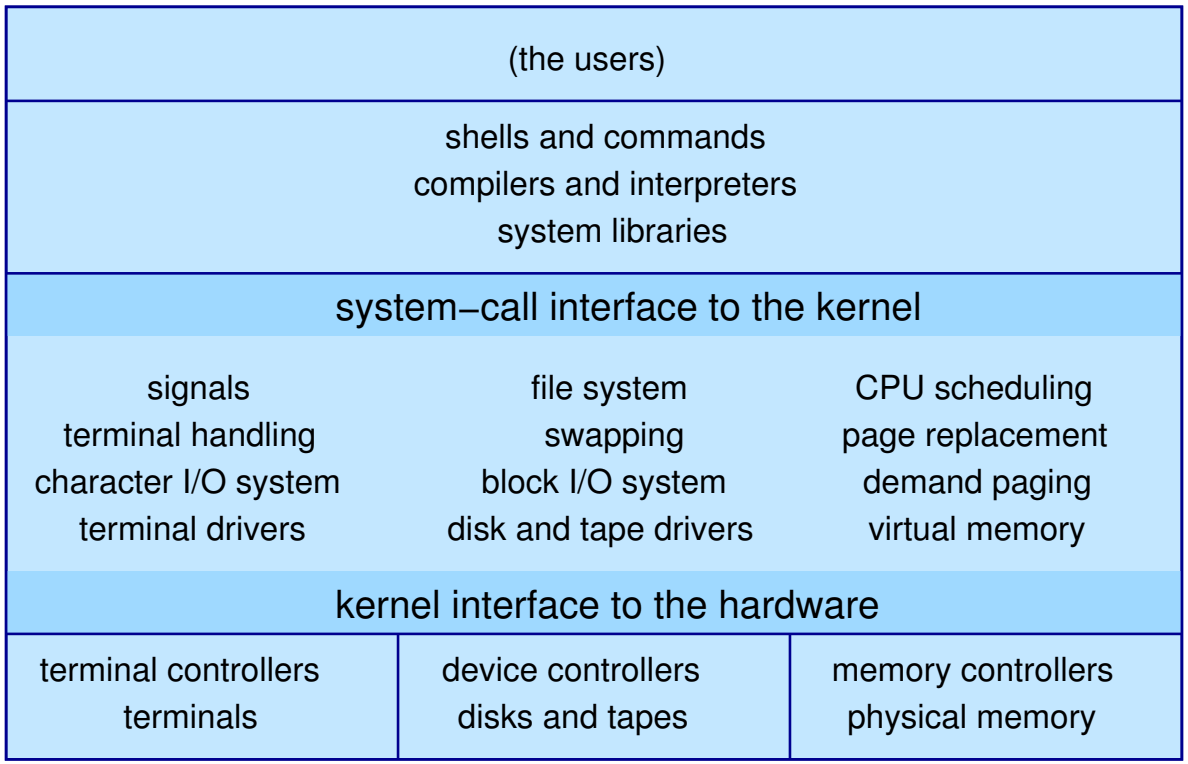
Struktuur: MS-DOS

- Kirjutatud nii, et saada maksimaalset funktsionaalsust vähese mälukasutusega
- Pole mooduliteks jagatud
- Mõningane sisemine struktuur olemas, kuid liidesed ja funktsionaalsus pole eraldatud
- Rakendused laiendavad opsüsteemi nagu heaks arvavad



Struktuur: originaalne UNIX

- UNIX oli samuti piiratud riistvara funktsionaalsusega
- Natuke struktuurne, kuid endiselt monoliitne
- Kaks eraldiseisvat osa: süsteemprogrammid ja tuum
- Tuum on kõik, mis jääb allapoole süsteemifunktsioonide liidest



Kihiline lähenemine

- Opsüsteem on jagatud mingiks arvuks kihtideks (tasemeteks)
- Iga kiht kasutab eelmiste kihtide teenuseid
- Alumine kiht on riistvara
- Ülemine kiht on kasutajaliides
- Modulaarsus: iga kiht kasutab ainult alumiste kihtide operatsioone ja teenuseid
- Näide: OS/2

Mikrokernel

- Võimalikult suur osa tuumast tõstetakse moodulitena kasutaja tasemele
- Moodulite vahel käib side teadete edastamise abil
- Plussid:
  - Lihtsam laiendada
  - Lihtsam uuele arhitektuurile portida
  - Töökindlam (vähem koodi töötab kerneli moodis)
  - Turvalisem
- Näited: Tru64 UNIX, MacOS X, QNX, natuke ka Windows NT

Virtuaalmasinad

- Kihilise süsteemi loogiline jätk
- Kõiki allapoole jäävaid kihte vaadeldakse lihtsalt kui riistvara, mis antud kihil kasutada on
- Virtuaalmasin annab klientmasinatele tegeliku riistvaraga identse liidese
- Tekitab illusiooni paljudest protsessidest, millest igaüks jookseb oma protsessoril, jooksutab seal oma operatsioonisüsteemi oma (virtuaal-) mäluga
- Selline klient-opsüsteem võib olla lihtne ühekasutajaoperatsioonisüsteem
- IBM üks põhitegijaid

Virtuaalmasinad

- Füüsilise masina ressurssse jagatakse virtuaalmasinate loomiseks
- Protsessori(te) jagamine jätab mulje, et kasutajatel on oma protsessorid
- Failisüsteem ja spuulimine annavad virtuaalsed kaardilugejad, kettad ja printerid
- Harilik ajajaotussüsteemi kasutav terminal on virtuaalmasina konsooliks
- Jagatud kettad (*minidisk*)
- Virtuaalsed võrguliidesed virtuaalmasinate vahel suhtlemiseks

Virtuaalmasinate head ja vead

- Täielik kaitse süsteemi ressurssidele virtuaalmasinate isoleerituse tõttu
- Ressursse seetõttu otse jagada ei saa
- Teoreetiliselt võimas vahend opsüsteemide uurimiseks ja arendamiseks
- Keeruline realiseerida, kuna riistvara täpse koopia emuleerimine on raske ja vajab efektiivseks tööks spetsiaalset riistvara (täielikult virtualiseeritav protsessor)

Eksokernelid

- Virtuaalmasinate edasiarendus
- Seadmete pöördusi ei tõlgita (enam pole igal klientsüsteemil oma 0-aadressi)
- Erinevatele protsessidele antakse erinevad aadressivahemikud
- Nendest aadressivahemikest kinni pidamist kontrollitakse tuuma tasemel
- Vähem lisavõhma tõlkimise peale