OS MMXX

MIT ;)

https://pdos.csail.mit.edu/6.828/2020

Struktura prednasky

- 1. motivacia
- 2. struktura predmetu
- 3. uvod do os
- 4. systemove volania

1. cast: MOTIVACIA

Ciele predmetu

- Detailnejsie pochopenie OS
- Ako:
  - Navrh
  - Implementacia
- malilinkatY OS ;)

Naco je dobry OS

- Aplikacie (izolacia ↔ zdielanie)
- Sluzby (hw → app, spravodlivost)
- Hardver (vykon)

Co chcu aplikacie od OS

- Pristup k hardveru, co vyzaduje:
  - Abstrakciu hardveru (problem ovladacov)
  - Multiplexovanie hw medzi aplikaciami
- Izolovanie poskodenych aplikacii od zvysku OS
- Komunikaciu medzi sebou

Ake sluzby od OS ocakavame

- Procesy
- Pamat
- Pristup ku suborom
- Adresarova struktura
- Bezpecnost
- Siet
- Viaceri pouzivatelia
- Komunikacia medzi aplikaciami (IPC)
- ...

Co znamena abstrakcia hw?

- Pristup ku hw spravovany jadrom na zaklade ziadosti aplikacie
- Jednotne rozhranie k roznym zariadeniam toho isteho typu (zbernica)
- Programator ovladaca sa moze sustredit iba na jednu cast OS

Ako vyzera abstrakcia OS?

- Aplikacie vyuzivaju sluzby jadra cez tzv. systemove volania (syscalls)

- Priklad z Unix systemov:

```
fd = open(“subor.txt”,1);
write(fd, “ahoj svjete!\n”, 13);
pid = fork();
```

Preco sa venovat takejto oblasti?

- Sklbenie vedomosti: AlPr, PT, OOP
- Cielom je vidiet realny program (jadro), ktory:
  - Musi byt extremne efektivny (rychlost), ale na druhej strane dostatocne abstraktny (prenositelny na ine platformy)
  - Musi byt vykonny (vela sluzieb a moznosti), ale pritom jednoduchy (zlozeny z jednoducho nahraditelnych blokov)

Preco sa venovat takejto oblasti?

- Naucit sa mysliet, spravne navrhovat a implementovat algoritmy, ktore medzi sebou spolupracuju
- Vyuzit vsetky doteraz ziskane vedomosti a sklbit ich
- OS je najkomplexnejsi program vobec

Linux 4.8-rc7 19.9.2016

```
y@ellYah:/usr/src/linux-4.8-rc7$ cloc .
   55460 text files.
   54971 unique files.
    9923 files ignored.

http://cloc.sourceforge.net v 1.56  T=192.0 s (235.7 files/s, 106196.6 lines/s)
-------------------------------------------------------------------------------
Language                     files          blank        comment           code
-------------------------------------------------------------------------------
C                            23425        2258325        2074816       11503172
C/C++ Header                 17771         433230         741250        2835111
Assembly                      1433          48266          63102         294019
make                          2217           8254           7915          34510
Perl                            49           5183           3760          27188
Bourne Shell                   201           2199           3513          11559
Python                          44           1579           1917           9262
yacc                             8            655            355           4327
HTML                             3            512              0           4289
lex                              8            299            289           1894
ASP.Net                         19            133              0           1615
Bourne Again Shell              46            355            260           1585
C++                              1            231             58           1581
awk                             10            132            131           1138
NAnt scripts                     2            128              0            475
Pascal                           3             49              0            231
Lisp                             1             63              0            218
Objective C++                    1             55              0            189
m4                               1             15              1             95
XSLT                             6             13             27             71
vim script                       1              3             12             27
CSS                              1             12             22             25
sed                              2              0             25             16
Teamcenter def                   1              0              2              6
-------------------------------------------------------------------------------
SUM:                         45254        2759691        2897455       14732603
-------------------------------------------------------------------------------
```

Linux 4.13.1 10.9.2017

```
y@ellYah:/usr/src/linux-4.13.1$ cloc .
   60545 text files.
   60002 unique files.
   11247 files ignored.

http://cloc.sourceforge.net v 1.56  T=211.0 s (232.3 files/s, 108178.4 lines/s)
```

Language	files	blank	comment	code
C	25241	2468666	2227885	12531579
C/C++ Header	19482	484063	907454	3641969
Assembly	1434	49263	64821	298076
make	2362	8582	8151	36990
Perl	50	5061	3707	26293
Bourne Shell	246	3091	4180	15853
Python	72	2099	2426	12018
HTML	3	565	0	4730
yacc	9	682	357	4530
lex	8	302	301	1906
C++	7	287	71	1838
ASP.Net	32	158	0	1808
Bourne Again Shell	47	384	312	1713
awk	12	185	170	1510
NAnt scripts	2	158	0	588
Pascal	3	49	0	231
Objective C++	1	55	0	189
m4	1	15	1	95
XSLT	5	13	26	61
CSS	1	14	23	35
vim script	1	3	12	27
Teamcenter def	1	0	2	6
sed	1	2	5	5
SUM:	49021	3023697	3219904	16582050

Linux 4.19-rc3 10.9.2018

```
y@ellYah:/mnt/data1/skola/os/2018/__prednasky/01/linux-4.19-rc3$ cloc .
   61684 text files.
   61262 unique files.
   12218 files ignored.

http://cloc.sourceforge.net v 1.56  T=225.0 s (219.2 files/s, 104909.5 lines/s)
-------------------------------------------------------------------------------
Language                     files          blank        comment           code
-------------------------------------------------------------------------------
C                            26078        2586063        2268480       13128894
C/C++ Header                 18861         492135         903746        3659127
Assembly                      1323          47331          61174         278057
make                          2386           8738           9443          37957
Bourne Shell                   376           6571           5894          28200
Perl                            55           5426           4004          27407
Python                         102           2775           2975          15979
HTML                             5            670              0           5497
yacc                             9            701            375           4648
lex                              8            326            315           2006
ASP.Net                         38            191              0           1981
C++                              7            286             77           1844
Bourne Again Shell              51            352            318           1722
awk                             11            170            155           1386
NAnt scripts                     2            155              0            588
Teamcenter def                   2             14              2            100
m4                               1             15              1             95
XSLT                             5             13             26             61
CSS                              1             18             27             44
vim script                       1              3             12             27
Ruby                             1              4              0             25
sed                              1              2              5              5
-------------------------------------------------------------------------------
SUM:                         49324        3151959        3257029       17195650
-------------------------------------------------------------------------------
```

Linux 5.3 16.9.2019

```
y@ellYah:/mnt/data1/skola/os/2019/prednasky/01/linux-5.3$ cloc .
   65218 text files.
   64765 unique files.
   13172 files ignored.

github.com/AlDanial/cloc v 1.70  T=227.84 s (228.6 files/s, 110043.8 lines/s)
-------------------------------------------------------------------------------
Language                     files          blank        comment           code
-------------------------------------------------------------------------------
C                            27407        2706938        2262021       13772088
C/C++ Header                 19656         523220         932408        4108616
Assembly                      1327          47356         101761         230264
JSON                           246              1              0         154515
Bourne Shell                   543          11429           8786          45784
make                          2508           9291          10602          40883
Perl                            56           5590           4069          27896
Python                         108           4374           4082          23575
YAML                           115           2076            659          11118
HTML                             5            656              0           5446
yacc                             9            698            361           4627
lex                              8            332            306           2013
C++                              8            300             82           1871
Bourne Again Shell              51            354            296           1748
awk                             11            171            148           1387
NAnt script                      2            145              0            545
Markdown                         2            133              0            423
Windows Module Definition        2             15              0            109
m4                               1             15              1             95
CSS                              1             27             28             72
XSLT                             5             13             26             61
vim script                       1              3             12             27
Ruby                             1              4              0             25
INI                              1              1              0              6
sed                              1              2              5              5
-------------------------------------------------------------------------------
SUM:                         52075        3313144        3325653       18433199
-------------------------------------------------------------------------------
```

Linux 5.9-rc6 21.9.2020

```
y@ellYah:~/Downloads/linux$ cloc .
   69961 text files.
   69491 unique files.
   13491 files ignored.

github.com/AlDanial/cloc v 1.70  T=244.08 s (231.5 files/s, 111430.5 lines/s)
-------------------------------------------------------------------------------
Language                     files          blank        comment           code
-------------------------------------------------------------------------------
C                            29197        2899589        2366428       14779106
C/C++ Header                 21121         588338        1022657        4640386
Assembly                      1275          45959          98965         225130
JSON                           287              0              0         165799
YAML                          1088          18476           4963          83572
Bourne Shell                   657          16812          11349          65983
make                          2592           9806          10864          44176
Perl                            60           6686           4767          34393
Python                         123           5345           4606          27918
yacc                             9            695            354           4755
lex                              9            349            304           2130
C++                              8            326             87           1934
Bourne Again Shell              52            338            297           1750
awk                             10            139            116           1051
NAnt script                      2            143              0            549
Windows Module Definition        2             15              0            109
m4                               1             15              1             95
CSS                              1             28             29             80
XSLT                             5             13             26             61
vim script                       1              3             12             27
Ruby                             1              4              0             25
INI                              1              1              0              6
sed                              1              2              5              5
-------------------------------------------------------------------------------
SUM:                         56503        3593082        3525830       20079040
-------------------------------------------------------------------------------
y@ellYah:~/Downloads/linux$
```

2016 → 2017

- +5000 novych suborov
- +220 000 riadkov komentarov
- +1 000 000 riadkov kodu v C
- +800 000 riadkov v hlavickovych suboroch C

- +4000 riadkov kodu v ASM !!!

2017 → 2018

- +1 500 novych suborov
- +37 125 riadkov komentarov
- +600 000 riadkov kodu v C
- +500 000 riadkov v hlavickovych suboroch C

- +20 000 riadkov kodu v ASM !!! (5x viac ako rok predtym)

2018 → 2019

- +3 500 novych suborov
- +68 000 riadkov komentarov
- +640 000 riadkov kodu v C
- +450 000 riadkov v hlavickovych suboroch C !!! (v roku 2018 iba 17 000)

- -50 000 riadkov kodu v ASM (odstranenie viacerych archaickych hw architektur)

2019 → 2020

- +4 400 novych suborov
- +200 000 riadkov komentarov
- +1 000 000 riadkov kodu v C
- +450 000 riadkov v hlavickovych suboroch C

- -5 000 riadkov kodu v ASM

- Rok 2019/2020 bol priblizne tak plodny ako rok 2016/2017 ;) a uz sme na 20 mil. riadkoch :D

S cim sa potykame v B-OS? xv6

```
os2019@os2019-VirtualBox:~/xv6-riscv-fall2020$ cloc kernel/
      46 text files.
      46 unique files.
       1 file ignored.

github.com/AlDanial/cloc v 1.82  T=0.04 s (1110.1 files/s, 155853.5 lines/s)
-------------------------------------------------------------------------------
Language                     files          blank        comment           code
-------------------------------------------------------------------------------
C                               24            674            804           3488
C/C++ Header                    17            133            157            738
Assembly                         4             32             78            214
-------------------------------------------------------------------------------
SUM:                            45            839           1039           4440
-------------------------------------------------------------------------------
```

2. cast: STRUKTURA PREDMETU

Struktura predmetu

- Stranka: https://uim.fei.stuba.sk/predmet/b-os
- Kurz podla MIT: https://pdos.csail.mit.edu/6.828

- Praca na predmete:
  - Priebezne programovanie uloh pocas semestra
  - Hodnotenie kazdy samostatne

Struktura predmetu

- Prednasky:
  - Zakladna teoria OS
  - Pohlad na implementaciu systemu xv6
- Cvicenia:
  - Systemove programovanie (systemove volania)
  - Zakladne veci OS (napr. sprava pamate)
  - Doplnanie funkcionality do xv6

Cvicenia a praca doma

- Praca na doma (DU) pozostava z 2 casti:
  - Priprava na dalsiu prednasku podla pokynov!!!
  - Vypracovanie uloh pre dany tyzden
- Ohodnocovanie cinnosti:
  - Nahodne (napr. kontrolou doma ako socialka)
  - Nepracovanie na ulohach pocas cvika → NZ (t.j. kto nechce pracovat na OS, nech ani na cviko radsej nejde, alebo nech sa nepripaja ku vysielaniu)

Pracovne prostredie

- Virtualka (odporucame Virtual Box)
- Debian (alebo Ubuntu alebo ina distro)
- Qemu (vlastne zostavenie vitane)
- Xv6 (cielove prostredie)

- Vlastne stroje! (alebo nejake v prenajme)

Hodnotenie (1)

- Akykolvek identifikovany pokus o podvod:
  - Disciplinarna komisia FEI STU
  - FX hodnotenie z predmetu

- Nutna (**nie postacujuca**) podmienka ziskania hodnotenia lepsieho nez FX
  - Vyplnenie evaluacie
  - Kontrola vyplnenia evaluacie moze byt (individualne) na konci semestra

Hodnotenie (2)

- Bonusy a malusy podla lubovole prednasajuceho a cviciaceho

- 2x 20b test pocas semestra v ramci seminara vo stvrtok o 8:00
  - 6. tyzden (stvrtok 29. oktober 2020)
  - 12. tyzden (stvrtok 10. december 2020)

- 1x 60b skuska

Obsah hodnotenia

- Cvicenia:
  - Pripravenost na cvicenie (cvicenia budu “meskat” jeden tyzden za prebranym ucivom!)
  - Pripravenost zdrojakov
  - Cvicenia su KONZULTACNE!
- Testy:
  - Vedomosti
- Prednasky:
  - Pripravenost na prednasku podla pokynov (napriklad nastudovat nejaku literaturu a pod.)

3. cast: UVOD DO OS

Ocakavania od OS

Ocakavania od OS

- Podpora viacerych veci SUCASNE

Ocakavania od OS

- Podpora viacerych veci SUCASNE
- Zdielanie a prerozdelovanie zdrojov hw (CPU pre procesy, pamat, disk, tlaciaren, mys, monitor, sietova karta...)

Ocakavania od OS

- Podpora viacerych veci SUCASNE
- Zdielanie a prerozdelovanie zdrojov hw (CPU pre procesy, pamat, disk, tlaciaren, mys, monitor, sietova karta...)
- Izolacia procesov (aby nemohol jeden nicit druhy len tak, z cirej zloby)

Ocakavania od OS

- Podpora viacerych veci SUCASNE
- Zdielanie a prerozdelovanie zdrojov hw (CPU pre procesy, pamat, disk, tlaciaren, mys, monitor, sietova karta...)
- Izolacia procesov (aby nemohol jeden nicit druhy len tak, z cirej zloby)
- Komunikacia procesov je vsak tiez potrebna

Poziadavky na OS

1) Multiplex
2) Izolovanie
3) Interakcia

Preco multiplex?

- Co keby sme nemali OS, ale kazda aplikacia by pomocou nejakej kniznice priamo pristupovala k hw, ktory potrebuje?

- Vid niektore vnorene (embedded) aplikacie

Preco multiplex?

- Ak by bola aplikacia jedina, OK

Preco multiplex?

- Ak by bola aplikacia jedina, OK

- Ak je ich viac, musela by byt kazda “slusna”, museli by spolupracovat (kooperativny multitasking (dnes oznacovany ako “asynchronne programovanie”)

Preco multiplex?

- Ak by bola aplikacia jedina, OK
- Ak je ich viac, musela by byt kazda “slusna”, museli by spolupracovat (kooperativny multitasking (dnes oznacovany ako “asynchronne programovanie”)
- Aplikacie su casto plne chyb... a nie su vzdy slusne

Preco izolacia?

- Aby sa zachovala “spravodlivost” pri pridelovani hw, oddelime aplikacie

Preco izolacia?

- Aby sa zachovala “spravodlivost” pri pridelovani hw, oddelime aplikacie
- Pristup aplikacii nie k hw, ale k abstrakcii hw cez sluzbu OS (priklad: pristup na disk cez system. volania open(), read(), write(), close())

Preco izolacia?

- Aby sa zachovala “spravodlivost” pri pridelovani hw, oddelime aplikacie
- Pristup aplikacii nie k hw, ale k abstrakcii hw cez sluzbu OS (priklad: pristup na disk cez system. volania open(), read(), write(), close())
- Vyhody:
  - Abstraktnejsi pristup aplikacie (nemusi pouzivat cisla sektorov, ale mena suborov)
  - Nepride ku chybe pri praci s diskom

Preco interakcia?

- Ak mame izolovany beh aplikacie, ako by medzi sebou mohli priamo komunikovat?

Preco interakcia?

- Ak mame izolovany beh aplikacie, ako by medzi sebou mohli priamo komunikovat?

- Nepriamo cez sluzby OS:
  - Suborove popisovace (deskriptory)
  - Mapovanie pamate
  - Siet

Uzivatelsky priestor

- Silna izolacia si vyzaduje presne definovane API (pristupove body ku sluzbam jadra)

Uzivatelsky priestor

- Silna izolacia si vyzaduje presne definovane API (pristupove body ku sluzbam jadra)

- Aplikacia by nemala byt schopna pristupovat k internym datovym strukturam a instrukciam jadra

Uzivatelsky priestor

- Silna izolacia si vyzaduje presne definovane API (pristupove body ku sluzbam jadra)
- Aplikacia by nemala byt schopna pristupovat k internym datovym strukturam a instrukciam jadra
- CPU poskytuje hw podporu takejto ochrany

User / Kernel space

- Moderne CPU poskytuju minimalne 2 rezimy cinnosti

User / Kernel space

- Moderne CPU poskytuju minimalne 2 rezimy cinnosti:
  - **Kernel** mod (vsetky instrukcie CPU povolene), napriklad priamy pristup k zariadeniam

User / Kernel space

- Moderne CPU poskytuju minimalne 2 rezimy cinnosti:
  - **Kernel** mod (vsetky instrukcie CPU povolene), napriklad priamy pristup k zariadeniam
  - **User** mod (nie vsetky instrukcie CPU povolene); ak aplikacia v tomto mode skusi vykonat privilegovanu instrukciu, vyvola sa vynimka a OS ma moznost “prehovorit do duse” tejto apke. Zvacsa tym, ze zneutralizuje jej existenciu ;)

User / Kernel space

- Aplikacia beziaca v rezime “user mod” bezi v tzv. priestore uzivatela (“**user space**”)

- Program beziaci v rezime CPU “kernel mod” sa vykonava v tzv. priestore jadra (“**kernel space**”)
- V pripade OS sa takemuto programu vravi “jadro” - angl. “**kernel**”

Co vsetko ma bezat v jadre?

- Vsetky sys volania? → monoliticke jadro
  - Vsetko potrebne v jadre
  - Rozne casti jadra mozu priamo komunikovat (napr. spolocny buffer pre virtualnu pamat a suborovy system)
  - Problem je prave to, ze vsetko je v jadre a vsetko moze/chce komunikovat so vsetkym → komplexne rozhrania, sirenie chyb napriec celym jadrom
  - V pripade chyby hrozi pad celeho jadra a tym systemu, vyzaduje sa restart pocitaca

Co vsetko ma bezat v jadre?

- Minimalna funkcionalita → mikrokernel
  - Sluzby OS bezia v priestore uzivatela, vtedy sa taketo aplikacie volaju servery
  - Na vyuzivanie sluzieb serverov je definovane rozhranie, tzv. posielanie sprav serverom
  - Funkcionalita mikrojadra: spustanie aplikacii, posielanie sprav, spristupnovanie hw

Priklady z praxe

- Linux
  - Monoliticke jadro
  - Niektore sluzby v user space (graficky subsystem)
- Xv6
  - Monoliticke jadro
  - Tak malo sluzieb, ze jadro je mensie ako niektore mikrojadra ;)

4. cast: Systemove volania

Systemove volania

- Priklady systemovych volani ukazane v xv6

Systemove volania

- Priklady systemovych volani ukazane v xv6
- Xv6 ma tradicny navrh podla UNIX

Systemove volania

- Priklady systemovych volani ukazane v xv6
- Xv6 ma tradicny navrh podla UNIX, ale uplne jednoduchy; nutne prestudovat a porozumiet knihe o xv6 (ako a preco)

Systemove volania UNIX

- Priklady systemovych volani ukazane v xv6
- Xv6 ma tradicny navrh podla UNIX, ale uplne jednoduchy; nutne prestudovat a porozumiet knihe o xv6 (ako a preco)
- Preco UNIX?

Systemove volania UNIX

- Priklady systemovych volani ukazane v xv6
- Xv6 ma tradicny navrh podla UNIX, ale uplne jednoduchy; nutne prestudovat a porozumiet knihe o xv6 (ako a preco)

- Preco UNIX?
  - Dobra dokumentacia
  - Cisty navrh
  - Siroke nasadenie

Systemove volania UNIX

- Xv6 bezi na architekture RISC
- Preto ho treba spustat pomocou virtualizacie nastrojom Qemu

- (ukazka spustenia: make qemu)

SV read/write

- Prvy priklad systemovych volani: ‘copy.c’
- Kopiruje vstup na vystup ;)

SV read/write

- Prvy priklad systemovych volani: ‘copy.c’
- Kopiruje vstup na vystup ;)
- Napisany v jazyku C

SV read/write

- Prvy priklad systemovych volani: ‘copy.c’
- Kopiruje vstup na vystup ;)
- Napisany v jazyku C
- Vyuziva 2 systemove volania: read a write

SV read/write

- Prvy argument je FD (file deskriptor)

SV read/write

- Prvy argument je FD (file deskriptor)
  - Informuje jadro, o ktory subor sa jedna
  - Subor, na ktory odkazuje, musi uz byt otvoreny!!!

SV read/write

- Prvy argument je FD (file deskriptor)
  - Informuje jadro, o ktory subor sa jedna
  - Subor, na ktory odkazuje, musi uz byt otvoreny!!!
  - V systeme UNIX je takmer “vsetko” subor (subor, znakove zariadenie, blokove zariadenie, soket...)

SV read/write

- Prvy argument je FD (file deskriptor)
  - Informuje jadro, o ktory subor sa jedna
  - Subor, na ktory odkazuje, musi byt otvoreny!!!
  - V systeme UNIX je takmer “vsetko” subor (subor, znakove zariadenie, blokove zariadenie, soket…)
  - Proces (co to je?) moze mat otvorenych vela suborov, pouzivat vela deskriptorov

SV read/write

- Prvy argument je FD (file deskriptor)
  - Informuje jadro, o ktory subor sa jedna
  - Subor, na ktory odkazuje, musi byt otvoreny!!!
  - V systeme UNIX je takmer “vsetko” subor (subor, znakove zariadenie, blokove zariadenie, soket…)
  - Proces (?) moze mat otvorenych vela suborov, pouzivat vela deskriptorov
  - !!! **FD 0** “standard input”, **FD 1** “standard output”, **FD 2** “standard error output” !!!

SV read/write

- Druhy argument je pamatove miesto

SV read/write

- Druhy argument je pamatove miesto
  - Read(): kam sa ulozia udaje nacitane ZO suboru

SV read/write

- Druhy argument je pamatove miesto
  - Read(): kam sa ulozia udaje nacitane ZO suboru
  - Write(): skadial sa zoberu udaje pri zapise DO suboru

SV read/write

- Druhy argument je pamatove miesto
  - Read(): kam sa ulozia udaje nacitane ZO suboru
  - Write(): skadial sa zoberu udaje pri zapise DO suboru
- Treti argument je velkost (pocet bajtov!!!)
  - Pri citani (read) mozno nacitat menej, ale nie viac!
  - Podobne pri zapise (write)

SV read/write

- Navratova hodnota systemoveho volania read/write: pocet nacitanych/zapisanych bajtov

SV read/write

- Navratova hodnota systemoveho volania read/write: pocet nacitanych/zapisanych bajtov

- Read() a write() neriesia format udajov; UNIX I/O su v binarnej forme retazce bajtov (1B = 8b)
- Interpretacia prudu bajtov ostava na aplikacii

SV read/write

(ukazka behu aplikacie a kod aplikacie copy.c)

SV open

- Skadial sa beru suborove popisovace (ako sa v uzivatelskom programe ziska/nastavi hodnota premennej fd)?

SV open

- Priklad: open.c, vytvorenie suboru

SV open

- Priklad: open.c, vytvorenie suboru
  - ./open
  - ./cat output.txt

SV open

- Priklad: open.c, vytvorenie suboru
  - ./open
  - ./cat output.txt
- FD je male cele cislo, startuje sa od 0

SV open

- Priklad: open.c, vytvorenie suboru
  - ./open
  - ./cat output.txt
- FD je male cele cislo, startuje sa od 0
- FD je indexom do tabulky procesu (?) (o tuto tabulku sa stara jadro OS)

SV open

- Priklad: open.c, vytvorenie suboru
  - ./open
  - ./cat output.txt
- FD je male cele cislo, startuje sa od 0
- FD je indexom do tabulky procesu (?) (o tuto tabulku sa stara jadro OS)
- Kazdy proces ma vlastnu tabulku! (napr. fd 3 ukazuje na rozlicne subory v roznych procesoch)

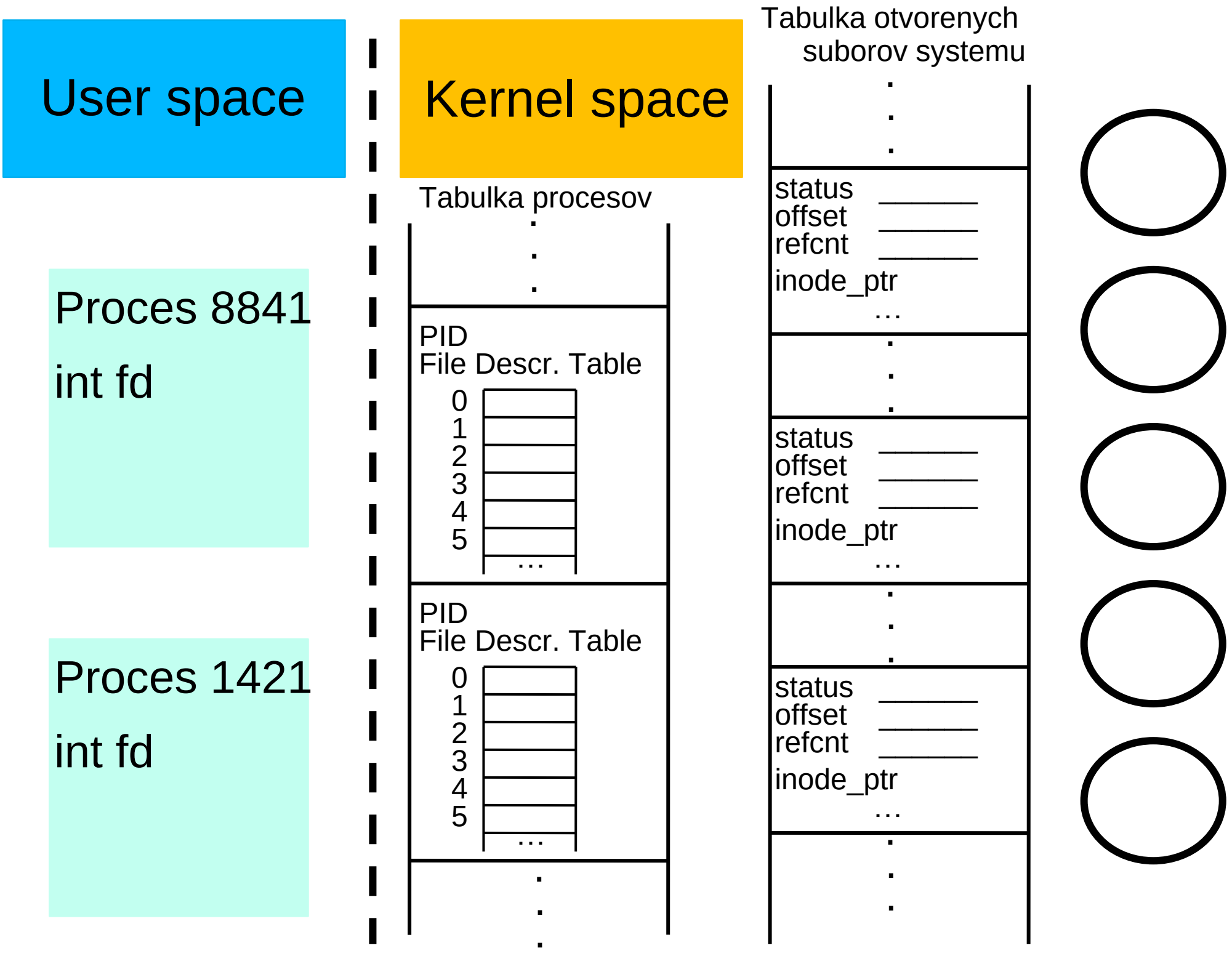
SV open

- Pozor na kontrolu chyb!!!
- Prikladiky na prednaske tuto kontrolu neobsahuju (pre jednoduchost a nazornost jadra funkcionality)

SV open

- Pozor na kontrolu chyb!!!
- Prikladiky na prednaske tuto kontrolu neobsahuju (pre jednoduchost a nazornost jadra funkcionality)

- User/kernel diagram pre open
- Man 2 open
- Prikladiky open.c, cat.c


User space
Kernel space
Tabulka otvorenych suborov systemu
Tabulka procesov
Proces 8841
int fd
Proces 1421
int fd
PID
File Descr. Table
0
1
2
3
4
5
…
PID
File Descr. Table
0
1
2
3
4
5
…
status
offset
refcnt
inode_ptr
…
status
offset
refcnt
inode_ptr
…
status
offset
refcnt
inode_ptr
…

SV open

- Co vsetko sa udeje pri vyvolani systemoveho volania (v nasom pripade open)?

SV open

- Co vsetko sa udeje pri vyvolani systemoveho volania (v nasom pripade open)?

- Z pohladu uzivatela ide o akoby funkciu, ale v podstate sa jedna o specialnu instrukciu procesora s nejakymi parametrami

SV open

- Hw uchova registre procesora

SV open

- Hw uchova registre procesora
- Hw zvysi uroven opravneni procesora

SV open

- Hw uchova registre procesora
- Hw zvysi uroven opravneni procesora
- Hw zabezpeci vyvolanie vstupneho bodu do jadra OS

SV open

- Hw uchova registre procesora
- Hw zvysi uroven opravneni procesora
- Hw zabezpeci vyvolanie vstupneho bodu do jadra OS
- Vyvola sa funkcia na spracovanie open() (moze to chvilku trvat – praca s diskom, aktualizacia dat jadra ako tabulka FD, vyrovnavacia pamat)

SV open

- Hw uchova registre procesora
- Hw zvysi uroven opravneni procesora
- Hw zabezpeci vyvolanie vstupneho bodu do jadra OS
- Vyvola sa funkcia na spracovanie open() (moze to chvilku trvat – praca s diskom, aktualizacia dat jadra ako tabulka FD, vyrovnavacia pamat)
- Obnovia sa registre procesora pre proces

SV open

- Hw uchova registre procesora
- Hw zvysi uroven opravneni procesora
- Hw zabezpeci vyvolanie vstupneho bodu do jadra OS
- Vyvola sa funkcia na spracovanie open() (moze to chvilku trvat – praca s diskom, aktualizacia dat jadra ako tabulka FD, vyrovnavacia pamat)
- Obnovia sa registre procesora pre proces
- Znizi sa uroven opravneni procesora

SV open

- Hw uchova registre procesora
- Hw zvysi uroven opravneni procesora
- Hw zabezpeci vyvolanie vstupneho bodu do jadra OS
- Vyvola sa funkcia na spracovanie open() (moze to chvilku trvat – praca s diskom, aktualizacia dat jadra ako tabulka FD, vyrovnavacia pamat)
- Obnovia sa registre procesora pre proces
- Znizi sa uroven opravneni procesora
- Obnovi sa bez procesu v uzivatelskom rezime

SV open

- Vid instrukcia ecall v *.asm suboroch priecinka user/
- Napriklad open.asm

Do buducej prednasky PRECITAT kapitolu 1 z knizky:

https://pdos.csail.mit.edu/6.828/2020/xv6/book-riscv-rev1.pdf

SV fork

- Zrod noveho procesu

SV fork

- Zrod noveho procesu
- Co je to shell?

SV fork

- Zrod noveho procesu

- Co je to shell?
- Program (utilitka) prikazoveho riadku urcena na komunikaciu s OS
- Velmi vela systemovych volani je dosiahnutelna (vykonatelna) pomocou tohto programu
- Jedna sa o povodne rozhranie s OS pre system UNIX

SV fork

- Pre kazdy prikaz napisany v programe shell sa vytvori novy proces (napr. echo ahoj)

SV fork

- Pre kazdy prikaz napisany v programe shell sa vytvori novy proces (napr. echo ahoj)
- Ako? Pomocou systemoveho volania “vidlicka”

SV fork

- Pre kazdy prikaz napisany v programe shell sa vytvori novy proces (napr. echo ahoj)
- Ako? Pomocou systemoveho volania “vidlicka”
- Preco vidlicka?

SV fork

- Pre kazdy prikaz napisany v programe shell sa vytvori novy proces (napr. echo ahoj)
- Ako? Pomocou systemoveho volania “vidlicka”
- Preco vidlicka? Lebo sa proces rozdvoji! Skopiruju sa instrukcie, udaje, registre, tabulka FD, ostatne interne udaje o procese...

SV fork

- Pre kazdy prikaz napisany v programe shell sa vytvori novy proces (napr. echo ahoj)
- Ako? Pomocou systemoveho volania “vidlicka”
- Preco vidlicka? Lebo sa proces rozdvoji! Skopiruju sa instrukcie, udaje, registre, tabulka FD, ostatne interne udaje o procese…
- Bude jestvovat iba jedina odlisnost, a to PID; novo vytvoreny proces dostane novy identifikator v OS

SV fork

- Ako sa potom odlisia rodic a dieta, ako vobec zacne potomok “zit”? Ako sa “narodi”?

SV fork

- Ako sa potom odlisia rodic a dieta, ako vobec zacne potomok “zit”? Ako sa “narodi”?
- Zvlastnostou systemoveho volania fork je to, ze jeden krat je vyvolane (rodic zavola fork()), ale dva krat sa vykona navrat z jadra OS!!!!!!!!!!!!!

SV fork

- Ako sa potom odlisia rodic a dieta, ako vobec zacne potomok “zit”? Ako sa “narodi”?
- Zvlastnostou systemoveho volania fork je to, ze jeden krat je vyvolane (rodic zavola fork()), ale dva krat sa vykona navrat z jadra OS!!!!!!!!!!!!!
- Raz pre rodica, druhy raz pre potomka

SV fork

- Ako sa potom odlisia rodic a dieta, ako vobec zacne potomok “zit”? Ako sa “narodi”?
- Zvlastnostou systemoveho volania fork je to, ze jeden krat je vyvolane (rodic zavola fork()), ale dva krat sa vykona navrat z jadra OS!!!!!!!!!!!!!
- Raz pre rodica, druhy raz pre potomka
- Ako ich odlisime, ked vykonavaju rovnaky kod (kedze sa potomkovi skopiroval kod rodica?)

SV fork

- Odlisuje ich navratova hodnota volania fork

SV fork

- Odlisuje ich navratova hodnota volania fork

- <0 znamena chybu
- >0 znamena rodica
- =0 znamena potomka

SV fork

- Odlisuje ich navratova hodnota volania fork

- <0 znamena chybu
- >0 znamena rodica
- =0 znamena potomka

pid = fork()

if (pid == 0) → dieta

if (pid > 0) → rodic

SV fork

(ukazka fork.c a forkwait.c)

SV fork

- Pomocou fork() vieme zduplikovat proces programu shell… ale ako spustime nejaky program?

SV exec

- Nahradenie aktualneho procesu inym zo suboru na disku

SV exec

- Ako shell spusti prikaz ‘echo ahoj’?

SV exec

- Ako shell spusti prikaz ‘echo ahoj’?
- Program echo je ulozeny niekde na disku (instrukcie programu spolu s inicializovanymi udajmi od prekladaca a linkera)

SV exec

- Volanie exec() nahradi v pamati (RAM) aktualny proces instrukciami noveho procesu; tieto instrukcie sa nacitaju z disku; ako sa to deje?

SV exec

- Volanie exec() nahradi v pamati (RAM) aktualny proces instrukciami noveho procesu; tieto instrukcie sa nacitaju z disku; ako sa to deje?
  - Zrusia sa instrukcie a data aktualneho procesu, ktory vyvolal exec()
  - Nahraju sa do pamate RAM instrukcie a data novo spustaneho procesu z disku
  - Zachovaju sa niektore interne udaje patriace k procesu, ktory vyvolal exec() (napr. tabulka FD)

SV exec

- exec(program_na_disku, argumenty_programu)

SV exec

- exec(program_na_disku, argumenty_programu)

- argumenty_programu sa odovzdaju funkcii main()
- Vid echo.c ako sa manipuluje s argumentami

SV exec

- Priklad forkexec
  - Fork() vytvori kopiu rodica
  - Exec() sa spusti v potomkovi
  - Wait() v rodicovi caka na ukoncenie potomka

SV exec

- Priklad forkexec
  - Fork() vytvori kopiu rodica
  - Exec() sa spusti v potomkovi
  - Wait() v rodicovi caka na ukoncenie potomka

- Shell vykonava sekvenciu fork-exec-wait pre kazdy zadany prikaz (wait sa moze vynechat, ak chceme spustat prikaz ‘na pozadi’, t.j. asynchronne)

Priklad redirect

- Presmerovanie vystupu programu do suboru na disku (miesto vypisania na monitore)

Priklad redirect

- Presmerovanie vystupu programu do suboru na disku (miesto vypisania na monitore)

- Co sa deje pri ‘echo ahoj > output.txt’?

Priklad redirect

- Presmerovanie vystupu programu do suboru na disku (miesto vypisania na monitore)

- Co sa deje pri ‘echo ahoj > output.txt’?
  - Fork v rodicovi (shell); wait v rodicovi
  - **Zmena FD 1**, exec ‘echo’ v potomkovi

Priklad redirect

- Opakovanie: fd 0, fd 1, fd 2 !!!!!!

Priklad redirect

- Opakovanie: fd 0, fd 1, fd 2 !!!!!!
- Poucenie: SV open() pouzije vzdy NAJMENSI volny (t.j. aktualne nepouzity) index do tabulky FD !!!!!!!

Priklad redirect

- Dosledok 1:
  - Ak chceme nahradit fd 1 nasim suborom output.txt, musime vykonat operacie v nasledovnom poradi:
    1. close(1)
    2. open(‘output.txt’)

Priklad redirect

- Dosledok 1:
  - Ak chceme nahradit fd 1 nasim suborom output.txt, musime vykonat operacie v nasledovnom poradi:
    1. close(1)
    2. open(‘output.txt’)

- Dosledok 2:
  - Program echo nic ‘netusi’ o presmerovani!!!!!!
  - Vsetko sa deje na urovni programu shell

Priklad redirect

- Echo pracuje s deskriptormi 0 a 1:
  - Cita vzdy z fd 0
  - Zapisuje vzdy do fd 1

- Vdaka zachovaniu tabulky FD pri SV exec() vieme vymenit to, kam ‘ukazuje’ FD 1; echo stale bude pouzivat na vystup FD 1, ale v skutocnosti pojde vystup do suboru

Priklad redirect

(priklad redirect.c, echo.c)

Komunikacia medzi procesmi

Komunikacia medzi procesmi

- Pomocou rury

Komunikacia medzi procesmi

- Pomocou rury: ma 2 konce; jeden na citanie, druhy na zapis

Komunikacia medzi procesmi

- Pomocou rury: ma 2 konce; jeden na citanie, druhy na zapis
- Ako je rura ‘robena’ v programe shell?
  - $ ls | grep x

Komunikacia medzi procesmi

- Pomocou systemoveho volania pipe()

Komunikacia medzi procesmi

- Pomocou systemoveho volania pipe()
- Vytvori sa par FD (pri open iba jeden FD, pri pipe dva FD) !!!!!
  - Cita sa z prveho
  - Zapisuje sa do druheho

Komunikacia medzi procesmi

- Pomocou systemoveho volania pipe()
- Vytvori sa par FD (pri open iba jeden FD, pri pipe dva FD) !!!!!
  - Cita sa z prveho
  - Zapisuje sa do druheho

(priklad pipe1.c)

Komunikacia medzi procesmi

- Ak chcem pouzit ruru na komunikaciu medzi procesmi (na co ine by sme ju pouzili, ze?), musime spravne skombinovat SV fork() a pipe()

Komunikacia medzi procesmi

- Ak chcem pouzit ruru na komunikaciu medzi procesmi (na co ine by sme ju pouzili, ze?), musime spravne skombinovat SV fork() a pipe()
- Priklad ‘ls | grep x’:
  - Shell vytvori ruru
  - Shell urobi fork (2x!!!!) (jeden pre ls, druhy pre grep)
  - Nahradi fd 1 vo forku pre ls za zapisovaci koniec rury
  - Nahradi fd 0 vo forku pre grep za citaci koniec rury
  - Vykona exec pre ls a grep

Komunikacia medzi procesmi

- Obrazok prepojenia ‘ls | grep x’

(ukazka pipe2.c)

Citanie obsahu priecinka

Citanie obsahu priecinka

- Ako ls ziska zoznam suborov (poloziek) adresara?
- Adresar je iba specialny typ suboru; vieme ho otvorit a citat

(vid priklad list.c, ls.c)

Do buducej prednasky PRECITAT kapitolu 1 z knizky:

https://pdos.csail.mit.edu/6.828/2020/xv6/book-riscv-rev1.pdf

MIT ;)