

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

ОАС Софтверско инжењерство и информационе технологије

Организација података

Оперативни систем у раду над
подацима

Садржај

- **Увод**
- Простор на екстерном меморијском уређају
- Каталог
- Физичка размена података
- Спрега између програма и датотека
- Системски позиви
- Методе приступа
- Накнадна разматрања
- Ресурси

Увод

- Оперативни системи (Mogin, 2008)
 - оперативни системи је скуп програма и механизама који су намењени за управљање радом хардверских и софтверских ресурса рачунарског система
 - врсте оперативних система у односу на ниво услуга при управљању разменом података
 - **оперативни системи с услугама ниског нивоа**
 - **оперативни системи с услугама високог нивоа**

Увод

- Оперативни системи (Mogin, 2008)
 - врсте оперативних система у односу на ниво услуга при управљању разменом података
 - оперативни системи с услугама ниског нивоа
 - услуге ниског нивоа
 - услуге посвећене обезбеђењу меморијског простора за датотеку на екстерном меморијском уређају (ЕМУ) и управљању разменом података између оперативне меморије (ОМ) и ЕМУ
 - примери
 - разни савремени оперативни системи
 - оперативни системи фамилије *Unix*, оперативни системи фамилије *Linux*...

Увод

- Оперативни системи (Mogin, 2008)
 - врсте оперативних система у односу на ниво услуга при управљању разменом података
 - оперативни системи с услугама високог нивоа
 - услуге високог нивоа
 - услуге ниског нивоа
 - манипулација логичком структуром података датотеке
 - изградња посебних помоћних структура података за побољшање ефикасности коришћења датотеке
 - тражење у датотеци засновано на вредности података
 - примери
 - оперативни системи мејнфрејм рачунара

Увод

- Оперативни системи (Mogin, 2008)

- главни задачи рутине и механизама оперативног система које су посвећене управљању подацима
 - управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - управљање каталогом
 - припрема и управљање физичком разменом података између ОМ и ЕМУ
 - успостављање везе (спреге) с датотеком на ЕМУ
 - пружање услуга корисничким програмима путем системских позива за рад над датотекама
 - пружање услуга управљања и коришћења датотека с комплексном организацијом путем метода приступа
 - доступно у оперативним системима високог нивоа

Увод

- Оперативни систем

- датотечки систем

(Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023; Wirzenius et al., n.d.)

- датотечки систем (енгл. *file system*) је део оперативног система у чијој надлежности је управљање перзистентним подацима
 - два основна аспекта датотечког система
 - подаци
 - структуре података на ЕМУ за потребе организовања података и метаподатака
 - методе
 - операције путем којих могу над структурама података бити остварени системски позиви за потребе рада над датотекама
 - додатна значења појма датотечки систем
 - уређај или партиција где су ускладиштени подаци као датотеке
 - врста датотечког система

Увод

- Оперативни системи

(Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023; Wirzenius et al., n.d.; Linux Kernel Documentation, n.d.; BTRFS Documentation, n.d.; Microsoft, 2025)

- датотечки системи

- примери врста датотечких система

- *FFS (Fast File System)*
 - *ext (Extended Filesystem)*
 - *ext2*
 - *ext3*
 - *ext4*
 - *btrfs*
 - употреба *B*-стабала за складиштење метаподатака
 - *FAT (File Allocation Table)*
 - *HPFS (High Performance File System)*
 - *NTFS (NT File System)*

Увод

- Увод (Linux Kernel Archives, n.d.; Austin Common Standards Revision Group, 2020; Austin Common Standards Revision Group, n.d.)

- рад над подацима представљен на примерима оперативних система фамилија *Unix* и *Linux*
 - фамилија оперативних система *Linux*
 - оперативни систем *Unix* као узор
 - усмереност на компатибилност са стандардом *POSIX* (*Portable Operating System Interface*)
 - стандардизација оперативних система заснованих на оперативном систему *Unix*
 - основни циљ подршка развоју апликација које су портабилне на нивоу изворног кода

Садржај

- Увод
- **Простор на екстерном меморијском уређају**
- Каталог
- Физичка размена података
- Спрега између програма и датотека
- Системски позиви
- Методе приступа
- Накнадна разматрања
- Ресурси

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности
 - форматирање (форматирање ниског нивоа)
 - основна припрема уређаја
 - случај магнетних уређаја
 - постављање ознака за стазе и секторе на магнетни медијум
 - провера присуства неисправних сектора
 - често на нивоу уређаја аутоматски долази до избацивања неисправних сектора из употребе и њихове замене исправним секторима
 - обично већ изведено у фабрици производње уређаја

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности
 - партиционисање
 - поступак поделе простора уређаја на партиције
 - партиција представља део простора уређаја који даље може бити засебно уређиван
 - на различитим партицијама истог уређаја по потреби могу бити креирани различити датотечки системи, па даље постављани и различити оперативни системи
 - партиције могу бити креиране,brisане и мењане у погледу величине
 - помоћу посебних софтверских алата могуће је манипулисати партицијама уређаја

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности
 - партиционисање
 - табела партиција је структура која садржи основне податке о партицијама
 - примери података о партицији
 - обухваћени распон из простора уређаја
 - врста партиције у односу на оперативни систем и намену
 - контекст постојања табеле партиција
 - на нивоу уређаја
 - могуће и на нивоу појединачне партиције
 - случај проширене партиције, што је партиција која даље може бити партиционисана на логичке партиције

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности
 - партиционисање
 - табела партиција уређаја традиционално се налази у главном покретачком сектору (енгл. *master boot record, MBR*), који је и први сектор уређаја
 - покретачки сектори партиција су први сектори појединачних партиција уређаја
 - при покретању рачунарског система, основни улазно-излазни систем (енгл. *basic input-output system, BIOS*) користи садржај главног покретачког сектора
 - очекивано долази до учитавања табеле партиција уређаја и, на основу тога, учитавања покретачког сектора активне партиције (очекивано оне с постављеним оперативним системом)

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности
 - креирање датотечког система (форматирање високог нивоа)
 - помоћу посебних софтверских алата могуће је за дату партицију ЕМУ креирати нови (празни) датотечки систем одређене врсте
 - разна подешавања могу бити доступна, зависно од врсте датотечког система
 - нпр. величина блока
 - на ЕМУ долази до формирања структура података које су потребне за нови датотечки систем

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности (Mogin, 2008)
 - заузимање и ослобађање простора за податке
 - расподела простора за коришћење
 - потребно је разликовати који је део простора искоришћен за податке (заузет) а који је део неискоришћен (слободан)
 - инијално је простор у целости слободан
 - део слободног простора може бити заузет за потребе смештања података датотеке
 - када део заузетог простора више није потребан за одговарајућу датотеку, тај део може бити ослобођен
 - гранула представља јединицу простора за заузимање или ослобађање
 - гранула по капацитету може одговарати позитивном целобројном умношку капацитета сектора, блока, стазе или цилиндра

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности (Mogin, 2008)
 - заузимање и ослобађање простора за податке
 - радње које се тичу простора датотеке
 - додела простора за нову датотеку
 - проширивање простора постојеће датотеке
 - ослобађање простора постојеће датотеке
 - делимично или потпуно ослобађање
 - традиционални приступ је да датотеци буду додељене близке грануле

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности (Mogin, 2008)
 - заузимање и ослобађање простора за податке
 - потребно је одржавати податке о заузетој простору
 - примери механизама за евидентирање заузета простора (случај блока као грануле)
 - листа слободних блокова
 - слободни блокови су спречнути путем показивача у листу
 - једноставан механизам али потенцијално неефикасан
 - потребно пролажење кроз листу ради проналажења слободног блока који је близак блоковима датотеке
 - мапа статуса блокова
 - мапа садржи за сваки блок по једну вредност индикатора заузета (заузет или слободан), нпр. један бит по блоку
 - мапа је обично релативно мале величине и може бити доступна у ОМ

Простор на екстерном меморијском уређају

- Управљање простором на ЕМУ с директним приступом
 - карактеристичне активности
 - дефрагментација
 - прераспоређивање података на ЕМУ ради бољих перформанси у раду

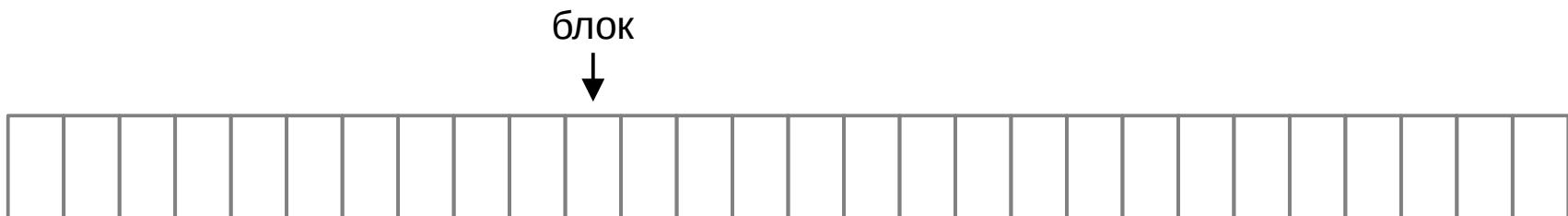
Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - примери концепата из једноставнијих датотечких система
 - блок
 - област

(Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)

Простор на екстерном меморијском уређају

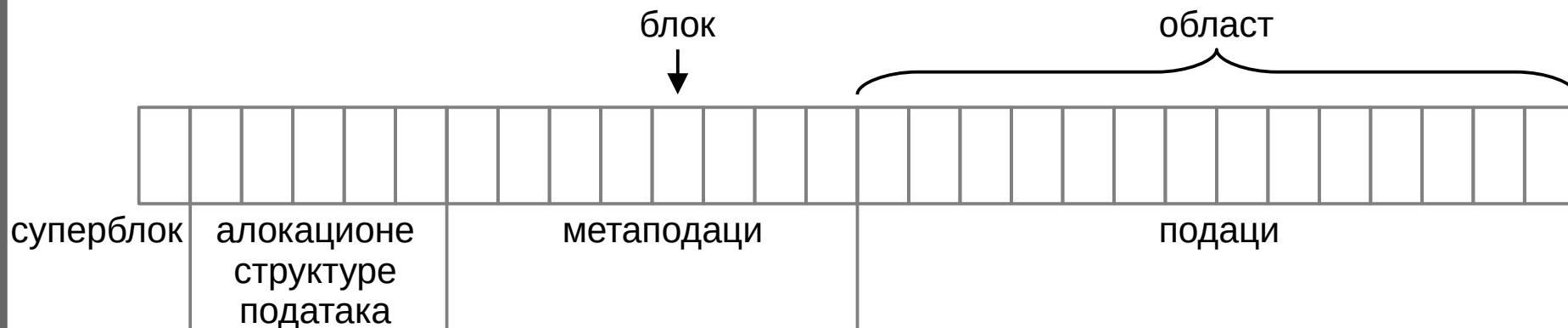
- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - блок (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - простор је подељен у блокове
 - блокови могу бити исте величине (нпр. 4 KB)
 - блок обично представља јединицу алокације (доделе)
 - нпр. један или више блокова може бити алоцирано (додељено) за чување садржине неке датотеке



поједностављена представа организације простора на ЕМУ

Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - област (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - блокови су организовани у области зависно од тога какве податке треба да садрже
 - примери врста области
 - област података (корисничких података)
 - област метаподатака
 - област алокационих структура података
 - суперблок



поједностављена представа организације простора на ЕМУ

Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - област – област података (корисничких података)(Arpacı-Dusseau & Arpacı-Dusseau, 2023)
 - намењена смештању корисничких података, који представљају садржине датотека
 - искоришћени блокови представљају блокове података који су алоцирани за конкретне датотеке

Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - област – област метаподатака
 - намењена смештању података о датотекама (датотечких метаподатака)
 - за појединачну датотеку могу бити евидентирани разноврсни подаци
 - нпр. величина, дозволе, временске одреднице, евиденција додељених блокова података
 - организована као табела системских табела датотека
 - engl. *inode table*
 - традиционално као низ системских табела датотека

Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - област – област метаподатака
 - **системска табела датотеке**
 - позната као чвр индекса или *i*-чвр (енгл. *index node* или *inode*)
 - структура која садржи основне податке о датотеци
 - нпр. врста, величина, карактеристичне временске одреднице, подаци у вези с блоковима података датотеке
 - структура која традиционално садржи алокациону табелу датотеке
 - алокациона табела датотеке је намењена чувању адреса почетака гранула додељених датотеци
 - **бројчана ознака системске табеле датотеке**
 - позната као број чвора индекса, број *i*-чвора или *i*-број (енгл. *inode number* или *i-number*)
 - број који традиционално представља индекс одговарајућег елемента у низу системских табела датотека

Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - област – област алокационих структура (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - намењена смештању података о заузетој простору
 - потребно пратити стање блокова у областима података и метаподатака у погледу алокације
 - да ли је блок слободан или алоциран за неку намену

Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - област – област алокационих структура
 - примери метода за праћење заузета простора
 - употреба листе слободног простора
 - слободни блокови су увезани у листу путем показивача
 - глава листе одговара првом слободном блоку
 - употреба бит мапе
 - бит мапа је структура састављена од битова
 - појединачни битови односе се на појединачне блокове
 - вредност 0 – ознака да је одговарајући блок слободан
 - вредност 1 – ознака да је одговарајући блок алоциран
 - постојање засебних бит мапа за област података и табелу системских табела датотека

Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - област – суперблок
 - намењен смештању података о датотечком систему
 - нпр. ознака врсте датотечког система, број системских табела датотека, место почетка неке области

Простор на екстерном меморијском уређају

- Основни концепти управљања простором на ЕМУ
 - датотечки системи могу се драстично разликовати у погледу општег начина распоређивања података и врсте коришћених структура података на ЕМУ (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - примери разлика
 - разлике у структури системске табеле датотеке
 - разлике у начину евидентирања распореда података датотеке
 - разлике у начину праћења општег заузета простора
 - разлике у погледу блока и области

Простор на екстерном меморијском уређају

- Поједностављени пример датотечког система првобитног оперативног система *Unix* (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - дело Кена Томпсона
 - подршка за датотеке и хијерархију директоријума
 - структуре података на ЕМУ
 - главне области
 - суперблок
 - област системских табела датотека
 - област података

Простор на екстерном меморијском уређају

- Поједностављени пример датотечког система првобитног оперативног система *Unix* (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - структуре података на ЕМУ
 - суперблок
 - део намењен чувању општих података о датотечком систему
 - нпр. величина простора, број системских табела датотеке, подаци у вези с евиденцијом слободног простора
 - очекивано најмања област

Простор на екстерном меморијском уређају

- Поједностављени пример датотечког система првобитног оперативног система *Unix* (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023; Mogin, 2008; Wirzenius et al., n.d.)
 - структуре података на ЕМУ
 - **област системских табела датотека**
 - део намењен чувању системских табела датотека
 - системска табела датотеке
 - позната као чвор индекса или *i*-чвор (енгл. *index node* или *inode*)
 - садржани основни подаци о датотеци
 - назив датотеке се чува у одговарајућем директоријуму
 - евидентирани су и бројеви који представљају блокове података што су алоцирани за датотеку
 - традиционално је могуће чувати само одређени број бројева, а чување додатних бројева могуће је путем блокова индирекције (динамички алоцирани блокови за складиштење додатних бројева)

Простор на екстерном меморијском уређају

- Поједностављени пример датотечког система првобитног оперативног система *Unix* (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - структуре података на ЕМУ
 - област података
 - deo намењен чувању садржина датотека
 - очекивано највећа област

Простор на екстерном меморијском уређају

- **Фрагментација** (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - подаци који се тичу једне датотеке често су расути по простору ЕМУ
 - радње над таквом датотеком могу дуже трајати у случају употребе магнетног диска
 - системска табела датотеке може бити удаљена од делова датотеке
 - делови једне те исте датотеке могу бити међусобно удаљени

Простор на екстерном меморијском уређају

- **Фрагментација** (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - делови слободног простора често су расути по простору ЕМУ
 - проширење постојеће датотеке може довести до заузимања слободног сегмента који је удаљен од постојећих података који се тичу те датотеке
 - иако постоји потребан број сегмената слободног простора, може бити неизводиво пронаћи толики број делова слободног простора који су нанизани један за другим

Простор на екстерном меморијском уређају

- **Фрагментација** (Van der Meer et al., 2021)
 - врсте фрагментације у датотечком систему
 - фрагментација датотеке
 - подаци датотеке нису нанизани један за другим
 - до фрагментације датотеке може доћи при креирању нових датотека и проширивању постојећих
 - фрагментација слободног простора
 - слободни делови простора нису нанизани један за другим
 - до фрагментације слободног простора може доћи при брисању и смањењу датотека

Простор на екстерном меморијском уређају

- Фрагментација (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023; Wirzenius et al., n.d.)
 - дефрагментација
 - поступак прераспоређивања података на ЕМУ како би подаци датотека били постављени узастопно, као и делови слободног простора
 - очекивано долази до померања података датотека и ажурирања метаподатака датотека и алокационих структура
 - разни датотечки системи су већ тако направљени да да фрагментације датотека буде што мање

Простор на екстерном меморијском уређају

- **Фрагментација** (Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023; Wirzenius et al., n.d.)
 - интерна фрагментација
 - појава да алоцирани блок није у потпуности искоришћен
 - количина података коју треба чувати може бити мања од величине блока, али није могуће алоцирати део блока
 - у случају великог броја веома малих датотека (појединачне величине мање од величине блока), много расположивог простора може остати недоступно
 - што је мањи блок, мања је и интерна фрагментација али је и мања ефикасност која се тиче преноса података с диска
 - што је већи блок, већа је и ефикасност која се тиче преноса података с диска, али је већа и интерна фрагментација

Садржај

- Увод
- Простор на екстерном меморијском уређају
- **Каталог**
- Физичка размена података
- Спрега између програма и датотека
- Системски позиви
- Методе приступа
- Накнадна разматрања
- Ресурси

Каталог

- Каталог
 - каталог је евиденција датотека
 - познат и као директоријум
 - каталог је организован као структура типа стабло
 - хијерархија директоријума (стабло директоријума)

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - коренски чвр представља главни директоријум
 - коренски директоријум
 - некоренски чворови представљају поддиректоријуме
 - директоријум (главни директоријум или поддиректоријум) обухвата низ назива својих поддиректоријума и датотека
 - показивачи су придржени називима
 - ако назив одговара поддиректоријуму, показивач садржи адресу тог директоријума на следећем нивоу у стаблу
 - ако назив одговара датотеци, показивач садржи адресу системске табеле датотеке за ту датотеку
 - лисни чвр је или празан или садржи називе датотека с одговарајућим показивачима

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - врсте назива
 - **кориснички назив**
 - **назив**
 - **пуни назив**
 - **интерни назив (назив ниског нивоа)**

Каталог

- Хијерархија директоријума – називи
 - кориснички назив – назив
 - представља назив намењен корисницима при обичном раду над подацима
 - нпр. `proslava.png`
 - назив датотеке обично има два дела развојена посебним знаком `.`
 - основни назив (почетни део назива), који представља назив у ужем смислу
 - нпр. `proslava`
 - екstenзија (крајњи део назива), који очекивано указује на врсту садржаја датотеке
 - нпр. `png`

(Mogin, 2008; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)

Каталог

- Хијерархија директоријума – називи
 - кориснички назив – пуни назив
 - у односу на назив, пуни назив указује и на место у хијерархији
 - путања од коренског до посматраног чвора, при чему су називи на путањи раздвојени посебним знаком /
 - нпр. /multimedija/slike/proslava.png
 - коренски директоријум представљен знаком /
 - путања
 - апсолутна путања – комплетна путања, која започиње у коренском директоријуму
 - нпр. /multimedija/slike/proslava.png
 - релативна путања – путања дата у односу на текући директоријум
 - нпр. slike/proslava.png (за текући директоријум /multimedija)

Каталог

- Хијерархија директоријума – називи
 - интерни назив (назив ниског нивоа)
 - бројчана ознака одговарајуће системске табеле датотеке
 - позната као број индекса чвора, број чвора или *i*-број
 - интерни назив је јединствен у границама датотечког система
 - различитим називима може бити придружен исти интерни назив
 - пример
 - у многим оперативним системима фамилије *Unix*, *i*-број за коренски директоријум је 2

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - увезивање (постављање) датотечког система
 - енгл. *mount*
 - датотечки систем који је већ креиран на одређеној партицији бива увезан у хијерархију директоријума на дату путању
 - оперативни систем иницијално користи податке из одговарајућег суперблока
 - коренски директоријум датотечког система бива повезан с датом путањом
 - нови датотечки систем бива приододат хијерархији директоријума као ново подстабло
 - постоји и могућност одvezивања увезаног датотечког система из хијерархије директоријума (енгл. *umount*)
 - путем једне хијерархије директоријума могуће је једнообразно користити више датотечких система разних врста

Каталог

- Хијерархија директоријума (man-pages, n.d.)
 - врсте датотека (интерна класификација)
 - обичне датотеке
 - директоријуми
 - симболичке везе
 - именоване преносне структуре (*FIFO*)
 - прикључци домена *UNIX*
 - блоковски уређаји
 - нпр. магнетни дискови
 - знаковни уређаји
 - нпр. траке
 - датотеке непознате врсте

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - директоријум
 - директоријум представља колекцију елемената
 - директоријум је датотека посебне врсте
 - директоријум има одговарајући *i*-број
 - ажурирање директоријума као датотеке корисник у основи изводи посредно, јер је датотечки систем задужен за одржавање исправности података у вези с директоријумом
 - посебне ставке унутар директоријума
 - . (представа самог директоријума)
 - .. (представа надређеног директоријума)

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - везе
 - веза (енгл. *link*)
 - механизам за вишеструко увезивање исте датотеке унутар хијерархије директоријума
 - врсте веза
 - јаке везе
 - симболичке (слабе) везе

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - везе – јака веза
 - јака веза је назив у хијерархији директоријума који се односи на исту датотеку као неки други назив
 - оба назива могу бити равноправно коришћена у раду
 - више назива може се односити на исту датотеку
 - више назива бива повезано с истим интерним називом
 - аутоматски бива праћен број веза по датотеци
 - уклањањем једног назива за датотеку долази до смањења одговарајућег броја веза за један
 - смањењем броја веза на нулу долази до уклањања саме датотеке
 - ограничења јаке везе
 - јака веза не може се односити на директоријум и не може се односити на датотеку која је на другој партицији

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - везе – симболичка (слаба) веза
 - симболичка веза је датотека чији је очекивани садржај путања до неке датотеке
 - повезана датотека је датотека чију путању садржи симболичка веза
 - симболичка веза очекивано треба да буде додатна приступна тачка за повезану датотеку
 - симболичка веза је датотека посебне врсте
 - симболичка веза као датотека има сопствени назив
 - може доћи до прекида везе
 - енгл. *dangling reference*
 - путања која је сачувана у симболичкој вези не одговара никаквој датотеци
 - нпр. повезана датотека је преименована или обрисана

Каталог

- Хијерархија директоријума (man-pages, n.d.)
- именоване преносне структуре (*FIFO*)
 - преносна структура (енгл. *pipe*)
 - једносмерни канал за комуникацију између процеса
 - две компоненте обуваћене
 - компонента из које се чита
 - компонента у коју се пише

Каталог

- Хијерархија директоријума (man-pages, n.d.)
- прикључци домена *UNIX*
 - прикључак домена *UNIX* (енгл. *UNIX domain socket*)
 - структура намењена ефикасној комуникацији између процеса на истој машини

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - уређаји (датотеке уређаја)
 - датотеке уређаја као представе физичких и виртуалних уређаја
 - читање из датотеке уређаја подразумева пријем података
 - писање у датотеку уређаја подразумева слање података
 - углавном се не ради непосредно над датотекама уређаја већ путем посебних програма
 - датотеке уређаја очекивано у директоријуму `/dev`
 - за партиције ЕМУ очекивано постоје засебне датотеке уређаја
 - врсте уређаја
 - блоковски уређаји
 - нпр. магнетни дискови, оптички дискови
 - знаковни уређаји
 - нпр. траке, џојстици

Каталог

- Хијерархија директоријума
 - дозволе (пермисије) рада над датотекама
 - две карактеристичне врсте механизама за спецификацију дозвољених радњи над датотекама
 - **механизам битова дозволе**
 - **механизам листе управљања приступом**

Каталог

- Хијерархија директоријума – дозволе
 - механизам битова дозволе
 - спецификација дозвољених радњи по корисничким нивоима
 - могуће радње
 - читање (r), писање (w), извршавање (x)
 - могући кориснички нивои
 - власник, група, остали

Каталог

- Хијерархија директоријума – дозволе
 - механизам битова дозволе
 - текстуална представа дозволе
 - знаковна секвенца од девет елемената која је организована кроз три подсеквенце од по три елемента
 - три подсеквенце
 - 1. подсеквенца односи се на власника датотеке
 - 2. подсеквенца односи се на групу
 - 3. подсеквенца односи се на остале
 - три елемента једне подсеквенце
 - 1. елемент је за дозволу читања: r (има) или - (нема)
 - 2. елемент је за дозволу писања: w (има) или - (нема)
 - 3. елемент је за дозволу извршавања: x (има) или - (нема)

Каталог

- Хијерархија директоријума – дозволе
 - механизам битова дозволе
 - текстуална представа дозволе
 - пример
 - `rwxr-xr-x`
 - власник има дозволе читања, писања и извршавања
 - група има дозволе читања и извршавања
 - остали имају дозволе читања и извршавања

Каталог

- Хијерархија директоријума – дозволе
 - механизам битова дозволе
 - бројчана представа дозволе
 - бинарна представа дозволе
 - за дату текстуалну представу ознаке r, w и x могу бити замењене са 1 а ознака - са 0
 - бинарна представа може бити посматрана као основна
 - октална представа дозволе
 - за дату бинарну представу могу бити уочене три узастопне тројлане бинарне секвенце и свака од њих може бити замењена с једном окталном вредношћу

(Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)

Каталог

- Хијерархија директоријума – дозволе
 - механизам битова дозволе
 - пример
 - текстуална представа
 - `rwxr-xr-x`
 - бинарна представа
 - `111101101`
 - октална представа
 - `755`

Каталог

- Хијерархија директоријума – дозволе
 - механизам листе управљања приступом
 - листа управљања приступом (енгл. *access control list*)
 - унутар посебне листе могуће је специфицирати дозволе које имају корисници
 - подржан у неким датотечким системима
 - нпр. дистрибуирани датотечки систем *Andrew File System (AFS)*
 - OpenAFS је имплементација која је отвореног извornог кода

Каталог

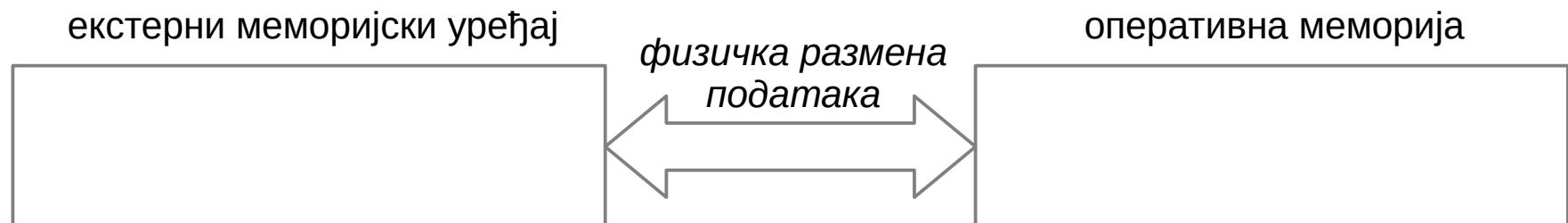
- Хијерархија директоријума – дозволе
 - механизам листе управљања приступом – *OpenAFS*
 - датотеке немају листе управљања приступом
 - сваки директоријум има листу управљања приступом
 - могуће је специфицирати дозволе по корисницима и групама
 - основне дозволе на нивоу директоријума
 - преглед директоријума (l)
 - додавање датотека и поддиректоријума (i)
 - брисање датотека и поддиректоријума (d)
 - администрирање листе (a)
 - основне дозволе на нивоу садржаних датотека
 - читање садржаја датотека (r)
 - измена садржаја датотека (w)
 - закључавање датотека (k)

Садржај

- Увод
- Простор на екстерном меморијском уређају
- Каталог
- **Физичка размена података**
- Спрега између програма и датотека
- Системски позиви
- Методе приступа
- Накнадна разматрања
- Ресурси

Физичка размена података

- Припрема и управљање физичком разменом података између ОМ и ЕМУ (Mogin, 2008)
 - посебне рутине оперативног система управљају физичком разменом података
 - по добијању налога за извршење неког системског позива који се тиче преноса података између ОМ и ЕМУ, оперативни систем преузима контролу над током размене података
 - размена може наступити непосредно по добијању налога за извршење системског позива или тек након неког времена од тога



Физичка размена података

- Припрема и управљање физичком разменом података између ОМ и ЕМУ (Mogin, 2008; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - посебне рутине оперативног система управљају физичком разменом података
 - размена података тече између бафера у ОМ и датотеке на ЕМУ
 - на страни ОМ постоји део меморијског простора за привремени смештај података – бафер
 - на страни ЕМУ очекивано постоји меморијски простор за привремени смештај података – кеш
 - параметри размене података
 - врста операције (читање или писање података у односу на ЕМУ)
 - адреса бафера
 - капацитет бафера
 - редни број блока на ЕМУ

Физичка размена података

- **Бафери** (Mogin, 2008; Wirzenius et al., n.d.)
 - бафер је део ОМ који служи за привремено смештање података приликом улазно-излазних операција
 - употреба бафера очекивано побољшава перформансе рада
 - читање података с ЕМУ
 - исти подаци могу бити потребни више пута у релативно краћем периоду
 - захтевани подаци бивају прочитани с ЕМУ и смештени у бафер
 - накнадна захтевања истих података подразумеваће читање из бафера, под условом да су подаци и даље доступни у баферу
 - писање података на ЕМУ
 - подаци за писање бивају смештени у бафер и из бафера могу бити накнадно уписани на ЕМУ подаци који су управо уписани могу бити убрзо потребни за читање

Физичка размена података

- **Бафери** (Mogin, 2008)
 - врсте бафера према нивоу на којем се налазе
 - системски бафери
 - бафери стандардних библиотечких функција
 - бафери корисничког програма

Физичка размена података

- **Бафери** (Mogin, 2008)
 - системски бафери
 - у надлежности оперативног система
 - нису непосредно доступни стандардним библиотечким функцијама и наредбама корисничких програма
 - зона бафера је део ОМ намењен за системске бафере
 - капацитет системског бафера је очекивано исти као капацитет блока на ЕМУ
 - читање података с ЕМУ
 - за случај системског позива за читање података, подаци за читање треба да буду пренети с уређаја у системски бафер
 - писање података на ЕМУ
 - за случај системског позива за писање података, подаци за упис треба да буду у системском баферу пре преноса на уређај

Физичка размена података

- **Бафери** (Mogin, 2008)
 - системски бафери – управљање баферима
 - примери поступака за управљање баферима
 - поступак фиксне доделе бафера
 - поступак удруживања бафера

Физичка размена података

- Бафери (Mogin, 2008)
 - системски бафери – управљање баферима
 - поступак фиксне доделе бафера
 - датотеци при отварању бива додељен бар један бафер
 - у случају датотеке отворене и за читање и за писање, бивају додељена бар два бафера
 - један бафер за читање а други за писање
 - бафери остају додељени датотеци до њеног затварања
 - једноставан поступак али потенцијално неефикасан у погледу употребе меморије
 - неефикасност у случају слабог коришћења датотеке, јер су бафери резервисани али слабо коришћени

Физичка размена података

- **Бафери**
 - системски бафери – управљање баферима
 - поступак удруживања бафера (енгл. *buffer pooling*)
 - датотеци бафери бивају додељени по потреби
 - ако при раду над датотеком неопходни подаци нису доступни у неком од бафера, из зоне бафера бива изабран одређени бафер, који даље бива додељен датотеци за потребе конкретне радње
 - избор бафера за доделу може бити по принципу најдуже некоришћености (енгл. *least recently used*)
 - бива изабан бафер чији је садржај најдуже некоришћен
 - скрашњост коришћења бафера може бити евидентирана путем реда
 - почетак реда одговара најдуже некоришћеном баферу
 - крај реда одговара најскороје коришћеном баферу

Физичка размена података

- **Бафери** (Mogin, 2008)
 - бафери стандардних библиотечких функција
 - коришћени у раду стандардних библиотечких функција
 - нпр. функције из заглавља *stdio.h* у програмском језику С
 - извршавање стандардних библиотечких функција може обухватити употребу интерних бафера
 - у раду стандардних библиотечких функција може доћи до давања налога за извршење неког системског позива који се тиче преноса података између ОМ и ЕМУ
 - при извршењу системског позива који се тиче преноса података између ОМ и ЕМУ може доћи до преноса података између системског бафера и интерног бафера (бафера стандардне библиотечке функције)
 - код читања података – смер од системског до интерног бафера
 - код писања података – смер од интерног до системског бафера

Физичка размена података

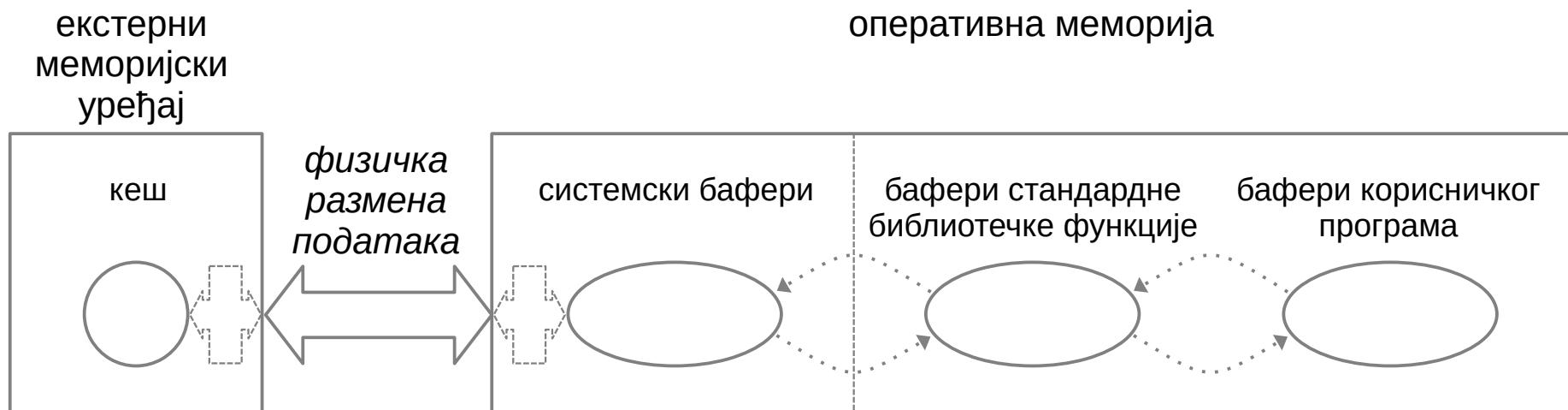
- **Бафери** (Mogin, 2008)
 - бафери корисничког програма
 - декларисани у корисничком програму
 - рад над баферима корисничког програма изводи се унутар тог корисничког програма
 - извршавање корисничког програма може довести до преноса података између бафера корисничког програма и других бафера
 - у случају коришћења стандардних библиотечких функција, може доћи до преноса података између бафера корисничког програма и бафера стандардних библиотечких функција, па и између бафера стандардних библиотечких функција и системских бафера
 - у случају давања налога за извршење системских позива, може доћи до преноса података између бафера корисничког програма и системских бафера

Физичка размена података

- Бафери
 - (Mogin, 2008; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)

- перформансе

- употреба бафера стандардне библиотечке функције или бафера корисничког програма може резултовати смањењем броја стварних преноса података између ОМ и ЕМУ



Садржај

- Увод
- Простор на екстерном меморијском уређају
- Каталог
- Физичка размена података
- **Спрега између програма и датотека**
- Системски позиви
- Методе приступа
- Накнадна разматрања
- Ресурси

Спрега између програма и датотека

- Остваривање спреге између програма и датотека
 - у раду над датотекама потребно је чувати податке о самим датотекама, као и о њиховој употреби
 - нпр. како су размештени подаци датотеке, које су датотеке тренутно у употреби, које све датотеке тренутно користи неки програм
 - оперативни систем успоставља и одржава разне табеле
 - табеле представљају евиденције у вези с подацима и активностима

(Mogin, 2008)

Спрега између програма и датотека

- Остваривање спреге између програма и датотека
 - примери табела које се тичу остваривања спреге између програма и датотека
 - **системска табела датотеке**
 - **табела описа датотеке**
 - **табела отворених датотека**
 - **табела логичких имена датотека**

(Mogin, 2008)

Спрега између програма и датотека

- Остваривање спреге између програма и датотека (Mogin, 2008)
 - системска табела датотеке
 - садржи основне податке о датотеци и алокациону табелу датотеке
 - трајно смештена на ЕМУ
 - системска табела датотеке настаје при креирању датотеке
 - ради употребе датотеке садржај одговарајуће системске табеле датотеке са ЕМУ бива учитан у ОМ а евентуалне измене до којих дође при коришћењу очекивано бивају уписане на ЕМУ

Спрега између програма и датотека

- Остваривање спреге између програма и датотека
 - табела описа датотеке
 - садржи податке о конкретној датотеци у употреби
 - нпр. дозволе, величина, показивачи према деловима простора датотеке на ЕМУ
 - потребни подаци бивају учитани из одговарајуће системске табеле датотеке
 - смештена у ОМ у делу за оперативни систем
 - табела описа датотеке бива попуњена при отварању датотеке

(Mogin, 2008)

Спрега између програма и датотека

- Остваривање спреге између програма и датотека
 - табела отворених датотека
 - садржи податке о свим датотекама у употреби на нивоу система
 - за сваку отворену датотеку као унос у табели садржана је дескрипција отворене датотеке
 - дескрипција отворене датотеке садржи одређене податке који се тичу употребе отворене датотеке
 - нпр. вредност текућег показивача, режим приступа, показивач према одговарајућој табели описа датотеке
 - смештена у ОМ у делу за оперативни систем

(Mogin, 2008; man-pages, n.d.)

Спрега између програма и датотека

(Mogin, 2008; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023; man-pages, n.d.)

- Остваривање спреге између програма и датотека
 - табела логичких имена датотека
 - позната и као табела дескриптора датотека
 - садржи податке о датотекама које су у употреби на нивоу конкретног програма (процеса)
 - за сваку датотеку у употреби на нивоу процеса присутни су подаци
 - логичко име датотеке (дескриптор датотеке)
 - цео број који на нивоу процеса означава датотеку у употреби
 - представља индекс уноса у табели
 - показивач ка одговарајућем уносу у табели отворених датотека
 - смештена у ОМ у делу за конкретни процес
 - табела логичких имена датотека формирана и делимично попуњена од стране компајлера, а ажурирана од стране оперативног система при отварању датотеке у оквиру процеса

Спрега између програма и датотека

(Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023; man-pages, n.d.)

- Остваривање спреге између програма и датотека
 - табела логичких имена датотека
 - посебни дескриптори датотека
 - 0 – *stdin* (ток улаза)
 - 1 – *stdout* (ток излаза)
 - 2 – *stderr* (ток грешке)

Садржај

- Увод
- Простор на екстерном меморијском уређају
- Каталог
- Физичка размена података
- Спрега између програма и датотека
- **Системски позиви**
- Методе приступа
- Накнадна разматрања
- Ресурси

Системски позиви

- Системски позив (Mogin, 2008)
 - кориснички програм путем системског позива захтева одговарајућу услугу од оперативног система
 - у извршавању системског позива долази до преноса управљања радом централног процесора с корисничког програма на оперативни систем

Системски позиви

- Системски позиви (man-pages, n.d.)

- употреба системских позива у савременим оперативним системима фамилије *Linux*
 - системски позиви обично не бивају непосредно активирани, већ путем посредничких (омотачких) функција које су доступне у одговарајућој библиотеци
 - нпр. посредничке функције у стандардној библиотеци за програмски језик C (пакет *GNU C library – glibc*)
 - посредничке функције за системске позиве
 - назив често исти као код одговарајућег системског позива
 - имплементација често обухвата само припрему аргумента, налог за извршење системског позива и уређивање повратне информације у вези с евентуалном грешком
 - нпр. променљива *errno* целобројног типа из заглавља *errno.h* користи се за евидентирање појаве грешке

Системски позиви

- Системски позиви
 - системски позиви за рад над датотекама
 - представљени на примеру савремених оперативних система из фамилије *Linux* и посредничких функција из стандардне библиотеке за програмски језик C
 - кернел *Linux 6.8*
 - стандард *POSIX.1-2008*

Системски позиви

- Системски позиви (man-pages, n.d.)
 - примери посредничких функција за рад над датотекама
 - open – отварање датотеке
 - creat – креирање датотеке
 - close – затварање датотеке
 - lseek – позиционирање у датотеци
 - read – читање из датотеке
 - write – писање у датотеку
 - fsync – снимање измена у вези с датотеком
 - unlink – брисање назива датотеке
 - truncate – димензионисање датотеке
 - stat – добављање информација о датотеци

Системски позиви

- Системски позиви – open
 - отварање датотеке
 - уз могућност креирања датотеке
 - функција `int open(. . .)` из заглавља *fcntl.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – open (man-pages, n.d.)

- `int open(const char * pathname, int flags, ... /* mode_t mode */);`

- параметри
 - pathname – путања
 - flag – флагови за специфицирање појединости у вези с режимом приступа датотеци, поступком отварања (и евентуално креирања) и накнадних УИ операција
 - потребно је задати режим приступа
 - mode – спецификација режима датотеке
 - у случају креирања датотеке

Системски позиви

- Системски позиви – open (man-pages, n.d.)
 - `int open(const char * pathname, int flags, ... /* mode_t mode */);`
 - параметри – флагови
 - режими приступа датотеци
 - O_RDONLY – могуће само читање
 - O_WRONLY – могуће само писање
 - O_RDWR – могуће и читање и писање

Системски позиви

- Системски позиви – open (man-pages, n.d.)
 - `int open(const char * pathname, int flags, ... /* mode_t mode */);`
 - параметри – флагови
 - примери осталих флагова
 - O_APPEND – отварање у режиму надодавања
 - писање у датотеку се одвија писањем садржаја на крај датотеке
 - O_CREAT – креирање регуларне датотеке, ако задата путања не постоји
 - O_TRUNC – скраћење датотеке на нулту дужину (у случају постојеће регуларне датотеке и примене неког од режима приступа који дозвољавају писање)

Системски позиви

- Системски позиви – open (man-pages, n.d.)
 - `int open(const char * pathname, int flags, ... /* mode_t mode */);`
 - параметри – режими датотеке
 - подешавање дозвољених радњи над датотеком по корисничким нивоима
 - радње
 - читање
 - писање
 - извршавање
 - кориснички нивои
 - корисник (власник датотеке)
 - група
 - остали

Системски позиви

- Системски позиви – open
 - `int open(const char * pathname, int flags, ... /* mode_t mode */);`
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - нови дескриптор датотеке
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој errno)

Системски позиви

- Системски позиви – open (man-pages, n.d.)
 - `int open(const char * pathname, int flags, ... /* mode_t mode */);`
 - повратна вредност – дескриптор датотеке
 - дескриптор датотеке је ненегативан цео број који представља индекс уноса у процесној табели дескриптора отворених датотека
 - дескриптор датотеке служи као веза према дескрипцији отворене датотеке
 - дескрипција отворене датотеке је унос у системској табели отворених датотека
 - дескрипција отворене датотеке очекивано настаје при позиву `open()`
 - дескриптор датотеке служи у разним другим системским позивима као ознака датотеке која је предмет активности

Системски позиви

- Системски позиви – `creat` (man-pages, n.d.)
 - креирање датотеке
 - функција `int creat(...)` из заглавља *fctl.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `creat` (man-pages, n.d.)

- `int creat(const char * pathname, mode_t mode);`

- параметри

- `pathname` – путања
 - `mode` – спецификација режима датотеке

- повратна вредност

- успешно извршење
 - нови дескриптор датотеке
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

- позив `creat()` има еквивалентан ефекат као позив `open()` с одређеним подешавањима флагова

- `open(pathname, O_CREAT|O_WRONLY|O_TRUNC, mode);`

Системски позиви

- Системски позиви – `close` (man-pages, n.d.)
 - затварање дескриптора датотеке
 - ако је задати дескриптор датотеке уједно и последњи за своју дескрипцију отворене датотеке, ресурси који се тичу те дескрипције отворене датотеке бивају ослобођени
 - функција `int close(. . .)` из заглавља *unistd.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `close` (man-pages, n.d.)

- `int close(int fd);`
 - параметри
 - `fd` – дескриптор датотеке
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - 0
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – `lseek` (man-pages, n.d.; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)
 - позиционирање у датотеци
 - постављање помака у датотеци у односу на референтну тачку
 - извршење позиционирања само по себи не обухвата извршење физичког позиционирања на ЕМУ
 - тражена позиција треба да буде евидентирана у одговарајућој дескрипцији отворене датотеке
 - функција `off_t lseek(. . .)` из заглавља *unistd.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `lseek` (man-pages, n.d.)

- `off_t lseek(int fd, off_t offset, int whence);`

- параметри

- `fd` – дескриптор датотеке
 - `offset` – помак (у бајтовима)
 - `whence` – референта тачка
 - основни скуп референтних тачака
 - `SEEK_SET` – почетак датотеке
 - `SEEK_CUR` – тренутна позиција
 - `SEEK_END` – крај датотеке

Системски позиви

- Системски позиви – lseek^(man-pages, n.d.)
 - off_t lseek(int fd, off_t offset, int whence);
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - резултујући помак изражен у байтовима у односу на почетак датотеке
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој errno)

Системски позиви

- Системски позиви – `read` (man-pages, n.d.)
 - читање из дескриптора датотеке
 - покушај очитавања одређеног броја байтова из дескриптора датотеке и смештање очитаних байтова у бафер
 - читање почиње од постојеће позиције у датотеци
 - функција `ssize_t read(. . .)` из заглавља *unistd.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `read` (man-pages, n.d.)
 - `ssize_t read(int fd, void buf [.count], size_t count);`
 - параметри
 - `fd` – дескриптор датотеке
 - `buf` – почетак бафера
 - `count` – број бајтова за очитавање

Системски позиви

- Системски позиви – `read` (man-pages, n.d.)
 - `ssize_t read(int fd, void buf [.count], size_t count);`
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - број прочитаних байтова, који може бити и мањи од задатог броја
 - позиција у датотеци бива повећана за број прочитаних байтова
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – `read`^(man-pages, n.d.)
 - функција `ssize_t pread(. . .)` из заглавља *unistd.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `read` (man-pages, n.d.)
 - `ssize_t pread(int fd, void buf [.count], size_t count, off_t offset);`
 - параметри
 - `fd` – дескриптор датотеке
 - `buf` – почетак бафера
 - `count` – број бајтова за очитавање
 - `offset` – позиција од које треба да почне читање
 - позиција дата као помак изражен у бајтовима у односу на почетак датотеке

Системски позиви

- Системски позиви – `read` (man-pages, n.d.)
 - `ssize_t pread(int fd, void buf [.count], size_t count, off_t offset);`
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - број прочитаних байтова, који може бити и мањи од задатог броја
 - позиција у датотеци не бива промењена
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – `write`
 - писање у дескриптор датотеке
 - покушај уписивања одређеног броја байтова из бафера у датотеку на коју се односи дескриптор датотеке
 - писање почиње од постојеће позиције у датотеци
 - ако је датотека отворена у режиму надодавања, пре писања бива позиција постављена на крај датотеке
 - не мора се подразумевати да ће успешно извршавање системског позива непосредно резултовати уписивањем података на ЕМУ
 - на располагању је функција `fsync(. . .)`
 - функција `ssize_t write(. . .)` из заглавља `unistd.h`
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `write` (man-pages, n.d.)
 - `ssize_t write(int fd, const void buf [.count], size_t count);`
 - параметри
 - `fd` – дескриптор датотеке
 - `buf` – почетак бафера
 - `count` – број бајтова за уписивање

Системски позиви

- Системски позиви – `write` (man-pages, n.d.)
 - `ssize_t write(int fd, const void buf [.count], size_t count);`
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - број уписаних бајтова, који може бити и мањи од задатог броја
 - позиција у датотеци бива повећана за број уписаних бајтова
 - нема гаранција да су подаци уписаны на ЕМУ
 - може бити искоришћена функција `fsync(. . .)`
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – `write` (man-pages, n.d.)
 - функција `ssize_t pwrite(...)` из заглавља *unistd.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `write` (man-pages, n.d.)
 - `ssize_t pwrite(int fd, const void buf [.count], size_t count, off_t offset);`
 - параметри
 - `fd` – дескриптор датотеке
 - `buf` – почетак бафера
 - `count` – број бајтова за уписивање
 - `offset` – позиција од које треба да почне писање

Системски позиви

- Системски позиви – `write` (man-pages, n.d.)
 - `ssize_t pwrite(int fd, const void buf [.count], size_t count, off_t offset);`
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - број уписаних бајтова, који може бити и мањи од задатог броја
 - позиција у датотеци не бива промењена
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – `fsync`

(man-pages, n.d.; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)

- синхронизација стања датотеке у ОМ и на ЕМУ
 - изменењени подаци датотеке на коју се односи дескриптор датотеке треба да буду пренесени из ОМ на ЕМУ
 - пренос података и метаподатака датотеке
 - у неким ситуацијама може бити потребно посебно извршити синхронизацију стања за директоријум у којем се налази датотека
 - функција `int fsync(. . .)` из заглавља *unistd.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик С

Системски позиви

- Системски позиви – `fsync` (man-pages, n.d.)

- `int fsync(int fd);`
 - параметри
 - `fd` – дескриптор датотеке
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - 0
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – `truncate` (man-pages, n.d.)
 - подешавање дужине датотеке на задату вредност
 - случај промене дужине
 - могућност продужења датотеке
 - продужење додавањем нултих байтова
 - могућност скраћења датотеке
 - функција `int truncate(. . .)` из заглавља *unistd.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `truncate` (man-pages, n.d.)
 - `int truncate(const char * path, off_t length);`
 - параметри
 - `path` – путања
 - потребно је да постоји могућност писања у датотеку
 - `length` – циљна дужина датотеке у байтовима
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - 0
 - позиција у датотеци не бива промењена
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – `truncate` (man-pages, n.d.)
 - функција `int ftruncate(. . .)` из заглавља *unistd.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `truncate` (man-pages, n.d.)
 - `int ftruncate(int fd, off_t length);`
 - сличност с функцијом `truncate(...)`
 - главне разлике
 - први параметар се односи на дескриптор датотеке
 - одговарајућа датотека треба да буде отворена на начин који дозвољава писање

Системски позиви

- Системски позиви – `unlink` (man-pages, n.d.)
 - брисање назива из датотечког система
 - случај када је назив последња веза према датотеци
 - датотека бива обрисана
 - ако је датотека отворена, до брисања долази тек када и последњи дескриптор датотеке за ту датотеку буде затворен
 - функција `int unlink(. . .)` из заглавља `unistd.h`
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `unlink` (man-pages, n.d.)
 - `int unlink(const char * pathname)`
 - параметри
 - `pathname` – путања
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - 0
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – **stat** (man-pages, n.d.)
 - очитавање статуса датотеке
 - добављање информација о датотеци и њихово смештање у бафер
 - примери информација о датотеци
 - ознака уређаја, бројчана ознака датотеке у датотечком систему, ознака корисника који је власник, величина датотеке, најскороје време приступа, најскороје време модификације
 - функција **int stat(. . .)** из заглавља *sys/stat.h*
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `stat` (man-pages, n.d.)
 - `int stat(const char *restrict pathname, struct stat *restrict statbuf);`
 - параметри
 - `pathname` – путања
 - `statbuf` – бафер
 - повратна вредност
 - успешно извршење
 - 0
 - појава грешке
 - -1 (врста грешке је назначена у променљивој `errno`)

Системски позиви

- Системски позиви – **stat** (man-pages, n.d.)
 - функција `int fstat(...)` из заглавља `sys/stat.h`
 - стандардна библиотека за програмски језик C

Системски позиви

- Системски позиви – `stat` (man-pages, n.d.)
 - `int fstat(int fd, struct stat *statbuf);`
 - сличност с функцијом `stat(...)`
 - главна разлика
 - први параметар се односи на дескриптор датотеке

Системски позиви

- Системски позиви (man-pages, n.d.)
 - системски позиви за рад над датотекама – додатни примери посредничких функција
 - dup – дупликација дескриптора датотеке
 - fcntl – манипулација дескриптором датотеке
 - link – формирање јаке везе према датотеци
 - mkdir – креирање директоријума
 - mknod – креирање обичне или посебне датотеке
 - rename – промена назива или локације датотеке
 - rmdir – брисање директоријума

Системски позиви

- Системски позиви (man-pages, n.d.)
 - системски позиви за рад над датотекама – додатни примери посредничких функција
 - `symlink` – формирање симболичке везе према датотеци
 - `sync` – снимање несачуваних измена метаподатака датотечког система и кешираних података датотека у одговарајуће датотечке системе

Садржај

- Увод
- Простор на екстерном меморијском уређају
- Каталог
- Физичка размена података
- Спрега између програма и датотека
- Системски позиви
- **Методе приступа**
- Накнадна разматрања
- Ресурси

Методе приступа

- Метода приступа (Mogin, 2008)
 - скуп рутине у неком програмском језику које су посвећене изградњи и одржавању структуре датотеке и упису и читању података из датотеке, уз уважавање логичке структуре слогова

Садржај

- Увод
- Простор на екстерном меморијском уређају
- Каталог
- Физичка размена података
- Спрега између програма и датотека
- Системски позиви
- Методе приступа
- **Накнадна разматрања**
- Ресурси

Накнадна разматрања

(Agrawal et al., 2007; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)

- Обрасци у коришћењу датотечких система
 - петогодишње истраживање метаподатака датотечких система (Агравал, Болоски, Досер и Лорч; 2007)
 - период од 2000. до 2004. године
 - прикупљани подаци о локалним датотечким системима на стоним рачунарима с оперативним системом фамилије *Windows* у компанији *Microsoft*
 - преко 60000 датотечких система
 - заступљене врсте датотечких система
 - *FAT* (5%)
 - *FAT32* (15%)
 - *NTFS* (80%)

Накнадна разматрања

(Agrawal et al., 2007; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)

- Обрасци у коришћењу датотечких система
 - петогодишње истраживање метаподатака датотечких система (Агравал, Болоски, Досер и Лорч; 2007)
 - нека запажања
 - бројеви датотека и директоријума по датотечком систему се повећавају
 - већина директоријума садржи мање од 20 ставки
 - већина датотека је величине која не прелази 4 KB
 - велики број малих датотека заузима мали део искоришћеног простора
 - у просечном датотечком систему у 2004. датотеке чија величина не прелази 4 KB заједно су заузимале 52 MB
 - просечна величина датотеке се повећава
 - са 108 KB на 189 KB

Накнадна разматрања

(Agrawal et al., 2007; Arpaci-Dusseau & Arpaci-Dusseau, 2023)

- Обрасци у коришћењу датотечких система
 - петогодишње истраживање метаподатака датотечких система (Агравал, Болоски, Досер и Лорч; 2007)
 - нека запажања
 - већина података (бајтова) је у великим датотекама
 - посебно заступљени су видео садржај, базе података и датотеке типа *blob*
 - учешће датотека оперативног система у искоришћеном простору се повећава
 - просечна потрошња простора по датотечком систему се повећава
 - са 3 GB на 18GB
 - просечна искоришћеност расположивог простора је релативно стабилна
 - са 49% на 45%

Садржај

- Увод
- Простор на екстерном меморијском уређају
- Каталог
- Физичка размена података
- Спрега између програма и датотека
- Системски позиви
- Методе приступа
- Накнадна разматрања
- **Ресурси**

Ресурси

- Извори и литература
 - Pavle Mogin. Strukture podataka i organizacija datoteka. 3. izdanje. Računarski fakultet (Beograd, Srbija), CET (Beograd, Srbija). 2008.
 - Glava 3. Uloga operativnog sistema u upravljanju podacima
 - Glava 5. Fizičke strukture datoteka i postupci razmene podataka

Ресурси

- Извори и литература
 - Remzi H. Arpaci-Dusseau, Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems: Three Easy Pieces. Version 1.10. Arpaci-Dusseau Books. 2023.
 - 2. Introduction to Operating Systems
 - 19. Paging: Faster Translations (TLBs)
 - 37. Hard Disk Drives
 - 39. Interlude: Files and Directories
 - 40. File System Implementation
 - 41. Locality and The Fast File System
 - 50. The Andrew File System (AFS)

Ресурси

- Извори и литература
 - Vincent van der Meer, Hugo Jonker, Jeroen van den Bos. A Contemporary Investigation of NTFS File Fragmentation. *Forensic Science International: Digital Investigation*. 2021; 38(Suppl.); 301125.
 - Nitin Agrawal, William J. Bolosky, John R. Douceur, Jacob R. Lorch. A Five-Year Study of File-System Metadata. *Proceedings of the 5th USENIX Conference on File and Storage Technologies*; 2007 Feb 13–16; San Jose, CA, USA. Berkeley, CA, USA: USENIX Association; 2007. 31–45.
 - Microsoft. Overview of FAT, HPFS, and NTFS file systems. [Internet]. 2025. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/troubleshoot/windows-client/bac kup-and-storage/fat-hpfs-and-ntfs-file-systems>

Ресурси

- Извори и литература
 - The Linux Kernel Archives. About Linux Kernel. [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.kernel.org/linux.html>
 - The Linux Kernel Documentation. Filesystems in the Linux Kernel. [Internet]. (n.d.). URL: <https://docs.kernel.org/filesystems/index.html>
 - man-pages. The Linux man-pages Project. [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.kernel.org/doc/man-pages/>
 - Lars Wirzenius, Joanna Oja, Stephen Stafford, Alex Weeks. The Linux System Administrator's Guide. [Internet]. (n.d.). URL: <https://tldp.org/LDP/sag/html/index.html>

Ресурси

- Извори и литература
 - The Austin Common Standards Revision Group. POSIX.1 FAQ. [Internet]. 2020. URL:
https://www.opengroup.org/austin/papers posix_faq.html
 - The Austin Common Standards Revision Group. POSIX.1 Backgrounder. [Internet]. (n.d.). URL:
<https://www.opengroup.org/austin/papers/backgrounder.html>

Ресурси

- Извори и литература
 - OpenAFS. Welcome to the Home of OpenAFS. [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.openafs.org/>
 - OpenAFS. OpenAFS Documentation. [Internet]. (n.d.). URL: <https://docs.openafs.org/index.html>
 - BTRFS Documentation. Welcome to BTRFS Documentation!. [Internet]. (n.d.). URL: <https://btrfs.readthedocs.io/en/latest/>