

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FEI-5384-72886

**IMPLEMENTÁCIA KONTROLY IPC DO SYSTÉMU
MEDUSA
DIPLOMOVÁ PRÁCA**

2018

Viliam Mihálik

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-5384-72886

IMPLEMENTÁCIA KONTROLY IPC DO SYSTÉMU
MEDUSA
DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študijný program: Aplikovaná informatika
Číslo študijného odboru: 2511
Názov študijného odboru: 9.2.9 Aplikovaná informatika
Školiace pracovisko: Ústav informatiky a matematiky
Vedúci záverečnej práce: Mgr. Ing. Matúš Jókay, PhD.

Bratislava 2018

Viliam Mihálik

SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Študijný program:	Aplikovaná informatika
Autor:	Viliam Mihálik
Diplomová práca:	Implementácia kon- troly IPC do systému Medusa
Vedúci záverečnej práce:	Mgr. Ing. Matúš Jókay, PhD.
Miesto a rok predloženia práce:	Bratislava 2018

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean et est a dui semper facilisis. Pellentesque placerat elit a nunc. Nullam tortor odio, rutrum quis, egestas ut, posuere sed, felis. Vestibulum placerat feugiat nisl. Suspendisse lacinia, odio non feugiat vestibulum, sem erat blandit metus, ac nonummy magna odio pharetra felis. Vivamus vehicula velit non metus faucibus auctor. Nam sed augue. Donec orci. Cras eget diam et dolor dapibus sollicitudin. In lacinia, tellus vitae laoreet ultrices, lectus ligula dictum dui, eget condimentum velit dui vitae ante. Nulla nonummy augue nec pede. Pellentesque ut nulla. Donec at libero. Pellentesque at nisl ac nisi fermentum viverra. Praesent odio. Phasellus tincidunt diam ut ipsum. Donec eget est. A skúška mäččėňov a dĺžnov.

Kľúčové slová: Medusa, IPC, Linux, LSM

ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Study Programme:	Applied Informatics
Author:	Viliam Mihálik
Master's thesis:	Implement IPC control on Medusa system
Supervisor:	Mgr. Ing. Matúš Jókay, PhD.
Place and year of submission:	Bratislava 2018

On the other hand, we denounce with righteous indignation and dislike men who are so beguiled and demoralized by the charms of pleasure of the moment, so blinded by desire, that they cannot foresee the pain and trouble that are bound to ensue; and equal blame belongs to those who fail in their duty through weakness of will, which is the same as saying through shrinking from toil and pain. These cases are perfectly simple and easy to distinguish. In a free hour, when our power of choice is untrammelled and when nothing prevents our being able to do what we like best, every pleasure is to be welcomed and every pain avoided. But in certain circumstances and owing to the claims of duty or the obligations of business it will frequently occur that pleasures have to be repudiated and annoyances accepted. The wise man therefore always holds in these matters to this principle of selection: he rejects pleasures to secure other greater pleasures, or else he endures pains to avoid worse pains.

Keywords: Medusa, IPC, Linux, LSM

Pod'akovanie

I would like to express a gratitude to my thesis supervisor.

Obsah

Úvod	1
1 IPC	2
1.1 Signály	2
1.2 Rúry	3
1.2.1 Anonymné rúry	3
1.2.2 Pomenované rúry	4
1.3 Fronty správ	5
1.3.1 Štruktúry semaforov	5
1.3.2 Štruktúra kern_ipc_perm	6
1.3.3 Požívanie fronty správ	7
1.4 Semaforey	9
1.4.1 Štruktúry semaforov	9
1.4.2 Použitie semaforov	11
1.5 Zdieľaná pamäť	12
1.5.1 Štruktúry zdieľanej pamäte	13
1.5.2 Požitie zdieľanej pamäte	14
1.6 Sokety	15
2 Medusa	16
3 Úkážka glossaries	17
4 Recitácia	18
5 Možnosti anonymizácie	19
5.1 Súkromné prehliadanie	19
5.2 Anonymná sieť	19
5.3 Funkcionalita	19
5.3.1 Funkcionalita2	19
5.4 Vzhľad	19
Záver	23
Zoznam použitej literatúry	24

Prílohy	I
A Štruktúra elektronického nosiča	II
B Algoritmus	III
C Výpis sublime	VI

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obrázok 1	Tok dát medzi procesmi.	4
Obrázok 2	Predpokladaný vzhľad rozšírenia.	21
Tabuľka 1	Moduly a ich funkcie pri anonymizácii	20

Zoznam skratiek

CDMA	Code Division Multiple Access
FIFO	First in, First out
GSM	Global System for Mobile communication
HW	Halo Wars
IPC	Inter-Process Communication
PID	process identifier
POSIX	Portable Operating System Interface
RAM	random access memory
RCU	read-copy-update
SW	Star Wars

Zoznam algoritmov

1	Ukážka príkazov pre algorithmic	22
---	-------------------------------------------	----

Zoznam výpisov

1	Použité anonymných rúr	4
2	Príklad vlastnej štruktúry správy	5
3	Štruktúra msg_msg	6
4	Štruktúra msg_msgseg	6
5	Štruktúra msq_queue	6
6	Ukážka algoritmu	21
B.1	Štruktúra kern_ipc_perm	III
B.2	Štruktúra msqid64_ds	III
B.3	Štruktúra msqid_ds	III
B.4	Štruktúra msginfo	IV
B.5	Štruktúra semid_ds	IV
B.6	Štruktúra semid64_ds	IV
B.7	Štruktúra semun	V
B.8	Štruktúra shmid_kernel	V
C.1	Ukážka sublime-project	VI

Úvod

Tu bude krásny úvod s diakritikou atd.

A možno aj viac riadkový úvod.

1 IPC

Inter-Process Communication (IPC) predstavuje súbor mechanizmov určených na komunikáciu a správu dát medzi viacerými procesmi. Operačný systém Linux obsahuje niekoľko takýchto mechanizmov, medzi najhlavnejšie patria:

- Signály
- Rúry
- Fronty správ
- Semaforey
- Zdieľaná pamäť
- Sokety

V nasledujúcich odsekoch si bližšie popíšeme tieto mechanizmy.

1.1 Signály

Ide o jeden z najstarších IPC mechanizmov používaný v Unix systémoch. Signál je asynchrónne upozornenie zaslané procesu alebo konkrétnemu vláknu v rámci toho istého procesu, za účelom upozornenia na udalosť, ktorá sa vyskytla. V momente keď sa signál odošle, operačný systém preruší vykonávanie procesu, ktorý má byť signalizovaný a v tomto procese sa vykoná obsluha signálu.

Je potrebné si uvedomiť že **signály nie sú** to isté ako **prerušená**. Rozdiel medzi signálom a prerušením je, že prerušenie je vyvolané procesorom a signál je vyvolaný z jadra systému. Signál je možné vyvolať systémovým volaním **kill**. Toto systémové volanie má dva parametre:

- *pid* - identifikátor procesu, ktorý má byť signalizovaný
- *sig* - typ signálu

Podporované typy je možné zistiť pomocou príkazu *kill -l* alebo v súbore */include/linux/signal.h*.

V prípade že je definovaná obslužná funkcia, táto funkcia sa vykoná, v opačnom prípade je použitá štandardná obsluha signálu. Obslužnú funkciu je možné definovať pomocou funkcie **signal**, avšak správanie tejto funkcie môže byť rozdielne vzhľadom na

platformu. Preto sa odporúča používať funkciu **sigaction**, ktorá bola definovaná v štandarde **POSIX.1**. Toto systémové volanie má parametre:

- *signum* - typ signálu, ktorý chceme obslúžiť
- *act* - definuje akciu, ktorá sa má vykonať pri obsluhu signálu
- *oldact* - definuje starú obsluhu signálu

Signály je možné použiť pre komunikáciu ako aj synchronizáciu avšak ide o veľmi slabý nástroj pre tieto potreby.¹

1.2 Rúry

Rúry predstavujú jednosmerný tok dát medzi procesmi: všetky dáta zapísané procesom do rúry sú jadrom presmerované do iného procesu, ktorý z nej môže čítať. Poznáme 2 druhy rúr:

- Anonymné rúry - žiadny objekt v súborovom strome
- Pomenované rúry - objekt v súborovom strome

1.2.1 Anonymné rúry

Anonymné rúry je možné vytvoriť pomocou systémového volania **pipe**, alebo taktiež pomocou znaku `|` vo väčšine *Unix* príkazových riadkoch. Systémové volanie **pipe** obsahuje jeden parameter, ktorým je pole *pipefd* o veľkosti 2. Toto pole obsahuje po návrate z funkcie súborové deskriptory. Tieto dva súborové deskriptory predstavujú konce rúry, *pipefd[0]* je čítací koniec rúry a *pipefd[1]* je zapisovací koniec rúry. Tieto súborové deskriptory je následne možné použiť na zapisovanie a čítanie pomocou systémových volaní *write*² a *read*³. Tieto operácie sú blokujúce v dvoch prípadoch:

- *write* - rúra je plná
- *read* - rúra je prázdna

Niektoré *Unix* systémy ako napríklad *System V Release 4*, implementuje **full-duplex** rúry, teda rúry, pri ktorých oba konce rúry(súborové deskriptory) je možné použiť ako na zapisovanie tak aj na čítanie. Avšak štandard **POSIX** definuje iba **half-duplex** rúry, pričom každý proces musí zatvoriť jeden deskriptor pred použitím druhého.

¹http://man7.org/conf/lca2013/IPC_Overview-LCA-2013-printable.pdf

²<http://man7.org/linux/man-pages/man2/write.2.html>

³<http://man7.org/linux/man-pages/man2/read.2.html>

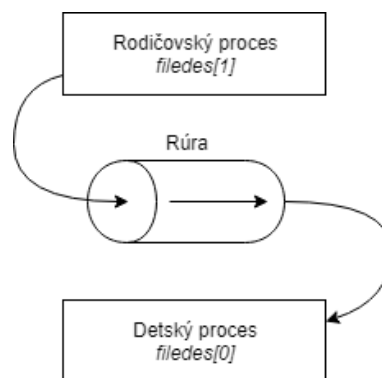
Takto vytvorená rúra umožňuje komunikáciu medzi rodičovským procesom a jeho potomkami. Avšak je potrebné zabezpečiť aby procesy, ktoré medzi sebou chcú komunikovať zdieľali rovnaké súborové deskriptory. Toto je možné jednoducho dosiahnuť tak, že sa rúra vytvorí pred vytvorením detského procesu (*fork*). Zjednodušený pseudokód môžeme vidieť tu 1 spolu s ilustračným obrázkom 1.

```
int filedes[2];

pipe(filedes);

child_pid = fork();
if (child_pid == 0) {
    close(filedes[1]);
} else {
    close(filedes[0]);
}
```

Listing 1: Použitie anonymných rúr



Obr. 1: Tok dát medzi procesmi.

Nevýhodou tohto systémového volania je absencia v súborovom strome a teda nie je možné využiť tento IPC mechanizmus na komunikáciu medzi ľubovoľnými dvoma alebo viacerými procesmi.

1.2.2 Pomenované rúry

Pomenované rúry taktiež nazývané aj **FIFO** na rozdiel od anonymných rúr majú meno v súborovom systéme. Jednou z možností ako vytvoriť tento typ rúry je pomocou funkcie **mkfifo**, ktorá je definovaná v štandarde POSIX. Táto funkcia v svojej implementácii volá systémové volanie *mknod* s príznakom, ktorý definuje že ide o pomenovanú rúru. Funkcia **mkfifo** má 2 parametre:

- *pathname* - názov rúry
- *mode* - práva súboru

Návratová hodnota funkcie je 0 v prípade úspechu a v prípade chyby je návratová hodnota -1. Takto vytvorenú rúru je možné rovnako ako anonymné rúry obsluhovať pomocou systémových volaní *read* a *write*.

1.3 Fronty správ

Fronty správ si najlepšie môžeme predstaviť ako zretazený zoznam v adresnom priestore jadra. Správy môžu byť odosielané do fronty v poradí a následne načítané z fronty pomocou niekoľko rôznych spôsobov. Každá fronta správ je jednoznačne identifikovaná pomocou IPC identifikátora. Pre lepšie pochopenie tohto konceptu si popíšeme 3 hlavné štruktúry, ktoré zabezpečujú fungovanie fronty správ v jadre Linuxu.

1.3.1 Štruktúry semaforov

Štruktúra `msgbuf` (definovaná v `linux/msg.h`) predstavuje predlohu ako by mala vyzeráť správa, ktorú budeme posilať. Táto predloha obsahuje dve položky:

- `long mtype` - umožňuje určiť o aký typ správy ide, napríklad *chybová správa*, *normálna správa* a podobne, možností je nekonečno
- `char mtext[1]` - samotné dáta správy, túto položku je možné ľubovoľne rozšíriť, ako napríklad v ukážke kódu 2, avšak s limitom, ktorý je maximálna dĺžka správy **MSGMAX**=8192⁴

```
struct message {
    long type;
    struct my_special_struct data;
} msg;
```

Listing 2: Príklad vlastnej štruktúry správy

Každá správa je rozdelená na stránky, ktoré sú dynamicky alokované v pamäti. Veľkosť tejto stránky je závislá od architektúry a zisťuje sa nasledovne `sysconf(_SC_PAGESIZE)`. Štruktúra **`msg_msg`**, ktorú môžeme vidieť tu 3, predstavuje hlavičku každej správy pričom sa inštancie tejto štruktúry nachádzajú v zretazenom zozname, ktorý je definovaný položkou `m_list`. V prípade že dĺžka správy je menšia ako

`PAGE_SIZE` – `sizeof(struct msg_msg)`

celý obsah správy sa nachádza v pamäťovej oblasti za štruktúrou `msg_msg`. V opačnom prípade sa prvá časť správy nachádza na rovnakom mieste a ostatné stránky sa nachádzajú

⁴Táto veľkosť je definovaná v `linux/msg.h` a môže sa líšiť od verzie jadra. Túto hodnotu je taktiež možné zistiť pomocou príkazu `ipcs -l`.

v pamäťovej oblasti, na ktorú ukazuje ukazovateľ *next*. Tento ukazovateľ odkazuje na štruktúru *msg_msgseg* pozri 5, ktorá obsahuje ukazovateľ *next* na ďalšiu stránku, pričom v pamäťovej oblasti za touto štruktúrou sa nachádzajú dáta aktuálnej stránky.

```
struct msg_msg {
    struct list_head m_list;
    long m_type;
    size_t m_ts;
    struct msg_msgseg *next;
    void *security;
    /* obsah prvej stránky */
};
```

Listing 3: Štruktúra *msg_msg*

```
struct msg_msgseg {
    struct msg_msgseg *next;
    /* obsah stránky */
};
```

Listing 4: Štruktúra *msg_msgseg*

Poslednou štruktúrou, ktorá sa nachádza najvyššie v hierarchii týchto štruktúr je **msq_queue** a jej deklaráciu môžete vidieť na ukážke kódu 5. Najdôležitejšou položkou tejto štruktúry je položka *q_messages*, ktorá predstavuje prvý element zreťazeného zoznamu všetkých správ vo fronte. Ďalšie zreťazené zoznamy, ktoré sa tu nachádzajú sú *q_receivers* a *q_senders*, ktoré obsahujú zreťazené zoznamy procesov, ktoré posielajú správy a procesov, ktoré prijímajú správy. Zaujímavou položkou z pohľadu bezpečnosti je položka *q_perm*, ktorá obsahuje inštanciu štruktúry **kern_ipc_perm**. Túto štruktúru si popíšeme v kapitole 1.3.2.

```
struct msg_queue {
    struct kern_ipc_perm q_perm;
    /* meta dáta */
    struct list_head q_messages;
    struct list_head q_receivers;
    struct list_head q_senders;
} __randomize_layout;
```

Listing 5: Štruktúra *msq_queue*

1.3.2 Štruktúra *kern_ipc_perm*

Štruktúra *kern_ipc_perm* sa nenachádza len pri fronte správ ale taktiež aj pri semaforoch a zdieľanej pamäti. Táto štruktúra predstavuje sadu meta dát o konkrétnom IPC objekte a jej položky spolu s typmi môžeme vidieť na ukážke kódu B.1. Vyznám týchto položiek je nasledovný:

- lock - uzamykací mechanizmus pre ochranu IPC objektu
- deleted - príznak, či bol zdroj uvoľnený
- id
- key - jednoznačný identifikátor, v rámci konkrétneho typu objektu, to znamená, že jedna inštancia semafora, zdieľanej pamäte alebo fronty správ môže mať rovnaký identifikátor
- uid - ID používateľa, ktorý vlastní IPC objekt
- gid - ID skupiny, ktorá vlastní IPC objekt
- cuid - ID používateľa, ktorý vytvoril IPC objekt
- cgid - ID skupiny, ktorá vytvorila IPC objekt
- mode - bitová maska oprávnení
- seq - sekvenčné číslo, používané sa na vytvorenie nového identifikátora pre IPC objekt
- security - ukazovateľ na štruktúru, ktorú vytvára zvolené bezpečnostné riešenie v jadre Linuxu
- khtnode
- rcu - RCU synchronizačný mechanizmus
- refcount - počítadlo použitia IPC objektu

1.3.3 Požívanie fronty správ

Na vytvorenie fronty správ sa používa systémové volanie `msgget`. Toto systémové volanie má dva parametre, ktorými sú `key`(identifikátor objektu) a `msgflg` príznaky IPC objektu. Nová fronta je vytvorená v prípadoch, že:

- `key` sa rovná `IPC_PRIVATE`
- `key` nemá ešte priradený žiadny IPC objekt a `IPC_CREATE` príznak je definovaný v parametre `msgflg`

Ak je definovaný príznak `IPC_EXCL` spolu s `IPC_CREATE` a identifikátor už existuje, volanie funkcie zlyhá s chybovou správou `EEXIST`, ktorá definuje, že IPC objekt už existuje. Naopak v prípade, že `IPC_EXCL` nie je definované tak návratová hodnota je identifikátor už existujúceho IPC objektu.

Na posielanie a prijímanie správ z fronty sa používajú systémové volania `msgsnd` a `msgrcv`. Funkcia `msgsnd` má nasledovné parametre:

- `msgid` identifikátor fronty získaný z funkcie `msgget`
- `msgp` ukazovateľ na štruktúru, ktorú si používateľ definuje sám a mal by vychádzať zo šablóny ktorú sme si popísali v kapitole 2
- `msgsz` veľkosť dátovej štruktúry, ktorú chceme prenášať
- `msgflg` príznaky, ktoré definujú čo sa má diať v prípade, že je fronta plná

Funkcia `msgrcv`, odstráni správu z frontu a premiestni do pamäte, na ktorý ukazuje parameter funkcie `msgp`. Ďalšie parametre sú:

- `msgsz` maximálnu veľkosť dát v bytoch pre položku `mtext`, štruktúry, na ktorú ukazuje ukazovateľ `msgp`
- `msgflg` príznaky, ktoré definujú čo sa má diať v prípade, že je fronta prázdna
- `msgtyp` číslo, ktoré definuje ktorý typ správy bude ako prvý vybraný z fronty (nemôže byť definovaný príznak `MSG_COPY`), v prípade že je definovaný príznak `MSG_EXCEPT`, tak sa z fronty vyberá prvá správa z typom odlišným od `msgtyp`

Posledným systémovým volaním tohto mechanizmu je `msgctl`, ktoré vykonáva kontrolné operácie nad objektom. Funkcia má 3 parametre:

- `msgid` identifikátor objektu
- `cmd` typ operácie
- `buf` ide o štruktúru, ktorá sa v jadre ako aj v manuálových stránkach nachádza v 32 bitovej verzii (viď B.3), avšak v jadre sa označuje za zastaralú pričom ju nahrádza 64 bitová verzia (viď B.2), táto štruktúra slúži na prenos meta dát z jadra systému do užívateľského priestoru

Typy operácie nad frontami správ sú nasledovné:

- `IPC_STAT` a `MSG_STAT` kopíruje informácie z jadra do štruktúry na ktorú ukazuje ukazovateľ `buf`
- `IPC_SET` nastavuje položky jadra na základe ukazovateľa `buf`, konkrétne `msg_perm.uid`, `msg_perm.gid`, `msg_qbytes` a posledných 9 bitov `msg_perm.mode`
- `IPC_RMID` odstraňuje frontu správ
- `IPC_INFO` a `MSG_INFO` získava limity a systémové nastavenia pre fronty správ, dáta sa nachádzajú na adrese ukazovateľa `buf`, avšak dáta sú v štruktúre typu `msginfo`(viď B.4) a preto je potrebné pre-typovanie⁵

1.4 Semaforey

Semafor ako IPC mechanizmus nepredstavuje nástroj na prenášanie dát ale slúži ako synchronizačný mechanizmus na ochranu zdieľaných zdrojov pri viac procesovom alebo viac vlákňovom vykonávaní programu. Všeobecný semafor si môžeme predstaviť ako počítadlo, ktoré je možné atomicky upravovať. Semafor zvyčajne implementuje dve základné funkcie, ktoré slúžia na zvýšenie(`signal`) a zníženie(`wait`) tohto počítadla. Napríklad ak proces 1 chce vstúpiť do chránenej oblasti(pristúpiť k zdieľaným zdrojom) zníži počítadlo semaforu. Proces 2, ktorý taktiež bude chcieť pristúpiť k týmto zdrojom zníži semafor čo má za následok blokovanie procesu 2, ktorý musí počkať na zvýšenie počítadla. Proces 1 v prípade že bude opúšťať kritickú oblasť zvýši počítadlo semaforu čo zabezpečí odblokovanie procesu 1.

Semafor *System V* semaforey na rozdiel od POSIX semaforov nepredstavujú len jedno počítadlo ale skupiny počítadiel. Každé jedno počítadlo môže chrániť nejakú kritickú oblasť a teda jeden *System V* semafor môže chrániť viacero kritických oblastí. Veľkou výhodou je taktiež schopnosť navrátiť operácie vykonané na semafore v prípade, že proces, ktorý bol v kritickej oblasti neočakávane skončí a zabezpečiť tak aby čakajúci proces mohol vstúpiť do kritickej oblasti.

V nasledujúcich odsekoch si popíšeme interné štruktúry v jadre Linuxu, ktoré zabezpečujú fungovanie semaforov a taktiež aj použitie tohto IPC mechanizmu.

1.4.1 Štruktúry semaforov

Základná štruktúra, ktorá v sebe nesie hodnotu jedného počítadla má nasledovné položky:

⁵`IPC_INFO` a `MSG_INFO` ako aj `IPC_STAT` a `MSG_STAT` vracajú mierne odlišné dáta a sú platformovo závislé pre viac info pozri <http://man7.org/linux/man-pages/man2/msgctl.2.html>

- `semval` hodnota počítadla
- `semval` PID procesu, ktorý posledný modifikoval semafor
- `lock` uzamykací mechanizmus pre ochranu počítadla
- `pending_alter` a `pending_const` operácie, ktoré čakajú na vykonanie
- `sem_otime` čas posledného volania funkcie `sem_op` nad počítadlom

Nadradenou štruktúrou, ktorá predstavuje skupiny počítadiel je `sem_array`, ktorá má nasledovné položky:

- `sem_perm` štruktúra typu `kern_ipc_perm`, ktorú sme si popísali v kapitole 1.3.2
- `sem_ctime` čas posledného volania funkcie `sem_ctl` nad semaforom
- `pending_alter` a `pending_const` operácie, ktoré čakajú na vykonanie
- `list_id` spätné operácie na celú skupinu semaforov, ide o vlastnosť, ktorú sme si popísali v úvode do kapitoly
- `sem_nsems` počet semaforov
- `complex_count` počet komplexných operácii ktoré čakajú na vykonanie
- `use_global_lock` globálny uzamykací mechanizmus nad celou skupinou semaforov
- `sems` pole jednotlivých semaforov/počítadiel

Operácie, ktoré sa nad týmito semaformi vykonávajú sú uložené v štruktúre `sem_queue`. Ide o zretazený zoznam a každá jedna inštancia tejto štruktúry predstavuje operácie jedného procesu, ktorý je blokovaný(spl) na semafore. Táto štruktúra vyzerá nasledovne:

- `list` ďalšie položky zretazeného zoznamu
- `sleeper` štruktúra typu `task_struct`, teda proces, ktorý spl
- `undo` spätné operácie
- `sops` pole štruktúr typu `sembuf`, ktoré definuje nevykonané operácie
- `blocking` pole štruktúr typu `sembuf`, ktoré definuje operácie ktoré sú blokovacie
- `nsops` počet operácií

- **alter** príznak, ktorý označuje či operácia modifikuje pole semaforov
- **dupsop** **TODO** príznak, ktorý označuje či operácia modifikuje pole semaforov

Štruktúry na prácu s operáciami, ktoré majú byť v prípade ukončenia programu obnovené do pôvodného stavu sú štruktúry **sem_undo** a **sem_undo_list**. Každý proces má jednu prislúchajúcu štruktúru **sem_undo** a v prípade že je proces ukončený tak sa tieto operácie vykonajú. Štruktúra **sem_undo_list** zabezpečuje zdieľaný prístup k **sem_undo** štruktúram v prípade že viacero procesov zdieľa jeden list čo je možné zabezpečiť pomocou príznaku **CLONE_SYSVSEM** pri vytváraní nového procesu.

1.4.2 Použitie semaforov

System V semafor sa vytvára pomocou systémového volania **semget**, ktoré je analogické k funkcii **msgget**, ktorú sme si popísali v kapitole 1.3.3. Jediným rozdielom je parameter **nsops**, ktorý definuje koľko jednotlivých semaforov chceme vytvoriť. Takto vytvorený semafor je možné používať a vykonávať nad ním operácie pomocou systémového volania **semop**, ktoré má nasledovné parametre:

- **semid** identifikátor semaforu
- **sops** operácie nad semaforom
- **nsops** počet operácii v poli

Jednotlivé operácie sú definované pomocou štruktúry **sembuf**, ktorá má nasledujúce položky:

- **sem_num** číslo semaforu nad ktorým chcem operáciu vykonať
- **sem_op** typ operácie
- **sem_flg** príznaky operácie

sem_flg môže nadobúdať dve hodnoty, ktoré sú **SEM_UNDO** a **IPC_NOWAIT**. **SEM_UNDO** indikuje že chceme aby daná operácia bola obnoviteľná. Príznak **IPC_NOWAIT** priamo súvisí s parametrom **sem_op**, ktorý môže nadobudnúť tieto stavy:

- **sem_op** > 0 hodnota **sem_op** sa pričíta k hodnota počítadla(vyžaduje sa právo na zápis)
- **sem_op** == 0 a **semval** == 0 tak operácia okamžite prebehne, inak ak je definovaný príznak **IPC_NOWAIT** operácie skončí s chybou ak však tento príznak nieje definovaný proces čaká pokiaľ bude semafor 0(vyžaduje práva na čítanie semaforu)

- `sem_op < 0` a zároveň `semval >= sem_op` tak je operácia vykonaná okamžite, inak analogicky k predošlému prípadu operácia skončí buď s chybou alebo proces čaká pokiaľ bude zvýšená hodnota počítadla (vyžaduje sa právo na zápis)

Posledným systémovým volaním je `semctl`, ktoré rovnako ako systémové volanie `msgctl` z kapitoly 1.3.3 získava alebo zapisuje informácie o IPC objekte avšak s rozdielom že využíva odlišnú štruktúru na ukladanie dát. `semctl` má nasledovné argument:

- `semid` identifikátor objektu
- `semnum` index semaforu v skupine semaforov
- `cmd` typ operácie
- `arg` posledný argument je voliteľný podľa typu operácie, ide o union, ktorý je definovaný na ukážke kódu B.7

Typy operácii, ktoré sme si definovali pri `msgctl` taktiež existujú aj pri semafóroch a zachovávajú rovnakú funkcionality ale výsledok týchto operácií sa ukladá do položky `arg.buf`, ktorá je typu `semid_ds` (viď B.5) pre 32 bitové systémy alebo `semid64_ds` (viď B.6) pre 64 bitové systémy. Toto systémové volanie umožňuje aj semaforovo špecifické operácie, ktoré sú nasledovné:

- `GETALL/SETALL` vráti/nastaví hodnotu každého počítadla v skupine semaforov a uloží ho do položky `arg.array`, parameter `semnum` je ignorovaný
- `GETNCNT/GETZCNT` vráti počet procesov, ktoré čakajú na zvýšenie (`GETNCNT`) alebo zníženie (`GETZCNT`) konkrétneho počítadla, ktoré je definované argumentom `semnum`
- `GETPID` vráti PID procesu, ktorý posledný vykonal operáciu nad počítadlom, ktoré je definované argumentom `semnum`
- `GETVAL` vráti hodnotu jedného konkrétneho počítadla definovaného pomocou `semnum`
- `SETVAL` nastaví hodnotu, ktorá je v položke `arg.val`, jedného konkrétneho počítadla definovaného pomocou `semnum`

1.5 Zdieľaná pamäť

Zdieľaná pamäť predstavuje užitočný mechanizmus, ktorý umožňuje dvom alebo viacerým procesom pristupovať k spoločným dátovým štruktúram, ktoré sú uložené v oblasti zdieľanej pamäte IPC.[1] Proces, ktorý chce takúto zdieľanú pamäť používať potrebuje

namapovať túto pamäť na adresný priestor procesu. Následne túto pamäť môže používať akoby lokálnu pamäť, čo nevyžaduje prepínanie do módu jadra a preto tento IPC mechanizmus patrí medzi najrýchlejšie.[2]

1.5.1 Štruktúry zdieľanej pamäte

Hlavnou štruktúrou, ktorá má informácie o objektoch zdieľanej pamäte je `shmid_kernel`, ktorej položky sú nasledovné:

- `shm_perm` štruktúra typu `kern_ipc_perm`, ktorú sme si popísali v kapitole 1.3.2
- `shm_file` pointer na štruktúru `file`, ktorá predstavuje zdieľaný pamäťový priestor
- `shm_nattch` počet procesov, ktoré sú *pripojené* k zdieľanej pamäti
- `shm_segsz` veľkosť pamäťového segmentu
- `shm_atim/shm_dtim/shm_ctim` sú posledné časy prístupu/odpojenia/zmeny
- `shm_cprid` PID procesu, ktorý vytvoril objekt
- `shm_lprid` PID procesu, ktorý posledný pristupoval ku objektu
- `mlock_user` ukazovateľ na štruktúru `user_struct`, ktorá definuje používateľa, ktorý zamkol zdieľanú pamäť v RAM⁶
- `shm_creator` ukazovateľ na štruktúru `task_struct`, ktorý definuje proces, ktorý vytvoril zdieľanú pamäť(NULL v prípade že bol proces ukončený)
- `shm_clist` zoznam štruktúr `shmid_kernel`, ktoré majú rovnaký proces, ktorý ich vytvoril

Najdôležitejšou položkou je `shm_file`, ktorá predstavuje samotnú zdieľanú pamäť a keďže ide o súbor, môžeme vidieť blízke prepojenie s Linux VFS. Avšak nejde o normálny súbor a nie je možné ho nájsť v strome súborového systému, pretože sa využíva špeciálny *shm* súborový systém.[1] Preto ak proces chce zapisovať alebo čítať z tohoto pamäťového segmentu je potrebné aby sa pripojil. Ako na to sa dozvieme v kapitole 1.5.2.

⁶pre viac info pozri <http://man7.org/linux/man-pages/man2/mlock.2.html>

1.5.2 Požitie zdieľanej pamäte

Zdieľanú pamäť podobne ako ostatne *System V* mechanizmy je možné vytvoriť pomocou systémového volania `shmget`. Toto systémové volanie sa líši v argumente `size`, ktorý určuje akú veľkú pamäť chceme alokovať, pričom táto pamäť je zaokrúhlená nahor k najbližšiemu násobku `PAGE_SIZE`. Jedným z rozdielov je taktiež možnosť definovať príznaky `SHM_HUGETLB`, `SHM_HUGE_2MB` a `SHM_HUGE_1GB`, ktoré signalizujú alokáciu s použitím *huge pages*⁷. Posledný z príznakov je `SHM_NORESERVE`, ktorý definuje že sa nemá rezervovať *swap* pamäť.

Nad takto vytvorenou zdieľanou pamäťou je možné robiť dve operácie `shmat` a `shmdt`. `shmat` pripojí zdieľanú pamäť do adresného priestoru procesu, argumenty sú nasledovné:

- `shmid` identifikátor zdieľanej pamäte
- `shmaddr` adresa na ktorú sa zdieľaná pamäť pripojí, môže nadobudnúť nasledovné hodnoty:
 - `NULL` systém sám vyberie najvhodnejšiu nepoužívanú adresu
 - rôzna od `NULL` a zároveň je definovaný príznak `SMH_RND` tak pamäť je pripojená a zarovnaná dole na najbližší násobok `SHMLBA`⁸ ak však príznak nie je definovaný adresa musí byť zarovnaná na násobok `PAGE_SIZE` a následne môže byť pamäť pripojená
- `shmflg` môže nadobudnúť nasledovné hodnoty
 - `SHM_EXEC` povoľuje spúšťanie obsahu, ktorý sa nachádza v zdieľanej pamäti
 - `SHM_RDONLY` pripojí proces len s prístupom na čítanie, ak príznak nie je definovaný proces sa bude pripájať s prístupom na čítanie a zápis avšak **proces musí mať práva na čítanie a zápis**
 - `SHM_REMAP` príznak povoľuje prepísanie existujúceho mapovania, `shmaddr` nesmie byť `NULL`

Po úspešnom pripojení funkcia `shmat` vracia adresu pripojenej pamäte v opačnom prípade `(void *) -1`.

⁷Pre viac info pozri <https://elixir.bootlin.com/linux/latest/source/Documentation/vm/hugetlbpage.txt>

⁸Táto hodnota je zväčša násobok `PAGE_SIZE` a na väčšine Linuxových architektúrach je rovnaká ako `PAGE_SIZE`

Na odpojenie od zdieľanej pamäte sa používa funkcia `shmdt`, ktorá má jeden argument `shmaddr`, ktorý definuje adresu na ktorej je zdieľaná pamäť pripojená. Táto funkcia vracia 0 v prípade úspechu, inak vracia -1.

Posledným systémovým volaním je `shmctl`, ktoré pracuje analogicky k systémovému volaniu `msgctl` o ktorom sa môžete viac dočítať v závere kapitoly 1.3.3. `shmctl` poskytuje na rozdiel od `msgctl` 2 príznaky, ktoré sú `SHM_LOCK` a `SHM_UNLOCK`. Tieto príznaky povolia alebo zabráňujú *swapovaniu* zdieľanej pamäte. `SHM_UNLOCK` definuje, že napríklad v situáciu veľkého vyťaženia pamäte môže *swap* pamäte.[3]

Na prácu so zdieľanou pamäťou teda zapisovanie a čítanie z pamäte používame rovnaké nástroje ako na prácu s bežným súborom a teda na zapisovanie môžeme použiť napríklad `fprintf` a na čítanie `putchar`.

1.6 Sokety

2 Medusa

Medusa je bezpečnostný systém pre jadro Linux-u.

3 Úkážka glossaries

Verzia FEIstyle 1.5 používa glossary⁹ balík. Code Division Multiple Access (CDMA) je dlhá skratka naopak GSM je skratka v krátkej forme.

⁹<https://www.ctan.org/pkg/glossaries?lang=en>

4 Recitácia

Citujem všetky zdroje v **bibliography.bib**, [t00, t01, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

Good luck.

5 Možnosti anonymizácie

Anonymizácia znamená zmena alebo úprava údajov tak, aby sa podľa nich nedala jednoznačne určiť osoba, ktorej tieto údaje patria [t01]. Existuje niekoľko spôsobov, ktorými môžeme dosiahnuť rôznu úroveň anonymizácie na internete: od mazania cookies súborov po ukončení prehliadania webových stránok až po používanie operačných systémov, ktoré sú na anonymite založené; od bezplatných možností až po komerčné verzie.

Nasleduje priblíženie niektorých možností anonymizácie.

5.1 Súkromné prehliadanie

Najpoužívanjšie internetové prehliadače súčasnosti majú v sebe zabudovanú funkcionality, ktorá dokáže čiastočne anonymizovať prístup na internet. Táto funkcionality blokuje ukladanie navštívených stránok do histórie a nezaznamenáva súbory, ktoré sa stiahnu z internetu. SW a Halo Wars sú skratky.

5.2 Anonymná sieť

Anonymná sieť je sieť serverov, medzi ktorými dáta prechádzajú šifrované. V anonymných sieťach dáta prechádzajú z počítača používateľa, odkiaľ bola požiadavka poslaná, cez viaceré proxy smerovače, z ktorých každý správu doplní o smerovanie a zašifruje vlastným kľúčom. Cesta od ...

5.3 Funkcionalita

Rozšírenie tiež okrem splnenia špecifikácie malo pre prehľadnosť a overenie funkčnosti zobrazovať údaje, ktoré boli na server odoslané. Zoznam údajov odoslaných na server, sa mal ukladať do krátkodobej histórie, aby nemal používateľ k dispozícii len najnovšie údaje, ale aj údaje odoslané v nejakom časovom období. Nejaký listing z príloh C.1.

5.3.1 Funkcionalita2

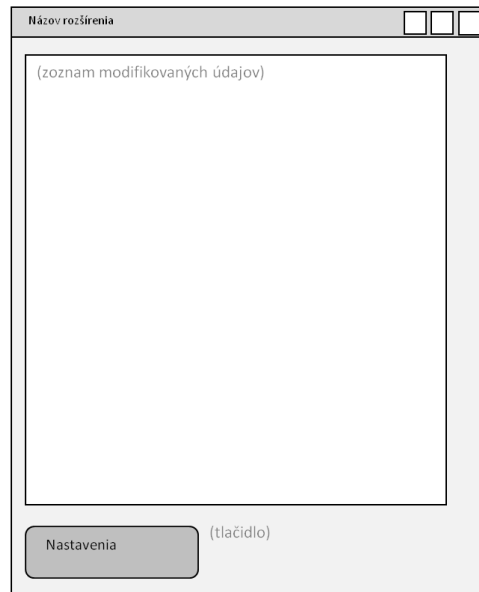
Samozrejmosťou bolo nastavenie zapnutia rozšírenia pri štarte, prípadne interval zmeny odosielaných údajov.

5.4 Vzhľad

Dôležitou požiadavkou kladenou na rozšírenie bolo príjemné používateľské rozhranie. Z tohto dôvodu malo rozšírenie obsahovať zoznam modifikovaných vlastností a tlačidlo pre prístup k nastaveniam rozšírenia v jednoduchej a praktickej forme. Predpokladaný vzhľad je zobrazený na obrázku č. 2. Dôležitou požiadavkou kladenou na rozšírenie bolo príjemné používateľské rozhranie.[t00] Z tohto dôvodu malo rozšírenie obsahovať zoznam

Tabuľka 1: Moduly a ich funkcie pri anonymizácii

Modul	Funkcia													
	zobrazenie hlavičky	blokovanie skriptov	zmena IP	zmena lokalizácie	zmazanie/blokovanie cookies	Modifikácia								
						blokovanie trackerov	popis	používateľský agent	kódové označenie prehliadača	názov prehliadača	verzia prehliadača	platforma	výrobca prehliadača	označenie výrobcu prehliadača
User agent switcher							X	X	X	X	X	X	X	X
Ghostery					X	X								
Better privacy					X									
Anonymox			X	X	X		X	X						
Modify headers					X			X						
Request policy						X								
Live HTTP headers	X													
User agent awitcher for chrome							X	X						
Header hacker							X	X	X	X	X	X	X	X
Mod header							X	X	X	X	X	X	X	X
Script no		X												
No script		X												
Proxify it			X	X										
I'm not here				X										
Get anonymous personal edition		X	X	X	X	X								
Anonymous browsing toolbar			X	X										
Easy hide your IP and surf anonymously			X	X				X	X	X	X			



Obr. 2: Predpokladaný vzhľad rozšírenia.

modifikovaných vlastností a tlačidlo pre prístup k nastaveniam rozšírenia v jednoduchej a praktickej forme. Predpokladaný vzhľad je zobrazený na obrázku č. 2.

```
/* Hello World program */
```

```
#include<stdio.h>
```

```
struct cpu_info {  
    long unsigned utime, ntime, stime, itime;  
    long unsigned iowtime, irqtime, sirqtime;  
};
```

```
main()  
{  
    printf("Hello World");  
}
```

Listing 6: Ukážka algoritmu

Algorithm 1 Ukážka príkazov pre algorithmic

```
<text>
if <condition> then
  <text>
else
  <text>
end if
if <condition> then
  <text>
else if <condition> then
  <text>
end if
for <condition> do
  <text>
end for
for <condition> to <condition> do
  <text>
end for
for all <condition> do
  <text>
end for
while <condition> do
  <text>
end while
repeat
  <text>
until <condition>
loop
  <text>
end loop
Require: <text>
Ensure: <text>
return <text>
print <text> {<text>} and , or , xor , not , to , true, false
```

Záver

Conclusion is going to be where?

Here.

Zoznam použitej literatúry

1. MARCO CESATI, Daniel P. Bovet. *Understanding the Linux Kernel: Third Edition*. Third. O'Reilly Media, 2005. ISBN 978-0596005658.
2. BHARADWAJ, Raghu. *Mastering Linux Kernel Development*. First. Packt Publishing, 2017. ISBN 978-1785883057.
3. *SHMCTL(2) Linux Programmer's Manual*. 4.15. vyd. 2017.
4. GREENBERG, David. Camel drivers and gatecrashers: quality control in the digital research library. In: HAWKINS, B.L a BATTIN, P (ed.). *The mirage of continuity: reconfiguring academic information resources for the 21st century*. Washington (D.C.): Council on Library a Information Resources; Association of American Universities, 1998, s. 105–116.
5. LYNCH, C. Where do we go from here?: the next decade for digital libraries. *DLib Magazine* [online]. 2005, roč. 11, č. 7/8 [cit. 2005-08-15]. ISSN 1082-9873. Dostupné z: <http://www.dlib.org/dlib/july05/lynch/07lynch.html>.
6. DĚŤA, Hugh a RYCHLÍK, Tomáš. *A big paper: Podtitul* [online]. 2. vyd. Praha: Academia, 1991 [cit. 2011-01-12]. Pokusná edice. ISBN 978-44-55-X. Dostupné z: <http://pokus.cz>.
7. DĚŤA, Hugh, RYCHLÍK, Tomáš, DALŠÍ, Pepa, SPOUSTA, Pepa, SKORO, Moc, ALE, Nestačí a HODNĚ. *Úplně úžasná knížka*. 3. vyd. Praha, 1991.
8. DĚŤA, Hugh, RYCHLÍK, Tomáš, DALŠÍ, Pepa, SPOUSTA, Pepa, SKORO, Moc, ALE, Nestačí a HODNĚ. *Úplně úžasná knížka*. 3. vyd. Praha: MIT Press, 1991.
9. FREELY, I.P. A small paper: Podtitulek. *The journal of small papers*. 1997, roč. 1, č. 3, s. 2–5. to appear.
10. JASS, Hugh. A big paper. *The journal of big papers*. 1991, roč. 23.
11. Titulek. *The journal of big papers*. 1991, roč. 12, č. 2, s. 22–44. Dostupné z DOI: 10.112.22/jkn.
12. KOLLMANNOVÁ, Ludmila, BUBENÍKOVÁ, Libuše a KOPECKÁ, Alena. *Angličtina pro samouky*. 5. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1977. Učebnice pro samouky, č. 4. ISBN 80-04-25663-5.

13. NOVOTNÁ, Pepina. Podkapitola. In: KOLLMANNOVÁ, Ludmila, BUBENÍKOVÁ, Libuše a KOPECKÁ, Alena. *Angličtina pro samouky*. 5. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1977, kap. 2., s. 22–29. Učebnice pro samouky, č. 4. ISBN 80-04-25663-5.
15. KNUTH, Donald. Journeys of T_EX. *TUGBoat*. 2003, roč. 17, č. 3, s. 12–22. ISSN 1222-3333. Dostupné tiež z: <http://tugboat.tug.org/kkk.pdf>.
16. GENIÁLNIÍ, Jiří (ed.). *Mimorádně užitečný sborník*. Praha: Academia, 2007. ISBN 978-222-626-222-2.
17. VLAŠTOVKA, Josef. Velmi zajímavý článek. In: GENIÁLNIÍ, Jiří (ed.). *Mimorádně užitečný sborník*. Praha: Academia, 2007, s. 22–45. ISBN 978-222-626-222-2.

Prílohy

A	Štruktúra elektronického nosiča	II
B	Algoritmus	III
C	Výpis subline	VI

A Štruktúra elektronického nosiča

/CHANGELOG.md

- file describing changes made to FEIstyle

/example.tex

- main example *.tex* file for diploma thesis

/example_paper.tex

- example *.tex* file for seminar paper

/Makefile

- simply Makefile – build system

/fei.sublime-project

- is project file with build in Build System for Sublime Text 3

/img

- folder with images

/includes

- files with content

/bibliography.bib

- bibliography file

/attachmentA.tex

- this very file

B Algoritmus

```
struct kern_ipc_perm {
    spinlock_t    lock;
    bool          deleted;
    int           id;
    key_t         key;
    kuid_t        uid;
    kgid_t        gid;
    kuid_t        cuid;
    kgid_t        cgid;
    umode_t       mode;
    unsigned long seq;
    void          *security;
    struct rhash_head khnode;
    struct rcu_head rcu;
    refcount_t refcount;
} ____cacheline_aligned_in_smp __randomize_layout;
```

Listing B.1: Štruktúra kern_ipc_perm

```
struct msqid64_ds {
    struct ipc64_perm msg_perm;
    __kernel_time_t msg_stime; /* last msgsnd time */
#ifdef __BITS_PER_LONG != 64
    unsigned long __unused1;
#endif
    __kernel_time_t msg_rtime; /* last msgrcv time */
#ifdef __BITS_PER_LONG != 64
    unsigned long __unused2;
#endif
    __kernel_time_t msg_ctime; /* last change time */
#ifdef __BITS_PER_LONG != 64
    unsigned long __unused3;
#endif
    __kernel_ulong_t msg_cbytes; /* current number of bytes on queue */
    __kernel_ulong_t msg_qnum; /* number of messages in queue */
    __kernel_ulong_t msg_qbytes; /* max number of bytes on queue */
    __kernel_pid_t msg_lspid; /* pid of last msgsnd */
    __kernel_pid_t msg_lrpid; /* last receive pid */
    __kernel_ulong_t __unused4;
    __kernel_ulong_t __unused5;
};
```

Listing B.2: Štruktúra msqid64_ds

```
struct msqid_ds {
    struct ipc_perm msg_perm;
    struct msg *msg_first; /* first message on queue, unused */
    struct msg *msg_last; /* last message in queue, unused */
    __kernel_time_t msg_stime; /* last msgsnd time */
};
```

```

__kernel_time_t msg_rtime; /* last msgrcv time */
__kernel_time_t msg_ctime; /* last change time */
unsigned long msg_lcbytes; /* Reuse junk fields for 32 bit */
unsigned long msg_lqbytes; /* ditto */
unsigned short msg_cbytes; /* current number of bytes on queue */
unsigned short msg_qnum; /* number of messages in queue */
unsigned short msg_qbytes; /* max number of bytes on queue */
__kernel_ipc_pid_t msg_lspid; /* pid of last msgsnd */
__kernel_ipc_pid_t msg_lrpid; /* last receive pid */
};

```

Listing B.3: Štruktúra msqid_ds

```

struct msginfo {
    int msgpool;
    int msgmap;
    int msgmax;
    int msgmnb;
    int msgmni;
    int msgssz;
    int msgtql;
    unsigned short msgseg;
};

```

Listing B.4: Štruktúra msginfo

```

struct semid_ds {
    struct ipc_perm sem_perm; /* permissions .. see ipc.h */
    __kernel_time_t sem_otime; /* last semop time */
    __kernel_time_t sem_ctime; /* create/last semctl() time */
    struct sem *sem_base; /* ptr to first semaphore in array */
    struct sem_queue *sem_pending; /* pending operations to be processed */
    struct sem_queue **sem_pending_last; /* last pending operation */
    struct sem_undo *undo; /* undo requests on this array */
    unsigned short sem_nsems; /* no. of semaphores in array */
};

```

Listing B.5: Štruktúra semid_ds

```

struct semid64_ds {
    struct ipc64_perm sem_perm; /* permissions .. see ipc.h */
    __kernel_time_t sem_otime; /* last semop time */
    __kernel_ulong_t __unused1;
    __kernel_time_t sem_ctime; /* last change time */
    __kernel_ulong_t __unused2;
    __kernel_ulong_t sem_nsems; /* no. of semaphores in array */
    __kernel_ulong_t __unused3;
    __kernel_ulong_t __unused4;
};

```

Listing B.6: Štruktúra semid64_ds


```

union semun {
    int val; /* value for SETVAL */
    struct semid_ds __user *buf; /* buffer for IPC_STAT & IPC_SET */
    unsigned short __user *array; /* array for GETALL & SETALL */
    struct seminfo __user *__buf; /* buffer for IPC_INFO */
    void __user *__pad;
};

```

Listing B.7: Štruktúra semun

```

struct shmid_kernel /* private to the kernel */
{
    struct kern_ipc_perm shm_perm;
    struct file          *shm_file;
    unsigned long        shm_nattch;
    unsigned long        shm_segsz;
    time64_t             shm_atim;
    time64_t             shm_dtim;
    time64_t             shm_ctim;
    pid_t                shm_cprid;
    pid_t                shm_lprid;
    struct user_struct    *mlock_user;

    /* The task created the shm object. NULL if the task is dead. */
    struct task_struct    *shm_creator;
    struct list_head      shm_clist; /* list by creator */
} __randomize_layout;

```

Listing B.8: Štruktúra shmid_kernel

C Výpis sublime

```
../.. / fei .sublime-project
```

Listing C.1: Ukážka sublime-project