Základy vývoje v prostředí GNU/Linux

Tématicky zaměřený vývoj aplikací v jazyce C
skupina Systémové programování – Linux

Martin Dražar, Martin Husák, Petr Velan

Fakulta informatiky
Masarykova univerzita
drasar|husak|velan@ics.muni.cz

Brno, 5. říjen 2015

Zvyklosti vývoje v prostředí GNU/Linux

zvyklosti v chování aplikací, interakce aplikací s okolím

Adresářová struktura GNU/Linux

- `/bin/` obecné systémové binárky pro všechny uživatele
- `/boot/` soubory potřebné pro zavaděč, jádro
- `/dev/` soubory zařízení (disky, usb, porty, ...)
- `/etc/` konfigurační soubory
- `/lib/` sdílené systémové knihovny
  - `modules/` moduly jádra
- `/proc/` speciální virtuální filesystém obsahující informace o jádře
- `/sbin/` obecné systémové binárky pro privilegované uživatele
- `/tmp/` dočasné soubory
- `/usr/` soubory potřebné pro běžnou práci
  - `bin/` binárky programů
  - `doc/` dokumentace aplikací
  - `include/` hlavičkové soubory
  - `lib/` další sdílené knihovny
  - `local/` aplikace, knihovny, ... instalované ze zdrojových souborů
  - `man/` manuálové stránky
  - `sbin/` další systémové binárky
  - `share/` konfigurační soubory a další nastavení aplikací
- `/var/` pracovní (měnící se) soubory pro běžící programy a služby

Parametry příkazové řádky

Základní způsob předávání vstupních informací programu.

Pravidla popsána v rámci normy POSIX → GNU Standards.

Používejte standardní názvy parametrů a standardní chování.
Obvyklá syntax přepínačů:

- `-<pismeno>`
- `-<pismeno> <argument>`
- `--`
- `--<slovo>`
- `--<slovo> <argument>`
- `--<slovo>=<argument>`

```
info "(standards)User Interfaces"
```

Využívejte standardní funkce:

- `getopt` – zpracovává krátké parametry
- `getopt_long` – zpracovává dlouhé parametry, není součástí POSIX (GNU rozšíření)

Proměnné prostředí

Slouží k nastavení chování aplikace.

Z příkazové řádky:

```
export MYVAR=ahoj
echo $MYVAR
```

Z aplikace:

- `getenv()` – vrátí hodnotu proměnné
- `putenv()`, `setenv()` – nastaví hodnotu proměnné

Proměnné prostředí

Slouží k nastavení chování aplikace.

Z příkazové řádky:

```
export MYVAR=ahoj
echo $MYVAR
```

Z aplikace:

- `getenv()` – vrátí hodnotu proměnné
- `putenv()`, `setenv()` – nastaví hodnotu proměnné

Užitečné proměnné prostředí

- `$LD_LIBRARY_PATH`
- `$PATH`
- `$RANDOM`

Proměnné prostředí – bezpečnost

Nespoléhejte se na proměnné prostředí (PATH, IFS, HOME, . . .).

```
extern char** environ;
```

***Dezinfekce* sady proměnných prostředí**

- vytvoření vlastního pole `environ`
- nastavení proměnných prostředí na bezpečné hodnoty
- převzetí **vybraných** původních hodnot

úkol

- Napište si vlastní verzi aplikace `printenv(1)`

Konfigurační soubory

Obvyklé umístění v `/etc/`, ale také `/usr/share/`.

Neexistuje jednotný formát konfiguračních souborů.

- proměnná *hodnota* (sshd)
- vlastní syntax (Apache)
- XML (D-Bus)
- YAML
- JSON (logstash)

Konfigurační soubory

Obvyklé umístění v `/etc/`, ale také `/usr/share/`.

Neexistuje jednotný formát konfiguračních souborů.

- proměnná *hodnota* (sshd)
- vlastní syntax (Apache)
- XML (D-Bus)
- YAML
- JSON (logstash)

→ Snažte se dodržovat obvyklé konvence pro typ aplikace, kterou vytváříte.

Opravy kódu

Standardní utility `diff` a `patch`

Opravy kódu

Standardní utility `diff` a `patch`

Postup vytvoření a aplikace patche

- vytvořte kopii originálu (celou adresářovou strukturu, konkrétní soubor)
- upravte kód
- `diff -ur file.orig file > file.patch`
- `patch -p0 -i file.patch`

úkol

- Ve studijních materiálech je soubor `param.c`
- Najděte v kódu chybu a připravte patch.

Dynamicky linkované objekty

dynamické knihovny, kód přidávaný za běhu (pluginy)

API vs. ABI (I)

API – Application Programming Interface

(vysokoúrovňové) rozhraní mezi zdrojovým kódem a knihovnami – zdrojový kód lze zkompilovat

ABI – Application Binary Interface

(nízkoúrovňový) popis toho, jak jsou data uložena v paměti, tento popis používá compiler např. při referenci proměnných, umožňuje již zkompilovanému kódu běžet v prostředí s kompatibilním ABI

API i ABI měňte co nejméně často (raději funkce přidávejte).
Rozhodně rozumně verzujte při změnách!
Změny v ABI jsou nebezpečnější – nemusí být hned vidět a přijdete na ně až když něco nefunguje.

API vs. ABI (II)

Příklady

- reimplementace funkce –

API vs. ABI (II)

Příklady

- reimplementace funkce – API, ABI kompatibilní
- změna hodnoty položky enumu –

API vs. ABI (II)

Příklady

- reimplementace funkce – API, ABI kompatibilní
- změna hodnoty položky enumu – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- změna pořadí položek struktury –

API vs. ABI (II)

Příklady

- reimplementace funkce – API, ABI kompatibilní
- změna hodnoty položky enumu – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- změna pořadí položek struktury – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- odstranění funkce –

API vs. ABI (II)

Příklady

- reimplementace funkce – API, ABI kompatibilní
- změna hodnoty položky enumu – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- změna pořadí položek struktury – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- odstranění funkce – API nekompatibilní
- přidání nové funkce –

API vs. ABI (II)

Příklady

- reimplementace funkce – API, ABI kompatibilní
- změna hodnoty položky enumu – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- změna pořadí položek struktury – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- odstranění funkce – API nekompatibilní
- přidání nové funkce – API **zpětně** kompatibilní

API vs. ABI (II)

Příklady

- reimplementace funkce – API, ABI kompatibilní
- změna hodnoty položky enumu – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- změna pořadí položek struktury – API kompatibilní, ABI nekompatibilní
- odstranění funkce – API nekompatibilní
- přidání nové funkce – API **zpětně** kompatibilní

nekompatibilní API – aplikaci je třeba upravit
nekompatibilní ABI – aplikaci je třeba pouze překompilovat

Dynamické (sdílené) knihovny

- kolekce kódů dynamicky připojitelných k aplikaci za běhu
- připojitelných i k několika aplikacím najednou
- způsob jak předcházet duplikaci kódu
- šetří diskové místo :)
- snadná aktualizace a oprava chyb
- program je pak ale závislý na požadovaných knihovnách

Dynamické knihovny v Linuxu I

ldconfig(8)

- vytvoří symbolické odkazy na instalované knihovny – linker většinou použije právě tyto symlinky
- vytvoří cache instalovaných knihoven pro dynamický linker
- potřebné soubory včetně informace o umístění knihoven jsou v `/etc/ld.so.*`
- obvyklé umístění knihoven je
  `/lib/`,`/lib64/`,`/usr/lib/`,`/usr/lib64/`, ...

proměnné prostředí

`LD_LIBRARY_PATH` – umístění knihoven (před standardními cestami)
`LD_PRELOAD` – knihovna, která má být přilinkována jako první
`LD_DEBUG` – `LD_DEBUG=libs date`

Dynamické knihovny v Linuxu II

- soname: 'lib' + jméno + '.so.' + verze
- `/lib/ld-linux.so.X` – run-time linker (loader)
- `ldd(1)` – zjistí závislosti dynamických objektů
- `objdump(1)` – vypíše informace o objektových souborech

Vytváření dynamické knihovny

- vytvořte objekty s kódem nezávislým na pozici (PIC)

```
gcc -fPIC -c file.c
```

- z objektů vytvořte dynamickou knihovnu

```
gcc -shared -Wl,-soname,libmyname.so.1 \
-o libmyname.so.1.0.0 file.o
```

úkol

- napište vlastní verzi funkce `localtime()` - je na vás, jaký čas bude vracet
- vyzkoušejte si `LD_PRELOAD` s vaší verzí `localtime()` na programu `date`

Pluginy (dynamicky linkovaný kód)

Otevření dynamického objektu za běhu aplikace.

- `dlopen()`
- `dlsym()`
- `dlerror()`
- `dlclose()`

Při překladu (gcc) je nutné použít přepínač `-ldl`.

Ukazatel na funkci:

```
návratový_typ (*identifikátor)(seznam_typů_parametrů);
```

Pluginy (dynamicky linkovaný kód)

Otevření dynamického objektu za běhu aplikace.

- `dlopen()`
- `dlsym()`
- `dlerror()`
- `dlclose()`

Při překladu (gcc) je nutné použít přepínač `-ldl`.

Ukazatel na funkci:

```
návratový_typ (*identifikátor)(seznam_typů_parametrů);
```

```
void* (*funkce)(void* ukazatel, size_t velikost);
```

Pluginy (dynamicky linkovaný kód)

Otevření dynamického objektu za běhu aplikace.

- `dlopen()`
- `dlsym()`
- `dlerror()`
- `dlclose()`

Při překladu (gcc) je nutné použít přepínač `-ldl`.

Ukazatel na funkci:

```
návratový_typ (*identifikátor)(seznam_typů_parametrů);
```

```
void* (*funkce)(void* ukazatel, size_t velikost);
```

http://tldp.org/HOWTO/Program-Library-HOWTO/dl-libraries.html

Závěr

domácí úkoly a zdroje

Domácí úkol (rozšíření úkolu z hodiny)

- Využijte princip pluginu a napište 2 knihovny, které různě implementují podobnou funkcionalitu (např. tisknou různé zprávy)
- Vytvořte program, který volá jednotlivé funkce z různých knihoven – při startu programu podle parametru příkazové řádky.
- Nezapomeňte na srozumitelnou nápovědu a ošetření chyb (neexistující plugin, atd.)!
- Vše uložte do SVN/Git.

Zdroje

parametry příkazové řádky

www.opengroup.org/onlinepubs/009695399/basedefs/xbd_chap12.html

www.gnu.org/prep/standards/standards.html#Command_002dLine-Interfaces

www.gnu.org/prep/standards/standards.html#Option-Table

dynamicky linkované objekty

tldp.org/HOWTO/Program-Library-HOWTO/index.html

www.gnu.org/prep/standards/standards.html#Command_002dLine-Interfaces

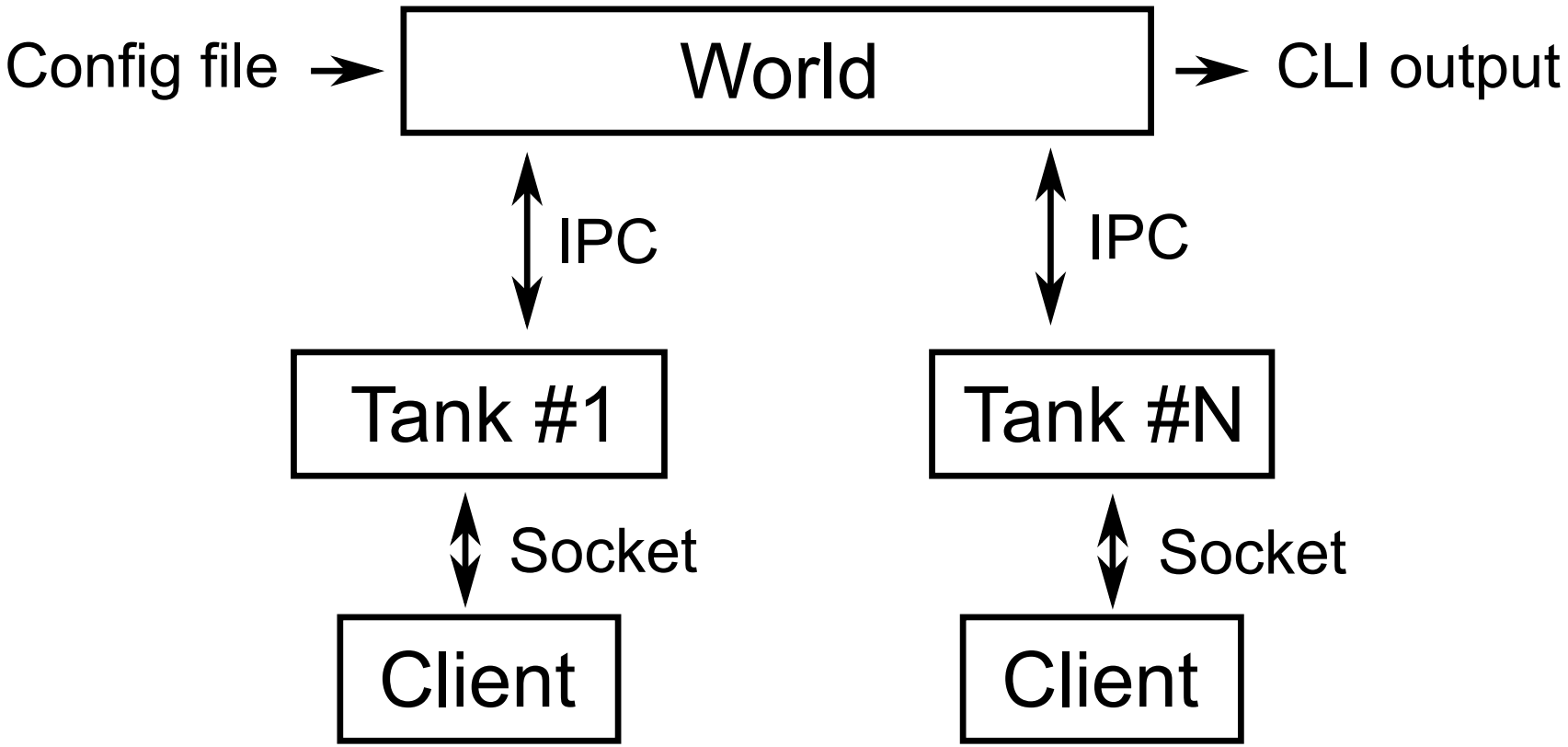
www.gnu.org/prep/standards/standards.html#Option-Table

ostatní

www.di.uniovi.es/~cernuda/noprog_ENG.html

wezfurlong.org/blog/2006/dec/coding-for-coders-api-and-abi-considerations-in-an-evolving-code-base

Projekt - **Internet of Tanks (IoT)**



Projekt

World

- Čte konfiguraci
- Spouští a ukončuje tanky dle konfiugrace
- Komunikuje s tanky pomocí IPC
- Udržuje přehled o stavu světa
- Počítá pohyb a akce tanků
- Vypisuje stav světa přes CLI

Projekt

Tank

- Komunikuje se světem pomocí IPC
- Komunikuje s klientem (poslouchá na TCP portu)
- Předává příkazy klienta světu
- Klient se autentizuje heslem
- Při zničení tanku proces uzavírá komunikaci a končí

Client

- Přihlašuje se k tanku
- Posílá příkazy tanku
- Informuje uživatele o potvrzení příkazů a zničení tanku

Projekt

- Tým si určí jeden repozitář kde bude dále probíhat vývoj, vyřeší si přístupy
- Adresu repozitáře pro další vývoj sdělte mailem
- Zatím si můžete promyslet kdo co bude dělat
- Programování není mnoho, o to více se budeme věnovat funkčnosti kódu
- Komunikace client-tank, tank-world budou testovány i mezi tými