

Ovladače jádra – Linux

Tématicky se kurz zaměří na programování v oblasti jádra systému Linux. Budou probrány a procvičovány základní principy vytvoření modulu, komunikace s uživatelským prostorem, způsoby ladění v jádře a čeho se vyvarovat v tomto mírně odlišeném prostředí zahrnujícím implicitní vícevláknové chování, odlišné kontexty (přerušeni vs. proces, paměť uživatele vs. jádra) atd. Předpokladem jsou znalosti základů OS a výhodou znalosti v rozsahu Programování systému UNIX/LINUX (C3).

Informace pro kurz

- Úvod do problematiky (např. žádné libc, lib*)
- Práce s GITem, kódem (cross reference apod.) a patchi (proces zařazení)
- Možnosti ladění
- Vytvoření nahratelného modulu
- Alokace paměti (slub a page alokátory)
- Komunikace s uživatelským prostorem
- Přístup do paměti uživatelského prostoru
- I/O
- Přerušeni
- Chyby souběhu a jejich řešení
- perf

Téma 1: Úvod do problematiky dle tématické skupiny

Teoretická část

- Práce s GITem
 - Generování záplaty
- Rozdíly jádro-uživatelský prostor

Praktický úkol pro cvičení

- Založení/klonování repositáře
- Vytvoření Hello World v jádře
 - Překladačový systém
 - Nahratelný modul
 - Kód provádějící jednoduché alokace a výpisy

Téma 2: Rozhraní s uživatelem

Teoretická část

- Syscalls
- Znaková zařízení
- Kontrola a použití ukazatelů z uživatelského prostoru
- Datové typy
 - 32-bit/64-bit kompatibilita

Praktický úkol pro cvičení

- Implementovat ovladač znakového zařízení
 - Vytvořit znakové zařízení
 - Implementovat `open`, `read/write`, `release`
 - `Read` bude vracet řetězec `Ahoj`
 - Výpis bufferu `write` do systémového logu

Téma 3: Ladění chyb (debugging)

Teoretická část

- Jak ladit jádro
- Ladicí výpisy a úrovně výpisů
- `Ratelimiting`
- `debugfs`
- `strace`

Praktický úkol pro cvičení

- `netconsole` – poslání logu z virtuálního stroje na hosta
- Výpis trace procesů (`sysrq`)
- Vytvoření adresáře a souboru pod `debugfs`

Téma 4: Chyby souběhu

Teoretická část

- Popis chyby souběhu
- Jak je řešit
 - Atomické operace
 - Typy zámků a jejich použití
- Deadlock

Praktický úkol pro cvičení

- Příklady použití

Téma 5: Práce s pamětí

Teoretická část

- Práce s adresami
- Stručný popis alokátorů
 - Stránkový (`__get_free_pages`)
 - SLAB (`kmalloc`)
 - Virtuální (`vmalloc`)

Praktický úkol pro cvičení

- Vyzkoušet práci s adresami
- Vyzkoušet alokace paměti

Téma 6: Datové struktury

Teoretická část

- Základní typy
- Endianita (pořadí bytů)
- Datové struktury (seznam, fifo)

Praktický úkol pro cvičení

- Naučit se pracovat s datovými typy

Téma 7: Komunikace s HW

Teoretická část

- Princip komunikace
 - MMIO
 - Porty
- Navázání na PCI zařízení
 - Probe/remove
 - ID list
- Zobecnění na ostatní sběrnice
 - Stejný přístup

Praktický úkol pro cvičení a domácí úkol

- Nalezněte virtualizovanou kartu a připojte se k ní
- Aktivujte PCI zařízení
- Přečtěte identifikaci

Téma 8: Časovače, přerušení

Teoretická část

- Odložené vykonání kódu

- Časovače
 - Obyčejný, přenositelný
 - High-res
- Přerušení od HW
 - Jiný kontext ⇒ omezení

Praktický úkol pro cvičení

- Práce s workqueue, tasklety
- Práce s časovači
- Obsluha přerušení

Téma 9: Paměť trochu jinak I.

Teoretická část

- mmap

Praktický úkol pro cvičení

- Přemapování stránek do procesu
 - Dvěma způsoby

Téma 10: Paměť trochu jinak II.

Teoretická část

- Popis a princip DMA

Praktický úkol pro cvičení

- Základní DMA přenosy

Téma 11: Komunikace mezi procesy

Teoretická část

- completion
- wait_event*
- schedule*
- Vlákna v jádře

Praktický úkol pro cvičení

- Vyzkoušet komunikaci mezi procesy
- Vytvořit vlákno v jádře

Téma 12: Síťové rozhraní & oops

Teoretická část

- netdevice a háčky

Praktický úkol

- Vytvořit myeth0
- Základní komunikace