

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота №4

По дисципліні «Архітектура комп'ютерів 2»

Виконав:

Студент групи ІО-24

Захаров Святослав

Мета: розробити та зібрати модуль в середовищі програмного емулятора Qemu для архітектури процесорів ARM.

Хід роботи:

Репозиторій: <https://github.com/wthellomg/AK2>

1. Завантажити та переглянути вміст прикладів. Для подальшої роботи було обрано приклад 1.
2. Модифікувати модуль:
 1. Додати параметр, який визначатиме кількість надрукованих повідомлень
 2. Залежно від параметра, виводити помилки, попередження, або продовжувати роботу в нормальному режимі
 3. Реалізувати функцію, яка фіксуватиме час при кожній ітерації та виводитиме список цих часів при видаленні модуля.
3. Протестувати зібраний модуль:

Виконання modinfo, а також insmod з параметром за замовчуванням (1):

```

/ # modinfo hello.ko
filename:      hello.ko
author:        Sviatoslav Zakharov, IO-24 <9818138@gmail.com>
description:    AK2, lab 4
license:       Dual BSD/GPL
parm:          repeat: Number of times to print 'Hello, world!'
depends:
vermagic:      4.19.325 SMP mod_unload ARMv7 p2v8
/ # insmod hello.ko
[ 58.255773] hello: loading out-of-tree module taints kernel.
[ 58.287316] Hello, world! (iteration 1)
/ # rmmod hello.ko
[ 65.196374] --- Timestamps (ns) ---
[ 65.203673] 58065739408
/ #
```

Перевірка значення встановленого параметра:

```

/ # insmod hello.ko repeat=2
[ 165.165982] Hello, world! (iteration 1)
[ 165.167006] Hello, world! (iteration 2)
/ # cat sys/module/hello/parameters/
cat: read error: Is a directory
/ # ls sys/module/hello/parameters/
repeat
/ # cat sys/module/hello/parameters/repeat
2
/ #
```

Перевірка роботи з різними критичними значеннями параметра (0, 6, 14):

```
/ # insmod hello.ko repeat=0
[ 34.572333] hello: loading out-of-tree module taints kernel.
[ 34.603261] Warning: unusual repeat value (0)
/ # rmmod hello.ko
[ 43.634070] --- Timestamps (ns) ---
/ # insmod hello.ko repeat=6
[ 51.796432] Warning: unusual repeat value (6)
[ 51.800236] Hello, world! (iteration 1)
[ 51.801716] Hello, world! (iteration 2)
[ 51.803073] Hello, world! (iteration 3)
[ 51.804447] Hello, world! (iteration 4)
[ 51.805422] Hello, world! (iteration 5)
[ 51.806333] Hello, world! (iteration 6)
/ # rmmod hello.ko
[ 55.675455] --- Timestamps (ns) ---
[ 55.677170] 51569932416
[ 55.678564] 51569021824
[ 55.679165] 51568044848
[ 55.679720] 51566636544
[ 55.680299] 51565313280
[ 55.680845] 51563753968
/ # insmod hello.ko repeat=14
[ 68.998380] Error: repeat value too large (14)
insmod: can't insert 'hello.ko': invalid parameter
/ # rmmod hello.ko

rmmod: remove 'hello': No such file or directory
/ #
```

Висновок: В ході лабораторної роботи було успішно розроблено та протестовано модуль ядра Linux з параметризованим функціоналом. Модуль коректно обробляє вхідний параметр repeat, виводячи попередження для значень 0 та 5-10, та повідомлення про помилку з кодом -EINVAL для значень більше 10. Реалізовано механізм фіксації часу кожного виведення повідомлення за допомогою структур ktime_t та двозв'язного списку. Під час вивантаження модуля система коректно відображає збережені часові мітки у наносекундах та вивільняє виділену пам'ять.