

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ + ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών  
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



## *National and Kapodistrian University of Athens*

Department of Informatics and Telecommunications

Authors:

SKORDAS CHARISIS 1115201900342

Supervisor:

DR.Hadjieftymiades

An Assignment submitted for the NKUoA:

(K22) Operating Systems

Fall Semester, 2022-23

## **1 Εισαγωγή**

### **1.1 Γενικά**

## **2 Αρχεία κώδικα και περιγραφή**

## **3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων**

# **1 Εισαγωγή**

## **1.1 Γενικά**

Για την φετινή εργασία 2 ιδιαίτερα βοηθητικό ήταν το βιβλίο "**xv6: a simple, Unix-like teaching operating system**", των **Russ, Frans, Robert**, καθώς με βοήθησε να καταλάβω περισσότερα πράγματα σχετικά με το xv6 και την εντολή `sbrk()`.

Οι συναρτήσεις για το βήμα 1 (`vmprint`, `pteprint`) χρησιμοποιούνται για την εκτύπωση των εγγραφών ενός πίνακα σελίδων. Αρχικά εκτυπώνονται οι εγγραφές του τρέχοντος πίνακα και εάν συναντήσει έναν πίνακα σελίδων χαμηλότερου επιπέδου, καλεί τον εαυτό του αναδρομικά (`pteprint`) για να εκτυπώσει τις εγγραφές αυτού του πίνακα. Έπειτα ως βήμα 2 διαγράφουμε την εκχώρηση σελίδων από την κλήση συστήματος `sbrk()`.

Αρχεία που πειράχτηκαν για το πρώτο βήμα:

kernel/vm.c  
kernel/defs.h  
kernel/exec.c

Αρχεία που πειράχτηκαν για το δεύτερο βήμα:

kernel/sysproc.c

# **2 Αρχεία κώδικα και περιγραφή**

## **2.1 Kernel/vm.c**

### **Function pteprint:**

Η αναδρομική συνάρτηση `pteprint` παίρνει δύο ορίσματα: `pagetable` και `level`. Προελαμβάνει 512 καταχωρήσεις του πίνακα σελίδων (για `i=0` έως `i<512`) και για κάθε καταχώρηση ελέγχει εάν η καταχώρηση του πίνακα σελίδων (`pte`) είναι έγκυρη (`pte & PTE_V`) και αν ναι, εκτυπώνει τον αριθμό καταχώρισης, το διεύθυνση του `pte` και η φυσική διεύθυνση (PA) που αντιστοιχεί στο `pte` χρησιμοποιώντας τη μακροεντολή `PTE2PA`.

Στη συνέχεια, ελέγχει εάν το `pte` είναι έγκυρο και είναι ένας πίνακας σελίδων χαμηλότερου επιπέδου (`pte & (PTE_R|PTE_W|PTE_W) == 0`). Αν ναι, τότε μετατρέπει το `pte` σε φυσική διεύθυνση και καλεί αναδρομικά τη συνάρτηση `pteprint` με αυτήν τη φυσική διεύθυνση ως νέος πίνακας σελίδων και επίπεδο+1 ως νέο επίπεδο.

**PTE2PA:** χρησιμοποιείται για τη μετατροπή μιας καταχώρησης πίνακα σελίδων (PTE) στην αντίστοιχη φυσική της διεύθυνση (PA).

**PTE\_R|PTE\_W|PTE\_W:** είναι μια λειτουργία bitwise OR τριών σταθερών `PTE_R`, `PTE_W` και `PTE_W`. Ελέγχει εάν η καταχώρηση του πίνακα σελίδων δεν έχει άδεια ανάγνωσης, εγγραφής ή εκτέλεσης. Με άλλα λόγια ελέγχει το δικαίωμα ανάγνωσης χρησιμοποιώντας το `PTE_R`, το δικαίωμα εγγραφής χρησιμοποιώντας το `PTE_W` και το δικαίωμα εκτέλεσης από το `PTE_W`. Εάν αυτή η έκφραση είναι αληθής, τότε η καταχώρηση του πίνακα σελίδων είναι ένας πίνακας σελίδων χαμηλότερου επιπέδου.

Το `PTE_R` είναι η σημαία άδειας ανάγνωσης της καταχώρησης του πίνακα σελίδων. Εάν έχει οριστεί, σημαίνει ότι η σελίδα είναι αναγνώσιμη.

Το `PTE_W` είναι η σημαία άδειας εγγραφής της καταχώρησης του πίνακα σελίδων. Εάν έχει οριστεί, σημαίνει ότι η σελίδα μπορεί να εγγραφεί.

Το `(...&&...PTE_R|PTE_W|PTE_W) == 0` στο τέλος αυτής της παράστασης ελέγχει αν το αποτέλεσμα είναι ίσο με μηδέν ή όχι. Εάν είναι ίσο με μηδέν, σημαίνει ότι δεν έχει οριστεί καμία από τις σημαίες δικαιωμάτων και είναι ένας πίνακας σελίδων χαμηλότερου επιπέδου.

**uint64:** χρησιμοποιείται για την αποθήκευση της διεύθυνσης του παιδιού στο κατώτερο επίπεδο του `pagetable`, το οποίο προσφέρεται μέσω της `PTE2PA` μακροεντολής.

### **Function vmprint:**

Η συνάρτηση `vmprint` παίρνει ως παράμετρο έναν πίνακα σελίδων. Αυτή η συνάρτηση απλώς εκτυπώνει τη διεύθυνση του δεδομένου πίνακα σελίδων και στη συνέχεια καλεί τη συνάρτηση `pteprint` με δύο ορίσματα: τον πίνακα σελίδων και μια ακέραια τιμή 0, η οποία αντιπροσωπεύει το επίπεδο.

## 2.2 Kernel/sysproc.c

-Η συνάρτηση ξεκινά δηλώνοντας μια μεταβλητή "addr" τύπου uint64 (64-bit unsigned integer) και μια μεταβλητή "n" τύπου int (ακέραιος).

-Στη συνέχεια χρησιμοποιεί την συνάρτηση "argint(0, &n)" για να εκχωρήσει την τιμή του πρώτου ορίσματος εισόδου στη μεταβλητή "n".

-Στη συνέχεια, η συνάρτηση εκχωρεί την τιμή του μεγέθους εκχώρησης μνήμης της τρέχουσας διεργασίας στη μεταβλητή "addr".

-Τέλος, η συνάρτηση επιστρέφει την τιμή "addr".

Ειδικότερα:

Η kernel συνάρτηση argint ανακτά το όρισμα κλήσης του συστήματος από το trap frame ως ακέραιος, δείκτης ή αρχείο περιγραφείας. Η argint καλεί το argraw για να ανακτήσουν τον κατάλληλο αποθηκευμένο user register(kernel/syscall.c:34).

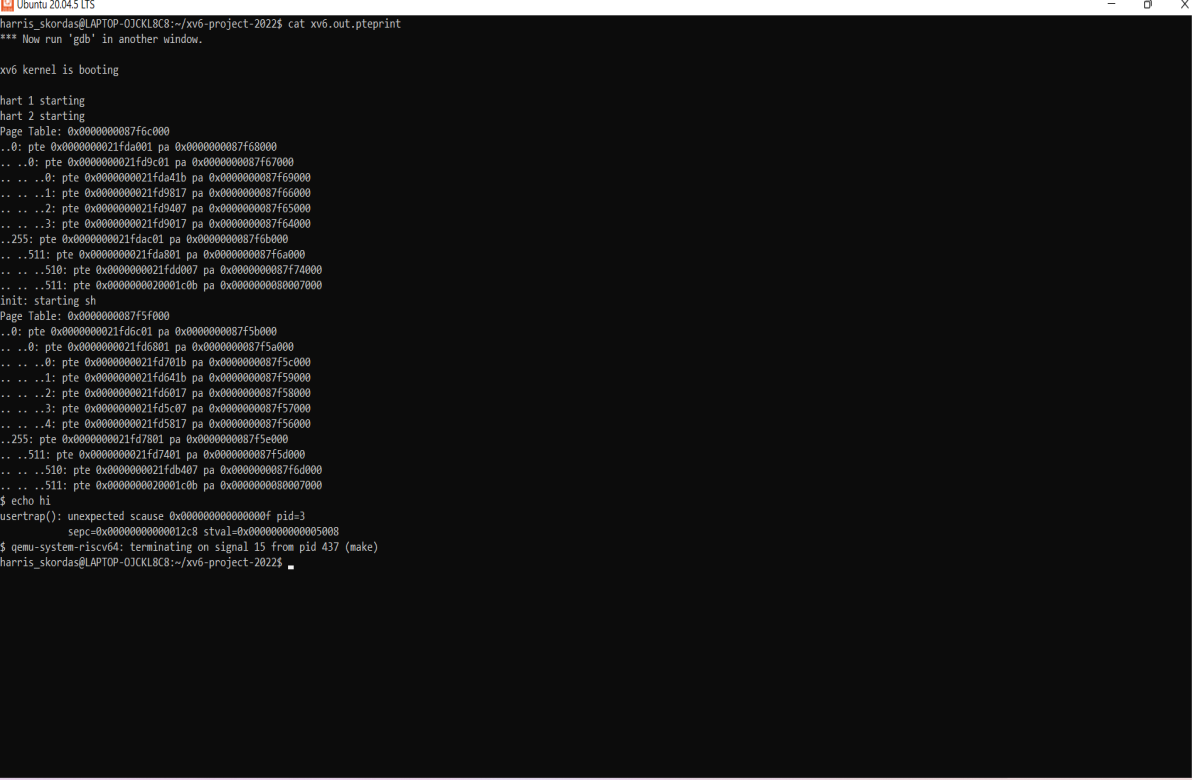
Η κλήση συστήματος υλοποιείται από τη συνάρτηση growproc (kernel/proc.c:260). Το growproc καλεί το uvmalloc ή το uvmdealloc, ανάλογα με το αν το n είναι θετικό ή αρνητικό. Το uvmalloc (kernel/vm.c:226) εκχωρεί φυσική μνήμη με το kalloc και προσθέτει PTE στον πίνακα σελίδων χρήστη με σελίδες χαρτών.

Το uvmdealloc καλεί την uvmunmap (kernel/vm.c:171), που χρησιμοποιεί την walk συνάρτηση για να βρει PTE και kfree για να ελευθερώσει το φυσικό μνήμη στην οποία αναφέρονται.

Αποφεύγω λοιπόν την χρήση της growproc(), για την οποία η εκφώνηση λέει να προσέχουμε πως την χρησιμοποιούμε και την έχω αντικαταστήσει με την uvmdealloc().

## 4 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Το πρώτο και δεύτερο βήμα λειτουργούν σωστά, αλλά για κάποιο λόγο δεν περνούν τα τεστ.



```
harris_skordas@LAPTOP-0JCKL8C8:~/xv6-project-2022$ cat xv6.out.pteprint
*** Now run 'gdb' in another window.

xv6 kernel is booting

hart 1 starting
hart 2 starting
Page Table: 0x000000007f6c000
..0: pte 0x0000000021fd001 pa 0x000000007f68000
..0: pte 0x0000000021fd001 pa 0x000000007f67000
..0: pte 0x0000000021fd41b pa 0x000000007f69000
..1: pte 0x0000000021fd917 pa 0x000000007f66000
..2: pte 0x0000000021fd907 pa 0x000000007f65000
..3: pte 0x0000000021fd917 pa 0x000000007f64000
..255: pte 0x0000000021fd001 pa 0x000000007f6b000
..511: pte 0x0000000021fd001 pa 0x000000007f6a000
..510: pte 0x0000000021fd007 pa 0x000000007f74000
..511: pte 0x0000000020001c0b pa 0x0000000080007000
init: starting sh
Page Table: 0x000000007f5f000
..0: pte 0x0000000021fd001 pa 0x000000007f5b000
..0: pte 0x0000000021fd001 pa 0x000000007f5a000
..0: pte 0x0000000021fd701b pa 0x000000007f5c000
..1: pte 0x0000000021fd41b pa 0x000000007f59000
..2: pte 0x0000000021fd017 pa 0x000000007f58000
..3: pte 0x0000000021fd0c7 pa 0x000000007f57000
..4: pte 0x0000000021fd517 pa 0x000000007f56000
..255: pte 0x0000000021fd701 pa 0x000000007f5e000
..511: pte 0x0000000021fd701 pa 0x000000007f5d000
..510: pte 0x0000000021fd007 pa 0x000000007f6d000
..511: pte 0x0000000020001c0b pa 0x0000000080007000
$ echo hi
usertrap(): unexpected scause 0x00000000 pid=3
sepc=0x00000000000012c8 stval=0x0000000000005008
$ qemu-system-riscv64: terminating on signal 15 from pid 437 (make)
harris_skordas@LAPTOP-0JCKL8C8:~/xv6-project-2022$
```

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται το πρώτο βήμα της vmprint που τυπώνει για να τυπώσει τον πίνακα σελίδων για τη διεργασία χρήστη στο αρχείο xv6.out.pteprint.

```

ballocc: first 779 blocks have been allocated
ballocc: write bitmap block at sector 45
qemu-system-riscv64 -machine virt -bios none -kernel kernel/kernel
egacy=false -drive file=fs.img,if=none,format=raw,id=x0 -device vi

xv6 kernel is booting

hart 2 starting
hart 1 starting
init: starting sh
$ echo hi
usertrap(): unexpected scause 0x000000000000000f pid=3
          sepc=0x000000000000012c8 stval=0x00000000000005008
$

```

kernel/trap.c. Αντιμετωπίζει ένα exception που δεν γνωρίζει πώς να το  
 πρέπει να κατανοήσετε γιατί συμβαίνει αυτό το σφάλμα σελίδα  
 "stval=0x00000000000004008" υποδεικνύει ότι η εικονική δια  
 προκάλεσε το σφάλμα σελίδας είναι η 0x4008.

Εδώ παρουσιάζεται το δεύτερο βήμα, όπου διαγράφεται η εκχώρηση σελίδων από την κλήση  
 συστήματος sbrk(), η οποία είναι η συνάρτηση sys\_sbrk() στο αρχείο kernel/sysproc.c.