

Άσκηση 1

Λειτουργικά Συστήματα (HY345)

Μαρκάτος Ε.

1 Περιγραφή

Σε αυτή την άσκηση θα υλοποιήσετε ένα κέλυφος C και θα εξοικειωθείτε με τον τρόπο λειτουργίας του. Πιο συγκεκριμένα, θα μάθετε τον τρόπο δημιουργίας και ελέγχου διεργασιών, καθώς επίσης το τι είναι οι σωληνώσεις και πως υλοποιούνται. Τέλος, θα δείτε πως γίνεται η ανακατεύθυνση εισόδου-εξόδου σε εντολές.

2 Υλοποίηση

2.1 Ονομασία

Το κέλυφος θα ονομάζεται `hy345sh` και στο τερματικό το σύμβολο που εμφανίζεται θα πρέπει να είναι της μορφής `<AM>-hy345sh@<Χρήστης>:<Κατάλογος>`, όπου:

- `<AM>`: Ο αριθμός μητρώου σας. π.χ. `csd5072`
- `<Χρήστης>`: Ο χρήστης που είναι συνδεδεμένος στο σύστημα.
- `<Κατάλογος>`: Ο τρέχον κατάλογος εργασίας.

2.2 Απλές Εντολές

Το κέλυφος θα πρέπει να μπορεί να διαβάζει και να εκτελεί εντολές από το χρήστη. Για κάθε εντολή θα δημιουργεί μια διεργασία παιδί, η οποία με τη σειρά της θα εκτελεί την εντολή του χρήστη. Θα πρέπει να υποστηρίζονται και πολλές εντολές μαζί διαχωρισμένες με `;` καθώς και εντολές που έχουν ορίσματα. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε εντολές όπως `ls`, `date`, `cat y1`; `rm y1`, `mkdir test`, κ.α για να ελέγξετε τη σωστή λειτουργία του κελύφους σας.

2.3 Παγκόσμιες Μεταβλητές

Από το κέλυφός σας θα πρέπει να μπορεί ο χρήστης να ορίζει και να διαβάζει παγκόσμιες μεταβλητές. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας την εντολή `x=world` θα δημιουργείται η παγκόσμια μεταβλητή με την τιμή `world`. Αργότερα χρησιμοποιώντας την εντολή `echo hello $x` θα πρέπει να τυπώνεται στην κονσόλα `hello world`

2.4 Σωληνώσεις

Οι σωληνώσεις μας δίνουν την δυνατότητα να διοχετεύουμε την τυπική έξοδο μιας εντολής απευθείας στην τυπική είσοδο μιας άλλης. Το κέλυφος σας θα πρέπει να υποστηρίζει τέτοιες σωληνώσεις με τη χρήση του συμβόλου `|`.

2.5 Ανακατεύθυνση

Οι περισσότερες διεργασίες που ξεκινούν από εντολές γράφουν στην τυπική έξοδο-`stdout` (δηλαδή, γράφουν στην οθόνη του τερματικού) και πολλές παίρνουν την είσοδό τους από την τυπική είσοδο-`stdin` (δηλαδή τη διαβάζουν από το πληκτρολόγιο). Υπάρχει επίσης το τυπικό σφάλμα-`stderr`, όπου οι διεργασίες γράφουν τα μηνύματα σφάλματός τους, από προεπιλογή, στην οθόνη του τερματικού.

Με την ανακατεύθυνση μπορούμε να αλλάξουμε την τυπική είσοδο και την τυπική έξοδο εντολών. Το κέλυφος σας θα πρέπει να υποστηρίζει:

- **Ανακατεύθυνση εισόδου:**

Χρησιμοποιώντας το σύμβολο "<" θα πρέπει τα περιεχόμενα του αρχείου που ακολουθεί να περνούν σαν είσοδος στην εντολή. π.χ. `cat < test.txt`

- **Ανακατεύθυνση εξόδου:**

Χρησιμοποιώντας το σύμβολο ">" θα πρέπει η τυπική έξοδος της εντολής να ανακατευθύνεται στο αρχείο που ακολουθεί. Τυχόν προηγούμενα περιεχόμενα του αρχείου θα πρέπει να διαγράφονται. π.χ `ls -al > x.txt`
- Η τυπική έξοδος της εντολής `ls -al` τυπώνεται στο αρχείο `x.txt`.

Επιπλέον, με το σύμβολο ">>" θα πρέπει η έξοδος της εντολής να ανακατευθύνεται στο αρχείο που ακολουθεί, αλλά εδώ θα πρέπει η έξοδος να προστίθεται στο τέλος αυτού, χωρίς να υπάρχει διαγραφή τυχόν προηγούμενων περιεχομένων. π.χ. `ls >> y.txt` - Τα ονόματα των αρχείων που τυπώνει η εντολή `ls` προστίθενται στο τέλος του αρχείου `y.txt`

3 Εκτέλεση

Σε περίπτωση που ένα πρόγραμμα μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση του συστήματος μπορούμε, αντί να το τρέξουμε στο σύστημα μας ή σε ένα κοινόχρηστο σύστημα, να το τρέξουμε σε μια εικονική μηχανή ή σε έναν εξομοιωτή. Έτσι, σε περίπτωση κατάρρευσης θα επηρεαστεί μόνο η εικονική μηχανή/εξομοιωτής, που μπορεί πολύ εύκολα να επανεκκινηθεί/επιδιορθωθεί.

3.1 Εικονικός Δίσκος

Σε αυτή την άσκηση θα πρέπει να τρέξετε το πρόγραμμα σας χρησιμοποιώντας τον εξομοιωτή QEMU. Ο QEMU είναι ήδη εγκατεστημένος στα μηχανήματα της σχολής. Αυτός διαβάζει έναν εικονικό δίσκο, ο οποίος μπορεί να περιέχει ένα οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα. Για την συγκεκριμένη άσκηση, υπάρχει ένας έτοιμος εικονικός δίσκος με Linux OS στην περιοχή του μαθήματος (~hy345/qemu-linux/hy345-development.img). Εσείς, θα πρέπει να τον αντιγράψετε στην περιοχή σας πρώτου τον χρησιμοποιήσετε.

Στην περίπτωση που κατά την αντιγραφή, σας εμφανιστεί το μήνυμα "Disk quota exceeded" (δεν υπάρχει αρκετός χώρος για αντιγραφή) ενδέχεται, ενώ σας εμφανίζεται ο εικονικός δίσκος, αυτός να μην δουλεύει σωστά. Για να μη χρειαστεί να διαγράψετε τα αρχεία σας από την περιοχή σας, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το /spare (Κάντε `cd /spare` για να πάτε εκεί). Φτιάξτε ένα φάκελο εκεί με τον Αριθμό Μητρώου σας και κλειδώστε τον, όπως είχατε κλειδώσει και την περιοχή σας. Έπειτα μπορείτε να αντιγράψετε εκεί τον εικονικό δίσκο. Προσοχή, ο φάκελος αυτός υπάρχει μόνο στο μηχανήμα που τον δημιουργήσατε (π.χ. `despolo`), άρα για να τον χρησιμοποιείτε θα πρέπει να συνδέεστε εκεί.

3.2 Είσοδος στον QEMU

Εφόσον, έχετε τον εικονικό δίσκο στην περιοχή σας μπορείτε να τρέξετε τον QEMU χρησιμοποιώντας την εντολή

```
qemu-system-i386 -hda <path to virtual disk image> -curses
```

, όπου με το όρισμα `-hda <path to virtual disk image>` υποδεικνύουμε στον QEMU που θα βρει τον εικονικό δίσκο και με το όρισμα `-curses` ενεργοποιούμε τη λειτουργία χωρίς γραφικό περιβάλλον (μόνο γραμμή εντολών). Αφού τρέξετε την παραπάνω εντολή θα ξεκινήσει το λειτουργικό σύστημα και θα σας ζητηθεί το όνομα χρήστη και ο κωδικός. Αυτά είναι και τα δύο "hy345".

3.3 Μεταφορά αρχείων

Για να μεταφέρετε αρχεία από το μηχανήμα της σχολής, στο φιλοξενούμενο λειτουργικό σύστημα που τρέχει στον QEMU, μπορείτε μέσα στο φιλοξενούμενο λειτουργικό σύστημα να τρέξετε την εντολή `scp` με την εικονική διεύθυνση διαδικτυακού πρωτοκόλλου 10.0.2.2. Για παράδειγμα, για να μεταφέρετε το αρχείο "test.txt" από το μηχανήμα της σχολής στο λειτουργικό που τρέχει στον QEMU μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εντολή:

```
scp <username>@10.0.2.2:~/test.txt .
```

, ενώ για το αντίθετο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εντολή:

```
scp test.txt <username>@10.0.2.2:~
```

, όπου `<username>` το όνομα χρήστη σας. Για να τρέξουν οι παραπάνω εντολές ίσως σας ζητηθεί να εισάγετε τον κωδικό σας για τα μηχανήματα της σχολής.

3.4 Αποθήκευση αρχείων

Σε περίπτωση που το λειτουργικό σύστημα που τρέχει στο QEMU καταρεύσει απροσδόκητα, υπάρχει περίπτωση να χάσετε αρχεία που τυχόν έχετε σε αυτό. Για να το αποτρέψετε, σας παρέχεται η εντολή `save`, η οποία προτείνεται να καλείται πριν την εκτέλεση του προγράμματος σας. Αυτή μειώνει τις πιθανότητες να χάσετε τα αρχεία σας. Σε κάθε περίπτωση, είναι πολύ σημαντικό, να κρατάτε τα αρχεία του προγράμματος σας και εκτός του εξομοιωτή.

3.5 Έξοδος από QEMU

Για να αποχωρήσετε από τον QEMU αρκεί να εκτελέσετε την εντολή `turnoff`. Αυτή εξασφαλίζει μια ομαλή απενεργοποίηση του λειτουργικού συστήματος και μειώνει την πιθανότητα να χάσετε τα αρχεία σας.

3.6 Απομακρυσμένος Έλεγχος

- **Windows**

Για να συνδεθείτε με τα μηχανήματα της σχολής και να μεταφέρετε τα αρχεία σας μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το WinSCP ή κάποιο άλλο παρόμοιο πρόγραμμα, ενώ για τον απομακρυσμένο έλεγχο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κάποιο πρόγραμμα `secure ssh`, όπως το `putty`. Αναλυτικές οδηγίες μπορείτε να βρείτε στη διεύθυνση https://www.csd.uoc.gr/CSD/index.jsp?custom=remote_connection&lang=en#:~:text=Type%20the%20hostname%20%28hostname.csd.uoc.gr%29%2C%20username%20%28without%20the%20domain,%28sftp%29.%20Useful%20programs%20are%20fireftp%2C%20filezilla%2C%20WinSCP%20%28Windows%29.

- **Linux**

Αν δουλεύετε απομακρυσμένα σε κάποιο μηχανήμα του τμήματος, για να ξεκινήσετε τον QEMU στο απομακρυσμένο μηχανήμα θα πρέπει να συνδεθείτε με X11 forwarding από τον δικό σας υπολογιστή. Όταν κάνετε `enable` το μηχανήμα π.χ. `despolo` θα σας επιστρέψει την εντολή που χρειάζεται να εκτελέσετε για να συνδεθείτε. π.χ.:

```
ssh username@despolo.csd.uoc.gr -p 22 -Y
```

Δοκιμάστε να τρέξετε `xterm`, θα πρέπει να σας ανοίξει το `xterm`. Εφόσον λειτουργεί το `xterm`, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον QEMU κανονικά. Εναλλακτικά, μπορείτε απλά να τρέχετε τον QEMU χωρίς γραφικό περιβάλλον(πολύ λιγότερο lag) με την βιβλιοθήκη `ncurses` (προτεινόμενο):

```
qemu-system-i386 -hda hy345-development.img -curses
```

4 Χρήσιμες Συμβουλές

Για να σιγουρευτείτε ότι το πρόγραμμά σας δουλεύει σωστά μπορείτε να δοκιμάσετε και περίπλοκες εντολές που περιέχουν και ανακατευθύνσεις και σωληνώσεις, καθώς και να συγκρίνετε το κέλυφός σας με αυτό στα μηχανήματα της σχολής. Παρακάτω παρατίθενται μερικές τέτοιες εντολές:

- `ls -al > y1`
- `cat y1; rm y1`
- `age=20; echo I am $age years old`
- `ls | sort | uniq | wc`
- `echo hello > yy; echo world >> yy; cat < yy | sort | uniq | wc > y1; cat y1`
- `func="5+5="; res=10; echo $func$res`
- `my_var="This is my var"; echo $my_var | wc > xx; cat < xx`

- `x="5|5;10"; echo $x>file; cat<file`

Προσοχή, όπως παρατηρείτε στις παραπάνω εντολές δεν είναι ανάγκη να υπάρχουν κενά μεταξύ των διάφορων συμβόλων ";", "|", ">", καθώς και αν υπάρχουν, αυτά παραλείπονται.

5 Χρήσιμες συνδέσεις

Παρακάτω παρατίθενται οι οδηγίες χρήσης κάποιων εντολών που ίσως χρειαστείτε:

- `fork(2)`: <https://man7.org/linux/man-pages/man2/fork.2.html>
- `exec(3)`: <https://man7.org/linux/man-pages/man3/exec.3.html>
- `setenv(3)`: <https://www.man7.org/linux/man-pages/man3/setenv.3.html>
- `getenv(3)`: <https://man7.org/linux/man-pages/man3/getenv.3.html>
- `pipe(2)`: <https://man7.org/linux/man-pages/man2/pipe.2.html>
- `dup2(2)`: <https://man7.org/linux/man-pages/man2/dup.2.html>
- `termios(3)`: <https://man7.org/linux/man-pages/man3/termios.3.html>

6 Παρατηρήσεις

- Η άσκηση αυτή είναι καθαρά ατομική. Τα παραδοτέα αρχεία θα περαστούν απο σύστημα ανίχνευσης αντιγραφών. Τυχόν αντιγραφές συνεπάγονται με αυτόματο μηδενισμό.
- Στην αρχή του κώδικά σας, συμπεριλάβετε σε σχόλια το ονοματεπώνυμο και τον αριθμό μητρώου σας.
- Κρατήστε περιποιημένο τον κώδικα σας και προσθέστε σχόλια που να εξηγούν τη λειτουργία του όπου χρειάζεται.
- Δημιουργήστε ένα Makefile, το οποίο με την χρήση της εντολής `make all` να παράγεται το εκτελέσιμο, ενώ με τη χρήση της εντολής `make clean` να διαγράφονται τα αρχεία που δημιουργήθηκαν.
- Τοποθετήστε τα παραδοτέα σας σε ένα φάκελο και παραδώστε τον με την εντολή

```
turnin assignment_1@hy345 <directory name>
```

, όπου `<direcrory name>` η διαδρομή του φακέλου που περιέχει τα αρχεία σας.