TP2

Gilles Menez - UNSA - UFR Sciences - Dépt. Informatique

22 septembre 2022

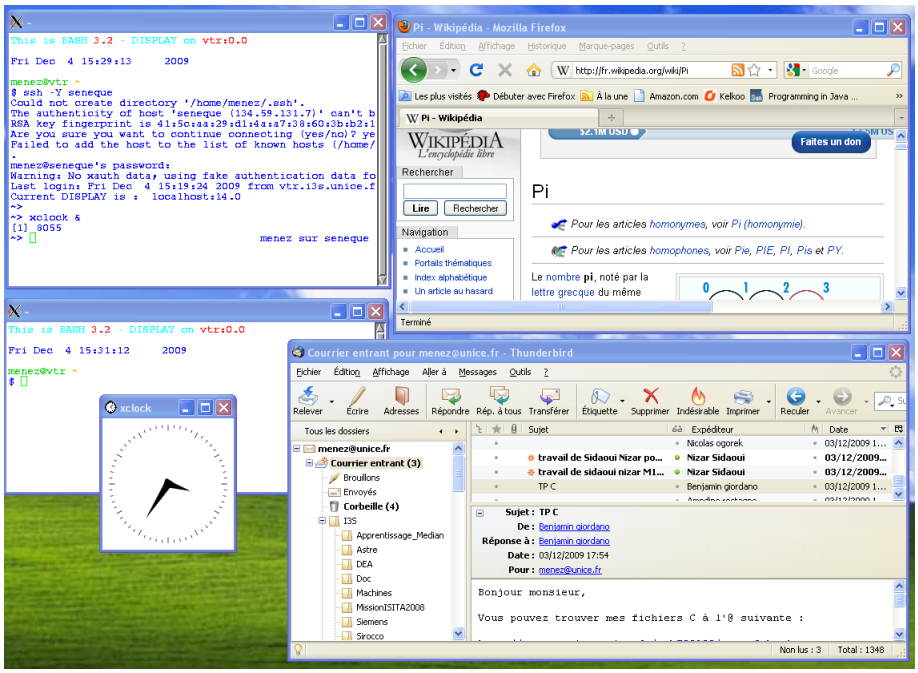
Objectifs pédagogiques

Il s'agit de vous familiariser avec :

- ➢ La notion de processus
- ➢ La notion de shell
- ➢ Et j'espère quelques points vus en cours . . . notamment le "recouvrement" !

1 C'est quoi un Shell ?

Le Shell est le programme qui, s'exécutant dans les terminaux alphanumériques (/consoles), **permet d'exécuter des commandes** de façon textuelle. C'est une alternative au clic souris.



`Shell` est le nom générique désignant (dans le monde Unix) un **interpréteur de commandes** :

- ➢ C'est un logiciel et donc un processus durant son exécution.

➢ Son rôle est de provoquer/organiser l'exécution de la commande spécifiée par une ligne de texte.

Donc c'est un processus qui permet de lancer des processus (dans le cas de commandes externes) !

Plusieurs logiciels de ce type existent et permettent de remplir cette tâche :

➢ sh, ksh, zsh, csh, tcsh, bash, ...

Ils ont des spécificités mais partagent beaucoup de concepts !

Un shell moderne offre de nombreuses fonctionnalités **rendant l'approche graphique lente et imprécise** en comparaison :

① Définition de variables : "`export TOTO=1234`"

② Mécanisme d'**édition de la ligne de commande** :

➢ `[Ctrl] a` ,`[Ctrl] e` , `[Ctrl] b` ,`[Ctrl] f` , `[Ctrl] d` , ...

③ Gestion d'un **historique des commandes** :

➢ On recule dans le temps par `[Ctrl] p`

➢ et on avance dans le temps par `[Ctrl] n` .

④ Mécanisme de **complétion** :

➢ `[Tab]`

⑤ Programmation de scripts : un **langage** de commandes !

Les commandes auxquelles répond un shell sont :

① les **commandes internes** au shell :

Certaines commandes à la disposition de l'utilisateur, sont programmées **dans** le shell et celui-ci peut donc les exécuter directement.

➢ Elles sont peu nombreuses.

➢ On trouve par exemple les commandes `cd` ou `pwd` .

② les **commandes externes** au shell

Pour les exécuter, le shell lance un programme c'est à dire **transforme un fichier exécutable situé dans l'arborescence des fichiers en un processus en mémoire**.

Pour faciliter le travail de l'utilisateur, les commandes qui sont situées dans la liste des répertoires enregistrée dans la variable "PATH" (attention, le nom est en majuscules) peuvent être appelées par leur nom terminal.

➢ On peut par exemple taper `man` au lieu de `/bin/man` parce que le répertoire `/bin` fait partie de la liste de répertoires de la variable PATH :

```
echo $PATH
PATH = . :/bin/ :/usr/bin :/sbin/
```

Voila, c'était un petit rappel des caractéristiques principales d'un Shell.

1.1 Activités d'un Shell

Entre son lancement et sa terminaison, un Shell réalise trois choses principales :

① Initialisation :
Le processus "shell" lit et utilise ses fichiers de configuration. On peut ainsi configurer la chaîne du prompt, les raccourcis clavier possibles ...

② Interprétation :
Le shell lit les commandes de son stdin et les exécute.

③ Terminaison :
Le shell termine "proprement" les commandes qu'il a permis de lancer, libère la mémoire, ...

Cela donne une structure de programme pour le Shell qui pourrait ressembler à cela :

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(int argc, char * argv[]){

  // Init : Load config files, if any

  // Interp : Run Command loop
  sh_loop();

  // Termin : Perform any shutdown / cleanup

  return EXIT_SUCCESS;
}
```

1.2 La boucle de base

La boucle de base d'un Shell (fonction sh_loop()) consiste donc :

① à lire la commande

② puis à exécuter cette commande

On écrit cela en C :

```c
/*
  Fichier shell_cp_shloop.c
 */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

/*----------------------------------*/

void sh_loop(void){
  char *prompt = "> ";
  char *line;
  char **args;
  int status;

  do {  // Boucle de base
    /* Affichage du prompt ---------------------------- */
    printf("%s",prompt);
    fflush(stdout);

    /* Lecture de la ligne de commande ----------------- */
    line = sh_read_line(stdin);
    args = sh_split_line(line); // Analyse =>  on extrait les args

    /* Execution de la commande ------------------------ */
    status = sh_execute(args);

    sh_free(line); // La lecture a du faire une allocation !
    sh_free(args); // idem pour le split .. donc on nettoie.
  } while(status);
}

/*----------------------------------*/

int main(int argc, char * argv[]){

  // Init : Load config files, if any

  // Interp : Run Command loop
  sh_loop();

  // Termin : Perform any shutdown / cleanup

  return EXIT_SUCCESS;
}
```

1.3 Lire et analyser

La lecture s'appuiera sur la fonction de bibliothèque :

ssize_t getline(char **lineptr, size_t *n, FILE *stream) ;

On vous laisse faire le lien entre le manuel et son utilisation. Le code devient :

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

/*-----------------------------------*/
char *sh_read_line(FILE *f){
  char *line = NULL;
  size_t bufsize = 0; // donc getline realise l'allocation
  getline(&line, &bufsize, f);
  return line;
}
/*-----------------------------------*/
void sh_loop(void){ // Boucle de base
  char *prompt = "> ";
  char *line;
  char **args;
  int status;

  do {
    printf("%s",prompt);
    fflush(stdout);

    /* Lecture de la commande */
    line = sh_read_line(stdin);
    /* Analyse de la commande */
    args = sh_split_line(line);

    /* Execution de la commande */
    status = sh_execute(args);

    sh_free(line);
    sh_free(args);
  } while(status);
}
/*-----------------------------------*/
int main(int argc, char * argv[]){

  // Init : Load config files, if any

  // Interp : Run Command loop
  sh_loop();

  // Termin : Perform any shutdown / cleanup
```

```
43
44    return EXIT_SUCCESS;
45  }
```

L'analyse de la commande (fonction sh_split_line()) nécessite de procéder à sa "tokenisation".

Dit autrement il s'agit d'identifier les différents éléments de la ligne :

- ➢ Le nom de la commande,
- ➢ Ses options,
- ➢ Ses arguments.

On pourra ensuite lui associer un sens (i.e. sémantique).

On prend la même convention qu'Unix où la syntaxe générale des commandes est :

```
commande options ... arguments ...
```

Il y a un (au moins) espace entre les éléments (c'est à dire les tokens) qui composent une commande.

- ➢ Les **options** indiquent des variantes dans l'exécution de la commande.
  - ✔ Les options sont le plus souvent précédées d'un tiret "-".
  - ✔ L'ordre des options est le plus souvent, mais pas toujours, indifférent.
  - ✔ Et plusieurs options peuvent être regroupées derrière un seul tiret.
- ➢ Les **arguments** indiquent les objets sur lesquels la commande va agir
  - ✔ Les arguments peuvent être absents, ils prennent alors des valeurs par défaut.

1.4 Exemples de commandes

Voila des exemples de commandes que votre Shell pourrait avoir à exécuter :

```
1  >date
2  >ls -la
3  >ls -l /users/students
4  >ls /users/students
5  >find . -name "*.c" -print
6  >tar zcf toto.tgz Mycours
```

1.5 Tokenisation et fonction strtok()

Là encore, il y a la fonction qu'il faut en bibliothèque pour nous permettre de décomposer ces lignes de commandes :

➢ La fonction `strtok` permet d'obtenir une liste de tokens.

Je trouve le descriptif suivant de `strtok` plutôt pas mal :

`http://icarus.cs.weber.edu/~dab/cs1410/textbook/8.Strings/strtok.html`

Dans l'exemple d'utilisation de strtok qui suit on fait l'hypothèse que les tokens sont séparés par le séparateur "||".

➢ Prenez note de la gestion des espaces qui persistent ici puisque ce ne sont pas eux les séparateurs.

➢ Par contre dans l'analyse d'une commande Shell, c'est bien l'espace qui devrait jouer le rôle de séparateur et qui donc délimiterait les tokens.

```c
/*
   Fichier : strtok.c

   Ce programme illustre l'utilisation de la fonction strtok
   pour decomposer une chaine (qui pourrait etre une commande)
   et obtenir une liste des differents tokens qui la compose (separes
   par un separateur)
*/
#include<string.h>
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>

#define MNB 50   /* Nombre max de tokens dans une ligne */
/*-----------------------------------*/

int analyse_cmd(char *l[]){
  /* Affichage des tokens */
  int i = 0;
  while(1){
    if(l[i]==NULL)
      break;
    printf("Item #%d is %s.\n",i,l[i]);
    i++;
  }
  return 0;
}

/*-----------------------------------*/

char **find_tokens_list(char input_string[], char sep[]){
  int i;
  char **tl; /* Liste de tokens */
  tl = calloc(sizeof(char *),MNB);

```

```
35    /* Y a t'il un debut d'une sequence de tokens ? */
36    tl[0]=strtok(input_string, sep);
37    if(tl[0]==NULL){
38      printf("string is empty or contains only delimiters ?\n");
39      exit(0);
40     }
41
42    /* Stockage des tokens cf NULL param*/
43    for(i=1;i<MNB;i++){
44      tl[i]=strtok(NULL, sep); /* get next */
45
46      if(tl[i]==NULL) /* Fin de liste */
47        break; /* rien de plus a extraire */
48     }
49
50    return tl;
51  }
52
53  /*-----------------------------------*/
54
55  int main(int argc, char *argv[]){
56    char s[]="pierre || jean paul || anna";
57    //char s[]="Woody";
58
59    char sep[] = "||"; /* Separateur de tokens */
60    char **l;
61    l = find_tokens_list(s,sep);
62    analyse_cmd(l);
63  }
```

Lorsque la chaîne a été "tokenisée", la liste obtenue est analysée (en l'occurence seulement affichée ici) par la fonction "analyse_cmd()"

Pour comprendre comment cela marche il faut essayer cette fonction !

Ce qui est aussi intéressant dans cette fonction, c'est la fabrication d'une liste de chaînes de caractères : D'où le "char **" !

1.6 Processus fils

Le shell en cours de réalisation doit, une fois la commande identifiée (ainsi que ses paramètres et arguments), lancer cette commande.

➢ Il doit donc "forker" puis changer le code de ce processus fils.

Le code devient de plus en plus complet :

```c
/*
  Fichier : shell_cp_executetocomplete.c
*/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>

/*---------------------------------------------*/

char *sh_read_line(FILE *f){
  char *line = NULL;
  size_t bufsize = 0; // donc getline realise l'allocation
  getline(&line, &bufsize, f);
  return line;
}

/*---------------------------------------------*/

#define LSH_TOK_BUFSIZE 64
#define LSH_TOK_DELIM " \t\n"

char ** sh_split_line( char *line){
  int bufsize = LSH_TOK_BUFSIZE, position = 0;
  char **tokens = malloc(bufsize * sizeof(char*));
  char *token;

  if (!tokens) {
    fprintf(stderr, "lsh: allocation error\n");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }

  token = strtok(line, LSH_TOK_DELIM);
  while (token != NULL) {
    tokens[position] = token;
    position++;

    if (position >= bufsize) {
      bufsize += LSH_TOK_BUFSIZE;
```

```
42        tokens = realloc(tokens, bufsize * sizeof(char*));
43        if (!tokens) {
44          fprintf(stderr, "lsh: allocation error\n");
45          exit(EXIT_FAILURE);
46        }
47      }
48      token = strtok(NULL, LSH_TOK_DELIM);
49    }
50    tokens[position] = NULL;
51    return tokens;
52  }
53
54  /*-----------------------------------------------*/
55
56  int sh_execute(char **args){
57    /* To complete !! */
58  }
59
60  /*-----------------------------------------------*/
61
62  void sh_loop(void){
63    char *prompt = "l3miage shell > ";
64    char *line;
65    char **args;
66    int status;
67
68    do {
69      printf("%s",prompt);
70      fflush(stdout);
71
72      line = sh_read_line(stdin);
73      args = sh_split_line(line);
74      status = sh_execute(args);
75
76      /*sh_free(line); */
77      /*sh_free(args); */
78    } while(status);
79  }
80
81  /*===============================================*/
82
83  int main(int argc, char * argv[]){
84
85    // Init : Load config files, if any
86
87    // Interp : Run Command loop
88    sh_loop();
89
90    // Termin : Perform any shutdown / cleanup
```

```
91
92      return EXIT_SUCCESS;
93  }
```

Votre contribution :

Comprendre comment tout cela fonctionne . . . puis écrire la fonction `int sh_execute(char **args)` (manquante) qui permettra de lancer vos commandes.

2 Evolutions

On propose quelques évolutions pour ce shell : **TODO** !

① On introduit un mécanisme de type "contrôle parental".
Toutes les commandes contenant les chaînes : "mp3", "mp4", "youtube", "avi" ne seront pas exécutées.
Un message sur la console en donnera la raison :

"Travaille au lieu de jouer !"

Au début, ces chaînes "interdites" seront définies dans le code.

② Mais il pourrait être intéressant qu'elles soient contenues dans une variable d'environnement :

FORBIDDEN

Cette variables auraient été définies dans le Shell qui a permis de lancer votre Shell :

```
export FORBIDDEN="mp3:mp4:youtube:avi"
```

Et donc votre Shell pourrait "récupérer" cette variable (cf cours).

③ Votre shell pourrait proposer des commandes internes.

La première, c'est `exit` qui permet de quitter votre Shell.

Puis deux autres commandes : `newf` et `rmf` .
Ces commandes permettent respectivement d'ajouter et d'enlever une chaîne dans FORBIDDEN.

④ Puisque vous venez de faire la commande `exit` , il serait bon **d'interdire** que l'on puisse quitter votre Shell avec un Ctrl-c.

3 Démo

```
menez@vtr ~/EnseignementsCurrent/Cours_Sys_Prog/TheTps/TP3_Unix/Src
$ gcc shell_full.c -o shell_miage

menez@vtr ~/EnseignementsCurrent/Cours_Sys_Prog/TheTps/TP3_Unix/Src
$ echo $FORBIDDEN


menez@vtr ~/EnseignementsCurrent/Cours_Sys_Prog/TheTps/TP3_Unix/Src
$ export FORBIDDEN="mp3:mp4:avi"

menez@vtr ~/EnseignementsCurrent/Cours_Sys_Prog/TheTps/TP3_Unix/Src
$ echo $FORBIDDEN
mp3:mp4:avi

menez@vtr ~/EnseignementsCurrent/Cours_Sys_Prog/TheTps/TP3_Unix/Src
$ ./shell_miage
Get FORBIDDEN variable from env : mp3:mp4:avi
le shell de la l3miage > ls
Commande conforme !
a.out               shell_cp_executetocomplete.c  shell_cp_shloop.c  shell_miage
film.mp4            shell_cp_main.c               shell_cp_split.c   strtoka.c
shell_cp_execute.c  shell_cp_readline.c           shell_full.c       strtok.c
le shell de la l3miage > ls film.mp4
Va bosser au lieu d'essayer de glander!
le shell de la l3miage > ^C
Utilisez exit pour sortir !
on veut savoir si vous avez essayer de jouer !

le shell de la l3miage > exit
Commande conforme !
Vous avez essaye 1 fois d'executer une commande interdite !
Je m'en souviendrais !

menez@vtr ~/EnseignementsCurrent/Cours_Sys_Prog/TheTps/TP3_Unix/Src
$
```