

Obligatorisk opgave 1

Operativsystemer og C

*Bachelor in Software Development,
IT-University of Copenhagen*

Jakob Melnyk, jmel@itu.dk
Frederik Lysgaard, frly@itu.dk
Jacob Claudius Grooss, jcgr@itu.dk

October 3rd, 2012

Contents

1	Opgavebesvarelse	2
1.1	Forord	2
1.2	Funktionalitet	2
1.3	Beskrivelse af implementation	3
A	Test pictures	6
B	Makefile	10
C	bosh.c	11
D	parser.h	17
E	parser.c	18

1 Opgavebesvarelse

1.1 Forord

I denne rapport dokumenterer vi vores valg i forhold til implementationen af BOSC shell (bosh). Vores implementation kan findes i "Source Code/bosh.c". Vi har bygget videre på den implementation, som blev lagt op på bloggen¹. Vi har dog erstattet "parser.c" med v2 af "parser.c"².

Kildekode og testdokumentation kan findes i appendix på side 5. Vores git repository kan findes på <https://github.com/esfdk/BOSC>. Når vi ser tilbage på processen, føler vi, at der er et par ting, vi kunne have gjort anderledes.

- Gjort det muligt at få en liste af baggrundsprocesser. (fx via en "jobs" kommando)
- Gjort det muligt at hente baggrundsprocesser frem til forgrund.
- Delt implementationen ud i flere dele (istedet for en lang bosh.c fil)

Vi har fået en del hjælp til pipes, redirect af stdin/out og "cd" kommandoen af Ulrik Damm (ulfd@itu.dk). Hans GitHub repository er <https://github.com/ulrikdamm/progsh>.

Der er en "bug" i parseren, som gør, at den ikke er i stand til at læse argumenter med mellemrum. Fx vil kommandoen 'mkdir "mappe med mellemrum"' ikke lave en mappe ved navn "mappe med mellemrum", men derimod lave tre mapper med navnene "'mappe', 'med' 'mellemrum'".

1.2 Funktionalitet

Krav til funktionalitet:

1. bosh skal køre uafhængigt.
2. Display af hostname.
3. Bruger skal kunne kalde simple kommandoer. Udskriv "Command not found" meddelelse, hvis kommando ikke findes.
4. Kommandoer skal kunne køres som baggrundsprocesser.
5. Det skal være mulighed for at lave redirect af stdin og stdout.
6. Mulighed for at anvende pipes.
7. Funktionen exit skal være indbygget.
8. Cntrl+C skal afslutte det program, som kører, men ikke bosh shell'en.

Ekstra funktionalitet, vi har valgt at lave:

1. Display af "current working directory".
2. Mulighed for at kalde "cd" for at skifte directory.

¹<https://blog.itu.dk/BOSC-E2012/files/2012/09/oo1.zip>

²<https://blog.itu.dk/BOSC-E2012/files/2012/09/parserc.zip>

1.3 Beskrivelse af implementation

1.3.1 Delopgave 1: Køre uafhængigt

Vi kalder ikke `system()` i vores kode. De mest relevante systemkald, vi laver, er `pipe()`, `dup()`, `fork()`, `waitpid()` og `execvp()`. Desuden har vi `fileno()`, `close()` og `fopen()` kald.

Tests

Vi har ikke lavet nogen decideret test af dette.

1.3.2 Delopgave 2: Display hostname

Vi har valgt at vise både user og hostname i shell'en, da vi havde ønske om, at vores shell skulle ligne Bash shell så meget som muligt.

Vi ændrede 'gethostname' i `bosh.c` til 'get_user_and_hostname'. Metoden tager en char pointer og sætter den til at pege på en string med formatet "user@hostname". Vi tager 'user' via `getenv` og vi finder hostname i `"/proc/sys/kernel/hostname"`.

Se linje 27 - 43 same 222-227 i `bosh.c`.

Tests

Vi tjekker om vores shell viser det samme navn, som terminalen gør.

Forventet resultat: Se billede A.1 på side 6.

Faktisk resultat: Se billede A.1 på side 6.

1.3.3 Delopgave 3: Kør programmer

Vi bruger `execvp()` til at køre programmer i vores shell. `execvp()` leder efter et program i `$PATH`. Hvis den finder det, bliver programmet kørt, og resten af det program, som `execvp` blev kørt fra, bliver termineret. Se linje 141 i `bosh.c`.

Tests

Test3.1 Vi kører kommandoen `ls` i den normale shell, og derefter i vores egen shell til sammenligning.

Forventet resultat: Se billede A.2 på side 6.

Faktisk resultat: Se billede A.2 på side 6.

Test3.2 Vi kører kommandoen `cat` i den normale shell, og derefter i vores egen shell til sammenligning.

Forventet resultat: Se billede A.3 på side 6.

Faktisk resultat: Se billede A.3 på side 6.

Test3.3 Vi kører kommandoen `wc` i den normale shell, og derefter i vores egen shell til sammenligning.

Forventet resultat: Se billede A.4 på side 7.

Faktisk resultat: Se billede A.4 på side 7.

Test3.4 Vi kører kommandoen `"42"` i den normale shell, og derefter i vores egen shell til sammenligning.

Forventet resultat: Se billede A.5 på side 7.

Faktisk resultat: Se billede A.5 på side 7.

1.3.4 Delopgave 4: Baggrundsprocess

Hvis et program bliver kørt som en baggrundprocess, bliver processen tilføjet til vores array af baggrundsprocessid'er. Desuden kalder vi ikke `'waitpid()'` på det processid.

Se linje 172-175 samt 193-204 i `bosh.c`.

Vi undgår zombieprocesser ved at kalde `'signal(SIGCHLD, SIG_IGN)'` (linje 213).

Tests

Vi kører `'sleep 100 &'` og derefter kommandoen `date` for at vise at `sleep` kører i baggrunden.

Forventet resultat: Forskellen mellem de to tidspunkter fra `'date'` kommandoer er mindre end 100 sekunder.

Faktisk resultat: Se billede A.6 på side 7.

1.3.5 Delopgave 5: Redirect af stdin/out

Hvis der i `shellcmd` bliver redirected stdin, stdout og/eller stderr, så kalder vi `close()` på dem, som bliver redirected. Derefter åbner vi filen, som er blevet redirected til. Vi kalder så `dup()` på den fil.

Se fx linje 118 i `bosh.c`.

Tests

Vi kører kommandoen `'wc -l </etc/passwd >antalkontoer'` i den normale shell, og derefter i vores egen shell til sammenligning.

Forventet resultat: Se billede A.7 på side 8.

Faktisk resultat: Se billede A.7 på side 8.

1.3.6 Delopgave 6: Pipes

Hvis der er mere end en enkelt command i `'shellcmd'`, når vi modtager den som argumentet til funktionen `'shell_cmd_with_pipes'`, piper vi vores fd. (Linje 97 i `bosh.c`).

Vi kalder så `close()` på write delen af vores pipe (linje 105). Hvis der er flere commands i `shellcmd`, lukker vi stdin og `dup()` read delen af pipe. Hvis `'write_pipe'` er mere end 0, lukker vi stdout og kalder `dup` på vores `'write_pipe'`.

Hvis vores `'write_pipe'` er 0 udenfor vores fork, så kalder vi `close()` på `'write_pipe'`. Hvis der er flere kommandoer tilbage i vores `'shellcmd'`, kalder vi `'shell_cmd_with_pipes'` med `fd[1]` (write delen af vores pipe) som parameter `'write_pipe'`.

Tests

Test: Vi starter med at køre kommandoen `ls` i shellen, og derefter prøver vi at køre `ls — wc -w`

Forventet resultat: Se billede A.8 på side 8.

Faktisk resultat: Se billede A.8 på side 8.

1.3.7 Delopgave 7: Exit

Første iteration af denne delopgave terminerede bare bosh (med `exit(0)`), men dette ændrede vi, da vi følte det gav bedre mening, hvis vi lod main-funktionen afslutte.

`'executeshellcmd'` checker om den sidste kommando er `"exit"`. Hvis den er, returner vi 1 til main-funktionen, som så afslutter.

Se linje 58 i `bosh.c`.

Tests

Vi starter shellen og kører exit kommandoen.

Forventet resultat: Shellen afsluttes.

Faktisk resultat: Se billede A.9 på side 8.

1.3.8 Delopgave 8: Ctrl+C

Vores første implementation af Ctrl+C funktionaliteten stoppede alle processer (både forgrunds- og baggrundsprocesser). Dette lavede vi dog om, så det matchede måden, som Bash håndterer Ctrl+C signals. Vi har ikke implementeret en mulighed for at hente baggrundsprocesser frem i forgrunden, hvilket gør, at vi ikke kan afslutte baggrundsprocesser, medmindre de selv terminerer. Sådan funktionalitet bør være højt på dagsordenen, hvis man udvider funktionaliteten af BoSh.

I begyndelsen af vores main-metode, kalder vi 'signal(SIGINT, int_handler)'. Dette betyder, at 'int_handler' bliver kørt, hver gang bosh programmet modtager en interrupt. 'int_handler' er vores interrupt handler, som lukker alle forgrundsprocesser.

Se linje 210 samt 252-263 i bosh.c.

Tests

Vi kører kommandoen wc uden parameter og trykker ctrl-c for at se om processen afsluttes.

Forventet resultat: wc stoppes efter ctrl-c er blevet tastet.

Faktisk resultat: Se billede A.10 på side 9.

1.3.9 Ekstra funktionalitet 1: Display current working directory

Som nævnt i 1.3.2 har vi haft et ønske om at få vores shell til at ligne Bash, så derfor ville vi gøre det muligt at både se og skifte directory.

Vi bruger en funktion 'getcwd' til at finde current working directory. Dette har vi implementeret i 'getcurrentdir'.

Se linje (47-53) i bosh.c.

Tests

Vi starter shellen for at se om der vises det directory der i øjeblikket arbejdes i.

Forventet resultat: Se billede A.11 på side 9.

Faktisk resultat: Se billede A.11 på side 9.

1.3.10 Ekstra funktionalitet 2: Change directory

Som nævnt i 1.3.9, så ville vi gøre det muligt at både se og skifte directory, hvilket var grundlaget for at implementere dette.

I vores 'executeshellcmd' tjekker vi om kommandoen er "cd" om den har mere end et argument. I så fald så kalder vi chdir på det første argument til "cd" kommandoen. Hvis det giver en error, printer vi det og returner 0.

Se linje 62-79 i bosh.c.

Tests

Vi går ind i vores shell og prøver derefter at skifte til andet directory end det der arbejdes i.

Forventet resultat: Se billede A.12 på side 9.

Faktisk resultat: Se billede A.12 på side 9.

A Test pictures

A.1 Delopgave 2

```
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# _
```

Figure A.1: Test 2

A.2 Delopgave 3

Figure A.2: Test 3.1

```
root@bosc:~/bosc/oo1# ls
bosh      bosh.o    parser.c  parser.o  print.h
bosh.c    Makefile  parser.h  print.c   print.o
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# ls
bosh      bosh.o    parser.c  parser.o  print.h
bosh.c    Makefile  parser.h  print.c   print.o
root@bosc:/root/bosc/oo1# _
```

Figure A.3: Test 3.2

```
root@bosc:~/bosc/oo1# cat Makefile
all: bosh
OBS = parser.o
LIBS= -lreadline -ltermcap
CC = gcc
bosh: bosh.o ${OBS}
    ${CC} -o $@ ${LIBS} bosh.o ${OBS}
clean:
    rm -rf *o bosh
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# cat Makefile
all: bosh
OBS = parser.o
LIBS= -lreadline -ltermcap
CC = gcc
bosh: bosh.o ${OBS}
    ${CC} -o $@ ${LIBS} bosh.o ${OBS}
clean:
    rm -rf *o bosh
```

Figure A.4: Test 3.3

```
root@bosc:~/bosc/oo1# wc Makefile
11 25 146 Makefile
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# wc Makefile
11 25 146 Makefile
```

Figure A.5: Test 3.4

```
root@bosc:~/bosc/oo1# 42
-bash: 42: command not found
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# 42
Could not find command: 42
```

A.3 Delopgave 4

Figure A.6: Test 4

```
root@bosc:/root/bosc/oo1# date
Tue Oct  2 13:46:00 CEST 2012
root@bosc:/root/bosc/oo1# sleep 100 &
root@bosc:/root/bosc/oo1# date
Tue Oct  2 13:46:04 CEST 2012
root@bosc:/root/bosc/oo1# _
```


A.4 Delopgave 5

Figure A.7: Test 5

```
root@bosc:~/bosc/oo1# ls
bosh      bosh.o    parser.c  parser.o  print.h
bosh.c    Makefile  parser.h  print.c   print.o
root@bosc:~/bosc/oo1# wc -l < /etc/passwd > antalkontoer
root@bosc:~/bosc/oo1# ls
antalkontoer bosh.c    Makefile  parser.h  print.c   print.o
bosh          bosh.o    parser.c  parser.o  print.h
root@bosc:~/bosc/oo1# cat antalkontoer
25
root@bosc:~/bosc/oo1# rm antalkontoer
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# ls
bosh      bosh.o    parser.c  parser.o  print.h
bosh.c    Makefile  parser.h  print.c   print.o
root@bosc:/root/bosc/oo1# wc -l < /etc/passwd > antalkontoer
root@bosc:/root/bosc/oo1# ls
antalkontoer bosh.c    Makefile  parser.h  print.c   print.o
bosh          bosh.o    parser.c  parser.o  print.h
root@bosc:/root/bosc/oo1# cat antalkontoer
25
root@bosc:/root/bosc/oo1# rm antalkontoer
```

A.5 Delopgave 6

Figure A.8: Test 6

```
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# ls
bosh bosh.c bosh.o Makefile parser.c parser.h parser.o
root@bosc:/root/bosc/oo1# ls | wc -w
7
root@bosc:/root/bosc/oo1# _
```

A.6 Delopgave 7

Figure A.9: Test 7

```
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# exit
Exiting bosh.
root@bosc:~/bosc/oo1#
```

A.7 Delopgave 8

Figure A.10: Test 8

```
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# wc -l
root@bosc:/root/bosc/oo1# ^C_
```

A.8 Ekstrafunktionalitet 1

Figure A.11: Test 9

```
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# _
```

A.9 Ekstrafunktionalitet 2

Figure A.12: Test 10

```
root@bosc:~/bosc/oo1# ./bosh
root@bosc:/root/bosc/oo1# cd ..
root@bosc:/root/bosc# cd oo1/
root@bosc:/root/bosc/oo1# cd ..
root@bosc:/root/bosc# cd /root/bosc/oo1/
root@bosc:/root/bosc/oo1# ls
bosh bosh.c bosh.o Makefile parser.c parser.h parser.o
root@bosc:/root/bosc/oo1# _
```

B Makefile

```
1 all: bosh
2
3 OBJS = parser.o
4 LIBS= -lreadline -ltermcap
5 CC = gcc
6
7 bosh: bosh.o ${OBJS}
8      ${CC} -o $@ ${LIBS} bosh.o ${OBJS}
9
10 clean:
11      rm -rf *.o bosh
```

C bosh.c

```
1  /* bosh.c : BOSC shell */
2
3  #include <stdio.h>
4  #include <string.h>
5  #include <stdlib.h>
6  #include <ctype.h>
7  #include <string.h>
8  #include <unistd.h>
9  #include <readline/readline.h>
10 #include <readline/history.h>
11 #include <errno.h>
12 #include <signal.h>
13 #include "parser.h"
14
15 /* ——— symbolic constants ——— */
16 #define HOSTNAMEMAX 100
17 #define SHELL_MAX_PROCESSES 50
18
19 /* Interrupt handler */
20 static void int_handler(int sig);
21
22 /* pid's for the running processes */
23 pid_t running_foreground_processes[SHELL_MAX_PROCESSES];
24 pid_t running_background_processes[SHELL_MAX_PROCESSES];
25
26 /* Gets user and hostnames and inserts them into a string with the format "user@hostname".
27 char *get_user_and_hostname(char *hostname, size_t size)
28 {
29     FILE *hostnamefile;
30     char hname[HOSTNAMEMAX];
31     char line[HOSTNAMEMAX];
32
33     hostnamefile = fopen ("/proc/sys/kernel/hostname", "r");
34
35     while (fgets(line, HOSTNAMEMAX, hostnamefile))
36     {
37         if (sscanf(line, "%s", hname))
38         {
39             snprintf(hostname, size, "%s@%s", getenv("USER"), hname);
40         }
41     }
42
43     return hostname;
44 }
45
46 /* Sets dir to be the current working directory. */
```

```

47 char *getcurrentdir(char *dir, size_t size)
48 {
49     char cur_path_buffer[1024];
50     char *cur_path = getcwd(cur_path_buffer, sizeof(cur_path_buffer));
51     snprintf(dir, size, "%s", cur_path);
52     return dir;
53 }
54
55 /* Executes a shell command. */
56 int executeshellcmd (Shellcmd *shellcmd)
57 {
58     if (!strcmp(*shellcmd->the_cmds->cmd, "exit")){
59         return 1;
60     }
61
62     char **cd_command = shellcmd->the_cmds->cmd;
63
64     if (strcmp(cd_command[0], "cd") == 0 && cd_command[1] != NULL)
65     {
66         const char *newdir = cd_command[1];
67         int error = chdir(newdir);
68
69         switch (error)
70         {
71             case 0: break;
72             case EACCES:
73                 printf("%s: access denied.\n", newdir);
74                 break;
75             case ENOENT:
76                 printf("%s: no such file or directory.\n", newdir);
77                 break;
78             case ENOTDIR:
79                 printf("%s: not a directory.\n", newdir);
80                 break;
81             default:
82                 printf("%s: error %i\n", newdir, error);
83                 break;
84         }
85
86         return 0;
87     }
88
89     shell_cmd_with_pipes(shellcmd, 0);
90
91     return 0;
92 }
93
94 /* Main function for executing shell commands. */
95 int shell_cmd_with_pipes(Shellcmd *shellcmd, int write_pipe)
96 {
97     int fd[2];

```

```

98     char **cmd = shellcmd->the_cmds->cmd;
99     shellcmd->the_cmds = shellcmd->the_cmds->next;
100    int proc_pid;
101
102    /* Pipes if the shellcommand has more than one command. */
103    if (shellcmd->the_cmds != NULL)
104    {
105        pipe (fd);
106    }
107
108    /* Fork process - if parent, just continue. If child, run if.*/
109    if (!(proc_pid = fork ()))
110    {
111        if (shellcmd->the_cmds != NULL)
112        {
113            close (fd [1]);
114        }
115
116        /* If any commands are left, close stdin and dup pipe.
117           Else if stdin is redirected, close stdin and dup the
118           stdin file. */
119        if (shellcmd->the_cmds)
120        {
121            close (fileno (stdin));
122            dup (fd [0]);
123        } else if (shellcmd->rd_stdin)
124        {
125            close (fileno (stdin));
126            dup (fileno (fopen (shellcmd->rd_stdin, "r")));
127        }
128
129        /* If write_pipe is more than 0, close stdin and dup write_pipe.
130           Else if stdout is redirected, close stdout and dup the stdout
131           file. */
132        if (write_pipe > 0)
133        {
134            close (fileno (stdout));
135            dup (write_pipe);
136        } else if (shellcmd->rd_stdout)
137        {
138            close (fileno (stdout));
139            dup (fileno (fopen (shellcmd->rd_stdout, "w+")));
140        }
141
142        /* If stderr is redirected, close stderr and dup redirected stderr.*/
143        if (shellcmd->rd_stderr)
144        {
145            close (fileno (stderr));
146            dup (fileno (fopen (shellcmd->rd_stderr, "w+")));
147        }
148    }

```

```

149         execvp(cmd[0], cmd);
150         printf("Could not find command: %s \n", cmd[0]);
151     }
152
153     /* If background process, add proc_pid to list of background
154        processes, else add to foreground processes. */
155     if(shellcmd->background)
156     {
157         add_background_process(proc_pid);
158     }
159     else
160     {
161         add_foreground_process(proc_pid);
162     }
163
164     /* Close write_pipe if it is more than zero. */
165     if (write_pipe > 0)
166     {
167         close(write_pipe);
168     }
169
170     /* If more commands are left, close read and run recursively. */
171     if(shellcmd->the_cmds != NULL)
172     {
173         close(fd[0]);
174         shell_cmd_with_pipes(shellcmd, fd[1]);
175     }
176
177     int exit_code;
178     /* If shell command is not marked as background, wait for pid. Else
179        do not wait.
180     if(!shellcmd->background)
181     {
182         waitpid(proc_pid, &exit_code, 0);
183     }
184 }
185
186 /* Adds a process to list of foreground processes. */
187 int add_foreground_process(pid_t process)
188 {
189     int i = 0;
190     pid_t *proc;
191     while(*(proc = &(running_foreground_processes[i])) > 0
192         && i < SHELL_MAX_PROCESSES) i++;
193
194     /* TODO: Should introduce handling too many processes. */
195
196     *proc = process;
197
198     return 0;
199 }

```

```

200
201 /* Adds a process to list of background processes. */
202 int add_background_process(pid_t process)
203 {
204     int i = 0;
205     pid_t *proc;
206     while(*(proc = &(running_background_processes[i])) > 0
207         && i < SHELL_MAX_PROCESSES) i++;
208
209     /* TODO: Should introduce handling too many processes. */
210
211     *proc = process;
212
213     return 0;
214 }
215
216 /* — main loop of the simple shell — */
217 int main(int argc, char* argv[]) {
218
219     /* Handles Cntrl+c input. */
220     signal(SIGINT, int_handler);
221
222     /* Handles zombie processes. */
223     signal(SIGCHLD, SIG_IGN);
224
225     /* initialize the shell */
226     char *cmdline;
227     char hostname[HOSTNAMEMAX];
228     char currentdir[1024];
229     int terminate = 0;
230     Shellcmd shellcmd;
231
232     if (get_user_and_hostname(hostname, sizeof(hostname)))
233     {
234         /* parse commands until exit or ctrl-c */
235         while (!terminate)
236         {
237             printf("%s:", hostname);
238             printf("%s", getcurrentdir(currentdir, sizeof(currentdir)));
239             if (cmdline = readline("# "))
240             {
241                 if(*cmdline)
242                 {
243                     add_history(cmdline);
244                     if (parsecommand(cmdline, &shellcmd))
245                     {
246                         terminate = executeshellcmd(&shellcmd);
247                     }
248                 }
249             }
250             free(cmdline);

```



```
251             }
252             else terminate = 1;
253         }
254
255         printf(" Exiting bosh.\n");
256     }
257
258     return EXIT_SUCCESS;
259 }
260
261 /* Interrupt handler. Closes all running foreground processes. */
262 void int_handler(int sig)
263 {
264     sig = 0;
265     int i;
266     pid_t *process;
267
268     for (i = 0; *(process = &running_foreground_processes[i]) > 0
269         && i < SHELL_MAX_PROCESSES; i++)
270     {
271         kill(*process, SIGINT);
272         *process = 0;
273     }
274 }
```

D parser.h

```
1 typedef struct _cmd {
2     char **cmd;
3     struct _cmd *next;
4 } Cmd;
5
6 typedef struct _shellcmd {
7     Cmd *the_cmds;
8     char *rd_stdin;
9     char *rd_stdout;
10    char *rd_stderr;
11    int background;
12 } Shellcmd;
13
14 extern void init( void );
15 extern int parse ( char *, Shellcmd *);
16 extern int nexttoken( char *, char **);
17 extern int acmd( char *, Cmd **);
18 extern int isidentifier( char * );
```

E parser.c

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <string.h>
3 #include <ctype.h>
4 #include "parser.h"
5
6 /* — symbolic constants — */
7 #define COMMANDMAX 20
8 #define BUFFERMAX 256
9 #define PBUFFERMAX 50
10 #define PIPE ('|')
11 #define BG ('&')
12 #define RIN ('<')
13 #define RUT ('>')
14 #define IDCHARS "-./~+"
15
16 /* — symbolic macros — */
17 #define ispipe(c) ((c) == PIPE)
18 #define isbg(c) ((c) == BG)
19 #define isrin(c) ((c) == RIN)
20 #define isrut(c) ((c) == RUT)
21 #define isspec(c) (ispipe(c) || isbg(c) || isrin(c) || isrut(c))
22
23 /* — static memory allocation — */
24 static Cmd cmdbuf[COMMANDMAX], *cmds;
25 static char cbuf[BUFFERMAX], *cp;
26 static char *pbuf[PBUFFERMAX], **pp;
27
28 /*
29  * parse : A simple commandline parser.
30  */
31
32 /* — parse the commandline and build shell commmand structure — */
33 int parsecommand(char *cmdline, Shellcmd *shellcmd)
34 {
35     int i, n;
36     Cmd *cmd0;
37
38     char *t = cmdline;
39     char *tok;
40
41     // Initialize list
42     for (i = 0; i < COMMANDMAX-1; i++) cmdbuf[i].next = &cmdbuf[i+1];
43
44     cmdbuf[COMMANDMAX-1].next = NULL;
45     cmds = cmdbuf;
46     cp = cbuf;
```

```

47  pp = pbuf;
48
49  shellcmd->rd_stdin    = NULL;
50  shellcmd->rd_stdout   = NULL;
51  shellcmd->rd_stderr   = NULL;
52  shellcmd->background = 0; // false
53  shellcmd->the_cmds    = NULL;
54
55  do {
56      if ((n = acmd(t, &cmd0)) <= 0)
57          return -1;
58      t += n;
59
60      cmd0->next = shellcmd->the_cmds;
61      shellcmd->the_cmds = cmd0;
62
63      int newtoken = 1;
64      while (newtoken) {
65          n = nexttoken(t, &tok);
66          if (n == 0)
67              {
68                  return 1;
69              }
70          t += n;
71
72          switch(*tok) {
73              case PIPE:
74                  newtoken = 0;
75                  break;
76              case BG:
77                  n = nexttoken(t, &tok);
78                  if (n == 0)
79                      {
80                          shellcmd->background = 1;
81                          return 1;
82                      }
83                  else
84                      {
85                          fprintf(stderr, "illegal bakgrounding\n");
86                          return -1;
87                      }
88                  newtoken = 0;
89                  break;
90              case RIN:
91                  if (shellcmd->rd_stdin != NULL)
92                      {
93                          fprintf(stderr, "duplicate redirection of stdin\n");
94                          return -1;
95                      }
96                  if ((n = nexttoken(t, &(shellcmd->rd_stdin))) < 0)
97                      return -1;

```

```

98         if (!isidentifier(shellcmd->rd_stdin))
99             {
100                 fprintf(stderr, "Illegal filename: \"%s\"\n", shellcmd->rd_stdin);
101                 return -1;
102             }
103         t += n;
104         break;
105     case RUT:
106         if (shellcmd->rd_stdout != NULL)
107             {
108                 fprintf(stderr, "duplicate redirection of stdout\n");
109                 return -1;
110             }
111         if ((n = nexttoken(t, &(shellcmd->rd_stdout))) < 0)
112             return -1;
113         if (!isidentifier(shellcmd->rd_stdout))
114             {
115                 fprintf(stderr, "Illegal filename: \"%s\"\n", shellcmd->rd_stdout);
116                 return -1;
117             }
118         t += n;
119         break;
120     default:
121         return -1;
122     }
123 }
124 } while (1);
125 return 0;
126 }
127
128 int nexttoken( char *s, char **tok)
129 {
130     char *s0 = s;
131     char c;
132
133     *tok = cp;
134     while (isspace(c = *s++) && c);
135     if (c == '\\0')
136     {
137         *cp++ = '\\0';
138         return 0;
139     }
140     if (isspec(c))
141     {
142         *cp++ = c;
143         *cp++ = '\\0';
144     }
145     else
146     {
147         *cp++ = c;
148         do

```

```
149         {
150             c = *cp++ = *s++;
151         } while (!isspace(c) && !isspec(c) && (c != '\0'));
152     --s;
153     --cp;
154     *cp++ = '\0';
155 }
156 return s - s0;
157 }
158
159 int acmd (char *s, Cmd **cmd)
160 {
161     char *tok;
162     int n, cnt = 0;
163     Cmd *cmd0 = cmds;
164     cmds = cmds->next;
165     cmd0->next = NULL;
166     cmd0->cmd = pp;
167
168     while (1) {
169         n = nexttoken(s, &tok);
170         if (n == 0 || isspec(*tok))
171             {
172                 *cmd = cmd0;
173                 *pp++ = NULL;
174                 return cnt;
175             }
176         else
177             {
178                 *pp++ = tok;
179                 cnt += n;
180                 s += n;
181             }
182     }
183 }
184
185 int isidentifier (char *s)
186 {
187     while (*s)
188         {
189             char *p = strchr (IDCHARS, *s);
190             if (! isalnum(*s++) && (p == NULL))
191                 return 0;
192         }
193     return 1;
194 }
```