

Processos

Aula 1 - Chamadas ao sistema

José Pedro Oliveira
(jpo@di.uminho.pt)

Grupo de Sistemas Distribuídos
Departamento de Informática
Escola de Engenharia
Universidade do Minho

Sistemas Operativos I
2006-2007



Programas e Processos

Programa

Um programa é um ficheiro executável que reside num directório de um disco. Um programa é carregado para memória e executado pelo kernel como resultado de uma das seis funções `exec`.

Processo

Uma instância em execução de um programa é designada por **processo**. Cada processo tem um identificador numérico único designado por **process ID**. Este identificador é um número inteiro não negativo.



Conteúdo

- 1 Programas e Processos
- 2 Chamadas ao sistema
 - `fork`
 - `_exit`
 - `getpid`, `getppid`
 - `wait`, `waitpid`
- 3 Referências



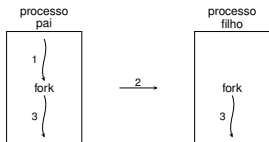
Conteúdo

- 1 Programas e Processos
- 2 Chamadas ao sistema
 - `fork`
 - `_exit`
 - `getpid`, `getppid`
 - `wait`, `waitpid`
- 3 Referências



Chamadas ao sistema (*system calls*)

fork - create a child process
_exit - terminate the current process
getpid - get current process identification
getppid - get parent process identification
wait - wait for process termination
waitpid - wait for process termination



Sumário

Criar um processo filho

Synopsis

```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>
```

```
pid_t fork(void);
```

Valor de retorno

Esta chamada ao sistema retorna duas vezes: uma no contexto do processo original (*pai*) e outra no contexto do novo processo (*filho*). Em caso de erro só retorna uma vez (valor -1 no contexto do processo pai).



Exemplo 1

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <unistd.h>
3
4 int main(void)
5 {
6     printf("Antes\n");
7
8     fork();
9
10    printf("Depois\n");
11
12    return 0;
13 }
```



Exemplo 2

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <sys/types.h>          /* pid_t */
3 #include <unistd.h>
4
5 int main(void)
6 {
7     pid_t p;
8
9     p = fork();
10
11     printf("p = %d\n", p);
12
13     return 0;
14 }

```

Exemplo 3 (extracto)

```

1     p = fork();
2
3     if (p == -1) {
4         /* Erro */
5     } else if (p == 0) {
6         /* Filho */
7     } else if (p > 0) {
8         /* Pai */
9     }
10
11
12
13
14
15

```

Valor de retorno

- 1 - Insucesso: o valor -1 é retornado no contexto do processo pai e nenhum processo filho é criado.
- 0 - Sucesso: o valor 0 é retornado no contexto do processo filho (novo processo).
- > 0 - Sucesso: o PID do processo filho é retornado no contexto do processo pai (processo original).

Exemplo 4 (extracto)

```

1     p = fork();
2
3     switch (p) {
4     case -1 :
5         /* Erro */
6         break;
7     case 0:
8         /* Codigo a executar no processo filho */
9         break;
10    default:
11        /* Codigo a executar no processo pai */
12        break;
13    }

```

Chamada ao sistema: `_exit`

Sumário

Finalizar processo corrente

Synopsis

`#include <unistd.h>``void _exit(int status);`

Valor de retorno

Esta chamada ao sistema termina imediatamente o processo invocador (não retorna). O valor `status` (0..255) é retornado ao processo pai, que o pode recolher através da chamada ao sistema `wait`.



Finalização de um processo

Notas

Quando a chamada ao sistema `_exit` é invocada, o processo corrente é terminado imediatamente:

- todos os descritores de ficheiros abertos são fechados
- todos os processos filhos passam a ter como pai o processo `init` (`pid = 1`)
- o sinal `SIGCHLD` é enviado ao processo pai

Chamada ao sistema `_exit` vs função `exit`

Sempre que possível utilizar a função `exit` da biblioteca de C em detrimento da chamada ao sistema `_exit`. Informação adicional nas páginas `man`: `man 2 _exit` e `man 3 exit`.



Finalização de um processo

Finalização de um processo

- Finalização normal
 - Retorno a partir de `main`
 - Invocar `exit`
 - Invocar `_exit` ou `_Exit`
 - Retorno da última `thread`
 - Invocar `pthread_exit` a partir da última `thread`
- Finalização anormal
 - Invocar `abort`
 - Receção de um sinal
 - Resposta da última `thread` a um pedido de cancelamento



Exemplos de métodos de terminação

Exemplo

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <unistd.h>
4
5 void f1(void) {
6     ...
7     exit(1);          /* Normal */
8 }
9
10 void f2(void) {
11     ...
12     abort();         /* Anormal */
13 }
14
15 int main(void) {
16     f1();
17     f2();
18     return 0;        /* Normal */
19 }

```



Chamadas ao sistema: getpid, getppid

Sumário

A chamada ao sistema **getpid** permite obter o identificador de processo (PID) do processo corrente. A chamada ao sistema **getppid** permite obter o PID do pai do processo corrente.

Synopsis

```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

pid_t getpid(void);
pid_t getppid(void);
```



Chamadas ao sistema: getpid/getppid - exemplo 1

Resultado 1

```
p = 0 pid = 4284 ppid = 4283
p = 4284 pid = 4283 ppid = 2849
```

Resultado 2 - processo pai termina antes da invocação de getppid() no processo filho

```
p = 4307 pid = 4306 ppid = 2849
p = 0 pid = 4307 ppid = 1
```

Adopção de processos

Quando um processo fica orfão é imediatamente adoptado pelo processo init (processo com o PID 1).



Chamadas ao sistema: getpid/getppid - exemplo 1

Exemplo 1

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <sys/types.h> /* pid_t */
3 #include <unistd.h>
4
5 int main(void)
6 {
7     pid_t p = fork();
8
9     printf("p = %5d pid = %5d ppid = %5d\n",
10          p, getpid(), getppid());
11
12     return 0;
13 }
```



Chamadas ao sistema: getpid/getppid - exemplo 2

Exemplo 2

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <unistd.h>
4 #include <sys/types.h> /* pid_t */
5
6 int main(void)
7 {
8     pid_t p = fork();
9
10    if (p == -1) { /* Erro */
11        perror("fork"); exit(EXIT_FAILURE);
12    }
13    else if (p == 0) { /* Filho */
14        printf("Filho: p = %5d pid = %5d ppid = %5d\n",
15             p, getpid(), getppid());
16    }
17    else { /* Pai (p > 0) */
18        printf("Pai : p = %5d pid = %5d ppid = %5d\n",
19             p, getpid(), getppid());
20    }
21
22    return 0;
23 }
24
25
26
27 }
```



Chamadas ao sistema: wait e waitpid

Sumário

Estas chamadas ao sistema permitem esperar pela mudança de estado de um processo filho e obter informação sobre essa mudança.

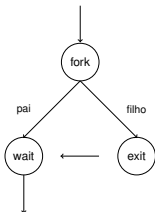
Synopsis

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>

pid_t wait(int *status);
pid_t waitpid(pid_t pid, int *status,
              int options);
```



Fork, Wait e Exit



Chamadas ao sistema: wait e waitpid

wait

A chamada ao sistema **wait** suspende o processo corrente até que um dos seus processos filhos termine.

waitpid

A chamada ao sistema **waitpid** suspende o processo corrente até que o filho especificado mude de estado. Por omissão só espera que o filho em questão termine mas este comportamento pode ser alterado através do argumento *options*. Mudanças de estado:

- o processo filho terminou
- o processo filho foi congelado (stopped)
- o processo filho foi descongelado (resumed)



Chamada ao sistema: wait - exemplo 1

Exemplo 1 (extracto)

```

1  p = fork();
2
3  if (p == -1) {
4      perror("fork"); exit(EXIT_FAILURE);
5
6  } else if (p == 0) {
7      printf("Filho\n"); sleep(3);
8
9  } else if (p > 0) {
10     printf("Pai\n");
11     wait(NULL); /* Esperar que o filho termine */
12     printf("Fim\n");
13
14 }
```



Chamada ao sistema: wait - exemplo 1

Exemplo 1

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <unistd.h>
4 #include <sys/types.h>
5 #include <sys/wait.h>
6
7 int main(void)
8 {
9     pid_t p = fork();
10
11     if (p == -1) {
12         perror("fork");
13         exit(EXIT_FAILURE);
14     } else if (p == 0) { /* Filho */
15         printf("Filho\n");
16         sleep(3);
17     } else if (p > 0) {
18         printf("Pai\n");
19         wait(NULL); /* Esperar que o filho termine */
20         printf("Fim\n");
21     }
22
23     return 0;
24 }

```

Chamadas ao sistema: wait, waitpid - macros (2/2)

Macros

WIFSIGNALED(status) - permite determinar se o processo filho terminou devido a um sinal não interceptado.

WTERMSIG(status) - permite obter o número do sinal que provocou a finalização do processo filho. Esta macro só deve ser invocada se WIFSIGNALED retornar um valor verdadeiro.

WCOREDUMP(status) - permite saber se foi gerado um ficheiro core.

WIFSTOPPED(status) - permite determinar se o processo filho que provocou o retorno se encontra congelado (*stopped*).

WSTOPSIG(status) - permite obter o número do sinal que provocou o congelamento do processo filho. Esta macro só deve ser invocada se WIFSTOPPED retornar um valor verdadeiro.

WIFCONTINUED(status) - permite determinar se o processo filho foi descongelado (*resumed*). Só aplicável para em kernels 2.6.10 ou mais recentes.

Chamadas ao sistema: wait, waitpid - macros (1/2)

Relação entre wait() e waitpid()

```
wait(&status) == waitpid(-1, &status, 0)
```

Macros

WIFEXITED(status) - permite determinar se o processo filho terminou normalmente.

WEXITSTATUS(status) - permite obter o código de saída do processo filho (argumento da função `exit`). Esta macro só deve ser invocada se WIFEXITED retornar um valor verdadeiro.

Chamada ao sistema: wait - exemplo 2

Extracto de código (processo pai)

```

1 q = wait(&status);
2
3 if (q == -1) {
4     /* Erro */
5 } else if (q > 0) {
6     /* q -> pid do processo que terminou */
7
8     if (WIFEXITED(status)) {
9         /* Processo q terminou normalmente */
10        /* Código de saída = WEXITSTATUS(status) */
11    } else {
12        /* Processo q terminou anormalmente */
13    }
14 }

```

- 1 Programas e Processos
- 2 Chamadas ao sistema
 - fork
 - _exit
 - getpid, getppid
 - wait, waitpid
- 3 Referências



Bibliografia

- **Advanced Programming in the UNIX Environment, 2nd ed.**
W. Richard Steven, Stephen A. Rago
<http://www.apuebook.com/>
 - Capítulo 1 - UNIX System Overview
 - Capítulo 7 - Process Environment
 - Capítulo 8 - Process Control
- **Advanced Programming in the UNIX Environment**
W. Richard Steven
<http://www.kohala.com/start/apue.html>
- **Linux Programming by Example: The Fundamentals**
Arnold Robbins
<http://authors.phptr.com/robbins/>

