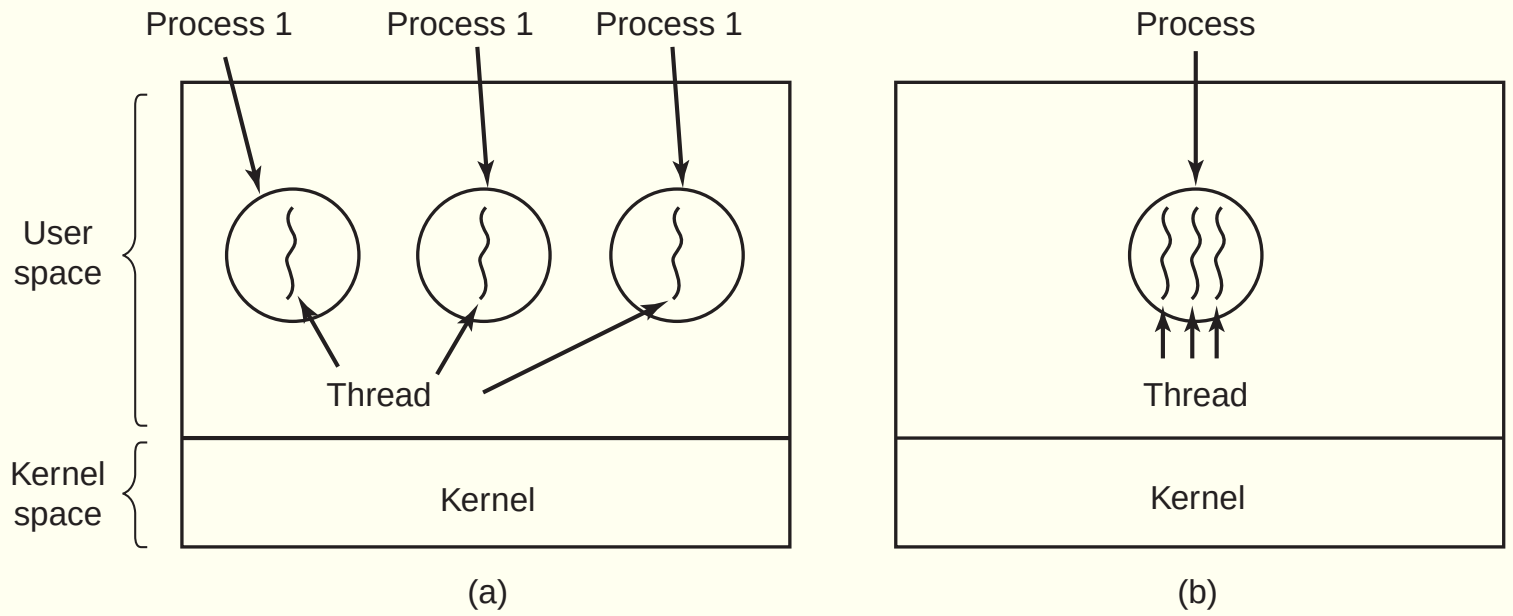
MC514–Sistemas Operacionais: Teoria e Prática

1s2009

Processos e sinais

Processos e threads



fork()

- Cria um novo processo, que executará o mesmo código
- Retorna

  PID do processo criado para o pai e

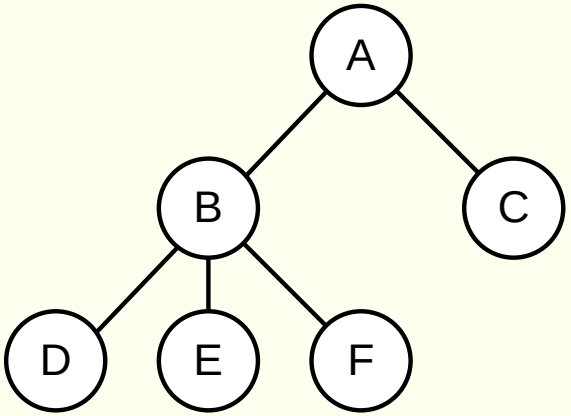
  0 para o processo filho

Espaços de endereçamento distintos

```
if (fork() == 0)
  s = 0;
  printf("Filho: &s=%p s=%d\n", &s, s);
} else {
  s = 1;
  printf("Pai: &s=%p s=%d\n", &s, s);
}
```

- Veja o código: fork0.c

Hierarquia de processos



Como implementar uma arquitetura como esta utilizando a chamada fork?

- Veja os códigos: fork1.c fork2.c fork3.c

wait()

```
pid_t wait(int *status);
```

- Aguarda pela morte de um filho.
- Bloqueia o processamento
- Retorna o pid do filho morto
- `status` indica causa da morte
- Veja os códigos: wait1.c, wait2.c e getppid.c

waitpid()

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

- Aguarda pela morte de um filho.
  - Específico `pid = PID`
  - Qualquer `pid = -1`
- Versão não bloqueante (options = `WNOHANG`)
- Veja o código waitpid1.c

Argumentos para os processos

- Exemplo

```
$ cp
cp: missing file arguments
Try ‘cp --help’ for more information.
$ cp arq-origem arq-destino
```

- Implementação

```
int main(int argc, char** argv)
```

Variáveis de ambiente

- Exemplo

```
PWD=/l/home/islene/mo806
HOME=/home/islene
LOGNAME=islene
```

- Implementação

```
int main(int argc, char** argv, char** envp)
```

- Veja o código: envp.c

Execução de outros códigos

Família exec

```
int execve(const char *filename,
           char *const argv [],
           char *const envp[]);
```

- Executa o programa `filename`, passando `argv[]` e `envp[]` como argumentos
- Outras opções: `execl()`, `execlp()`, `execle()`, `execv()` e `execvp()`
- Veja o código: execve1.c

Terminação de processos

- saída normal (voluntária)
- saída por erro (voluntária)
- erro fatal (involuntária)
- morto por outro processo (involuntária)
- Veja o código: execve2.c

Shell

```
#define TRUE 1

while (TRUE) {                                  /* repeat forever */
        type_prompt( );                         /* display prompt on the screen */
        read_command(command, parameters);      /* read input from terminal */

        if (fork( ) != 0) {                     /* fork off child process */
             /* Parent code. */
             waitpid(-1, &status, 0);           /* wait for child to exit */
        } else {
             /* Child code. */
             execve(command, parameters, 0);    /* execute command */
        }
}
```

Shell

- Como implementar processos em *background*?

```
$ cp arquivo_grande copia_grande &
```

Como criar threads?

- Veja a documentação da função `clone()`
- Veja o código `clone.c`

Como tratar erros de execução?

```
FILE *file = fopen ("arq.txt","r");
```

- Valor de retorno indica se a execução foi bem sucedida:

  > Upon successful completion fopen returns a FILE pointer. Otherwise, NULL is returned and the global variable errno is set to indicate the error.

- Veja o manual: fopen, errno e perror
- Veja o código: fopen.c

Como tratar erros deste tipo?

```
int *px = (int*) 0x01010101;
*px = 0;
```

- Programa recebe um sinal SIGSEGV
- O comportamento padrão é terminar o programa
- Veja o código: segfault1.c (use o gdb!)

E erros deste tipo?

```
int i = 3/0;
```

- Programa recebe um sinal SIGFPE
- O comportamento padrão é terminar o programa
- Veja o código: div0.c (use o gdb!)

Sinais

- Indicam a ocorrência de condições excepcionais
- Tipos de sinais
  - Divisão por zero
  - Acesso inválido à memória
  - Interrupção do programa
  - Término de um processo filho
  - Alarme
- Existem sinais síncronos e assíncronos

Alarme

Exemplo de sinal assíncrono

```
unsigned int alarm(unsigned int seconds);
```

- Envia um sinal do `SIGALRM` para o processo após alguns segundos.
- Veja o código: alarm1.c

Como ignorar um sinal?

- É possível ignorar SIGALRM?

  ```
  signal(SIGALRM, SIG_IGN);
  ```

  Veja o código: alarm2.c

- É possível ignorar SIGSEGV?

  ```
  signal(SIGALRM, SIG_IGN);
  ```

  Veja o código: segfault2.c

Como tratar um sinal?

- Rotina `signal` permite alterar o comportamento do programa em relação ao recebimento de um sinal específico.

```
typedef void (*sighandler_t)(int);
sighandler_t signal(int signum,
                    sighandler_t handler);
```

Como tratar SIGSEGV?

- Devemos escrever um tratador

```
void trata_SIGSEGV(int signum) {
  /* ... */
}
```

- e instalá-lo

```
signal(SIGSEGV, trata_SIGSEGV);
```

- Veja o código: segfault3.c (use o gdb!)

Como recuperar o tratador padrão?

```
signal(SIGALRM, SIG_DFL);
```

- É possível fazer isso a partir do programa principal

  Veja o código: alarm3.c

- ou a partir do próprio tratador.

  Veja os códigos: alarm4.c e segfault4.c

Um comentário sobre portabilidade

The original Unix signal() would reset the handler to SIG_DFL, and System V (and the Linux kernel and libc4,5) does the same. On the other hand, BSD does not reset the handler, but blocks new instances of this signal from occurring during a call of the handler. The glibc2 library follows the BSD behaviour.

Problemas de consistência

- Um tratador de sinais pode encontrar dados "inconsistentes".
- Veja o código: consistencia.c
- Quais funções podem ser invocadas a partir de um tratador de sinais?

Controle de execução

- SIGKILL: encerra a execução.
- SIGTERM: encerra a execução,mas um tratador pode ser invocado.
- SIGSTOP: interrompe a execução.
- SIGTSTP: interrompe a execução, mas um tratador pode ser invocado.
- SIGCONT: continua a execução

- Veja os códigos: sigterm.c sigint.c e sigcont.c

Como depurar um processo filho?

Primeira abordagem

- Após o fork() o processo filho pode interromper seu processamento via raise(SIGSTOP);
- O gdb pode depurar um processo que já está rodando via comando attach
- Colocamos um breakpoint adequado no processo filho
- Enviamos um sinal SIGCONT para o processo filho
- Veja o código: attach.c

Comando pause()

```
alarm(nseg);
pause();  /* Bloqueia execução
             até a chegada de um sinal */
```

- Veja o código sleep0.c

Como bloquear sinais

Trabalha-se com um conjunto de sinais

```
sigset_t set;
```

sobre o qual as seguintes operações são possíveis:

- `int sigemptyset (sigset_t *SET);`
- `int sigfillset (sigset_t *SET);`
- `int sigaddset (sigset_t *SET, int SIGNUM);`
- `int sigdelset (sigset_t *SET, int SIGNUM);`

Como bloquear sinais

```
int sigprocmask (int HOW,
                 const sigset_t *restrict SET,
                 sigset_t *restrict OLDSET)
```

- SIG_BLOCK: bloqueia os sinais no conjunto set, adicionando-os à máscara atual.
- SIG_UNBLOCK: desbloqueia os sinais no conjunto set, removendo-os da máscara atual
- SIG_SETMASK: substitui a máscara atual.
- Máscara anterior é retornada em OLDSET.

Implementando sleep()

Funciona sempre?

```
int sleep(int nseg) {
   /* Bloqueia todos os sinais
      exceto SIGALRM */
    alarm(nseg);
    pause();  /* Bloqueia execução
                 até a chegada de um sinal */
   /* Restaura máscara anterior */
}
```

- Veja o código: sleep.c

Implementando sleep()

Funciona sempre?

```
int sleep(int nseg) {
   /* Bloqueia todos os sinais */
    alarm(nseg);
   /* Desbloqueia SIGALRM em mask */
    sigsuspend(&mask);  /* Bloqueia execução,
                           instala mask e
                           aguarda um sinal */
   /* Restaura máscara anterior */
}
```

- Veja o código: sigsuspend.c

Como depurar um processo filho?

Segunda abordagem

- Após o fork() o processo filho pode interromper seu processamento via sigsuspend().
- Processo filho aguarda SIGUSR1
- Usuário envia SIGUSR1
- Veja o código: attach_SIGUSR1.c

Como tratar a morte de um filho?

```
if (fork() != 0) /* Processo pai */
   if (wait(NULL))
    printf("Meu filho morreu\n");
```

- Processo pai fica bloqueado até que um filho morra.
- Veja o código: wait1.c

Como tratar a morte de um filho?

```
if (fork() != 0) /* Processo pai */
   while (waitpid(-1,NULL, WNOHANG) == 0) {
      printf("Meu filho ainda não morreu\n");
      faz_alguma_coisa();
   }
}
```

- Processo pai faz verificações periódicas enquanto o filho não morre.
- Veja o código: waitpid1.c

Como tratar a morte de um filho?

```
void trata_SIGCHLD(int signum) {
  int pid;
  pid = wait(NULL);
  printf("Meu filho %d morreu.\n", pid);
}
```

- Sinal SIGCHLD é enviado quando um filho morre.
- Veja o código: sigchld1.c

Como tratar a morte de um filho?

- Suponha que o processo pai quer gerar todos os filhos antes de saber das mortes.

```
/* Bloqueia SIGCHLD */
 gera_filhos();
/* Desbloqueia SIGCHLD */
/* Aguarda mortes */
```

- Será que usando o mesmo tratador do código sigchld1.c todas as mortes serão percebidas?
- Veja o código: sigchld2.c

Como tratar a morte de um filho?

```
void trata_SIGCHLD(int signum) {
  int pid;
  while ((pid = waitpid(-1,NULL,WNOHANG)) > 0) {
    printf("Meu filho %d morreu.\n", pid);
    n_filhos++;
  }
}
```

- Mais de um filho pode ter morrido enquanto o sinal não foi tratado.
- Veja o código: sigchld3.c

Duelo entre pai e filho

- Pai envia SIGTERM para o filho
- Filho envia SIGTERM para o pai
- Ambos devem morrer
- Veja os códigos: duelo1.c e duelo2.c

Tratadores encadeados

- Um sinal pode ser tratado durante o tratamento de outro sinal
- Veja o código: encadeados.c
- Como tentar bloquear isto?
- Veja o código: encad-bloq1.c

sigaction()

```
int sigaction(int signum,
              const struct sigaction *act,
              struct  sigaction *oldact);
struct sigaction {
  void (*sa_handler)(int);
  sigset_t sa_mask;
  /*   */
};
```

- Estabele uma função e uma máscara para ser usada no momento do tratamento do sinal.
- Veja o código: encad-bloq2.c

Pthreads e Sinais

- Sinais são uma propriedade dos processos
- Máscaras são propriedades de threads

- Veja o código: thr1-sinais.c