Laboratório 4 - Pthreads
Sistemas Operacionais

Objetivo

- Entender o funcionamento de Pthreads
- Executar programas exemplos
- Modificar programas

Processo vs. Thread

- Um processo pode ter uma ou mais threads
- Uma thread compartilha recursos com o seu processo pai

Características das Threads

- Podem criar outras threads
- Existe dentro de um processo e usa seus recursos
- Tem seu fluxo de controle independente
- Só tem as propriedades essenciais para a execução
- Compartilha os recursos com outros processos
- Tem um overhead muito menor

Motivação

- Intercambiar CPU com I/O
- Dar prioridades diferentes para problemas diferentes
- Tratar eventos assíncronos
- Comunicação entre threads é mais simples do que comunicação entre processos
- Melhor performance
- Mais fácil modelar alguns problemas

Comandos

- Ver o número de threads executadas por um processo:
  - `ps -o nlwp <pid>`
- Outra forma de ver o número de threads de um processo:
  - `cat /proc/<pid>/status`
- Execute os comandos acima para alguns processos e verifique o numero de threads utilizadas;

Programação

- Em geral, a programação com threads se dá através da divisão do programa em funções executadas por cada thread.
- Também pode ser feita através da divisão de dados.
- Podem ser usadas em aplicações seriais para simular execução de forma paralela.

Histórico de pthreads

- Cada fornecedor de hardware implementou suas própria versão
- Versões eram proprietárias
- Versões eram incompatíveis entre si
- Difícil para programadores portarem suas aplicações
- Para possibilitar criar programas com threads portáteis, o IEEE criou o Padrão IEEE POSIX 1003.1c (1995)
  - Suportado pelo UNIX
- Pthreads são um conjunto de bibliotecas para a linguagem C, que podem ser implementadas como uma biblioteca a parte ou parte da própria biblioteca C.
- O padrão define mais de 60 chamadas de função

Principais chamadas

- pthread_create – cria uma nova thread.
- pthread_exit – conclui a chamada de thread.
- pthread_join – espera que uma thread específica seja concluída.
- pthread_yield – libera a cpu para que outra thread seja executada.
- pthread_attr_init – cria e inicializa uma estrutura de atributos da thread
- pthread_attr_destroy – remove uma estrutura de atributos da thread

```
$ man pthreads
$ man <chamada>
```

Exemplo:

```
$ man pthread_create
```

Cabeçalho:

```
#include <pthread.h>
```

Baixe os exemplos

- Use o comando `curl`

```
$ curl http://lia.ufc.br/~vinipires/hello.c > hello.c
% Total    % Received % Xferd  Average Speed
...

$ curl http://lia.ufc.br/~vinipires/paralela.c > paralela.c

...

$curl http://lia.ufc.br/~vinipires/mutex.c > mutex.c

...
```

http://lia.ufc.br/~vinipires/hello.c

```
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define NUM_THREADS   30

void *PrintHello(void *threadid)
{
   long tid;
   tid = (long)threadid;
   /*esta funcao imprime o identificador da thread e sai */
   printf("Ola mundo! Eu sou a thread #%ld!\n", tid);
   pthread_exit(NULL);
}

int main(int argc, char *argv[])
{
 /* O programa principal cria as threads e sai */
     rc = pthread_create(&threads[t], NULL, PrintHello, (void *)t);
     /* sleep nao eh necessario, eh apenas para dar tempo de analisar */
     sleep(1);
     if (rc){
       printf("ERRO; o codigo retornado de pthread_create() eh %d\n", rc);
       exit(-1);
       }
     }

   /* Ultima coisa que o main() tem que fazer */
   pthread_exit(NULL);
}
```

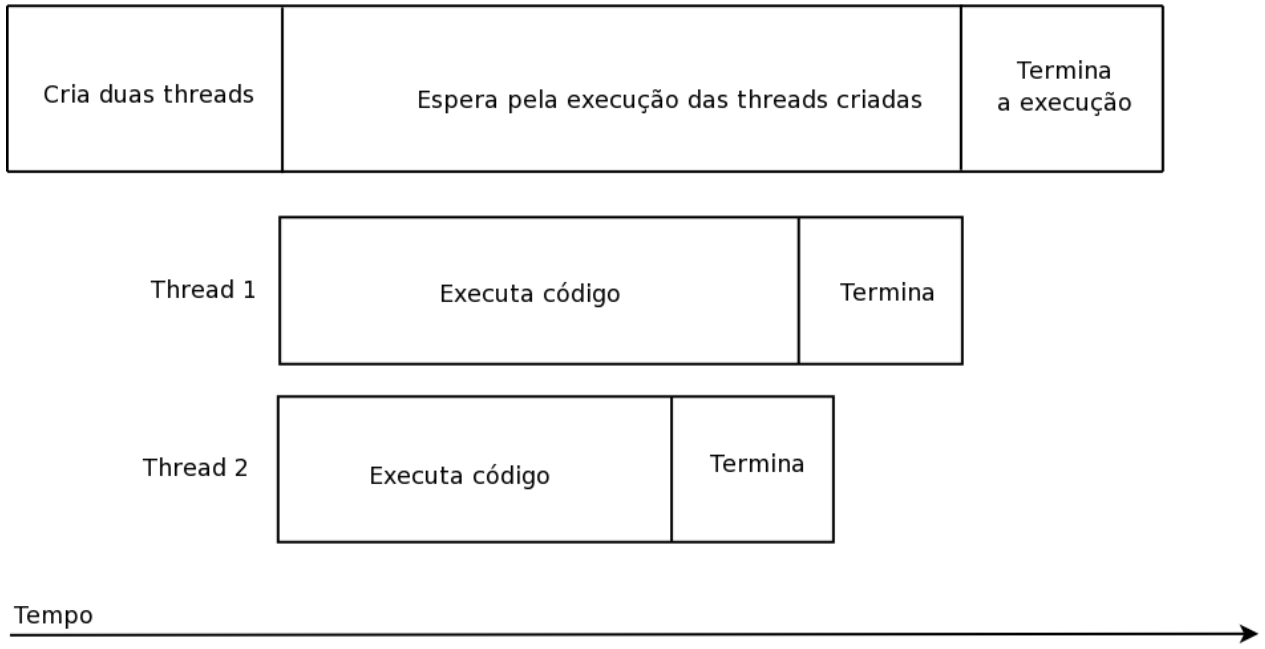
```
$ gcc -o hello hello.c -pthread
$ ./hello
```

Veja o funcionamento do comando sleep(1), desabilite esse comando, habilite e aumente o numero entre parenteses

Execução paralela

- O próximo código mostra duas threads executando ao mesmo tempo, realizando cada uma seu trabalho.

http://lia.ufc.br/~vinipires/paralela.c



http://lia.ufc.br/~vinipires/paralela.c

```
int main()
{
   pthread_t tid[2];
   thread_arg a[2];
   int i = 0;
   int n_threads = 2;

   /* Cria as threads */
   for(i=0; i<n_threads; i++)
   {
      a[i].id = i;
      pthread_create(&(tid[i]), NULL, thread, (void *)&(a[i]));
   }

   /* Espera que as threads terminem */
   for(i=0; i<n_threads; i++)
   {
      pthread_join(tid[i], NULL);
   }

   pthread_exit((void *)NULL);
}

void *thread(void *vargp)
{
   int i = 0;
   thread_arg *a = (thread_arg *) vargp;

   printf("Comecou a thread %d\n", a->id);
   /* Faz um trabalho qualquer */
   for(i = 0; i < 1000000; i++);
   printf("Terminou a thread %d\n", a->id);

   pthread_exit((void *)NULL);
}
```

```
$ gcc -o paralela paralela.c -
pthread
$ ./paralela
```

O exemplo começa com a thread principal, que cria duas outras threads e espera que elas terminem seu trabalho.
Cada uma das threads realiza um trabalho, ao mesmo tempo, e elas terminam o trabalho aproximadamente no mesmo tempo.
Depois, elas retornam, e a thread principal termina.

Exercicio

- Modifique o codigo anterior, compile e execute varias vezes, perceba o comportamento das threads
- Aumente o numero de threads para 10

ANTIGO

```
.....

void *thread(void *vargp)
{
    int i = 0;
    thread_arg *a = (thread_arg *) vargp;

    printf("Comecou a thread %d\n", a->id);
    /* Faz um trabalho qualquer */
    for(i = 0; i < 1000000; i++);
    printf("Terminou a thread %d\n", a->id);

    pthread_exit((void *)NULL);
}
```

NOVO

```
.....

void *thread(void *vargp)
{
    int i = 0;
    thread_arg *a = (thread_arg *) vargp;

    printf("Comecou a thread %d\n", a->id);
    /* Faz um trabalho qualquer */
    int r = rand() % 1000000;
    for(i = 0; i < r; i++);
    printf("Terminou a thread %d\n", a->id);

    pthread_exit((void *)NULL);
}
```

O que acontece quando threads compartilham dados?

Edite o programa global.c

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

typedef struct
{
   int id;
} thread_arg;

void *thread(void *vargp);

int var;

int main()
{
   int n_threads = 50;
   pthread_t tid[n_threads ];
   thread_arg a[n_threads ];
   int i = 0;

   var = 0;

   //Cria as threads
   for(i=0; i<n_threads; i++)
   {
      a[i].id = i;
      pthread_create(&(tid[i]), NULL, thread, (void *)&(a[i]));
   }

   // Espera que as threads terminem
   for(i=0; i<n_threads; i++)
   {
      pthread_join(tid[i], NULL);
   }

   printf("Valor de var no fim do programa: %d\n", var);

  pthread_exit((void *)NULL);
}
```

```
void *thread(void *vargp)
{
   // Converte a estrutura recebida
   thread_arg *a = (thread_arg *) vargp;

 // Como vamos acessar uma variavel
printf("Thread %d: valor de var antes da conta: %d\n", a->id+1,
var);
   int j = 0;
   for(j=0; j<1000; j++)
            var = var + 1;
   printf("Thread %d: valor de var depois da conta: %d\n", a->id
+1, var);

   pthread_exit((void *)NULL);
}
```

Compile e execute o codigo anterior

```
$ gcc –o share share.c -pthread
$ ./share
$ ** execute varias vezes e veja o resultado final que será
impresso **
```

- O valor de VAR no fim do programa deve ser 50.000
- O que aconteceu ? Por que ?

Lock e Unlock (mutex)

- No próximo código duas threads serão criadas, usando a mesma função.
- No entanto, certa linha dessa função será protegida com o uso de um mutex, já que ela altera o valor de uma variável global (variáveis globais não devem ser usadas, isso é apenas um exemplo!).
- Essa é uma das técnicas normalmente utilizadas para se proteger zonas críticas do código.
- Apesar de o uso de variáveis globais ser desaconselhado, normalmente os mutex são declarados globalmente, pois eles devem ser visíveis a todas as threads.

http://lia.ufc.br/~vinipires/mutex.c

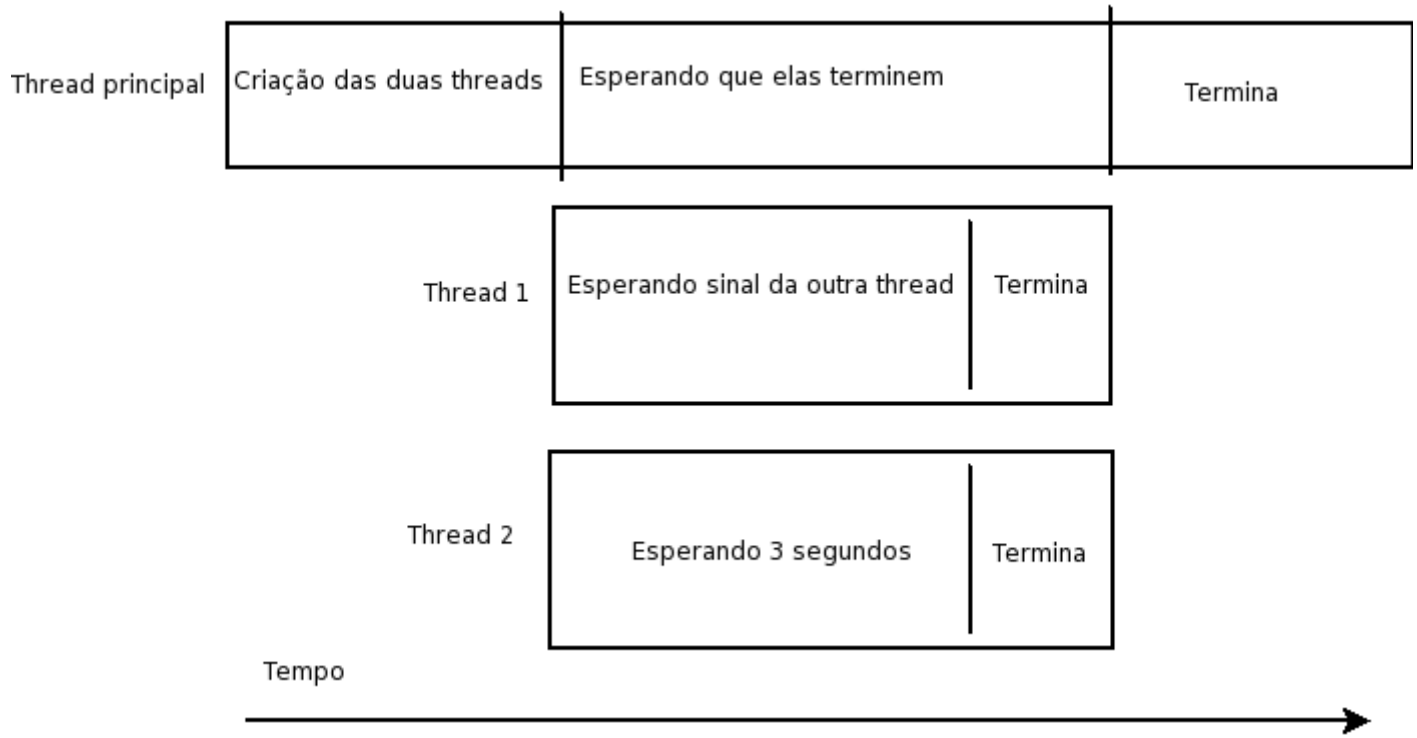
http://lia.ufc.br/~vinipires/mutex.c

```
typedef struct {
   int id; }  thread_arg;

void *thread(void *vargp);
pthread_mutex_t mutex;
int var;
int main()
{
   pthread_t tid[2];
   thread_arg a[2];
   int i = 0;
   int n_threads = 2;
   var = 0;
   /* Cria o mutex */
   pthread_mutex_init(&mutex, NULL);

   /* Cria as threads */
   for(i=0; i<n_threads; i++){
      a[i].id = i;
      pthread_create(&(tid[i]), NULL, thread, (void *)&(a[i]));
   }

   /* Espera que as threads terminem */
   for(i=0; i<n_threads; i++)     {
      pthread_join(tid[i], NULL);   }

   /* Destroi o mutex */
   pthread_mutex_destroy(&mutex);
   pthread_exit((void *)NULL);
}
   void *thread(void *vargp){
   /* Converte a estrutura recebida */
   thread_arg *a = (thread_arg *) vargp;

   /* Como vamos acessar uma variavel global, deve-se protege-la com uma  */fechadura
   pthread_mutex_lock(&mutex);
   printf("Thread %d: valor de var antes da conta: %d\n", a->id+1, var);
   var = var + a->id + 1;
   printf("Thread %d: valor de var depois da conta: %d\n", a->id+1, var);
   pthread_mutex_unlock(&mutex);
   pthread_exit((void *)NULL);
}
```

```
$ gcc -o mutex mutex.c -pthread
$ ./mutex
```

O exemplo começa com a thread principal, que cria outras duas, e espera que elas terminem. Qual das duas threads chegam primeiro ao mutex é indeterminado, mas a que chegar trava o mutex, modifica var, e libera o mutex para que a outra faça o mesmo. Então, ambas terminam, e depois a principal também.

O que acontece no código (mutex.c)?



Fim do Laboratório de Pthreads