

# Sockets - Conexões Simultâneas Usando: THREADS e SELECT

Bruno Pereira

Universidade Federal de Minas Gerais

*bruno.ps@live.com*

28 de setembro de 2016

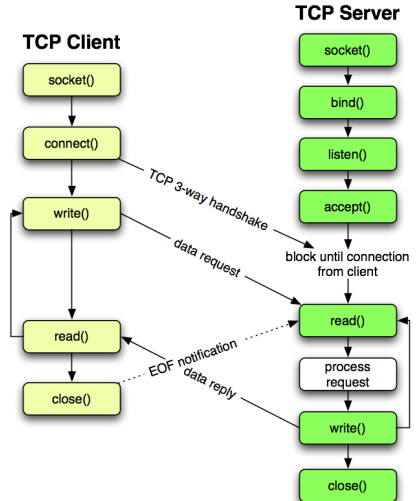
# Roteiro

- 1 Introdução
  - Entendendo Threads
  - Como vamos usar Threads?
- 2 Usando PTHREADS
  - Pthreads – Primitivas básicas
  - 1º Código com Threads
  - Sockets e Threads
- 3 Usando SELECT
  - Visão Geral
  - Estrutura, select() e MACROS
  - Sockets e SELECT
- 4 Extra

# Introdução

## Relembrando

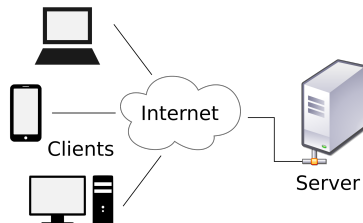
- Até o momento...
  - Sabemos trocar dados entre:
    - **UM** Cliente e **UM** Servidor
  - Tratar conexões IPv\*
  - Transporte: STREAM vs DGRAM
- Agora queremos...
  - Manipular conexões simultaneamente!
- Como fazer ?
  - **Threads**
  - **Select**
  - Processos
  - libevent



# Introdução

## Relembrando

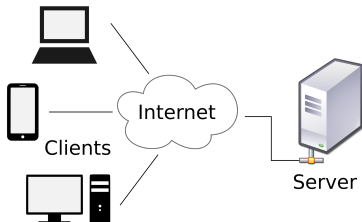
- Até o momento...
  - Sabemos trocar dados entre:
    - **UM** Cliente e **UM** Servidor
  - Tratar conexões IPv\*
  - Transporte: STREAM vs DGRAM
- Agora queremos...
  - Manipular conexões simultaneamente!
- Como fazer ?
  - Threads
  - Select
  - Processos
  - libevent



# Introdução

## Relembrando

- Até o momento...
  - Sabemos trocar dados entre:
    - **UM** Cliente e **UM** Servidor
  - Tratar conexões IPv\*
  - Transporte: STREAM vs DGRAM
- Agora queremos...
  - Manipular conexões simultaneamente!
- Como fazer ?
  - **Threads**
  - **Select**
  - Processos
  - libevent



## Objetivos

- Ao final dessa aula você será capaz de:
  - Entender o uso de *Threads*
  - Entender o uso do *Select*
- Criar um programa **SERVIDOR** que aceita conexão de vários clientes
  - Usando *Threads*
  - Usando *Select*
  - Usando libevent
- Vamos criar um **SERVIDOR** que cria uma **THREAD** para cada cliente
  - Cada thread cuidará da lógica/execução de cada cliente individualmente

## Objetivos

- Ao final dessa aula você será capaz de:
  - Entender o uso de *Threads*
  - Entender o uso do *Select*
- Criar um programa **SERVIDOR** que aceita conexão de vários clientes
  - Usando *Threads*
  - Usando *Select*
  - Usando libevent
- Vamos criar um **SERVIDOR** que cria uma **THREAD** para cada cliente
  - Cada thread cuidará da lógica/execução de cada cliente individualmente

## O que é Thread?

- Antes de definir threads vamos entender o que é um PROCESSO.
- Em um processo existe uma thread (uma linha de execução)



## O que é Thread?

- Antes de definir threads vamos entender o que é um **PROCESSO**.
- Em um processo existe uma thread (uma linha de execução)

## PROCESSO

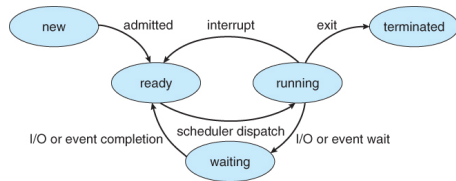
- Um processo é uma instância de um programa que está em *execução*
- Está em um dos seus 5 estados
- Possui vários atributos no seu *Process Control Block*

## O que é Thread?

- Antes de definir threads vamos entender o que é um **PROCESSO**.
- Em um processo existe uma thread (uma linha de execução)

## PROCESSO

- Um processo é uma instância de um programa que está em *execução*
- Está em um dos seus 5 estados
- Possui vários atributos no seu *Process Control Block*

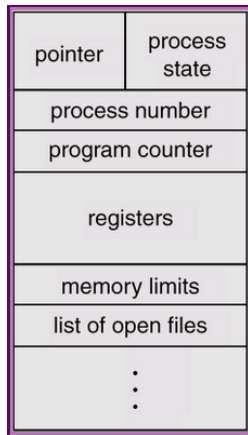


## O que é Thread?

- Antes de definir threads vamos entender o que é um **PROCESSO**.
- Em um processo existe uma thread (uma linha de execução)

## PROCESSO

- Um processo é uma instância de um programa que está em *execução*
- Está em um dos seus 5 estados
- Possui vários atributos no seu *Process Control Block*



## O que é Thread?

- Antes de definir threads vamos entender o que é um **PROCESSO**.
- Em um processo existe uma thread (uma linha de execução)

## Thread

Thread (linha de execução) é o menor fluxo sequencial de execução dentro de um programa, o qual pode ser gerenciado por um escalonador.

## O que é Thread?

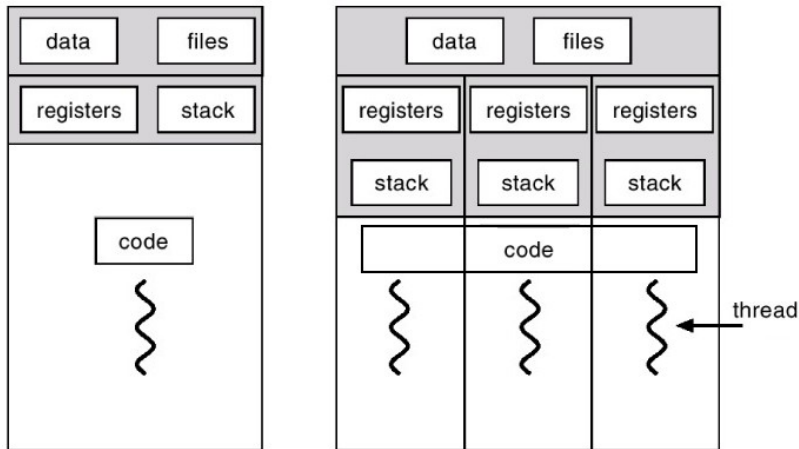
- Antes de definir threads vamos entender o que é um **PROCESSO**.
- Em um processo existe uma thread (uma linha de execução)

## Thread

**Thread (linha de execução) é o menor fluxo sequencial de execução dentro de um programa, o qual pode ser gerenciado por um escalonador.**

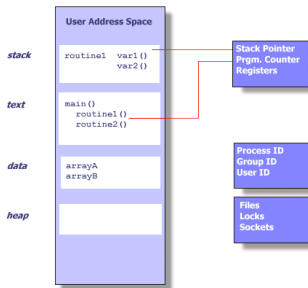
## Thread

**Thread (linha de execução) é o menor fluxo sequencial de execução dentro de um programa, o qual pode ser gerenciado por um escalonador.**



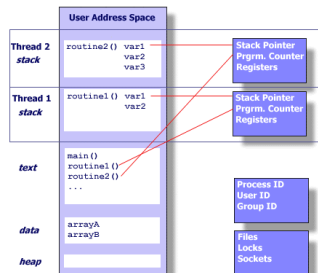
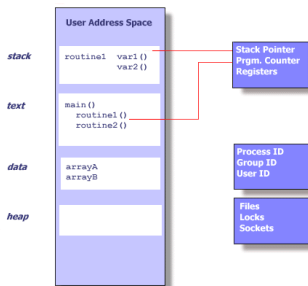
## Thread

**Thread (linha de execução)** é o menor fluxo sequencial de execução dentro de um programa, o qual pode ser gerenciado por um escalonador.



## Thread

Thread (linha de execução) é o menor fluxo sequencial de execução dentro de um programa, o qual pode ser gerenciado por um escalonador.





## Diferenças entre Threads e Processos

Process	Thread
Process is considered heavy weight	Thread is considered light weight
Unit of Resource Allocation and of protection	Unit of CPU utilization
Process creation is very costly in terms of resources	Thread creation is very economical
Program executing as process are relatively slow	Programs executing using thread are comparatively faster
Process cannot access the memory area belonging to another process	Thread can access the memory area belonging to another thread within the same process
Process switching is time consuming	Thread switching is faster
One Process can contain several threads	One thread can belong to exactly one process

# O que é PThreads?

## Através da biblioteca Pthreads – Visão Geral

- Historicamente grandes empresas de HW tinham suas próprias implementações de threads
- Isto gerou:
- Então foi necessário criar uma padronização

## Links Úteis

- <https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>
- [http://www.opengroup.org/austin/papers/posix\\_faq.html](http://www.opengroup.org/austin/papers/posix_faq.html)

# O que é PThreads?

## Através da biblioteca Pthreads – Visão Geral

- Historicamente grandes empresas de HW tinham suas próprias implementações de threads
- Isto gerou:
  - Dificuldades de desenvolvimento e portabilidade
  - Então foi necessário criar uma padronização

## Links Úteis

- <https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>
- [http://www.opengroup.org/austin/papers/posix\\_faq.html](http://www.opengroup.org/austin/papers/posix_faq.html)

# O que é PThreads?

## Através da biblioteca Pthreads – Visão Geral

- Historicamente grandes empresas de HW tinham suas próprias implementações de threads
- Isto gerou:
  - Dificuldades de desenvolvimento e portabilidade
- Então foi necessário criar uma padronização

## Links Úteis

- <https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>
- [http://www.opengroup.org/austin/papers/posix\\_faq.html](http://www.opengroup.org/austin/papers/posix_faq.html)

# O que é PThreads?

## Através da biblioteca Pthreads – Visão Geral

- Historicamente grandes empresas de HW tinham suas próprias implementações de threads
- Isto gerou:
  - Dificuldades de desenvolvimento e portabilidade
- Então foi necessário criar uma padronização
  - Para sistemas UNIX (Solares, Linux) foi especificado o padrão IEEE POSIX 1003.1c standard (1995)<sup>a</sup>
  - Implementações que usam esse padrão são referenciadas como POSIX threads (Pthreads)

---

<sup>a</sup>Existe implementações para Windows

## Links Úteis

- <https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>
- [http://www.opengroup.org/austin/papers/posix\\_faq.html](http://www.opengroup.org/austin/papers/posix_faq.html)

# O que é PThreads?

## Através da biblioteca Pthreads – Visão Geral

- Historicamente grandes empresas de HW tinham suas próprias implementações de threads
- Isto gerou:
  - Dificuldades de desenvolvimento e portabilidade
- Então foi necessário criar uma padronização
  - Para sistemas UNIX (Solares, Linux) foi especificado o padrão IEEE POSIX 1003.1c standard (1995)<sup>a</sup>
  - Implementações que usam esse padrão são referenciadas como POSIX threads (Pthreads)

---

<sup>a</sup>Existe implementações para Windows

## Links Úteis

- <https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>
- [http://www.opengroup.org/austin/papers/posix\\_faq.html](http://www.opengroup.org/austin/papers/posix_faq.html)

# O que é PThreads?

## Através da biblioteca Pthreads – Visão Geral

- Historicamente grandes empresas de HW tinham suas próprias implementações de threads
- Isto gerou:
  - Dificuldades de desenvolvimento e portabilidade
- Então foi necessário criar uma padronização
  - Para sistemas UNIX (Solares, Linux) foi especificado o padrão IEEE POSIX 1003.1c standard (1995)<sup>a</sup>
  - Implementações que usam esse padrão são referenciadas como POSIX threads (Pthreads)

---

<sup>a</sup>Existe implementações para Windows

## Links Úteis

- <https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>
- [http://www.opengroup.org/austin/papers/posix\\_faq.html](http://www.opengroup.org/austin/papers/posix_faq.html)

# O que é PThreads?

## Através da biblioteca Pthreads – Visão Geral

- Historicamente grandes empresas de HW tinham suas próprias implementações de threads
- Isto gerou:
  - Dificuldades de desenvolvimento e portabilidade
- Então foi necessário criar uma padronização
  - Para sistemas UNIX (Solares, Linux) foi especificado o padrão IEEE POSIX 1003.1c standard (1995)<sup>a</sup>
  - Implementações que usam esse padrão são referenciadas como POSIX threads (Pthreads)

---

<sup>a</sup>Existe implementações para Windows

## Links Úteis

- <https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>
- [http://www.opengroup.org/austin/papers/posix\\_faq.html](http://www.opengroup.org/austin/papers/posix_faq.html)



## Pthread API

- As subrotinas da API Pthreads podem ser agrupadas em 4 grandes grupos:
  - ❶ **Gerenciamento de Threads:** rotinas para criar, desanexar, agrupar. Além de funções para consultar atributos das threads
  - ❷ **Mutexes:** rotinas para criar sincronizações para áreas críticas. Existem funções para criar, destruir, travar e destravar mutexes
  - ❸ **Condition variables:** rotinas para lidar com a comunicação entre threads que compartilham um mutex
  - ❹ **Sincronização:** rotinas que gerenciam leituras/escritas em seções críticas

## Pthread API

- As subrotinas da API Pthreads podem ser agrupadas em 4 grandes grupos:
  - ❶ **Gerenciamento de Threads:** rotinas para criar, desanexar, agrupar. Além de funções para consultar atributos das threads
  - ❷ **Mutexes:** rotinas para criar sincronizações para áreas críticas. Existem funções para criar, destruir, travar e destravar mutexes
  - ❸ **Condition variables:** rotinas para lidar com a comunicação entre threads que compartilham um mutex
  - ❹ **Sincronização:** rotinas que gerenciam leituras/escritas em seções críticas

## Pthread API

- As subrotinas da API Pthreads podem ser agrupadas em 4 grandes grupos:
  - 1 **Gerenciamento de Threads:** rotinas para criar, desanexar, agrupar. Além de funções para consultar atributos das threads
  - 2 **Mutexes:** rotinas para criar sincronizações para áreas críticas. Existem funções para criar, destruir, travar e destravar mutexes
  - 3 **Condition variables:** rotinas para lidar com a comunicação entre threads que compartilham um mutex
  - 4 **Sincronização:** rotinas que gerenciam leituras/escritas em seções críticas

## Pthread API

- As subrotinas da API Pthreads podem ser agrupadas em 4 grandes grupos:
  - 1 **Gerenciamento de Threads:** rotinas para criar, desanexar, agrupar. Além de funções para consultar atributos das threads
  - 2 **Mutexes:** rotinas para criar sincronizações para áreas críticas. Existem funções para criar, destruir, travar e destravar mutexes
  - 3 **Condition variables:** rotinas para lidar com a comunicação entre threads que compartilham um mutex
  - 4 **Sincronização:** rotinas que gerenciam leituras/escritas em seções críticas

## Pthread API

- As subrotinas da API Pthreads podem ser agrupadas em 4 grandes grupos:
  - 1 **Gerenciamento de Threads:** rotinas para criar, desanexar, agrupar. Além de funções para consultar atributos das threads
  - 2 **Mutexes:** rotinas para criar sincronizações para áreas críticas. Existem funções para criar, destruir, travar e destravar mutexes
  - 3 **Condition variables:** rotinas para lidar com a comunicação entre threads que compartilham um mutex
  - 4 **Sincronização:** rotinas que gerenciam leituras/escritas em seções críticas

```
int pthread_create(pthread_t * thread, pthread_attr_t *attr,  
                  void * (*start_routine)(void *), void * arg);
```

## Criar uma thread

- **pthread\_t \* thread**: identificador único para uma nova thread (retornado pela subrotina)
- **pthread\_attr\_t \*attr**: estrutura para definir valores dos atributos da thread
- **void \* (\*start\_routine)(void \*)**: uma FUNÇÃO EM C QUE A THREAD EXECUTARÁ
- **void \* arg<sup>a</sup>**: argumento recebido por "**\*start\_routine**". Use NULL para valores padrão.

---

<sup>a</sup>Esse argumento deve ser passado por referência. Atente-se para o cast para void

```
int pthread_create(pthread_t * thread, pthread_attr_t *attr,  
                  void * (*start_routine)(void *), void * arg);
```

## Criar uma thread

- **pthread\_t \* thread**: identificador único para uma nova thread (retornado pela subrotina)
- **pthread\_attr\_t \*attr**: estrutura para definir valores dos atributos da thread
  - Política de escalonamento
  - Tamanho da pilha...
- **void \* (\*start\_routine)(void \*)**: uma FUNÇÃO EM C QUE A THREAD EXECUTARÁ
- **void \* arg<sup>a</sup>**: argumento recebido por "**start\_routine**". Use NULL para valores padrão.

---

<sup>a</sup>Esse argumento deve ser passado por referência. Atente-se para o cast para void

```
int pthread_create(pthread_t * thread, pthread_attr_t *attr,  
                  void * (*start_routine)(void *), void * arg);
```

## Criar uma thread

- **pthread\_t \* thread**: identificador único para uma nova thread (retornado pela subrotina)
- **pthread\_attr\_t \*attr**: estrutura para definir valores dos atributos da thread
  - Política de escalonamento
  - Tamanho da pilha...
- **void \* (\*start\_routine)(void \*)**: uma FUNÇÃO EM C QUE A THREAD EXECUTARÁ
- **void \* arg<sup>a</sup>**: argumento recebido por "**start\_routine**". Use NULL para valores padrão.

---

<sup>a</sup>Esse argumento deve ser passado por referência. Atente-se para o cast para void



```
int pthread_create(pthread_t * thread, pthread_attr_t *attr,  
                  void * (*start_routine)(void *), void * arg);
```

## Criar uma thread

- `pthread_t * thread`: identificador único para uma nova thread (retornado pela subrotina)
- `pthread_attr_t *attr`: estrutura para definir valores dos atributos da thread
  - Política de escalonamento
  - Tamanho da pilha...
- `void * (*start_routine)(void *)`: uma FUNÇÃO EM C QUE A THREAD EXECUTARÁ
- `void * arga`: argumento recebido por "`*start_routine`". Use NULL para valores padrão.

---

<sup>a</sup>Esse argumento deve ser passado por referência. Atente-se para o cast para void

```
int pthread_create(pthread_t * thread, pthread_attr_t *attr,  
                  void * (*start_routine)(void *), void * arg);
```

## Criar uma thread

- **pthread\_t \* thread**: identificador único para uma nova thread (retornado pela subrotina)
- **pthread\_attr\_t \*attr**: estrutura para definir valores dos atributos da thread
  - Política de escalonamento
  - Tamanho da pilha...
- **void \* (\*start\_routine)(void \*)**: uma FUNÇÃO EM C QUE A THREAD EXECUTARÁ
- **void \* arg<sup>a</sup>**: argumento recebido por "**\*start\_routine**". Use NULL para valores padrão.

---

<sup>a</sup>Esse argumento deve ser passado por referência. Atente-se para o cast para void

```
int pthread_create(pthread_t * thread, pthread_attr_t *attr,  
                  void * (*start_routine)(void *), void * arg);
```

## Criar uma thread

- `pthread_t * thread`: identificador único para uma nova thread (retornado pela subrotina)
- `pthread_attr_t *attr`: estrutura para definir valores dos atributos da thread
  - Política de escalonamento
  - Tamanho da pilha...
- `void * (*start_routine)(void *)`: uma FUNÇÃO EM C QUE A THREAD EXECUTARÁ
- `void * arg`<sup>a</sup>: argumento recebido por “`*start_routine`”. Use NULL para valores padrão.

---

<sup>a</sup>Esse argumento deve ser passado por referência. Atente-se para o cast para void

```
int pthread_create(pthread_t * thread, pthread_attr_t *attr,  
                  void * (*start_routine)(void *), void * arg);
```

## Retorno

- 0, se tudo Ok!
- Valor indicando um dos possíveis erros.

## Question time!

- Q: Dado que a thread foi criada como você saberá:
  - Quando a thread será escalonada para executar pelo SO?
  - Qual processador/núcleo ela irá executar?

## Resposta

Programas robustos não dependem de uma ordem específica para executar as threads.  
O SO irá decidir **quando e onde** executar as threads.

NÃO PRECISAMOS TRATAR ISSO!



## Question time!

- Q: Dado que a thread foi criada como você saberá:
  - Quando a thread será escalonada para executar pelo SO?
  - Qual processador/núcleo ela irá executar?

## Resposta

Programas robustos não dependem de uma ordem específica para executar as threads.

O SO irá decidir **quando e onde** executar as threads.

**NÃO PRECISAMOS TRATAR ISSO!**



```
void pthread_exit(void * retval);
```

## Terminar a execução thread

- **void \* retval**: valor de retorno da thread
  - Uma thread por terminar por vários motivos:
    - Retornam normalmente da sua função “\*start\_routine”
    - Fazendo uma chamada para a subrotina **pthread\_exit**
    - Pode ser cancelada por outra thread via subrotina **pthread\_cancel**
    - ...

## Dica

- Se a thread mãe termina retornando da sua função principal, então suas filhas morrem.
- Se a thread mãe termina com **pthread\_exit()**, suas filhas não morrem.

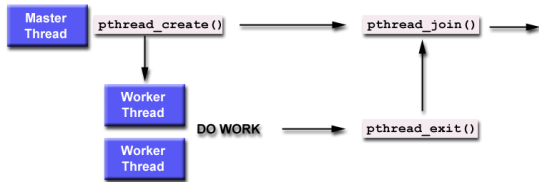
```
void pthread_join(pthread_t * thread, pthread_attr_t **status);
```

### Terminar a execução thread

- `pthread_t * thread`: indica a thread a ser aguardada
- `pthread_attr_t **status`: valor de retorno da thread

### Dica

Essa função faz com que a thread que a chamou espere até que a thread passada como parâmetro retorne





```
1  #include <pthread.h>
2  #include <stdio.h>
3  #define NUM_THREADS 5
4
5  void *PrintHello(void *threadid)
6  {
7      long tid;
8      tid = (long)threadid;
9      printf("Hello World! It's me, thread #%ld!\n", tid);
10     pthread_exit(NULL);
11 }
12
13 int main (int argc, char *argv[])
14 {
15     pthread_t threads[NUM_THREADS];
16     int rc;
17     long t;
18     for(t=0; t<NUM_THREADS; t++){
19         printf("In main: creating thread %ld\n", t);
20         rc = pthread_create(&threads[t], NULL, PrintHello, (void *)t);
21         if (rc){
22             printf("ERROR; return code from pthread_create() is %d\n", rc);
23             exit(-1);
24         }
25     }
26
27     /* Last thing that main() should do */
28     pthread_exit(NULL);
29 }
```

Compiler / Platform	Compiler Command
INTEL Linux	icc -pthread
	icpc -pthread
PGI Linux	pgcc -lpthread
	pgCC -lpthread
GNU Linux, Blue Gene	gcc -pthread
	g++ -pthread
IBM Blue Gene	bgxlc_r / bgcc_r
	bgxlC_r, bgxlC++_r

```
1  #include <pthread.h>
2  #include <stdio.h>
3  #define NUM_THREADS 5
4
5  void *PrintHello(void *threadid)
6  {
7      long tid;
8      tid = (long)threadid;
9      printf("Hello World! It's me, thread #%ld!\n", tid);
10     pthread_exit(NULL);
11 }
12
13 int main (int argc, char *argv[])
14 {
15     pthread_t threads[NUM_THREADS];
16     int rc;
17     long t;
18     for(t=0; t<NUM_THREADS; t++){
19         printf("In main: creating thread %ld\n", t);
20         rc = pthread_create(&threads[t], NULL, PrintHello, (void *)t);
21         if (rc){
22             printf("ERROR; return code from pthread_create() is %d\n", rc);
23             exit(-1);
24         }
25     }
26
27     /* Last thing that main() should do */
28     pthread_exit(NULL);
29 }
```

## Saída

```
In main:  creating thread 0
In main:  creating thread 1
Hello World!  It's me, thread #0!
In main:  creating thread 2
Hello World!  It's me, thread #1!
Hello World!  It's me, thread #2!
In main:  creating thread 3
In main:  creating thread 4
Hello World!  It's me, thread #4!
Hello World!  It's me, thread #3!
```



**Figura:** Vlw Brunão ta Serto, mals i daew?  
R: RLX!

## Como uso thread com sockets?

- Relembrando, nosso OBJETIVO ERA:
  - Saber **THREADS** (✓)
  - Conexões simultâneas com Threads ( )

# O que muda ao usar Threads?

```
9  #include<stdio.h>
10 #include<string.h>    //strlen
11 #include<sys/socket.h>
12 #include<arpa/inet.h> //inet_addr
13 #include<unistd.h>    //write
14
15 int main(int argc , char *argv[])
16 {
17     int socket_desc , client_sock , c , read_size;
18     struct sockaddr_in server , client;
19     char client_message[2000];
20
21     //Create socket
22     socket_desc = socket(AF_INET , SOCK_STREAM , 0);
23     if (socket_desc == -1)
```

```
9  #include<stdio.h>
10 #include<string.h>    //strlen
11 #include<stdlib.h>    //strlen
12 #include<sys/socket.h>
13 #include<arpa/inet.h> //inet_addr
14 #include<unistd.h>    //write
15 #include<pthread.h> //for threading , link with lpthread
16
17 //the thread function
18 void *connection_handler(void *);
19
20 int main(int argc , char *argv[])
21 {
22     int socket_desc , client_sock , c , *new_sock;
23     struct sockaddr_in server , client;
```

# O que muda ao usar Threads?

```
9 #include<stdio.h>
10 #include<string.h> //strlen
11 #include<sys/socket.h>
12 #include<arpa/inet.h> //inet_addr
13 #include<unistd.h> //write
14
15 int main(int argc , char *argv[])
16 {
17     int socket_desc , client_sock , c , read_size;
18     struct sockaddr_in server , client;
19     char client_message[2000];
20
21     //Create socket
22     socket_desc = socket(AF_INET , SOCK_STREAM , 0);
23     if (socket_desc == -1)
```

```
9 #include<stdio.h>
10 #include<string.h> //strlen
11 #include<stdlib.h> //strlen
12 #include<sys/socket.h>
13 #include<arpa/inet.h> //inet_addr
14 #include<unistd.h> //write
15 #include<pthread.h> //for threading , link with lpthread
16
17 //the thread function
18 void *connection_handler(void *);
19
20 int main(int argc , char *argv[])
21 {
22     int socket_desc , client_sock , c , *new_sock;
23     struct sockaddr_in server , client;
```

# O que muda ao usar Threads?

## Processo com 1 Thread (sem conexões simultaneas)

```
50 //accept connection from an incoming client
51 client_sock = accept(socket_desc,
52                     (struct sockaddr *)&client,
53                     (socklen_t*)&c);
54 if (client_sock < 0)
55 {
56     perror("accept failed");
57     return 1;
58 }
59 puts("Connection accepted");
60
61 //Receive a message from client
62 while( (read_size = recv(client_sock , client_message , 2000 , 0)) > 0 )
63 {
64     //Send the message back to client
65     write(client_sock , client_message , strlen(client_message));
66 }
67 ~
```

# O que muda ao usar Threads?

## Com PThread (permite-se conexões simultaneas)

```
55 //Accept and incoming connection
56 puts("Waiting for incoming connections...");
57 c = sizeof(struct sockaddr_in);
58
59 while( (client_sock = accept(socket_desc,
60                             (struct sockaddr *)&client,
61                             (socklen_t*)&c)) )
62 {
63     puts("Connection accepted");
64
65     pthread_t sniffer_thread;
66     new_sock = malloc(1);
67     *new_sock = client_sock;
68
69     if( pthread_create( &sniffer_thread ,
70                       NULL ,
71                       connection_handler ,
72                       (void*) new_sock) < 0)
73     {
74         perror("could not create thread");
75         return 1;
76     }
77
78     //Now join the thread , so that we dont terminate before the thread
79     //pthread_join( sniffer_thread , NULL);
80     puts("Handler assigned");
81 }
```



# O que muda ao usar Threads?

## Com PThread (permite-se conexões simultaneas)

```
55 //Accept and incoming connection
56 puts("Waiting for incoming connections...");
57 c = sizeof(struct sockaddr_in);
58
59 while( (client_sock = accept(socket_desc,
60                               (struct sockaddr *)&client,
61                               (socklen_t*)&c) )
62 {
63     puts("Connection accepted");
64
65     pthread_t sniffer_thread;
66     new_sock = malloc(1);
67     *new_sock = client_sock;
68
69     if( pthread_create( &sniffer_thread ,
70                       NULL ,
71                       connection_handler ,
72                       (void*) new_sock) < 0)
73     {
74         perror("could not create thread");
75         return 1;
76     }
77
78     //Now join the thread , so that we dont terminate before the thread
79     //pthread_join( sniffer_thread , NULL);
80     puts("Handler assigned");
81 }
```

# O que muda ao usar Threads?

## Com PThread (permite-se conexões simultaneas)

```
55 //Accept and incoming connection
56 puts("Waiting for incoming connections...");
57 c = sizeof(struct sockaddr_in);
58
59 while( (client_sock = accept(socket_desc,
60                             (struct sockaddr *)&client,
61                             (socklen_t*)&c) )
62 {
63     puts("Connection accepted");
64
65     pthread_t sniffer_thread;
66     new_sock = malloc(1);
67     *new_sock = client_sock;
68
69     if( pthread_create( &sniffer_thread ,
70                       NULL ,
71                       connection_handler ,
72                       (void*) new_sock) < 0)
73     {
74         perror("could not create thread");
75         return 1;
76     }
77
78     //Now join the thread , so that we dont terminate before the thread
79     //pthread_join( sniffer_thread , NULL);
80     puts("Handler assigned");
81 }
```

# O que muda ao usar Threads?

Com PThread (permite-se conexões simultaneas)

```
55 //Accept and incoming connection
56 puts("Waiting for incoming connections...");
57 c = sizeof(struct sockaddr_in);
58
59 while( (client_sock = accept(socket_desc,
60                             (struct sockaddr *)&client,
61                             (socklen_t*)&c) )
62 {
63     puts("Connection accepted");
64
65     pthread_t sniffer_thread;
66     new_sock = malloc(1);
67     *new_sock = client_sock;
68
69     if( pthread_create( &sniffer_thread ,
70                       NULL ,
71                       connection_handler ,
72                       (void*) new_sock) < 0)
73     {
74         perror("could not create thread");
75         return 1;
76     }
77
78     //Now join the thread , so that we dont terminate before the thread
79     //pthread_join( sniffer_thread , NULL);
80     puts("Handler assigned");
81 }
```

# O que muda ao usar Threads?

Com PThread (permite-se conexões simultaneas)  
connection-handle

```
95 void *connection_handler(void *socket_desc) {  
96     //Get the socket descriptor  
97     int sock = *(int*)socket_desc;  
98     int read_size;  
99     char *message , client_message[2000];  
100  
101     message = "Now type something and i shall repeat what you type \n";  
102     write(sock , message , strlen(message));  
103  
104     //Receive a message from client  
105     while( (read_size = recv(sock , client_message , 2000 , 0)) > 0 ){  
106         //Send the message back to client  
107         write(sock , client_message , strlen(client_message));  
108     }  
109  
110     if(read_size == 0){  
111         puts("Client disconnected");  
112         fflush(stdout);  
113     }  
114     else if(read_size == -1) {  
115         perror("recv failed");  
116     }  
117  
118     //Free the socket pointer  
119     free(socket_desc);  
120  
121     return 0;  
122 }
```

# O que muda ao usar Threads?

## Sem PThread

```
50 //accept connection from an incoming client
51 client_sock = accept(socket_desc,
52                      (struct sockaddr *)&client,
53                      (socklen_t*)&c);
54 if (client_sock < 0)
55 {
56     perror("accept failed");
57     return 1;
58 }
59 puts("Connection accepted");
60
61 //Receive a message from client
62 while( (read_size = recv(client_sock , client_message , 2000 , 0)) > 0 )
63 {
64     //Send the message back to client
65     write(client_sock , client_message , strlen(client_message));
66 }
```

## Com PThread

```
55 //Accept and incoming connection
56 puts("Waiting for incoming connections...");
57 c = sizeof(struct sockaddr_in);
58
59 while( (client_sock = accept(socket_desc,
60                             (struct sockaddr *)&client,
61                             (socklen_t*)&c)) )
62 {
63     puts("Connection accepted");
64
65     pthread_t sniffer_thread;
66     new_sock = malloc(1);
67     *new_sock = client_sock;
68
69     if( pthread_create( &sniffer_thread ,
70                       NULL ,
71                       connection_handler ,
72                       [(void*) new_sock] < 0)
73     {
74         perror("could not create thread");
75         return 1;
76     }
77
78     //Now join the thread , so that we dont terminate before the thread
79     pthread_join( sniffer_thread , NULL);
80     puts("Handler assigned");
81 }
```

# Executar códigos

## Parte II – Função select()

### Objetivos

- Ao final dessa aula você será capaz de:
  - Entender o uso de threads
  - Entender o uso do *Select*
- Criar um programa **SERVIDOR** que aceita conexão de vários clientes
  - Usando *Threads*
  - Usando *Select*
  - Usanto libevent
- Vamos criar um **SERVIDOR** que faz uso da *SELECT* para gerenciar múltiplas conexões

## Parte II – Função select()

### Objetivos

- Ao final dessa aula você será capaz de:
  - Entender o uso de threads
  - Entender o uso do *Select*
- Criar um programa **SERVIDOR** que aceita conexão de vários clientes
  - Usando *Threads*
  - Usando *Select*
  - Usanto libevent
- Vamos criar um **SERVIDOR** que faz uso da SELECT para gerenciar múltiplas conexões



## select() – Visão geral

- Ao invés de um thread para cada requisição, um único processo<sup>a</sup> serve a todas as requisições
- select() funciona bloqueando o processo até que seja acordado por um evento no socket

---

<sup>a</sup>Com uma única thread



# select() – Vantagens e Desvantagens

## Vantagens

- O servidor precisa de apenas um único processo para lidar com todas as solicitações
- O servidor não vai precisar de primitivas de memória compartilhada ou sincronização para que diferentes 'tarefas' se comuniquem

## Desvantagens

- O servidor não pode agir como se houvesse apenas um cliente
- Com select(), a programação não é tão transparente

# select() – Vantagens e Desvantagens

## Vantagens

- O servidor precisa de apenas um único processo para lidar com todas as solicitações
- O servidor não vai precisar de primitivas de memória compartilhada ou sincronização para que diferentes 'tarefas' se comuniquem

## Desvantagens

- O servidor não pode agir como se houvesse apenas um cliente
- Com select(), a programação não é tão transparente

## Como o select() funciona?

- Select() funciona bloqueando o processo até que **algo** aconteça em um descritor de arquivo (ou seja, em um socket)
- O que é **algo**?
  - **Você diz** ao select() o que quer que esse **algo** que vai te acordar seja (Ex. entrada de dados)

## Como o select() funciona?

- Select() funciona bloqueando o processo até que **algo** aconteça em um descritor de arquivo (ou seja, em um socket)
- O que é **algo**?
  - **Você diz** ao select() o que quer que esse **algo** que vai te acordar seja (Ex. entrada de dados)
  - Como assim "**Você diz**"?
  - Você usa a estrutura `fd_set` e algumas macros para isso.

## Como o select() funciona?

- Select() funciona bloqueando o processo até que **algo** aconteça em um descritor de arquivo (ou seja, em um socket)
- O que é **algo**?
  - **Você diz** ao select() o que quer que esse **algo** que vai te acordar seja (Ex. entrada de dados)
  - Como assim “**Você diz**”?
    - Você usa a estrutura **fd\_set** e algumas macros para isso.

## fd\_set

- **fd\_set** é um conjunto de sockets para “monitorar” alguma atividade
- Há quadro macros úteis para manipular uma **fd\_set**:



## fd\_set

- **fd\_set** é um conjunto de sockets para “monitorar” alguma atividade
- Há quadro macros úteis para manipular uma **fd\_set**:
  - `FD_SET(int fd, fd_set *set)`; adiciona um `fd` ao set
  - `FD_CLR(int fd, fd_set *set)`; remove `fd` se estiver no set
  - `FD_ISSET(int fd, fd_set *set)`; retorna true se `fd` estiver no set
  - `FD_ZERO(fd_set *set)`; remove todas as entradas do set

## fd\_set

- **fd\_set** é um conjunto de sockets para “monitorar” alguma atividade
- Há quadro macros úteis para manipular uma **fd\_set**:
  - **FD\_SET**(int fd, fd\_set \*set); adiciona um fd ao set
  - **FD\_CLR**(int fd, fd\_set \*set); remove fd se estiver no set
  - **FD\_ISSET**(int fd, fd\_set \*set); retorna true se fd estiver no set
  - **FD\_ZERO**(fd\_set \*set); remove todas as entradas do set

## fd\_set

- **fd\_set** é um conjunto de sockets para “monitorar” alguma atividade
- Há quadro macros úteis para manipular uma **fd\_set**:
  - **FD\_SET**(int fd, fd\_set \*set); adiciona um fd ao set
  - **FD\_CLR**(int fd, fd\_set \*set); remove fd se estiver no set
  - **FD\_ISSET**(int fd, fd\_set \*set); retorna true se fd estiver no set
  - **FD\_ZERO**(fd\_set \*set); remove todas as entradas do set

## fd\_set

- **fd\_set** é um conjunto de sockets para “monitorar” alguma atividade
- Há quadro macros úteis para manipular uma **fd\_set**:
  - **FD\_SET**(int fd, fd\_set \*set); adiciona um fd ao set
  - **FD\_CLR**(int fd, fd\_set \*set); remove fd se estiver no set
  - **FD\_ISSET**(int fd, fd\_set \*set); retorna true se fd estiver no set
  - **FD\_ZERO**(fd\_set \*set); remove todas as entradas do set

## fd\_set

- **fd\_set** é um conjunto de sockets para “monitorar” alguma atividade
- Há quadro macros úteis para manipular uma **fd\_set**:
  - **FD\_SET**(int fd, fd\_set \*set); adiciona um fd ao set
  - **FD\_CLR**(int fd, fd\_set \*set); remove fd se estiver no set
  - **FD\_ISSET**(int fd, fd\_set \*set); retorna true se fd estiver no set
  - **FD\_ZERO**(fd\_set \*set); remove todas as entradas do set

## Usando o fd\_set

- Cria-se uma estrutura para armazenar os sockets  
`fd_set readfds;`
- Adiciona-se um socket descriptor (sd) á estrutura  
`FD_SET(sd, readfds);`

## Usando o fd\_set

- Cria-se uma estrutura para armazenar os sockets  
`fd_set readfds;`
- Adiciona-se um socket descriptor (sd) á estrutura  
`FD_SET(sd, readfds);`

```
int select(int nfd, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

## Função select()

- **int nfd**: tamanho da estrutura (limite superior)
- **fd\_set \*read-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para receber
- **fd\_set \*write-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para enviar
- **fd\_set \*except-fds**: se você quer saber se alguma exceção ocorreu em algum socket
- **struct timeval \*timeout**: por quanto tempo verificar esses conjuntos para você

## Info.

**select()** nos dá o “poder” para monitorar vários sockets ao mesmo tempo. Ela informará qual socket está pronto para ler/escrever ou qual lançou exceções.



```
int select(int nfd, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

## Função select()

- **int nfd**: tamanho da estrutura (limite superior)
- **fd\_set \*read-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para receber
- **fd\_set \*write-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para enviar
- **fd\_set \*except-fds**: se você quer saber se alguma exceção ocorreu em algum socket
- **struct timeval \*timeout**: por quanto tempo verificar esses conjuntos para você

## Info.

**select()** nos dá o “poder” para monitorar vários sockets ao mesmo tempo. Ela informará qual socket está pronto para ler/escrever ou qual lançou exceções.

```
int select(int nfd, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

## Função select()

- **int nfd**: tamanho da estrutura (limite superior)
- **fd\_set \*read-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para receber
- **fd\_set \*write-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para enviar
- **fd\_set \*except-fds**: se você quer saber se alguma exceção ocorreu em algum socket
- **struct timeval \*timeout**: por quanto tempo verificar esses conjuntos para você

## Info.

**select()** nos dá o “poder” para monitorar vários sockets ao mesmo tempo. Ela informará qual socket está pronto para ler/escrever ou qual lançou exceções.

```
int select(int nfd, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

## Função select()

- **int nfd**: tamanho da estrutura (limite superior)
- **fd\_set \*read-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para receber
- **fd\_set \*write-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para enviar
- **fd\_set \*except-fds**: se você quer saber se alguma exceção ocorreu em algum socket
- **struct timeval \*timeout**: por quanto tempo verificar esses conjuntos para você

## Info.

**select()** nos dá o “poder” para monitorar vários sockets ao mesmo tempo. Ela informará qual socket está pronto para ler/escrever ou qual lançou exceções.

```
int select(int nfd, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

## Função select()

- **int nfd**: tamanho da estrutura (limite superior)
- **fd\_set \*read-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para receber
- **fd\_set \*write-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para enviar
- **fd\_set \*except-fds**: se você quer saber se alguma exceção ocorreu em algum socket
- **struct timeval \*timeout**: por quanto tempo verificar esses conjuntos para você

## Info:

`select()` nos dá o “poder” para monitorar vários sockets ao mesmo tempo. Ela informará qual socket está pronto para ler/escrever ou qual lançou exceções.

```
int select(int nfd, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

## Função select()

- **int nfd**: tamanho da estrutura (limite superior)
- **fd\_set \*read-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para receber
- **fd\_set \*write-fds**: se você quer saber se algum socket está pronto para enviar
- **fd\_set \*except-fds**: se você quer saber se alguma exceção ocorreu em algum socket
- **struct timeval \*timeout**: por quanto tempo verificar esses conjuntos para você

## Info.

**select()** nos dá o “poder” para monitorar vários sockets ao mesmo tempo. Ela informará qual socket está pronto para ler/escrever ou qual lançou exceções.

```
int select(int nfds, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

## Função select()

- A função recebe uma lista de sockets para monitorar  
int atividade;  
atividade = select(max\_fd + 1, &readfds, NULL, NULL, NULL );
- Quando um socket estiver pronto para ser lido, select vai retornar e readfds terá esses sockets que estão pronto para serem lidos

## Retorno da função select()

- # de Descritores em caso de sucesso
- 0 se o timeout foi alcançado
- -1 em caso de erro

```
int select(int nfd, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

### Função select()

- A função recebe uma lista de sockets para monitorar  
int atividade;  
atividade = select(max\_fd + 1, &readfds, NULL, NULL, NULL );
- Quando um socket estiver pronto para ser lido, select vai retornar e readfds terá esses sockets que estão pronto para serem lidos

### Retorno da função select()

- # de Descritores em caso de sucesso
- 0 se o timeout foi alcançado
- -1 em caso de erro

```
int select(int nfd, fd_set *read-fds, fd_set *write-fds, fd_set *except-fds,  
struct timeval *timeout );
```

### Função select()

- A função recebe uma lista de sockets para monitorar  
`int atividade;`  
`atividade = select(max_fd + 1, &readfds, NULL, NULL, NULL );`
- Quando um socket estiver pronto para ser lido, `select` vai retornar e `readfds` terá esses sockets que estão pronto para serem lidos

### Retorno da função select()

- # de Descritores em caso de sucesso
- 0 se o timeout foi alcançado
- -1 em caso de erro



## Sequência frequentemente usada

- 1 Preencha uma estrutura `fd_set` com o(s) socket(s) que, quando receber(em) dados, você quer ser informado
- 2 Preencha uma estrutura `fd_set` com o(s) socket(s) que, quando você puder escrever nele(s), você quer ser informado
- 3 Chame `select()` e bloqueie até que algo ocorra
- 4 Quando o `select()` retornar, confira se algum socket está pronto. Em caso afirmativo, sirva o socket da maneira necessária

## Sequência frequentemente usada

- 1 Preencha uma estrutura `fd_set` com o(s) socket(s) que, quando receber(em) dados, você quer ser informado
- 2 Preencha uma estrutura `fd_set` com o(s) socket(s) que, quando você puder escrever nele(s), você quer ser informado
- 3 Chame `select()` e bloqueie até que algo ocorra
- 4 Quando o `select()` retornar, confira se algum socket está pronto. Em caso afirmativo, sirva o socket da maneira necessária

## Sequência frequentemente usada

- 1 Preencha uma estrutura `fd_set` com o(s) socket(s) que, quando receber(em) dados, você quer ser informado
- 2 Preencha uma estrutura `fd_set` com o(s) socket(s) que, quando você puder escrever nele(s), você quer ser informado
- 3 Chame `select()` e bloqueie até que algo ocorra
- 4 Quando o `select()` retornar, confira se algum socket está pronto. Em caso afirmativo, sirva o socket da maneira necessária

## Sequência frequentemente usada

- 1 Preencha uma estrutura `fd_set` com o(s) socket(s) que, quando receber(em) dados, você quer ser informado
- 2 Preencha uma estrutura `fd_set` com o(s) socket(s) que, quando você puder escrever nele(s), você quer ser informado
- 3 Chame `select()` e bloqueie até que algo ocorra
- 4 Quando o `select()` retornar, confira se algum socket está pronto. Em caso afirmativo, sirva o socket da maneira necessária



**Figura:** Vlw Brunão ta Serto, mals i daew?  
R: RLX!

## Como uso select com sockets?

- Relembrando, nosso OBJETIVO ERA:
  - Saber usar **SELECT** (✓)
  - Conexões simultâneas SELECT ( )

# Exibir e executar códigos

# Extras

## MONITORIA

Seg e Qua 16hrs às 18 hrs

E-mail: **bruno.ps@dcc.ufmg.br**

Enviar e-mail antecipadamente com o dia/horário para o encontro com:

- Assunto: [MONITORIA] [ASSUNTO] [DIA/HORÁRIO]
  - ASSUNTO: TP, prova, lista de exercício ...
- Corpo: Ideia geral do problema.



Git é vida! – Download Slides e Códigos

git clone <https://github.com/BrunoPereiraSantos/aula-threads.git>



Brian "Beej Jorgensen" Hall.

Beej's Guide to Network Programming.

<http://beej.us/guide/bgnet/output/html/multipage/index.html>.



Larry L Peterson and Bruce S Davie.

*Computer networks: a systems approach.*

Elsevier, 2007.