


© 2005-2009 Volnys Bernal 1

Threads

Volnys Borges Bernal
volnys@lsi.usp.br
<http://www.lsi.usp.br/~volnys>




© 2005-2009 Volnys Bernal 2

Agenda

- **Processo**
- **Threads**
 - ❖ Interface de threads
 - ❖ Uso de threads
- **Interfaces de threads**
- **Uso de threads**
- **Threads de usuário x threads de núcleo**
 - ❖ Threads de usuário
 - ❖ Threads de núcleo
 - ❖ Soluções híbridas

© 2005-2009 Volnys Bernal 3

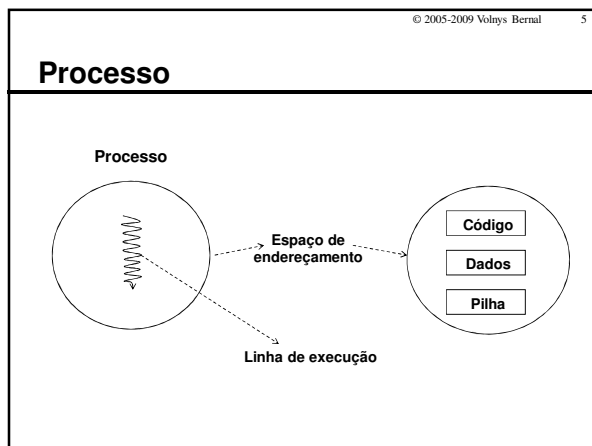
Processo



© 2005-2009 Volnys Bernal 4

Processo

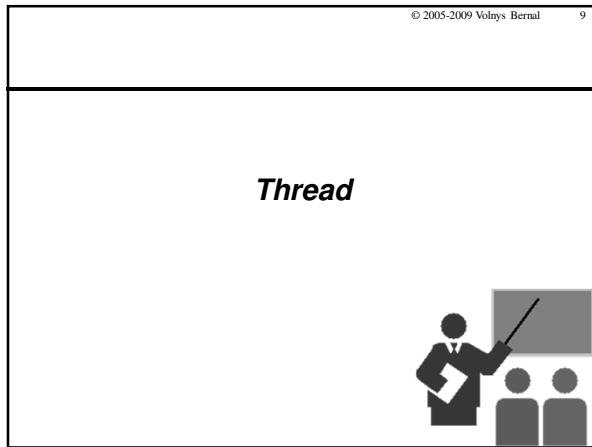
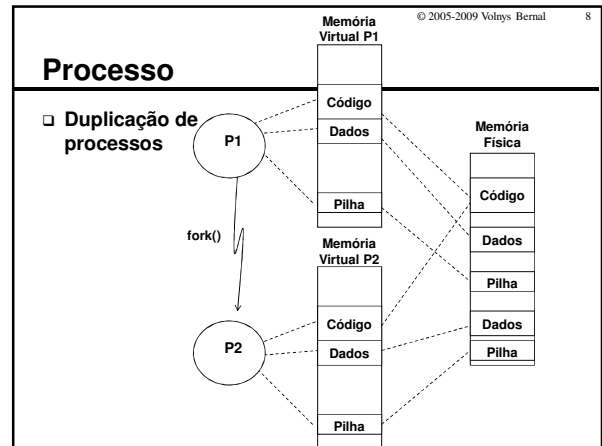
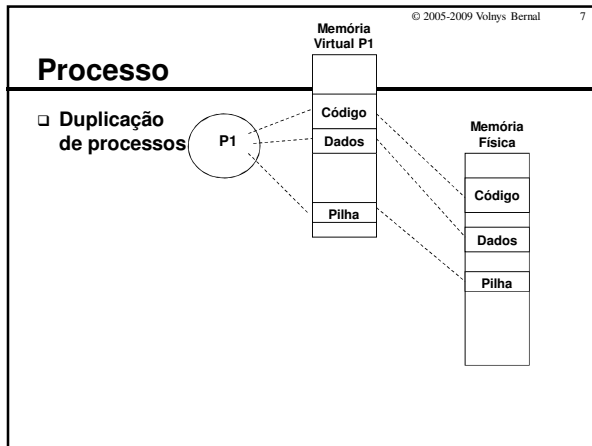
- **Composto por:**
 - ❖ **Contexto de software**
 - Espaço de endereçamento
 - Área de código
 - Área de dados
 - Área da pilha de execução
 - Informações de controle mantidas pelo S.O.
 - Arquivos abertos
 - Sinais pendentes
 - PID,
 - ❖ **Contexto de hardware**
 - Definida pelos registradores
 - PC (program counter - contador de programa)
 - SP (stack pointer – ponteiro para a pilha de execução)
 - ST (status – estado)
 - Registradores de números inteiros e ponto flutuante



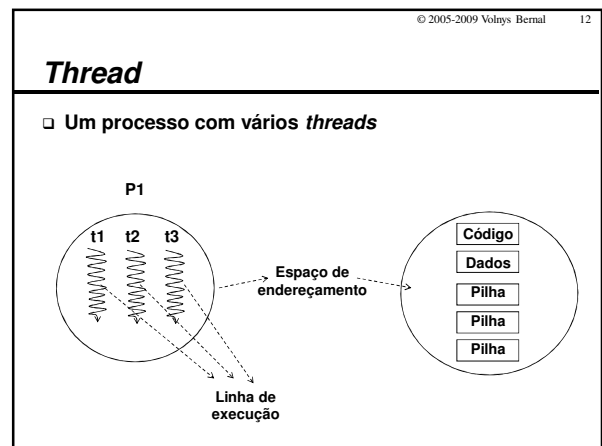
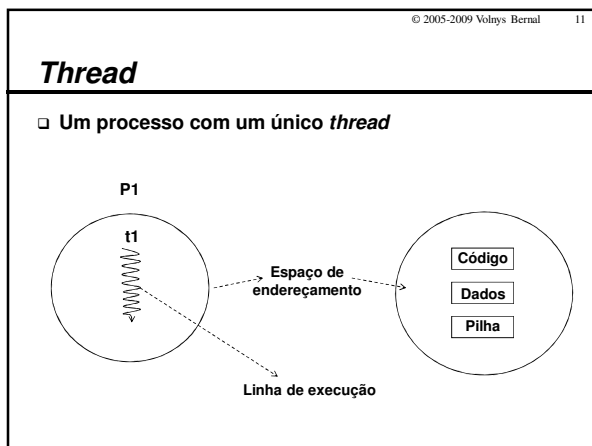
© 2005-2009 Volnys Bernal 6

Processo

- **Um processo tradicional:**
 - ❖ Um único thread (linha de execução)
 - ❖ Que executa sobre um espaço de endereçamento próprio
- **Espaço de endereçamento**
 - ❖ Área de código
 - ❖ Área de dados
 - ❖ Área da pilha de execução
- **Linha de execução**
 - ❖ Seqüência de instruções executadas
 - ❖ Controlada pelo pelo registrador PC (*Program Counter*)
 - ❖ Em decorrência do estado do contexto
 - áreas de memória, valores de registradores, etc



- © 2005-2009 Volnys Bernal 10
- ### Thread
- ❑ Thread = Linha de execução
 - ❑ O que é?
 - ❖ Componente do processo relacionado ao fluxo de execução
 - ❖ Thread permite separar os componentes relacionados ao fluxo de execução dos outros componentes de um processo.
 - ❑ Em sistemas operacionais modernos:
 - ❖ Um processo pode ser composto por um ou mais threads
 - ❖ Alguns recursos ficam associados ao processo, outros a cada thread
 - ❑ Os recursos dependentes diretamente da execução ficam associados ao thread:
 - ❖ Informações de controle do thread
 - Identificação do thread
 - Área para salvamento de registradores
 - Estado do thread
 - ❖ Registradores de CPU
 - ❖ Área da pilha de execução



© 2005-2009 Volnys Bernal 13

Thread

- ❑ **Ítems associados ao processo**
 - ❖ Identificação do processo
 - ❖ Espaço de endereçamento
 - ❖ *Threads*
 - ❖ Arquivos abertos
 - ❖ Processos filhos
 - ❖ Alarmes
 - ❖ Sinais e tratadores de sinais
 - ❖ Informações de contabilidade
- ❑ **Ítems associados ao *thread***
 - ❖ Identificação do *thread*
 - ❖ Registradores da CPU
 - ❖ Área da pilha de execução
 - ❖ Estado

© 2005-2009 Volnys Bernal 14

Thread

- ❑ **Duplicação de *threads***

© 2005-2009 Volnys Bernal 15

Thread

- ❑ **Duplicação de *threads***

© 2005-2009 Volnys Bernal 16

Thread

- ❑ **O estado de um processo é, na verdade, o estado do *thread* principal**
- ❑ **Estados de um *thread*:**
 - ❖ Pronto
 - ❖ Executando
 - ❖ Bloqueado
 - ❖ Terminado
- ❑ **Hardware**
 - ❖ **Monoprocessador**
 - Concorrência entre *threads*
 - ❖ **Multiprocessador com memória compartilhada**
 - Concorrência e paralelismo entre *threads*

© 2005-2009 Volnys Bernal 17

Thread

- ❑ ***Threads* compartilham espaço de endereçamento do processo!**
 - ❖ **Compartilham**
 - Área de código
 - Área de dados
 - Áreas da pilha de execução (de cada *thread*)
 - ❖ **Apesar de**
 - Cada pilha de execução estar associada a um *thread*
 - ❖ **Importante perceber que**
 - Área de dados é compartilhada !!!!!

© 2005-2009 Volnys Bernal 18

Exercício

Exercício

- (1) Compile o programa "mythread.c" utilizando a biblioteca libpthread:

```
cc -o mythread mythread.c -lpthread
```
- (2) Execute o programa mythread e verifique o resultado da execução:

```
./mythread
```
- (3) Responda:
 - (a) Quantos threads existem executando simultaneamente após o disparo dos threads?
 - (b) A variável "i" é local ou global?
- (4) Altere o programa e redefina a variável "i" como sendo global. Qual o comportamento do programa? Explique!

Exercício

```
//Programa mythread.c
imprimir_msg(char *nome)
{
    int i=0;
    while (i<10)
    {
        i++;
        printf("Thread %s - %d\n", nome, i);
        sleep(2);
    }
    printf("Thread %s terminado \n", nome);
}

int main()
{
    pthread_t thread1;
    pthread_t thread2;
    printf("Programa de teste de pthreads \n");
    printf("Disparando primeiro thread\n");
    pthread_create(&thread1, NULL, (void*) imprimir_msg, "thread_1");
    printf("Disparando segundo thread\n");
    pthread_create(&thread2, NULL, (void*) imprimir_msg, "thread_2");
    pthread_join(thread1, NULL);
    pthread_join(thread2, NULL);
    printf("Terminando processo");
}
```

Exercício

```
//Programa mythread.c modificado
int i=0;
imprimir_msg(char *nome)
{
    while (i<10)
    {
        i++;
        printf("Thread %s - %d\n", nome, i);
        sleep(2);
    }
    printf("Thread %s terminado \n", nome);
}

int main()
{
    pthread_t thread1;
    pthread_t thread2;
    printf("Programa de teste de pthreads \n");
    printf("Disparando primeiro thread\n");
    pthread_create(&thread1, NULL, (void*) imprimir_msg, "thread_1");
    printf("Disparando segundo thread\n");
    pthread_create(&thread2, NULL, (void*) imprimir_msg, "thread_2");
    pthread_join(thread1, NULL);
    pthread_join(thread2, NULL);
    printf("Terminando processo");
}
```

Interfaces de threads



Interfaces de Threads

- Existem várias interfaces para manipulação de threads
 - ❖ Pthreads (IEEE POSIX 1003.1c)
 - ❖ Process Share Group (IRIX)
 - ❖ User Level Threads (Solaris)
 - ❖ Light Weight Process (Solaris)
 - ❖ Cthreads (OSF/Mach)

Interfaces de Threads

- Interface pthreads
 - ❖ Chamadas básicas para controles de threads:
 - Pthread_create()
 - Cria um novo thread para o mesmo processo
 - Pthread_exit()
 - Termina o thread
 - Pthread_join()
 - Aguarda um thread terminar
 - Pthread_yield()
 - Libera o processador para outro thread

© 2005-2009 Volnys Bernal 25

Uso de threads



© 2005-2009 Volnys Bernal 26

Uso de threads

- Principais usos
 - ❖ Processamento paralelo (sistemas multiprocessadores)
 - ❖ Sistemas que controlam “interfaces” simultâneas
 - Interface com usuário
 - Interface de rede (transmissão e recepção)
 - Interface com dispositivos

© 2005-2009 Volnys Bernal 27

Uso de threads

- Exemplo de servidor WEB monothread:

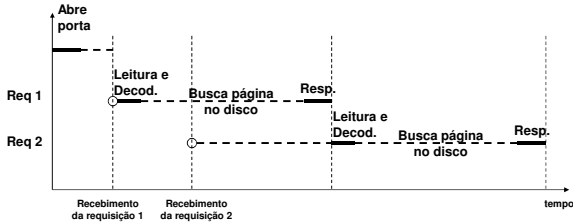
```

ServidorWEB ()
{
  Abre porta TCP/80
  While (TRUE)
    Aguarda conexão
    Leitura da mensagem HTTP
    Decodifica requisição HTTP
    Busca página no disco
    Responde requisição
}
    
```

© 2005-2009 Volnys Bernal 28

Uso de threads

- Exemplo de servidor WEB monothread:



© 2005-2009 Volnys Bernal 29

Uso de threads

- Exemplo de servidor WEB multithread:

```

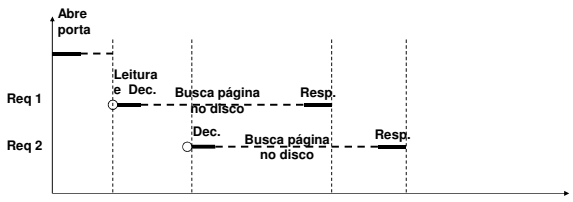
ServidorWEB ()
{
  Abre porta TCP/80
  While (TRUE)
    Aguarda conexão
    Dispara thread operário
}

ThreadOperário ()
{
  Leitura da mensagem HTTP
  Decodifica requisição HTTP
  Busca página no disco
  Responde requisição
}
    
```

© 2005-2009 Volnys Bernal 30


Uso de threads

- Exemplo de servidor WEB multithread:



© 2005-2009 Volnys Bernal 31

Threads de usuário X Threads de núcleo



© 2005-2009 Volnys Bernal 32

Threads de usuário x threads de núcleo

□ Existem 2 formas de implementação de *threads*:

- ❖ **Threads de usuário**
 - A abstração de threads é criada por um conjunto de rotinas de biblioteca utilizada pelo próprio processo
- ❖ **Threads de núcleo**
 - A abstração de threads é criada pelo núcleo do sistema operacional

© 2005-2009 Volnys Bernal 33

Threads de usuário x threads de núcleo

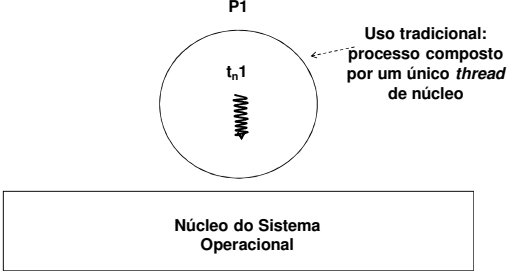
□ **Threads de usuário**

- ❖ Abstração de *threads* é criada pelo próprio processo (que executa em modo usuário, daí o nome de *thread* de usuário)
- ❖ O sistema operacional não tem conhecimento da existência dos *threads* de usuário
- ❖ O núcleo do sistema operacional considera o processo monothread
- ❖ Sistema supervisor
 - Biblioteca que fornece a abstração de *threads* de usuário
 - Contém um conjunto de funções de biblioteca que possibilita gerenciar os *threads* de usuário
 - Contém uma tabela de *threads*
 - Implementa uma troca de contexto entre os *threads* do processo (salvamento e restauração de alguns registradores)

© 2005-2009 Volnys Bernal 34

Threads de usuário x threads de núcleo

□ **Threads de usuário**

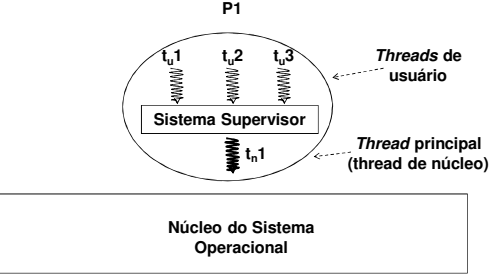


Núcleo do Sistema Operacional

© 2005-2009 Volnys Bernal 35

Threads de usuário x threads de núcleo

□ **Threads de usuário**



Núcleo do Sistema Operacional

© 2005-2009 Volnys Bernal 36

Threads de usuário x threads de núcleo

□ **Threads de usuário**

- ❖ **Vantagens**
 - Pode ser implementado por um sistema operacional que não suporte a abstração de *threads*
 - (atualmente a maior parte do sistemas operacionais fornecem a abstração de *threads*)
 - Troca de contexto entre os *threads* de usuário não envolve a passagem de modo usuário para modo supervisor (chamada ao sistema), sendo muito mais rápida
 - Possibilita customizar o algoritmo de escalonamento entre os *threads* de usuário do próprio processo

© 2005-2009 Volnys Bernal 37

Threads de usuário x threads de núcleo

- **Threads de usuário**
 - ❖ **Desvantagens**
 - Chamadas ao sistema bloqueantes
 - *Thread* de usuário não é interrompido pelo escalonador
 - Sistema supervisor não atende interrupções do temporizador
 - Cada *thread* de usuário deve ceder a CPU (*thread_yield*), de tempos em tempos, para os outros *threads* de usuário
 - Poderia estar requisitando um alarme do S.O periódico
 - → Problema: sobrecarga de processamento

© 2005-2009 Volnys Bernal 38

Threads de usuário x threads de núcleo

- **Threads de núcleo**
 - ❖ **O núcleo do sistema operacional :**
 - Fornece interfaces de gerenciamento de *threads*
 - Através de chamadas ao sistema e rotinas bibliotecas
 - Possui conhecimento dos *threads* do processo
 - Gerencia os *threads* de núcleo do processo:
 - Mantém a tabela de *threads* de núcleo
 - Realiza o escalonamento dos *threads* de núcleo

© 2005-2009 Volnys Bernal 39

Threads de usuário x threads de núcleo

- **Threads de núcleo**

P1

Processo com 3 threads de núcleo

t₁ t₂ t₃

Núcleo do Sistema Operacional

© 2005-2009 Volnys Bernal 40

Threads de usuário x threads de núcleo

- **Threads de núcleo**
 - ❖ **Desvantagem**
 - Sobrecarga de gerenciamento: Cada chamada de função de gerenciamento de *threads* é uma chamada ao sistema

© 2005-2009 Volnys Bernal 41

Threads de usuário x threads de núcleo

- **Mapeamento de threads de usuário em threads de núcleo**
 - ❖ **Solução híbrida**

© 2005-2009 Volnys Bernal 42

Threads de usuário x threads de núcleo

- **Outros problemas**
 - ❖ **Variáveis globais privadas**
 - Exemplo: variável interna da linguagem C "errno"