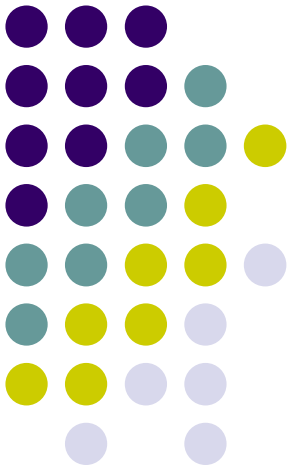
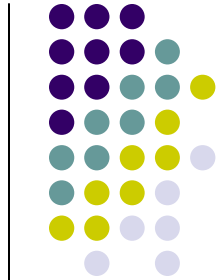
Computação Paralela

Passagem de Mensagens

João Luís Ferreira Sobral
Departamento do Informática
Universidade do Minho

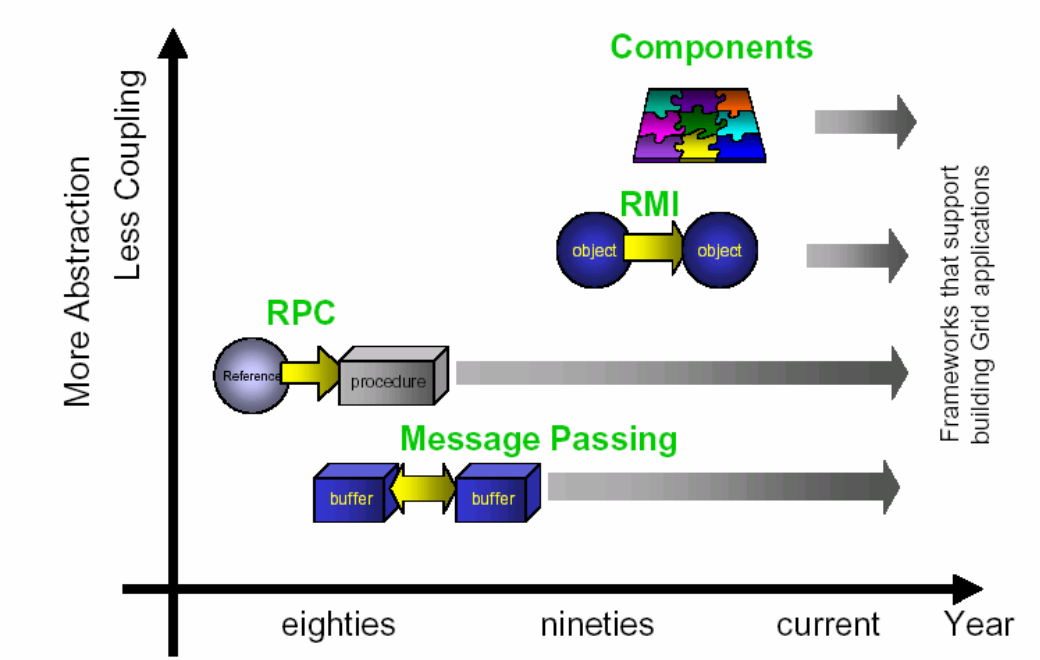
Novembro 2006



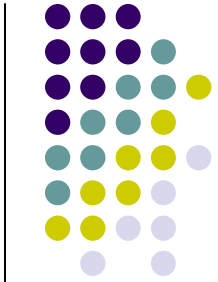


Passagem de Mensagens

Paradigmas existentes para aplicações distribuídas



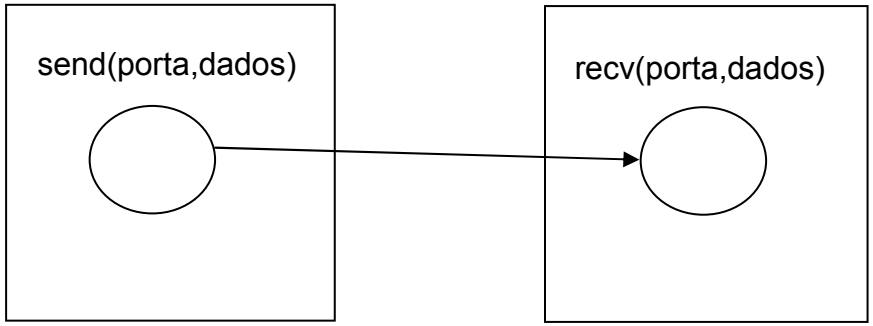
- .A passagem de mensagens (ainda?) é mais eficiente que RMI

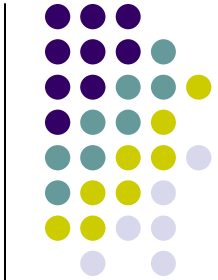


Passagem de Mensagens

Conceitos base

- Especificação do paralelismo através de processos com um espaço de endereçamento próprio
- Processos podem ser idênticos (SPMD) ou não (MIMD)
- Identificação de entidades através de portas
- Envio e recepção explícito de mensagem (de/para uma porta específica)
- Empacotamento/desempacotamento explícito da informação em mensagens
- Primitivas mais elaboradas para comunicação (difusão/redução/barreiras)

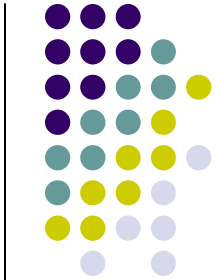




Passagem de Mensagens

Passagem de mensagens VS Invocação remota de métodos (RMI)

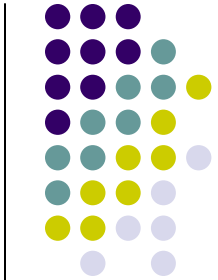
	Passagem de Mensagens	Invocação Remota de Métodos
Dados a transmitir	Empacotamento de dados	Lista de parâmetros
Envio de pedidos/ informação	Envio explícito de mensagens etiquetadas	Invocação de um método específico
Recepção de pedidos/ informação	Recepção explícita de mensagens	Execução implícita do método invocado
Reacção do receptor	A acção a executar é determinada pela etiqueta (tag) da mensagem	A acção a executar é determinada pelo método invocado
Identificação do receptor	Canal, nome ou anónima	Apontador para objecto remoto (proxy)



Passagem de Mensagens

MPI (Message Passing Interface) http://www.mpi-forum.org

- Standard para a passagem de mensagens que surgiu do esforço de várias entidades para tornar as aplicações paralelas mais portáveis
- Baseado num modelo SPMD (o mesmo processo é executado em várias máquinas)
- Implementado através de uma biblioteca de funções
- Implementações mais frequentes (de uso livre): MPICH e LamMPI
- Suporta vários modos de passagem de mensagens, grupos de comunicação e uma grande variedade de operações colectivas

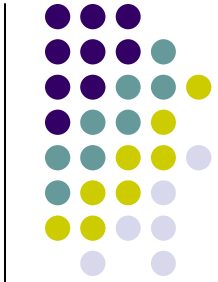


Passagem de Mensagens

MPI (Funcionalidades)

- Iniciação e terminação
  - **MPI::Init MPI::Finalize**
- Identificação do ambiente de execução
  - **Número de processos total: MPI::*Comm*.Get_size**
  - **Número do processo actual: MPI::*Comm*.Get_rank**
- Exemplo 1 (C++)

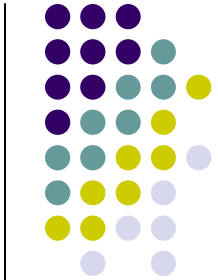
```
#include "mpi.h"
#include <iostream>
int main( int argc, char *argv[] ) {
    int rank, size;
    MPI::Init(argc, argv);
    rank = MPI::COMM_WORLD.Get_rank();
    size = MPI::COMM_WORLD.Get_size();
    std::cout << "I am " << rank << " of " << size <<"\n";
    MPI::Finalize();
    return 0;
}
```



Passagem de Mensagens

MPI (Funcionalidades – cont.)

- Compilação e execução dos programas (MPICH)
  - **compilar:** mpicxx (em /opt/mpich/gnu/bin)
  - **executar:** mpirun –np <*nºprocessos*> a.out
- Comunicação entre processos
  - **cada processo é identificado pela sua ordem dentro de um grupo (por defeito existe um grupo que inclui todos os processos: COMM_WORLD)**
  - **no envio e recepção de mensagens é necessário especificar o tipo de dados da mensagem (MPI::INT, MPI::DOUBLE, etc)**
  - **cada mensagem inclui uma etiqueta que permite distinguir as mensagens de uma mesma fonte**
  - **Envio: MPI::*comm*.Send(buf, count, datatype, dest, tag)**
    Retorna assim que a mensagem foi colocada no *buffer* do receptor
  - **Recepção: MPI::*comm*.Recv(buf, count, datatype, src, tag)**
    ANY_SOURCE e ANY_TAG permitem a recepção de várias fontes e etiquetas Iniciação e terminação

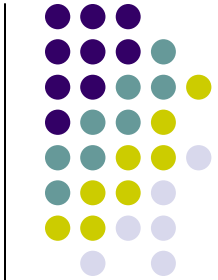


Passagem de Mensagens

MPI (Funcionalidades – cont.)

- **Exemplo 2 (C++)**

```
#include “mpi.h”
#include <iostream>
int main( int argc, char *argv[]) {
        int rank, buf;
        MPI::Init(argv, argc);
        rank = MPI::COMM_WORLD.Get_rank();
        // Process 0 sends and Process 1 receives
        if (rank == 0) {
                buf = 123456;
                MPI::COMM_WORLD.Send( &buf, 1, MPI::INT, 1, 0 );
        }
        else if (rank == 1) {
                MPI::COMM_WORLD.Recv( &buf, 1, MPI::INT, 0, 0 );
                std::cout << “Received “ << buf << “\n”;
        }
        MPI::Finalize();
        return 0;
}
```

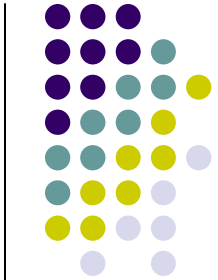


Passagem de Mensagens

MPI (Funcionalidades – cont.)

- **Exemplo 2 (C)**

```
#include “mpi.h”
#include <stdio.h>
int main( int argc, char *argv[]) {
    int rank, buf;
    MPI_Status status;
    MPI_Init(&argv, &argc);
    MPI_Comm_rank( MPI_COMM_WORLD, &rank );
    /* Process 0 sends and Process 1 receives */
    if (rank == 0) {
            buf = 123456;
            MPI_Send( &buf, 1, MPI_INT, 1, 0, MPI_COMM_WORLD);
    }
    else if (rank == 1) {
            MPI_Recv( &buf, 1, MPI_INT, 0, 0, MPI_COMM_WORLD, &status );
            printf( “Received %d\n”, buf );
    }
    MPI_Finalize();
    return 0;
}
```

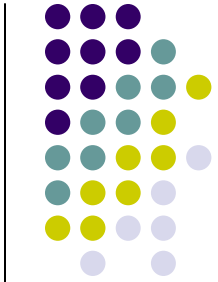


Passagem de Mensagens

MPI – Outras funções

- BCast – distribui os dados a vários processos
- Reduce – recebe dados de vários processos
- Barrier – Espera que todos os processos terminem
- Envio e recepção assíncrona de mensagens:

```
MPI::Request request;
MPI::Status status;
request = MPI::comm.Isend(start, count, datatype, dest, tag);
request = MPI::comm.Irecv(start, count, datatype, dest, tag);
request.Wait(status);

flag = request.Test( status );
```



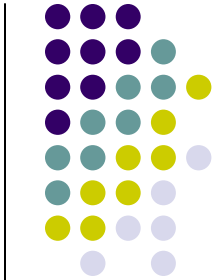
Passagem de Mensagens

Implementação em Java

- mpiJava – distribuição mais conhecida, “binding” para MPI (requer a instalação de MPI)
- MPJE – sucessor de mpiJava com suporte transparente a MPI e “nio”; versão preliminar
- CCJ, JMPI – implementações em java.io; fraco desempenho
- MPP – baseada em “nio” de Java 4; versão mais eficiente, não segue o standard MPI

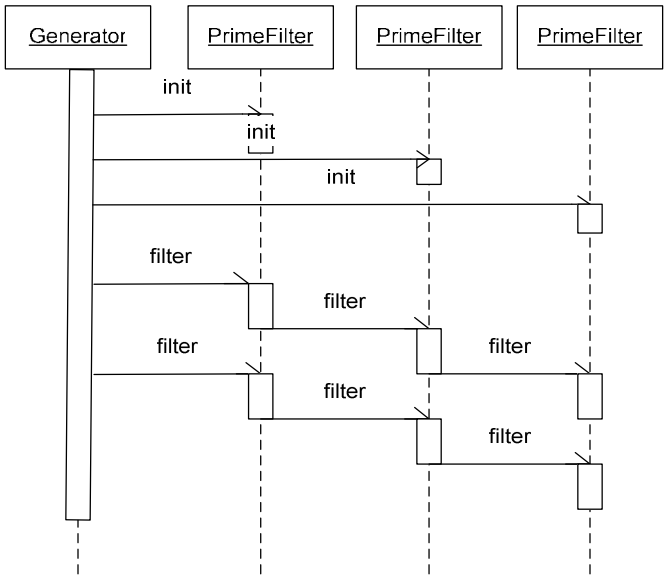
```
Communicator comm=new BlockCommunicator();   // package mpp.*
int nproc = comm.size();
int myrank = comm.rank();
 int [] buf = new int[1];
// Process 0 sends and Process 1 receives
if (rank == 0) {
    buf[0] = 123456;
    comm.send( buf, 0, 1, 1 );  // send(int[] data, [int offset, int length,] int peer)
} else if (rank == 1) {
    comm.recv( buf, 0, 1, 0 );   // recv(int[] data, [int offset, int length,] int peer)
    System.out.println(“Recebi” + buf[0]);
}
```

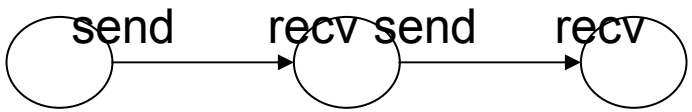
Passagem de Mensagens

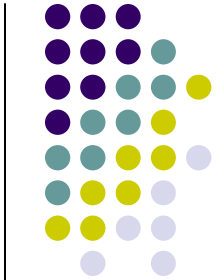


Exemplo: Cálculo de números primos (RMI vs MPI)

- **JavaRMI** – O gerador invoca o método *filter* em cada filtro. O método *filter* é invocando entre filtros
- **MPI** – Os parâmetros de *init* são passados na linha de comandos (ou trave´s de uma mensagem inicial). Os pacotes de números dever ser recebidos explicitamente e enviados ao filtro seguinte após o processamento.





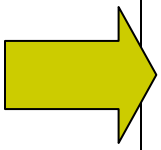


Passagem de Mensagens

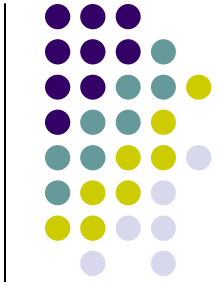
Exemplo: Cálculo de números primos (RMI vs MPI), cont.

- **Cadeia de três objectos/processos para calcular os números primos:**

```
int MAX = 10000000;   // max prime to calculate
int sMAX = (int) Math.sqrt(MAX);   // max square
IPrimeFilter [] filtros = new IPrimeFilter[3];

for (int i = 0; i<3; i++) filtros[i] = new PrimeFilter();

filtros[0].init(3,  sMax/3);
filtros[1].init(sMax/3+1, 2*sMax/3);
filtros[2].init(2*sMax/3+1, sMax);

int min=sMAX+1; int max=MAX;
Vector v = generate(min, max, (max-min+1)/2/3);
for(int i=0; i<v.size()-1; i++) {
        filtros[0].filter((int[])v.elementAt(i));       // sends numbers to the list
       …
 }
```



```
Communicator comm=new BlockCommunicator();
int myrank = comm.rank();
…
    if (myrank==0) {
                    … // criar e iniciar filtro local
                    … // gerar pacotes de números
                    … // processar
                    comm.send(…);
    } else if(myrank==1) {
                    … // criar e iniciar filtro local
                    comm.recv(…);
                    …// processar
                    comm.send(…);
    else {
                    … // criar e iniciar filtro local
                    comm.recv(…);
                    …// processar
    }
```



Passagem de Mensagens

Exercícios

- **Alterar o código para implementar um *farming* com a biblioteca MPP.**
- **Alterar o código anterior para implementar uma *Pipeline***