Empacotamento de Dados em MPI

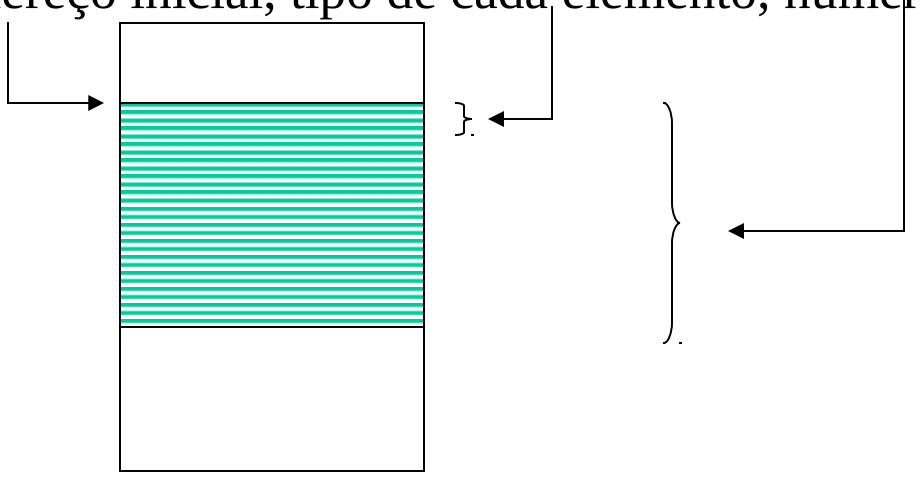
Tópicos:

- Buffer de Mensagem
- Empacotamento/Desempacotamento de Dados
- Comparação entre Métodos

Referência: Pacheco,P.S. *Parallel Programming with MPI* Morgan Kaufmann, San Francisco, 1997.

Buffer de Mensagem

- Até aqui:
  - Buffers de mensagens: áreas contíguas de memória
  - Parâmetros:
    - Endereço inicial, tipo de cada elemento, número de elementos



Dados não-contíguos na memória

1) **Enviar várias mensagens, uma para cada área contígua**
   Problema: Custo pode ser alto (custo = $\alpha+\beta n$, com $\alpha >> \beta$)
   Ex: Custo de 5 msgs(20 bytes) >> custo de 1 msg(100bytes)

2) **Dados regularmente espaçados: usar stride**

3) **Dados não-regularmente espaçados:**

- Fazer empacotamento/desempacotamento de dados
- Criar um novo "tipo" de dado em MPI (tipo *derivado*)

Dados regularmente espaçados (MPI_Type_vector)

Exemplo: Matriz bidimensional, em linguagem C

float A[10][10];

Transmitir terceira linha de A entre dois processadores:

```
if (my_rank==0) MPI_Send(&A[2][0],10,MPI_FLOAT,...)
else  if (my_rank==1) MPI_Recv(&A[2][0],10,MPI_FLOAT,...)
```

⇒ Neste caso, dados estão contíguos

Como transmitir uma coluna de A entre dois processadores?
(Isto é, enviar A[0][2], A[1][2], A[2][2], ..., A[9][2] → não-contíguos)

Dados regularmente espaçados (MPI_Type_vector)

Solução: Criação de tipo “vetor”, com *stride*

```
MPI_Type_vector( int          count;
                 int          block_length;
                 int          stride;
                 MPI_Datatype element_type;
                 MPI_Datatype*  new_mpi_type; )
```

No caso do exemplo:

```
MPI_Datatype novotipo;
MPI_Type_vector(10, 1, 10, MPI_FLOAT, &novotipo);
MPI_Type_commit(&novotipo);
if (my_rank==0) MPI_Send(&A[0][2], 1, novotipo, 1, 0, ...
else if (my_rank==1) MPI_Recv(&A[0][2], 1, novotipo, 0, 0, ...
```

Empacotamento e Desempacotamento de Dados

- Objetivo:
  - Acumular, numa área contígua, dados esparsos
  - Após receber a mensagem, espalhar de novo os dados

```
int  MPI_Pack ( void*        pack_data;
                int          in_count;
                MPI_Datatype  datatype;
                void*        buffer;
                int          buffer_size_bytes;
                int*         position;
                MPI_Comm  comm; )
```

int MPI_Unpack( ) : Função oposta a MPI_Pack( )

Empacotamento e Desempacotamento de Dados

Exemplo: transmitir float* a_ptr, b_ptr ; int* n_ptr;

```
char  buffer[100];  /* Store data in buffer        */
int   position; if (my_rank == 0){
printf("Enter a, b, and n\n");
scanf("%f  %f  %d", a_ptr, b_ptr, n_ptr);
position = 0;
/* Position is in/out */
MPI_Pack(a_ptr, 1, MPI_FLOAT, buffer, 100,
   &position, MPI_COMM_WORLD);
/* Position has been incremented: it now refer- */
/* ences the first free location in buffer.     */
MPI_Pack(b_ptr, 1, MPI_FLOAT, buffer, 100,
   &position, MPI_COMM_WORLD);
/* Position has been incremented again. */
```

Empacotamento e Desempacotamento de Dados

```
    MPI_Pack(n_ptr, 1, MPI_INT, buffer, 100,
  &position,MPI_COMM_WORLD);
    /* Position has been incremented again. */
    /* Now broadcast contents of buffer */
    MPI_Bcast(buffer, 100, MPI_PACKED, 0,MPI_COMM_WORLD);
} else {
    MPI_Bcast(buffer, 100, MPI_PACKED, 0,MPI_COMM_WORLD);
    /* Now unpack the contents of buffer */
    position = 0;
    MPI_Unpack(buffer, 100, &position, a_ptr, 1,
        MPI_FLOAT, MPI_COMM_WORLD);
    /* Once again position has been incremented: */
    /* it now references the beginning of b.     */
  . . .
```

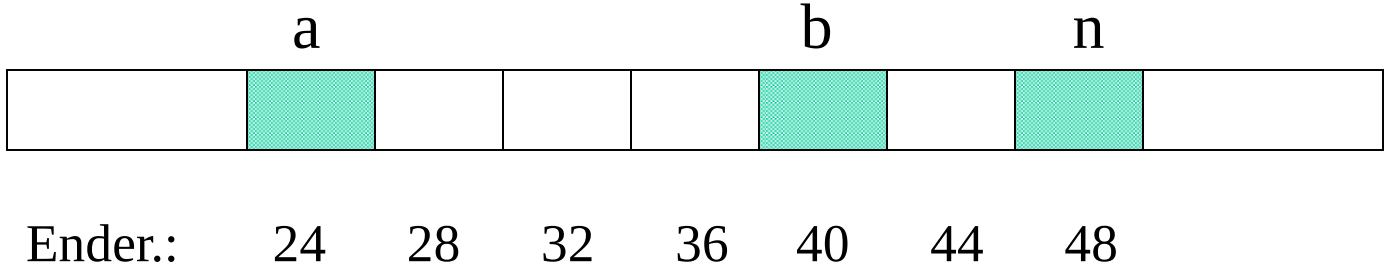
Criação de Tipo Derivado

- Objetivo: Definir um tipo de acordo com os dados

Exemplo: float a,b; int n;

⇒ Mesmo com declarações próximas, não há garantia de que as variáveis serão contíguas na memória

Possível alocação pelo compilador C:

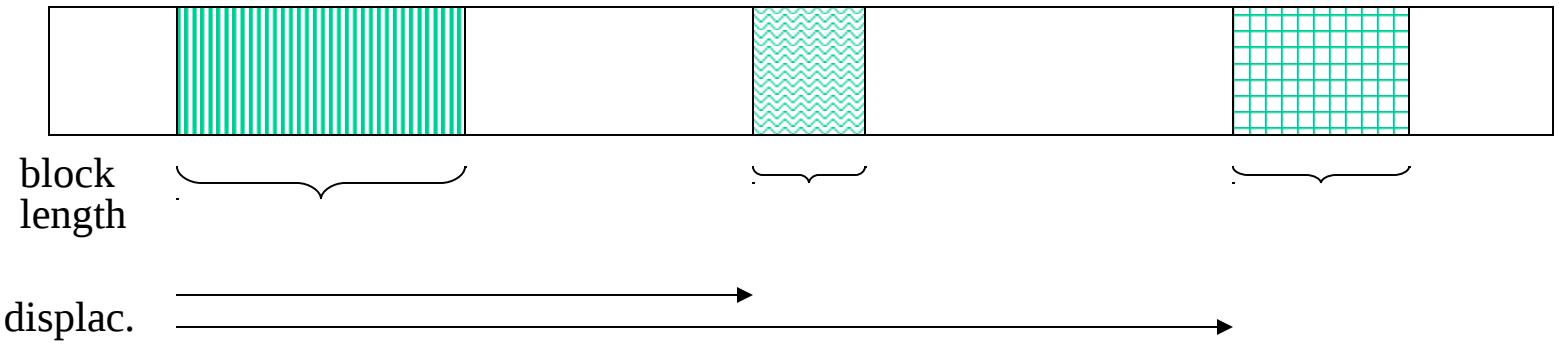


Problema: Como transmitir {a,b,c} numa única mensagem?

Criação de Tipo Derivado (cont.)

- Solução:

```
MPI_Type_struct(
        int             count               /* in */ ,
        int             block_lengths[ ]    /* in */,
        MPI_Aint        displacements[ ]    /* in */,
        MPI_Datatype    typelist[ ]         /* in */,
        MPI_Datatype*   novotipo            /* out */ );
```



Criação de Tipo Derivado (cont.)

Implementação do Exemplo, com MPI:

```
void Build_derived_type(
        float*        a_ptr          /* in   */,
        float*        b_ptr          /* in   */,
        int*          n_ptr          /* in   */,
        MPI_Datatype*  mesg_mpi_t_ptr  /* out  */) { /* ptr to new type */
    /* The number of elements in each "block" of the   */
    /*     new type.  For us, 1 each.                  */
    int block_lengths[3];
     /* Displacement of each element from start of new  type.  The "d_i's." */
    MPI_Aint displacements[3];
     /* MPI types of the elements.  The "t_i's."       */
    MPI_Datatype typelist[3];
     /* Use for calculating displacements              */
    MPI_Aint start_address, address;
```

Criação de Tipo Derivado (cont.)

```
 block_lengths[0] = block_lengths[1] = block_lengths[2] = 1;
 /* Build a derived datatype consisting of two floats and an int    */
typelist[0] = MPI_FLOAT;  typelist[1] = MPI_FLOAT; typelist[2] = MPI_INT;
 /* First element, a, is at displacement 0      */
displacements[0] = 0;
 /* Calculate other displacements relative to a */
MPI_Address(a_ptr, &start_address);
 /* Find address of b and displacement from a   */
MPI_Address(b_ptr, &address);  displacements[1] = address - start_address;
 /* Find address of n and displacement from a   */
MPI_Address(n_ptr, &address);  displacements[2] = address - start_address;
 /* Build the derived datatype */
MPI_Type_struct(3, block_lengths, displacements, typelist, mesg_mpi_t_ptr);
 /* Commit it -- tell system we'll be using it for communication. */
MPI_Type_commit(mesg_mpi_t_ptr);    }
```

Criação de Tipo Derivado (cont.)

```
void Get_data3(
        float*  a_ptr    /* out */,
        float*  b_ptr    /* out */,
        int*    n_ptr    /* out */,
        int     my_rank  /* in  */) {
   MPI_Datatype  mesg_mpi_t; /* MPI type corresponding */
                                    /* to 2 floats and an int */
      if (my_rank == 0){
      printf("Enter a, b, and n\n");
      scanf("%f %f %d", a_ptr, b_ptr, n_ptr);
   }

   Build_derived_type(a_ptr, b_ptr, n_ptr, &mesg_mpi_t);
   MPI_Bcast(a_ptr, 1, mesg_mpi_t, 0, MPI_COMM_WORLD);
}
```

Comparação entre Métodos

- Com empacotamento:
  - Menor “overhead” para preparar mensagem; porém...
  - A cada nova transmissão, é necessário empacotar e desempacotar dados
- Com tipo derivado:
  - Maior “overhead” para criação do novo tipo; porém...
  - Uma vez criado o tipo, pode ser usado diversas vezes

⇒ Na prática:

  - Escolha depende de cada caso
  - Não há um método universalmente superior