Paralelni sistemi: MPI-grupne operacije

Prof. dr Natalija Stojanović

Grupne operacije-podsetnik

int MPI_Reduce (void* send_buffer,void* recv_buffer, int count, MPI_Datatype datatype, MPI_Op operation, int rank, MPI_Comm comm)

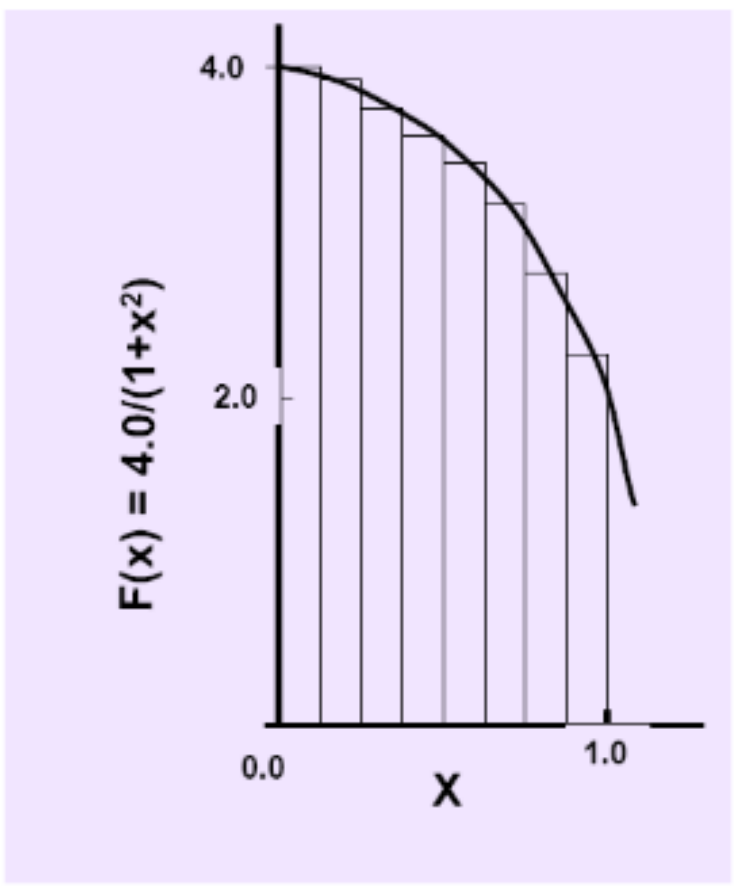
int MPI_Bcast (void* buffer, int count, MPI_Datatype datatype, int rank, MPI_Comm comm)

int MPI_Scatter (void* send_buffer, int send_count, MPI_datatype send_type, void* recv_buffer, int recv_count, MPI_Datatype recv_type, int rank, MPI_Comm comm)

int MPI_Gather (void* send_buffer, int send_count, MPI_datatype send_type, void* recv_buffer, int recv_count, MPI_Datatype recv_type, int rank, MPI_Comm comm)

Grupne operacije –zadaci

zad.Napisati MPI program koji izračunava vrednost broja PI kao vrednost integrala funkcije $f(x)=4/(1+x^2)$ na intervalu [0,1] .



$$\int_0^1 \frac{4.0}{(1+x^2)}\,dx = \pi$$

Vrednost ovog integrala funkcije f(x)=4/(1+x2) na intervalu [0,1] se može aproksimirati sumom N površina pravougaonika:

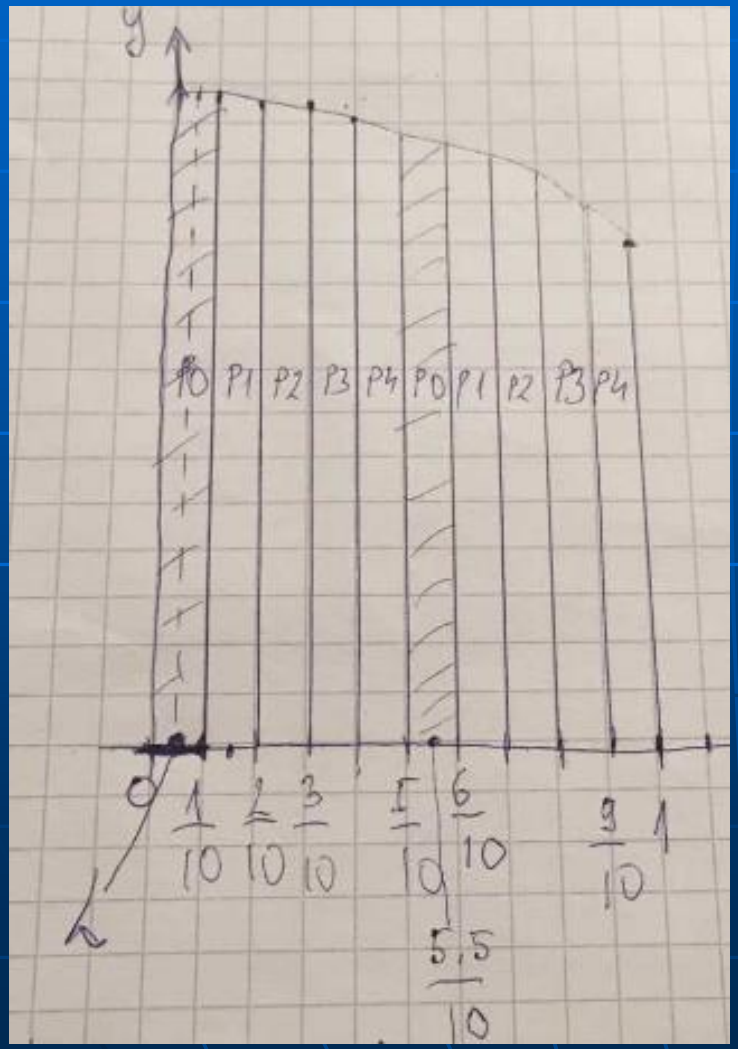
$$\sum_{i=0}^{N} F(x_i)\Delta x \approx \pi$$

Što je veće N to je bolja aproksimacija

Δx-veličina segmenta(podsegmenta)

Grupne operacije –zadaci

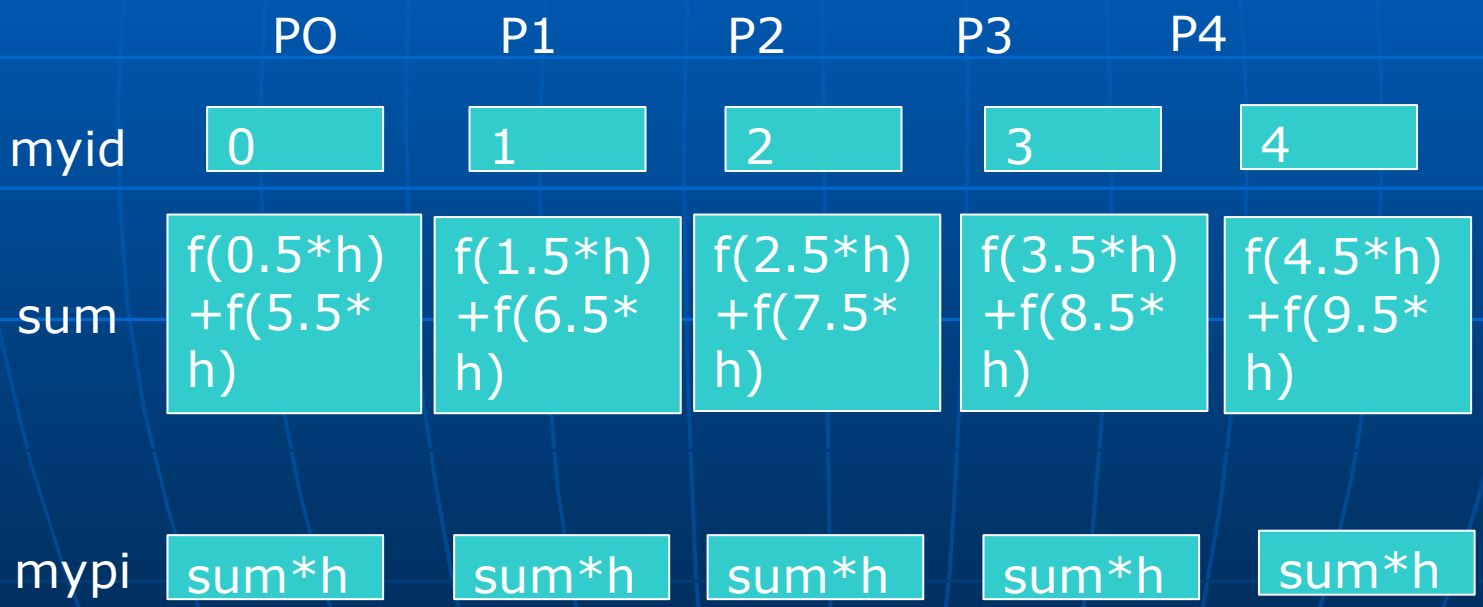
Mi ćemo širinu segmenta Δx obeležiti sa h, a vrednost funkcije F(xi) ćemo tražiti u tačkama xi, gde je xi tačka na sredini svakog segmenta.



Pr.N=10, N-broj segmenata
h=1/10, h-veličina segmenta
p=5, p-broj procesa

Grupne operacije –zadaci

Pr.N=10, N-broj segmenata
h=1/10, h-veličina segmenta
p=5, p-broj procesa



Grupne operacije –zadaci

```
#include "mpi.h"
#include <stdio.h>
#include <math.h>

void main(int argc, char *argv[])
{
   int  n, myid, numprocs, i;
   double PI25DT = 3.14159265358979323846264643;
   double mypi, pi, h, sum, x;

   MPI_Init(&argc,&argv);
   MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD,&numprocs);
   MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD,&myid);
    if (myid == 0)

          scanf("%d",&n);
```

Grupne operacije –zadaci

```
MPI_Bcast(&n, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
h   = 1.0 / (double) n;
sum = 0.0;
for (i = myid; i < n; i +=  numprocs) {
    x = h * ((double)i + 0.5);
    sum += 4.0 / (1.0 + x*x);
}
mypi = h * sum;

MPI_Reduce(&mypi, &pi, 1, MPI_DOUBLE, MPI_SUM, 0,
           MPI_COMM_WORLD);

if (myid == 0)
    printf("pi is approximately %.16f, Error is %.16f\n",
           pi, fabs(pi - PI25DT));
MPI_Finalize();
}
```

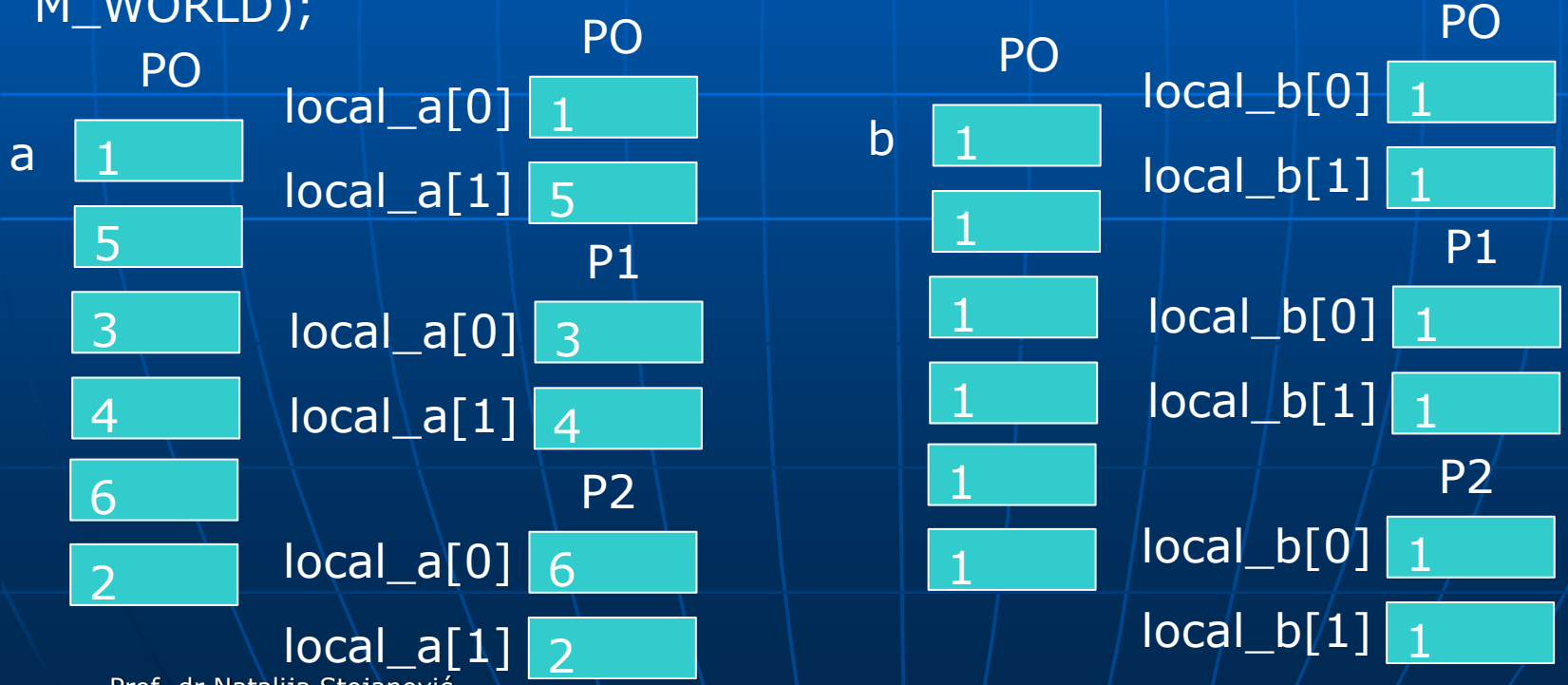
Grupne operacije –zadaci

zadatak.Napisati MPI program koji izračunava vrednost skalarnog proizvoda dva vektora dimenzije N. Pretpostaviti da je N deljivo sa brojem procesa. Vrednosti vektora a i b se učitavaju u procesu P0.

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \sum_{i=1}^{n} a_i b_i = a_1 b_1 + a_2 b_2 + \cdots + a_n b_n$$

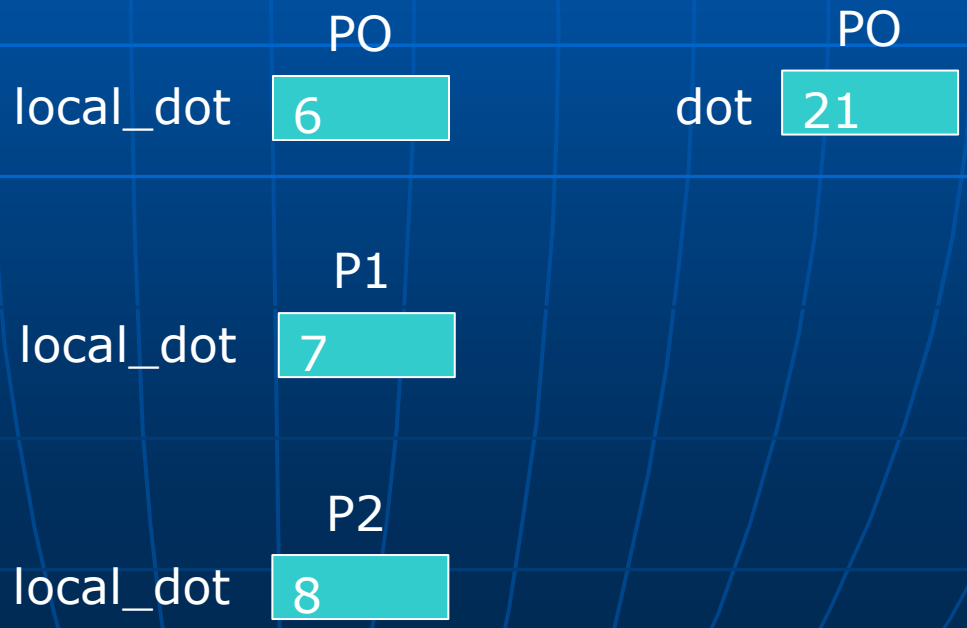
```
#include <mpi.h>
#include <stdio.h>
#define n 6
void main(int argc, char* argv[]) {
    float  a[n], b[n], dot, local_dot=0;
    int    i, n_bar, my_rank, p;
    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &p);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &my_rank);
    n_bar=n/p;
    float * local_a= (float *)malloc(n_bar*sizeof(float));
    float * local_b= (float *)malloc(n_bar*sizeof(float));
```

```
if (my_rank == 0)
        for (i = 0; i < n; i++)
            scanf("%f", &a[i]);

MPI_Scatter(a,n_bar,MPI_FLOAT,local_a,n_bar,MPI_FLOAT,0,MPI_COM
M_WORLD);
if (my_rank == 0)
        for (i = 0; i < n; i++)
            scanf("%f", &b[i]);

MPI_Scatter(b,n_bar,MPI_FLOAT,local_b,n_bar,MPI_FLOAT,0,MPI_COM
M_WORLD);
```



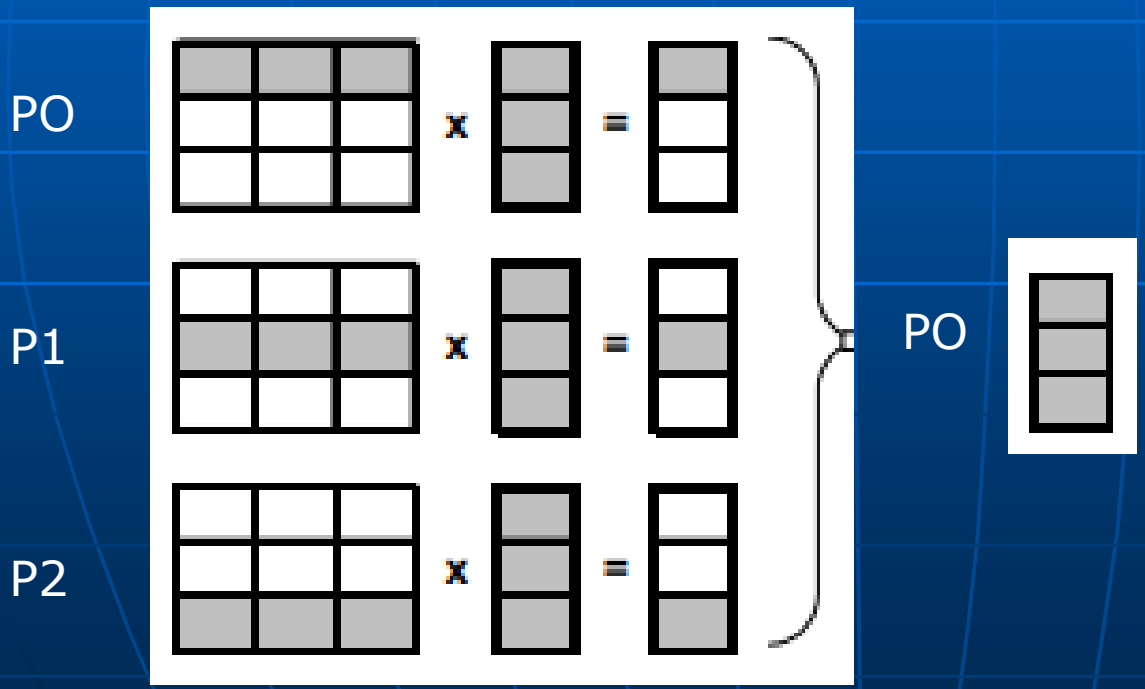
Grupne operacije –zadaci

```
for (i = 0; i < n_bar; i++)
        local_dot = local_dot + local_a[i]*local_b[i];
MPI_Reduce(&local_dot, &dot, 1, MPI_FLOAT,
        MPI_SUM, 0, MPI_COMM_WORLD);

if (my_rank == 0)
        printf("The dot product is %f\n", dot);

    MPI_Finalize();
}
```



Grupne operacije –zadaci

zad.Napisati MPI program koji pronalazi proizvod matrice Anxn i vektora bn. Matrica A i vector b se inicijalizuju u procesu 0. Izračunavanje se obavlja tako što se svakom procesu distribuira po vrsta matrice A i ceo vektor b. Svi procesi učestvuju u izračunavanju. Rezultat se prokazuje u procesu 0.



Grupne operacije –zadaci

```
#include <stdio.h>
#include <mpi.h>
#define n 6

void main(int argc, char* argv[])
{
    int rank,p,i,j, a[n][n],b[n],local_a[n],local_c,c[n];
    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD,&rank);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD,&p);
    if (rank == 0)
    {     for(i = 0; i < n; i++)
                for(j = 0; j < n; j++)
                        a[i][j] = i+j;


        for(i = 0; i < n; i++)
                b[i] = 1;


    }
```

Grupne operacije –zadaci

```
MPI_Scatter(&a[0][0],n,MPI_INT,local_a,n, MPI_INT,0,MPI_COMM_WORLD);
MPI_Bcast(b,n,MPI_INT,0,MPI_COMM_WORLD);

local_c=0;
for (int i= 0; i<n; i++)
      local_c+= local_a[i]*b[i];


MPI_Gather(&local_c,1,MPI_INT,&c[0],1,MPI_INT,0,MPI_COMM_WORLD);


if (rank == 0)
{
   for (i = 0; i< n; i++)
   {

         printf("%d ",c[i]);


      printf("\n");
   }
```

Grupne operacije –zadaci

zad. Napisati MPI program koji pronalazi i prikazuje minimalni neparan broj sa zadatom osobinom i identifikator procesa koji ga sadrži. Neparni brojevi se nalaze u intervalu [a,b](a i b su zadate konstante). Osobina koju broj treba da poseduje je da je deljiv zadatom vrednošću x. Prilikom ispitivanja (da li broj poseduje zadatu osobinu ili ne) svaki proces **generiše** i ispituje odgovarajuće neparne brojeve na način prikazan na slici (za primer broj_procesa=4 i a=3, b=31, x=5). Konačne rezultate treba da prikaže proces koji sadrži najmanji broj takvih brojeva. Zadatak rešiti korišćenjem grupnih operacija.

P0	P1	P2	P3
3 11 19 27	5 13 21 29	7 15 23 31	9 17 25

$broj\_procesa = 4$ *i* $\mathbf{a = 3, b = 31, x = 5} \Rightarrow \min = 5,\ id = 1, broj\_brojeva\_sa\_zadatom\_osobinom = 3$

id_procesa_koji_prikazuje_rezultate = 0

Grupne operacije –zadaci

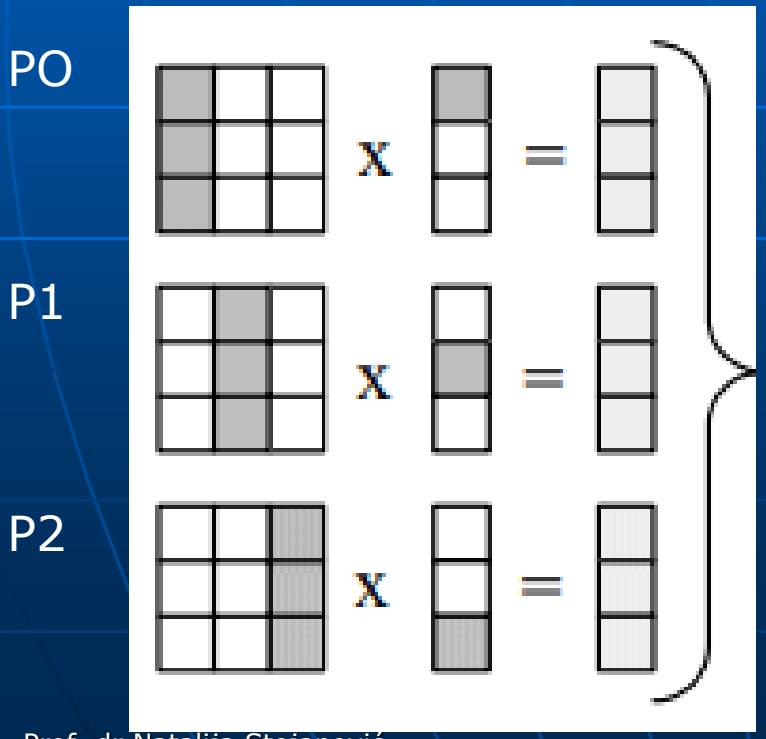
```
#include "mpi.h"
#include <stdio.h>
#include <limits.h>
#define a 5
#define b 31
#define x 5
void main(int argc, char* argv[]) {
    struct {int val;int rank;} f,c,d,e;
    int         my_rank, p,b1=0, z, min=INT_MAX;
    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &p);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &my_rank);
    for (z=a+2*my_rank;z<=b;z+=p*2)
          {
                if (z%x==0)
                {
                      b1++;
                      if (z<min)
                            min=z;

                }
          }
```

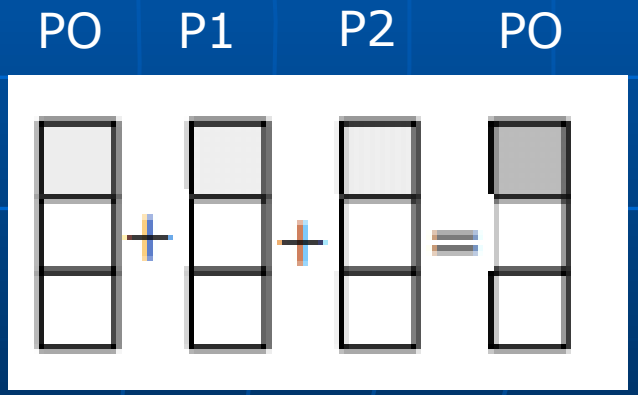
Grupne operacije –zadaci

```
    c.val=min;
    c.rank=my_rank;
    d.val=b1;
    d.rank=my_rank;
    MPI_Reduce(&d,&e,1, MPI_2INT,MPI_MINLOC,0,MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&e,1, MPI_2INT,0,MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Reduce(&c,&f,1, MPI_2INT,MPI_MINLOC,e.rank,MPI_COMM_WORLD);
    if (my_rank == e.rank)
        printf("%d %d", f.val,f.rank);

    MPI_Finalize();
}
```

Grupne operacije –zadaci

zad.Napisati MPI program koji pronalazi proizvod matrice Amxn i vektora bn. Matrica A i vector b se inicijalizuju u procesu 0. Izračunavanje se obavlja tako što se svakom procesu distribuira po kolona matrice A i po 1 element vektora b. Za distribuciju kolona po procesima koristiti P-t-P operacije, za sve ostalo grupne operacije. Svi procesi učestvuju u izračunavanju. Rezultat se prikazuje u procesu koji, nakon distribuiranja kolona matrice A, sadrži minimum svih elemenata matrice A.





a00*b0 + a01*b1 + a02*b2
a10*b0 + a11*b1 + a12*b2
a20*b0 + a21*b1 + a22*b2

Grupne operacije –zadaci

```
#include <mpi.h>
#include <limits.h>
#define m 4
#define n 3
void main(int argc, char* argv[])
{
    int a[m][n],b[n],rank,p, i,j;
    int lc[m],c[m],y[m],x[m],z;
    struct{int val;int rank;}min,gmin;
    MPI_Status status;

    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD,&rank);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD,&p);
    if (rank == 0)
    {
        for(i = 0; i < m; i++)

            for(j = 0; j < n; j++)
                    a[i][j] = i+j;
```

```
for(j = 0; j < n; j++)
      b[j] = 1;
 }

if (rank==0)
{
    for (i = 0; i< m; i++){x[i]=a[i][0];}

    for(j = 1; j < p; j++)
       {
          for(i = 0; i < m; i++)

             y[i] = a[i][j];

          MPI_Send(y,m,MPI_INT,j,0,MPI_COMM_WORLD);
       }

  }
   else
          MPI_Recv(x,m,MPI_INT,0,0,MPI_COMM_WORLD,&status);
```

```
MPI_Scatter(&b[0],1,MPI_INT,&z,1,MPI_INT,0,MPI_COMM_WORLD);
for (int i= 0;i<m;i++)
        lc[i]= x[i]*z;
min.val=INT_MAX;
for (int i= 0;i<m;i++)
        if(x[i]<min.val)
                { min.val=x[i];min.rank=rank;}
MPI_Reduce(&min,&gmin,1,MPI_2INT,MPI_MINLOC,0,MPI_COMM_WOR
LD);
MPI_Bcast(&gmin,1,MPI_2INT,0,MPI_COMM_WORLD);
MPI_Reduce(lc,c,m,MPI_INT,MPI_SUM,gmin.rank,MPI_COMM_WORLD);
if (rank == gmin.rank)
 {
      for (i = 0; i< m; i++)

            printf("c[%d]=%d\n",i,c[i]);
            printf("gmin=%d",gmin.val);

  }

MPI_Finalize();

}
```