Дистрибуирано програмирање

Задаци

Прослеђивање порука

- Комуникациони сервиси у једном дистрибуираном систему реализовани су на бази сандучића типа mbx за пренос порука типа msg. Претпоставићемо да тип msg обухвата целе бројеве и специјални симбол ack за потврђивање пријема. Основне операције на сандучићима су следеће:
- *mbx_put*(m: msg, box: mbx) смешта поруку m у сандуче box
- *mbx_get*(var m: msg, box: mbx, t: time, var status: boolean) узима прву поруку из сандучета box и њену вредност додељује променљивој m, постављајући статус на true; ако је сандуче празно током интервала t, статус постаје false, а вредност m је недефинисана. Време t је у опсегу 0..maxtime или је INF.
- Размотримо једноставан систем који садржи само два процеса, S и R.

Прослеђивање порука

(а) S асинхроно шаље целобројну вредност i, а R извршава обичан пријем (basic receive).

Procedure send(i:**integer**);
var m: **msg**;
begin
  m := i;
  mbx_put(m,A);
end;
	procedure receive(**var** i:**integer**);
	var m: **msg**; st: **boolean**;
	begin
	  mbx_get(m,A,INF,st);
	  i := m;
	end;

Прослеђивање порука

(б) Асинхроно слање, условни пријем:

```
Procedure send(i:integer);
var m: msg;
begin
    m := i;
    mbx_put(m,A);
end;
```

```
function receive(var i: integer):boolean
var m: msg; st: boolean;
begin
    mbx_get(m,A,0,st);
    if st then i := m;
    receive := st;
end;
```

Прослеђивање порука

(в) Асинхроно слање, временски условљен пријем:

procedure send(i:**integer**);
var m: msg;
begin
  m := i;
  mbx_put(m,A);
end;
	function receive(var i:**integer**,d:**time**):
	boolean;
	var m: **msg**; st: **boolean**;
	begin
	  mbx_get(m,A,d,st);
	  if st **then** i := m;
	  receive := st;
	end;

Прослеђивање порука

(г) Синхроно слање, обичан пријем:

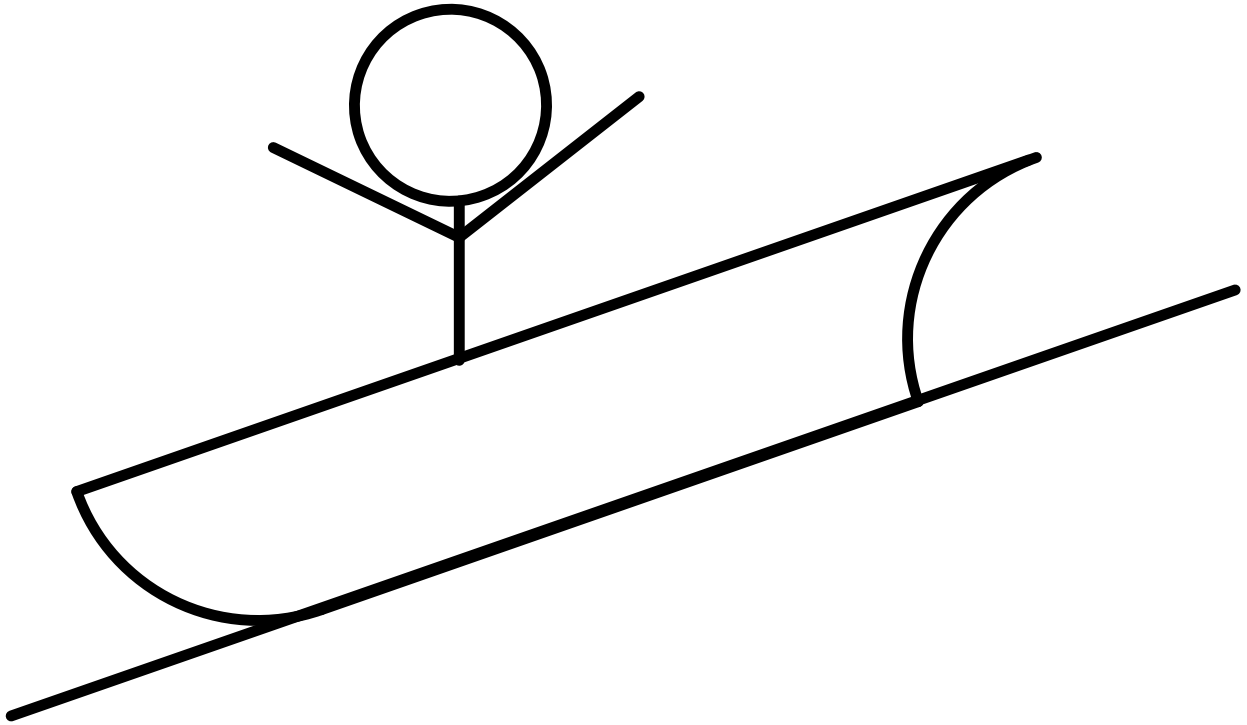
function send(i: **integer**):**boolean**;
var m: **msg**; st: **boolean**;
begin
  m := i;
  mbx_put(m,A);
  mbx_get(m,B,INF,st);
  send := (m = **ack**);
end;
	procedure receive(**var** i:**integer**)
	var m: **msg**; st: **boolean**;
	begin
	  mbx_get(m,A,INF,st);
	  i := m;
	  m := ack;
	  mbx_put(m,B);
	end;

Прослеђивање порука

(д) Бидирекциона трансакција типа 'захтев-одговор':

procedure rq(i:**integer**; **var** x:**integer**,d:**time**);
var m: **msg**; st: **boolean**;
begin
  m := i;
  mbx_put(m,A);
  mbx_get(m,B,d,st);
  if st **then** x := m
  else x := 0;
end;
	procedure reply;
	var m: **msg**; i: **integer**; st: **boolean**;
	begin
	  mbx_get(m,A,INF,st);
	  i := m;
	  m := f(i);
	  mbx_put(m,B);
	end;

The roller coaster problem



The roller coaster problem

Претпоставити да постоји N путника и једно возило на тобогану (*The roller coaster problem*). Путници се наизменично шетају по луна парку и возе на тобогану. Тобоган може да прими највише K путника при чему је K < N. Вожња тобоганом може да почне само уколико се сакупило тачно K путника. Написати програм користећи асинхрону комуникацију користећи сандучиће који симулира описани систем.

The roller coaster problem

```
program RollerCoaster;
const K = ...;
    N = ...;
type msg = record
            ID : integer;
    end;

var     coasterIN, coasterOUT : mbx;
    passengerBox : array [1..N] of mbx;
```

The roller coaster problem

```
procedure Passenger(ID : integer);
begin
   while true do
   begin
         walking(ID);
         boardCar (ID);
         riding(ID);
         leaveCar (ID);
   end;
end;
```

The roller coaster problem

```
procedure boardCar (ID : integer);
var       m : msg;
    status : boolean;
begin
    m.ID := ID;
    mbx_put(m, coasterIN);
    mbx_get(m, passengerBox[ID], INF, status);
end;
procedure leaveCar (ID : integer);
var       m : msg;
    status : boolean;
begin
    mbx_get(m, passengerBox[ID], INF, status);
    m.ID := ID;
    mbx_put(m, coasterOUT);
end;
```

The roller coaster problem

```
procedure Coaster;
var     i : integer;
    boarded : array[1..K] of msg;

begin
    while true do
    begin
        boardingCar;
        riding;
        leaveingCar;
    end;
end;
```

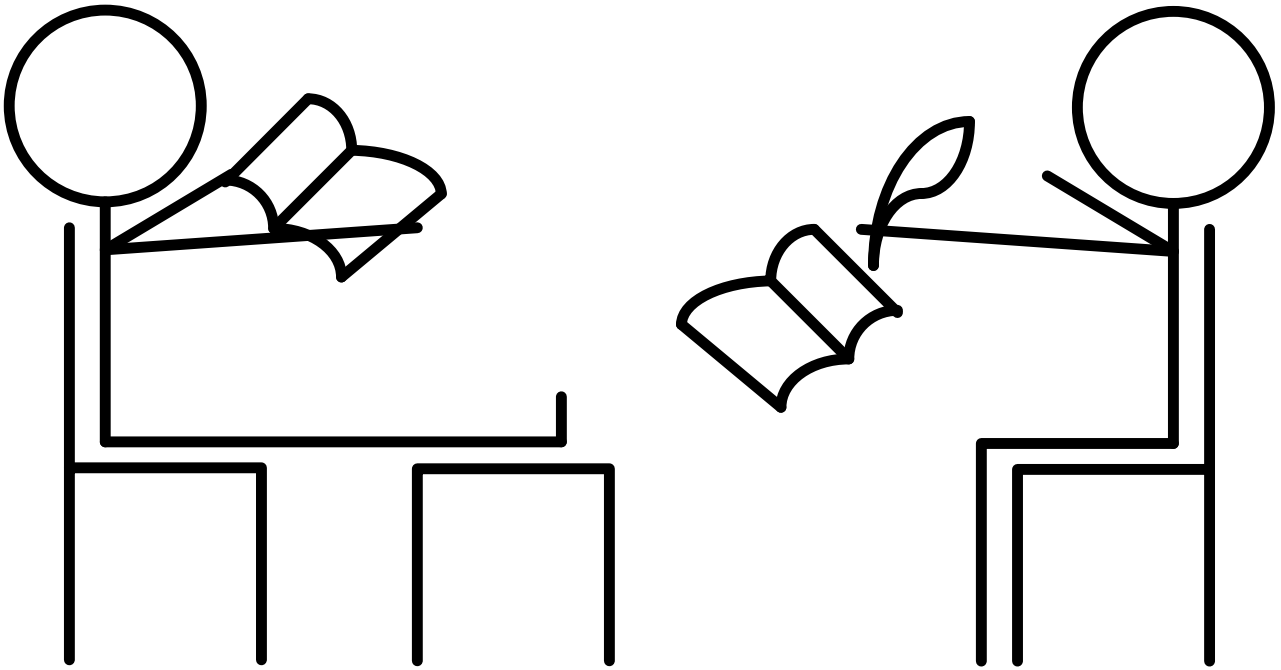
The roller coaster problem

```
procedure boardingCar;
var     i : integer;
    m : msg;
    status : boolean;
begin
    for i := 1 to K do
    begin
        mbx_get(m, coasterIN, INF, status);
        boarded[i] := m;
    end;
    for i := 1 to K do
    begin
        mbx_put(m, passengerBox[boarded[i].ID]);
    end;
end;
```

The roller coaster problem

```
procedure leaveingCar;
var i : integer;
    m : msg;
    status : boolean;
begin
    for i := 1 to K do
    begin
        mbx_put(m, passengerBox[boarded[i].ID]);
    end;
    for i := 1 to K do
    begin
        mbx_get(m, coasterOUT, INF, status);
    end;
end;
```

Readers – Writers Problem



Readers – Writers Problem

Решити проблем читалаца и писаца (*Readers – Writers Problem*) користећи поштанске сандучиће. Дозвољено је да само један процес чита поруке из једног сандучета.

Readers – Writers Problem

```
program ReadersWriters;

const STARTREAD = 0;
const STARTWRITE = 1;

var     operationStart : mbx;
    operationEnd : mbx;
    confirm : array [0..N-1] of mbx;
```

Readers – Writers Problem

```
procedure Reader(i : integer);
var         m: msg;
    status : boolean;
procedure read; begin  end;
begin
    while (true) do
    begin
            m.id := i;
            m.operation := STARTREAD;
            mbx_put(m, operationStart);
            mbx_get(m, confirm[i], INF, status);
            read;
            m.id := i;
            mbx_put(m, operationEnd);
    end
end;
```

Readers – Writers Problem

```
procedure Writer(i : integer);
var         m: msg;
    status : boolean;
procedure write; begin end;
begin
    while (true) do
    begin
            m.id := i;
            m.operation := STARTWRITE;
            mbx_put(m, operationStart);
            mbx_get(m, confirm[i], INF, status);
            write;
            m.id := i;
            mbx_put(m, operationEnd);
    end
end;
```

Readers – Writers Problem

```
program ReadersWriters;

const STARTREAD = 0;
const STARTWRITE = 1;

var     operationStart : mbx;
    operationEnd : mbx;
    confirm : array [0..N-1] of mbx;
```

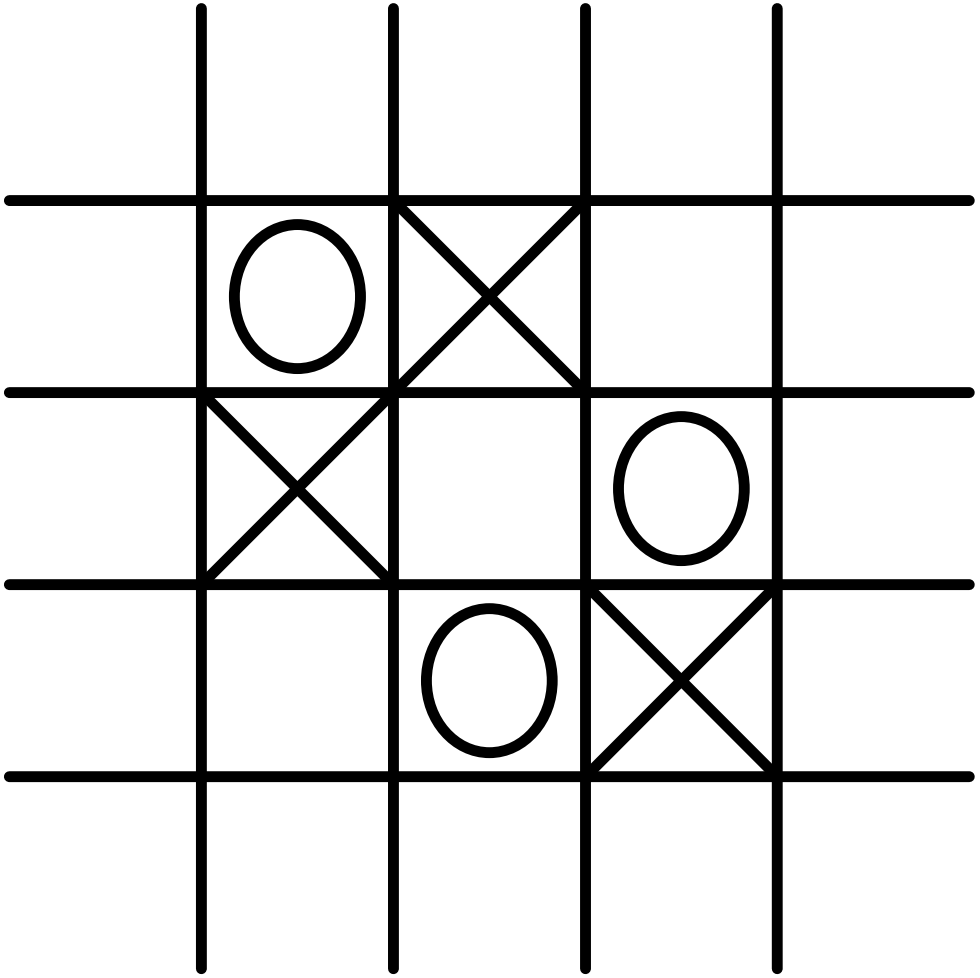
Readers – Writers Problem

```
procedure Coordinator;
    var
            numReaders: integer;
            numWriters: integer;
            m, n : msg;
        status : boolean;
begin
    while (true) do
    begin
            mbx_get(m, operationStart, INF, status);
            if(m.operation = STARTREAD) then
            begin
                    numReaders := numReaders + 1;
                    mbx_put(m, confirm[m.id]);
            end
```

Readers – Writers Problem

```
        else if(m.operation = STARTWRITE) then
        begin
                while(numReaders > 0) do
                begin
                        mbx_get(n, operationEnd, INF, status);
                        numReaders := numReaders - 1;
                end;
                mbx_put(m, confirm[m.id]);
                mbx_get(m, operationEnd, INF, status);
        end;
        status := true;
        while(status) do
        begin
                mbx_get(m, operationEnd, 0, status);
                if(status) then numReaders := numReaders - 1;
        end;
    end
end;
```

Game of Life



Game of Life

Постоји матрица димензија nxn таква да свака њена ћелија представља један организама који може да буде жив или мртав. Организми могу да комуницирају само са својим суседима (горе, доле, лево, десно и укосо). Организми у средини ће имати 8 суседа, док ће они у угловима имати само 3. Правила која важе за сваки организам су следећа:

- Жив организам који има мање од два жива суседа умире од усамљености
- Жив организам који има више од три жива суседа умире од пренатрпаности
- Жив организам са два или три жива суседа преживљава и формира следећу генерацију
- Мртав организам са три жива суседа оживљава

Користећи сандучиће написати програм који симулира организам.

Game of Life

```
program GameOfLIfe;
const     numGenerations = ...;
     n = ...;
var       box : array [0..n-1, 0..n-1] of mbx;

function xStart(i : integer) : integer;
begin
     i := i - 1;
     if(i < 0) then xStart := 0;
     else xStart := i;
end;
...
function numOfNeighbours(i, j : integer) : integer;
begin
     numOfNeighbours := (xEnd(i) - xStart(i) + 1)*(yEnd(i) - yStart(i) + 1) - 1;
end;
```

Game of Life

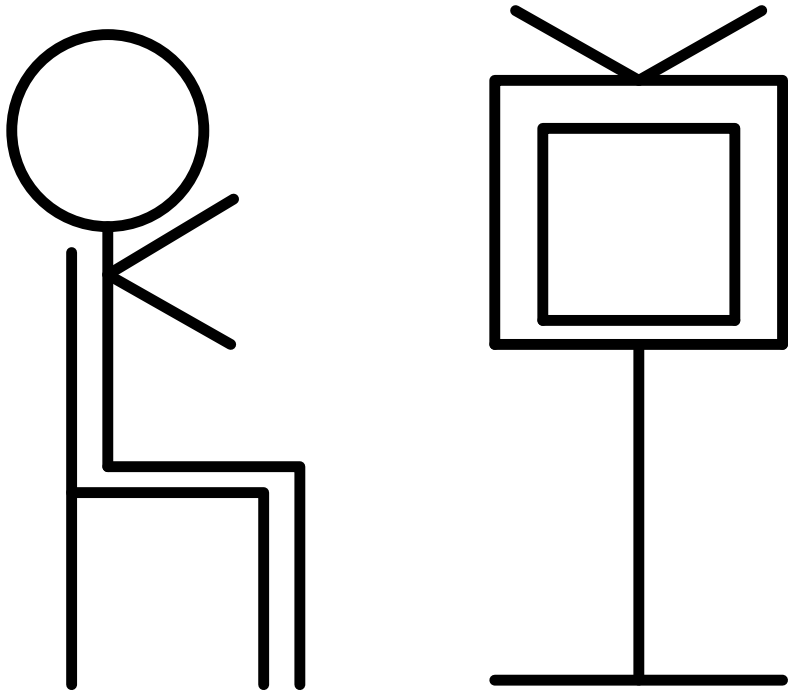
```
procedure Node(i : 1..n, j : 1..n);
var         p, q, k : integer;
    status, st : boolean;
    neighbours : array[0..1, 0..7] of msg;
    num : array[0..1] of integer;
    m : msg;
begin
    num [0] := 0;   num [1] := 0;
    for k := 1 to numGenerations do
    begin
            m.status := status;
            m.i := i;
            m.j := j;
            m.index := k;
```

Game of Life

```
        for p := xStart(i) to xEnd(i) do
                for q := yStart(j) to yEnd(j) do
                        begin
                                if((p <> i) or (q <> j)) then
                                        mbx_put(m, box[p, g]);
                        end;

        while (num [k mod 2] < numOfNeighbours(i, j)) do
        begin
                mbx_get(m, box[i, j], INF, st);
                neighbours[m.index mod 2, num[m.index mod 2]] := m;
                num[m.index mod 2] := num[m.index mod 2] + 1;
        end;
        num[k mod 2] := 0;
        calculateState(i, j, k, neighbours, status);
    end;
end;
```

Broadcast



Broadcast

Постоји повезан граф који се састоји из n чворова. Чворови могу да комуницирају само са суседним чворовима. Користећи сандучиће написати програм који поруку коју шаље један чвор прослеђује свим осталим чворовима у графу. Сваки чвор има информације само о својим суседима.

Broadcast

```
program Broadcast;
const     n = ...;
var       probe : array [1..n] of mbx;

procedure Node(p : 1..n);
var       links : array [1..n] of boolean; //neighbors of node p;
    m : msg;
    num : integer; //number of neighbors;
    q : integer;
    st : boolean;
```

Broadcast

```
begin
    init(p);
    mbx_get(m, probe[p], IN, st) ;
    //send m to all neighbors
    for q := 1 to n do
            if(links[q]) then mbx_put(m, probe[q]);
    //receive num-1 redundant copies of m
    for q = 1 to num-1 do
            mbx_get(m, probe[p], INF, st) ;
end;
procedure Initiator; //executed on source node S
var         m : msg; //message to broadcast;
    S : integer;
begin
    mbx_put(m, probe[S]);
end;
```

Broadcast

Постоји повезан граф који се састоји из n чворова. Чворови могу да комуницирају само са суседним чворовима. Користећи сандучиће написати програм који поруку коју шаље један чвор прослеђује свим осталим чворовима у графу. У овом решењу претпоставите да почетни чвор има информације о комплетној топологији графа.

Broadcast

```
program BroadcastTree;
const     n = ...;
type graph = array [1..n, 1..n] of boolean;
type msg = record
            data : message;
            spanningTree : graph;
     end;
var         probe : array [1..n] of mbx;
```

Broadcast

```
procedure Node(p : 1..n);
var     t : graph;
        m : msg;
        q : integer;
        st : boolean;
begin
    init(p);
    mbx_get(m, probe[p], INF, st) ;
    t := m.spanningTree;
    //send m to all children
    for q := 1 to n do
        if(t[p, q]) then mbx_put(m, probe[q]); //q is a child of p in t
end;
```

Broadcast

```
procedure Initiator; //executed on source node S
var        m : msg; //message to broadcast;
    S : integer;
    topology : graph; //network topology;
    t : graph; //spanning tree of topology;
begin
    initTopology(topology, t);
    m.spanningTree := t;
    mbx_put(m, probe[S]);
end;
```

Питања?

Захарије Радивојевић
Електротехнички Факултет
Универзитет у Београду
zaki@etf.rs