

Проширења ПМ

Проширења Петријевих мрежа: временска ПМ

Временским ПМ (*Timed PM*) се моделира трајање (кашњење) у процесу додељивањем трајања паљењу прелаза.

Предуслов: постојање временских типова података.

У случају временског типа, жетон поред своје стандардне структуре садржи и временску вредност - најранији временски тренутак у коме се жетон може искористити за паљење неког прелаза, тј. тренутак када жетон почиње да постоји.

Да би се ово омогућило, уводи се глобални сат који моделира време.

Проширења Петријевих мрежа: временска ПМ

Прелаз може запалити (догодити) када је омогућен и спреман (*ready*).

- Прелаз је омогућен, као и у случају невременске CPN, када се у његовим улазним местима налази бар онолико жетона колико је задато описом одговарајуће гране.
- Прелаз је спреман када је временска вредност жетона у улазним местима већа или једнака тренутном времену глобалног сата.

У одређеном моменту глобалног сата пале се сви прелази који су омогућени и спремни; затим се глобални сат помера на први временски тренутак у коме је следећи прелаз омогућен и спреман.

Проширења Петријевих мрежа: временска ПМ

Нека је паљењу прелаза t придружено трајање τ , и нека паљење t почиње у тренутку T_0 . Онда се паљење прелаза t састоји у:

- уклањању жетона из свих места $p \in {}^o t$ у тренутку T_0 ,
- додавању жетона у местима $p \in t^o$ са временским типом података у тренутку $T_0 + \tau$ и
- додавању жетона у местима $p \in t^o$ са невременским типом података у тренутку T_0 .

CPN Tools – Временски типови података (*Timed color sets*)

Сваки тип података може бити дефинисан као временски тип.

синтакса: `colset name = ... timed;`

пример: `colset E = unit with e timed;`

`colset Broj = int timed;`

`colset Svrha =with uplata | isplata timed;`

временески неструкт. тип под.

временски целобројни тип под.

временски набројиви тип под.

Пример

Испред мењачнице се налази 10 људи од којих неки хоће да замене динаре за евре (купе €) а неки да замене евре за динаре (продају €).

особа	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
купује €	100			500		200	100			300
продаје €		200	300		100			400	200	

У каси мењачнице се тренутно налази 500 € и 70000 динара. Продајни курс износи 122,49 динара а куповни 123,23 за један €.

Клијенти се услужују по FIFO правилу. Уколико мењачница нема довољно евра или динара, клијент се враћа на крај реда.

У мењачници ради један радник. Куповина евра траје 3 минута а продаја 4 зато што радник мора да провери исправност новчаница.

Моделирати помоћу ОПМ и симулирати добијену мрежу.

(* Standard declarations *)

```

colset UNIT = unit;
colset INT = int;
colset REAL = real;
colset DINARI=real;
colset EVRI=real;
colset Svrha = with kupuje | prodaje;
colset Klijent = product Svrha * EVRI;
colset Kasa = product EVRI * DINARI;
colset Red= list Klijent;
colset Radnik = unit with radnik timed;

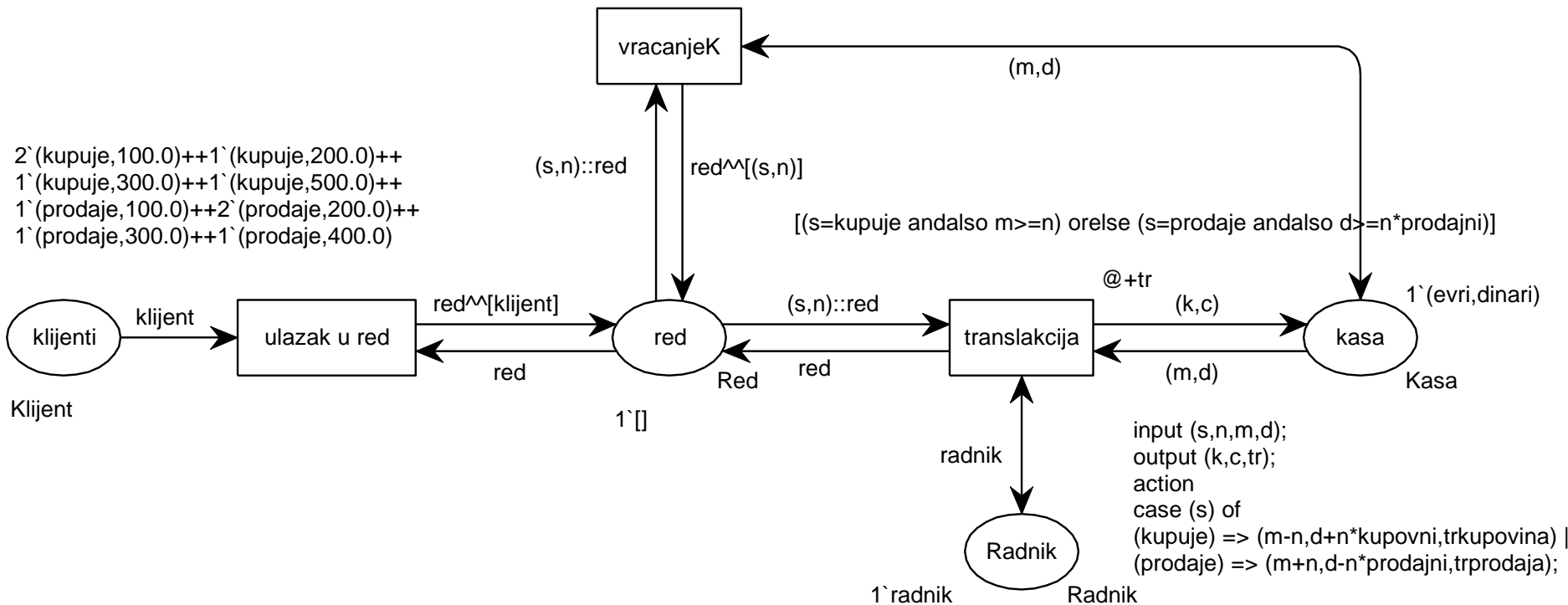
```

```

var klijent:Klijent;
var red: Red;
var n, m, k: EVRI;
var s: Svrha;
var d, c: DINARI;
var tr: INT;
val evri = 500.0;
val dinari = 70000.0;
val kupovni = 123.23;
val prodajni = 122.49;
val trkupovina = 3;
val trprodaja = 4;

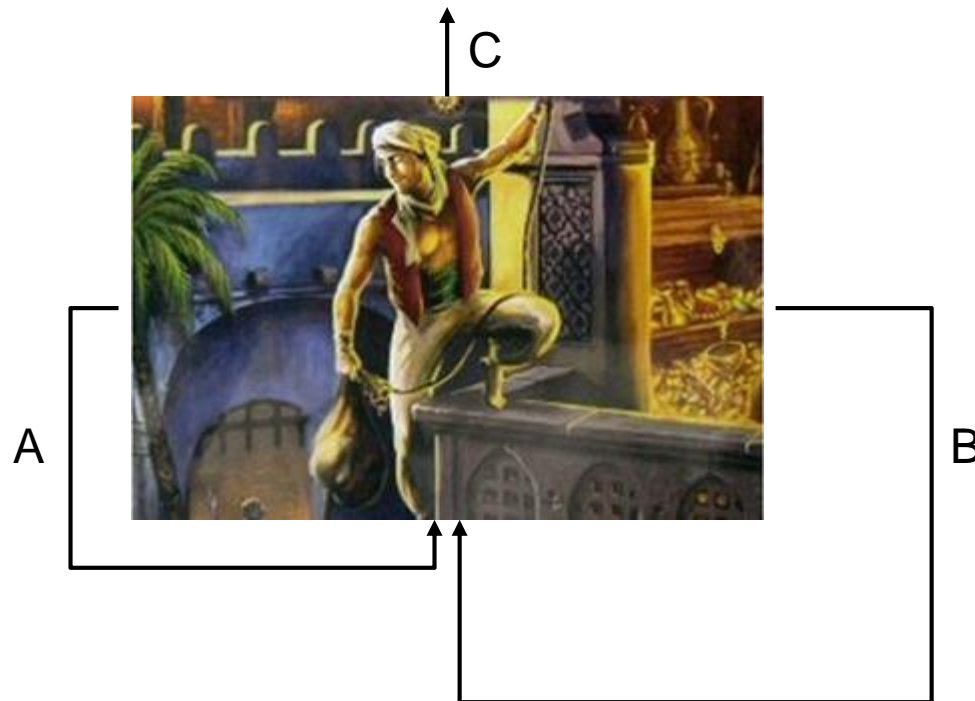
```

[(s=kupuje andalso m<n) orelse (s=prodaje andalso d<n*prodajni)]

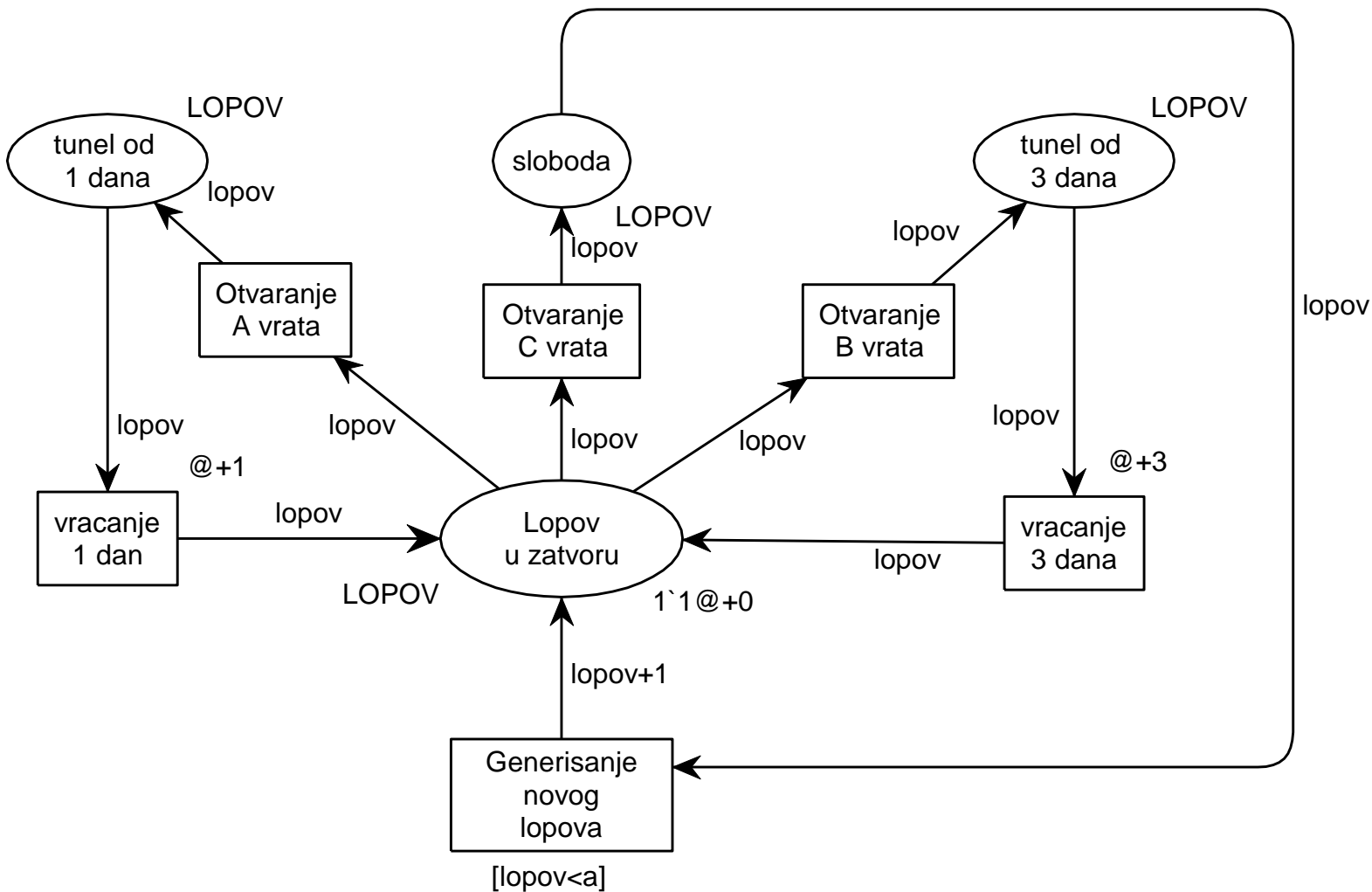


Багдадски лопов (*Thief of Baghdad problem*)

Лопов у затвору има троја врата кроз која може да прође. Врата А га воде 1 дан кроз тунеле који га враћају у затвор. Врата В га воде 3 дана кроз тунеле који га враћају у затвор. Врата С га воде у слободу. Сваки пут од удари главом и заборави кроз која врата је прошао. Уз претпоставку да може да бира врата колико пута жели, одредити очекивано време да се дочепа слободе.




```
(* Standard declarations *)
colset LOPOV = int timed;
var lopov: LOPOV;
val a=10000;
```



Проширења Петријевих мрежа: стохастичка ПМ

Стохастичка ПМ (*Stochastic PN*) је свака ПМ у којој постоје стохастичке величине (променљиве).

Стохастичке величине могу бити:

- трајање паљења прелаза,
- вредност жетона одређеног типа.

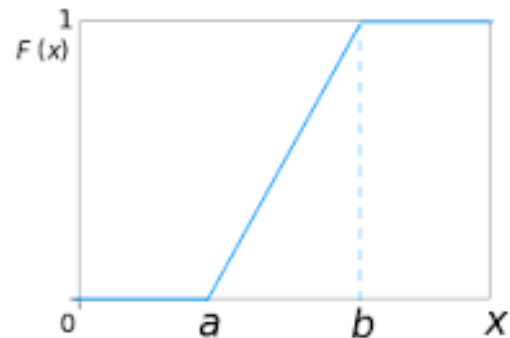
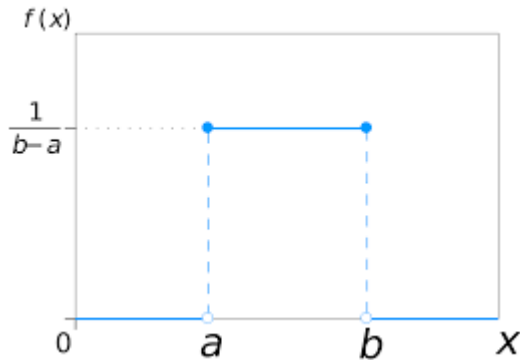
CPN Tools – Расподеле случајних величина

Uniform distribution

Униформна расподела

синтакса: `uniform(a:real, b:real) : real`

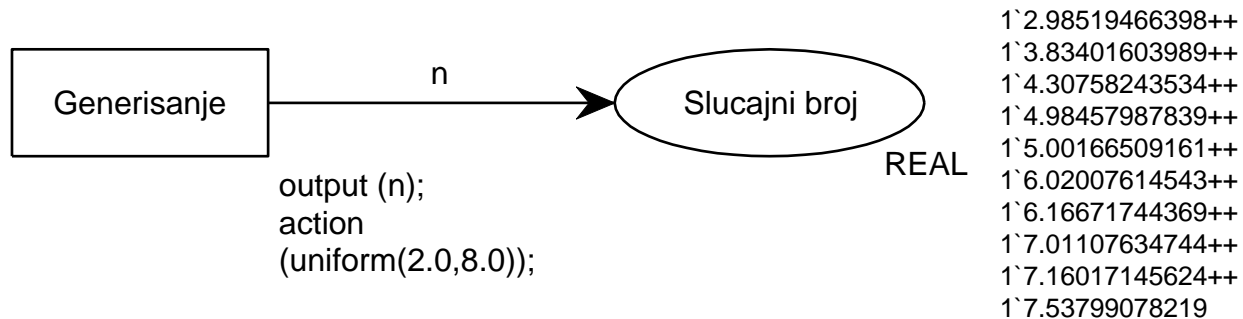
карактеристике: средина: $(a+b)/2$ варијанса: $((b-a)^2)/12$



CPN Tools – Расподеле случајних величина

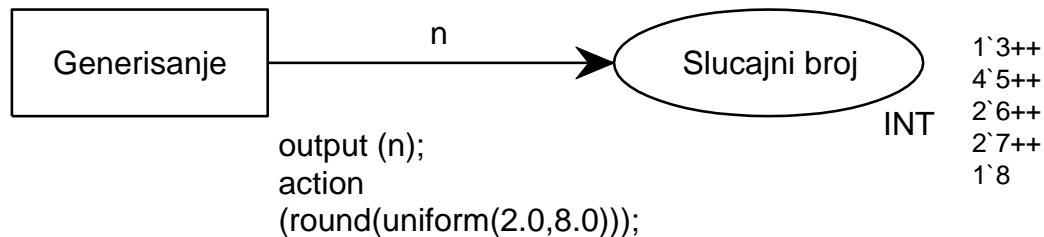
пример: `uniform(2.0, 8.0)`

генерисање случајног реалног броја



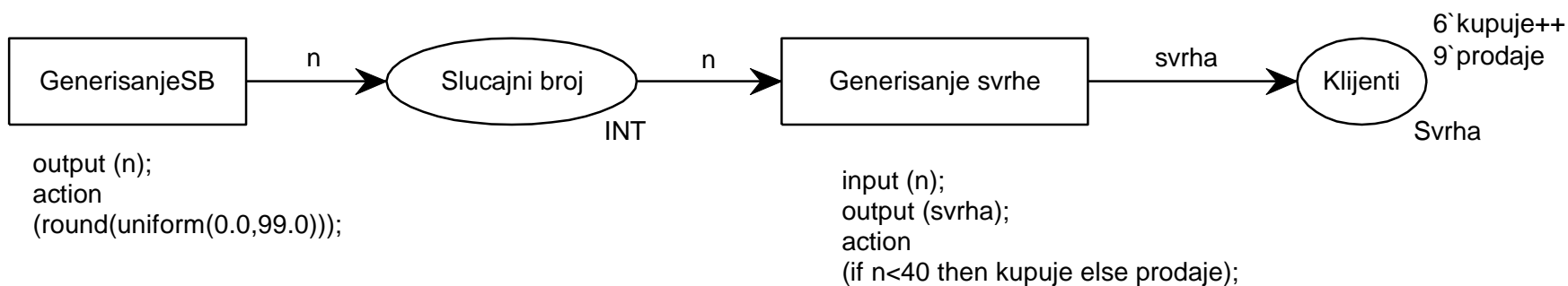
пример: `round(uniform(2.0, 8.0))`

генерисање случајног целог броја

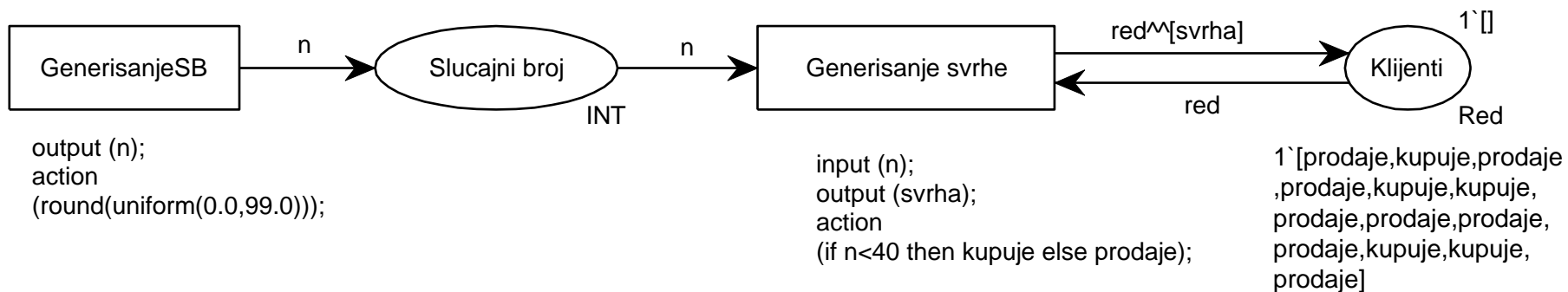


CPN Tools – Расподеле случајних величина

пример: У току дана 40% клијената долази пред мењачницу да би купило а 60% да би продало евре.

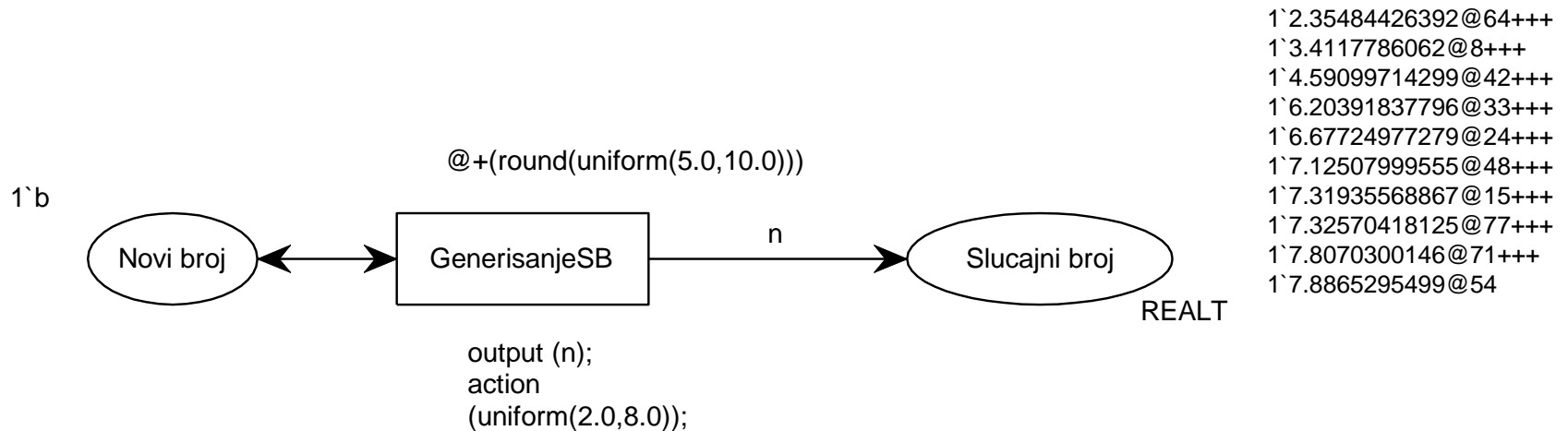


пример: Клијенти стају у ред.



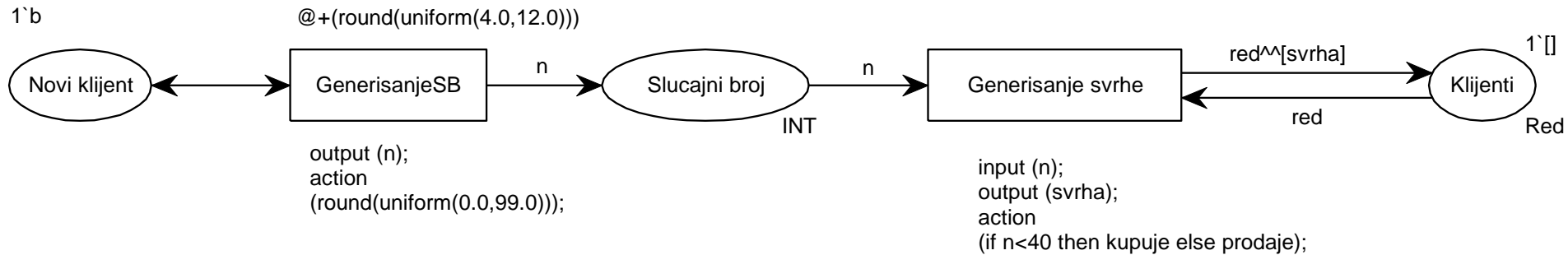
CPN Tools – Расподеле случајних величина

пример: Време генерисања новог реалног случајног броја је униформно распоређена величина између 5 и 10. Трајање паљења прелаза подлеже униформној расподели.



CPN Tools – Расподеле случајних величина

пример: Време између доласка два клијента је униформно распоређена величина између 4 и 12 минута.



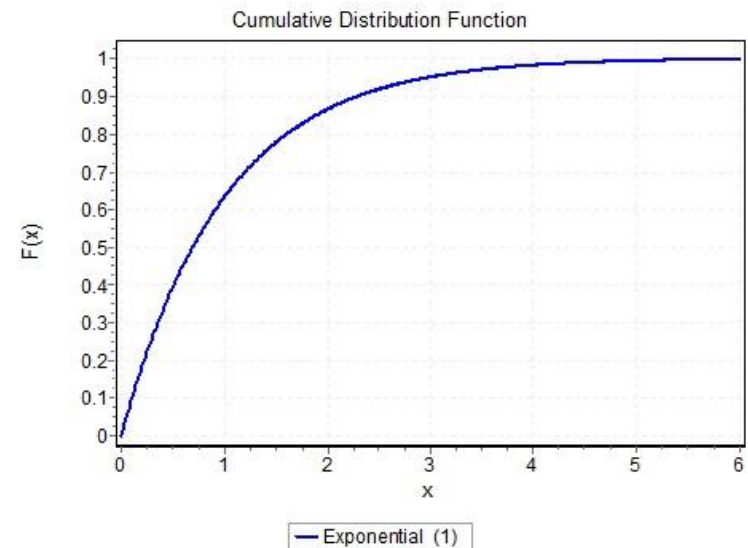
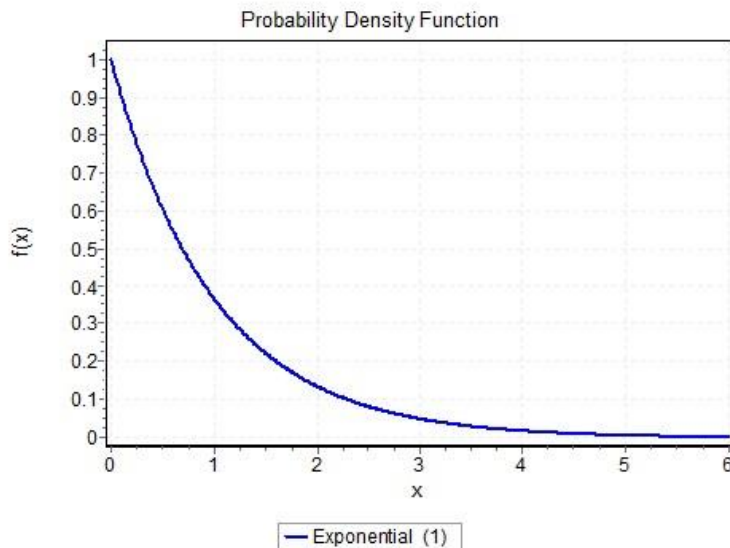
CPN Tools – Расподеле случајних величина

Exponential distribution

Експоненцијална расподела

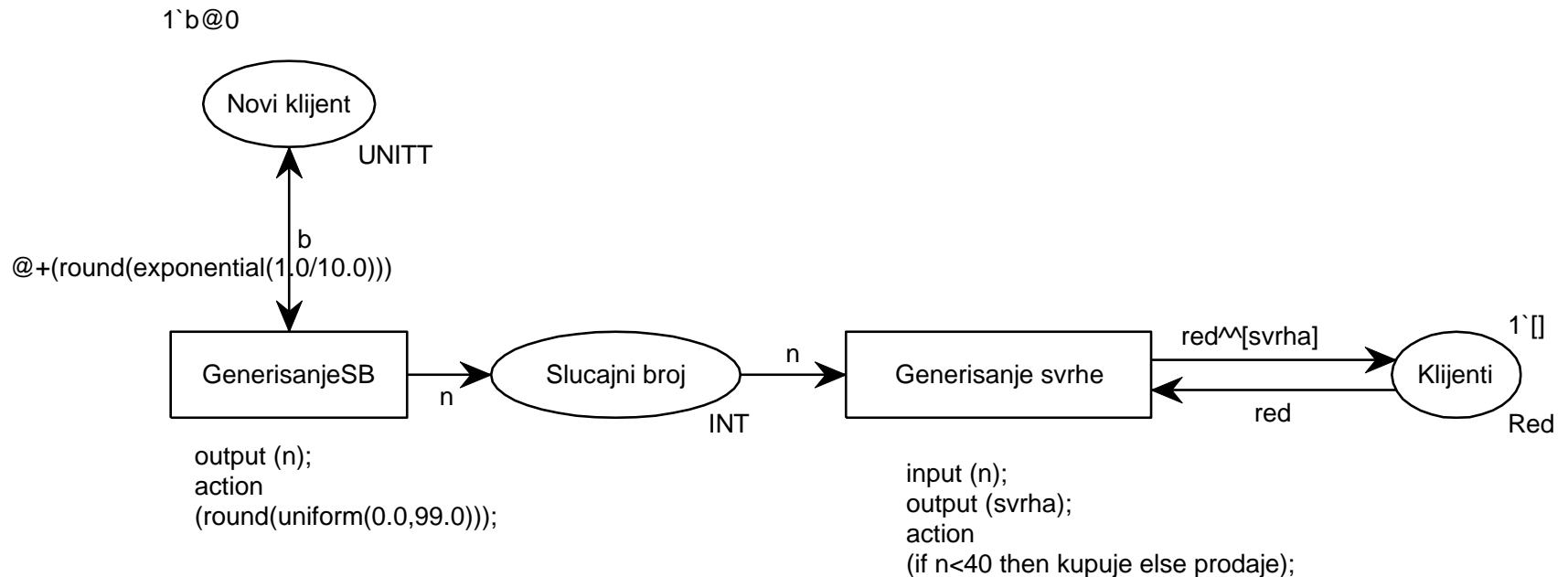
синтакса: `exponential(r:real) : real`

карактеристике: средина: $1/r$ варијанса: $1/r^2$



CPN Tools – Расподеле случајних величина

пример: Средње време између доласка два клијента је 10 минута и подлеже експоненцијалној расподели.



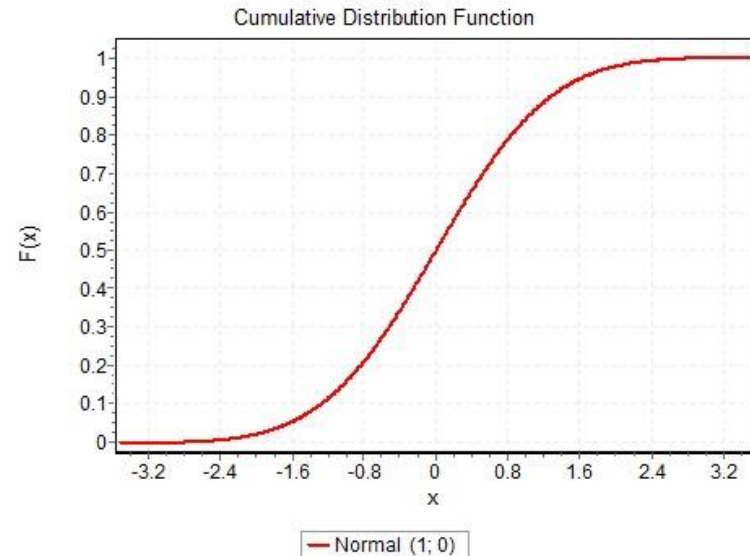
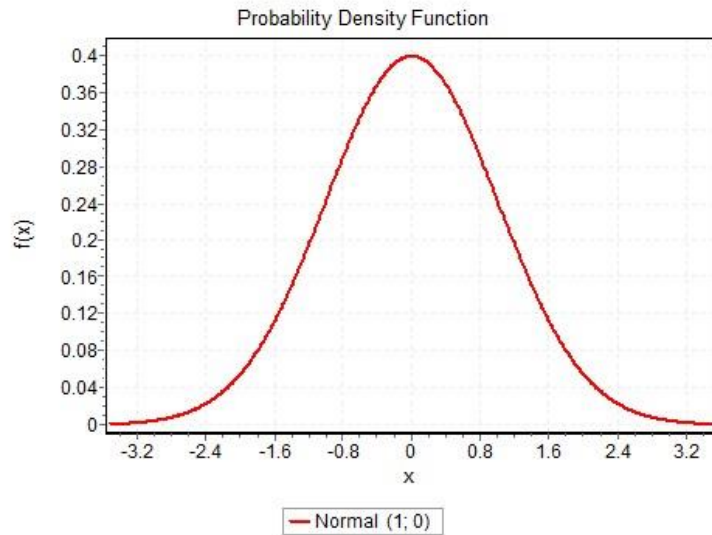
CPN Tools – Расподеле случајних величина

Normal distribution

Нормална расподела

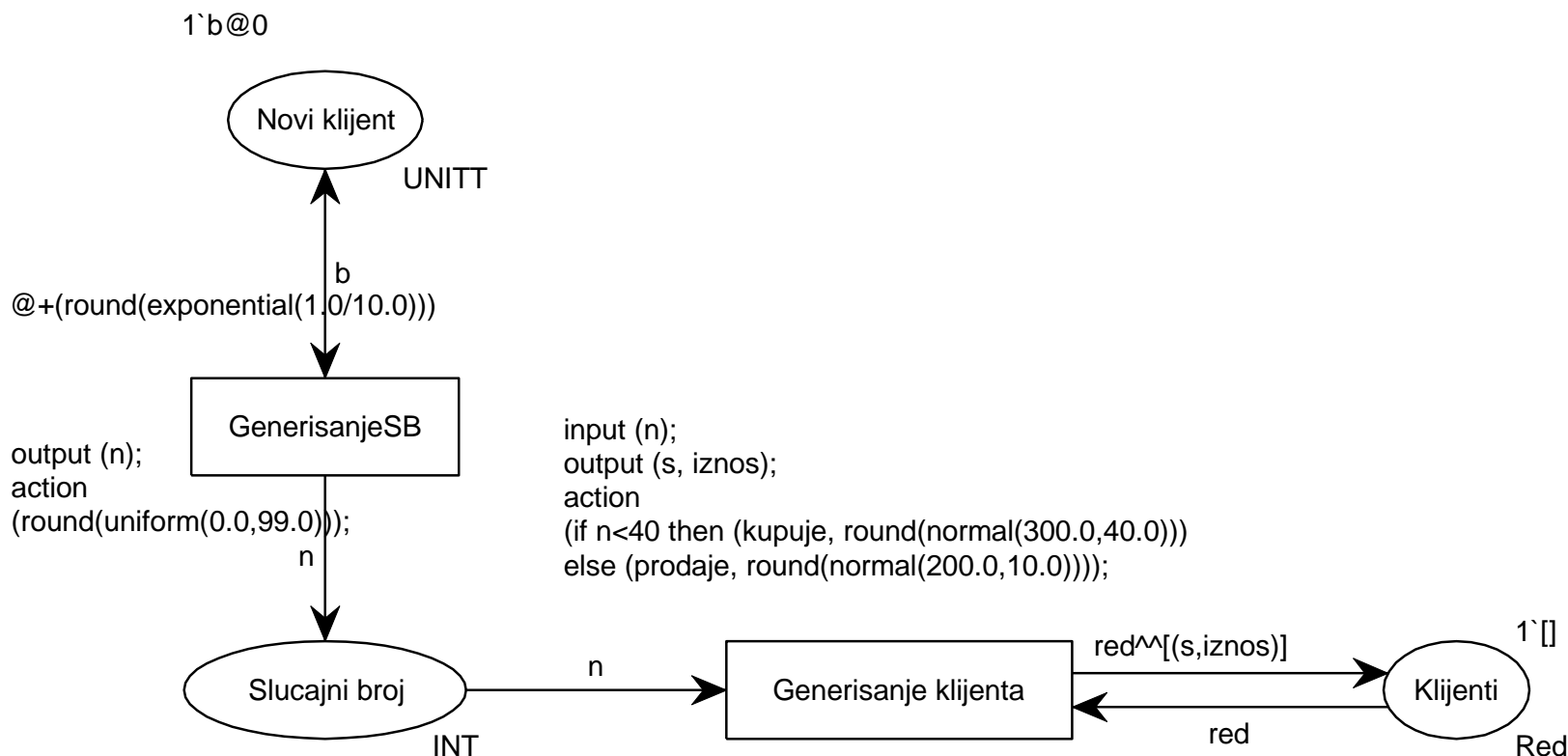
синтакса: `normal(n:real, v^2:real) : real`

карактериситке: средина: μ варијанса: σ^2



CPN Tools – Расподеле случајних величина

пример: Износи евра коју клијенти купују и продају подлежу нормалној расподели. Средња вредност куповине износи 300 евра са варијансом 40 а продаје 200 евра са варијансом 10.



CPN Tools – Расподеле случајних величина

пример: Сваком клијенту доделити и тренутак када је ушао у систем.

(* Standard declarations *)

```
colset UNITT = unit timed;
colset INT = int;
colset TIME = time;
colset EVRI = INT;
colset Svrha= with kupuje|prodaje;
colset Klijent = product Svrha * EVRI * TIME timed;
colset Red= list Klijent timed;
var n: INT;
var s:Svrha;
var iznos: EVRI;
var red: Red;
var b: UNITT;
var t: TIME;
```

