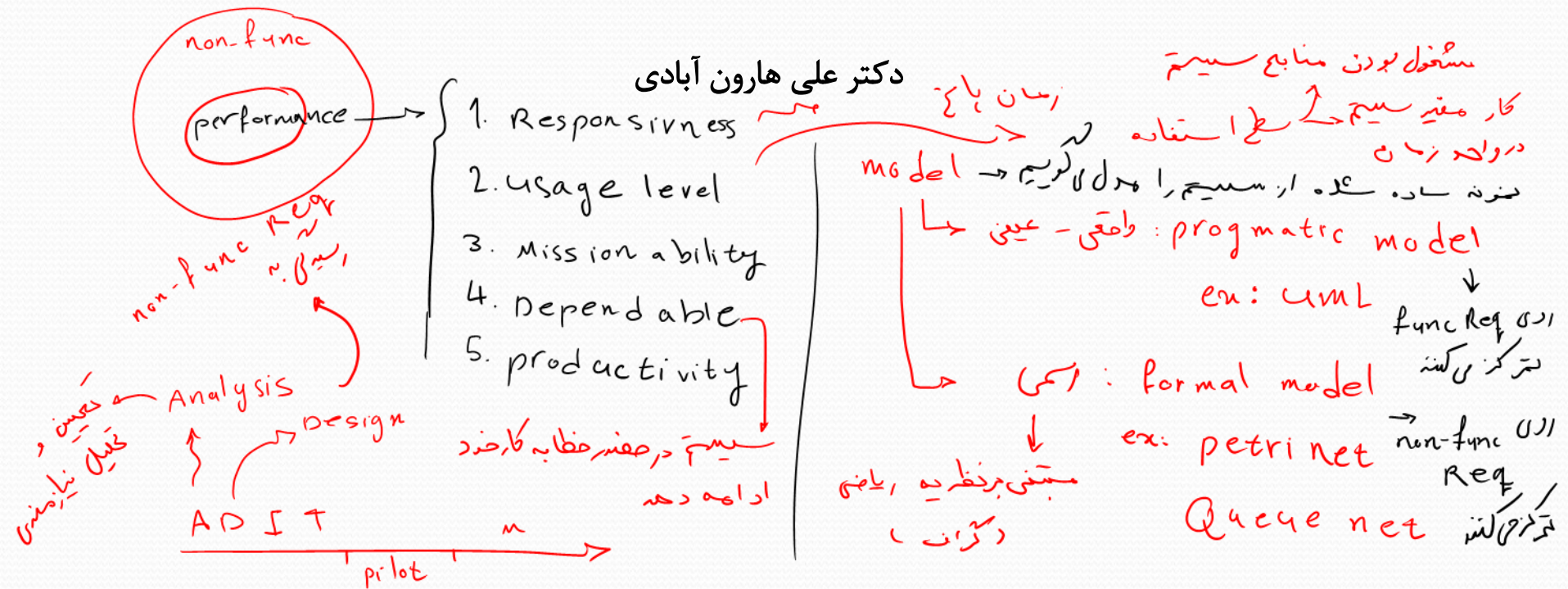


Requirement: 1. functional Req. Bus Rules → یعنی از مقدار کارسیم  
2. non-func Req. Quality نشأت گرفته است

شرطِ حاقابلیتی کہ  
مسیم باستہ د ا ا باء

# کاربرد شبکه های پتری در متدولوژی های نرم افزاری



## رئوس مطالب

- مروری بر شبکه های پتری و جایگاه آنها در متدولوژی های سنگین وزن
- مروری اجمالی بر یک مدل واقعی (Pragmatic Model)
- نقش نمودارهای UML در خصوص کارائی
- ارزیابی کارائی سیستم با استفاده از شبکه پتری رنگی



## شبکه های پتری

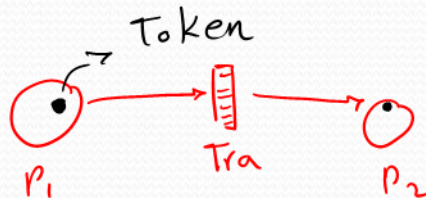
■ تعریف رسمی شبکه های پتری :  $C = (P, T, I, O)$

place ← Transition → out put  
input

■ نشانه گذاری شبکه های پتری (Petri net Marking)

✓ نشانه  $\mu$  گذاری شبکه پتری ، انتساب نشانه ها (Token) به مکان های شبکه پتری می باشد.

✓ یک انتقال آتش (Fire) می کند اگر توانا (Enable) شده باشد. انتقال در صورتی توانا می شود که هر مکان ورودی حداقل یک مهره داشته باشد. در ادامه انتقال بوسیله برداشتن یک مهره از هر مکان ورودی آن و سپس قرار دادن یک مهره در هر مکان خروجی آتش می کند.



Response Time Token :  $t_{wait} + t_{process}$   
انتظار      پردازش  
wait      process

## شبکه پتری رنگی (Coloured Petri Net)

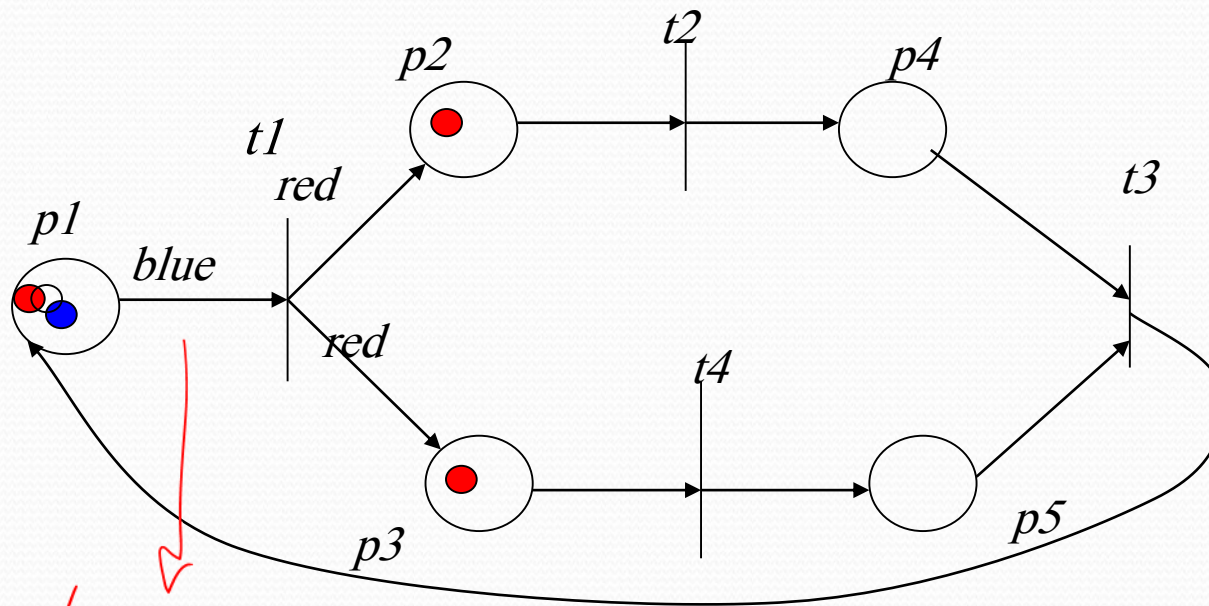
در شبکه پتری رنگی نشانه ها دارای خصوصیاتى مى باشند که به آنها رنگ گفته مى شود. رنگ نشانه ها در واقع مبین تعلق نشانه ها به گروه ها متفاوت و تمایز رفتارشان در شبکه است. مفهوم رنگ برای نشانه ها مشابه مفهوم زنجیره ها یا رده ها در شبکه های صف است.

هر نشانه یک شیء داده ای از یک نوع داده ای یا یک ساختار داده ای تعریف شده توسط کاربر است.



# شبکه پتری رنگی (ادامه)

cpn



زمانی fire کنه که توکن آبی در  
 p1 حضور داشته باشه  
 بعد از fire ، توکن های قرمز در  
 p2 و p3 قرار می گیرند

مروری اجمالی بر یک مدل واقعی (Pragmatic Model)  
و تبدیل آن به مدل رسمی (Formal Model)



راهکار دوم بهره گیری از نگاشت نمودارهای عینی به رسم است. SPE در کنار رسیدگی به نیازهای وظیفه مند، رسیدگی به نیازهای غیر وظیفه مند نیز برجه می کند.

## مهندسی کارائی نرم افزار (SPE)

یگزیر هم مدل های واقعی و هم رسمی به یک اندازه حجم هستند

یک روش (یک رویکرد سیستماتیک و کمی) برای ساخت سیستمهای نرم افزاری است، بگونه ای که اهداف کیفی را مشاهده نمایند.

راهکار پیشنهادی مهندسی کارائی نرم افزار جهت ایجاد بستر مناسب برای مدلسازی و ارزیابی کارائی نرم افزار در طول فرایند توسعه نرم افزار : استفاده از زیرنمایه کارائی در UML

مرسگوئر رویکرد SPE (رویکرد مبتنی بر سناریو) را بازبینی نموده و در رویکرد خود نقش نمودارهای UML را در خصوص کارائی مورد توجه قرار داد.

نمودارهای UML: همچنین SPE جهت رسیدگی به نیازهای غیر وظیفه مند، در راهکار، اعمی می کند:

✓ نمودارهای رفتاری: راهکار اول مستقیم بر روی مدل های عینی (pragmatic model) اقدام به

✓ نمودارهای ساختاری: ارزیابی نیازهای غیر وظیفه مند می کند: به عنوان مثال با استفاده از حالتی نظری

✓ نمودارهای پیاده سازی: کارایی (performance annotation) تعداد کسبه و برجیب ها را در کنار UML جهت تر صفیات مترام دهد. این روش مرسوم نبوده و به ندرت استفاده می گردد.

## نقش نمودار مورد کاربری در خصوص کارائی

- با نمودار مورد کاربری می توان مشخص نمود هر عامل به چه میزان از سیستم استفاده می نماید.
- نمودار مورد کاربری (  $m$  کاربر و  $n$  مورد کاربری):

کثرت استفاده کاربر  $i$  ام از سیستم:  $p_i (i = 1, \dots, m)$

احتمال آنکه  $i$  امین کاربر از مورد کاربری  $j$  ام استفاده نماید:  $P_{ij}$

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1$$

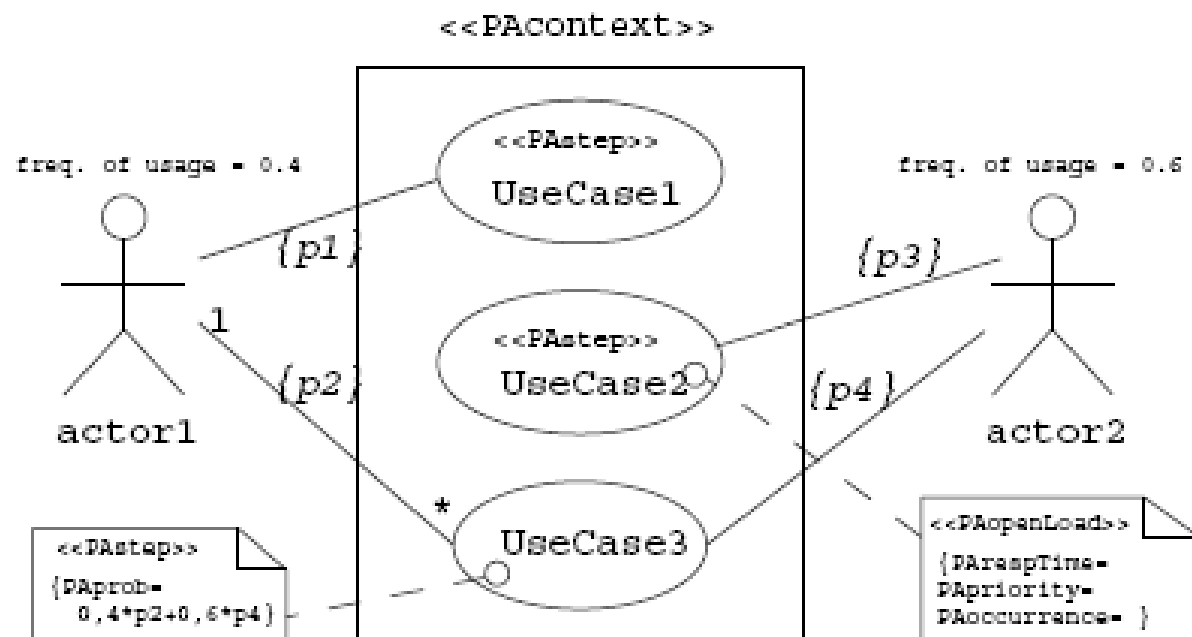
$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$$

آنگاه احتمال آنکه نمودار ترتیبی متناظر با مورد کاربری  $x$  مورد استفاده قرار گیرد برابر است با:

$$P(x) = \sum_{i=1}^m p_i \times P_{ix}$$



## نقش نمودار مورد کاربری در خصوص کارائی





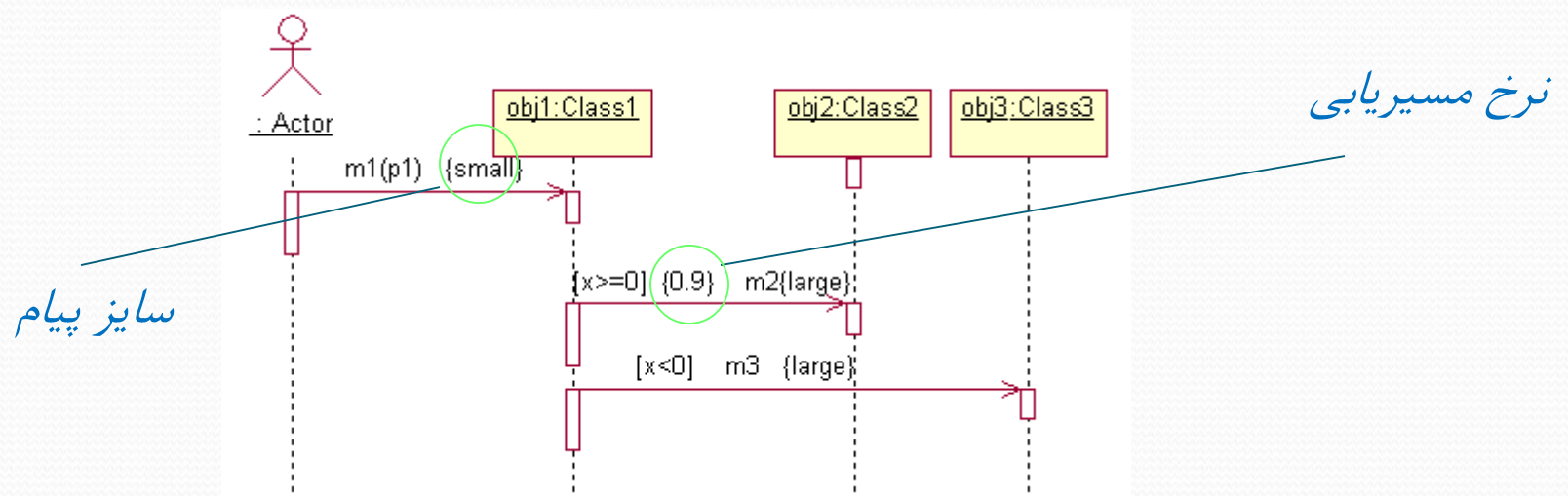
# نمودار ترتیبی

## Sequence Diagram



## نقش نمودار ترتیبی در خصوص کارائی

زمان پاسخ در سیستمهای توزیع شده به سائز پیام و سرعت شبکه وابسته است .



## تعاریف برچسب دار جهت نمودارهای مورد کاربری و ترتیبی

مقدار مرجع	نوع *	یادداشت نگاری	
پیوند انجمنی	A	احتمال آنکه یک عامل مورد کاربری را اجرا نماید	نمودار مورد کاربری
پیام	B	احتمال برقرار شدن شرط پیام و ارسال آن	نمودار ترتیبی
پیام	C	سایر پیام	

\* A = استفاده از سیستم، B = نرخ مسیریابی و C = بار سیستم

با توجه به آنچه در دو نمودار فوق بررسی شد، تعاریف برچسب دار را می توان به سه دسته زیر تقسیم نمود:

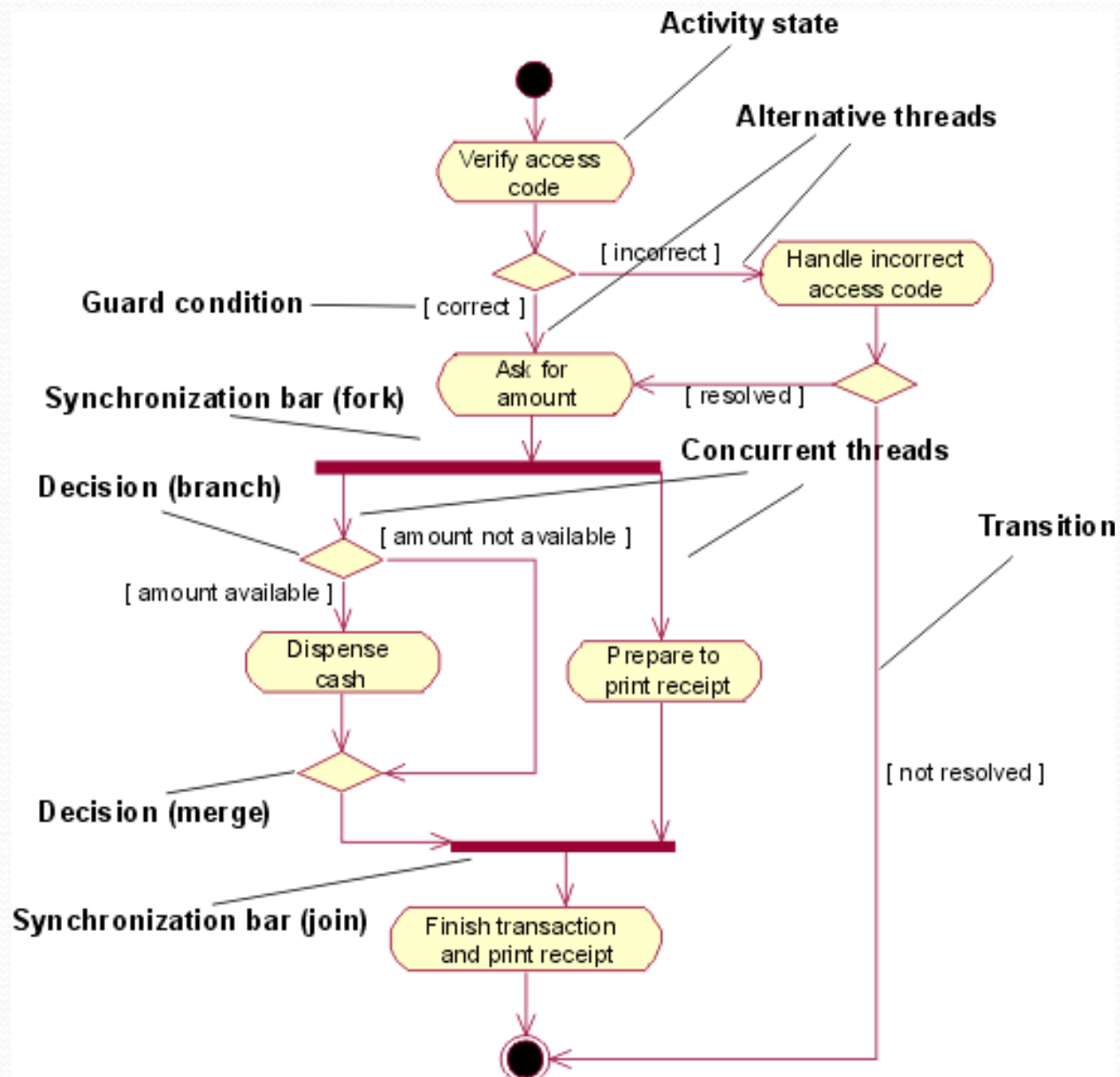
بار سیستم، نرخ مسیریابی و استفاده از سیستم





# نمودار فعالیت Activity Diagram

# مثالی از نمودار فعالیت "دریافت وجه" در ATM

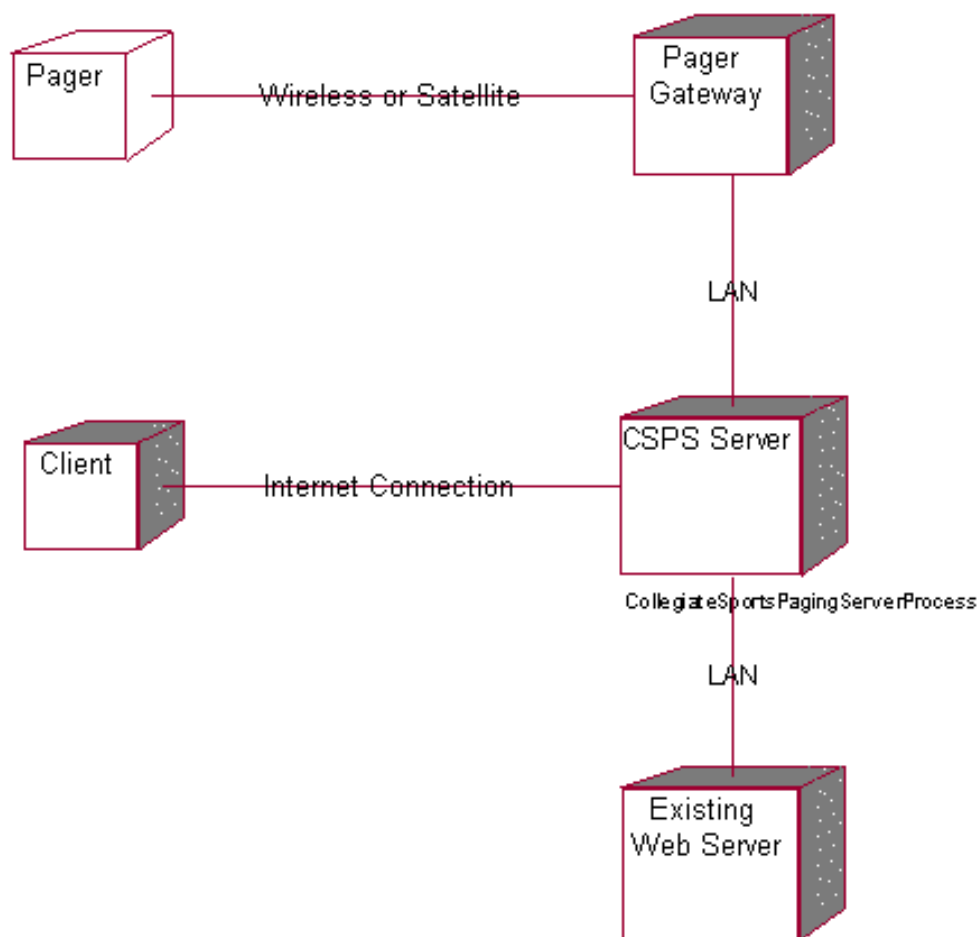






# نمودار استقرار Deployment Diagram

## مثالی از نمودار استقرار



نمودار استقرار  
تمامی گره های  
شبکه ، ارتباطات  
میان آنها و  
فرایندهایی که بر  
روی آنها اجرا می  
گردد را نمایش می  
دهد .



# مدلسازی و ارزیابی کارائی سیستمهای نرم افزاری

## ■ استفاده از مدل‌های رسمی

✓ شبکه صف (Queuing Network)

✓ شبکه پتری (Petri Net)

## ■ انتخاب مدل رسمی

در مدل نمودن کارائی سیستمهای کامپیوتری به دو جنبه مهم می بایست توجه نمود:

✓ مجادله برای منابع

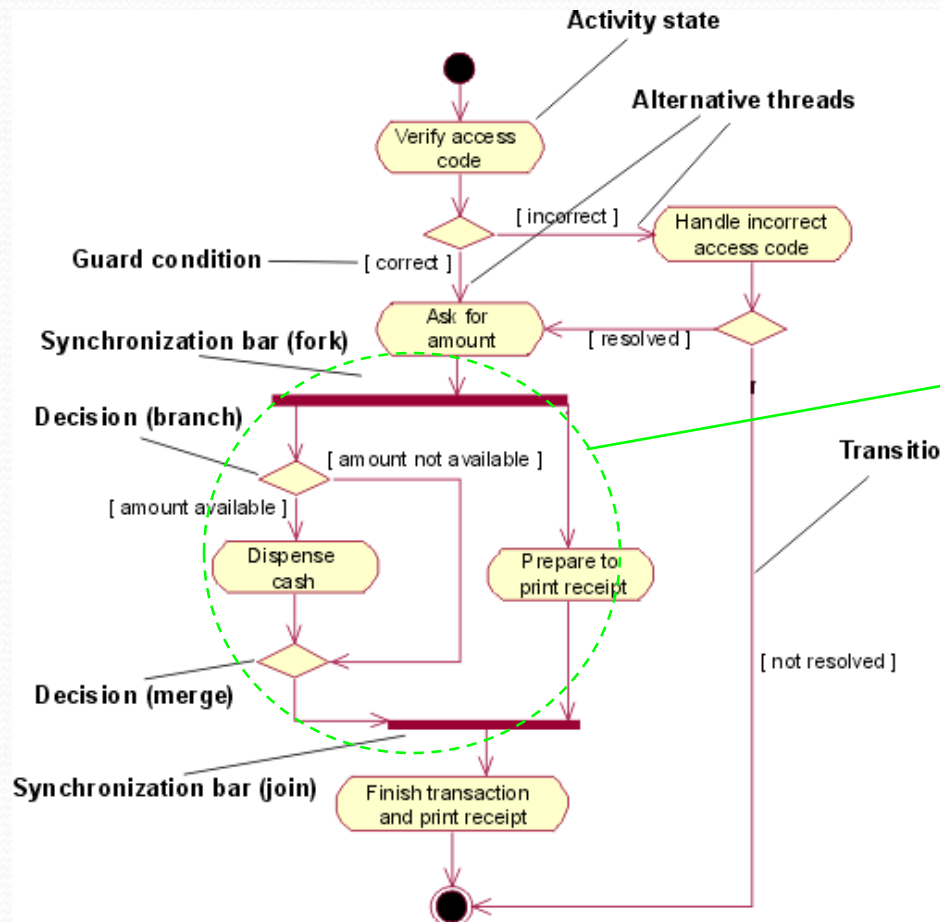
✓ همگام سازی بین فعالیتهای مختلف همزمان

(Synchronization between various concurrent activities)

شبکه صف ×

✓ شبکه پتری

# انتخاب شبکه پتری بعنوان مدل رسمی



Concurrent threads



# ارزیابی کارائی سیستم با استفاده از شبکه پتری رنگی

## ■ مشخصات روش

- ارزیابی کارائی نرم افزار با استفاده از CPN
- بهره گیری از نمایه استاندارد UML (زیرنمایه کارائی)
- استفاده از نمودارهای مورد کاربری ، فعالیت و استقرار

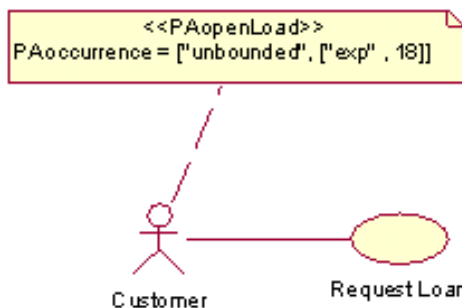
نمودار مورد کاربری، بارکاری سیستم را نمایش می دهد. نمودار استقرار، طرحی از منابع فیزیکی سیستم ارائه نموده و نمودار فعالیت، تقاضای سرویس از منابع را جهت فعالیتهای مختلف بیان می نماید.

## زیرنمایه کارائی در نمودار مورد کاربری

هر عامل (Actor) در نمودار مورد کاربری دنباله ای از درخواستها را بیان می نماید.

■ کلیشه `<<PAopenLoad>>` : دنباله درخواستها نامحدود باشد.

✓ تعریف برچسب دار "PAoccurrence" : زمان میان دو درخواست متوالی



■ کلیشه `<<PAClosedLoad>>` : دنباله درخواستها محدود باشد.

✓ تعریف برچسب دار "PApopulation" : تعداد کل درخواستهای موجود در سیستم

✓ تعریف برچسب دار "PAextDelay" : بازه زمانی میان یک درخواست کامل شده و

تعامل بعدی با سیستم



## زیرنمایه کارائی در نمودار فعالیت و استقرار

زیرنمایه کارائی در نمودار فعالیت :

- کلیشه `<<PAstep>>` : هر حالت کنش (Action State) با این کلیشه، درخواست سرویس خود را از یک منبع سیستم اعلام می دارد .

✓ تعریف برچسب دار "PAhost" : نام منبع

✓ تعریف برچسب دار "PAdemand" : تقاضای سرویس

زیرنمایه کارائی در نمودار استقرار :

- کلیشه `<<PAhost>>` : منابع موجود در نمودار استقرار با این کلیشه بیان می شوند.

✓ تعریف برچسب دار "PARate" : نرخ پردازش پردازنده

✓ تعریف برچسب دار "PASchdpolicy" : خط مشی زمانبندی ( بعنوان مثال  
(LIFO ,FIFO

## کلیشه ها و برجسبهای مرتبط به عناصر UML

UML Diagram	Eleman in UML	Stereotype	Tag
Use Case Diagram	Actor	<<PAopenLoad>>	PAoccurrence
		<<PAclosedLoad>>	PApopulation PAextDelay
Activity Diagram	Action State	<<PAstep>>	PAhost PAdemand
	Transition	-----	PAProb
Deployment Diagram	Node	<<PAhost>>	PASchdpolicy PArate



## استفاده از شبکه پتری رنگی جهت ایجاد مدل کارائی

- مدل CPN از T انتقال و C رنگ مختلف که نشان دهنده تعداد کلاسهای مشتریان است ، تشکیل شده است.
- انتقالها در CPN منابع مدل UML را نمایش می دهند.
- برای هر عامل با کلیشه <<PAClosedLoad>> یک انتقال اضافه در CPN تعریف می گردد ، که زمان صرف شده بین پایان یک تعامل با سیستم و شروع تکرار بعدی آن را بیان می نماید (بعنوان مثال زمان تفکر کاربر).
- عاملهای متعدد ، بارکاری متفاوتی را در سیستم به همراه خواهند داشت. در چنین حالتی مدل CPN می تواند به چندین زیر مدل CPN که از یکدیگر مستقل می باشند ، تجزیه گردد. هر زیر مدل بارکاری مربوط به خود را خواهد داشت.
- درخواستهای متعلق به یک زیرمدل می توانند دارای چندین کلاس باشند.
- کلاسهای موجود در هر زیرمدل با رنگ های مختلف در مدل CPN نمایش داده می شوند.

## نمادهای مورد استفاده در الگوریتم ایجاد مدل کارائی

$C$	Numbers of customer classes (colors in CPN)
$T$	Numbers of transitions
$Pr = Pr[i,r,j,s]$	Probability that a customer of class $r$ completing its service at transition $i$ by enters transition $j$ as a class $s$ customer
$SR = SR[j,s]$	Service rate of class $s$ customers at transition $j$
$\lambda = \lambda[r]$	Arrival rate of class $r$ customers (only for open CPN)



## قواعد ضروری جهت ایجاد مدل کارائی (ادامه)

- ورودی در شبکه پتری باز به انتقالی وارد می شود که کنش آغازین نمودار فعالیت از آن منبع استفاده می نماید.
- نرخ ورود به شبکه پتری برابر با برچسب PAoccurrence در عاملی می باشد که برای محقق نمودن مورد کاربری خود از نمودار فعالیت استفاده نموده است.
- نگاشت برچسب ها (در UML) به صفات (در CPN)


	Tag (in UML)	Attribute (in CPN)
Use Case Diagram	PAoccurrence	arrival rate[x]
	PApopulation	population[x]
	PAextDelay	extdelay[x]
Activity Diagram	PAhost	resource[act]
	PAdemand	demand[act]
	PAprob	Pr[t]

\* x is the actor

## بستر الگوریتم ایجاد مدل کارائی

- از یک منبع چند کنش در سیستم می توانند استفاده نمایند. برای پشتیبانی از این موضوع در مدل CPN صفات زیر را تعریف می نماییم:

$$RES = \{r_1, r_2, \dots, r_T\}$$

 *Counter [r]* بیانگر مجموع کنشهایی می باشد که سرویس از res درخواست می نمایند.

$$identity [r_i] = i \quad \text{for each } r_i \in RES$$

مجموعه کنشهایی که از منبع  $r$  استفاده می نمایند را به صورت زیر نمایش می دهیم:

$$ACT = \{act_1, act_2, \dots, act_m\}$$



## بستر الگوریتم ایجاد مدل کارائی (ادامه)

برای هر منبع  $r \in RES$  ، تمامی کنشهای در مجموعه

$$\{act \in ACT \mid resource(act) = r\}$$

را با یک عدد منحصر بفرد در بازه  $[1, 2, ..., counter[r]]$  برچسب می زنیم.  
(  $indicator[act]$  )

# الگوریتم تبدیل مدل UML به مدل CPN جهت ارزیابی کارایی نرم افزار (عامل با کلیشه <<PAopenLoad>>)

■ مقادیر صفات زیر مشخص گردند :

$$counter[r] \quad \forall r \in RES,$$
$$indicator[act] \quad \forall act \in ACT,$$
$$C = \max_{r \in RES} \{counter[r]\}$$

■ مقادیر  $Pr$  محاسبه گردد.

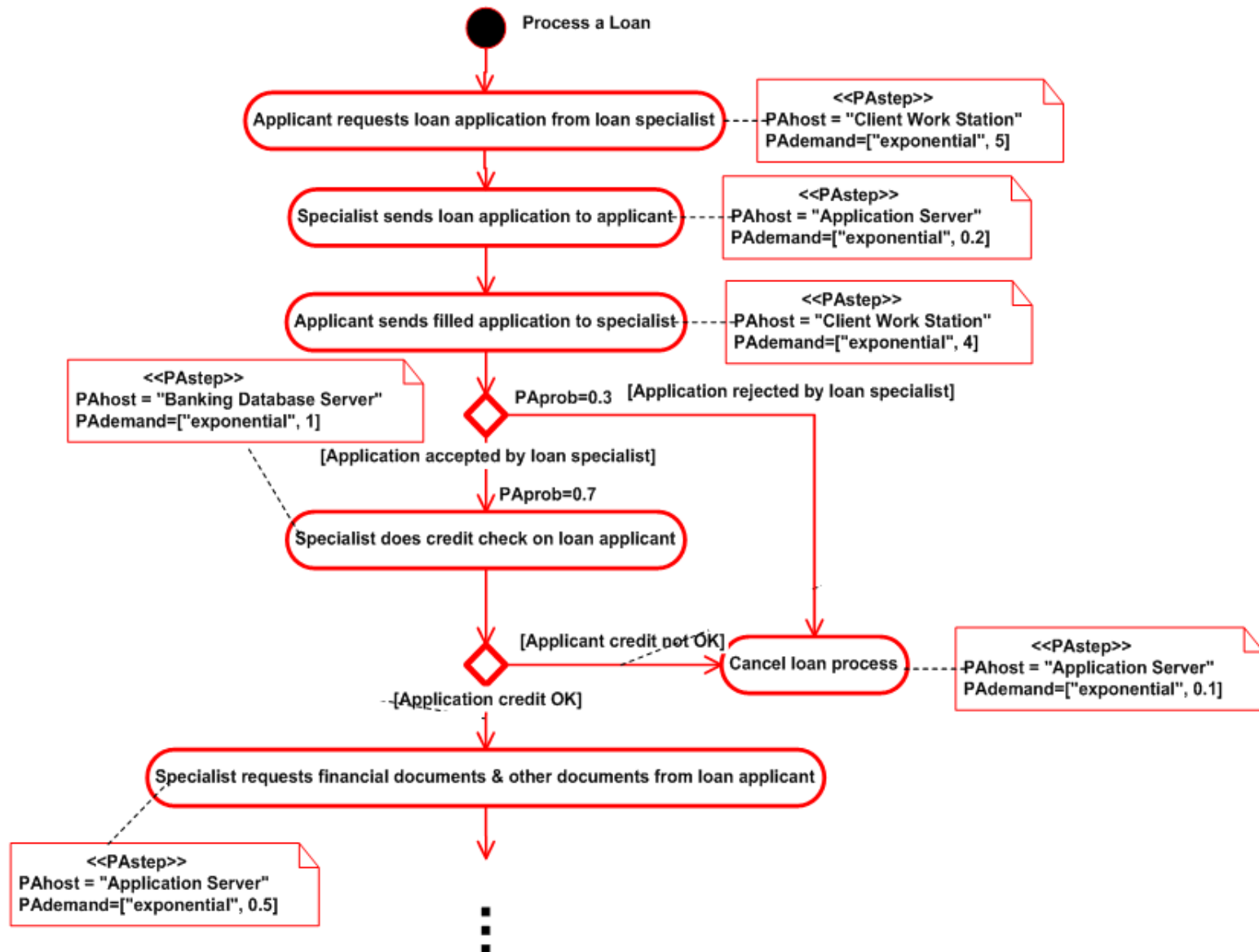
$$T = |R|$$

■ مقادیر نرخ پردازش و نرخ ورود بصورت زیر محاسبه گردد:

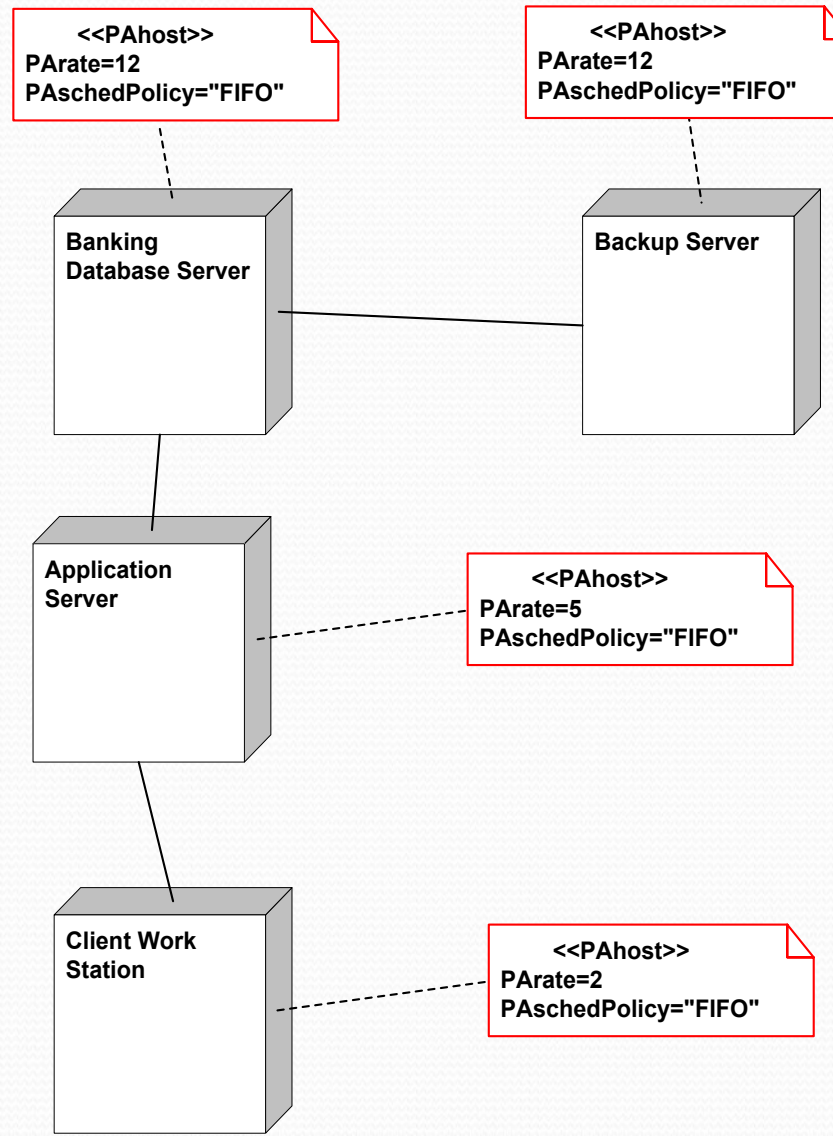
$$SR = rate[r] / demand[act]$$
$$\lambda[r] = arrivalrate[X]$$



# نمودار فعالیت به همراه حاشیه نگاری (کلیشه ها و مقادیر برچسب دار) کارائی

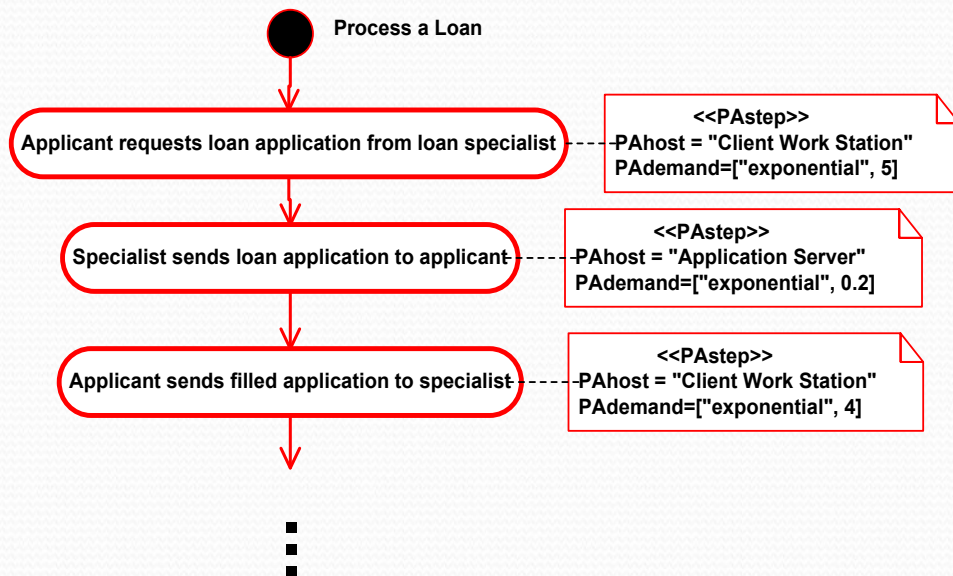


# نمودار استقرار به همراه حاشیه نگاری کارائی جهت سیستم تسهیلات بانک





# مدل CPN جهت سه کنش اولیه (سیستم تسهیلات بانک)



Action 1

RES = 4  
indicator = 1

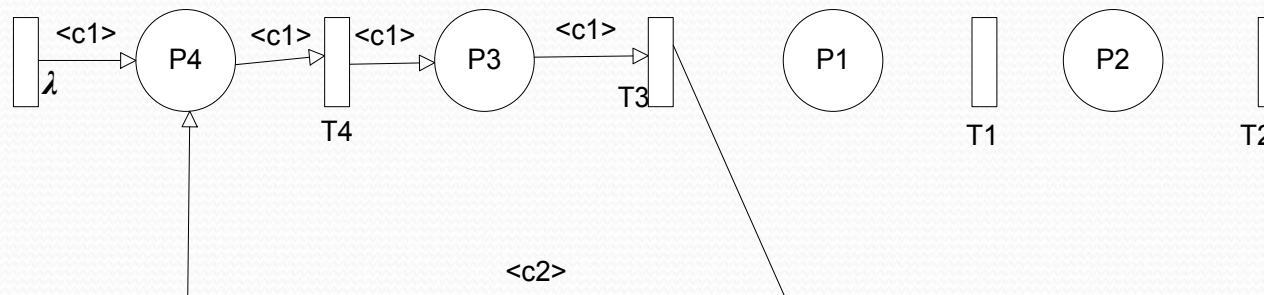
Action 2

RES = 3  
indicator = 1

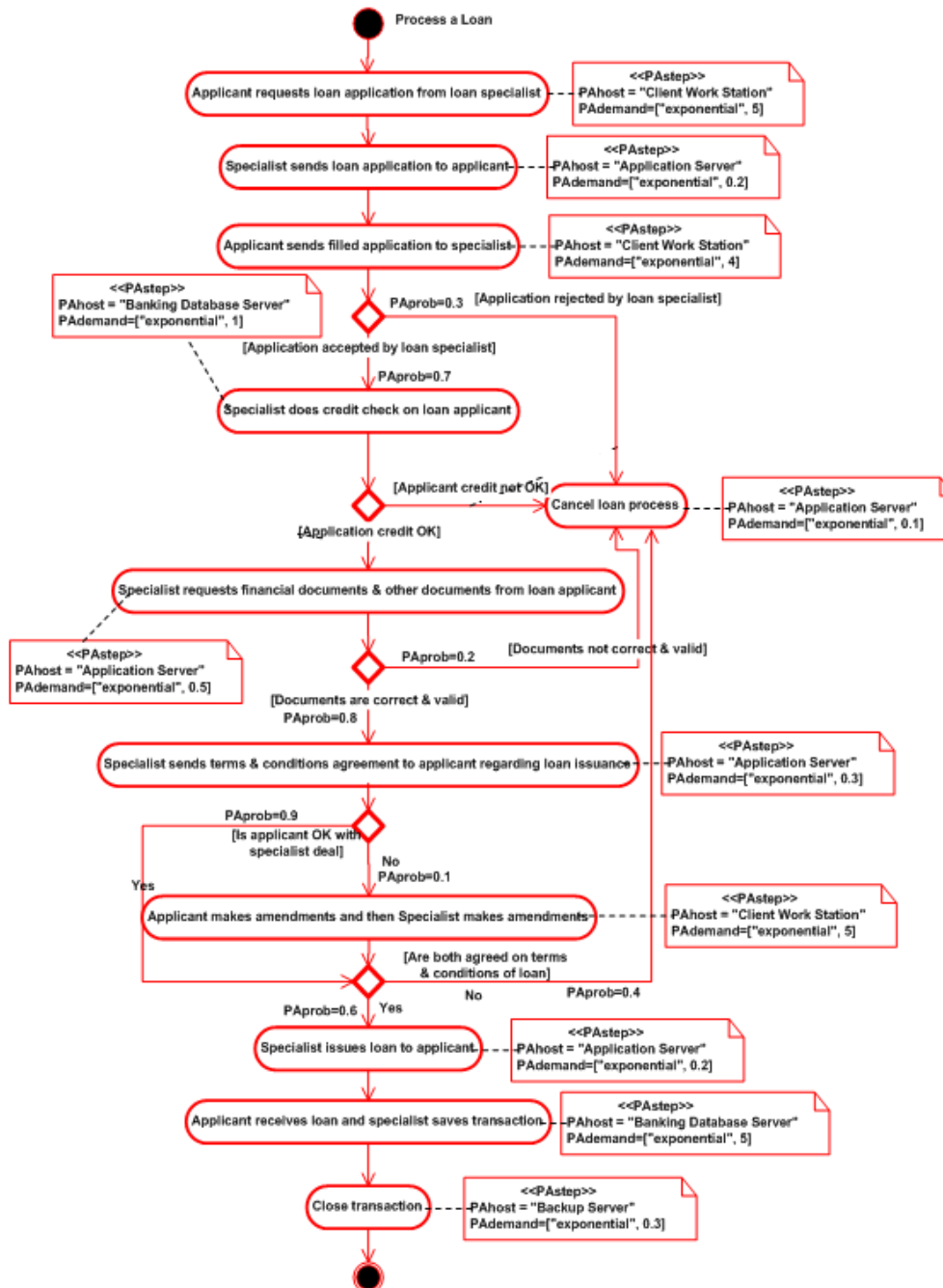
Action 3

RES = 4  
indicator = 2

⋮

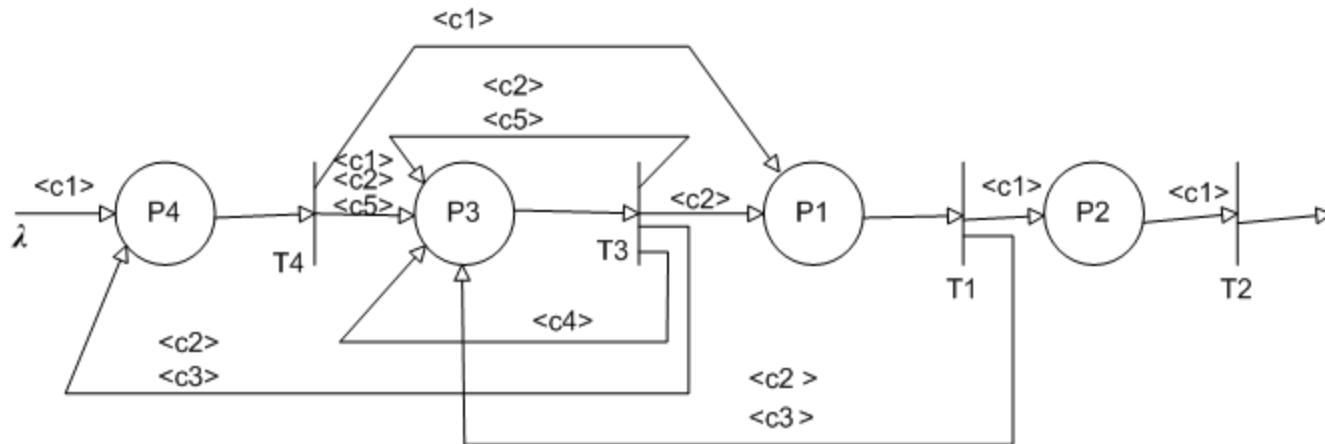


## نگاری (کلیشه ها و مقادیر برچسب دار) کارائی





## مدل CPN جهت ارزیابی کارایی سیستم



## تحلیل مدل CPN

■ شبکه فوق دارای پنج رنگ  $(c1, c2, c3, c4, c5)$  بوده و نرخ ورود  $\lambda$  می باشد .

■ با فرض آنکه مورد کاربری مرتبط با نمودار فعالیت دارای برجسب  
 $PAoccurrence=["exponential", 10]$

$$\lambda = 1/10$$

می باشد ، خواهیم داشت:

```
<<PAopenLoad>>
PAoccurrence=["exponential", 10]
```



■ “PAdemand” جهت کنشهایی که از منبع Application Server استفاده می نمایند،  
 به ترتیب مقادیر مقابل را دارا می باشد:  $\{0.2, 0.1, 0.5, 0.3, 0.2\}$

■ نرخ آتش در انتقال شبکه پتری برای منبع Application Server برابر است با:  
 $SR = rate[res]/demand[act] = (25, 50, 10, 16.666, 25)$

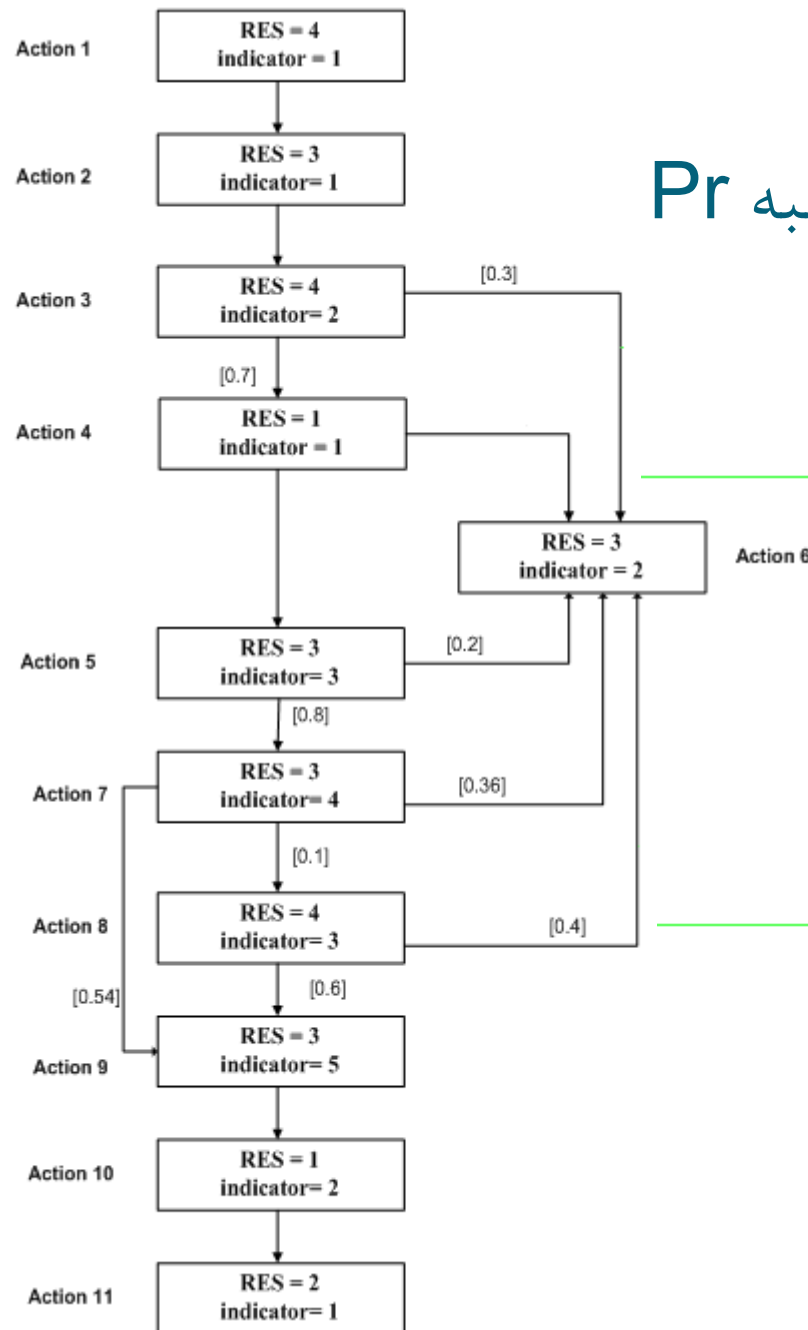


## تحلیل مدل CPN (ادامه)

- با مشخص بودن نرخ ورود ( $\lambda$ ) و نرخ آتش (سرویس)، می توان به تحلیل شبکه پتری اقدام نمود.
- با اعمال شبیه سازی (یکی از روشهای مدلسازی) بر روی مدل CPN موارد زیر حاصل می گردند:
  - بهره وری منابع (Server Utilization)
  - توان عملیاتی (Throughput)
  - طول صف (Queue Length)

اطمینان از پیکربندی سخت افزاری سیستم در مراحل آغازین توسعه سیستم

## مثال جهت محاسبه $Pr$





## محاسبه نرخ سرویس

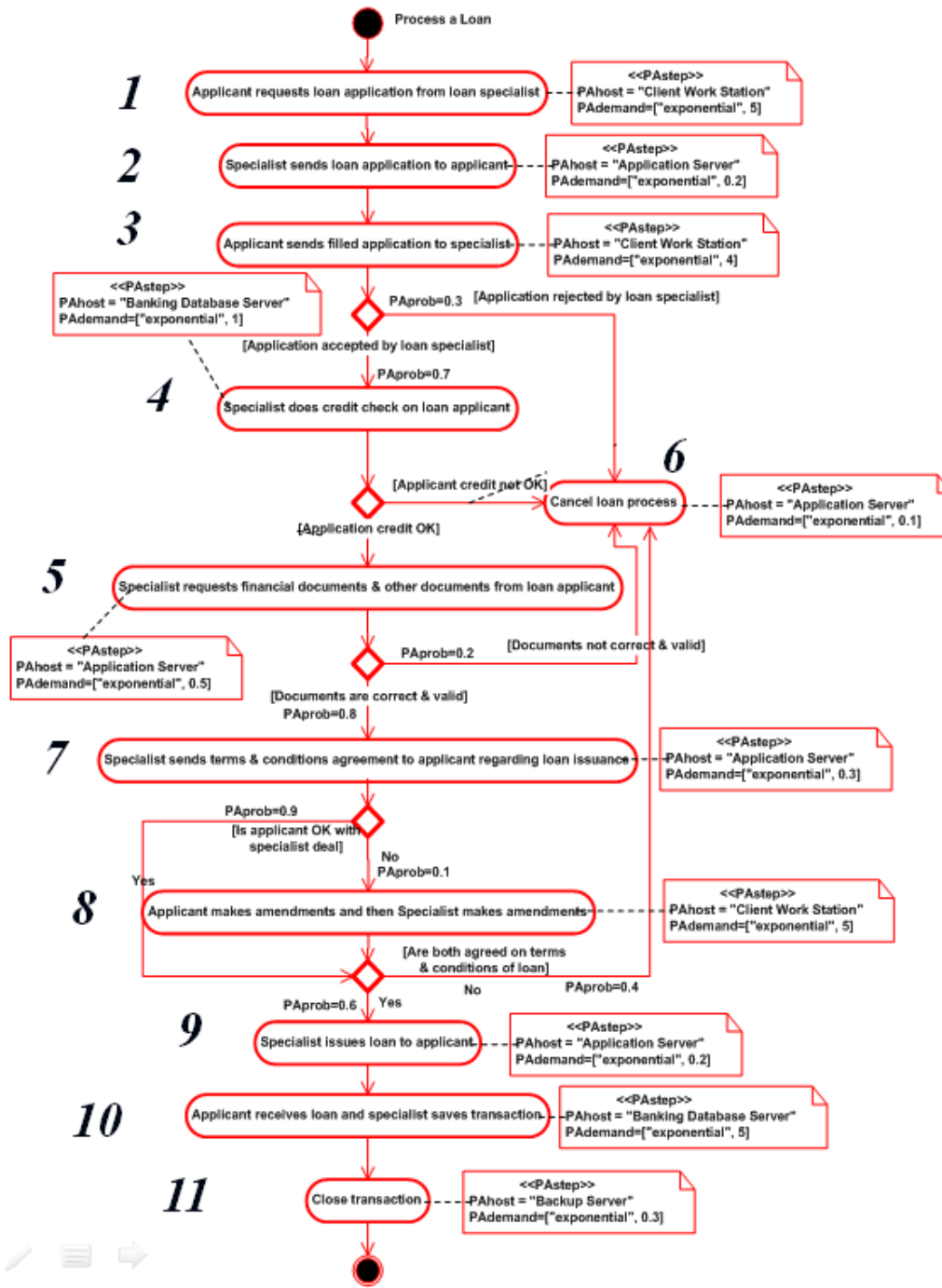
$$SR = \text{rate}[r] / \text{demand}[act]$$

$$SR_1 = \left( \frac{12}{1}, \frac{12}{5}, 1, 1, 1 \right) = (12, 2.4, 1, 1, 1)$$

$$SR_2 = \left( \frac{12}{0.3}, 1, 1, 1, 1 \right) = (40, 1, 1, 1, 1)$$

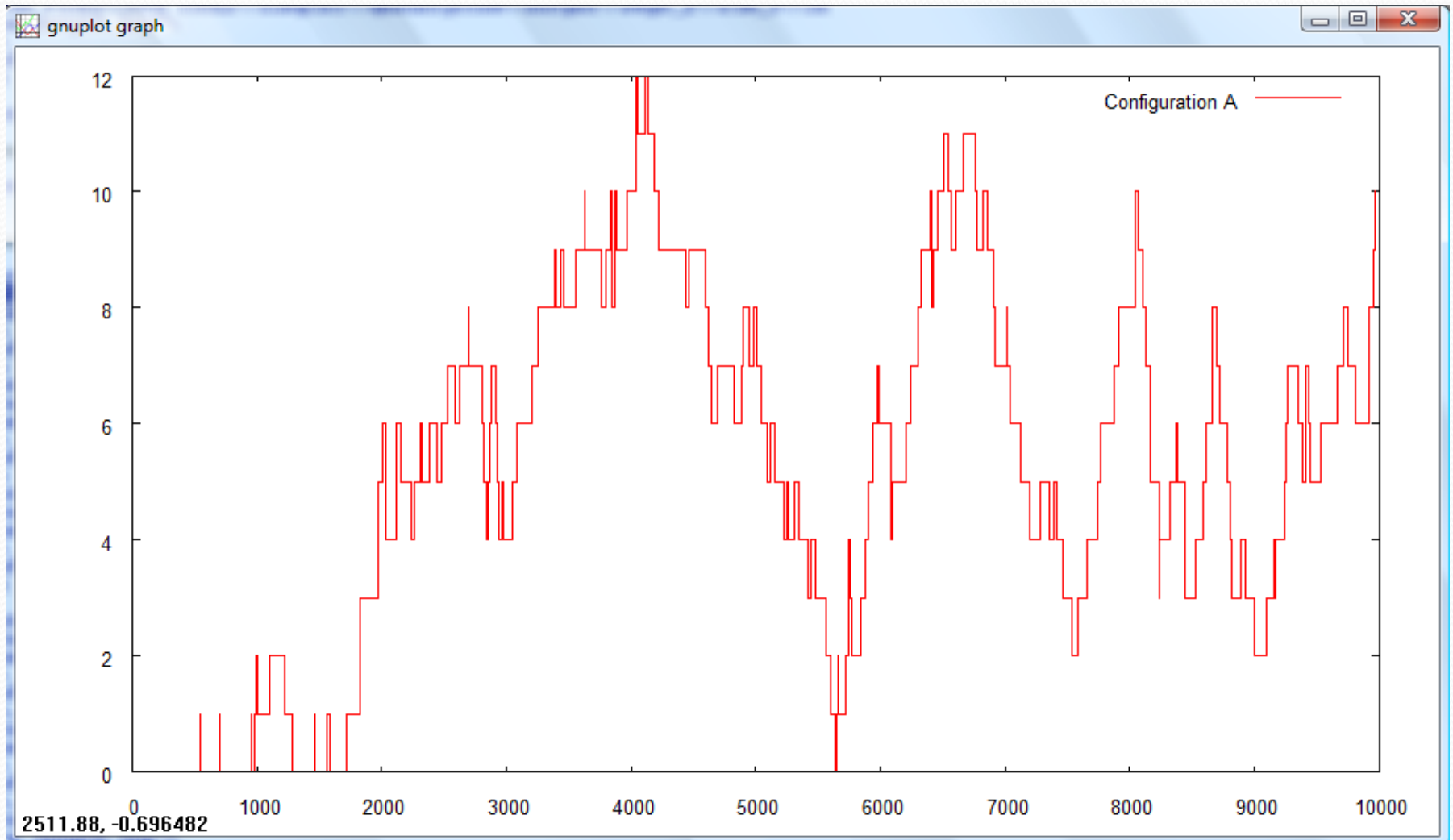
$$SR_3 = \left( \frac{5}{0.2}, \frac{5}{0.1}, \frac{5}{0.5}, \frac{5}{0.3}, \frac{5}{0.2} \right) = (25, 50, 10, 16.66, 25)$$

$$SR_4 = \left( \frac{2}{5}, \frac{2}{4}, \frac{2}{5}, 1, 1 \right) = (0.4, 0.5, 0.4, 1, 1)$$





## طول صف (Configuration A)



## طول ، صف (Configuration B)

