آقای ... ⇐ ...

... حسام الدین قاضی اسدی ...

... حوزه شبیه سازی کامپیوتر ...

۸۹/۷/۲۷

قاضی اسدی

شبیه سازی کامپیوتر

منبع: Introduction to Simulation and SLAM II

نویسنده: A.Alan B.pritsker

شبیه سازی کامپیوتری و SLAM

سرفصل ها: ۱- مقدمه (مفاهیم)

۲- صف ها

۳- انواع تولید کننده های اعداد تصادفی

۴- SLAM

ارزیابی: ۱۵ نمره پایان ترم

۵ نمره میان ترم (چند کوئیز که اعلام خواهد شد.)

اختیاری:
- ۲ نمره فصل ۷
- ۲ نمره پیاده سازی صف ها
- ۲ نمره ارائه مقالات در مورد: طوری بهینه ها، PSO، Reinforcement Learning، Harmony search

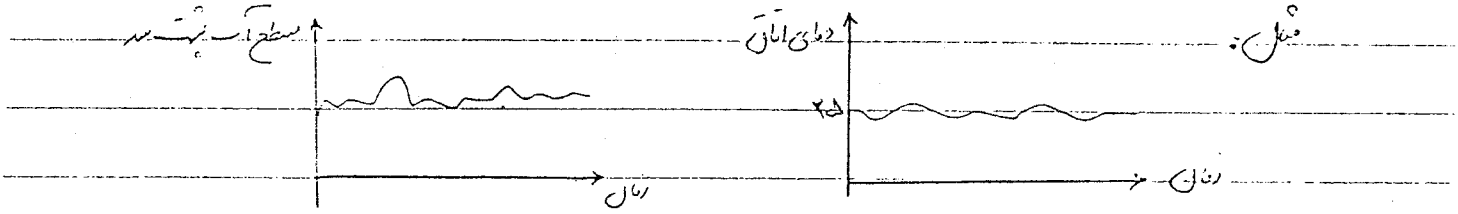
فصل اول : مقدمه (مباحثیم)

تعریف شبیه سازی : عبارتست از مراحل و فرایند طراحی مدل از سیستم واقعی و انجام آزمایش هایی با این مدل با هدف پی بردن به رفتار سیستم بصورت پویا.

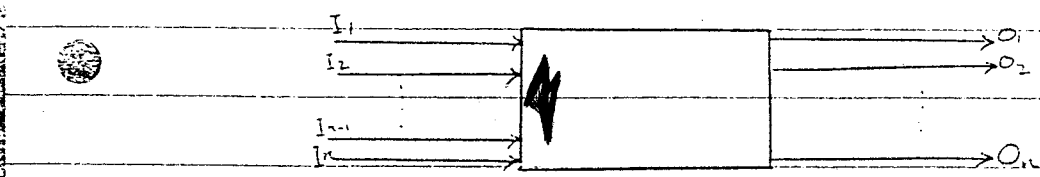
تعریف مدل : مدل یک سیستم است که اگر سگنالهای اصلی ورودی سیستم را به مدل بدهیم مدل هم اعمال کنیم . سگنالهای خروجی مدل و سیستم یکسان خواهند شد.

تعریف سگنال : تابعی است معمولاً از زمان که رفتار یک پدیده فیزیکی را نشان می دهد.

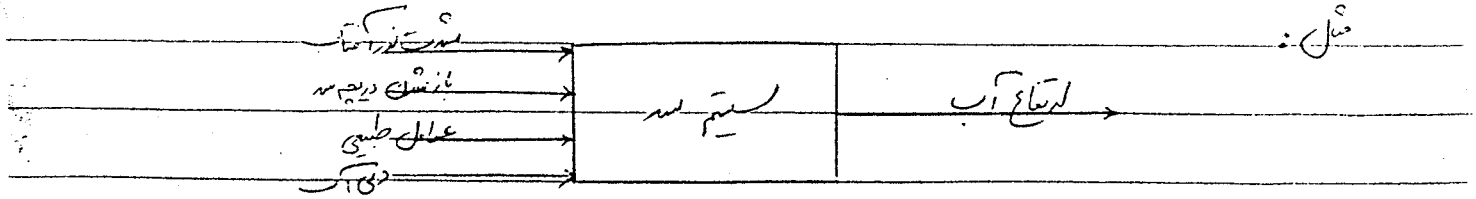
مثال :

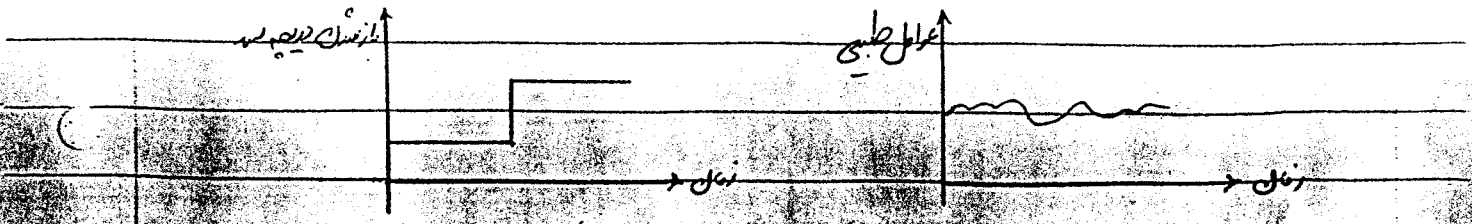


تعریف سیستم : مجموعه‌ای است که روی یک یا چند سگنال ورودی فرایند خاص را انجام می دهد و یک یا چند سگنال خروجی تولید می کند.



مثال :



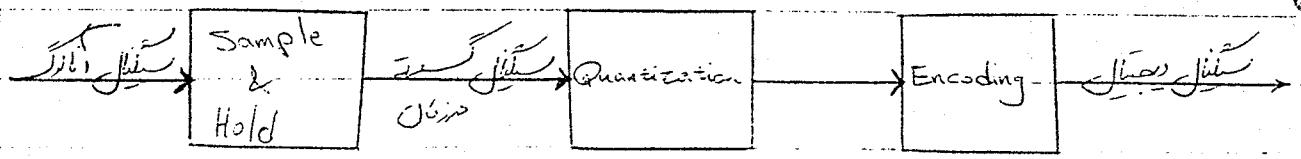


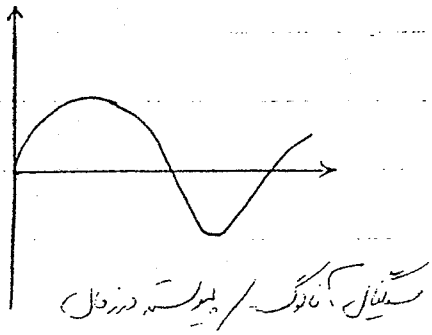
انواع سیگنال:

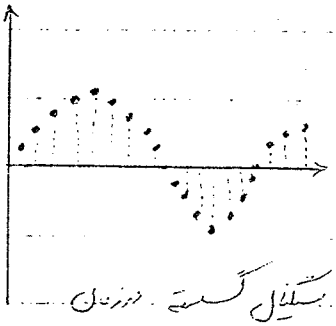
سیگنال پیوسته در زمان — سیگنال گسسته در زمان — سیگنال‌های دامنه گسسته

سیگنال‌های پیوسته: در تمام لحظات از محور حقیقی زمان مقدار دارد. (سیگنال آنالوگ)

سیگنال‌های گسسته: با نمونه برداری پریودیک تحت یک فرکانس خاص از سیگنال پیوسته در زمان بدست می‌آید. (سیگنال دیجیتال)




سیگنال آنالوگ / پیوسته در زمان


سیگنال گسسته در زمان

* سیگنال آنالوگ ورودی بعد از نمونه برداری و ذخیره دامنه مقدار دهی میشوند. برای این کار نیاز Quantization هست پس از آن که صفر و یک تبدیل شوند و سپس Encode شده به سیگنال دیجیتال تبدیل میشوند.

سیگنال‌های دامنه گسسته: سیگنال‌هایی هستند که در لحظات گسسته در زمان مقدار دارند. اما این زمان‌ها پریودیک نیستند. (تصادفی هستند.)
به لحظاتی که این سیگنال مقدار دارد واقعه می‌گوییم.

مثال: ورود مشتری به بانک — ورود job برای پردازش — ورود packet به شبکه

تقسیم بندی سیستم ها:

سیستم های پیوسته در زمان ـــ سیستم های گسسته در زمان ـــ سیستم های واقعه گسسته

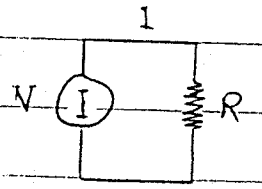
سیستم های پیوسته: سیستمی است که سیگنالهای ورودی و خروجی آن پیوسته باشند.

سیستم های گسسته: سیستمی است که سیگنالهای ورودی و خروجی آن گسسته باشند.

سیستم های واقعه گسسته: سیستمی است که سیگنالهای ورودی و خروجی آن واقعه گسسته باشند.

لزوماً مدل و سیستم از یک جنس نیستند.

مثال: سیستم:



مدل: $I = \frac{V}{R}$

سیستم الکترونیکی است و مدل ریاضی است.

انواع مختلفی از مدل وجود دارد: مدل ریاضی، ذهنی، گرافیکی، فیزیکی ...

سیستم ها و مدل ها از ابعاد دیگری هم قابل طبقه بندی هستند:

تمام عوامل

۱ـ سیستم های قطعی، سیستم های تصادفی.

مثلاً در

۲ـ سیستم های ایستا (Static)، سیستم های پویا (Dynamic).

ص

نظ

* در سیستم های قطعی از مدل نتیجه قابل پیش بینی است، مثل مدل الکترونیکی.

* در سیستم های تصادفی از مدل نتیجه قابل پیش بینی نیست، مثل پرتاب تاس.

متغ

در سیستم های ایستا زمان در آن نقشی ندارد، مثل پرتاب تاس.

زمان

در سیستم های پویا زمان به این نوع مدل نقش اساسی دارد، مثل متوسط زمان انتظار در بانک.

حال

کاربرد های شبیه سازی در سیستم های پزشکی، الکترونیکی، بانک، صنایع، هواپیما، پزشکی، تجارت، آشپزی و ...

در کل در همه علوم و مدارهای آن از شبیه سازی استفاده کرده و از مهمترین ابزارهای شبیه سازی MATLAB است.

شبیه سازی ما در این درس به دو صورت خواهیم پرداخت :

شبیه سازی با زبانهای سطح پائین Low Level

شبیه سازی با زبانهای سطح بالا High Level

چرا شبیه سازی می کنیم ؟

- وجود خطر جانی مثل ساخت سد .
- هزینه گزاف مالی مثل یک خط تولید جدید صنعت خواهد داشت .
- کمبود وقت مثل روشدن گل .
- امکانی جز شبیه سازی وجود نداشته باشد مثل پیش بینی آینده ، پیش بینی آب و هوا .

فواید شبیه سازی :

- طراحی سیستم های جدید (ارزانتر هستند ، سریعتر ، مطمئن تر ، کم خطرتر و ...)
- بهینه سازی سیستم های موجود (بدون اینکه اختلالی در سیستم اصلی ایجاد کنیم می توانیم سیستم را بهینه سازی کنیم)
- کنترل سیستم ها (در مواقعی که سیستم بصورت دستی کار خود را انجام می دهند .)
- اندازه گیری متغیرهای درونی سیستم که بطور دقیق قابل اندازه گیری نیستند .
- آموزش کارکنان آموزش (مدلی از سیستم اصلی را برای آموزش فراهم می کنند .)
- بررسی درستی یا نادرستی نتایج تحقیقات .
- آنالیز گلوگاه (گلوگاه داشتن یک تمام سیستم هنگامی که از یک سیستم برای کاری اجازه می گیرند وقتی برای تصور باید به آن وصل شوند که آن سیستم گلوگاه است و آنالیز گلوگاه ، یعنی پیدا کردن گلوگاه موجود در سیستم .)
- نقشه سازی و گسترش زمان (مثل روشدن گل یا صفحه آهسته گل فوتبال ، تغییر مقیاس زمانی)
- پیش بینی آینده
- بسیاری از مزایای دیگر که در این کتاب ذکر نشده است .

مفاهیم سیستم های واقعه گسسته :

تعریف متغیر : متغیر یعنی پارامترهایی از سیستم که در حال تغییر هستند و دانستن مقادیر آنها در هر لحظه و به روز رسانی آنها برای محاسبه نتایج شبیه سازی در اندازه‌ی کار ضروری است .

State حالت یا وضعیت : مقادیر کلیه متغیرهای سیستم را در یک لحظه مثلاً t_0 را گویند .

Entity نهاد یا موجودیت : عناصر اصلی سیستم که به آنها موجودیت می گوئیم و رفتار آنها را در سیستم دنبال می کنیم .

Event رخداد : وقوع یک event در یک لحظه که معمولاً تصادفی است ، مقادیر حداقل یکی از متغیرها و بالطبع از آن state سیستم تغییر می کند .

Activity فعالیت : کارهایی است که در طی یک مدت زمان مشخص یا تصادفی جزوی نیازها انجام می شود .

Atribute صفت : مشخصات یا صفات نهادهای سیستم است .

تمام عوامل بالا جزوی نهاد متمرکز هستند و در ابتدا باید نهاد یا موجودیت ها را پیدا کنیم .
مثلاً در سیستم متوسط زمان انتظار مشتری در بانک ، مشتری نهاد است .
صفت های مشتری : زمان ورود مشتری ، زمان خروج مشتری .
فعالیت ها : دادن نوبت ، انجام کار بانکی .
* معمولاً فعالیت های را در نظر می گیریم که زمان بر هستند و زمان آن برای ما مهم است .
متغیرهای سیستم : تعداد نفرات در صف بانک ، تعداد باجه ها .
رخداد ها (event) : ورود مشتری (که تعداد نفرات را زیاد می کند) ، خروج مشتری ، خراب شدن باجه .
حالت state : تمام مقادیر متغیرها در لحظه صفر

تمرین : مقادیر تمام عوامل بالا را برای سیستم شبکه های کامپیوتری بنویسید .

Packet : ها Entity

مهمترین عنصر سیستم های واقعه گسسته صف است.

صف:

صف را در این درس از نظر زمانی مورد بررسی قرار می دهیم.

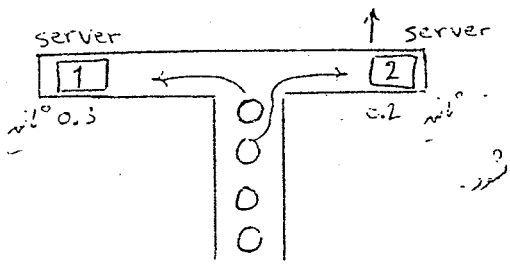
معیار مهم در صف: ۱- هر کس در چه جایی از صف قرار دارد.

۲- چه کسی سرویس نظر می گیرد.

در اینجا صف هایی شبیه صف FIFO را بررسی می کنیم.

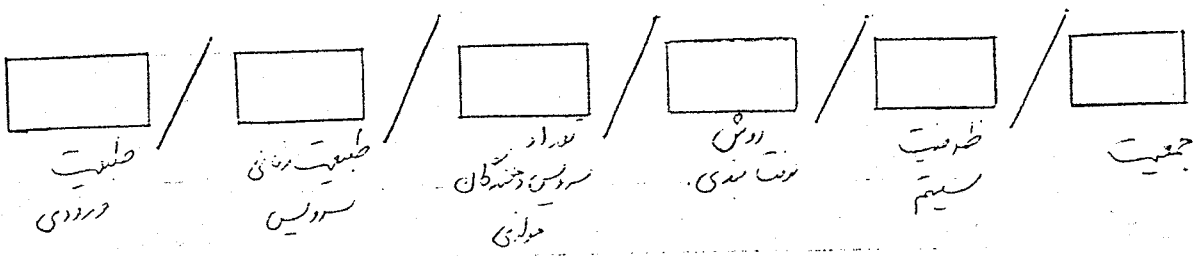
صف مورد بحث FCFS است. نفر اول که وارد می شود اولین server را می گیرد. ولزوماً اولین ورودی اولین خروجی است. (First Come First Service)

مثال



نفر اول زودتر خارج می شود.

معادل صف یک نمادشش پارامتری است.



نمونه خوب برای صف بانک است.

علاوه بر افرادی که در صف هستند تعدادی سرویس دهنده هم در حال سرویس دهی هستند.

طبیعت ورودی : افراد چگونه وارد سیستم می‌شوند.

دو حالت وارد : قطعی و غیر قطعی

قطعی: بصورت پریودیک هستند. مثلاً هر ۱۰ دقیقه یکبار یک مشتری وارد بانک می‌شود.

غیر قطعی: بصورت تصادفی هستند. مثلاً در ۲۰ دقیقه کسی وارد بانک نمی‌شود و در زمان ۲۰ مانند یک نفر وارد می‌شود.

طبیعت ورودی اگر قطعی باشد با علامت D و اگر غیر قطعی باشد با علامت M در این فصل نمایش می‌دهیم.

M: Memoryless D: Determinestic

در حالت غیر قطعی ورود یکها در آینده هیچ ربطی به گذشته ندارد. (توابع توزیع پواسن در گسسته این خصیت را دارد)

مثلاً سیستم ما طوری است که در هر ساعت ۱۰ نفر وارد می‌شوند ولی ممکن است در ۱۰ دقیقه اول ۱۰ نفر وارد شوند ولی ۵۰ دقیقه بعد هیچ ربطی به ۱۰ دقیقه اول ندارد.

قضیه: اگر وقوع یک واقعه دارای تابع توزیع پواسن با میانگین λ باشد، آنگاه فاصله زمانی بین رخدادها دارای تابع توزیع پیوسته نمایی با میانگین $1/\lambda$ خواهد بود.

λ خ

۱۰ نفر ← ۱ دقیقه وارد سیستم می‌شود.

$1/10$ فاصله زمانی بین ورود نفرها

اگر بخواهیم بصورت غیر قطعی طبیعت ورودی را بررسی کنیم باید از تابع پواسن یا نمایی استفاده کنیم.

طبیعت زمان سرویس: یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد یک server به یک client سرویس دهد.

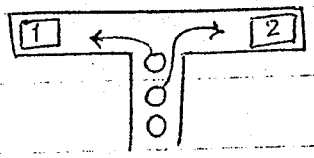
*(مشتری در سرویس دهنده سرویس بگیرد.)

به دو صورت قطعی D و غیر قطعی M است.

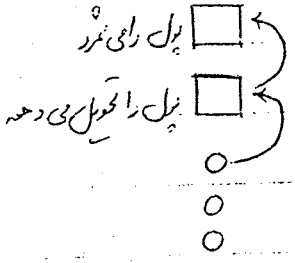
قطعی D : server در هر ۱۰ دقیقه به یک نفر سرویس می‌دهد.

غیر قطعی M : که از تابع Memory Less یا Marcovian استفاده می‌کند.

تعداد سرویس دهندگان موازی: به این معنی است که چند سرویس دهنده هر حال حاضر به صورت موازی به مشتریان سرویس دهی می کنند.



بصورت موازی



بصورت سری

* که یک سرویس دهنده در نظر می گیریم.

ضرب و سرویس دهنده سری این است که زمان سرویس دهی (کیفیت سرویس دهی) را افزایش می دهد.

روش نوبت بندی: اولویت بندی ما در سرویس دادن به مشتری های داخل صف چیست؟

۱- FCFS

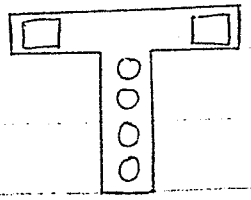
۲- SJF (Shortest Job First)

⋮

* آنچه حالی است به معنای FCFS است. که معمولاً در صف های شبیه سازی این مورد را در نظر می گیرند.

ظرفیت سیستم: به این معنی که سیستم ما چند نفر ظرفیت دارد.

مثال: تعداد سرورها + تعداد افرادی که داخل صف جا می شوند ⟹ ظرفیت سیستم



ظرفیت = ۶

جمعیت : به معنی تعداد افرادی است که بالقوه توانایی اضافه شدن به سیستم را دارند.

مثلاً : در یک تعمیرگاه، تعداد مکانیک ها که می توانند در یک زمان تعمیر انجام دهند، برابر تعداد سرویس دهنده های سواری است.
تعداد ماشین هایی که در تعمیرگاه جا می شوند برابر ظرفیت سیستم است.
تعداد کل ماشین های شهر برابر جمعیت است.

* اگر در دو مورد آخر چیزی گفته نشود : بصورت بی نهایت در نظر گرفته می شود.

مثال : $\{D \text{ قطعی}, M \text{ غیرقطعی}\} / \{D \text{ قطعی}, M \text{ غیرقطعی}\} / 2 / FCFS / \infty / \infty$

مثال : $D/M/1$ طبیعت زمان ورود قطعی است
طبیعت زمان سرویس غیر قطعی است.
تعداد سرویس دهندگان سواری یکی است
روش نوبت دهی FCFS است
ظرفیت و جمعیت هم بی نهایت است.

* در این درس اگر صف بصورت FIFO یا نباشد هم بصورت FCFS در نظر می گیریم.

پایه و اساس شبیه سازی پردازش وقایعی است که داخل سیستم اتفاق خواهد افتاد.

روش پردازش وقایع :
در این روش ابتدا اجزاء سیستم و بعد وقایع مورد نیاز شبیه سازی مشخص می شوند. سپس متغیرها و وقایع سیستم را شناسایی می کنیم. پس از آن مقدار اولیه متغیرها را تعیین می کنیم. سپس در یک حلقه وقایع را یکی یکی به ترتیب وقوع پردازش می کنیم.

* منظور از پردازش وقایع به روز رسانی متغیرها و در نتیجه متغیر State سیستم می باشد.

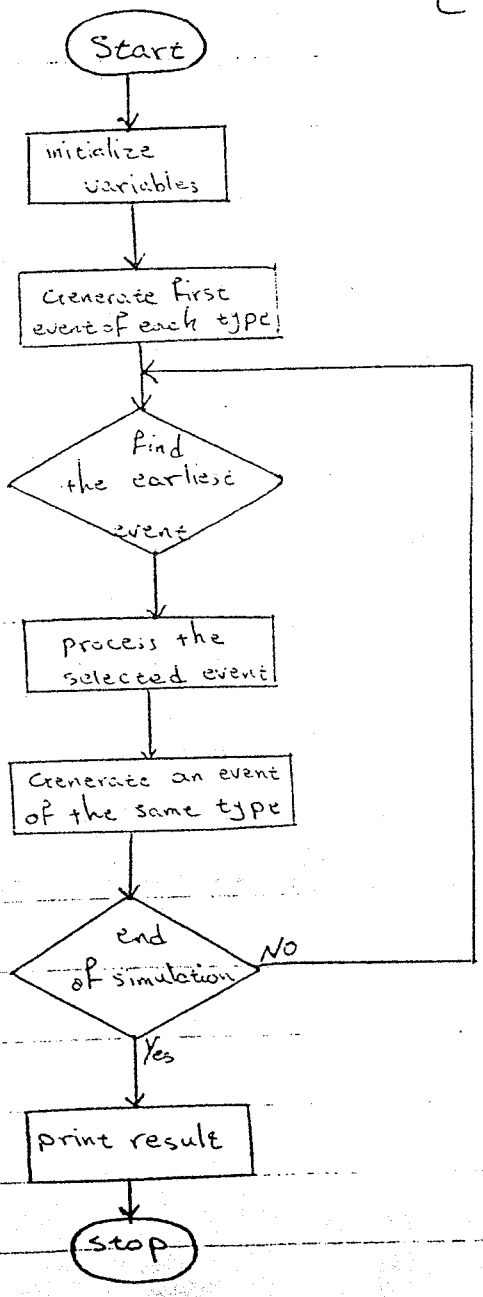
شبیه‌سازی کی تمام می‌شود؟

۱- به نتیجه دلخواه برسیم.

۲- وقت یا تمام شود.

اگر بخواهیم نتایج شبیه‌سازی شبیه نتایج دنیای واقعی شود، زمان شبیه‌سازی باید زیاد باشد.
(تعداد نمونه‌های ورودی باید زیاد باشد.)

فلوچارت مربوط به روش پردازش وقایع:



۱- پیدا کردن متغیرها و مقداردهی اولیه. $Q_L = 0$ (طول صف)

۲- event ها را پیدا کرده و اولین event کی اتفاق می افتد.

$$\begin{cases} \text{ورود نهاد به سیستم} = 10 \\ \text{خروج نهاد از سیستم} = \text{ورود} + 5 \end{cases}$$

زمان سرویس دهی = 5

۳- بین event های موجود آنکه در نظر زمان تر دیگر است را مورد بررسی قرار می دهیم.

ورود نهاد به سیستم انتخاب می شود.

۴- آن event را پردازش کن. ($Q_L = 1$ تغییری که در سیستم می دهد)

۵- از آن event که پردازش شد یک event مثابه تولید کن.

زمان ورود بصورت بندی را مشخص کن.

۶- چک کردن پایان یا عدم شبیه سازی که اگر به پایان نرسیده بود دوباره به مرحله ۳ برمی گردد و این نهاد های موجود و تولید شده تر دیگرین را انتخاب می کنیم تا یا به نتیجه دلخواه برسیم یا زمان شبیه سازی به پایان برسد.

مثال: بازرسی صف M/M/1/10

ظرفیت: ۱۰

طول صف: ۹ (یکی در پردازنده)

هدف: محاسبه احتمال Loss یعنی خازن ها در سیستم.

(خازن وارد سیستم می شود یا صف پر بوده می شود و خارج می شود.)

ورود خازن ها فرض مسأله است.

ورود خازن ها تابع پواسن با میانگین λ استفاده می کند.

فاصله زمانی بین ورود خازن ها تابع توزیع نمایی با میانگین $1/\lambda$ میباشد.

مدت زمان سرویس تصادفی با میانگین λ_2: فاصله زمانی بین خروج نهاد ها تابع توزیع نمایی با میانگین $1/\lambda_2$ میباشد.

تعداد نهاد های شبیه سازی را 10^8 نهاد در نظر می گیریم.

فرض می کنیم یک تابع به نام Rand_exp(λ) در اختیار داریم. اگر آن را با پارامتر λ فراخوانی کنیم یک عدد تصادفی با تابع توزیع نمایی به ما می دهد.

سوال : ۱- چه متغیرهایی لازم داریم.

۲- چه event هایی لازم داریم.

۳- مقدار اولیه متغیرها چند است.

۴- فلوچارت این صف را رسم کنید.

events : ۱- تعداد ورودی و خروجی نرمال ✗ متغیر است event ها

۲- خراب شدن سیستم ✗ سیستم همیشه درست است (فرض)

۳- ورود فحاد به سیستم ✓

۴- سرویس دادن به فحاد ✗ اخروج فحاد هیچ شانی دارد. که تا نرمال خارج نشود به بعدی سرویس دهی انجام نمی شود.

۵- خارج شدن نرمال ✓

۶- سرویس گرفتن و خارج شدن ✗ همان خارج شدن است

۷- پایان زمان سرویس دهی ✗ با پایان سرویس به آخرین نرمال زمان به اتمام می رسد.

۸- Loss شدن ✗ با ورود نرمال هیچ شانی دارد، تا ورود انجام نشود، Loss انجام نمی شود.

۹- مدت زمانی که سرویس تحمل کرده ✗ همان سرویس دادن به نرمال است.

Variables : QL طول صف

SS وضعیت سرور { Idle 0 / Busy 1

ToT-Loss تعدادی که Loss شده اند

ToT-All تعداد کل متغیرهای ورودی

مقادیر اولیه : QL = 0

SS = 0

ToT-Loss = 0

ToT-All = 0

فلوچارت صف:

{ Next_Arr = ورودی بعدی
{ Next_Dep = خروجی بعدی

*نکات فلوچارت:

۱- ابتدا مقداردهی اولیه می‌شود.

۲- تولید event ها: تا اولین نیاز وارد شود، نیازی خارج نمی‌شود پس خروجی برابر است با ورودی + زمانی که نیاز در سیستم است.

۳- نزدیکترین event از نظر زمانی را انتخاب می‌کنیم.

۴- آن event را پردازش می‌کنیم، به این معنی که event چه تغییراتی را روی متغیرها می‌گذارند.

۵- از همان event پردازش شده یک عنوان دیگر تولید می‌شود.

۶- تعداد نیازهای ورودی را با حداکثر تعداد نیازهای شبیه‌سازی شده مقایسه کرده و اگر کمتر بود دوباره به مرحله ۳ بازمی‌گردد و کار را ادامه می‌دهیم.

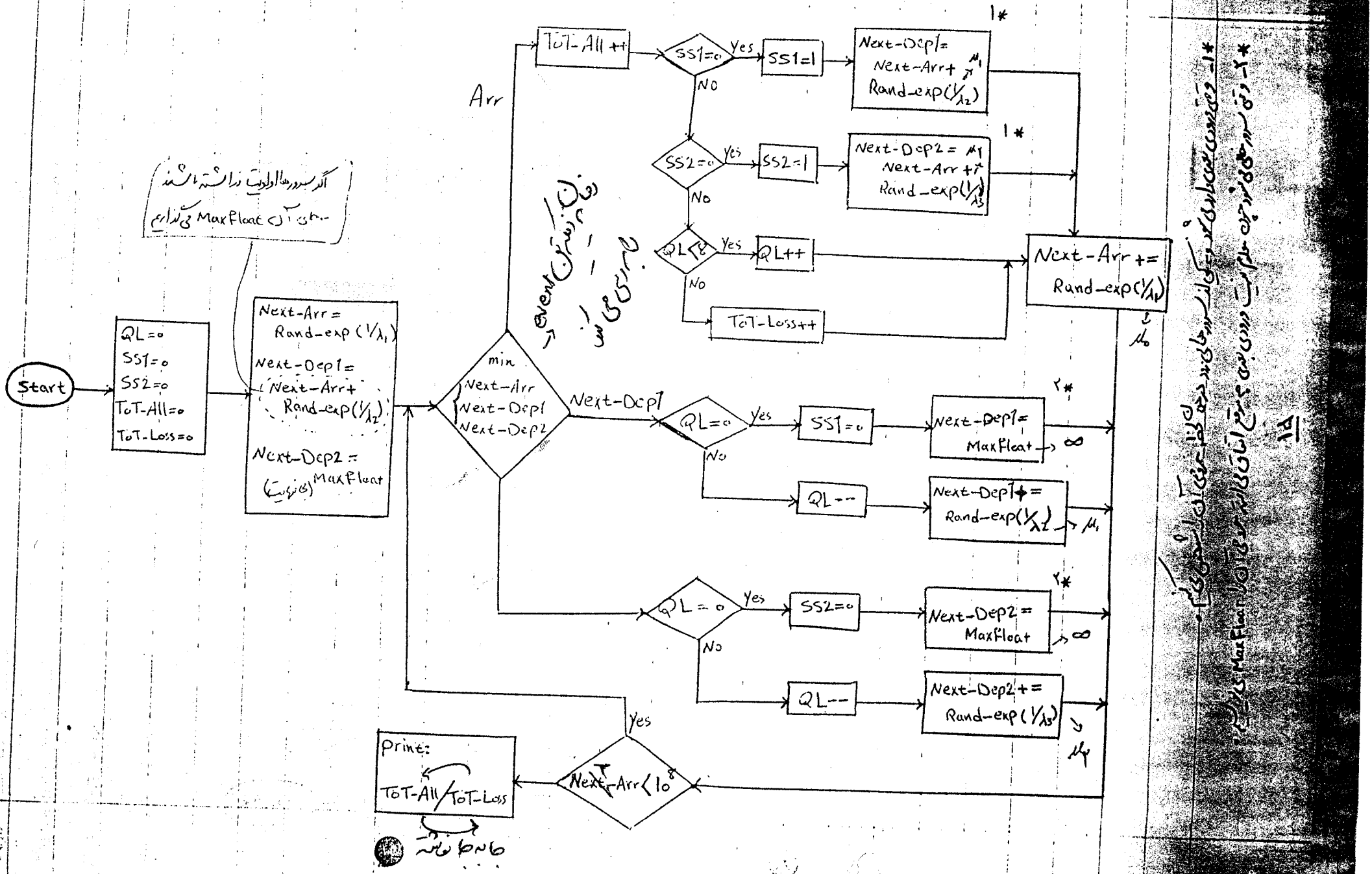
۷- اگر طول صف صفر باشد و آخرین نیاز از سیستم خارج شود، وضعیت سرور آزادی شود و نیاز خروجی بعدی باید منتظر ورودی بعدی باشد.

مثال: شبیه‌سازی صف M/M/2/10 و رسم فلوچارت آن

Variables :

QL	طول صف
SS1	وضعیت سرور اول
SS2	وضعیت سرور دوم
TOT-ARR	تعداد کل ورودی‌ها
TOT-LOSS	تعداد کل نیازهای Loss شده

* فرض: در صورت خالی بودن هر دو سرور، سرور اول سرویس دهی انجام می‌دهد.



*۱- چون سرورها یکسان هستند هر کدام که آزاد باشد می‌توانیم به آن مشتری بدهیم.

*۲- وقتی سرورها ۱ و ۲ هر دو آزاد باشند، مشتری به سرور ۱ داده می‌شود.

اعداد تصادفی:

در رسم خلوچارتها و دادن مقادیر اولیه ← اعداد تصادفی احتیاج داریم.

روشهای تولید اعداد تصادفی:

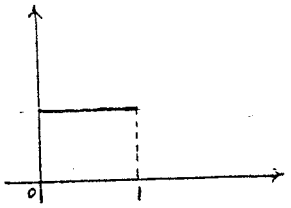
۱ـ استفاده از زمان: مثلاً هزارم های ثانیه را بعنوان اعداد تصادفی در نظر بگیریم.
مشکل آن کند بودن است، که اگر چند عدد پشت سرهم بخواهیم، بصورت شبه ← هم دنبال سرهم هستند.

۲ـ استفاده از جداول: جدولی از اعداد تصادفی تولید شده را در نظر می گیریم و هر وقت احتیاج داشتیم به سراغ جدول می رویم.
مشکل آن اشغال فضای زیاد،
بعد از چند بار استفاده تکراری شده و دلالی لازم ندارد.

۳ـ استفاده از یکسری فرمولهای ریاضی:

ایده های برای تولید اعداد تصادفی:
باید اعداد تصادفی از یک تابع توزیع یکنواخت استاندارد پیروی نماید. یعنی احتمال آمدن هر عدد برابر است و عدد تولید شده بین صفر و یک است.

تابع توزیع یکنواخت:



$$f(x) = \begin{cases} 1 & 0 < x < 1 \\ 0 & el\ e \end{cases}$$

مثال:

تاس ← ۱ → ۱/۶ ، ۲ → ۱/۶ ، ۳ → ۱/۶ ، ۴ → ۱/۶ ، ۵ → ۱/۶ ، ۶ → ۱/۶

سکه ← شیر 1/50 ، خط 1/50

الگوریتم میان مربعی :

فرض کنید می خواهیم اعداد تصادفی با چهار رقم اعشار تولید کنیم. ابتدا یک عدد چهار رقمی را بعنوان هسته برای شروع کار در نظر می گیریم. الگوریتم برای تولید عدد بعدی از عدد قبلی استفاده می کند و به این صورت که عدد را به توان دو رسانده و چهار رقم وسط را انتخاب می کنیم.

مثال:

X_i	X_2
3187	$(3187)^2 = 10\,15\,69\,69$
1569	$(1569)^2 = 02\,46\,17\,61$
4617	$(4617)^2 = 21\,31\,66\,89$
3166	$(3166)^2 =$ ....

* در صورتیکه تعداد ارقام عدد یک صفر به سمت چپ اضافه می کند.

مشکلات: - اگر عدد هسته ثابت باشد و تصادفی اعداد تولید شده تکراری و به همین شکل خواهد بود و برای رفع این مشکل هسته اولیه را معمولاً از زمان می گیرند.

- ممکن است دوی بعضی از اعداد گیر کند.

4500	$(4500)^2 = 20\,25\,00\,00$
2500	$(2500)^2 = 06\,25\,00\,00$
2500	$(2500)^2 = 06\,25\,00\,00$

- برای اعداد کوچک دوباره عدد کوچک تولید می کند.

روش مولد منیو ماچی:

$$X_i = (X_{i-1} + X_{i-2}) \mod M$$

* M بدان این است که حدود اعداد تصادفی را مشخص کنیم.

* برای خواندن اولین اعداد می توان از زمان استفاده کرد.

مثال: $X_0 = 1$ ، $X_1 = 4$ ، $M = 15$

1, 4, 5, 9, 14, 1, 10, 11, 8, ...

چون اعداد باید بین صفر و یک باشند، اعداد بدست آمده را بر 15 تقسیم می کنند.

مشکلات : ـ اعداد تولید شده بدون بین دو عدد قبل خود نیست که یک عدد تظم به حساب می آید و دیگر اخت می شود.

$$X_{i-1} < X_i < X_{i-2} \quad \times$$

ـ امکان تولید سه عدد مثبت برهم و شبیه به هم نیست.

روشهای تجانسی :

۱ـ تجانس جمعی : $X_i = [aX_{i-1} + bX_{i-2} + cX_{i-3} + \cdots] \ \text{Mod} \ M$

۲ـ تجانس ضربی : $X_i = [a X_{i-1}] \ \text{Mod} \ M$

۳ـ تجانس ترکیبی : $X_i = [aX_{i-1} + c] \ \text{Mod} \ M$

* ضرایب a و b و c و ... و M اعداد دلخواه هستند.

ایده میوانچی یکی از حالات خاص روش تجانس جمعی است.

تجانس ترکیبی بهتر است، تجانس ضربی کار خاصی انجام نداده و بعضا عدد تولید شده را کمی به جلو مثبت می دهد.

مثال : تجانس ضربی : $X_0 = 1 \qquad a = 5 \qquad M = 13$

$\cdots, 8, 12, 5, 1, 8, 12, 5, 1, 8, 12, 5, 1$

$h = 4$

دنباله دوره تناوب است.

نکته : خصوصیات یک مولد عدد تصادفی :

ـ اعدادش بهتر است به هم تظم نداشته باشند. (متغیرهای تصادفی تولید شده از هم مستقل باشند.)

ـ تابع توزیع آن، تابع توزیع دلخواه نزدیک باشد.

ـ سرعت تولید آن زیاد باشد.

ـ دوره تناوبش تا حد امکان ممکن بالا باشد.

تجانس جمعی دلخواه سرعت پایین است.

تجانس ضربی دلخواه سرعت بالایی است و تابع توزیع آن دلخواه است و اعداد هم تنظم ندارند، ولی دوره تناوب آن پایین است که با انتخاب a و M مناسب می توان این مشکل را رفع کرد.

$X_0 = 1 \qquad a = 5 \qquad M = 7$

1, 5, 4, 6, 2, 3, 1, 5, 4, 6, 2, 3, 1, 5, 4, 6, 2, 3, ...

h, b

با توجه به کوچک بودن M، دوره تناوب اتراکتور پایین است.

تعریف عدد اول: اعداد طبیعی بزرگتر از یک که فقط بر یک و خودش بخش پذیر هستند.

دو عدد را نسبت به هم اول گویند اگر بزرگترین مقسوم علیه مشترکشان یک باشد.

تعریف تابع اویلر (اولیه):

تعداد اعداد طبیعی کوچکتر از M که نسبت به M اول است.

$M = 13 \longrightarrow \varphi(13) = 12$

$M = 10 \longrightarrow 1, 3, 7, 9$

$\varphi(10) = 4$

قضیه: اگر M اول باشد $\longleftarrow \varphi(M) = M - 1$

قضیه: رابطه زیر برقرار است: دوره تناوب ← نابت

$\varphi(M) = k \cdot h$

چون $\varphi(M)$ و h رابطه مستقیم با هم دارند M را یک عدد اول بزرگ در نظر می گیریم.

با پایین آوردن k بتدریج h افزایش می یابد و این کار را با a انجام می دهیم تا دوره تناوب زیاد شود و بهترین حالت یک است. ← می خواهیم حالتی باشد که $k \to \infty$.

تعریف باقی مانده توانی :

k را باقی مانده توانی عدد a نسبت به M گویند، اگر بصورت زیر باشد :

$$k_1 = a^1 \bmod M$$
$$k_2 = a^2 \bmod M$$
$$k_3 = a^3 \bmod M$$
$$\vdots$$

تعریف مرتبه M :

h را مرتبه M گویند اگر کوچکترین توانی باشد که باقی مانده توانی a نسبت به M برابر یک باشد .

$$k_1 = a^1 \bmod M =$$
$$k_2 = a^2 \bmod M =$$
$$\vdots$$
$$k_i = a^{\textcircled{i}} \bmod M = 1 \qquad \text{مرتبه } M$$

مثال :

$$a = 5 \qquad M = 13$$
$$k_1 = 5^1 \bmod 13 = 5 \neq 1$$
$$k_2 = 5^2 \bmod 13 = 12 \neq 1$$
$$k_3 = 5^3 \bmod 13 = 8 \neq 1$$
$$k_4 = 5^{\textcircled{4}} \bmod 13 = 1$$

مرتبه توانی M نسبت به a

$$\varphi(M) = k * h \qquad \varphi(13) = k * 4$$
$$12 = k * 4 \longrightarrow k = 3$$

برای انتخاب کمترین k (k=1) باید a را بطوردرست انتخاب کنیم تا مرتبه M نسبت به a برابر $\varphi(M)$ شود .

برای این روش هم چیچ راهی جز سعی و خطا نداریم . $\varphi(M) = k \cdot h$ ---------- $M = 13$ ----------

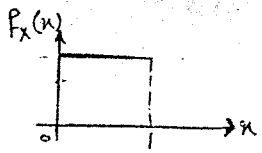
$12 = K * h$ ← 1 ---------- $a^0 \bmod M = 1$

$12 = K * 12$ ---------- $a^{\textcircled{12}} \bmod 13 = 1$

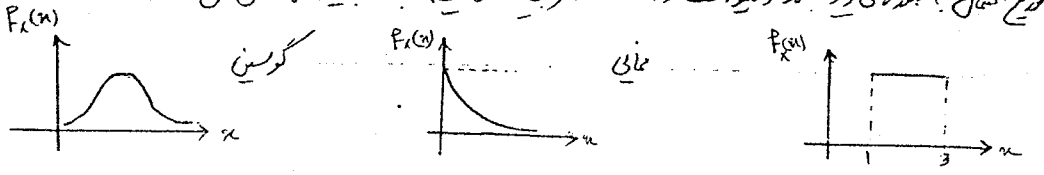
$(a^{\textcircled{2}})^{12} \bmod 13 = 1$

$f_x(x)$ ... $F_x(x)$ ... $\int_{-\infty}^{x}$ ... $(x \le \infty)$

تا بحال در مورد تابع توزیع احتمال یکنواخت به شکل زیر استفاده می‌کردیم.



حال اگر تابع توزیع احتمال با صعودهای زیر باشد و یکنواخت و استاندارد (بین صفر و یک) نبود، باید به چه شکل عمل نمود؟



روشهای تولید اعداد تصادفی با توابع غیر استاندارد و غیر یکنواخت:

۱- روش معکوس کردن + inversion

۲- روش معکوس کردن تقریبی

۳- روش معکوس کردن با استفاده از جدول

۴- روش رد کردن و رد کردن تصحیح یافته

۵- روش ترکیبی

۶- روشهای خاص برای توابع توزیع خاص

فقط روشهای یک و چهار توضیح داده می‌شود.

* روشهای ۲ و ۳ از محاسبات عددی استفاده می‌کنند.
* روشهای ۴ و ۵ هم برای توابع پیوسته و هم برای گسسته است.
* روش ۶ اول باید توابع خاص گفته شود.

۱- روش معکوس کردن:

تابع توزیع احتمال ← $F_X(x) = \int_{-\infty}^{x} P_X(x)$ ← تابع توزیع تجمعی

قضیه: اگر متغیر تصادفی Y با استفاده از تابع توزیع تجمعی $F_X(x)$ بدست آید، آنگاه متغیر تصادفی Y دارای تابع توزیع احتمال یکنواخت استاندارد است. فرض کنید Y یک متغیر تصادفی با تابع توزیع یکنواخت استاندارد باشد (با استفاده از روش مجانس خطی)، حال اگر بخواهیم متغیر تصادفی X را با تابع توزیع چگالی احتمال دلخواه $F_X(x)$ تولید کنیم کافی است ابتدا از این تابع انتگرال بگیریم تا به توزیع تجمعی $F_X(x)$ تبدیل شود. سپس این تابع را معکوس می‌کنیم. حال اگر x را از رابطه $x = F_X^{-1}(y)$ بدست آوریم، دارای تابع توزیع احتمال دلخواه خواهد بود.

مثال:

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a<x<b \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

$$y = F_X(x) = \int_{\text{حدپایین}}^{x} f_X(x)$$

$$X = F_X^{-1}(y)$$

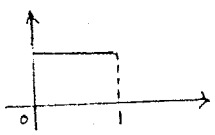
$$\int_a^x \frac{1}{b-a}\,dx = \frac{1}{b-a}x\Big|_a^x = \frac{x-a}{b-a} = F_X(x)$$

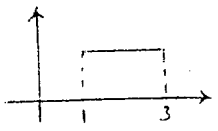
$$y = F_X(x) \longrightarrow x = F_X^{-1}(y)$$

↑ تابع توزیع دلخواه

$$y = \frac{x-a}{b-a} \longrightarrow x = y(b-a)+a$$

↑ کمیت‌خاصت مبدا استاندارد خواهد بود





$a=1$
$b=3$

$$x = y(3-1)+1 \Longrightarrow x = 2y+1$$

$$\begin{cases} y=0 \longrightarrow x=1 \\ y=1 \longrightarrow x=3 \end{cases}$$

حد پایین نمودار اول بعلاوه معکوس کردن + حد پایین نمودار دوم تبدیل می‌شود.

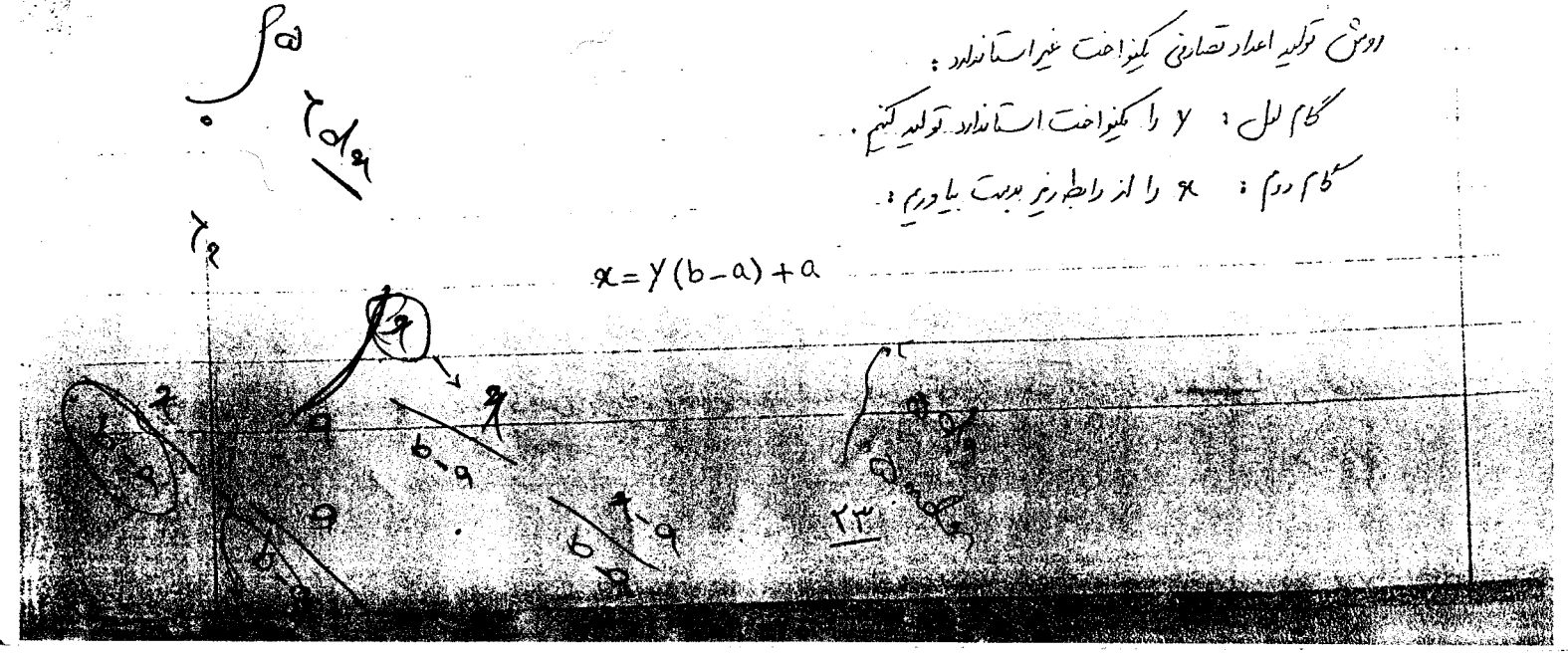
حد بالای نمودار اول بعلاوه معکوس کردن + حد بالای نمودار دوم تبدیل می‌شود.

روش تولید اعداد تصادفی کمیت‌خاصت غیراستاندارد:

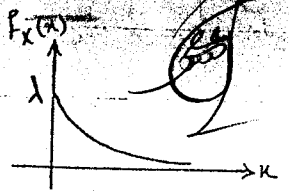
گام اول: y را کمیت‌خاصت استاندارد تولید کنیم.

گام دوم: x را از رابطه زیر بدست بیاوریم:

$$x = y(b-a)+a$$



مثال: چگونه اعداد تصادفی با تابع توزیع احتمال نمایی:



$$f_X(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

$$y = F_X(x) \longrightarrow y = \int_0^x \lambda e^{-\lambda x}\, dx = -e^{-\lambda x}\Big|_0^x$$

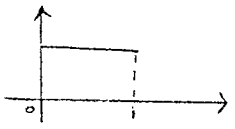
$$\Longrightarrow y = -e^{-\lambda x}\Big|_0^x \Longrightarrow y = -e^{-\lambda x} + 1$$

$$\Longrightarrow y - 1 = -e^{-\lambda x} \Longrightarrow \ln(1-y) = -\lambda x$$

$$\Longrightarrow x = \frac{\ln(1-y)}{-\lambda} = \frac{1}{\lambda}\ln(1-y)$$

$$x = -\mu \ln(1-y)$$

چون y از تابع توزیع یکنواخت استاندارد است، پس هم تصادفی دهم بین صفر و یک است.



y هم تصادفی دهم استاندارد است

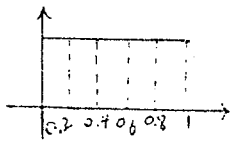
پس بجای $(1-y)$ می‌توانیم y قرار دهیم.

نکته: میانگین x ها حدود $1/8$ است.

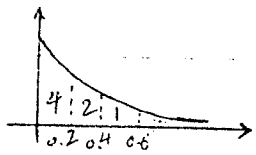
پس تابع بالا به شکل زیر درخواهد آمد:

$$x = -\mu \ln(y)$$

مثال: چون تابع توزیع استاندارد یکنواخت است، اگر ۱۰ عدد تصادفی تولید کنیم در هر قسمت در عدد قرار می‌گیرد.



ولی در تابع زیر به میزان نگاشته شده روی شکل خواهد بود:



مثال: برنامه‌ای به زبان C بنویسید برای تولید مولد نمایی با میانگین M.

```
Float  Rand-exp (float M)
{
    Float  y,r;
    while (!r== rand()) و
(Float)r  ←  r= Rand()/Randmax;
    y = - M * log(r) ;
    return y;
}
```

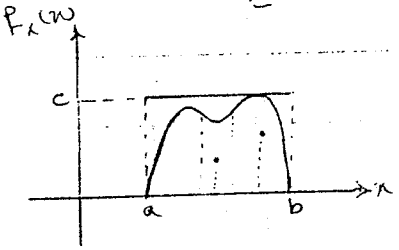
do
    r= Rand()/Randmax;
while (r==0)

تمرین: صف M/M/2/10 را با زمان دلخواه در یک پیوتر و با میانگین‌های دلخواه (حداقل ۵ مورد میانگین) پیاده‌سازی کرده و در جلسه آخر ترم بیاورید.

برای توابعی که بصورت عیر استاندارد و غیر یکنواخت بودند یا استفاده از انتگرال گیری و معکوس کردن، برای آن تابع توزیع یکنواخت تولید کنیم. مشکل از آنجا ناشی می شود که برخی توابع انتگرال ندارند و برای این منظور از روش زیر استفاده می کنیم.

الگوریتم رد کردن Rejection :

تابع چگالی احتمال $f_x(x)$ مفروض است به شرط اینکه اولاً این تابع از دو طرف بین a و b محصور باشد و ثانیاً مقدار حداکثر آن محدود به c باشد می توانیم از الگوریتم رد کردن (Rejection) استفاده کنیم.



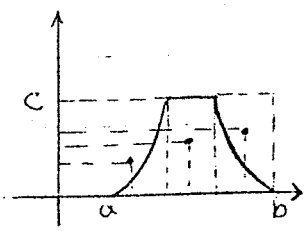
مراحل :

۱- از a تا b یک عدد تصادفی یکنواخت تولید کن.

۲- از ۰ تا c هم یک عدد تصادفی یکنواخت تولید کن.

۳- اگر نقطه پیدا شده زیر منحنی $f_x(x)$ بود آن را بپذیر؛ در غیر اینصورت به مرحله ۱ برگرد.

* این روش از سطح زیر منحنی استفاده می کند و هرچه سطحی که دارای max است تر دیکتر باشد، نقاط بیشتری پذیرفته می شود و هرچه نقاط با min نسبی تر دیکتر باشد احتمال پذیرفته شدن نقاط بیشتر است. می بینیم که تابع بصورت یکنواخت بین a و b عدد تصادفی تولید می کند ولی با تولید c اعداد تولید شده به شکل تابع سدد تطر شبیه می شود.



۱- x را بین a و b یکنواخت تولید کن،

۲- y را بین ۰ تا c یکنواخت تولید کن،

۳- اگر نقطه (y, x) زیر منحنی تابع چگالی احتمال باشد (یعنی اگر $y \leq f_x(x)$)،

آنگاه x را می پذیریم و بازگشت می کنیم، در غیر اینصورت x را Reject می کنیم و به قسمت ۱ باز می گردیم.

اثبات: فاصله بین a و b را به n قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و آن الگوریتم را حداقل با اجرای کنیم. در هر مرحله تقریباً 60% قاری گرد. چون x به صورت یکنواخت تولید می‌شود. چون 60% یکنواخت تولید می‌کنیم، حداقل و حداکثر بازه اول تقریباً 10% و 70% بازه دوم تقریباً 60% بازه سوم تقریباً 30% بازه چهارم تقریباً 10% بازه پنجم تقریباً 0% بازه ششم تقریباً 0% بازه هفتم تقریباً 0% بازه هشتم تقریباً 0% بازه نهم تقریباً 0% بازه دهم تقریباً 0% بازه یازدهم تقریباً 0% بازه دوازدهم تقریباً 0% بازه سیزدهم تقریباً 0% بازه چهاردهم تقریباً 0% بازه پانزدهم تقریباً 0% بازه شانزدهم تقریباً 0% بازه هفدهم تقریباً 0% بازه هجدهم تقریباً 0% بازه نوزدهم تقریباً 0% بازه بیستم تقریباً 0% بازه بیست و یکم تقریباً 0% بازه بیست و دوم تقریباً 0% بازه بیست و سوم تقریباً 0% بازه بیست و چهارم تقریباً 0% بازه بیست و پنجم تقریباً 0% بازه بیست و ششم تقریباً 0% بازه بیست و هفتم تقریباً 0% بازه بیست و هشتم تقریباً 0% بازه بیست و نهم تقریباً 0% بازه سی‌ام تقریباً 0% بازه سی و یکم تقریباً 0% بازه سی و دوم تقریباً 0% بازه سی و سوم تقریباً 0% بازه سی و چهارم تقریباً 0% بازه سی و پنجم تقریباً 0% بازه سی و ششم تقریباً 0% بازه سی و هفتم تقریباً 0% بازه سی و هشتم تقریباً 0% بازه سی و نهم تقریباً 0% بازه چهلم تقریباً 0% بازه چهل و یکم تقریباً 0% بازه چهل و دوم تقریباً 0% بازه چهل و سوم تقریباً 0% بازه چهل و چهارم تقریباً 0% بازه چهل و پنجم تقریباً 0% بازه چهل و ششم تقریباً 0% بازه چهل و هفتم تقریباً 0% بازه چهل و هشتم تقریباً 0% بازه چهل و نهم تقریباً 0% بازه پنجاهم تقریباً 0% بازه پنجاه و یکم تقریباً 0% بازه پنجاه و دوم تقریباً 0% بازه پنجاه و سوم تقریباً 0% بازه پنجاه و چهارم تقریباً 0% بازه پنجاه و پنجم تقریباً 0% بازه پنجاه و ششم تقریباً 0% بازه پنجاه و هفتم تقریباً 0% بازه پنجاه و هشتم تقریباً 0% بازه پنجاه و نهم تقریباً 0% بازه شصتم تقریباً 0% بازه شصت و یکم تقریباً 0% بازه شصت و دوم تقریباً 0% بازه شصت و سوم تقریباً 0% بازه شصت و چهارم تقریباً 0% بازه شصت و پنجم تقریباً 0% بازه شصت و ششم تقریباً 0% بازه شصت و هفتم تقریباً 0% بازه شصت و هشتم تقریباً 0% بازه شصت و نهم تقریباً 0% بازه هفتادم تقریباً 0% بازه هفتاد و یکم تقریباً 0% بازه هفتاد و دوم تقریباً 0% بازه هفتاد و سوم تقریباً 0% بازه هفتاد و چهارم تقریباً 0% بازه هفتاد و پنجم تقریباً 0% بازه هفتاد و ششم تقریباً 0% بازه هفتاد و هفتم تقریباً 0% بازه هفتاد و هشتم تقریباً 0% بازه هفتاد و نهم تقریباً 0% بازه هشتادم تقریباً 0% بازه هشتاد و یکم تقریباً 0% بازه هشتاد و دوم تقریباً 0% بازه هشتاد و سوم تقریباً 0% بازه هشتاد و چهارم تقریباً 0% بازه هشتاد و پنجم تقریباً 0% بازه هشتاد و ششم تقریباً 0% بازه هشتاد و هفتم تقریباً 0% بازه هشتاد و هشتم تقریباً 0% بازه هشتاد و نهم تقریباً 0% بازه نودم تقریباً 0% بازه نود و یکم تقریباً 0% بازه نود و دوم تقریباً 0% بازه نود و سوم تقریباً 0% بازه نود و چهارم تقریباً 0% بازه نود و پنجم تقریباً 0% بازه نود و ششم تقریباً 0% بازه نود و هفتم تقریباً 0% بازه نود و هشتم تقریباً 0% بازه نود و نهم تقریباً 0% بازه صدم تقریباً 0% بازه صد و یکم تقریباً 0% بازه صد و دوم تقریباً 0% بازه صد و سوم تقریباً 0% بازه صد و چهارم تقریباً 0% بازه صد و پنجم تقریباً 0% بازه صد و ششم تقریباً 0% بازه صد و هفتم تقریباً 0% بازه صد و هشتم تقریباً 0% بازه صد و نهم تقریباً 0% بازه صد و دهم تقریباً 0% بازه صد و یازدهم تقریباً 0% بازه صد و دوازدهم تقریباً 0% بازه صد و سیزدهم تقریباً 0% بازه صد و چهاردهم تقریباً 0% بازه صد و پانزدهم تقریباً 0% بازه صد و شانزدهم تقریباً 0% بازه صد و هفدهم تقریباً 0% بازه صد و هجدهم تقریباً 0% بازه صد و نوزدهم تقریباً 0% بازه صد و بیستم تقریباً 0% بازه صد و بیست و یکم تقریباً 0% بازه صد و بیست و دوم تقریباً 0% بازه صد و بیست و سوم تقریباً 0% بازه صد و بیست و چهارم تقریباً 0% بازه صد و بیست و پنجم تقریباً 0% بازه صد و بیست و ششم تقریباً 0% بازه صد و بیست و هفتم تقریباً 0% بازه صد و بیست و هشتم تقریباً 0% بازه صد و بیست و نهم تقریباً 0% بازه صد و سی‌ام تقریباً 0% بازه صد و سی و یکم تقریباً 0% بازه صد و سی و دوم تقریباً 0% بازه صد و سی و سوم تقریباً 0% بازه صد و سی و چهارم تقریباً 0% بازه صد و سی و پنجم تقریباً 0% بازه صد و سی و ششم تقریباً 0% بازه صد و سی و هفتم تقریباً 0% بازه صد و سی و هشتم تقریباً 0% بازه صد و سی و نهم تقریباً 0% بازه صد و چهلم تقریباً 0% بازه صد و چهل و یکم تقریباً 0% بازه صد و چهل و دوم تقریباً 0% بازه صد و چهل و سوم تقریباً 0% بازه صد و چهل و چهارم تقریباً 0% بازه صد و چهل و پنجم تقریباً 0% بازه صد و چهل و ششم تقریباً 0% بازه صد و چهل و هفتم تقریباً 0% بازه صد و چهل و هشتم تقریباً 0% بازه صد و چهل و نهم تقریباً 0% بازه صد و پنجاهم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و یکم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و دوم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و سوم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و چهارم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و پنجم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و ششم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و هفتم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و هشتم تقریباً 0% بازه صد و پنجاه و نهم تقریباً 0% بازه صد و شصتم تقریباً 0% بازه صد و شصت و یکم تقریباً 0% بازه صد و شصت و دوم تقریباً 0% بازه صد و شصت و سوم تقریباً 0% بازه صد و شصت و چهارم تقریباً 0% بازه صد و شصت و پنجم تقریباً 0% بازه صد و شصت و ششم تقریباً 0% بازه صد و شصت و هفتم تقریباً 0% بازه صد و شصت و هشتم تقریباً 0% بازه صد و شصت و نهم تقریباً 0% بازه صد و هفتادم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و یکم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و دوم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و سوم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و چهارم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و پنجم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و ششم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و هفتم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و هشتم تقریباً 0% بازه صد و هفتاد و نهم تقریباً 0% بازه صد و هشتادم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و یکم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و دوم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و سوم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و چهارم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و پنجم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و ششم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و هفتم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و هشتم تقریباً 0% بازه صد و هشتاد و نهم تقریباً 0% بازه صد و نودم تقریباً 0% بازه صد و نود و یکم تقریباً 0% بازه صد و نود و دوم تقریباً 0% بازه صد و نود و سوم تقریباً 0% بازه صد و نود و چهارم تقریباً 0% بازه صد و نود و پنجم تقریباً 0% بازه صد و نود و ششم تقریباً 0% بازه صد و نود و هفتم تقریباً 0% بازه صد و نود و هشتم تقریباً 0% بازه صد و نود و نهم تقریباً 0% بازه دویستم تقریباً 0% بازه دویست و یکم تقریباً 0% بازه دویست و دوم تقریباً 0% بازه دویست و سوم تقریباً 0% بازه دویست و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و ششم تقریباً 0% بازه دویست و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و نهم تقریباً 0% بازه دویست و دهم تقریباً 0% بازه دویست و یازدهم تقریباً 0% بازه دویست و دوازدهم تقریباً 0% بازه دویست و سیزدهم تقریباً 0% بازه دویست و چهاردهم تقریباً 0% بازه دویست و پانزدهم تقریباً 0% بازه دویست و شانزدهم تقریباً 0% بازه دویست و هفدهم تقریباً 0% بازه دویست و هجدهم تقریباً 0% بازه دویست و نوزدهم تقریباً 0% بازه دویست و بیستم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و یکم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و دوم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و سوم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و ششم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و بیست و نهم تقریباً 0% بازه دویست و سی‌ام تقریباً 0% بازه دویست و سی و یکم تقریباً 0% بازه دویست و سی و دوم تقریباً 0% بازه دویست و سی و سوم تقریباً 0% بازه دویست و سی و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و سی و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و سی و ششم تقریباً 0% بازه دویست و سی و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و سی و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و سی و نهم تقریباً 0% بازه دویست و چهلم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و یکم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و دوم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و سوم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و ششم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و چهل و نهم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاهم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و یکم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و دوم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و سوم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و ششم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و پنجاه و نهم تقریباً 0% بازه دویست و شصتم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و یکم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و دوم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و سوم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و ششم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و شصت و نهم تقریباً 0% بازه دویست و هفتادم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و یکم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و دوم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و سوم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و ششم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و هفتاد و نهم تقریباً 0% بازه دویست و هشتادم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و یکم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و دوم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و سوم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و ششم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و هشتاد و نهم تقریباً 0% بازه دویست و نودم تقریباً 0% بازه دویست و نود و یکم تقریباً 0% بازه دویست و نود و دوم تقریباً 0% بازه دویست و نود و سوم تقریباً 0% بازه دویست و نود و چهارم تقریباً 0% بازه دویست و نود و پنجم تقریباً 0% بازه دویست و نود و ششم تقریباً 0% بازه دویست و نود و هفتم تقریباً 0% بازه دویست و نود و هشتم تقریباً 0% بازه دویست و نود و نهم تقریباً 0% بازه سیصدم تقریباً 0% بازه سیصد و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و نهم تقریباً 0% بازه سیصد و دهم تقریباً 0% بازه سیصد و یازدهم تقریباً 0% بازه سیصد و دوازدهم تقریباً 0% بازه سیصد و سیزدهم تقریباً 0% بازه سیصد و چهاردهم تقریباً 0% بازه سیصد و پانزدهم تقریباً 0% بازه سیصد و شانزدهم تقریباً 0% بازه سیصد و هفدهم تقریباً 0% بازه سیصد و هجدهم تقریباً 0% بازه سیصد و نوزدهم تقریباً 0% بازه سیصد و بیستم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و بیست و نهم تقریباً 0% بازه سیصد و سی‌ام تقریباً 0% بازه سیصد و سی و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و سی و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و سی و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و سی و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و سی و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و سی و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و سی و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و سی و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و سی و نهم تقریباً 0% بازه سیصد و چهلم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و چهل و نهم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاهم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و پنجاه و نهم تقریباً 0% بازه سیصد و شصتم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و شصت و نهم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتادم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و هفتاد و نهم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتادم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و هشتاد و نهم تقریباً 0% بازه سیصد و نودم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و یکم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و دوم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و سوم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و چهارم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و پنجم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و ششم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و هفتم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و هشتم تقریباً 0% بازه سیصد و نود و نهم تقریباً 0% بازه چهارصدم تقریباً 0% بازه چهارصد و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و نهم تقریباً 0% بازه چهارصد و دهم تقریباً 0% بازه چهارصد و یازدهم تقریباً 0% بازه چهارصد و دوازدهم تقریباً 0% بازه چهارصد و سیزدهم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهاردهم تقریباً 0% بازه چهارصد و پانزدهم تقریباً 0% بازه چهارصد و شانزدهم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفدهم تقریباً 0% بازه چهارصد و هجدهم تقریباً 0% بازه چهارصد و نوزدهم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیستم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و بیست و نهم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی‌ام تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و سی و نهم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهلم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و چهل و نهم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاهم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و پنجاه و نهم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصتم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و شصت و نهم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتادم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و هفتاد و نهم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتادم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و هشتاد و نهم تقریباً 0% بازه چهارصد و نودم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و یکم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و دوم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و سوم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و چهارم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و پنجم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و ششم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و هفتم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و هشتم تقریباً 0% بازه چهارصد و نود و نهم تقریباً 0% بازه پانصدم تقریباً 0% بازه پانصد و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و نهم تقریباً 0% بازه پانصد و دهم تقریباً 0% بازه پانصد و یازدهم تقریباً 0% بازه پانصد و دوازدهم تقریباً 0% بازه پانصد و سیزدهم تقریباً 0% بازه پانصد و چهاردهم تقریباً 0% بازه پانصد و پانزدهم تقریباً 0% بازه پانصد و شانزدهم تقریباً 0% بازه پانصد و هفدهم تقریباً 0% بازه پانصد و هجدهم تقریباً 0% بازه پانصد و نوزدهم تقریباً 0% بازه پانصد و بیستم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و بیست و نهم تقریباً 0% بازه پانصد و سی‌ام تقریباً 0% بازه پانصد و سی و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و سی و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و سی و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و سی و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و سی و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و سی و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و سی و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و سی و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و سی و نهم تقریباً 0% بازه پانصد و چهلم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و چهل و نهم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاهم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و پنجاه و نهم تقریباً 0% بازه پانصد و شصتم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و شصت و نهم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتادم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و هفتاد و نهم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتادم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و هشتاد و نهم تقریباً 0% بازه پانصد و نودم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و یکم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و دوم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و سوم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و چهارم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و پنجم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و ششم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و هفتم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و هشتم تقریباً 0% بازه پانصد و نود و نهم تقریباً 0% بازه ششصدم تقریباً 0% بازه ششصد و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و نهم تقریباً 0% بازه ششصد و دهم تقریباً 0% بازه ششصد و یازدهم تقریباً 0% بازه ششصد و دوازدهم تقریباً 0% بازه ششصد و سیزدهم تقریباً 0% بازه ششصد و چهاردهم تقریباً 0% بازه ششصد و پانزدهم تقریباً 0% بازه ششصد و شانزدهم تقریباً 0% بازه ششصد و هفدهم تقریباً 0% بازه ششصد و هجدهم تقریباً 0% بازه ششصد و نوزدهم تقریباً 0% بازه ششصد و بیستم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و بیست و نهم تقریباً 0% بازه ششصد و سی‌ام تقریباً 0% بازه ششصد و سی و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و سی و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و سی و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و سی و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و سی و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و سی و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و سی و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و سی و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و سی و نهم تقریباً 0% بازه ششصد و چهلم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و چهل و نهم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاهم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و پنجاه و نهم تقریباً 0% بازه ششصد و شصتم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و شصت و نهم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتادم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و هفتاد و نهم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتادم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و هشتاد و نهم تقریباً 0% بازه ششصد و نودم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و یکم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و دوم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و سوم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و چهارم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و پنجم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و ششم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و هفتم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و هشتم تقریباً 0% بازه ششصد و نود و نهم تقریباً 0% بازه هفتصدم تقریباً 0% بازه هفتصد و یکم تقریباً 0% بازه هفتصد و دوم تقریباً 0% بازه هفتصد و سوم تقریباً 0% بازه هفتصد و چهارم تقریباً 0% بازه هفتصد و پنجم تقریباً 0% بازه هفتصد و ششم تقریباً 0% بازه هفتصد و هفتم تقریباً 0% بازه هفتصد و هشتم تقریباً 0% بازه هفتصد و نهم تقریباً 0% بازه هفتصد و دهم تقریباً 0% بازه هفتصد و یازدهم تقریباً 0% بازه هفتصد و دوازدهم تقریباً 0% بازه هفتصد و سیزدهم تقریباً 0% بازه هفتصد و چهاردهم تقریباً 0% بازه هفتصد و پانزدهم تقریباً 0% بازه هفتصد و شانزدهم تقریباً 0% بازه هفتصد و هفدهم تقریباً 0% بازه هفتصد و هجدهم تقریباً 0% بازه هفتصد و نوزدهم تقریباً 0% بازه هفتصد و بیستم تقریباً 0% بازه هفتصد و بیست و یکم تقریباً 0% بازه هفتصد و بیست و دوم تقریباً 0% بازه هفتص

... مشکل را رفع کرد.

هم مشکل مجهول بودن a و b را که با استفاده از تابع حل شد، و هم اینکه سرعت تولید اعداد به فرد از بستگی دارد که اکنون با تابع $g_x(x)$ که فرض می‌شود حل شد.

باید بدانیم نرخ ورود مشتریها از چه تابع توزیعی پیروی می‌کند؟

سوال: یک اتفاق بصورت تصادفی در دنیای واقعی اتفاق می‌افتد، می‌خواهیم بدانیم تابع توزیع آن چیست؟

مراحل شناسایی یک تابع توزیع در یک سیستم واقعی و فیزیکی:

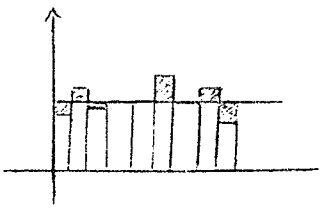
۱- جمع آوری داده های حجم آماری.

۲- داده ها را رسته بندی می‌کنیم و تعداد فراوانی ها در این رسته ها را بدست می‌آوریم.

۳- با استفاده از فراوانی های هر رسته نمودار هیستوگرام رسم می‌کنیم.

۴- حدس می‌زنیم تابع چگالی احتمال چیست؟

۵- حدس خود را محک می‌زنیم (که چند درصد حدس ما درست بوده است؟)



بعد از حدس زدن تابع ممکن است به خطا برخورد کنیم، ولی ما هر حال مجبور به پذیرفتن مقداری خطا هستیم.

انواع آزمون فرض:

۱- آزمون K مربع.

۲- آزمون KS.

* آزمون KS و K مربع به ما کمک می‌کنند تا میزان اطمینان به حدس خود را محک بزنیم و یک تابع با کمترین میزان خطا بدست آوریم.

آزمون χ^2 مربع :

ابتدا برای حرف اله باید یک فرض بنویسیم که بهآن H_0 می گویند. (و نقیض فرض را H_1 می گویند)

تابع توزیع متغیر تصادفی χ^2 از نوع ـــــــ می باشد ... H_0

تابع توزیع متغیر تصادفی χ^2 از نوع ـــــــ نمی باشد . H_1

مثال :

دسته	O_i	E_i
0 - 0.1	8	
0.1 - 0.2	8	
0.2 - 0.3	10	
0.3 - 0.4	9	
0.4 - 0.5	12	
0.5 - 0.6	8	
0.6 - 0.7	10	
0.7 - 0.8	14	
0.8 - 0.9	10	
0.9 - 1	11	
	100	

فراوانی مشاهده شده

فراوانی مورد انتظار

ـ تابع توزیع متغیر تصادفی χ^2 از نوع یکسواخت استاندارد می باشد . H_0

ـ تابع توزیع متغیر تصادفی χ^2 از نوع یکسواخت استاندارد نمی باشد . H_1

* فراوانی مشاهده شده : چند مورد اتفاق افتاد .

* فراوانی مورد انتظار : انتظار داشتیم چند مورد اتفاق می افتاد .

برای بدست آوردن E_i ها انتگرال معین تابع فرض را در بازه مورد نظر گرفته و در تعداد کل عضو های آماری ضرب می کنیم .

$$E_i = \text{تعداد کل عضو های آماری} * \int_{\text{ابتدای بازه}}^{\text{انتهای بازه}} \text{تابع چگالی}$$

مثال: تابع توزیع کمیت استاندارد (برای مثال قبل)

$$\begin{cases} 1 & 0 \le x \le 1 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

بازه اول $\Longrightarrow 100 * \int_0^{0.1} 1 = 100 * x\Big|_0^{0.1} = 100 * 0.1 = 10$

بازه دوم $\Longrightarrow 100 * \int_{0.1}^{0.2} 1 = 100 * x\Big|_{0.1}^{0.2} = 10$

بازه سوم $\Longrightarrow 100 * \int_{0.2}^{0.3} 1 = 100 * x\Big|_{0.2}^{0.3} = 10$

⋮

و همین طور تا آخر تمام E_i ها برابر 10 خواهد شد که مجموع تمام آن‌ها 100 می‌شود.

بازه	O_i	E_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
0 — 0.1	8	10	0.4
0.1 — 0.2	8	10	0.4
0.2 — 0.3	10	10	$\frac{(10-10)^2}{10} = 0$
0.3 — 0.4	9	10	$\frac{(\text{صد})^2}{10} = 0.1$
0.4 — 0.5	12	10	0.4
0.5 — 0.6	8	10	0.4
0.6 — 0.7	10	10	0
0.7 — 0.8	14	10	1.6
0.8 — 0.9	10	10	0
0.9 — 1	11	10	0.1
	100	100	3.4 ← χ^2 بدست آمده

یک χ^2 حدود حال بدست آوردیم و یک $\chi^2_{\alpha}(k-r-1)$ نیز از روی جدول بدست می‌آوریم.

* این کار را انجام می‌دهیم تا بدانیم فرض H_0 درست است یا فرض H_1 درست است.

$\chi^2_{\alpha}(k-r-1)$

α: ضریب اطمینان

k: تعداد دسته‌ها

r: تعیین متغیرهای تابع

* ضریب اطمینان : متغیری است که به کمک داده‌ی شود که آیا بین O_i و E_i به آن میزان اختلاف وجود دارد ، آن اختلاف را در نظر می‌گیریم و برای ما مهم نیست .

* تعداد متغیرهای تابع : به جدول رو کرز پیروی می‌کند . . . .

تابع	۲
یکنواخت	2
پواسن	1
نمایی	1
یکنواخت استاندارد	0

مثال : $\alpha = 0.05$

$$\chi^2_{0.05}\,(10 - 0 - 1) =$$

$$\chi^2_{0.05}\,(9) = 16.9 \longleftarrow \text{در روی جدول } k^2$$

* مقدار $\chi^2_{\alpha}(k-r-1)$ را در روی جدول k^2 که متغیری ثابت است و داده می‌شود ، می‌نویسیم .

مثال : χ^2 و χ^2_{α} :

اگر $\chi^2 < \chi^2_{\alpha}(k-r-1)$ باشد ، آنگاه با درجه اطمینان $1-\alpha$ فرض H_0 را می‌پذیریم .

اگر $\chi^2 > \chi^2_{\alpha}(k-r-1)$ باشد ، آنگاه با درجه اطمینان $1-\alpha$ فرض H_0 را رد کرده و فرض H_1 را می‌پذیریم .

آزمون برش KS :

* باز هم فرض H_0 و H_1 را داریم.

- تابع توزیع متغیر تصادفی x از نوع یکنواخت استاندارد می باشد. H_0
- تابع توزیع متغیر تصادفی x از نوع یکنواخت استاندارد نمی باشد. H_1

مثال قبل: $\alpha = 0.05$

دسته	فراوانی مشاهده شده o_i	فراوانی نسبی	$S_N(x)$ فراوانی نسبی تجمعی	$F_x(x)$	$\lvert S_N(x) - F_x(x) \rvert$
0 — 0.1	8	0.08	0.08	0.1	0.02
0.1 — 0.2	8	0.08	0.16	0.2	0.04
0.2 — 0.3	10	0.1	0.26	0.3	0.04
0.3 — 0.4	9	0.09	0.35	0.4	0.05
0.4 — 0.5	12	0.12	0.47	0.5	0.03
0.5 — 0.6	8	0.08	0.55	0.6	0.05
0.6 — 0.7	10	0.1	0.65	0.7	0.05
0.7 — 0.8	14	0.14	0.79	0.8	0.01
0.8 — 0.9	10	0.1	0.89	0.9	0.01
0.9 — 1	11	0.11	1	1	0
	100	1			

۱- ابتدا فراوانی مشاهده شده هر دسته را بدست می آوریم.

۲- سپس فراوانی نسبی هر دسته را از تقسیم روی رو بدست می آوریم:

$$\frac{\text{فراوانی هر دسته}}{\text{کل نمونه ها}}$$

و جمع آن باید یک شود.

۳- در فراوانی نسبی تجمعی هر دسته مقدارش با مقادیر دسته قبل جمع می گردد و فراوانی نسبی تجمعی آخرین دسته باید یک شود.

۴- برای بدست آوردن $F_x(x)$ که تابع چگالی احتمال در بازه ۰ تا x ای پایه انتگرال می گیریم.

$$\int_0^x F(x)$$

$$\int_0^{0.1} 1 = 0.1$$

$$\int_0^{0.2} 1 = 0.2$$ * مقدار ابتدای اولین بازه، همواره برابر حد انتگرال است

$$\int_0^{0.3} 1 = 0.3$$

۵- در ستون آخر مقادیر $S_N(x)$ و $F_x(x)$ بدست آمده را از هم کم کرده و اختلاف بین آنها را می‌نویسیم.

۶- متغیر D را بزرگترین عدد در ستون آخر در نظر می‌گیریم.

$$D = \max |S_N(x) - F_x(x)| = 0.05$$

۷- متغیر D_α را از روی جدول ks زیر بدست می‌آوریم.

* جدول ks ثابت است، یا داده می‌شود و یا

مقدار α مقدار داده شده در جدول سوال است که باید حتماً شود.

α	0.1	0.05	0.01
$N>30$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

$\downarrow$

D_α ← مقدار

مثال قبل:

$$D_\alpha \Longrightarrow D_{0.05} = \frac{1.36}{\sqrt{1\infty}} = \frac{1.36}{10} = 0.136$$

نتیجه:

اگر $D < D_\alpha$ باشد، آنگاه شرط H_0 با درجه اطمینان $1-\alpha$ پذیرفته می‌شود.

اگر $D > D_\alpha$ باشد، آنگاه شرط H_0 با درجه اطمینان $\alpha-1$ رد می‌شود و فرض H_1 پذیرفته می‌شود.

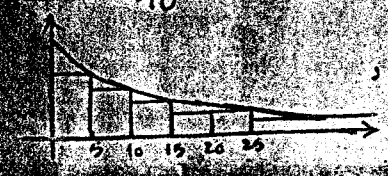
مثال: اعداد تصادفی زیر توسط یک مولد تصادفی تولید شده است.

1.5	8.5	29.1	3.1	12.1	2.5	22.4	1.7	7.2	4.8
5.3	0.5	6.1	1.1	10.7	16.1	9.9	4.2	8.1	17.2
3.7	2.3	19.5	2.9	59	2.25	14.5	6.9	1.35	10.9
13.2	12.69	2.1	22.8	5.9	9.1	3.9	11.5	15.8	24.1

الف) تابع توزیع متغیرهای تصادفی را حدس بزنید.

ب) حدس خود را با آزمون ks با $\alpha = 0.05$ آزمایش کنید.

دسته	فراوانی مشاهده شده	فراوانی نسبی	فراوانی نسبی تجمعی	$F_x(x)$	$\lvert S_N(x) - F_x(x) \rvert$
0 – 5	15	$15/40 = 0.375$	0.375	$1-e^{-5\lambda}$	
5 – 10	9	$9/40 = 0.225$	0.6	$1-e^{-10\lambda}$	* با بدست آوردن این
10 – 15	6	$6/40 = 0.15$	0.75	$1-e^{-15\lambda}$	مقادیر مقدار D را
15 – 20	4	$4/40 = 0.1$	0.85	$1-e^{-20\lambda}$	
20 – 25	4	$4/40 = 0.1$	0.95	$1-e^{-25\lambda}$	بدست می‌آوریم.
> 25	2	$2/40 = 0.05$	1	1	
	40	1			



نمودار

حدس ما در مورد تابع توزیع مایی است.

تابع توزیع متغیر تصادفی x از نوع نمایی می‌باشد. H_0

تابع توزیع متغیر تصادفی x از نوع نمایی نمی‌باشد. H_1

باید ابتدا λ را بدست آوریم.

$$P_X(x) = \lambda e^{-\lambda x}$$

$$\lambda = \frac{1}{\mu} = \frac{i}{\frac{\text{مجموع اعداد}}{\text{تعداد}}} = \frac{\text{تعداد}}{\text{مجموع اعداد}} \Longrightarrow \lambda = 0.095$$

میانگین

$$F_X(x) = \int_0^x \lambda e^{-\lambda x} dx = -e^{-\lambda x}\Big|_0^x$$

ستون اول $\Longrightarrow -e^{-\lambda x}\Big|_0^5 = 1 - e^{-5\lambda}$

ستون دوم $\Longrightarrow -e^{-\lambda x}\Big|_0^{10} = 1 - e^{-10\lambda}$

ستون سوم $\Longrightarrow -e^{-\lambda x}\Big|_0^{15} = 1 - e^{-15\lambda}$

ستون چهارم $\Longrightarrow -e^{-\lambda x}\Big|_0^{20} = 1 - e^{-20\lambda}$

ستون پنجم $\Longrightarrow -e^{-\lambda x}\Big|_0^{25} = 1 - e^{-25\lambda}$

ستون ششم $\Longrightarrow -e^{-\lambda x}\Big|_0^{\infty} = 1 - \underbrace{e^{-\infty\lambda}}_{\downarrow 0} = 1$

$$D_\alpha \Longrightarrow D_{.05} = \frac{1.36}{\sqrt{40}} = \frac{1.36}{6.32} = 0.21$$

* با توجه به D و D_α فرض خود را اثبات می‌کنیم.

شبیه‌سازی توسط SLAM :

گره Create برای ایجاد نیاز در شبکه استفاده می‌شود.

گره Q برای مدل‌سازی فرآیند تقسیم‌گیری منبع نیاز از فعالیت سرویس استفاده می‌شود. بدین ترتیب که تا زمانی که فعالیت سرویس این گره تولید می‌گیرد. (آنرا ذخیره می‌کند.)

گره Terminate برای از بین بردن نیاز استفاده می‌شود.

گره Assign به منظور تغییر مقدار اولیه یا مقدار به هنگام شده متغیرهای SLAM استفاده می‌شود.

شاخه‌های فعالیت : مدل‌سازی کننده نوع نیاز و مسیر حرکت نیازها را در فرآیندهای مختلف سیستم به عهده دارد.

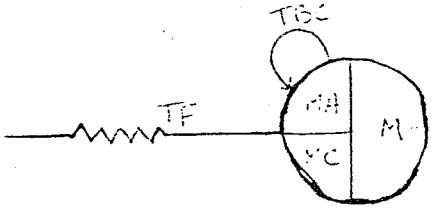
آمارگیری از نیازها و یا از متغیرهای SLAM در گره Collect انجام می‌شود.

گره Create :

آنرا تنها جهت را مشخص به نیازها می‌کنیم، مانند ورود آنها را به سیستم مدل‌سازی کنیم.

در SLAM نیازها توسط گره Create به سیستم وارد می‌شوند.

مشخصه‌های گره Create به شرح زیر است :



CREATE , TBC , TF , MA , MC , M ,

TF : زمان ایجاد اولین نیاز برای ورود به سیستم می‌باشد.

TBC : زمان بین ورود نیازهای متوالی است.

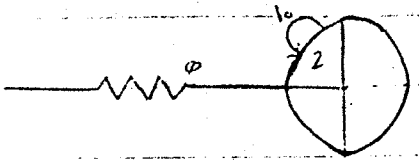
MC : حداکثر تعداد نیازهایی است که توسط گره ایجاد می‌شود.

MA : شماره مشخصه‌ای از نیاز است که برای ذخیره زمان ایجاد استفاده می‌شود.

M : حداکثر تعداد نیازهایی است که نیاز تولید شده از آنها تبعیت می‌کند.

* تعداد پیش‌فرض TBC برابر یک است.
* تعداد پیش‌فرض TF برابر صفر است.
* پیش‌فرض M و MC برابر بی‌نهایت است.

هر نهاد که وارد سیستم می‌شود یک آرایه منحصر به فرد متعلق به خود دارد که مشخصه‌های خود را در آن می‌نویسد و بنام ATRIB



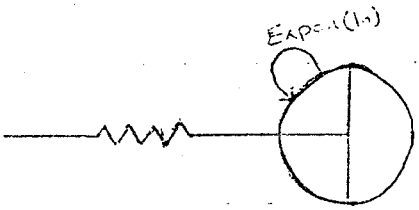
TF=0 : در زمان 0 اولین نهاد تولید می‌شود.

TBC=10 : هر 10 واحد زمانی گروه بعدی تولید می‌شود.

MC=∞ : حداکثر تولید ∞ است.

M=∞ : حداکثر تعداد نهاد مجاز ∞ است.

MA=2 : یعنی در خانه دوم آرایه ATRIB زمان ایجاد آن را ذخیره کن. زمان ورود نهاد به سیستم = ATRIB (2)



TF=0 : در ثانیه صفر اولین نهاد تولید می‌شود.

TBC=EXPO(10) : زمان بین تولید نهادها به سیستم توزیع نمایی با میانگین 10 تولید می‌شود.

MC=∞ : حداکثر تولید ∞ است.

M=∞ : حداکثر تعداد نهادها در سیستم ∞ است.

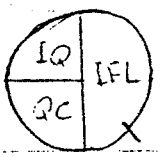
MA : تعداد خانه‌های آرایه برای نهاد ایجاد نشده می‌شود.

گره صف Q :

گره صف مکانی برای انتظار نهادهایی است که منتظر دریافت سرویس هستند.

وقتی که نهادی وارد گره صف می‌شود، خروج از آن بستگی به وضعیت فعالیت سرویس‌دهنده گره دارد.

نحوه صف بصورت زیر بیان شد:



Queue (IFL) ≠ IQ, QC;

IQ : تعداد نهادهایی که بصورت پیش‌فرض در صف هستند.

QC : ظرفیت صف است. (بیش‌تر آن حافظه).

IFL : شماره فایلی است که اطلاعات نهادهای ورودی در آن ذخیره می‌شود.

شاخه فعالیت ها :

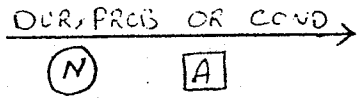
در شبکه شاخه ها برای مدل سازی فعالیت ها استفاده می شود .

فعالیت هایی که پس از گره صف قرار می گیرند با نام فعالیت سرویس خوانده می شوند . این فعالیت ها برای شبیه

همزمان زیاد ها قدرت ایجاد می نمایند .

هر فعالیت از یک گره شروع می شود و به یک گره دیگر ختم می شود .

شکل شاخه فعالیت :



ACTIVITY (N)/A , DUR , PROB OR COND , NLBL ;

N : تعداد سرویس دهندگان مجاز

A : شماره فعالیت

DUR : مدت فعالیت (مدت زمان انتظار برای انجام فعالیت)

PROB : احتمال انتخاب فعالیت برای عبور از آن (در شاخه های که احتمال انتخاب دارند)

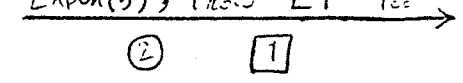
COND : شرط انتخاب فعالیت

* اگر DUR و PROB تعریف نشود ، پیش فرض صفر در نظر گرفته می شوند .

* شاخه هایی PROB دارند یا COND . می شود یک شاخه خروجی را داشته باشد .

NLBL : نام شاخه بعدی است .

مثال :



تعریف	کد ارتباطی
کوچکتر از	LT
کوچکتر یا مساوی	LE
مساوی	EQ
نامساوی	NE
بزرگتر	GT
بزرگتر یا مساوی	GE

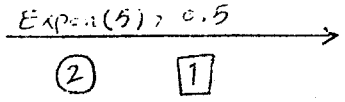
تعداد سرویس دهنده‌گان = ۲

شماره فعالیت = ۱

مدت زمان فعالیت = تابع نمایی میانگین نمایی (5)

دیت زمان شبیه‌سازی = ۱۰۰۰ واحد زمانی (تا زمانی که زمان سیستم کوچکتر از ۱۰۰۰ است شبیه‌سازی انجام شود.)

مثال: (فعالیت اول، مقدار ثابت، جهت شرط احتمال دارد.)



با احتمال 0.5 یا 50٪ از این فعالیت روی می‌دهیم.

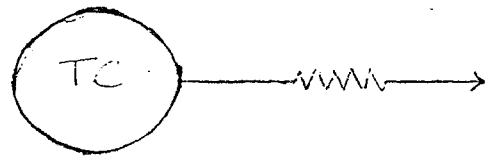
گره Terminate : (به پایان رساندن)

کار اصلی: حذف

اشکال و سرویس گیرنده خاتمه یافته از مدل سازی گرفته می‌شود، آنچه باقی می‌ماند خروج نرم افزار است.

درضمن: تعداد پایان سرویس گیرنده از سیستم خارج می‌شود.

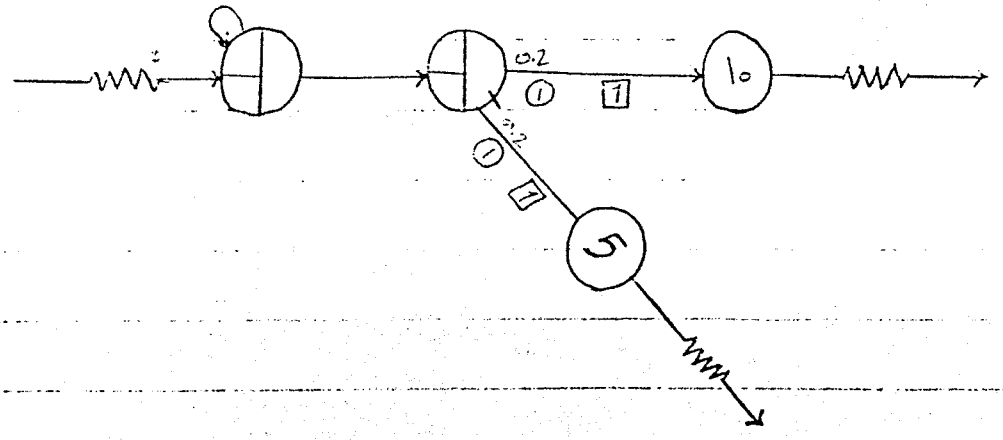
مثال: دنباله‌ای از گره‌ها که به صورت زیر است:



TERMINATE , TC ;

TC: تعداد مشتریانی که به گره Terminate وارد می‌شوند و پس از آن اجرای شبیه‌سازی قطع می‌شود.

مثال:



نکته : اگر بیش از یک Terminate داشته باشیم آنگاه زودتر به پایان برسد ، شبکه به پایان خواهد رسید .

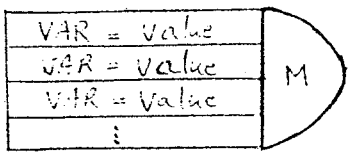
این سیستم فقط یک نوار تولید می‌کند و سیستم بعد از تولید آن و خروج آن شبکه به پایان می‌رسد . اگر تعداد ورودی بیشتر بود ، حداکثر تعداد نوار تولیدشده 5 می‌باشد .

در این شکل هر گره به دنباله تبدیل می‌شود و از هر دو خروجی خارج می‌شود . که اگر از هر خروجی به تعداد TC درون آن گره خارج شود ، آن خروجی بسته می‌شود .

گره Assign :

گره Assign : منظور تعیین مقداری برای مشخصه یا مشخصه‌های نوار ورودی و یا متغیرهای دیگر SLAM استفاده می‌شود .

نمادگره Assign :

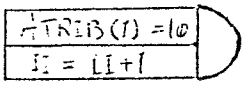


ASSIGN , VAR = VALUE , VAR = VALUE , ... , M ;

* تعداد دلخواه استفاده می‌کنیم و متغیرهای SLAM را مقداردهی می‌کنیم .

M : حداکثر تعداد نمونه‌هایی است که می‌تواند در آن عبور کند .

مثال :



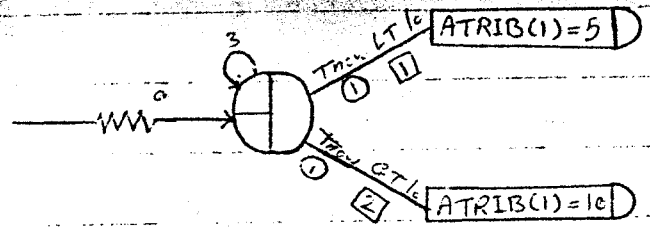
متغیرهای مجاز در SLAM :

SS (I)

DD (I)

XX (I)

II



گره Collect :

گره Collect برای جمع آوری اطلاعات و گردآوری مشاهدات آماری از متغیرهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.
جمع آوری مشاهدات آماری توسط این گره جمع آوری می‌شود:

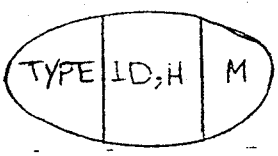
First — زمان ورود اولین ظاهر را به گره Collect گردآوری می‌کند.

All — زمان ورود کلیه واردها را در گره Collect گردآوری می‌شود.

Between — زمان بین ورود واردها. زمان بین ورود اولین واردها بعنوان مرجع در نظر گرفته شده و زمان بین ورود
واردهای بعدی آمار جمع آوری می‌شود.

(INT(NATR)) — این آمار مربوط به مشاهداتی که از اختلاف زمان ورود واردها یا مقدار مشخصه شماره NATR بدست می‌آید.

$$(INT(NATR)) = TNow - INT(NATR)$$



COLCT, TYPE, ID, NCEL / HLOW / HWID, M;

TYPE : یکی از چهار نوع مشاهدات گفته شده می‌باشد.

ID : شماره گره Collect

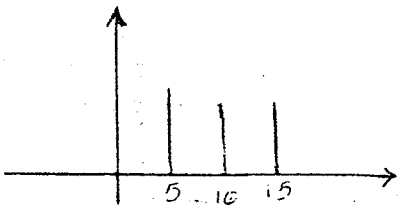
گره collect می‌تواند عوامل همپوشگرام یکشده که به سه متغیر احتیاج دارد:

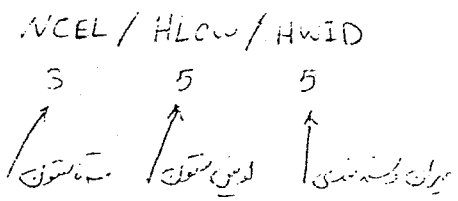
NCEL : تعداد ستون‌ها

HLOW : مقدار خانه اول (از ۰۰ تا این مقدار اولین ستون است.)

HWID : مقدار دسته‌بندی

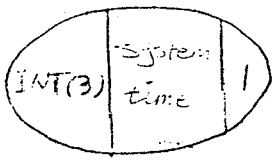
M : حداکثر تعداد شاخص‌های عددی است.





INT (NATR) = TWOW - ATRIB (NATR)

INT (NATR) : اگر ATRIB (NATR) زمان ورود به سیستم باشد، این متغیر است زمانی که شناسه از سیستم خارج است را محاسبه می‌کند.

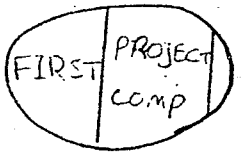


گره collect
INT (NATR) ترجمه

چون مقادیر عوامل را به آن اختصاص نداریم نمی‌توان عوامل را رسم کرد.

درجا به سوم آرایه زمان ورود ذخیره می‌شود.

حداکثر شاخص‌هایی که نشانه می‌تواند به آن بدهد یک است.



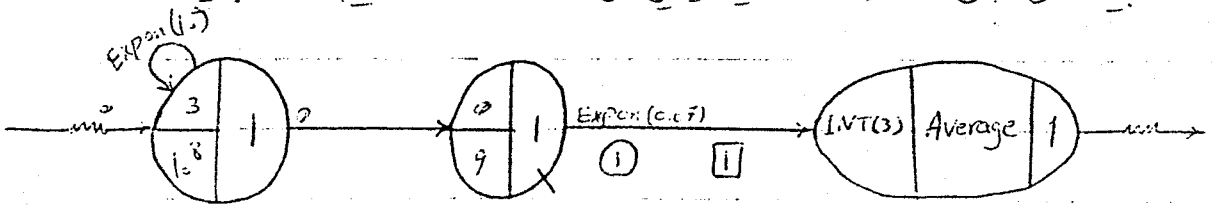
زمان ورود اولین نشانه به گره collect را در خروجی نمایش می‌دهد.

* FIRST زمان ورود اولین نشانه به سیستم را چاپ می‌کند.
* PROJECT COMP در خروجی نمایش داده می‌شود. (مثل Label عمل می‌کند.)

۱- SLAM یک صف M/M/1/10 را شبیه‌سازی کنید.

زمان بین ورودی پواسن با میانگین ۱۰ و متوسط زمان سرویس پواسن با میانگین 0.07 می‌باشد.

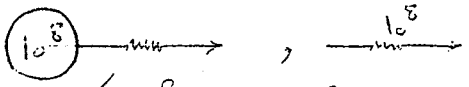
شبیه‌سازی را برای 10^6 بار اجرا کنید و میانگین زمان انتظار بسته‌ها در سیستم را محاسبه کنید.



INT(3) = TNOW − ATRIB(3)

* جزئی برای این است که هنگام سیستم متوسط میانگین را محاسبه می‌کند.

* دو شکل برای رود مشتری هستند:

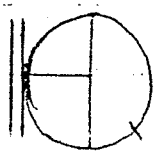


* تعداد 10^6 را در ابتدای create می‌گذاریم تا تعداد Loss شده‌ها هم شمارش شود، اگر در انتها بگذاریم Loss شده‌ها را نمی‌داند.

برای گره صف راه‌های گره صف برای نمونه دو حالت وجود دارد:

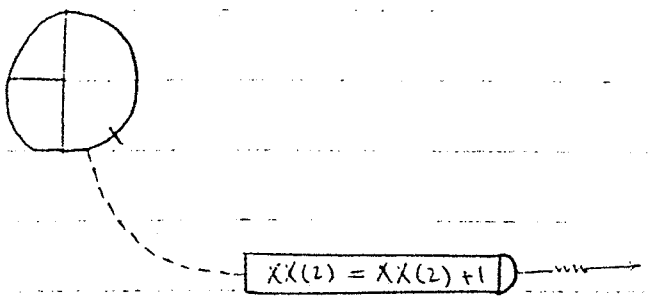
حالت اول: حالت Block می‌باشد. برای حالت کل سیستم متوقف می‌شود تا وقتی که صف خالی شود یا دوباره نمونه به صف وارد شود.

حالت Block:



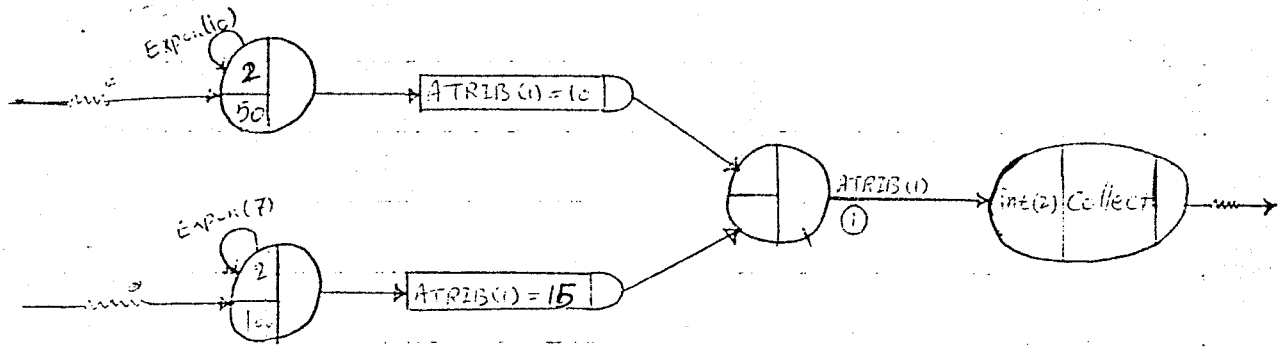
حالت دوم حالت BULK است. می‌گوید که نمونه‌ها را به یک گره دیگر حرکت می‌کنیم.

حالت BULK:



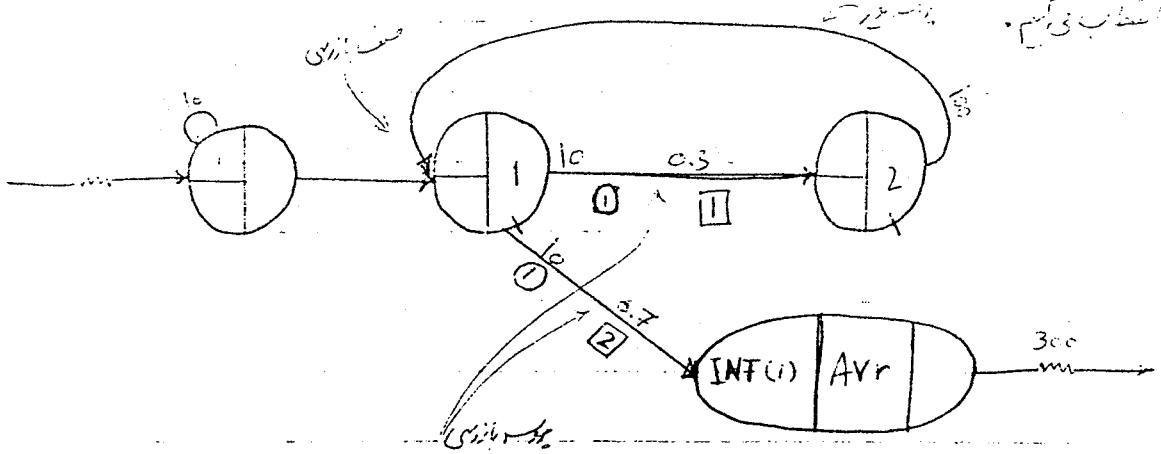
* می‌توان برای گره تعداد Loss شده‌ها را حساب کرد.

مثال: کارگاهی را درنظر بگیرید که دو نوع سفارش کار قبول می‌کند. از نوع اول در هر روز 50 عدد و از نوع دوم در هر روز 100 عدد تولید می‌شود. میانگین ورود سفارش نوع اول تابع پواسن با میانگین 10 می‌باشد و زمان ورود هر نوع به سیستم از تابع پواسن با میانگین 7 برای نوع کار دوم پیروی می‌کند. هر دو نوع کار با یک ماشین انجام می‌شود ولی زمان مراحل کار اول 10 ثانیه و زمان مراحل کار دوم 15 ثانیه می‌باشد. مدل شبکه SLAM آن را برای یک روز کاری رسم نمائید.



عملیات بازرسی نهائی یک فصل بسته شده در یک کمپانی تولیدی را در نظر بگیرید. 30٪ فصلها پس از بازرسی مجدد مشاهده شده و برای تعمیر و بازرسی مجدد مرجع خواهند شد و 70٪ بقیه سالم هستند. زمان بازرسی برای هر فصل 10 واحد زمانی و زمان تعمیر برای هر فصل 100 واحد زمانی می‌باشد. شبکه مربوط به آن را برای 300 فرد رسم کنید.

* زمان تولید محصول بعدی را نمی‌شناسیم. در عمل اصبورت فقط یک فرد تولید می‌کند اگر دیگر نداریم شبیه سازی را خاتمه می‌دهیم.



منابع : RESOURCE

بعضی فعالیت‌ها برای اجرا نیاز به یکسری منابع دارند. مثل سفال پرسین که تنوری که از آن سفال پرسیده می‌شود منبع است.

بلاک Resource برای مشخص کردن اینکه ظرفیت منبع مورد استفاده قرار می‌گیرد.

طرز استفاده از منابع در گره‌های Awaite ، Free و Alter مشخص می‌شود.

سمبل گرافیکی و دستور کامپیوتری بلاک Resource به شکل زیر است:

RLBL	CAP	IFL1	IFL2	...

RESOURCE / RLBL (CAP) , IFL1 , IFL2 , ...

RLBL : به معنی نام منبع است.

CAP : ظرفیت منبع است.

IFL1 , IFL2 : شماره فایلهایی که درخواست برای این منابع در این فایل ذخیره می‌شود.

* تعداد این فایلها در بلاک آزاد است.

مثل:

Machin	2	3	7

منبعی بنام Machine داریم ، ظرفیت آن 2 است ،

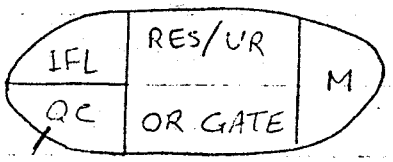
اگر کسی خواهد به این منبع دسترسی داشته باشد باید درخواست خود را در فایلهای 3 و 7 قرار دهد.

* ظرفیت هر فایل به اندازه است که بتواند درخواست را در خود جای دهد.

گره AWAIT :

گره Awaite برای در انتظار نگه داشتن نیروهایی که هرکدام از آنها به تعداد UR از منبع RES لازم دارند و برای نیروهایی که منتظر بازشدن دروازه گیت جهت استفاده می‌شود. اگر به تعداد UR از منبع RES موجود نباشد یا دروازه گیت باز نباشد، نیرو در سمبل منتظر از گره Awaite خارج نمی‌شود. در غیر اینصورت به فایل IFL منتظر آزاد شدن منبع یا باز شدن دروازه گیت می‌شود.

مثال گرافیکی و دستوری آن + شرح واژه‌ها :



AWAIT (IFL/QC) RES/UR , BLOCK OR BALK(NLBL) , M ;

QC : طرحیت گره Await است.

* گره Await نوعی صف است که برنامه‌ها - ترتیب منابع را گرفته و خارج می‌شوند.

RES : نام کدام منبع (نام منبع مورد درخواست است.)

UR : چند تا (تعداد مورد نیاز از منبع است.)

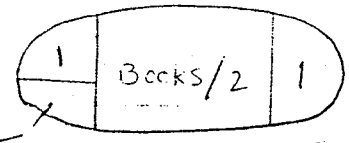
GATE : دروازه است. (بعداً توضیح داده خواهد شد.)

BLOCK OR BALK : اگر طرحیت پر شود می‌گوید که BLOCK بشود یا BALK شود.

NLBL : نام گره بعدی است که اگر این گره پر شود دستور BALK درخواست کننده را در گره بعدی ذخیره می‌کند.

Books	3	1	2

حل :



منبعی داریم بنام Books که سه تا است. کل مجموعه است و درخواست کننده‌ها مشخصات خود را در فایلهای 1 و 2 ذخیره می‌کنند.

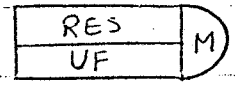
گره Await مشخصات خود را در فایل 1 می‌ریزد و طرحیت آن فایل ۵ است.

هر گره درخواست کننده‌ی که واحد از منبع Books احتیاج دارد و اگر به آن تعداد منبع نباشد مشخصات آن در فایل 1 ذخیره می‌شود و از این گره حرکت می‌کند به یک گره دیگر رفت.

گره FREE:

گره Free برای آزاد کردن منابع تخصیص داده شده در گره Awaie استفاده می‌شود. هر بار که یک فرایند وارد گره می‌شود به تعداد UF از منبع RES آزادی می‌شود. بنابراین پس از آزاد شدن منابع، فرایندهایی که در گره Awaie منتظر هستند با توجه به درخواست‌شان تعداد منابع مورد نیاز در گره Awaie خارج می‌شوند.

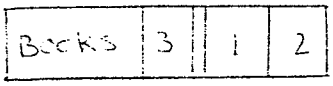
نام گذاری و دستور کامپیوتری آن به شکل زیر است:

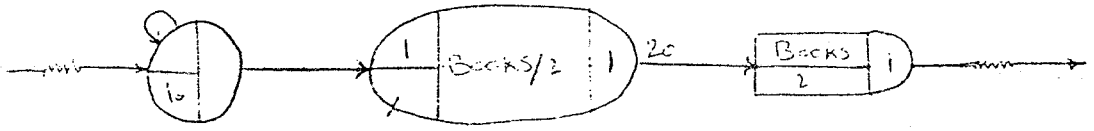


FREE , RES / UF ;

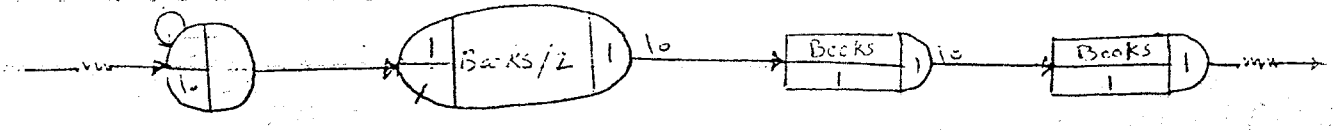
هر منبع وقتی به گره Free می‌رسد باید از منبع RES به تعداد UF آزاد کند و تعداد منابع آزاد در Awaie نشان داده و بقیه‌ای که منتظر منبع است می‌تواند از این گره عبور کند.

مثال:





گره بعدی تولید به منبع Books احتیاج دارد و پس از 20 واحد زمانی منبع را آزادی کند. اگر در این زمان گردای تولید شده در قبل 1 منتظری نباشد تا منبع خالی شود.

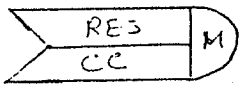


در این حالت منابع یکی یکی آزاد می‌شوند و وقتی کلی از منابع آزاد شد، گره بعدی کار خود را ادامه می‌دهد.

گره ALTER :

برای تغییر دادن ظرفیت صف استفاده می‌شود. در عمل نیاز به تغییرات ظرفیت صف در موقع حذف و یا از کار افتادن بعضی از صف‌ها پیش می‌آید.

سمبل گرافیکی و کد نویسی آن به شکل زیر است:



ALTER, RES, CC;

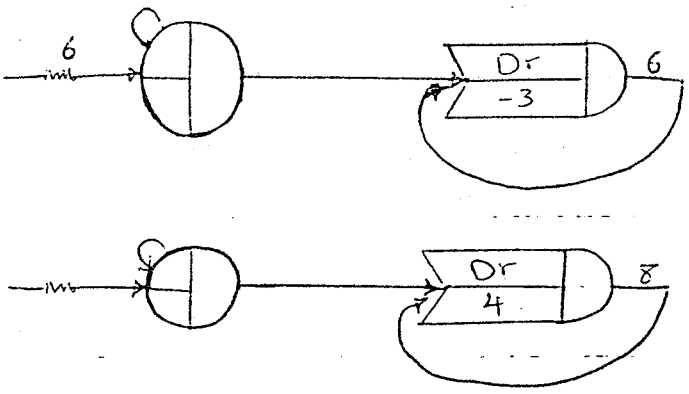
RES : نام صفی است که ظرفیت آن تغییر کند.

CC : تعداد مشتری است که ظرفیت به آن اضافه یا کم شود.

(اگر ظرفیت کم کند باید مقدار CC منفی باشد.)

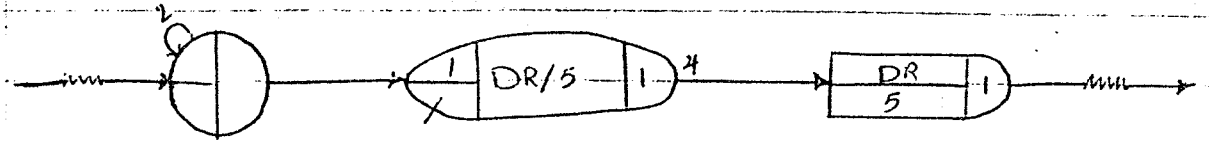
مثال: یک بیمارستان در ابتدا ۱۰ پزشک دارد و هر شش ساعت سه پزشک از بیمارستان خارج می‌شوند و هر هشت ساعت چهار پزشک وارد می‌شوند. ورود و خروج پزشک‌ها را شبیه‌سازی کنید.

Dr	۱۰	۱

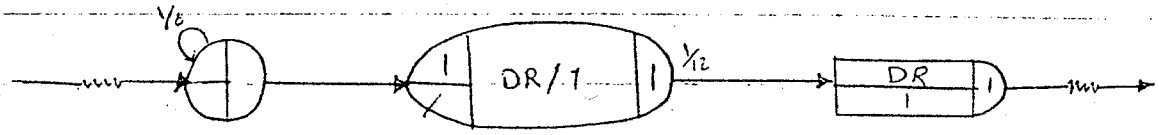


* ابتدا مشتری تولید می‌کنیم تا از طریق آن به گره ALTER برسیم و از روی تولید شده فقط استفاده برای می‌شود.
* وظیفه بلوک تولید شده رد شدن از گره ALTER است.

هر عمل جراحی نیاز به 5 دکتر دارد. هر دو ساعت یکبار یک بیمار برای عمل جراحی به بیمارستان آورده می‌شود و هر عمل جراحی ۴ ساعت بطول می‌انجامد.



یک نوع عمل سرپایی است که به یک دکتر احتیاج دارد و هر 5 دقیقه یکبار این عمل انجام می‌شود و هر ۱۰ دقیقه یکبار یک بیمار وارد می‌شود.



* این شبکه‌ای با 5 بلوک است، یک بلوک ..... Resource

هر بلوک ..... create برای تعیین تعداد دکترها

دو بلوک ..... هر بار عمل جراحی

بلوک GATE:

از بلوک create برای تقریب دروازه استفاده می‌شود. وضعیت ابتدایی دروازه با کلمه open یا close مشخص می‌شود.

بلوک Gate به دو گره احتیاج دارد، گره open و گره close.

نمادگذاری و دستور کاربری آن به شکل زیر است:

GLBL	OPEN OR CLOSE	IFL1	IFL2

GATE/GLBL, OPEN OR CLOSE, IFL1, IFL2;

OPEN OR CLOSE: وضعیت ابتدایی گره GATE را نشان می‌دهد.

IFL1, IFL2: نام گره‌هایی است که منتظر باز شدن بلوک GATE هستند.

مثال:

Class	close	1

Aesam Ghaei Asadi

GAMA HESAM Ghaei HesamGhaei Hesam Asadi Ghaei

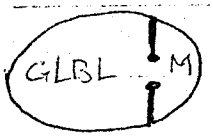
HAM ES E A

بلوک GATE دو ورودی مخصوص به خود دارد:

گره OPEN: گره OPEN به منظور باز کردن دروازه بسته می باشد. جریگاه نهاد وارد گره شود و دروازه بسته باشد، دروازه را باز خواهد کرد، در غیر اینصورت هیچ کاری انجام نمی دهد.

سمبل گرافیکی و دستور کاربری آن بصورت زیر است:

Ghaei Asadi Ghaei Ghaei Asadi



OPEN, GLBL, M;

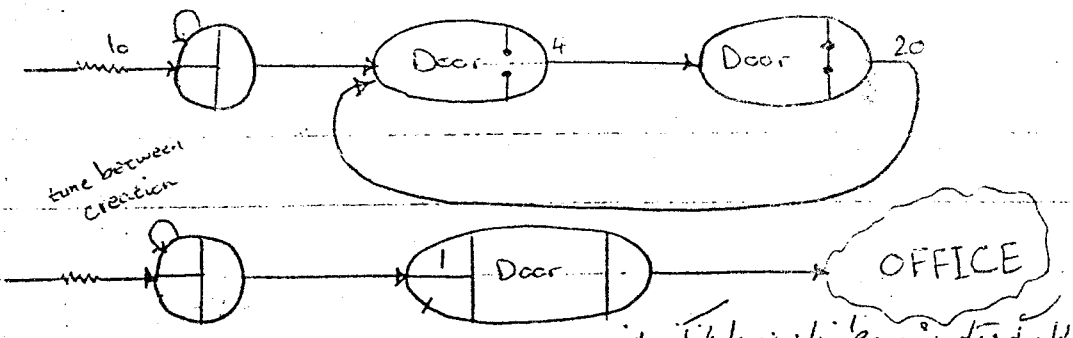
گره CLOSE: این گره عکس گره OPEN عمل می کند. جریگاه نهاد وارد گره شود، دروازه GLBL اگر باز باشد بسته می شود و در غیر اینصورت تغییری صورت نمی گیرد.

سمبل گرافیکی و دستور کاربری آن بصورت زیر است:

CLOSE; GLBL, M;

مثال: می خواهیم کارکرد دروازه ای را شبیه سازی کنیم. بدلخواه فرض کنید. با شبیه سازی این مثال کاربرد دروازه را شبیه سازی کنید.

Door	close	1



* در بلوک اول گره تولید شده، وصایتی دارد که در باز کند و بپیوندد.

* در بلوک دوم مشتریان وارد شده (تولید شده) وارد گره Await می شوند. اگر بسته باشد منتظر باز شدن می شوند و اگر باز باشد تولید OFFICE می شوند.