

# شبه سازی کامپیوتری

## The Computer Simulation

Presented by: Amin Mehranzadeh  
2015-2016

Email: [mehran.students@gmail.com](mailto:mehran.students@gmail.com)  
URL : <http://www.mehransoft.ir>

1

### • گام های اساسی در شبیه سازی:

#### ۱- درک و شناخت مسئله/ فرموله سازی مسئله (Problem Formulation):

تعریف و فرموله سازی مسئله به گونه ای که تحلیلگر (شبه سازی) درک آشکاری از سیستم پیدا کند.

#### ۲- تعیین اهداف و طرح کلی پروژه

#### (Setting of Objective & Overall Project Plan):

تعیین اهداف فرآیند شبیه سازی به گونه ای که به درخواست های انجام شده پاسخ گوید. لازم است در ابتدای کار طرح سازمانی شبیه سازی شامل هزینه ها و جداول زمانبندی تهیه گردد.

2

- گام های اساسی در شبیه سازی:

### ۳- ساختن مدل / مدل سازی (Model Building):

در ابتدا یک مدل ساده در مراحل اولیه شبیه سازی با توجه به درک مسئله و اهداف از پیش تعیین شده انتخاب می گردد. در این مرحله چون این مدل نیاز به طراحی بر اساس یکسری داده های اولیه دارد همزمان با مرحله ۴ یعنی گردآوری داده ها انجام خواهد شد. به عبارت دیگر مرحله ۳ و ۴ به صورت همزمان اجرا خواهند شد.

### ۴- گردآوری داده ها (Data Collection):

در این مرحله داده های ورودی مورد نیاز جمع آوری می شود. با توجه به اینکه این داده ها اثر مستقیمی بر نحوه مدلسازی دارند به طور موازی و همزمان با مدلسازی انجام می شود.

3

- گام های اساسی در شبیه سازی:

### ۵- کدنویسی و برنامه نویسی (Coding):

بر اساس اطلاعات گردآوری شده و همچنین مدل انتخاب شده می توان با استفاده یکی از زبان های خاص شبیه سازی مانند Arena, Matlab, Awesim,... فرآیند و مراحل کاری را مدل نمود. این زبان ها فرآیند شبیه سازی را تا حد امکان تسریع و تسهیل می نمایند.

### ۶- ارزیابی (Verified ?):

در این ارزیابی درستی و یا نادرستی برنامه نوشته شده بررسی می شود. به عبارت دیگر لازم است کد نوشته شده به منظور رفع اشکالات احتمالی بررسی شود و در صورت عدم تأیید صحت برنامه، مرحله بعدی بررسی و تصحیح تا زمان کشف مشکل و رفع آن ادامه پیدا می کند.

4

- گام های اساسی در شبیه سازی:

#### ۷- اعتبارسنجی (Validated ?):

در این مرحله مدل شبیه سازی شده به منظور سنجش میزان انطباق آن با سیستم واقعی مورد بررسی قرار می گیرد. برای این منظور بر روی داده هایی که به روش عملی و همچنین کار میدانی جمع آوری شده اند مقایسه ای انجام شده و سپس انطباق این دو دسته نتیجه، مورد ارزیابی قرار می گیرد. در صورت عدم تأیید، لازم است تا اطلاعات جمع آوری شده و بررسی و مدل بازنویسی شود.

#### ۸- ایجاد طرح آزمایشی (Experimental Design):

در این مرحله طرح شبیه سازی شده به وسیله روش های خاص (ریاضی) مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرد.

5

- گام های اساسی در شبیه سازی:

#### ۹- اجرای مدل و تحلیل نتایج (Production runs & analysis):

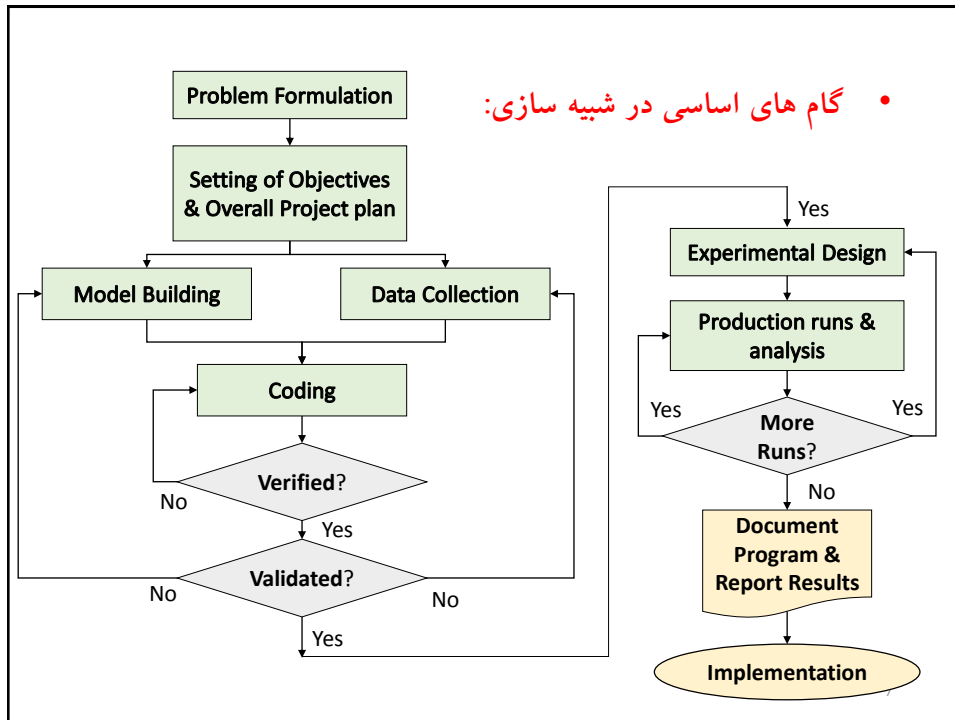
به منظور کسب اطمینان از صحت نتایج، برنامه تهیه شده چندین بار تکرار می گردد. در این تکرار، تعداد تکرار و محدوده زمانی آزمایش بر اساس معیارهای مؤثر بر شبیه سازی انتخاب می گردد و نتایج حاصله گردآوری و نتایج مورد تحلیل قرار می گیرد.

#### ۱۰- بررسی اینکه آیا به اجراهای بیشتر نیاز است (More Runs ?):

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص می شود که آیا اجراهای بیشتر مورد نیاز است.

#### ۱۱- مستندسازی و اعلام نتایج (Document Program & Report Results):

این اطلاعات به منظور درک چگونگی کارکرد برنامه برای استفاده کنندگان آتی تهیه می گردد. انواع فرض ها و پارامترهای استفاده شده برای آشکار شدن مراحل شبیه سازی باید جمع آوری و مستندسازی شوند تا در صورتی که نیاز باشد تا شرایط شبیه سازی تغییر کند این کار به آسانی انجام گیرد.



• اجزاء شبیه سازی سیستم های گسسته:

علاوه بر تعاریف پایه شبیه سازی سیستم و منطق بررسی ورود رویدادها به سیستم، شبیه سازی فرآیندهای گسسته بر اساس رویداد (Event) شامل موارد زیر می باشد:

- ۱- زمان / ساعت (Time)
- ۲- لیست رویدادها (Event)
- ۳- تولید اعداد تصادفی (Random numbers)
- ۴- آمارگان مسئله (رفتار تصادفی)
- ۵- شرایط پایان چرخه یا شبیه سازی

• اجزاء شبیه سازی سیستم های گسسته:

۱- زمان / ساعت (Time):

- در شبیه سازی یک سیستم گسسته بر اساس رویداد، مدل سازی طی زمانی از سیستم است که تمام تغییر حالت های آن در لحظه های گسسته زمان (در زمان وقوع رویداد) رخ می دهد.
- در شبیه سازی باید زمان فعلی شبیه سازی بر اساس یک واحد سنجش مشخص و یکسان در کلیه مراحل شبیه سازی، رهگیری گردد.
- در شبیه سازی سیستم گسسته، بین هر رویداد تا رویداد بعدی یک فاصله زمانی وجود دارد. بنابراین تعیین بازه های زمانی مشاهدات (پرش های زمانی) بسیار مهم است.
- بازه مشاهدات نباید به نحوی انتخاب شده باشد که ورود یک رویداد و یا اتمام یک رویداد از لیست رویدادها حذف گردد. همچنین هرگاه سیستم بر اساس ورود هر رویداد بررسی گردد، در روند هر پیشامد جدید زمان به حالت اولیه خود باز می گردد.

• اجزاء شبیه سازی سیستم های گسسته:

۲- لیست رویدادها (Event):

- در شبیه سازی یک لیست از تمام رویدادهای ممکن در سیستم تهیه می گردد.
- هر رویداد دارای یک زمان شروع، یکسری کد برای تعیین نوع رویداد و زمان اتمام رویداد احتمالی می باشد.
- در برخی مواقع لازم است تا لیست رویدادهای فعلی و آتی تعیین گردد و رویدادهای داخل لیست بر اساس زمان وقوع مرتب گردند.
- اغلب رویدادها به صورت سلسله مراتبی وارد و خودکار صورت می پذیرند، بنابراین رویدادها در روند شبیه سازی دارای زمانبندی پویا هستند.

- اجزاء شبیه سازی سیستم های گسسته:

- ۳- تولید اعداد تصادفی:

- در شبیه سازی لازم است تا اعداد تصادفی با توزیع آماری مختلف تولید گردد.
  - این اعداد تصادفی بر اساس طبیعت مسئله تعیین می گردند.
  - این کار از طریق روش های تولید اعداد تصادفی صورت می پذیرد.
- مانند:

- روش توزیع نرمال
- روش تبدیل معکوس
- روش میان مربعی
- ...

11

- اجزاء شبیه سازی سیستم های گسسته:

- ۴- آمارگان مسئله (رفتار تصادفی):

- در شبیه سازی، در عمل رفتار تصادفی سیستم رهگیری می گردد.
- در هر مسئله با توجه به طبیعت مسئله نوع پارامترهای آماری مورد بررسی تعیین می گردند.

به عنوان مثال:

در یک بانک می تواند پارامتر آماری، تعیین میزان متوسط زمان سرویس دهی باشد

12

• اجزاء شبیه سازی سیستم های گسسته:

۵- شرایط پایان چرخه:

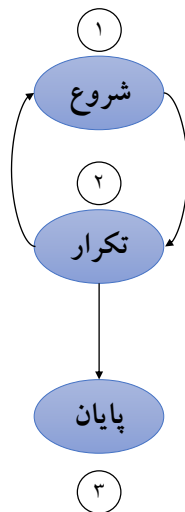
- چون رویدادها به صورت خودکار و پی در پی به وقوع می پیوندند، در تئوری، شبیه سازی باید تا بی نهایت ادامه پیدا کند. ولی لازم است تا شبیه ساز قادر باشد تا یک انتهای معقول برای چرخه شبیه سازی پیشنهاد دهد.
- در این باره پیشنهاد معمول برای تعیین نقطه پایانی می تواند به صورت زیر باشد:

در لحظه یا بعد از پردازش فرآیند یا بعد از  $n$  بار تکرار و یا در حالت کلی تر هنگامی که متغیر تصادفی  $X$  به مقدار  $X$  برسد شبیه سازی خاتمه پیدا کند.

مثال: در یک بانک، زمانی که طول صف (به دلیل تأخیر دریافت سرویس) به یک حد مشخص برسد می تواند شبیه سازی خاتمه پیدا کند.

13

• منطق موتور شبیه سازی:



۱- شروع

۲- تکرار

۳- پایان

14

• **منطق موتور شبیه سازی:**

۱- شروع:

- مقادیر اولیه شبیه سازی تعیین می گردد.
- تعیین نقطه شروع شبیه سازی (معمولاً از نقطه صفر).
- تعیین زمانبندی رویداد اول (تعداد رویداد اولیه در داخل لیست رویدادها قرار می گیرند).
- تعیین شرط اتمام یک فرآیند.

15

• **منطق موتور شبیه سازی:**

۲- تکرار:

جریان اصلی یک شبیه ساز در این بخش طراحی می گردد. در این بخش تا زمانی که شرط خاتمه برقرار نباشد مراحل زیر انجام می گیرد:

- ساعت برای وقوع رویداد بعدی تنظیم می گردد.
- رویداد بعدی انجام گرفته و از لیست رویدادها حذف می شود.
- پارامترهای آماری (آمارگان) مسئله بروزرسانی می شود.

۳- پایان:

در این مرحله شرط خاتمه، درست بوده و از حلقه خارج شده و گزارشی از پارامترهای آماری به عنوان خروجی شبیه سازی تهیه می گردد. (معمولاً ذخیره در یک فایل به عنوان خروجی)

16



### • جدول شبیه سازی:

با استفاده از این جدول می توان نحوه کار سیستم را بر روی کاغذ بررسی نمود. به عبارت دیگر می توان با استفاده از این جدول نحوه ورود و خروج رویدادها، انجام فعالیت ها و تغییر حالت سیستم را بررسی نمود.

#### نحوه تولید:

- ۱- ستون ها در این جدول نمایانگر ورودی ها و پاسخ های آنها می باشند.
- ۲- سطرها شامل نتایج تکرار فعالیت سیستم و یا تغییر حالت سیستم است.
- ۳- ورودی ها ممکن است به صورت متغیرهای قطعی و یا تصادفی باشند که بر اساس تابع چگالی احتمال یا PDF (Probability Density Function) از یکدیگر تفکیک می گردند.

17

### • جدول شبیه سازی:

مثالی از جدول شبیه سازی:

| تکرار | ورودی ها<br>(Inputs) |          |     |     |          | پاسخ<br>(Response) |
|-------|----------------------|----------|-----|-----|----------|--------------------|
| 1     | $X_{i1}$             | $X_{i2}$ | ... | ... | $X_{im}$ | $Y_i$              |
| 2     |                      |          |     |     |          |                    |
| 3     |                      |          |     |     |          |                    |
| 4     |                      |          |     |     |          |                    |
| .     |                      |          |     |     |          |                    |
| n     |                      |          |     |     |          |                    |

18