

اصول شبیه سازی

صحت و اعتبار مدل‌های

شبیه سازی



1

مقدمه

- دو سوال اساسی که باید در شبیه سازی به آن پاسخ داده شود:

is the model built **correctly**? _ **Verification**

was the **correct** model built? _ **Validation**

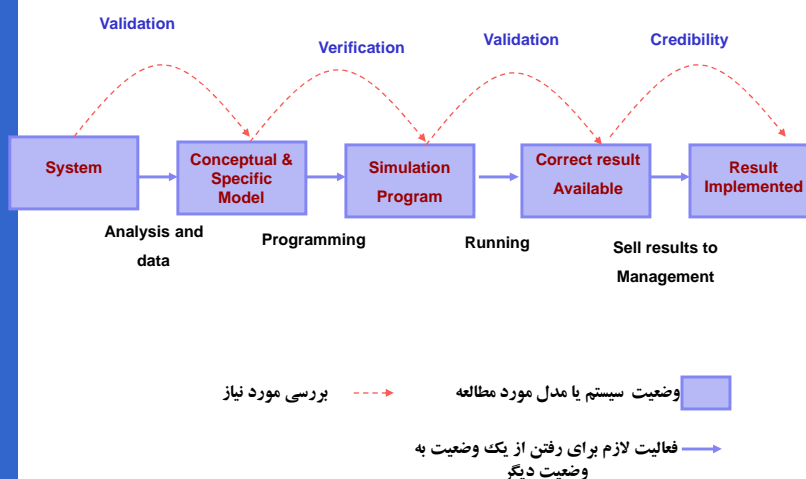
2

مقدمه

- **صحت یا بازیابی Verification**
بررسی این موضوع است که آیا مدل کامپیوتری ایجاد شده مناسب است یا خیر؟
- **اعتبار مدل Validation**
بررسی این موضوع است که آیا مدل مفهومی و مدل مشخص ایجاد شده به طور دقیق نشان دهنده سیستم مورد مطالعه است یا خیر؟
- **قابل قبول بودن Credibility**
آیا مدل شبیه سازی و نتایج آن مورد قبول مدیریت و یا مشتری است یا خیر؟

3

مقدمه



4

مدل باید چقدر از جزئیات را در بگیرد؟

- یکی از مهمترین نکات موجود در شبیه سازی این است که تحلیلگر بداند چه جنبه هایی از دنیای واقعی و پیچیده را در مدل خود در نظر بگیرد.
- لزومی ندارد که یک تناظر یک به یک بین عناصر سیستم و مدل شبیه سازی وجود داشته باشد. (مثال کارخانه تولید پیچ و مهره با تیراژ تولید بسیار بالا)

مواردی که باید در ریز شدن در نظر گرفت:

- 1- مساله ای را که قرار است برای آن شبیه سازی انجام شود را در همان ابتدای تعریف مساله در نظر بگیرید و بر آن تمرکز کنید.
- برخی مدلها این توانایی را دارند که برآورد خوبی از تعدادی از شاخصها داشته باشند و برخی دیگر برای شاخصهای دیگر.
- مقصود مدیریت و مشتری را دریابید و براساس آن ریز شوید.

5

مدل باید چقدر از جزئیات را در بگیرد؟

مواردی که باید در ریز شدن نظر گرفت:

- 2- استفاده از نظر افراد خبره یا Expert و تحلیل حساسیت و تعیین پارامترهای اساسی.
- 3- شروع مدلسازی از یک مدلی که بیش از حد دارای جزئیات است روش نامناسب و گمراه کننده ای است. از یک مدل "نسبتاً جزئی" شروع کنید و به حد مطلوب جزئیات دست یابید.
- 4- شبیه سازی را برای مسائلی و اهدافی که مورد نظر مدیریت نیست طراحی نکنید.
- 5- در برخی شبیه سازیها زمان و پول به عنوان محدودیتهایی برای سطح جزئیات مدل در نظر گرفته میشود.
- 6- اگر فاکتورها یا جنبه های مورد مطالعه شبیه سازی خیلی زیاد بود روشهایی است که با کمک آن مهمترین فاکتورها را گزینش کرد.

6

تکنیکهایی برای Verification

❏ **تکنیک 1:** در استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی و نیز در کد نویسی کامپیوتر همواره از Sub Models، برنامه های فرعی، Sub routine و روشهای مشابه استفاده کنید. خطایابی، درک و پی گیری برنامه آسانتر میشود.

❏ **تکنیک 2:** برای بررسی مدل همیشه بیش از یک نفر مدل کامپیوتری را مورد بررسی قرار دهد. روش Structured Walk-through روش مناسبی است.

❏ **تکنیک 3:** برنامه را به ازای ورودیهای مختلف مورد بررسی قرار دهید و خروجیها را بررسی کنید. خروجیها باید مقادیر منطقی داشته باشند. (میتوان یک معیار ساده را از روشهای دقیق به دست آورد سپس بررسی نمود که آیا شبیه سازی هم مقادیر نزدیک به مقدار دقیق خواهد داد یا خیر.

7

تکنیکهایی برای Verification

❏ **تکنیک 4:** از تکنیک Trace یا پیگیری نیز می توانید استفاده کنید. در این روش برخی متغیرها مانند متغیرهای حالت، متغیرهای آماری، و... با run شدن فقط یک پیشامد به دست آمده و آن را با محاسبات دستی مقایسه می کنیم. با ادامه این کار با هر بار یک پیشامد مدل کامپیوتری را بررسی می کنیم.

❏ **تکنیک 5:** مدل باید با استفاده از فرضیات ساده کننده اجرا شود. فرضیاتی که به کمک آن بتوان مقدار دقیق برخی خروجیها را یافت و با مدل مقایسه کرد.

❏ **تکنیک 6:** استفاده از متحرک سازی در مدل کامپیوتری می تواند در درک و رفع اشتباهات موثر باشد.

❏ **تکنیک 7:** میانگین و واریانس نمونه ای توزیعهای ورودی به دست آمده از شبیه سازی را در مکانهای مختلف به دست آورید و آن را با مقادیر Historical مقایسه کنید.

❏ **تکنیک 8:** حتی الامکان از بسته های نرم افزاری پیش ساخته به جای کدهای برنامه های عمومی استفاده کنید.

8

روش 3 مرحله ای برای بررسی Validation

- (1967) Naylor and Finger و سایرین یک روش سه مرحله ای را برای بررسی اعتبار مدل توسعه داده اند که پرکاربردترین متد Validation می باشد.

گام u : توسعه مدل با اعتبار ظاهری بالا (High Face Validity)

گام v : بررسی تجربی فرضیات مدل

گام w : بررسی چگونگی خروجیهای شبیه سازی

گام u : توسعه مدل با اعتبار ظاهری بالا

- هدف از مرحله اول ایجاد مدلی است که بیشترین اعتبار ظاهری را داشته باشد بطوریکه از دیدگاه افراد حاضر در سیستم مدل منطقی به نظر برسد. بخشی از فعالیتها و نکاتی که در این مرحله در نظر گرفته می شود به شرح زیر است:
1. گفتگو با افراد خبره
 2. جمع آوری مشاهدات از سیستم موجود.
 3. استفاده از تئوری موجود.
 4. استفاده از نتایج مرتبط از مدلهای شبیه سازی مشابه.
 5. ارتباط مستمر با مدیر یا مشتری

گام V: بررسی تجربی فرضیات مدل

- هدف از این مرحله آزمون عددی و کمی فرضیات است که در گام دو به آن رسیده ایم.
- 1. چنانچه نتایج به صورت تئوری در مرحله قبل در نظر گرفته شد در این مرحله با روشهای مناسب آماری بررسی می شود.
- 2. استفاده از تحلیل حساسیت برای بررسی اثر تغییر ورودیها بر خروجیهای مدل

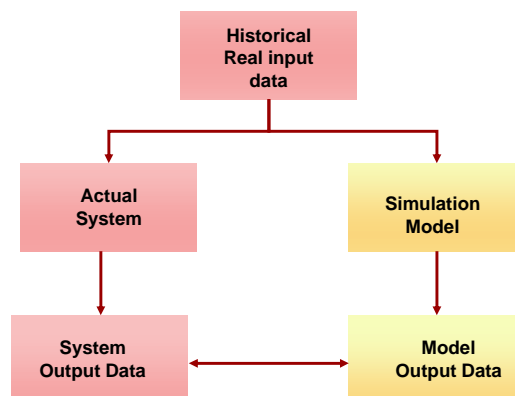
گام W: بررسی چگونگی خروجیهای شبیه سازی

- موثرین بررسی برای اعتبار سنجی مدل آزمون این نکته است که خروجیهای شبیه سازی باید حتی الامکان تفاوت معنی داری با خروجیهای واقعی فرآیند نداشته باشد.

روشهای اعتبارسنجی با کمک روشهای آماری

1. رویکرد بازرسی
2. رویکرد فاصله اطمینان
3. رویکرد سریهای زمانی

روشهای اعتبارسنجی با کمک روشهای آماری



روشهای اعتبارسنجی با کمک روشهای آماری

1. **رویکرد بازرسی:** مقایسه برخی از آماره ها از مدل شبیه سازی شده و سیستم واقعی. به عنوان مثال بررسی میانگین و واریانس نمونه ای، تابع خودهمبستگی و هیستوگرام.
- اشکال این روش نا دقیق بودن آن است.

$$m_x = E(x) = 0.78$$

$$m_y = E(y) = 0.49$$

Experiment	\hat{m}_x	\hat{m}_y	$\hat{m}_x - \hat{m}_y$
1	0.90	0.70	0.20
2	0.70	0.71	-0.01
3	1.08	0.35	0.73

استفاده از روش **correlated Inspection**

روشهای اعتبارسنجی با کمک روشهای آماری

2. **رویکرد فاصله اطمینان**: استفاده از روشهایی که در بخش Data Output Analysis گفته شد برای بررسی معنی دار بودن تفاوت بین مدل شبیه سازی و سیستم واقعی در شرایط IID(independent and identically-distributed)
3. **رویکرد سری زمانی**: استفاده از روشهایی که در بخش Data Output Analysis گفته شد برای بررسی معنی دار بودن تفاوت بین مدل شبیه سازی و سیستم واقعی در شرایط خود همبستگی