



## فصل چهارم

### Verification and Validation

### Verification and Validation

از مهمترین وظایف در طراحی هر مدلی اعتبارسنجی مدل است. آزمایش و اعتبارسنجی مدل ها باعث می شود، تردید نسبت به نتایج شبیه سازی میان کارشناسان از میان برداشته شده، و نتایج مدل به منظور بهتر نمودن وضعیت سیستم ها استفاده شود. فرآیند تعیین اعتبار مدل دو هدف را دنبال می نماید:

- ایجاد مدلی که رفتار آن به قدری نزدیک به سیستم واقعی باشد، که بتوان به جای آن که تجربه را بر سیستم واقعی اعمال نمود، برمدل اعمال نمود.
- ارتقای اعتبار مدل به سطحی قابل پذیرش که مدیران و سایر استفاده کنندگان در شمار استفاده کنندگان از آن قرار گیرند.

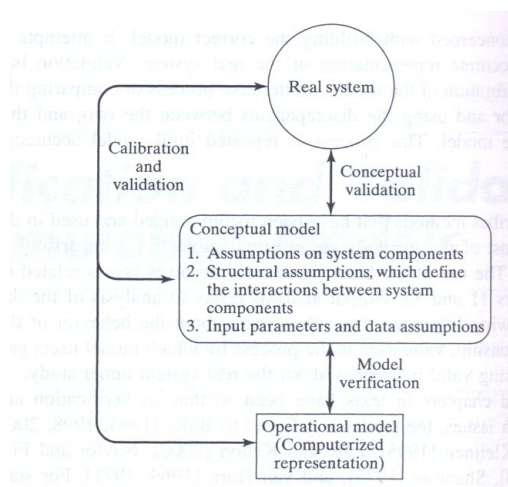
Prepared By Dr. Kazemipoor

## آزمایش و اعتبار مدل

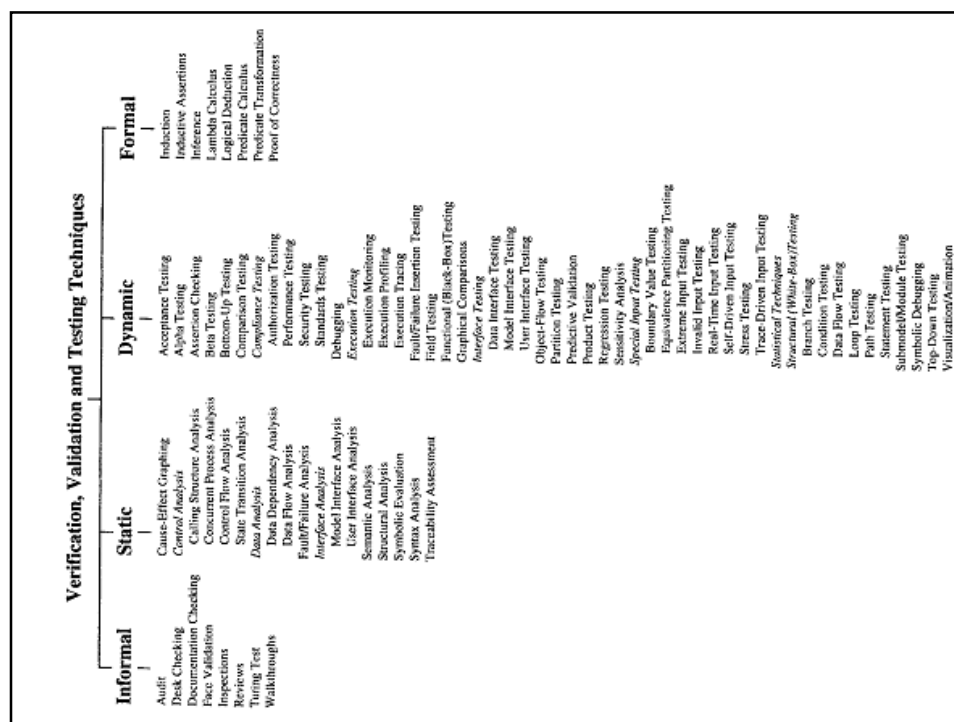
- فرآیند آزمایش و تعیین اعتبار مدل را می توان در دو قسمت مجزا مورد بررسی قرار داد.
- منظور از آزمایش مدل، مقایسه مدل ذهنی با مدلی کامپیوتری است. در حقیقت در اینجا بایستی پاسخ سوالات زیر داده شود:
- آیا مدل به طرز صحیحی در قالب رمزی کامپیوتری معرفی شده است؟
  - آیا رمز کامپیوتری به درستی ساختار منطقی مدل و پارامترهای ورودی آن را معرفی کند.
- منظور از تعیین اعتبار مدل، مشخص کردن این نکته است که آیا مدل معرف سیستمیست هست یا نه؟ تعیین اعتبار مدل اصولاً با انجام یک فرآیند تکرارپذیر حاصل می شود

Prepared By Dr. Kazemipoor

## آزمایش و اعتبار مدل به عنوان یک سیستم



Prepared By Dr. Kazemipoor



## Verification of simulation models

The purpose of model verification is to assure that the conceptual model is reflected accurately in the operational model. The conceptual model quite often involves some degree of abstraction about system operations or some amount of simplification of actual operations. Many common-sense can be given for use in the verification process:

- Have the Operational model checked by some other than its developer
- Make a flow diagram for each action for each event type.
- Closely examine the model output for reasonableness under a variety of setting of the input parameters.

Prepared By Dr. Kazemipoor

## Verification of simulation models

- Have the operational model print the input parameters at the end of the simulation to be sure that these parameter values have not been changed inadvertently.
- Make the operational model as self-documenting as possible.
- If the operational model is animated, verify that what is seen in the animation imitates the actual system.
- Use of Interactive Run Controller or debugger in each software.
- Graphical interfaces are recommended for accomplishing verification and validation.

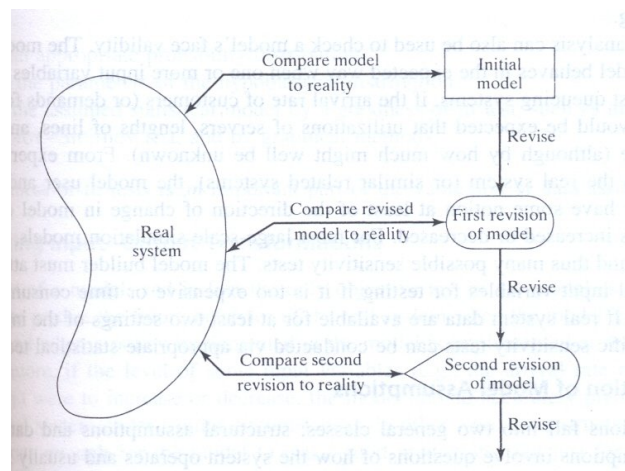
Prepared By Dr. Kazemipoor

## نکته ای در آزمایش یک مدل شبیه سازی

آسان ترین راه برای آزمایش مدل شبیه سازی، بررسی دقیق و فراگیر خروجی ها از جهت منطقی بودن آن ها است.

Prepared By Dr. Kazemipoor

## Calibration and Validation Of Models



Prepared By Dr. Kazemipoor

## تعیین اعتبار مدل

به طور کلی منظور از تعیین اعتبار مدل، فرایند کلی مقایسه مدل و رفتار آن، با سیستم واقعی و رفتار آن است. از لحاظ مفهومی آزمایش و معتبرسازی مدل دو قسمت جداگانه از هم هستند، ولی با این وجود مدل سازها این دو مرحله را به طور همزمان انجام می دهند.

همواره این موضوع را به خاطر داشته باشید که منظور از تطبیق مدل و واقعیت، همپوشانی کامل نیست.

Prepared By Dr. Kazemipoor

## Validation: Three-step approach

1. Build a model that has high face validity
2. Validate model assumption (structural and data assumption)
3. Compare the model input-output transformation to corresponding input-output transformations for the real system

Prepared By Dr. Kazemipoor

## Face Validity

## اعتبار صوری

اولین گام در اعتبارسنجی مدل شبیه سازی چک کردن مدل از لحاظ ظاهری در چشم آگاهان به سیستم مورد نظر است. بدین منظور از نظرات افراد آگاه به سیستم، در تمامی مراحل استفاده می شود. این افراد به طور کلی کمک شایانی در مرحله عیب زدایی از سیستم انجामी دهند. بزرگترین حسن این افراد اظهار نظر در مورد خروجی مدل و شناسایی تغییرات غیر منطبق بر واقعیت است.

به منظور واریسی صوری نحوه عمل مدل می توان از تحلیل حساسیت نیز استفاده نمود. این کار بدین طریق انجام می شود که ابتدا برخی از پارامترهای ورودی مدل تغییر کرده و سپس تغییرات مدل با نظر کارشناس تطبیق داده می شود.

Prepared By Dr. Kazemipoor

## Validate model assumption

می توان فرض های مدل را به دو رده کلی تقسیم بندی نمود:

– فرض های ساختاری

عموما این فرض ها مربوط به نحوه عملکرد سیستم، ساده سازی های انجام شده و خلاصه کردن های سیستم بر می گردد. این فرض ها بایستی از راه مشاهده عملی در زمان های متفاوت مورد بررسی قرار گیرد.

– فرض های مربوط به داده ها

عموما در در جمع آوری داده ها این فرض مورد آزمون قرار می گیرد.

Prepared By Dr. Kazemipoor

## تعیین اعتبار تبدیل های ورودی به خروجی مدل

عموما مدل یک تبدیل کننده ورودی به خروجی است. پس اگر ورودی های مدل مانند واقعیت باشند، باسیتی خروجی های مانند سیستم واقعی مشاهده شود. اگر چنین اتفاقی حاصل شود، یعنی مدل توانایی پیش بینی سیستم واقعی را دارد. برای بررسی این موضوع معمولا از داده های گذشته سیستم استفاده می شود. یعنی داده های گذشته سیستم که ثبت شده وجود دارند به مدل ساخته شده وارد می شوند و خروجی های مدل با خروجی های ثبت شده سیستم واقعی مقایسه می شوند.

Prepared By Dr. Kazemipoor

## تمرین

- سوال ۱، ۲، ۳ و ۵ فصل ۱۰، کتاب شبیه سازی گسسته پیشامد

Prepared By Dr. Kazemipoor