



دانشگاه علم و صنعت ایران
دانشکده مهندسی کامپیوتر

عنوان درس:

ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری Performance Evaluation of Computer Systems (PECS)

جلسه ۳: مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی

مدرس:

محمد عبداللهی ازگمی
(Mohammad Abdollahi Azgomi)

azgomi@iust.ac.ir

PECS#3 – Introduction to Simulation - By: M. Abdollahi Azgomi - IUST-CE

مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی

- شبیه‌سازی چیست؟
- روشهای مطالعه سیستم‌ها کدامند؟
- چه موقع از شبیه‌سازی استفاده کنیم؟
- زمینه‌های کاربرد شبیه‌سازی کدامند؟
- اصطلاحات شبیه‌سازی
- دسته‌بندی مدل‌ها
- انواع روشهای شبیه‌سازی
- گامهای یک مطالعه شبیه‌سازی
- مزایا و معایب شبیه‌سازی

PECS#3 – Introduction to Simulation - By: M. Abdollahi Azgomi - IUST-CE

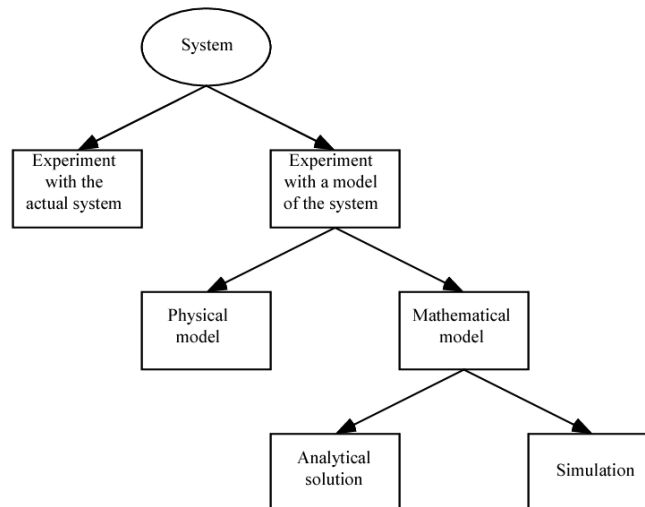
۲

شبیه‌سازی چیست؟

□ شبیه‌سازی تقلیدی (imitation) از عملیات یک دستگاه (facility) یا فرایند (process) است که عموماً با استفاده از کامپیوتر انجام می‌شود.

- به فرآیندی که شبیه‌سازی می‌شود سیستم می‌گویند.
- فرضها (assumptions) یا تقریب‌هایی (approximations) که ممکن است منطقی یا ریاضی باشند در مورد چگونگی کارکرد سیستم انجام می‌شود.
- این فرضهای انجام شده، یک مدل (model) از سیستم را تشکیل می‌دهند.
- مدل‌ها دارای کاربردهای متعددی هستند و می‌توانند پرسشهای متعددی را پاسخ دهند، نظیر:
 - چرا کارایی دسترسی من به وب با برقراری اتصال بی‌سیم (WiFi) توسط هم‌اتاقی من کاهش می‌یابد؟
 - مسیر حرکت یک گردباد چیست؟
 - و پرسشهای دیگری اغلب از نوع "چه می‌شود اگر؟" (what-if questions)

روشهای مطالعه سیستم‌ها کدامند؟



چه موقع از شبیه‌سازی استفاده کنیم؟

□ شبیه‌سازی می‌تواند برای این کاربردها استفاده شود:

- برای مطالعه یک سیستم پیچیده، یعنی سیستم‌هایی که راه‌حلهای تحلیلی (analytical solutions) برای آنها ناممکن است.
- برای مقایسه آلترناتیوهای طراحی یک سیستم جدید که هنوز وجود ندارد.
- برای مطالعه تاثیر تغییرات در یک سیستم موجود:

• چرا تغییرات را در سیستم واقعی اعمال نمی‌کنیم؟

- برای تقویت یا درستی‌یابی (verify) راه‌حلهای تحلیلی. یعنی چه؟

□ شبیه‌سازی نباید برای برخی کاربردها استفاده شود:

- اگر فرضهای مدل ساده هستند، به نحوی که روشهای ریاضی برای بدست آوردن پاسخهای دقیق قابل استفاده است (یعنی راه‌حلهای تحلیلی داریم).

زمینه‌های کاربرد شبیه‌سازی کدامند؟

□ طراحی و ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری:

- تعیین نیازمندیهای سخت‌افزاری یا پروتکل‌های ارتباطات شبکه‌ها
- مطالعه الگوریتم‌های زمانبندی CPU (CPU Scheduling algorithms)
- ارزیابی سیاست‌های نهم‌سازی وب (Web caching policies)

□ طراحی و تحلیل سیستم‌های ساخت و تولید (manufacturing systems):

- بررسی عملیات خط تولید

□ ارزیابی طرحهای سازمانهای خدمت‌دهنده:

- مطالعه مراکز مکالمه (call centers)، رستورانهای fastfood، بیمارستانها، ادارات پست و غیره.

□ ارزیابی سیستم‌های تسلیحات نظامی و نیازمندی‌های لجستیکی آنها

□ طراحی و راهبری سیستم‌های حمل و نقل:

- نظیر فرودگاه‌ها، آزادراهها، بنادر و متروها

□ تحلیل سیستم‌های مالی و اقتصادی

اصطلاحات (Terminology)

□ سیستم (system): مجموعه‌ای از اشیاء که فعال بوده و با هم برای رسیدن به نتایجی تعامل می‌کنند.

○ برای مثال در مساله تعیین تعداد صندوق‌دار (cashier) مورد نیاز برای فراهم‌سازی سرویس سریع به مشتریانی که ۱۰ یا کمتر قلم جنس از یک سوپرمارکت خرید نموده‌اند:

• سیستم شامل صندوق‌داران سریع و مشتریانی که ۱۰ یا کمتر قلم جنس خرید نموده‌اند خواهد بود.

اصطلاحات (Terminology)

□ حالت یک سیستم (state of a system): شامل مجموعه متغیرها (variables) و مقادیر آنها است که برای توصیف کردن (characterize) یک سیستم در یک زمان خاص مورد نیازند.

○ ممکن است که وابسته به اهداف یا معیارهای کارایی باشد و با توجه به آنها تعیین شود.

○ در مثال سوپرمارکت فوق حالتها عبارتند از:

- وضعیت‌های مشغولی/بیکاری صندوق‌داران سریع
- تعداد مشتریانی که ۱۰ یا کمتر قلم جنس خرید نموده‌اند

اصطلاحات (Terminology)

□ رخداد (event): به یک تغییر در حالت سیستم رخداد گفته می‌شود. مثال:

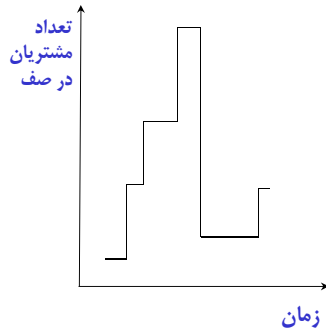
- ورود یک مشتری (customer arrival)، و
- خروج یک مشتری (customer departure).

دسته‌بندی مدل‌ها (Model Classification)

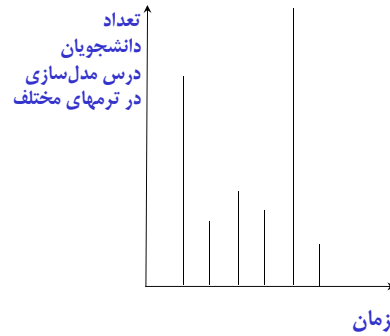
□ مدل‌ها به انواع زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- مدل‌های پیوسته-زمان یا گسسته-زمان
- Continuous-time vs. discrete-time models
- مدل‌های پیوسته-رخداد یا گسسته-رخداد
- Continuous-event vs. discrete-event models
- مدل‌های قطعی یا احتمالی
- Deterministic vs. probabilistic models
- مدل‌های ایستا یا پویا
- Static vs. dynamic models
- مدل‌های خطی یا غیرخطی
- Linear vs. non-linear models
- مدل‌های باز یا بسته
- Open vs. closed models

مدل‌های پیوسته-زمان یا گسسته-زمان

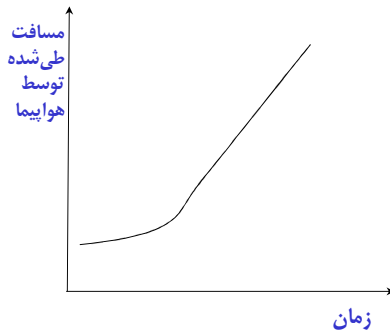


پیوسته-زمان، گسسته رخداد

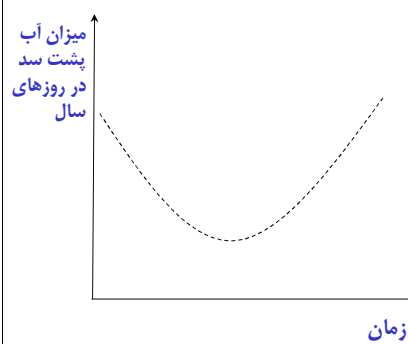


گسسته-زمان، گسسته رخداد

مدل‌های پیوسته-رخداد یا گسسته-رخداد



پیوسته زمان، پیوسته رخداد



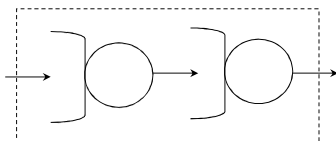
گسسته زمان، پیوسته رخداد

مدل‌های قطعی یا احتمالی

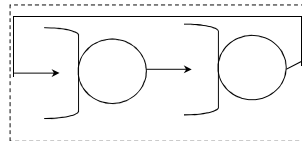
- مدل‌های قطعی، نتایج قطعی تولید می‌کنند.
- مدل‌های احتمالی (probabilistic) یا تصادفی (stochastic) در معرض اثرات تصادفی هستند:
 - نوعاً این نوع مدل‌ها دارای یک یا بیشتر ورودی تصادفی (random inputs) هستند. برای مثال: زمان ورود مشتریان، زمان سرویس مورد نیاز و غیره.
 - خروجی مدل‌های تصادفی تخمین‌هایی (estimates) از مشخصات حقیقی سیستم خواهد بود.
 - نیازمند تکرار چند باره آزمایشها است.
 - نیازمند تعیین یک سطح اطمینان (confidence-level) برای نتایج هستیم، که بر اساس آن تعداد تکرارها کنترل می‌شود.

سایر انواع مدل‌ها

- مدل‌های ایستا و پویا:
 - مدل‌های ایستا: حالت سیستم مستقل از زمان است.
 - مدل‌های پویا: حالت سیستم با مرور زمان تغییر می‌کند.
- مدل‌های خطی و غیرخطی:
 - مدل‌های خطی: خروجی یک تابع خطی از پارامترهای ورودی است.
- مدل‌های باز و بسته:
 - مدل‌های بسته: تعداد درخواستهای وارده به سیستم محدود و ثابت است.



مدل باز



مدل بسته

انواع روشهای شبیه‌سازی

- شبیه‌سازی مونت کارلو (Monte Carlo simulation)
- شبیه‌سازی مبتنی بر سابقه (Trace-driven simulation)
- شبیه‌سازی گسسته-رخداد (Discrete-event simulation)
- شبیه‌سازی پیوسته-رخداد (Continuous-event simulation)

□ در ادامه روشهای فوق به اختصار معرفی می‌شوند، اما در ادامه درس فقط با شبیه‌سازی گسسته-رخداد سرو کار خواهیم داشت.

شبیه‌سازی مونت کارلو

- به آن، روش مونت کارلو (Monte Carlo method) می‌گویند.
- به هر روشی اطلاق می‌شود که یک مساله را با "تولید اعداد تصادفی مناسب و مشاهده اینکه بخشی از اعداد از خصوصیت‌های مورد نظر متابعت می‌کنند" حل کند.
- این روش برای بدست آوردن راه‌های عددی برای مسائلی که برای حل تحلیلی خیلی پیچیده هستند استفاده می‌شود.
- اغلب پارامتر زمان وجود ندارد.
- برای ارزیابی عبارتهای غیر احتمالی (نظیر انتگرال) با استفاده از روشهای احتمالی استفاده می‌شود.
- برای حل انواع مختلفی از مسائل ریاضی استفاده شده است.
- اوج استفاده از این روش در جنگ جهانی دوم برای حل مسایل مربوط به بمب اتمی بوده است.

تشبیه‌سازی مبتنی بر سابقه

- ورودیهای شبیه‌ساز از فایل‌های سابقه (log file) بدست آورده می‌شوند.
- به‌طور وسیع برای ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری استفاده می‌شود، مثلاً برای الگوریتم‌های صفحه‌بندی (paging algorithms):

مزایا:

- استفاده از بار کاری واقعی (accurate workload)
- تصادفی نبودن
- اعتبارسنجی آسان

معایب:

- پیچیدگی روش، به دلیل نیاز به جمع‌آوری اطلاعات واقعی و استفاده از آنها به عنوان ورودی،
- تنها یک یا برخی از جنبه‌های سیستم که اطلاعات مربوطه در فایل‌های سابقه جمع‌آوری شده قابل مطالعه هستند.

تشبیه‌سازی گسسته-رخداد

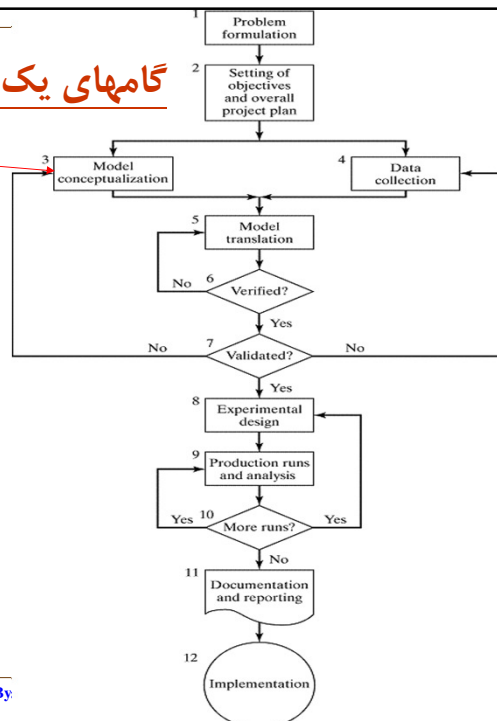
- در این روش که به آن گسسته-حالت (discrete-state) نیز می‌گویند، ورودیهای شبیه‌ساز (که باعث تغییر در حالت‌های گسسه می‌شوند) از مدل احتمالی بدست آورده می‌شوند.
- به‌طور گسترده برای مطالعه سیستم‌های کامپیوتری استفاده می‌شود.

شبیه‌سازی پیوسته-رخداد

- در این روشی از مدل‌های پیوسته-حالت (continuous-state) استفاده می‌شود.
- به‌طور گسترده در مطالعات شیمیایی و دارویی استفاده می‌شود.

گامهای یک مطالعه شبیه‌سازی

ساخت مدل مفهومی



مزایای شبیه‌سازی

- ❑ مدل‌های شبیه‌سازی دارای قابلیت انعطاف بالا برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده هستند. به این دلیل مدل‌های شبیه‌سازی معتبر هستند. چون جزئیات سیستم‌ها را می‌توان تا حد مورد نظر وارد مدل نمود.
- ❑ مقایسه آلترناتیوها با استفاده از شبیه‌سازی آسان است.
- ❑ شرایط آزمایش شبیه‌سازی قابل کنترل است.
- ❑ می‌توان رفتار سیستم را در محدوده زمانی طولانی مطالعه نمود.

معایب شبیه‌سازی

- ❑ شبیه‌سازی‌های تصادفی تنها تخمین‌هایی را از پارامترها و معیارهای واقعی سیستم تولید می‌کند که اغلب دارای خدشه (noise) بوده و دقیق نیستند.
- ❑ ساخت مدل‌های شبیه‌سازی می‌تواند پرهزینه باشد (مخصوصاً موقعی که بخواهیم جزئیات زیادی را وارد مدل کنیم).
- ❑ شبیه‌سازی اغلب منجر به تولید حجم زیادی از خروجی است که نیازمند جمع‌بندی و تحلیل‌های آماری مناسب هستند.

اشتباهات در شبیه‌سازی

- ممکن است در ساخت و بهره‌برداری از مدل‌های شبیه‌سازی اشتباهاتی رخ دهد که در آینده اثر آنها مشخص می‌شوند (pitfalls)، نظیر:
 - عدم توفیق در شناسایی اهداف مدل‌سازی.
 - عدم ساخت مدل با جزئیات کافی:
 - ممکن است جزئیات ناکافی باشند.
 - ممکن است جزئیات اضافی باشند:
 - مشکلاتی که ممکن است برای مدل‌های هواشناسی یا مدل‌های مالی-اقتصادی (مثل بورس) ایجاد کند.
 - کافی و کامل نبودن طراحی و تحلیل آزمایش‌های شبیه‌سازی (دفعات و نحوه اجرا).
 - کافی نبودن آموزش مدل شبیه‌سازی ساخته شده برای استفاده‌کننده از مدل که منجر به تصمیم‌گیری‌ها و بهره‌برداری‌های غلط از نتایج مدل شود.