

به نام خدا

مقدمه ای بر
شبکه سازی سیستم های
گسترده - پیشامد
مدلسازی ARENA

تألیف و ترجمه

دکتر مهدی علینقیان

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر حمیدرضا ایزدبخش

عضو هیات علمی دانشگاه خوارزمی

دکتر مرضیه زرین بال ماسوله

دکتری مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سرشناسه	: علینقیان، مهدی، ۱۳۵۹ -
عنوان و نام پدیدآور	: مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته - پیشامد به همراه مدل‌سازی در ARENA
موضوعات	: ترجمه و تالیف مهدی علینقیان، حمیدرضا ایزدبخش، مرضیه زرین‌بال.
مشخصات نشر	: کرج: موسسه انتشاراتی موجک، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۳۰۴ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۸۳۱-۶-۰۰ ریال: ۱۵۸۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: آرنا (فایل کامپیوتر)
موضوع	: کامپیوترها -- شبیه‌سازی
شناسه افزوده	: یزدانش، حمیدرضا، ۱۳۵۸ -
شناسه افزوده	: زرین‌بال، مرضیه، ۱۳۶۲ -
رده بندی کنگره	: QA۷۶۹/ع۸۰۰۱۳۹۳
رده بندی دیویی	: ۶۲۱.۰۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۶۵۰۸۷



عنوان: مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته-پیشامد به همراه مدل‌سازی در آرنا

تألیف و ترجمه: دکتر مهدی علینقیان، دکتر حمیدرضا ایزدبخش، دکتر مرضیه زرین‌بال

ناشر: موجک

چاپ: دانشگاه خوارزمی

تیراژ: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول تابستان ۱۳۹۳

قیمت: ۱۵۸,۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۸۳۱-۶-۰۰

مرکز پخش: موسسه کتاب کیمیا اصفهان

اصفهان-میدان شهدا-خیابان کاوه-کوی ولیعصر-پلاک ۴۱۹-تلفن: ۰۲۰-۳۴۴۸۰۲۸۵-۳۴۴۸۰۳۱-۰۲۰-۳۴۴۵۸۸۰۳۱-۰۲

(هر گونه کپی و نسخه برداری از مطالب این کتاب ممنوع می‌باشد.)

مقدمه

شبیه‌سازی ابزاری است برای تحلیل "چه می‌شود-اگر" قبل از آنکه "چه می‌شود-اگر" اتفاق افتد. به عبارت دیگر، شبیه‌سازی ابزاری است قدرتمند برای مدلسازی و ارزیابی طیف وسیعی از سیستم‌ها. هدف این کتاب ارائه مطالب آموزشی پایه‌ای از جنبه‌های مهم شبیه‌سازی گسسته-پیشامد با تأکید خاص بر مدل‌هایی از سیستم‌های تولید، خدمات و کامپیوتر به منظور بیان هر چه بهتر اصول و کاربردهای شبیه‌سازی است.

کاربرد شبیه‌سازی تحلیل و بررسی سیستم‌های پیچیده‌ای است که با روش‌های تحلیلی قادر به تحلیل مناسب آنها نیستیم. با توجه به پیچیده بودن بسیاری از سیستم‌هایی که در حوزه تئوری و یا کاربرد با آنها سر و کار داریم شبیه‌سازی یک ضرورت برای فراگیری محسوب می‌شود. مطالب این درس برای دانشجویان رشته‌های مهندسی، علوم کامپیوتر و مدیریت طراحی شده است. در عین حال برای کارشناسانی که با تحلیل و طراحی سیستم‌ها سر و کار دارند مفید است.

این کتاب حاصل تجربیات نویسندگان در تدریس دروس اصول شبیه‌سازی و شبیه‌سازی کامپیوتری در طول سال‌های گذشته می‌باشد. به منظور معرفی تئوری مطالب کتاب، سعی شده است که تا حد امکان از نکات برجسته دیگر منابع به روز در این حوزه هم استفاده و راست‌پنج‌م شبیه‌سازی پیشامد گسسته نوشته دکتر جری بنکس و همکاران (۲۰۱۰) و شبیه‌سازی بازنه نوشته دکتر کلتون و همکاران (۲۰۱۴) بهره برده شود تا اثری روان و تا حد امکان غنی و کاربردی خلق شود.

برخود لازم می‌دانیم از اساتیدی چون جناب آقای دکتر هاشم جلالی، دکتر محمد علی آزاده و دکتر سید ابوالفضل واقفی که دانش اندک خود را در حوزه شبیه‌سازی به ما بخشیدند، کمال قدردانی را داشته باشیم.

بر این باوریم که به رغم تلاش‌های فراوان، کتاب حاضر از کاستی و خطا تهی نیست. از تمامی اساتید و دانشجویان تقاضا داریم که ضمن اگماض از کاستی‌های کتاب، نظرات و پیشنهادها را از طریق پست الکترونیکی Simulation@chmail.ir اطلاع دهند تا در ویرایش‌های بعدی اعمال شود.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی

- ۱-۱ چه زمانی شبیه‌سازی به عنوان یک ابزار مناسب عمل می‌کند..... ۲
- ۲-۱ چه زمانی شبیه‌سازی مناسب نیست..... ۳
- ۳-۱ مزایا و معایب شبیه‌سازی..... ۴
- ۴-۱ زمینه‌های کاربرد..... ۶
- ۵-۱ آینده شبیه‌سازی..... ۷
- ۶-۱ سیستم و محیط شبیه‌سازی..... ۸
- ۷-۱ اجزای یک سیستم..... ۸
- ۸-۱ سیستم‌های گسسته و پیوسته..... ۹
- ۹-۱ مدل یک سیستم..... ۱۱
- ۱۰-۱ انواع مدل‌ها..... ۱۱
- ۱۱-۱ شبیه‌سازی سیستم گسسته-پیشامد..... ۱۲
- ۱۲-۱ مراحل یک شبیه‌سازی..... ۱۳
- ۱۳-۱ مراحل شبیه‌سازی در ۴ فاز کلی..... ۱۷
- مسائل..... ۱۸

فصل دوم: مثال‌هایی از شبیه‌سازی

- ۱-۲ مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزارهای صفحه گسترده..... ۲۲
- ۱-۱-۲ پارامترهای تصادفی..... ۲۲
- ۲-۱-۲ تولید ارقام تصادفی..... ۲۳
- ۳-۱-۲ شبیه‌سازی انداختن سکه..... ۲۴
- ۴-۱-۲ شبیه‌سازی زمان خدمت‌دهی تصادفی..... ۲۵
- ۵-۱-۲ چگونگی شبیه‌سازی زمان‌های ورود تصادفی..... ۲۷
- ۶-۱-۲ چهارچوب شبیه‌سازی در صفحه گسترده..... ۲۹

- ۲-۲ بازی پرتاب سکه..... ۳۲
- ۳-۲ شبیه‌سازی سیستم صف در یک صفحه گسترده..... ۳۴
- ۱-۳-۲ مدل‌های خط انتظار..... ۳۵
- ۲-۳-۲ شبیه‌سازی صف تک مجرای..... ۴۰
- ۴-۲ خلاصه..... ۴۶
- مسائل..... ۴۷

فصل سوم: اصول کلی شبیه‌سازی

- ۱-۳ مفاهیم شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته - پیشامد..... ۵۲
- ۲-۳ دیدگاه‌های کلی در شبیه‌سازی..... ۵۴
- ۱-۲-۳ رهیافت زمان‌بندی پیشامدها و جلوگیری زمان..... ۵۴
- ۲-۳ رهیافت تعامل فرایند..... ۵۸
- ۳-۳ رهیافت پویش فعالیت..... ۵۹
- ۲-۳ شبیه‌سازی سیستمی با استفاده از زمانبندی پیشامد..... ۵۹
- ۴-۳ خلاصه..... ۷۱
- مسائل..... ۷۲
- فصل چهارم: مدل‌های آماری در شبیه‌سازی
- ۱-۴ یادآوری اصطلاحات و اصول..... ۷۶
- ۱-۱-۴ متغیرهای تصادفی گسسته..... ۷۶
- ۲-۱-۴ متغیرهای تصادفی پیوسته..... ۷۷
- ۳-۱-۴ تابع توزیع تجمعی..... ۷۹
- ۴-۱-۴ امید ریاضی..... ۸۰
- ۲-۴ مدل‌های آماری کاربردی..... ۸۲
- ۱-۲-۴ سیستم‌های صف..... ۸۲

فصل پنجم: تولید اعداد تصادفی

- ۱-۵ ویژگی‌های اعداد تصادفی..... ۱۲۷
- ۲-۵ تولید اعداد شبه تصادفی..... ۱۲۸
- ۳-۵ تکنیک‌های تولید اعداد تصادفی..... ۱۳۰
- ۱-۳-۵ روش هم‌نهشت خطی..... ۱۳۰
- ۲-۳-۵ مولدهای هم‌نهشت خطی ترکیبی..... ۱۳۴
- ۴-۵ آزمون‌های اعداد تصادفی..... ۱۳۶
- ۱-۴-۵ آزمون‌های فراوانی..... ۱۳۷
- ۲-۴-۵ آزمون‌های خودهمبستگی..... ۱۴۱
- ۵-۵ خلاصه..... ۱۴۳
- مراجع..... ۱۴۴
- مسائل..... ۱۴۵

فصل ششم: تولید مقادیر تصادفی

- ۱-۶ روش تبدیل معکوس..... ۱۴۸
- ۱-۱-۶ توزیع نمایی..... ۱۴۸
- ۲-۶ توزیع یکنواخت..... ۱۵۱
- ۳-۶ توزیع وینبول..... ۱۵۳
- ۴-۶ توزیع مثلثی..... ۱۵۳
- ۱-۶ توزیع‌های تجربی پیوسته..... ۱۵۴
- ۱-۶-۶ توزیع گسسته..... ۱۵۸
- ۲-۶ روش قبول رد..... ۱۶۳
- ۱-۲-۶ توزیع پواسون..... ۱۶۴
- ۲-۲-۶ فرایند پواسون ناپایستا..... ۱۶۷
- ۳-۶ روش‌های مبتنی بر ویژگی‌های خاص..... ۱۶۸
- ۱-۳-۶ تبدیل مستقیم برای توزیع‌های نرمال و نرمال لگاریتمی..... ۱۶۸
- ۲-۳-۶ روش پیچش..... ۱۷۰
- ۴-۶ خلاصه..... ۱۷۱

۲-۲-۴ سیستم‌های موجودی و زنجیره

- تأمین..... ۸۵
- ۳-۲-۴ پایایی..... ۸۶
- ۴-۲-۴ داده‌های محدود..... ۸۶
- ۵-۲-۴ سایر توزیع‌ها..... ۸۷
- ۳-۲-۴ توزیع‌های گسسته..... ۸۷
- ۳-۲-۴ آزمون‌های برنولی و توزیع برنولی..... ۸۷
- ۳-۲-۴ توزیع دوگانه..... ۸۸
- ۳-۲-۴ توزیع‌های هندسی و دو جمله‌ای منفی..... ۸۹
- ۴-۳-۴ توزیع پواسون..... ۹۰
- ۴-۴-۴ توزیع‌های پیوسته..... ۹۲
- ۱-۴-۴ توزیع یکنواخت..... ۹۲
- ۲-۴-۴ توزیع نمایی..... ۹۴
- ۳-۴-۴ توزیع گاما..... ۹۶
- ۴-۴-۴ توزیع ارلنگ..... ۹۸
- ۵-۴-۴ توزیع نرمال..... ۱۰۰
- ۶-۴-۴ توزیع وینبول..... ۱۰۸
- ۷-۴-۴ توزیع مثلثی..... ۱۱۰
- ۸-۴-۴ توزیع نرمال لگاریتمی..... ۱۱۳
- ۹-۴-۴ توزیع بتا..... ۱۱۴
- ۵-۴ فرایند پواسون..... ۱۱۵
- ۱-۵-۴ خصوصیات فرایند پواسون..... ۱۱۷
- ۲-۵-۴ فرایندهای پواسون ناپایستا..... ۱۱۹
- ۶-۴ توزیع‌های تجربی..... ۱۲۰
- ۷-۴ خلاصه..... ۱۲۳
- مراجع..... ۱۲۴
- مسائل..... ۱۲۴

مراجع	۱۷۱
مسائل	۱۷۲

فصل هفتم: مدل سازی ورودی

۱-۷ جمع آوری داده ها	۱۷۶
۲-۷ تعریف توزیع داده ها	۱۷۹
۲-۷ همبستگی گرام	۱۷۹
۲-۷ انتخاب خانواده توزیع ها	۱۸۱
۲-۷ نمودار هام چندک - چندک	۱۸۳
۳-۷ برآورد پیرامونی	۱۸۶
۴-۷ آزمون های نیکو برازش	۱۹۲
۱-۴-۷ آزمون مربع کای	۱۹۲
۲-۴-۷ آزمون نیکویی با کلمات کلیدی	۱۹۲
اسمیرنوف	

۵-۷ مفهوم P_Value	۱۹۷
۶-۷ برازش یک فرایند پواسون نایست	۱۹۷
۷-۷ انتخاب مدل های ورودی بدون داده	۱۹۹
۸-۷ خلاصه	۲۰۰
مراجع	۲۰۰
مسائل	۲۰۱

فصل هشتم: واریسی، کالیبراسیون و

اعتبارسنجی مدل های شبیه سازی

۱-۸ ساخت مدل، واریسی و اعتبارسنجی	۲۰۴
۲-۸ واریسی مدل های شبیه سازی	۲۰۵
۳-۸ کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل ها	۲۰۹
۱-۳-۸ اعتبار صوری	۲۱۰
۲-۳-۸ اعتبارسنجی فرض ها مدل	۲۱۱
۳-۳-۸ تعیین اعتبار تبدیل های ورودی - خروجی	۲۱۲
۴-۳-۸ تعیین اعتبار ورودی خروجی	
استفاده از آزمون تورینگ	۲۲۲
۴-۸ خلاصه	۲۲۲

مراجع	۲۲۳
مسائل	۲۲۴

فصل نهم: تحلیل خروجی شبیه سازی

۱-۹ انواع شبیه سازی ها بر اساس تحلیل خروجی	۲۲۸
۲-۹ ماهیت تصادفی داده های خروجی	۲۳۰
۳-۹ معیارهای عملکرد مطلق و برآورد آنها	۲۳۱
۱-۳-۹ برآورد کننده نقطه ای	۲۳۲
۲-۳-۹ برآورد فاصله اطمینان	۲۳۳
۴-۹ تحلیل خروجی برای شبیه سازی های منقطع	۲۳۵
۱-۴-۹ پیش زمینه آماری	۲۳۵
۲-۴-۹ فواصل اطمینان با دقت مشخص	

۵-۹ تحلیل خروجی برای شبیه سازی های حالت پایا	۲۳۹
۶-۹ خلاصه	۲۳۹
مراجع	۲۳۹
مسائل	۲۴۰

فصل دهم: مدل سازی ارنا

۱-۱۰ مدل سازی پایا	۲۴۱
۲-۱۰ متحرک سازی مدل	۲۵۴
۳-۱۰ مدل سازی تصمیم، تحلیل و اعتبار با ارنا	۲۵۷
۴-۱۰ مثال های کوتاه	۲۷۲
۱-۴-۱۰ دو خدمت دهنده موازی	۲۷۲
۲-۴-۱۰ یک سیستم کامپیوتری	۲۷۳
۳-۴-۱۰ مرکز سوئیچینگ پیغام	۲۷۵
۴-۴-۱۰ نگهداری و تعمیر	۲۷۶
۵-۱۰ خلاصه	۲۷۸
مراجع	۲۷۸

مسائل..... ۲۷۹

ضمیمه..... ۲۸۱

www.ketab.ir