

نویسنده: جیم دوگان

مدل سازی پویایی شناسی

سیستم با

R

مترجمان:

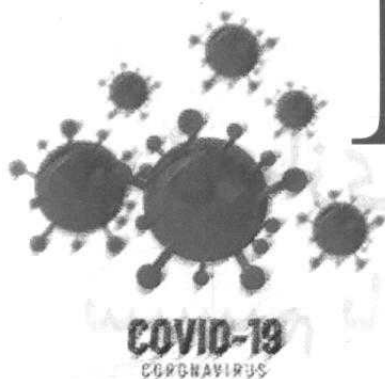
دکتر یعقوب فرجامی

(عضو هیأت علمی و دانشیار دانشگاه قم)

مهندس رامین مولاناپور

(دانشجوی دکتری مهندسی فناوری اطلاعات)

COVID-19
CORONAVIRUS



R مدل سازی پویایی شناسی سیستم با

مترجمان: دکتر یعقوب فرجامی، مهندس رامین مولاناپور

ناشر: انتشارات آتی نگر

ناشر همکار: انتشارات وینا

طراحی جلد و صفحه آرایی: همتا بیداریان

چاپ اول، ۱۳۹۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۴۷۰,۰۰۰ ریال

شابک: ۷۸-۶۲۲-۶۱۰۲-۸۱-۰

ISBN: 978-622-6102-81-0

حق چاپ برای انتشارات آتی نگر محفوظ است.

نشانی دفتر فروش: خیابان جمالزاده حبیبه، روبه روی کوچه رشتچی، پلاک ۱۴۴، واحد ۱

نمابر: ۶۶۵۶۵۱۰۷

تلفن: ۶۶۵۶۵۳۳۶-۸



www.ati-negar.com • info@ati-negar.com

سرشناسه: دوگان، جیم، Duggan Jim

مدل سازی پویایی شناسی سیستم با R / نویسنده: جیم دوگان؛ مترجمان: دکتر یعقوب فرجامی، مهندس رامین مولاناپور

تهران: انتشارات آتی نگر، وینا ۱۳۹۹ .

۲۱۶ ص. مصور، جدول، نمودار.

ISBN: 978-622-6102-81-0

فیفا.

یادداشت: عنوان اصلی: System Dynamics Modeling with R, (2016)

موضوع: تجزیه و تحلیل سیستمها — الگوهای ریاضی — System analysis -- Mathematical models

موضوع: کامپیوترها — شبیه سازی — Computer simulation

موضوع: آر (زبان برنامه نویسی کامپیوتر) — R (Computer program language)

شناسه افزوده: فرجامی، یعقوب، ۱۳۴۸ — مترجم

شناسه افزوده: مولاناپور، رامین، ۱۳۵۲ — مترجم

رده بندی کنگره

رده بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی

QA۴۰۲

۰۰۳

۶۲۰۸۵۳۸

فهرست مطالب

پیشگفتار

۷

مقدمه

۹

۱۱	پویایی‌شناسی سیستم و حسابان
۱۱	متون مرتبط با پویایی‌شناسی سیستم
۱۲	پیچیدگی و تبیین در زمینه‌های دیگر
۱۳	چرا R؟
۱۴	کاتالوگ مدل
۱۴	مخاطب ویژه‌ی این کتاب
۱۵	بازخورد
۱۵	سپاس‌گذاری
۱۶	منابع

فصل اول: مقدمه‌ای بر پویایی‌شناسی سیستم

۱۷

۱۷	مدل‌ها
۱۹	پویایی‌شناسی سیستم در عمل: سیاست‌گذاری سلامت جمعیت
۲۱	حالت‌ها و جریان‌ها
۲۵	انتگرال‌گیری
۲۷	مدل پویایی‌شناسی سیستم مشتریان
۳۱	تحلیل واحدی معادلات حالت و جریان
۳۳	بازخورد
۳۸	مدل‌سازی بازخورد
۴۱	فرآیند مدل‌سازی
۴۳	خلاصه

۴۴	تمرینات
۴۴	منابع

فصل دوم: مقدمه‌ای بر R

۴۷	بردارها
۵۳	لیست‌ها
۵۵	ماتریس‌ها
۵۸	فریم‌ها و داده
۶۰	توابع
۶۱	اعمال توابع
۶۳	بسته Solve d
۶۶	مصورسازی
۶۸	خلاصه
۶۸	تمرینات
۶۹	منابع

فصل سوم: مدل‌سازی محدودیت‌های رشد

۷۱	روابط علت و معلولی مدل‌سازی با استفاده از تأثیرات
۷۴	رشد S شکل
۷۹	مدل رشد اقتصادی
۸۳	محدودیت‌ها - یک حالت غیرقابل جایگزین
۹۴	خلاصه
۹۴	تمرینات
۹۵	منابع

فصل چهارم: مدل‌های مرتبه بالاتر

۹۷	تاخیرها
۱۰۲	ساختار مدیریت حالت

۱۰۶	مدل مراقبت بهداشتی
۱۰۷	بخش جمعیت‌شناختی
۱۱۰	بخش تحویل
۱۱۴	بخش عرضه
۱۱۶	تحلیل سناریو برای مدل مراقبت‌های بهداشتی
۱۲۱	گسترش مدل
۱۲۳	خلاصه
۱۲۴	تمرینات
۱۲۵	منابع

فصل پنجم: مدل‌های انتشار

۱۲۷	مدل SIR
۱۳۴	بررسی سیاست با مدل SIR
۱۳۹	مدل تفکیکی SIR
۱۴۵	مدل تفکیکی برداری SIR
۱۵۰	بررسی سیاست با مدل تفکیکی SIR
۱۵۳	خلاصه
۱۵۳	تمرینات
۱۵۴	منابع

فصل ششم: آزمون مدل

۱۵۵	اعتبارسنجی مدل در پویایی‌شناسی سیستم
۱۶۰	آزمون‌های اعتبارسنجی خودکار
۱۶۶	خودکارسازی آزمون با RUnit
۱۷۸	خلاصه
۱۷۸	تمرینات
۱۷۹	منابع

پیشگفتار

از زمان ظهور پویایی‌شناسی سیستم^۱ (SD) در اواخر دهه پنجاه میلادی، مقالات زیادی منتشر شده که به توصیف روش‌شناسی^۲ و جزئیات به‌روش‌های^۳ تدوین این مدل همراه با کاربرد فزاینده‌ی آن در حوزه‌های مختلف می‌پردازد. شاید بتوان گفت که امروزه مشتاقان این نوع سیستم، انتخاب‌های زیادی دارند که از صریح آن، مهارت خود در پویایی‌شناسی سیستم را به نمایش بگذارند. انتخاب‌هایی که از آنچه در اواخر دهه هفتاد و هشتاد میلادی داشتیم و می‌توانستیم مهارت خود را افزایش دهیم، بسیار بیشتر است. این موضوع از ایجاد مدل‌های شبیه‌سازی رسمی فراتر رفته و ابزارهای خلق نمودارهای اصلی در جنبه‌های کیفی اعمال روش پویایی‌شناسی سیستم (که معمولاً از آن به‌عنوان تفکر سیستمی^۴ یاد می‌شود) را نیز شامل می‌شود. به‌علاوه، مجموعه ابزارهای شبیه‌سازی در دسترس نیز به‌طور مشابه گسترش یافته است.

امروزه دانشجویی که بخواهد «تئور» و اجرای مدل را یاد بگیرد، باید مواردی را یاد بگیرد که روی پلت‌فرم نرم‌افزاری متمرکز هستند. معمیم از نرم‌افزار انحصاری به ابزارهای مدل‌سازی ترکیبی به کاربر اجازه می‌دهد که علاوه بر پویایی‌شناسی سیستم، جنبه‌های گسسته-پیشامد^۵ و «عامل‌بنیان»^۶ را هم کدنویسی کند. منحنی یادگیری نرم‌افزار، نمودار می‌شود. در اصل، تلاش‌ها در پذیرش مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم، زبان‌های برنامه‌نویسی هدف‌مطوره و اخیراً صفحات گسترده، پایگاه‌های قابل‌توجه کاربران را ایمن نکرده‌اند.

جیم دوگان^۷ در این کتاب، با نشان دادن اینکه چگونه می‌توان مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم را در محیط نرم‌افزار R برای اهداف محاسبات آماری و گرافیکی به‌کار گرفت، مرزهای استفاده از پویایی‌شناسی سیستم را جابه‌جا کرده است. این نرم‌افزار در اوایل دهه نود میلادی پدیدار شد و ما قصد داریم نشان دهیم که تلاش‌های علمی این کتاب، ذاتاً نمی‌توانست بیست سال پیش بنا شده باشد. البته متن‌باز بودن نرم‌افزار R نشان می‌دهد که رایگان است و نتیجه‌ی این موضوع، پتانسیل زیاد جذب دانشجویان پویایی‌شناسی سیستم است. این موضوع مختص دانشجویان پویایی‌شناسی سیستم نیست. حتی کسانی که تخصصشان حوزه‌های دیگری (نظیر علوم داده) است هم می‌توانند در زمینه‌ای کاملاً نو، به تشریک مساعی بپردازند و از این نرم‌افزار سود ببرند.

1- System Dynamics
2- Methodology
3- Best Practices
4- System Thinking

5- Discrete-Event
6- Agent-based
7- Jim Dugan