

کاربرد نظریه صف در

مدل سازی

مولفان:

حمید حاج سیدجوادی (عضو هیأت علمی دانشگاه شاهد)

عین‌اله جعفر نژاد قمی (عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران)



علوم رایانه

سرشناسه : حاج سید جوادی، حمید؛ ۱۳۵۱.
عنوان و نام پدیدآور : کاربرد نظریه صف در مدل سازی/تألیف: حمید حاج سید جوادی،
عین‌اله جعفرنژاد قمی.

مشخصات نشر : بابل: علوم رایانه، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری : ۲۰۰ ص. : مصور، جدول، نمودار .
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۵-۱۴۱-۷

وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا
یادداشت : واژه‌نامه
یادداشت : کتابنامه

موضوع : نظریه صف‌ها؛ Queuing theory
موضوع : داده‌پرداز مارکوف؛ Markov processes
روضوع : فراگردهای احتمالی؛ Stochastic processes

شناسه افزوده : جعفرنژاد قمی، عین‌اله، ۱۳۳۹ -
رده بندی کنگ : ۹۷ : ۲ ک ح ۹ / ۵۷ T
رده بندی دیویی : ۵۱۰ / ۸۰
شماره کتابشناسی ملی : ۵۷۰۶۰۰۶

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از
این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا بخش، عریضه کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

www.olomrayaneh.net

بابل، صندوق پستی ۴۷۱۳۵-۸۹۱

تلفن : ۰۱۱-۳۲۳۶۰۷۷۲



علوم رایانه

کاربرد نظریه صف در مدل سازی

تألیف : حمید حاج سید جوادی (عضو هیأت علمی دانشگاه شاهد)
عین‌اله جعفرنژاد قمی (عضو هیأت علمی جهاد دانشگاهی)

چاپ اول

پاییز ۱۳۹۷

شمارگان : ۵۰۰ نسخه

قیمت : ۲۵۰۰۰ تومان

چاپ و صحافی : چاپ دیجیتال میلاد بابل

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۵-۱۴۱-۷

نشانی ناشر: بابل، خیابان شریعتی، مجتمع میلاد، واحد ۱۷

حروفچینی و صفحه‌آرایی : علوم رایانه

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه‌ای بر مدل‌سازی و نظریه صف

۱-۱	سیستم مدل و مدل‌سازی	۹
۲-۱	چرا مدل‌سازی می‌کنیم؟	۱۰
۳-۱	طبقه‌بندی مدل‌ها	۱۱
۴-۱	مدل‌های کارایی	۱۱
۵-۱	مراحل مطالعه‌ی کارایی	۱۶
۶-۱	نظریه‌ی صف چیست؟	۱۹
۷-۱	اجزای سیستم صف	۲۰
۸-۱	نمادهای مورد استفاده در صف	۲۱
۹-۱	معیارهای کارایی سیستم صف و احتمالات حدی	۲۴
۱۰-۱	مسئله‌ها	۲۵

فصل ۲: مروری بر نظریه‌ی احتمالات

۱-۲	فضای نمونه، پیشامد و رویداد	۲۷
۲-۲	احتمال و رویداد	۲۹
۳-۲	احتمال شرطی	۳۰
۴-۲	قاعده‌ی زنجیر برای احتمال شرطی	۳۱
۵-۲	رویدادهای مستقل و رویدادهای مستقل شرطی	۳۲
۶-۲	قانون بیز	۳۲
۷-۲	متغیرهای تصادفی	۳۳
۸-۲	متغیرهای تصادفی گسسته	۳۳
۹-۲	متغیرهای تصادفی پیوسته	۳۷
۱۰-۲	مفهوم فرآیند تصادفی	۴۰

۴۰.....	فرآیند شمارشی.....	۱۱-۲
۴۲.....	فرآیند پواسون.....	۱۲-۲
۴۵.....	توزیع نمایی.....	۱۳-۲
۴۷.....	مساله‌ها.....	۱۴-۲

فصل ۳: زنجیره‌های مارکوف

۵۱.....	فرآیند مارکوف.....	۱-۳
۵۱.....	زنجیره‌های مارکوف.....	۲-۳
۵۲.....	زنجیره‌های مارکوف با زمان گسسته.....	۳-۳
۵۷.....	محاسبه احتمال یک مسیر.....	۴-۳
۵۸.....	گذار m مرحله‌ای.....	۵-۳
۶۲.....	طبقه‌بندی حالت‌های زنجیره مارکوف.....	۶-۳
۶۷.....	دوره‌ای و نادره‌ای بودن حالت‌ها.....	۷-۳
۶۹.....	زنجیره‌ی مارکوف ارگودیک.....	۸-۳
۶۹.....	احتمالات حدی.....	۹-۳
۷۶.....	زنجیره‌های غیریکپارچه.....	۱۰-۳
۷۶.....	زنجیره‌ی مارکوف با زمان پیوسته.....	۱۱-۳
۸۰.....	ماتریس گذار و ماتریس آهنگ گذار.....	۱۲-۳
۸۱.....	مساله‌ها.....	۱۳-۳

فصل ۴: مدل‌های صف مارکوفی ساده

۸۷.....	فرآیند تولد و مرگ.....	۱-۴
۸۸.....	فرآیند تولد و مرگ و زنجیره‌ی مارکوف.....	۲-۴
۹۲.....	سیستم صف $M/M/1$	۳-۴
۹۷.....	مدل صف $M/M/1/k$	۴-۴
۱۰۴.....	مدل صف $M/M/c$	۵-۴
۱۱۱.....	مدل صف $M/M/c/k$	۶-۴
۱۱۸.....	مقایسه‌ی سه نوع سازمان‌دهی خدمت‌دهنده‌ها.....	۷-۴
۱۱۹.....	مساله‌ها.....	۸-۴

فصل ۵: مدل‌های صف مارکوفی پیشرفته

۱۲۲.....	مدل صف $M/M/1$ با ورود گروهی $(M^{(X)}/M/1)$	۱-۵
----------	--	-----

۱۲۸	مدل صف M/M/1 با خدمت گروهی $(M/M^M/1)$	۲-۵
۱۳۳	مدل ازلانگ M/M/c/c	۳-۵
۱۳۴	مدل M/M/∞	۴-۵
۱۳۶	مدل صف M/E _k /1	۵-۵
۱۴۰	مساله‌ها	۶-۵

فصل ۶: مدل‌های صف با توزیع‌های عمومی

۱۴۱	زنجیره‌های مارکوف تعبیه شده	۱-۶
۱۴۲	خدمات عمومی با یک خدمت‌دهنده	۲-۶
۱۵۱	مدل صف G/M/1	۳-۶
۱۵۳	مساله‌ها	۴-۶

فصل ۷: شبکه‌های صف

۱۵۵	مفهوم شبکه‌های صف	۱-۷
۱۵۹	دسته‌بندی شبکه‌های صف	۲-۷
۱۶۰	بازخورد در شبکه‌ی صف	۳-۷
۱۶۱	قضیه‌ی بورک در شبکه‌های سری	۴-۷
۱۶۷	شبکه‌ی صف جکسون	۵-۷
۱۷۳	شبکه‌های جکسون بسته	۶-۷
۱۷۵	مساله‌ها	۷-۷

فصل ۸: مدل‌های صف با خدمت‌دهنده‌های گسسته

۱۸۰	مدل صف M/M/c	۱-۸
۱۸۵	مدل صف M/M/c/k	۲-۸

فصل ۹: بهینه‌سازی سیستم صف و مثالی از متلب

۱۹۱	بهینه‌سازی سیستم صف چیست؟	۱-۹
۱۹۱	مثال انگیزشی	۲-۹
۱۹۲	هزینه‌ها و بهینه‌سازی سیستم	۳-۹
۱۹۸	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی	
۲۰۰	مراجع	

بسم الله الرحمن الرحيم

بدون شک یکی از پایه‌های توسعه‌ی فرهنگ و رشد و شکوفایی استعدادها، مقوله‌ی کتاب و کتابخوانی است. یکی از معیارهای مورد بررسی در میزان پیشرفت یک جامعه، توجه به کتاب و مطالعه‌ی سرانه است. آن‌چه که موجب گرایش فرهیختگان به مطالعه‌ی کتاب می‌شود وجود کتاب‌های باکیفیت و جذاب و نویسندگان ماهر و اندیشمند و توزیع مناسب است.

جهت تحقق این امر و گسترش برداشتن به سمت خودکفایی، انتشار کتاب‌های دانشگاهی و نتایج پژوهش محققین، هیئت‌های کشور، در دستور کار انتشارات علوم رایانه قرار گرفته است.

انتشارات علوم رایانه توانسته است، شبکه‌ای از اساتید برجسته‌ی کشور ارتباط برقرار کرده و آثار ارزشمند آن‌ها را منتشر کند. در همین راستا، انتشارات علوم رایانه در بیست و پنجمین و هفتمین نمایشگاه بین‌المللی کتاب تهران به عنوان ناشر برتر کشور انتخاب شده است.

عین‌اله جعفرنژاد قمی

انتشارات علوم رایانه

پیشگفتار

همه‌ی ما به نوعی انتظار در صف را تجربه کرده‌ایم و این پدیده در دنیای پُر ازدحام امروز، متداول‌تر می‌شود. با اتومبیل خود، اوقاتی را در ترافیک یا پشت باجه‌ی پرداخت عوارض سپری کردید. در تماس تلفنی منتظر بودید تا اپراتور گوشی را بردارد. در سوپرمارکت منتظر تسویه حساب در صندوق بودید. هیچ‌کس به عنوان یک مشتری، این پدیده را دوست ندارد و مدیران آن بخش‌ها نیز از انتظار مشتریان خرسند نیستند، زیرا همه متحمل هزینه می‌شوند. چرا این طو... است؟

پاسخ این سوال ساده است: تقاضا برای سرویس، بیش از تسهیلات ارائه‌ی سرویس است. هر جا که صف تشکیل شود، نظریه‌ی صف کاربرد دارد. نظریه‌ی صف دو کاربرد عمده در مدل‌سازی دارد که یکی از آن‌ها، پیش‌بینی کارایی سیستم که به معنای پیش‌بینی تأخیر است و دیگری طراحی برای بهبود کارایی است که از آن به عنوان تأمین ظرفیت یاد می‌شود. در این کتاب، برخی از قابلیت‌های نظریه‌ی صف در مدل‌سازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. فصل اول به مفاهیم مدل‌سازی و نظریه‌ی صف می‌پردازد. در فصل دوم نگاهی خواهیم داشت به احتمالات موردنیاز برای مطالعه‌ی فصل‌های بعدی کتاب. فصل سوم به زنجیره‌های مارکوف می‌پردازد. در فصل چهارم مدل‌های صف مارکوفی، مادی را در فصل پنجم مدل‌های صف مارکوفی پیشرفته مورد بحث قرار می‌گیرند. فصل ششم مدل‌های صف با توزیع عمومی را بررسی می‌کند و در فصل هفتم شبکه‌های صف بحث خواهند شد. فصل هشتم مدل‌های صف با خدمت‌دهنده‌های ناهمگن را بحث می‌کند. در آخرین فصل کتاب، فصل نهم، نگاهی خواهیم داشت به بهینه‌سازی سیستم صف.

امید است این اثر همانند سایر آثار انتشارات علوم رایانه مورد اقبال اساتید محترم و دانشجویان گرامی قرار گیرد.