ارزیابی و کارایی سیستم های کامپیوتری

استاد : جناب آقای دکتر موقر

نیمسال اول 97-96

شبیه سازی سیستم صف m/m/1/k

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| نام و نام خانوادگی | شماره دانشجویی | ایمیل | تاریخ ارسال گزارش |
| امیر تاجیک | 9612213004 | [amirtajik@gmail.com](mailto:amirtajik@gmail.com) | 14 آذر 1396 |

چکیده

در این گزارش به بررسی سیستم صف m/m/1/k و فرآیند شبیه سازی آن می‌پردازیم. در این تمرین ظرفیت صف محدود و برابر با 12، و دارای تنها یک سرویس‌دهنده می‌باشد و نرخ سرویس دهی μ است.

هدف از انجام تمرین، بدست آوردن احتمالات ترک صف Pd و بلاک شدن Pb از طریق شبیه سازی و مقایسه آن با مقادیر بدست آمده از روابط ریاضی می باشد.

کلید واژه ها- شبیه‌سازی، تئوری صف، FCFS، MM1K، فرآیند پوآسون، توزیع نمایی، موعد

# مقدمه

معمولا در بررسی سیستم های پیچیده، با اجزاء زیاد یا روابط بسیار اجزاء با هم، از شبیه سازی استفاده می‌شود. در این بین گاهی (مانند تمرین حاضر) روابط ریاضی برای تحلیل سیستم موجود می‌باشد با اینحال شبیه سازی چنین سیستم هایی و مقایسه نتایج آن با نتایج دقیق حاصل از روابط ریاضی به ما در شبیه سازی سیستم های دیگری که چنین روابطی برای آنها وجود ندارد، کمک خواهد کرد. بعلاوه گاهی اوقات تنها راه تحلیل داده های موجود شبیه سازی است.

تمرین حاضر به منظور شبیه‌سازی یکی از مسائل تئوری صف در حالت M/M/1/k می باشد. در این مسأله، یک سرویس دهنده وجود دارد. نرخ ورود براساس لاندا λ بوده و با متغیر تصادفی بصورت نمایی تعیین میشود. هر مشتری مدت زمان θ میتواند در صف بایستد و پس از آن صف را ترک میکند. اگر صف پر باشد، مشتری هایی که به صف مراجعه میکنند بلوکه می‌شوند. هر فرد پس از رسیدن موعد، صف را ترک خواهد کرد مگر اینکه شروع به دریافت سرویس کرده باشد.

در ادامه فرض‌های در نظر گرفته شده برای شبیه سازی سیستم مذکور بیان شده و در پایان نتایج حاصل از اجرای کد شبیه سازی با مقادیر بدست آمده از روابط ریاضی مربوطه مقایسه خواهد شد.

# مراحل شبیه سازی

## شرح مسأله

هدف این مطالعه، شبیه سازی یک سیستم صف M/M/1/K (یک صف و یک پردازنده) با نرخ سرویس‌دهی μ برای پردازنده و ظرفیت محدود 12 k= برای صف است. خط مشی سرویس‌دهی به صورت FCFS1  است. هر فردی که وارد سیستم می‌شود فقط برای مدت زمان مشخصی تا دریافت سرویس می‌تواند منتظر بماند، این مدت زمان را با متغیر تصادفی θ نشان می‌دهیم. بنابراین هر فرد پس از گذشت مدت زمان θ، در صورت عدم دریافت سرویس، صف را ترک خواهد کرد.

* پس از اینکه یک مشتری شروع به دریافت سرویس کند، حتی با رسیدن موعد خود، صف را ترک نخواهد کرد.
* تابع توزیع زمان انتظار، θ، را یکبار بصورت ثابت و یکبار بصورت نمایی در نظر می‌گیریم.
* طول صف نشاندهنده‌ی تمامي مشتریهای حاضر در سیستم ميباشد. به طور مثال در این تمرین اگر 11 مشتری در صف منتظر باشند و یک مشتری در حال سرویس‌دهي باشد، مشتریهای جدید بلاک خواهند شد.
* پایان شبیه‌سازی: هنگامی که تمامی افراد دارای یکی از حالتهای خروج، ترک، یا سرویس شده باشند.

## 2-2 هدف و طرح کلی پروژه

پروژه به صورت انفرادی انجام شده و با اینکه روش ریاضی برای بدست آوردن مقادیر مورد نظر وجود دارد، ولی در صورت قابل قبول بودن نتایج حاصل از شبیه‌سازی می‌توان آن را توسعه داده و در مواردی که جواب آن به صورت ریاضی و دقیق موجود نمی باشد نیز استفاده کرد.

## ایجاد مدل

برای هر مشتری یکی از سه حالت، سرویس گرفتن، خارج شدن از صف، یا بلاک شدن اتفاق خواهد افتاد.

در مراحل مختلف پروژه، جهت درک بهتر فرآیند ساده سازی شده و همچنین ارزیابی نتایج حاصله از برنامه تا آن مقطع، از دیتاشیت هایی مانند MS Excel استفاده شده است.

## ترجمه مدل

در ابتدا روش Time-Scheduling برای پروژه انتخاب شد. در این روش سعی می‌شود در مقاطع کوتاه زمانی وضعیت افراد حاضر در صف و سیستم بررسی شود. این کار از طریق چک کردن مشخصات زمانی مختلف مشتریها و انجام عکس العمل مناسب در خصوص آن صورت می‌گیرد. به عنوان مثال اگر بعد از یک پله زمانی کوچک، از زمان ورود به صف گذشته باشد، اینکار انجام شده و برای سرویس‌دهی نیز عمل متناظر انجام می‌شود. مسأله ای که حائز اهمیت است، انجام این دو وظیفه بصورت موازی و در thread های جداگانه است تا نتیجه بهتری از شبیه سازی دریافت شود.

در ادامه بدلیل پیچیدگی این روش و عدم تسلط کافی اینجانب به تمامی جوانب مورد نیاز، و علیرغم نوشتن چند نسخه کد و پیشروی در مراحلی از شبیه سازی، روش event-scheduling برای انجام این تمرین انتخاب گردید.

در این روش، اساس را بر پیدا کردن اولین رخداد بعدی قرار میدهیم. از بین سه رخداد قابل تصور (خروج، ترک، بلاک) رخدادی که در زمان نزدیکتر اتفاق می افتد انتخاب کرده و مراحل مرتبط با آنرا انجام میدهیم.

بلاک شدن: زمانی اتفاق می افتد که حداکثر ظرفیت سیستم پر باشد و مشتری جدید قصد ورود به صف را داشته باشد.

ترک صف: پس از آنکه مشتری در صف قرار گرفت، اگر تا قبل از موعد خود، سرویس دریافت نکند، صف را ترک خواهد کرد.

سرویس گرفتن: در صورتی که مشتری قبل از موعد خود، به ابتدای صف برسد شروع دریافت سرویس کرده و موعد آن دیگر اهمیت ندارد. پس از گذشت زمان سرویس لازم برای هر مشتری، مشتری سیستم را ترک میکند.

## درستی یابی

مدل برنامه ریزی شده، با دقت بسیار و طی مراحل متعدد توسعه داده شد. در این بین از روشهای مختلف کد نویسی و امکانات متنوع برای نیل به هدف مدنظر و پیاده‌سازی روند طراحی شده، استفاده گردید تا اطمینان حاصل شود که

## ارزیابی

جهت ارزیابی نتایج بدست آمده، نمودار حاصل از احتمالات ترک صف و بلاک شدن رسم شده و در تقابل با مقادیر بدست آمده از روابط ریاضی مورد بررسی قرار گرفت.

## طراحی آزمایش شبیه سازی

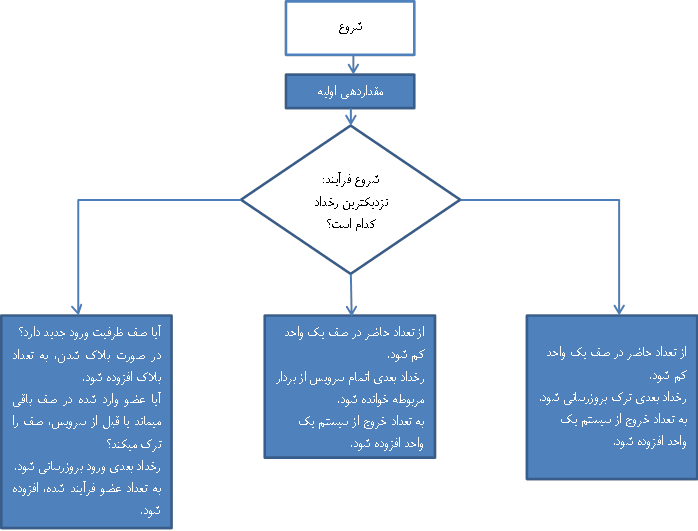
در این قسمت مایل هستیم بدانیم با تغییر کدام مولفه‌ها ممکن است بتوانیم جواب بهتری به دست آوریم. از طرفی پارامترهایی که قرار است در شبیه‌سازی لحاظ شوند، بیان میگردند.

پارامترهایی که در این تمرین خواسته شده است، احتمال بلاک شدن Pb، و احتمال ترک صف Pd، نسبت به نرخ های ورود λ در بازه [2.0 – 0.1] می باشد.

## اجرای کد و تحلیل

پس از اطمینان از صحت کد نوشته شده و برآورده شدن خواسته های در نظر گرفته شده برای کد که شبیه‌سازی مدنظر را پیاده‌سازی کرده باشد و همچنین پس از رفع ایرادات، کد اجرا شده و نتایج تحلیل می‌گردد.

# بنوشتن کد شبیه سازی



شکل 1 – تحلیل مسأله قبل از نوشتن کد

## تحلیل قبل از کد نویسی

قبل از شروع به کد نویسی، مراحل اولیه شبیه سازی بر روی کاغذ و به صورت دستی و همچنین در نرم افزار Excel مدل شد تا روند کلی از شبیه سازی شکل گرفته و در ادامه با استفاده از آن کد نویسی اولیه آغاز شود.

شاید مهم‌ترین بخش از کد نوشته شده، تحلیل مشتریهایی ست که وارد صف می‌شوند ولی در صف باقی نمی‌مانند. این تحلیل پایه اصلی شبیه‌سازی اینجانب را تشکیل می‌دهد که قابل قبول بودن یا نبودن خطاهای شبیه‌سازی در نهایت میتواند متأثر از همین تحلیل باشد.

اینجانب اینطور محاسبه کردم که با ثبت کردن زمان پایان سرویس برای هر عضو، میتوان ترک یا عدم ترک عضو بعدی را محاسبه کرد. و به همین ترتیب می‌توان تا زمانی که صف پر میشود در این خصوص در مورد هر مشتری تصمیم گیری کرد. در صورت مثبت بودن این محاسبات، زمان ترک مشتری به ساختار داده بردار (vector data structure) افزوده شده و در ادامه به عنوان منبعی برای خواندن نزدیکترین زمان ترک استفاده میشود.

## کد نویسی اولیه

کد نویسی اولیه در ورژنهای ابتدایی به منظور تست خط کد های جدید و اطمینان از طرز عملکرد توابع ایجاد شد.

## کد نهایی

کد نهایی پس از انجام تغییرات متعدد روی ورژنهای قبلی، با هدف خواناترشدن، سریعتر شدن و خروجی مناسب تولید گردید.

# نتایج و مقایسه

جزئیات مقادیر بدست آمده در فایل اکسل مربوطه قرار دارد. در اینجا صرفا نمودارهای بدست آمده نمایش داده میشود.

شکل 2 - نمودار احتمال بلاک شدن و ترک صف نسبت به نرخ ورود از روش ریاضی

شکل 3 - نمودار احتمال بلاک شدن و ترک صف نسبت به نرخ ورود از روش شبیه سازی با 1000 بار تکرار

شکل 4 - نمودار مقایسه احتمال بلاک شدن و ترک صف از روش ریاضی با شبیه‌سازی با 1 میلیون بار تکرار

# نتیجه گیری

با مقایسه مقادیر بدست آمده از شبیه‌سازی و روش ریاضی، مشخص میشود که مقادیر بدست آمده برای Pb کمتر از میزان مورد انتظار و مقادیر بدست آمده برای Pd بیشتر از میزان مورد انتظار است. علت این واقعیت میتواند عدم موفقیت کامل در تحلیل درست زمانهای ترک صف و المانهای دیگری که در بلاک شدن مشتری موثر می باشند، باشد.

چرا تعداد کمتر است؟ یا چه عواملی موثر است؟

1. زمان ترک کردن صف کمتر از زمان واقعی است. در نتیجه مشتری ها در عوض اینکه در صف باشند، از صف خارج شده و صف ظرفیت ورود جدید پیدا میکند و ورودی های جدید بلاک نمیشوند.
2. ممکن است زمان سرویس گرفتن کمتر از زمان واقعی باشد.
3. ممکن است فاصله بین ورود ها بیشتر از مقدار واقعی باشد.

علیرغم در نظر گرفتن فرضهای بالا و بررسی چند باره کد نوشته شده، علت اختلاف بوجود آمده در مقادیر بدست آمده از شبیه‌سازی تا زمان ارائه این گزارش برای اینجانب روشن نشد. امیدوارم در بررسی های آتی و با تحقیق بیشتر پی به علت آن ببرم.

# منابع

[1] <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/Queuing/MMsN-Queuing-System.html>

[2] <http://nptel.ac.in/courses/117103017/47>

[3] Sheldon M. Ross, “introduction to probability and statistics for engineers and scientists”, Elsevier Academic Press, 2009