



دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس معماری افزارهای شبکه

نیم سال اول سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴

تمرین سری چهارم - موعده تحویل: ۱۴۰۳/۰۹/۰۵

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

نکات مهم:

- پاسخ به تمرین‌ها می‌بایست به صورت انفرادی انجام شود. در صورت کشف هر گونه تقلب، نمره تمرین صفر خواهد شد.
- پاسخ‌ها می‌بایست خوانا و منظم باشند، در صورت ناخوانا بودن یا عدم رعایت نظم پاسخ تمرین تصحیح نخواهد شد.
- پاسخ تمرین‌ها می‌بایست در قالب یک فایل PDF با نام «AOND_HW4_StudentID» در زمان مقرر در صفحه درس بارگذاری شود.
- سوالات خود را می‌توانید از طریق ایمیل «AOND4031@gmail.com» از تدریس‌یار بپرسید.

سوال ۱:

فرض کنید یک شبکه دارای دو نوع ترافیک با اولویت بالا و پایین است. نرخ ورود بسته‌های اولویت بالا ۶ بسته در ثانیه و نرخ ورود بسته‌های اولویت پایین ۴ بسته در ثانیه است. حداکثر ظرفیت صف برابر با ۱۰ بسته بوده و از روش FIFO برای مدیریت صف‌ها استفاده می‌شود.

الف) اگر صف به حداکثر ظرفیت خود برسد، تعداد بسته‌های هر دسته که در صف باقی می‌مانند را محاسبه کنید. همچنین فرض کنید ورود بسته‌ها به مدت ۵ ثانیه ادامه داشته باشد. نشان دهید که در این سناریو استفاده از FIFO ممکن است باعث افزایش زمان انتظار برای بسته‌های اولویت بالا شود.

ب) روش HOL Priority Queueing را به عنوان جایگزین پیشنهاد دهید و تحلیل کنید که چگونه استفاده از این روش می‌تواند زمان انتظار برای بسته‌های اولویت بالا را کاهش دهد و تأثیر آن بر بسته‌های اولویت پایین را ارزیابی کنید.

سوال ۲:

فرض کنید که در یک سیستم صف عادلانه وزن‌دار (weighted fair-queueing system)، یک بسته با برچسب اتمام F (finish tag) در زمان t وارد خدمت می‌شود. آیا ممکن است بسته‌ای بعد از زمان t به سیستم برسد و برچسب اتمام آن کمتر از F باشد؟ اگر بله، مثالی بزنید و اگر خیر، توضیح دهید.

سوال ۳:

با توجه به مدیریت صف با استفاده از تشخیص زودهنگام تصادفی (RED (Random Early Detection):

الف) توضیح دهید که چرا RED به جلوگیری از شناسایی ترافیک TCP از طریق فرستنده‌ها و کاهش هم‌زمان نرخ انتقال آن‌ها کمک می‌کند.

ب) تأثیر RED بر روی توان شبکه (Throughput) را بررسی کنید.

ج) پیچیدگی پیاده‌سازی الگوریتم RED را بررسی کنید.

د) توضیح دهید که اگر به جای استفاده از طول متوسط صف (average queue length)، از طول لحظه‌ای صف (instantaneous queue length) استفاده شود، چه پیامدهایی خواهد داشت.

ه) راه‌هایی برای پیدا کردن مقادیر معقول برای پارامترهای RED (یعنی max_{th} و min_{th} و احتمال افت بسته زمانی که طول متوسط صف به max_{th} می‌رسد) را بررسی کنید.

سوال ۴:

یک شبکه از الگوریتم RED (Random Early Detection) برای مدیریت ازدحام استفاده می‌کند. ظرفیت صف بین آستانه‌های حداقل (min-threshold) و حداکثر (max-threshold) تنظیم شده است. در این شبکه:



آستانه حداقل برابر ۲۰ بسته و آستانه حداکثر برابر ۵۰ بسته است. اگر طول صف از آستانه حداقل عبور کند، احتمال حذف بسته‌ها به تدریج افزایش می‌یابد و با رسیدن به آستانه حداکثر، این احتمال به ۱۰۰٪ می‌رسد.

الف) اگر طول صف در لحظه‌ای به ۴۰ بسته برسد، با توجه به مقادیر حداقل و حداکثر، نرخ حذف بسته‌ها را محاسبه کنید.

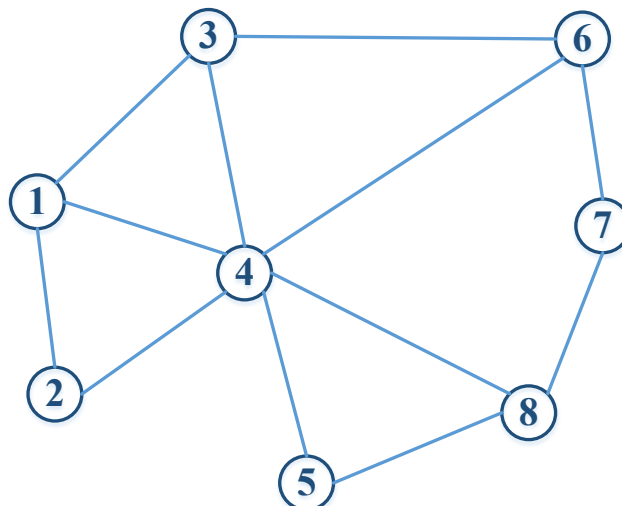
ب) یک سناریو شبیه‌سازی کنید که در آن طول صف به طور پیوسته افزایش می‌یابد و تأثیر الگوریتم RED بر ترافیک شبکه را تحلیل کنید. مشخص کنید که چگونه RED می‌تواند به کاهش ازدحام و جلوگیری از پر شدن کامل صف کمک کند و چه تأثیری بر تأخیر و نرخ ازدحام در شبکه دارد.

سوال ۵:

فرض کنید یک منبع با حجم نامحدودی از اطلاعات برای ارسال، از یک کنترل حلقه بسته (closed-loop control) استفاده می‌کند تا نرخ ارسال خود را براساس اطلاعات بازخورد (feedback) تنظیم کند. در صورتی که اطلاعات بازخورد نشان دهد هیچ ترافیکی (traffic) در مسیر وجود ندارد، منبع به صورت پیوسته نرخ ارسال خود را به شکل خطی (linear) افزایش می‌دهد. اما اگر اطلاعات بازخورد حاکی از وجود ترافیک در مسیر باشد، منبع نرخ ارسال را به صفر کاهش می‌دهد و سپس این چرخه را با افزایش تدریجی نرخ ارسال ادامه می‌دهد تا بار دیگر ترافیک شناسایی شود. حال فرض کنید که مدت زمانی معادل T ثانیه طول می‌کشد تا اطلاعات بازخورد پس از وقوع ترافیک به منبع برسد. نمودار نرخ ارسال منبع را نسبت به زمان برای مقادیر کوچک و بزرگ T ترسیم کنید و توضیح دهید که تأخیر انتشار T (propagation delay) چه نقشی در این کنترل حلقه بسته ایفا می‌کند.

سوال ۶:

شبکه‌ی زیر را در نظر بگیرید.



شکل سوال ۶

فرض کنید که ارتباط‌های زیر به ترتیب (چپ به راست) باید ایجاد شوند:

$5 \rightarrow 8, 1 \rightarrow 8, 2 \rightarrow 4, 3 \rightarrow 8, 3 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 6, 6 \rightarrow 7, 7 \rightarrow 8$

همچنین فرض کنید ظرفیت هر لینک ۱ واحد و همچنین ظرفیتی که یک ارتباط به خود اختصاص می‌دهد نیز ۱ واحد باشد.



الف) با استفاده از الگوریتم مسیریابی کوتاه‌ترین مسیر (Shortest-Path) بیشترین ارتباطاتی که می‌توانید را برقرار کنید. ارتباط‌های قطع شده را نیز مشخص کنید.

ب) با استفاده از الگوریتم مسیریابی Constraint Shortest-Path بیشترین ارتباطاتی که می‌توانید را برقرار کنید. ارتباط‌های قطع شده را نیز مشخص کنید.

ج) آیا می‌توانید الگوریتم Constraint Shortest-Path بهبود دهید؟

سوال ۷:

فرض کنید در یک شبکه، مسیریابی به صورت خودکار از کوتاه‌ترین مسیر برای هر جریان استفاده می‌کند. این امر باعث شده است که یک لینک مشخص به ظرفیت حداکثری خود برسد و دچار ازدحام شود، در حالی که سایر لینک‌ها کمتر از ظرفیت خود استفاده می‌شوند.

الف) با در نظر گرفتن ظرفیت هر لینک و نیازمندی‌های پهنای بلند برای هر جریان، یک طرح توزیع بهینه برای جریان‌ها ارائه دهید که بار را در شبکه به طور یکنواخت توزیع کند.

ب) نشان دهید که این بازطراحی چگونه می‌تواند تأخیر ناشی از ازدحام را کاهش دهد. برای این منظور، فرض کنید ظرفیت لینک ازدحام‌کرده ۱۰۰ مگابیت در ثانیه است و میزان ترافیک جاری روی آن به ۱۲۰ مگابیت در ثانیه رسیده است. توزیع جدید را طوری طراحی کنید که استفاده از لینک به کمتر از ۸۰ درصد ظرفیت برسد و میزان تأخیر را محاسبه و با وضعیت اولیه مقایسه کنید.