



تمرین برنامه‌نویسی اول^۱ شبکه‌های کامپیوتری

مدرس: مهدی خرازی

پاییز ۱۳۸۹

در این تمرین شما ضمن آشنایی با سیستم پرتو برنامه‌ای خواهید نوشت که پهنای باند مورد استفاده یک گره را محدود سازد.

مقدمه

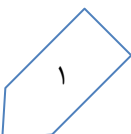
در بسیاری از شرایط لازم است که نرخ ارسال و دریافت اطلاعات برای یک کاربر یا برنامه محدود شود. برای مثال شرکت سرویس دهنده اینترنتی^۲ را در نظر بگیرید که باید بر اساس نوع قراردادی که با کاربر دارد، پهنای باند استفاده شده توسط او را کنترل کند. همچنین در شبکه‌های بزرگ که چندین کاربر پهنای باند محدودی را با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند لازم است میزان استفاده کاربران را طوری محدود کنیم که یک کاربر با اشغال کردن همه پهنای باند، مانع از استفاده دیگران نشود (برای مثال دانشکده خودمان) یا اینکه سروری را در نظر بگیرید که برای جلوگیری از ازدحام^۳ در شبکه یا از کار افتادن سرور، نرخ ارسال و دریافت خود را کاهش می‌دهد.

در این تمرین لازم است که شما برنامه‌ای بنویسید که با زیر نظر گرفتن نرخ ارسال و دریافت اطلاعات توسط یک گره مقدار پهنای باند استفاده شده را کنترل کند. روش‌های متفاوتی را می‌توان برای محدود سازی پهنای باند به کار برد. برنامه شما کافی است که

^۱ با تشکر از شایان پویا، بهنام مؤمنی، حسن اسلامی، امیر شیخها، علی فتاح‌المنان، فرزانه مقدم و اشکان نیک‌روش

^۲ ISP

^۳ congestion



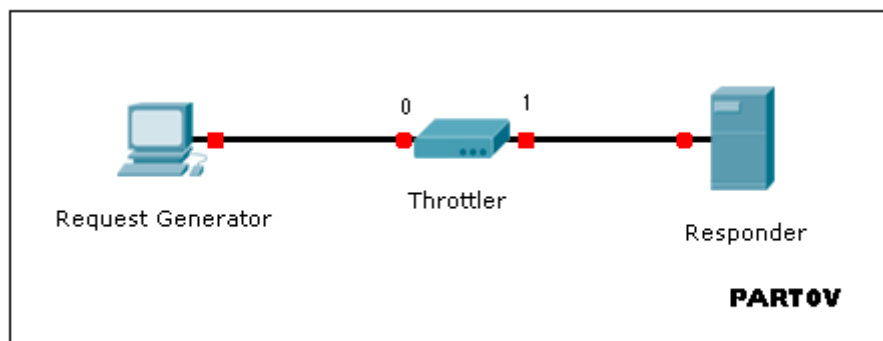
میزان اطلاعات منتقل شده را (با توجه به سایز بسته‌ها و زمان سپری شده) محاسبه کند و در صورت رسیدن بسته‌ای اگر این میزان از مقدار مجاز بیشتر می‌شد بسته را به طور کامل نادیده بگیرد.^۴

محیط

جهت آشنایی با سیستم پرتو^۵ لازم است که برنامه خود را بر روی «چارچوب کاربر» این سیستم پیاده کنید. پرتو این امکان را به شما می‌دهد که تعدادی گره مجازی در شبکه داشته باشید و آن‌ها را مطابق میل خود برنامه‌ریزی کنید. برای آشنایی بیشتر توصیه می‌شود که به مستند «راهنمای چارچوب کاربر» مراجعه فرمایید.

توپولوژی

توپولوژی که در این تمرین در اختیار شما قرار می‌گیرد همانند شکل زیر است. شما باید تنها برنامه مربوط به `throttler` را، که وظیفه محدود کردن پهنای باند را دارد، بنویسید. همان‌طور که در شکل می‌بینید `throttler` از طریق `interface` شماره صفر خود به `Request Generator` و از طریق `interface` شماره یک خود به `Responder` متصل است. `Request Generator` طوری برنامه‌ریزی شده‌است که به طور پیوسته درخواست‌های `TCP` یا `UDP` ارسال می‌کند و `Responder` هم به ازای هر درخواستی که دریافت کند، پاسخی را ارسال می‌نماید.



شکل ۱- توپولوژی

^۴ drop کند.

^۵ Portable And Reliable Tool fOr Virtualization(PARTOV)

انتظارات

۱. عمل محدودسازی پهنای باند برای هر flow به صورت جداگانه انجام می‌شود. پس throttler را باید طوری بنویسید که به محض دریافت یک بسته روی یک interface خود بتواند flow مربوط به آن بسته را مشخص کند. هر flow از طریق ۴ مشخصه آدرس IP فرستنده، آدرس IP گیرنده، شماره port فرستنده و شماره port گیرنده از سایر flow متمایز می‌شود. بنابراین شما باید بتوانید این اطلاعات را از بسته دریافتی استخراج کنید. آدرس های IP را از روی سرآیند IP و شماره port ها را از روی سرآیند TCP یا UDP متوجه می‌شوید.^۶ برای آشنایی با فرمت این سرآیندها می‌توانید به لینک‌های زیر مراجعه کنید:

- <http://en.wikipedia.org/wiki/IPv4>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol
- http://en.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol

۲. پس از تشخیص flow باید در رابطه با نادیده گرفتن یا forward کردن بسته تصمیم‌گیری کنید. پس مشخص است که شما باید اطلاعات مربوط به هر flow را نگه دارید تا بر اساس میزان پهنای باند استفاده شده تا قبل از رسیدن بسته و سائز بسته تصمیم‌گیری کنید.

۳. برنامه شما لازم است که پس از تصمیم‌گیری درباره هر بسته اطلاعات مربوط به آن flow را چاپ کند. این اطلاعات به صورت زیر باید در خروجی استاندارد چاپ شوند:

<src-ip,dest-ip,src-port,dest-port> : calculated_bandwidth(in kbps)

برای مثال چاپ شدن رشته 4 : <192.168.0.1,192.168.0.2,1234,5678> به این معنی است که throttler بسته‌ای با مشخصات زیر دریافت کرده است:

شماره port گیرنده	شماره port فرستنده	آدرس IP گیرنده	آدرس IP فرستنده
5678	1234	192.168.0.2	192.168.0.1

و در یک ثانیه اخیر ۴ کیلوبیت اطلاعات با این مشخصات (مربوط به این flow) انتقال داده شده است. توجه کنید که اگر تصمیم throttler مبنی بر forward کردن بسته بود، باید سائز خود این بسته را نیز هنگام محاسبه نرخ مربوط به این flow در نظر بگیرید.

^۶ نیازی به بررسی بسته‌هایی که از پروتکل‌هایی به غیر از UDP و TCP پیروی می‌کنند نیست.

۴. اگر throttler پس از بررسی خود تصمیم گرفت که بسته را forward کند، باید آدرس MAC متناسب با مقصد (Request Generator یا Responder) را به جای مقدار کنونی آن (آدرس MAC خود throttler) قرار دهد.

با استفاده از تابع `getCustomInformation()` می‌توانید به رشته `custom information` دسترسی پیدا کنید. قالب این رشته به صورت زیر خواهد بود:

۱- در خط اول آدرس MAC مربوط به Responder آمده است.

۲- در خط دوم آدرس MAC مربوط به Request Generator آمده است.

۳- در خط سوم مقدار محدودیتی که باید برای بسته های ارسالی از طرف Request Generator اعمال کنید^۷ بر حسب kbps داده شده است.

۴- در خط چهارم مقدار محدودیتی که باید برای بسته های ارسالی از طرف Responder اعمال کنید^۸ بر حسب kbps داده شده است.

۵. توجه کنید که شما نمی‌توانید هیچ فرض خاصی در رابطه با نحوه رفتار Request Generator و Responder و همچنین بسته‌های ارسال شده توسط این دو داشته باشید.

۶. برای تست برنامه خود ابتدا Responder، سپس throttler و پس از آن Request Generator را اجرا کنید. کد باینری Responder و Request Generator به شما داده شده است. برای تست برنامه‌ای که نوشته‌اید می‌توانید این دو گره را با آرگومان ورودی مناسب اجرا کنید. این آرگومان ورودی نحوه رفتار این دو گره را مشخص می‌کند.

آرگومان ورودی	سناریو	
	Request Generator	Responder
1	ارسال بسته‌های UDP با مشخصات یک flow ثابت	ارسال یک بسته UDP با مشخصات یک flow ثابت به ازای دریافت هر درخواست
2	ارسال بسته‌های TCP با مشخصات یک flow ثابت	ارسال یک بسته TCP با مشخصات یک flow ثابت به ازای دریافت هر درخواست
3	ارسال بسته‌های TCP و UDP با flow-های متفاوت	ارسال بسته‌های TCP و UDP با flowهای متفاوت به عنوان پاسخ. یک درخواست ممکن است با بیش از یک بسته پاسخ داده شود.

⁷ Upload Rate

⁸ Download Rate

نکات

- در صورتیکه هر مشکل یا پرسشی داشتید که فکر می‌کنید پاسخ آن برای همه مفید خواهد بود، لطفاً آن را به گروه پستی درس ارسال کنید.
- از فرستادن جواب تمرین به گروه پستی جداً خودداری کنید.
- فرستادن کل یا قسمتی از برنامه‌تان برای افراد دیگر، یا استفاده از کل یا قسمتی از برنامه فردی دیگر به نام خود، تقلب محسوب می‌شود.
- پس از اتمام کارتان لازم است که پوشه `user` را به همراه `makefile` فشرده کرده و بر روی سیستم خودکار داوری⁹ `upload` کنید. همچنین در صورت نیاز `makefile` را طوری تغییر دهید که با اجرای دستور `make` در پوشه اصلی فایل `throttler.out` تولید شوند.

موفق باشید

⁹ <http://partov.ce.sharif.edu/judge>