



دانشگاه مهندسی کامپیوتر
و فناوری اطلاعات



بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

مسئله	نمره	مسئله	نمره
۱		۹	
۲		۱۰	
۳		۱۱	
۴		۱۲	
۵		۱۳	
۶		۱۴	
۷		۱۵	
۸		۱۶	

درس شبکه‌های کامپیوتری، نیم سال دوم سال تحصیلی ۹۸-۹۹

تمرین سری سوم (تاریخ: ۱۳۹۹/۰۲/۳۰، موعد تحویل: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱)

نام و نام خانوادگی: امیرمحمد آقاپور

شماره دانشجویی: ۹۶۳۱۰۰۸

نمره:

سوال ۱: اگر لایه شبکه نتواند پهنای باند و تاخیر را برای سگمنت‌های لایه انتقال تضمین کند آیا این امکان وجود دارد که لایه‌ی انتقال بتواند این تضمین را برای پیام‌های لایه کاربرد فراهم آورد؟

خیر؛ زیرا تأخیر و پهنای باند هیچ وابستگی به عملکرد لایه‌ی انتقال ندارد و تضمین این خدمات کاملاً وابسته به لایه‌ی شبکه است و لایه‌ی انتقال نمی‌تواند آن را بدون وجود هیچ تضمینی از لایه‌ی شبکه ارائه کند.

سوال ۲: آیا برای یک ISP معقول است مانند یک CDN عمل کند؟ یعنی آیا ممکن است ISP بخواهد تعدادی از محتواهای یک CDN را بر روی شبکه خود ذخیره کند؟ این کار چه مزایا و معایبی برای آن دارد؟

این کار معقول است؛ زیرا در کنار افزایش کیفیت دریافت خدمات آن CDN توسط مشتریان ISP، حجم ترافیک خارج شبکه ISP را کاهش می‌دهد که این به معنای کاهش هزینه‌های پرداختی به سایر ISP های رده بالاتر و استفاده بهینه‌تر و عدم نیاز به ارتقاء پهنای باند خروجی ISP است. از معایب انجام اینکار اضافه شدن هزینه‌های نگهداری سرورهای اختصاص یافته به CDN و قراردادها می‌باشد؛ لذا در ISP های بزرگ استفاده می‌شود.

سوال ۳: فرض کنید در مرورگر خود بر روی یک لینک برای بازکردن یک صفحه کلیک می‌کنید، آدرس IP مربوط به آن URL در ماشین شما کش (cache) نشده است پس برای به دست آوردن آدرس IP نیاز به DNS lookup هست. فرض کنید برای به دست آوردن آدرس IP، نیاز به مراجعه به n سرویس‌دهنده DNS به صورت پشت سرهم است. فرض کنید زمان لازم برای ارسال و دریافت هر Query به هر سرویس‌دهنده DNS را با RTT_1 تا RTT_n نمایش می‌دهیم. بعلاوه فرض کنید صفحه وب مرتبط با آن لینک یک شی (شامل یک متن کوچک HTML) دارد. فرض کنید RTT_0 به عنوان زمان رفت و برگشت بین ماشین شما و سرویس‌دهنده شامل این شی در نظر گرفته می‌شود. زمان ارسال شی را صفر در نظر بگیرید. از زمانی که شما بر روی این لینک کلیک می‌کنید تا زمانی که شی را دریافت می‌کنید، چه زمانی سپری می‌شود؟

با توجه به داده‌های سؤال، پرسش‌های DNS به صورت Iterative انجام می‌شود.

برای دریافت IP باید دنباله n پرسش DNS را انجام و سپس اتصال TCP تشکیل و سپس شیء HTML را دریافت کنیم، لذا مدت زمان دریافت خواهد بود:

$$RTT_1 + RTT_2 + \dots + RTT_n + 2 \times RTT_0$$

سوال ۴: در سوال ۳ فرض کنید که به سه سرویس‌دهنده DNS مراجعه صورت گرفته است و فایل HTML شامل پنج شی بسیار کوچک بر روی همان سرویس‌دهنده است. با صرف‌نظر کردن از زمان ارسال اشیاء، در هر یک از حالات زیر محاسبه کنید از زمانی که شما بر روی این لینک کلیک می‌کند تا زمان دریافت کامل صفحه وب، چه زمانی سپری می‌شود؟ در هر مورد دیاگرام زمانی تبادل پیام‌ها بین سرویس‌گیرنده و سرویس‌دهنده را رسم کنید.

• HTTP نا پایا (Non-Persistent) بدون هیچ اتصال موازی TCP

• HTTP نا پایا با ۵ اتصال موازی

• HTTP پایا (Persistent)

حالت اول: ابتدا IP دریافت و سپس اتصال TCP برای دریافت فایل HTML پایه و هر کدام از ۵ شیء تشکیل و سپس درخواست دریافت ارسال می‌شود. با فرض آن که زمان ایجاد TCP برابر زمان ارسال و دریافت اشیاء است، زمان خواهد بود:

$$RTT_1 + RTT_2 + RTT_3 + 2 \times (1 + 5)RTT_0$$

حالت دوم: مشابه حالت قبل اما تشکیل ۵ اتصال TCP و دریافت ۵ شیء می‌تواند به طور همزمان انجام شود. چون زمان انتقال ناچیز است، زمان خواهد بود:

$$RTT_1 + RTT_2 + RTT_3 + 2 \times (1 + \frac{5}{5})RTT_0$$

حالت سوم: مشابه حالت قبل اما فقط برای دریافت HTML پایه نیاز به ایجاد اتصال TCP است و برای ما بقی اشیاء فقط نیاز به درخواست و دریافت است. با فرض عدم استفاده از Pipeline، زمان خواهد بود:

$$RTT_1 + RTT_2 + RTT_3 + (1 + 1 + 5) \times RTT_0$$

در حالت سوم اگر از Pipeline استفاده شود، تمام درخواست های اشیاء را می‌توان همزمان فرستاد؛ پس زمان خواهد بود:

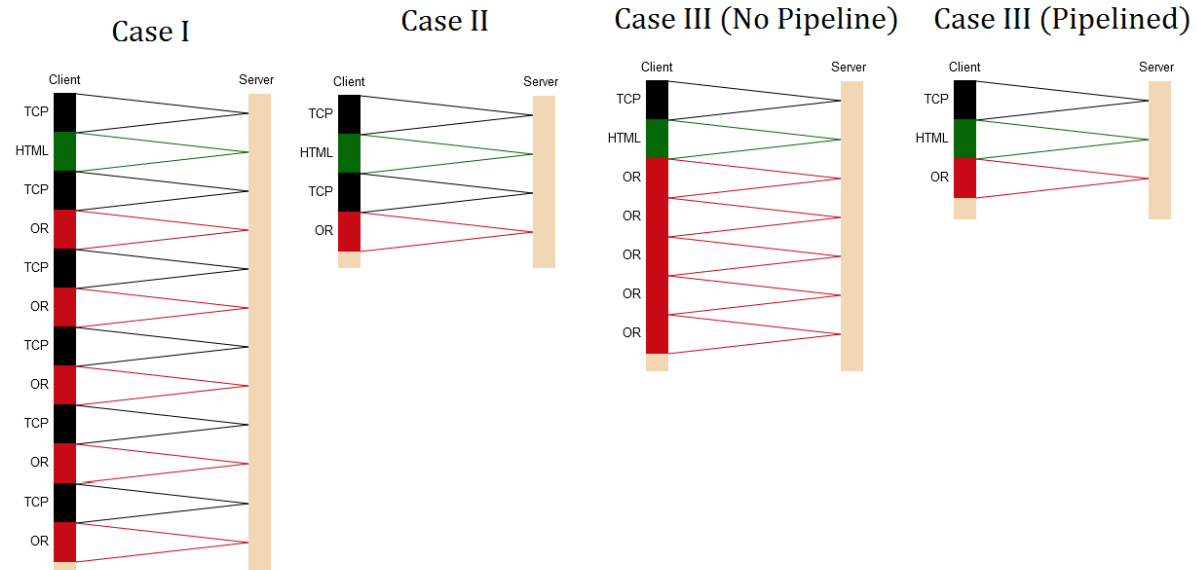
$$RTT_1 + RTT_2 + RTT_3 + (1 + 1 + 1)RTT_0$$

در زیر تصویر هر سه حالت به ترتیب آورده شده.

■ Delay due to TCP connection establishment (TCP)

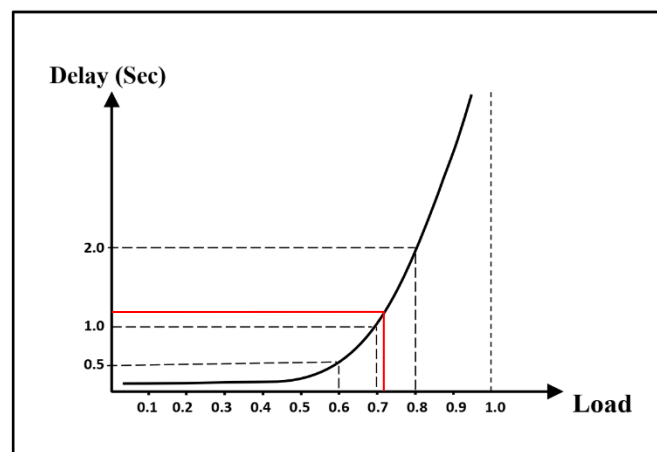
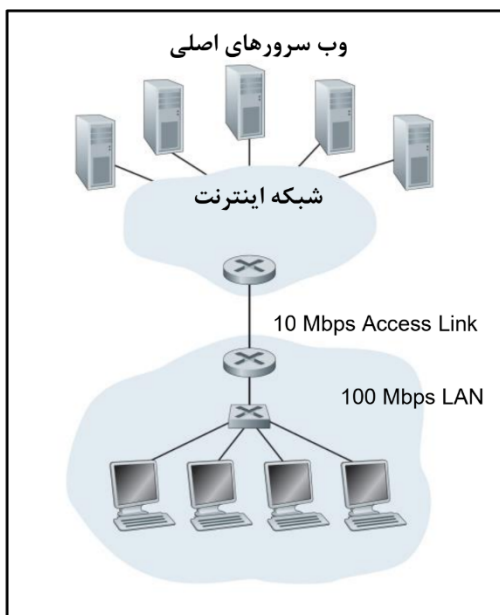
■ Delay due to HTML page request (HTML)

■ Delay due to object request (OR)



سوال ۶: به منظور Web Caching از یک Proxy Server در شبکه محلی سازمان استفاده شده است. شبکه محلی از طریق یک مسیریاب (روتر) با یک لینک 10 Mbps به بیرون متصل است. سرعت خط داخلی 100 Mbps است. اگر اندازه پیام‌های Request ناچیز، اندازه پیام‌های Response 400,000 bits و به طور متوسط ۳۰ درخواست برای شی‌های وب در هر ثانیه وجود داشته باشد، با فرض آنکه با قرار دادن پروکسی، ۵۰ درصد درخواست‌ها از طریق پروکسی سرویس داده می‌شوند که در این بین به احتمال ۲۰ درصد محتوای پروکسی معتبر نبوده و نیاز است که دوباره دریافت شوند.

مطلوب است تاخیر متوسط دریافت شی‌های وب اگر تاخیر وب سرورهای اصلی تا مسیریاب (تاخیر اینترنت) ۲ ثانیه و تاخیر متوسط مسیریاب‌ها براساس منحنی زیر داده شده باشد.



طبق سؤال $\frac{5}{10}$ درخواست‌ها به طور مستقیم و $\frac{1}{10}$ برای بروزرسانی محتوای پروکسی به اینترنت منتقل می‌شوند. پس در کل $\frac{6}{10}$ درخواست‌ها به اینترنت می‌روند.

شدت ترافیک (Load) در روترها:

$$\alpha = \frac{4 \times 10^5 \times \frac{6}{10} \times 30}{10 \times 10^6} = 0.72 \rightarrow delay_R \approx 1.2 s = 1200 ms$$

تاخیر اینترنت تا روتر:

$$delay_I = 2000 ms$$

زمان انتقال متوسط:

$$TD_{local} = \frac{4 \times 10^5}{100 \times 10^6} = 4 ms$$

$$TD_{internet} = \frac{4 \times 10^5}{10 \times 10^6} = 40 ms$$

درخواست‌هایی که موجب به روزرسانی کش شده‌اند (که $\frac{1}{10}$ درخواست‌ها هستند) ۲ بار در شبکه محلی منتقل می‌شوند. زمان کل:

$$(1 + \frac{1}{10})TD_{local} + (\frac{5}{10} + \frac{1}{10}) \times (TD_{internet} + delay_R + delay_I) = 1948.4 ms$$



سوال ۷: چرا دستور GET زیر شامل نام سروری که می‌خواهد با آن ارتباط برقرار کند می‌باشد؟ آیا سرور نام خود را نمی‌داند؟

GET / HTTP/1.1

Host: www.ce.aut.ac.ir

به ۲ دلیل؛ اول آنکه Web Proxy ها با استفاده از این نام می‌توانند محتوا را کش کنند. دلیل دوم استفاده از Virtual Host ها. در این حالت چند نام دامنه و زیر دامنه به یک IP توسط DNS ها ترجمه می‌شوند. حال این میزبان، مقصد درخواست ها برای نام های مختلف است. در نتیجه سرور برای اینکه بداند کاربر با کدام نام دامنه به آن رسیده است و آن ها را تفکیک کند، نیاز به ذکر شدن نام در این Header دارد. به طور مثال برای یک سرور (یک IP مشخص) دو دامنه foo.com و mobile.foo.com در DNS ها تعریف شده است. حال این سرور با استفاده از Host موجود در درخواست، محتوا صفحه مناسب موبایل و یا دسکتاپ را می‌فرستد.

سوال ۸: فرض کنید بانک محمد و شرکا چهار سرور برای پاسخ به تقاضاهای اینترنت بانک وجود دارد. مشتریان از طریق آدرس mb24.ir با نرم‌افزار بانکداری اینترنتی این بانک کار می‌کنند. با جستجو در این اینترنت پاسخ دهید که چگونه با استفاده از DNS این بانک می‌توان تقاضاهای مشتریان را بین چهار سرور خود تقسیم کند.

روش ابتدایی استفاده از Round-Robin DNS است به این صورت که برای هر درخواست نام دامنه، ترتیب IP های ۴ سرور را با ترتیب چرخشی بگردانیم. این روش ۳ ایراد دارد:

۱. میزان Load روی سرور ها و همچنین دسترسی پذیری آن ها در نظر گرفته نمی‌شود، لذا ممکن است IP سروری که هم اکنون نیز فشار روی آن است و یا در دسترس نیست اولویت بالا داشته باشد. برای رفع این مشکل می‌توان رویه ای در سرور Authoritative DNS انجام داد طوری که میزان Load و دسترسی Poll شده و در ترتیب IP ها تأثیر داده شود.

۲. مکان جغرافیایی درخواست دهنده در نظر گرفته نمی‌شود. می‌توان با استفاده از مکان تقریبی کاربر با استفاده از IP آن، سرور های نزدیک تر را در اولویت قرار داد.

۳. به دلیل کش شدن پاسخ ها توسط سایر سرور های DNS و کاربر، درخواست ها به طور متعادل توزیع نمی‌شوند. می‌توان مقدار TTL را کم در نظر گرفت تا از دقت توزیع یکسان بار اطمینان یافت اما این امر باعث حجم زیاد درخواست های DNS می‌شود. روش دیگر استفاده از DNS-based Global Server Load Balancing (GSLB) است طوری که با ارسال درخواست ها به صورت Recursive و با در نظر گرفتن فشار سرور ها در لحظه، IP مناسب انتخاب شود. این روش برای دیتاسنتر ها مناسب است.



درس شبکه‌های کامپیوتری، نیم سال دوم تحصیلی ۹۸-۹۹

تمرین سری سوم (موعد تحویل: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱)

صفحه: 5 از 9

سوال ۹: شرکت محتوا خوب یک شرکت توزیع و پخش ویدیو به صورت آنلاین از طریق HTTP می‌باشد. این شرکت قصد دارد در راستای بهبود تجربه کاربر به هر کاربر از طریق نزدیک‌ترین سرور جغرافیای سرویس‌دهی کند. از طریق DNS این امر چگونه ممکن است؟

مشابه آنچه در سؤال ۸ گفته شد؛ می‌توان مکان جغرافیایی تقریبی درخواست دهنده به سرور DNS را از روی IP آن تشخیص داد و بر اساس آن سرور مناسب را در اولویت قرار داد.

لازم به ذکر است این عمل تنها در Authoritative DNS ممکن است، لذا برای اطمینان از اولویت دهی درست، می‌توان مقدار TTL را کم و یا از درخواست های Recursive استفاده کرد.

سوال ۱۰: ما برای یافتن IP آدرس www.life.com، از یک نام سرور معتبر (Authoritative name server) پرس و جو می‌کنیم و در جواب ۸ رکورد دریافت می‌کنیم. این پرسش را چندین بار تکرار می‌کنیم و در هر تکرار همان ۸ رکورد را دریافت می‌کنیم اما با ترتیب‌های متفاوت علت را توضیح دهید.

مشابه سؤال ۸ ... وبسایت دارای ۸ سرور مجزا است و بدلیل استفاده از [DNS Load Balancing](#)، سرور DNS برای توزیع فشار روی سرور ها اولویت بین آن ها در پاسخ به درخواست های مختلف تغییر داده است. در این صورت کاربران با اولویت دهی برای اتصال به سرور های موجود در ابتدای لیست باعث کاهش فشار روی سرور ها می‌شوند.

سوال ۱۱: یک صفحه وب شامل یک فایل HTML و ۶ شی است. فایل HTML=5000 Byte و شی‌های O1=2000 Byte و O2=4000 Byte روی وب سرور ۱ و شی‌های O3=2000 Byte و O4=4000 Byte روی وب سرور ۲ و شی‌های O5=5000 Byte و O6=7000 Byte روی وب سرور ۳ قرار دارند.

کاربری مشتاق است که این صفحه وب را ببیند. زمان رفت و برگشت بین کامپیوتر کاربر و سرور ۱ به اندازه $RTT_1=0.03$ sec است. زمان رفت و برگشت بین کامپیوتر کاربر و سرور ۲ به اندازه $RTT_2=0.04$ sec است و زمان رفت و برگشت بین کامپیوتر کاربر و سرور ۳ به اندازه $RTT_3=0.02$ sec است. متوسط گذردهی ارتباط بین کامپیوتر کاربر و سرور ۱ برابر با $R_1=80000$ bps است، گذردهی ارتباط بین کامپیوتر کاربر و سرور ۲ برابر با $R_2=40000$ bps و گذردهی ارتباط بین کامپیوتر کاربر و سرور ۳ برابر با $R_3=80000$ bps است. از لحظه ای که کاربر تقاضا GET را برای دریافت صفحه وب ارسال میکند تا زمانیکه صفحه وب را کاملاً دریافت می‌کند چند میلی ثانیه زمان صرف می‌شود؟

(فرض کنید ارتباط HTTP با هر یک از سرورها به صورت پایا و غیر پایپ لاین است و ارتباط همزمان با هر سه سرور می‌تواند وجود داشته باشد).

برای دریافت از هر سرور باید ابتدا TCP تشکیل شود که زمانی برابر RTT دارد.

ابتدا باید HTML دریافت و سپس به صورت همزمان سایر اشیاء از سرورهای مختلف دریافت می‌شوند.

زمان دریافت هر شیء شامل زمان ارسال درخواست شیء (OR) و سپس تأخیر انتقال (TD) است.

زمان کل خواهد بود:

$$\begin{aligned}
 & TCP_1 + OR_{HTML} + TD_{HTML} \\
 & + \text{Max}\{OR_1 + TD_1 + OR_2 + TD_2, TCP_2 + OR_3 + TD_3 + OR_4 + TD_4, TCP_3 + OR_5 + TD_5 + OR_6 + TD_6\} \\
 & = 2RTT_1 + \frac{HTML}{R_1} + \text{Max}\left\{2RTT_1 + \frac{O_1}{R_1} + \frac{O_2}{R_1}, 3RTT_2 + \frac{O_3}{R_2} + \frac{O_4}{R_2}, 3RTT_3 + \frac{O_5}{R_3} + \frac{O_6}{R_3}\right\} \\
 & = 2 \times 0.03 + \frac{5000}{10000} \\
 & + \text{Max}\left\{2 \times 0.03 + \frac{2000}{10000} + \frac{4000}{10000}, 3 \times 0.04 + \frac{2000}{5000} + \frac{4000}{5000}, 3 \times 0.02 + \frac{5000}{10000} + \frac{7000}{10000}\right\} \\
 & = 1.88 \text{ s}
 \end{aligned}$$



درس شبکه‌های کامپیوتری، نیم سال دوم تحصیلی ۹۹-۹۸

تمرین سری سوم (موعد تحویل: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱)

صفحه: 7 از 9

سوال ۱۲: فرق بین پرسش^۱ DNS بازگشتی^۲ با پرسش DNS تکراری^۳ چیست؟

در بازگشتی (Recursive) هر سرور گیرنده پرسش در صورت نیافتن پاسخ در رکورد های خود، پرسش را به سرور رده بالاتر از طرف خود میفرستد و پاسخ آن را خود دریافت کرده و سپس به عنوان پاسخ به پرسش اولیه برمی گرداند. در تکراری (Iterative) اما سرور در صورتی که پاسخ را در رکورد های خود پیدا نکند، IP سرور رده بالاتر را به پرسشگر بر میگرداند تا او خود پرسش را به آن ارسال کند.

سوال ۱۳: چرا می‌گوییم FTP اطلاعات کنترلی را به صورت خارج باندی ارسال می‌کند؟

زیرا در پروتکل FTP دو اتصال TCP موازی با سرور تشکیل می‌شود. یکی برای انتقال دستورات کنترلی مانند PUT/GET و یا اطلاعات احراز هویت Username/Password استفاده می‌شود. اتصال دیگر برای انتقال محتوای فایل ها استفاده می‌شود. اتصال کنترل توسط کاربر و از پورت دلخواه کاربر به پورت ۲۱ سرور تشکیل و اتصال داده توسط سرور و بین پورت دلخواه کاربر و پورت ۲۰ سرور تشکیل می‌شود. (البته در حالت Passive پورت سرور در اتصال کنترل توسط سرور ارسال می‌شود و اتصال داده را کاربر شروع میکند)

سوال ۱۴: تفاوت MAIL FROM: در پروتکل SMTP با بخش FROM: در یک پیام E-Mail چیست؟

Mail From مشابه نام فرستنده روی پاکت نامه و هدر From مشابه نام فرستنده داخل خود نامه است. طبیعتاً الزامی برای یکی بودن این دو وجود ندارد. در واقع از Mail From برای باز گرداندن نامه در صورت ایجاد مشکل استفاده می‌شود، پس در Mail Server ها از آن برای تشخیص خطا و یا انجام اعمال خودکار مانند حذف کاربر های با ایمیل غیر معتبر استفاده می‌شود و از هدر From موجود داخل خود نامه برای Reply استفاده می‌شود. پس Mail From می‌تواند نام سرور های واسطه (Relay) هم باشد حال آنکه From فرستنده اصلی است.

سوال ۱۵: می‌دانیم که یک سرویس‌دهنده DNS هم از طریق پورت ۵۳ UDP و هم از طریق پورت ۵۳ TCP قابل دسترسی است. توضیح دهید هر کدام در چه زمانی و چرا استفاده می‌شوند؟

به صورت پیش فرض از UDP استفاده می‌شود زیرا سریع است و منابع کمتری در سرور ها استفاده می‌کند؛ اما در مواقعی که حجم مورد نیاز برای انتقال بیشتر از حداکثر اندازه قابل انتقال توسط UDP، که برابر 512 بایت است، باشد مانند رکورد های زیاد با نام دامنه بلند و تعداد زیادی IPv6 و یا نیاز به انتقال مطمئن داشته باشیم، مانند Zone Transfer میان سرور های DNS، از TCP استفاده می‌شود.

¹ query
² recursive
³ iterative



دانشگاه مهندسی کامپیوتر
و فناوری اطلاعات



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
پارک تحقیق، تهران

درس شبکه های کامپیوتری، نیم سال دوم تحصیلی ۹۸-۹۹

تمرین سری سوم (موعد تحویل: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱)

صفحه: ۸ از ۹

سوال ۱۶: فایل زیر را در نظر بگیرید.

الف) مشخص کنید ایمیل hello@domain.com به چه آدرس IP ارسال می گردد؟ بر روی این آدرس چه سروری می بایست اجرا باشد؟

ب) سرورهایی که رکوردهای دامنه domain.com را نگهداری می کنند چه آدرس IP ای دارند؟

```
$ORIGIN domain.com

$TTL 86400

      @IN      SOA      dns1.domain.com.      hostmaster.domain.com)  .
; 2001062501      serial
;      21600      refresh after 6 hours
;      3600      retry after 1 hour
;      604800      expire after 1 week
;      ( 86400      minimum TTL of 1 day


      IN      NS      dns1.domain.com.
      IN      NS      dns2.domain.com.


      IN      MX      10      mail.domain.com.
      IN      MX      20      mail2.domain.com.


      IN      A      10.0.1.5

server1      IN      A      10.0.1.5
server2      IN      A      10.0.1.7
dns1      IN      A      10.0.1.2
dns2      IN      A      10.0.1.3


ftp      IN      CNAME      server1
mail      IN      CNAME      server1
```




درس شبکه های کامپیوتری، نیم سال دوم تحصیلی ۹۸-۹۹

تمرین سری سوم (موعد تحویل: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱)

صفحه: 9 از 9

mail2	IN	CNAME	server2
www	IN	CNAME	server2

الف) طبق رکورد های MX و معادل نام در CNAME و آدرس ها در A، ابتدا به 10.0.1.5 و در صورتی که در دسترس نبود به 10.0.1.7 باید ارسال شود. باید Mail Server که پروتکل SMTP را اجرا کند روی پورت 25 در حال اجرا باشد.

ب) نام Authoritative DNS در رکورد های NS آورده شده که آدرس آن ها با استفاده از رکورد های A برابر 10.0.1.2 و 10.0.1.3 است.