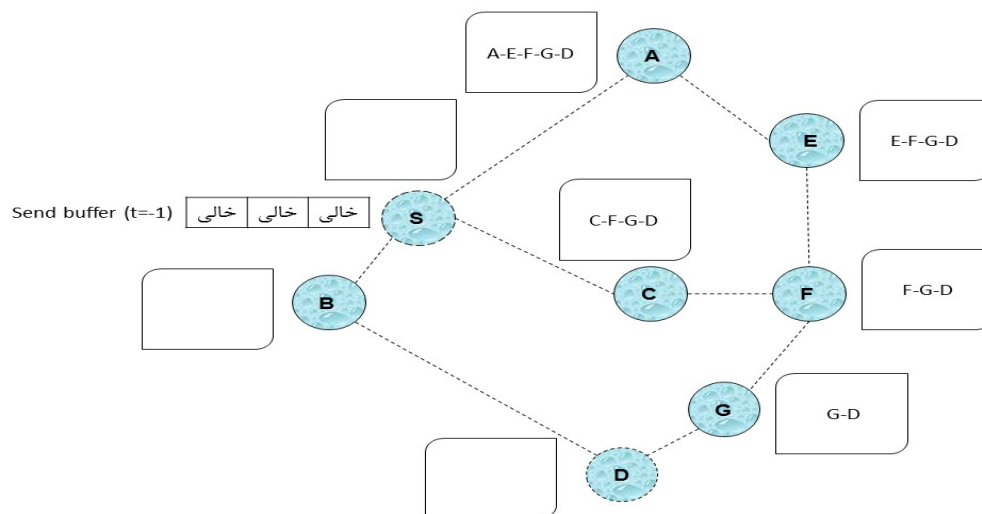


کشف مسیر در DSR

سوال اول - در شکل زیر، همبندی شبکه و حافظه نهان^۱ هر گره نمایش داده شده است. خطوط نقطه چین مشخص کننده پیوند دو طرفه بین دو گره منتهاالیه می باشد. فرض می کنیم مسیریابی در این شبکه با استفاده از پروتکل DSR انجام می گیرد و همه مکانیزم های الحاقی این پروتکل مسیریابی به استثنای محدودیت تعداد گام های درخواست مسیر^۲ فعال می باشد. به علاوه، فاصله زمانی دریافت یک بسته از گره همسایه^۳ ۱ میلی ثانیه و زمان دریافت یک بسته ارسال شده از یک گره به یک گره دیگر وابسته به تعداد گام فاصله بین آن دو گره تعریف شده است، به طوریکه در صورت برابر بودن فاصله دو گره نسبت به یک گره مشخص، ترتیب دریافت بر اساس ترتیب الفبایی برچسب حرف انگلیسی معرف گره می باشد. لازم به ذکر است در شمارش تعداد گام بین دو گره خود گره مبدا شمارش نمی شود و زمان پردازش بسته ها در گره های میانی ناچیز در نظر گرفته شده است. در این شکل، گره مبدا S و مقصد D با خط چین مشخص شده اند و مبدا برای ۱۰ میلی ثانیه ترافیک داده ای را با نرخ ثابت^۴ ۱ بسته^۵ میلی ثانیه

به مقصد D تولید می کند و این ترافیک، تنها ترافیک تولید شده در گره S می باشد. بسته های داده به ترتیب تولید از ۱ شماره گذاری شده اند. به علاوه، تعداد بسته های قابل ذخیره سازی در بافر ارسال^۵ هر گره ۳ بسته می باشد و زمان سنج انقضای هر بسته در بافر ارسال به میزان دو برابر زمان لازم برای عبور از قطر شبکه تنظیم شده است. مکانسیم جایگزینی و اخراج بسته ها در این بافر به صورت FIFO می باشد. همچنین، مقدار شناسه درخواست یکتا^۶ در گره S برای اولین بسته درخواست مسیر^۷ (RREQ) برابر ۱۰۰ می باشد و مقدار اولیه حداقل فاصله زمانی بین دو بسته RREQ به یک مقصد یکسان برابر ۱ میلی ثانیه تنظیم شده است (این مقدار واقع گرایانه نیست و صرفا جهت تمرین آورده شده است). در ادامه سوالات، زمان کنون را $t = 0$ در نظر می گیریم و بقیه زمان های خواسته شده در سوالات را بر مبنای زمان سراسری نسبت به $t = 0$ می نویسیم.



¹ Cache

² Route request hop limit

³ Per-hop propagation delay

⁴ Constant Bit Rate (CBR)

⁵ Send buffer

⁶ Unique request ID

⁷ Route Request



تمرین درس ارتباطات بی سیم و سیار (مبحث پروتکل DSR) نام و نام خانوادگی: علی نظری

الف) زمان سنج تاخیر زمانی ارسال بسته پاسخ مسیر^۸ (RREP) در چه گره‌هایی و در چه زمانی جهت پیشگیری از RREP‌های سیل آسا^۹، فعال می‌شود. زمان انقضای این زمان‌سنج را برای هر یک از گره‌های مورد نظر روی شکل، بنویسید. پارامتر(های) تصادفی مورد نیاز جهت تنظیم زمان‌سنج را ناچیز در نظر بگیرید.

پاسخ:

این اتفاق برای گره‌های همسایه‌ای که مسیر رسیدن به مقصد را در کش خود داشتند خواهد افتاد. یعنی گره‌های A, C.
در $t = 1$ بسته‌ی RREQ به این گره‌ها می‌رسد و تایمر فعال می‌شود.

زمانی که برای این تایمرها ست می‌شود از فرمول $H(h - 1 + r)$ به دست می‌آید. r یک مقدار رندوم ناچیز است و صفر در نظر می‌گیریم.
H باید ۲ برابر $t_{propagation}$ باشد پس برابر ۲ است (فاصله زمانی دریافت بسته‌ها ۱ است) و h هم برابر تعداد هاپ از مقصد است.
پس داریم:

$$T_A = 2 * (4 - 1 + 0) = 6$$

$$T_C = 2 * (3 - 1 + 0) = 4$$

ب) اولین RREP توسط چه گره‌ای (گره مولد RREP) و در چه زمانی برگردانده می‌شود. موارد مدنظر خود جهت پاسخگویی به این سوال را شرح دهید.

پاسخ:

اولین پاسخ از گره D ارسال می‌شود.

بسته‌ی RREQ در $t = 1$ به B می‌رسد و چون در کش چیزی ندارد پس به سمت D می‌رود و در $t = 2$ به مقصد می‌رسد.
اینجا در $t = 2$ پاسخ به سمت مبدا ارسال می‌شود و در $t = 4$ به مبدا می‌رسد.

پس ارسال RREP در $t = 2$ توسط D انجام میشه و در $t = 4$ به مبدا می‌رسد.

ج) بر اساس پاسخ خود به قسمت (ب)، محتوای اولین بسته RREP را با بهره‌گیری از فرمت کلی بسته‌های RREP در شکل زیر تکمیل نمایید.

مسیر ثبت شده ^{۱۰}	شناسه درخواست یکتا	گره مقصد درخواست مسیر	گره مبدا درخواست مسیر
S-B-D	100	D	S

^۸ Route Reply

^۹ Preventing RREP storms

^{۱۰} Route record



تمرین درس ارتباطات بی سیم و سیار (مبحث پروتکل DSR) نام و نام خانوادگی: علی نظری

د) آیا RREP های دیگری هم توسط گره های دیگر به مبدا برگردانده می شوند. در صورت پاسخ مثبت، محتوای این RREP ها را با بهره گیری از فرمت داده شده در قسمت (ج) به ازای هر یک رسم کنید. در صورت پاسخ منفی، استدلال خود را بیان نمایید.

پاسخ:

نه دیگه نباید پاسخ های دیگری به مبدا ارسال شود و بقیه گره ها از طریق overhearing باید بفهمن که پاسخی به مبدا ارسال شده بوده و کارش راه افتاده.

ه) در مورد الگوریتم معروف زمان برگشت نمایی^{۱۱} تحقیق کنید. طریقه عملکرد این الگوریتم را با استفاده از شبه کد^{۱۲} بنویسید و یک مثال معروف از کاربرد این الگوریتم در شبکه را بیان نمایید.

```
// Set initial variables
max_attempts = 5
base_delay = 1 // in seconds
attempt = 0

while attempt < max_attempts:
    attempt += 1

    // Calculate delay time using the exponential backoff formula
    delay_time = base_delay * (2 ** (attempt - 1))

    try:
        // Make API call or perform some other action
        response = make_api_call()

        // If successful, break out of loop and return response
        break

    except Exception as e:
        // Handle exception and log error message
        log_error_message(e)

        // Sleep for calculated delay time before attempting again
        sleep(delay_time)

// Return response or raise exception if max attempts have been reached
if attempt == max_attempts:
    raise Exception("Max attempts reached, cannot complete action")
else:
    return response
```

¹¹ Exponential back off

¹² Pseudo code



تمرین درس ارتباطات بی سیم و سیار (مبحث پروتکل DSR) نام و نام خانوادگی: علی نظری

پاسخ:

یک کاربرد بزرگی که این الگوریتم دارد توی **rate-limiter** ها است که مثلاً درخواست‌ها رو میتونه با این روش محدود کنه و اگر هم زیادتر شد به صورت نمایی بازم زمان **retry** کردن رو عقب بندازه. کاربرد دیگر هم میتونه توی خطاهای شبکه باشه که باید با یه زمانی **retry** صورت بگیره و از این روش نمایی برای ریترای کردن بهره گرفته بشه.

و) بسته‌های داده موجود در بافر ارسال گره S را به تفکیک در زمان $t = 2.9$ ، $t = 3.9$ و $t = 5.1$ با ذکر شماره بسته و زمان ورود هر بسته در بافر ارسال روی شکل زیر مشخص کنید.

Send buffer S ($t=2.9$)

3	2	1
---	---	---

Send buffer S ($t=3.9$)

4	3	2
---	---	---

Send buffer S ($t=5.1$)

--	--	--

ز) بصورت حداقل چند پیام RREQ از گره S ارسال می‌شود.

پاسخ:

فقط یه بار ارسال می‌شود چون وقتی مبدا می‌بینه به مقصدهای یکسانی برای بسته‌های مختلف احتیاج داره دیگه دوباره درخواست اضافی نمی‌فرسته. بعد از مدتی هم که دیگه ریسپانس یکی از درخواست‌ها میاد و توی کش ذخیره میشه و از همون استفاده میشه.



تمرین درس ارتباطات بی سیم و سیار (مبحث پروتکل DSR)
نام و نام خانوادگی: علی نظری

نگهداری مسیر در DSR

سوال دوم - یکی از چالش های پروتکل DSR وابستگی آن به کل مسیر است، بطوریکه شکستگی حتی یک لینک در کل مسیر می تواند بسیار آسیب رسان باشد.

الف) شکستگی یک لینک در چه شرایطی ممکن است اتفاق بیفتد؟

پاسخ:

اتفاقات مختلفی ممکنه بیفته و کلا هم شکستگی لینک توی شبکه های بی سیم از باسیم بیشتر رخ میده. مثلا لینک دچار آسیب فیزیکی بشه. تداخل یا نویز به قدری زیاد بشه که دیگه لینک در دسترس نباشه. یه نود از نظر مکانی از محدوده خارج بشه. همچنین ممکنه به خاطر مشکل در باتری و تامین انرژی هم یک لینک دچار شکستگی بشه.

ب) برای اینکه شکستگی لینک اثر کمتری بر عملکرد پروتکل بگذارد، یک راه حل می تواند در نظر گرفتن پیش بینی زمان شکستگی در فرآیند کشف مسیر باشد. راه حل های پیشنهادی شما چیست؟

پاسخ:

بخشی از راه حل به نظرم توی مانیتورینگ خوب از شبکه است یعنی اگر ما وضعیت شبکه و نودها مثل سیگنال دریافتی رو مانیتور کنیم می تونیم پیش بینی کنیم که چون این نود وضعیت خوبی نداره پس احتمالا خواهد شکست. البته این مانیتور کردن میتونه از وضعیت محیطی هم باشه که مثلا بدونیم نویز داره زیاد میشه.

اگر مسیرهای جایگزین رو هم ذخیره کنیم، وقتی که میفهمیم یه نودی شکسته می تونیم سریعا از مسیر جدید استفاده کنیم.

علاوه بر مکانیزم های روت مینتننس می تونیم خودمون هم به صورت دوره ای وضعیت نودها رو چک کنیم (یه جورایی همون مانیتورینگ میشه) که هزینه ی شکستن لینک ها رو کاهش بدیم.



تمرین درس ارتباطات بی سیم و سیار (مبحث پروتکل DSR)
نام و نام خانوادگی: علی نظری

مکانیزم‌های اضافه‌شده در کشف مسیر

سوال سوم - سربار^{۱۳} ایجاد شده (تعداد بسته‌های درخواست مسیر) در مکانیزم Expanding Ring Search مورد استفاده در پروتکل DSR را در شرایط میانگین و همچنین بهترین و بدترین شرایط بررسی کنید.

پاسخ:

در بهترین حالت که همون همسایه‌ی اول پاسخ رو داره و جواب میشه برابر ۱ میشه.

در بدترین حالت باید به صورت مرحله به مرحله محدودیت رو زیاد کنیم تا به قطر شبکه برسیم.

اگر یکی یکی محدودیت رو زیاد کنیم، جمع یک دنباله‌ی حسابی میشه $(1 + 2 + \dots + \text{قطر})$ که میشه برابر: $D(D+1)/2$
اما اگر محدودیت رو به صورت نمایی زیاد کنیم و هی ۲ برابرش کنیم، جمع یک دنباله‌ی هندسی میشه $(1 + 2 + 4 + \dots + \text{قطر})$ که میشه برابر: $D^2 - 1$

پس در نهایت در حالت میانگین هم برابر میانگین حالت‌های بالا خواهد بود. یعنی اگر دنباله‌ی هندسی را در نظر بگیریم، میانگین برابر $D^2/2$ می‌شود.

¹³ Overhead