

## سوالات در خصوص محدودیت‌های لینک

### الف) حداقل اندازه بسته‌ها

1- محدودیت حداقل اندازه بسته‌ها جهت ارسال روی یک لینک ناشی از چیست؟ به عبارتی چرا اندازه بسته جهت ارسال روی لینک باید از یک مقدار حداقلی بیشتر باشد؟ این مقدار به چه پارامترها و ویژگی‌های وابسته است؟

پاسخ کوتاه:

محدودیت حداقل اندازه frame در لینک‌ها به خاطر امکان تشخیص collision است. این اندازه به فاصله بین نودها، Propagation delay و bandwidth بستگی دارد.

پاسخ کامل:

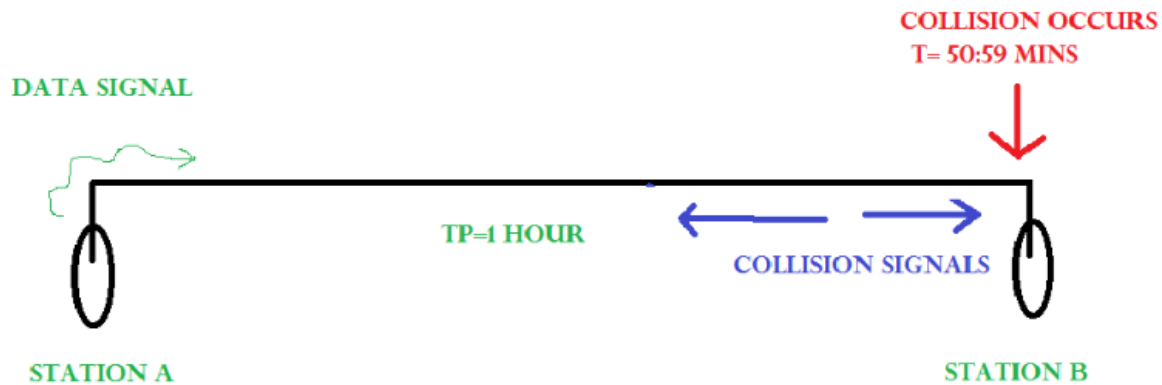
لینک‌ها از پروتکل CSMA/CD برای انتقال frame ها در شبکه استفاده میکنند. در این مدل تمام نود ها توسط یک BUS به هم وصل شده اند. با ارسال یک بسته توسط هر نود، این بسته در تمام طول BUS در دو جهت پخش می‌شود و تنها نودی که به عنوان مقصد مشخص شده بسته را دریافت می‌کند. در این روش نودها همواره BUS را بررسی می‌کنند. در صورتی که بسته‌ای روی BUS وجود داشت به آن گوش می‌دهند و حق ارسال بسته را ندارند.

اما ممکن است دو نود همزمان کانال ارتباطی را خالی تشخیص دهند و هر دو شروع به ارسال بسته در BUS کنند. در این صورت collision رخ می‌دهد. هنگامی که collision رخ می‌دهد، یک سیگنال collision از محل وقوع تداخل به هر دو جهت در BUS آزاد می‌شود. نودها با دریافت این سیگنال متوجه می‌شوند که تداخل رخ داده.

اگر بسته‌ای که نودی فرستاده دچار تداخل شود، داده‌های آن دیگر معتبر نخواهند بود و بسته ارزشی نخواهد داشت. اما فرستنده بخشی از بسته را ارسال کرده و دیگر نمی‌تواند آن را از روی کانال حذف کند. بنابراین برای جلوگیری از دریافت محتوای اشتباه توسط نودهای دیگر، بیت‌هایی را تحت عنوان JAM sequence به جای ادامه بسته ارسال می‌کند. این کار باعث می‌شود که کد CRC (کدی برای error detection) که در ابتدای بسته ارسال کرده است، با ادامه بسته مطابقت نکند و سایر نودها با دریافت کامل این بسته، به علت عدم تطابق CRC، بسته را drop میکنند.

محدودیت حداقل اندازه frame برای ارسال زمانی ایجاد می‌شود که نود فرستنده زمانی متوجه collision می‌شود که تمام بسته را در کانال ارسال کرده و دیگر نمیتواند JAM sequence را به جای ادامه بسته ارسال کند. برای حل این مشکل کافیسست که زمان ارسال بسته توسط فرستنده آنقدر طول بکشد که داده‌های ارسال شده به سایر نودهای دیگر برسند و نودهای دیگر در حالت گوش دادن قرار

بگیرند و امکان تداخل از بین برود.



مثلا اگر در این تصویر نود فرستنده A، نود گیرنده B و مدت زمانی که طول می کشد تا یک سیگنال از A به B برسد (Propagation Delay) 1 ساعت باشد، بدترین حالت زمانی رخ می دهد که تداخل در نزدیکی نود B رخ دهد. در این صورت از لحظه ارسال اولین پیام از A، دو ساعت طول می کشد تا A متوجه وقوع تداخل در نزدیکی نود B شود. بنابراین مدت زمان ارسال داده ها توسط A باید از 2 ساعت بیشتر باشد.

به طور کلی:

$$\text{Transmission Time} > 2 * \text{Propagation Time}$$

مدت زمان ارسال پیام توسط A به اندازه بسته (Frame Size) و پهنای باند (Bandwidth) بستگی دارد. پهنای باند ثابت است بنابراین حداقل اندازه بسته ها دارای محدودیت می شود.

$$\text{Minimum Length of Frame} > 2 * \text{Propagation Time} * \text{Bandwidth}$$

#### ب) حداکثر اندازه بسته ها

2- محدودیت حداکثر اندازه بسته ها جهت ارسال روی یک لینک (حداکثر واحد ارسال<sup>1</sup>) ناشی از چیست؟ به عبارتی چرا اندازه بسته

جهت ارسال روی لینک باید از یک مقدار حداکثری کمتر باشد؟ این مقدار به چه پارامترها و ویژگی های وابسته است؟

هدف اصلی استفاده از MTU بهینه کردن انتقال داده هاست. MTU زیاد و کم هر دو مزایا و معایبی دارند و بسته به شرایط، مقدار MTU می تواند تغییر کند.

در صورتی که MTU بزرگ باشد، efficiency بیشتر می شود زیرا بسته ها بزرگ تر خواهند بود و در یک بسته، Data بیشتری به نسبت هدرهای پروتکل ها حمل می شود. همچنین پردازش کمتری در نودها لازم خواهد بود زیرا تعداد بسته های ارسالی کمتر می شود.

اما MTU بزرگ تر معایبی هم دارد. با بزرگ تر شدن MTU بسته های بزرگتری ارسال می شوند و زمان بیشتری هم برای ارسال لازم دارند که باعث ایجاد تاخیر می شود.

<sup>1</sup> Maximum Transmission Unit

همچنین در صورتی که از روش‌های Error Correction هم استفاده نشده باشد، در صورتی که تنها یک بیت از بسته هم دچار خطا شود باید تمام بسته مجدداً فرستاده شود که ارسال مجدد بسته‌های بزرگ‌تر زمان بیشتری نیاز دارد. MTU بهینه به عوامل زیادی مانند پروتکل در حال استفاده بستگی دارد. مثلاً MTU در پروتکل IPv6 1280 است در حالی که در Ethernet 1500 است.

قدرت سیستم‌های موجود در شبکه هم در MTU بهینه موثر هستند. در صورتی که قدرت پردازشی سیستم‌ها کم باشد باید MTU کم‌تری انتخاب شود تا مطمئن شویم سیستم‌ها می‌توانند پکت‌ها را هندل کنند. نوع داده‌ارسالی هم در MTU تاثیرگذار هستند. برای مثال ویدیو‌ها و تصاویر پر حجم MTU زیادی دارند در حالی که بسته‌هایی با سایز کوچک نیازی به MTU زیادی ندارند. به طور کلی MTU بهینه به پروتکل‌های شبکه، زیرساخت‌های شبکه، قدرت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری سیستم‌های موجود در شبکه و نوع داده‌ارسالی بستگی دارد.