# Chap 1.

## Problems

* I-1. Consider an application that transmits data at a steady rate (for example, the sender generates an N-bit unit of data every k time units, where k is small and fixed). Also, when such an application starts, it will continue running for a relatively long period of time. Answer the following questions, briefly justifying your answer:
  1. Would a packet-switched network or a circuit-switched network be more appropriate for this application? Why?

답)

현재 어플리케이션에서 일정하게 데이터가 보내지고 있고 한번 시작됐을 경우 긴 시간동안 데이터가 이동하기 때문에 circuit switched network가 더 적합하다. 또한 loss없이 데이터를 보낼 수 있다.

* 1. Suppose that a packet-switched network is used and the only traffic in this network comes from such applications as described above. Furthermore, assume that the sum of the application data rates is less than the capacities of each and every link. Is some form of congestion control needed? Why?

답)

필요없다. 어플리케이션들이 보내는 데이터의 총량이 link의 capacities보다 작으므로 데이터들이 들어왔을 때 delay는 있지만 loss는 없다. 더 많은 수의 사용자가 생겨 어플리케이션을 작동하더라도 그 모든 어플리케이션이 동시에 데이터를 보내는 확률이 낮으므로 충분하다. 지금 상황에서는 모든 어플리케이션이 동시에 사용하더라도 link가 충분히 수용할 수 있으므로 congestion control이 필요하지 않다.

* I-2. Review the car-caravan analogy in Section 1.4. Assume a propagation speed of 100 km/hour.

1. Suppose the caravan travels 200 km, beginning in front of one tollbooth, passing through a second tollbooth, and finishing just before a third tollbooth. What is the end-to-end delay?

답)

톨게이트를 지날 때 차 하나하나 시간을 소요한다. 이는 transmission delay로 section1.4에서 12sec가 걸린다. 또한 첫차가 톨을 지나 다음 톨까지 가는 것에 2시간이 소요된다. 이는 propagation delay이다. 우선 10대의 차가 첫번째 톨게이트를 지나는데 12초씩 걸리므로 총 120초 즉 2분이 소요된다. 여기서 queuing delay가 발생한다. 그 후, 다음 톨게이트에 도착하는데 200km를 100km/h의 속력으로 가므로 2시간이 소요된다. 두 번째 톨게이트에서는 첫차가 오면 두 번째 톨게이트에서 12초를 대기하고 지나가게 되는데 두 번째 차가 두 번째 톨게이트에 도달하기 전에 톨게이트를 빠져나가므로 두 번째 도착한 차는 앞차를 기다릴 이유가 없다. 따라서 두 번째 톨게이트에서는 queuing delay가 발생하지 않는다. 마지막으로 세 번째 톨게이트 까지 진행하는데 2시간이 소요된다. 따라서 10대의 차 모두 세 번째 톨게이트 까지 도달하는데 총 2분 + 2시간 + 12초 + 2시간해서 4시간 2분 12초가 걸린다.

1. Repeat (a), now assuming that there are seven cars in the caravan instead of ten.

답)

위와 마찬가지로 구해주면 된다. 여기서 차가 10대에서 7대로 줄었으므로 첫 톨게이트에서의 queuing delay가 12초\*7로 84초, 즉 1분 24초가 된다. 이후, propagation delay 2시간, transmission delay 12초, 다시 propagation delay 2시간해서 총 1분 24초 + 2시간 + 12초 + 2시간, 즉 4시간 1분 36초가 소요된다.

* I-3. This elementary problem begins to explore propagation delay and transmission delay, two central concepts in data networking. Consider two hosts, A and B, connected by a single link of rate R bps. Suppose that the two hosts are separated by m meters, and suppose the propagation speed along the link is s meters/sec. Host A is to send a packet of size L bits to Host B.

1. Express the propagation delay, dprop' in terms of m and s.

답)

두 A, B사이가 m meters고, propagation speed는 s meters/sec이다. Propagation delay는 시간으로 거리를 속력으로 나누면 되므로 여기서 구하고자 하는 propagation delay는 m과 s를 사용하여 나타내면 m/s이다.

1. Determine the transmission time of the packet, dtrans' in terms of L and R.

답)

두 A, B사이 R bits per sec의 속도로 서로가 링크되어 있고, 총 L bits를 보내야하므로 transmission delay는 L/R이다.

1. Ignoring processing and queuing delays, obtain an expression for the end-to-end delay.

답)

Processing과 queuing delay를 무시하고 end to end delay 즉 dnodal 을 구하자. dnodal은 dprocessing + dqueueing + dtransmission + dpropagation이므로 여기서 processing과 queuing을 제외하고 A와 B에서 구한 값을 더해주면 m/s + L/R이 된다.

* I-4. In this problem we consider sending real-time voice from Host A to Host B over a packet-switched network (VoIP). Host A converts analog voice to a digital 64 kbps bit stream on the fly. Host A then groups the bits into 48-byte packets. There is one link between Host A and B; its transmission rate is 1 Mbps and its propagation delay is 2 msec. As soon as Host A gathers a packet, it sends it to Host B. As soon as Host B receives an entire packet, it converts the packet's bits to an analog signal. How much time elapses from the time a bit is created (from the original analog signal at Host A) until the bit is decoded (as part of the analog signal at Host B)?

답)

호스트 A가 보이스를 64kbps bit stream으로 convert한다. 또한 48byte의 packets으로 group한다. 따라서 보이스를 패킷으로 group하는데 48\*8 / 64\*103 초가 걸린다. (1byte=8bit). 즉 계산하면 0.006초가 걸린다. Transmission rate는 1Mbps이므로 48\*8bit의 패킷을 transmission하는데 48\*8 / 1\*106이 걸린다. 즉, 0.000384초가 걸린다. Propagation delay는 2msec라고 주어졌다. 따라서 총 걸리는 시간은 0.006 + 0.000384 + 0.002 초로 총 0.008384초이다.

* I-5. Suppose two hosts, A and B, are separated by 10,000 kilometers and are connected by a direct link of R =1 Mbps. Suppose the propagation speed over the link is 2.5 ∙ 108 meters/sec.

1. Calculate the bandwidth-delay product, R ∙ dprop'

답)

여기서 d를 두 호스트 간 거리 10000km라 하고 s를 propagation speed로 2.5\*108meters/sec라 하자. 그러면 dprop는 propagation delay로 d/s로 계산할 수 있고 107meters / (2.5\*108meters/sec) 를 계산하면 0.04초가 된다. 여기서 R은 1Mbps이므로 bandwidth-delay product, R\*dprop는 1\*106\*0.04 = 4\*104(bits)이다.

1. Consider sending a file of 400,000 bits from Host A to Host B. Suppose the file is sent continuously as one large message. What is the maximum number of bits that will be in the link at any given time?

답)

위에서 구한 bandwidth-delay product(40000bits)가 현재 sending하는 파일의 bit(400000bits)보다 작으므로 어떤 시간이든 최대의 bit가 링크된 양은 40000bits일 것이다.

1. Provide an interpretation of the bandwidth-delay product.

답)

Bandwidth-delay product는 maximum number of bits that will be in link at any given time이다.

1. What is the width (in meters) of a bit in the link? Is it longer than a football field?

답)

Width of a bit in the link는 link의 길이 즉 호스트 사이의 길이인 10000km를 bandwidth-delay product로 나눠준 것으로 meter로 계산하라고 되어있기 때문에 107 / 4\*104 는 250m이다. 축구장보다 넓다.

1. Derive a general expression for the width of a bit in terms of the propagation speed s, the transmission rate R, and the length of the link m.

답)

위에서 구한 width of a bit를 A, B, C, D에서 구한 과정을 따라 식으로 정리하면 m / R\*dprop 는 m / R\*(m/s) 이다. (dprop가 m/s이기 때문). 더 정리해주게 되면 s/R이 된다.

# Chap 2.

## Problems

* II-1. Suppose within your Web browser you click on a link to obtain a Web page. The IP

address for the associated URL is not cached in your local host, so a DNS lookup is necessary to obtain the IP address. Suppose that n DNS servers are visited before your host receives the IP address from DNS; the successive visits incur an RTT of RTT1 ..., RTTIn. Further suppose that the Web page associated with the link contains exactly one object, consisting of a small amount of HTML text. Let RTT0 denote the RTT between the local host and the server containing the object. Assuming zero transmission time of the object, how much time elapses from when the client clicks on the link until the client receives the object?

답)

IP address를 얻기 위해 총 걸린 시간은 RTT1부터 RTTn까지 더한 것이다. 한번 IP address 알려지게 되면 TCP연결을 위해 RTT0가 걸리고, 또 receive the object하기 위해 RTT0가 한 번 더 걸린다. 따라서 응답하는데 총 걸린 시간은 2RTT0 + RTT1 + … + RTTn 이다.