

(답만 적으면 안됩니다. 설명과 함께 답을 적어야 합니다.)

1. GBN ARQ에서 (SWS=N RWS=1) 어떤 시점에 receiver window의 값이 $[k]$ 의 값을 지닌다고 가정한다. 그러면 그 때 가능한 sender window의 범위를 구하시오. (15점)

$[k]$ 가 sender window에서의 가장 작은 수라고 가정했을 때 가질 수 있는 범위는 $[k]$ 에서 $[k+N-1]$ 까지다.
 $[k]$ 가 sender window에서의 가장 큰 수라고 가정했을 때 가질 수 있는 범위는 $[k-N+1]$ 에서 $[k]$ 까지다.
 따라서 receiver window의 값이 $[k]$ 일 때 가능한 sender window의 범위는 $[k-N+1]$ 에서 $[k+N-1]$ 까지다.

2. 1번에서 구한 결과 값을 기반으로 GBN ARQ가 정상적으로 동작하기 위하여 필요한 sequence number를 위한 최소 비트 수를 구하시오. (loss가 되지 않은 패킷은 sequence number가 wrap-around 되기 전에 도착한다고 가정한다.) (15점)

sequence number를 위한 최소 비트 수를 m 이라고 하자.

$$SWS \leq 2^m - 1$$

모든 패킷이 loss가 일어났을 때 seq number가 같은 경우 어떤 seq number를 의미하는지 알 수 없어 1을 배야한다.

$$N = 2^m - 1 \text{ 이므로 } m = \log_2(N+1)$$

3. Host A and B are communicating over a TCP connection. assume that Host A has already received ACKs for all bytes sent by A. Then, host A sends four PDUs to Host B back-to-back. The first, second, third and fourth PDUs contain 1000, 1500, 1000, 1500 bytes of data, respectively. Assume that the sequence number of the first byte in the first PDU is 1000. (delayed ACK mechanism is applied if possible) (5 + 5 + 5 + 5 점)

a) What's the sequence number of the second PDU?

2000, first PDU의 sequence number가 1000이고, 데이터가 1000바이트이기 때문이다.

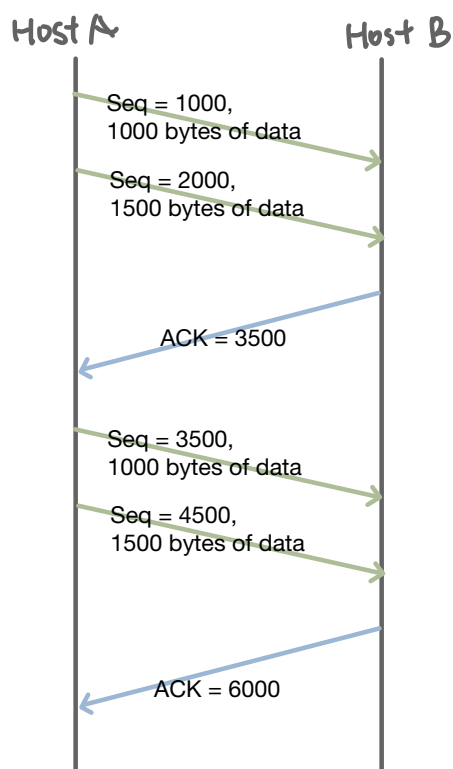
b) If the first PDU and the second PDU successfully arrive, then what's the ACK number for the second PDU?

3500, third PDU의 sequence number가 3500이기 때문이다. 이 숫자는 second PDU의 sequence number에 데이터 크기 1500을 합친 숫자이다.

c) If the second PDU successfully arrives before the first, then what's the ACK number for the second PDU?

1000, first PDU를 기다리고 있었는데 second PDU가 도착했기 때문에 즉시 next expected byte인 first PDU의 sequence number를 나타내는 duplicate ACK를 보낸다.

d) The four PDUs arrive successfully with little time gap. How does the host B respond?
(Draw the time line diagram.)



Host B : ACK = 3500, ACK = 6000을 보냄

4. SampleRTT 값이 각각 110ms, 125ms, 95ms, 90ms, 120ms 로 측정되었다. (5 + 5 점)

a) 위의 SampleRTT 값이 반영되기 전의 EstimatedRTT = 100ms이고, $g=1/8$ 일 때, EstimatedRTT 값들을 계산하시오.

b) 위의 SampleRTT 값이 반영되기 전의 DevRTT = 10ms이고, $h=1/4$ 일 때, DevRTT 값들을 계산하시오.

a) 1) SampleRTT = 110ms

$$\text{EstimatedRTT} = 7/8 * 100 + 1/8 * 110 = 405/4 = 101.25\text{ms}$$

2) SampleRTT = 125ms

$$\text{EstimatedRTT} = 7/8 * 405/4 + 1/8 * 125 = 3335/32 = 104.21875\text{ms}$$

3) SampleRTT = 95ms

$$\text{EstimatedRTT} = 7/8 * 3335/32 + 1/8 * 95 = 26385/256 = 103.0664063\text{ms}$$

4) SampleRTT = 90ms

$$\text{EstimatedRTT} = 7/8 * 26385/256 + 1/8 * 90 = 101.4331055\text{ms}$$

5) SampleRTT = 120

$$\text{EstimatedRTT} = 7/8 * 101.4331055 + 1/8 * 120 = 103.7539673\text{ms}$$

b) 1) SampleRTT = 110ms

$$\text{Err} = 110 - 405/4 = 35/4$$

$$\text{DevRTT} = 10 + 1/4 * (35/4 - 10) = 155/16 = 9.6875\text{ms}$$

2) SampleRTT = 125ms

$$\text{Err} = 125 - 104.21875 = 20.78125$$

$$\text{DevRTT} = 9.6875 + 1/4 * (20.78125 - 9.6875) = 12.4609375\text{ms}$$

3) SampleRTT = 95ms

$$\text{Err} = 95 - 103.0664063 = -8.0664063$$

$$\text{DevRTT} = 12.4609375 + 1/4 * (8.0664063 - 12.4609375) = 11.3623047\text{ms}$$

4) SampleRTT = 90ms

$$\text{Err} = 90 - 101.4331055 = -11.4331055$$

$$\text{DevRTT} = 11.3623047 + 1/4 * (11.4331055 - 11.3623047) = 11.3800049\text{ms}$$

5) SampleRTT = 120ms

$$\text{Err} = 120 - 103.7539673 = 16.2460327$$

$$\text{DevRTT} = 11.3800049 + 1/4 * (16.2460327 - 11.3800049) = 12.59651185\text{ms}$$

소켓 프로그래밍 팀원 : 21800603 이현승