

네트워크 개론 Part 16

: TCP(Transmission Control Protocol)의 이해 4

글. 조인준 KBS 미디어기술연구소 차장

지난 편에서 전송 속도를 높이기 위한 슬라이딩 윈도우(Sliding Window) 기법을 설명하고, 슬라이딩 윈도우를 사용한 TCP의 주된 방식인 Go-Back-N ARQ와 Selective Repeat ARQ에 대한 설명을 이어가겠다고 말씀드렸습니다. 참고로 ARQ는 Automatic Repeat reQuest의 약자입니다. 이번 편에서는 두 방식 중 우선 Go-Back-N ARQ에 대해 설명해 드리겠습니다. Go-Back-N ARQ의 주요 특징을 요약하면 아래와 같습니다.

- Go-Back-N ARQ는 슬라이딩 윈도우를 사용하므로 수신 호스트의 ACK 메시지 없이 윈도우 사이즈에 해당하는 개수의 패킷을 미리 보낼 수 있음
- Go-Back-N ARQ는 설정된 타임아웃이 있어서 타임아웃 이내로 ACK 메시지가 도착하지 않으면 현재 슬라이딩 윈도우 안의 패킷들을 모두 다시 보냄
- 패킷의 시퀀스 넘버는 슬라이딩 윈도우 사이즈(N)로 제한되어 0 ~ N-1 사이의 값으로 계속 반복됨 (TCP 헤더의 윈도우 사이즈가 M비트로 표시된다면 슬라이딩 윈도우의 사이즈 N은 2^M 보다 작아야 윈도우 안에서 같은 시퀀스 넘버가 반복되지 않음)

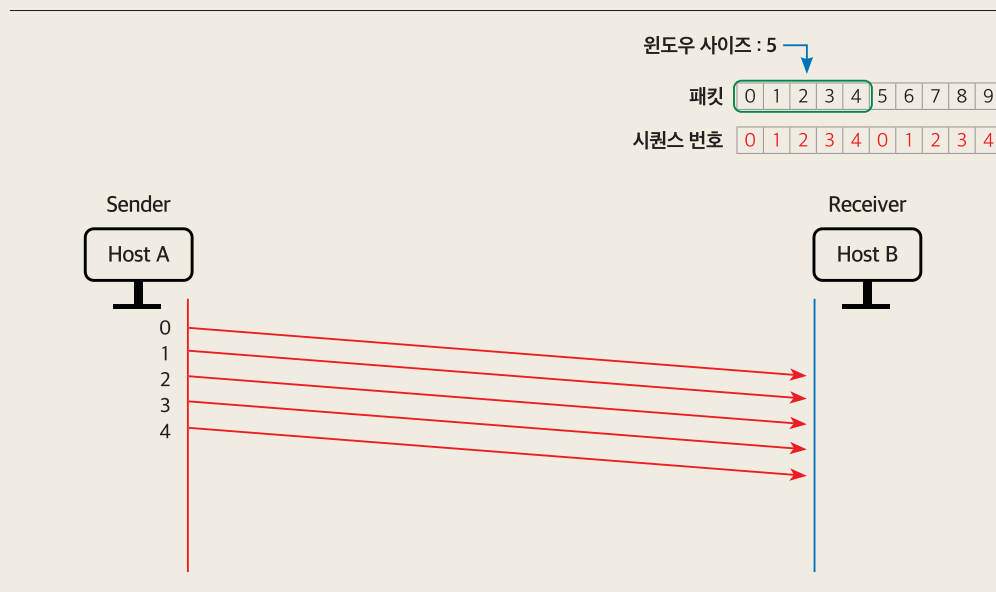


그림 1. 슬라이딩 윈도우 사이즈에 따른 최초 패킷 전송

주요 특징을 기반으로 [그림 1]을 통해 Go-Back-N ARQ의 구체적인 동작을 들여다보겠습니다. 슬라이딩 윈도우를 적용하면 지난 편에서 소개해 드린 바와 같이 수신 측의 ACK 메시지가 없는 상황에서도 슬라이딩 윈도우의 사이즈만큼 패킷을 미리 보낼 수 있습니다. 슬라이딩 윈도우의 사이즈는 TCP 헤더의 윈도우 사이즈(Window Size)로 정하며, 각 패킷은 TCP 헤더의 시퀀스 번호(Sequence Number)로 구분되는데 Go-Back-N ARQ의 시퀀스 번호는 윈도우 사이즈(N)에 따라 0 ~ N-1이 반복되는 구조를 가집니다. 다시 말해 윈도우 사이즈가 5라면 시퀀스 번호는 0, 1, 2, 3, 4, 0, 1, 2, 3, 4, 0, 1, 2, 3, 4... 와 같이 0~4의 5개 번호가 순환하며 적용됩니다. [그림 1]은 10개의 패킷을 윈도우 사이즈 5로 설정된 슬라이딩 윈도우 전송으로 Host A에서 Host B로 보낼 때 ACK 메시지 없이 보낼 수 있는 5개 패킷이 전송된 직후의 상황을 나타냅니다. [그림 1] Host A 위의 검은색 패킷 번호는 송신 순서에 따라 붙인 것이고, 그 밑에 시퀀스 번호를 붉은색으로 표시하였습니다. 이후의 설명에서 패킷 간의 구분을 위해서는 시퀀스 번호 대신 검은색으로 표시된 0~9의 패킷 번호를 사용하겠습니다. [그림 1]에서 수신 측의 ACK 메시지 없이 윈도우 사이즈 5와 같은 수의 0번~4번 패킷이 전송되었으므로 더 이상의 패킷 전송은 이루어지지 않습니다.

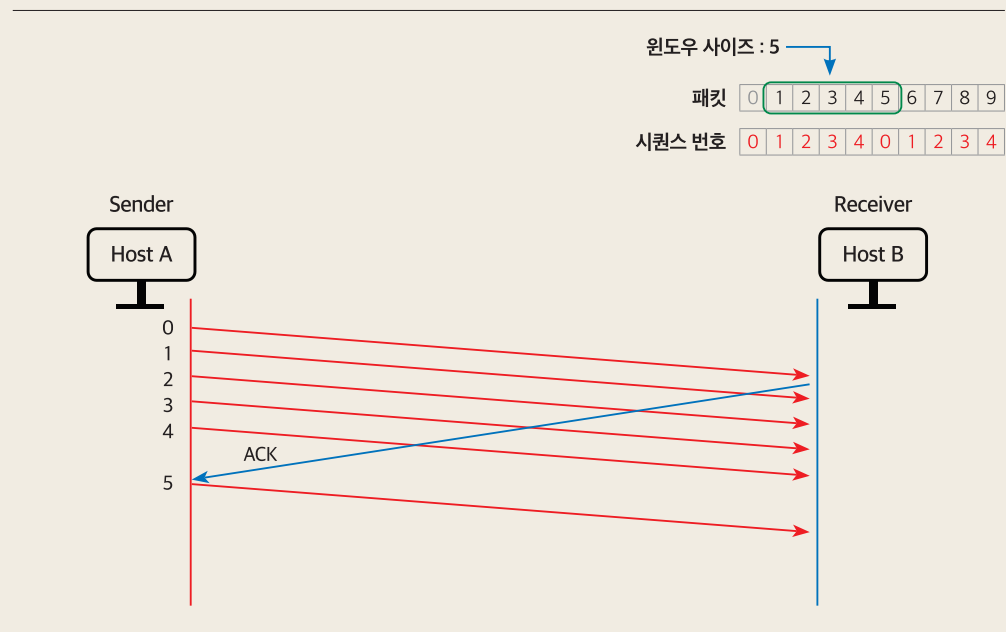


그림 2. ACK 메시지 수신 및 슬라이딩 윈도우에 의한 패킷 추가 전송

ACK 메시지가 없는 상태에서 이미 윈도우 사이즈와 같은 수의 패킷이 전송되어 일시적으로 대기 상태에 들어간 전송 프로세스가 다시 시작되려면 타임아웃이 지나기 전에 [그림 2]와 같이 수신 측에서 보낸 ACK 메시지를 받아야 합니다. [그림 2]의 파란 화살표로 표시된 ACK 메시지는 Host A가 보낸 0번 패킷에 대한 Host B의 ACK 메시지이며, 0번 패킷에 대한 타임아웃 이전에 ACK 메시지를 받은 Host A는 ACK 메시지 없이 보낸 패킷이 1번~4번까지 4개 패킷이 되므로 5로 설정된 윈도우 사이즈에 따라 5번 패킷을 송신하고 슬라이딩 윈도우를 1번~5번 패킷을 커버하도록 이동합니다. [그림 2]에서 패킷 번호 0번을 회색으로 처리한 것은 ACK 메시지를 받았으므로 성공적으로 전송이 완료된 것을 표시하기 위함입니다.

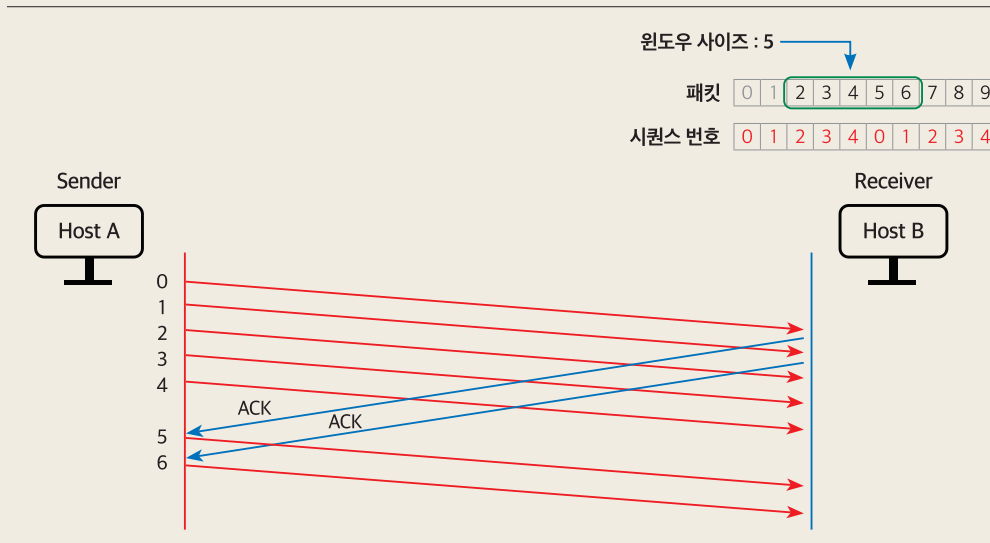


그림 3. ACK 메시지 수신 계속 및 슬라이딩 윈도우에 의한 패킷 추가 전송

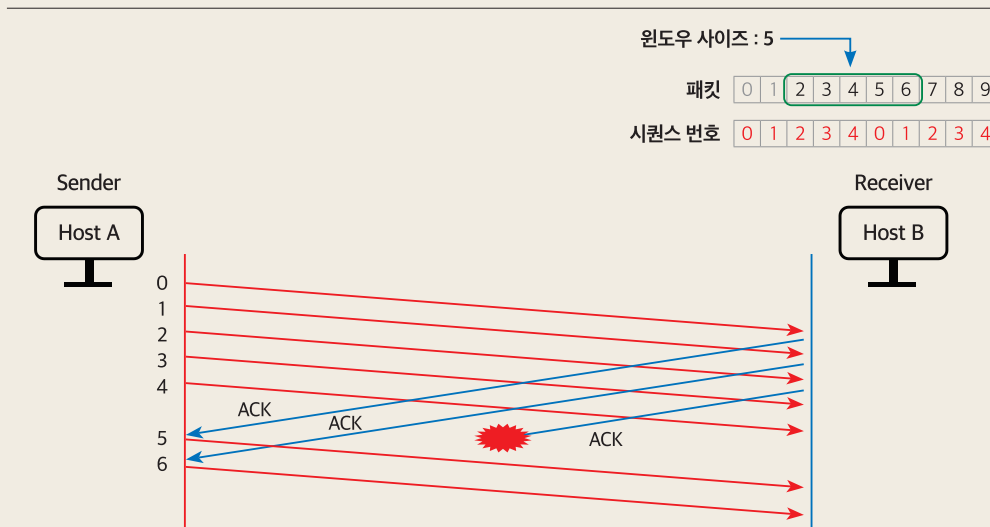
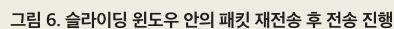
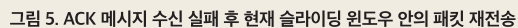


그림 4. ACK 메시지 수신 실패 (타임아웃 경과 or 전송 중 유실)

[그림 2]의 상황 직후 [그림 3]과 같이 다시 1번 패킷에 대한 타임아웃이 경과하기 전에 1번 패킷에 대한 ACK 메시지를 받으면 Host A가 ACK 메시지 없이 보낸 패킷은 2번~5번까지 4개 패킷이 되어 5로 설정된 윈도우 사이즈에 따라 6번 패킷을 송신하고 슬라이딩 윈도우를 2번~6번 패킷을 커버하도록 이동합니다. [그림 1]~[그림 3]의 과정과 같이 ACK 메시지가 정상적으로 수신되면 Go-Back-N ARQ의 특징이 무엇인지 뚜렷이 보이지 않는 느낌입니다. 사실 모든 패킷의 전송이 오류 없이 순조롭게 이어진다면 슬라이딩 윈도우 이외의 Go-Back-N ARQ의 동작 특징은 없어 보입니다. Go-Back-N ARQ의 가장 뚜렷한 동작 특징이 뚜렷이 보이는 경우는 [그림 4]와 같이 전송된 패킷의 ACK 메시지가 수신되지 않았을 때 그 이후의 처리 과정에 있습니다. [그림 4]는 2번 패킷에 대한 ACK 메시지가 타임아웃 안에 도달하지 않은 경우입니다. 원인은 둘 중의 하나가 될 수 있습니다. 2번 패킷이 Host B로 전송되는 중에 문제가 생겼거나, 2번 패킷은 정상적으로 전송되었는데 ACK 메시지가 Host A로 전송 중에 문제가 생긴 경우입니다. 이렇게 타임아웃 안에 ACK 메시지를 받지 못하여 슬라이딩 윈도우가 더 진행할 수 없는 상황이 되면 Go-Back-N ARQ는 [그림 5]에 녹색으로 표시한 2번~6번 패킷과 같이 현재 슬라이딩 윈도우 안의 모든 패킷을 다시 보냅니다.



지금까지 슬라이딩 윈도우를 사용한 TCP 전송 방식 중의 하나인 Go-Back-N ARQ에 대해 설명해 드렸습니다. 다음 편에서는 Selective Repeat ARQ에 관한 설명으로 찾아뵙겠습니다. 🐼