

# 오류 복구2 : **Go-back-N ARQ**

한기대 박승철 교수

# 파이프라이닝(Pipelining)

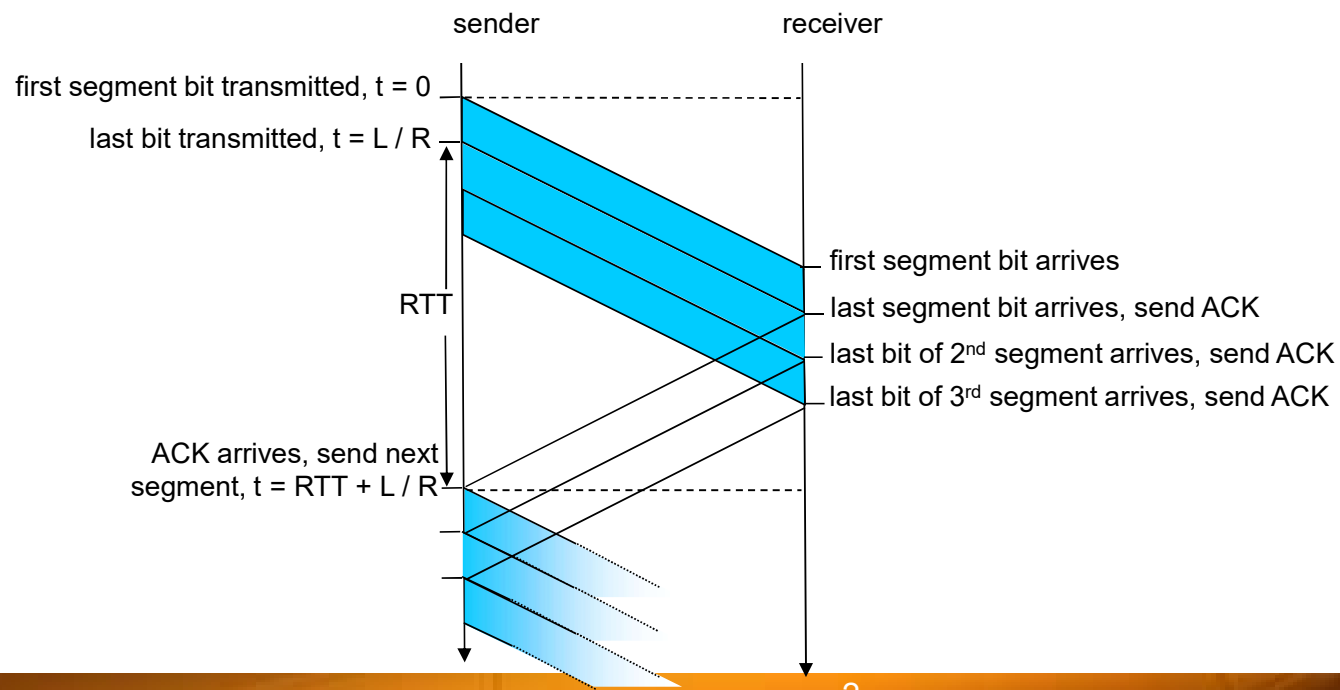


## ❖ 개념

- ACK가 회신 되기전 RTT 동안 링크에 M개의 세그먼트를 전송

## ❖ 장점

- 링크 효율 제고(stop-and-wait 보다 M배 높은 효율)



# 파이프라이닝(Pipelining)

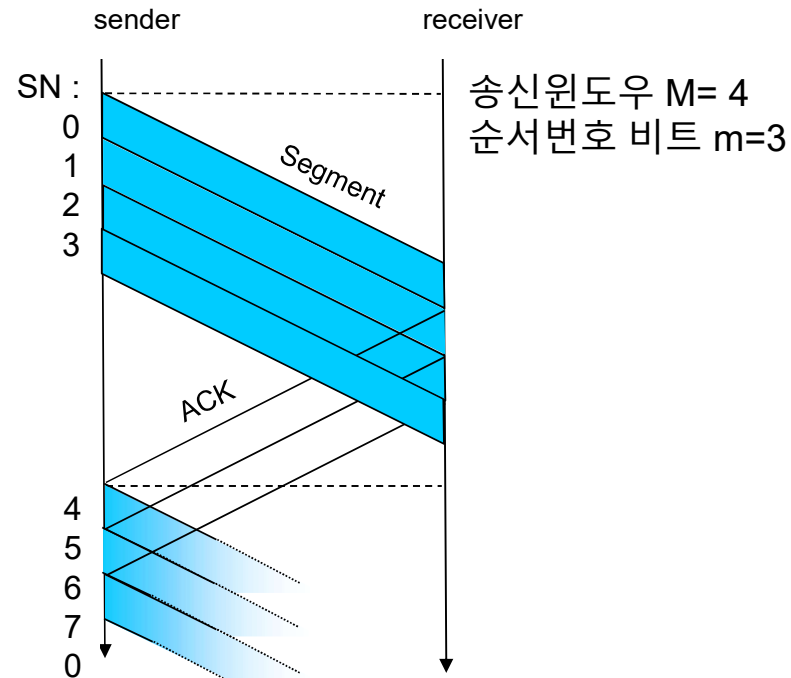


## ❖ 요구사항

- 최대 파이프라이닝 세그먼트의 수  $M$ ([송신 윈도우](#)) 보다 큰 순서번호 (Sequence Number) 사용
- SN(Sequence Number) 필드  $m$  비트 :  $2^m > M$ ([m과 M의 관계는 오류복구 유형에 따라 결정](#))
- 순서번호 :  $[0, 2^m-1], \text{mod } 2^m$

## ❖ 오류복구 유형

- [Go-back-N ARQ](#)
- Selective-Repeat ARQ



# Go-back-N 작동원리



## ❖ 개념

- 오류 세그먼트부터 이후의 모든 세그먼트 재전송

## ❖ 송신자 동작 절차

- 1) ACK가 회신 되는 RTT 동안 링크에 최대 M개의 세그먼트를 전송하고 버퍼에 유지(송신 윈도우 = M)
- 2) ACK 수신하면 해당 세그먼트(첫번째 세그먼트)을 버퍼에서 제거하고 송신가능 순서번호 범위를 1씩 이동 (송신 윈도우 슬라이딩)
- 3) 세그먼트 재전송 타이머가 종료될 때까지 ACK가 수신되지 않으면 해당 세그먼트부터 송신 윈도우의 모든 세그먼트 재전송

## ❖ 송신 윈도우(send window)

- 송신가능 순서번호 범위
- 송신 후 버퍼에 유지되어야 할 세그먼트의 범위

# Go-back-N 작동원리



## ❖ 송신자 버퍼 관리

- $S_{size}$  : 송신 슬라이딩 윈도우 크기(send sliding window size)
  - ACK 없이 송신가능한 최대 세그먼트의 수
  - $S_{size} = 2^m - 1$ ,  $m$ 은 순서번호 필드 크기(비트수)
- $S_f$  : ACK가 수신되지 않은 첫번째 세그먼트 순서번호
  - ACK가 수신될 때마다  $S_f = (S_f + 1) \bmod 2^m$
- $S_n$  : 다음 송신 세그먼트 순서번호
  - 세그먼트를 송신할 때마다  $S_n = (S_n + 1) \bmod 2^m$

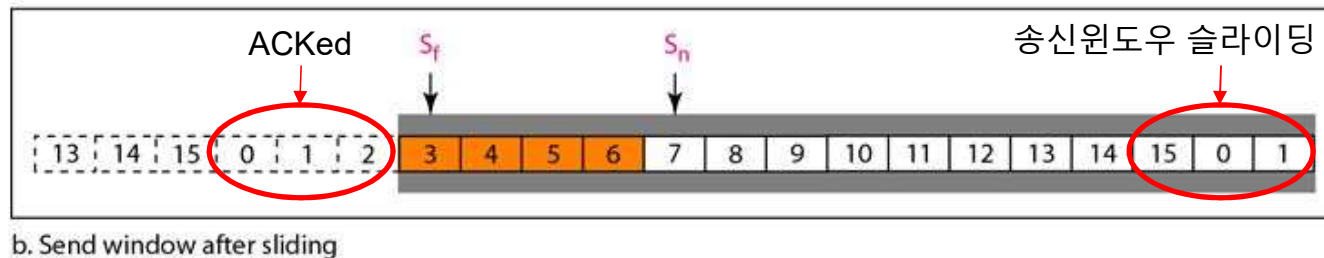
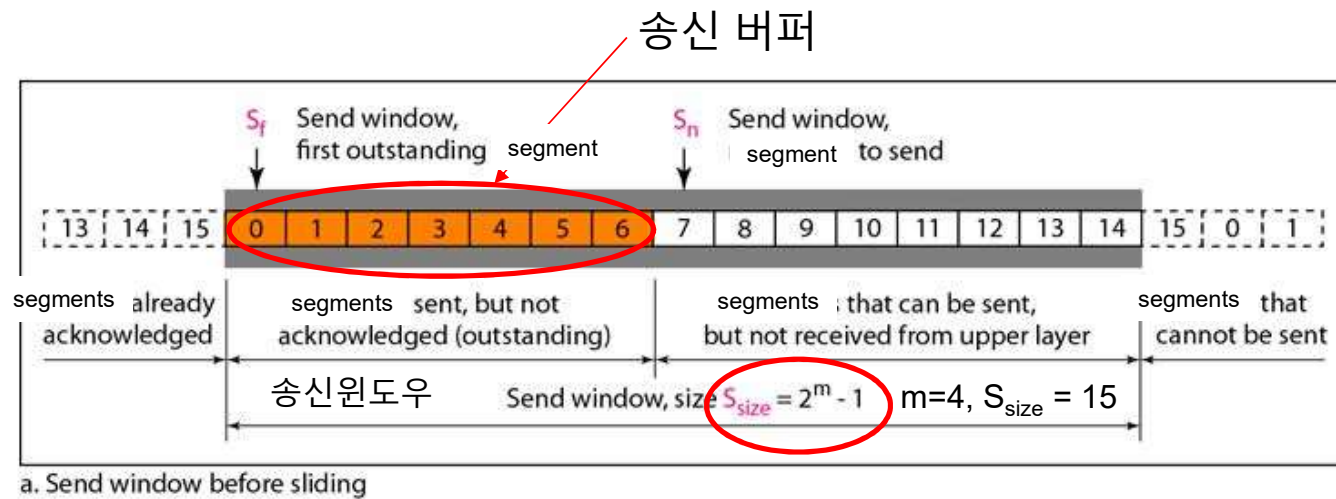
## ❖ 송신 버퍼

- $[S_f, S_n - 1]$  세그먼트를 재전송을 위해 버퍼에 유지

# Go-back-N 작동원리



## ❖ 송신 윈도우 관리 : SN 필드 크기 4비트



# Go-back-N 작동원리



## ❖ 수신자 동작 절차

- 다음 순서번호  $R_n$ 의 세그먼트를 정상적으로 수신하면  $ACK(R_n+1)$  회신
- 다음 순서번호  $R_n$ 이 아닌 모든 세그먼트는 폐기 → [누적 수신확인\(Accumulative ACK\)](#)

## ❖ 수신자 버퍼 관리

- $R_n$  : 다음에 수신할 세그먼트의 순서번호
- 세그먼트가 수신될 때마다  $R_n = (R_n + 1) \bmod 2^m$
- 수신 윈도우 크기 : 1
- 수신자 버퍼 크기 : 1

# Go-back-N ARQ 예제



send window : M=4

순서번호 : 3비트

0 1 2 3 4 5 6 7 0  
0 1 2 3 4 5 6 7 0  
0 1 2 3 4 5 6 7 0  
0 1 2 3 4 5 6 7 0

윈도우 슬라이딩

0 1 2 3 4 5 6 7 0  
0 1 2 3 4 5 6 7 0

rcv ack0, send sgmt4  
rcv ack1, send sgmt5

ignore duplicate ACK

sgmt 2 timeout  
→ Go-back-2



0 1 2 3 4 5 6 7 0  
0 1 2 3 4 5 6 7 0  
0 1 2 3 4 5 6 7 0  
0 1 2 3 4 5 6 7 0

재전송

sender

send sgmt0  
send sgmt1  
send sgmt2  
send sgmt3  
(wait)

receiver

receive sgmt0, send ack0  
receive sgmt1, send ack1

receive sgmt3, discard(누적  
수신확인)

receive sgmt4, discard

receive sgmt5, discard

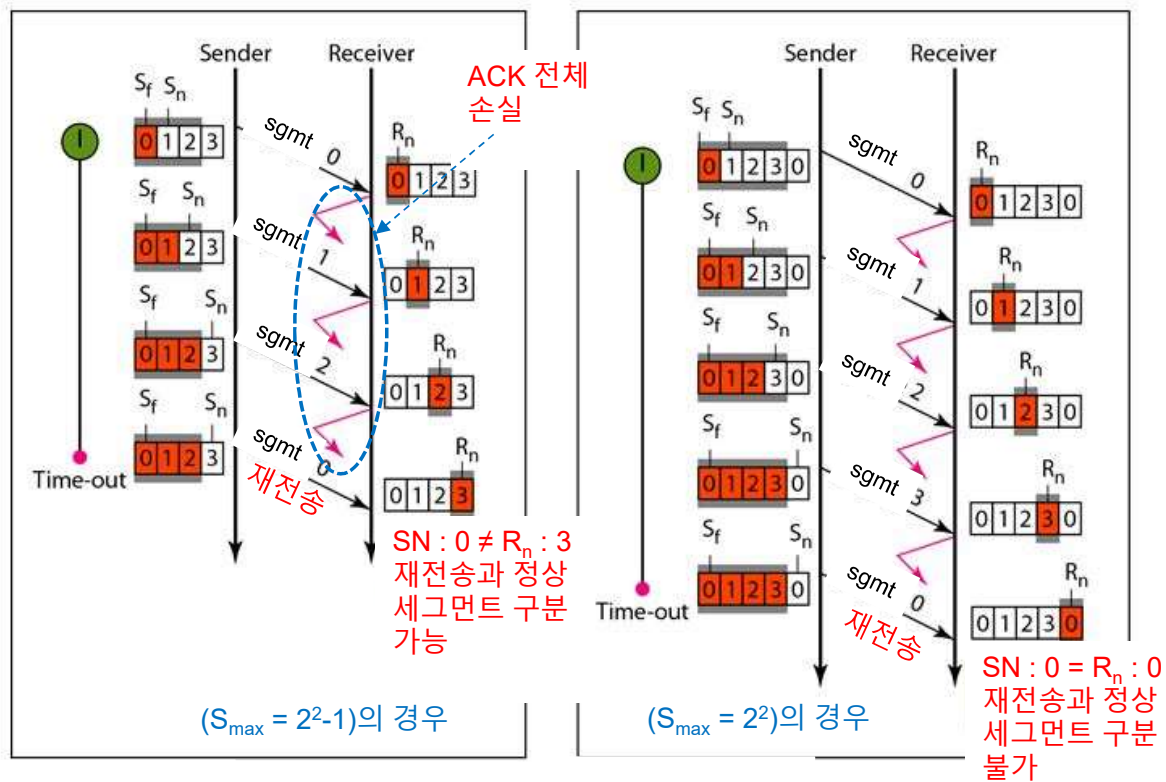
rcv sgmt2, deliver, send ack2  
rcv sgmt3, deliver, send ack3  
rcv sgmt4, deliver, send ack4  
rcv sgmt5, deliver, send ack5



# 송신 윈도우 최대 크기



- ❖ 순서번호(SN) 필드 크기가  $m$ 비트일 때 송신 윈도우 최대 크기( $S_{\max}$ )
  - $2^m - 1$
- ❖ 순서번호 필드 크기  $m = 2$  가정  $\rightarrow S_{\max} = 3$



# 장단점



## ❖ 장점

- Stop-and-wait 대비 고효율성
- 간단한 수신자 버퍼 관리(다음 세그먼트 수신용 버퍼)

## ❖ 단점

- 오류 세그먼트 이후 도착한 정상 세그먼트 재전송  
→ 불필요한 재전송 회수 증가  
→ 링크 효율 저하