

# 13. 데이터전송: 오류 제어

## 1. 전송 오류 유형

### A. 수신 호스트의 응답 프레임

- 긍정 응답 프레임(Ack): 데이터가 정상적으로 도착했을 때, 수신 호스트가 송신 호스트에게 회신
- 부정 응답 프레임(Nak): 데이터가 깨져서 도착했을 때, 수신 호스트가 송신 호스트에게 회신
- 부정 응답 프레임을 받은 송신 호스트는 재전송 기능으로 오류 복구 시도

### B. 송신 호스트의 타이머 기능

- 송신 호스트가 전송한 데이터가 네트워크에서 사라지는 문제를 해결
- 데이터 분실 시 수신 호스트로부터 어떠한 응답 프레임도 발생하지 않음
- 송신 호스트는 일정 시간 동안 응답 프레임이 없으면 타임아웃 기능으로 재전송 시도

### C. 순서 번호 기능

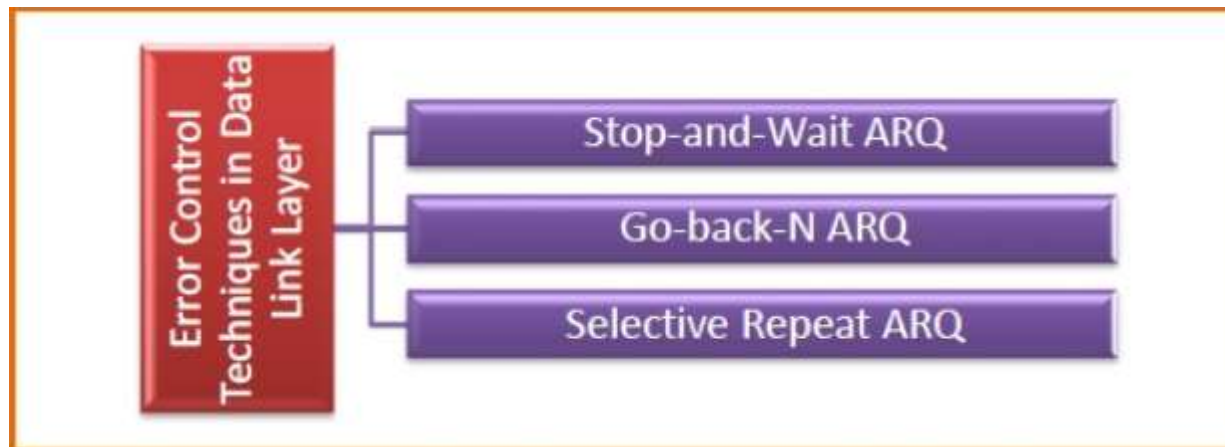
- 수신 호스트가 중복 프레임을 구분할 수 있도록 지원
- 데이터 프레임 내에 프레임 구분을 위한 일련 번호 부여

# 13. 데이터전송: 오류 제어

## Phases in Error Control

The error control mechanism in data link layer involves the following phases:

- ▣ **Detection of Error** – Transmission error, if any, is detected by either the sender or the receiver.
- ▣ **Acknowledgment** – acknowledgment may be positive or negative.
  - ▣ **Positive ACK** – On receiving a correct frame, the receiver sends a positive acknowledge.
  - ▣ **Negative ACK** – On receiving a damaged frame or a duplicate frame, the receiver sends a negative acknowledgment back to the sender.
- ▣ **Retransmission** – The sender maintains a clock and sets a timeout period. If an acknowledgment of a data-frame previously transmitted does not arrive before the timeout, or a negative acknowledgment is received, the sender retransmits the frame.

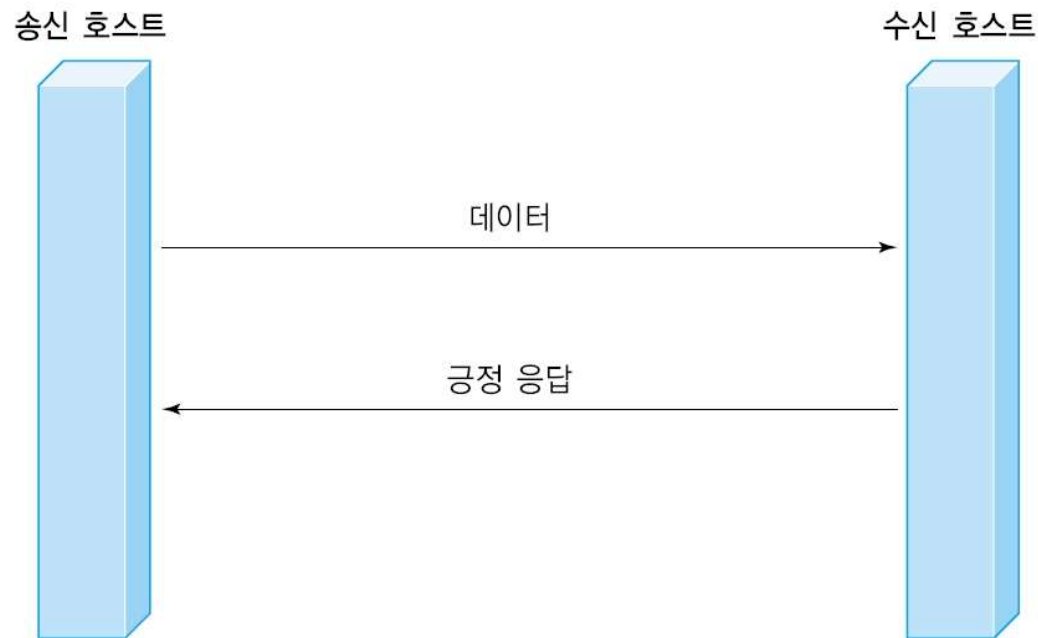


# 13. 데이터전송: 오류 제어

## 1. 전송 오류의 유형:

### A. 정상적인 전송

- 송신 호스트가 전송한 데이터 프레임이 수신 호스트에 오류 없이 도착
- 수신 호스트는 송신 호스트에게 긍정 응답(Ack) 프레임을 회신



정상적인 데이터 전송

# 13. 데이터전송: 오류 제어

## 1. 전송 오류의 유형

### A. 프레임 변형

- 송신 호스트가 전송한 데이터 프레임이 깨져서 도착
- 수신 호스트는 송신 호스트에게 부정 응답(Nak) 프레임을 회신
- 송신 호스트는 원래의 데이터 프레임을 재전송하여 오류 복구



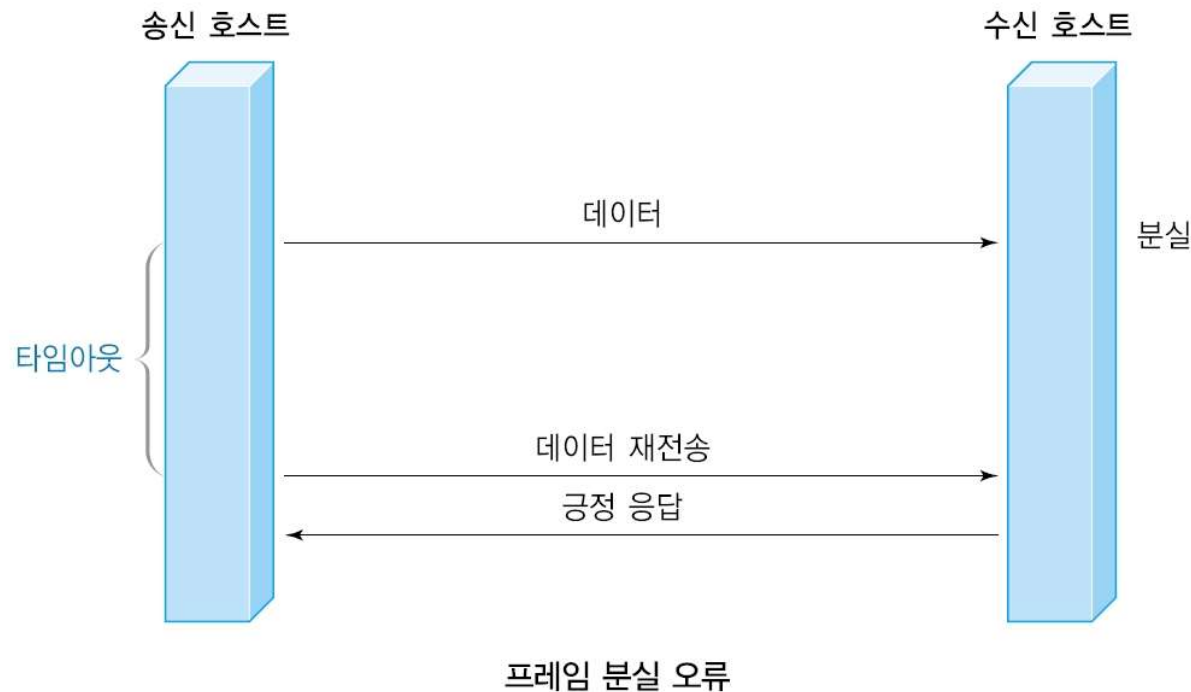
프레임 변형 오류

# 13. 데이터전송: 오류 제어

## 1. 전송 오류의 유형

### A. 프레임 분실

- 송신 호스트가 전송한 데이터 프레임이 네트워크에서 사라짐
- 수신 호스트는 어떤 데이터도 받지 않았으므로 송신 호스트에 응답하지 않음
- 송신 호스트는 타임아웃 기능으로 원래 데이터프레임을 재전송하여 오류 복구



# 13. 데이터전송: 오류 제어

## 2. 순서 번호

- A. 중복 수신 문제를 해결하기 위해 데이터 프레임에 부여되는 고유 번호
- B. 순서 번호의 필요성
  - 긍정 응답 프레임 분실에 따른 원래 데이터 재전송
  - 수신 호스트는 동일한 데이터 프레임을 중복 수신  
(수신 호스트는 다음 페이지 그림과 구분 불가능)



# 13. 데이터전송: 오류 제어

## 2. 순서 번호

### A. 순서 번호의 필요성

- 긍정 응답 프레임 처리에 따른 다음 데이터 전송
- 수신 호스트는 **2개의 다른 데이터 프레임을 수신**  
(수신 호스트는 이전 페이지 그림과 구분 불가능)



(b) 긍정 응답 도착

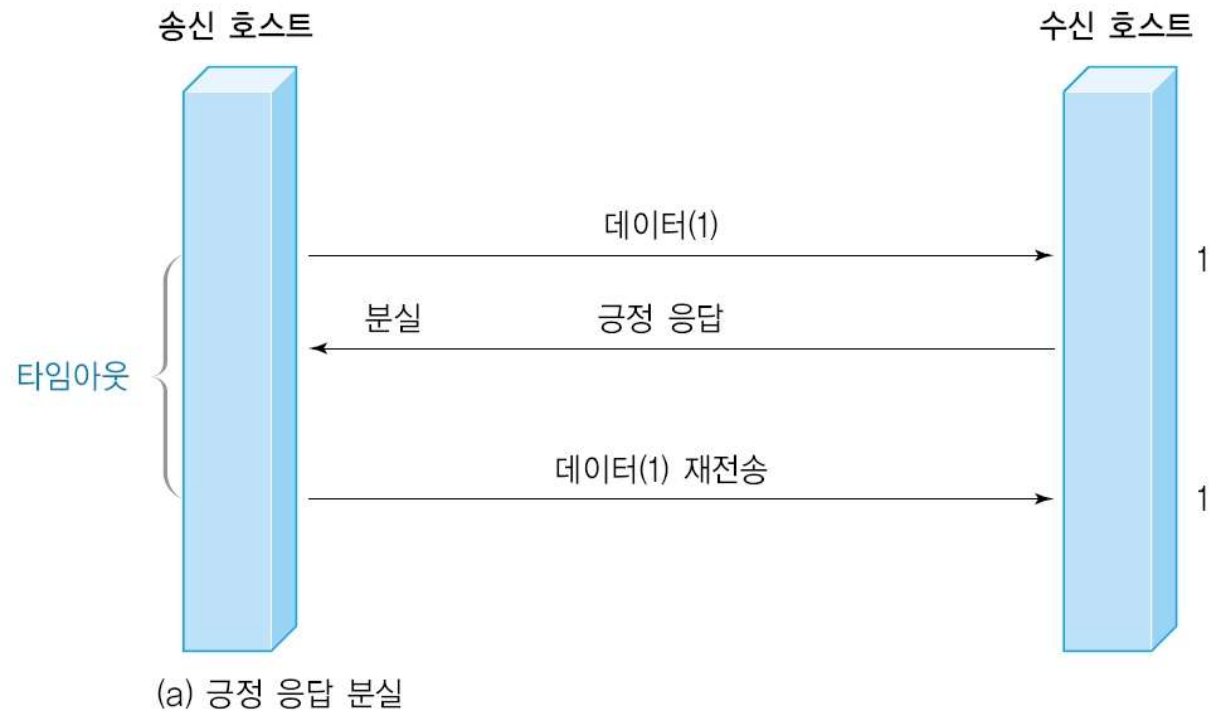
순서 번호가 없는 경우

# 13. 데이터전송: 오류 제어

## 2. 순서 번호

### A. 순서 번호에 의한 프레임 구분

- 긍정 응답 프레임 분실에 따른 원래 데이터 재전송
- 수신 호스트는 **순서 번호를 보고 같은 프레임이라고 판단**할 수 있음





# 13. 데이터전송: 오류 제어

## 2. 순서 번호

### A. 순서 번호에 의한 프레임 구분

- 긍정 응답 프레임 처리에 따른 다음 데이터 전송
- 수신 호스트는 순서 번호를 보고 다른 프레임이라고 판단할 수 있음



순서 번호가 있는 경우

## 13.3 데이터전송: 오류 검출

### 1. 순방향 오류 복구:

- A. 오류복구코드를 이용해 수신 호스트 스스로 오류 복구

### 2. 역방향 오류 복구:

- A. 오류검출코드를 이용해 수신 호스트가 송신 호스트에 오류 통지

### 3. 오류 검출

- A. 패리티
  - 1 바이트 = 7 비트 ASCII 코드 + 1 비트 패리티
  - 짝수 패리티: 1의 개수가 짝수가 되도록 패리티를 지정
  - 홀수 패리티: 1의 개수가 홀수가 되도록 패리티를 지정
  - 송신 호스트와 수신 호스트는 동일한 패리티 방식을 사용해야 함

## 13.3 데이터전송: 오류 검출

**Error Detection** Techniques - three main techniques

1. Parity Check
2. Checksum
3. Cyclic Redundancy Check (CRC).

**1. Parity Check** - add an extra bit, called parity bit to the data to make a number of 1s either even in case of even parity or odd in case of odd parity.

**2. Checksum** - The sender adds the segments using 1's complement arithmetic to get the sum. The receiver adds the incoming segments along with the checksum using 1's complement arithmetic to get the sum and then complements it.

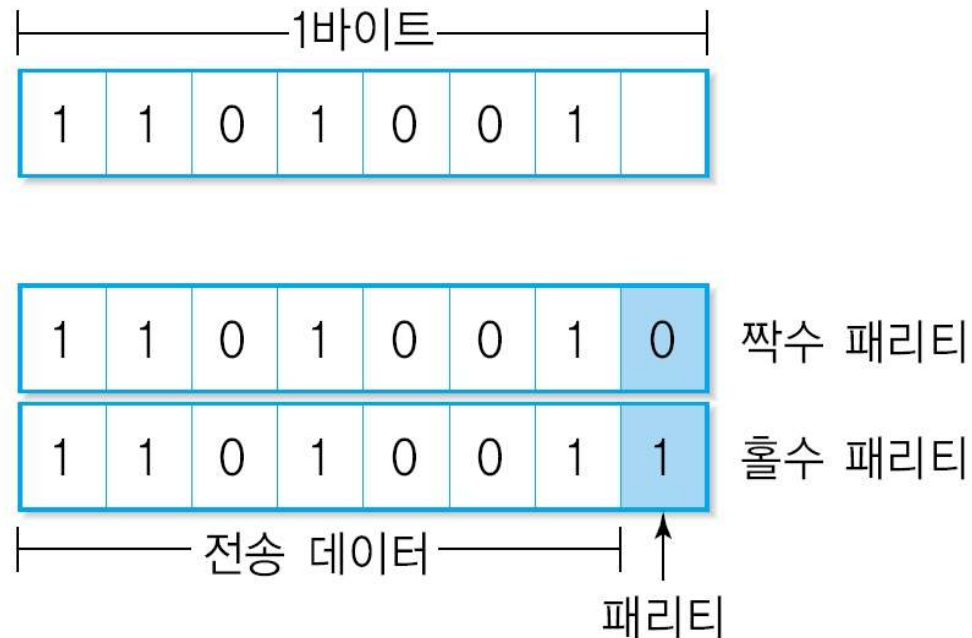
**3. Cyclic Redundancy Check (CRC)** - involves binary division of the data bits being sent by a predetermined divisor agreed upon by the communicating system. The divisor is generated using polynomials.

## 13.3 데이터전송: 오류 검출

### 1. 오류 검출 - 1

#### A. 패리티

- 전송 과정에서 홀수개의 비트가 깨지면 오류 검출 가능
- 전송 과정에서 짝수개의 비트가 깨지면 오류 검출 불가능



패리티 비트

## 13.3 데이터전송: 오류 검출

### 1. 오류 검출 - 2

#### A. 블록 검사

- 짝수개의 비트가 깨지는 오류를 검출
- 수평, 수직 방향 모두에 패리티 비트를 지정

0	1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0

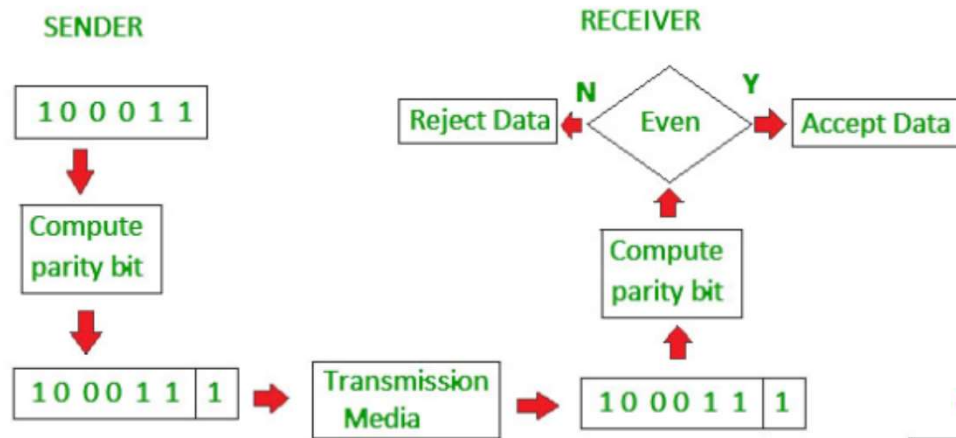
1	1	1	0	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

블록 검사

블록 검사

## 13.3 데이터전송: 오류 검출 - 참고

### 1. Simple Parity check



Original Data

10011001	11100010	00100100	10000100
----------	----------	----------	----------

### 2. Two-dimensional Parity check

Row parities

1 0 0 1 1 0 0 1	0
1 1 1 0 0 0 1 0	0
0 0 1 0 0 1 0 0	0
1 0 0 0 0 1 0 0	0
1 1 0 1 1 0 1 1	0

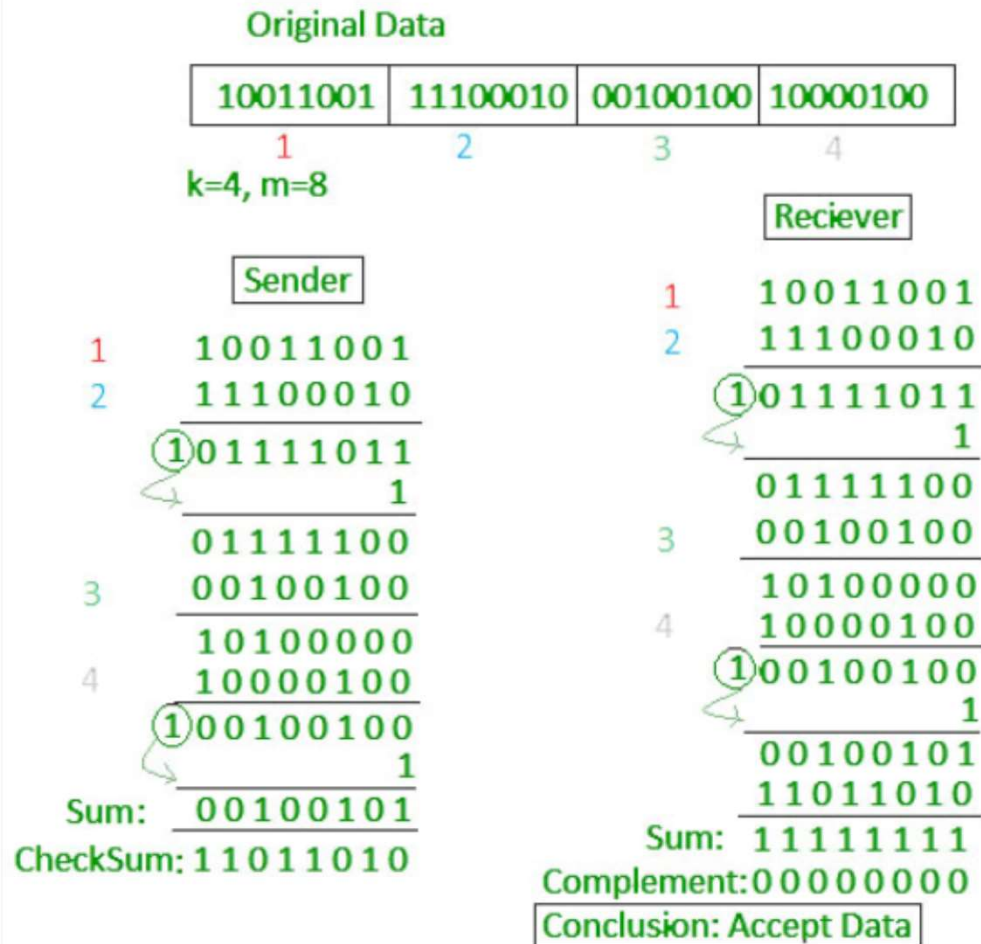
Column parities

100110010	111000100	001001000	100001000	110110110
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Data to be sent

## 13.3 데이터전송: 오류 검출 - 참고

### 3. Checksum



## 13.3 데이터전송: 오류 검출 - 참고

### 4. Cyclic redundancy check (CRC)

