

정보통신망

제 6 강

데이터 통신의 기능(II)



컴퓨터과학과
손진곤 교수

학습 목차

제 6 강

데이터 통신의 기능(II)

- 1 주소지정
- 2 오류제어

학습 내용

■ 주소지정

■ 오류제어

- 오류와 오류제어
- 오류검출 방식
- 귀환오류제어
- 전진오류정정

학습 목표

- 주소지정 방식의 개념을 설명할 수 있고 분류할 수 있다.
- 오류의 개념을 설명할 수 있으며, 여러 가지 오류 검출 방식들을 비교 설명할 수 있다.



1. 주소지정

- (1) 주소지정의 개념
- (2) 주소지정 방식
- (3) 물리 주소 및 논리 주소

1

주소지정의 개념

주소지정 (addressing)

- 명명(naming), 식별(identification)
- 컴퓨터통신망에서 사용자(컴퓨터, 파일 등)를 식별하는 방법
- 문자 또는 수를 이용

2

주소지정 방식

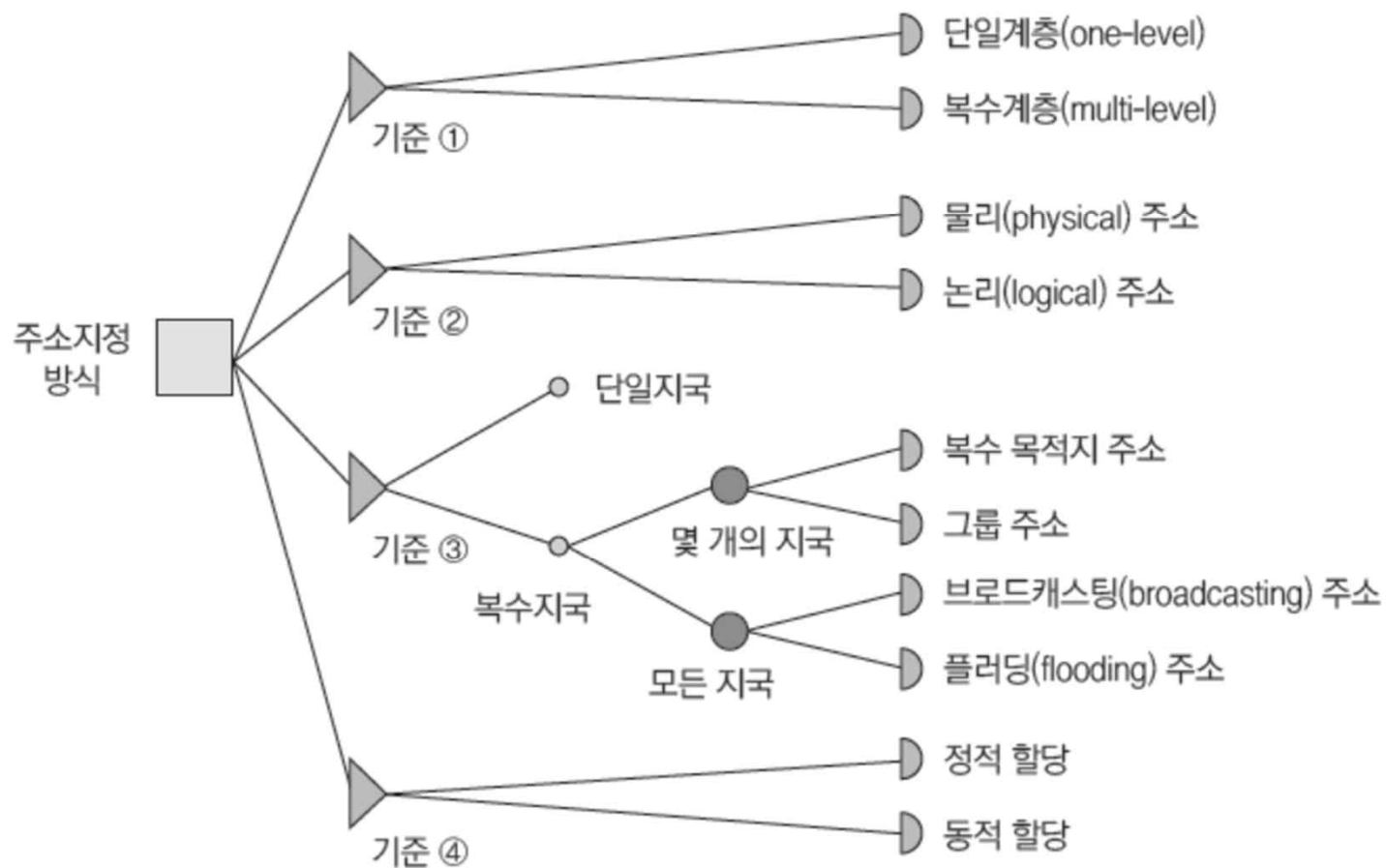
주소지정 방식의 분류

- 계층의 수
 - 단일 계층, 복수 계층
- 부 네트워크가 제공하는 주소 서비스
 - 물리 주소 및 논리 주소
- 같은 주소를 갖는 지국의 수
 - 단일 지국
 - 복수 지국
 - 복수 목적지 주소, 그룹 주소
 - broadcasting 주소, flooding 주소
- 주소할당 모드
 - 정적 주소, 동적 주소

2

주소지정 방식

그림 4.12 주소지정 방식



물리 주소

- 데이터링크 계층에서 사용하는 MAC 주소
- 48 비트로 구성
- 콜론(:)으로 8비트씩 구분하여 6개의 16진수로 표현함.

논리 주소

- 네트워크 계층에서 사용하는 IP 주소
- 32 비트로 구성
- 점(.)으로 8비트씩 구분하여 4개의 10진수로 표현함.

3

물리 주소와 논리 주소



물리 주소 및 논리 주소

- 예 : 한국방송통신대 (www.knou.ac.kr)

- 물리 주소

00:13:77:52:67:78 [48비트, 16진수]

- 논리 주소

203.232.177.16 [32비트, 10진수]

2. 오류제어

- (1) 오류와 오류제어
- (2) 오류검출 방식
- (3) 귀환오류제어
- (4) 전진오류정정

1

오류와 오류제어

오류 (error)

- 송신 데이터 ≠ 수신 데이터
- 송신 데이터가 주어진 시간 안에 수신측에 도착하지 못한 경우
- 오류 발생의 이유 : 열, 자기장, 간섭, 고장 등

잔류오류율 (RER: Residual Error Rate)

오류가 있는 비트[문자, 블록] 수

전송된 총 비트[문자, 블록] 수

1

오류와 오류제어

오류제어

- 잡음, 고장 등의 영향에 대비하여 잔류오류율(RER)을 주어진 한계 이내로 유지하는 통신 기능

오류제어 방식

- 후진오류제어 (backward error control)
 - 오류 검출 후 재전송 요청
- 전진오류정정 (forward error correction)
 - 오류 검출 및 수정

2

오류검출 방식

패리티 검사

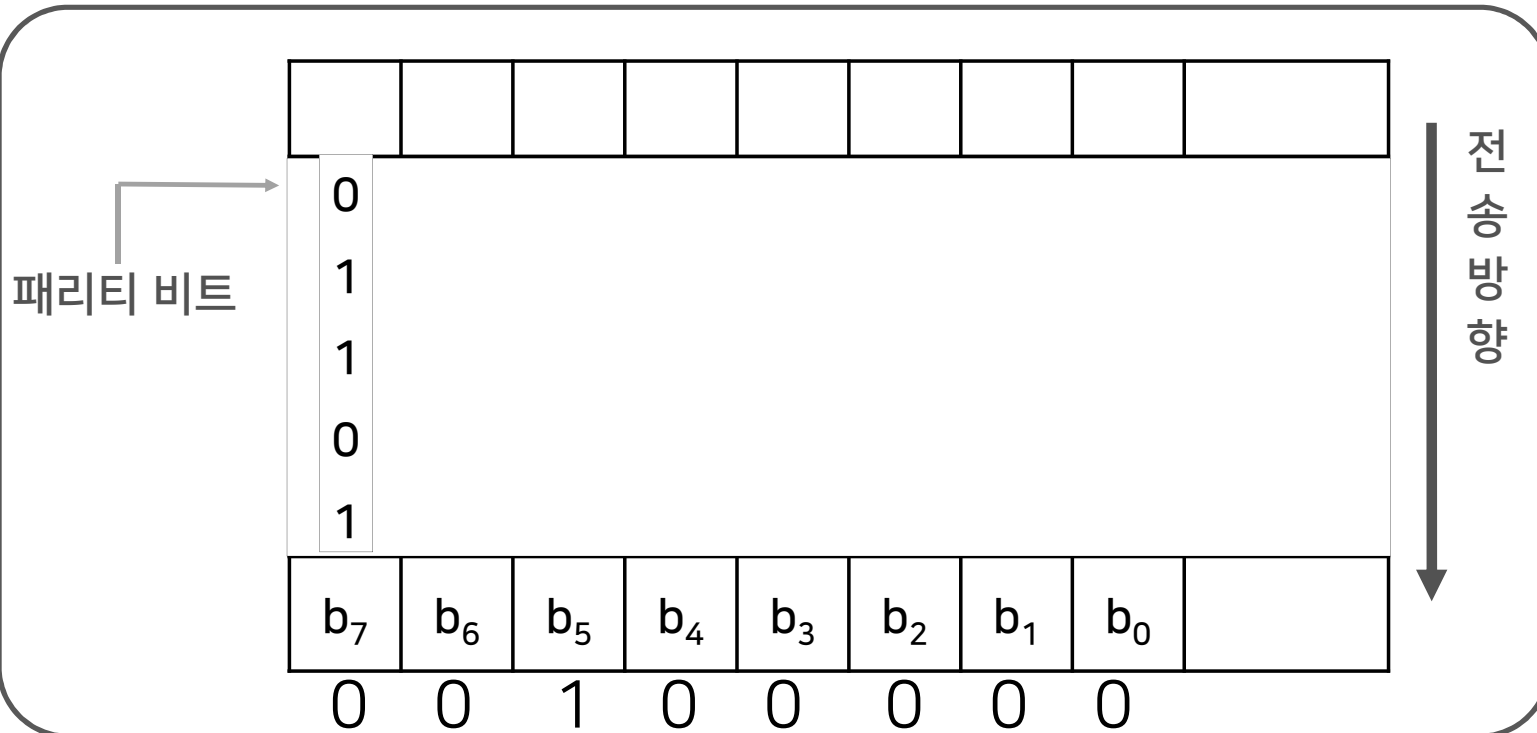
패리티(parity) 전략

- 홀수 패리티(odd parity) 전략
- 짝수 패리티(even parity) 전략

2

오류검출 방식

단순 패리티 검사(홀수 패리티 이용)

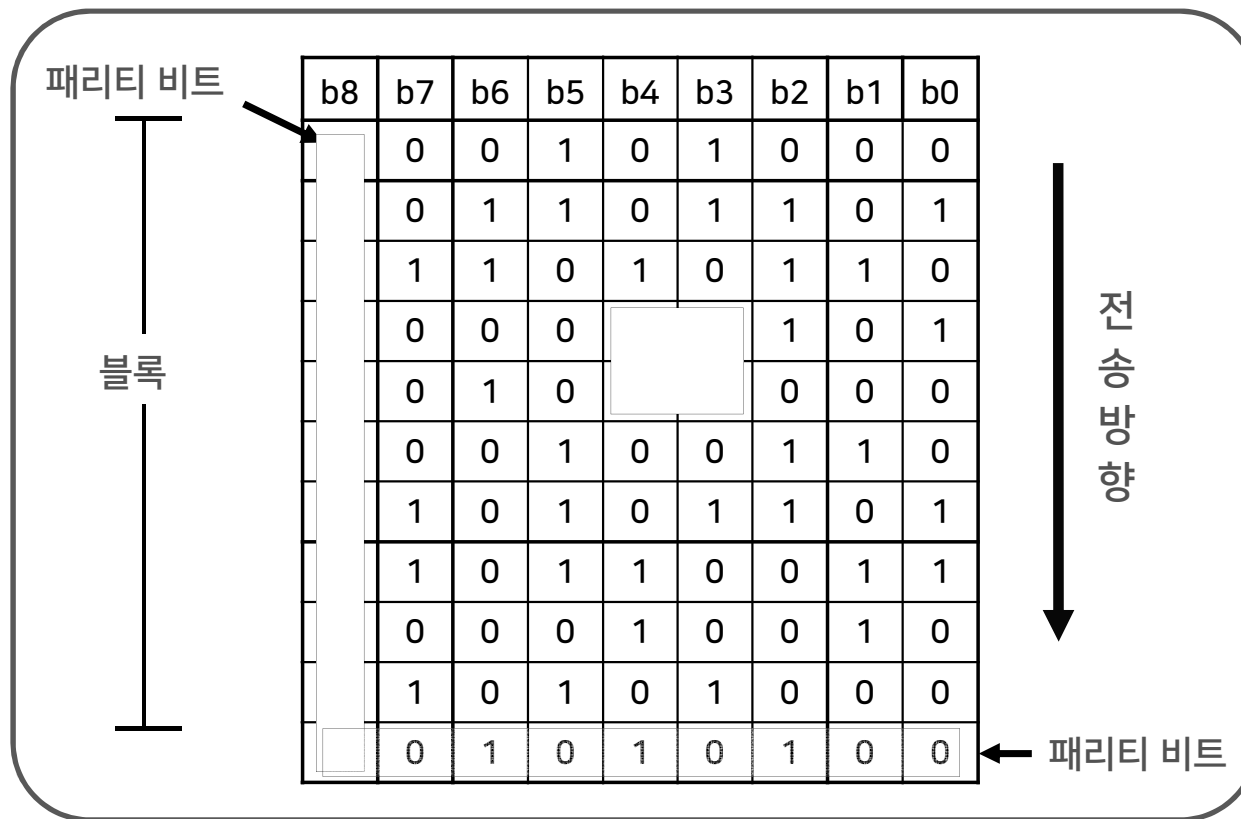


※ 동시에 짝수개의 비트 오류가 있는 경우 오류 검출을 못함.

2

오류검출 방식

2차원 패리티 검사(짝수 패리티 이용)



2

오류검출 방식

검사합 (Check Sum)

- 검사합 생성 ==> 검사합 검사

검사합 생성기

- 데이터를 세그먼트로 분할
- 세그먼트들을 2진수로 간주하고 합함
- carry bit도 합함
- 합한 결과를 1의 보수로 만듦 (==> check sum)

2

오류검출 방식

검사합 생성기

- 예 : 데이터(Networks)의 전송

N	e	t	w	o	r	k	s
01001110	01100101	01110100	01110111	01101111	01110010	01101011	01110011

[그림] 'Networks' 문자열의 이진수 표현

2

오류검출 방식

검사합 생성기

- 예 : 데이터(Networks)의 전송

세그먼트1	0100111001100101
세그먼트2	0111010001110111
세그먼트3	0110111101110010
세그먼트4	0110101101110011
전체 합	1001110111000010
1의 보수화	0110001000111101

검사합



2

오류검출 방식

검사합 검사기

- 비트열을 수신하여 세그먼트로 분할
- 세그먼트들을 2진수로 간주하고 합함
- carry bit도 합함
- 합한 결과를 1의 보수로 만듦
- 이 결과가 0이면 오류 없음

2

오류검출 방식

검사합 검사기

세그먼트1	0100111001100101
세그먼트2	0111010001110111
세그먼트3	0110111101110010
세그먼트4	0110101101110011
검사합	0110001000111101
전체 합	1111111111111111
1의 보수화	0000000000000000

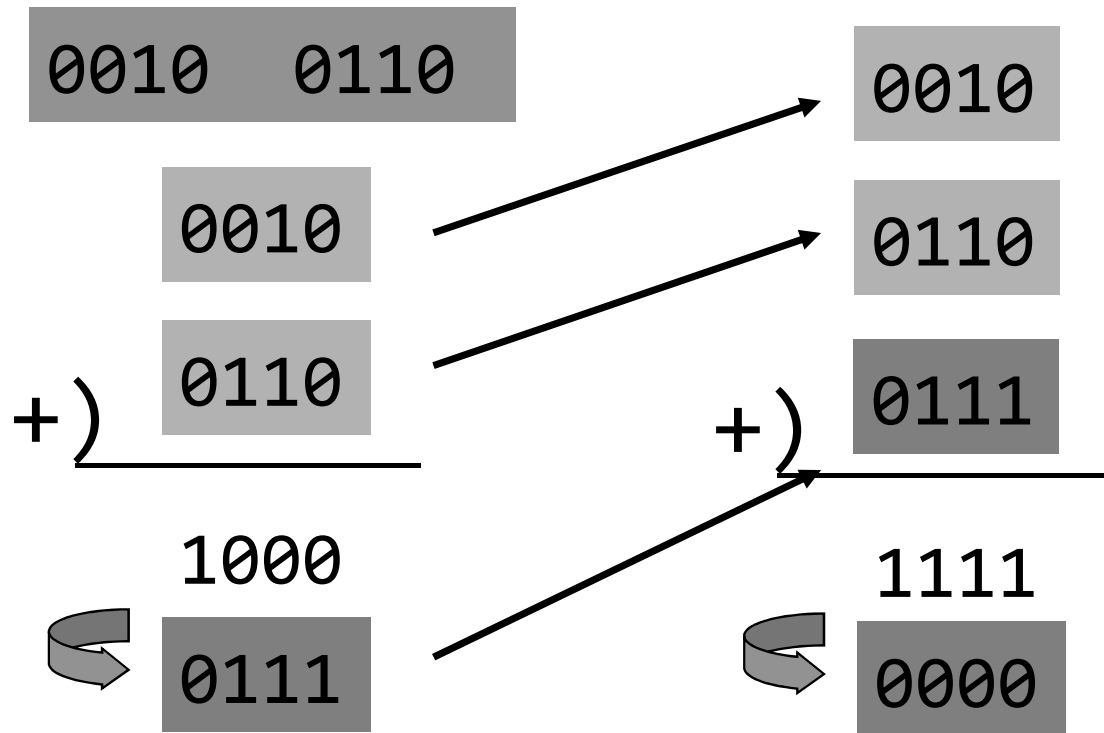
결과



2

오류검출 방식

검사합 검사기



순환잉여검사 (Cyclic Redundancy Check)

- 패리티 검사 : 문자 단위의 검사
- 순환잉여검사 : 비트의 블록(block) 단위의 검사
 - 사진, 소리, 영상 등의 데이터의 전송에서 활용
 - block [또는 frame] 끝에만 오류제어정보 첨가
 - BCC (Block Check Character)
 - FCS (Frame Check Sequence)

2

오류검출 방식

BCC 생성 과정

- 1) 비트의 다항식 표현 $\Rightarrow M(X)$
- 2) 생성다항식($G(X)$)에 의한 부호화

2

오류검출 방식

[참고] 생성다항식

1) $G(X) = X^{12} + X^{11} + X^3 + X^2 + 1$

CRC-12 (12비트 CRC 생성)

6비트 문자 전송에 사용

2) $G(X) = X^{16} + X^{15} + X^5 + 1$

CRC-16 (16비트 CRC 생성)

8비트 문자 전송에 사용

3) $G(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$

CRC-CCITT (16비트 CRC 생성)

8비트 문자 전송에 사용 (패킷 교환망에서 사용)

2

오류검출 방식

BCC 생성 과정

1) 비트의 다항식 표현 $\Rightarrow M(X)$

2) 생성다항식($G(X)$)에 의한 부호화

① $M'(X) = M(X) \times X^m$ (m 은 $G(X)$ 의 최상위 차수)

② $M'(X)$ 를 $G(X)$ 로 나누어 나머지 $R(X)$ 를 구함

$$\bullet M'(X) \div G(X) = M''(X) \dots R(X)$$

$$\Rightarrow M'(X) = \underline{G(X) \times M''(X) + R(X)}$$

③ $F(X) = M'(X) + R(X)$

❖ 단, 모듈로-2 연산 사용

2

오류검출 방식

오류 검사 과정

- 수신된 BCC ($F(X)$)를 이용한 오류 검사
 - BCC를 동일한 생성다항식($G(X)$)로 나누어
 - 나머지가 없으면 ==> 오류 없음
 - 나머지가 있으면 ==> 오류 있음
 - 이유

$$\begin{aligned} F(X) / G(X) &= \{M'(X) + R(X)\} / G(X) \\ &= \{\underbrace{G(X) \times M''(X) + R(X)} + R(X)\} / G(X) \\ &= \{G(X) \times M''(X)\} / G(X) \\ &= M''(X) \quad (\text{나머지 없음}) \end{aligned}$$

2

오류검출 방식

BCC 생성의 예

1) 전송 데이터 : 00001011

$$\begin{aligned} \blacksquare M(X) &= 0 \cdot X^7 + 0 \cdot X^6 + 0 \cdot X^5 + 0 \cdot X^4 + 1 \cdot X^3 + 0 \cdot X^2 + 1 \cdot X^1 + 1 \cdot X^0 \\ &= X^3 + X + 1 \end{aligned}$$

BCC 생성의 예

2) 생성다항식에 의한 부호화

- $G(X) = X + 1$

- $m = 1$

① $M'(X) = M(X) \times X^m$

$$M'(X) = M(X) \cdot X$$

$$= (X^3 + X + 1) \cdot X = X^4 + X^2 + X$$

② $M'(X)$ 를 $G(X)$ 로 나누어 나머지 $R(X)$ 를 구함

$$M'(X) \div G(X) = M''(X) \dots R(X)$$

오류검출 방식

BCC 생성의 예

2) 생성다항식에 의한 부호화

$$\begin{array}{r}
 X^3 + X^2 + 1 \\
 X + 1 \overline{) X^4 + X^2 + X} \\
 \underline{X^4 + X^3} \\
 X^3 + X^2 \\
 \underline{ X^3 + X^2} \\
 X \\
 X + 1 \\
 \underline{ X + 1} \\
 1 \text{ 나머지}
 \end{array}$$

$$R(X) = M'(X) \div G(X) \text{의 나머지} = 1$$

2

오류검출 방식

BCC 생성의 예

2) 생성다항식에 의한 부호화

$$\textcircled{3} F(X) = M'(X) + R(X)$$

$$= X^4 + X^2 + X + 1$$

$$\Rightarrow \text{BCC} = 00010111$$

2

오류검출 방식



BCC를 이용한 오류 검출의 예

- 원래 BCC (00010111) ==> 수신된 BCC (10100111)

$$\Rightarrow F(X) = X^7 + X^5 + X^2 + X + 1$$

$$\begin{array}{r} X^6 + X^5 \qquad + X \\ X + 1 \) \ X^7 \qquad + X^5 \qquad + X^2 + X + 1 \\ \underline{X^7 + X^6} \end{array}$$

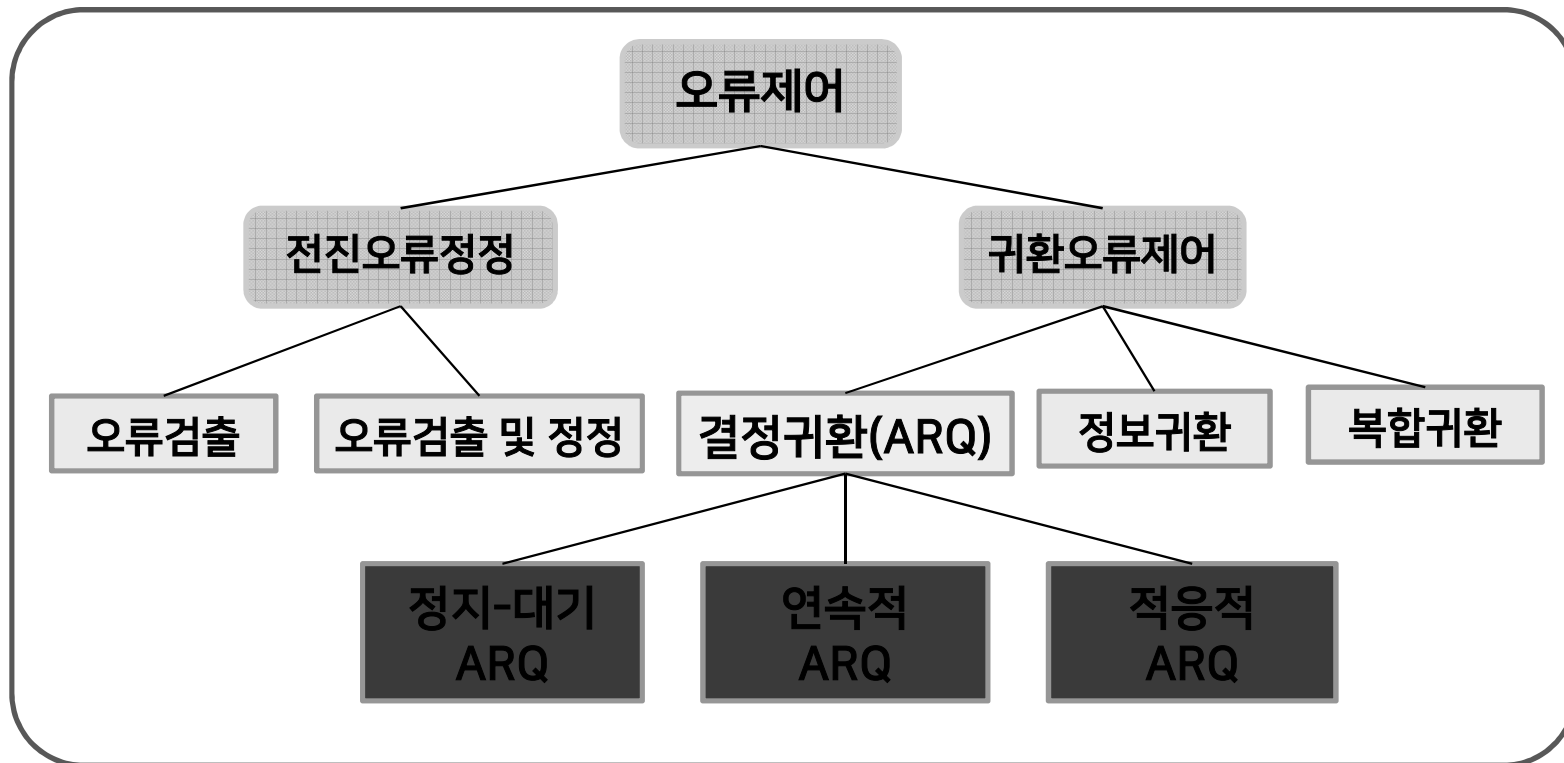
$$\begin{array}{r} X^6 + X^5 \\ \underline{X^6 + X^5} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} X^2 + X \\ \underline{X^2 + X} \end{array}$$

1 나머지

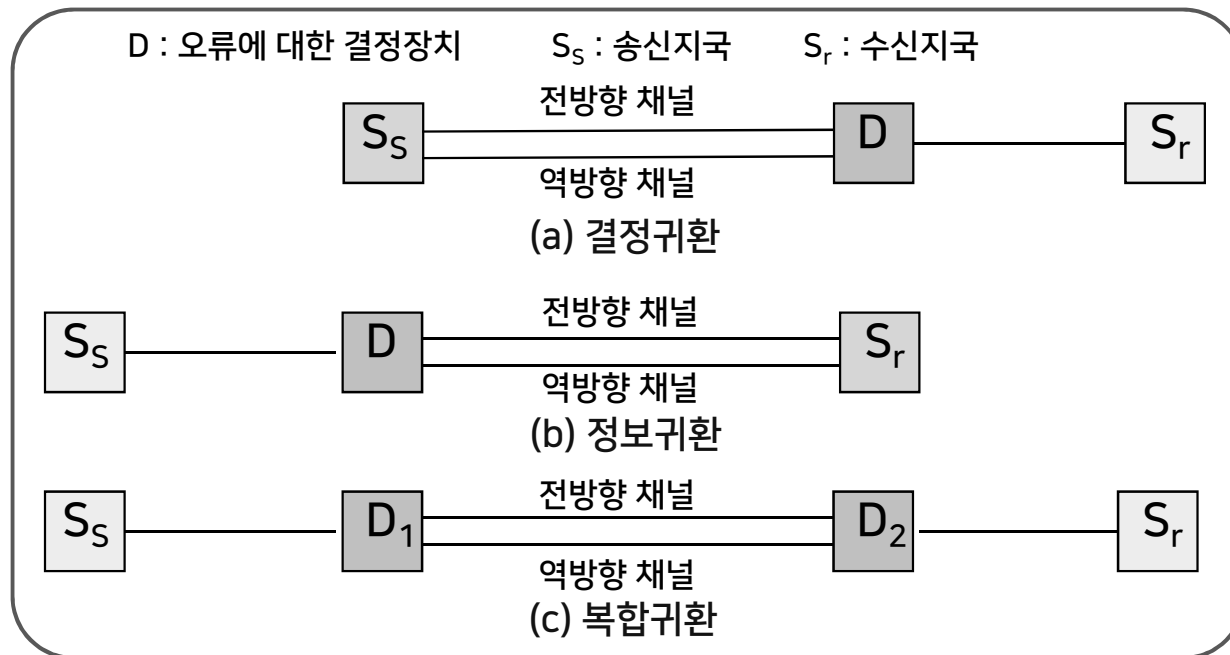
오류 발견

오류제어 방법의 분류



귀환오류제어

- 지국사이의 역방향 채널을 이용하는 오류제어 방법
- 귀환오류제어의 분류 (오류검출 위치)

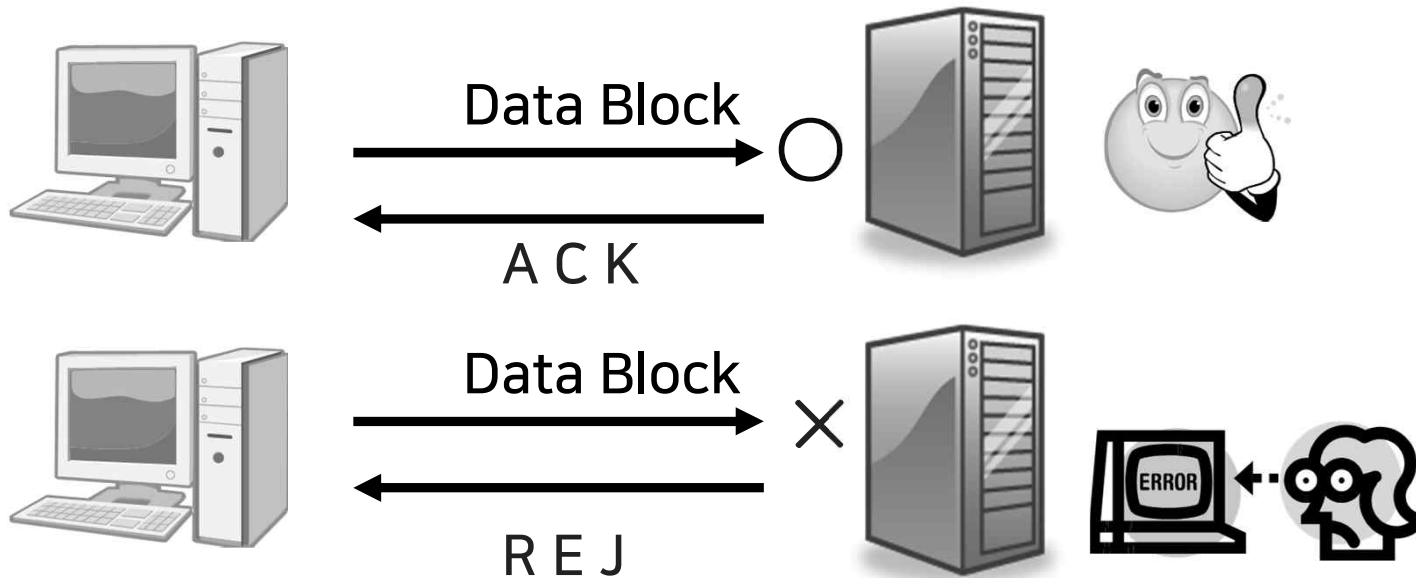


3

귀환오류제어

결정귀환

- 오류 검출의 위치가 수신측에 있는 경우
- ARQ (Automatic Repetition reQuest)

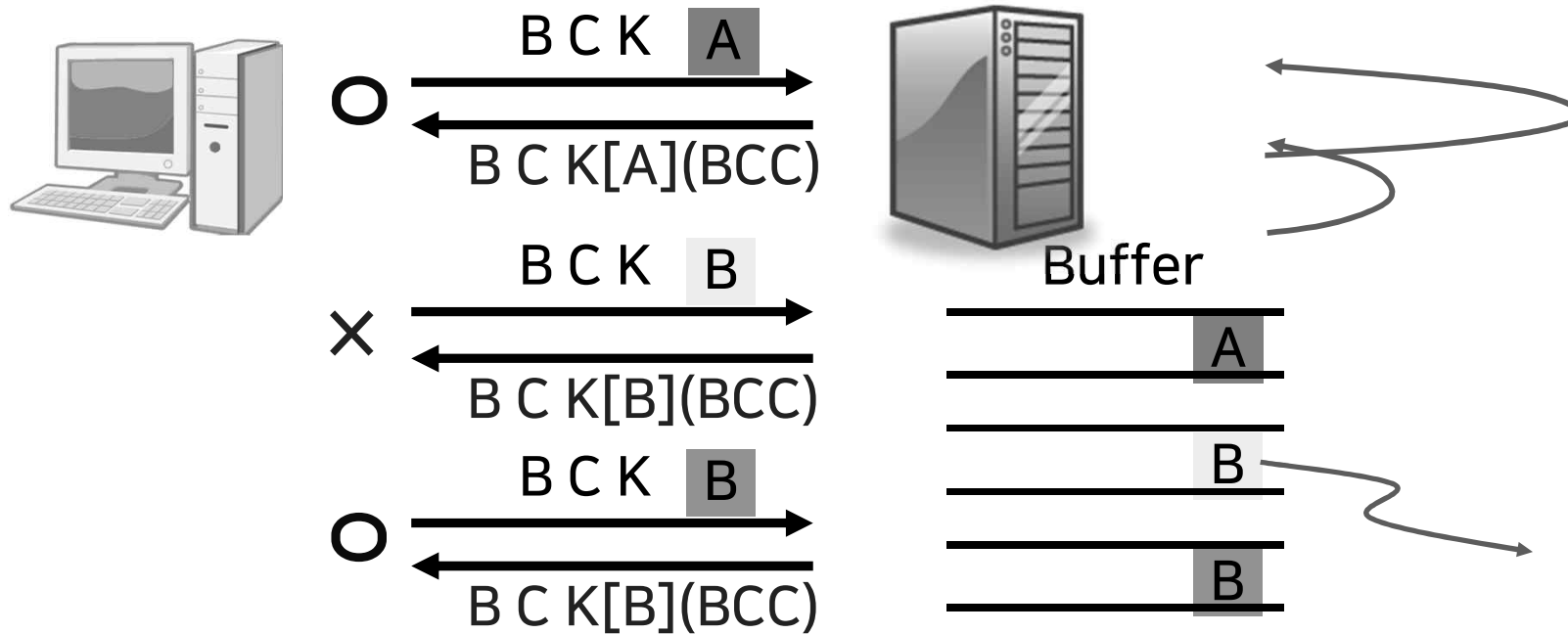


3

귀환오류제어

정보귀환

- 오류 검출의 위치가 송신측에 있는 경우



복합귀환

- 오류율을 줄이기 위해 오류제어방법을 복합적으로 이용
 - 결정귀환 및 정보귀환을 이용
 - 수신측에서 오류 검출하면 ==> REJ 송신
 - 수신측에서 오류 검출 못하면 ==> 데이터 블록 송신
 - 결정귀환 및 전진오류정정(FEC)을 이용
 - 수신측에서 오류 검출하면 ==> REJ 송신
 - ==> 송신측에서는 전진오류정정 방식으로 송신

ARQ

(1) 정지-대기 (Stop-and-Wait) ARQ

- 1개의 데이터 프레임을 송신하고 기다림
- ACK를 수신하면 다음 프레임을 송신후 기다림
- REJ를 수신하면 처음 프레임을 재송신후 기다림
- 대기시간을 초과하면 처음 프레임을 재송신후 기다림

➤ 특징

- 구현이 단순, 비용(버퍼)이 저렴
- 전송효율이 떨어짐 (기다리는 시간)

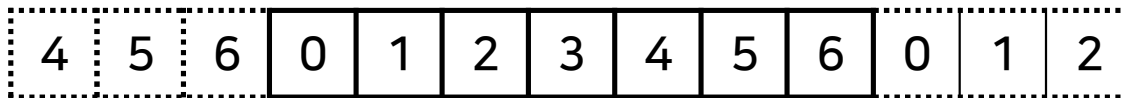
ARQ

(2) 연속적 ARQ

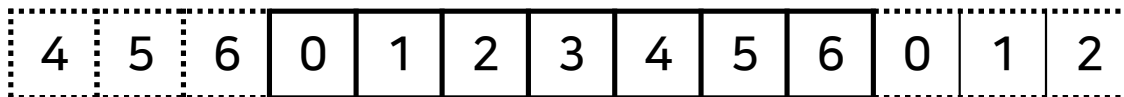
- 여러 개의 데이터 프레임을 송신하고 기다림

1) Go-Back-N ARQ

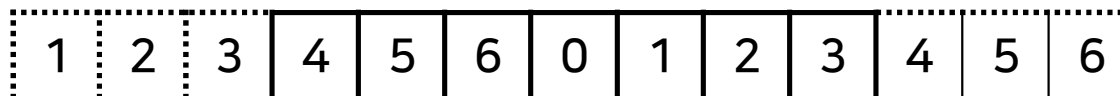
- sliding window



ACK



NAK(4)



ARQ

(2) 연속적 ARQ

2) Selective-Repeat ARQ

- 여러 개의 데이터 프레임을 송신하고 기다림
- REJ가 수신된 프레임만 재전송
- 특징
 - 전송 효율이 Go-Back-N ARQ보다 높음
 - 프레임의 송수신 순서가 달라
재배열이 필요한 문제 등 복잡

ARQ

(3) 적응적 (Adaptive) ARQ

- 프레임의 길이를 동적으로 변경시키는 방법
 - 수신측은 통신오류발생률을 송신측에 통보
 - 송신측은 그에 적합한 프레임 길이로 전송함
- 전송 효율을 높이기 위하여
 - 오류발생률이 높을 때 짧은 프레임으로 전송
 - 오류발생률이 낮을 때 긴 프레임으로 전송
- 구현이 매우 복잡한 단점



전진오류정정 (Forward Error Correction)

- 수신측에서 오류 검출 및 정정까지 할 수 있는 방식
- 연속적인 데이터의 흐름이 필요하고 역방향 채널의 제공이 어려울 때 많이 사용
- 오류정정 코드를 전송
 - 데이터 프레임에 잉여 비트를 추가하여 만듦
 - 해밍(Hamming) 코드
 - 리드 - 물러(Reed-Muller) 코드
 - 리드 - 솔로몬(Reed-Solomon) 코드 등
- 잉여 비트의 크기만큼 전송효율이 떨어지는 단점

학습 내용 정리

제 6 강 데이터 통신의 기능(II)

(1) 주소지정

- 컴퓨터통신망에서 사용자(컴퓨터, 파일 등)를 식별하는 방법
- 명명(naming), 식별(identification)
- 주소지정 방식의 분류
 - 계층의 수
 - 부 네트워크가 제공하는 주소 (논리주소, 물리주소)
 - 같은 주소를 갖는 지국의 수 (단일지국, 복수지국)
 - 주소할당 모드 (정적주소, 동적주소)

학습 내용 정리

제 6 강 데이터 통신의 기능(II)

(2) 오류제어

- 잡음, 고장 등의 영향에 대비하여 RER을 주어진 한계 이내로 유지하는 통신 기능

1) 오류검출 방식

- 패리티 검사
- 검사합 검사
- 순환잉여 검사

학습 내용 정리

제 6 강 데이터 통신의 기능(II)

(2) 오류제어

2) 오류제어 방식

- 귀환오류제어

- 결정귀환 (ARQ) 방법

- Stop-and-Wait ARQ
- 연속적 ARQ
 - ✓ Go-Back-N
 - ✓ Selective-Repeat ARQ
 - ✓ Adaptive ARQ

- 정보귀환 방법, 복합귀환 방법

학습 내용 정리

제 6 강 데이터 통신의 기능(II)

(2) 오류제어

2) 오류제어 방식

- 전진오류정정
 - 역방향 채널의 제공이 어려울 때 많이 사용
 - 오류정정 코드를 전송
 - 해밍(Hamming) 코드
 - 리드 - 물러(Reed-Muller) 코드
 - 리드 - 솔로몬(Reed-Solomon) 코드 등

다음 차시 강의

제 7 강 데이터 통신의 기능(III)

(1) 흐름제어

- 내용, 정의 및 상호 관계
- 흐름제어
- 혼잡제어

(2) 라우팅

- 라우팅 개요
- 라우팅 방법

좋은 글, 좋은 생각

*Tell me and I forget.
Teach me and I remember.
Involve me and I learn.*

내게 말한다면 아마 난 잊을 것어요,
나를 가르친다면 아마 난 기억할 것입니다.
내가 직접 참여한다면 드디어 나는 배우게 됩니다.

- Benjamin Franklin