컴퓨터구조

Computer System Architecture

03

디지털 논리회로

학습 내용

01 논리회로

02 부울 대수

학습 목표

- 디지털 논리회로의 특성을 설명할 수 있다.
- 기본적인 논리회로의 종류와 동작을 설명할 수 있다.
- 논리식을 표현하고 공식화하는 부울 대수의 기본 개념과 연산, 기본 정리에 대해 설명할 수 있다.
- 최적의 디지털 회로 설계를 가능하게 하는 논리식의 간략화를 설명할 수 있다.

지난시간
돌아보기

지/난/시/간/의/ 학/습/내/용

- 정보의 표현과 저장
- 진법 변환
- 보수의 개념
- 데이터의 2진수 표현
- 문자 데이터의 표현

지난시간 돌아보기

보수

- ✓ 컴퓨터가 기본적으로 수행하는 덧셈 회로를 이용하여 뺄셈을 수행하기 위해 사용
- ✓ r의 보수, r−1의 보수

데이터의 2진수 표현

- ✓ 양의 정수, 음의 정수, 소수를 표현
- ✓ 2진수는 0, 1, 부호 및 소수점의 기호를 이용하여 수를 표현
- ✓ 부호가 존재하는 2진 정수의 표현 (1의 보수, 2의 보수)

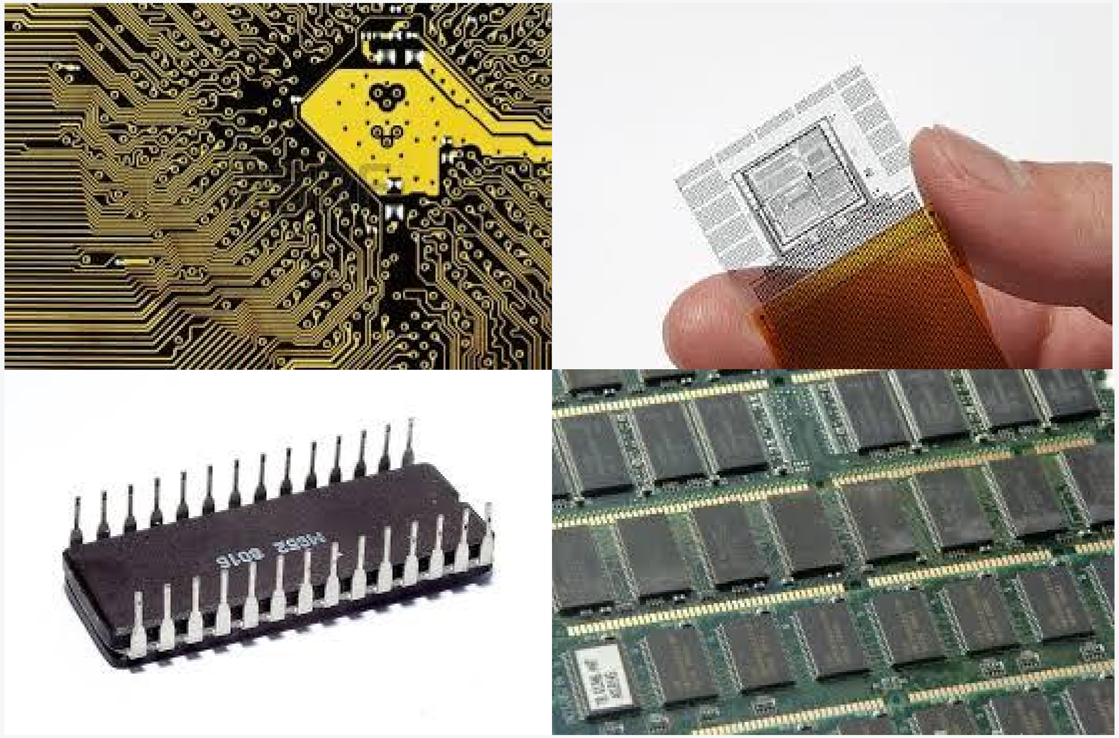
지난시간 돌아보기

문자 데이터의 표현

- ✓ BCD
- ✓ ASCII
- ✓ 패리티 검사
- ✓ 해밍 코드 등

생각
해보기

컴퓨터 시스템의 부속물에는 어떤 것들이 있을까요?



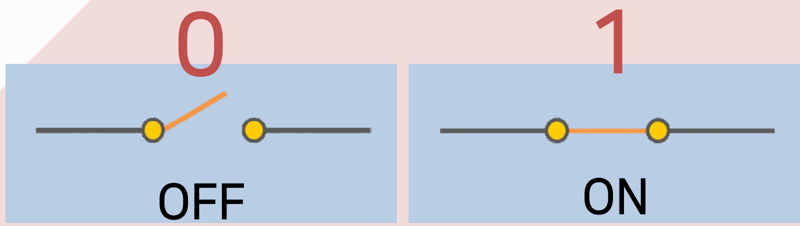
01

논리회로

1) 논리회로
2) 논리회로의 종류

1) 논리회로

- **논리회로란?**



전기적 신호 이용

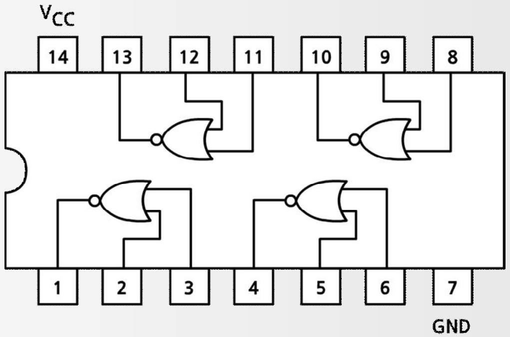
자료를 정보로 가공할 수 있도록 제작된 기계

▶ **디지털 코드로 정의**한 특정 대상을 처리하기 위해
전기적 신호를 제어하는 회로가 필요하고,
이를 위해 제작된 회로

1) 논리회로

- Gate
  - ‘0’, ‘1’의 이진 정보를 처리하는 논리회로
  - 여러 종류가 존재
  - 동작은 부울 대수 이용해 표현
  - 입력과 출력의 관계는 진리표로 표시

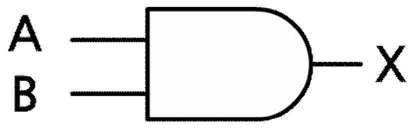
HD74LS02P NOR 게이트 IC칩

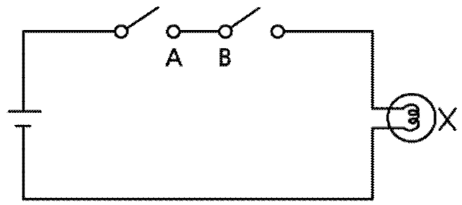


2) 논리회로의 종류

- 기본 논리게이트

AND 게이트
OR 게이트
NOT 게이트
XOR 게이트

<table>
<tr><th>진리표</th><th>기호</th></tr>
<tr><td>
<table>
<tr><th>A</th><th>B</th><th>X</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
</table>
</td><td>


</td></tr>
<tr><th>논리식</th><th>스위치 사용 회로</th></tr>
<tr><td>$X = A \cdot B$</td><td>


</td></tr>
</table>

2) 논리회로의 종류

- 기본 논리게이트

AND 게이트

OR 게이트

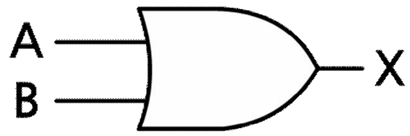
NOT 게이트

XOR 게이트

진리표

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

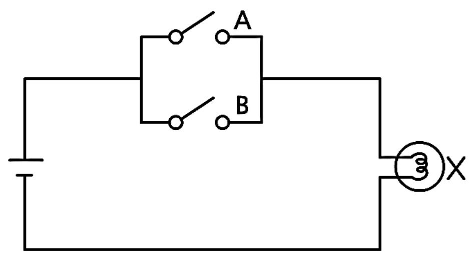
기호



논리식

$$X = A + B$$

스위치 사용 회로



2) 논리회로의 종류

- **기본 논리게이트**

AND 게이트

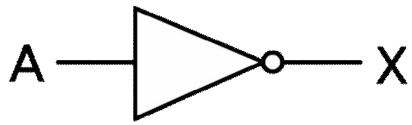
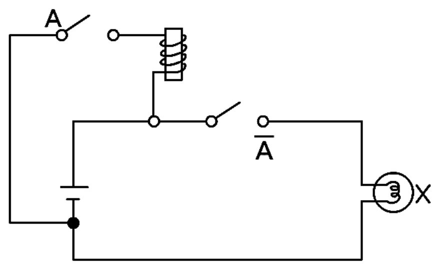
OR 게이트

NOT 게이트

XOR 게이트

<table>
<tr><th>진리표</th><th>기호</th></tr>
<tr><td>

A	X
0	1
1	0

</td><td>
</td></tr>
<tr><th>논리식</th><th>스위치 사용 회로</th></tr>
<tr><td>$X = \overline{A}$</td><td>
</td></tr>
</table>

2) 논리회로의 종류

- 기본 논리게이트

AND 게이트

OR 게이트

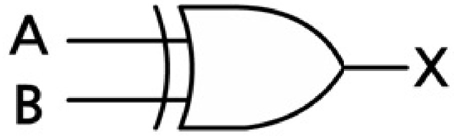
NOT 게이트

XOR 게이트

진리표

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

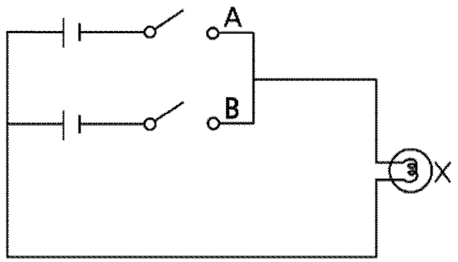
기호



논리식

$$X = A \oplus B$$

스위치 사용 회로



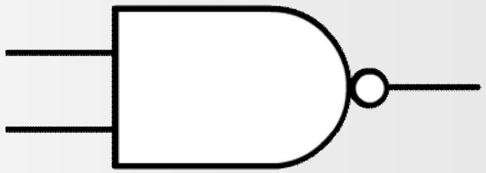
2) 논리회로의 종류

- **기본 논리게이트**

NAND 게이트

NOR 게이트

E-NOR 게이트 (Exclusive Nor)

기호	
논리식	Y = (A·B)'
진리표	A B | Y 0 0 | 1 1 0 | 1 0 1 | 1 1 1 | 0

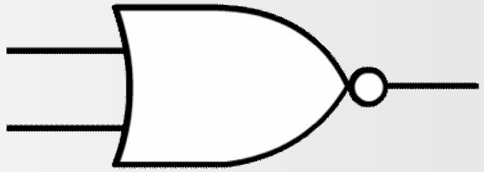
2) 논리회로의 종류

- **기본 논리게이트**

NAND 게이트

NOR 게이트

E-NOR 게이트 (Exclusive Nor)

기호	
논리식	Y = (A+B)'
진리표	(see truth table below)

A	B	Y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

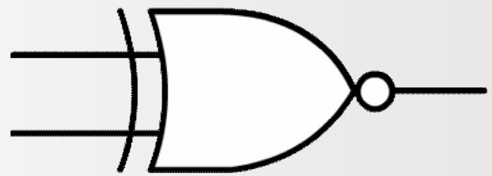
2) 논리회로의 종류

▪ 기본 논리게이트

NAND 게이트

NOR 게이트

E-NOR 게이트 (Exclusive Nor)

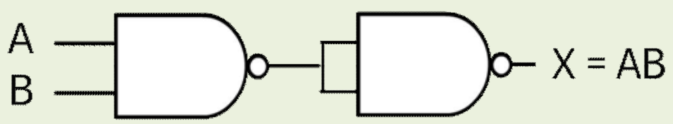
기호	
논리식	$Y = (A \oplus B)' = A \odot B$
진리표	see table below

A	B	Y
0	0	1
1	0	0
1	0	0
1	1	1

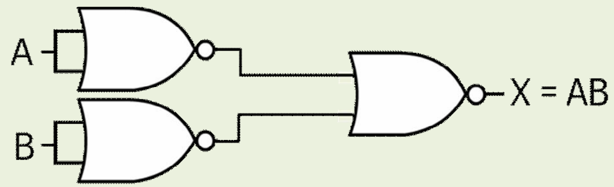
2) 논리회로의 종류

- **유니버셜 게이트**
  - ▶ NAND와 NOR 게이트
  - ▶ 모든 게이트의 구성 가능

NAND 게이트를 사용한
AND 게이트



NOR 게이트를 사용한
AND 게이트



02

부울 대수

1) 개요
2) 부울 대수의 기본 법칙
3) 드모르강(Demorgan) 법칙
4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

1) 개요

- **부울 대수**
  - 2진 변수와 논리동작을 취급하는 대수
  - 논리회로의 형태와 구조를 기술하는데 필요한 수학적인 이론

$$f = x + y'z$$

부울 대수의 장점

변수 사이의 진리표 관계를 대수형식으로 표현

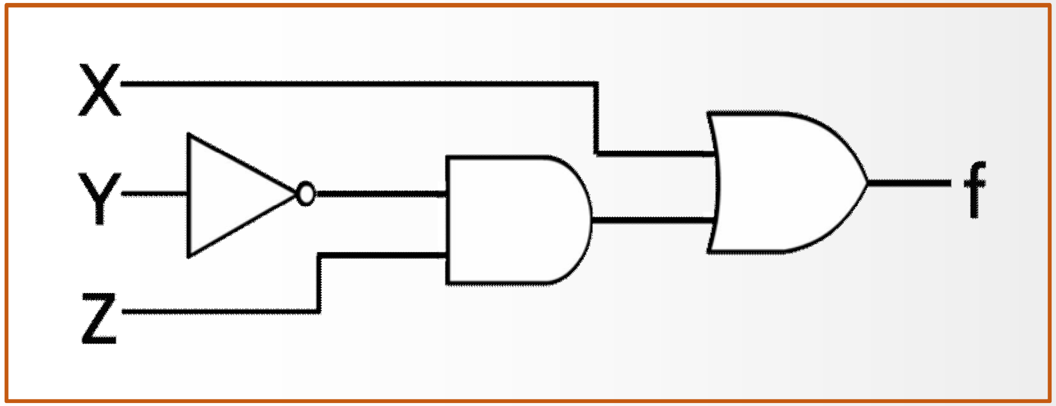
논리도의 입출력 관계를 대수형식으로 표시

동일한 성능을 갖는 더 간단한 회로를 만들기에 편리

1) 개요

- **함수의 논리도와 진리표**

$$f = x + y'z$$



논리도

X	Y	Z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

진리표

1) 개요

- **부울 대수의 기본적 관계**

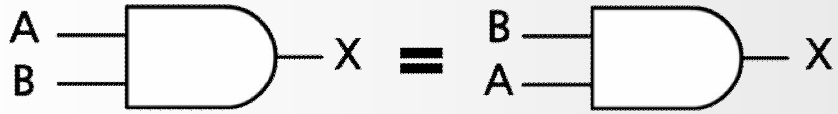
1	$X + 0 = X$	2	$X \cdot 0 = 0$
3	$X + 1 = 1$	4	$X \cdot 1 = X$
5	$X + X = X$	6	$X \cdot X = X$
7	$X + X' = 1$	8	$X \cdot X' = 0$
9	$X + Y = Y + X$	10	$XY = YX$
11	$X + (Y + Z) = (X + Y) + Z$	12	$X(YZ) = (XY)Z$
13	$X(Y + Z) = XY + YZ$	14	$X + YZ = (X + Y)(X + Z)$
15	$(X + Y)' = X'Y'$	16	$(XY)' = X' + Y'$
17	$(X')' = X$		

2) 부울 대수의 기본 법칙

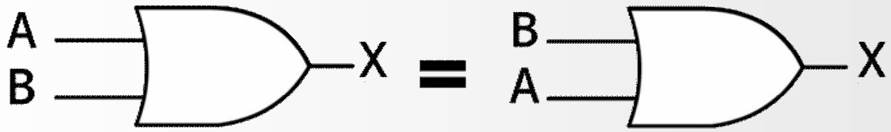
▪ 기본 법칙

교환법칙 | 결합법칙 | 분배법칙 | 다중부정

$$A \cdot B = B \cdot A$$



$$A + B = B + A$$

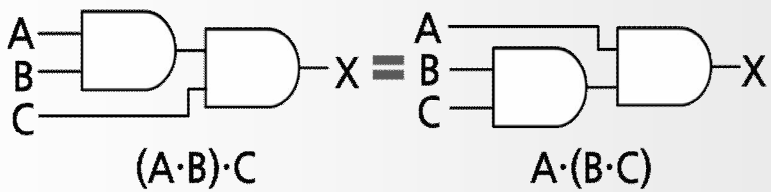


2) 부울 대수의 기본 법칙

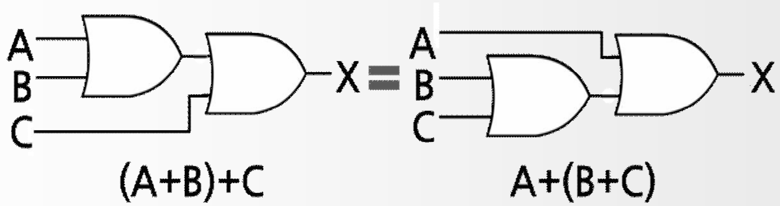
- **기본 법칙**

교환법칙 | **결합법칙** | 분배법칙 | 다중부정

$$A\cdot(B\cdot C) = (A\cdot B)\cdot C$$



$$(A+B)+C = A+(B+C)$$

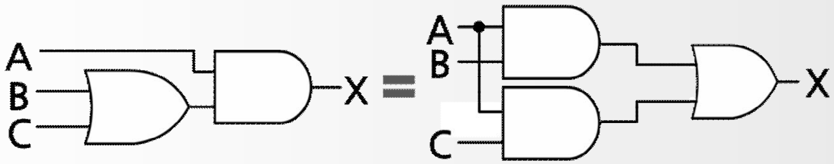


2) 부울 대수의 기본 법칙

- **기본 법칙**

교환법칙 | 결합법칙 | **분배법칙** | 다중부정

$$A \cdot (B+C) = A \cdot B + A \cdot C$$



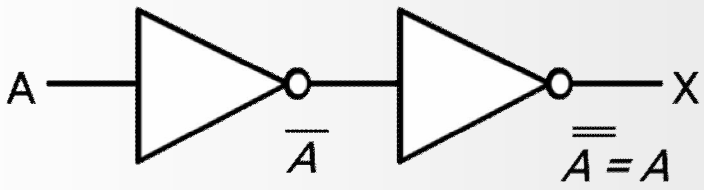
$A \cdot (B+C)$ $(A \cdot B) + (A \cdot C)$

2) 부울 대수의 기본 법칙

- 기본 법칙

교환법칙 | 결합법칙 | 분배법칙 | **다중부정**

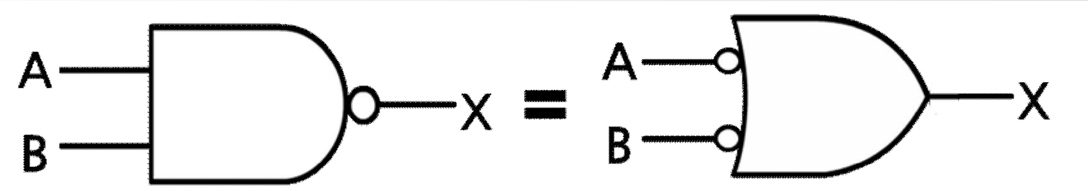
$$A'' = A$$



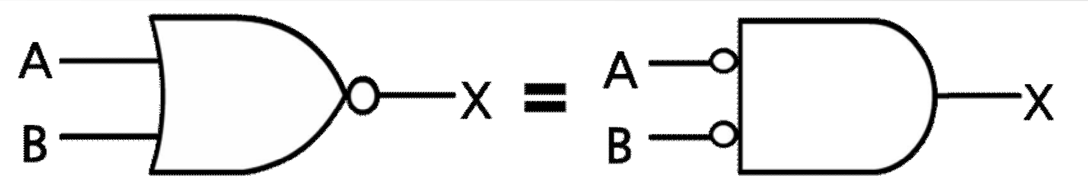
3) 드모르강(Demorgan) 법칙

- **드모르강(Demorgan) 법칙**
  - ▶ NOR와 NAND를 취급하는데 유용

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$



$$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$



4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

- **카르노 도표**
  - ▶ **부울 대수식을 간소화** 하기 위한 가장 체계적이고, 간단한 방법
  - ▶ 최적의 간략화에 근거한 디지털 회로설계만이
    게이트 수의 최소화 가능

4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

- 2변수 카르노 도표

X \ Y	0	1
0	X'Y'	X'Y
1	X Y'	X Y

1칸은 2개의 변수로 표현

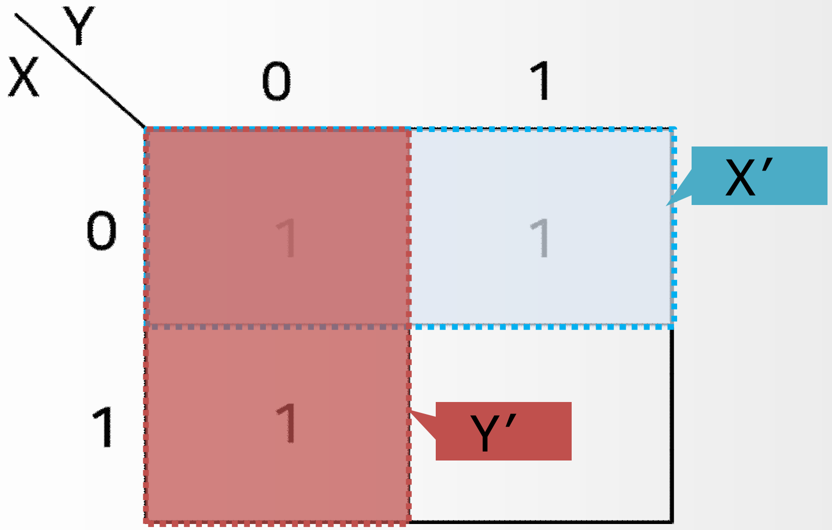
X \ Y	0	1
0	0 (00)	1 (01)
1	2 (10)	3 (11)

인접한 2칸은 1개의 변수로 표현

4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

- **2변수 카르노 도표**

예 F(X, Y) = X′Y′ + X′Y + XY′ = X′ + Y′



4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

- **3변수 카르노 도표**

X \ YZ	00	01	11	10
0	X'Y'Z'	X'Y'Z'	X'YZ	X'YZ'
1	XY'Z'	XY'Z	XYZ	XYZ'

X \ YZ	00	01	11	10
0	0 (000)	1 (001)	3 (011)	2 (010)
1	4 (100)	5 (101)	7 (111)	6 (110)

4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

- **3변수 카르노 도표**

예 $F(X, Y, Z) = XY'Z' + XY'Z + XYZ + XYZ'$

X \ YZ	00	01	11	10
0				
1	1	1	1	1

X

4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

- **3변수 카르노 도표**

예 F(X, Y, Z) = X′Y′Z′ + XY′Z′ + X′YZ′ + XYZ

X \ YZ	00	01	11	10
0	1			1
1	1			1

Z′

4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

- **4변수 카르노 도표**

WX \ YZ	00	01	11	10
00	W'X'Y'Z	W'X'Y'Z	W'X'Y'Z	W'X'YZ'
01	W'XY'Z	W'XYZ'	W'XYZ	W'XYZ'
11	WXY'Z'	WZY'Z	WXYZ	WXYZ'
10	WX'Y'Z'	WX'Y'Z	WX'YZ	WX'YZ'

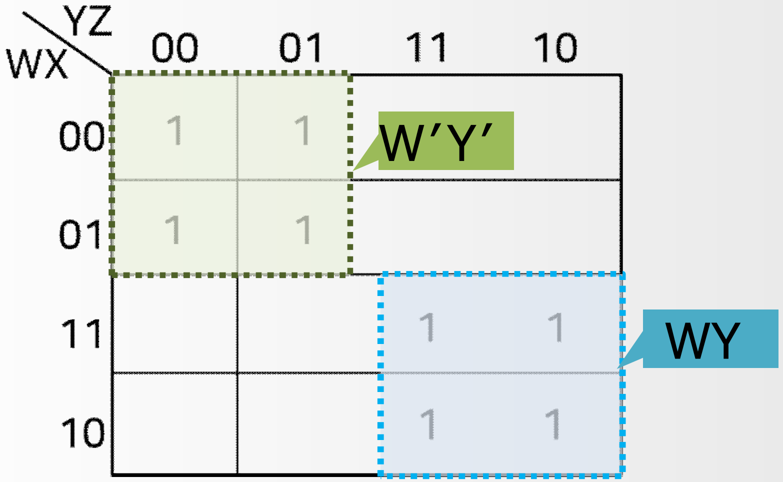
WX \ YZ	00	01	11	10
00	0 (0000)	1 (0001)	3 (0011)	2 (0010)
01	4 (0100)	5 (0101)	7 (0111)	6 (0110)
11	12 (1100)	13 (1101)	15 (1111)	14 (1110)
10	8 (1000)	9 (1001)	11 (1011)	10 (1010)

4) 카르노 맵(Karnaugh map)을 이용한 부울 함수 간소화

- **4변수 카르노 도표**

예 $F(W, X, Y, Z) = W'X'Y'Z' + W'X'Y'Z + W'XY'Z' + W'XY'Z$
$+ WXYZ + WXYZ' + WX'YZ + WX'YZ'$

$F(W, X, Y, Z) = \Sigma(0, 1, 4, 5, 10, 11, 14, 15)$



예제

$$F = \overline{ABCD} + \overline{ABC}D + \overline{A}B\overline{CD} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + AB\overline{CD}$$
$$+ ABC\overline{D} + A\overline{B}CD$$

① 함수식의 진리값을 Karnaugh Map에 표시

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1		
01	1	1	1	1
11	1			1
10			1	

예제

$$F = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}BCD + \bar{A}BC\bar{D} + AB\bar{C}\bar{D} + ABC\bar{D} + A\bar{B}CD$$

② '1'로 표시된 진리값 중 인접한 값을 1, 2, 4, 8, 16개씩 묶음
(큰 개수로 묶는 것이 함수화를 가장 최소화)

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1		
01	1	1	1	1
11	1			1
10			1	

1 $\bar{A}\bar{C}$

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1		
01	1	1	1	1
11	1			1
10			1	

1 $\bar{A}\bar{C}$

2 $\bar{A}B$

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1		
01	1	1	1	1
11	1			1
10			1	

1 $\bar{A}\bar{C}$

2 $\bar{A}B$

3 BD

진리값들은 각각 다른 묶음에 여러 번 중복하여 묶일 수 있음!

예제

$F = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + AB\overline{C}\,\overline{D}$
$+ ABC\overline{D} + A\overline{B}CD$

③ 인접한 값이 없는 경우 단독으로 묶이며 단독으로 묶인 집합은 간략화할 수 없음

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1		
01	1	1	1	1
11	1			1
10			1	

1 $\overline{A}C$ 2 $\overline{A}B$ 3 BD $A\overline{B}CD$

각각의 묶인 집합을 간략화 함, 각각의 간략화된 함수식을 OR 연산을 함

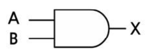
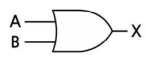
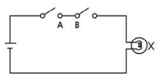
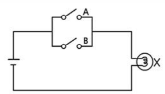
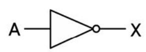
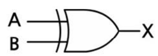
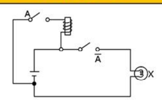
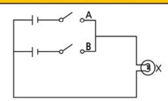
$F = \overline{A}C + \overline{A}B + BD + A\overline{B}CD$

정리
하기

논리회로

✓ 게이트

- AND, OR, NOT, XOR 게이트의 회로도 표시, 진리표

진리표	기호	진리표	기호
A B X 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1		A B X 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	
논리식	**스위치 사용 회로**	**논리식**	**스위치 사용 회로**
X = A · B		X = A + B	
진리표	**기호**	**진리표**	**기호**
A X 0 1 1 0		A B X 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0	
논리식	**스위치 사용 회로**	**논리식**	**스위치 사용 회로**
X = $\overline{A}$		X = A ⊕ B	

정리
하기

부울 대수

✓ 기본 법칙

- 교환법칙, 결합법칙, 분배법칙, 다중부정 등

✓ 부울 대수의 기본적 관계

1	X + 0 = X	2	X · 0 = 0
3	X + 1 = 1	4	X · 1 = X
5	X + X = X	6	X · X = X
7	X + X' = 1	8	X · X' = 0
9	X + Y = Y + X	10	XY = YX
11	X + (Y + Z) = (X + Y) + Z	12	X(YZ) = (XY)Z
13	X(Y + Z) = XY + YZ	14	X + YZ = (X + Y) (X + Z)
15	(X + Y)' = X' Y'	16	(XY)' = X' + Y'
17	(X')' = X		

✓ 카르노 맵을 이용한 부울 함수 간소화

- 도식적 표현을 사용해 부울 대수를 간략화

- 다음 시간에 살펴 볼 내용 -

04주차

조합 및 순서 논리회로

수고하셨습니다.