3장 디지털 논리

다루는 내용

- ✓논리 게이트
- ✓부울 대수
- ✓논리식의 간략화
- ✓플립플롭

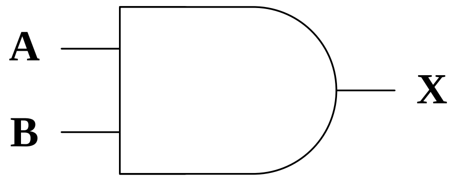
Section 01 논리 게이트

- 디지털 컴퓨터에서 모든 정보는 '0' 또는 '1'을 사용하여 표현

- 게이트(gate)
  - '0', '1'의 이진 정보를 처리하는 논리회로
  - 여러 종류가 존재
  - 동작은 부울 대수를 이용하여 표현
  - 입력과 출력의 관계는 진리표로 표시

AND 게이트

- 모든 입력이 1인 경우에만 1을 출력
- AND 게이트 기호와 진리표



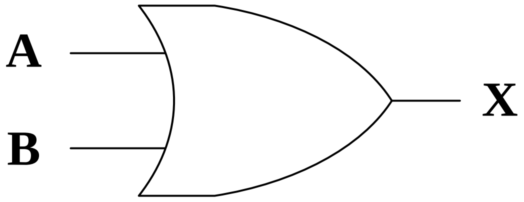
입력(A)	입력 (B)	출력(X)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- AND 게이트의 대수적 표현

$$X = A \cdot B$$

OR 게이트

- 입력 중 최소한 한 개 이상의 입력이 '1'을 갖는 경우 1을 출력
- OR 게이트 기호와 진리표



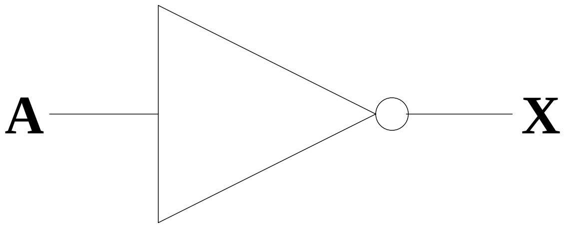
입력(A)	입력 (B)	출력(X)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- OR 게이트의 대수적 표현

$$X = A + B$$

NOT 게이트

- 입력에 대하여 반대 논리를 출력
- NOT 게이트 기호와 진리표



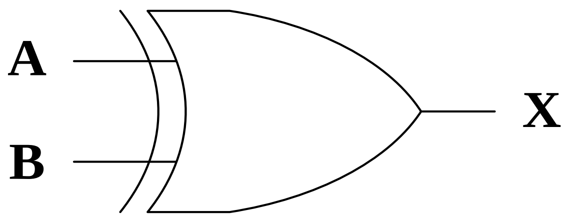
NOT 게이트의 기호

입력(A)	출력(X)
0	1
1	0

- NOT 게이트의 대수적 표현 $X = \overline{A}$

XOR 게이트

- 두 입력이 서로 반대되는 조건인 경우 1을 출력
- XOR 게이트 기호와 진리표



XOR

입력(A)	입력 (B)	출력(X)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

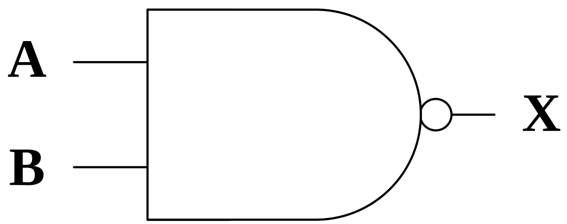
- XOR 게이트의 대수적 표현

$$X = A \oplus B$$

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

NAND 게이트

- AND와 NOT 게이트의 결합형태로 AND 게이트와 반대로 동작한다.
- NAND 게이트 기호와 진리표



NAND

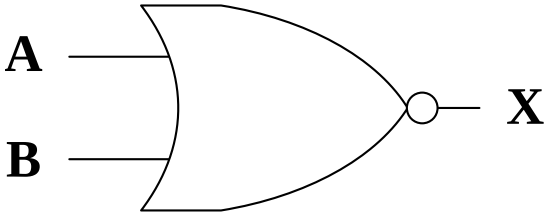
입력(A)	입력 (B)	출력(X)
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- NAND 게이트의 대수적 표현

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

NOR 게이트

- OR와 NOT 게이트의 결합형태로 OR 게이트와 반대로 동작
- NOR 게이트 기호와 진리표



NOR

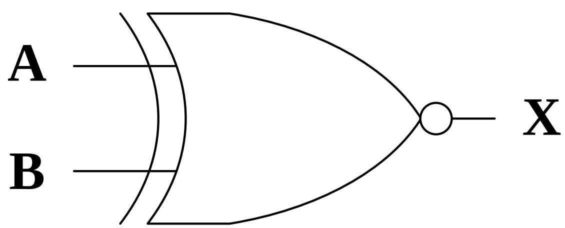
입력(A)	입력 (B)	출력(X)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

- NOR 게이트의 대수적 표현

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

NXOR 게이트

- XOR와 NOT 게이트의 결합형태로 XOR 게이트와 반대로 동작
- NXOR 게이트 기호와 진리표



NXOR

입력(A)	입력 (B)	출력(X)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

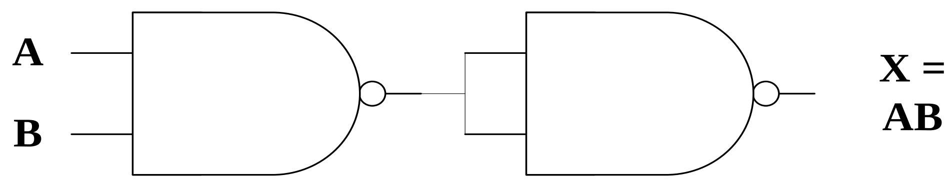
- NXOR 게이트의 대수적 표현

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

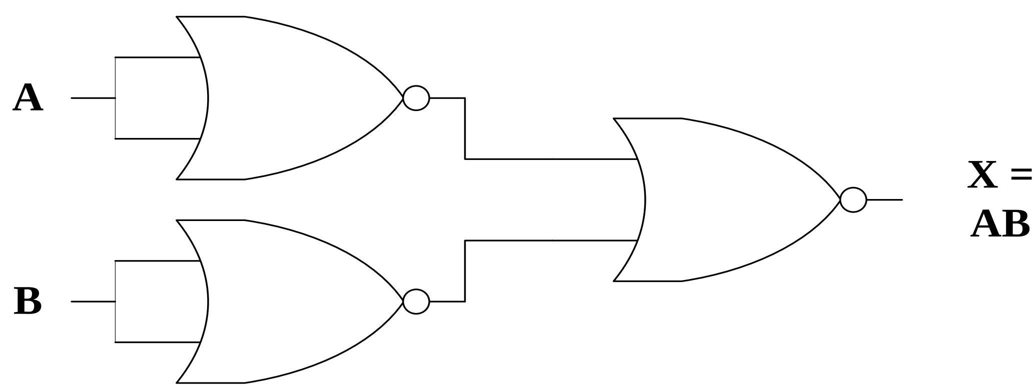
$$= \overline{A \oplus B}$$

유니버셜 게이트 (Universal Gate)

- NAND와 NOR 게이트를 유니버셜 게이트라 한다.
  - 모든 게이트의 구성이 가능
- AND 게이트



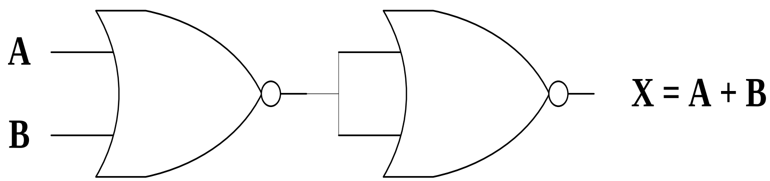
(a) NAND 게이트를 사용한 AND 게이트



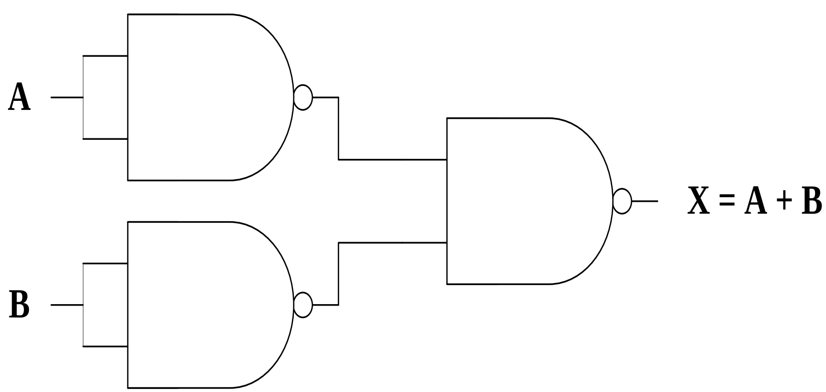
(B) NOR 게이트를 사용한 AND 게이트

유니버설 게이트 (Universal Gate)

- OR 게이트

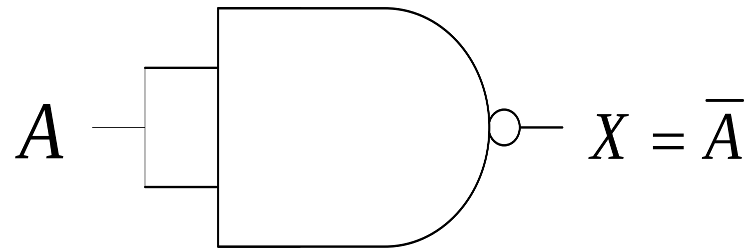


(a) NOR 게이트를 사용한 OR 게이트

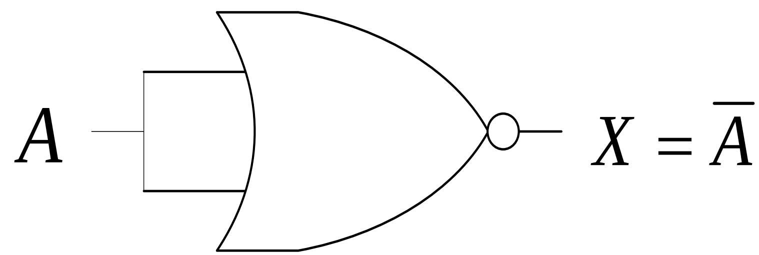


(B) NAND 게이트를 사용한 OR 게이트

- **NOT 게이트**



(a) NAND 게이트를 사용한 NOT 게이트



(B) NOR 게이트를 사용한 NOT 게이트

Section 02 부울 대수 (Boolean Algebra)

- 논리 회로의 형태와 구조를 기술하는데 필요한 수학적인 이론

- 부울 대수를 사용하면 변수들의 진리표 관계를 대수식으로 표현하기에 용이

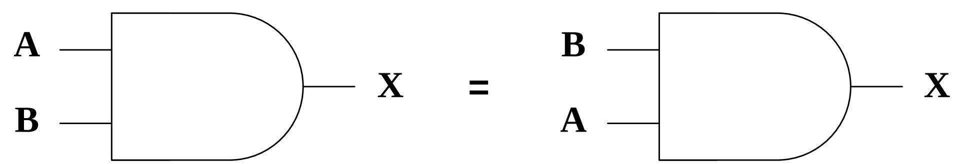
- 동일한 성능을 갖는 더 간단한 회로를 만들기에 편리하다.

부울 대수의 기본 법칙

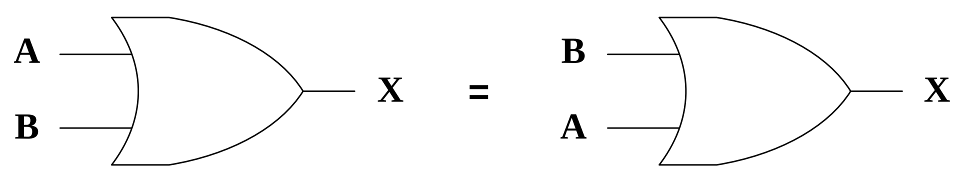
- 교환법칙(commutative Law)
- 결합법칙(Associative Law)
- 분배법칙(Distributive Law)
- 다중부정

교환법칙(commutative Law)

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



A·B = B·A



A+B = B+A

A	B	A·B	B·A	A+B	B+A
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1

결합법칙(Associative Law)

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

A	B	C	(A·B)·C	A·(B·C)	(A+B)+C	A+(B+C)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1
1	1	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1

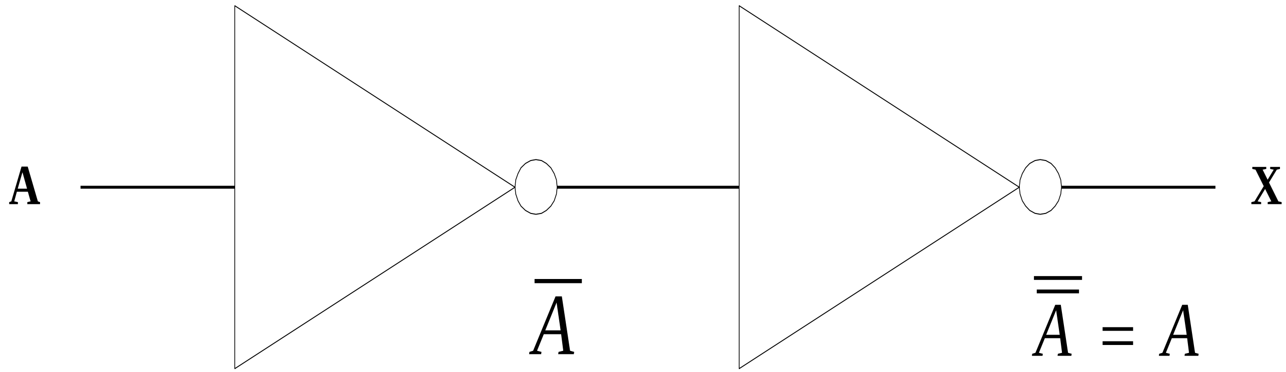
분배법칙(Distributive Law)

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

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

A	B	C	$A \cdot (B+C)$	$(A \cdot B)+(A \cdot C)$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

다중부정



A	$\overline{A}$	$\overline{\overline{A}}$	$\overline{\overline{\overline{A}}}$
0	1	0	1
1	0	1	0

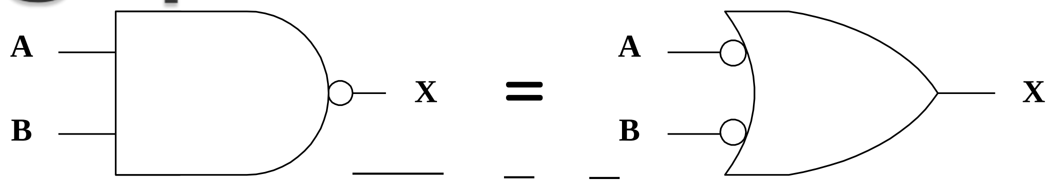
부울 대수의 기본 법칙

1. $A + \mathbf{0} = A$	7. $A \cdot A = A$
2. $A + \mathbf{1} = \mathbf{1}$	8. $A \cdot \overline{A} = \mathbf{0}$
3. $A \cdot \mathbf{0} = \mathbf{0}$	9. $\overline{\overline{A}} = A$
4. $A \cdot \mathbf{1} = A$	10. $A + AB = A$
5. $A + A = A$	11. $A + \overline{A}B = A + B$
6. $A + \overline{A} = \mathbf{1}$	12. $(A + B) \cdot (A + C) = A + BC$

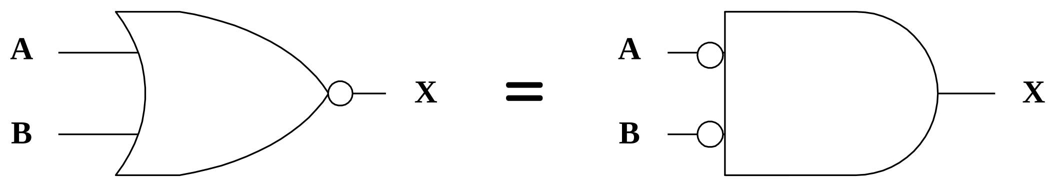
드모르강의 정리

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

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



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



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

A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A\cdot B}$	$\overline{A}+\overline{B}$	$\overline{A+B}$	$\overline{A}\cdot\overline{B}$
0	0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0

최소항(Minterm)과 최대항(Maxterm)

- 최소항에 대한 기호
  - 영어 소문자 m과 아래첨자를 사용
- 최대항에 대한 기호
  - 영어 대문자 M과 아래첨자를 사용
- 아래첨자
  - 최소항(최대항)과 대응 되는 2진수를 10진수로 표기

최소항(Minterm)과 최대항(Maxterm)

변수 x y z	최소항 표기	최소항 기호	최대항 표기	최대항 기호
0 0 0	$x'y'z'$	m_0	$x+y+z$	M_0
0 0 1	$x'y'z$	m_1	$x+y+z'$	M_1
0 1 0	$x'yz'$	m_2	$x+y'+z$	M_2
0 1 1	$x'yz$	m_3	$x+y'+z'$	M_3
1 0 0	$xy'z'$	m_4	$x'+y+z$	M_4
1 0 1	$xy'z$	m_5	$x'+y+z'$	M_5
1 1 0	xyz'	m_6	$x'+y'+z$	M_6
1 1 1	xyz	m_7	$x'+y'+z'$	M_7

3변수 최소항 및 최대항과 기호

곱의 합(SOP)과 합의 곱(POS) 형태의 논리식

- 최소항(또는 최대항)의 조합에 의한 논리식
  - 곱의 합(sum of products) 형태
    - AND 연산(곱)으로 구성된 항들이 OR 연산(합)으로 연결
    - Ex) $F(A,B,C,D) = ABCD+A'B'CD+ABC'D'$
  - 합의 곱(product of sums) 형태
    - OR 연산(합)으로 구성된 항들이 AND 연산(곱)으로 연결
    - Ex) $F(A,B,C,D) = (A'+B+C+D)(A+B'+C'+D)(A+B'+C+D')$