

제10장 컴퓨터구조

1. 불대수

1. 불대수 개요

불대수(boolean algebra)에서 변수는 1 또는 0의 값만을 가질 수 있다. 불대수에서 1은 참(true), 0은 거짓(false)을 의미한다. 불대수는 디지털 컴퓨터에 사용되는 회로설계의 기초가 된다. 불대수는 1847년 영국의 수학자 조지 불이 기본규칙을 공식화 하였다.

대수학	$1 + 2 = 2$
불대수	$1 + 1 = 1$

- 일반 대수학에서 다루는 연산과 불대수의 연산은 조금 차이가 있다.
- 위에 소개한 것은 일반 대수학에서 다루는 연산과 불대수 연산의 차이점이다.

// 디지털 논리회로와 불대수

디지털(digital)은 정보 표현 방식이 불연속적인값으로 표시된다는 것을 나타내는 용어이다. 예를 들면, 자연수 1, 2, 3, 4, . . . 는 불연속적인값을 나타낸다. 현재, 우리가 사용하고 있는 컴퓨터는 대부분이 디지털 컴퓨터이며, 내부적으로 0과 1이라는 두 개의 수를 사용하여 정보를 처리하는 이진수 시스템이다. 디지털 논리회로는 0과 1을 다루는 논리회로이고 불대수는 0과 1을 다루는 논리회로를 수학적 원리로 표현하는 것이다.



탐구

불대수(boolean algebra)

- ① 불대수는 1847년 영국의 수학자 조지 불이 기본규칙을 공식화 하였다.
→ 그 후, 여러 수학자들에 의해 보완되었고, 집합론 등에 응용되었다.
- ② 현재, 불대수는 디지털 컴퓨터에 사용되는 회로설계의 기초가 된다.
- ③ 불대수에서 변수는 1 또는 0의 값만을 가질 수 있다.
→ 1은 (참, true), 0(거짓, false)을 의미한다.
- ④ 불대수에서 기본적인 논리 연산으로 OR, AND, NOT이 있다.
→ 이들은 덧셈(+), dot(\cdot), overbar($\bar{\quad}$) 기호로 표시한다.

// 불대수 기본 연산

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

$$A \text{ OR } B = A + B$$

A	B	A · B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$A \text{ AND } B = A \cdot B$$

A	\bar{A}
0	1
1	0

$$\text{NOT } A = \bar{A}$$

- OR 연산은 두 변수 중 어느 하나라도 1이면 결과가 1이 된다.
- AND 연산은 두 변수의 값이 모두 1일 때만 결과가 1이 된다.
→ AND 연산에서 dot(\cdot)는 생략하기도 한다.($A \cdot B \equiv AB$)
- NOT 연산은 변수의 값을 반대로 바꾼다.
→ overbar($\bar{\quad}$)는 기호 '로 표기하기도 한다.(\bar{A} 는 A' 처럼 표기하기도 한다)
- 연산자의 우선순위는 () → NOT → AND → OR 순이다.
→ AND는 \wedge , OR는 \vee , NOT은 \neg 나 \sim 로 표기하기도 한다.

2. 불대수 정리 및 법칙

가설	$x + 0 = x$ $x + x' = 1$	$x \cdot 1 = x$ $x \cdot x' = 0$
정리	$x + x = x$ $x + 1 = 1$	$x \cdot x = x$ $x \cdot 0 = 0$
흡수법칙	$x + x \cdot y = x$	$x \cdot (x + y) = x$
교환법칙	$x + y = y + x$	$x \cdot y = y \cdot x$
결합법칙	$x + (y + z) = (x + y) + z$	$x \cdot (y \cdot z) = (x \cdot y) \cdot z$
분배법칙	$x \cdot (y + z) = x \cdot y + x \cdot z$	$x + y \cdot z = (x + y)(x + z)$
드모르간 법칙	$(x + y)' = x' \cdot y'$	$(x \cdot y)' = x' + y'$

시험에서 불대수는 **분배법칙**이 많이 응용된다.

-
- $y = a + a'bc = (a + a')(a + bc) = (a + a')(a + b)(a + c)$
 - 불대수를 공부하기 전에 미리 소개한 것이다. 일반 대수학에서 다루는 성질과 다른 부분이다.
 - 불대수를 대수적으로 간략화할 때 이렇게 전개되는 것이 있는지 잘 찾아보아야 한다.
-

// 참고 : 대수(代數)와 대수(對數)

대수(代數) algebra	<ul style="list-style-type: none"> • 대수(代數)를 직역하면 수를 대신한다는 뜻이다. • 대수(代數)는 수 또는 수를 대신한 문자와 관련된 연산과 그 관계를 다룬다. • 대수(代數)는 수학적 구조를 다루는 대수학을 뜻한다. • 사칙연산, 논리연산 등을 이용 • 식 표현 또는 방정식 풀이 등 • 代 : 대신할 대 • 예 : 대리(代理), 대신(代身), 대변(代辯), 대표(代表) • 예 : 대수학(代數學), 불대수(代數) 등
대수(對數) logarithm log	<ul style="list-style-type: none"> • 대수(對數)는 로그(log)를 뜻한다. • 對 : 대할 대 • 예 : 반대(反對), 대응(對應), 對象(대상), 對話(대화), 相對(상대) • 예 : 이산대수(離散對數, discrete log), 상용대수(常用對數, common log) 등



예 제

불대수 간략화

- 불대수 간략화는 **대수적** 또는 **카르노맵** 등을 이용할 수 있다.
- 비슷한 수식이지만 풀이 방법은 전혀 다를 수 있다. 먼저, 간략화를 검토해 본다.

1. $y = a + ab$

① 흡수법칙	② 없어진 변수 추가	③ 분배법칙	④ 카르노맵 이용									
$y = a + ab$ $= a(1 + b)$ $= a \cdot 1$ $= a$	$y = a + ab$ $= a(b + b') + ab$ $= ab + ab' + ab$ $= ab + ab'$ $= a(b + b')$ $= a$	$y = a + ab$ $= (a + a)(a + b)$ $= ?$ <p>• 간략화 불가</p>	$y = a + ab = ab + ab'$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>a \ b</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">→ a</p>	a \ b	0	1	0			1	1	1
a \ b	0	1										
0												
1	1	1										

2. $y = a' + ab$

① 분배법칙	② 없어진 변수 추가	③ 카르노맵 이용									
$y = a' + ab$ $= (a' + a)(a' + b)$ $= 1 \cdot (a' + b)$ $= a' + b$	$y = a' + ab$ $= a'(b + b') + ab$ $= a'b + a'b' + ab$ $= ?$ <p>• 원래 수식으로 복귀</p>	$y = a' + ab = a'b + a'b' + ab$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>a \ b</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">→ a' → b</p>	a \ b	0	1	0	1	1	1		1
a \ b	0	1									
0	1	1									
1		1									

3. $y = ab + ac + a'b'c$

① 없어진 변수 추가	② 카르노맵 이용															
$y = ab + ac + a'b'c$ $= ab(c + c') + ac(b + b') + a'b'c$ $= abc + abc' + abc + ab'c + a'b'c$ $= abc + abc' + ab'c + a'b'c$ $= ab(c + c') + b'c(a + a')$ $= ab + b'c$	$y = ab + ac + a'b'c$ $= abc + abc' + ab'c + a'b'c$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>a \ bc</td> <td>00</td> <td>01</td> <td>11</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">→ b'c → ab</p>	a \ bc	00	01	11	10	0		1			1		1	1	1
a \ bc	00	01	11	10												
0		1														
1		1	1	1												

3. 대수식을 이용한 불대수의 간소화

$$\begin{aligned} \textcircled{1} F1 &= a + a'b && \text{분배법칙} \\ &= (a + a')(a + b) && \leftarrow \\ &= 1 \cdot (a + b) = a + b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} F2 &= a + ab' && \text{흡수법칙} \\ &= a(b + b') && | \\ &= a \cdot 1 && | \\ &= a && \leftarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{3} F3 &= (a + b)(a \cdot b)' && \text{드모르간 법칙} \\ &= (a + b)(a' + b') && \leftarrow \\ &= aa' + ab' + ba' + bb' = ab' + ba' \end{aligned}$$

[예제 1] 다음 불대수를 간소화하면? [2005년 국가 9급]

$\begin{aligned} \textcircled{1} y &= a + b + bc \\ &= a + b(1 + c) \\ &= a + b(1 + c) \\ &= a + b \end{aligned}$	$\begin{aligned} \textcircled{2} y &= a + a'b + bc \\ &= (a + a')(a + b) + bc \\ &= a + b + bc \text{ (}\textcircled{1}\text{과 같다)} \\ &= a + b \end{aligned}$
$\begin{aligned} \textcircled{3} y &= ab + a'b + ab' \\ &= b + ab' \\ &= (b + a)(b' + b) \\ &= (a + b) \end{aligned}$	$\begin{aligned} \textcircled{4} y &= ab' + b + ac' + c \\ &= (a + b)(b' + b) + (a + c)(c' + c) \\ &= (a + b) + (a + c) \\ &= a + b + c \end{aligned}$

[예제 2] $Y = (A + B)(C + A) + ABC + AB'C + ABC'$ [2007년 국가 9급]

$$\begin{aligned} Y &= (A + B)(C + A) + ABC + AB'C + ABC' \\ &= AC + A + BC + AB + ABC + AB'C + ABC' \\ &= \underline{A(C + 1 + B + BC + B'C + BC')} + BC \rightarrow 1 \text{이 있으면 } () \text{ 안은 그냥 } 1 \text{이다} \\ &= A \cdot 1 + BC \\ &= A + BC \end{aligned}$$

4. 카르노맵(karnaugh map)

① 입력변수가 2개일 때 카르노맵

A \ B	0	1
0	A'B'	A'B
1	AB'	AB

• 카르노맵에서 AND로 결합된 각 항목을 최소항(minterm)이라 한다.

② 입력변수가 3개일 때 카르노맵

A \ BC	00	01	11	10
0	A'B'C'	A'B'C	A'BC	A'BC'
1	AB'C'	AB'C	ABC	ABC'

• 카르노맵 작성에서 두 개의 변수가 가질 수 있는 경우의 값을 차례로 기술할 때 '11'을 3번째 기술한다.

③ 입력변수가 4개일 때 카르노맵

AB \ CD	00	01	11	10
00	A'B'C'D'	A'B'CD	A'BCD	A'BCD'
01	A'BCD'	A'BCD	A'BCD	A'BCD'
11	ABCD'	ABCD	ABCD	ABCD'
10	AB'CD'	AB'CD	AB'CD	AB'CD'

— <카르노맵을 이용한 대수식 간소화 순서> —

- ① 먼저, 변수의 개수에 따라 카르노맵을 작성한다.
- ② 대수식의 각 항에 대응하는 카르노맵의 최소항 위치에 1을 채운다.
- ③ 카르노맵에서 인접한 1을 상하좌우로 2의 누승배(1, 2, 4, 8, ...)가 되도록 묶는다.
→ 가능하면 크게 묶으며, 묶는 회수는 최소가 되도록 한다.
- ④ 각 묶음 단위로 0과 1에 걸쳐 있는 변수를 제거한다.
- ⑤ 변수가 제거된 각 항을 더한 것이 '단순화한 결과'이다.($Y = A + B'$)

[예] 대수식 $Y = A'B' + AB + AB'$ 인 경우

A \ B	0	1
0	1	
1	1	1

→ B' (변수 A는 0과 1에 걸쳐 있어서 제거함)
→ A (변수 B는 0과 1에 걸쳐 있어서 제거함)

∴ 단순화한 결과 $Y = A + B'$ → 변수 B는 0 영역이므로 B'

// 최소항(minterm)

- 카르노맵에서 n개의 변수는 2^n 개의 최소항으로 구성된다.
- 최소항 : 변수들이 AND로 결합된 것이다.(표준적) [예] 2변수인 경우 : ab, ab', a'b, a'b'

① 입력변수가 2개인 경우

a \ b	0	1
0	m0	m1
1	m2	m3

$$\begin{aligned}
 F(A, B) &= \Sigma(0, 2) \\
 &= m0 + m2 \\
 &= A'B' + AB'
 \end{aligned}$$

② 입력변수가 3개인 경우

a \ bc	00	01	11	10
0	m0	m1	m3	m2
1	m4	m5	m7	m6

$$\begin{aligned}
 F(A, B, C) &= \Sigma(1, 2, 5, 7) \\
 &= m1 + m2 + m5 + m7 \\
 &= a'b'c + a'bc' + ab'c + abc
 \end{aligned}$$

③ 입력변수가 4개인 경우

ab \ cd	00	01	11	10
00	m0	m1	m3	m2
01	m4	m5	m7	m6
11	m12	m13	m15	m14
10	m8	m9	m11	m10

$$\begin{aligned}
 F(A, B, C, D) &= \Sigma(2, 8, 15) \\
 &= m2 + m8 + m15 \\
 &= a'b'cd' + ab'c'd' + abcd
 \end{aligned}$$

[예제 3] 다음 불함수를 간소화하여라.

$$F(a, b, c, d) = \Sigma(0, 2, 5, 7, 8, 10, 13, 15)$$

(풀이) 4변수 카르노맵을 그려서 해결한다.

ab \ cd	00	01	11	10
00	1			1
01		1	1	
11		1	1	
10	1			1

$\rightarrow b'd'$
 $\rightarrow bd$

$$F(a, b, c, d) = \Sigma(0, 2, 5, 7, 8, 10, 13, 15) = bd + b'd'$$



예 제

카르노맵을 이용한 불대수의 간소화 및 기타

[예제 1] $Y = AB + A'C + BC$ [2023년 군무 9급]

$Y = AB + A'C + BC$

$= AB(C+C') + A'C(B+B') + BC(A+A')$

$= ABC + ABC' + A'BC + A'B'C + ABC + A'BC$

$= ABC + ABC' + A'BC + A'B'C$

→ 주어진 식에서 없어진 변수를 복원한다.

→ 각 항을 알파벳 순으로 분배한다.

→ 중복된 항은 제거한다.

→ 이 식을 참고하여 카르노맵을 작성한다.

	BC	00	01	11	10
A					
0			1	1	
1				1	1

→ A'C(변수 B는 0과 1에 걸쳐 있어서 제거함)

→ AB(변수 C는 0과 1에 걸쳐 있어서 제거함)

$\therefore Y = AB + A'C$

[예제 2] $Y = A'B' + B'C + C'A$ (어려운 것!)

$Y = A'B' + B'C + C'A$

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

$= A'B'C + A'B'C' + AB'C + A'B'C + ABC' + AB'C'$

$= A'B'C + A'B'C' + AB'C + ABC' + AB'C'$

→ 주어진 식에서 없어진 변수를 복원한다.

→ 중복된 항은 제거한다.

→ 이 식을 참고하여 카르노맵을 작성

	BC	00	01	11	10
A					
0		1	1		
1		1	1		1

→ B'(변수 A와 C는 0과 1에 걸쳐 있어서 제거함)

→ AC'(변수 B는 0과 1에 걸쳐 있어서 제거함)

$\therefore Y = AC' + B'$

기출문제 분석

1. 나머지 셋과 다른 불함수를 표현하는 것은? [2016년 국가 9급]

- ① $F = A + A'B$
- ② $F = A(A + B)$
- ③ $F = AB' + A$
- ④ $F = (A + B)(A + B')$

☞ 불함수 간략화

-
- ① $F = A + A'B = (A + A')(A + B) = 1 \cdot (A + B) = \mathbf{A + B}$
 - ② $F = A(A + B) = AA + AB = A + AB = A(1 + B) = A \cdot 1 = A$
 - ③ $F = AB' + A = A(B' + 1) = A \cdot 1 = A$
 - ④ $F = (A + B)(A + B')$
 $= AA + AB' + AB + BB'$
 $= A + AB' + AB + 0'$
 $= A + AB' + AB = A(1 + B' + B) = A \cdot 1 = A$
-

정답 : ①

2. 불대수(boolean algebra)에 대한 최소화로 옳지 않은 것은? [2018년 계리직]

- ① $A(A + B) = A$
- ② $A + A'B = A + B$
- ③ $A(A' + B) = AB$
- ④ $AB + AB' + A'B = A$

☞ 불대수 최소화

-
- $AB + AB' + A'B$ //대수식으로 최소화를 해보면(카르노맵을 이용해도 됨)
 - $= A(B + B') + A'B$
 - $= A \cdot 1 + A'B$
 - $= A + A'B$
 - $= (A + A')(A + B)$
 - $= 1 \cdot (A + B)$
 - $= A + B$
-

정답 : ④

3. 다음 카르노맵을 간소화한 것으로 옳은 것은? [2006년 경기교육청]

	AB	0 0	0 1	1 1	1 0
C					
0			1		1
1		1		1	

- ① $A \cdot B \cdot C$ ② $A+B+C$ ③ $A \oplus B \oplus C$ ④ $A \odot B \odot C$

☞ 카르노맵 간소화

• $A'BC' + AB'C' + A'B'C + ABC \leftarrow$ 전가산기에서 출력 S
 $= (A'B + AB')C' + (A'B' + AB)C$
 $= (A \oplus B)C' + (A \oplus B)C$
 $= A \oplus B \oplus C$

• $(A \oplus B)' = (A'B + AB)'$ \leftarrow XNOR
 $= (A'B)' \cdot (AB)'$
 $= (A + B')(A' + B)$
 $= AA' + AB + A'B' + BB'$
 $= 0 + AB + A'B' + 0$
 $= AB + A'B'$
 $= A'B' + AB$

정답 : ③

4. 2진수 11110000과 10101010에 대해 XOR 논리연산을 수행한 결과 값을 16진수로 바르게 표현한 것은? [2016년 계리직]

- ① 5A ② 6B ③ A5 ④ B6

☞ XOR 논리연산과 16진수

1111 0000
XOR) 1010 1010
0101 1010 \rightarrow XOR 연산 결과
 \downarrow 16진수로 고치면(2진수 4자리는 16진수 1자리)
5A

정답 : ①

5. 다음 카르노맵에 해당하는 논리식 F로 옳은 것은? [2018년 국회 9급, 2023년 군무 9급]

BC \ A	0	1
0 0	0	1
0 1	0	0
1 1	1	0
1 0	1	0

- ① $F = AB + AB'$
- ② $F = A'B' + A'B'C'$
- ③ $F = AB' + A'BC$
- ④ $F = A'B + AB'C'$
- ⑤ $F = AB + BC$

♣ 카르노맵

// 논리식 F = ?

BC \ A	0	1
0 0	0	1
0 1	0	0
1 1	1	0
1 0	1	0

→ AB'C'

↘ A'B

- 카르노맵에서 인접한 1을 상하좌우로 2의 누승배(1, 2, 4, 8, ...)가 되도록 묶는다.
- 가능하면 크게 묶으며, 묶는 회수는 최소가 되도록 한다.
- 각 묶음 단위로 0과 1에 걸쳐 있는 변수를 제거한다.

논리식 $F = A'B + AB'C'$

6. 다음 식은 최적화 된 곱의 합 형태이다. 카르노맵(Karnaugh map)을 이용하였을 때, 맵에 표시된 함수로 올바른 것은? [2014년 서울 9급]

$$F(A, B, C, D) = \overline{A}\overline{C} + ABD + A\overline{B}C + \overline{A}\overline{B}D$$

- ① $F(A, B, C, D) = \Sigma m(0, 1, 3, 4, 5, 9, 10, 14, 15)$
- ② $F(A, B, C, D) = \Sigma m(0, 1, 3, 4, 5, 10, 11, 13, 14)$
- ③ $F(A, B, C, D) = \Sigma m(0, 1, 2, 4, 5, 9, 11, 14, 15)$
- ④ $F(A, B, C, D) = \Sigma m(0, 1, 2, 4, 5, 10, 11, 13, 15)$
- ⑤ $F(A, B, C, D) = \Sigma m(0, 1, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 15)$

☞ 최소항(minterm)으로 바꾸지 않고, 카르노맵을 이용한 간략화

• 논리식 $F(A, B, C, D) = \overline{A}\overline{C} + ABD + A\overline{B}C + \overline{A}\overline{B}D$ 의 각 항을 이용 카르노맵 작성

ab \ cd	00	01	11	10	
00	1	1		1	→ $\overline{A}\overline{B}D$
01	1	1			→ $\overline{A}\overline{C}$
11		1	1		→ ABD
10			1	1	→ $A\overline{B}C$

⇓ 함수로 변경

$$F(A, B, C, D) = \Sigma m(0, 1, 2, 4, 5, 10, 11, 13, 15)$$

// 입력변수가 4개인 경우

ab \ cd	00	01	11	10
00	m0	m1		m2
01	m4	m5		
11		m13	m15	
10			m11	m10

$$F(A, B, C, D) = \Sigma m(0, 1, 2, 4, 5, 10, 11, 13, 15) \\ = \overline{A}\overline{C} + ABD + A\overline{B}C + \overline{A}\overline{B}D$$

7. 다음 불식을 간략화한 것은? [2017년 지방 9급]

$AB + A'C + ABD' + A'CD' + BCD'$

- ① $A'C + BC$ ② $AB + BC$
- ③ $AB + A'C$ ④ $A'CD' + BCD'$

☞ 최소항(minterm)으로 바꾸지 않고, 카르노맵을 이용한 간략화

• 먼저, 논리식 $AB + A'C + ABD' + A'CD' + BCD'$ 에 대한 각 항의 카르노맵 작성

ab \ cd	00	01	11	10
00				
01				
11	1	1	1	1
10				

AB

ab \ cd	00	01	11	10
00			1	1
01			1	1
11				
10				

A'C

ab \ cd	00	01	11	10
00				
01				
11	1			1
10				

ABD'

ab \ cd	00	01	11	10
00				1
01				1
11				
10				

A'CD'

ab \ cd	00	01	11	10
00				
01				1
11				1
10				

BCD'

↓ 통합

ab \ cd	00	01	11	10
00			1	1
01			1	1
11	1	1	1	1
10				

→ A'C

→ AB

∴ $AB + A'C$

8. 다음 불함수와 같은 논리식이 아닌 것은? [2016년 지방 9급]

$$F(x, y, z) = \sum m(1, 3, 4, 5, 6)$$

- ① $\bar{x}\bar{y}z + \bar{x}yz + x\bar{y}\bar{z} + x\bar{y}z + xy\bar{z}$
- ② $(x + y + z)(x + \bar{y} + z)(\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$
- ③ $\bar{x}z + x\bar{z} + xy$
- ④ $\bar{x}z + x\bar{z} + \bar{y}z$

♣ 불함수

// 먼저, 카르노도로 나타내면 다음과 같다.

x \ yz	00	01	11	10
0		1	1	
1	1	1		1

$\xrightarrow{\bar{x}z}$
 $\xrightarrow{x\bar{z}}$
 $\xrightarrow{\bar{y}z}$

• 카르노도를 단순하게 논리식으로 나타내면 : $\bar{x}\bar{y}z + \bar{x}yz + x\bar{y}\bar{z} + x\bar{y}z + xy\bar{z}$

• 카르노도를 묶어서 간략화된 논리식으로 나타내면 : $\bar{x}z + x\bar{z} + \bar{y}z$

→ 시험장에서는 위에 설명한 2가지만 해보면 답을 찾을 수 있다.

• $(x + y + z)(x + \bar{y} + z)(\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$

$$= (xx + x\bar{y} + xz + xy + y\bar{y} + yz + xz + \bar{y}z + zz)(\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$$

$$= (x + x\bar{y} + xz + xy + 0 + yz + xz + \bar{y}z + z)(\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$$

$$= (x + x\bar{y} + xz + xy + yz + xz + \bar{y}z + z)(\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$$

$$= [x(1 + \bar{y} + z + y + z) + (y + \bar{y} + 1)z](\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$$

$$= [x \cdot 1 + 1 \cdot z](\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$$

$$= (x + z)(\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$$

$$= x\bar{x} + x\bar{y} + x\bar{z} + \bar{x}z + \bar{y}z + z\bar{z}$$

$$= 0 + x\bar{y} + x\bar{z} + \bar{x}z + \bar{y}z + 0$$

$$= x\bar{y} + x\bar{z} + \bar{x}z + \bar{y}z$$

↓ 여기서, $x\bar{y}$ 는 $x\bar{z} + \bar{y}z$ 에 포함되므로 제거됨(카르노도 참조)

$$= x\bar{z} + \bar{x}z + \bar{y}z$$

// 보충 예제

• $Y = A'B + AC + BC$

↓ 여기서, BC는 $AC + A'B$ 에 포함되므로 제거됨(카르노도 참조)

• $Y = A'B + AC$

정답 : ③