



제출일	2023.04.09.	전 공	컴퓨터소프트웨어공학과
과 목	인공지능	학 번	20194009
담당 교수	김 명 속 교수님	이 름	이 준 석

P.127 다음과 같은 규칙과 사실이 있을 때 순방향 추론을 진행시켜 보자. 추론의 목표는 G이다.

#### 규칙

1.  $A \ \& \ B \rightarrow C$
2.  $A \rightarrow D$
3.  $C \ \& \ D \rightarrow E$
4.  $B \ \& \ E \ \& \ F \rightarrow H$
5.  $A \ \& \ E \rightarrow G$
6.  $D \ \& \ E \ \& \ G \rightarrow I$

#### 사실

A  
B  
F

## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F

## 장기 기억 장치

A & B -> C

A -> D

C & D -> E

B & E & F -> H

A & E -> G

D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A

B

F

C

## 장기 기억 장치

A & B -> C

A -> D

C & D -> E

B & E & F -> H

A & E -> G

D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A

B

F

C

D

## 장기 기억 장치

A & B -> C

A -> D

C & D -> E

B & E & F -> H

A & E -> G

D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A

B

F

C

D

E

## 장기 기억 장치

A & B -> C

A -> D

C & D -> E

B & E & F -> H

A & E -> G

D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A

B

F

C

D

E

H

## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
**A & E -> G**  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F  
C  
D  
E  
H  
**G -> 목표 달성**



## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F  
C  
D  
E  
H  
G -> 목표 달성  
I

P.127 이번에는 반대로 추론의 목표가 G일때 역방향 추론을 진행시켜 보자. 어느 쪽이 더 효과적인가?

규칙

1.  $A \ \& \ B \rightarrow C$
2.  $A \rightarrow D$
3.  $C \ \& \ D \rightarrow E$
4.  $B \ \& \ E \ \& \ F \rightarrow H$
5.  $A \ \& \ E \rightarrow G$
6.  $D \ \& \ E \ \& \ G \rightarrow I$

사실

A  
B  
F

## 목표 스택

목표 : G

## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F

## 목표 스택

목표 : G

## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F

## 목표 스택

목표 : E  
목표 : G

## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F

## 목표 스택

목표 : D  
목표 : C  
목표 : E  
목표 : G

## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F

## 목표 스택

목표 : C  
목표 : E  
목표 : G

## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F  
D

## 목표 스택

목표 : E  
목표 : G

## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F  
D  
C



## 목표 스택

목표 : G

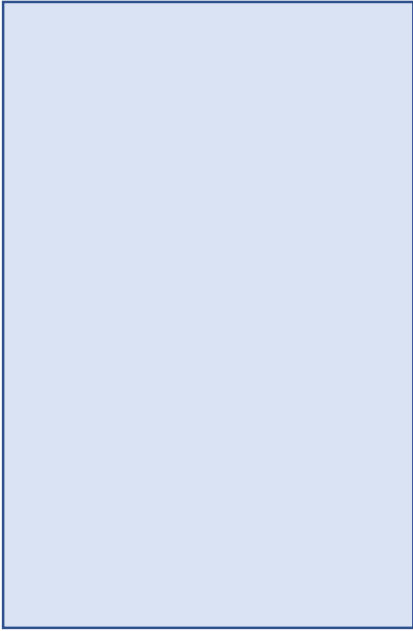
## 장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

## 단기 기억 장치

A  
B  
F  
C  
D  
E

목표 스택



장기 기억 장치

A & B -> C  
A -> D  
C & D -> E  
B & E & F -> H  
A & E -> G  
D & E & G -> I

단기 기억 장치

A  
B  
F  
C  
D  
E  
G

역방향 추론이 순방향 추론 보다 더 효과적이다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(순방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

사실 C: 연기가 났다

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

사실 C: 연기가 났다

사실 D: 불이 났다.

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

사실 C: 연기가 났다

사실 D: 불이 났다.

목표: 소방서에 신고한다.

목표 관계인 '소방서에 신고한다'에 도달하였다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

목표 스택

목표: 소방서에 신고한다.



P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

목표 스택

목표: 소방서에 신고한다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

목표 스택

목표: 불이 났다.

목표: 소방서에 신고한다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

목표 스택

목표: 불이 났다.

목표: 소방서에 신고한다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

목표 스택

목표: 연기가 난다.

목표: 불이 났다.

목표: 소방서에 신고한다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

사실 C: 연기가 난다.

목표 스택

목표: 불이 났다.

목표: 소방서에 신고한다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.

규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 난다.

규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

사실 A: 알람이 울린다.

사실 B: 주위가 뜨겁다.

사실 C: 연기가 난다.

사실 D: 불이 났다.

목표 스택

목표: 소방서에 신고한다.

P.128 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.(역방향 추론)

- 규칙 #1: IF 주위가 뜨겁다. & 연기가 난다. THEN 불이 났다.
- 규칙 #2: IF 알람이 울린다. THEN 연기가 났다.
- 규칙 #3: IF 불이 났다. THEN 소방서에 신고한다.

- 사실 A: 알람이 울린다.
- 사실 B: 주위가 뜨겁다.
- 사실 C: 연기가 난다.
- 사실 D: 불이 났다.
- 사실E : 소방서에 신고한다.

목표 스택

목표: 소방서에 신고한다.

목표 관계인 '소방서에 신고한다 ' 에 도달한다.

P.162 간단한 논리융합 연습을 해 보자. 다음과 같은 지식이 있다.

- ① 어떤 것이 지능적이라면 그것은 상식을 가져야 한다.
- ② PC는 상식이 없다.

위의 지식을 바탕으로 ' PC는 지능적이지 않다 ' 를 증명해 보자.  
먼저 지식들을 술어 논리로 표현한다.

- ①  $\forall x(I(x) \rightarrow CS(x))$
- ②  $\neg CS(PC)$

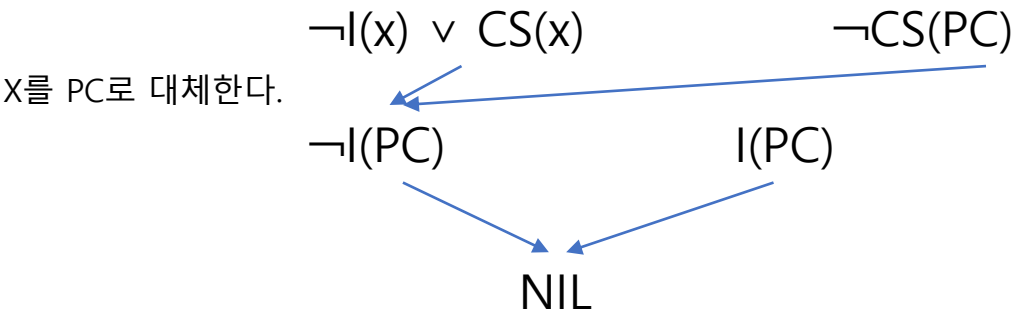
일단 위의 술어 논리식을 CNF형식으로 변환한다.

- ①  $\neg I(x) \vee CS(x)$
- ②  $\neg CS(PC)$

우리가 증명하고자 하는 것  $\neg I(PC)$ 을 반대로 하여  $I(PC)$ 을 지식에 추가한다.

- ①  $\neg I(x) \vee CS(x)$
- ②  $\neg CS(PC)$
- ③  $I(PC)$

다음과 같은 논리융합 과정을 거쳐서 NIL이 생성된다.





P.163 간단한 논리융합 연습을 해 보자. 다음과 같은 지식이 있다.

- ①  $\text{Father}(\text{Kim}, \text{Kim2})$
- ②  $\text{Alive}(\text{Kim})$
- ③  $\forall x \forall y \text{Father}(x, y) \rightarrow \text{Parent}(x, y)$
- ④  $\forall x \forall y (\text{Parent}(x, y) \wedge \text{Alive}(x)) \rightarrow \text{Older}(x, y)$

위의 지식을 바탕으로  $\text{Older}(\text{Kim}, \text{Kim2})$ 를 증명해보자.

일단 위의 술어 논리식을 CNF형식으로 변환하고  $\text{Older}(\text{Kim}, \text{Kim2})$ 의 부정인  $\neg \text{Older}(\text{Kim}, \text{Kim2})$ 를 지식에 추가한다.

- ①  $\text{Father}(\text{Kim}, \text{Kim2})$
- ②  $\text{Alive}(\text{Kim})$
- ③  $\neg \text{Father}(x, y) \vee \text{Parent}(x, y)$
- ④  $\neg \text{Parent}(x, y) \vee \neg \text{Alive}(x) \vee \text{Older}(x, y)$
- ⑤  $\neg \text{Older}(\text{Kim}, \text{Kim2})$

x=Kim  
y=Kim2로 대체함

Father(Kim, Kim2)

$\neg \text{Father}(\text{Kim}, \text{Kim2}) \vee \text{Parent}(\text{Kim}, \text{Kim2})$

Parent(Kim, Kim2)

$\neg \text{Parent}(\text{Kim}, \text{Kim2}) \vee \neg \text{Alive}(\text{Kim}) \vee \text{Older}(\text{Kim}, \text{Kim2})$

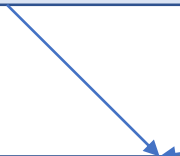
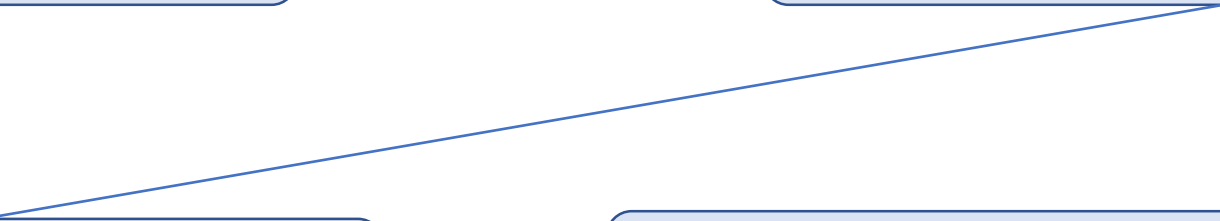
$\neg \text{Alive}(\text{Kim}) \vee \text{Older}(\text{Kim}, \text{Kim2})$

Alive(Kim)

Older(Kim, Kim2)

$\neg \text{Older}(\text{Kim}, \text{Kim2})$

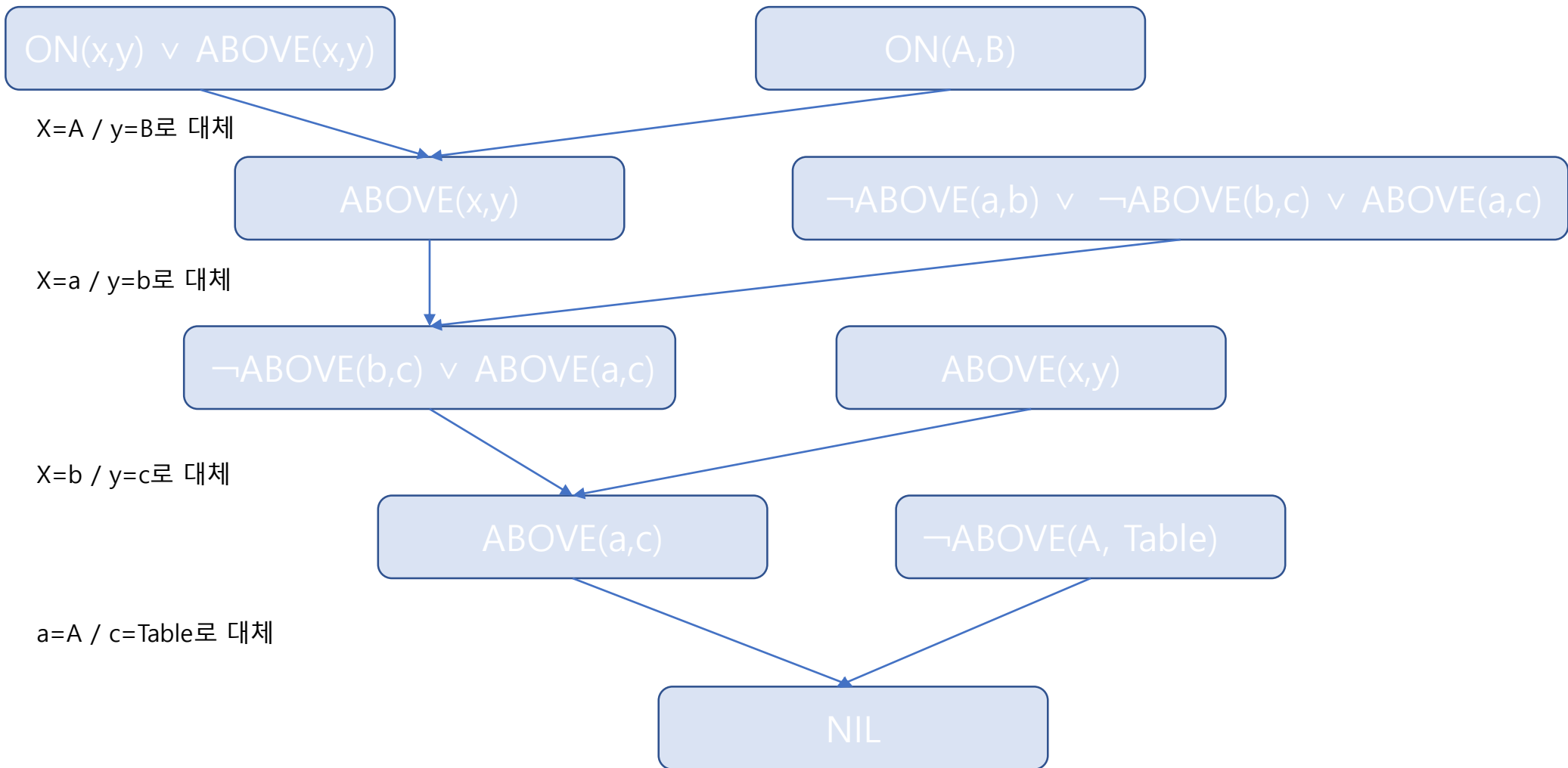
NIL



### P.164 논리융합 실습 #3

- ①  $ON(x,y) \vee ABOVE(x,y)$
- ②  $\neg ABOVE(a,b) \vee \neg ABOVE(b,c) \vee ABOVE(a,c)$
- ③  $ON(A,B)$
- ④  $ON(B,Table)$
- ⑤  $\neg ABOVE(A, Table)$

위에서 변수  $a,b,x,y$ 를 적절하게 상수로 대체하면 우리는 NIL을 만들 수 있고 따라서  $ABOVE(A,Table)$ 을 증명할 수 있다.

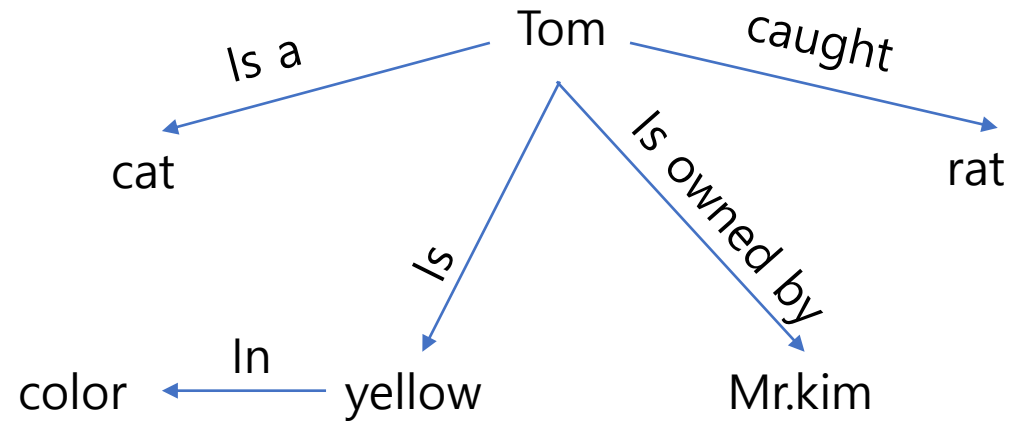


**따라서  $ABOVE(A, Table)$ 은 참이다.**

3. 의미망에 대하여 설명해 보고, 다음과 같은 문장을 가지고 의미망을 구성해보자.

- Tom is a cat
- Tom caught a rat
- Tom is owned by Mr.kim
- Tom is yellow in color

의미망 -> 다양한 개체나 개념사이의 관계를 시각적으로 나타내는 그래프 형태의 모델을 의미한다.



6. 다음과 같은 명제 논리식이 주어져 있을 때 논리융합을 이용하여  $A \rightarrow D$ 를 증명해 보자.

$A \rightarrow B$

$B \rightarrow C$

$C \rightarrow D$

$\therefore A \rightarrow D$

$A \rightarrow B$

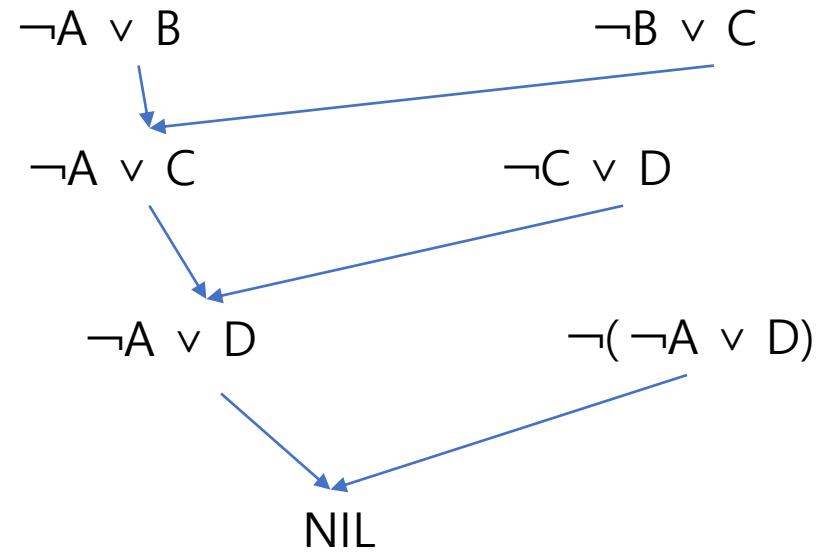
$B \rightarrow C$

$C \rightarrow D$

---

$\therefore A \rightarrow D$

위의 식을 CNF변환을 하면  $\neg A \vee B$ ,  $\neg B \vee C$ ,  $\neg C \vee D$  가 된다. 또한  $\neg(\neg A \vee D)$ 가 절에 추가된다.



따라서  $A \rightarrow D$ 는 참이다.

7. 다음을 술어 논리식을 이용하여 표현하고 SIBLING(Mary, Paul)을 증명해 보자.

○ Kim은 Mary의 어머니이다.

○ Kim은 Paul의 어머니이다.

○ 동일한 어머니를 가지는 모든  $x$ 와  $y$ 는 SIBLING이다.

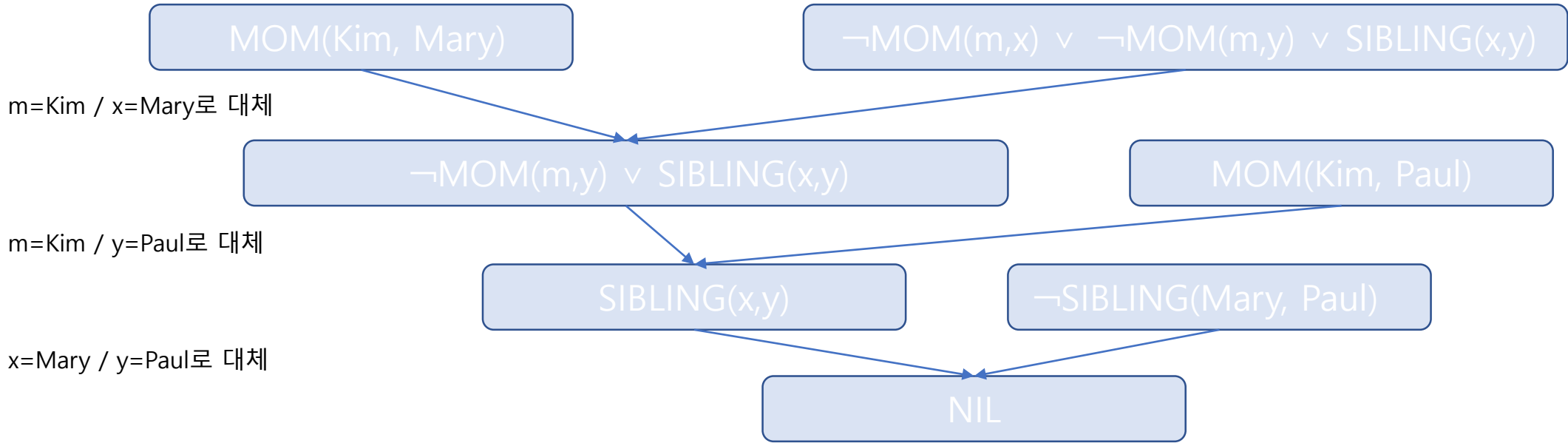
---



Kim은 Mary와 Paul 둘 다의 어머니이기 때문에  
MOM(Kim, Mary), MOM(Kim, Paul)로 나타낼 수 있다.  
또 동일한 어머니를 가지는 모든 x와 y는 SIBLING이기 때문에  
 $\forall x \forall y (MOM(m,x) \wedge MOM(m,y)) \rightarrow SIBLING(x,y)$ 로 나타낼 수 있다.  
식을 정리하면

- 1. MOM(Kim, Mary)
- 2. MOM(Kim, Paul)
- 3.  $\forall x \forall y (MOM(m,x) \wedge MOM(m,y)) \rightarrow SIBLING(x,y)$
- 4.  $\neg SIBLING(Mary, Paul)$

3번식을 CNF형식으로 변환하면  $\neg MOM(m,x) \vee \neg MOM(m,y) \vee SIBLING(x,y)$  가 된다.



**따라서 SIBLING(Mary, Paul)은 참이다.**