

A decorative graphic on the left side of the slide consists of several overlapping hexagons in various colors: orange, teal, dark blue, light green, and red. The hexagons are arranged in a staggered, honeycomb-like pattern.

제4장 전문가 시스템

학습 목표

2

- 지식의 개념을 이해한다.
- 규칙기반 전문가 시스템의 구조와 요소를 살펴본다.
- 전문가 시스템에서 추론이 이루어지는 과정을 이해한다.
- 전문가 시스템의 장단점을 이해한다.

전문가 시스템 개발의 배경

3

- 인공지능의 초창기에는 이 세상에 존재하는 모든 문제를 “탐색”으로 해결할 수 있는 시스템을 만들고자 노력하였다. GPS(General Problem Solver) 시스템
- GPS와 같은 시스템은 매우 제한된 영역(예: "블록 세계")에서만 작동이 가능하였다.
- 실제적인 문제를 해결하기 위해 인공지능 연구자들은 보다 제한된 문제에 역량을 집중하는 것이 필요하다는 것을 깨달았다. -> 전문가 시스템(expert system)
- 지식이 추론 기법만큼 중요하다는 것을 깨닫게 되었다.

전문가시스템

4

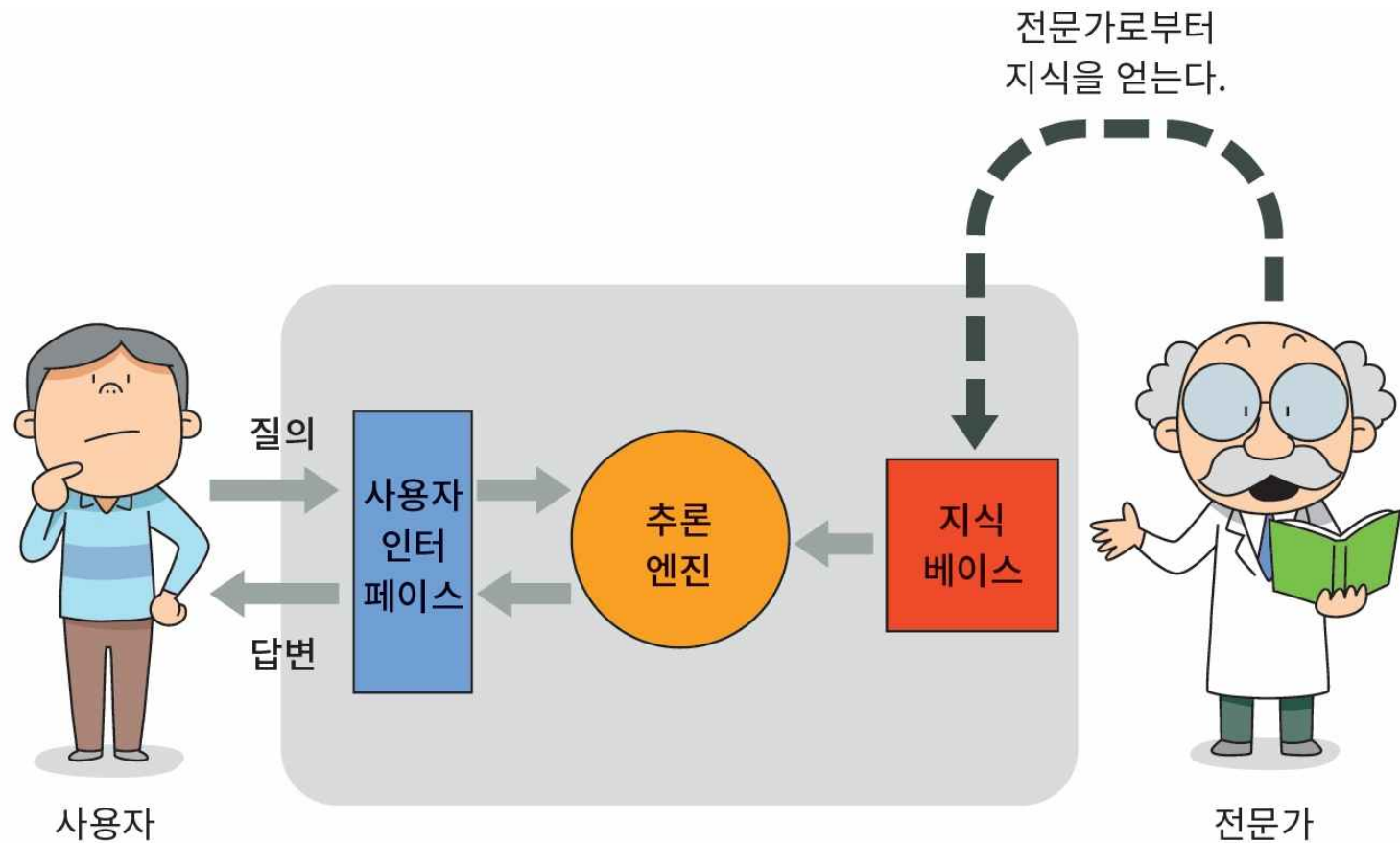


그림 4-1 전문가 시스템의 구조

전문가시스템의 의의

5

- 전문가 시스템은 기존의 절차적 코드가 아니라, 규칙으로 표현되는 지식을 통해 추론함으로써 복잡한 문제를 해결하도록 설계되었다.
- 전문가 시스템은 인공지능 (AI) 소프트웨어의 최초의 성공적인 형태

MYCIN

6

- MYCIN은 박테리아의 감염을 진단하고 적절한 항생제를 처방하는 시스템이다.
- MYCIN은 경험이 없는 신참 의사들을 보조하는데 매우 효과적이었다.

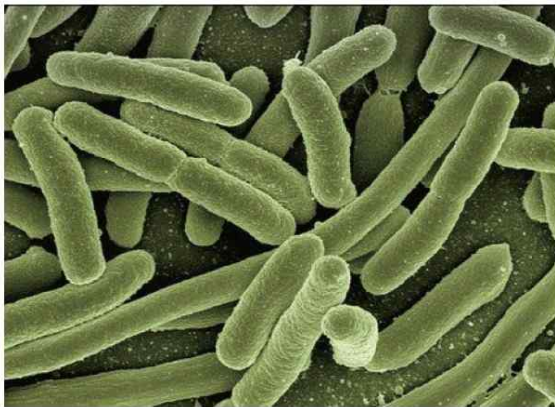


그림 4-2 전문가 시스템 MYCIN

■ Have you obtained positive cultures?

Yes

■ What type of infection is it?

Primary bacteremia

■ When did the symptoms first appear?

May 5

...

■ I recommend gentamycin using a dose of ...

세균배양 결과

- 전문가 시스템은 기존의 절차적 코드가 아니라, __으로 표현되는 지식을 통해 추론함으로써 복잡한 문제를 해결하도록 설계되었다

02 전문가 시스템의 구성 요소

8

- 지식베이스, 추론 엔진, 사용자 인터페이스

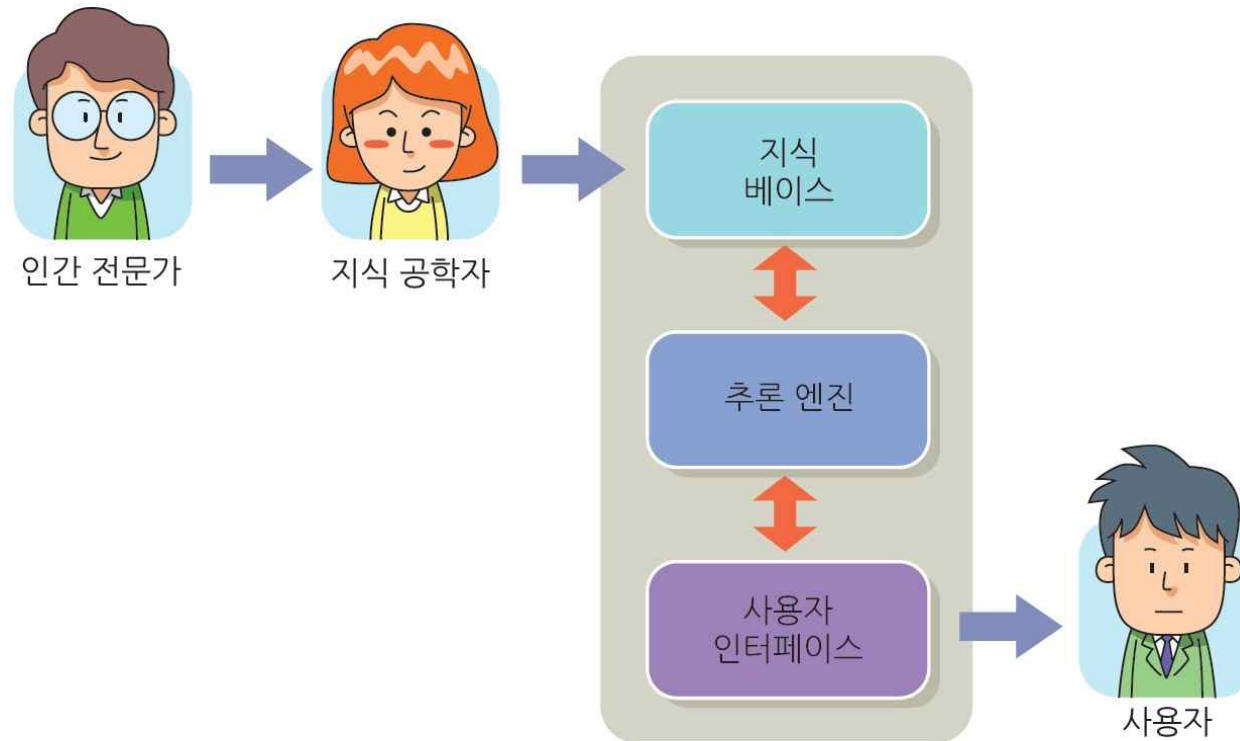


그림 4-3 전문가 시스템의 구조

03 지식과 인공지능

9

- 인간의 지능은 탐색으로만 구현되는 것이 아니다.
- 인간은 많은 지식을 가지고 있고 지식은 지능적인 행동을 할 때 큰 도움이 된다.
- 우리는 습득한 지식들을 이용하여서 새로운 사실을 추론할 수 있다.
- 지식은 인공지능에서 가장 핵심적인 요소 중의 하나로 간주된다.

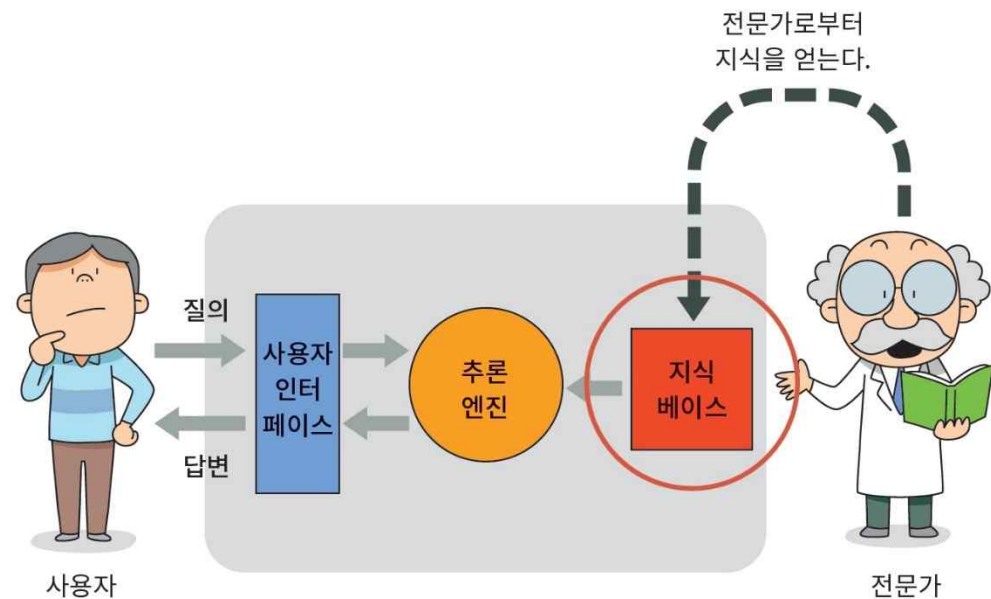


그림 4-4 전문가 시스템과 지식

- 전문가 시스템은 _____, _____, _____로
구성된다.

지식 표현 방법

11

- 생성 규칙(production rule)
- 술어 논리(Predicate Logic)
- 의미망(Semantic Net)
- 프레임(Frame)
- 개념 그래프 (conceptual graph)

데이터, 정보, 지식

12

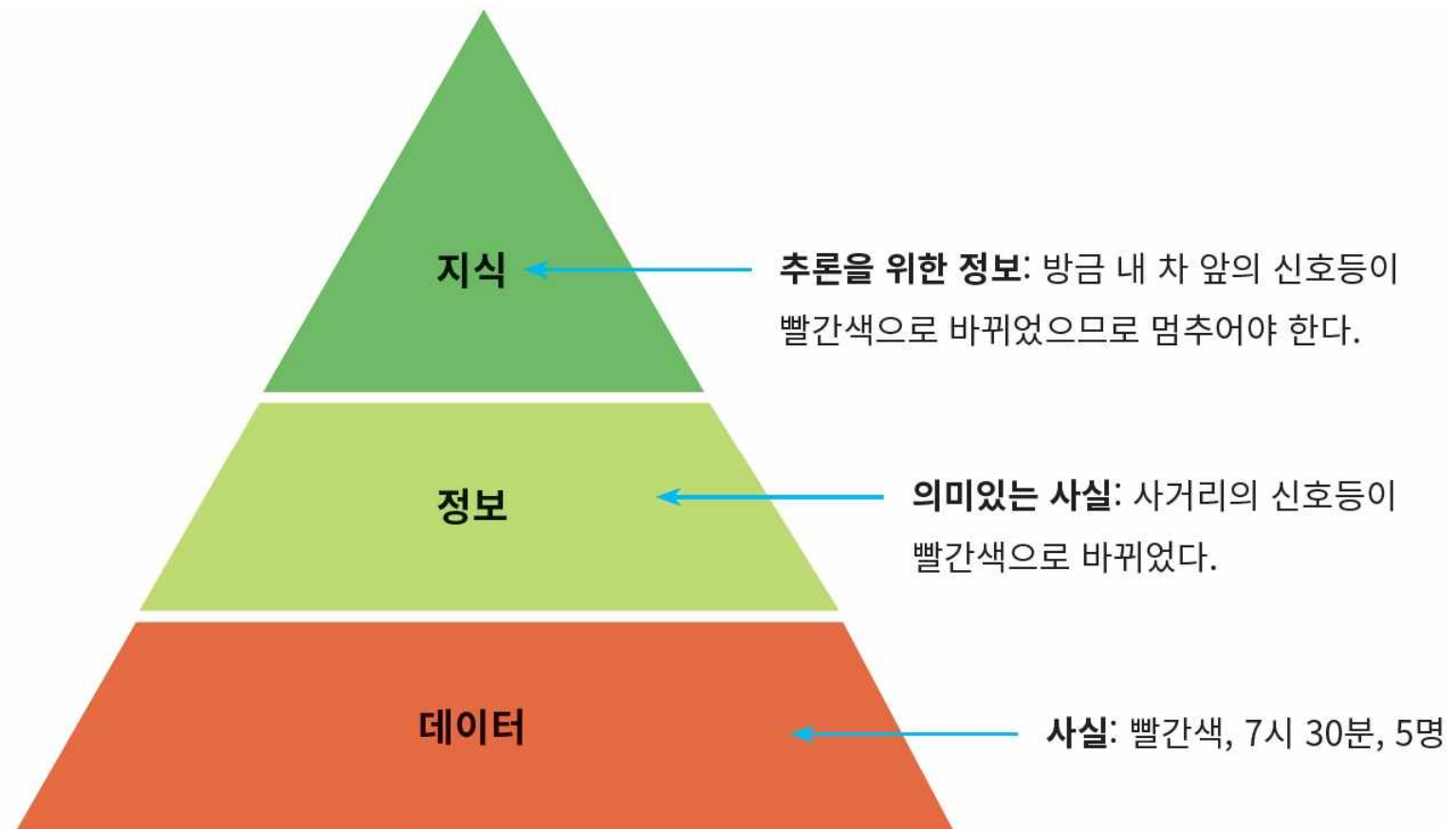


그림 4-5 데이터, 정보, 지식

데이터, 정보, 지식

13

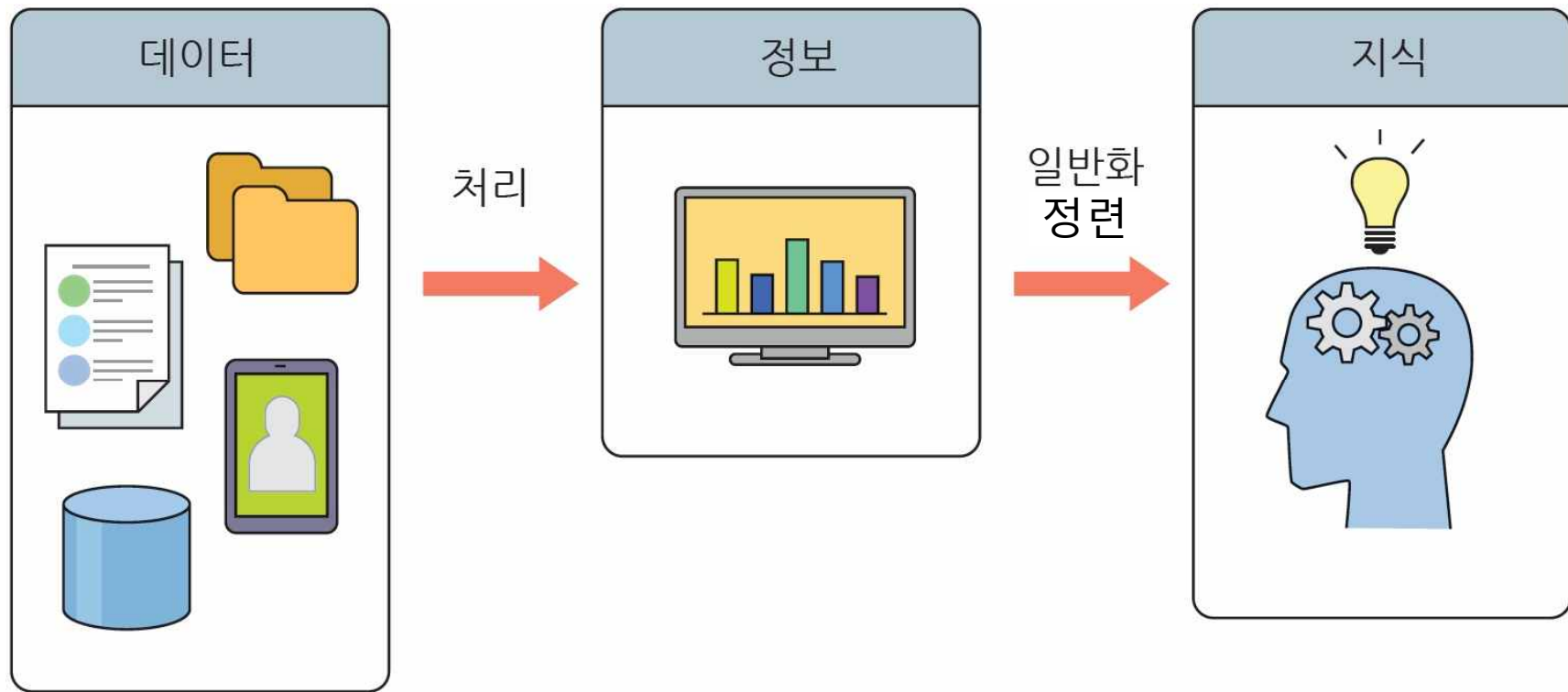


그림 4-6 데이터, 정보, 지식의 관계

04 규칙

14

- 규칙(rules)은 생성 규칙(production rule)이라고도 한다.
- 다른 지식 표현 방법에 비하여 규칙이 상대적으로 이해하고 작성하기 쉽다.

사실, 조건, 전제, 상황

규칙 #1: IF 신호등이 녹색이다.
 THEN 자동차를 진행한다.

행동, 결론, 결과

규칙 #2: IF 신호등이 빨강색이다.
 THEN 자동차를 멈춘다.

규칙 #3: IF 배터리의 전압이 낮다.
 THEN 시동이 걸리지 않을 것이다.

규칙에 AND나 OR를 사용할 수 있다.

15

규칙 #4:	IF	자동차가 움직이지 않는다.
	AND	연료 탱크가 비었다.
	THEN	자동차에 연료를 급유한다.
규칙 #5:	IF	도로가 미끄럽다.
	OR	안개가 자욱하다.
	THEN	속도를 시속 60km 이하로 낮춘다.

규칙에 수학 연산자를 사용할 수 있다.

16

규칙 #6: IF	현금 인출액 > 100만원 THEN 공인인증서가 필요하다.
규칙 #7: IF	고객의 나이 < 18 AND 영화등급 >= 19 THEN 영화관 입장이 불가능하다.
규칙 #8 IF	시료는 액체이다 AND 자극성 있는 냄새가 난다. AND 어는 점이 높아서 겨울에 쉽게 고체로 된다. THEN 시료의 성분은 초산이다.
규칙 #9: IF	여름이다. AND 하늘이 흐리다 AND 일기예보 강수확률 > 60% THEN 우산을 가지고 나간다.

- 규칙들은 IF와 THEN의 두 부분으로 되어 있다.
 - IF 부분은 _____ 라고 불린다.
 - THEN 부분은 _____ 라고 불린다.

05 추론 엔진

18

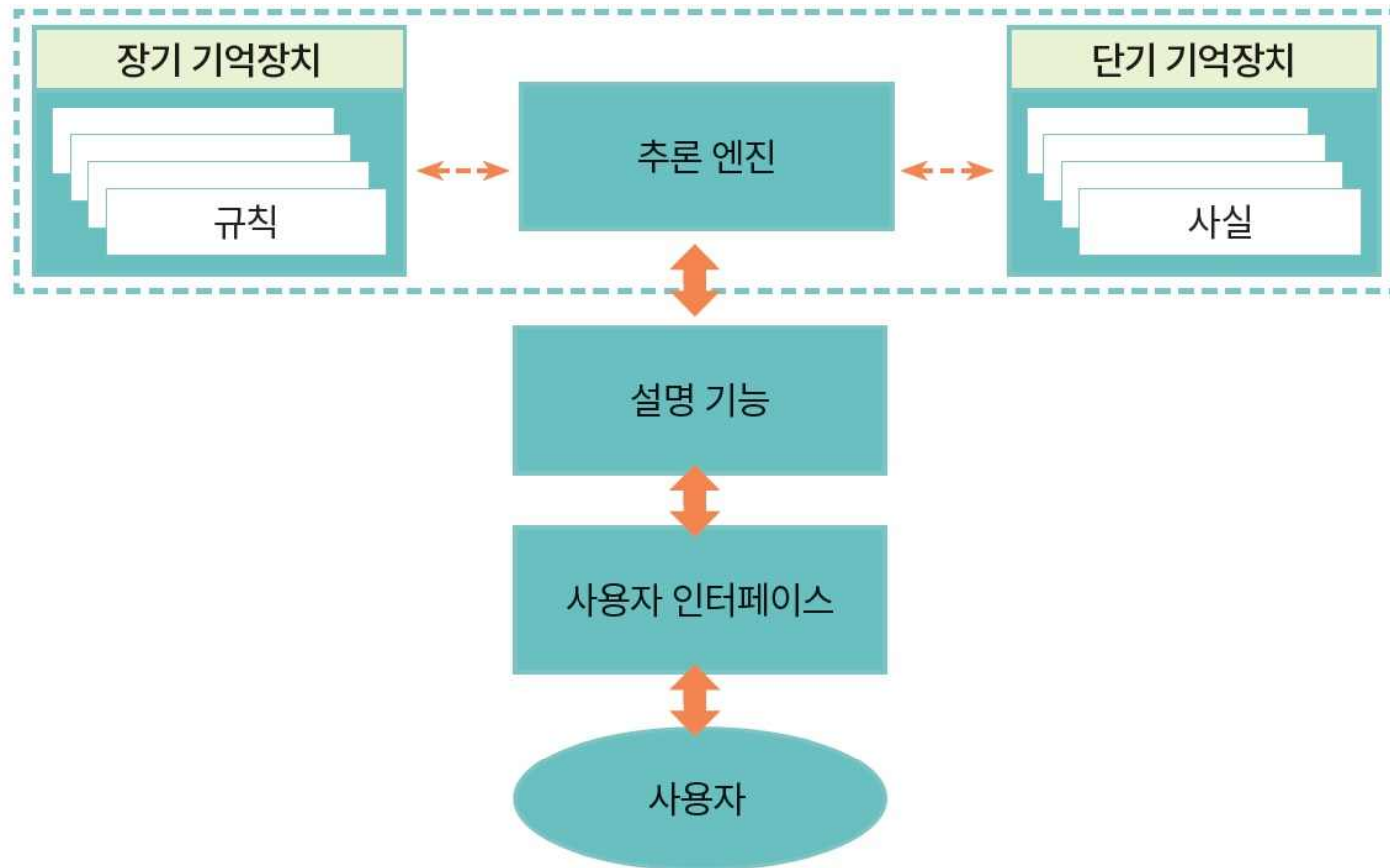


그림 4-8 규칙과 사실

추론 엔진

19



그림 4-9 추론 엔진

추론의 예

20

규칙: IF 자동차에 연료가 없다
THEN 시동이 걸리지 않는다.

사실: 연료가 없다.

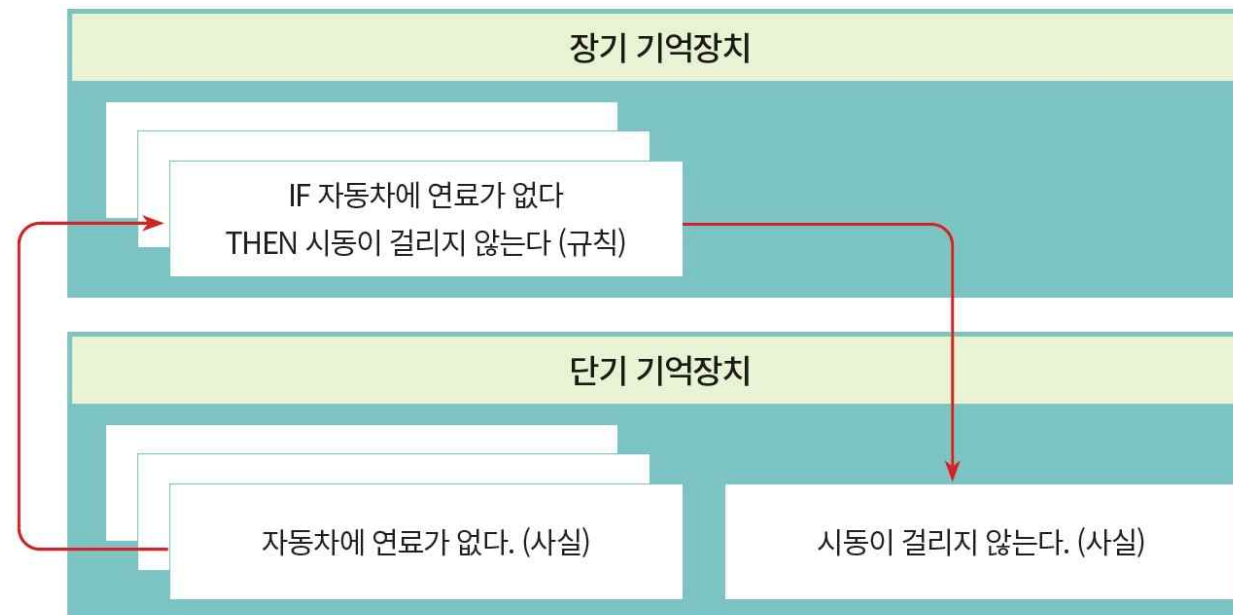


그림 4-10 추론 엔진의 예

추론 방법

21

- 순방향 추론: 알려진 사실로부터 출발하여 결론을 이끌어 내는 방법
- 역방향 추론: 목표를 설정하고 추론 엔진은 이를 증명하는 증거를 찾는 방법이다.

전문가 시스템과 전통적인 프로그램의 차이점

22

- 전문가 시스템과 전통적인 프로그램의 차이점은 무엇인가?
 - 전문가 시스템은 불완전한 데이터와 불확실한 상황을 처리할 수 있도록 설계된 규칙 기반 지식 시스템으로, 추론 엔진이 여러 가능성을 고려하며 유연하게 해결책을 탐색한다. 반면, 전통적인 프로그램은 미리 정해진 단계와 순서에 따라 작동하며, 정확하고 완전한 데이터를 요구한다. 전문가 시스템은 이를 극복하기 위해 다양한 불확실성 처리 기법을 사용하고, 그 덕분에 불완전하고 모호한 정보를 다룰 수 있다.
- 불확실성 처리:
 - 전문가 시스템은 불확실한 정보를 처리하기 위해 여러 기법을 사용한다. 대표적인 방법으로 퍼지 논리(**Fuzzy Logic**), 확률론적 추론(예: 베이지 네트워크), 또는 신뢰 계수(**Certainty Factors**) 같은 방법이 있다. 이를 통해 정확하지 않거나 불완전한 데이터를 바탕으로도 추론을 수행할 수 있다.

- **추론 엔진의 유연성:**
 - 전문가 시스템의 **추론 엔진**은 데이터를 입력받고, 그 데이터를 바탕으로 여러 경로를 탐색하면서 최적의 해결책을 찾는다. 이 과정에서 불확실한 데이터를 만나더라도 추론을 멈추지 않고, 가능한 결론을 찾기 위해 유연하게 다른 규칙을 적용한다. 이는 전통적인 프로그램이 미리 기술된 절차를 반드시 따라야 하는 것과는 대조적입니다.
 - 예를 들어, 전문가 시스템은 데이터의 일부가 부족해도 남은 규칙을 통해 추정을 하거나, 가능한 결론들 중 하나를 제시할 수 있다.
- **확률적/휴리스틱 추론:**
 - 전문가 시스템은 **확률적 추론**이나 **휴리스틱(heuristic)** 방법을 사용하여 정확한 해결책을 찾기 어려운 문제도 다룰 수 있다. 이들은 미리 프로그래밍된 알고리즘에 따라 결정하는 것이 아니라, 경험적 규칙과 불확실한 데이터를 기반으로 여러 가능성 중에서 가장 그럴듯한 해답을 찾는다.
 - 반면 전통적인 프로그램은 명확하게 정의된 데이터와 로직이 없으면 제대로 작동하지 못한다.

순방향 추론의 예

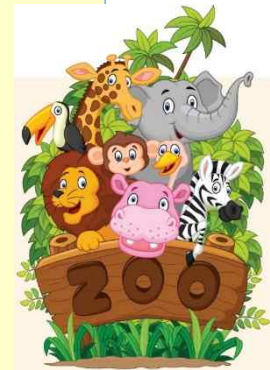
24

규칙 #1: IF 동물이 털이 있다.
THEN 포유류이다.

규칙 #2: IF 동물이 포유류이다. AND 고기를 먹는다.
THEN 육식동물이다.

규칙 #3: IF 동물이 육식동물이다. AND 황갈색이다. AND 갈기가 있다.
THEN 사자이다.

규칙 #4: IF 동물이 육식동물이다. AND 황갈색이다. AND 검은 줄무늬가 있다.
THEN 호랑이이다.



사실 A: 동물이 털이 있다.
사실 B: 동물이 고기를 먹는다.
사실 C: 황갈색이다.
사실 D: 갈기가 있다.

기호 사용

규칙 #1: $A \rightarrow X$
 규칙 #2: $X \& B \rightarrow Y$
 규칙 #3: $Y \& C \& D \rightarrow Z$
 규칙 #4: $Y \& C \& E \rightarrow W$

사실 A: 동물이 털이 있다.
 사실 B: 동물이 고기를 먹는다.
 사실 C: 황갈색이다.
 사실 D: 갈기가 있다.

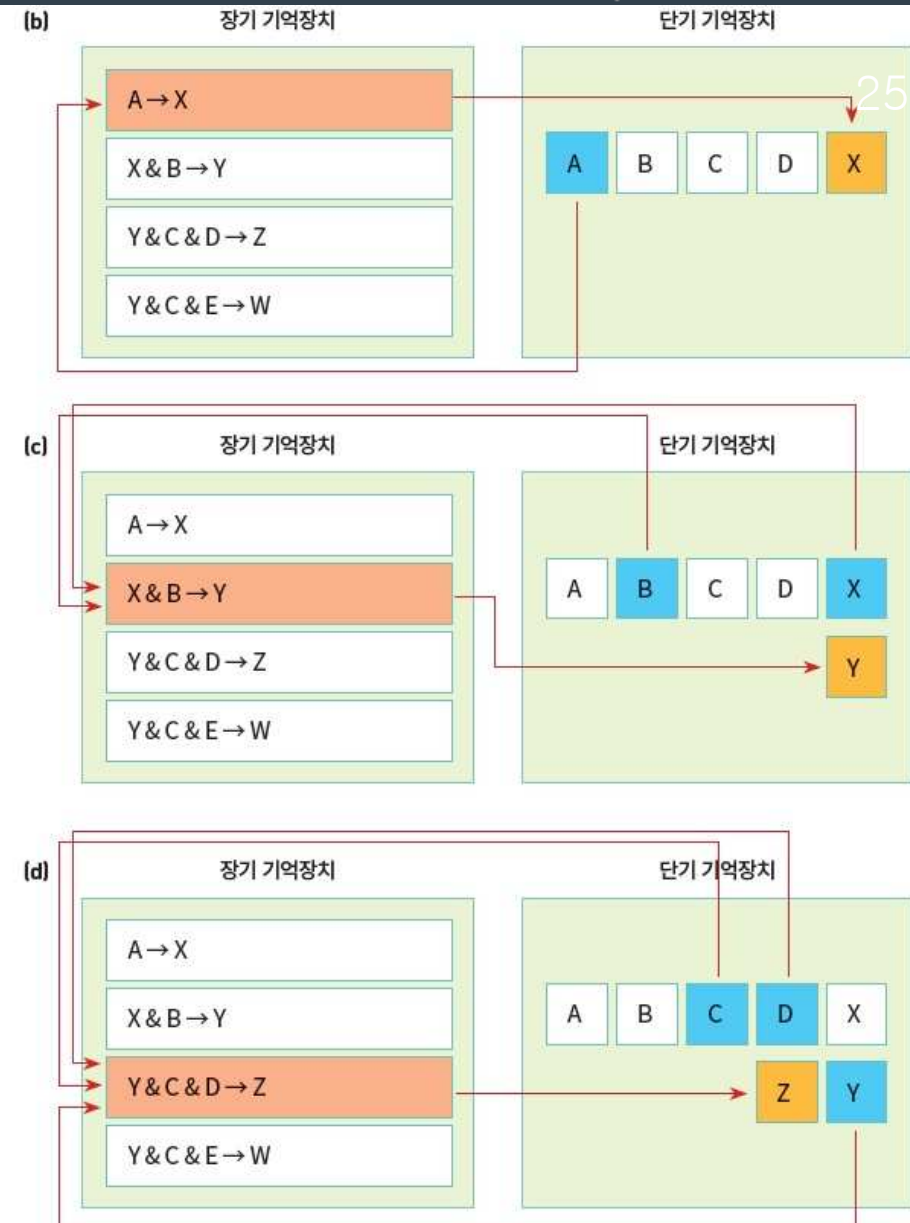


그림 4-11 순방향 추론

순방향 추론의 단점

26

- 순방향은 사실을 모은 후에 이를 바탕으로 추론하는 것으로 자연스러운 방법
- 목표와 관련 없는 규칙들이 점화될 수 있다.
- 전체 탐색법으로 찾으면 매우 비능률적
 - 트리 또는 그래프 형태로 규칙들을 구조화 한 후 트리 탐색 알고리즘(반복적 깊이 증가 탐색, 등)을 사용

역방향 추론

27

- 역방향 추론 기법은 목표에서 시작하여 사실 데이터가 이러한 목표를 지원하는지 확인하는 방법



역방향 추론

28

- 먼저 원하는 목표를 가지고 있는 규칙을 찾는다.
 - 구체적으로 규칙의 THEN 부분에 우리가 원하는 목표가 있는지를 검사한다.
- 목표를 가지고 있는 규칙이 발견되었으면 이 규칙의 IF 부분을 조사한다.
 - 만약 IF 부분이 만족되지 않으면 이것을 하위 목표로 선정하여 다시 지식베이스를 탐색하는 방법이다.
- 하나의 목표에서 하위 목표들이 많이 생성될 수 있기 때문에, 이것들은 모두 스택에 저장된다.



역방향 추론

29

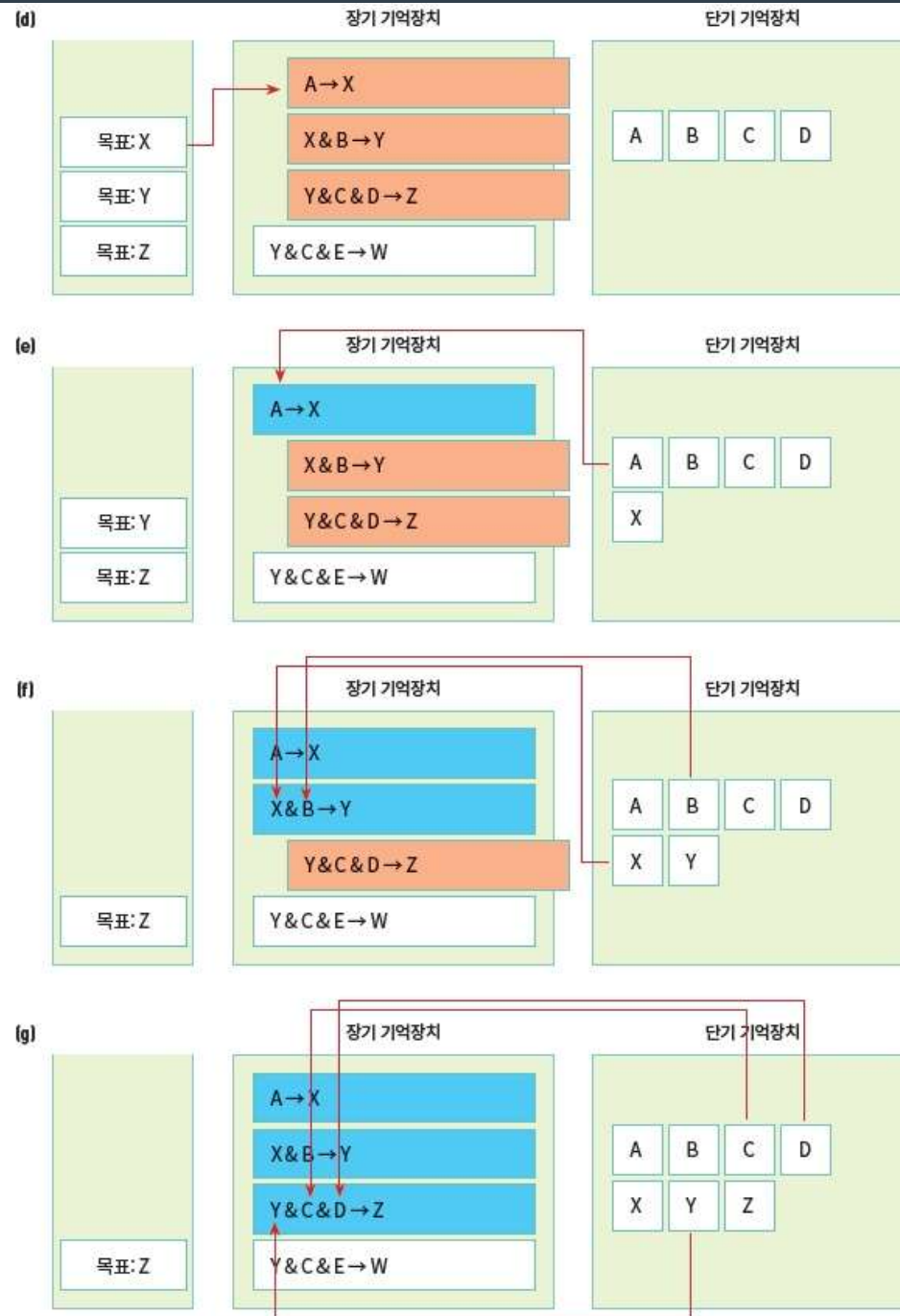


그림 4-12 역방향 추론

- _____ 추론은 알려진 사실로부터 출발하여 결론을 이끌어 내는 방법이다. _____ 추론은 목표를 설정하고 추론 엔진은 이를 증명하는 증거를 찾는 방법이다.

Lab: 추론 실습

31

- 다음과 같은 규칙과 사실이 있을 때 순방향 추론과 역방향 추론을 진행시켜 보자. 추론의 목표는 **G**이다. 어떤 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

Lab: 추론 실습

32

- 화재를 처리하는 전문가 시스템을 가정하자. 다음과 같은 규칙과 사실이 저장되어 있다.

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.

- ① 순방향 추론을 진행해보자.
- ② 역방향 추론을 진행해보자. 이때의 목표는 “소방서에 신고한다”이다.

06 충돌해법

33

- 동일한 사실이 입력되어도 서로 상반된 결론을 내리는 규칙이 저장되어 있다면 어떻게 해야 할까?

규칙 #1: IF 환자가 통증을 느낀다.
 THEN 진통제를 처방한다. (우선순위: 20)

규칙 #2: IF 환자가 통증을 느낀다.
 AND 환자의 나이 > 60
 AND 심장병 이력이 있다.
 THEN 응급실로 간다. (우선순위: 90)

사실 #1: 환자가 통증을 느낀다.
사실 #2: 환자의 나이 > 60
사실 #3: 심장병 이력이 있다.

충돌해법

34

- 각 규칙에 우선 순위를 부여하고 가장 높은 우선순위를 가진 규칙을 점화하는 방법
- 가장 특수한 (조건이 많은) 규칙을 먼저 점화하는 방법
 - 이것을 최장 일치 전략이라고 함
- 단기 기억 장치에 가장 최근에 입력된 데이터를 사용하여 규칙을 점화하는 방법
 - 각 사실에 시간 태크를 붙여야 함
 - 가장 최근 사실이 가장 믿을 만 하다고 생각하는 방법

07 전문가시스템의 장점과 단점

35

- IF_THEN을 사용하는 규칙은 인간 전문가의 지식을 표현하는 자연스러운 방법이다.
 - 지식은 항상 IF-THEN 구조로 표현되기 때문에 독립적이며 설명이 없어도 이해하기 쉽다.
 - 전문가 시스템에서는 지식베이스와 추론엔진이 분리된다. 따라서 다른 영역에도 쉽게 적용할 수 있다.
 - 확신도를 사용하면 불완전하고 불확실한 지식도 표현이 가능하다.
-
- 지식과 규칙을 학습할 수 없다. 스스로 규칙을 변경할 수 없으며 규칙을 추가하지 못한다. 지속적으로 지식공학자가 지식베이스를 수정하고 유지해야 한다.
 - 탐색이 비효율적이다. 규칙이 많아지면 실행 속도가 느려진다.
 - 규칙이 많아지게 되면 규칙 간의 상호 관계가 불명확해질 수 있다. 즉 규칙을 유지 보수하는 것이 어려워진다.

Summary

36

- 전문가 시스템은 특수한 영역에서 인간 전문가의 의사 결정 능력을 흉내 내는 컴퓨터 시스템이다.
- 전문가 시스템은 추론 엔진과 지식 베이스, 사용자 인터페이스로 구성된다.
- 규칙들은 IF와 THEN의 두 부분으로 되어 있다. IF 부분은 전제 (antecedent)라고 불린다. THEN 부분은 결론(consequent)이라고 불린다.
- 전문가 시스템에서 추론하는 방법에는 2가지가 있다. 순방향 추론은 알려진 사실로부터 출발하여 결론을 이끌어 내는 방법이다. 역방향 추론은 목표를 설정하고 추론 엔진은 이를 증명하는 증거를 찾는 방법이다.

Q & A

37

