

5장 전문가 시스템: 인간의 지식을 컴퓨터에서 표현하기

출처: https://www.123rf.com/photo_34094684_expert-system-word-cloud-concept.html

5장 전문가 시스템: 적용 사례

The screenshot displays the Gensym website's 'Success Stories' page. The header includes the Gensym logo, a 'CUSTOMER LOGIN' link, and navigation links for HOME, SITE MAP, CONTACT US, and SEARCH. A secondary navigation bar lists G2 Platform, Mission-Critical Solutions, Gensym Consulting, Partners, and @ Gensym. The left sidebar contains a menu with links to Overview, Executives, News, Events, Success Stories (highlighted), Resources, Careers, Office Locations, Contact Us, and Search. The main content area features a '@ Gensym' header with a photo of people, followed by a 'Success Stories' section. This section includes filters for Application Area, Industry, and Product, all set to 'Choose an application area', 'Choose an industry', and 'Choose a product' respectively. A 'Back to Listings' button is present. Below the filters, the 'Toyota' section is highlighted. It contains a paragraph about Toyota Motor Corporation, a paragraph describing the vehicle production process, a photo of a red Toyota Camry, and a paragraph about the complexity of the final assembly line. A small image of a car on an assembly line is also shown with a '[click to enlarge]' link. The right sidebar lists various industry solutions: Chemical, Oil & Gas; Process Manufacturing; Discrete Manufacturing; Power Utilities; Water Utilities; Telecommunications; Government; Transportation; and Aerospace.

Gensym CUSTOMER LOGIN
HOME | SITE MAP | CONTACT US | SEARCH

G2 Platform Mission-Critical Solutions Gensym Consulting Partners @ Gensym

Overview
Executives
News
Events
» Success Stories
Resources
Careers
Office Locations
Contact Us
Search

@ Gensym

Success Stories

Application Area Choose an application area
Industry Choose an industry
Product Choose a product

Back to Listings

Toyota

Toyota Motor Corporation, one of the largest manufacturer of automobiles in the world and the largest in Japan, produces more than 5.8 million vehicles a year. The corporation has 51 manufacturing companies in 26 countries producing Lexus and Toyota vehicles and components.


Each vehicle built by at Toyota progresses through three main production areas: the body plant, the painting plant and the assembly plant. The final assembly line, within the assembly plant, is where finishing items, such as the windshield, the seats, the tires and others, are installed in cars. This final assembly line is approximately one kilometer long; 200 operators work on the line. Most of the work done on this line is manual. The operators receive production instruction from the production instruction system for each vehicle. The operator confirms these instructions and then uses prior experience to select the appropriate parts and corresponding installation tools for the car. Finally, the operator manually begins the installation process by walking around the car and installing the different components. Each vehicle model requires different operation methods that the operator must learn, and all models are on the assembly line at once. For example, an operator may first work on a Camry, next a Sequoia and then a Celica.

Over the past decade, the number of models that Toyota manufactures has increased, leading to increased complexity on the final assembly line. There are now 3000 basic operations performed on each vehicle as it rolls through the final assembly line. At many companies, this would have led to a drop in productivity and an increase in costs, but not at Toyota. Toyota is world-renowned for exceptional product quality and efficiency. As the complexity of the final assembly line grew, Toyota engineers realized that advanced automation of the assembly line would help the company maintain its leadership position.

Chemical, Oil & Gas
Process Manufacturing
Discrete Manufacturing
Power Utilities
Water Utilities
Telecommunications
Government
Transportation
Aerospace

출처: <http://www.gensym.com/>

5장 전문가 시스템: 적용 사례



CUSTOMER LOGIN
HOME | SITE MAP | CONTACT US | SEARCH

G2 PlatformMission-Critical SolutionsGensym ConsultingPartners@ Gensym

Overview
Executives
News
Events
» Success Stories
Resources
Careers
Office Locations
Contact Us
Search

@ Gensym

Success Stories

Application Area

Choose an application area

Industry

Choose an industry

Product

Choose a product

Back to Listings


NASA

Gensym G2 Software Supervises Space Station Operations

The Boeing Company interfaced six Gensym G2 servers to incoming telemetry data to intelligently monitor International Space Station (ISS) subsystems, including the mechanical, structural, electrical, environmental and computational systems. The G2 servers continually inspect and analyze data transmitted from space during missions.

The system will help detect anomalies, investigate the cause, display important warnings, and locate the appropriate electronic documentation for further study if necessary. Anomalies will be anticipated before they become critical -- thus averting major problems.

Results: The system will enhance ground operations support by providing isolation, causal determination, and remedial advice for potential hardware and software problems. Boeing is NASA's prime contractor on the International Space Station program.



» Success Stories
» White Papers
» Brochures / Datasheets
» Gensym in the News
» industry solutions

Chemical, Oil & Gas

Process Manufacturing

Discrete Manufacturing

Power Utilities

Water Utilities

Telecommunications

Government

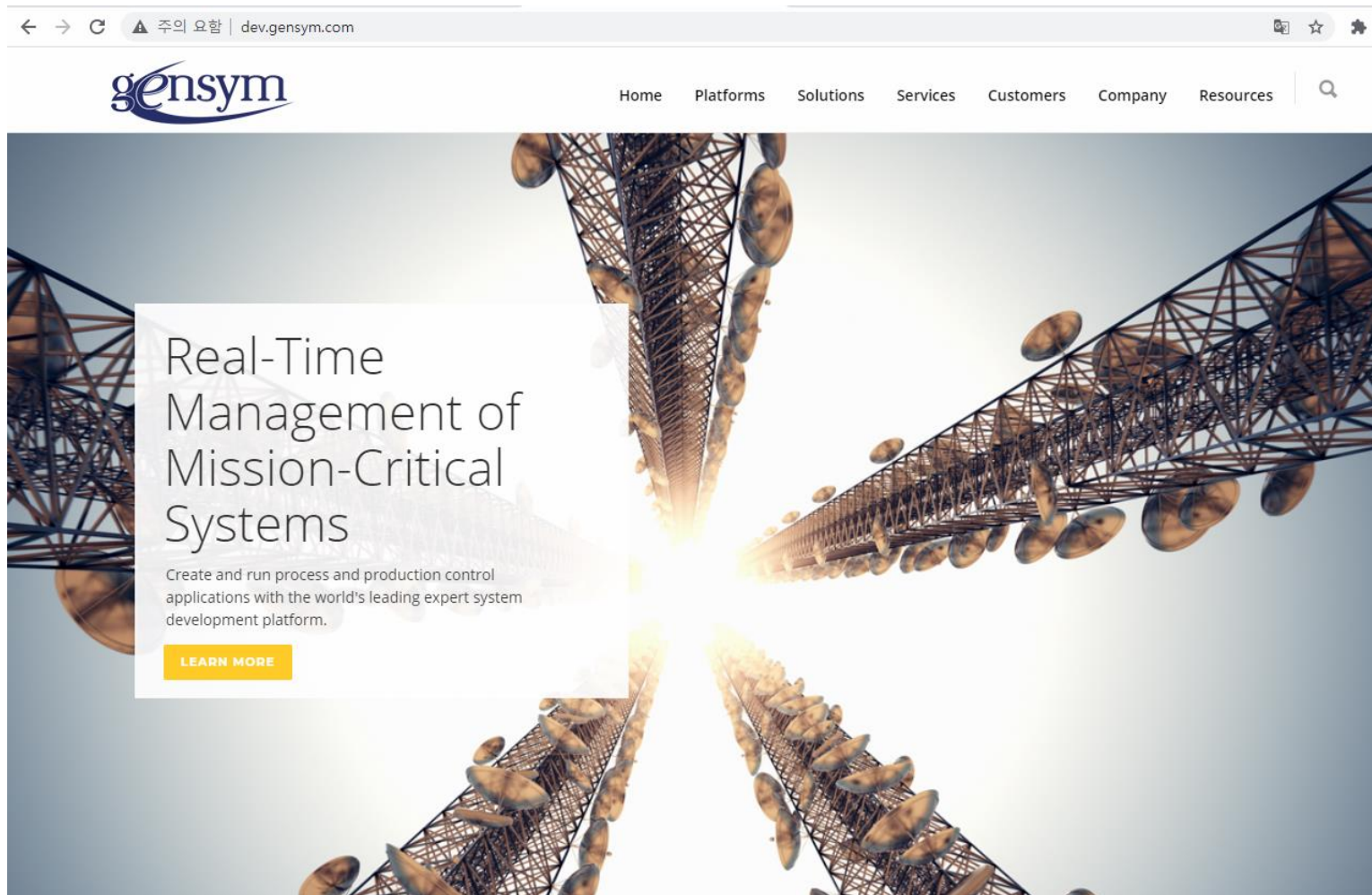
Transportation

Aerospace

출처: <http://www.gensym.com/>

3

5장 전문가 시스템: 적용 사례



출처: <http://dev.gensym.com/>

5장 전문가 시스템: 인간의 지식을 컴퓨터에서 표현하기

- 학습 목표

- 체험해 봅시다: Ex10_질병 진단 ES.xlsm
 병원에 가기 전에 인공지능에 물어 보기
- 지식 표현
- 전문가 시스템

◎ 체험해 봅시다: 병원에 가기 전에 인공지능에 물어 보기

- 전문가 시스템의 시뮬레이션으로 간단한 **질병 진단 시스템**을 실행해 보자.
- **규칙**(뒤에서 설명)과 문진표의 항목을 추가하고, 변경시켜도 좋음.
- **전향 추론**과 **후향 추론**의 두 가지 **생성 규칙**을 모두 준비해 두었으므로 이 정도의 시스템으로도 분위기를 실감할 수 있을 것으로 생각함.

5.1 지식 표현

- 대표적인 **지식 표현(Knowledge Representation)**으로는 다음과 같은 것이 있음.
 - ✓ **생성 시스템**: 지식을 사물의 인과관계로 보고 이것을 IF-THEN 규칙 형식으로 표현한다.
 - ✓ **의미망**(A. M. Collins & M. R. Quillian, 1969): 지식을 사물의 관계로 보고 속성이 달린 네트워크로 표현한다.
 - ✓ **프레임 모델**(Marvin Minsky, 1975): 지식을 속성이 있는 사물로 보고 사물을 프레임으로 표현한다.
- **술어 표현**이나 **절차 표현** 등 다른 표현 방법도 있지만, 여기서는 이 세 종류의 지식 표현에 대해서만 설명.

5.1.1 생성 시스템

- 지식을 사물 또는 현상 a , b 에 대하여 'a라면 b'라고 하는 것과 같은 **인과 관계**로 생각.
- a 부분은 **조건**이나 **원인**, b 부분은 **결과**나 **행동**에 해당. 이것을 다음과 같이 서술함.

식 9-1

IF a THEN b 또는 $a \rightarrow b$

- 이와 같은 표현을 **생성 규칙(Production Rule)**이라 하며, a 를 **조건부**, b 를 **결론부**라 함.

5.1.1 생성 시스템

- 생성 규칙은 프로그래밍 언어의 조건문과는 달리 하나씩 독립적으로 주어져 선언적임.
- 다수의 생성 규칙 집합에 따라 지식 베이스가 구성.
- 한편 지식과는 달리 실제 환경으로부터 얻어지는 관측 데이터가 있는데 이것을 사실(Fact)이라 함.
- 지식을 사용하려면 사실에 일치하는 조건부를 가진 생성 규칙을 찾아 그것의 결론부를 실행하면 됨.
- 생성 규칙은 추가와 갱신이 용이하고 결론부에 복잡한 처리도 서술할 수 있어 유연성이 높은 표현 방법이지만, 전체적으로는 모순이 없도록 조심할 필요가 있음.

5.1.1 생성 시스템

- 지식 표현으로서 생성 규칙을 이용하고 그것들을 처리하는 기능을 갖춘 시스템을 **생성 시스템**이라 함.
- 일반적인 구성은 다음과 같은 3가지 부분으로 이루어짐.
- 생성 시스템에 문제를 주면 추론 기관이 ❶ '조건과 사실을 조회', ❷ '경합 해소', ❸ '행동 & 사실 갱신'이라는 추론 과정을 반복하고 최종적인 결론을 작업 영역에 남겨 둠.
- 경합 해소란 ❶에서 조건이 사실과 일치한 생성 규칙이 여러 개 있을 때 실행해야 할 행동을 하나 선택하는 것으로, 다음과 같은 방법들이 있음.
 - ✓ **First Match:** 처음 발견된 규칙을 선택
 - ✓ **Rule Priority:** 각 규칙에 우선순위를 부여하고 우선순위가 높은 것을 선택
 - ✓ **최신 사실 우선:** 작업영역에서 최근에 처리된 사실과 일치하는 규칙을 선택
 - ✓ **구체 서술 우선:** 가장 복잡한 조건을 갖는 규칙을 선택

5.1.1 생성 시스템

- **추론 방향**에도 다음과 같은 방법이 있음.
 - **전향 추론(Forward Reasoning):** 특정 사실로부터 출발하여 결론을 얻음. **데이터 구동(Data-Driven)**형이라고도 함.
 - **후향 추론(Backward Reasoning):** 가설로부터 출발하여 특정 사실에 도달하게 되면 그 가설을 결론으로 함. **목표 구동(Goal-Driven)**형이라고도 함.
 - **쌍방향 추론:** 전향 추론으로 가설을 축소하고 후향 추론으로 가설을 검증하는 등 **양방향의 특성을 모두 살림**.

5.1.2 생성 시스템의 구체적 사례

• 시뮬레이션에서 체험한 생성 시스템

Rule Base(지식)

P1 IF (몸이 나른하다) THEN (감기) or (인플루엔자) or (저혈압) or (내장장애) or (갑상선장애)
 P2 IF (고열이 있다) THEN (감기) or (인플루엔자)
 P3 IF (미열이 있다) THEN (감기) or (폐결핵)
 P4 IF (머리가 아프다) THEN (감기) or (인플루엔자) or (스트레스) or (숙취) or (뇌장애)
 P5 IF (기침이 나온다) THEN (감기) or (인플루엔자) or (꽃가루알레르기)
 P6 IF (식욕이 없다) THEN (위궤양) or (감기) or (인플루엔자) or (더위먹음)
 P7 IF (구토가 난다) THEN (식중독) or (뇌장애) or (감기)
 P8 IF (위가 아프다) THEN (위궤양) or (스트레스)
 P9 IF (관절이 아프다) THEN (관절염) or (인플루엔자)

Fact(환자의 병세)

- 몸이 나른하다
- 머리가 아프다
- 식욕이 없다
- 열은 없다
- 기침은 안 나온다
- 구토가 난다
- 위는 아프지 않다
- 관절은 아프지 않다

작업 영역의 대응 요소를

- 조건이 Yes이면 +1
- 조건이 No이면 -1
- 조건 또는 행동이 해당하지 않는 것은 그대로 둬

작업 영역 초기 상태

감기=0 인플루엔자=0 저혈압=0 내장장애=0 갑상선장애=0 폐결핵=0 스트레스=0
 숙취=0 뇌장애=0 꽃가루알레르기=0 위궤양=0 더위먹음=0 식중독=0 관절염=0

추론 과정(해당 요소의 값은 양수. 규칙 적용 순서에 따라 결과는 달라질 가능성이 있다)

P1	Yes →	감1	인1	저1	내1	갑1	폐0	스0	숙0	뇌0	꽃0	위0	더0	식0	관0
P2	No →	감0	인0	저1	내1	갑1	폐0	스0	숙0	뇌0	꽃0	위0	더0	식0	관0
P3	No →	감0	인0	저1	내1	갑1	폐0	스0	숙0	뇌0	꽃0	위0	더0	식0	관0
P4	Yes →	감1	인1	저1	내1	갑1	폐0	스1	숙1	뇌1	꽃0	위0	더0	식0	관0
P5	No →	감0	인0	저1	내1	갑1	폐0	스1	숙1	뇌1	꽃0	위0	더0	식0	관0
P6	Yes →	감1	인1	저1	내1	갑1	폐0	스1	숙1	뇌1	꽃0	위1	더1	식0	관0
P7	Yes →	감2	인1	저1	내1	갑1	폐0	스1	숙1	뇌2	꽃0	위1	더1	식1	관0
P8	No →	감2	인1	저1	내1	갑1	폐0	스0	숙1	뇌2	꽃0	위0	더1	식1	관0
P9	No →	감2	인0	저1	내1	갑1	폐0	스0	숙1	뇌2	꽃0	위0	더1	식1	관0

결론

감기이거나 뇌 장애일 가능성이 높다.

그림 9-1 질병 진단 생성 시스템

5.1.2 생성 시스템의 구체적 사례

- 생성 규칙의 **조건부에는 증상**, **결론부에는 가능한 병명**을 서술.
- 하나의 증상에 대하여 가능성이 있는 병명은 여러 개 있으므로 **결론은 or로 서술**.
- 현재 환자의 증상이 '몸이 나른하다, 머리가 아프다, 그렇지만 열은 없다 등등' 이라는 것은 **사실**을 나타냄.
- **이 사실들을 생성 규칙의 조건부와 비교**하여 일치하는 결론부의 병명에 한 표를 줌. 사실에 반하는 조건을 가진 생성 규칙에 대해서는 해당하는 결론부에 나타나 있는 병명에서 한 표를 뺌.
- 조건부에서 사실에 해당하는 서술이 없는 것은 영향을 주지 않음.
- 이것을 모든 생성 규칙에 대하여 **수행하여 득표가 가장 많은 병명이 결론으로 결정**.

5.1.2 생성 시스템의 구체적 사례

- 여기에서는 'IF(증상) THEN(병명)'이라는 생성 규칙을 고려.
- 이 경우에 증상으로부터 병명을 추론하는 것이므로 **전향 추론**을 수행한 것이 됨.
- 한편, 앞의 그림에서 생성 규칙을 'IF(병명) THEN(증상)'의 형식으로 한다면 결론부와 사실(증상)을 조회하여 조건부(병명)를 추론하는 **후향 추론**을 수행하는 것이 됨.
- 이 경우의 생성 규칙은 다음과 같은 형태가 됨.(**결론부가 and인 것에 주의**)

IF (감기) THEN (몸이 나른하다) and (열이 있다) and (머리가 아프다) and (기침이 나온다) and ...

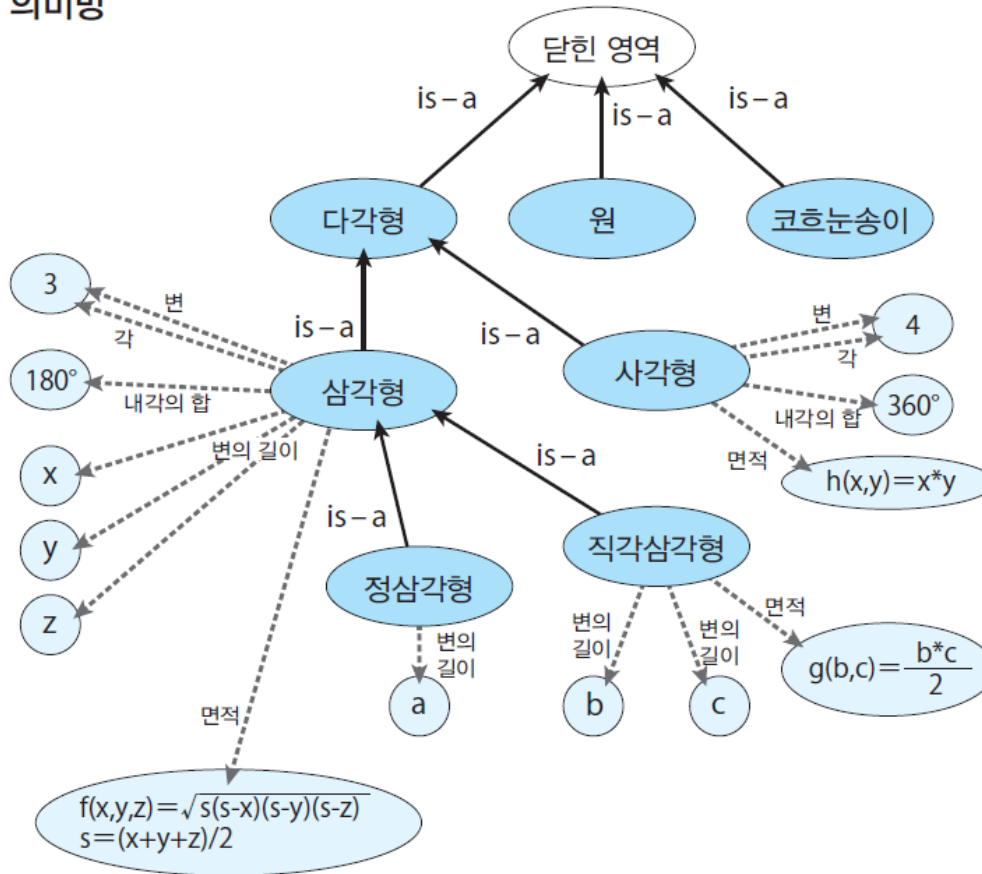
5.1.3 의미망

- 뇌의 기억 모델을 지식 표현에 그대로 적용하여 **현상들 간의 관계를 네트워크로 표현**하는 것을 생각해 보자.
- 네트워크는 단순히 선으로 연결된 것뿐 아니라 어떤 이유로 연결되었는지 또는 어떤 종류의 관계인가 하는 선의 의미를 부여하기도 함.
- 예를 들어, '감기'와 '기침'이라는 현상에 대하여 양쪽을 '증상'이라는 의미를 갖는 선으로 연결하고 '기침을 멈추는 약'이라는 사물에 대하여 '치료법'이라는 의미를 갖는 선으로 연결하는 것임.
- 이와 같은 지식 표현 또는 이것을 처리하는 구조를 포함하여 **의미망(Semantic Network)**이라 함.

5.1.4 의미망의 구체적 사례

• 평면 도형에 대한 의미망

의미망

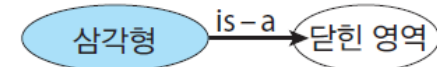


Q1. 삼각형의 내각의 합은 180°?



A : 직접 조회 : Yes

Q2. 삼각형은 닫힌 영역?



A : 간접 조회 : Yes

Q3. 직각삼각형의 면적은?



A : 직접 조회 : g(b, c) 호출

Q4. 정삼각형의 면적은?



A : 간접 조회 : f(a, a, a) 호출

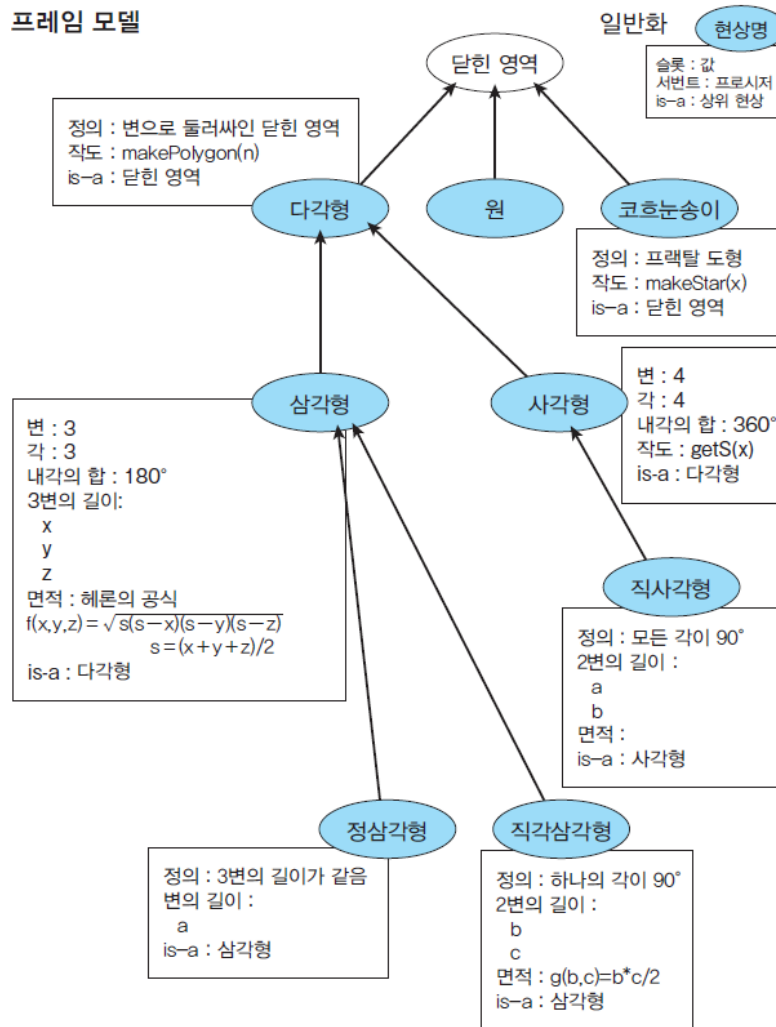
그림 9-2 평면 도형에 관한 의미망

5.1.5 프레임 모델

- 뇌의 기억 모델을 자연스럽게 표현함에도 불구하고 의미망은 복잡하여 실용적이지 못하였음.
- 이것은 현상도 그 성질도 모두 동격으로 취급하여 그것들을 의미가 부여된 선으로 묶었기 때문임.
- 현상의 성질은 관련 속성들로 정리하여 현상 속에 모두 서술해 두면 큰 폭으로 선의 개수를 줄일 수 있을 뿐 아니라 현상도 정리하기 쉬움.
- 이와 같은 속성을 한데 포함한 현상의 표현 방법으로 프레임 모델(Frame Model)이라는 데이터 구조를 사용.

5.1.6 프레임 모델의 구체적 사례

프레임 모델



Q1. 삼각형 내각의 합은?

삼각형

내각의 합 슬롯 값

A : 180°

Q2. 삼각형은 닫힌 영역?

삼각형

is-a 슬롯을 찾아감

A : Yes

Q3. 직각삼각형의 면적은?

직각삼각형

면적 서버트 호출

A : $g(b,c) = b*c/2$

Q4. 정삼각형의 면적은?

정삼각형

is-a 슬롯 찾아감
삼각형의 면적
서버트 호출

A : $f(a,a,a) = \sqrt{s(s-a)^3}$
 $s = 3a/2$

그림 9-3 평면 도형에 관한 프레임 모델

5.2 전문가 시스템

- **전문가 시스템(Expert System)**은 지식 표현을 이용하여 전문가의 지식을 컴퓨터로 처리하려고 하는 시스템.
- 전문가 부족을 **보완**하거나, 지식 계승으로서의 역할을 담당하거나, **위험한 작업 등을 대신**하는 등의 폭넓은 이용이 가능함.
- 인간을 대신하려는 등의 과도한 기대를 하지 않는다면 유용함.
- 역사적인 전문가 시스템으로는 **DENDRAL, MACSYMA, MYCIN**이 있음.
- 특히 **MYCIN**은 **전문가 시스템 구축 툴의 개념을 확립**하고, 이후에는 지식 베이스의 내용만 바꿔 넣으면 다양한 전문가 시스템을 구축할 수 있도록 개선되었음.

5.2.2 전문가 시스템의 유형

- 전문가 시스템은 **목적**에 따라 다음과 같은 유형이 있음.
 - ✓ **진단형**: 관측된 현상으로부터 원인을 추정. 의료 진단, 고장 진단 등
 - ✓ **설계형**: 주어진 제약 조건 중에서 최적해를 제시. 반도체 칩 내의 배선, 건축 설계 등
 - ✓ **제어형**: 센서 등의 관측 데이터로부터 최적의 제어를 수행. 화학 플랜트, 용광로, 지하철 등
 - ✓ **상담형**: 요구를 만족하는 최적해를 제시. 법률 상담 등
 - ✓ **교육형**: 학습자의 이해도에 따른 최적 지도를 수행. 지능적 CAI 등

5.2.3 전문가 시스템 구축 툴

- **EMYCIN**으로부터 시작된 전문가 시스템 구축 툴은, 1980년대에 AI 붐이라고 할 수 있을 정도의 활황을 띠면서 각 기업이 상용화에 경쟁을 벌였음.
- 그런데 인간의 상식까지 포함한 판단 기준에서 보면 표면적인 지식 표현으로는 도움이 되지 않는 것이 밝혀지면서 1990년 이후 전문가 시스템은 쇠퇴해 갔음.
- 그러나 이용 범위를 잘 제한한다면 여전히 매우 유효한 개념으로, 법률 관계, 플랜트 설비 스케줄링, 의료 분야 등 비교적 확립된 분야에서 실용화가 이루어지고 있음.