

1 | 전문가 시스템

1 전문가 시스템

- ▶ 규칙 기반 모델을 이용하는 추천 엔진에 기반
- ▶ 현재까지 분석 결과 제공 시스템의 대부분은 전문가 시스템에 기반

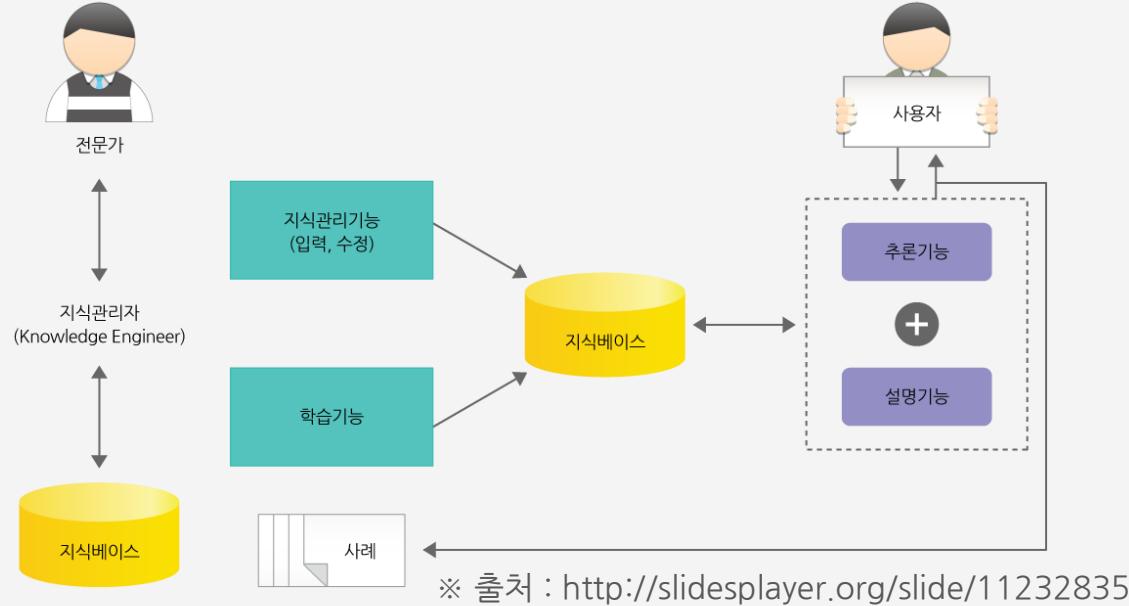
1 전문가 시스템

▶ 전문가 시스템이란?

- 규칙 기반 시스템 중 전문가가 직접 하는 분류 또는 결정과 같은 판단 규칙에 도움을 주거나 대체할 수 있는 시스템
- 특정 문제 영역에 관한 전문 지식을 지식 베이스에 저장하고 해당 문제 영역에 관한 다양한 문제를 해결하는 시스템
- 생성 시스템의 하나
- 의료 진단 시스템 또는 설계 시스템 등

1 전문가 시스템

▶ 전문가 시스템의 구성



2 초기 전문가 시스템 Dendral

- ▶ 1965년 스탠퍼드 대학에서 시작된 프로젝트
- ▶ 물질의 질량 분석 후 분자량을 얻어 이를 해당 물질의 화학 구조 파악 시 이용
- ▶ LISP 사용

2 초기 전문가 시스템 Dendral

▶ 예

- 물의 분자량은 H=1, O=16이므로 정수값으로 18이 됨
- 질량 분석 시 18 근처에서 피크값을 얻음
- 에탄올(C₂H₅OH)는 C=12, H=1, O=16으로 정수값 46이 되어 질량 분석 시 46 근처에서 피크 값을 얻음
- 질량 분석을 통해 얻은 피크 값을 통해 역으로 화학 구조를 파악
- 분자량 증가 시 원자 조합이 다양해 지며 시간이 오래 걸릴 수 있음

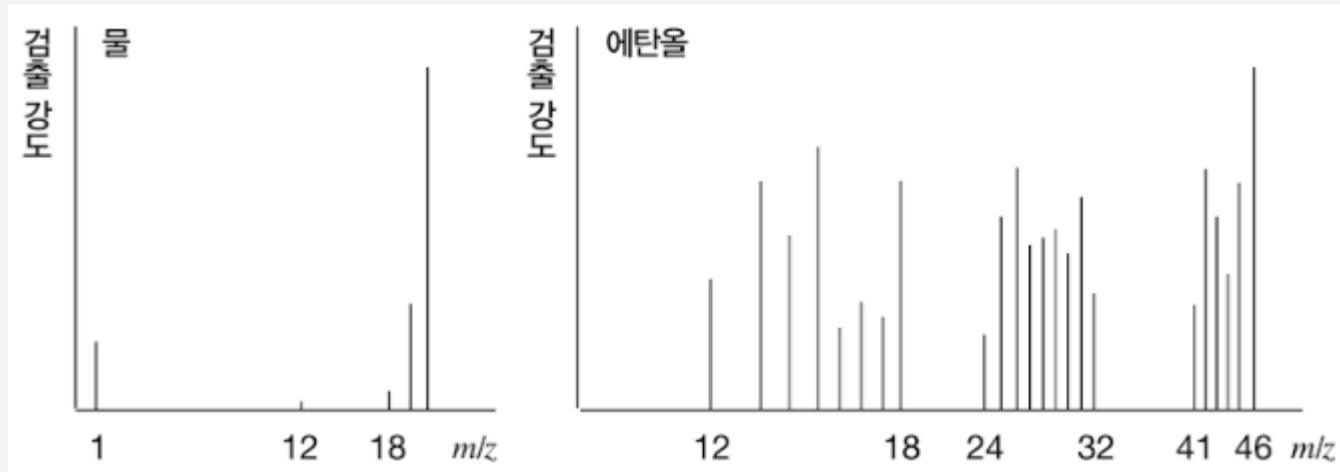
2 초기 전문가 시스템 Dendral

▶ Dendral 구성

Heuristic-Dendral	Meta-Dendral (학습 시스템)
<ul style="list-style-type: none">전문가의 경험적 분석을 실행	<ul style="list-style-type: none">분자 결합 구조와 질량 스펙트럼 셋을 지식 기반에 저장하고 Heuristic-Dendral에 피드백

2 초기 전문가 시스템 Dendral

- ▶ 물의 경우 18 근처에서 피크 값을 얻을 수 있음
- ▶ 에탄올은 다양한 분포를 보이나 46 근처에서 피크 값을 얻을 수 있음



3 Dendral에서 파생된 MYCIN

- ▶ 1970년대에 구축
- ▶ 항생제의 접미사인 ‘~mycin’에서 유래
- ▶ 환자의 전염성 혈액 질환 진단 후 항생제, 투약량 등 제시
- ▶ 500개 정도의 규칙을 통해 판정
- ▶ 이진 규칙 외에도 답변 형식을 요구하는 질문도 존재

3 Dendral에서 파생된 MYCIN

- ▶ 결과의 신뢰도 순서에 따라 질환 원인 표시 및 치료 과정 제안
- ▶ 세균 감염 전문의가 아닌 의사보다 높은 진단율을 보이지만 전문의 보다는 낮은 정답 신뢰도를 나타냄
- ▶ 윤리적, 법률적 책임 문제로 실제 현장 사용 사례가 없음
- ▶ 의료 전문가 시스템의 경우 진단 정답율 85~90% 이상, 거짓 양성과 거짓 음성이 적어야 함

2 | 추론 엔진의 종류와 기법

1 전문가 시스템이 규칙을 사용해 결과를 추론하는 프로그램

- ▶ 추론 엔진의 규칙은 명제 논리, 술어 논리, 인식 논리, 퍼지 논리 등의 수리논리학을 이용
 - 명제 논리 : 가장 기본적으로 사용하는 수리 논리학
 - 논리 연산자를 이용하여 명제 사이의 관련성 표현
 - 술어 논리 등을 이용해 의미 부여 시 추론 엔진으로 동작 가능한 논리 구성이 됨

1 전문가 시스템이 규칙을 사용해 결과를 추론하는 프로그램

▶ 추론 엔진 논리 구성 예

술어논리(Predicate logic)



다치 논리(Many-valued logic)



2 명제 논리의 기호 종류

- ▶ 명제 변수와 논리 연산자로 구성

항목	내용
논리식	원자 논리식 혹은 원자 논리식과 명제 결합 기호의 조합으로 표현
원자 논리식 (원자식)	명제 변수로 표현
명제 변수	P, Q, p, q, \emptyset , Ψ 등

2 명제 논리의 기호 종류

- ▶ 명제 변수와 논리 연산자로 구성

항목	내용
명제 결합 기호 (결합기호)	\neg , \sim (부정, NOT), \wedge (연언, 논리곱 AND), \vee (선언, 논리합, OR) \Rightarrow (함축, implication), \Leftrightarrow (동치, equivalence), NOT과 OR 이외의 기호는 NOT과 OR로 풀어서 표현 가능
보조 기호	()는 기호법에 따라 없는 경우도 있음
논리적 동치	\equiv 는 2개의 논리식이 같은 값인 경우를 표시

3 술어 논리의 기호 종류

▶ 논리식에 기호를 조합해 논리 표현의 폭을 넓힘

항목	내용
논리식	원자 논리식 혹은 원자 논리식과 논리 기호의 조합으로 표현
원자 논리식 (원자식)	원자 논리식 혹은 원자 논리식과 항의 조합으로 표현
항	정수 기호, 변수 기호, 함수 기호의 조합으로 표현

3 술어 논리의 기호 종류

▶ 논리식에 기호를 조합해 논리 표현의 폭을 넓힘

항목	내용
정수 기호	TRUE, FALSE, X, Y, apple, Tommy 등
변수 기호	P, Q, p, q, \emptyset , Ψ 등
함수 기호	FATHER()등, 관계를 표시
술어 기호	cold() 등 성질과 상태를 표시
논리 기호	명제 결합 기호와 한정 기호로 표현
한정 기호	\forall (전칭 기호), \exists (존재 기호)

3 술어 논리의 기호 종류

▶ 술어 논리식의 예

술어 논리식	의미
MOTHER(Tom)	Tom의 어머니
cold(x)	x 가 차갑다.
$\exists x(\text{have}(l, x) \wedge \text{book}(x))$	나는 책이 있다.
$\forall x(\text{girl}(x) \Rightarrow \exists y(\text{loves}(x, y) \wedge \text{cake}(y)))$	모든 여자는 케이크를 좋아한다.
$\exists x(\text{human}(x) \wedge \text{touch}(x, \text{BACK}(x)))$	아무도 자신의 등을 만지지 않는다.

4 진리표

- ▶ 명제 P, Q 가 있고 진리값이 결정된 경우 각 명제의 참과 거짓 여부에 따라 적용된 진리값은 아래와 같음
 - 예를 들면 $P \Rightarrow Q$ 는 $(\neg P) \vee Q$ 와 같다고 할 수 있음

P	Q	$\neg P$	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$P \Rightarrow Q$	$P \Leftrightarrow Q$
F	F	T	F	F	T	T
F	T	T	F	T	T	F
T	T	F	T	T	T	T
T	F	F	F	T	F	F
대응하는 논리 연산자		NOT	AND	OR		

5 논리식의 주 동치 관계

- ▶ 항진식 : 항상 참이 되는 논리식
- ▶ 항위식(모순식) : 항상 거짓이 되는 논리식

이중 부정	$P \equiv \neg \neg P$
결합률	$(P \wedge Q) \wedge R \equiv P \wedge (Q \wedge R)$ $(P \vee Q) \vee R \equiv P \vee (Q \vee R)$
배분율	$P \wedge (Q \vee R) \equiv (P \wedge Q) \vee (P \wedge R)$ $P \vee (Q \wedge R) \equiv (P \vee Q) \wedge (P \vee R)$
교환율	$P \wedge Q \equiv Q \wedge P$ $P \vee Q \equiv Q \vee P$
드 모르간 법칙	$\neg(P \wedge Q) \equiv \neg P \vee \neg Q$ $\neg(P \vee Q) \equiv \neg P \wedge \neg Q$
한정 기호와 관계된 드 모르간 법칙	$\neg(\forall x p(x)) \equiv \exists x(\neg p(x))$ $\neg(\exists x p(x)) \equiv \forall x(\neg p(x))$

6 논리곱 표준형과 스콜렘 표준형

▶ 논리곱 표준형(Conjunctive normal form; CNF)

- 명제 논리식을 절 형식(Clause form)으로 변환하는 것
- 선언적으로 결합한 논리식
- 이중부정, 드모르간, 분배 법칙을 사용하여 변환

6 논리곱 표준형과 스콜렘 표준형

▶ 스콜렘 표준형

- 술어 논리식을 절 형식으로 변환하는 것
- 스콜렘 함수로 존재 기호(\exists)를 제거하도록 변환

3 | 추천 엔진

1 추천 엔진의 개념

- ▶ 빠른 정보를 추측해서 제시하는 전문가 시스템
- ▶ 특히 쇼핑몰 사이트나 언론사에서 사용하는 경우가 많음
- ▶ 간단한 예로 다양한 정보에서 연관성 있는 정보 찾기
- ▶ 협업 필터링을 이용해 사용자화 추천하기
예)
 - 온라인 쇼핑몰의 제품 추천
 - 흥미로운 웹사이트 추천
 - 음악과 영화 검색 도우미 등

1 추천 엔진의 개념

▶ 추천엔진의 예

- 쇼핑몰 방문자에게 “이 상품을 본 후에 구매한 상품은?” 같은 질문을 통한 추천 정보 제공
- 쇼핑몰 등의 사이트 방문자에게 비슷한 정보를 추천하는 시스템과 같이 전문가 시스템의 한 예

▶ 전문가 시스템으로 구현하면

- “방문자가 보는 정보를 키워드로 비슷한 정보를 표시하라”는 질문 실행과 동일

1 추천 엔진의 개념

▶ 추천 엔진 방법

- 콘텐츠 내용에서 비슷한 정보를 찾아 정보 추천
- 방문자의 검색 이력 또는 구매 이력 등 사이트 방문자 고유 정보를 이용해 연관 정보 추천



※ 출처 :
<https://www.slideshare.net/devview/261-52784785>

2 콘텐츠 내용을 분석하는 추천 엔진

- ▶ 사이트 사용자 및 방문자의 정보를 제외한 콘텐츠 자체의 정보에서 관련 있는 내용 검색 후 추천

콘텐츠 정보의 예

: 쇼핑몰의 상품 정보, 뉴스 사이트의 기사 정보 등

2 콘텐츠 내용을 분석하는 추천 엔진

▶ 지식 기반에 저장 가능한 콘텐츠(Feature; 특징량)

- 정보 구성 요소 : 제목, 장르 등
- 계산을 통해 찾는 데이터

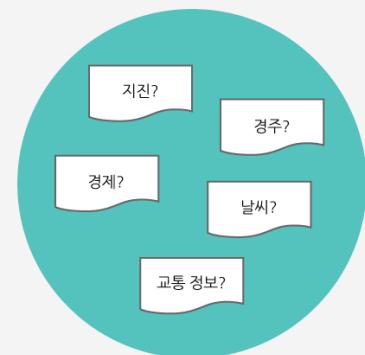
기사 추천의 예

: 지진 뉴스를 보는 A에게 다음은 어떤 기사를 추천할 것인가?

→ 키워드를 통한 관련성 정의



A씨에게 다음으로 추천할 기사는?



3 협업 필터링을 이용하는 추천 엔진

▶ 협업 필터링

- 많은 사용자들로부터 얻은 기호 정보(Taste information)에 따라 사용자들의 관심사들을 자동으로 예측하게 해 주는 방법
- 정보 과잉 문제를 해결하기 위한 정보 필터링의 주요 기법
- 큰 무리의 사람들을 검색해서 유사한 취향을 갖는 작은 집합을 발견하는 방법

3 협업 필터링을 이용하는 추천 엔진

▶ 협업 필터링

능동적 필터링	수동적 필터링
<ul style="list-style-type: none">■ P2P 방식■ 사람들이 다른 비슷한 집단의 사람들이 구매한 물건의 정보를 공유하고자 한다는 사실에 기초	<ul style="list-style-type: none">■ 특정 집단의 정보가 아닌 일반 집단의 정보를 사용

3 협업 필터링을 이용하는 추천 엔진

▶ 협업 알고리즘

- 방문자 또는 사용자의 고유 데이터를 이용하여 적합한 무엇인가를 추천하는 경우 많이 사용되는 알고리즘

(대표적인 예 : 아마존의 아이템 기반의 협업 필터링)

- 콘텐츠 분석 추천 엔진에 사용자 고유 데이터를 결합하여 상관 분석

3 | 추천 엔진

3 협업 필터링을 이용하는 추천 엔진

▶ 협업 필터링 예

- 상품 구매 의지를 가진 X와 그렇지 않은 A~E가 있을 경우 각 사용자의 구매 이력을 조회하여 추천도와 상관 계수를 산

방문자	상품										상관 계수
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	-	1	0	-	-	-	-	0	0	1	
A	1	1	1	-	-	-	-	0	0	0	
B	-	-	-	0	0	0	1	1	1	0	
C	0	1	0	0	-	1	1	0	0	1	
D	0	-	-	0	1	1	0	0	1	1	
E	-	1	0	-	1	0	-	0	0	0	
추천 정도											

다음 표를 기준으로
X와 다른 방문자 간의
상관 계수를 피어슨
상관 계수 공식으로 산출

3 협업 필터링을 이용하는 추천 엔진

▶ X와 A의 피어슨 상관 계수 산출 예

X 씨의 구매 기록 $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\} = \{1, 0, 0, 0, 1\}$

A 씨의 구매 기록 $\{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\} = \{1, 1, 0, 0, 0\}$

상관 계수

$$r = \frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2\right) \left(\sum_{i=1}^5 (y_i - \bar{y})^2\right)}}$$

≈0.167



이와 같은 방식으로 나머지 사람들의
상관 계수를 산출할 수 있음

3 협업 필터링을 이용하는 추천 엔진

▶ X와 A~E 와의 상관계수를 산출한 결과

산출 결과 계수 값이
0.5 이상으로 X와 같은
구매 경향이 있는
사람은 C, D, E로 판별

3 | 추천 엔진

3 협업 필터링을 이용하는 추천 엔진

- ▶ 최종적으로 X와 관련이 없는 상품 (1, 4, 5, 6, 7)을 대상으로 C, D, E의 구매 기록을 통해 X가 살 가능성이 있는 상품을 계산

가장 높은 추천 정도를
받은 상품 5가 X에게 추천
보통 5단계의 값을 사용
(예에서는 0과 1만 사용)

방문자	X	상품										상관 계수
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	X	-	1	0	-	-	-	-	0	0	1	1.000
	A	1	1	1	-	-	-	-	0	0	0	0.167
방문자	B	-	-	-	0	0	0	1	1	1	0	-1.000
	C	0	1	0	0	-	1	1	0	0	1	1.000
	D	0	-	-	0	1	1	0	0	1	1	0.500
	E	-	1	0	-	1	0	-	0	0	0	0.612
추천 정도		0.00			0.00	1.00	0.67	0.50				