

고등교육

스마트  
교육

인공지능기초

교수·학습

역량 강화

지식의 표현과 추론

## 학습내용

- 1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법
- 2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

## 1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

### ◆ '지식의 표현'에 대한 이해

#### ❖ '지식의 표현' 단원의 수업

- 인간이 지식을 생성하고, 스키마에 저장하는 것처럼 인공지능은 지식을 어떻게 표현하고 추론하는지 알아보는 단원

#### ❖ 지식의 유형

- 인간에게 필요한 지식의 유형과 정교화 과정
  - 선언적 지식
    - 사실, 개념, 원리 등에 대한 지식
  - 절차적 지식
    - 과제를 수행하는 절차나 법에 관한 지식
  - 몸의 동작에 대한 지식
    - 운동을 잘하는 방법 등 신체를 움직이는 방법에 관한 지식
- 말로 풀어내기 쉬운 지식은 선언적 지식 > 절차적 지식 > 몸의 동작에 대한 지식 순
- 인간은 학습을 통해 지식을 쌓고, 정립된 지식을 학습 과정을 통해 정교화 함

1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '지식의 표현'에 대한 이해

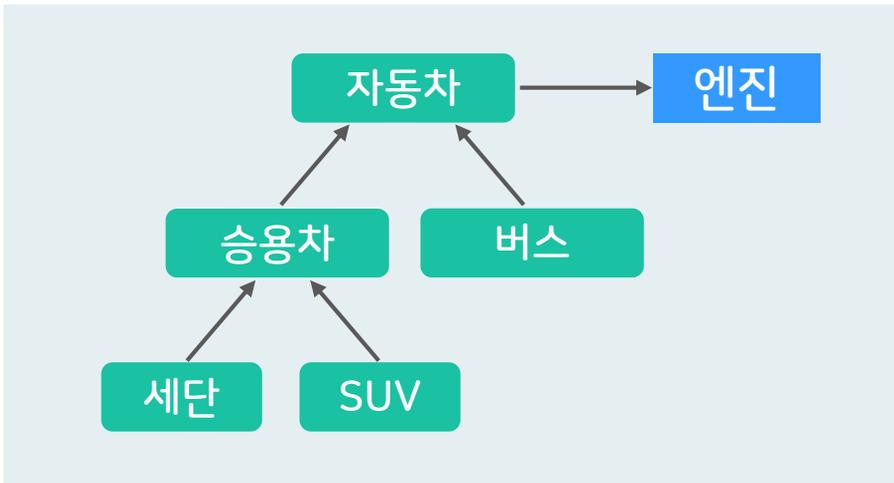
❖ 선언적 지식의 표현 방법

• 의미망 표현

- 의미망의 개념

→ 개념의 관계성을 네트워크 다이어그램으로 표현한 것

→ 예 : 엔진을 중복으로 나타내지 않아도 승용차, 버스 등 하위 개념들이 엔진을 한 부분으로 갖는다는 점을 알 수 있음



• 명제 논리 표현

- 명제 논리의 개념

→ '참'인지 '거짓'인지 판별할 수 있는 문장

→ 명제를 기호로 표현하여 참, 거짓을 결정

→ 기호를 이용하여 표현

**A = 영희는 여자이다.**

**B = 영희는 고등학생이다.**

## ① '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

### ◆ '지식의 표현'에 대한 이해

#### ❖ 선언적 지식의 표현 방법

##### • 술어 논리 표현

- 모든( $\forall$ ),어떤( $\exists$ )의 한정자를 사용하여 문장의 문법적 구조와 의미를 논리식으로 표현한 것

모든 사람은 생각한다.

$$\forall x p(x) \rightarrow q(x)$$

##### • if-then 규칙 기반 표현

- '~이면 ~이다.'와 같이 조건(if)과 결과(then)의 형태로 표현한 것

신호등이 녹색일 때는 건너고,  
빨간색이면 기다린다.

*if* 신호등이 녹색 *then* 건너다.

*if* 신호등이 빨간색 *then* 기다린다.

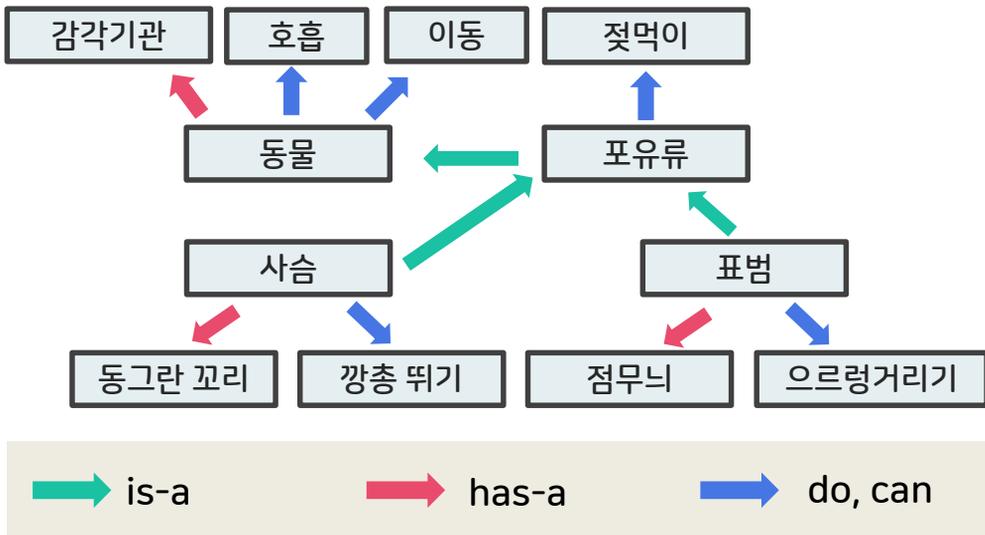
1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '지식의 표현'에 대한 이해

❖ 선언적 지식의 표현 방법

• 의미망 표현 방법

- 지식이 표현되어 있으면 인공지능은 아크에 따라 다르게 이해함
- 동일한 표현을 중복해서 저장하지 않아도 된다는 장점이 있음



아크	표현한 지식
is-a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포유류는 동물이다.</li> <li>• 사슴은 포유류이다.</li> <li>• 표범은 포유류이다.</li> </ul>
has-a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동물은 감각기관을 가졌다.</li> <li>• 사슴은 동그란 꼬리를 가졌다.</li> <li>• 표범은 점무늬를 가졌다.</li> </ul>
do, can	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동물은 호흡할 수 있다.</li> <li>• 동물은 이동할 수 있다.</li> <li>• 포유류는 젖먹이를 할 수 있다.</li> <li>• 사슴은 깡총 뛸 수 있다.</li> <li>• 표범은 으르렁거릴 수 있다.</li> </ul>

1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

- ◆ '지식의 표현'에 대한 이해
  - ❖ 선언적 지식의 표현 방법
    - 명제 논리 표현 방법
      - 명제를 기호  $p, q$ 로 표현

[명제]  $p$  : 영희는 학생이다.     $q$  : 학생은 학교를 다닌다.

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| $\sim p$              | 영희는 학생이 아니다.  |
| $p \wedge q$          | 영희는 학생이다. 그리고 학생은 학교를 다닌다.                            |
| $p \vee q$            | 영희는 학생이다. 또는 학생은 학교를 다닌다.                             |
| $p \rightarrow q$     | 만일 영희가 학생이라면, 학생은 학교를 다닌다.                            |
| $p \leftrightarrow q$ | 만일 영희가 학생이라면 학생은 학교를 다닌다.<br>만일 학생이 학교를 다니면 영희는 학생이다. |

[명제]  $p$  : 모든 사람은 학생이다.

- |          |  |
|----------|--|
| $\sim p$ | '모든'을 부정했을 때: <b>일부</b> 사람은 학생이다.<br>'학생이다'를 부정했을 때: 모든 사람은 <b>학생이 아니다</b> . |
|----------|--|

1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

- ◆ '지식의 표현'에 대한 이해
  - ❖ 선언적 지식의 표현 방법
    - 술어 논리 표현 방법
      - 지식을 더 분명하고 정확히 표현할 수 있음

**'모든 사람은 학생이다.'를 술어 논리로 표현하는 방법**

표현하려는 문장	술어 논리 표현
$x$ 는 사람이다.	$Person(x)$
$x$ 는 학생이다.	$Student(x)$
술어 논리 기호로 '모든'을 표현한다.	$\forall x$
모든 사람은 학생이다.	$\forall x \{ person(x) \rightarrow student(x) \}$

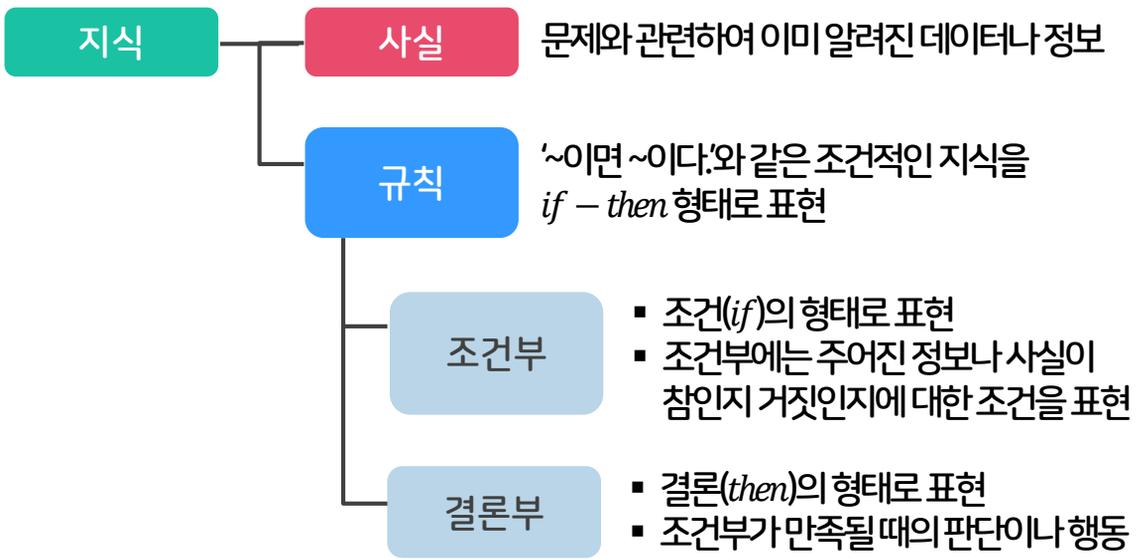
1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '지식의 표현'에 대한 이해

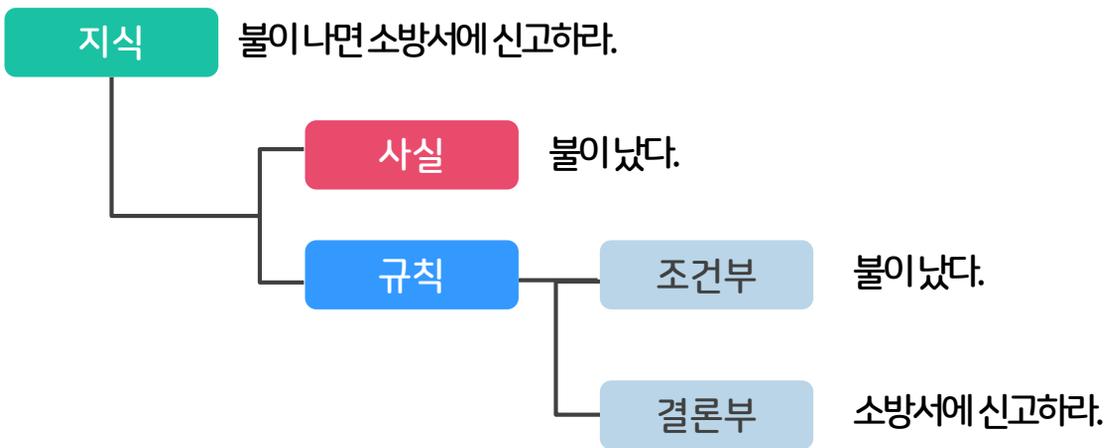
❖ 선언적 지식의 표현 방법

• if-then 규칙 기반 표현 방법

- 지식은 사실과 규칙으로 이루어져 있고, 규칙은 다시 조건부와 결론부로 나누어짐



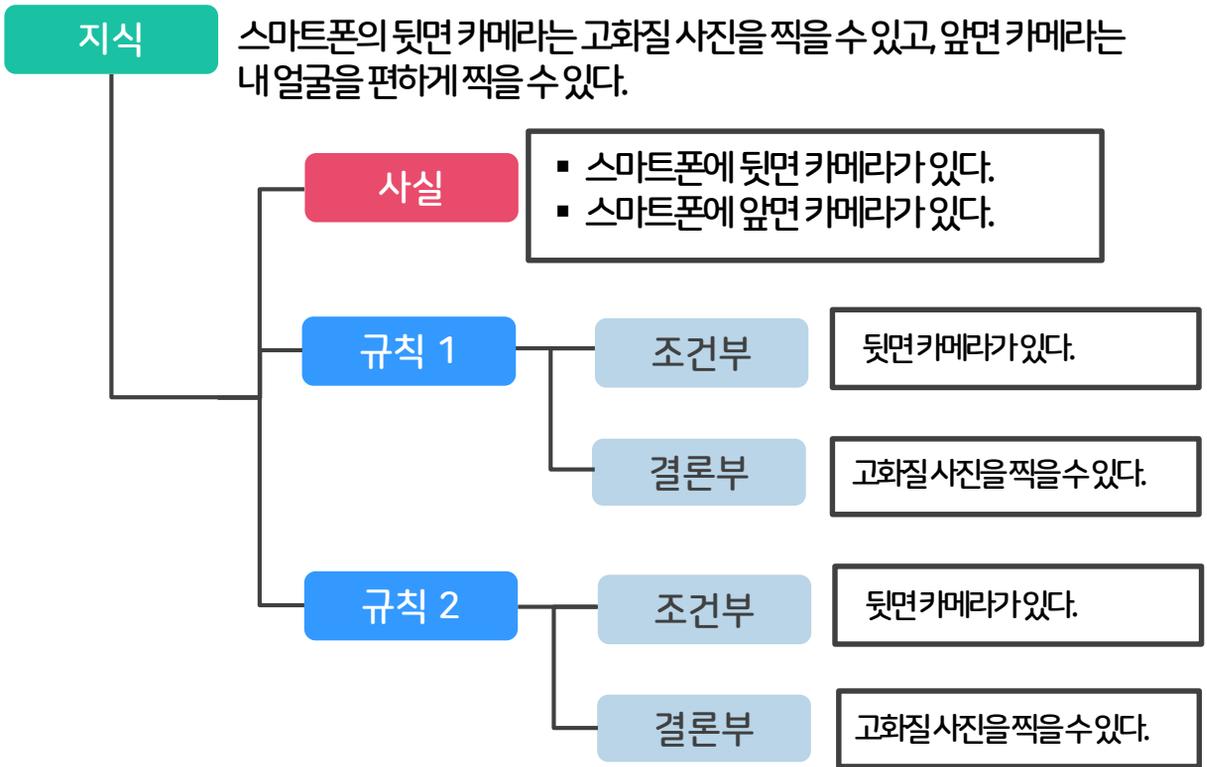
예시를 통한 설명



1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

- ◆ '지식의 표현'에 대한 이해
  - ❖ 선언적 지식의 표현 방법
    - if-then 규칙 기반 표현 방법

수업 시 예제 활용: 사실과 규칙 찾아보기



- 수업 지도 Tip
  - 예제를 활용하여 학생들이 직접 지식을 작성해보도록 하고, 이를 규칙으로 구조화해보는 활동으로 수업 진행

1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '지식의 표현'에 대한 교수·학습 적용 사례

❖ 수업 개요

• 학습 목표

- 세상의 정보를 규칙과 사실로 표현하고, 추론 기법을 통해 새로운 사실을 생성하는 과정을 설명할 수 있다.
- 교육용 도구를 활용하여 직접 체험하거나 만들어보는 과정을 통해 간단한 지식 표현과 추론 과정을 실습해보고, 전통적인 프로그래밍 언어의 구문 구조인 if-then과의 차이를 이해할 수 있다.

단계	활동명	활동 내용
도입	지식 표현의 필요성 생각해보기	인간의 지식을 정해진 형식으로 표현해야 하는 이유를 생각해보며 동기유발
전개	지식의 표현 방법 알아보기	인간의 지식을 컴퓨터가 이해할 수 있도록 하기 위한 표현 방법 학습
	지식을 여러 가지 방법으로 표현해보기	실생활 지식을 여러 가지 방법으로 표현해보기(모둠 활동) - 진실 게임(언플러그드 활동)
정리	지식의 표현 방법에 따른 장·단점 발표하기	각각의 방법으로 지식을 표현해봤을 때 느낀 장점과 단점을 발표

## ① '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

### ◆ '지식의 표현'에 대한 교수·학습 적용 사례

#### ❖ 도입 단계 활동

- '지식 표현의 필요성 생각해보기' 활동
  - 지식을 구조화하여 표현해야 하는 이유에 대해 생각해보는 시간 마련
  - '지식'이 무엇인지에 대한 개념 설명 필요
  
- 지도 주안점
  - 정보 교과의 내용과 연계하여, 데이터, 정보, 지식의 개념을 비교하여 설명
  - 전문가 시스템 관련 동영상을 준비해서 함께 시청하면 흥미를 높일 수 있음

1 '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '지식의 표현'에 대한 교수·학습 적용 사례

❖ 전개 단계 활동

• '지식의 표현 방법 알아보기' 활동

- 지식을 표현하는 각 방법의 개념, 특징, 예시를 찾아 작성하도록 안내
- '추론' 단원을 학습할 때 지식의 표현 방법에 대한 이해가 필요하므로 예제를 중심으로 설명

### 지식의 표현 방법(활동지)

지식을 표현하는 방법의 개념, 특징, 예시를 찾아 작성해보자.

	의미망	명제 논리	술어 논리	if-then 규칙 기반
개념				
특징				
예시				

• 지도 주안점

- 다양한 예시를 찾아 발표해보며 공유하고 퀴즈를 만들어 풀어보는 활동을 병행할 수 있음
- 퀴즈, 게임 등의 활동을 통해 지식의 표현 방법 간의 차이점을 이해할 수 있도록 지도

## ① '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

### ◆ '지식의 표현'에 대한 교수·학습 적용 사례

#### ❖ 전개 단계 활동

##### • '실생활 지식을 여러 가지 방법으로 표현해보기' 활동

- 카드게임 : 진실을 말하고 있는 사람은 누구일까?

- 실습 안내

→ 한 명의 명제가 '참'이고, 나머지가 '거짓'일 때 논리상 누가 범인인지 찾는 게임

##### • 지도 주안점

- 카드게임, 보드게임 등 내용을 지식으로 표현해보는 추리게임으로 지식을 표현하는 방법을 익힐 수 있음

- 지식으로 표현한 내용을 포스터로 만들어 전시, 발표하는 활동으로 연결해 작은 프로젝트 수업으로 구성할 수도 있음

## ① '지식의 표현'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

### ◆ '지식의 표현'에 대한 교수·학습 적용 사례

#### ❖ 정리 단계 활동

##### • '지식의 표현 방법에 따른 장·단점 발표하기' 활동

- 여러 가지 방법으로 지식을 표현했을 때 각각의 장·단점을 생각해 볼 수 있도록 발문
- '추론' 단원과 연계하여 어떤 표현 방법이 편리할지 생각해볼 수 있도록 지도
- 컴퓨터의 추론에서 어떤 표현 방법이 효율적일지 생각해보게 하며 학습 마무리

## 2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

### ◆ '추론'에 대한 이해

#### ❖ '추론' 단원의 수업

- 추론의 원리 이해와 새로운 지식을 생성해보며 컴퓨터의 지식의 표현 및 처리가 어떤 절차와 원리로 이루어지는지 이해하기 위한 단원

#### ❖ 추론의 개념

- 추론
  - 구축된 지식, 주어진 데이터나 정보, 가설을 검증하여 새로운 사실을 유도해 내거나 관련된 정보를 유추하는 것

2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

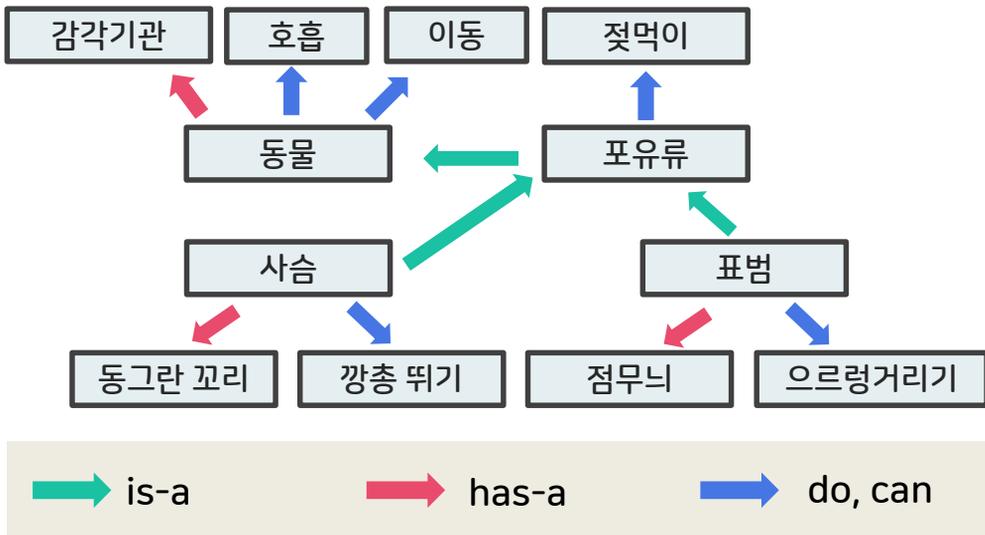
◆ '추론'에 대한 이해

❖ 지식의 표현 방법에 따른 추론

- 의미망으로 표현된 지식을 이용한 추론

- 의미망에서의 추론

→ 노드를 바탕으로 다른 노드나 관계를 추측해 나가는 과정



(1) 포유류 중 동그란 꼬리를 가지고 있는 것은?

'동그란 꼬리' 노드는 사슴으로부터 나왔으므로  
정답은 '사슴'

(2) 점무늬를 가지고 으르렁거리는 동물은 젖을 먹는가?

'점무늬', '으르렁거리기' 노드는 표범으로부터 나왔고,  
표범은 '포유류' 노드에 속하므로 '참'

2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '추론'에 대한 이해

❖ 지식의 표현 방법에 따른 추론

- 명제 논리로 표현된 지식을 이용한 추론
  - 보통 두 개 이상의 지식을 이용하여 새로운 지식을 만들
  - 기호의 수학적 조작을 통해 문장의 참과 거짓을 판정하여 추론

**긍정 논법**

$p \rightarrow q$	철수가 기쁘다면 밥을 먹고 있는 것이다.
사실 $p$	철수는 기쁘다.
추론 $q$	철수는 밥을 먹고 있다.

**삼단 논법**

$p \rightarrow q$	소크라테스는 사람이다.
사실 $q \rightarrow r$	모든 사람은 죽는다.
추론 $q \rightarrow r$	소크라테스는 죽는다.

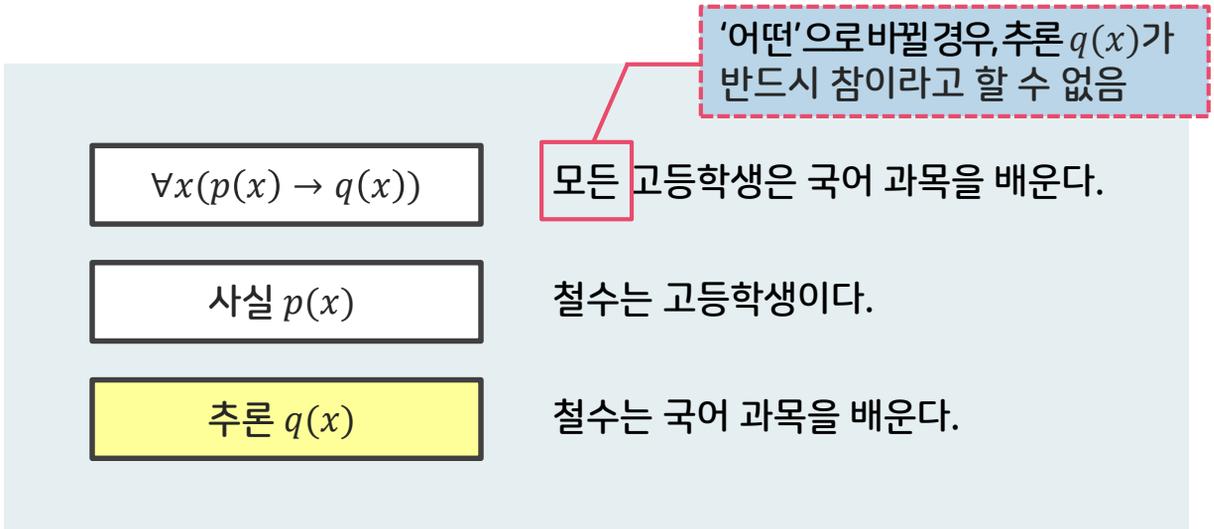
2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '추론'에 대한 이해

❖ 지식의 표현 방법에 따른 추론

• 술어 논리로 표현된 지식을 이용한 추론

- 명제 논리 추론과 달리 '모든', '약간' 등의 한정자를 사용하여 문장의 문법적 구조와 의미를 포함한 진릿값을 구함



2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '추론'에 대한 이해

❖ 지식의 표현 방법에 따른 추론

- if-then 규칙 기반으로 표현된 지식을 이용한 추론
  - if-then 표현 방식으로 저장된 5가지 규칙과 관찰한 4가지 사실을 사용
  - 사실을 조건으로 규칙을 사용하여 새로운 지식을 얻음
    - 새로운 지식은 다시 사실이 되어 조건으로 활용됨

규칙 1	if    젓을 먹인다. then   포유류이다.
규칙 2	if    조류이다. AND 날지 못한다. AND 수영을 한다. then   펭귄이다.
규칙 3	if    포유류이다. AND 고기를 먹는다. then   육식동물이다.
규칙 4	if    조류이다. AND 날지 못한다. AND 벼슬이 있다. then   닭이다.
규칙 5	if    알을 낳는다. then   조류이다.

관찰한 사실

- |            |                  |
|------------|------------------|
| 1. 털이 있다.  | 3. 수영을 할 줄 안다.   |
| 2. 날지 못한다. | 4. 알을 낳는 것을 보았다. |

→ 규칙 5 사용 : 사실 4 = 조류이다. (새로운 사실)

→ 규칙 2 사용 : 사실 2 + 사실 3 + 새로운 사실 = 펭귄이다.

## 2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

### ◆ '추론'에 대한 이해

#### ❖ 추론의 특징과 활용

- 전통적 프로그래밍과 추론 비교
  - 전통적 프로그래밍
    - 항상 같은 순서로 정해진 연산을 수행
    - 코드에 문제가 없고, 입력 데이터가 확실할 경우 정확한 결과를 제공
  - 추론
    - 미리 설계한 순서로 실행되지 않음
    - 정확하지 않은 결론 및 불확실한 데이터 사용 가능
- 추론의 활용 분야
  - 미래 예측 및 원인 규명
    - 의사의 질병 진단
    - 신용카드 부정사용 탐지
    - 고객의 물건구입성향 예측
    - 자율주행 자동차 개발 등
- 수업 지도 Tip
  - 4가지의 표현 방법 중 if-then 규칙기반 추론에 중점을 두고 새로운 지식을 생성해 보도록 지도
  - 식의 표현과 처리의 절차 및 원리를 이해하기 위해 간단한 인공지능 추론 프로그램을 체험하거나 만들어 보는 활동 지도

2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '추론'을 주제로 한 교수·학습 적용 사례

❖ 수업 개요

• 학습 목표

- 규칙 기반 표현 방법에 따라 지식을 표현하고, 추론을 통해 새로운 지식을 생성할 수 있다.
- 컴퓨터를 통한 지식의 표현과 처리 절차에 대한 원리 이해를 바탕으로 의료 진단, 약 처방, 스팸 필터 등의 간단한 인공지능 추론 프로그램을 제작할 수 있다.

단계	활동명	활동 내용
도입	추론이 활용되는 시스템 사례 살펴보기	전문가 시스템 등의 활용 사례를 살펴보며 동기유발
전개	추론 방법 이해하기	지식이 표현된 방법에 따른 추론 방법 이해하기
	if-then 추론 프로그램 체험하기	SWI-Prolog 사이트를 활용하여 술어 논리 결과 찾기 - 실습 활동
정리	전통적 프로그래밍 방식과 추론의 차이점 발표하기	전통적인 프로그래밍 방식과의 차이점 생각하여 발표하기

## 2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

- ◆ '추론'을 주제로 한 교수·학습 적용 사례
  - ❖ 도입 단계 활동
    - '추론이 활용되는 시스템 사례 살펴보기' 활동
      - 추론이 활용되는 시스템의 예시를 영상으로 제시
        - 다양한 분야의 전문가 시스템 관련 영상 등
    - 지도 주안점
      - 인공지능이 딥러닝의 학습만으로 이루어지는 것이 아니라 추론 등 다양한 지식의 표현으로 학습이 이루어진다는 점을 설명

2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

◆ '추론'을 주제로 한 교수·학습 적용 사례

❖ 전개 단계 활동

• '추론 방법 이해하기' 활동

- 4가지 추론 방법의 특징과 예시를 활동지에 작성하여 정리
- 다양한 예시를 만들어보고, 발표하여 공유

추론 방법(활동지)				
4가지 추론 방법의 특징과 예시를 찾아 작성해보자.				
	의미망	명제 논리	술어 논리	if-then 규칙기반
특징				
예시				

• 지도 주안점

- 모듈별로 골든벨 형식의 문제 풀기 활동을 진행하는 등 각 방식의 차이점을 비교해볼 수 있는 활동으로 구성하여 지도

## 2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

- ◆ '추론'을 주제로 한 교수·학습 적용 사례
  - ❖ 전개 단계 활동
    - 'if-then 추론 프로그램 체험하기' 활동
      - SWI-Prolog 사이트 이용하기
    - 지도 주안점
      - SWI Prolog는 논리형 프로그래밍 언어로 수행하므로 프로그래밍하듯이 지식을 표현해볼 수 있는 장점이 있음
      - 지식을 형상화하여 표현하는 이유가 지식을 처리하기 위함임을 경험해보도록 지도

## 2 '추론'에 대한 이해 및 교수·학습 방법

---

- ◆ '추론'을 주제로 한 교수·학습 적용 사례
  - ❖ 정리 단계 활동
    - '전통적 프로그래밍 방식과 추론의 차이점 발표하기' 활동
      - 추론의 if-then 방식과 전통적인 프로그래밍에서의 if-then 규칙 기반의 차이점에 대해 생각하고 발표해보기
        - 정해진 지식이 아닌 불확실하고 돌발적인 상황에 대한 입력도 들어오며 이를 추론하는 과정에서 확률적 추론으로 결정되는 경우도 있다는 것을 알 수 있도록 지도