

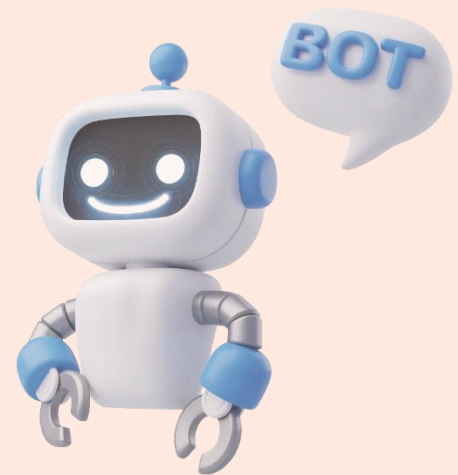
03

규칙기반 인공지능

Rule-based Artificial Intelligence

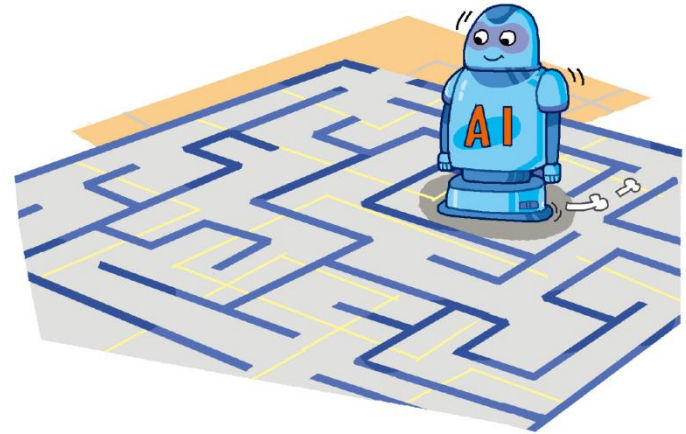
CONTENTS

- 6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론
- 6.2 인공지능에서의 탐색 기법
- 6.3 인공지능과 알고리즘
- 6.4 규칙기반 전문가 시스템
- 6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들
 - 가까운 곳에서 인공지능 경험하기
 - 생각하고 토론하기
 - 인공지능 실습하기
 - 연습문제

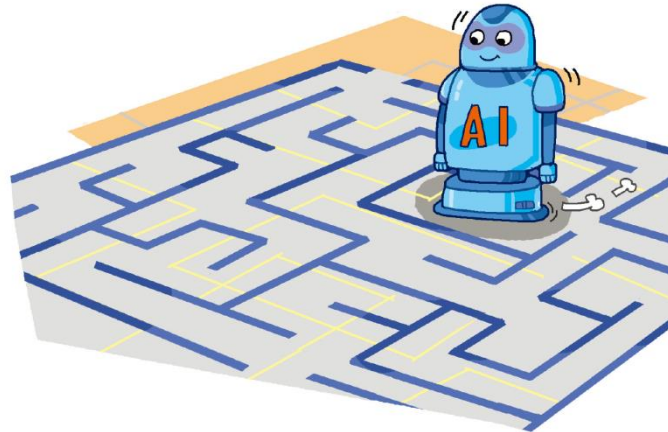


[학습 목표]

규칙기반 인공지능의 추론
및 전문가 시스템과
인공지능 문제들을 탐구한다.



[학습 목차]



- 규칙기반 인공지능에 활용되는 논리와 추론의 방법에 대해 살펴본다.
- 인공지능에서의 여러 가지 탐색 기법과 휴리스틱에 관해 알아본다.
- 인공지능에서 문제 해결의 중요성과 A* 알고리즘을 알아본다.
- 규칙기반 전문가 시스템의 개념과 응용 분야를 요약해본다.
- 인공지능 문제 해결을 위한 중요 단계와 '8-puzzle 게임'을 경험해본다.
- 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들의 풀이를 시도해본다.



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

(1) 규칙기반 인공지능에서의 논리와 추론

- 규칙기반 인공지능은 논리 바탕의 규칙을 통해 추론
- 논리는 다양한 논리 연산으로 폭넓게 활용됨
- 탐색 방법, 문제 해결 알고리즘, 지식처리 등에 필요
- 전문가 시스템 등의 응용에 필수적인 기반 지식
- 논리와 다양한 논리 연산 등의 기초지식이 필요함

Logic and Rules-
Based AI



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

(2) 논리란 무엇인가?

- 인간의 사고가 논리적인지를 판단하는 기준
- 토론이나 논쟁에서 중요한 것은 주장의 논리성
- 상대방을 논리적으로 설득하는 것이 매우 중요
- 객관적이고 명확한 사고 법칙의 준수로 결정됨
- 논리를 통한 입증에 필요한 법칙 제공



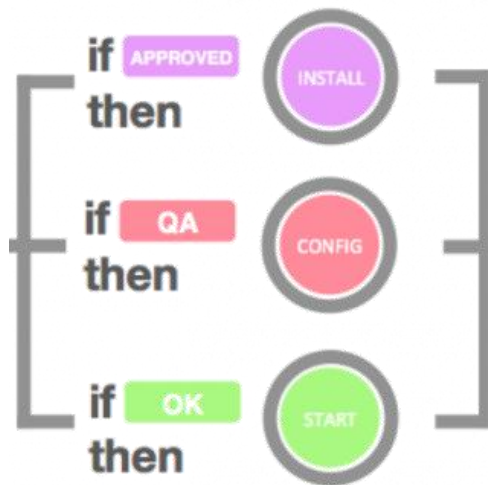
[그림 6.1] 논리적 판단의 필요성



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

논리의 활용

- 컴퓨터 관련 학문이나 공학 등의 분야에 폭넓게 응용됨
- 규칙기반(rule-based) 인공지능에 이론적 기반 제공
- AI 학자들이 논리를 규칙기반 인공지능의 실현에 적용
- AI에서 지식 표현이나 추론(inference)의 도구로 쓰임





6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

(3) 논리 연산

- 명제(propositional) 논리와 술어(predicate) 논리
- 명제 논리는 전체의 참/거짓을 판별하는 법칙 다름
- 술어 논리는 주어와 술어로 구분하여 참/거짓 법칙 다름
- 명제(proposition)는 논리에서 가장 기초적인 개념
- 명확하게 참(T)/거짓(F)을 구분할 수 있는 문장이나 식
- "2 × 7의 값은 홀수다."는 거짓인 문장
- "사과는 맛있다."는 참/거짓 구분 안 되니 명제 아님
- 합성 명제는 둘 이상의 명제가 결합된 명제



[그림 6.2] 명제의 T 또는 F



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

논리 연산

① 논리 부정(negation)

- 명제 p 에 대한 부정은 명제 p 의 반대되는 진리값
- 기호로는 $\sim p$, 'not p 또는 p 가 아니다'라 읽음
- 만약 p 의 진리값이 T이면 $\sim p$ 의 진리값은 F
- p 의 진리값이 F이면 $\sim p$ 의 진리값은 T

〈표 6.1〉 논리 부정에 대한 진리표

p	$\sim p$
T	F
F	T



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

② 논리합(disjunction)

- 명제 p, q 가 '또는(OR)'일 때 p, q 의 논리합
- $p \vee q$ 로 표시, 'p or q나 p 또는 q'라 읽음
- $p \vee q$ 는 두 명제가 모두 F인 경우에만 F의 진리값
그렇지 않으면 모두 T의 진리값
- "사과는 채소이거나, 시금치는 채소이다."는 T

〈표 6.2〉 논리합에 대한 진리표

p	q	$p \vee q$
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

③ 논리곱(conjunction)

- 명제 p , q 가 '그리고(AND)'일 때 p , q 의 논리곱
- $p \wedge q$ 로 표시, 'p and q 또는 p 그리고 q'라고 읽음
- $p \wedge q$ 는 두 명제가 모두 T인 경우에만 T, 그 외엔 F
- "사과는 과일이고, 시금치는 채소이다."는 T
- "서울은 대한민국의 수도이고, $3 \times 2 = 5$ 이다."는 F

〈표 6.3〉 논리곱에 대한 진리표

p	q	$p \wedge q$
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	F



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

④ 조건(implication) 또는 함축

- p, q 의 조건 연산자는 $p \rightarrow q$, 'p이면 q이다'라 읽음
- $p \rightarrow q$ 는 p 가 T이고 q 가 F일 때만 F, 그 외 모두 T
- \rightarrow 는 인공지능에서 (if p , then q)로 많이 쓰임
- "유채꽃이 노랗다면, 바다가 육지이다."는 F
- " $3 \times 2 = 5$ 라면, 런던은 미국의 수도이다."는 T
- 즉 조건 명제에서는 가정이 F이면 결론은 항상 T

〈표 6.4〉 조건에 대한 진리표

p	q	$\sim p \rightarrow q$
T	T	T
T	F	F
F	T	T
F	F	T



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

(4) 술어 논리(predicate logic)

- 변수의 값에 따라 T 또는 F가 결정됨
- ' $x^2 + 5x + 6 = 0$ '는 x 값이 -2나 -3일 경우에만 T
- 술어 논리는 지식을 논리적 식으로 표현
- 술어 논리에서는 대상들 간의 관계도 나타낼 수 있음
- "영철이는 남자다."는 남자(영철)와 같이 나타낼 수 있음
- "영철의 아버지는 김춘추 씨다."라는 문장
'아버지(김춘추, 영철)'과 같이 표현 가능



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

(5) 추론의 의미와 인공지능

- 추론이란 '알려진 사실이나 명제를 근거로 삼아 미지의 사실에 대한 판단이나 결론을 이끌어내는 사고 과정'
- 글의 앞뒤 사실로 미루어 추론하는 것과 같은 원리
- Prolog(프롤로그)는 추론에 주로 쓰이는 프로그래밍 언어





6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

(6) 추론의 종류

① 귀납 추론(induction)

- 개별적인 사실들로부터 일반적인 결론을 이끌어내는 방법
- 연역 추론과 같은 논리적 필연성이 적음
- 새로운 지식이나 이론의 발견과 확장에 쓰이는 추론 방법
- 귀납 추론의 예

까마귀 1은 까맣다.
까마귀 2도 까맣다.
까마귀 3도 까맣다.
까마귀 4도 까맣다.

.....

까마귀 n도 까맣다.

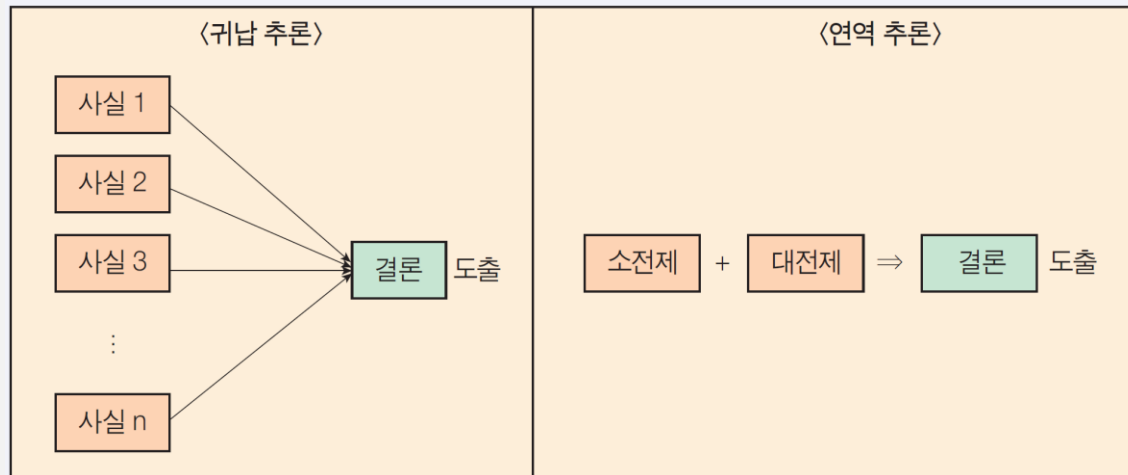
따라서 "모든 까마귀는 까맣다."라고 추론



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

여기서 잠깐! 귀납 추론과 연역 추론

귀납 추론은 여러 사실들로부터 일반적인 결론을 도출하고, 연역 추론은 소전제와 대전제가 결합하여 다른 새로운 결론을 도출해낸다.





6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

② 연역 추론(deduction)

- 연역 추론은 가장 널리 쓰이는 추론 방법
- 전제로부터 다른 결론을 도출해내는 추론 방식
- 최초의 대전제가 결론을 이끌어내는 가장 중요한 근거
- 확장성은 부족하나 논리의 일관성이 장점
- 연역 추론 중 삼단논법이 잘 알려짐

대전제 - 소크라테스는 사람이다.

소전제 - 사람은 모두 죽는다.

결론 - 따라서 소크라테스는 죽는다.



6.1 인공지능에 쓰이는 논리와 추론

③ 유비 추론(analogy)

- 유비 추론은 간단히 '유추'라고도 함
- 두 개의 대상에서 어떤 현상이 유사하거나 일치하기 때문에 다른 현상도 유사하거나 일치할 것이라고 추론하는 방법
- 유비 추론은 기존에 모르던 새로운 영역 이해에 도움

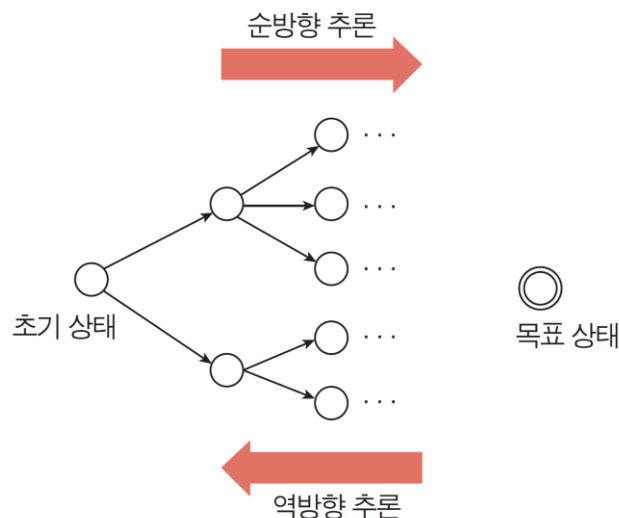




6.2 인공지능에서의 탐색 기법

(1) 추론을 통한 탐색

- 순방향 추론과 역방향 추론이 있음
- 순방향 추론은 출발 상태에서 목표 상태로 진행
- 역방향 추론은 목표 상태에서 출발 상태로 진행
- 순방향 추론과 역방향 추론을 접합한 양방향 추론도 있음



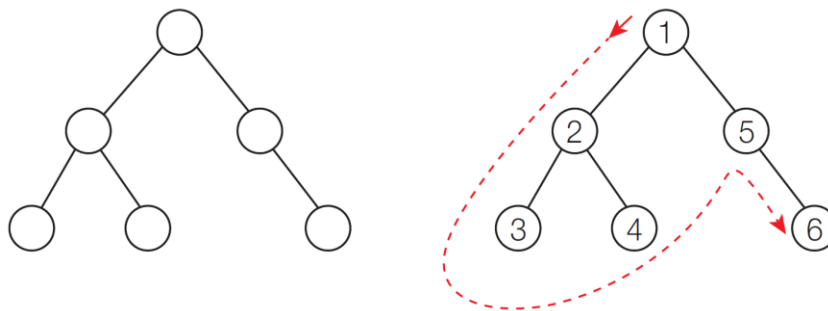
[그림 6.3] 순방향 추론과 역방향 추론



6.2 인공지능에서의 탐색 기법

(2) 깊이 우선 탐색(Depth First Search, DFS)

- 첫 정점(node) 방문, 왼쪽으로 이동하여 계속 탐색
- 탐색할 정점이 없으면, 되돌아와서 순환적으로 탐색
- 그림에서 1, 2, 3, 4, 5, 6의 순서로 방문



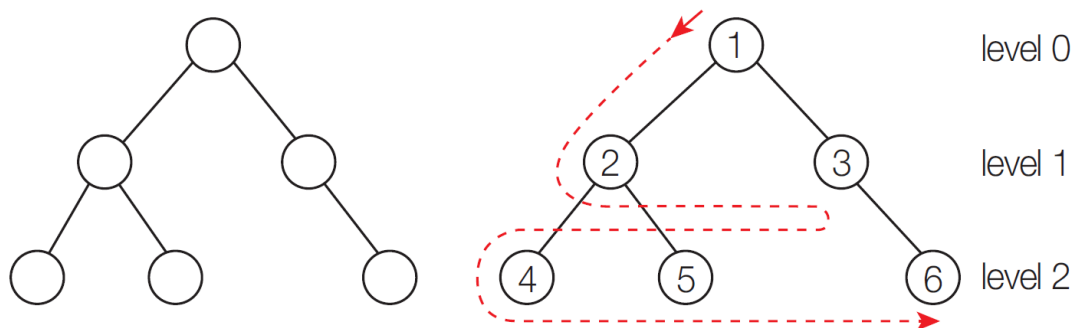
[그림 6.4] 깊이 우선 탐색의 순서



6.2 인공지능에서의 탐색 기법

(3) 너비 우선 탐색(Breadth-First Search, BFS)

- 시작 정점 방문 후 시작 정점과 연결된 모든 정점들을 왼쪽부터 차례대로 방문
- 그 후 level의 순서에 따라 차례로 탐색
- 즉 level 0, level 1, level 2, ... 의 순서로 탐색
- 그림에서 1, 2, 3, 4, 5, 6의 순서로 방문



[그림 6.5] 너비 우선 탐색의 순서



6.2 인공지능에서의 탐색 기법

(4) 휴리스틱 탐색(heuristic search)

- 무정보 탐색(uninformed search)은 사전 정보를 사용하지 않고 일정한 순서대로만 탐색
- 깊이 우선 탐색과 너비 우선 탐색은 무정보 탐색임
- 휴리스틱 탐색은 탐색 과정에서 경험적 지식을 활용
- 휴리스틱 개념은 7.3절의 (3)에서 설명

Heuristic Search Techniques



- General-purpose heuristics.
- Best-first search.
- Branch and bound search (uniform cost search).
- A* algorithm
- Hill climbing.
- Beam search.



6.2 인공지능에서의 탐색 기법

(5) 최소최대 탐색(minimax search)

- 주로 상대가 있는 2인용 게임에서의 탐색
- 미국 어린이들이 즐기는 틱택토(Tic-Tac-Toe) 게임
- 가로, 세로, 대각선으로 3개가 연속될 경우 이기는 게임
- 나의 가능성 최대, 상대방의 가능성 최소 전략 탐색
- 탐색이 필요 없는 경로를 잘라내는 작업을 전지 작업(pruning)



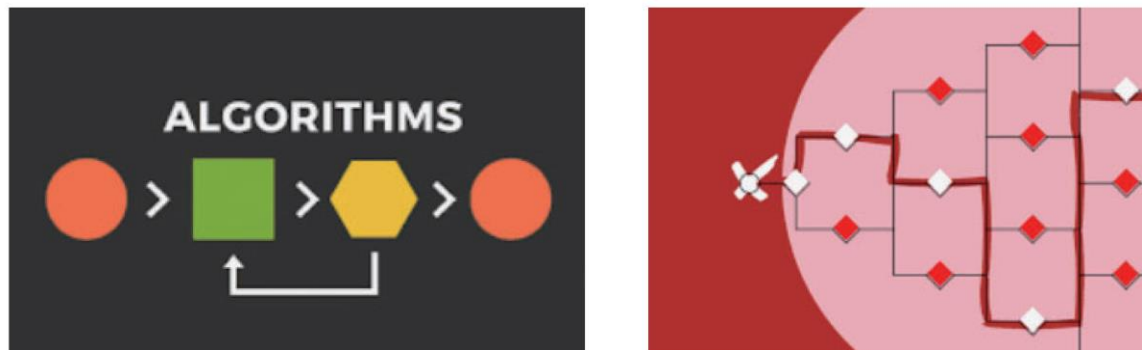
[그림 6.6] 틱택토(Tic-Tac-Toe) 게임



6.3 인공지능과 알고리즘

(1) 알고리즘(algorithm)이란 무엇인가?

- 인공지능에서 알고리즘이란 용어가 자주 나옴
- 신경망에서의 역전파 알고리즘 등
- 문제 해결을 위한 단계들을 체계적으로 명시한 것
- 문제를 해결하는 방법의 상세한 특징을 기술하는 것
- 표현 방법으로는 순서도, 유사 코드, 언어적 표현 등
- 알고리즘은 단 하나만 있는 것이 아님



[그림 6.7] 알고리즘의 개념



6.3 인공지능과 알고리즘

(2) 생활 속의 알고리즘

① 기초적인 수학 연산

- 덧셈과 곱셈 방법, 최대공약수를 구하는 방법 등

② 라면 조리법

- 라면을 맛있게 끓이기 위한 조리 방법
- 물의 양, 불의 세기, 끓이는 시간 등이 주요 요소



[그림 6.8] 맛있는 라면 끓이는 알고리즘



6.3 인공지능과 알고리즘

(2) 생활 속의 알고리즘(계속)

③ 하루의 일정 계획

- 아침에 학교에 가려고 할 때의 일정 계획
- 기상 시간, 식사 시간, 버스나 지하철 이용 등

④ 가전제품의 사용 매뉴얼

- 세탁기나 전자레인지 등의 단계별 사용 설명서



6.3 인공지능과 알고리즘

(2) 생활 속의 알고리즘(계속)

⑤ 지하철 환승 방법

- 어느 지하철역에서의 환승이 효율적인지 판단

⑥ 알파고와 같은 인공지능 방법론

- 바둑이나 게임 등에서 복잡한 것 해결 방법
- 그 외 생활 속의 알고리즘이 매우 많음



6.3 인공지능과 알고리즘

(3) 휴리스틱(heuristic)을 이용한 알고리즘

- 휴리스틱은 비슷한 문제에 대한 과거의 경험들을 바탕으로 직관적으로 판단하여 선택하는 의사결정 방식
- 인공지능에서 휴리스틱 알고리즘이 상당히 많이 쓰임
- 논리적이거나 최적의 방법을 보장하는 것은 아님
- 만족할만한 해결책의 비교적 빠른 실용적인 방법
- 현실적으로 만족할 수 있는 답을 찾는 접근법
- 인공지능, 심리학, 경제학 분야에서 많이 사용

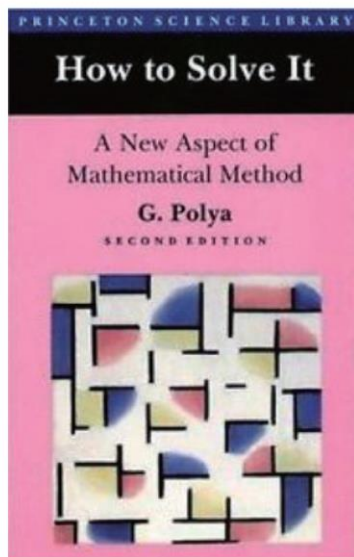


6.3 인공지능과 알고리즘

휴리스틱의 예

폴리아의 『How to solve it』에서의 휴리스틱 예

- 어떤 문제를 이해하기 어려우면 그림으로 그려보기
- 해답을 얻었다고 가정하고 반대 방향으로 유도해보기
- 그 문제가 추상적이면 구체적인 예를 시도해보기



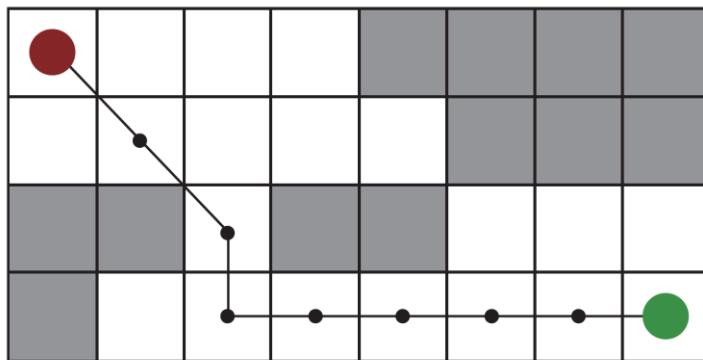
[그림 6.9] 『How to solve it』



6.3 인공지능과 알고리즘

(4) 인공지능 A* 알고리즘

- A* 알고리즘은 최상우선 탐색 중 가장 잘 알려짐
- 문제 해결에 매우 효과적인 탐색 알고리즘
- 출발점에서 목표지점까지의 최적 경로 탐색의 한 방법
- 가장 비용이 적거나 짧은 경로 찾기
- 평가 함수 f 를 사용하여 다음에 이동할 경로를 결정함



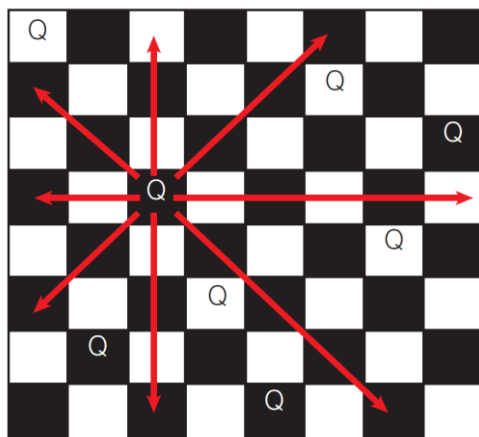
[그림 6.10] A* 알고리즘



6.3 인공지능과 알고리즘

(5) 인공지능 알고리즘의 예: 8-Queens 문제

- 8-Queens 문제는 체스에서 유래
- 서로를 공격하지 않는 위치에 8개의 퀸(Q) 배치
- 퀸은 수평, 수직, 대각선 방향으로 몇 칸이든 이동 가능
- 어떤 퀸도 서로 공격 당하지 않는 위치에 놓여야 함



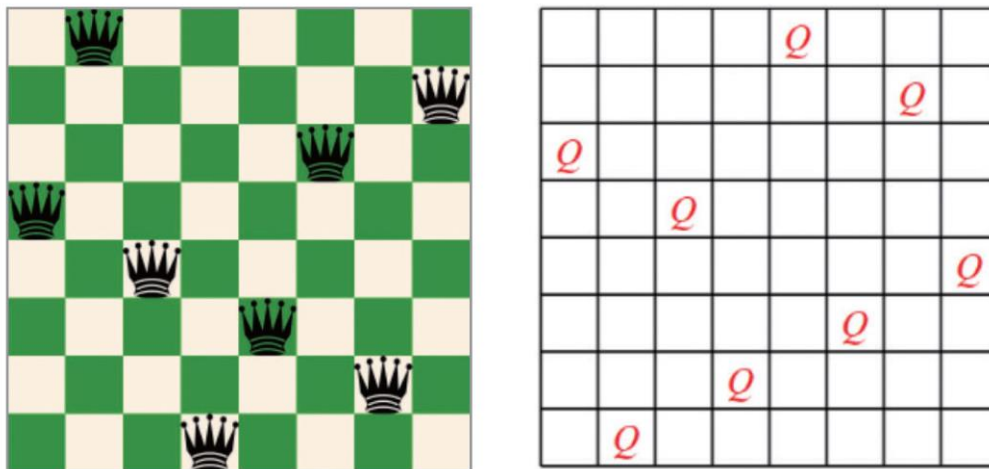
[그림 6.11] 퀸이 공격하는 패턴



6.3 인공지능과 알고리즘

8-Queens 문제 해결

- 64개의 칸을 가진 8-Queens 문제의 경우의 수?
- 약 44억 가지의 엄청난 경우의 수
- 통상 인공지능 방법으로 프로그래밍하여 해답을 구함
- 몇 가지의 해답이 나옴



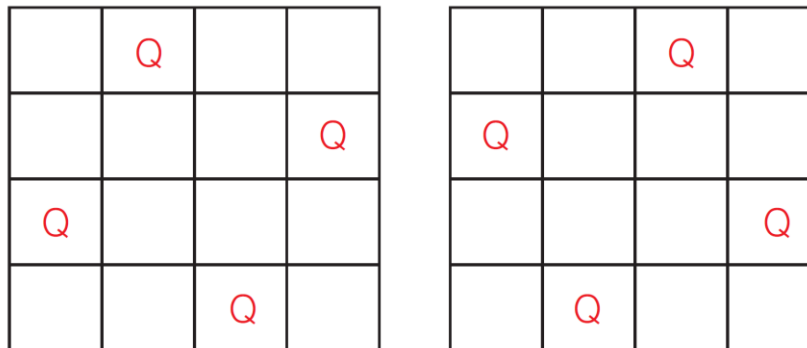
[그림 6.12] 8-Queens 문제의 가능한 해답들



6.3 인공지능과 알고리즘

4-Queens 문제

- 체스 판을 4 x 4로 축소한 소위 4-Queens 문제
- 2가지 경우의 해답을 얻을 수 있음
- 수평, 수직, 대각선 방향으로 점검
- 어떤 퀸도 서로 공격 당하지 않는 위치임을 확인



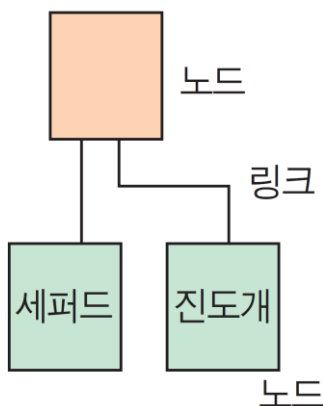
[그림 6.13] 4-queens 문제



6.4 규칙기반 전문가 시스템

(1) 지식처리 기술과 지식 획득

- 규칙(rule)은 "If ooo then xxx"란 형식으로 표현
- 지식처리 기술은 규칙이나 프레임에 의한 표현
- 의미 네트워크는 개념 간의 관계를 링크(link)로 연결
- 개와 세퍼드, 개와 진돗개를 링크로 연결
- 의미 네트워크는 지식을 체계화시켜 표현하기에 적합



[그림 6.14] 의미 네트워크의 예



6.4 규칙기반 전문가 시스템

(2) 규칙기반 시스템의 작동 예

- 규칙기반 시스템은 사실(fact)을 나타내는 지식베이스와 If ooo then xxx와 같은 추론규칙으로 이루어짐
- 질의에 대해 지식베이스와 추론규칙을 이용하여 추론한 후 그 결과를 알려줌
- '소크라테스의 죽음'의 간단한 예

Table of Rules of Inference			
Rule of Inference	Name	Rule of Inference	Name
$\frac{P}{\therefore P \vee Q}$	Addition	$\frac{P \vee Q \quad \neg P}{\therefore Q}$	Disjunctive Syllogism
$\frac{P \quad Q}{\therefore P \wedge Q}$	Conjunction	$\frac{P \rightarrow Q \quad Q \rightarrow R}{\therefore P \rightarrow R}$	Hypothetical Syllogism



6.4 규칙기반 전문가 시스템

규칙기반 시스템의 간단한 예

지식베이스: Socrates is a human [소크라테스는 사람이다]
 Daesukim is a human [김대수는 사람이다]
 Wurry is an animal [워리(강아지 이름)는 동물이다]

추론규칙: If X is a human, then X dies [모든 사람은 죽는다]
 If X is an animal then X dies [모든 동물은 죽는다]

질의: Is Socrates die? [소크라테스는 죽는가?]

답변: Yes

질의: Tell me what dies? [모든 죽는 것들은 무엇인가?]

답변: Socrates, Daesukim, wurry [소크라테스, 김대수, 워리]

[그림 6.15] 규칙기반 시스템의 간단한 예



6.4 규칙기반 전문가 시스템

규칙기반 시스템의 결과 분석

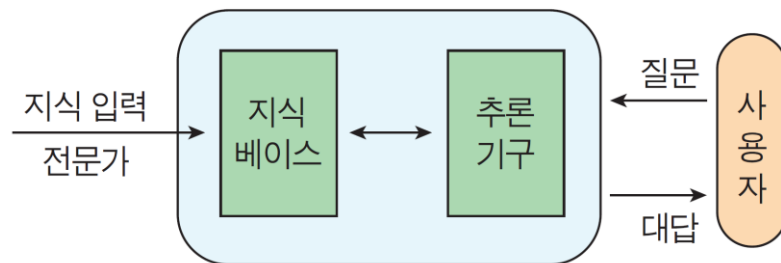
- 'Is Socrates die?'란 질의에 대한 답변
- 'Socrates is a human'이란 지식베이스의 사실과
'If X is a human, then X dies'란 추론규칙이 결합하여
'소크라테스는 죽는다'는 답변을 이끌어냄
- 또 'Tell me what dies?'에 대해서도
'Socrates, Daesukim, wurry'가 죽는다는 결론 도출
- 규칙기반 시스템은 Prolog로 편리하게 프로그래밍 가능



6.4 규칙기반 전문가 시스템

(3) 인간 전문가를 대신하는 전문가 시스템

- 전문가 시스템(Expert System)은 컴퓨터 자문 시스템의 일종
- 특정 분야에서의 인간 전문가의 전문 지식을 활용
- 인공지능의 추론 능력을 이용한 문제 해결 시스템
- 전문가의 지식을 정리하여 지식베이스부터 구축함
- 사용자가 질문하면 추론기구가 지식베이스를 이용하여 추론
- 사용자에게 그 결과를 전해주게 됨



[그림 6.16] 전문가 시스템의 구조



6.4 규칙기반 전문가 시스템

전문가 시스템으로 향한 이유

- 규칙기반 인공지능이 전문가 시스템으로 응용
- A* 알고리즘 이후 새로운 알고리즘 발견의 어려움





6.4 규칙기반 전문가 시스템

(4) 전문가 시스템의 적용 분야

- 전문가 시스템은 규칙기반 인공지능 기법 이용
- 전문가의 지식을 손쉽게 이용할 수 있는 장점
- 자동차 전문가 시스템 등 다양한 분야에 적용



[그림 6.17] 자동차 전문가 시스템



6.4 규칙기반 전문가 시스템

전문가 시스템의 응용

- 전문가 시스템은 다방면에 걸쳐 응용됨

〈표 6.5〉 전문가 시스템의 응용

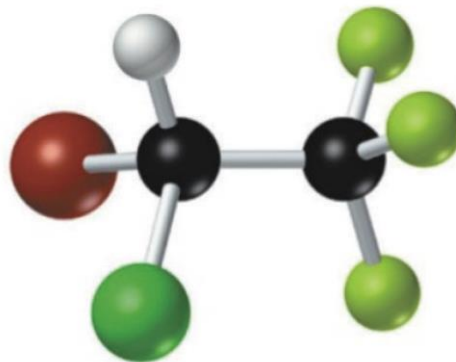
이름	기능	개발 기관
MYCIN	백혈병 진단	스탠퍼드 대학
DENDRAL	질량 분석의 해설	스탠퍼드 대학
PROSPECTOR	광맥 탐사	SRI International
AIRPLAN	항공기 이착륙 관리	U. S. Army
LOGOS	자동 번역	Logos Computer System
ASK	자연어 DB 관리 시스템	Caltech



6.4 규칙기반 전문가 시스템

전문가 시스템의 예

- DENDRAL은 스탠퍼드 대학에서 개발한 화학 전문가 시스템
- 분자의 구조를 예측할 수 있도록 개발된 전문가 시스템
- DENDRAL은 휴리스틱을 사용한 후 전문가와 대등한 수준



[그림 6.18] DENDRAL 전문가 시스템



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

(1) 인공지능 문제 해결을 위한 중요 단계

- 문제를 명확하게 정의
- 문제에 대한 철저한 분석
- 정해진 제약 조건이나 규칙이 있는 경우
규칙의 적용에 대한 검증
- 최적의 기법 선택
- 결과가 나오면 과정에 문제점이 없는지 분석 검토



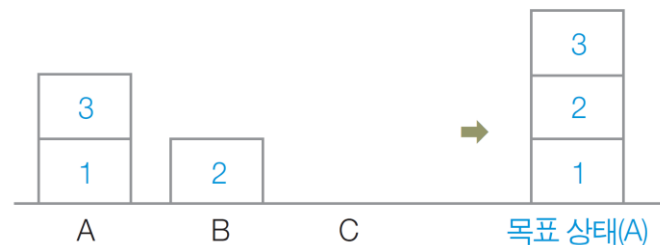
6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

(2) 초기의 인공지능 적용 문제 '상자 쌓기'

- 일정한 규칙과 목표 상태가 주어진 경우
인공지능을 이용하여 해결하는 방법의 예

[문제 7.1] 상자 쌓기 문제

- 왼쪽에서 상자를 하나씩 옮겨 목표 상태로 만들기
- 작은 번호의 상자가 큰 번호 상자 밑으로 가도록 함
- 상자는 다른 상자 위나 바닥 C에 놓을 수 있음
- 상자의 이동 횟수와 그 방법?



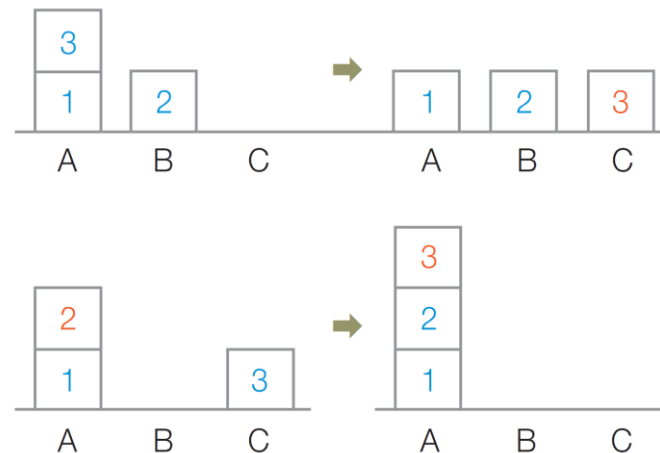
[그림 6.19] 상자 쌓기 문제



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

[문제 7.1] 상자 쌓기 문제의 풀이

- 단 3회의 이동으로 가능
- 먼저 3번 상자를 비어 있는 공간 C에 옮김
- A의 1번 상자 위에 2번, 3번 상자를 차례로 쌓기
- 초기 인공지능이 프로그램을 통해 풀었던 문제



[그림 6.20] 상자 쌓기 문제의 풀이



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

[문제 7.1]의 인공지능적인 풀이

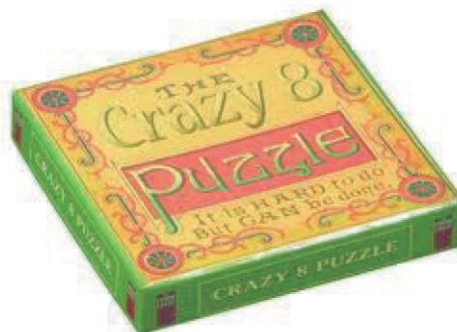
- 규칙기반 시스템의 지식베이스와 추론규칙을 만들어 적용
- A 위에는 1, 3이 차례로 있고, B 위에는 2가 있음
C 위에는 아무 것도 없는 사실을 지식베이스에 저장
- 여기서의 추론규칙은 "상자를 하나씩 옮긴다."와 작은 번호의 상자가 큰 번호의 상자 밑으로 가도록 하려고 한다."
- 목표 상태는 "A 위에 1, 2, 3이 차례대로 놓인다."
- 규칙기반 인공지능 프로그래밍 언어를 사용하여 해결



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

(3) 대표적인 인공지능 게임 '8-puzzle 게임'

- 인공지능에서 휴리스틱을 사용하는 초기의 예
- 3×3 크기의 박스에서 목표 상태로 가는 게임
- 게임 판의 숫자는 빈칸을 향해 상하좌우로 움직임
- 미국 유치원과 초등학생들의 두뇌 향상 게임
- 생각보다 오래 걸리는 경우가 있음



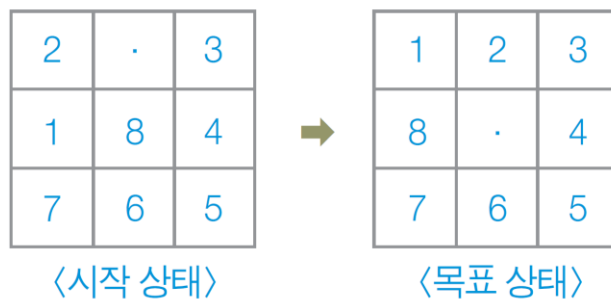
[그림 6.21] 8-puzzle 게임



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

[문제 7.2] '8-puzzle 게임'의 휴리스틱

- 이 문제를 푸는 휴리스틱은 무엇일까?
- 위치가 맞지 않은 숫자의 개수를 줄여나가는 방향으로 이동
(즉, 위치가 맞는 개수를 늘려나가는 방향)
- 최종적으로 8개의 위치를 모두 일치시키기



[그림 6.22] 8-puzzle의 시작 상태와 목표 상태



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

[문제 7.2] '8-puzzle 게임'의 풀이

- 단 3번의 움직임만으로 목표 상태에 도달
- 숫자와 빈 공간인 점(.)의 위치를 맞바꾸면서 진행
- 목표와 일치하는 숫자가 많아지는 방향으로 이동
- 휴리스틱이 잘 적용되지 않는 경우도 있음, 휴리스틱의 한계성
- 프로그램으로 작성하면 그리 어렵지 않음



[그림 6.23] 목표 상태로의 이동



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

(4) 인공지능 기법으로 풀어보는 '물통 문제'

[문제 7.3] 물통(water jug 또는 물주전자) 문제

- 주어진 사실과 규칙들을 적용하여 문제를 해결
- 4리터짜리와 3리터짜리 물통이 각각 하나씩 있음
- 물통들에는 용량을 나타내는 어떠한 표시도 없음
- 4리터짜리 물통에다 꼭 2리터의 물을 채우는 방법?

사용할 수 있는 몇 가지 규칙이나 동작

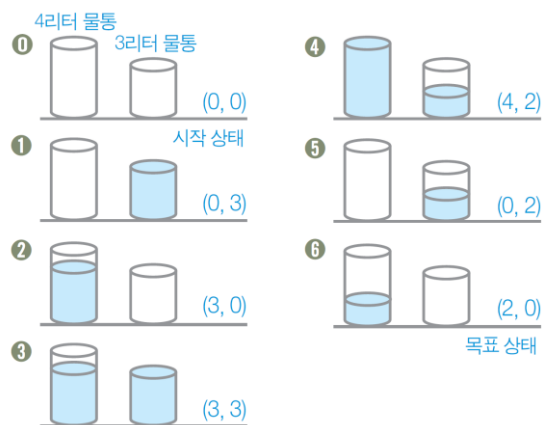
- 물통에 물을 가득 채우기
- 물통의 물을 전부 다 비우기
- 물통에 남은 물을 다른 물통에다 붓기
- 물통의 물을 다른 물통이 가득 찰 때까지 붓기



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

[문제 7.3] 물통 문제의 풀이

- 3리터짜리 (물통)에 물을 가득 채우기
- 그것을 4리터짜리에 모두 붓기
- 비어 있는 3리터짜리에다 다시 물을 가득 채우기
- 3리터짜리의 물을 4리터짜리가 가득 찰 때까지 붓기
- 4리터짜리의 물을 모두 비우기
- 3리터짜리의 물을 4리터짜리에 모두 붓기. 완료!



[그림 6.24] 물통 문제 해결

물통 문제의 Python 소스 코드 참조
<https://cs15.github.io/ai/lab-7/>

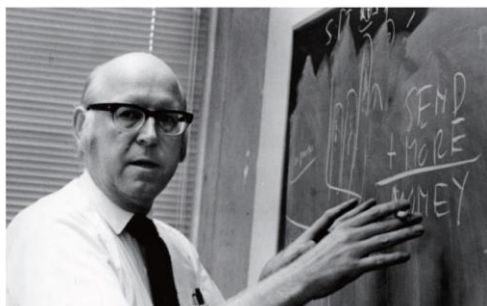


6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

(5) 문자 암호 풀이

- 1824년 퍼즐왕 헨리 듀드니의 유명한 문자 문제
- 뉴웰(Newell)에 의해 채택된 초기의 인공지능 문제
- 정교한 인공지능 프로그램을 통해 해결한 예

[문제 7.4] 각 문자는 0에서 9까지의 각각 다른 숫자 가짐
각 문자에 해당하는 숫자 구하기



$$\begin{array}{r} \text{S E N D} \\ + \text{M O R E} \\ \hline \text{M O N E Y} \end{array}$$

[그림 6.25] 뉴웰과 문자 암호 풀이



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

문자 암호의 풀이

- 같은 영문자는 위치가 달라도 같은 값을 가짐
- 수준이 높아 일반적 방법으로는 매우 풀기 어려움
- 가능성 있는 단서들로부터 미지수를 하나씩 풀어나감
- $S = 9, E = 5, N = 6, D = 7, M = 1, O = 0, R = 8, Y = 2$

S E N D	9 5 6 7
+ M O R E	+ 1 0 8 5
<hr/>	<hr/>
M O N E Y	1 0 6 5 2

[그림 6.26] 문자 암호 풀이의 답



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

문자 암호의 유사한 문제 풀이

- 인공지능을 이용한 유사한 문제 풀이
- DONALD + GERALD 등

D O N A L D	5 2 6 4 8 5
+ G E R A L D	+ 1 9 7 4 8 5
<hr/>	<hr/>
R O B E R T	7 2 3 9 7 0

[그림 6.27] 문자 암호 풀이의 답



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

(6) 규칙의 적용을 이용한 문제 해결

[문제 7.5] 늑대, 염소, 양배추 문제

- 사람이 늑대, 염소, 양배추와 강의 오른쪽에 있음
- 사람은 이 중 하나만 선택, 강의 왼쪽/오른쪽으로 이동
- 사람 혼자서 건널 수도 있음
- 늑대와 염소만 남겨 두면 늑대가 염소를 잡아먹음
- 염소와 양배추만 남겨 두면 염소가 양배추를 먹음
- 염소나 양배추가 먹히지 않고 모두 강을 건너는 방법?



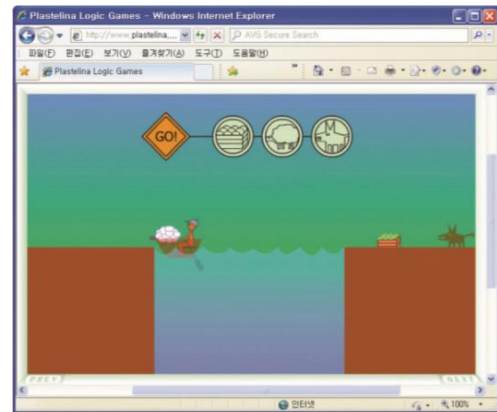
[그림 6.28] 늑대, 염소, 양배추 문제



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

늑대, 양소, 양배추 문제의 풀이 예

- 먼저 양을 태우고 왼쪽으로 이동
- 양을 내려놓고 오른쪽으로 이동
- 늑대를 태우고 왼쪽으로 이동
- 늑대를 내려놓고, 양을 태우고 오른쪽으로 이동
- 양을 내려놓고, 양배추를 태우고 왼쪽으로 이동
- 양배추를 내려놓고 혼자서 오른쪽으로 이동
- 양을 태우고 왼쪽으로 이동 완료!!!
- Lisp이나 Python 언어를 이용해서도 해결 가능함



[가까운 곳에서 인공지능 경험하기]에서 풀이 과정 경험 권장!



6.5 인공지능과 관련된 흥미로운 문제들

규칙기반 인공지능의 문제 해결 요약

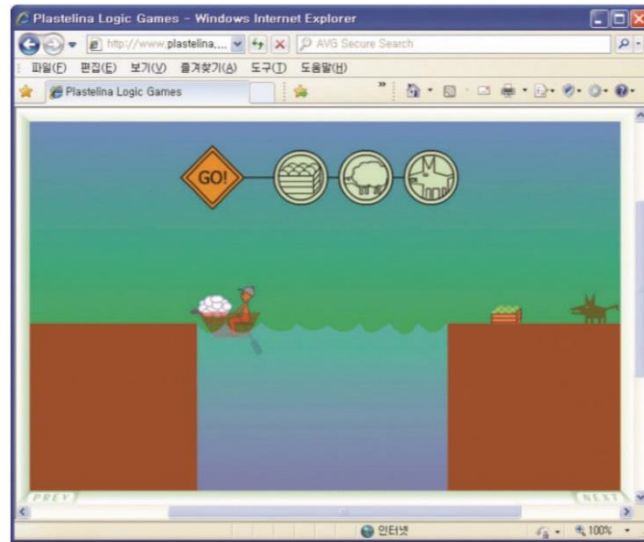
- 규칙기반 인공지능 기법을 이용한 주요 문제들
- '늑대, 염소, 양배추 문제' 문제
- 인공지능 언어인 Lisp을 이용하여 편리하게 해결 가능
- 그 외에도 인공지능 규칙을 이용한 문제들이 많음
- 예를 들어 '원숭이와 바나나', '하노이의 탑', '선교사와 식인종' 등

가까운 곳에서 인공지능 경험하기

늑대, 염소, 양배추 문제의 소프트웨어적 해결법

늑대, 염소, 양배추 문제를 다음의 URL에 연결하여 진행 과정을 경험해보자. 이 문제는 다음의 인공지능 사이트에 연결하여 풀이 과정을 화면으로 볼 수 있다.

• <https://www.youtube.com/watch?v=0qceTGx2bkg>



생각하고 토론하기

1. '도로보꾼'과 같은 여러 개의 인공지능 로봇을 검색하여 그것의 인공지능 능력을 알아보고, 아직 미숙한 점들과 개선점을 생각하고 이야기해보자.

✓ **아이디어 포인트** 규칙기반 인공지능에서 지식의 추론 수준, 언어의 인식 수준 등

2. 미국의 인공지능 전문가이자 『AI Super Powers』라는 책의 저자인 카이푸 리(Kai-Fu Lee) 박사는 '앞으로 15년 이내에 현재 직업의 약 40%가 인공지능으로 대체될 것'이라 예측했다. 기존의 어떤 직업들이 대체될 가능성이 큰지를 생각하고 논의해보자.

✓ **아이디어 포인트** 단순 반복적인 업무는 로봇에 의해 대체, 상업적 자율주행차로 인한 운전기사 감소 등

인공지능 실습하기

실습 6 주어진 텍스트에 해당하는 이미지를 생성하는 인공지능을 실습해본다.

<https://huggingface.co/spaces/stabilityai/stable-diffusion>

| **실행방법** | 먼저 Example의 4번째 예인 아래 문장을 누른 후 “Generate Image”를 체크한다.

An insect robot preparing a delicious meal.



Stable Diffusion 2.1 Demo

Stable Diffusion 2.1 is the latest text-to-image model from StabilityAI. [Access Stable Diffusion 1 Space here](#)
For faster generation and API access you can try [DreamStudio Beta](#).

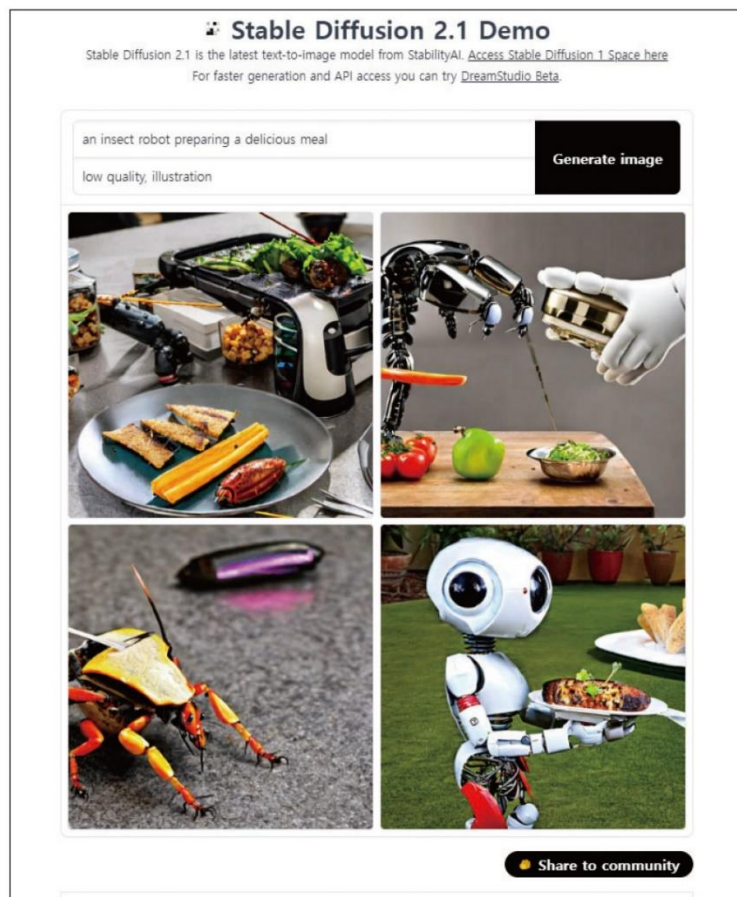
Enter your prompt

Enter a negative prompt

Generate image

인공지능 실습하기

| 실행결과 1 | 그 결과 다음과 같은 “맛있는 음식을 준비하는 로봇” 이미지가 나타난다.

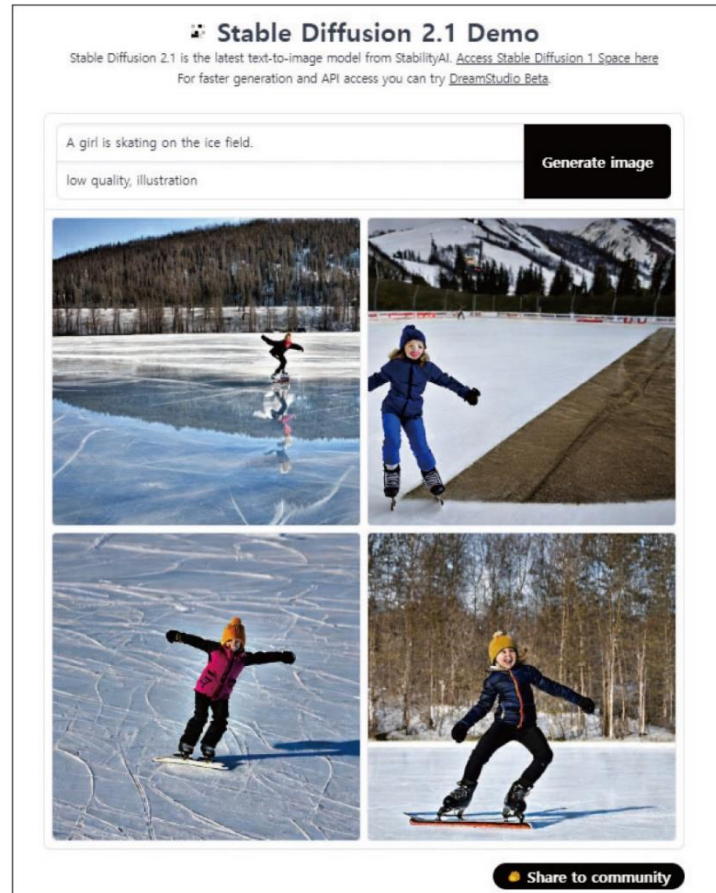


인공지능 실습하기

| 실행결과 2 | 그리고 다음과 같은 문장을 Copy하여 상단의 “Enter your prompt”에 넣거나 타이프하고 난 후 “Generate Image”를 체크한다.

A girl is skating on the ice field.

그 결과 다음과 같은 이미지를 얻을 수 있다.



인공지능 실습하기

참으로 신기하다. 다음의 3가지 경우도 넣어서 그 결과를 살펴보자.

A dog and cat is playing in the ground.

Peoples are dancing on the floor.

Girls are skating on the ice link.

퀴즈...

1. 뉴런의 작용을 모델링한 신경망은 인공신경망으로도 불린다. **O**

퀴즈...

2. 맥컬렉은 인간 두뇌를 수많은 뉴런들로 이루어진 잘 정의된 컴퓨터라고 여겼다. ○

퀴즈...

3. 신경망은 문자인식, 음성인식, 영상인식, 자연어 처리 등의 분야에 이용되고 있다. ○

퀴즈...

4. XOR 함수는 선형 분리가 가능한 논리함수에 속한다. **X**

퀴즈...

5. 신경망에서 가장 간단한 노드는 n 개의 입력을 받아 n 개의 연결강도 벡터들과 각각 곱해진 결과가 합해져서 특정한 활성화 함수를 거쳐 출력을 낸다. ○

퀴즈...

6. 노드는 내부적인 임계값이나 오프셋 θ , 그리고 비선형 함수의 형태에 따라 그 값이 정해지게 된다. ○

퀴즈...

7. 단층 퍼셉트론의 한계점이 노출되면서
2000년대 중반에 다층 퍼셉트론 모델이 제안
되었다. **X**

퀴즈...

8. 신경망은 병렬처리나 학습과 관련된 지능적인 역할을 훌륭하게 수행해낸다. ○

퀴즈...

9. 단층 퍼셉트론은 딥러닝의 심층신경망을 거쳐 다층 퍼셉트론으로 발전하였다. X

퀴즈...

10. 신경망에서 계산의 복잡성으로 학습 시간이 너무 오래 걸리는 등의 문제점이 있다. ○

퀴즈...

본 수업에 사용된 일부 자료 및 영상물은 강의 내용을 보충하기 위해 교육 목적으로 활용하였습니다.
자료 및 영상물의 불법적 이용, 무단 전재·배포는 법적으로 금지되어 있으니, 학생 여러분께서는 학습 외 용도의 사용을 삼가 바랍니다.