

1 | 인간지능과 인공지능

1 인간의 두뇌

- ▶ 컴퓨터 개발과 더불어 컴퓨터를 통한 문제 해결에 큰 관심이 집중
- ▶ 컴퓨터에게 인간과 같은 지능적 능력을 갖춘 인공지능 개발에 목표
- ▶ 인간 두뇌에 대한 연구가 시작
 - 인간의 두뇌는 수많은 뉴런들이 복잡하게 연결된 네트워크 모델
 - 20세기 중반, 두뇌의 기본적인 구성 요소인 뉴런에 관한 연구가 시작됨
 - 이후 신경세포 및 생체전기현상에 대한 많은 연구가 있었고 이들의 연구는 대부분 노벨상을 수상
 - 영국의 호지킨, 혁슬리에 의해 뉴런 동작 원리에 대한 이론이 제시되며 실험을 통해 입증
 - 인간의 두뇌는 뉴런의 정교한 작동을 통해 고도의 두뇌 활동이 가능

1 인간의 두뇌

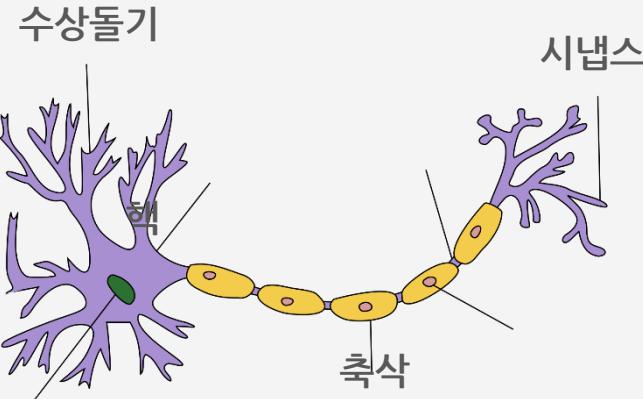
▶ 인간 두뇌

- 인간 두뇌에는 약 140억 개 정도의 뉴런이 있음
- 뉴런의 작동 원리는 현재로서는 자세히 알기 어려움
- 지금까지 어느 정도 규명된 것은 뉴런의 구조 뿐
- 성인의 두뇌 뉴런 개수와 신생아의 뉴런 개수는 동일
- 뉴런은 태어난 이후 수가 늘지 않으며 재생 불가
- 인간은 20세 이후 매일 수만 개의 뉴런이 죽어감
- 머리를 많이 쓸수록 후천적으로 두뇌 발달
- 인간 두뇌의 구현이 신경망이나 인공지능 연구의 목표

1 인간의 두뇌

▶ 인간 두뇌의 연구

- 두뇌의 특정 부분에서의 작용들은 상당 부분 판명됨
- 두뇌 작용은 뉴런들의 호르몬이나 전기적인 작동으로 추정
- 연구가 진전되면 인간의 감정이나 의식과 같은 연구도 가능할 것



1 인간의 두뇌

- ▶ 인간 두뇌는 좌뇌와 우뇌로 구분
- ▶ 좌뇌
 - 규칙이나 논리의 순차적 정보처리 위주
 - 규칙기반 인공지능과 연관이 많음
 - 합리적, 분석적, 계수적 논리 사고 담당
 - 계산 능력, 분석 능력, 논리적 추리 등

1 인간의 두뇌

▶ 우뇌

- 예술적, 추상적 사고 등의 병렬 정보 처리
- 패턴인식, 기하학적인 정보처리와 관련이 많음
- 학습에 적합한 신경망과 관련이 많음

▶ 좌뇌와 우뇌의 정보는 ‘뇌량’을 통해 종합적으로 판단됨

1 인간의 두뇌

[좌뇌와 우뇌]

좌뇌의 특성	우뇌의 특성
말과 계산 등 논리적인 기능	음악과 그림 등 이미지를 떠올리는 기능
이름기억, 단어 사용 등 언어적 학습 유리	얼굴 기억 경험 등 비언어적 학습에 유리
논리적인 생각과 사고로 문제 해결	직관적 판단에 의해 문제해결
추리를 통한 학습, 수학학습에 유리	감정적이며 창조적, 새로운 것 선호
이성적, 사실적이며 현실적인 것 선호	기하학적 학습, 공간적 시각적 과정을 통한 학습 유리
귀납적, 논리적, 분석적, 추상적, 상징적	창의적, 시·공간적, 구체적, 연역적
남성적, 공격적, 능동적	여성적, 수동적, 예술적

2 인간의 지능과 인공지능

▶ 지능(intelligence)이 가지는 주요 능력들

- 학습하고 논리적으로 추론하는 능력
- 패턴을 인식하고 주어진 상황을 해석하는 능력
- 상황을 단순화시켜 문제의 본질 분석 능력
- 다양하게 만나는 문제들의 해결 능력

2 인간의 지능과 인공지능

▶ 인간 두뇌의 능력

- 빠르고 정확한 계산 능력
- 이전에 일어난 수많은 일들을 기억하는 능력
- 빠르고 정확하게 추론해내는 능력
- 도형의 특성을 이해하고 인식하는 공간 지각 능력
- 물체와 문자를 인식하고 이해할 수 있는 능력
- 꿈꾸듯 상상하는 상상력

2 인간의 지능과 인공지능

▶ 인간 두뇌의 능력

- 기억력, 계산력 등에 해당하는 인공지능은 많이 발전하여 컴퓨터로도 인간보다 빠르고 정확
- 추리력 면에서도 LISP이라는 프로그래밍 언어를 사용하면 빠르고 정확

▶ 인간 두뇌 능력과 인공지능의 차이

- 상상력, 직관력, 이해력, 공간 능력, 연상 능력 등
- 인공지능의 창의성은 상상력과 직관력 등에서 제한됨

2 인간의 지능과 인공지능

상상력	상상의 날개를 펴는 능력
직관력	마치 ‘척 보면 아는 듯한’ 능력
이해력	사리를 분별하여 해석하는 힘
공간 능력	물체를 인식할 수 있는 능력
연상 능력	일부 정보로 나머지를 연상해내는 능력

3 인간의 지능지수

- ▶ 인간의 지능은 다양한 능력들을 종합적으로 평가
- ▶ 지능 평가 기준은 지능지수(Intelligence Quotient: IQ) 사용
- ▶ IQ는 정신연령을 실제 생활연령으로 나누어 100을 곱한 수

$$IQ = \frac{\text{정신연령}}{\text{생활연령}} \times 100$$

- ▶ IQ는 평균 100을 기준으로 정규 분포
- ▶ 지능지수와 학업 성적이 비례하는 것은 아님

2 | 인공지능에 사용되는 수학적 배경

1 인공지능과 수학

- ▶ 수학은 일반적인 현상들을 상징적인 기호로 표현하여 그 관계를 규명하는 것
- ▶ 수준 높은 인공지능 탐구를 위해 수학적 바탕 필요
- ▶ 인공지능 관련 유명 인물 중 수학 관련 사람이 많음
 - 앤런 튜링과 민스키 등도 수학자 출신
- ▶ 인공지능은 수학적 모델링과 관계가 깊음
 - 인간의 지능적인 행위를 수학적인 방정식과 적절하게 매치 시키는 방법을 고안 필요

2 인공지능 연구에 필요한 수학적 기초

- ▶ 일반인들에게 교양 수준으로의 인공지능은 인공지능의 개념, 간략한 원리, 응용 정도면 충분
- ▶ 인공지능 연구개발 예정자는 기초적인 수학 지식이 필요
 - 행렬과 벡터는 매우 필요한 핵심적인 수학 개념
 - *행렬 : 데이터의 공간 변환 등에서 필수적인 도구
 - 인공 지능의 최적 설계에도 수학적 개념이 필요
 - 확률의 추출 과정에서 필수적인 도구

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

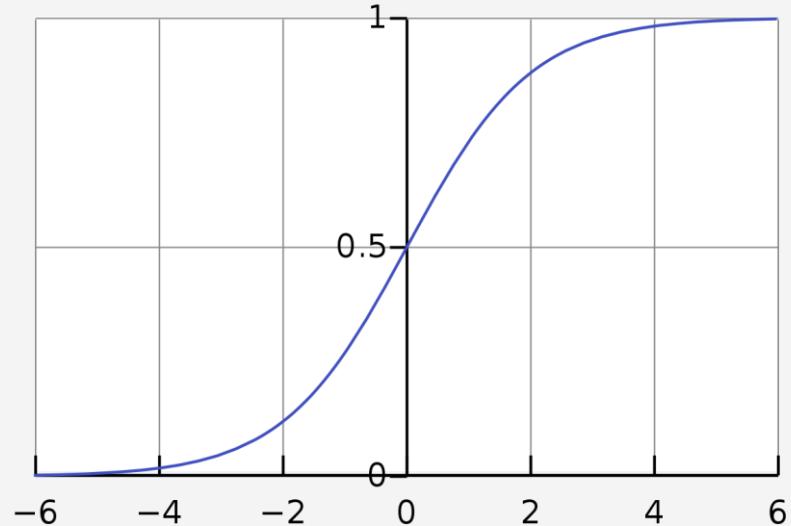
함수의 개념

- ▶ 시그모이드(sigmoid) 함수는 신경망 출력 함수
- ▶ 시그모이드 함수는 로지스틱 함수의 특별한 경우
- ▶ 시그모이드 함수의 경우는 비선형 함수로 복잡한 데이터를 표현하는데 우수

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

함수의 개념

[시그모이드 함수]



[시그모이드 함수식]

$$\frac{1}{1+e^x}$$

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

함수의 개념

선형 회귀

한 반의 학생들의 앉은 키와 선 키와의 연관성을 구해 보자.

한 반에 있는 학생들의 앉은 키는, 이 학생들의 키가 커진다면 그만큼 비슷하게 커질 것이다. 따라서 한 반에 있는 학생들의 앉은 키와 그냥 키, 두 가지 값을 잘 계산한다면 직선의 방정식 $y=ax+b$ 꼴로 앉은 키와 그냥 키의 관계식을 만들어낼 수 있다.

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

미분 개념

- ▶ 인공지능의 최적화 과정에서 미분 개념이 사용
- ▶ 미분은 신경망 학습에 필요한 기초 지식
- ▶ 델타 규칙과 역전파 알고리즘 등의 적용에 필요
- ▶ 신경망 학습에서 체인(chain) 규칙 사용

[연쇄 법칙(Chain rule)]

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx}$$

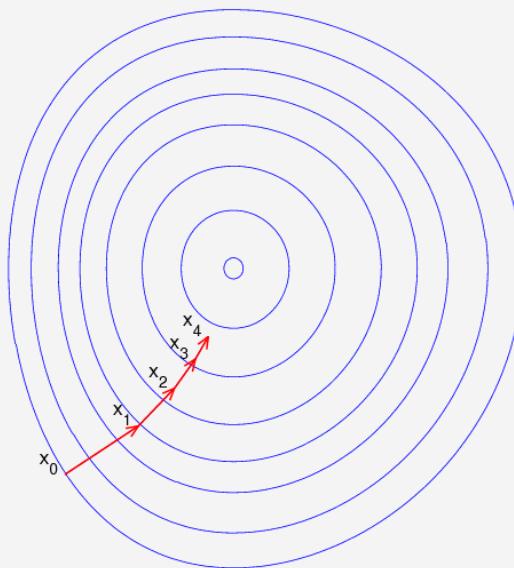
3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

미분 개념

경사하강법

[경사하강법 학습 규칙]

$$\mathbf{x}_{i+1} = \mathbf{x}_i - \gamma_i \nabla f(\mathbf{x}_i)$$



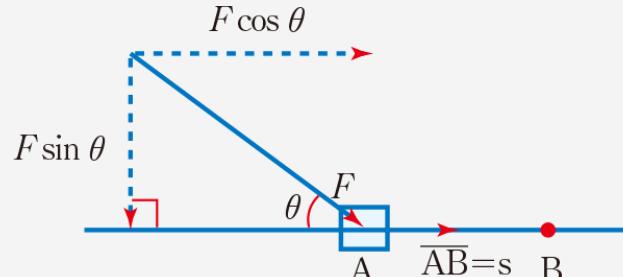
3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

벡터(vector)와 관련된 기초 지식과 개념 이해가 중요

- ▶ 벡터는 신경망의 입력으로 들어갈 데이터 사용에 필요
- ▶ 벡터의 내적과 벡터들 사이의 거리 측정 방법
- ▶ 선형 변환 등의 지식이 필요

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

벡터(vector)와 관련된 기초 지식과 개념 이해가 중요



$$\begin{aligned} a_1 u + a_2 v + a_3 w \\ &= a_1 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} + a_2 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} + a_3 \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} a_1 + a_2 + 2a_3 \\ a_1 + 3a_3 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

행렬(matrix)과 행렬식(determinant)에 관한 기본 지식이 요구

- ▶ 행렬의 곱셈과 선형 변환 등과 관련된 지식이 필요
- ▶ 신경망에서는 행렬의 곱셈이 기본적으로 사용됨
- ▶ 데이터의 표현을 행렬로 나타내는 경우가 많음
- ▶ 주어진 입력과 연결 강도를 곱할 때의 행렬 연산에 필요

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

행렬(matrix)과 행렬식(determinant)에 관한 기본 지식이 요구

$$i = \begin{matrix} & \\ & \\ & \end{matrix}$$
$$j = \begin{matrix} & \\ & \\ & \end{matrix}$$
$$\begin{bmatrix} 6 & 5 \\ -4 & -3 \\ 7 & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ -3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \cdot 2 + 5 \cdot (-3) \\ (-4) \cdot 2 + (-3) \cdot (-3) \\ 7 \cdot 2 + 6 \cdot (-3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3 \\ 1 \\ -4 \end{bmatrix}$$

$$[x_1 \ x_2 \ x_3] \times \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} \\ w_{21} & w_{22} \\ w_{31} & w_{32} \end{bmatrix}$$

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

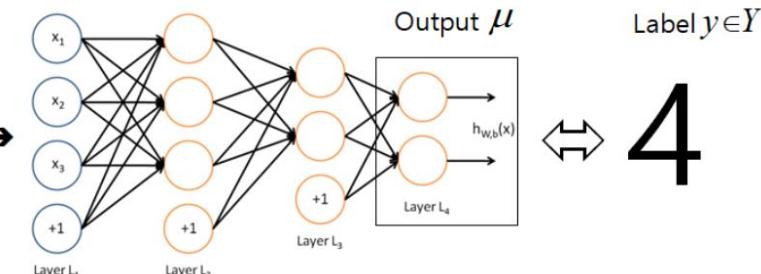
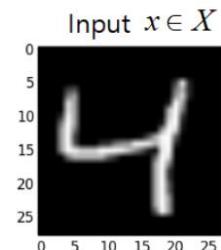
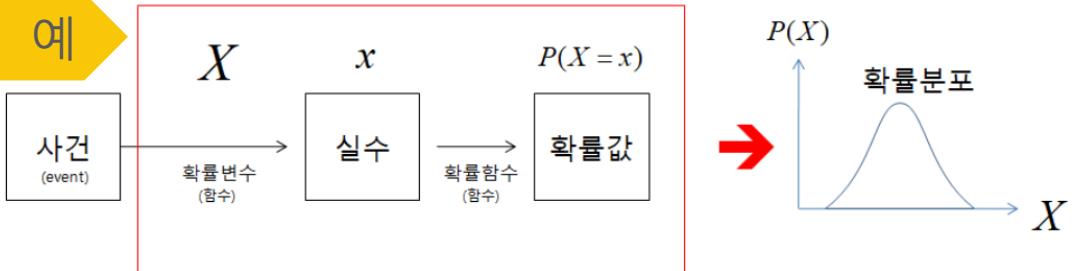
통계와 확률, 그리고 회귀 분석

- ▶ 인공지능의 최종 결과물은 확률로 표시될 수도 있음
- ▶ 통계에서 평균, 분산, 표준편차, 상관 계수 등 지식 필요
- ▶ 확률에 관한 지식이 필요
- ▶ 머신러닝에서 분류를 위한 회귀 분석에 대한 기초
- ▶ 선형 회귀, K-mean, K-NN 분류 등의 기반 지식

3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

통계와 확률, 그리고 회귀 분석

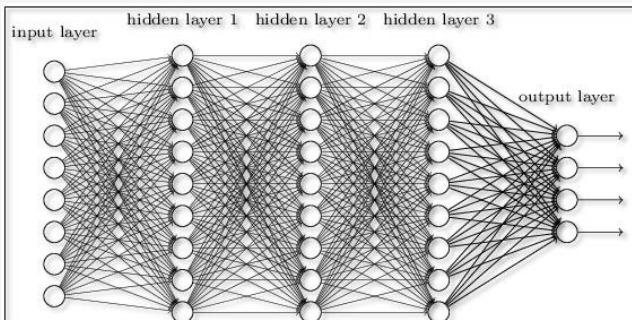
예



3 인공지능 연구에 필요한 수학적 지식의 예

신경망과 심층신경망의 구현

- ▶ 경사하강법, 역전파 알고리즘, 임계값, 선형 함수 등의 함수에 대한 지식
- ▶ 이산수학(discrete mathematics)에 관한 지식
- ▶ 영상인식이나 음성인식을 위한 기본 지식



[심층신경망 모델]

3 | 인공지능 구현을 위한 프로그래밍 언어

1 인공지능용 프로그래밍 언어

- ▶ 프로그래밍 언어(Programming Languages: PL)
 - 인간과 컴퓨터 사이의 의사 소통용 인공적인 언어
- ▶ 인공지능의 초기 응용 분야에는 LISP 많이 사용
- ▶ 논리를 처리하는데 편리한 Prolog도 많이 이용
- ▶ 현재 신경망이나 딥러닝의 경우 Python이 많이 이용

1 인공지능용 프로그래밍 언어

LISP

- ▶ List processing의 약자
- ▶ 1960년 매카시에 의해 개발되어 지금도 활용되고 있음
- ▶ LISP은 기호 형태의 자료형을 주로 쉽게 처리
- ▶ 리스트(list)와 트리(tree) 형태로 자료 구조 처리

1 인공지능용 프로그래밍 언어

LISP

▶ 주요 특징

- 대화식으로 구성된 인터프리터 방식의 언어
- 괄호를 사용하는 고급 프로그래밍 언어
- 프로그램과 자료가 같은 형태로 취급됨
- 소프트웨어들이 LISP 으로 많이 개발되어 있어 활용도가 높음

3 | 인공지능 구현을 위한 프로그래밍 언어

1 인공지능용 프로그래밍 언어

LISP

LISP 언어 예

(+ 3 4)	7	; $3 + 4 = 7$
(PLUS 3 4)	7	; $3 + 4 = 7$
(setq a 5)	5	; a에 5를 설정한다.
(car '(a b c))	a	; 리스트 중 가장 앞의 것을 리스트하라.
(cons 'a '(bc))	(a b c)	; 두 리스트를 결합하라.

1 인공지능용 프로그래밍 언어

Prolog

- ▶ Prolog(프롤로그)는 논리형 인공지능 언어
- ▶ 1972년 영국의 코왈스키(R. Kowalski)와 프랑스 연구진이 개발
- ▶ 논리에 기반을 둔 인공지능 용 프로그래밍 언어
- ▶ 자연어 처리나 전문가 시스템 개발에 매우 유용
- ▶ 지식을 서술 논리로 표현하고 규칙(rule)에 따라 추론함

1 인공지능용 프로그래밍 언어

Prolog

▶ 주요 특징

- 사실(fact), 규칙(rule), 질문(question)들로 구성
- 인터프리터 언어이며 대화식의 명령 방식으로 작동
- 사실과 규칙들의 데이터베이스로 구성됨
- 질문에 응답하는 형식으로 진행
- 추론 엔진(inference engine)을 사용

1 인공지능용 프로그래밍 언어

Prolog

Prolog 예

```
split(H, [A|X], [A|Y], Z) :-  
    order(A, H), split(H, X, Y, Z).  
  
split(H, [A|X], Y, [A|Z]) :-  
    not(order(A, H)), split(H, X, Y, Z).  
  
split(_, [], [], []).  
  
quicksort([], X, X).  
quicksort([H|T], S, X) :-  
    split(H, T, A, B),  
    quicksort(A, S, [H|Y]),  
    quicksort(B, Y, X).  
  
hanoi(N) :- move(N, left, center, right).  
move(0, _, _, _) :- !.  
move(N, A, B, C) :-  
    M is N-1,  
    move(M, A, C, B), inform(A, B), move(M, C, B, A).  
inform(X, Y) :-  
    write([move, a, disc, from, the, X, pole, to, the, Y, pole]),  
    nl.
```

△ 프롤로그로 구현한 하노이탑 예
◁ 프롤로그로 구현한 퀵 정렬 예

1 인공지능용 프로그래밍 언어

Python, R, C 등

- ▶ 최근 Python이 인기 있는 프로그래밍 언어로 주목 받기 시작
- ▶ 특히 코딩의 중요성이 강조되면서 사용자가 늘어나고 있음
- ▶ 문법이 비교적 간단하여 빠르고 쉽게 배울 수 있음
- ▶ 인터프리터 언어로서 실행 결과를 즉석에서 확인할 수 있음
- ▶ C언어는 범용 언어로 인공지능에서도 쓰이고 있음
- ▶ 그 외 R 언어 등이 인공지능에 사용되고 있음

3 | 인공지능 구현을 위한 프로그래밍 언어

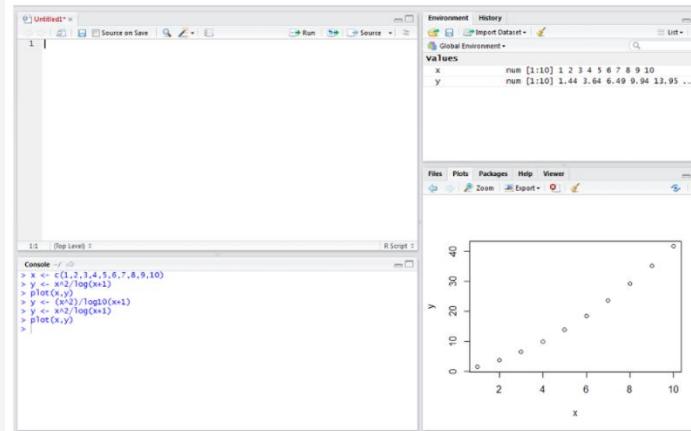
1 인공지능용 프로그래밍 언어

Python, R, C 등

Python, R, C 예

```
def factorial(x):
    if x == 0:
        return 1
    else:
        return x * factorial(x - 1)
```

[파이선으로 구현한 재귀 함수 예]



[R로 구현한 회귀 분석 예]