



3장. 인간지능의 확장과 AI



인간고유의 영역은 무엇인가 ?

- 인간 고유의 영역이었던 지능의 영역에 진입한 AI
- 인간 고유의 영역 & 인공지능의 능력이 향상
 - 컴퓨터와 인간은 각자 고유한 능력으로 팀워크를 이루어 과거에는 상상도 못했던 일을 성취해 나가고 있다고 할 수 있음
 - 이렇게 인간의 지능이 확장되어 가고 있음

인간과 컴퓨터의 공존

- 인간 지능의 확장 : 인간과 기계의 팀워크
- 인간 본능의 확장 : 소통 본능, 놀기 본능
- 인간 현실의 확장 : 시간과 공간의 경계가 무너짐

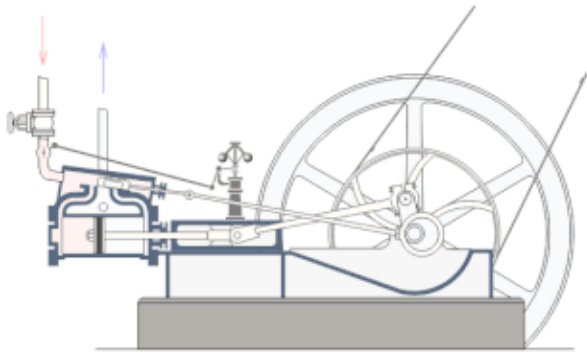
기계의 발달

- Improving Human Muscle



인간 지능의 확장 (1/12)

- Traces of Civilization



증기기관



전화교환기



청소로봇

인간 지능의 확장 (2/12)

- 인간을 뛰어 넘는 컴퓨터

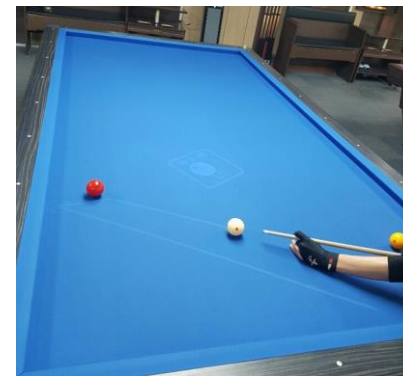
Chess Champion
Deep Blue (1996)



AlphaGo
Deep Mind, Google (2016)













Jeopardy! Champion
IBM Watson (2011)



(2018)

인간 지능의 확장 (3/12)

● 일상생활의 AI 기술

	Apple	Amazon	Microsoft	Google	삼성전자
	 Hey Siri	 amazon alexa	 Hey Cortana	 Google ASSISTANT	 Bixby
브랜드	Siri	alexa	Cortana	Google Assistant	Bixby
출시일	2011년 10월	2014년 11월	2015년 12월	2016년 5월	2017년 5월
이스피커	 HomePod HomePod mini	 Echo Echo Dot	 harman/kardon INVOKE	 Google Home Google Home Mini	 갤럭시 홈 미니

인간 지능의 확장 (4/12)

- 생성형 AI의 등장
 - 대량의 데이터를 학습해 새로운 정보를 생성하고 응답하는 능력을 갖춘 시스템으로 텍스트, 이미지, 오디오, 비디오 등 다양한 형태의 콘텐츠를 만들어낼 수 있음
 - 미드저니(Midjourney), 대화형 챗봇 ChatGPT
 - AI 활용에 대한 사회 윤리적 논의 ⇒ 공존을 위한 준비
- 인간처럼 생각하는 AI : 지식표현, 지식생성, 지식검색

인간 지능의 확장 (5/12)

1. 지식표현(Knowledge Representation)

- 문자와 언어 : 정보의 이해와 기억의 보전을 가능하게 하는 것으로 인류가 가지는 구별되는 특징
- 문자와 언어를 통한 서술적 지식표현(Descriptive Knowledge)

“코는 어금니보다 길어서 구부리고 펴는 것이 자벌레 같고, 코의 부리는 굽벙이 같으며, 코끝은 누에 등 같은데, 물건을 끼우는 것이 족집게 같아서 드루루 말아 입에 집어 넣는다.” - 박지원 <열하일기>, 1780년 -

인간 지능의 확장 (6/12)

1.1 수학을 통한 새로운 지식표현 방법

- 방정식형(Equational Knowledge)

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

어디나 있는
끄는 힘

$$E = mc^2$$

질량은
에너지

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

파동

인간 지능의 확장 (7/12)

1.2 컴퓨터의 등장으로 추가된 새로운 지식표현 방법

- 계산형(computational Knowledge)
- 소프트웨어로 표현하는 지식

```

Inductive in_image T R (D : T -> Type) (f : T -> R) (a : R) :=
  InImage (x : T) (x_in_D : D x) (a_is_fx : equal R a (f x)).

Inductive finite_of_order T (D : T -> Type) (n : natural) :=
  FiniteOfOrder (rank : T -> natural)
  (rank_injective : injective_in T natural D rank)
  (rank_onto :
    forall i, equivalent (less_than i n) (in_image T natural D rank i)).

(* Elementary group theory *)

Inductive group_axioms T (mul : T -> T -> T) (one : T) (inv : T -> T) :=
  GroupAxioms
  (associativity : forall x y z, equal T (mul x (mul y z)) (mul (mul x y) z))
  (left_identity : forall x, equal T (mul one x) x)
  (left_inverse : forall x, equal T (mul (inv x) x) one).

Inductive group T mul one inv (G : T -> Type) :=
  Group
  (G_closed_under_mul : forall x y, G x -> G y -> G (mul x y))
  (one_in_G : G one)
  (G_closed_under_inv : forall x, G x -> G (inv x)).

Inductive subgroup T mul one inv (H G : T -> Type) :=
  Subgroup
  (H_group : group T mul one inv H)
  (H_subset_G : forall x, H x -> G x).

Inductive normal_subgroup T mul one inv (H G : T -> Type) :=
  NormalSubgroup
  (H_subgroup_G : subgroup T mul one inv H G)
  (H_is_G_invariant : forall x y, H x -> G y -> H (mul (inv y) (mul x y))).

Inductive commute_mod T mul (x y : T) (H : T -> Type) :=
  CommuteMod (z : T)
  (z_in_H : H z)
  (xy_eq_zyx : equal T (mul x y) (mul z (mul y x))).

Inductive abelian_factor T mul one inv (G H : T -> Type) :=
  AbelianFactor
  (G_group : group T mul one inv G)

```

파이트-톰슨 정리(Feit-Thompson Theorem)의 증명

- 1963년 증명내용 약 255쪽
- 2013년 컴퓨터 프로그램으로 자동검산

케플러 추측(Keple conjecture)의 증명

- 1998년 400년만에 증명
- 1999년 12명의 수학자가 증명 검증작업을 시작, 4년 후 99% 맞는 것으로 결론 내리고 포기
- 2014년 컴퓨터 프로그램으로 100% 검산에 성공

인간 지능의 확장 (8/12)

2. 지식생성(Knowledge Generation)

- 추론을 통한 지식의 생성 : 주어진 몇가지 사실과 규칙을 바탕으로 새로운 사실을 생성해 낼 수 있음
- 지식생성 방법
 1. 연역추론(deduction)
 2. 유비추론(abduction, analogy)
 3. 귀납추론(induction)

인간 지능의 확장 (9/12)

Deduction(연역)	Abduction(유추)	Induction(귀납)
<p>A이면 B이다가 사실이다. A는 사실이다.</p> <hr/> <p>B가 사실이다.</p>	<p>A이면 B이다가 사실이다. B가 사실이다.</p> <hr/> <p>아마도 A는 사실이다.</p>	<p>관찰에 의해</p> <hr/> <p>아마도 A이면 B이다가 사실이다.</p>
<p>사실로부터 의심의 여지가 없는 사실을 유도 (반드시 이끌어내기)</p>	<p>추측 (원인 짐작하기)</p>	<p>A일때마다 B가 사실이라는 관측의 결과를 일반화 (짐작해서 이끌어내기)</p>

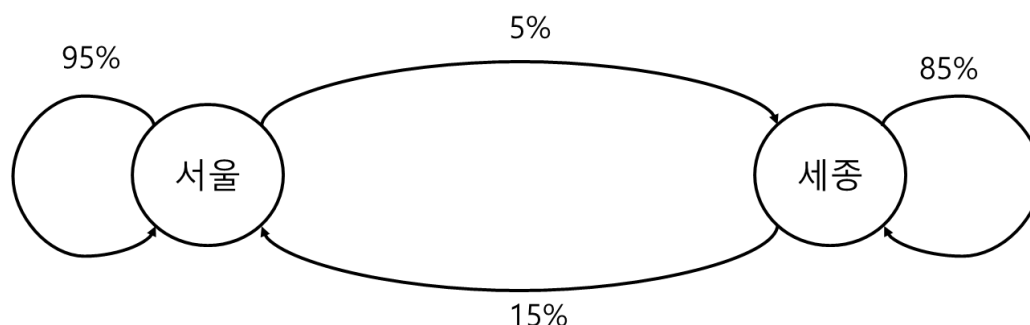
인간 지능의 확장 (10/12)

3. 지식 검색(Knowledge Searching)

- Google search engine : 찾는 사람이 원했던 순서대로 검색결과를 보여주게 되면 결과가 매우 정확하다고 느끼게 됨
- 구글의 고유 검색 기술 : Page Rank algorithm
 - 사람들이 가장 많이 방문할 것 같은 순서로 등수를 매김
 - 어떻게 미리 계산할 수 있을까 ?
- 마르코프 체인(Markov chain model) : 한 상태(state)에서 다른 상태로 이전할 때 특정한 확률적인 특성을 따르는 것을 의미

인간 지능의 확장 (11/12)

3.1 마르코프 체인(Markov chain model)



내년 서울시 인구 = $0.95 \times$ 올해 서울시 인구 + $0.15 \times$ 올해 세종시 인구

내년 세종시 인구 = $0.05 \times$ 올해 서울시 인구 + $0.85 \times$ 올해 세종시 인구

	올해	내년	내후년	...	언젠가
서울시 인구	10.00	9.65	9.37	...	8.25
세종시 인구	1.00	1.35	1.63	...	2.75

인간 지능의 확장 (12/12)

3.2 지식 검색(Knowledge Searching)

Human Computation



Crowd Sourcing



일반 군중 × 컴퓨터 게임 > 전문가
 일반 군중 × 컴퓨터 게임 > 컴퓨터

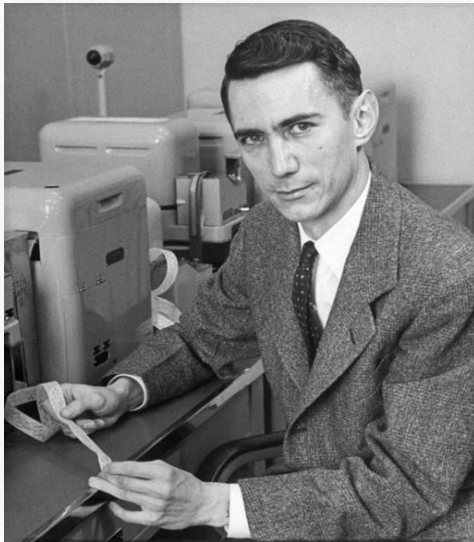
인간본능의 확장 (1/4)

- 놀이 본능
 - MMORPG(Massively Multi-player Online Role Playing Game)
 - Lineage, World of Warcraft, Maple Story
 - ARTS(Action Real-Time Strategy Game)
 - Starcraft, League of Legends(LoL),
 - Minecraft (sold to Microsoft)
 - 트위치(Twitch) : 컴퓨터 게임 경기 인터넷 생중계 ⇒
2014년 1조3천억원에 아마존에 팔림

인간본능의 확장 (2/4)

- 소통본능

- Email, Facebook, Twitter, Torrent, YouTube, etc.
- 정보이론(Information Theory)



A Mathematical Theory of Communication
(1948 by Claude Shannon)

인간본능의 확장 (3/4)

- 정보이론(Information Theory)

메시지의 정보 양 = 글자들의 예측불허의 정도

Encoding \Leftrightarrow Decoding

가마 → 00

꼭 → 01

$\frac{7}{8} \rightarrow 10$

타고 → 11

가마가마꼭가마꽃가마타고가마

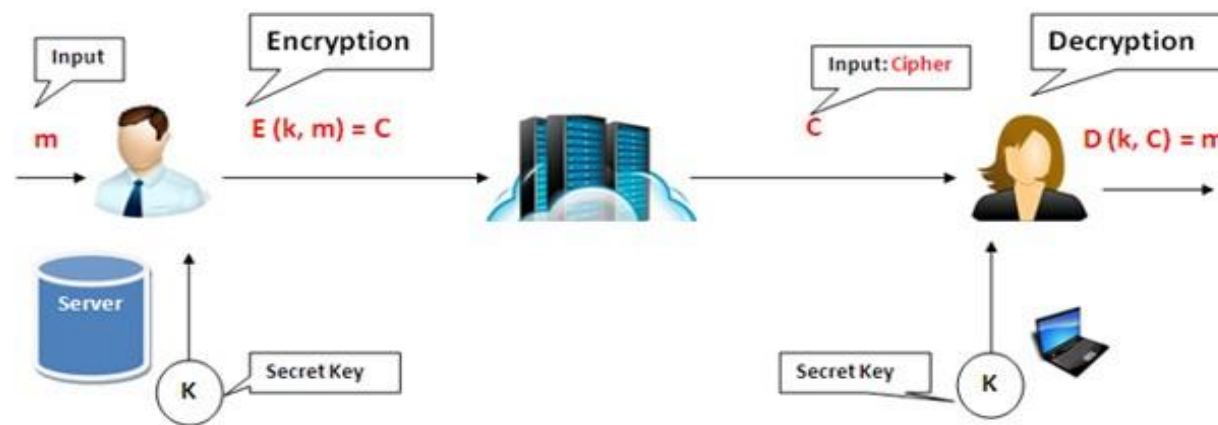
0000010010001100

인간본능의 확장 (4/4)

- 정보를 주고 받을 때 메시지 손상 가능성에 대해 다양한 오류 수정 장치 사용
 - 반복코드 (Code Repeat) : 같은 메시지를 여러 번 반복해서 송신
 - 예) ‘밥먹자’ \Rightarrow ‘밥먹자밥먹자밥먹자’
 - 검산치 (Checksum) : 메시지에 검산치를 추가해서 검산 결과가 맞지 않으면 오류가 난 것으로 확인
 - 예) $467 \Rightarrow 4+6+7=17$ 이므로 마지막 숫자를 검산치로 원래 메시지에 덧붙여서 4677로 전송

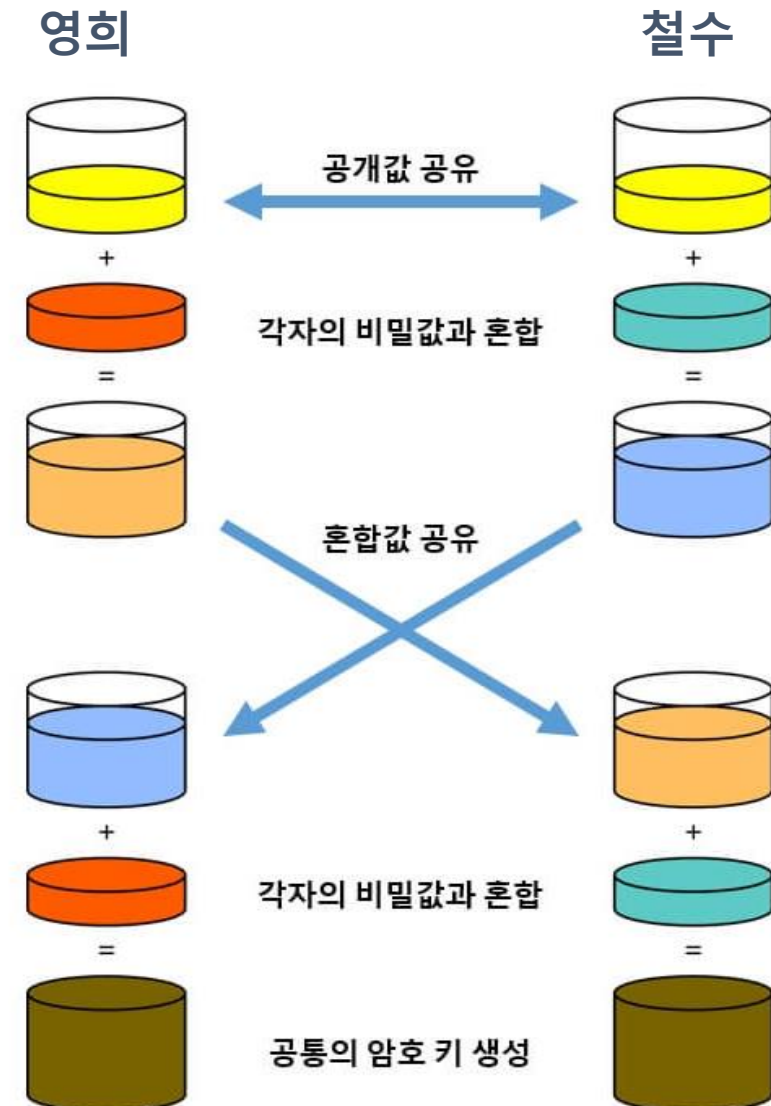
인간현실의 확장 (1/3)

- 시공간 공유(Breaking Time and Space Boundaries)
 - 암호기술 : 원거리의 두 사람이 비밀통신을 가능하게 하는 방법 \Rightarrow 비밀열쇠의 공유
 - 송신 : 공유하는 비밀열쇠를 이용해서 메시지를 바꿔서 보냄
 - 수신 : 비밀열쇠를 이용해서 원래 내용으로 복원



인간현실의 확장 (2/3)

- 디피-헬먼 키 교환
(Diffie–Hellman key exchange)
 - 열쇠 : Safe Key Exchange
 - https 128-bit encryption



인간현실의 확장 (3/3)

● 진품감정을 위한 Digital Signatures

