컴퓨팅(기계계산)의 세계

이광근

서울대학교

컴퓨터공학부

kwangkeunyi.snu.ac.kr

서울대 예비대학 특강

컴퓨팅 교육의 목표

- 컴퓨팅은 모든 공부의 언어, 보편학문의 성격을 가짐
  - 모든 전공의 성과를 이끌고 (학술 도구)
  - 모든 전공의 성과위에 자라고
- 우리를 둘러싼 컴퓨팅을 바라보는 시각을 형성시켜주기
  - 과학교육이 우리를 둘러싼 자연을 바라보는 시각을 형성해주듯이

컴퓨팅 교육의 목표

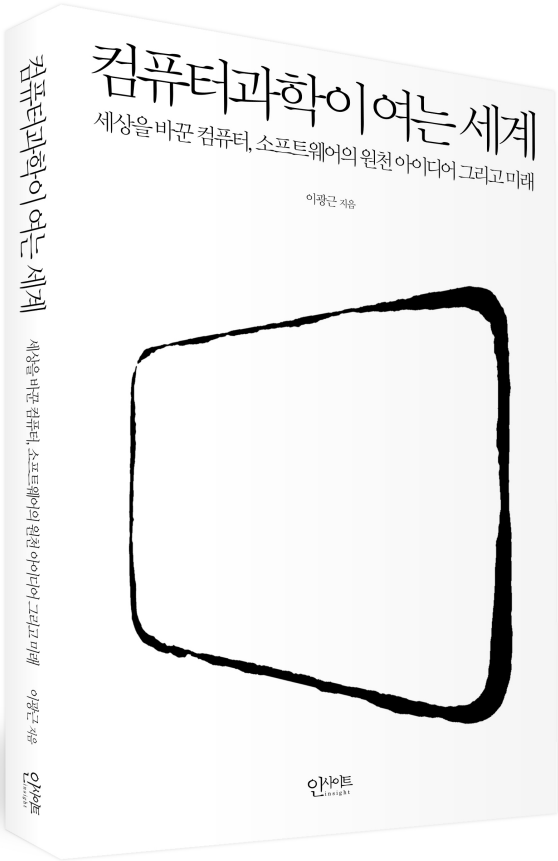
- 컴퓨팅은 모든 공부의 언어, 보편학문의 성격을 가짐
  - 모든 전공의 성과를 이끌고 (학술 도구)
  - 모든 전공의 성과위에 자라고
- 우리를 둘러싼 컴퓨팅을 바라보는 시각을 형성시켜주기
  - 과학교육이 우리를 둘러싼 자연을 바라보는 시각을 형성해주듯이

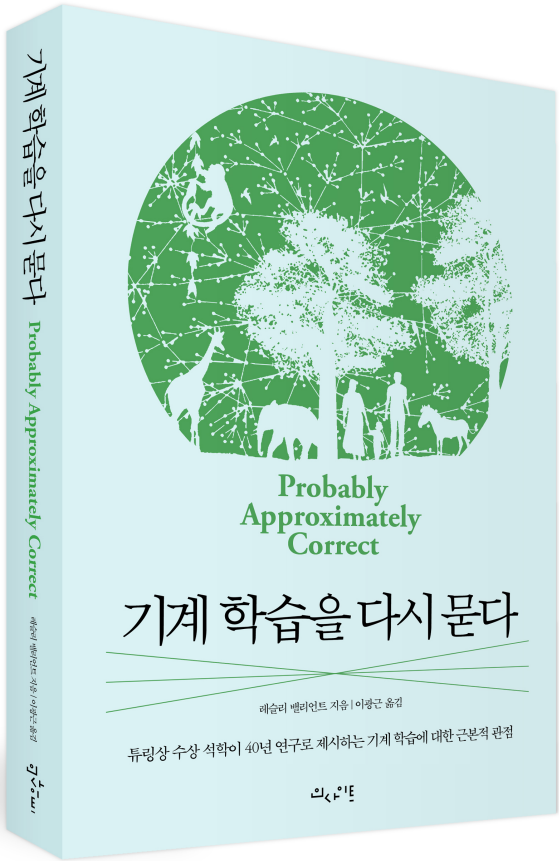
컴퓨터/SW가 그런 자격이 될까? 네.

- 우리가 벗어날 수 없다
- 우리가 이용할 방법이 무궁무진
- 우리능력을 확장시키는 범위가 인류역사에 유래없음
- 알면 안심할 수 있다

가져가실 내용

1. 컴퓨터라는 도구의 정의
2. 컴퓨터가 할 수 있는 일의 세계
3. 컴퓨터에게 일 시키는 방법, 두 가지
4. 인공지능시대 컴퓨팅 공부법

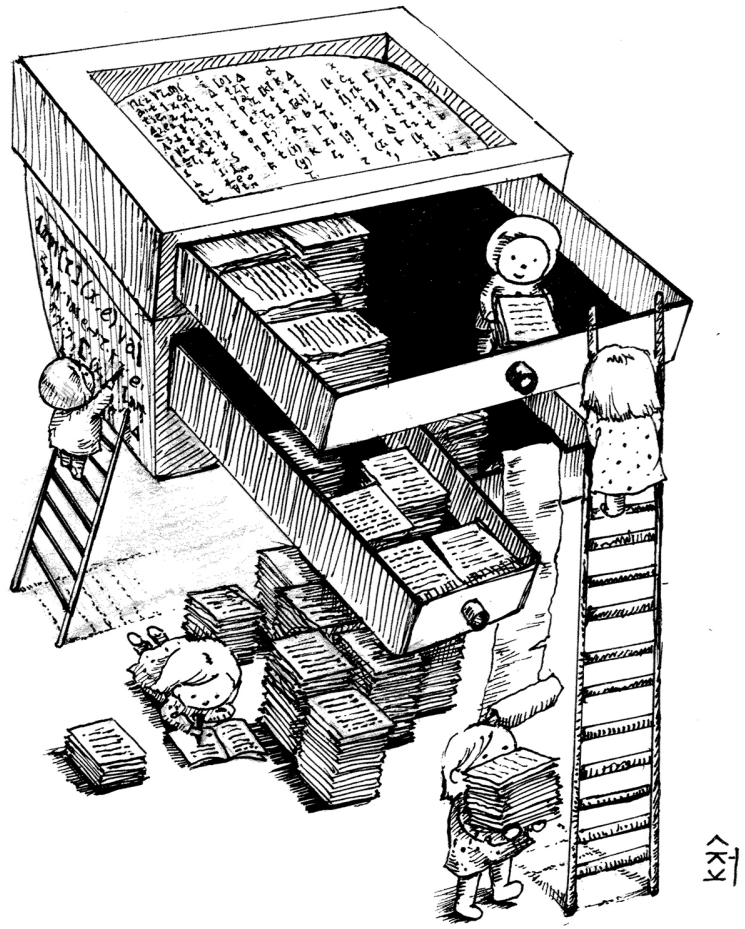

컴퓨터과학이 여는 세계
세상을 바꾼 컴퓨터, 소프트웨어의 원천 아이디어 그리고 미래
이광근 지음
인사이트


기계 학습을 다시 묻다
Probably Approximately Correct
레슬리 밸리언트 지음 | 이광근 옮김
튜링상 수상 석학이 40년 연구로 제시하는 기계 학습에 대한 근본적 관점
인사이트

I. 컴퓨터의 정의

컴퓨터, 마음의 도구, 만능 기계

컴퓨터 = “기계적인 일”을 해주는 도구



(그림출처: [컴퓨터과학이 여는 세계] 이광근)

“기계적인 일”?

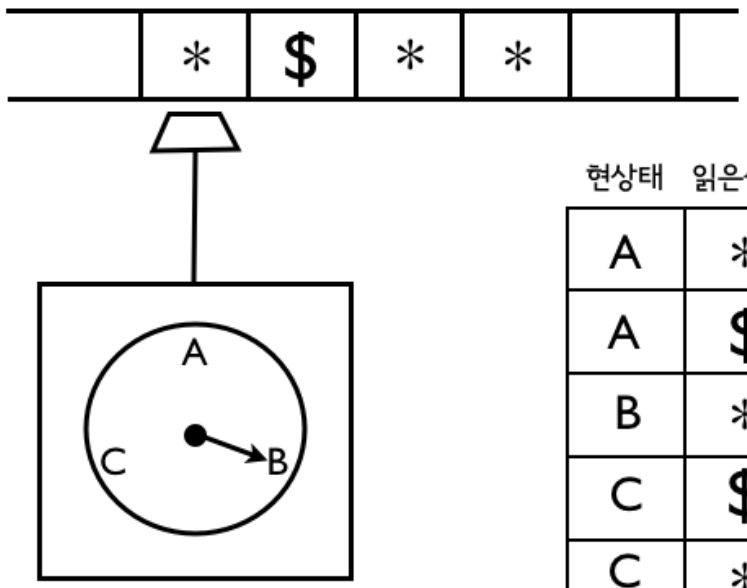
- 반복적으로 할 수 있는 일?
  - 반복하는 알맹이 일이 뭐냐고요...
- 별생각없이 할 수 있는 일?
  - 그 일이 뭐냐고요...
- 규칙대로만 하는 일?
  - 그 일이 뭐냐고요... 어떤 규칙들이냐고요...

애매함 없이 정확하게 정의할 수 있어야. 그래서
컴퓨터는 뭐든 기계적인 일이라면 다 해줘,
라고 말할 수 있으려면

“기계적인 일”의 그런 정의 (아직 깨지지않은 파라다임)

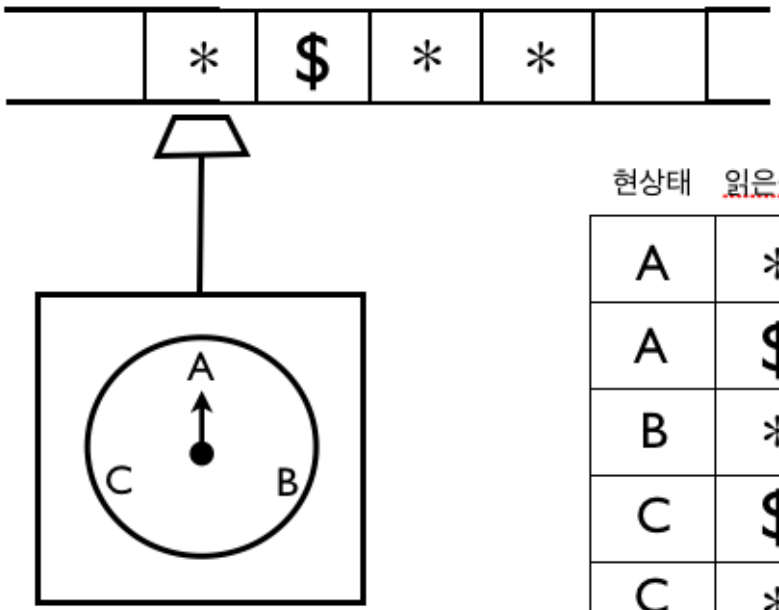
튜링기계를 만들어 돌릴 수 있는 일

- 튜링기계 = 아래의 간단명확한 작동을 하는 네 부품으로 만든 기계
- 예)



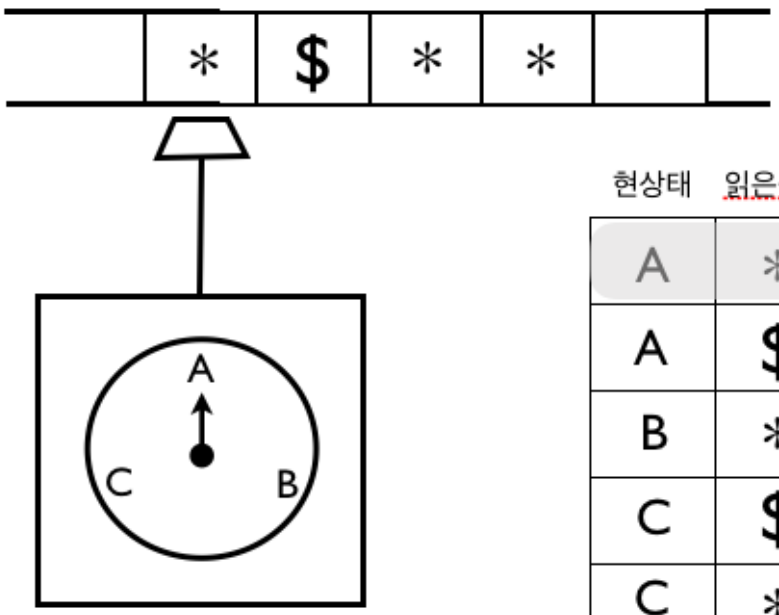
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



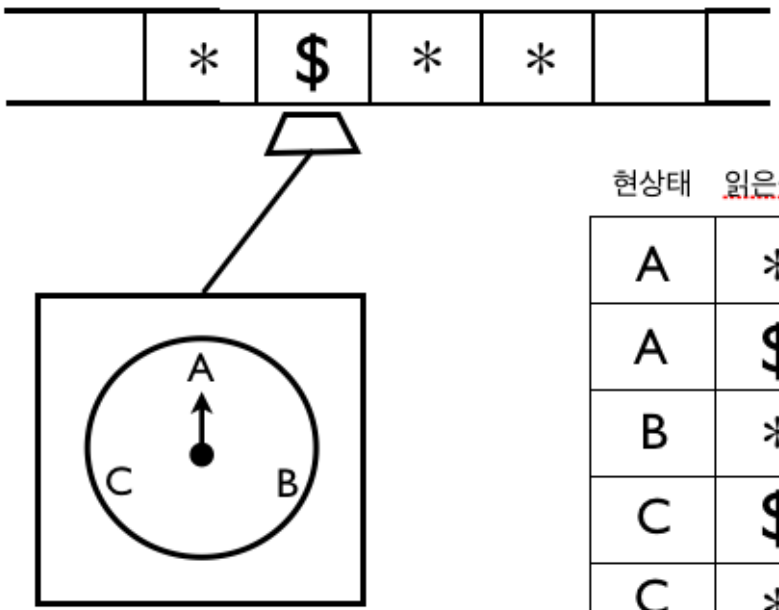
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



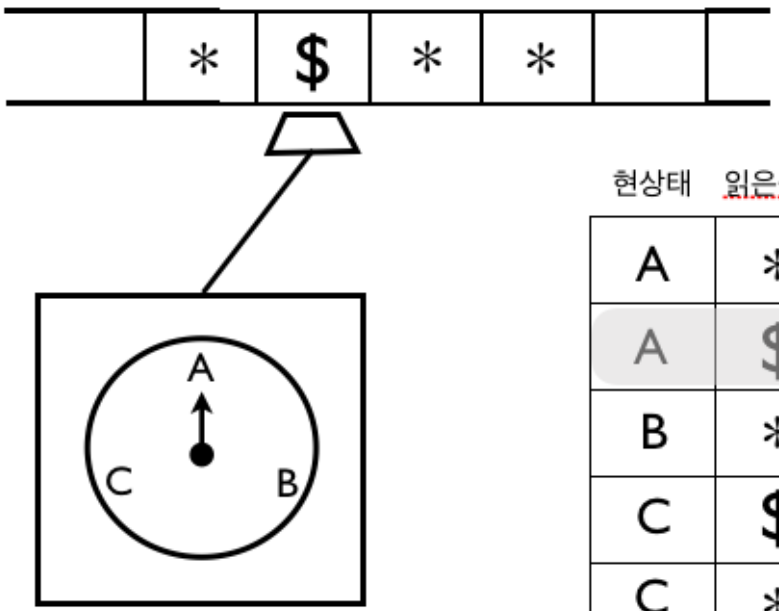
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



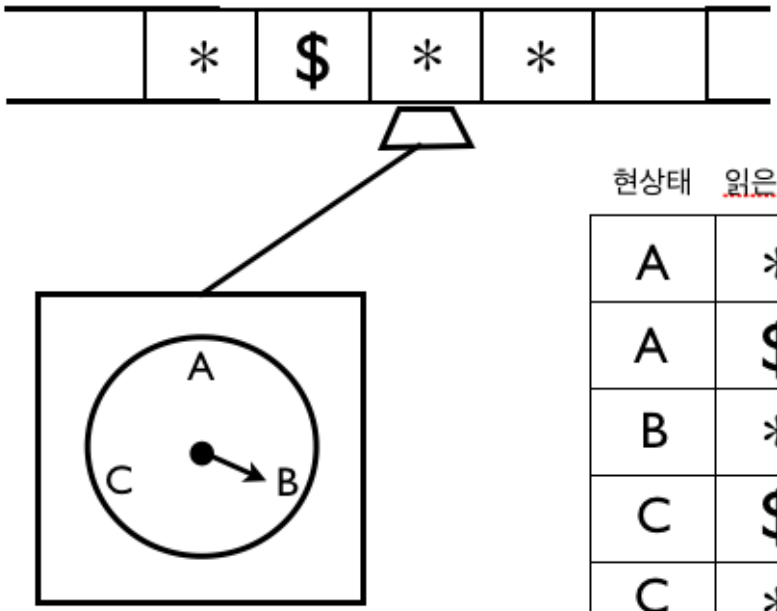
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



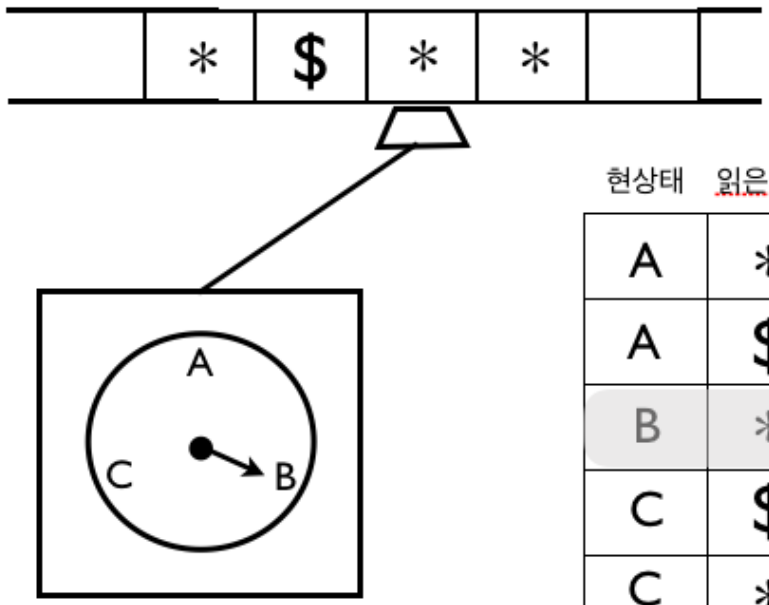
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



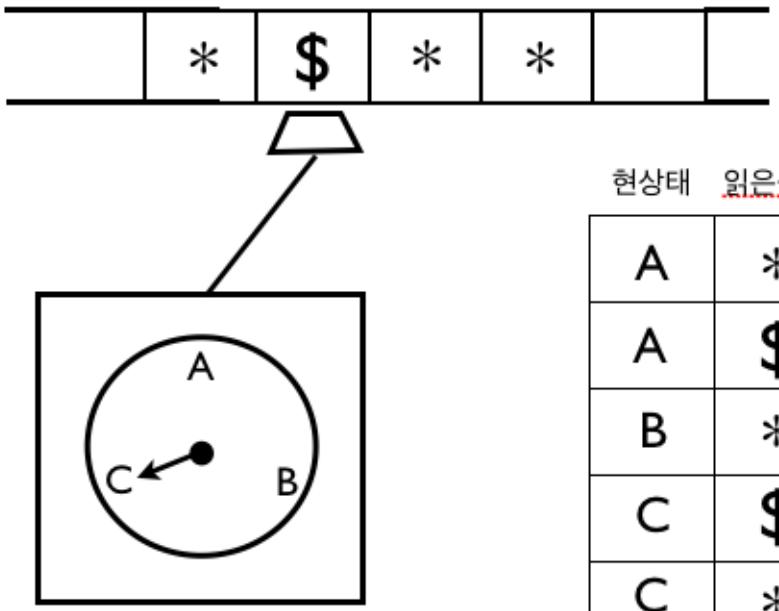
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



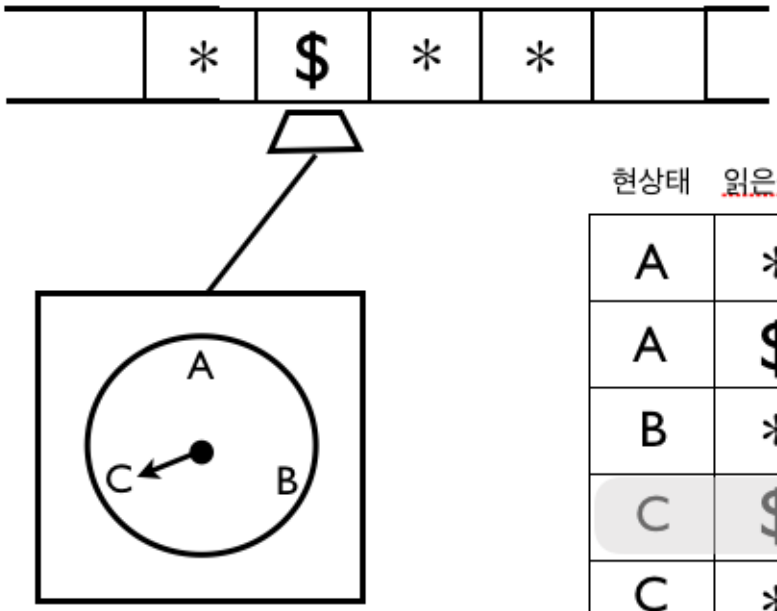
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



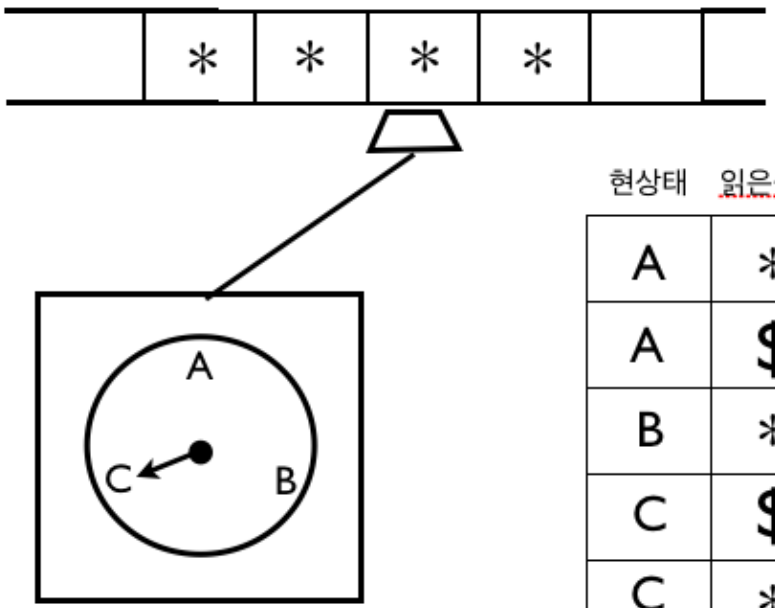
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



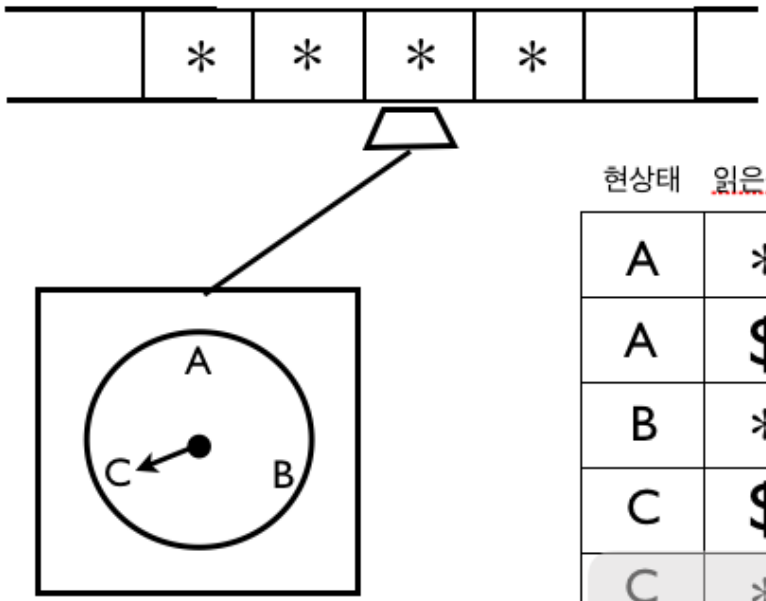
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



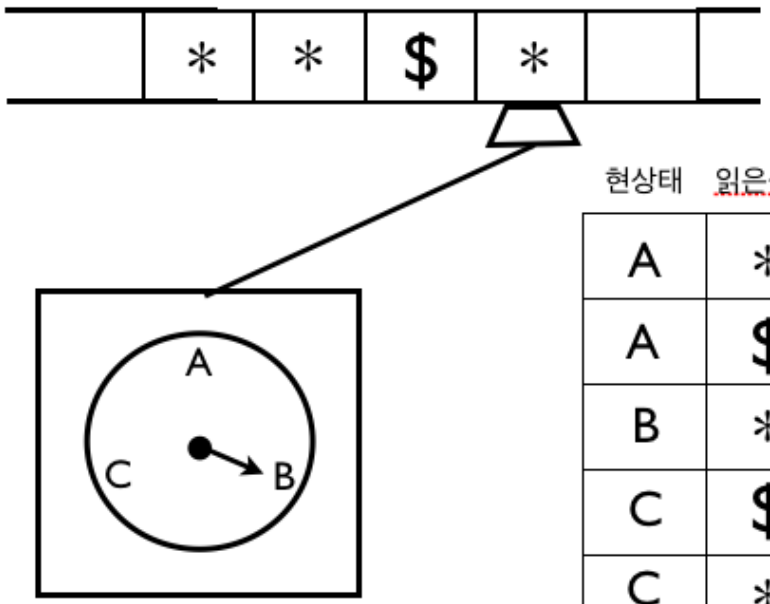
현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

어떤 튜링기계의 작동 예시



현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

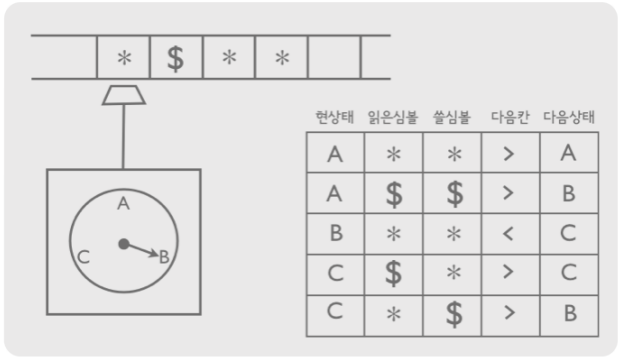
어떤 튜링기계의 작동 예시

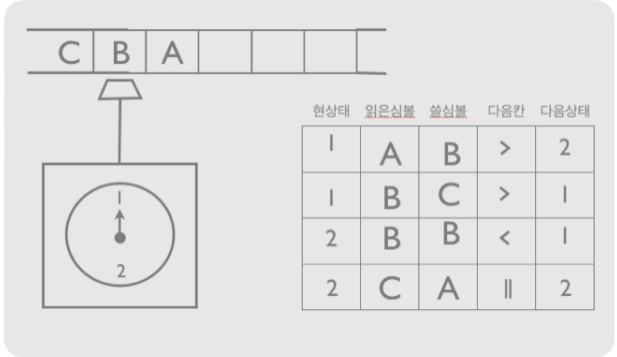


현상태	읽은심볼	쓸심볼	다음칸	다음상태
A	*	*	>	A
A	$	$	>	B
B	*	*	<	C
C	$	*	>	C
C	*	$	>	B

튜링기계 하나 = 기계적인 일 하나

더하기 튜링기계, 카톡 튜링기계, 유튜브 튜링기계, 등등





⋮

특이한 튜링기계, 만능 튜링기계 = 컴퓨터

만능 튜링기계$_{\textit{universal turing machine}}$

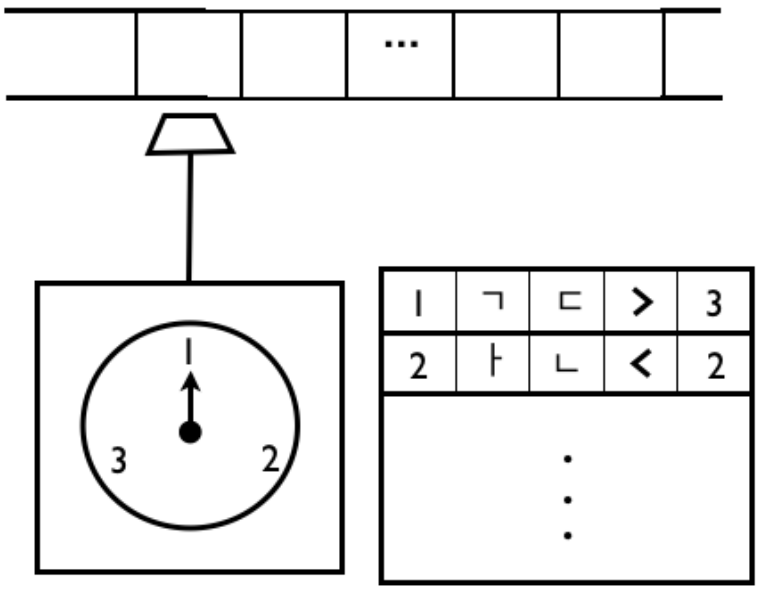
어떤 튜링기계, 그러나 "만능"

- 입력: 튜링기계를 글로 표현해서 테잎에 받는다
- 출력: 그 튜링기계의 작동을 그대로 따라한다

왜 가능하냐고요?
튜링기계가 너무나 간단명확하기 때문

특이한 튜링기계, 만능 튜링기계 = 컴퓨터

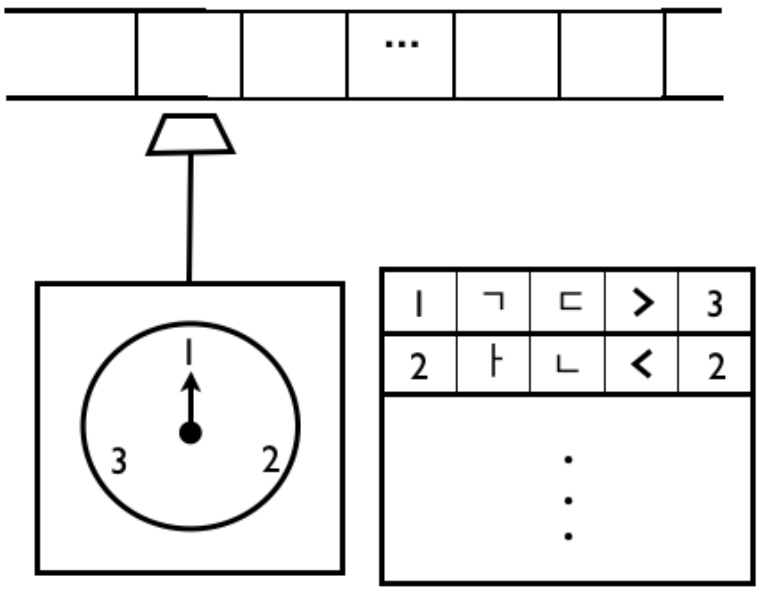
만능 튜링기계$_{\textit{universal turing machine}}$
어떤 튜링기계, 그러나 "만능"

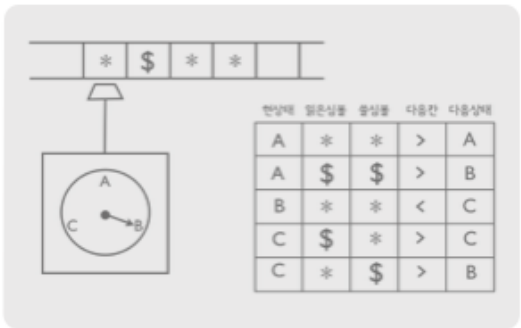


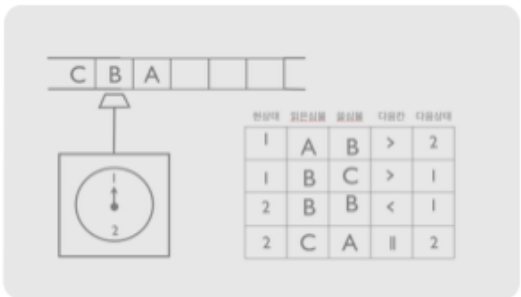
특이한 튜링기계, 만능 튜링기계 = 컴퓨터

만능 튜링기계$_{universal\ turing\ machine}$

어떤 튜링기계, 그러나 "만능"

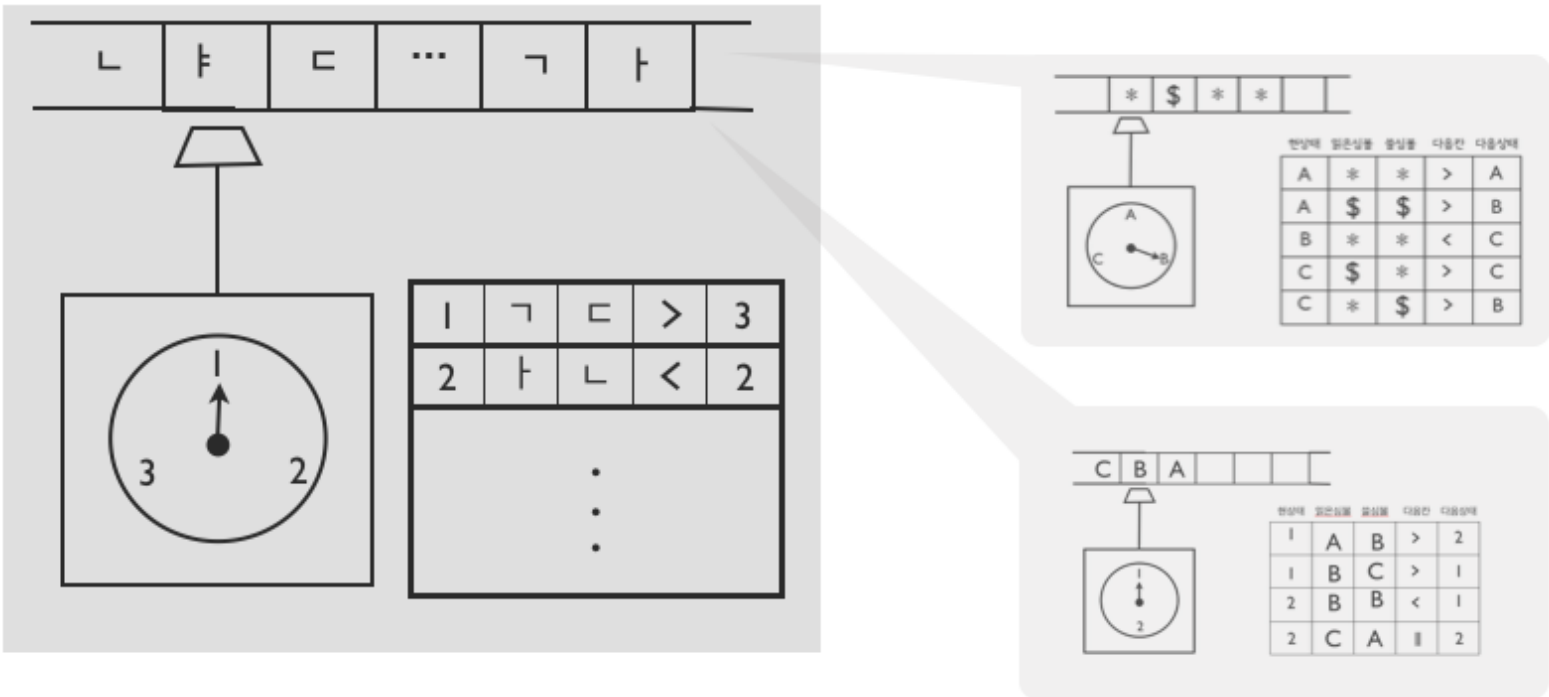






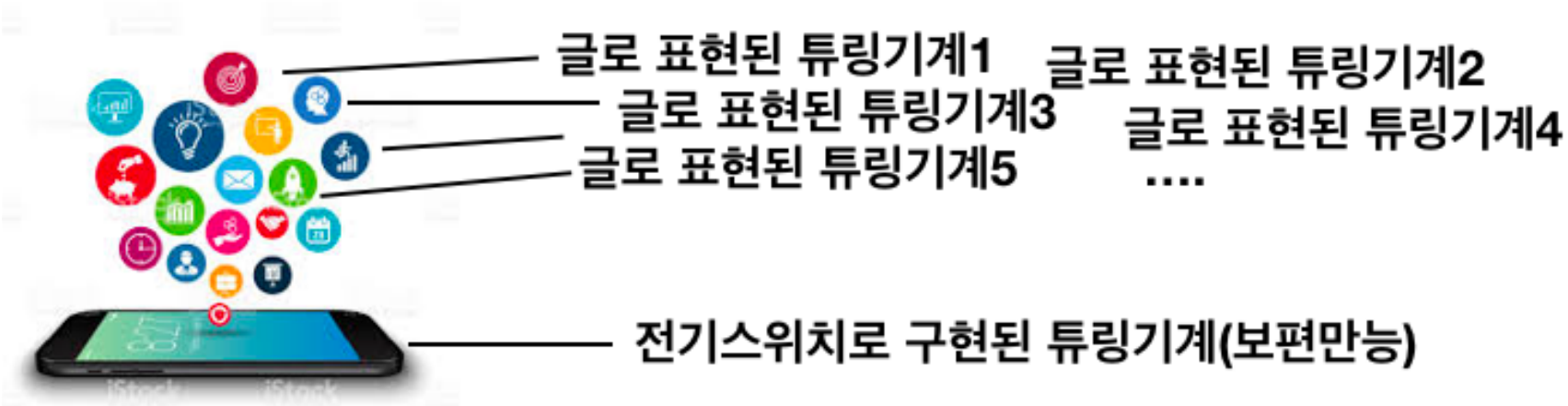
컴퓨터 = 만능 튜링기계universal turing machine

- 사용법: 임의의 튜링기계(기계적인 일, SW) 테잎에 싣기
- 자동작동: 테잎에 있는 튜링기계(기계적인 일, SW) 그대로 따라하기(실행)



컴퓨터 = 만능 튜링기계universal turing machine

- 사용법: 임의의 튜링기계(기계적인 일, SW) 테잎에 싣기
- 자동작동: 테잎에 있는 튜링기계(기계적인 일, SW) 그대로 따라하기(실행)



(사진출처: Google)

정리 I: 컴퓨터와 SW의 정의

- 컴퓨터 = 기계적인 일이면 뭐든 실행해주는 도구
  - SW = 기계적인 일
- 기계적인 일 = "튜링기계"로 만들어 돌릴 수 있는 일
  - 이 정의는 아직 깨지지않음
  - 애매함 1도 없음
  - HW와 SW가 독립적으로 전속력 발전할 수 있는 토대
- AI: 어떤 SW(기계적인 일, 튜링기계)

II. SW의 세계 & AI의 위치

SW(기계적인 일)들의 세계

- 기계적인 일은 무수히 많다 ($|\mathbb{N}|$)

SW(기계적인 일)들의 세계

- 기계적인 일은 무수히 많다 ($|\mathbb{N}|$)
  - 기계적으로 정답내기 불가능한 일도 무수히 많다 ($|2^{\mathbb{N}}| - |\mathbb{N}|$)

SW(기계적인 일)들의 세계

- 기계적인 일은 무수히 많다 ($|\mathbb{N}|$)
  - 기계적으로 정답내기 불가능한 일도 무수히 많다 ($|2^{\mathbb{N}}| - |\mathbb{N}|$)
- 기계적이지만 정답내기가 하세월인 일도 많다
  - 예) 인수분해, 최적 여행코스, 배우 캐스팅
  - 기계적으로 적당한답을 내는 기술 $=$ 어림잡기, 통밥 등등

SW(기계적인 일)들의 세계

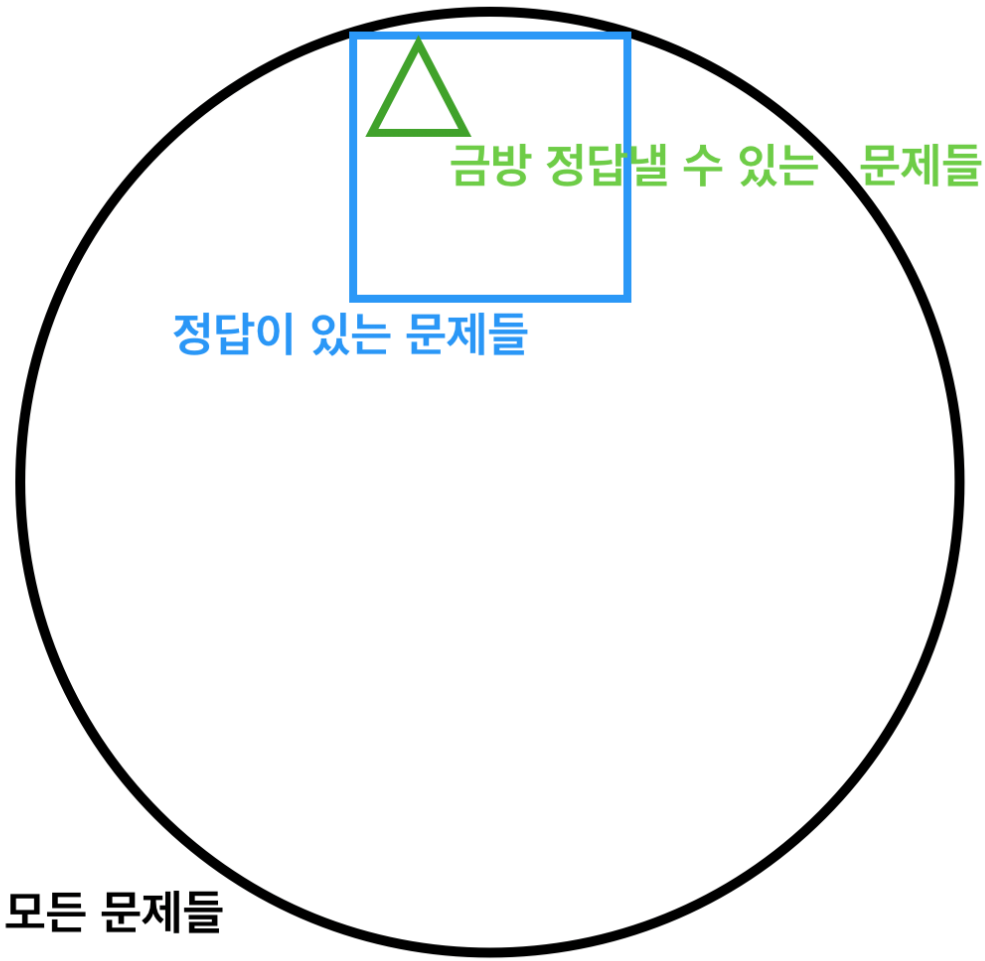
- 기계적인 일은 무수히 많다 ($|\mathbb{N}|$)
  - 기계적으로 정답내기 불가능한 일도 무수히 많다 ($|2^{\mathbb{N}}| - |\mathbb{N}|$)
- 기계적이지만 정답내기가 하세월인 일도 많다
  - 예) 인수분해, 최적 여행코스, 배우 캐스팅
  - 기계적으로 적당한답을 내는 기술 $=$ 어림잡기, 통밥 등등
- 정답이 아예 없는 일도 무수히 많다.
  - 예) 미더운 정도, 좋은 번역/요약/비평/광고문구/아이디어 등등
  - 기계적으로 얼추거의맞는 답을 내는 기술 $\ni$ 기계학습(AI)

아예 기계적인 방법을 모르거나 싼 방법을 못찾은 경우

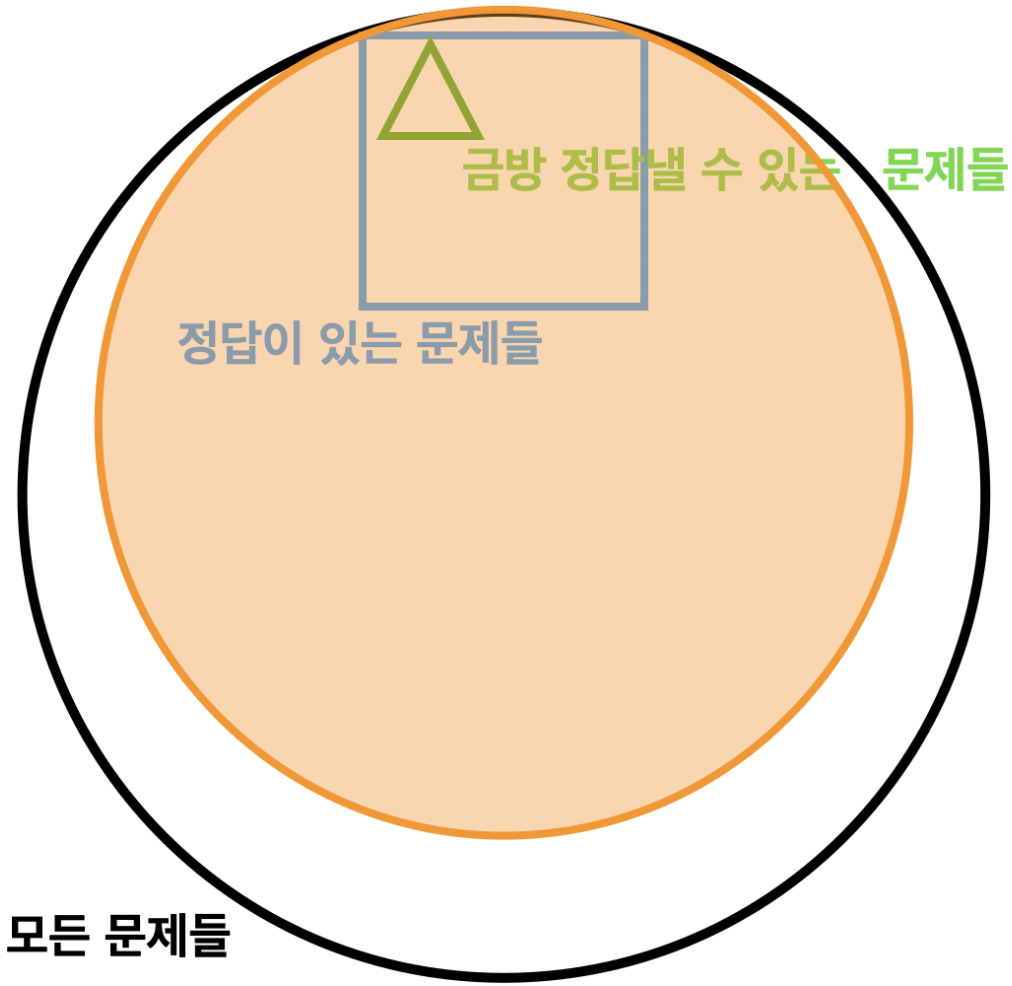
그래도 컴퓨터로 돌리고 싶다면

- 모든 입력에 정답이 아니어도 좋다면
  - "모든 입력" 대신 "흔한 입력"
  - "정답" 대신 "적당한 답" + "얼추거의맞는 답"
  - 예) 길 안내, 진로 선택, 배우 캐스팅, 번역, 요약, 그림그리기 등등
- 사용하는 기법
  - 어림잡기approximation, 통밥heuristic, 기계학습machine learning

정리 II: SW 세계, 컴퓨터(기계적인 방식)로 푸는 문제들



정리 II: SW 세계, 컴퓨터(기계적인 방식)로 푸는 문제들



컴퓨터로 푸는 문제들: 정답 + 적당한답 + 얼추거의맞는답

III. SW 만들기 두 가지 방법

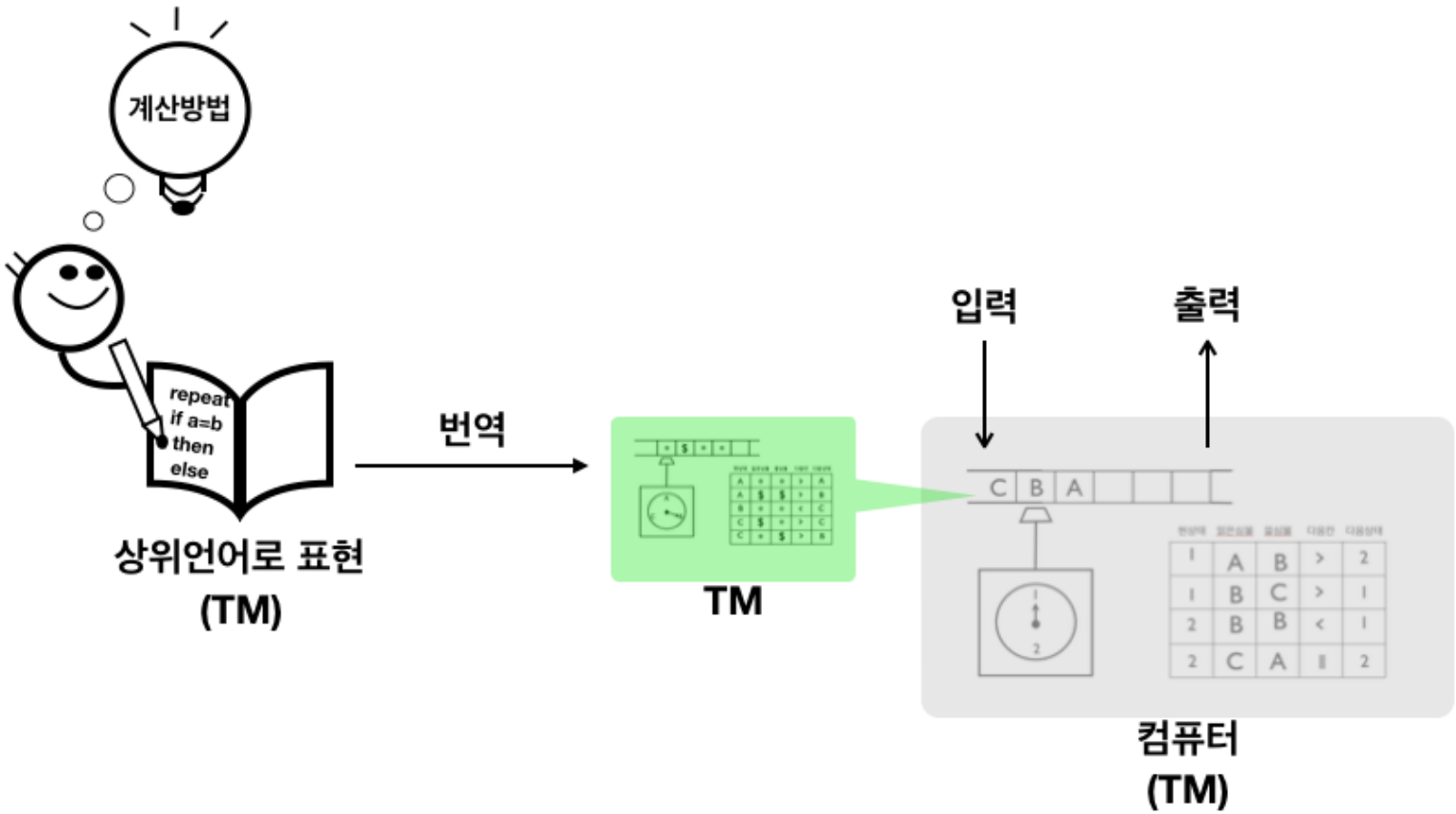
SW 만들기 I: 언어와 논리로

언어와 논리로 우리가 직접 짠다 (AI도움도 받고)

- 계산방법을 꼼꼼히 상위의 언어로
- 그 언어와 논리는 나날이 상위 레벨로 올라감
- 컴퓨터가 많은 빈틈을 메꿔줌
  - 번역, 최적화, 지루한 부분, 초벌 스케치, 등등

프로그래밍/코딩programming, 알고리즘algorithm

SW 만들기 I: 언어와 논리로



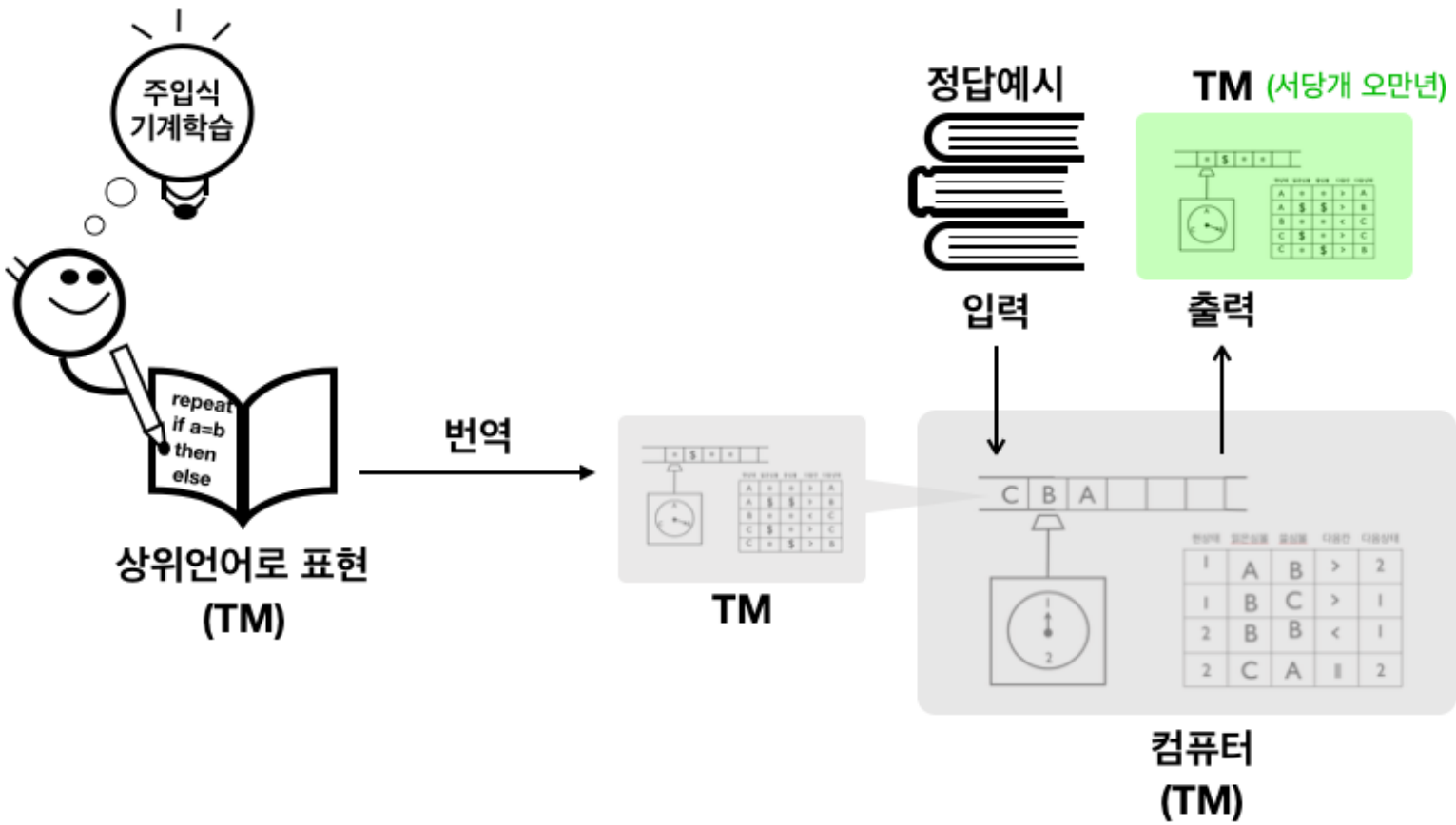
SW 만들기 II: 언어와 논리로 표현못할 경우

컴퓨터가 짜도록 한다

- 주입식 기계학습으로
  - "보고 따라하기" "서당개 5만년" 훈련
- 결과 SW(TM)(예, 신경망$_{\text{neural net}}$)를 컴퓨터에 싣는다
  - 매우 하위언어로 짜여진 기계적인 일
- 기계학습으로 만들어 지는 SW(AI)의 특성
  - 얼추 거의 맞는 방법임
  - 늘 정답을 내는건 아님

기계학습$_{\text{machine learning}}$, 에코리즘$_{\text{ecorithm}}$

SW 만들기 II: 언어와 논리로 표현못할 경우



IV. 인공지능시대 컴퓨팅 공부법

팀웍: 우리지능 x SW지능

우리지능과 SW지능이 한 팀

- 우리지능: 4백만년 + 1백년 동안 학습한 지능
  - 논리/언어지능, 시각/청각/미각/촉각지능
  - 공감/부끄럼/양보/상식지능
    (인/의/예/지, 측은/수오/사양/시비지심)
- SW지능: 컴퓨터 기술로 만드는 지능
  - 알고리즘(algorithm): 정답을 푸는 SW
  - 에코리즘(ecorithm): 주입식 기계학습한 얼추거의맞는 SW(AI)

팀웍 양상: 컴퓨팅 공부법

- 미래 지능적인 일 $\neq$ 현재 지능적인 일
  - $\neq$ 현재 전공하기, 현재 코딩하기, 현재 수학하기, 현재 글쓰기, 등등...
- 미래 지능적인 일
  - 없던 개념 만들기 $\in$ 지능(공부)의 최고 수준
    - 과거 예시) "인권"(루소), "질량"(뉴턴), "인내천"(최제우), "진화"(다윈), "기계계산"(튜링)
    - 앞으론 더 자주 가능하지않을까...
  - 주변문제 줏대있게 풀어가기 (문제선택 x 인의예지)
    - 조합가능한 문제는 무진장; 그 중 의미있는 문제를 선택해야

팀웍 양상: 컴퓨팅 공부법

- 그리고 최고 팀웍(우리지능 x SW지능)을 이루고 싶다면
  - 상상하는 힘: SF소설읽기
  - 관심을 가지는 힘: 철학공부하기
  - 핵심을 따지는 힘: 수학공부하기
  - 실현하는 힘: 컴퓨팅공부하기
  - 주변문제 줏대있게 푸는 힘: 쉬운말로공부하기(모국어의 심연)

□