한반도선진화재단 강연
2024년 10월24일(목)

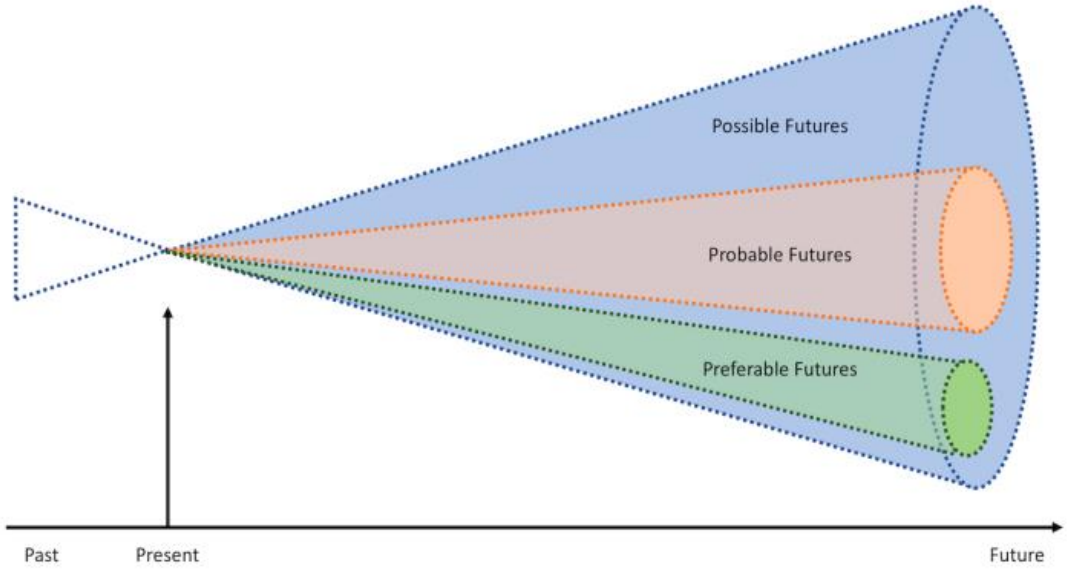
AI 시대, 교육의 디지털 대전환

박 승 재

한국교육개발원 교육혁신연구본부장
교육부 정책자문위원

우리가 선호하는 미래는?

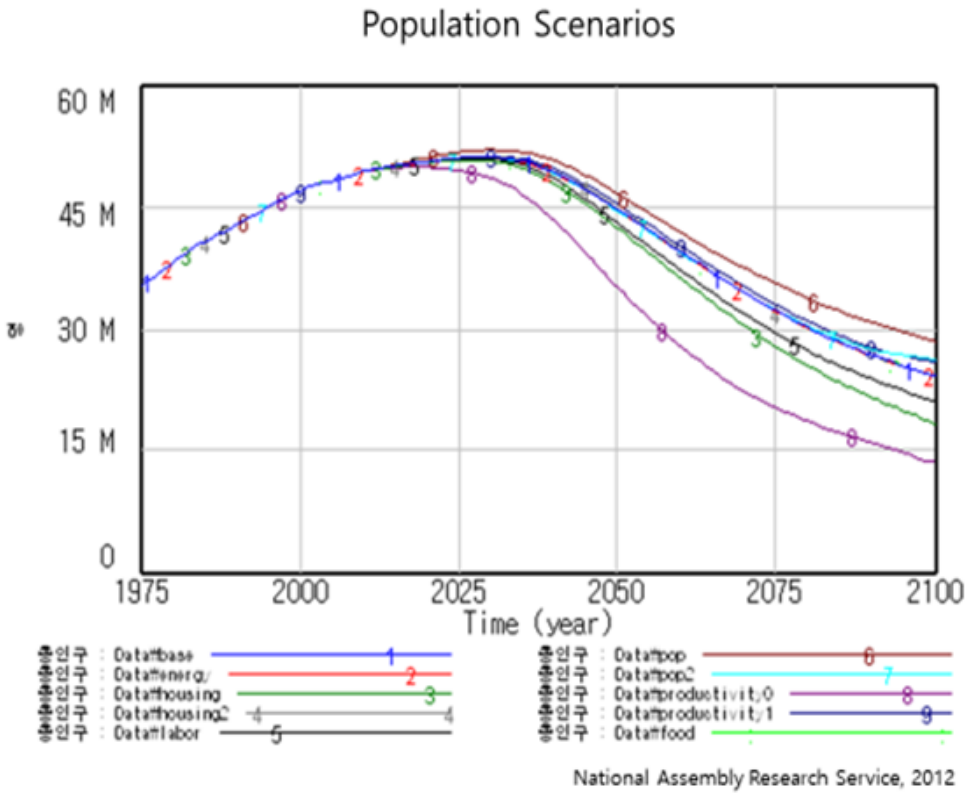
- 2045년 즈음 Singularity 진입
- 2048년 대한민국 수립 100주년
  - 세계 5위권 경제력으로
  - 2~3개 대학 세계 10위권으로
  - 3~4개 대학 세계 50위권으로
  - 글로벌 유니콘 기업 100
  - 교육-문화-특허-제조-의료-창업-금융 서비스의 아시아 허브로



https://technophilosoph.com/en/2018/01/11/all-die-zukuenfte-ja-es-gibt-mehr-als-eine/

우리가 처한 상황

인구



National Assembly Research Service, 2012

기술

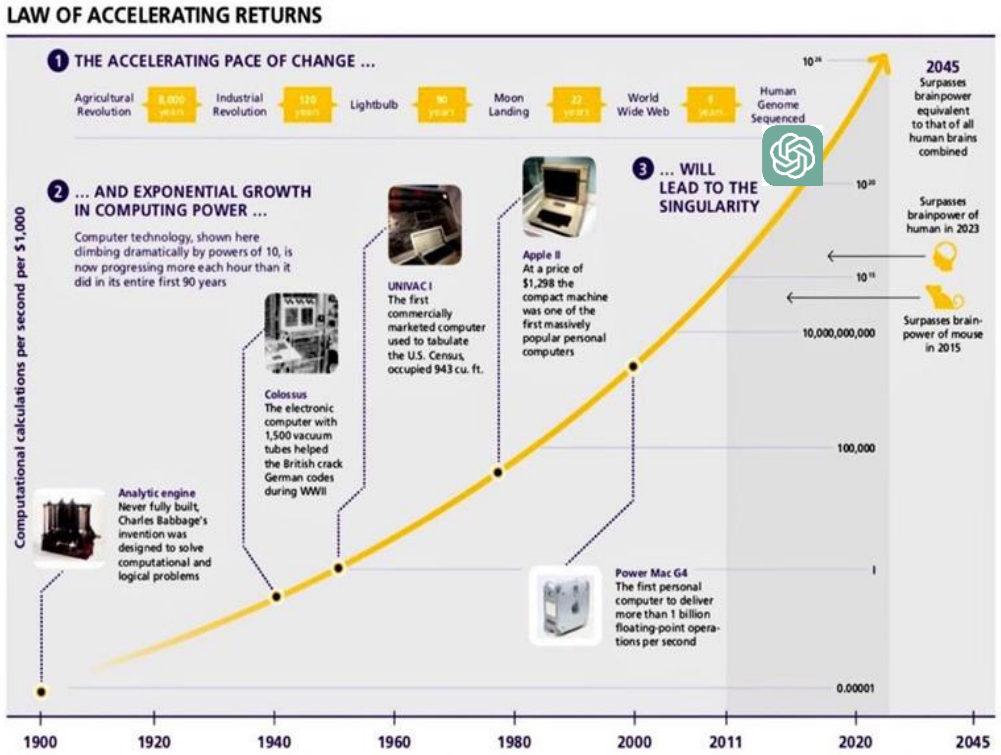


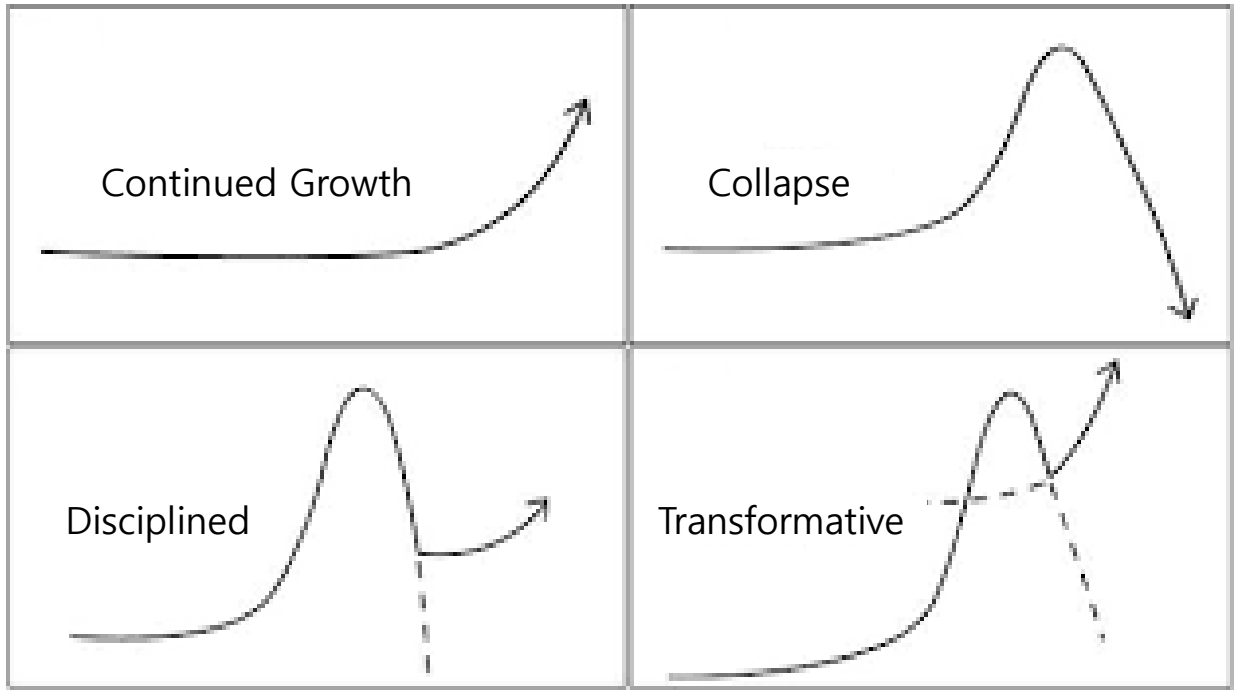
Figure 12: Ray Kurzweil's Law of Accelerating Returns depicts the exponential growth of computer processing power and technology innovations throughout history, and anticipates computers will exceed human intelligence in the future; **Source:** TIME / Wikipedia

source dhl via @mikequindazzi

불확실한 미래

$$Q = A(t)f(L,K)$$

짐 데이토의 4가지 미래상
(Jim Dator's Four Futures)



학교 교육

1350

Source: http://www.newsm.com/news/articleView.html?idxno=16808

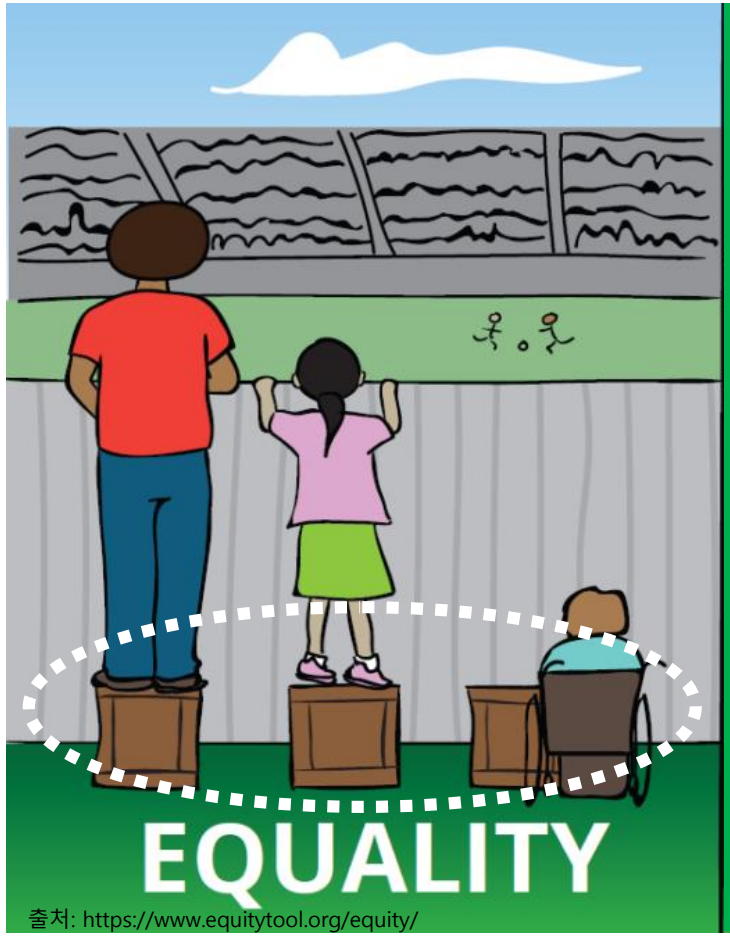
Modern Classroom

Source: https://vocal.media/fyi/fyi-modern-classroom-design-mirrors-factory-design-during-the-industrial-revolution

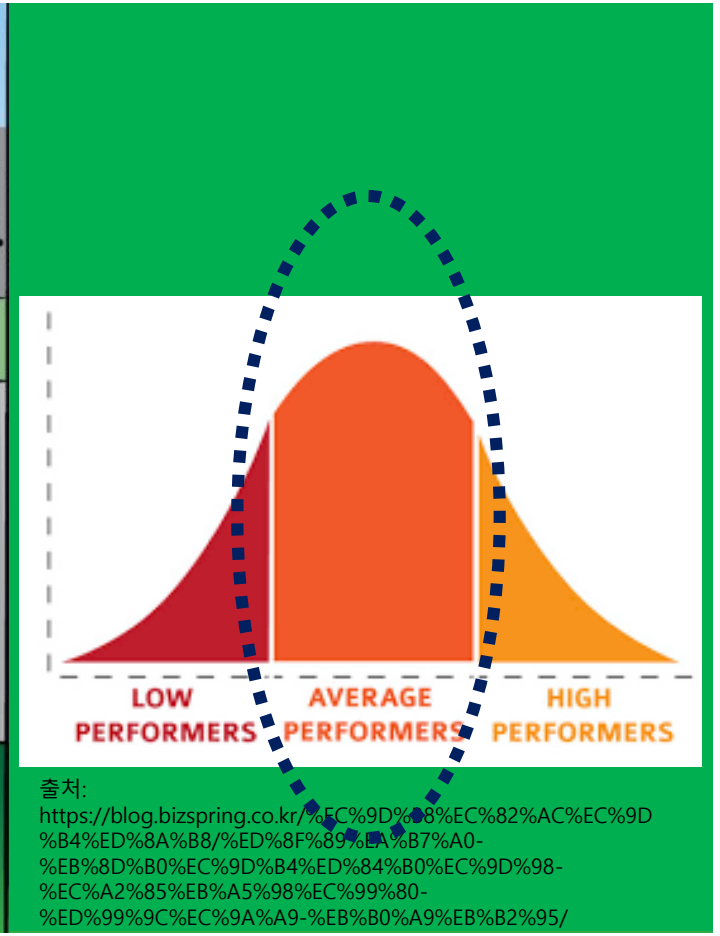
2023

Source: yonhapnews;
https://www.sisajournal.com/news/articleView.html?idxno=243216

학교 교육



출처: https://www.equitytool.org/equity/

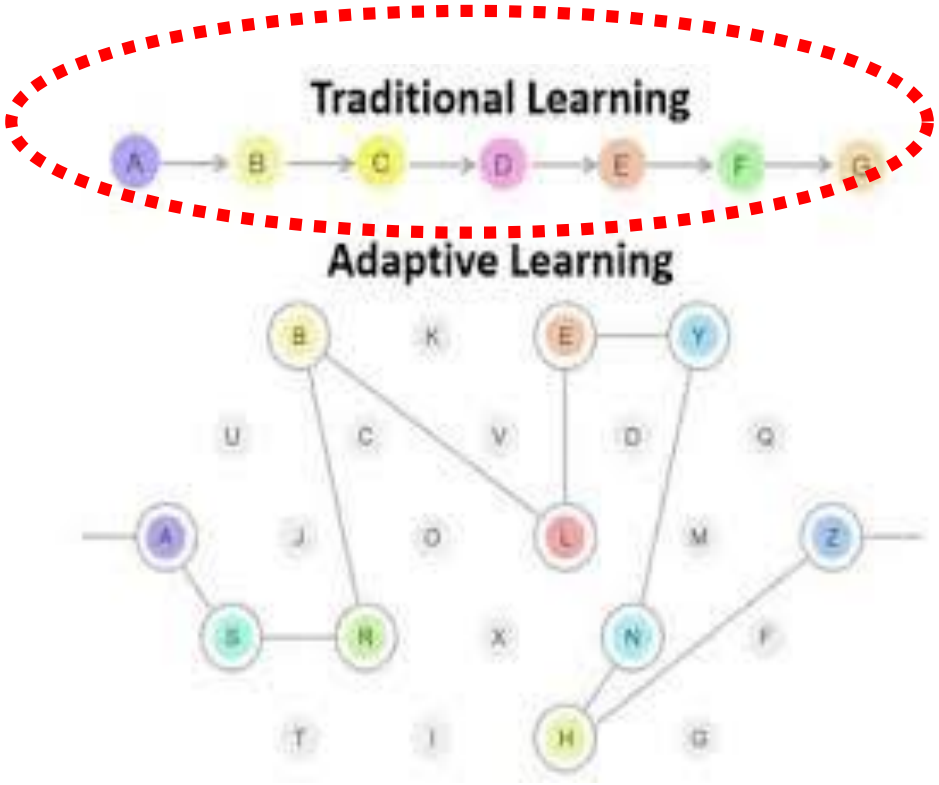


출처:
https://blog.bizspring.co.kr/%EC%9D%B8%EC%82%AC%EC%9D%B4%ED%8A%B8/%ED%8F%89%EA%B7%A0-%EB%8D%B0%EC%9D%B4%ED%84%B0%EC%9D%98-%EC%A2%85%EB%A5%98%EC%99%80-%ED%99%9C%EC%9A%A9-%EB%B0%A9%EB%B2%95/

당면 문제

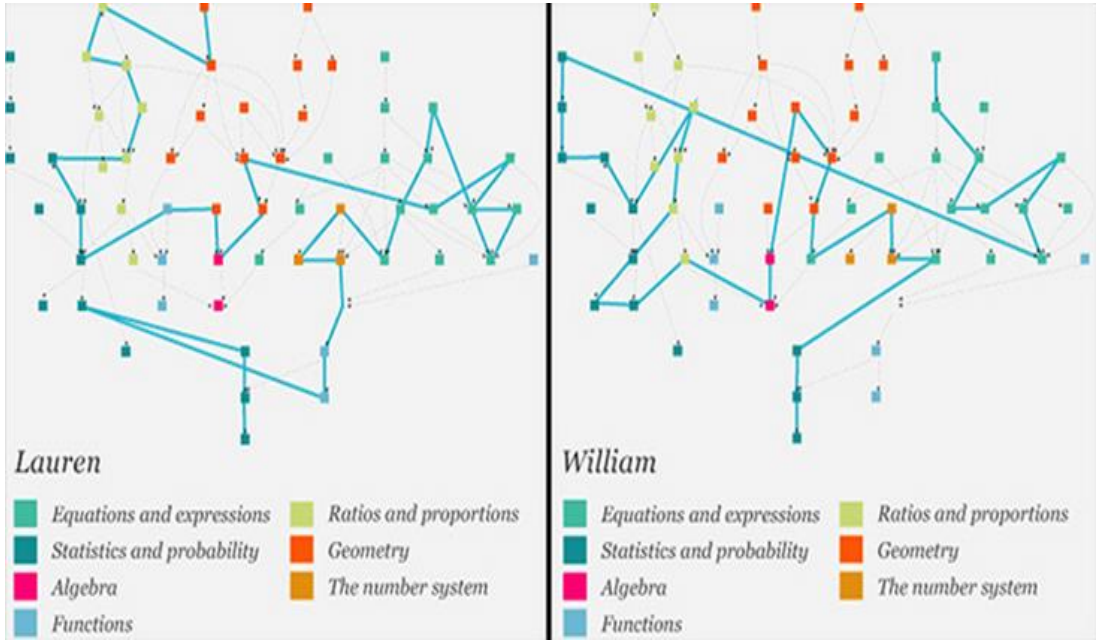
출처: 동아일보 2021. 4.14

제기된 원인: 수업 방식



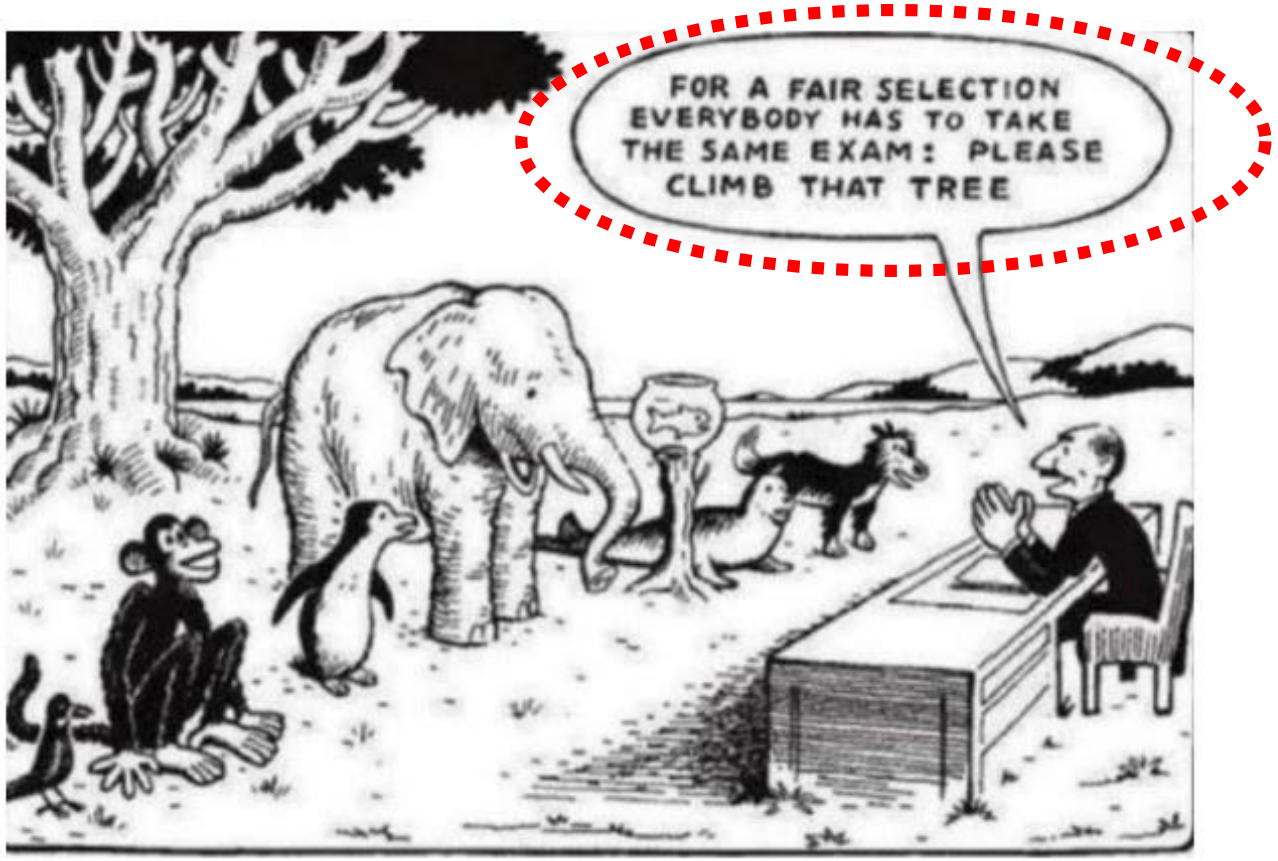
www.celt.mmu.ac.uk/ltia/Vol12Iss1/9_Smith_personalised_education_using_adaptive_learning_technology.pdf

Adaptive Learning



www.digitalmediaacademy.org/2015/08/20/adaptive-learning-technologies-how-students-will-learn-in-the-future/

제기된 원인: 평가 방식



https://vocal.media/fyi/fyi-modern-classroom-design-mirrors-factory-design-during-the-industrial-revolution

모든 사람은 천재입니다. 그러나 '얼마나 나무 타기를 잘하는지'를 기준으로 물고기의 역량을 평가한다면, 그 물고기는 평생 스스로를 바보라고 생각할 것입니다.

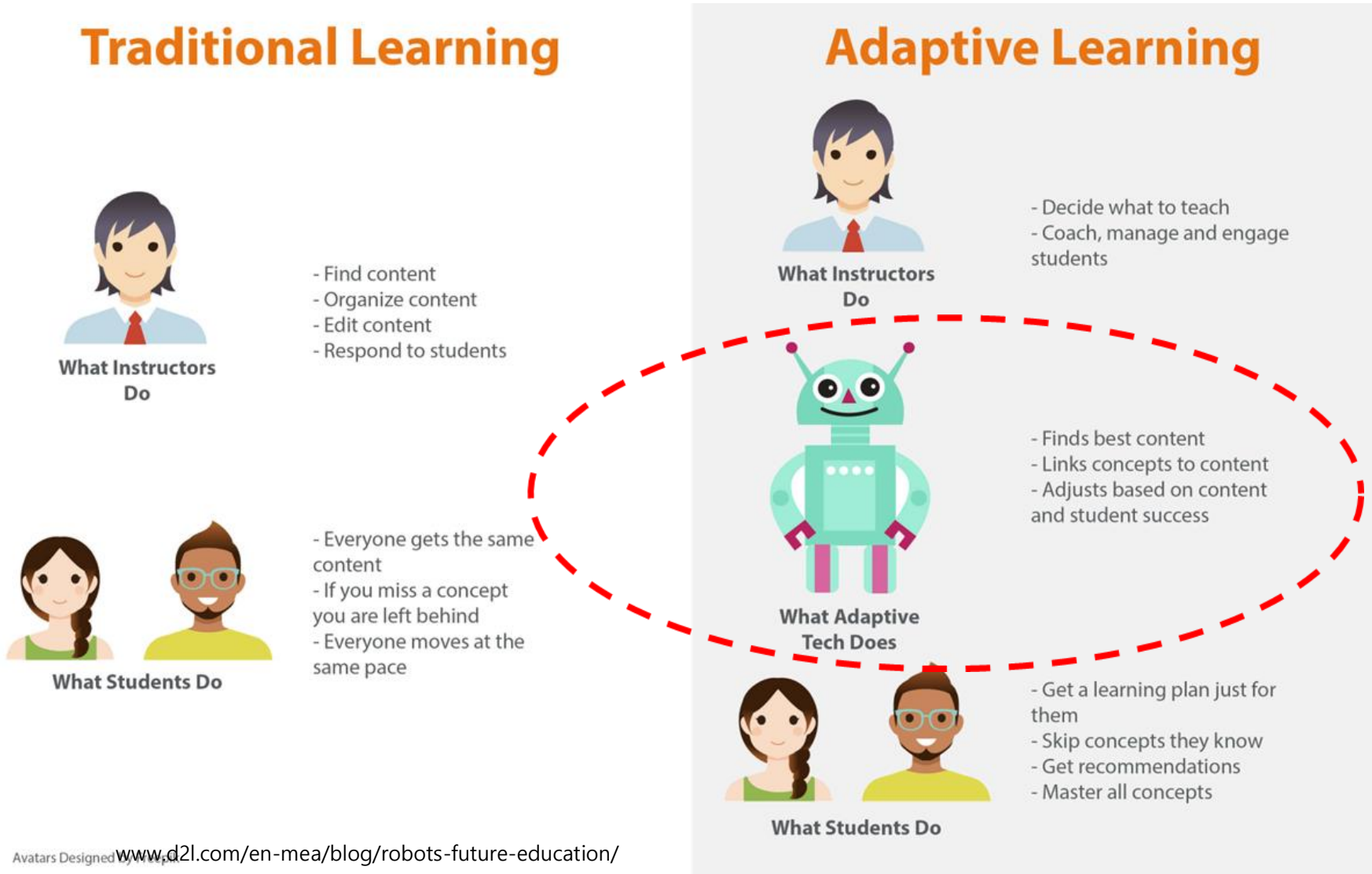
– 알버트 아인슈타인(Albert Einstein)

부정적 효과

https://m.segye.com/view/20170308003460

https://edu.chosun.com/site/data/html_dir/2020/06/09/2020060901411.html

과학기술의 활용



www.d2l.com/en-mea/blog/robots-future-education/

교육에 인공지능서비스 지원

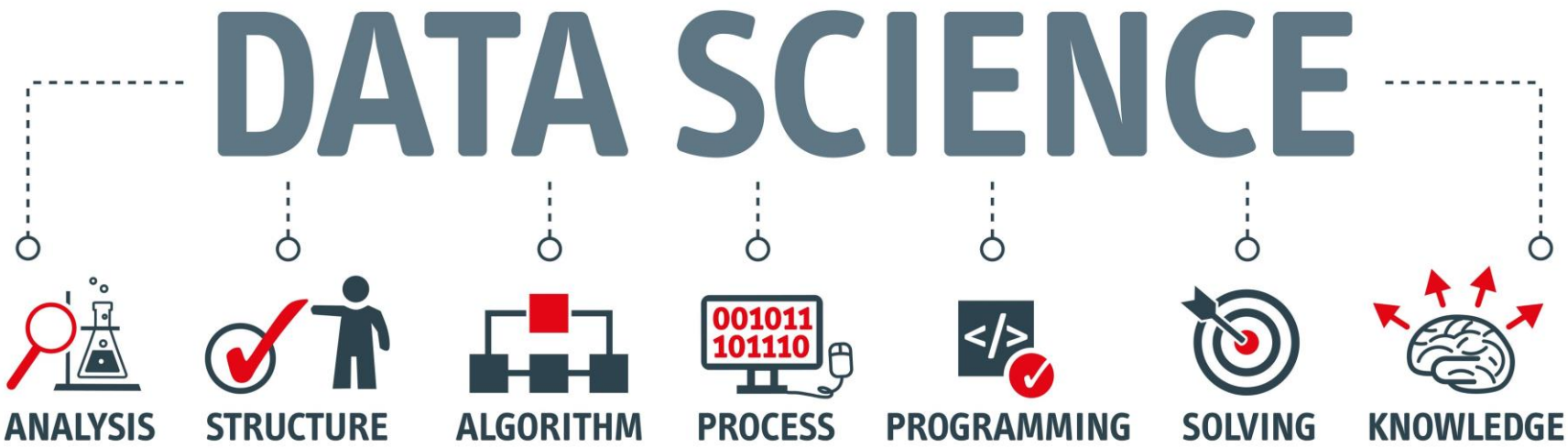


Image by shutterstock from Datanami;
https://towardsdatascience.com

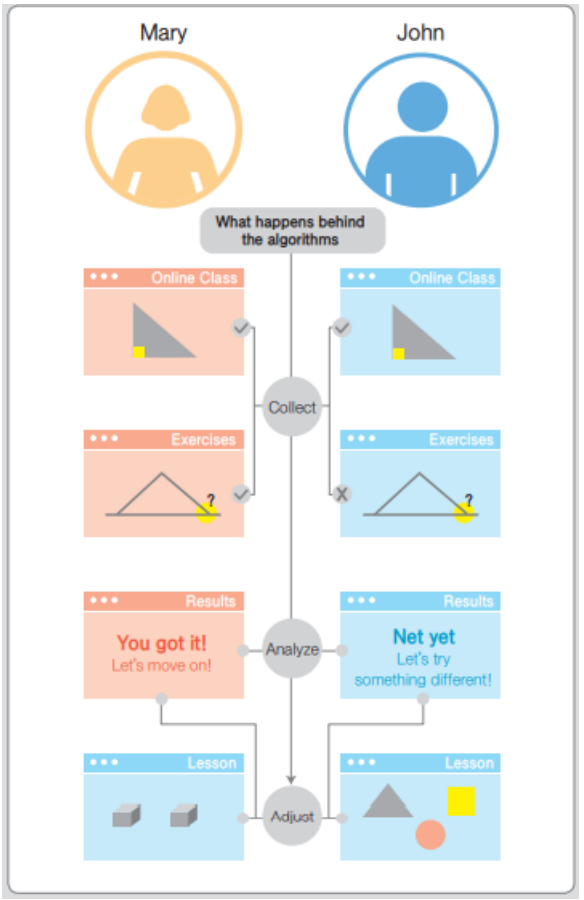
M. Chi, VanLehn, K, Litman, D. & Jordan, P. (2011). Empirically evaluating the application of reinforcement learning to the induction of effective and adaptive pedagogical tactics. User Modeling and User Adapted Instruction (UMUAI), 21, 1-2, pp. 137-180.

Khajah, M., Roads, B. D., Lindsey, R. V., Liu, Y.-E., & Mozer, M. C. (2016). Designing engaging games using Bayesian optimization. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 5571-5582). New York: ACM.

인공지능서비스

- 학생의 지식수준을 정확히 측정
- 학생과 교사의 교육적 의사소통의 질 개선
- 학습데이터 분석을 통한 지속적인 맞춤형 학습 제공

https://www.leaderyou.co.kr/2266

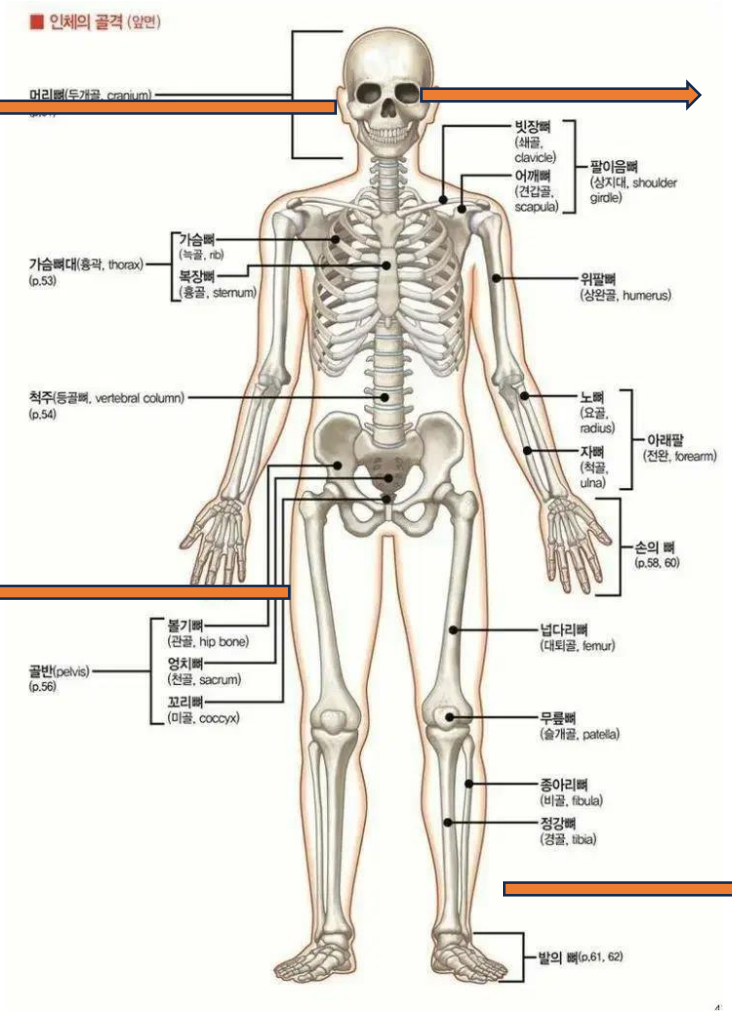


https://www.edsurge.com/research/special-reports/adaptive-learning/definition

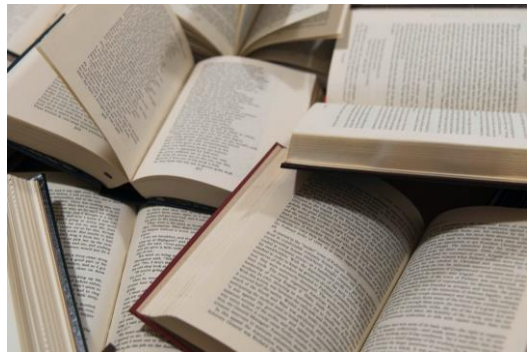
인간 능력의 확장

https://ohou.se/productions/183802/selling

https://www.slidemembers.com/ko_KR/view/Diagram/%EC%9D%98%EB%B3%B5-%EB%B2%A1%ED%84%B0-%EC%9D%B4%EB%AF%B8%EC%A7%80-10955



https://m.bunjang.co.kr/products/237795696

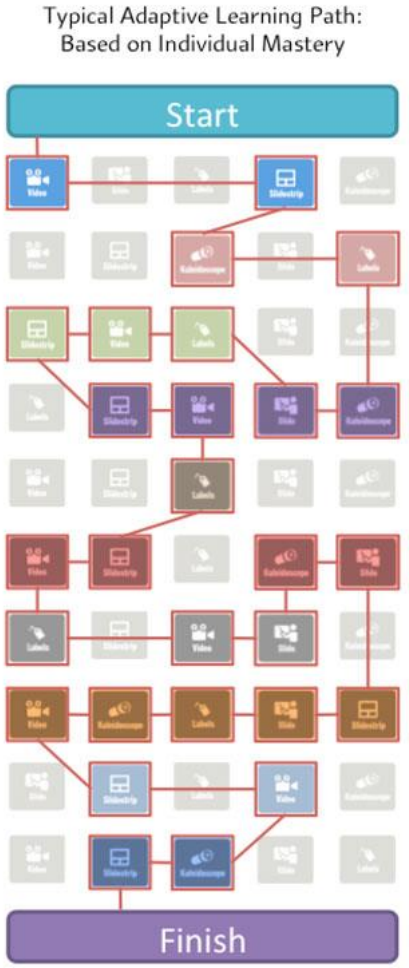


https://pierrebourdieu.tistory.com/129

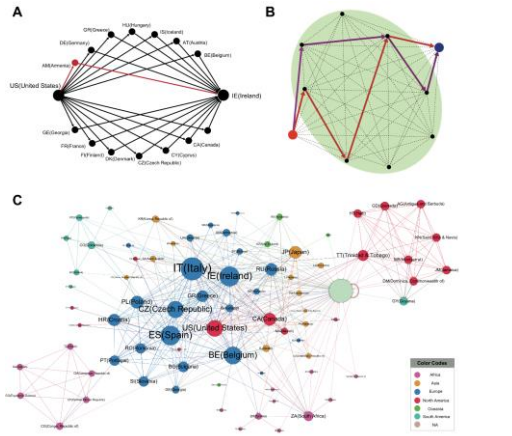
https://rohirim.tistory.com/27

전통적인 학습 경로 vs. 개별 맞춤형 학습 경로

자료: McGraw-Hill Education, 2017

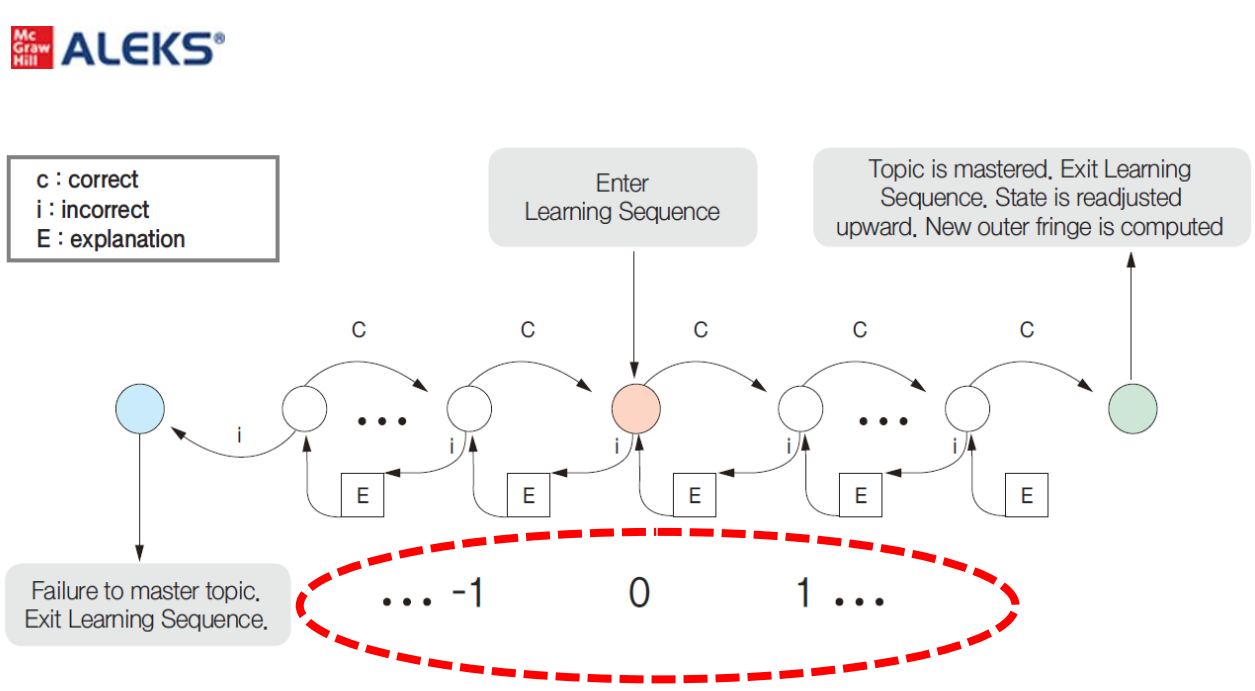


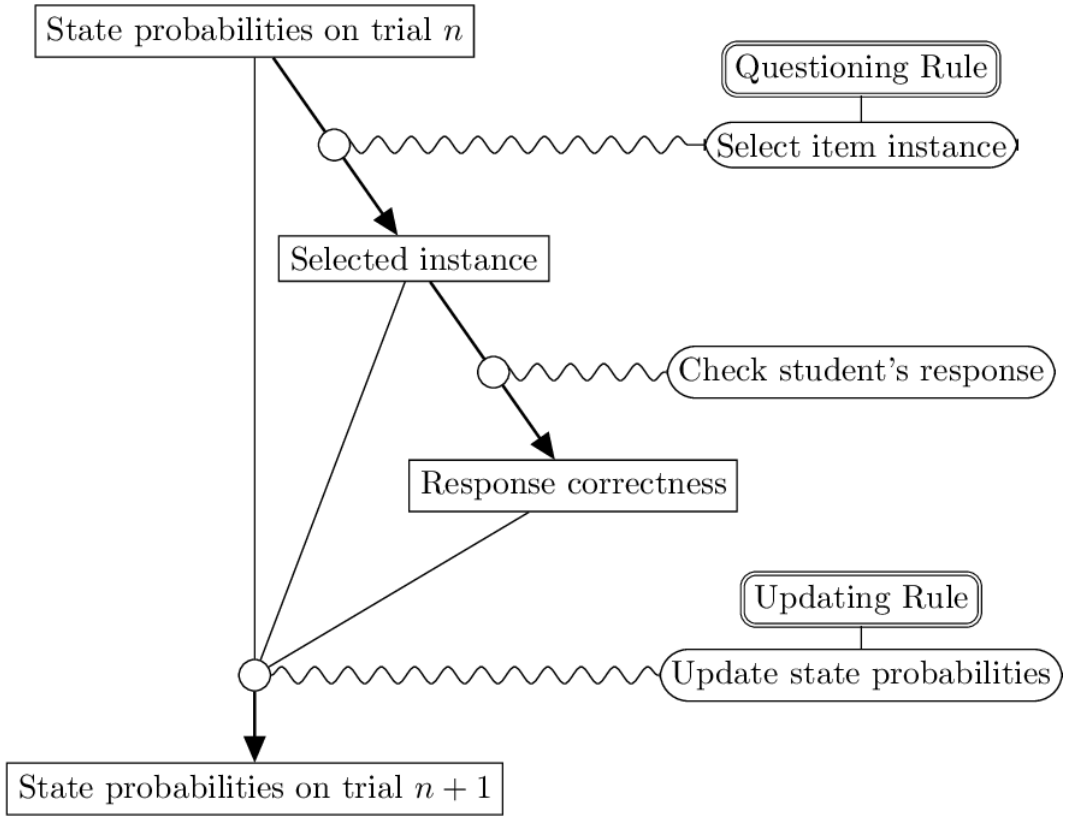
© 2017 McGraw-Hill Education.



출처: Shortest Path 찾기, Sung Jae Park et al., 2021

학습 경로의 진행



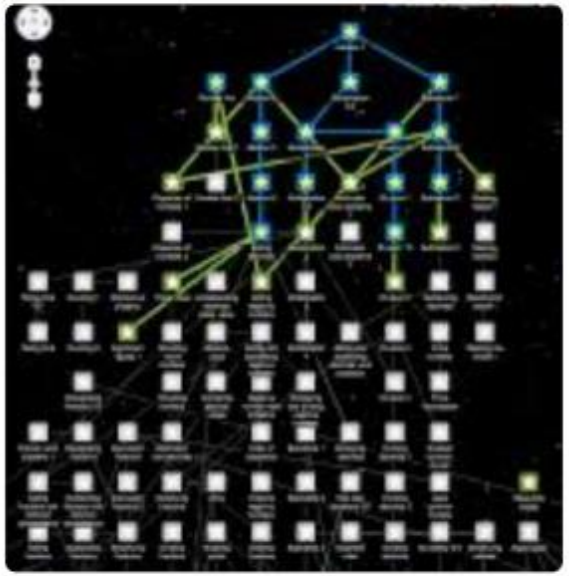


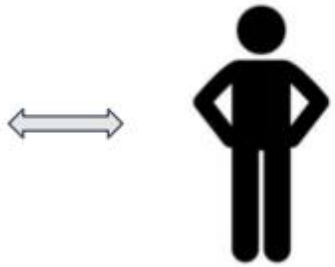
Knowledge spaces and learning spaces. 2016
J. Doignon, J. Falmagne

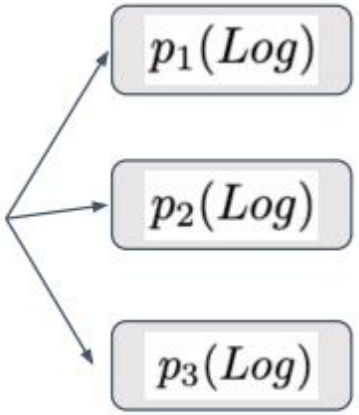
학생의 지식상태 확인

구조주의

The knowledge state can be represented by the proficiency of each knowledge component

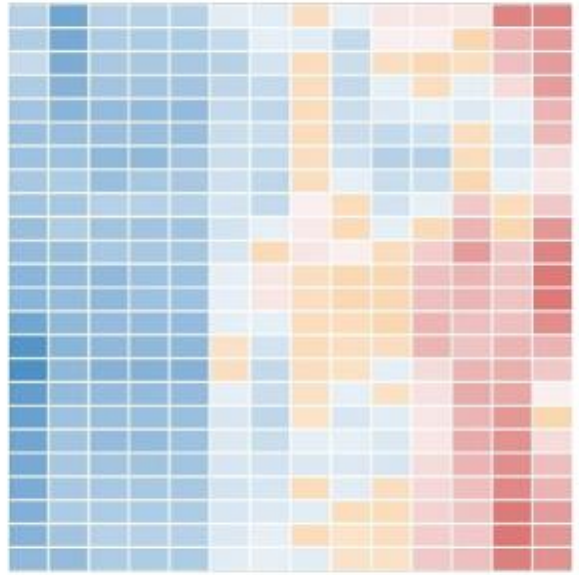






구성주의

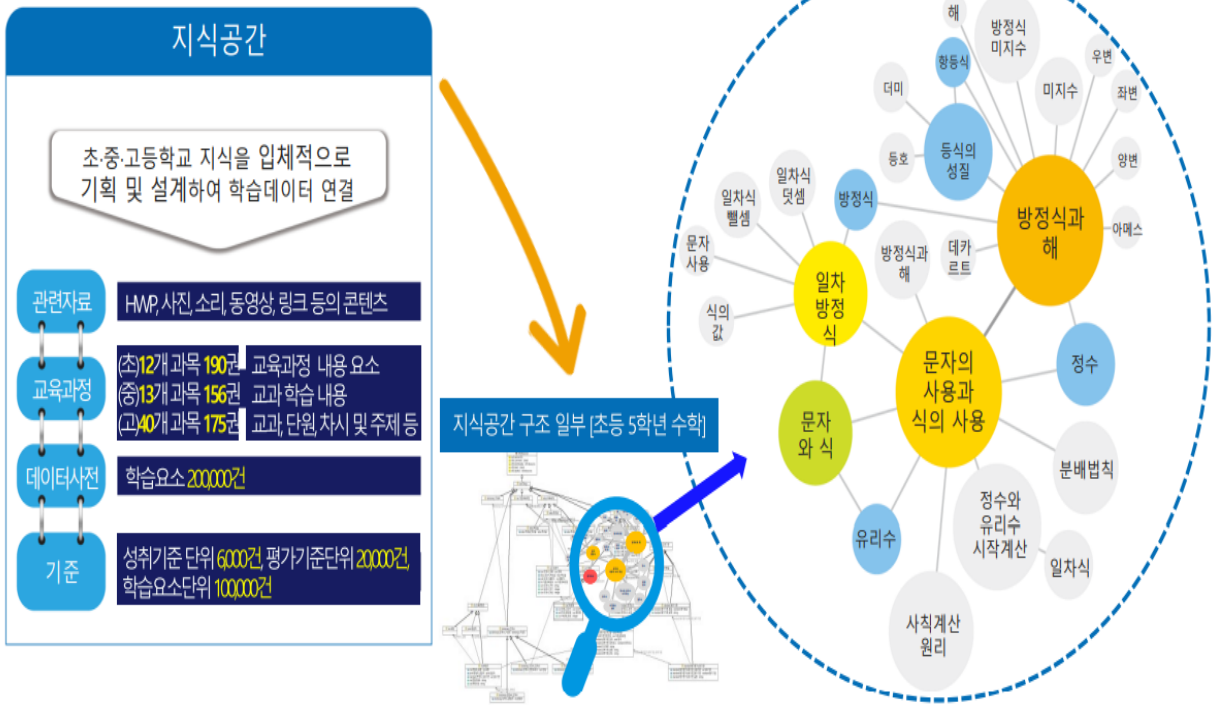
The same knowledge can be constructed differently for each person. The proficiency for each task represents the knowledge.

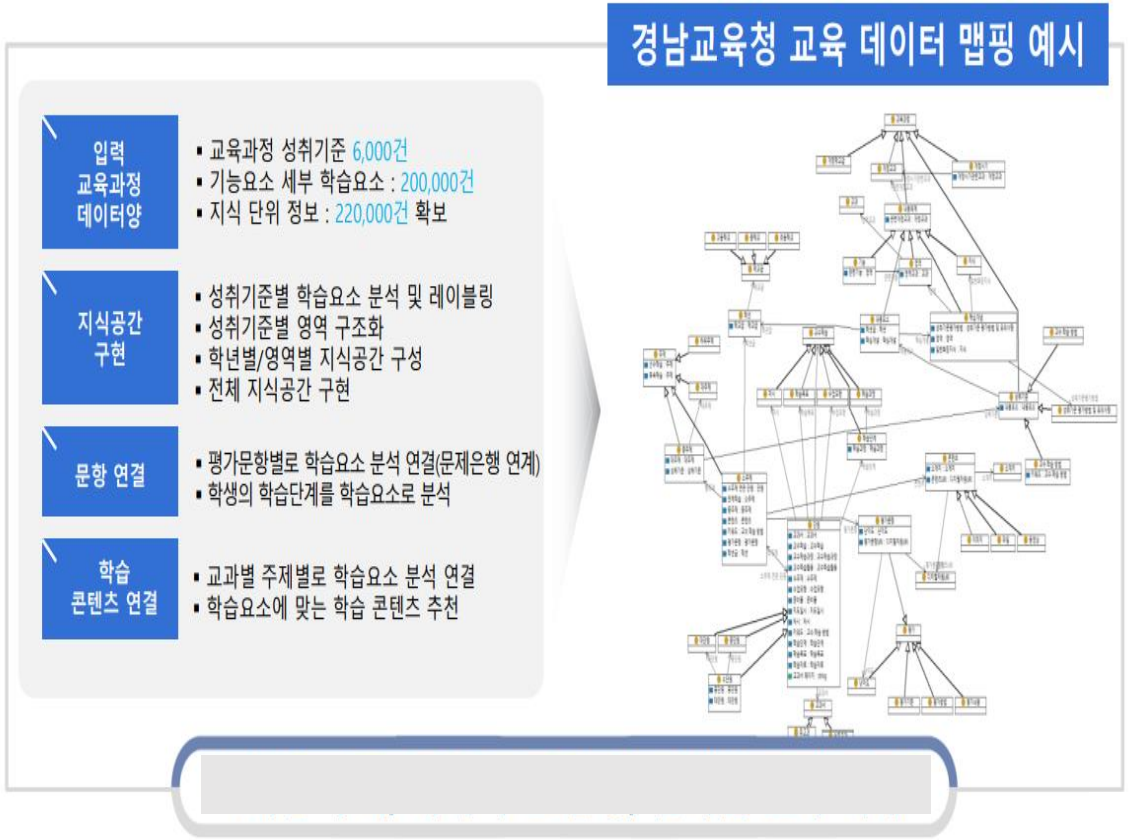


all-item KT

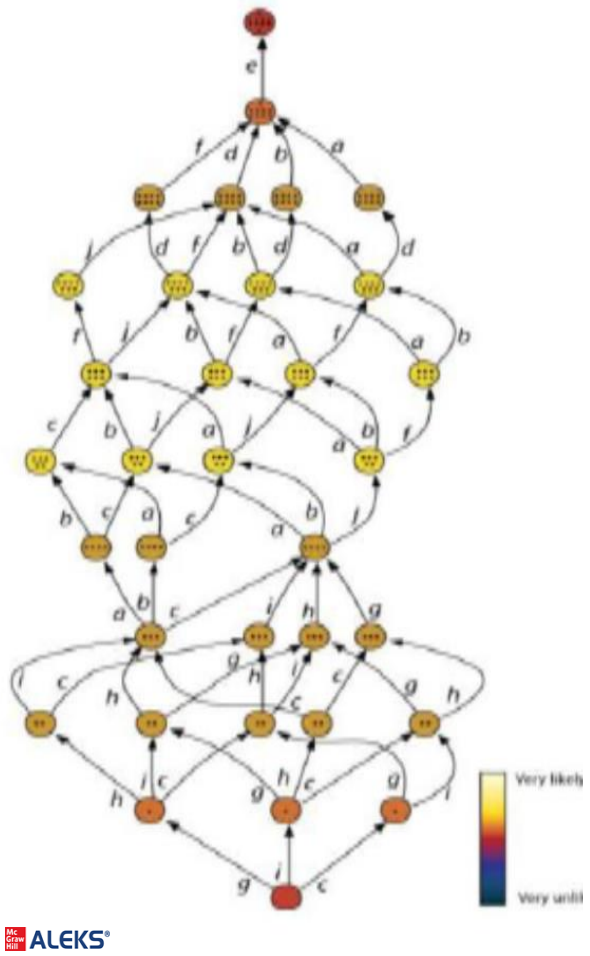
Riiid 2023

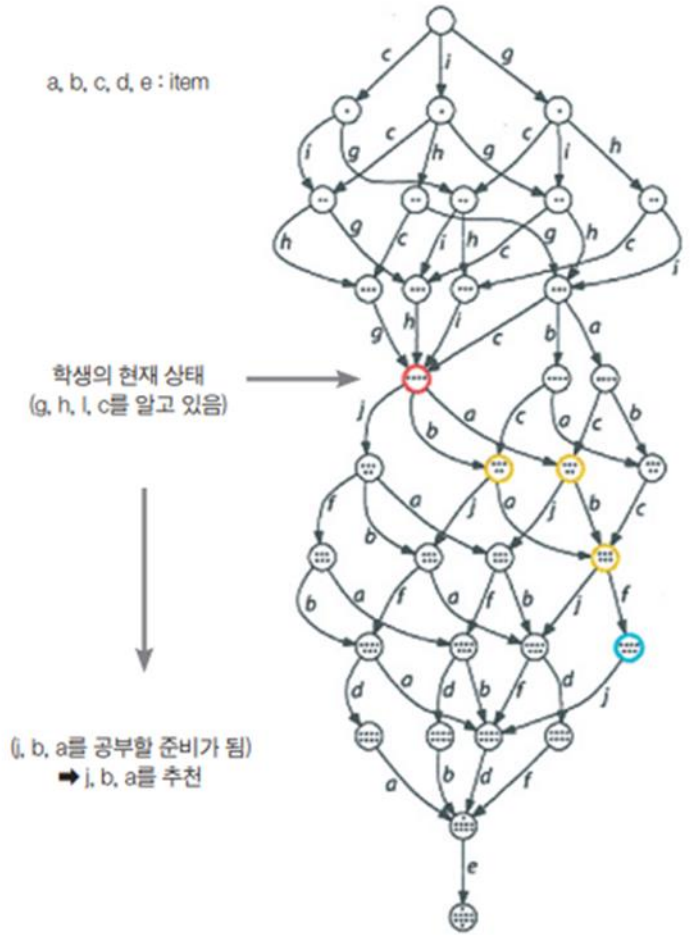
지식공간(Knowledge Space) Mapping

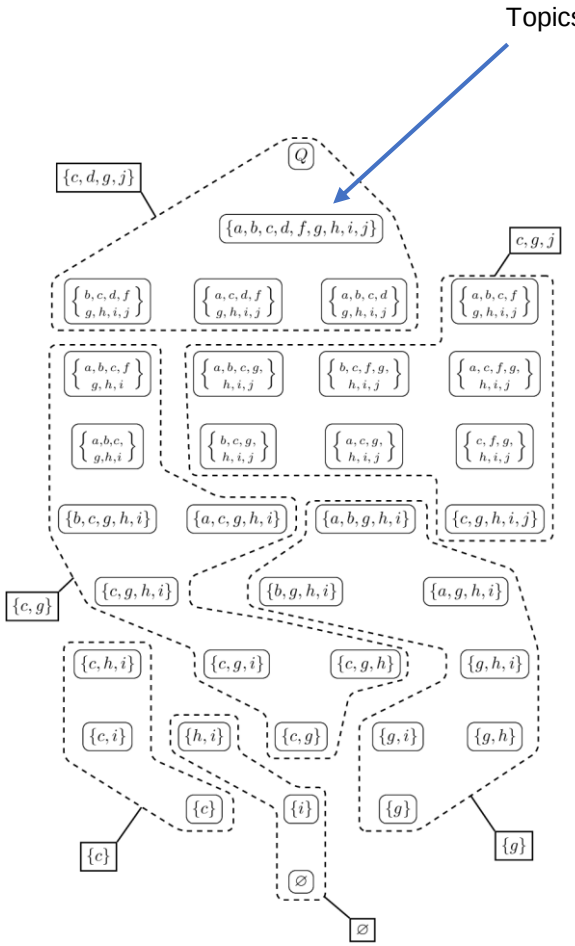




지식공간 이론(Knowledge Space Theory)

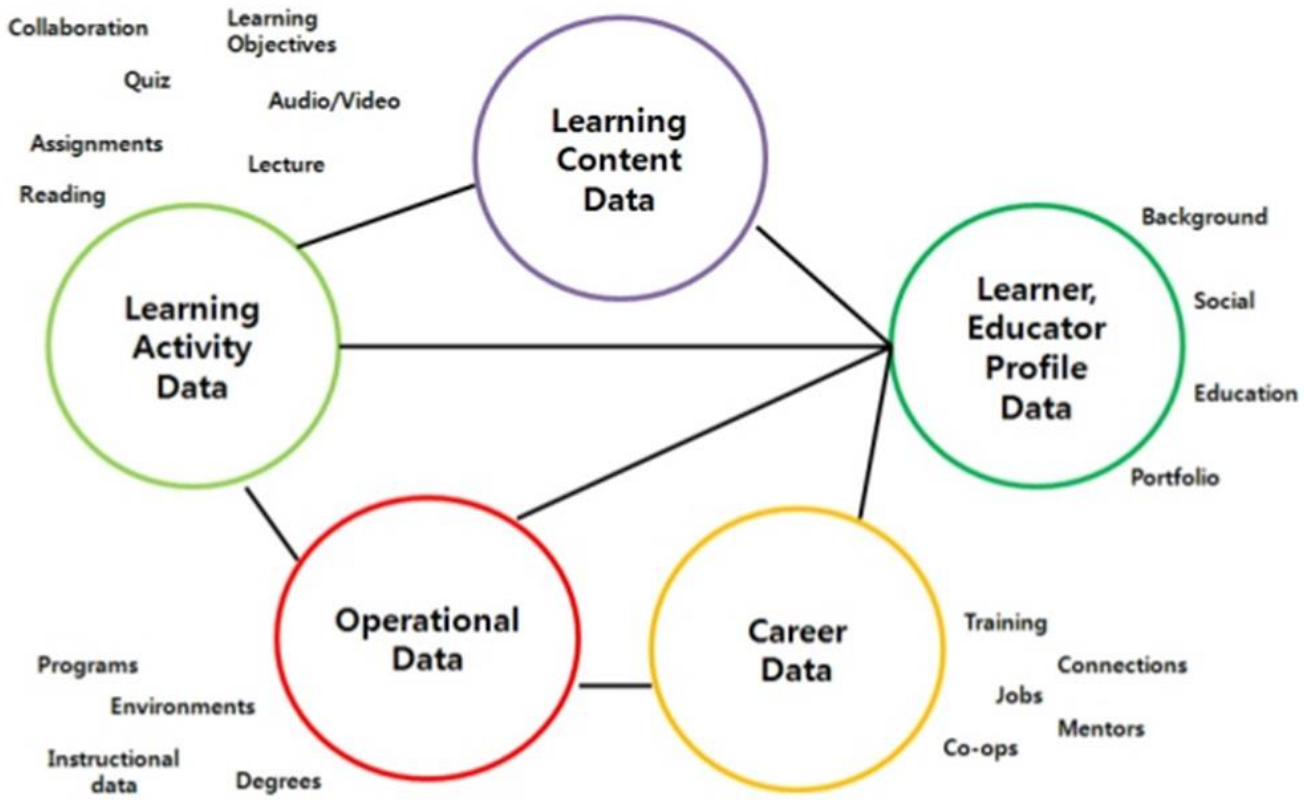






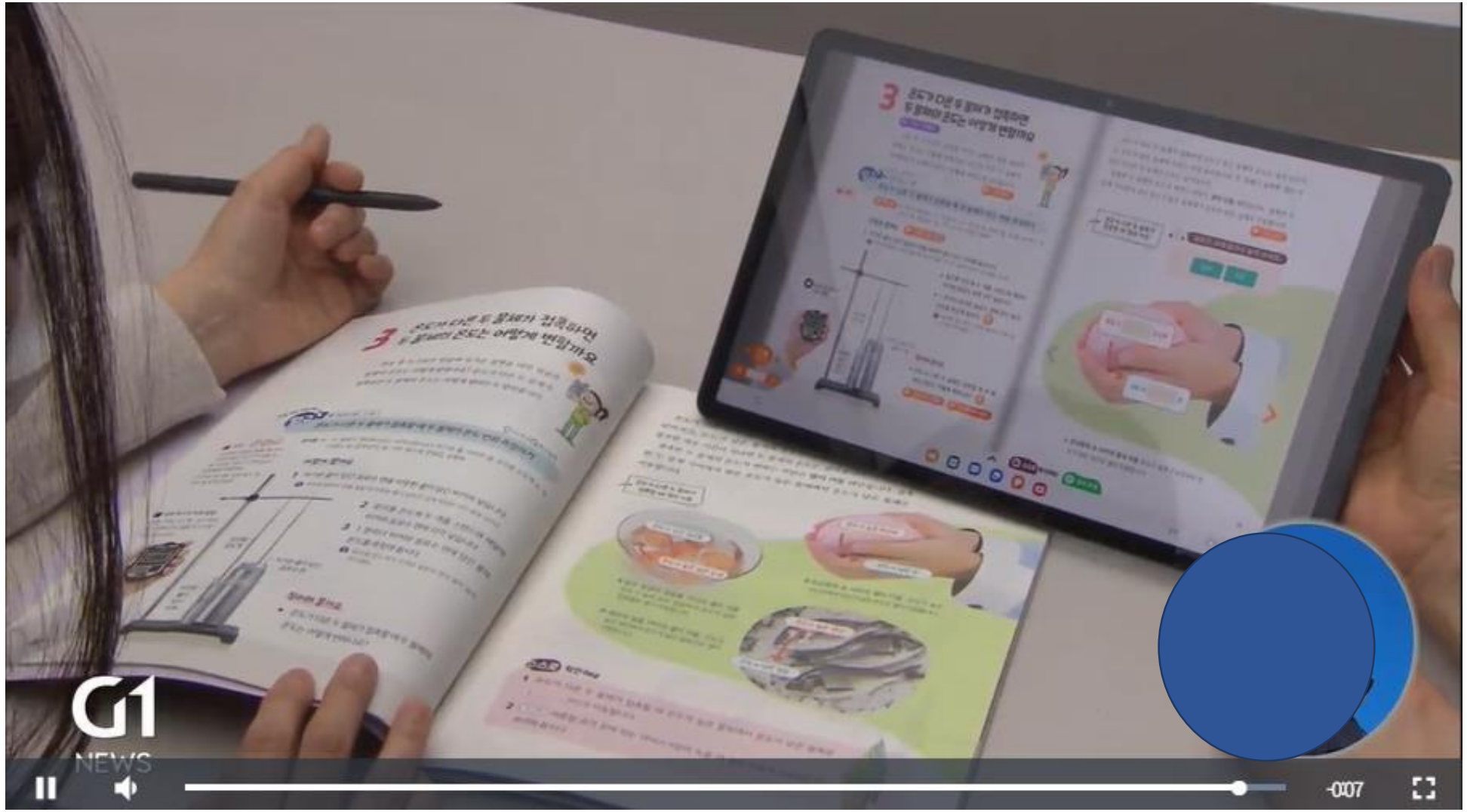
Knowledge spaces and learning spaces. 2016
J. Doignon, J. Falmagne

활용 데이터



Learning Measurement for Analytics Whitepaper, IMS Global, 2013

AI 디지털교과서로 학습활동



http://www.g1tv.co.kr/news/?mid=1_207_4&newsid=309798

학습활동 데이터 분석 결과를 수업에 활용 (예시)

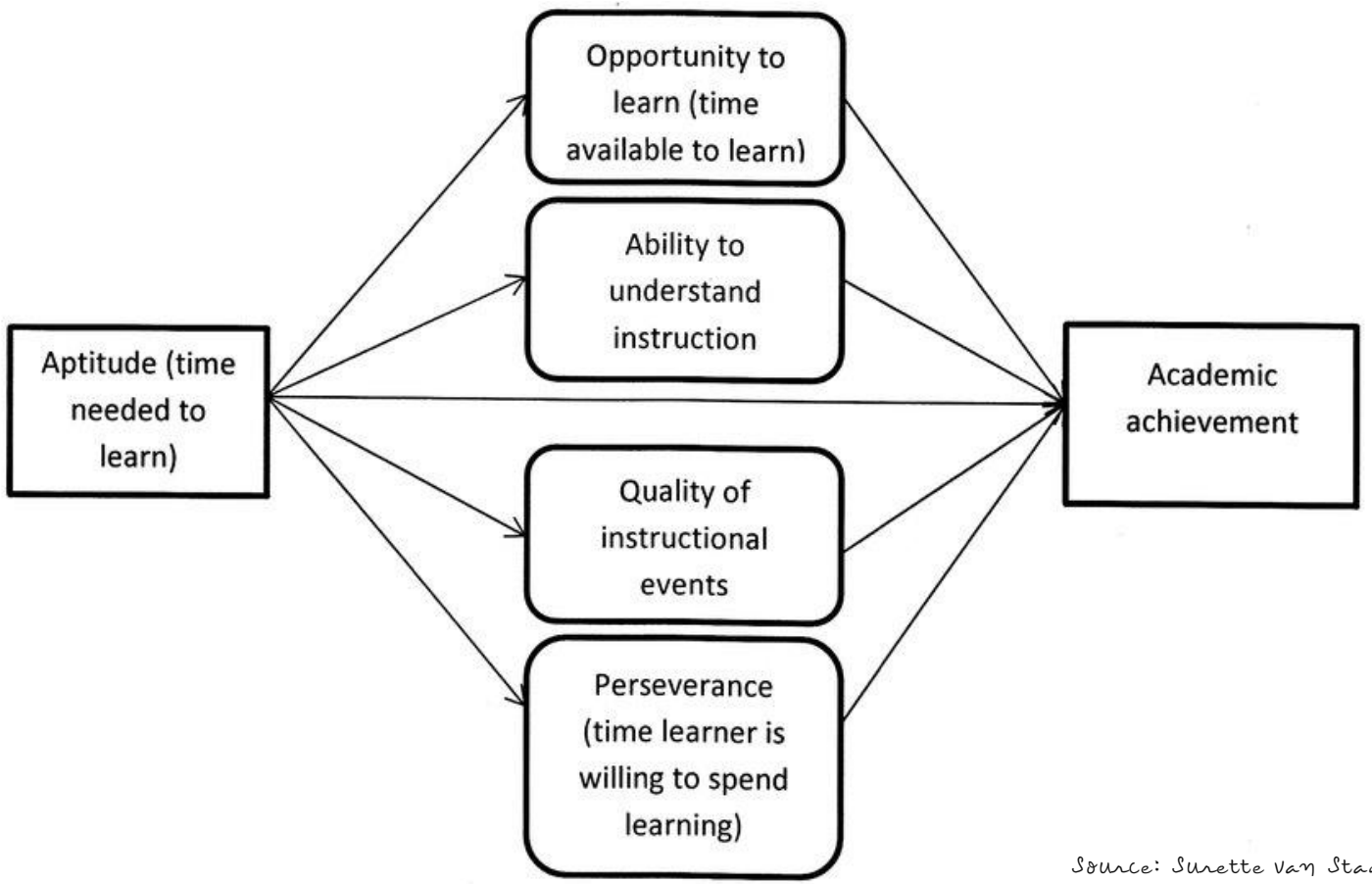
학생용 ⟷ 교사용

***맞힐 수 있지만 틀린 문제**
- -정답 확률 85%이상인데 오답
  - ☞ 학생 스스로 다시 풀어보도록

***몰라서 틀린 문제**
- -정답 확률 50%미만일 때 오답
  - ☞ 개념을 잡을 수 있도록 집중 관리

***찍어서 틀린 문제**
- -문제를 다 읽지 않고 빠르게 답해 오답
  - ☞ 문제를 다시 천천히 읽고 스스로 풀어보도록

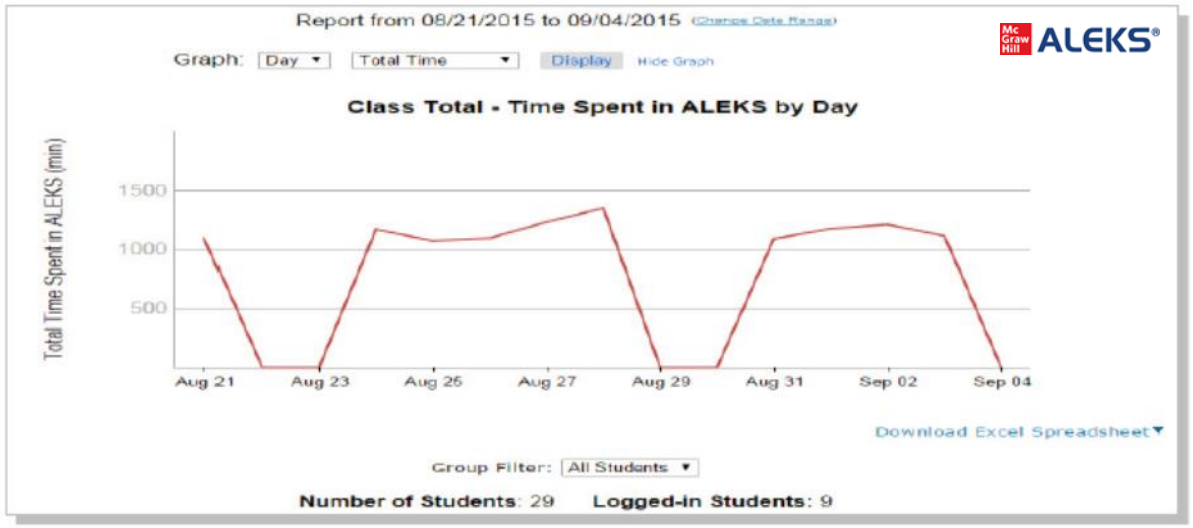
캐롤의 학교 학습 모델
(Carroll's Model of School Learning)



Source: Surette van Staden, 2014

학습활동 데이터 분석을 통한 교사 수업 지원

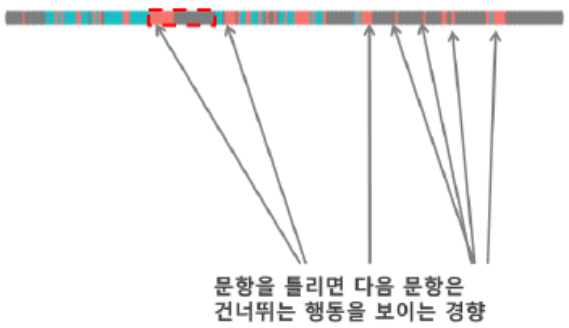
인공지능이 분석·제공



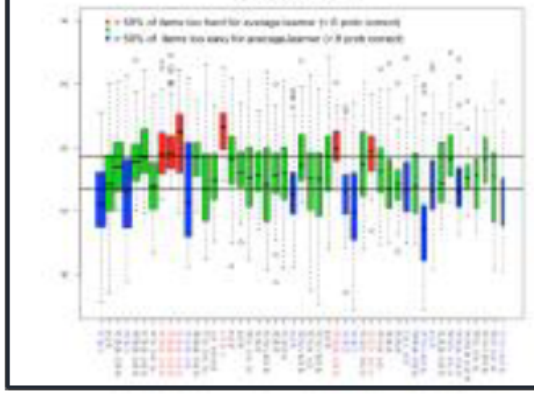
학습활동 데이터 분석을 통한 교사 수업 지원

Learner's learning pathways

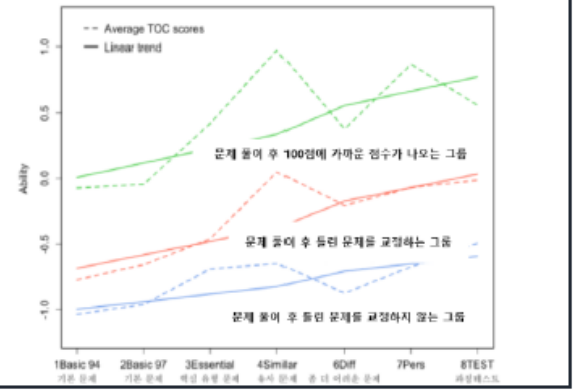
Skipping tendency after incorrect answer



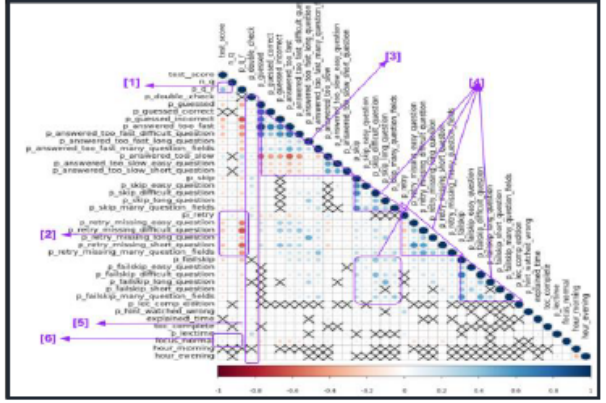
Difficulty analysis on each question



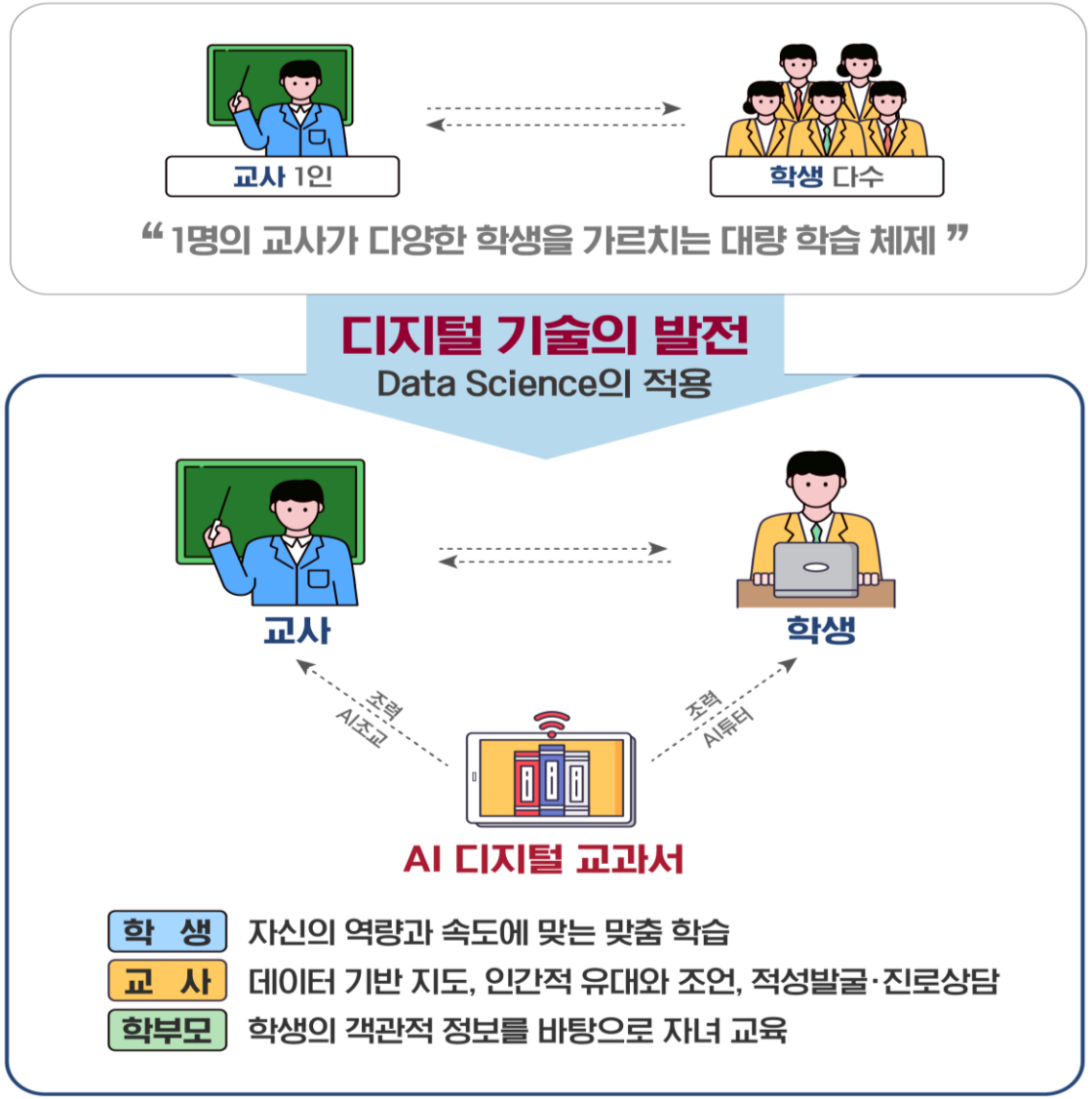
Performance analysis by group of study behavior



Correlation btw learning outcome & study behavior

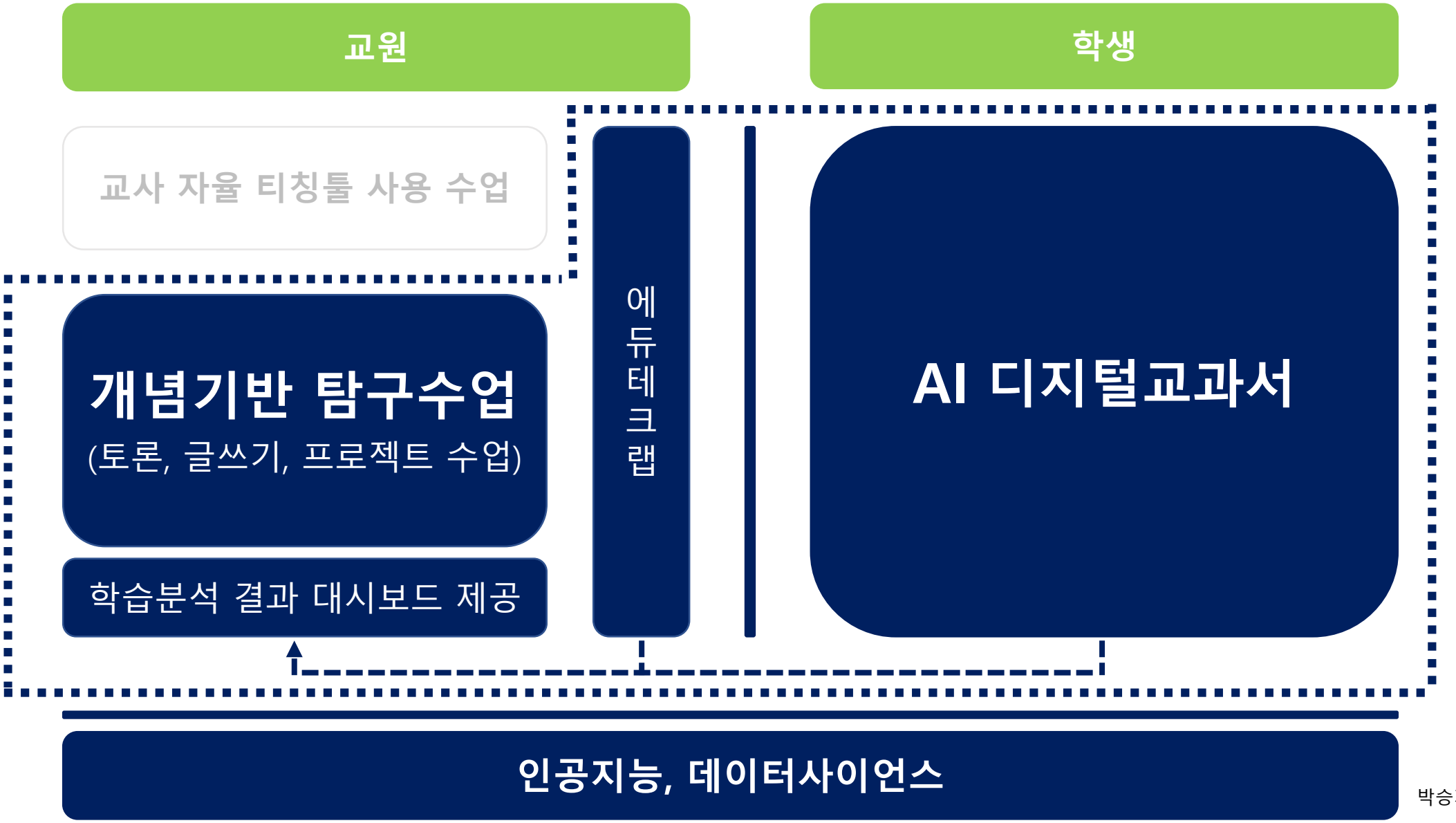


AI 디지털교과서와 교실 수업의 변화



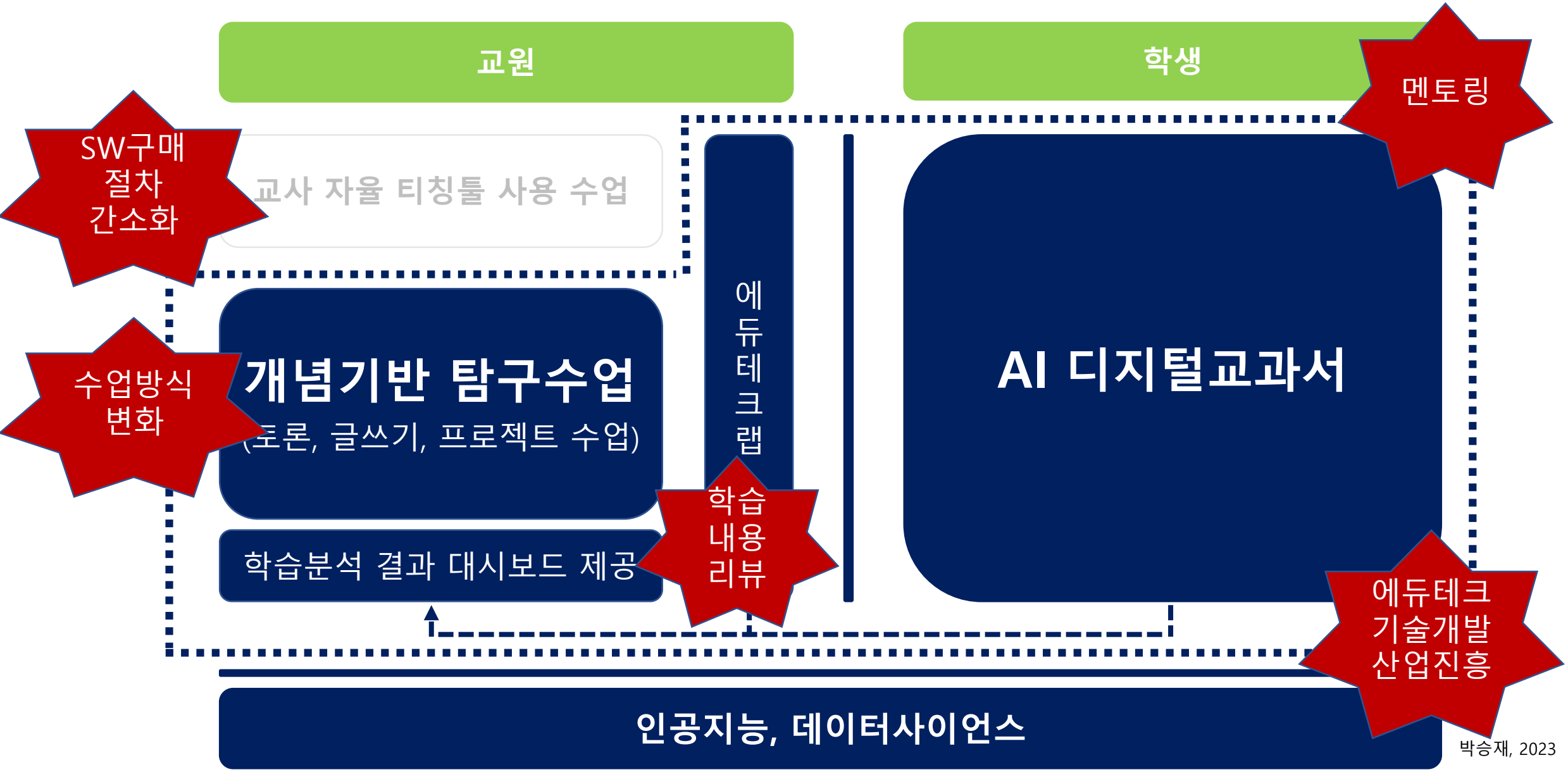
교육부 2023

하이터치 하이테크 수업 개념도



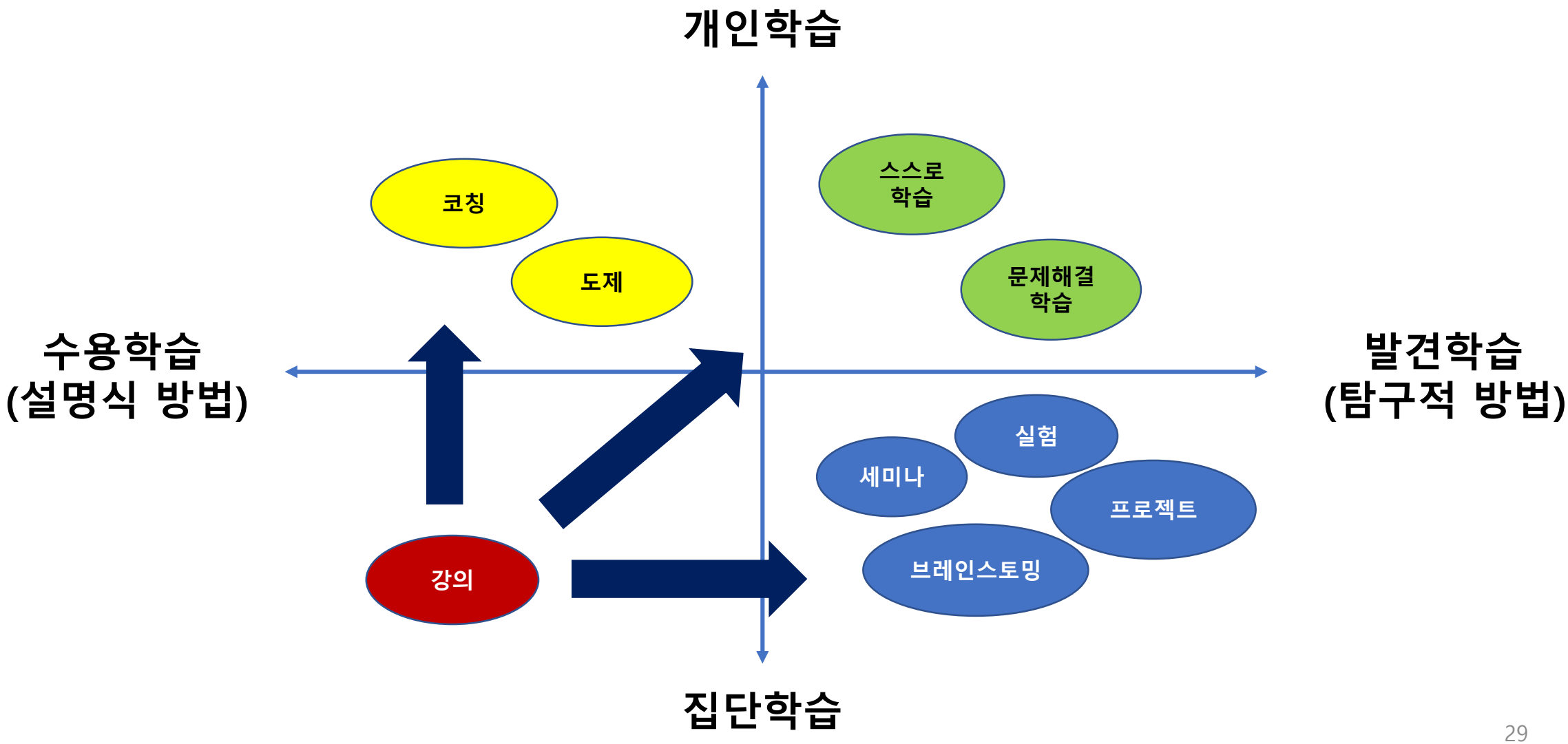
박승재, 2023

하이터치 하이테크 수업 개념도



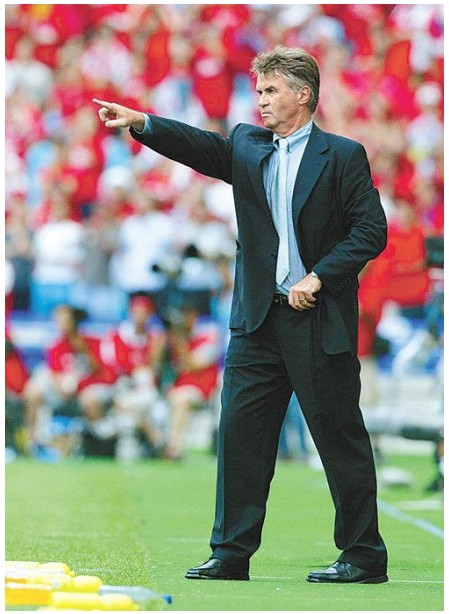
박승재, 2023

교수-학습 방식의 변화 필요



교사의 역할 변화: 학습디자이너, 사회·정서적 멘토로

- **교사는 "AI 서비스"**의 **진단, 분석, 예측**을 기반으로 **학생 개개인의 특성에 맞는 수업**을 진행하고, **학생들의 역량을 최대한 이끌어내는 역할 수행**
- 학생 개개인의 학습성과를 최대화할 수 있는 **학습환경 설계와 사회·정서적 변화를 관찰·진단**하여 효과적인 **상담·멘토링 제공**



https://www.donga.com/news/Society/article/all/20221215/117023452/1 https://www.chosun.com/culture-life/relion-academia/2023/07/28/Z4H43GDRSNDDBNYNJVOCTLWXKQ/ https://www.hankyung.com/article/202205259375Y

학생의 역할 변화: 자기주도적 학습자로

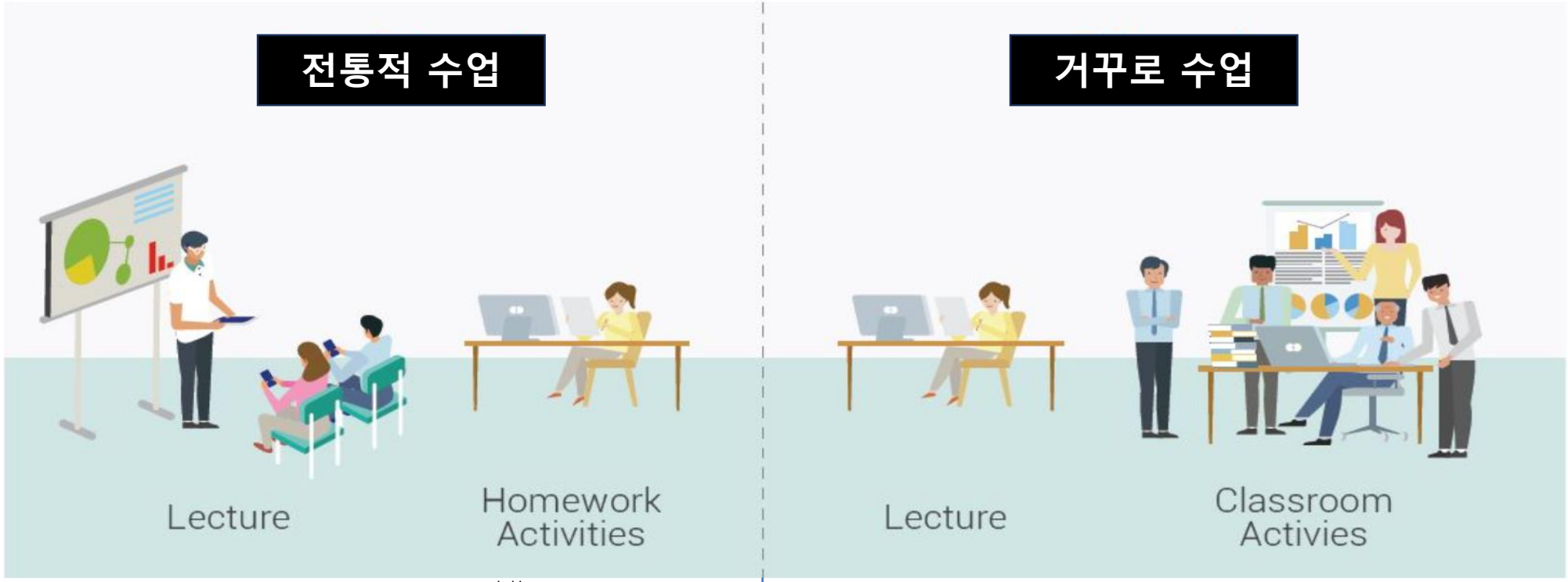
- **학생은** 단순히 지식을 전달받는 것을 넘어, **토론·프로젝트·글쓰기·발표** 등을 통해 친구들과 **함께 수업을 만들어가는 능동적 학습자로 성장**
- 자신이 가지고 있는 목표와 역량, 지식수준, 학습속도에 따라 **서로 다른 학습 경로 형성**

수업의 변화: 생각을 표현하고, 끄집어내는 방식으로

- **수업은** 지식의 습득보다 **지식을 활용할 수 있는 역량**을 키우는데 초점을 두고, **토론, 글쓰기, 발표, 프로젝트 등** 학생 간 **상호 작용과 참여를 촉진하는 수업**으로 전환

- **수업을 통해** 학생은 **자기 표현, 상호 존중과 협력** 등 **사회적·정서적 역량 체득**

플립드러닝(Flipped Learning)



출처: https://www.mobiinside.co.kr/2021/02/03/flipped-learning/

인공지능, 데이터사이언스

온-오프라인 블렌디드 러닝

출처: 클립아트코리아; https://v.daum.net/v/20210730210017358

출처: https://news.nate.com/view/20200703n26676

인공지능, 데이터사이언스

교육부, 디지털 기반 교육혁신 방안 발표(2023. 2. 23)

교육부, 2023

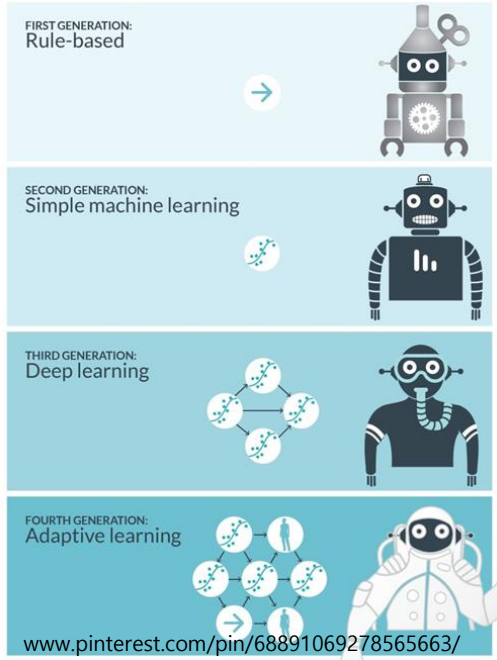
교육부, 2023

AI 디지털 교과서

지원 서비스
교육주체
교사
학생
학부모
외부연계
나이스
시도 교육청 서비스
디지털교과서 인증
교육디지털원패스 인증
소셜 서비스(SNS) 인증
디지털교과서 책장
시간표 조회
교과서 조회
활용 가이드
통합 대시보드
교사용
학생용
학부모용
SaaS
수학 AI 디지털교과서 (A사)
정보 AI 디지털교과서 (B사)
영어 AI 디지털교과서 (연합)
AI 코스웨어
(교사) AI 보조교사
(학생) AI 튜터
교과 콘텐츠
문항 콘텐츠
활동 콘텐츠
AI 수학 학습분석 대시보드
AI 정보 학습분석 대시보드
AI 영어 학습분석 대시보드
민간 클라우드
인프라
...
데이터 수집
데이터 공동활용
공공 클라우드 인프라
데이터저장소(LRS)
민간
디지털교과서 표준 API
인증도구
표준학습맵
데이터 수집도구
AI 트레이닝 학습데이터셋
디지털교과서 개발 유통 표준
교육부/ 교육청/학교
국가 단위 학습분석
시도 단위 학습분석
학교 단위 학습분석

AI 디지털교과서 구성

- AI에 의한 **학습 진단, 분석, 예측 (Learning Analytics)**
- **개인별 학습 수준**과 **속도**를 반영한 **맞춤형 학습 (Adaptive Learning)**
- **학생 관점**에서 설계된 **학습 코스웨어 (HCD: Human-centered Design)**



AI 디지털교과서 선택

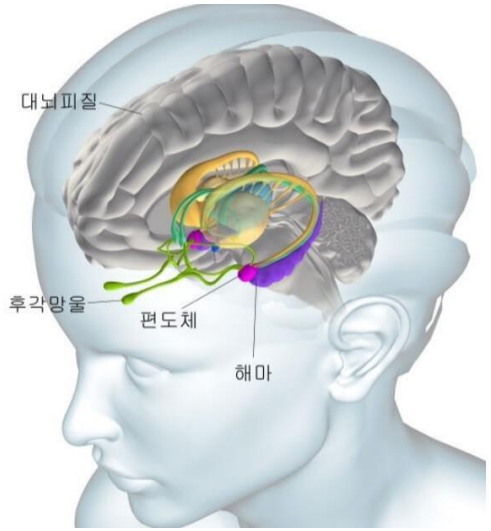
AI 디지털교과서로 수업하기

개념기반
탐구수업

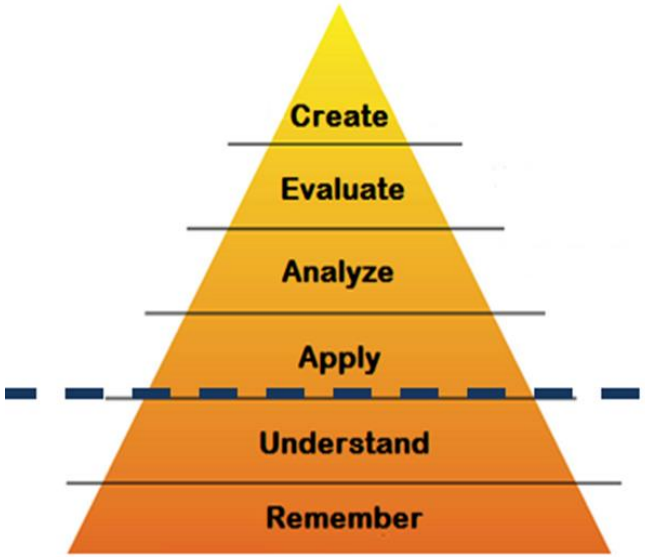
뇌과학·인지과학

- **뇌**는 선택과 집중을 통해 단기기억을 장기기억으로 보관하기도 하고 삭제(망각)하기도 함
- **해마(hippocampus)**는 학습, 기억 및 새로운 것의 인식을 담당하고, 단기기억을 장기기억으로 전환시키는 중추적 역할을 함

Source:: LG블로그, https://www.ibs.re.kr/cop/bbs/BBSMSTR_000000000901/selectBoardArticle.do?nttId=16135&pageIndex=1&mno=sitemap_02&searchCnd=&searchWrd=



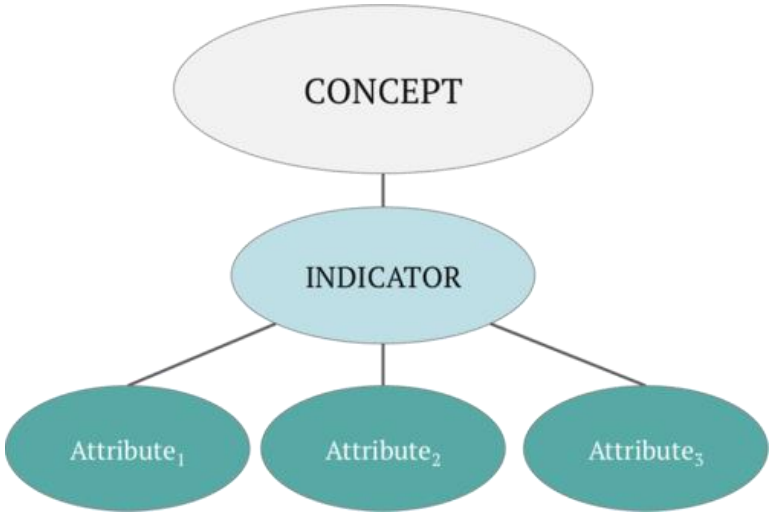
Source: https://brunch.co.kr/@3dc919fe5eed4c6/14



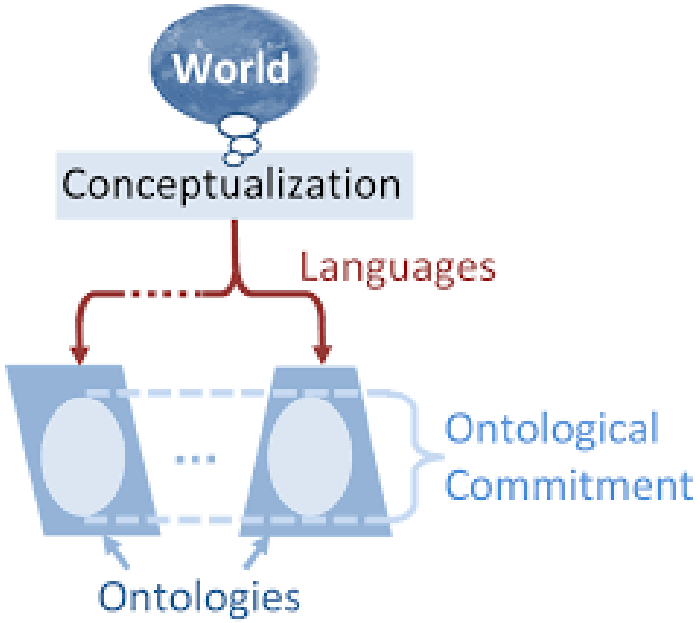
Bloom's Taxonomy

정보과학

- **개념(concept)**은 공통점이 있는 관찰과 경험을 함께 묶기 위한 요약기제로 **Mental Image**
- **개념화의 결과 구체화된 의미가 개념(concept)**



https://www.anyamemensah.com/blog/conceptualize-operationalize



https://en.wikipedia.org/wiki/Conceptualization_%28information_science%29

개념: 핵심 개념과 관련 개념

- **개념 중심 학습을 통해 단순 사실 중심 학습에 따른 학습량 과다와 암기 위주 학습 문제 해결**

- Erickson(2017)

  - 핵심 개념은 개별 교과를 넘어서는 초교과적 개념, 핵심 개념과 관련한 교과 개념이 관련 개념

※ 예: **초등과정 핵심 개념, "형태", "기능", "인과관계", "변화", "연결", "관점", "책임", "성찰"**

핵심 개념	핵심 질문	일반적 내용	관련 개념	수학 관련 내용
형태 (Form)	어떻게 생겼는가?	모든 것은 관찰, 식별, 묘사 및 분류할 수 있는 인식 가능한 특징 형태를 가짐.	특성, 구조, 유사성, 차이, 패턴	교육과정 전반에 걸친 패턴의 인식, 분류, 설명.
기능 (Function)	어떻게 작동하는가?	모든 것은 목적, 역할 또는 조사할 수 있는 행동 방식이 있음.	행동, 의사소통, 패턴, 역할, 체계	시스템, 관계, 역학, 구성요소 및 패턴 검사.

출처: 홍선주(대구OO초등학교)

초등학교 예시

탐구수업 설계 (예시)

탐구 주제 (주제설명)	우리는 누구인가(가족, 친구, 공동체 및 문화를 포함한 인간 관계에 대한 탐구)	세계가 돌아가는 방식(자연계 및 자연계의 법칙에 관한 탐구)	우리 자신을 조직하는 방법(인간이 만든 시스템과 공동체의 상호연관성에 대한 탐구)	우리가 속한 공간과 시간(지역과 세계의 관점에서 개인과 문명의 관계와 상관성에 대한 탐구)	우리 모두의 지구(유한한 자원을 다른 사람들, 다른 생물들과 공유하기 위한 노력의 과정에서의 권리와 책임에 대한 탐구)	우리 자신을 표현하는 방법(아이디어, 감정, 본성, 문화, 신념, 가치를 발견하고 표현하는 방식에 대한 탐구)
중심 아이디어	학교는 기능, 규칙, 상호작용을 통해 사회에 대한 개인의 적응을 돕는다.	동식물과 사람은 계절에 적응하며 서로 영향을 주고 받는다.	사람들은 가족, 친척 관계 속에서 생활하며 규칙을 공유한다.	명절은 계절의 변화를 반영하며 공동체의 협력을 강화한다.	사람들은 직업을 통해 이웃에게 도움을 주며 주변의 자원을 함께 사용한다.	나라의 전통은 상징과 문화로 표현되며 나라마다 주어진 문제를 해결하기 위해 노력한다.
핵심 개념	①기능 ②연결 ③책임	①형태 ②변화 ③원인	①기능 ②연결 ③책임	①변화 ②기능 ③책임	①책임 ②연결 ③형태	①형태 ②원인 ③관점
학습자 상	배려하는 사람(Caring), 균형 잡힌 사람(Balanced), 소통하는 사람(Communicators)	균형 잡힌 사람(Balanced), 배려하는 사람(Caring), 지식이 풍부한 사람(Knowledgeable)	탐구하는 사람(Inquirers), 소통하는 사람(Communicators), 배려하는 사람(Caring)	원칙을 지키는 사람(Principled), 도전하는 사람(Risktakers), 열린 마음을 지닌 사람(Openminded)	탐구하는 사람(Inquirers), 배려하는 사람(Caring), 열린 마음을 지닌 사람(Openminded)	탐구하는 사람(Inquirers), 사고하는 사람(Thinkers), 소통하는 사람(Communicators)
관련 과목	바생, 슬생, 즐생, 창체	바생,슬생, 즐생	바생, 슬생, 즐생	바생, 슬생, 즐생	바생, 슬생, 즐생	바생, 슬생, 즐생
탐구 시기	3월 2주~ 3월 5주	3월 5주~5월 10주	5월 11주~6월 18주	8월 21주~9월 26주	9월 26주~11월 31주	11월 31주~11월 35주
탐구 목록	■ 학교의 모습 탐구(15차시) ■ 친구관계 탐구(10차시) ■ 학교 생활과 규칙 탐구(13차시)	■ 봄에 볼 수 있는 동식물탐구 (14차시) ■ 식물이 자라는 모습 탐구 (12차시) ■ 생명의 소중함 탐구 (15차시)	■ 가족의 특징 탐구(11차시) ■ 나와 가족, 친척의 관계 및 행사 탐구(16차시) ■ 가족 및 친척 간에 지켜야 할 예절 탐구(13차시)	■ 가을풍경 탐구 (9차시) ■ 추석과 세시풍속 탐구 (18차시) ■ 추수에 대한 감사 (11차시)	■ 이웃과 함께 쓰는 장소와 시설물 탐구(11차시) ■ 더불어 생활하는 이웃 탐구 (13차시) ■ 이웃의 모습과 생활 탐구 (17차시)	■우리나라 상징과 문화 탐구 (20차시) ■ 남북한의 공통점과 차이점 탐구(10차시) ■ 한민족과 통일 탐구 (10차시)
학습 접근 방법	사고기능(비판적사고기능),의사소통기능(교환 정보기능),대인관계기능(긍정적인대인관계및 협업기능개발),자기관리기능(관리기능,정신상태)	사고기능(이전기능), 조사기능(정보 해득기능),자기관리기능(관리기능)	사고기능(창의적사고기능),의사소통기능(교환정보 기능, 읽고 쓰는 능력),대인관계기능(긍정적인 대인관계 및 협업 기능개발)	조사기능(정보 해득기능), 의사소통기능(교환 정보기능, 읽고 쓰는 능력), 대인관계기능(긍정적인 대인관계 및 협업 기능개발)	조사기능(정보 해득 기능), 대인관계기능(긍정적인 대인관계 및 협업 기능개발), 자기관리기능(정신 상태)	사고기능(비판적사고기능, 창의적사고 기능), 조사기능(정보 해득 기능), 의사소통기능(정보교환 기능, 읽고 쓰는 능력)

출처: 홍선주(대구OO초등학교)

AI 디지털교과서로 수업하기

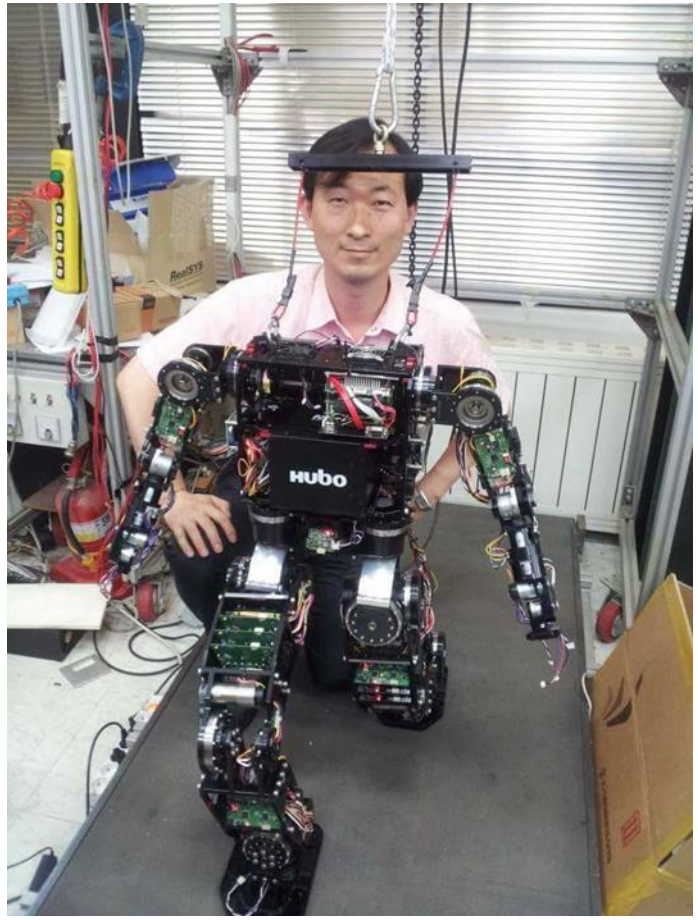
사회·정서적 학습
(Social Emotional Learning)

글쓰기
토론
발표
프로젝트

Teachers are the engine that drives social and emotional learning (SEL) programs and practices in schools and classrooms, and their own social-emotional competence and wellbeing strongly influence their students. - Kimberly A. Schonert-Reichl

향후 과제

- 개념기반 탐구수업
- AI 디지털교과서 데이터 분석자료 수업 활용
- 학교생활기록부 세부능력특기사항
- 논술, 서술 AI 자동 채점
- 멀티모달 인공지능
- 시험, 평가



박승재 KAIST 2012

감사합니다.

박 승 재
한국교육개발원 교육혁신연구본부장
경기도교육정책자문위원장
공학박사/법학박사/MBA
sjpark@kedi.re.kr