

2020 IT 21

Global Conference

Digital New Deal
Technology Essentials
디지털 뉴딜 기술 핵심

Session 3-6

6G + AI: Future Avenues for Industrial Applications

신원용 교수 (연세대학교)



[요약문]

본 강연에서는 인공지능을 활용한 6G 관련 산업체 응용 기술 및 미래 연구 방향을 소개한다. 모델 학습에 필요한 충분한 양의 빅데이터 수집이 가능해짐과 더불어 GPU를 통한 처리 가속화 및 딥러닝 기반 학습 알고리즘 개발은 인공지능의 거대한 3차 붐을 가능하게 하였다. 하지만 이러한 3차 붐의 확장 및 지속적인 투자를 위해서는 미래 산업 핵심 응용 분야를 정확히 파악할 필요가 있다. 이에 본 강연에서는 다음과 같이 6G 관련 6가지 주요 산업체 응용 기술을 선별적으로 소개한다. 구체적으로, 1) 스마트 팩토리에서의 beyond 5G 및 엣지 보전 기술, 2) 엣지 학습 및 연합 학습 기술, 3) 데이터 마이닝 기반 추론을 활용한 6G 서비스 기술, 4) 자율주행 및 이에 대한 연합 학습 응용 기술, 5) 드론(무인기) 전송 및 충전 응용 기술, 6) 헬스케어/의료영상으로의 응용 기술을 다룬다. 각 응용 기술 별로 현재 가지고 있는 문제점을 소개하고, 이를 해결하기 위한 research challenge를 함께 논의해 본다. 또한, 본 강연자 또는 다른 연구자들에 의한 기술개발 사례를 간략히 소개한다.

[발표자 약력]

2002년 연세대학교 전기전자공학 공학사
2004년 KAIST 전자전산학과 공학석사
2008년 KAIST 전자전산학과 공학박사
2009년~2012년 Harvard University Postdoctoral Fellow/Research Associate(promoted position)
2012년~2019년 단국대학교 컴퓨터학과 조교수/부교수(tenured)
2019년~현재 연세대학교 계산과학공학과 부교수
관심분야 : 데이터사이언스, 기계학습, 무선네트워킹

6G + AI: Future Avenues for Industrial Applications 6G + 인공지능 기술: 산업체 응용에 대한 미래 방향

연세대학교 계산과학공학과
기계지능&데이터사이언스 연구실

신 원 용

2020.09.24



- AI를 활용한 6G 관련 산업으로의 응용
 - Topic 1) 스마트 팩토리에서의 예지 보전 기술
 - Topic 2) 엣지 학습 기술 (+ 연합 학습)
 - Topic 3) 데이터 마이닝 기반 추론을 활용한 서비스 기술
 - Topic 4) 자율주행 기술
 - Topic 5) 드론 (무인기) 응용 기술
 - Topic 6) 헬스케어/의료영상 기술

인공지능의 현재와 미래

- AI의 역사



- 3차 붐은 빅데이터 수집 및 GPU를 통한 처리 속도에 기반
- 향후 차세대 핵심 산업 분야 니즈에 좌우

Topic 1) 스마트 팩토리 (1/5)

- 스마트 팩토리란?
 - B5G + AI (지능화된 공장)



Source: 위즈코어 주식회사

Topic 1) 스마트 팩토리 (2/5)

- 스마트 팩토리에서의 예지 보전

- 예지보전:

- 설비가 스스로 결함을 인지하고, 원인과 진전 상태를 관리자에게 통보해주는 기술



Source: Autodesk

- 중요도:

- 5G 통신망 적용의 가장 큰 시장으로 떠오르며 관심도 급증
 - “리쇼어링”을 통한 비용 절감 최대화



Source: FA저널 Smart Factory

Topic 1) 스마트 팩토리 (3/5)

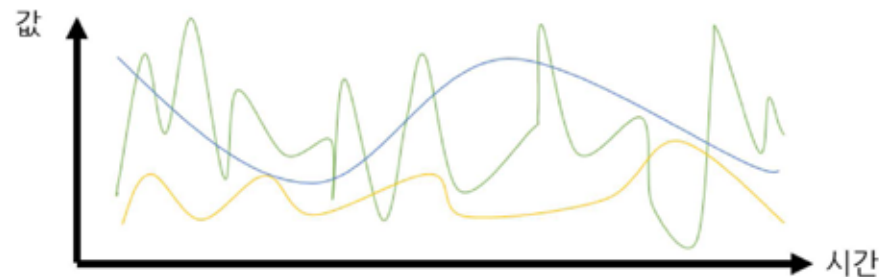
- 부산 대선주조 기장공장
 - 현장답사 (2020.06.05)



Topic 1) 스마트 팩토리 (4/5)

- Research challenges

- 1) 극도로 적은 **label**이 존재하는 환경임
- 2) 심지어 실제 **downtime** 이벤트보다는 설정된 알람 기록만 보유
- 3) **Imbalanced data** 특징으로 인한 분석의 난해함
- 4) 비주기적인 패턴을 보일수록 다루기 어려움
- 5) 서로 다른 차원의 데이터가 이질적일수록 다루기 어려움



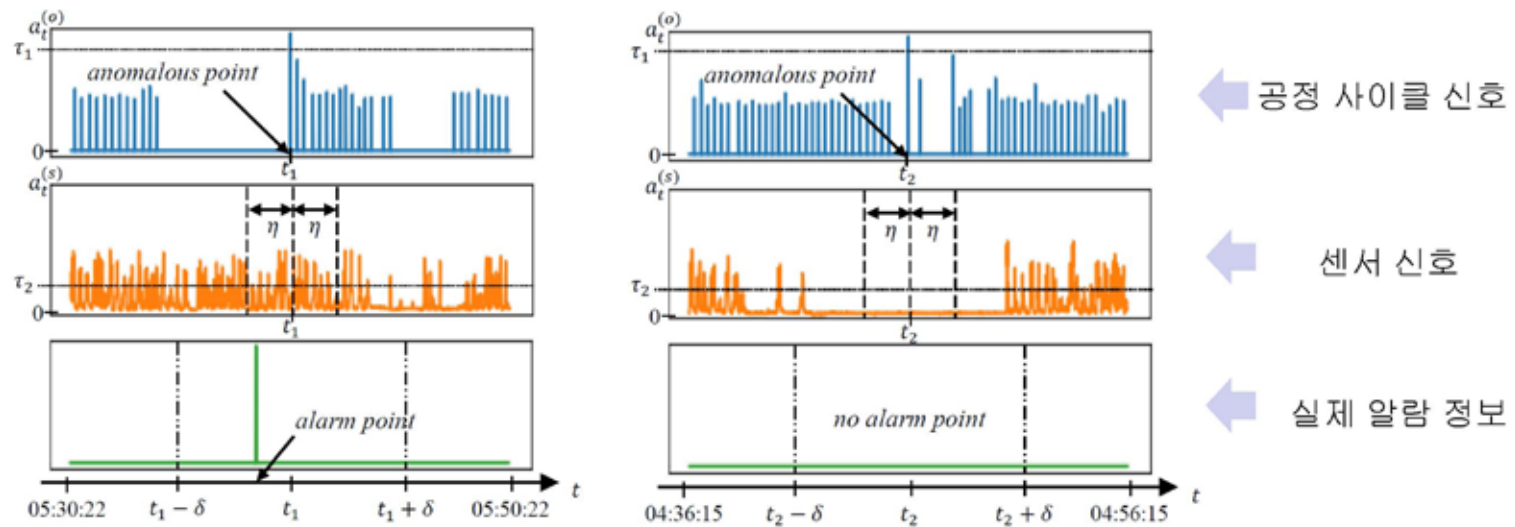
- 6) 해석 가능성 (XAI: Explainable AI) 탑재 여부가 중요



Topic 1) 스마트 팩토리 (5/5)

- 실측 공장 이상 탐지 기술

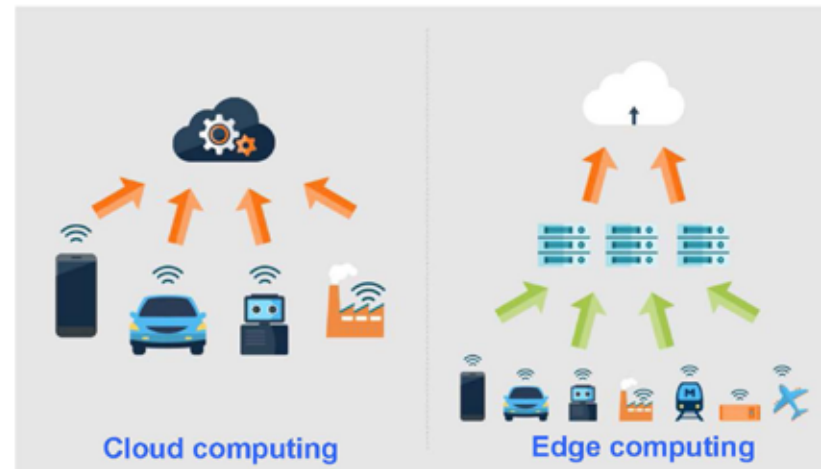
- 자동차 밸브 조립 공정 라인 데이터 기반 분석
- 여러가지 연구 **challenge**가 존재함
- 순수 **data-driven** 연구 필요



IEEE Transactions on Industrial Informatics (under review)

Topic 2) 엣지 학습 (1/4)

- 엣지 컴퓨팅 (edge computing)
 - 분산 처리 능력을 갖춘 분산된 개방형 IT 아키텍처
 - 모바일 컴퓨팅 및 사물인터넷 (IoT) 기술을 가능케 함

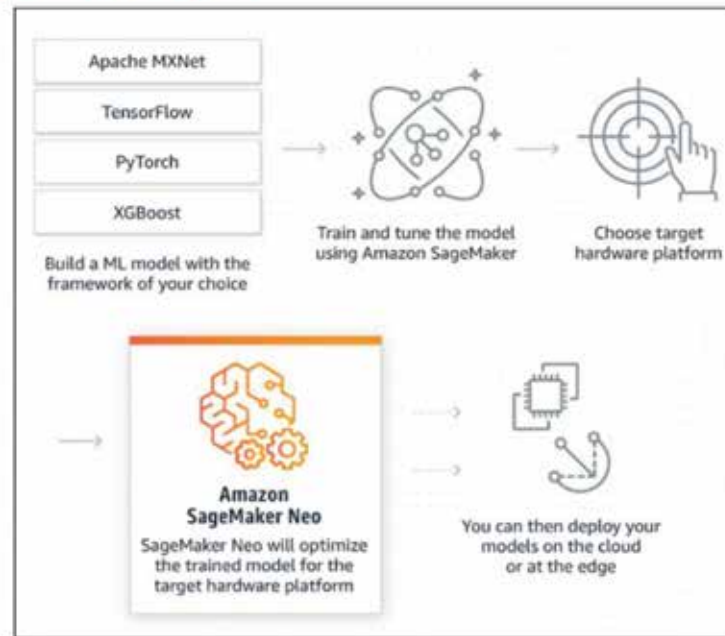


Source: SKT Insight

- 엣지 컴퓨팅 사례:
 - 스마트 팩토리, 자율주행 자동차, 가상현실/증강현실, 생체인식, 드론, 연안 석유시추 시설 등

Topic 2) 엣지 학습 (2/4)

- 엣지 러닝 (edge learning)
 - 엣지 컴퓨팅 + AI 기술

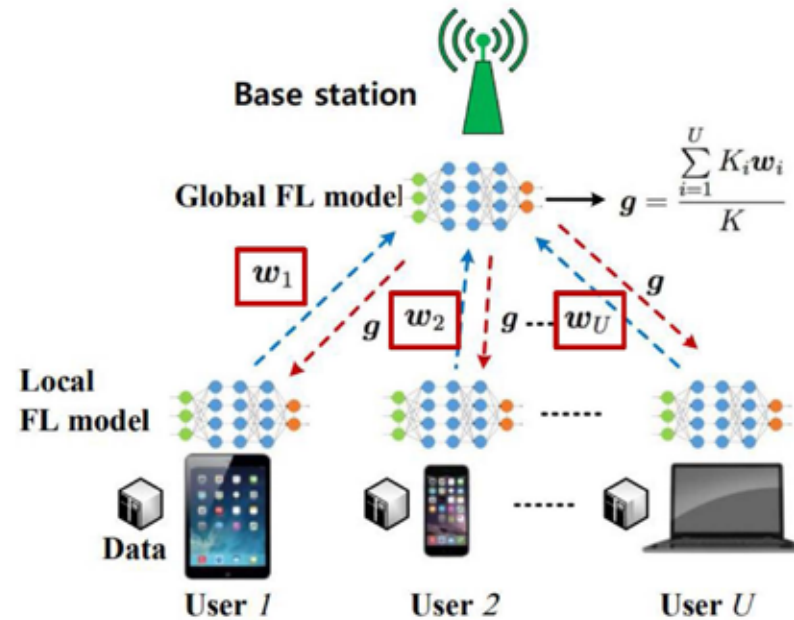


SageMaker Neo @Amazon

- 중요도:
 - 1) 데이터 처리 속도
 - 2) 사용자들의 데이터 보안 이슈

Topic 2) 엣지 학습 (3/4)

- 연합 학습 (federated learning)
 - 각 엣지에서 분산적으로 학습하는 기능 탑재
 - 서버에서는 학습된 모델 변수들을 받아 **global training** 수행



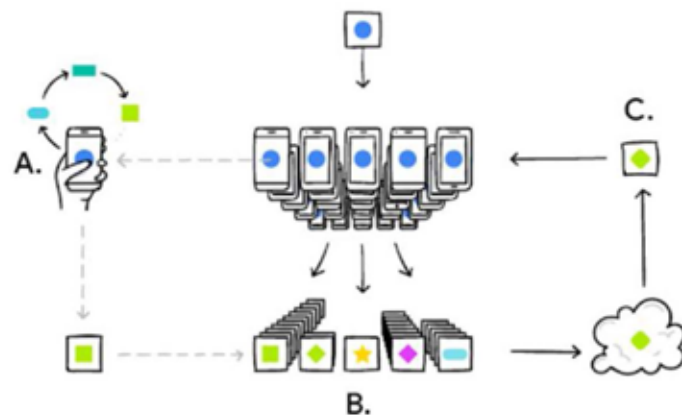
Source: <https://arxiv.org/pdf/1909.07972.pdf>

Topic 2) 엣지 학습 (4/4)

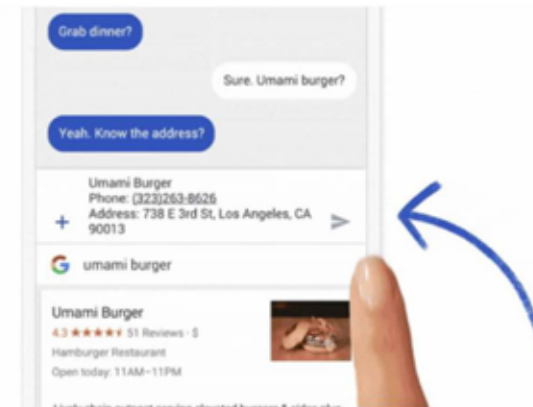
- 연합 학습 (federated learning)

- 구글 Gboard

- 안드로이드 및 iOS용 가상 키보드 앱
 - 현재까지의 타이핑한 텍스트 기반 다음 단어를 예측



Gboard @Google



Source: <https://arxiv.org/pdf/1811.03604.pdf>

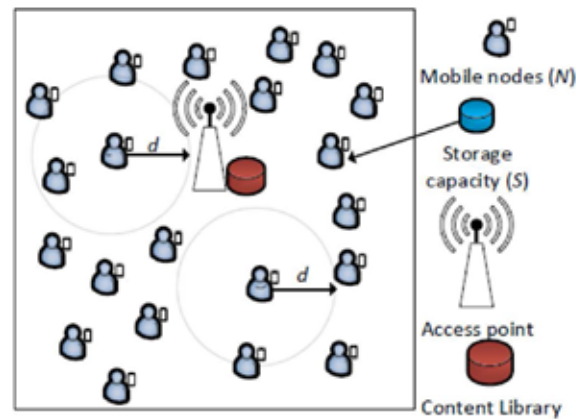
- A. Client devices compute SGD updates on locally-stored data
 - B. A server aggregates the client updates to build a new global model
 - C. The new model is sent back to clients, and the process is repeated

Topic 3) 데이터 마이닝 추론 기술 (1/3)

- Beyond 5G + 데이터 마이닝

- 무선 캐싱과 추천 시스템과의 융합 연구

- 무선 캐싱 네트워크에서는 사용자들의 활성화 정도, 콘텐츠 선호도, 사용자 별 콘텐츠 선호도 등의 변수가 포함
 - 데이터 마이닝을 활용해 변수 추론을 수행하는 것은 큰 **research challenge**



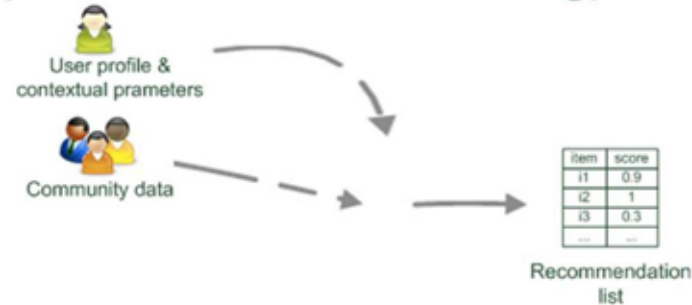
Content-centric wireless network



Recommender system

Topic 3) 데이터 마이닝 추론 기술 (2/3)

- 협업 필터링 (CF: collaborative filtering) 기반 변수 추론



- 사용자 기반 협업 필터링 개요

- Pearson correlation 기반 similarity 측정

	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	
Alice	5	3	4	4	?	
User1	3	1	2	3	3	sim = 0.85
User2	4	3	4	3	5	sim = 0.71
User3	3	3	1	5	4	sim = 0
User4	1	5	5	2	1	sim = -0.79

A. Malik, J. Kim, K. S. Kim, and W.-Y. Shin, "A personalized preference learning for caching in mobile networks," IEEE Transactions on Mobile Computing, to appear.

Topic 3) 데이터 마이닝 추론 기술 (3/3)

- 무선 캐싱 네트워크로의 응용

- 변수 추론 예제 (4명의 사용자 & 4개의 콘텐츠)

Input: rating matrix $\mathcal{R}^{4 \times 4}$

	f_1	f_2	f_3	f_4
u_1	1			5
u_2		2		1
u_3	4		5	
u_4		4		2

Missing ratings

Output: rating matrix $\mathcal{R}^{4 \times 4}$

	f_1	f_2	f_3	f_4
u_1	1	1	2	5
u_2	2	2	3	1
u_3	4	4	5	3
u_4	3	4	3	2

Predicted ratings via CF

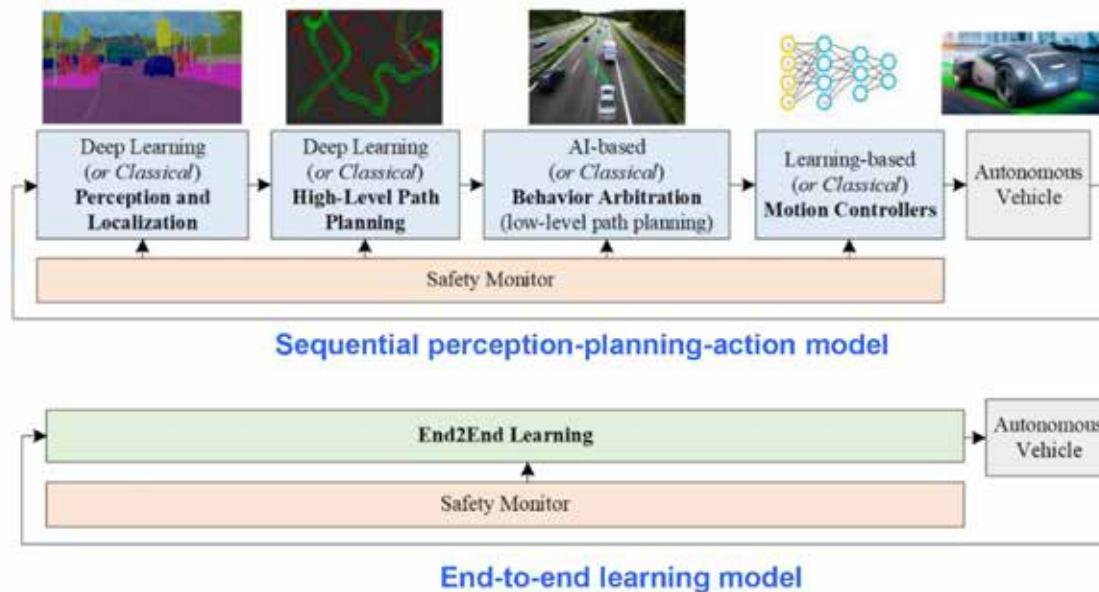
$$p(f_2|u_1) = \frac{1}{1+1+2+5} = \frac{1}{9}$$

- 예측된 rating 정보를 활용해 캐싱 (콘텐츠 할당) 기법 수행

A. Malik, J. Kim, K. S. Kim, and W.-Y. Shin, "A personalized preference learning for caching in mobile networks," IEEE Transactions on Mobile Computing, to appear.

Topic 4) 자율주행 기술 (1/2)

- 자율주행 자동차 기술

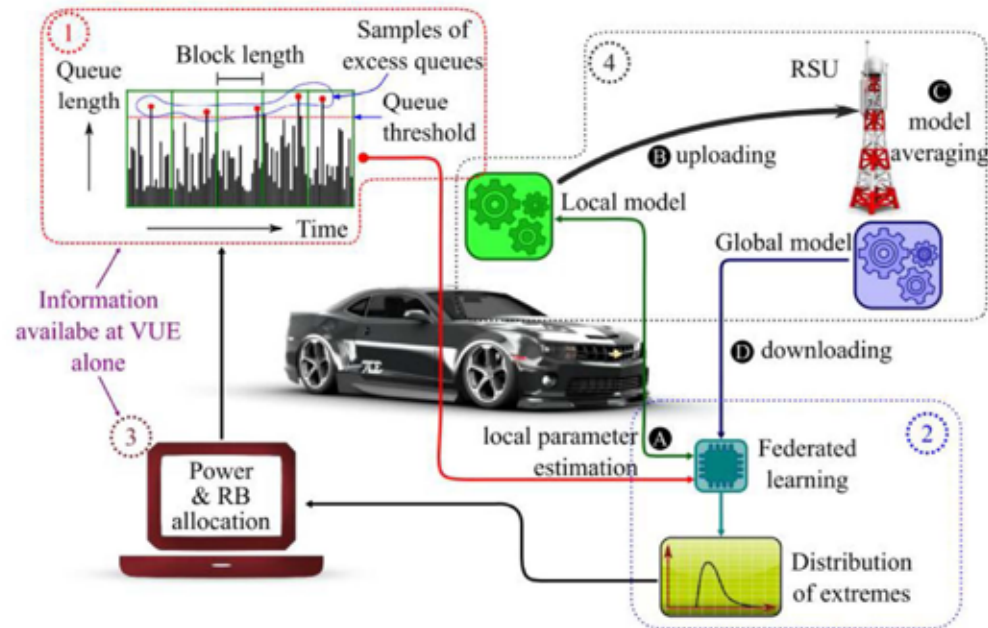


Source: <https://arxiv.org/pdf/1910.07738.pdf>

- 기타 핵심 연구 주제는?
 - 측위 기술 (localization)
 - 엡지 러닝 기술
 - H/W sensing 기술

Topic 4) 자율주행 기술 (2/2)

• “초저지연” 차량간 통신을 위한 연합 학습



Source: <https://arxiv.org/pdf/1805.09253.pdf>

– 문제: 분산 송신 전력 및 자원 할당

- VUE: 각자 큐 상태 분포 관련 변수 (local model) 학습
- RSU: 수신한 변수들 (global model)을 평균 후 VUE에게 전송

Topic 5) 드론 (무인기) 응용 기술 (1/2)

- 드론 (무인기) 응용 기술

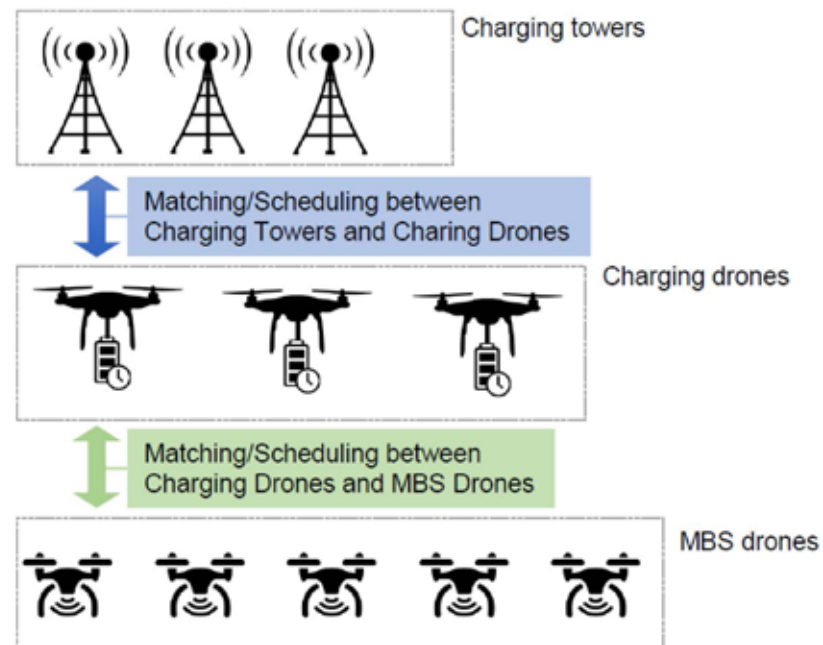


- 핵심 연구 주제:

- 자율주행 기술 (AI)
 - 통신/네트워크 기술 (주파수 할당, 스케줄링 등)
 - 무선 충전 기술

Topic 5) 드론 (무인기) 응용 기술 (2/2)

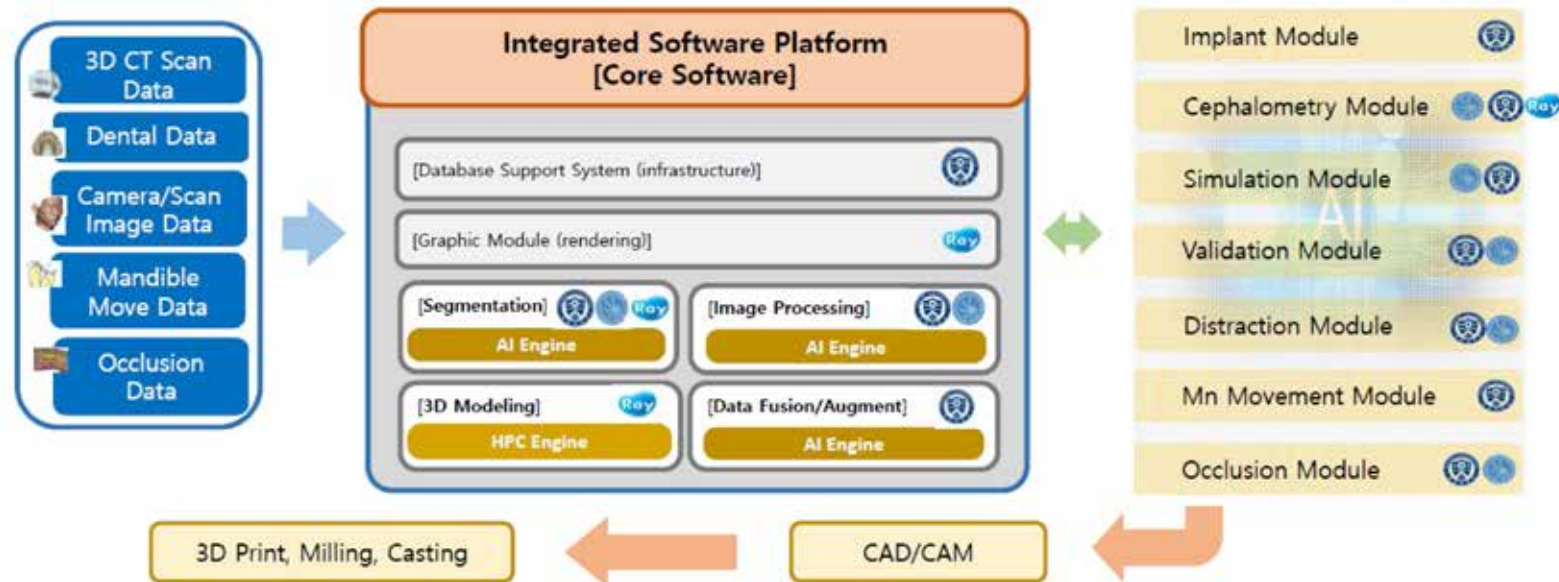
- 제안하는 차세대 드론 네트워크 구조
 - Two-stage mobile charging matching 알고리즘 설계



IEEE Systems Journal (under review)

Topic 6) 헬스케어/의료영상 기술 (1/2)

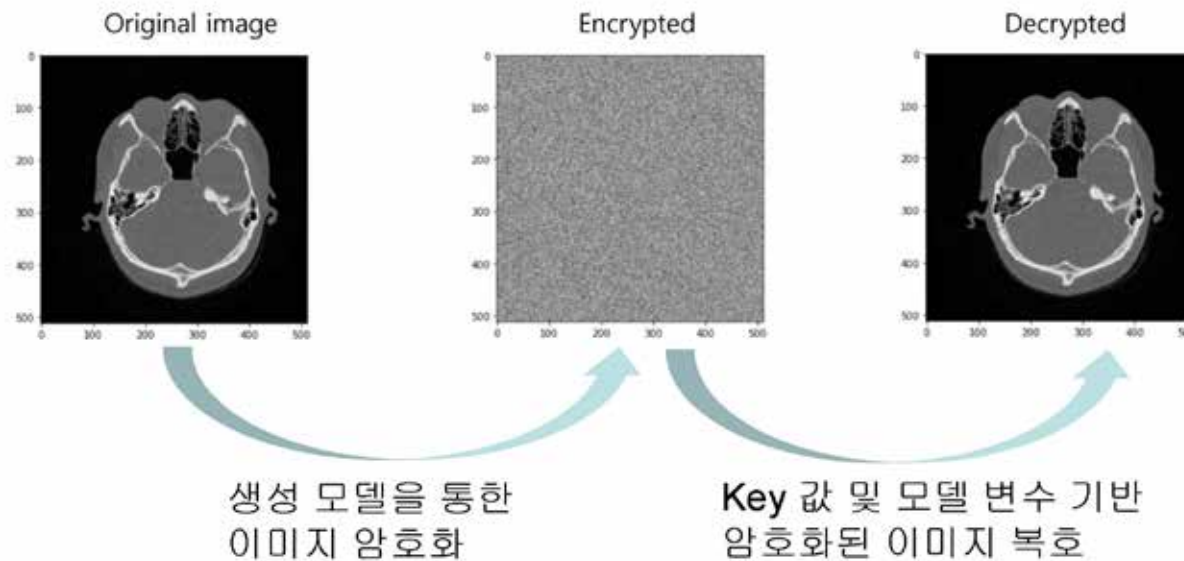
- (예시) 디지털 치과를 위한 AI 기반 통합 플랫폼
 - 연세대 치과대학 + 연세대 CSE 공동 개발



- 핵심 기술:
 - 1) 컴퓨터 비전 및 고해상도 영상처리
 - 2) 다면 데이터 통합 및 분산 데이터 처리 기술

Topic 6) 헬스케어/의료영상 기술 (2/2)

- 분산 데이터 처리 및 보안 기술



- 의료 데이터 분산 저장 및 전송 기술

- 데이터 보안을 위한 학습된 모델 송수신 기술
- 효율적 저장을 위한 **source coding** 기술

감사합니다!

wy.shin@yonsei.ac.kr

<https://sites.google.com/site/midasyonsei>



연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

MD@S
Machine Intelligence & Data Science Lab.