

# 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 봄을 가능하게 하였다. 하지만 이러한 3차 봄의 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 예지 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

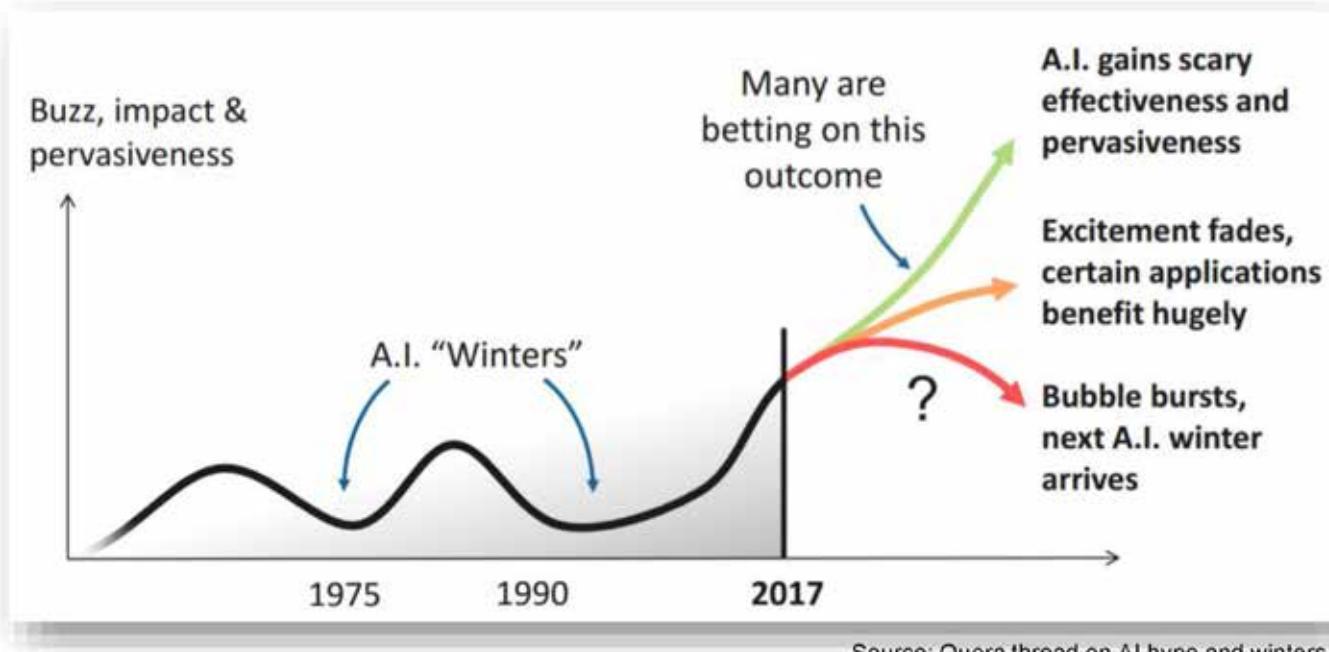


1



- 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

- 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)

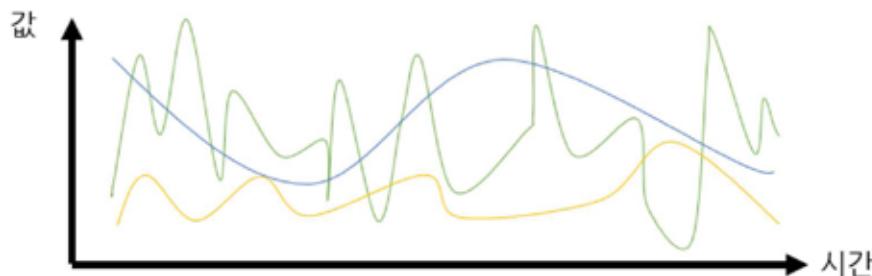
- 부산 대선주조 기장공장
  - 현장답사 (2020.06.05)



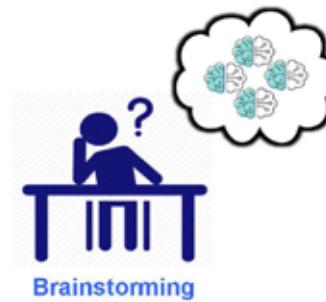
## Topic 1) 스마트 팩토리 (4/5)

- Research challenges

- 1) 극도로 적은 label이 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

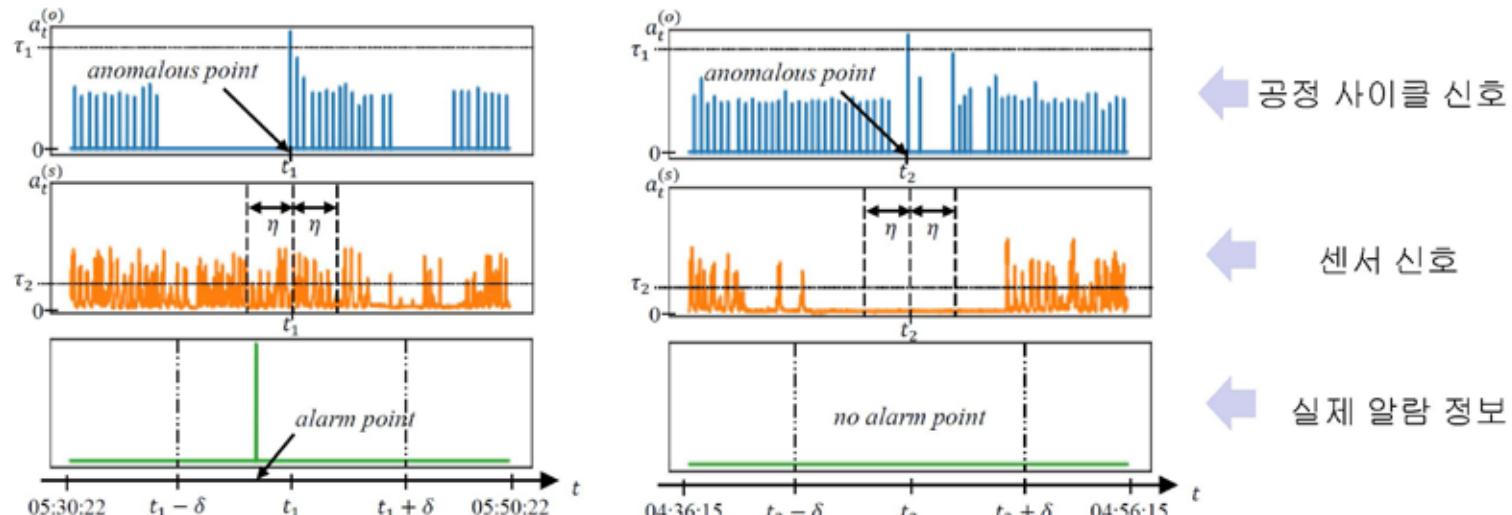


- 6) 해석 가능성 (XAI: Explainable AI) 탑재 여부가 중요



## Topic 1) 스마트 팩토리 (5/5)

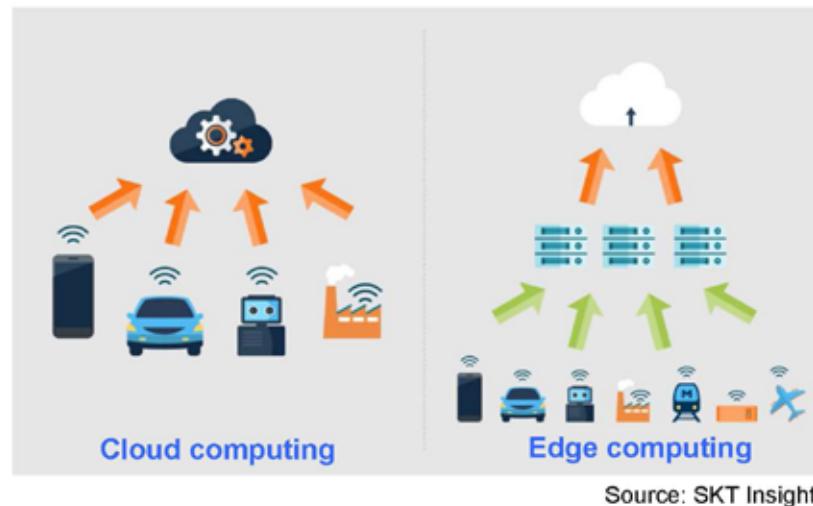
- 실측 공장 이상 탐지 기술
  - 자동차 밸브 조립 공정 라인 데이터 기반 분석
  - 여러가지 연구 challenge가 존재함
  - 순수 data-driven 연구 필요



IEEE Transactions on Industrial Informatics (under review)

## Topic 2) 엣지 학습 (1/4)

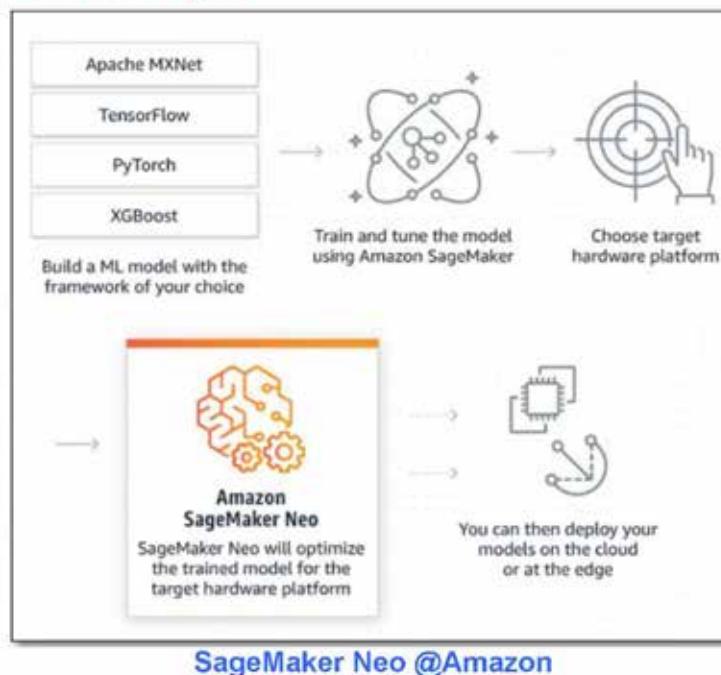
- 엣지 컴퓨팅 (edge computing)
  - 분산 처리 능력을 갖춘 분산된 개방형 IT 아키텍처
  - 모바일 컴퓨팅 및 사물인터넷 (IoT) 기술을 가능케 함



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

## Topic 2) 엣지 학습 (2/4)

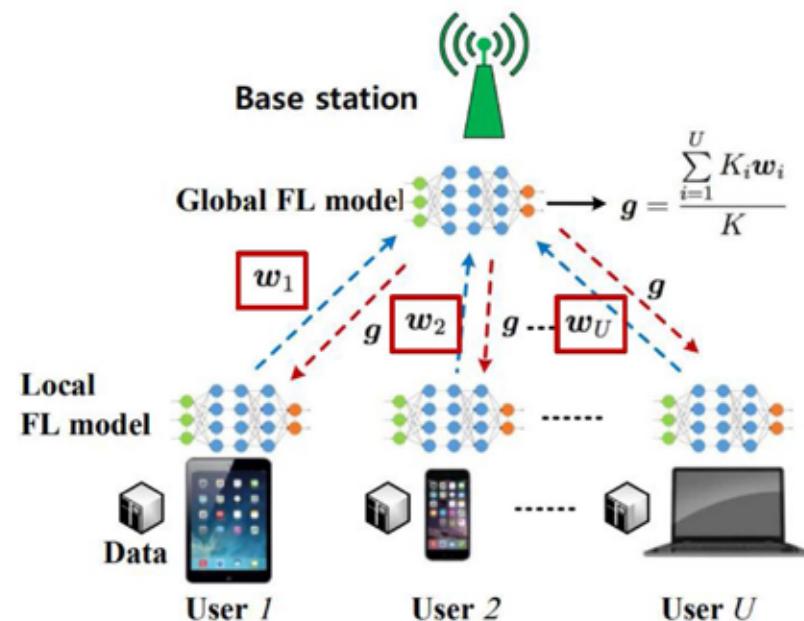
- 엣지 러닝 (edge learning)
  - 엣지 컴퓨팅 + AI 기술



- 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



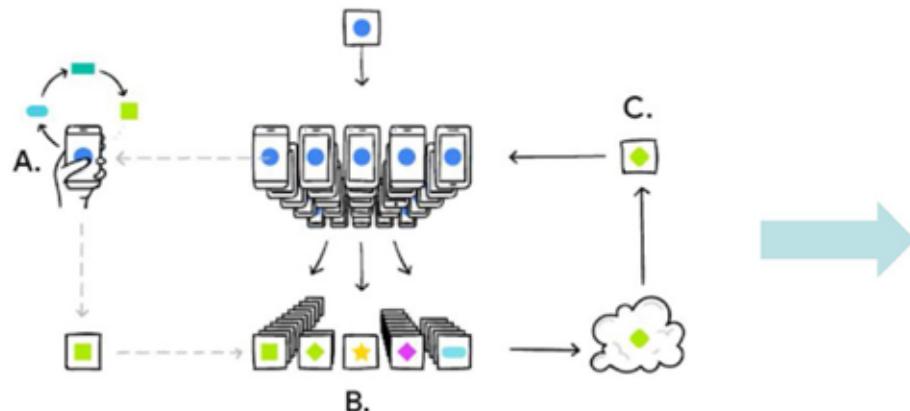
Source: <https://arxiv.org/pdf/1909.07972.pdf>

## Topic 2) 엣지 학습 (4/4)

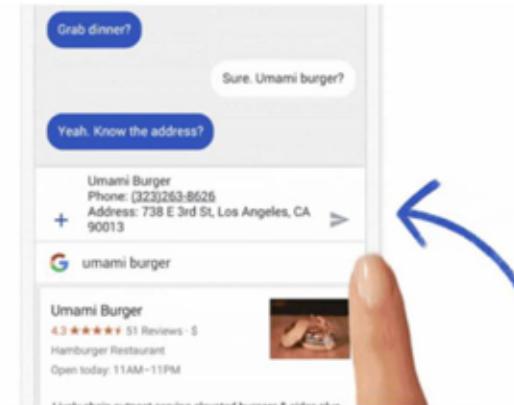
- 연합 학습 (federated learning)

- 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>

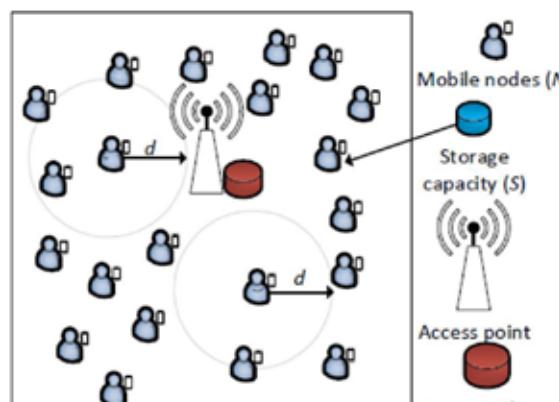
- A. Client devices compute SGD updates on locally-stored data
- B. A server aggregates the client updates to build a new global model
- C. The new model is sent back to clients, and the process is repeated

## 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**



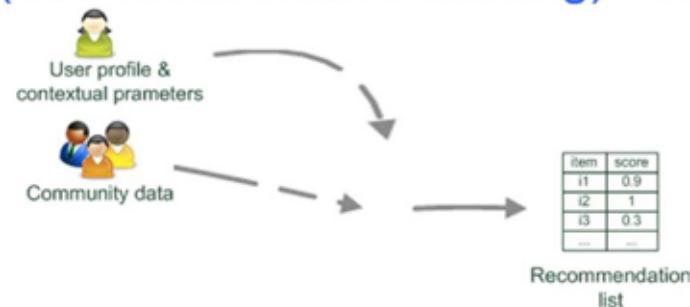
Content-centric wireless network



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
User2	4	3	4	3	5
User3	3	3	1	5	4
User4	1	5	5	2	1

sim = 0.85  
sim = 0.71  
sim = 0  
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

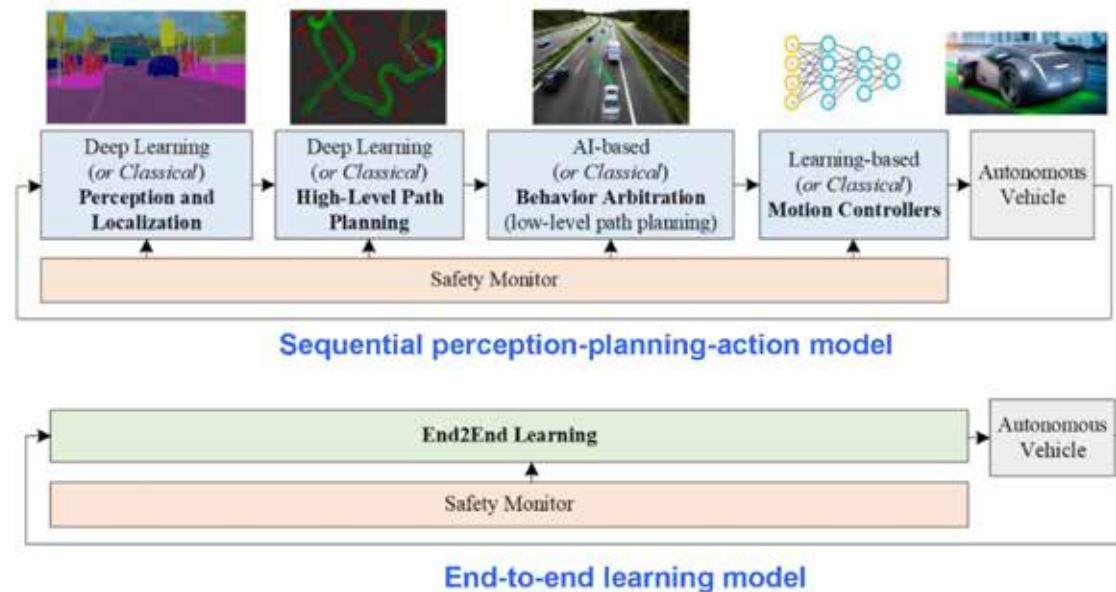
$$p(f_2|u_1) = \frac{1}{1+1+2+5} = \frac{1}{9}$$

- 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

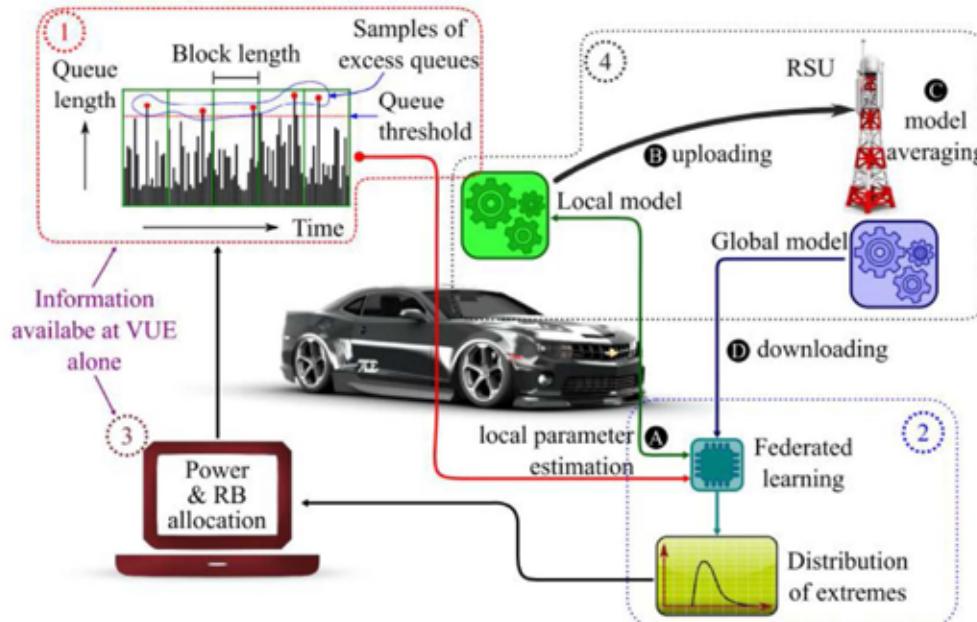


Source: <https://arxiv.org/pdf/1910.07738.pdf>

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

## Topic 4) 자율주행 기술 (2/2)

- “초저지연” 차량간 통신을 위한 연합 학습



RSU: Roadside unit  
VAE: Vehicular user

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

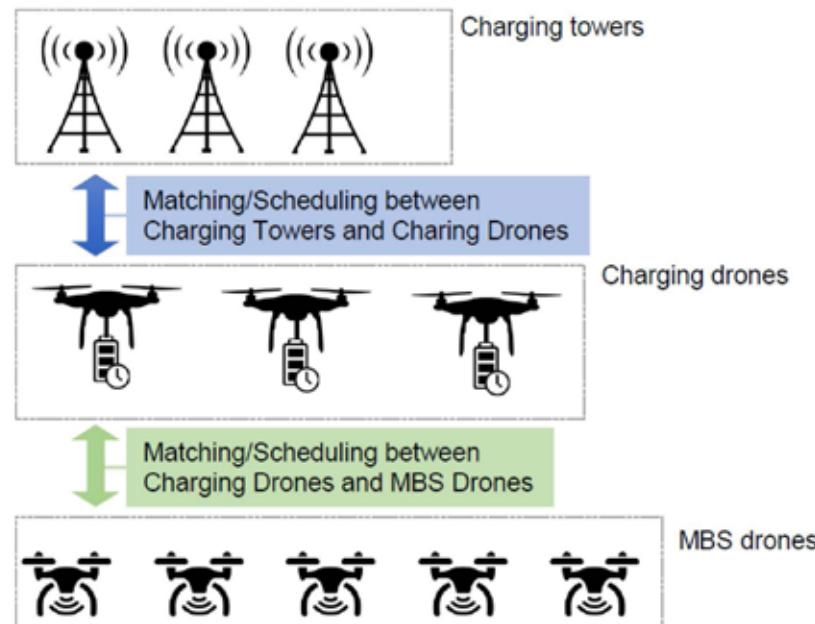


- 핵심 연구 주제:

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

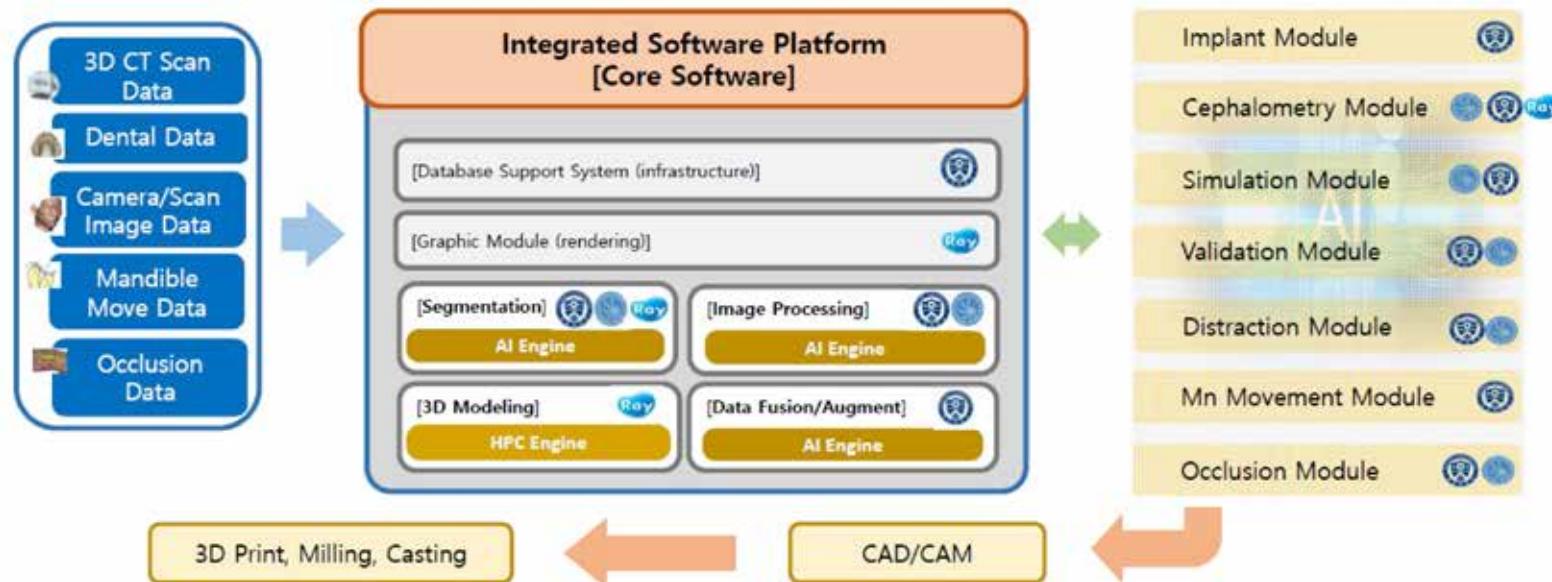
## Topic 5) 드론 (무인기) 응용 기술 (2/2)

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



## Topic 6) 헬스케어/의료영상 기술 (1/2)

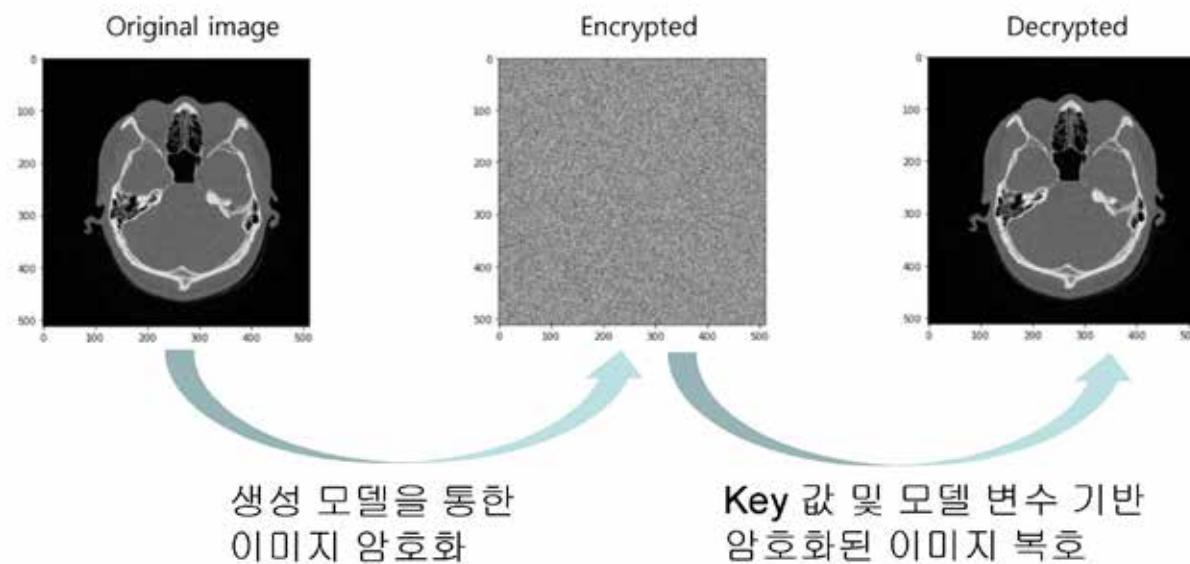
- (예시) 디지털 치과를 위한 AI 기반 통합 플랫폼
  - 연세대 치과대학 + 연세대 CSE 공동 개발



- 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](mailto:wy.shin@yonsei.ac.kr)

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



22

