

# 자율주행 기술 구현을 위한 영상 DB 서버 구축 및 관리 시스템 개발

이신재\*, 양현식, 왕종민, 김삼택  
우송대학교 IT융합학부 교수

## Establishment of the video DB server and development of the management system for implementing an autonomous driving technology

Sinjaee Lee\*, Hyun Sik Yang, Joong Min Wang, Sam Tack Kim  
Professor, College of IT Convergence, Woosong University

**요약** 본 연구는 자율주행 기술개발을 위한 영상 DB 서버 구축 및 관리 시스템 개발을 목표로 한다. 자율주행차의 인공지능(AI) 성능을 검증하기 위해 대용량 영상 DB 구축이 필수적이며, 이를 위해 다양한 주행 환경에서 수집된 데이터를 체계적으로 저장하고 관리하는 시스템이 요구된다. 장애물 검출(MOD), 주차선 인식, 전방차량 인식(Vehicle Detection, VD) 등 다양한 영상 데이터를 활용한 DB 구축 사례를 분석하고, 효과적인 DB 서버 및 관리 시스템을 개발 하였다. 또한, 추후에 HILS(Hardware In the Loop Simulation) 기반의 성능 평가 장비를 도입하여 AI 알고리즘의 신뢰성을 검증계획을 수립했다. 실제 주행 데이터를 보완하기 위해 PreScan과 같은 시뮬레이션 툴을 활용한 가상 DB 구축을 병행하여, 자율주행 AI의 안전성과 신뢰도를 향상시키는 방안을 제안한다. 결과적으로 개발된 영상 DB 서버 및 관리 시스템은 자율주행 기술개발 및 검증에 중요한 기초 인프라로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어** : 사물인터넷, 영상DB, 자율주행, 빅데이터, 스마트카, 이미지분석

**Abstract** This study aims to develop a video DB server construction and management system for autonomous driving technology development. In order to verify the artificial intelligence (AI) performance of autonomous vehicles, it is essential to build a large-capacity video DB, and for this purpose, a system that systematically stores and manages data collected in various driving environments is required. We analyzed cases of DB construction using various video data such as —moving object detection (MOD), free space detection (FSD), parking line recognition, and front vehicle recognition (VD), and developed an effective DB server and management system. In addition, we established a plan to verify the reliability of the AI algorithm by introducing performance evaluation equipment based on HILS (Hardware In the Loop Simulation) in the future. In order to supplement actual driving data, we propose a method to improve the safety and reliability of autonomous driving AI by building a virtual DB using simulation tools such as PreScan. As a result, the developed video DB server and management system are expected to be utilized as an important basic infrastructure for autonomous driving technology development and verification.

**Key Words** : IoT, Video DB, Autonomous Driving, Big Data, Smart Car, Image Analysis

본 논문은 2025년 교육부 및 한국연구재단의 바이오헬스 혁신융합대학사업 지원을 받아 수행된 것임

본 논문은 2025년 바이오헬스 혁신융합대학 사업으로 교육부 및 한국연구재단의 첨단분야 혁신융합대학 사업비로 지원을 받아 수행된 것임

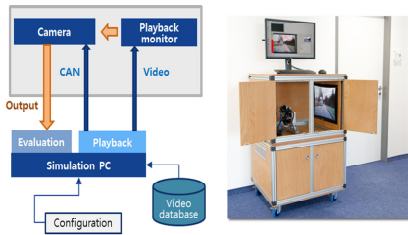
\*교신저자 : 이신재(sinjaelee@wsu.co.kr)

접수일: 2025년 02월 12일 수정일: 2025년 03월 24일 심사완료일: 2025년 04월 01일

## 1. 서론

자율주행 기술은 인공지능(AI), 컴퓨터 비전, 센서 기술 등의 발전에 힘입어 급격히 발전하고 있다. 이러한 기술이 실제 도로 환경에서 안전하고 신뢰성 있게 작동하기 위해서는 방대한 양의 학습 데이터가 필요하다. 특히, 영상 데이터는 자율주행 차량의 장애물 감지, 차선 인식 [1], 차량이나 보행자 검출 등에 필수적이다. 하지만, 이러한 데이터의 수집과 관리, 그리고 학습을 위한 효율적인 시스템이 부족한 상황이다.

이에 본 논문에서는 자율주행 기술 개발을 위한 영상 DB 서버 구축 및 관리 시스템을 개발하는 방안을 제안한다. 이 시스템은 대규모 영상 데이터의 수집 [2], 저장, 관리 또는 활용을 위한 체계적인 방법을 제공하며, 다양한 환경에서의 성능 검증을 지원한다. 또한, HILS(Hardware In the Loop Simulation)와 같은 시뮬레이션 툴을 활용하여 실제 주행 데이터뿐만 아니라 가상의 위험 상황을 생성하고 검증할 수 있도록 설계된다 (Fig.1).



[Fig. 1] HILS equipment for evaluating

## 2. 영상 DB 구축 과정

### 2.1 구축 과정

자율주행 기술의 핵심은 주변 환경을 정확히 인식하고 이를 기반으로 적절한 의사 결정을 내리는 것이다. 이를 위해서는 신뢰성 높은 학습 데이터가 필수적이며, 다양한 주행 환경에서의 영상 데이터가 필요하다. 하지만, 대용량의 영상 데이터를 수집하고 관리하는 것은 기술적, 비용적 어려움을 수반한다. 따라서 체계적인 영상 DB 서버를 구축하여 데이터를 효율적으로 관리하고 활용하는 것이 필요하다.

영상 DB 서버 구축은 크게 데이터 수집, 저장, 관리, 성능 평가로 구분할 수 있다. 다양한 환경에서의 영상 데이터 확보 (주간, 야간, 우천, 실상 환경 등), 장애물 인식

(MOD), 주차선 인식, 전방 차량 인식을 위한 영상 수집, 실도로 주행 및 시험장에서의 데이터 수집, 그리고 PreScan과 같은 시뮬레이션 툴을 활용한 가상 데이터 생성 등으로 데이터 수집이 가능하다.

대규모 영상 데이터를 효율적으로 저장하기 위한 DBMS 구축이 선행되고 데이터의 메타정보(촬영 장소, 시간, 기상 조건 등)와 함께 관리되어야 한다[3]. 그리고, AI 학습을 라벨링 및 GT(Ground Truth) 데이터 구축이 병행되어 데이터의 접근성과 검색 기능 최적화가 이루어진다.

HILS 기반 성능 평가 시스템 개발, SILS(Software In the Loop Simulation) 및 HILS 기반 실험을 통한 알고리즘 검증, 그리고 학습 및 평가 데이터로 활용할 수 있는 구조 설계, AI 모델의 신뢰성 및 정확도 분석을 통하여 성능 평가가 시행된다.

## 3. 영상 DB 구축 사례

### 3.1 구축 사례

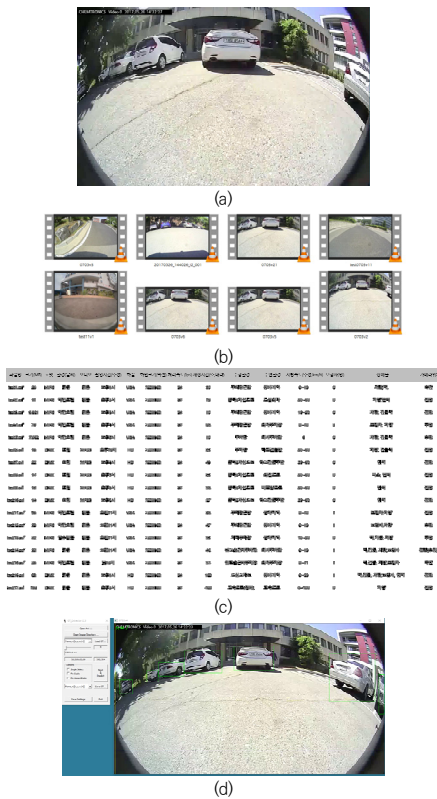
#### 3.1.1 장애물 인식 (MOD)

다양한 도로 환경에서 촬영된 영상 데이터 활용, 영상 DBMS를 활용한 장애물 검출 알고리즘 평가, 다양한 장애물 유형(보행자, 차량, 장애물 등)에 대한 인식 성능 검증이 포함된다[4].

MOD (Moving Object Detection)와 FSD (Free Space Detection) 알고리즘 개발을 위해서는 성능평가용 GT 값 측정 및 영상 DB 구축이 필수적이다. 이를 통해서 강인한 장애물 검출 알고리즘 구현 및 인식 오류 개선, 영상 DB 기반 성능평가 및 개선 등을 통해서 개발된다[5].

구축 과정은 다양한 환경에서 동영상을 촬영하고 촬영된 파일은 데이터베이스에 저장한다. 저장된 파일의 속성과 환경을 더하여 DBMS를 구축한다. 최종적으로 MOD 성능평가에 사용되고 다음에 개발되는 이미지 인식과 카메라 기반의 자율주행 기술 개발에 사용하기 위해 잘 보관해 유지관리한다.

Fig. 2 그림의 (a)는 다양한 환경에서 촬영된 이미지이고 (b)는 실제로 저장할 동영상이다. (c)는 구축된 동영상 DBMS 이고 (d)는 MOD 성능 평가 화면이다. 순서는 (a) 부터 (d)까지 알파벳 순서로 구축된다.



[Fig. 2] DB Example - MOD

3.1.2 DB 구축 예제 - 주차선 인식

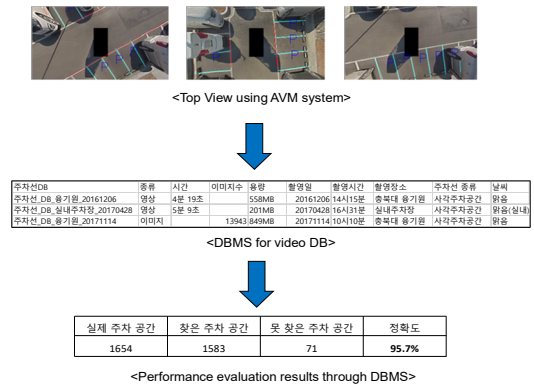
AVM(Around View Monitoring) 시스템을 활용한 주차선 인식 알고리즘은 데이터 수집 후에 학교 주차장에서 영상 수집 및 기계학습 적용하며 Adaboost 알고리즘을 활용한 성능 평가가 실시된다. 지속 주행시 전방 카메라를 보완한 AVM기반 차선 인식 알고리즘 검토와 전방 카메라와 센서 융합을 통한 차선인식 방법으로 강인한 알고리즘을 구현하였다.

MOD 알고리즘 개발을 위한 동영상 DB 구축과 같이 주차선 인식 알고리즘을 위한 동영상도 DBMS로 구축하여 다음의 과정으로 진행한다. 먼저 유효 라인 검출이다. 동영상 DB로부터 영상 입력하고 영상에서 성분을 추출하고 추출한 dX, dY 성분으로부터 특징 맵을 작성한다 [6]. 작성된 맵을 이진화하고 이진화 하고 허프 변환하여 차선 후보들을 검출한다. 단순히 허프 변환만 수행한다면 불필요한 차선 후보들까지 추출되기 때문에 유효한 선들만 선택하기 위해서 허프 변환[7]을 거친 직선이 맵에서 유효한 라인인지를 검증한다.

주차장 지역을 주행하는 실제 AVM 영상[8]에서 유효

라인을 검출하면 하나의 주차선 영역에 여러개의 유효 라인이 중복되어 생성된다. 주차선을 정확히 검출하기 위해서는 중첩된 선들을 하나의 대표 차선으로 클러스터링하는 작업이 필요하다.

Fig. 3에서 베이스라인(base line)을 선택하여 각도가 비슷하면서 가까운 선들을 묶는다. 인접한 선과 선끼리의 거리를 측정하기 위해 먼저 각 선들의 중점을 구한 뒤 베이스라인과 수직 거리를 계산한다. 수직거리가 일정 임계값 보다 낮은 선들 중에 베이스 라인의 양끝과 비교하고 있는 선의 양끝의 거리를 계산하면 주차선 인식이 구현된다.



[Fig. 3] DB Example - Parking Line Detection

주차선 인식을 위한 데이터셋은 차량 탐부 기준 전후 좌우 2미터까지 ROI (Region of Interest)[9] 설정하고 정사각의 이미지가 되도록 패딩을 부여한다. 그 결과로 224\*224 (pixels) 로 크기가 조정된다. 구축된 데이터는 총 6,357장이고 구성은 AI로 훈련된 자료 4,239장, 테스트된 자료 1,059장 그리고 테스트를 위한 자료 1,059장 이다.

3.1.3 DB 구축 예제 - 전방 차량 인식 (VD)

캠퍼스 내에서 전방 차량 이동 실험을 통한 데이터 수집하고 차량과의 거리(15m, 10m, 5m)를 측정하여 픽셀 단위 거리 변환 실험을 추진한다. 수집된 데이터 기반으로 차량인식[10] 및 장애물 검출 알고리즘 평가가 진행된다.

전방 차량인식을 위한 영상 DB 구축을 위한 Raw Date를 얻기 위해서는 다음과 같은 조건이 필요하다.

조도 상태가 양호한 주간, 차량이 30km/h 이상 주행할 경우, 차량의 최선단에 설치한 ADAS 카메라 [11]를 이용하여, 전방 차량을 인식한다. 둘째, 카메라 전방 최대 15m 떨어진 전방의 차량을 인식한다. 카메라로 촬영한 전방 차량과의 거리가 가까워지고, 차차 감속 속도

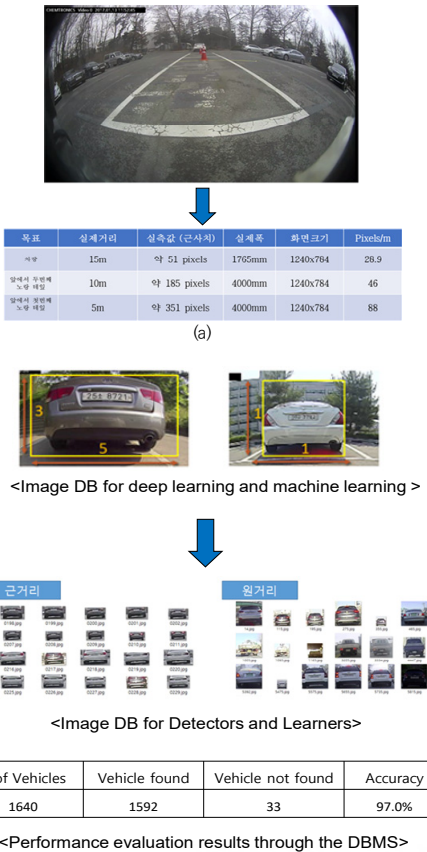
가 충분하지 않을 때 알람을 발생한다.

구축 과정에서 고려해야 할 내용은 다음과 같다. 기존에는 탐부를 생성하거나 주차 시 후방 카메라로 확인하는 용도로만 쓰인다. AVI 시스템상에서 주변 차량을 인식하게 되면 따로 카메라를 설치하지 않고 전방 차량 감지를 할 수 있다. 마지막으로 어안렌즈 환경에서 전방 차량은 원거리와 근거리의 차량 형태가 매우 다르다 (Fig. 4).



[Fig. 4] Long-distance and Close-distance Raw images for VD video DB

검출기에서 나온 결과에서 차량의 True/False를 구별하기 위해 HOG 특징[12]을 학습시키고 검출기와 마찬가지로 근거리, 원거리 차량을 각각 학습시킨다. 학습시킨 이미지나 영상은 구축된 영상 데이터베이스에 저장하고 나중에 성능 평가에 사용한다.



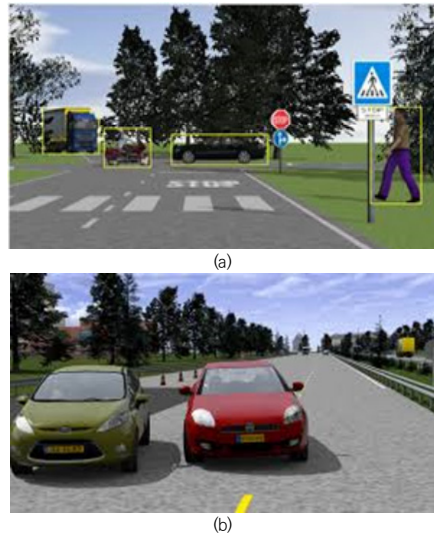
[Fig. 5] DB Example - VD (Vehicle Detection)

저장된 영상 DB를 가지고 성능 평가를 시행하려면 다음과 같은 과정을 가지고 진행한다. 전방차량을 이동시키면서 15미터, 10미터, 5미터 로 실제 거리를 측정하여 결과를 얻는다. 아래 그림 (a)와 같이 삼각대를 사용하여 거리를 표시하고 영상에서 거리별 픽셀 수를 계산한다. 측정된 결과를 가지고 전방 차량인식 알고리즘과 장애물 검출 알고리즘을 사용한다.

3.1.4 DB 구축 예제 - 가상 DB용 영상

Fig. 6와 같이 PreScan으로 만든 가상 DB용 영상 샘플을 사용하여 인공지능 기술 검증할 수 있다.

특히, MOD[13]를 위한 경우와 차도에서 위험한 상황에서 영상을 만들어서 인공지능 기술검증 및 성능 평가에 사용할 수 있다. 아래 그림 6의 (a)의 경우 MOD를 위해 만든 가상 이미지이고 (b)의 경우 위험한 상황을 위한 영상이다. 가상 DB 영상의 장점은 실제 위험한 상황을 가상환경에서 만들어 결과를 알 수 있지만 해당 소프트웨어 비용이 비싸다는 문제가 있다.



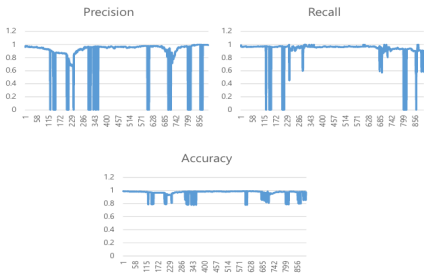
[Fig. 6] DB Example - PreScan Images

<Table 1> The Result for MOD/FSD DB

DB for MOD	Type	Time	Location	Capacity	Date	Storage
Autonomous vehicles such as Tucson, Ioniq, and other vehicles	Video	1416 Minutes	City, Highway Parking lot, etc.	589GB	2024 0709 ~ 2024 1130	NAS server

### 3.2 구축 현황 및 실험 결과

영상 DB 구축을 위하여 위 표와 같이 총 1416분 분량의 DB를 확보하였고 다양한 환경에서 촬영하였다. 위 영상 DB는 자율주행차와 인공지능 기술 검증을 위하여 사용 가능하다. 또한, SILS 및 HILS 기반 평가 시스템 활용에도 도움이 될 것이다. 구축된 DB 활용을 위해 위 DB 구축 결과를 통한 FSD (Free Space Detection) 알고리즘[14]의 실험 결과는 다음과 같다 (Fig. 7). 그래프의 x축은 구축된 DB에서 제공된 전방 카메라의 이미지 프레임 숫자이고 y축은 각각 Precision(정밀도), Recall(재현율), 그리고 Accuracy(정확도)이다.



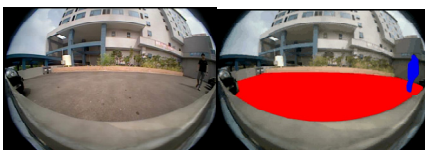
[Fig. 7] The Result of FSD using the DB

위 결과 정밀도는 평균 89%, 재현율은 평균 92%, 그리고 정확도는 96% 검출되었고 계산 방식은 아래 Fig. 8과 같다. Fig. 9의 오른쪽 영상의 GT (Ground Truth) 값이 1일 때 결과가 1이면 TP (True Positive), 픽셀값이 0일 때 결과가 0이면 TN (True Negative)이다. 픽셀값이 1일 때 결과가 0이면 FP (False Positive)이고 픽셀값이 0일 때 결과가 1이면 FN (False Negative)이다. 제공된 DB 영상의 환경은 맑은 날씨, 차는 정지 상태, 주위에 사람의 움직임이 존재하고 도로 환경은 대체로 깨끗하였다.

$$(Accuracy) = \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN}$$

$$(Precision) = \frac{TP}{TP + FP} \quad (Recall) = \frac{TP}{TP + FN}$$

[Fig. 8] The Formula for FSD result



[Fig. 9] The Original Image (Left) and the Image of Ground Truth (Right) from the DB

### 4. 결론 및 향후 계획

본 연구에서는 자율주행 기술 검증을 위한 영상 DB 서버 구축 및 관리 시스템을 제안하였다. 대규모 영상 데이터를 수집하고 이를 체계적으로 관리하며, AI 기반 자율주행 기술 검증을 위한 성능 평가 시스템을 제공하는 것이 본 연구의 핵심이다. 특히, PreScan[15]등 시뮬레이션 툴을 활용하여 실제 데이터 수집이 어려운 환경에서도 효과적인 AI 모델 학습이 가능해지게 하였다. 또한, FSD 알고리즘에 구축된 DB를 적용하여 의미 있는 결과를 도출하여 구체적인 데이터의 활용을 입증하였다.

향후 연구에서는 실시간 데이터 처리를 위한 클라우드 기반 영상 DB 시스템 구축, 더 정교한 라벨링 자동화 기술개발, 그리고 다양한 AI 모델 학습 및 평가 지원 방안을 추가로 연구할 예정이다. 본 논문의 연구 결과가 자율주행 기술의 안전성과 신뢰성을 향상하는데 이바지할 것으로 기대된다.

### REFERENCES

- [1] D .Lee, J. Lee, S. Lee and S. Kee, "The Real-time Implementation for the Parking Line Departure Warning System," ICITE, 3-5 Sept. 2018.
- [2] S. Jamonnak, Y. Zhao, X. Huang, Md Amiruzzaman. "Geo-Context Aware Study of Vision-Based Autonomous Driving Models and Spatial Video Data." IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, August 2021.
- [3] K. Burnett, D. Yoon, Y. Wu, A. Li, H. Zhang. "Boreas: A Multi-Season Autonomous Driving Dataset." The International Journal of Robotics Research, Volume 42, Issue 1-2, January 2023.
- [4] X. Peng, Z. Huang, X. Sun, "Building BROOK: A Multi-modal and Facial Video Database for Human-Vehicle Interaction Research." arXiv.org, May 2020.
- [5] S. Lee, D. Kim, "Establishment of Virtual Simulation System for Autonomous Driving Recognition Algorithm Learning Data Collection," KCC, 2023.6 pp. 1,419-1,420, 2023.
- [6] J. Lee, D. Im, K. Song, H. Noh, H. Yang, "The Research of Construction and Evaluation of Real Road Image Database for Camera-Based Autonomous Driving Recognition," KASE, pp. 622-626 May 2019.
- [7] P. Yakimov and V. Fursov, "Traffic Signs Detection and Tracking using Modified Hough Transform," Proceedings of the 12th International Conference on Signal Processing and Multimedia Applications, pp. 22-28, 2015.
- [8] J. Pyo, S. Hyun, and Y. Jeong, "Auto-image calibration for AVN system," 2015 International SoC Design Conference (ISOCC), pp. 307-308, Nov. 2015.

- [9] X. Wu, P. Wang, and X. Wang, "ROI-DVC: A Region-of-Interest Based Deep Video Coding Framework," 2024 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 1967-1972, Oct. 2024.
- [10] W. Li, F. Qu, and P. Liu, "Vehicle Detection on Unmanned Aerial Vehicle Images based on Saliency Region Detection," International Journal of Performability Engineering, 2019.
- [11] H. K. Kim, Y. Chung, and M. Kim, "Effect of Enhanced ADAS Camera Capability on Traffic State Estimation," Sensors, vol. 21, no. 6, p. 1996, Mar. 2021.
- [12] J. Arrospide, L. Salgado, and J. Marinas, "HOG-like gradient-based descriptor for visual vehicle detection," 2012 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 223-228, Jun. 2012.
- [13] S. H. Shaikh, K. Saeed, and N. Chaki, "Moving Object Detection Approaches, Challenges and Object Tracking," Moving Object Detection Using Background Subtraction, pp. 5-14, 2014.
- [14] K. Matsukawa, K. Nojiri, and H. Ohtsuka, "Study of Free Space Detection for Narrow Roads Driving Support System," Proceedings of The 6th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering 2018, pp. 374-378, 2018.
- [15] Y. Luo, Y. Li, L. Liu, and W. Hao, "PreScan-Based Nonlinear Longitudinal Control for Connected Vehicle Platoon," CICTP 2020, pp. 1010-1019, Dec. 2020.

**이 신 재(Sinjae Lee)**

[정회원]



- 2008년 5월 : 미국 Towson Univ. 컴퓨터과학부 응용정보기술전공 (컴퓨터과학 박사)
- 2008년 5월~2016년 6월 : 고려대학교 임베디드SW사업단 연구교수(전임) 등

- 2016년 7월 ~ 2019년 6월 : 충북대학교 스마트카연구센터 전임연구원(연구교수)
- 2019년 7월 ~ 2022년 6월 : 한국과학기술원(KAIST) 전산학부 연구부교수(산중교수)
- 2024년 9월 ~ 현재 : 우송대학교 소프트웨어학부 교수

<관심분야>

사물인터넷, 자율주행, 임베디드 시스템, 네트워크 보안

**양 현 식(Hyun Sik Yang)**

[정회원]



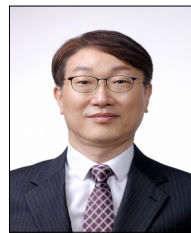
- 1992년 2월 : 한양대 전자계산학과 석사 (인공지능 전공)
- 1993년 3월 ~ 1997년 2월 : 한국디지털컨트롤
- 1997년 3월 ~ 2023년 12월 : 삼성전자
- 2024년 9월 ~ 현재 : 우송대학교 소프트웨어학부 교수

<관심분야>

인공지능, 사물인터넷, 네트워크

**왕 중 민(Joong Min Wang)**

[정회원]



- 2001년 8월 : 충남대학교 전산학과 석사(정보보안)
- 2001년 9월 ~ 2022년 12월 : 한전원자력연료 디지털보안실장
- 2023년 3월 ~ 현재 : 우송대학교 소프트웨어학부 교수

<관심분야>

정보보안 및 응용소프트웨어

**김 삼 택(Hyun Sik Yang)**

[정회원]



- 2005년 2월 : 중앙대학교 중앙대학원 컴퓨터공학과 (공학 박사)
- 1990년 5월 ~ 1995년 2월 : LG 연구소 전임연구원
- 1995년 3월 ~ 현재 : 우송대학교 소프트웨어학부 교수

<관심분야>

무선/유선 네트워크, 모바일 시스템, IoT, Big Data, 커넥티드 카