

# 2021 (사)ICT플랫폼학회 하계 학술대회 및 시융합기술 세미나 자료집

- 일 시 : 2021년 8월 23일 (월)14:00-18:00
- 장 소 : 제주 신화월드 컨벤션센터 우도룸 / 온라인 병행
- 주최/주관 : (사)ICT플랫폼학회, 국산ICT기업협의회
- 후원 : (주)넷케이티아이, (주)대보정보통신, (주)대신정보통신, 세림티에스지(주), (주)시스원, (주)쌍용정보통신, (주)아이씨티웨이, (주)에스제이정보통신, (주)올포랜드, 인포시스(주), 지앤소프트(주), (주)탐스인터내셔널, 한국정보기술(주), LG히다찌(주), (주)SK브로드밴드



# 프로그램

2021 (사)ICT플랫폼학회  
하계 학술대회 및 시용합기술 세미나

(본 프로그램은 행사 당일 사정에 의해 변경될 수 있습니다)

2021년 8월 23(월) 진행 총괄 : 고대식 총무 부회장		
13:00~ 13:50	동영상 발표 (대학생) [학회홈페이지]	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ <b>딥러닝 기반 긴급차량 우선 신호 시스템</b> 장재원(대구가톨릭대), 이소연(순천향대), 양희웅(대구가톨릭대), 임준호(대구가톨릭대), 김대영(순천향대)</li> <li>◎ <b>딥러닝 기반 실종 아동 수색 모델</b> 이유찬, 정인권, 김성원, 최인제, 김민석, 김계영(송실대)</li> <li>◎ <b>아이들 교육을 위한 도형인식에 관한 연구</b> 이기원, 이상혁, 이주희, 구본근(한국교통대)</li> <li>◎ <b>딥러닝을 이용한 세계 동전 분류</b> 이재현, 신동규, 박이준, 송현주, 구본근(한국교통대)</li> <li>◎ <b>CNN을 이용한 플라스틱 페트병 재활용 여부 구분</b> 이재원, 윤석현, 김도훈, 신명기, 구본근(한국교통대)</li> </ul>
13:50~ 15:10	동영상 발표 (일반) [학회홈페이지]	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ <b>RNN 접근방식을 기반으로 한 차량 엠티 통신에서의 다중경로 라우팅 제어 및 자원할당 기법</b> 이맛사, 담프로힘, 김석훈(순천향대)</li> <li>◎ <b>화재 탈출 훈련 기능성 게임의 메타버스 플랫폼 구현</b> 이상호, 하규태, 김시호(연세대)</li> <li>◎ <b>무선 센서 네트워크의 FBSEF에서 유전 알고리즘 기반 보안 강도 결정 방법</b> 안정섭, 조대호(성균관대)</li> <li>◎ <b>무선 센서 네트워크에서 이상 탐지를 위한 시간적 행위의 애플리케이션 계층 보안 모델</b> 안정섭, 조대호(성균관대)</li> <li>◎ <b>WSN 기반의 공기 정화 IoT에서 보안을 위해 미세 먼지 수치를 이용한 허위 데이터 주입 공격 탐지 시스템 모델링 및 시뮬레이션</b> 강예림, 조대호(성균관대)</li> <li>◎ <b>증강현실 기반 발달장애인 재활서비스 원격 모니터링 플랫폼 개발</b> 유재호(선문대)</li> <li>◎ <b>IoV에서 보안성 향상을 위한 교통 정보 기반 복합 공격 탐지 방법</b> 정원진, 조대호(성균관대)</li> <li>◎ <b>클라우드 CDM에서 에이전트 기반 분산 ID 스킴</b> 강윤희(백석대), 박용범(단국대), 남성현(두원공과대), 조재혁(송실대)</li> </ul>

15:00~	온라인 입장	이은애 실장/이용환 교수
15:10~ 15:20	진행방법 안내 및 연구윤리교육 - 고대식 교수	
15:20~ 16:00	후원사 발표	<b>IoT 플랫폼</b> 도성욱 이사 (인포시스(주))
	온라인 발표	◎ GIS 기반 환경유해인자 및 건강영향 빅데이터 플랫폼 개념 설계 조재혁(송실대)
16:00~ 18:00	오프라인 발표 -제주 신화월드 컨벤션센터 우도룸 (대학생/일반)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 뇌졸중 고령자와 정상인의 보행 시 족압특성의 비교 분석 정남교(고려대), 박세진, 권순현, 전종암, 유재학(ETRI)</li> <li>◎ 비대면 교육을 위한 블록체인 기술접목 에듀테크 플랫폼 개발 사례 장은철, 김장환, 김영철(홍익대)</li> <li>◎ 디지털 악기 타건 보정 기술을 통한 학습 기능 구현 강진수(금오공과대), 지연정(금오공과대), 도상인((주)다이나톤), 김성영(금오공과대), 김영형(금오공과대)</li> <li>◎ 자동차 부품용 사출 공정의 비전 빅데이터 수집시스템 개발 이창용(금오공과대), 우희진(금오공과대), 이형석(우성파워텍(주)), 이용환(금오공과대)</li> <li>◎ 지하수위 측정 시스템을 위한 FPGA 로직 설계 이창용(금오공과대), 박송희(금오공과대), 지연정(금오공과대), 김태민(Chipwork), 김영형(금오공과대)</li> <li>◎ V2X에서 도로 차량 사고 검출을 위한 그래프 모델링 기법 정성모(한국교통대), 고대식(목원대), 송석일(한국교통대)</li> </ul>
후원사 소개자료 학회 홈페이지에 연간 게시		
저녁식사 등은 코로나 방역단계 격상으로 취소하며 논문 당 1만원 기프트콘을 제공합니다.		



# 목 차

2021 (사)ICT플랫폼학회  
하계 학술대회 및 AI융합기술 세미나

## < SESSION 1 >

딥러닝 기반 긴급차량 우선 신호 시스템 ..... 3  
장재원(대구가톨릭대), 이소연(순천향대), 양희웅(대구가톨릭대), 임준호(대구가톨릭대), 김대영(순천향대)

딥러닝 기반 실종 아동 수색 모델 ..... 7  
이유찬, 정인권, 김성원, 최인제, 김민석, 김계영(송실대)

아이들 교육을 위한 도형인식에 관한 연구 ..... 12  
이기원, 이상혁, 이주희, 구본근(한국교통대)

딥러닝을 이용한 세계 동전 분류 ..... 15  
이재현, 신동규, 박이준, 송현주, 구본근(한국교통대)

CNN 을 이용한 플라스틱 페트병 재활용 여부 구분 ..... 19  
이재원, 윤석현, 김도훈, 신명기, 구본근(한국교통대)

뇌졸중 고령자와 정상인의 보행 시 족압특성의 비교 분석 ..... 23  
정남교(고려대), 박세진, 권순현, 전종암, 유재학(ETRI)

## < 기업 발표 >

IoT 플랫폼 ..... 29  
도성욱 이사 (인포시스(주))

## < SESSION 2 >

RNN 접근방식을 기반으로 한 차량 엣지 통신에서의 다중경로 라우팅 제어 및 자원할당 기법 ..... 39  
맛사, 담프로힘, 김석훈(순천향대)

화재 탈출 훈련 기능성 게임의 메타버스 플랫폼 구현 ..... 44  
이상호, 하규태, 김시호(연세대)

무선 센서 네트워크의 FBSEF 에서 유전 알고리즘 기반 보안 강도 결정 방법 .....	47
안정섭, 조대호(성균관대)	
무선 센서 네트워크에서 이상 탐지를 위한 시간적 행위의 애플리케이션 계층 보안 모델 .....	51
안정섭, 조대호(성균관대)	
WSN 기반의 공기 정화 IoT 에서 보안을 위해 미세 먼지 수치를 이용한 허위 데이터 주입 공격 탐지 시스템 모델링 및 시뮬레이션 .....	56
강예림, 조대호(성균관대)	
증강현실 기반 발달장애인 재활서비스 원격 모니터링 플랫폼 개발 .....	59
유재호(선문대)	
IoV 에서 보안성 향상을 위한 교통 정보 기반 복합 공격 탐지 방법 .....	62
정원진, 조대호(성균관대)	
클라우드 CDM 에서 에이전트 기반 분산 ID 스킴 .....	65
강윤희(백석대), 박용범(단국대), 남성현(두원공과대), 조재혁(송실대)	
GIS 기반 환경유해인자 및 건강영향 빅데이터 플랫폼 개념 설계 .....	68
조재혁(송실대)	
비대면 교육을 위한 블록체인 기술접목 에듀테크 플랫폼 개발 사례 .....	71
장은철, 김장환, 김영철(홍익대)	
디지털 악기 타건 보정 기술을 통한 학습 기능 구현 .....	75
강진수(금오공과대), 지연정(금오공과대), 도상인((주)다이나톤), 김성영(금오공과대), 김영형(금오공과대)	
자동차 부품용 사출 공정의 비전 빅데이터 수집시스템 개발 .....	77
이창용(금오공과대), 우희진(금오공과대), 이형석(우성파워텍(주)), 이용환(금오공과대)	
지하수위 측정 시스템을 위한 FPGA 로직 설계 .....	80
이창용(금오공과대), 박송희(금오공과대), 지연정(금오공과대), 김태민(Chipwork), 김영형(금오공과대)	
V2X 에서 도로 차량 사고 검출을 위한 그래프 모델링 기법 .....	82
정성모(한국교통대), 고대식(목원대), 송석일(한국교통대)	





# SESSION 1

- 대학생 -





# 딥러닝 기반 긴급차량 우선 신호 시스템

장재원\*, 이소연\*\*, 양희웅\*, 임준호\*, 김대영\*\*\*

## Deep learning-based traffic control system for an emergency vehicle

*Jae Won Jang\*, SoYeon Lee\*\*, Hee Woong Yang\*, Jun Ho Lim\* and Dae-Young Kim\*\*\**

### 요 약

우리나라에서는 응급 신고 후 구급차가 도착까지 5분을 골든타임으로 정의한다. 하지만 실제 현장의 경우 구급차의 평균 출동 시간은 9분, 평균 이송 시간은 17.6분으로 골든타임과 비교하여 상당히 큰 지연시간이 존재한다. 이러한 지연시간에는 다양한 원인이 존재하지만 가장 큰 원인은 교통체증이다. 해당 문제를 해결하기 위해 정부에서 긴급 자동차 양보 의무 법을 제정, 사고 발생률이 가장 높은 장소에 구급차 우선 배치 등을 통해 골든타임을 확보하고 있지만, 교통량이 빠른 속도로 증가하는 출퇴근 상황에서는 해결책이 되지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 신호등에 사운드 센서를 설치하여 수집된 소리 데이터를 활용한 딥러닝 기반 긴급차량 우선 신호 시스템을 제안하였고 긴급차량의 거리에 따라 다르게 나타나는 주파수 신호를 분류하기 위한 실험을 진행하였다.

### Key words

*Deep learning, traffic control system, sound-based learning, emergency vehicle, intelligent traffic system*

## I. 서 론

환자의 생사를 결정지을 수 있는 응급 사고의 발생 후 환자에 대한 응급처치가 이루어져야 하는 최소한의 시간을 골든타임이라 하며, 생존율을 높이고 피해를 최소화하기 위해 초기 대응 목표 시간을 5분으로 설정한다[1]. 하지만 우리나라 119 구급대의 출동시간은 평균 9분,

이송 시간은 평균 17.6분으로 정의된 골든타임과 실제 출동시간과 비교하여 상당한 지연시간이 발생된다[2]. 구급차가 골든타임 내에 현장에 도착하지 못하는 이유는 교통체증과 불법주차로 인한 진로 방해가 가장 많이 나타났다[3]. 해당 문제점을 해결하기 위해 정부에서는 긴급자동차 양보 의무법을 제정하고, 사고 발생률이 가장 높은 장소에 구급차 우선 배치 및 순

\* 대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부 학사과정({fndl48, yang7777, jewel7492}@cu.ac.kr)

\*\* 순천향대학교 소프트웨어융합학과 일반대학원 석사과정(lsy8647@sch.ac.kr)

\*\*\* 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수(dyong.kim@sch.ac.kr)

찰 활동 강화, 긴급차량 우선신호 제어시스템 등을 통해 골든타임을 확보하고 있으며 또한 긴급차량 우선 신호 시스템의 연구도 활발하게 진행되고 있다. 하지만 빠른 속도로 교통량이 증가하는 출퇴근 시간에는 해결책이 되지 못하고 있고 현재 긴급차량 우선 신호 방식의 경우 중앙 제어시스템을 기반으로 능동적인 대처가 어렵다[4]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 신호등에 사운드 센서를 설치하여 현재 도로 상황 소리를 수집하고 측정된 사운드 데이터에 Fast Fourier Transform (FFT)[5] 알고리즘을 적용 후 주파수 그래프로 시각화한다. 이미지 데이터를 사전에 학습된 CNN모델[6]을 적용하여 응급 차량의 경음을 분석한다. 이후 거리에 따라 달라지는 소리의 주파수 차이를 인지하여 차량의 이동 방향을 감지하고 주행 방향에 따라 신호체계를 변경하여 교통의 흐름을 조절하는 딥러닝 기반의 긴급차량 우선 신호 시스템을 제안한다.

## II. 본론

### 2.1 제안하는 시스템 구조

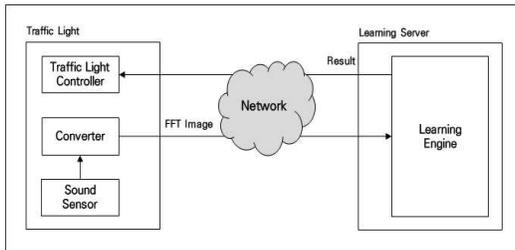


그림 1. 시스템 구조

본 논문에서는 그림1과 같은 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 신호등 (Traffic Light) 과 학습 서버 (Learning Server)로 구성된다. 신호등에 부착된 사운드 센서는 구급차 소리를 수집하고 수집된 구급차 소리를 변환기 (Converter)로 전달한다. 변환기는 전달받은 음향 데이터에 FFT 알고리즘을 적용한 뒤, 해당

결과를 그래프 이미지로 출력한다. 출력된 FFT 이미지는 네트워크를 통해 학습 서버에 전달되고 학습 서버는 미리 훈련된 이미지와 변환기를 통해 전달받은 이미지를 LeNet기반의 CNN모델을 통해 비교하여 탐지한다. 이후, 탐지된 결과 파라미터를 네트워크를 통해 신호 제어기로 전달하고 구급차의 주행 방향에 따라 신호체계를 변경하여 교통흐름을 조절한다.

### 2.2 실험 구조

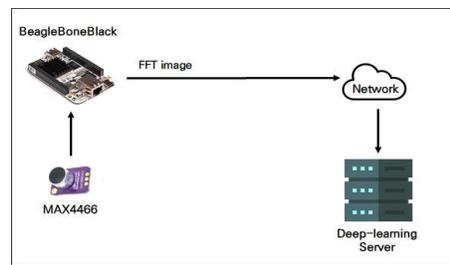


그림 2. 실험 구조

먼저 거리에 따라 다르게 나타나는 주파수 신호를 검증하기 위해 실험 구조를 다음과 같이 설계하고 실험을 진행하였다. 사운드 센서 MAX4466를 BeagleBone Black SoC에 연결하여 1m, 7m 거리에서의 구급차 소리를 측정하였다. 구급차 소리는 iPad Air4 기기 내 Horn & Siren Sound APP을 활용하여 측정하였다. 측정된 시계열 신호 데이터에 FFT를 적용하여 주파수 영역으로 변환하였으며, 모든 그래프는 동일한 스케일을 적용하여 설정한 주파수 (hz) 대역(0~7,500Hz)에 따른 진폭 (amplitude)의 변화를 나타내고, 거리에 따른 주파수 신호 데이터는 그림 3과 같다.

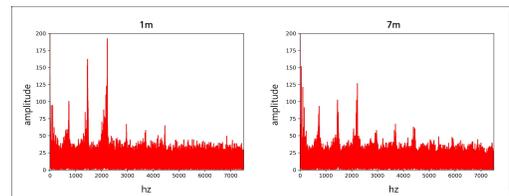


그림 3. 거리에 따른 주파수 신호

각 m당 이미지 데이터의 개수는 900장으로 총 1800장이며, 이를 네트워크를 통해 Deep-learning Server로 전송하고 주행 방향을 탐지하기 위한 CNN 모델 기반 이진 분류 학습을 진행하였다.

### 2.3 실험 결과

출력은 1m, 7m 두 클래스로 분류하였으며, 총 1800개의 이미지 데이터를 학습용으로 80%, 테스트용으로 20% 비율로 랜덤하게 구분하여 배치 (batch) 128, epoch 100으로 CNN 모델에 입력하여 학습을 시행하였다. 학습 결과는 그림 4와 같다.

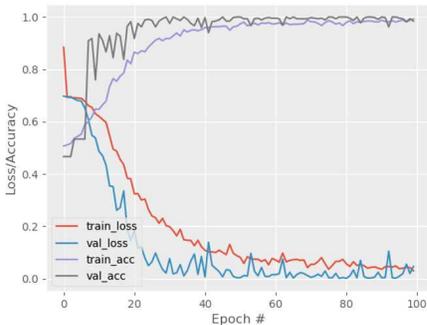


그림 4. Training/Validation 정확도 그래프

학습 모델이 얼마나 정확하게 예측했는지를 평가하는 기준으로서 일반적으로 정확한 예측 수를 총 예측수로 나눈 정확도 (Accuracy)가 사용된다[7]. 그림 4에서의 학습 정확도는 학습용 데이터를 이용하여 학습 후에 각 범주별 음원의 예측 정확도를 나타내고, 테스트 정확도는 학습된 모델에 테스트 데이터를 적용했을 때의 예측 정확도를 의미한다. 그림 4에 나타난 바와 같이 전체적으로 학습 결과와 이 학습 모델을 사용한 테스트 결과값의 정확도가 95%를 넘고 있음을 알 수 있다.

## III. 결 론

본 논문에서는 사운드 센서와 딥러닝 모델

을 이용하여 교통체증이 발생한 도로에서 긴급 차량을 감지하고 신호체계를 변경하는 시스템을 제안하였으며, 긴급 차량 거리 분류 실험을 진행하였다. 사운드 센서에서 수집된 소리 데이터에 FFT 알고리즘을 이용하여 그래프 이미지 데이터로 출력하였으며, 해당 이미지 데이터를 심층 신경망 기법인 CNN 모델을 사용하여 95% 이상의 정확도를 가지는 분류 결과를 보여주었다. 따라서 본 연구에서는 구급차의 거리에 따라 달라지는 고정된 주파수에서 진폭에 대한 차이를 분류하였으며, 향후 본 연구 방법과 결과를 반영하여 실제 교통 상황 음원데이터를 획득하고 활용하여 보다 발전된 연구를 진행할 계획이다. 이들 음원데이터를 이용하여 본 연구에서 제시된 CNN 모델로 학습을 진행한다면, 훨씬 높은 정확도를 가지는 시스템을 쉽게 구현할 수 있고, 실제 상용화도 충분히 가능할 것으로 기대된다.

## Acknowledgements

이 성과는 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. P0014176).

## 참 고 문 헌

- [1] 고은정, 조준한, 이주영. "긴급차량 우선신호 운영 기준 개선에 대한 연구." 대한교통학회지 39. 3 (2021): 299-311.
- [2] 강경희, 한진욱. 2018. 119 구급 서비스의 미이송 시간 분석. 22: 177-187.
- [3] 김동협, 김진태. 2019. 긴급차량 우선신호시스템 현황과 발전방향에 대한 연구. 대한교통학회 학술대회지 : 345-346.
- [4] 황주영, 김나영, 한진일. 2020. 응급환자의 골든 타임 내 구급차 도착률 향상을 위한 구급차 배치 및 재배치 최적화 사례 연구. 경영과학 37: 63-76.
- [5] 박범준, 허진. 2015. Fast Fourier Transform을 이용한 풍력발전의 출력 분석. 대한전기학회 학술대회 논문집 : 87-88.

- [6] 김연규, 차의영. "한글 인식을 위한 CNN 기반의 간소화된 GoogLeNet 알고리즘 연구." 한국정보통신학회논문지 20.9 (2016): 1657-1665.
- [7] 황일규, 송호범. "인공지능 기반의 울음소리를 이용한 영아 상태 인식." 한국정보기술학회논문지 17.7 (2019): 13-21.

# 딥러닝 기반 실종 아동 수색 모델

이유찬, 정인권, 김성원, 최인제, 김민석, 김계영\*\*

## Deep learning-based search model for missing children

*Yu-Chan Lee, In-Kwon Jung, Sung-Won Kim, In-Je Choi and  
Min-seok Kim, Gye-Yeong Kim\*\**

### 요 약

딥러닝 기반 객체 인식 모델을 활용하여 실종 아동의 인상착의에 대한 메타데이터와 CCTV 영상에 관측된 인물의 메타데이터를 대조하여 수색 후보군을 줄여나가는 모델을 제안한다.

### Abstract

*We propose a program to reduce search candidates by extracting the metadata of search candidates from CCTV images using object recognition, one of the deep learning technologies, and comparing and analyzing them with the metadata of missing children. At this time, as metadata for comparison, characteristics such as clothes type, clothes color, and accessory classification were defined. The similarity was given by comparing the metadata of the search candidates in the CCTV video and the metadata of the missing child. Finally, after calculating the similarity of all search candidates, the images of the search candidates are provided to the user in the order of the highest similarity.*

### Key words

*Search for Missing Child, Object Detection, Metadata, Deep Learning, CCTV*

## I. 서 론

아동 실종 사고는 골든타임 내에 수색 아동의 발견 여부에 따라 결과가 크게 좌우된다. 현재의 수색 시스템은 대부분 CCTV 기반의 인력 중심으로 운영되고 있으며, 이는 실종 아동 수색의 골든타임을 놓치는 주요 원인이다.

이에 따라 본 논문에서는 딥러닝 기술을 활

용하여 실종 아동의 메타데이터와 CCTV 영상 내에서 발견된 인물들의 메타데이터를 추출하고 비교하여 수색 후보군을 감축시키는 시스템을 제안한다.

기존 딥러닝 기반의 실종자 수색 모델[1]은 얼굴인식 기술을 기반으로 영상 내에서 검출된 인물과 실종자의 얼굴을 대조하는 방식으로 탐색하지만, 이러한 방식은 조명이나 폐색같은 외부 환경 요인에 따라 인식 정확도가 크게 저

\*\* 숭실대학교 소프트웨어학부 김계영 교수 (gykim11@ssu.ac.kr)

하될 수 있다. 이와 다르게 본 논문에서 제안하는 시스템은 객체 인식 모델을 기반으로 하여 실종자의 인상착의를 바탕으로 영상을 탐색하므로 예측 오류를 발생시키는 다양한 외부 환경 요인에 대해 상대적으로 강건하다.

본 논문에서 사용된 딥러닝 아키텍처는 객체 인식 분야에서 우수한 성능을 보이는 YOLOv5[2-5]로, 영상 내에서 등장한 아동 객체 인식과 인상착의 판별을 위해 사용되었다.

본 논문의 2장에서는 제안하는 시스템의 구조, 구체적인 메타데이터 추출 방식, 학습방법에 대해서 다룬다. 3장에서는 아동 분류 모델, 옷 종류 분류 모델, 액세서리 분류 모델 각각의 성능 평가 실험과 결과에 대해서 다룬다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 모델의 응용 방향과 향후 연구에 대해 다룬다.

## II. 프로그램 동작 방식

### 2.1 동작 과정

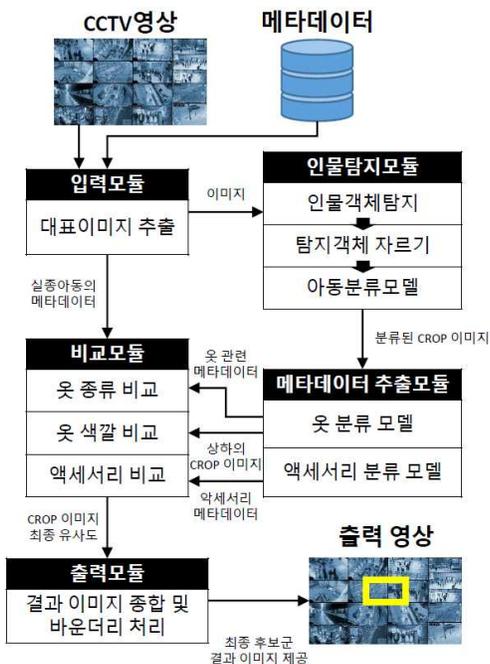


그림 1. 전체 시스템 구조도

제안하는 모델의 구조는 [그림 1]과 같이 입력 모듈, 인물탐지 모듈, 비교 모듈, 메타데이터 추출 모듈, 출력 모듈 등 총 5개의 세부 모듈로 구성되어 있다.

먼저 입력 모듈은 사용자가 입력한 실종 의심 지역의 CCTV 영상과 보호자가 지정한 실종 아동의 메타데이터를 가져온다. 보호자가 지정한 실종 아동의 메타데이터는 비교 모듈에서 다시 사용한다.

입력 모듈에서 가공된 이미지는 인물탐지 모듈을 통해 관심 영역을 제외한 부분을 자르는 과정을 진행한다. 먼저 영상 내 등장한 모든 인물 객체 이미지를 추출하고 관심 영역만 잘라낸다. 잘라낸 이미지는 아동 분류 모델을 통해 해당 이미지의 인물이 아동인지 아닌지를 판단한다. 추출된 객체가 아동이라고 인식되면 해당 이미지를 메타데이터 추출 모듈로 보낸다.

메타데이터 추출 모듈에서는 인물탐지 모듈의 출력 결과인 아동 객체 이미지로부터 옷 분류 모델, 액세서리 분류 모델을 통해 메타데이터 정보를 추출하는 과정을 거친다. 옷 분류 모델은 아동으로 분류된 이미지의 상·하의 메타데이터 정보를 추출하고 그 이미지의 상·하의 영역만 다시 잘라낸 이미지를 만든다. 액세서리 분류 모델은 아동 이미지에서 액세서리 착용 여부에 관한 메타데이터 정보를 추출한다. 액세서리 분류 모델의 출력은 착용한 액세서리의 메타데이터이다. 출력 정보인 옷, 액세서리의 메타데이터와 잘라낸 상·하의 이미지는 비교 모듈로 보낸다.

비교 모듈은 메타데이터 추출 모듈에서 받은 데이터와 입력 모듈에서 보호자가 지정한 실종 아동의 메타데이터를 대조한다. 옷 종류와 색깔의 유사성과 해당 액세서리 착용 여부를 바탕으로 최종 유사도 점수를 계산하여 출력 모듈에 제공한다.

출력 모듈은 비교 모듈에서 전달받은 유사도 점수를 기반으로 예상되는 후보군을 찾고

예측을 시각화한 결과 이미지를 종합한다. 최종적으로 모든 영상의 처리가 완료되면 최종 후보군의 결과 이미지를 사용자에게 제공한다.

전체 시스템에 포함된 인물 객체 탐지 모델, 아동 분류 모델, 옷 분류 모델, 액세서리 분류 모델의 구조는 모두 YOLOv5 모델과 같다.

### III. 실험 및 결과

#### 3.1 실험 데이터

실험에 사용된 데이터 중 아동 분류 모델을 학습시키기 위해 사용된 데이터는 COCO Dataset 2017[7]로 아동이 포함된 이미지 200개, 성인 객체 이미지 200개를 추출하여 가공한 데이터를 사용한다. 옷 분류 모델을 학습하기 위해 사용된 데이터는 옷에 관련된 정보가 포함된 deepfashion2 dataset[8]을 사용했으며, 액세서리 분류 모델은 YOLOv5에서 백팩 클래스에 대해 사전학습된 가중치를 사용한다.

#### 3.2 실험 결과

학습 모델의 성능을 평가하기 위해 분류 모델의 평가 척도인 정확도(Accuracy), 재현율(Recall), 정밀도(Precision), F1 score 등 4가지 지표를 이용해 학습 모델의 성능을 평가한다.

아동 분류 모델의 성능평가지표는 [표 1]과 같다. 아동 분류 모델의 수행 결과 [그림 2]의 원본 이미지의 아동들을 [그림 3]처럼 분류하는 것을 확인할 수 있다.

[표 1] 아동 분류 모델 혼동 행렬  
(Child Classification Model Confusion Matrix)

정확도(Accuracy)	0.7575
재현율(Recall)	0.7700
정밀도(Precision)	0.7512
F1 score	0.7605



그림 2. 원본 이미지  
(Original Image)



그림 3. 분류 이미지  
(Classification Image)

옷 종류 분류 모델 수행 결과는 다음과 같다. 옷 종류 분류 모델의 수행 결과 [그림 4]의 원본 이미지의 아동들을 [그림 4]처럼 분류하는 것을 확인할 수 있다.



그림 4. 원본 이미지  
(Original Image)



그림 5. 분류 이미지  
(Classification Image)

옷 종류 분류 모델의 성능을 평가하기 위해 총 200개의 인물 객체 이미지를 옷 종류 분류

모델로 분류한 결과는 [그림 6]과 같으며, [그림 7]은 옷 종류별 인덱스 표이다. 이를 바탕으로 평가한 정확도는 0.5870이며, 클래스별 재현율, 정밀도 F1 score를 평가한 결과는 [표 2]와 같다.

		실제 정답									
Class		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
분류 결과	a	43	6								
	b	2	61					2			
	c	1		5							
	d				25	2					
	e				7	75	2				1
	f				5	1	8				
	g							1			
	h								1		
	i									4	
	j	19	40	3	18	38	5	3	3	1	3

그림 6. 옷 종류 분류 모델 혼동 행렬  
(Clothes Classification Model Confusion Matrix)

a	short sleeve top short sleeve outwear
b	long sleeve top long sleeve outwear
c	vest sling
d	short
e	trousers
f	skirt
g	long sleeve dress
h	short sleeve dress
i	vest sling dress
j	None

그림 7. 옷 종류별 인덱스  
(Index by Clothing Type)

[표 2] Class별 재현율, 정밀도, F1 score  
(recall, precision, F1 score by class)

class	Recall	Precision	F1 score
a	0.6923	0.8776	0.7740
b	0.5700	0.9385	0.7092
c	0.6250	0.8333	0.7142
d	0.4545	0.9259	0.6097
e	0.6466	0.8823	0.7462
f	0.5333	0.5714	0.5516
g	0.1667	1.0000	0.2857
h	0.2500	1.0000	0.4000
i	0.8000	1.0000	0.8888
j	0.7500	0.0226	0.0438

액세서리 분류 모델 수행 결과는 다음과 같다. 액세서리 분류 모델의 수행 결과 [그림 8]의 원본 이미지의 액세서리들을 [그림 9]처럼 분류하는 것을 확인할 수 있다.

액세서리 분류 모델의 성능을 평가하기 위해 액세서리가 포함된 이미지 100개, 액세서리가 포함되지 않은 이미지 100개를 구성했다. 이에 대한 성능 평가는 [표 3]과 같다.



그림 8. 원본 이미지  
(Original Image)



그림 9. 분류 이미지  
(Classification Image)

[표 3] 아동 분류 모델 혼동 행렬  
(Child Classification Model Confusion Matrix)

정확도(Accuracy)	0.8600
재현율(Recall)	0.7700
정밀도(Precision)	0.9390
F1 score	0.8461

## IV. 결 론

본 논문에서는 딥러닝 기반 기술을 활용하여 CCTV 영상 내 수색 후보군의 메타데이터를 추출하여 실종 아동의 인상착의 메타데이터와 비교 분석했다. 이 방식은 인공지능의 얼굴 인식률에만 의존하는 것보다 옷 종류, 옷의 색깔, 액세서리 분류와 같은 다양한 요소에서 비교 분석을 할 수 있다는 기존 방식과의 차이점을 보였다.

목표를 달성하기 위해 전체 시스템을 모듈별로 나눠서 기능을 제공했다.

성능 평가를 위해 본 프로젝트에서 사용되는 모델들의 정확도, 재현율, 정밀도, F1 score를 통해 학습 모델 성능을 측정했다. 또한 결과물 성능 평가를 위해 전체 시스템이 진행되고 실종 아동이 최종 후보군 이미지 내 포함되어있는지에 대한 정확도를 평가했다. 아동 분류 모델의 정확도는 0.7575, 재현율은 0.77, 정밀도는 0.7512, F1 score는 0.7604로, 옷 종류 모델의 정확도는 0.5870, 액세서리 분류 모델의 정확도는 0.86, 재현율은 0.77, 정밀도는 0.939, F1 score는 0.8461로 측정됐다. 또한 결과물 성능 평가 같은 경우 예측 성공률이 0.6이었다. 측정된 결과로 평가하면 전체 시스템이 정상적으로 작동한다고 볼 수 있다.

비록 얼굴인식에 근거한 실종 아동을 찾을 수 있는 기존과는 차별점이 보이는 방식이지만, 대표적으로 두 가지 한계가 존재했다. 첫 번째는 사람 신체의 일부만 보여서 인식을 못할 경우이다. 두 번째는 조도나 명암에 따라 사람들이 생각하는 옷의 색상과 CCTV에 찍힌 옷의 색상이 다를 수 있다는 점이다. 이 두 가지 문제점에 대한 개선을 위해 추가적인 연구가 필요해 보인다.

본 연구를 통해 실종 아동 수색의 초동수사가속화 및 참여 인력의 효율화가 이루어질 것으로 기대한다.

“ 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음”(2018-0-00209)

## 참 고 문 헌

- [1] Michael Bryan P. Lumaban, Gigeed T. Battung, "CCTV-Based Surveillance System with Face Recognition Feature", International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, Volume 9, No.1.3, 2020
- [2] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", pp.779 - 788, CVPR, 2016
- [3] J. Redmon and A. Farhadi, "YOLO9000: Better faster stronger", Proc. CVPR, pp. 7263-7271, Jul. 2017.
- [4] J. Redmon and A. Farhadi, "Yolov3: An incremental improvement" in arXiv:1804.02767, 2018.
- [5] THUAN, Do. Evolution of yolo algorithm and yolov5: the state-of-the-art object detection algorithm. 2021.
- [6] GIRSHICK, Ross. Fast r-cnn. In: Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. p.1440-1448. 2015.
- [7] LIN, Tsung-Yi, et al. Microsoft coco: Common objects in context. In: European conference on computer vision. Springer, Cham, p. 740-755. 2014.
- [8] LIU, Ziwei, et al. Deepfashion: Powering robust clothes recognition and retrieval with rich annotations. In: Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. p. 1096-1104. 2016.

## Acknowledgements

# 아이들 교육을 위한 도형인식에 관한 연구

이기원\*, 이상혁\*\*, 이주희\*\*, 구본근\*\*\*

## Shape recognition for children's education

*Ki-Won Lee\*, Sang-Hyeouk Lee\*\*, Ju-Hee Lee\*\*, Bon-Gen Gu\*\*\**

### 요 약

최근 IT산업의 중요성이 커지고 있다. 이에 잇따라 학부모들은 자녀들에게 IT분야 조기교육을 하는 추세이다. 배움에 있어서 가장 효과적인 방법은 직접 만지고 느껴보는 것이다. 본 논문에서는 이 시스템을 이용하여 기초 코딩 코드에 대한 설명과 인식 과정을 직접적으로 체험하게 하여 코딩에 대한 아이들의 흥미를 일으키는 것을 목적으로 한다. 방식은 이미지 처리를 위해 OpenCV 라이브러리를 통해 꼭짓점을 찾아 도형을 인식한다.

### Key words

*Shape Recognition, OpenCV, Education.*

## I. 서 론

최근 IT산업이 성장하고 있는 추세이다. 21세기 학부모들의 IT산업에 대한 학구열도 뜨겁고 있다. 한 기사에 따르면 씨엠에스에듀(CMS에듀)가 만든 코딩교육 브랜드 씨큐브코딩이 3월 출시한 AI나노디그리 과정으로 인해 3월 학기 성장률 195%를 기록하고 있다고 전해진다. 이는 2025년 유치중고에서 AI 정규과목을 도입을 앞두고 학부모들이 발 빠르게 효과적인 AI 프로그램을 찾기 시작한 결과로 보고 있다[1]. 또한 IT산업의 성장과 함께 전국 어린이 코딩경진대회도 주최되고 있다[2]. 이러한 시대적 흐름에 맞춰 이 시스템은 반강제적인 교육보다는 어린이들이 코딩에 대해 자의적

으로 공부할 수 있도록 만들어진 시스템이다. 어린이들은 눈으로 보기만 하는 것보다 직접 체험했을 때 학습률이 더 높다.

본 논문에서는 도형인식에 대한 코딩을 통해 코딩에 대한 흥미를 증가시키기 위한 시스템의 프로토타입을 설계, 구현한다.

## II. 도형인식 교육 시스템 설계

### 2.1 도형인식 과정 및 교육 절차

본 논문에서 설계, 구현하는 시스템은 OpenCV[3]을 이용하며, 이를 위한 절차는 그림 1에 나타낸 것과 같다.

\* 한국교통대학교 컴퓨터공학과 학부생

\*\* 한국교통대학교 융합경영전공 학부생

\*\*\* 한국교통대학교 컴퓨터공학과 교수(교신저자, [bggoo@ut.ac.kr](mailto:bggoo@ut.ac.kr))

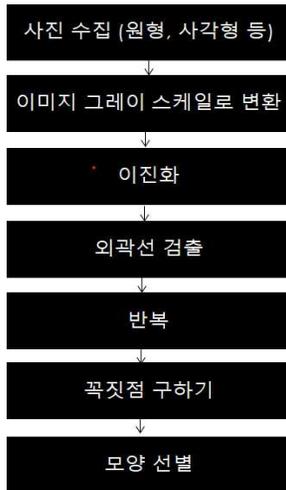


그림 1. 도형인식 프로세스

이 시스템은 어린아이의 도형 교육 및 코딩 흥미를 위해 구현되었으며, 절차로는 랜덤으로 한 가지 도형과 여러 가지 보기를 보여준다. 예시는 그림 2와 같은 이미지로 표현이 된다.



그림 2 화면에 표시된 도형의 예

또한 그림 3과 같이 정답을 입력한 후 정답일 시 “정답입니다.” 오답일 시 “오답입니다.”를 출력한다.

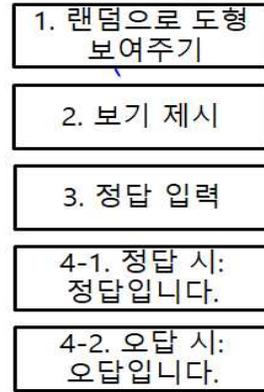


그림 3. 퀴즈 진행 과정

### 2.2 이진화와 외곽선 검출

이진화(Binary)는 어느 지점을 기준으로 값이 높거나 낮은 픽셀의 값을 대상으로 특정 연산을 수행할 때 사용한다. 일반적으로 값이 높거나 낮은 픽셀을 검은색 또는 흰색의 값으로 변경한다. 기준값에 따라 이분법적으로 구분해 픽셀을 참 또는 거짓으로 나누는 연산이며, 이미지 행렬에서 모든 픽셀에 대해 연산이 수행된다. 본 논문에서는 그레이 스케일 이미지를 대상으로 이진화 함수를 적용하였다.

본 논문에서 설계한 시스템의 입력 이미지는 단일 채널 이미지이다. 임계값 형식은 임계값을 초과한 값은 최댓값으로 변경하고 임계값 이하의 값은 0으로 바꾸는 등의 연산을 적용한다. 설정 임계값은 일반적으로 임계값과 동일하지만, 임계값을 대신 계산해주는 알고리즘인 Otsu나 Triangle를 사용한다면, 해당 알고리즘에서 계산해준 임계값을 알 수 있다. 상세한 코드에서는 임계값을 100, 최댓값을 255, 임계값 형식을 cv2.THRESH\_BINARY로 사용하였으므로, 픽셀의 값이 100을 초과하는 경우에는 255의 값으로 변경되며, 100 이하의 값은 0으로 변경된다.

외곽선 검출이란 객체의 외곽선 좌표를 모두 추출하는 작업입니다. 바깥선 외곽선뿐 아니라 옵션을 적용함으로써 안쪽 외곽선도 검출할 수 있다.

### Ⅲ. 구현 내용 및 결과

이 시스템 opencv를 이용하여 도형인식을 한 후 GUI를 이용하여 어린이의 흥미를 유발할 수 있게하기 위해 퀴즈형식으로 구현하였다. 이진화와 외곽선 검출을 통해 꼭짓점을 찾아 꼭짓점 개수에 따른 도형 구분을 바탕으로 진행된다.

#### 3.1 도형인식

본 논문에서 도형인식을 위해 사용한 도형은 아이들의 인식 놀이와 교육을 위해 활용된 여러 가지 도형의 모습과 책과 인터넷등을 비롯하여 많은 사물들의 모습들의 이미지이다.

여러가지 도형의 사진을 수집한 후 이진화와 외곽선 검출 작업 반복을 통해 도형을 인식한다. 결과는 그림4와 같이 나타난다.

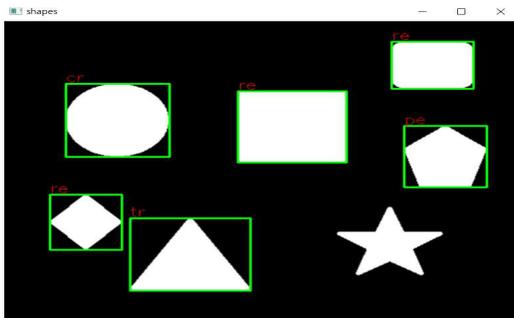


그림 4. 도형 인식 결과

#### 3.2 GUI를 이용하여 퀴즈 구현

이 시스템은 도형인식 후 그 틀을 바탕으로 GUI를 이용하여 퀴즈 형식으로 구현했다. GUI는 사용자가 컴퓨터와 정보를 교환할 때, 그래픽을 통해 작업할 수 있는 환경을 말한다. 마우스 등을 이용하여 화면에 있는 메뉴를 선택하여 작업을 할 수 있게 해준다.

### IV. 결론

IT산업의 발전에 따라 학부모들의 IT기술에

대한 교육열이 뜨거워지고 있다. 이 시스템은 단순히 학습을 위한 시스템이 아닌 퀴즈 형식의 시스템을 통해 어린이들의 흥미를 유발시켜 적극적으로 학습할 수 것에 있어 도움을 줄 것으로 기대된다.

### Acknowledgement

한국교통대학교 IoT&AI 특화사업단으로부터 논문등록비를 지원받았음(2021학년도).

### 참 고 문 헌

- [1] 세계일보 <https://www.segye.com/newsView/20210318510392>
- [2] 전국어린이코딩경진대회: [http://www.codingcontest.or.kr/default/mp1/mp1\\_sub1.php?sub=01](http://www.codingcontest.or.kr/default/mp1/mp1_sub1.php?sub=01)
- [3] Learning Image Processing with OpenCV
- [4] 반도체디스플레이기술화학자 제18권, 2019
- [5] 다양한 외곽선 관련 함수.2020
- [6] python opencv 차준영. 2020

# 딥러닝을 이용한 세계 동전 분류

이재현\*, 신동규\*\*, 박이준\*\*\*, 송현주\*\*\*\*, 구본근\*\*\*\*\*

## Classification of Coin in the World through Deep Learning

*Jae-Hyun Lee\*, Dong-Gyu Shin\*\*, Hyun-Joo Song\*\*\*\*, Lee-Jun Park\*\*\*\*\*,  
Bon-gen Gu\*\*\*\*\**

### 요 약

최근 딥러닝을 통한 이미지 분류 모델의 연구가 활발히 진행되고 있다. 딥러닝이란 Image Data set을 확보한 후 분류 모델을 구성해 검증하는 방식으로, 높은 정확도와 확장성을 바탕으로 많은 분야에서 사용 하고 있다. 우리는 이러한 딥러닝 방식을 가지고 각 나라의 동전을 분류할 수 있는 모델을 만들고자 한다. 많은 여행객이 겪는 어려움중 하나인 각국의 동전 분류문제의 해결을 목표로 하였다. 본 논문에서는 각 나라의 동전을 분류할 수 있는 모델을 구성하고 학습시켜 분류하는 과정을 기술하였다. 이 분류모델을 통해 동전을 카메라에 실시간으로 인식해 어느 나라의 동전인지 알 수 있게 한다. 모델에는 Web Crawling, OpenCV, CNN 등과 같은 기술방식을 이용하여 프로그램을 설계했다.

### Key words

*Deep learning, CNN, Open CV, Data-driven Image Classification, Classification of Coin*

## I. 서 론

세계화가 이루어지는 현재 사람들은 서로 많은 나라를 오가며 활동한다. 해외여행의 빈도와 그 여행객의 숫자도 나날이 증가하고 있다. 우리나라의 경우 해외여행객 증가 수치는 2013년 약 1400만 명 에서 2018년 약 2800만 명을 넘어 5년 사이에 약 100% 증가 하였다

[1]. 많은 사람이 해외여행 중에 자연스럽게 그 나라의 화폐를 이용하게 되는데 이때 여러 나라를 왕래하며 남은 화폐들을 본다면 어느 나라의 것인지 구분하지 못하는 문제가 생길 수 있다. 특히 동전들을 본다면 크기도 작고 색도 청동, 은 위주로 되어있어 분간하기 어려워 해당 동전이 어느 나라 것인지 구분하기 쉽지 않다.

---

\* 한국교통대학교 컴퓨터공학과 학부학생  
\*\* 한국교통대학교 경영정보학과 학부학생  
\*\*\* 한국교통대학교 융합경영학과 학부학생  
\*\*\*\* 한국교통대학교 산업경영공학과 학부학생  
\*\*\*\*\* 한국교통대학교 컴퓨터공학과 교수([bgoo@ut.ac.kr](mailto:bgoo@ut.ac.kr))

유럽의 경우 유로화로 통일되어 사용하지만, 구 화폐를 쓰는 경우가 있을 수 있다. 또한, 유럽 전체의 국가 수는 약 50개국이지만 27개국만이 유럽연합을 구성하고 있기에 유럽인이 아닌 외국인이 유럽지역을 여행할 경우 비유럽연합 각국의 동전을 알기 어렵다. 이러한 문제를 겪고 있는 사람은 많지만 반면에 이 문제를 해결하기 위한 방법은 마땅히 찾아보기 힘들다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 딥러닝의 기술 중 하나인 이미지 분류 모델을 이용하여 동전을 분류하는 방법을 제안한다.

각 동전의 이미지 데이터 집합을 구성하여 학습시킨 후 프로젝트에 사용될 다섯 개의 동전을 선정한다. 또 수집된 데이터를 학습용 데이터 집합과 테스트 데이터 집합으로 분리하고, 이를 이용하여 모델의 정확도를 검증하였다.

## II. 모델 구축 및 학습

### 2.1 전체 구조

CNN을 이용해 동전 이미지 분류를 하려면 동전에 대한 이미지 데이터가 필요하다. 본 논문에서는 이미지 데이터를 수집하기 위해서 기존에 다른 연구에서 사용되었던 동전 이미지를 이용하였고 또한 데이터양이 증가할수록 정확성이 높아지므로 Web Crawling 방식을 이용하여 추가적인 동전 이미지 데이터를 수집하였다.

본 연구에서는 'EU'에 대한 7개의 동전 데이터를 수집하였다. 수집된 동전 이미지 데이터를 OpenCV의 이미지 처리 관련 함수들을 사용하여 전처리를 하였으며 CNN의 입력층에 데이터를 입력하기 위해 NumPy 모듈을 활용하여 Vector로 변환하였고 이상치를 줄이기 위해 정규화를 수행하였다. 그러한 다음 CNN 구조의 정확도를 높일 수 있도록 구축하여 데이터를 학습시켜 모델을 저장하였다.

본 연구에서 마지막으로 model.predict 함수를 사용하여 사용자가 찍은 사진의 동전과

모델에 포함된 동전의 특징을 비교하여 사진에 있는 동전이 어떠한 나라의 동전인지 예측하고 시각화하여 보여준다. 그림 1은 본 연구의 구상도를 나타낸 것이다.

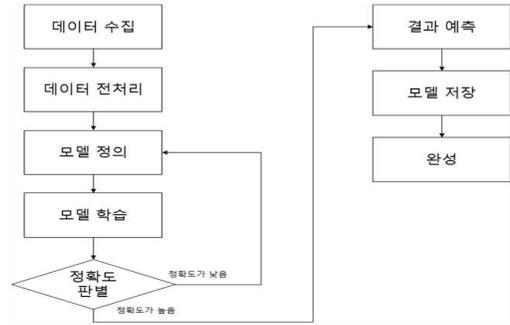


그림 1. 동전 분류모델 구상도

### 2.2 데이터 수집

전반적인 이미지 데이터의 수집은 웹 크롤링을 이용하였다. 이를 위해 본 논문에서는 Python의 Selenium Library를 이용하였다. Selenium을 이용한 데이터 수집 과정에는 먼저 웹 드라이버를 통해 본 연구에 필요한 이미지를 Google에 검색한 후, 검색 결과 페이지의 최하까지 스크롤을 이동하여 모든 이미지 불러오기를 한 후, 각 이미지의 xpath를 저장하여 이용하였다. Selenium의 웹 드라이버를 통한 이미지 데이터 수집을 확인해 본 결과 이미지 개별로 약 400개~ 600개까지의 이미지 데이터 수집 가능하였다. 하지만 원하는 데이터만이 아닌 학습에 맞지 않는 데이터도 수집이 되는 것을 확인했다. 예를 들어 '100원'을 Google 이미지 검색에 검색하면 약 20%의 데이터 군이 학습에 맞지 않는 데이터, 약 80%가 학습에 맞는 데이터로 구분 할 수 있었다. Web crawling을 통해 수집한 20%의 데이터는 일부는 수작업, 일부는 데이터 전처리 과정을 통해 가공하였고 가공한 전체 이미지 군을 학습에 어울리는 이미지 모델로 구성하였다.

### 2.3 모델 구축 및 학습

이미지 정규화 과정을 거친 후 CNN을 수행하여 이미지를 인식한다. CNN을 통한 모델의 구성은 그림 2와 같다. 첫 번째 합성곱 층에서는 입력되는 이미지에 3×3 커널을 적용하여 합성곱 연산을 수행하고 총 32개의 필터를 적용하여 특징 맵을 추출한다. 또 다른 입력 형태인 색을 사용하기 위해 input\_shape에 채널을 3으로 설정한다. 활성화 함수로 ReLU를 사용하였다. 활성화맵을 구한 후에는 배치 정규화 처리를 해주었다. regularization 효과가 있어 dropout 등의 기법을 사용하지 않아도 되며, 학습하는 과정 자체를 전체적으로 안정화하여 학습 속도를 가속 시킬 수 있기 때문이다. 다음 단계로 본 논문에서는 Max Pooling을 사용한다. 입력 영역을 지정한 풀 크기에 따라 나누고 해당 풀에서 가장 큰 값을 선택하여 출력하는 방식이다.

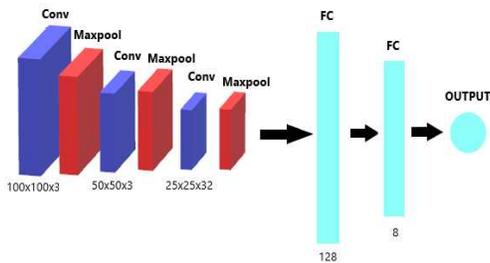


그림 2. CNN의 구성

합성곱 계층과 풀링 계층을 반복적으로 거치면 주요 특징만 추출되고, 추출된 주요 특징은 전결합층에 전달되어 학습된다. 합성곱 계층과 풀링 계층은 주로 2차원 자료를 다루기 때문에 1차원 자료로 바꿔줘야 하는데 이때 Flatten 계층을 사용한다.

이어 Dense Layer를 추가하였다. Dense Layer는 입력과 출력을 모두 연결해주며, 입력과 출력을 각각 연결해주는 가중치를 포함하고 있다. 128개의 유닛을 가진 입력 layer를 만들고 활성화 함수로 ReLU를 사용하여 은닉층으로 학습시켰다. 이후 신경망 학습에 사용된 데

이터는 잘 분류하지만 새로운 패턴의 데이터는 잘 분류해내지 못하는 현상인 과적합을 방지하기 위한 정규화 방법으로 드롭아웃을 사용하였고 다시 Dense Layer를 추가, 활성화 함수로 softmax를 사용하여 확률값을 나타내도록 하였다[7].

마지막으로 모델을 학습시키기 위한 학습 과정을 설정하기 위해 손실함수를 최소화 하는 대표적인 함수 중 하나인 categorical\_crossentropy 함수를 사용하였고 optimizer로 adam, 학습 과정에서 정확도를 수집하기 위해 metrix를 accuracy로 지정하였다.

### III. 구현 및 실험

#### 3.1 데이터 세트

본 논문에서 사용한 Data set은 web crawling을 통해 얻은 코인 사진 7종으로 구성되었다. Web Crawling을 통해 얻은 코인의 사진 개수는 총 700장이며 이미지 증강 작업을 통해 각 동전 당 1000장으로 증강 작업을 하였다. 위와 같은 처리를 한 7개의 각 동전에 대해 train data로 900장 test data로 100장씩 학습을 수행하여 컨볼루션 신경망의 입력에 맞게 100×100으로 크기를 변경하였고, 학습 혹은 테스트를 위해 크기를 변경한 이미지를 이용하여 컨볼루션 신경망 입력 데이터로 사용하였다.

#### 3.2 CNN 분류 결과

구성한 신경망을 100(epoch)회 반복 학습 후 학습 데이터의 정확도는 99%, test data를 대상으로 한 정확도는 99.5%가 나오는 것을 확인하였다. 그림 3은 본 연구에서 대상으로 설정한 동전에 대한 인식 정확도를 나타낸 것이다.



그림 3. 각 동전의 측정된 인식 정확도

### IV. 결 론

본 논문에서는 7개의 각각의 동전에 대해 train data로 900장, test data로 100장씩을 Web Crawling 기술과 이미지 증강 작업을 통해 자료를 수집하였고, 이를 이용하여 총 7개의 Layer로 구성된 CNN 구조에 100번을 반복하여 99%의 분류율을 얻었다.

이때 결과의 정확도는 이미지 해상도의 영향이 있음을 확인하였다. 해상도가 다른 이미지들을 가지고 실험을 한 결과 500x500 이하의 해상도를 가진 동전 사진은 예측을 잘 수행하지 못하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 본 연구의 향후 개발 과제로는 모바일 애플리케이션으로 프로그램을 개발할 것이기 때문에 현 스마트폰 해상도가 1000x1000 이상이므로 큰 영향을 주지는 않으리라고 판단된다.

수행결과 예상되는 산출물의 활용방안으로는 현재는 7개의 동전에 대한 분류를 수행하였지만, 앞으로는 각 나라의 동전들을 CNN에 학습하여 언제 어디서든 사용을 할 수 있게 모바일 애플리케이션으로 만들어 여행 중에도 사용자가 가지고 있는 동전을 사진을 찍어서 어떤 나라의 동전인지 또한, 그날의 화폐 가치는 어떻게 되는지에 대해서 알려주어 사용자에게 편의성을 제공하게 할 것이다. 또한, 동전 분류에 관한 기존의 연구가 없으므로 본 연구가 동전 이미지에 관한 머신러닝 연구에 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

### Acknowledgement

한국교통대학교 IoT&AI 특화사업단으로부터 논문등록비를 지원받았음(2021학년도).

### 참 고 문 헌

- [1] 한국 공항공사 , 한국 여행객 추이
- [2] C.-W. Na and B.-W. On, “최신 웹 크롤링 알고리즘 분석 및 선제적인 크롤링 기법 제안,” 인터넷정보학회논문지, vol. 20, no. 3, pp. 43 - 59, Jun. 2019.
- [3] 가토 고타 , 윤인성 , 이대엽, (파이썬을 이용한) 웹 크롤링과 스크레이핑 : 데이터 수집과 분석을 위한 실전 가이드, 위키북스, 2018
- [4] 정성환,배종욱, Open CV로 배우는 컴퓨터 비전 및 응용, 홍릉과학출판사, 2014, 28p
- [5] S. Lim, S.-H. Kim, Y.-H. Kim, and D. Kim, “소 부류 객체 분류를 위한 CNN기반 학습망 설계,” 한국정보통신학회논문지, vol. 21, no. 1, pp. 144 - 150, Jan. 2017.
- [6]전필한, 권학주, 오성권. (2017). 선형관별 분류법과 소프트맥스 함수를 사용한 RBFNNs 기반 얼굴인식 시스템 설계. 대한전기학회 학술대회 논문집, (), 1480-1481.
- [7] 문주영 유준상 이재흠 조경록. "양자화된 CNN 모델을 이용한 실시간 손 글씨 숫자 인식." 컴퓨터정보통신연구 28.1 (2020): 18.

# CNN을 이용한 플라스틱 페트병 재활용 여부 구분

이재원\*, 윤석현\*\*, 김도훈\*\*\*, 신명기\*\*\*, 구본근\*\*\*\*

## Decision Way of Whether Plastic PET Bottle can be Recycled or not by using CNN

*Jae-won Lee\*, Seok-hyeon Yoon\*\*, Do-hun Kim\*\*\*, Myeong-gi Shin\*\*\*, Bon-gen Gu\*\*\*\**

### 요 약

몇 년간 지속적으로 플라스틱 사용량이 증가하면서 환경 문제가 심화하고 있다. 특히 최근 코로나로 인한 배달음식의 수요가 늘어나며 배달 용기 등 일회용 플라스틱 사용이 증가함에 따라 플라스틱 재활용에 관한 관심이 올라갔다. 이에 맞춰 플라스틱 재활용률을 높이기 위해 분리배출 방법을 알려주는 다양한 플랫폼이 생겼다. 기존의 플랫폼은 분리배출의 원칙만을 제시하여 우리는 여기서 더 나아가 Open CV와 Python을 이용하여 플라스틱 페트병이 재활용 가능한 것인지를 실시간으로 촬영하여 가능 여부를 결정하는 시스템을 제안하는 것이 이 논문의 목적이다.

### Key words

*Machine Learning, CNN, Recycle, Plastic Bottle, PET Bottle*

## I. 서 론

최근 코로나 19로 인해 외출을 자제하고 가정에서 지내는 시간이 많아지면서 배달 음식의 수요가 급증하였다. 이로 인해 배달 용기에 의한 일회용 플라스틱 사용량이 급증하고 있다. 환경부의 ‘생활 쓰레기 연도별 선별 수량 재활용률 현황’ 자료에 의하면 플라스틱 제품 선별량 대비 재활용률은 2015년 58%에서 2019년 41%로 꾸준히 감소하는 추세이지만 플라스틱 제품 발생량은 2015년 43만 3686t에서 2019년

57만 7478t으로 급격하게 증가하였다. 반면, 같은 기간 동안 재활용되는 플라스틱 수량은 25만 1451t에서 23만 4629t으로 오히려 줄었다. 2019년 기준 34만여 톤의 플라스틱 쓰레기가 그냥 버려진 것이다[1]. 재활용이 안 되는 플라스틱 폐기물은 자연 분해가 어렵고, 종류에 따라서는 매립과정에서 생분해되지 않아 미세플라스틱이 되거나 소각 과정에서 발암물질, 중금속 및 주요 온실가스를 배출해 인간의 건강뿐만 아니라 지구의 환경에 악영향을 미친다. 결국 제대로 관리되지 못한 플라스틱 폐기물이

\* 한국교통대학교 컴퓨터공학과 학부생

\*\* 한국교통대학교 기계공학과 학부생

\*\*\* 한국교통대학교 융합경영학과 학부생

\*\*\*\* 한국교통대학교 컴퓨터공학과 교수(교신저자, [bggoo@ut.ac.kr](mailto:bggoo@ut.ac.kr))

환경에 방치돼 생태계 곳곳을 떠돌면서 결국은 인간의 몸속으로 들어온다는 것이다. 이러한 점 때문에 플라스틱 쓰레기 환경 문제가 다시 주목받고 있다.

심각해지는 플라스틱 쓰레기 문제를 해결하기 위한 이상적인 방법은 플라스틱을 사용하지 않는 것이지만 생활 전반적으로 쓰이기 때문에 현실적으로 불가능하다. 많은 학자가 플라스틱을 대신할 수 있는 재활용 가능 용기를 개발하고 있지만 실용화를 위해서는 아직 많은 시간이 필요하다. 심각해지는 환경 문제 속에서 플라스틱을 재활용하는 것이 쓰레기를 줄여 지구의 환경에 도움이 되는 제일 나은 방법으로 생각된다. 따라서 더욱더 많은 플라스틱을 재활용하기 위해서는 사전에 라벨 제거와 내용물이 비어있는지 등을 고려하여 올바른 분리배출을 시행해야 한다[2]. 최근에는 플라스틱 재활용률을 높이기 위해 자원 순환 실천 플랫폼과 내 손안의 분리배출 앱 등으로 플라스틱의 분리배출 방법을 알려줘 어렵지 않게 재활용할 수 있는 방안을 시행하고 있다. 기존의 플랫폼은 분리배출의 원칙만을 제시하기 때문에 우리는 여기서 더 나아가 분리 배출한 플라스틱 페트병이 재활용이 가능한 것인지를 실시간으로 촬영하고 재활용 가능 여부를 결정하는 시스템을 제안하는 것이 이 본문의 목적이다.

## II. 기존 연구[3]

플라스틱은 태우면 공기 오염, 묻으면 토양 오염, 버리면 해양오염을 시키기 때문에 사용하는데 상당한 주의를 기울여야 한다. 우리나라에서는 일단 정책적인 원칙은 매립을 하는 것으로 시행하고 있다. 플라스틱이 자연에서 분해되는데 500 년이 걸린다는데, 이는 영원히 분해되지 않는다고 보고 있다. 왜냐하면 분해라는 것 자체가 생태계 내에서 분해자에 해당하는 미생물이 영양소를 환원하는 과정을 의미하는데, 플라스틱은 생태계의 구성요소가 아니고 플라스틱을 영양성분으로 이용할 수 있는

미생물은 존재하지 않기 때문이다. 또한 우리나라뿐만 아니라 많은 다른 나라에서도 플라스틱 쓰레기를 매립할 수 있는 땅이 부족한 것이 큰 문제이다.

플라스틱으로 인한 오염의 수치는 매립으로 인한 토양의 오염보다 바다에 떠다니는 플라스틱에 대한 해양 오염도가 더 높다. 더 큰 문제는 이렇게 떠다니는 플라스틱은 결국 가라앉고 있다는 것이다. 심지어 깊이가 1000 미터가 넘는 바다의 해저 면에서도 플라스틱 쓰레기가 발견되고 있으며, 수면이 아닌 수중에 떠다니는 플라스틱들은 마치 유령의 무리처럼 떠다니고 있어 해양 생물에게 영향을 주고 있다.

현재까지 플라스틱에 의해 피해를 당하는 생물종은 260종으로 보고되고 있다. 여기에서 260 종은 과학적인 논문 등으로 보고된 것만 포함한다. 사실은 보고되지 않은 것이 훨씬 더 많다고 판단되고 있다. 특히, 동물의 경우에는 플라스틱에 의한 사망 여부가 확인이 눈에 띄지만, 식물이나 다른 미생물들의 경우 플라스틱에 의한 피해인지 아닌지를 과학적으로 검증하기 어려우므로 보고가 안 되고 있다. 플라스틱으로 인한 생물피해 연구에서는 PCB, DDT, BPA 등 플라스틱 제조할 때 첨가되는 화학물질이 자연계에서 다시 누출되면서 생물에 미치는 피해도 세계의 중요한 관심사이다.

## III. 페트병 재활용 여부 결정

재활용 가능한 플라스틱 페트병과 불가능한 플라스틱 페트병을 실시간으로 처리하기 위해서 CNN와 OpenCV를 이용하였다.

### 3.1 페트병 이미지 학습

플라스틱 페트병 이미지 학습을 위해서는 먼저 재활용 가능한 플라스틱 페트병과 불가능한 플라스틱 페트병 이미지를 수집하여 다른 폴더에 분류한다[4]. 그다음 이미지를 저장하고 있는 각 폴더의 이미지를 1장씩 불러와서 이미

지 사이즈를 28\*28로 줄여주고, 불필요한 노이즈를 제거하기 위해 RGB 값을 255로 나누어 0~1의 값으로 만드는 전처리 과정을 거치고 이미지의 결과에 대한 라벨링 작업을 해준다. RGB를 255로 나누는 이유는 이미지 데이터는 픽셀 정보를 0~255 사이의 값으로 가지는데, 이를 255로 나누어주면 0~1.0 사이의 값을 가지는 정규화가 진행된다. 이를 통해 데이터의 범위를 사용자가 원하는 범위로 제한되기 때문이다. 정규화한 이미지를 학습데이터와 테스트 데이터로 나뉘준 후 CNN 모델을 이용하여 이진 분류를 진행했다. 이진 분류의 학습정확도는 98%였으며 테스트 이미지를 이용했을 때 전부 올바른 결과가 나왔다.

### 3.2 실시간 영상처리 및 전처리

사용한 카메라는 단안 카메라로 모델은 잇츠온 사의 ITSCAM30 PC웹캠이다. 실시간 영상처리는 이미지를 무한루프에 넣어 출력하므로 이미지 1개당 1번의 전처리 과정을 수행했다. 전처리 과정과 영상 출력을 위해 python의 OpenCV 라이브러리를 이용하였다.

이미지 전처리 과정은 노이즈 제거와 흰색 배경에서 투명한 플라스틱 페트병의 정확한 검출을 목표로 하였다. OpenCV의 색상은 BGR의 순서를 가진다. 이를 계산량 감소와 색 검출에 용이한 grayscale로 바꿔 주었다. 노이즈와 경계값 검출을 위해 Gaussian filter와 median filter를 적용해 보았고 경계값 검출에 유리한 median filter를 선택했다. 또한, (8, 8) 커널 사이즈의 침식 연산 후 팽창 연산을 적용하는 과정을 거쳤다. 그리고 경계값의 검출과 조명의 변화와 반사의 영향을 줄이기 위해 이미지를 작은 영역으로 나눠 각 영역별로 Gaussian 가중치를 적용한 적응형 이진화 방법을 사용했다. 하지만, 투명한 플라스틱 페트병의 경우는 이러한 방법을 거쳐도 정확한 경계 값 검출이 어려워, (50, 50) 커널 사이즈의 팽창 연산 후 침식 연산 적용을 통해 끊어져 보이는 개체의 경계를 연결하였다.

### 3.3 관심영역 검출 및 학습 모델 적용

관심 영역 검출을 위해 우선 전처리 된 이미지에서 물체 경계의 좌표 값이 필요했다. 이를 위해 이미지의 가장 바깥쪽의 contour를 추출하고 2개의 끝점 좌표 값과 물체의 width, height 값을 추출하였다. 또한 width와 height를 곱하여 특정 크기 이하의 픽셀은 플라스틱 페트병이 아닌 환경에 의해 발생한 오검출로 판단하여 무시하였다. 물체의 끝 점으로 관심영역을 검출하게 되면, 물체 인식에 손실이 생길 수 있어 학습에 비효율적이라고 판단하였다. 그리하여 끝점에 margin 값을 주어 관심영역으로 설정해주었다.

검출된 관심 영역의 이미지는 학습 이미지와 같이 (28, 28, 3) 크기로 줄여주었고 0~255의 범위를 갖는 모든 픽셀 값은 데이터의 범위를 사용자가 원하는 범위로 제한로 제한하기 위해 255로 나눠 0~1 범위로 바꿔주었다. 모든 작업을 거친 이미지는 학습 모델과 비교하여 분류 예측 값을 얻었다. 이렇게 얻어진 예측 값을 원본 이미지에 관심영역과 함께 퍼센트로 표시했다.

## IV. 결 론

본 논문에서는 실시간 영상에서 플라스틱 페트병 재활용 여부를 구분해 보았다. 플라스틱 페트병의 재활용 가능 여부 파악을 위해, 이미지 분류에 유리한 CNN 모델을 선정하였다. 이미지 분류를 위한 CNN 모델에는 110개의 이미지 데이터를 수집하여 학습을 진행했다. 하지만 모델의 정확도가 낮은 문제로 수집된 이미지의 개수로는 학습에 부족하다고 판단하여, Image Generator를 사용해 3,390개의 이미지를 추가해 주었다. 증가시킨 수집된 이미지는 전처리 과정을 거치고 CNN모델을 이용하여 학습하였다. 이진 분류를 진행한 모델의 학습정확도는 98%였으며 테스트정확도는 100%였다. 이렇게 학습된 모델은 검출된 물체

의 정확도 파악을 위해 사용하였다.

실시간 영상에서는 흰색 배경에 투명한 플라스틱 페트병의 정확한 검출을 위해 OpenCV를 사용한 전처리 과정을 거쳤다. 특히, 투명한 플라스틱 페트병 외각의 뚜렷한 검출을 위해 median filter를 적용하였고 큰 사이즈의 커널을 이용한 침식, 팽창 연산을 하였다. 이렇게 검출된 이미지는, 학습된 모델을 거쳐 정확도를 출력하였다. 이를 기반으로 플라스틱 페트병의 재활용 가능 여부에 따라 두가지 색상을 갖는 네모박스를 그리고 정확도를 표시하였다.

OpenCV를 이용한 물체 검출은 빛과 배경과 같은 환경의 영향을 많이 받게 된다. 그 결과, 투명 플라스틱의 검출은 변하지 않는 환경에서 진행되어야 하며 2개 이상의 물체는 물체간 특정 간격을 유지해야 하는 한계가 있다.

딥러닝의 발전으로 CNN을 기반으로 하는 물체 검출에 특화된 네트워크가 개발 및 발전되고 있다. 1-stage detector로 초기 네트워크인 R-CNN(Regions with CNN features)은 높은 정확도와 느린 속도가 특징이며, 2-stage detector 중 대표적인 YOLO(You Only Live Once) 네트워크는 낮은 정확도와 느린 속도가 특징이다. 하지만 해당 네트워크들은 많은 연산량으로 인해 고성능의 컴퓨팅 파워를 요구하며, 모델의 학습을 위한 이미지 전처리 필요 및 큰 네트워크로 인한 학습 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 본 논문에서 사용된 물체 검출 기법은 낮은 컴퓨팅 파워로 구축이 가능하여 비용적 이점 및 복잡하지 않은 네트워크로 사용자가 쉽게 수정하여 이용할 수 있다. 환경의 영향을 받는 실외의 산업 현장에서는, 날씨 및 시간으로 인한 빛의 세기를 센서로 검출하여 파라미터를 조정하여 사용할 수 있고 실내의 산업 현장과 같이 환경이 변하지 않는 장소에서는 고정적인 파라미터 값을 이용하여 높은 정확도와 빠른 속도의 물체 검출을 기대해 볼 수 있다.

## Acknowledgement

한국교통대학교 IoT&AI 특화사업단으로부터 논문등록비를 지원받았음(2021학년도).

## 참고 문헌

- [1] 차창희, 분리수거 플라스틱 1년 57만톤 34만톤은 그냥 버려져 <https://www.mk.co.kr/news/society/view/2020/11/1119956/>
- [2] 이해리, 분리수거해도 재활용이 안되는 이유 <http://www.newspost.kr/news/articleView.html?idxno=92245>
- [3] RC Thompson, CJ Moore, FS vom Saal, SH Swan, Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends, *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, 364, 1526, 2009
- [4] [머신러닝/딥 러닝] 합성곱 신경망 (Convolutional Neural Network, CNN)과 학습 알고리즘 <https://untitledblog.tistory.com/150>
- [5] 파이썬 케라스(keras)로 CNN 딥러닝하자! cat dog binary image classification <https://lsjsj92.tistory.com/357?category=792966>
- [6] 컨볼루션 신경망 모델을 위한 데이터 부풀리기 [https://tykimos.github.io/2017/06/10/CNN\\_Data\\_Augmentation/](https://tykimos.github.io/2017/06/10/CNN_Data_Augmentation/)
- [7] [python]쉽고 간단하게 마스크 착용 유무 판별기 만들기 <https://bskyvision.com/1082>
- [8] OpenCv와 CNN으로 손으로 적은 숫자 인식기 만들기 <https://sundries-in-myidea.tistory.com/79>

# 뇌졸중 고령자와 정상인의 보행 시 족압특성의 비교 분석

정남교\*\*\*, 박세진\*\*\*, 권순현\*\*\*\*, 전종암\*\*\*\*, 유재학\*\*\*\*

## Comparison Analysis of Foot Pressure Characteristics During Walking in Stroke and Normal Elderly

*Nam-Kyo Jung\*\*\*, Se-Jin Park\*\*\*, Soon-Hyun Kwon\*\*\*\*, Jong-Arm Jun\*\*\*\*, and Jaehak Yu\*\*\*\**

### 요 약

뇌졸중은 고령자에게 기능 장애를 일으키는 뇌혈관 질환으로, 그 예후에 따라 경제적 또는 사회적 활동의 어려움을 동반하는 치명적인 질환 중 하나이다. 특히, 일상생활에서의 뇌졸중 전조증상 발병을 감지 및 정확히 예측하여 전문가의 신속한 진단을 유도할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 고령자의 뇌졸중 질환 발병이 보행 시 족압 (Foot Pressure)에 어떤 영향을 미치는지 임상 데이터를 이용해 실험하였다. 실험 결과, 보행 중에 뇌졸중 고령자와 일반 고령자 간에 12개의 셀에서  $p < .05$ 인 유의미한 차가 있음을 분석 및 검증하였다.

### Key words

*Stroke Disease Analysis, Foot Pressure, Relative Load of Foot, Health Monitoring*

## I. 서 론

뇌졸중은 뇌혈관이 막히거나 터져서 갑작스럽게 운동이나 감각 장애, 발음 장애, 의식장애나 사지 마비와 같은 뇌 기능 이상이 발생하는 질환이다 [1-2]. 이러한 뇌졸중은 크게 혈관이 막혀서 발생하는 뇌경색(허혈성, Cerebral Infarction)과 혈관이 터져서 발생하는 뇌출혈(출혈성, Cerebral Hemorrhage)로 구분된다 [1]. 특히, 세계보건기구(WHO)의 사망원인 통

계에 의하면, 2016년 암과 심장질환 다음으로 뇌졸중에 의한 사망자가 570만명으로 보고되었다 [3]. 이는 사망원인의 11%에 해당하는 수치이다. 따라서 전세계의 고령화 추세에 따른 뇌졸중 질환의 증가에 대비한 국가 차원의 대책 마련이 시급하다. 또한, 고령자의 일상생활 중 모니터링을 통한 질환의 전조증상 탐지와 위급 상황 알람으로 의료기관 방문과 의료진에게 정밀진단 및 치료를 받을 수 있도록 지원할 수 있는 기술이 절실히 요구된다.

\* 한국전자통신연구원, KSB융합연구단, 연구연수생 (jnk31996@etri.re.kr)

\*\* 고려대학교, 전기전자공학부, 학부생 (2017171009@korea.ac.kr)

\*\*\* 한국표준과학연구원, 안전융합사업팀 (sjpark@kriss.re.kr)

\*\*\*\* 한국전자통신연구원, KSB융합연구단({kwonshzzang, jajun, dbzzang<sup>교신저자</sup>}@etri.re.kr)

최근 연구문헌 조사에 의하면, 인공신경망(Artificial Neural Network)이나 SVM(Support Vector Machine) 및 NIHSS(National Institutes of Health Stroke Scale) 기반의 뇌졸중 중증도 분류 및 질환 예측에 대한 정확도와 의미적 해석의 매우 참신한 시도를 하였다 [1-2, 4-5]. 하지만, 이러한 선행 연구들은 예측 정확도만을 강조한 시스템으로 통계적 분석과 유의미한 해석까지는 수행하지 않았다.

본 논문에서는 고령자에 발생한 뇌졸중 질환이 보행 시, 족압 분포와 균형 능력에 어떤 영향을 미치는지 새로운 실험 결과를 제시하였다. 실험 결과를 종합해보면, 뇌졸중 고령자와 일반 고령자 간에 12개 셀에서  $*p < .05$ 인 유의미한 실험결과를 확인하였다. 또한, Box-Plot 분석으로 입각기와 유각기에서의 압력 분포와 보행 성향에서도 유의미한 차이가 있음을 실험을 통해 검증하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 연구대상과 방법론을 소개하고, 3장에서는 뇌졸중 고령자와 일반 고령자와의 통계적 분석결과를 기술한다. 마지막으로, 4장에서는 결론 및 향후 연구과제 내용을 서술한다.

## II. 연구방법

### 2.1 연구의 대상

보행 및 족압 데이터 측정 및 수집은 충남 대학교병원 응급의료센터와 재활의학과에서 2017년의 환자를 대상으로 하였다 [1-2]. 만 65세 이상의 고령자 중, 1개월 이내의 뇌졸중 진단을 받은 환자와 일반인 고령자 중 재활 치료 중인 156명을 대상으로 수집하였다. 모든 피실험자들의 실험 객관성을 확보하고자 족압을 포함한 뇌파, 심전도, 근전도 등의 다양한 생체신호 수집 센서를 부착하였다. 그런 후에 보행을 포함한 서 있기, 팔 들기, 수면, 의자에 앉기와 서기 등 실험 시나리오별로 총 5회를 측정 실시하였다. 또한, 실험 시나리오에 따라 측정하기 전에 1회의 연습을 거치도록 실험을 설계하

였다. 이러한 사전 연습에도 불구하고 피실험자의 긴장상태와 센서 부착의 불편함, 5번의 반복적 실험으로 인한 피곤함 등이 데이터에 반영될 가능성이 크므로, 첫 번째와 마지막의 실험 데이터는 반영하지 않았다.

### 2.2 측정도구 및 방법

보행 및 족압 데이터 수집을 위한 센서로는 Dynafoot [6]을 사용하였다. 인솔의 두께는 2mm이며, 무게는 50g, 압력 범위는  $100\text{g}/\text{cm}^2 \sim 50,000\text{g}/\text{cm}^2$ , sampling rate은 초당 100Hz로 족압 정보를 수집하였다. 아래의 그림 1에 Dynafoot의 소프트웨어를 이용한 좌측 발의 입각기와 유각기의 족압 값을 도식화하였다.

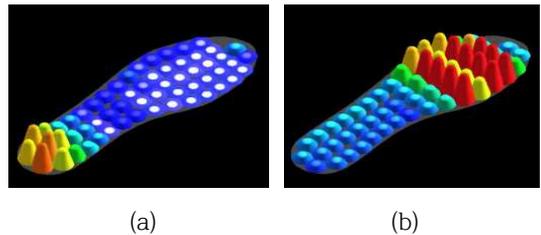


그림 1. 보행 시 좌측 발의 입각기(a)와 유각기(b)의 압력 값 예시.

## III. 실험 및 분석

본 논문의 실험을 위해, 2.1절에서 설명한 피실험자를 대상으로 좌측과 우측의 족압 데이터를 측정 및 수집하였다. 수집을 위한 인솔 센서는 Dynafoot [6]을 통해 초당 100Hz의 압력 데이터를 수집하였다. 좌측과 우측의 인솔 센서는, 아래의 그림 2와 같이 각각 58개의 셀(Cell)로 구분하여 측정하였다.

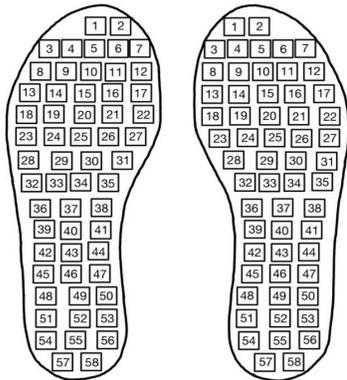


그림 2. 좌측과 우측 발의 인솔에 위치한 58개 셀 위치 정보

본 논문의 실험 및 검증을 위해 수집한 족압 데이터는, 좌측과 우측 발의 인솔에 부착한 58개 셀별로 Relative Load (RL) 계산하여 분석하였다. RL은 보행 시 발 전체에서 해당 셀의 상대적인 압력 값을 의미한다. 우선 RL을 구하기 위해 Novel GmbH Inc.[4] (Novel GmbH Inc., Munich, Germany)의 Pressure Time Integral (PTI\_N)을 수식 (1)과 같이 구한다. 여기서  $\Delta t$ 는 임의의 시간 간격을 의미하며 본 논문에서는 0.1 초로 설정하였다.  $PP_i$ 는  $i$ 번째 구간에서의 최대 Peak Pressure 값을 의미한다.

$$PTI_N = \sum PP_i \times \Delta t \quad (1)$$

본 논문에서 최종적으로 얻고자 하는 RL 값은 PTI\_N을 이용하여 아래의 수식 (2)에서와 같이 얻을 수 있다.

$$RL = \frac{\text{anatomical area } PTI_N}{\text{Area}} \quad (2)$$

실험 결과, 116개의 셀 중에서 12개의 셀에서  $*p < .05$ 의 유의미한 결과를 보임을 실험을 통해 확인하였다 (표 1 참조).

표 1. 12개 셀의 Relative Load 값 [Mean; (Max)].

Cell Area (n=156)	p-value	Relative Loads (%)	
		Normal	Stroke
Cell10L*	0.02279	2.00(3.40)	1.30(2.57)
Cell14L*	0.03511	2.06(5.51)	1.59(3.46)
Cell15L**	0.007571	2.09(3.75)	1.43(2.77)
Cell16L*	0.04733	2.21(3.72)	1.63(3.26)
Cell20L*	0.02097	1.54(2.87)	1.32(3.16)
Cell42L*	0.02858	1.81(3.92)	1.94(5.12)
Cell14R**	0.008034	1.85(3.71)	1.39(3.32)
Cell24R*	0.01473	1.16(3.00)	1.07(2.06)
Cell27R*	0.04962	2.35(4.19)	2.34(4.14)
Cell28R*	0.01177	0.87(2.25)	0.90(3.19)
Cell48R*	0.02265	3.26(7.43)	3.46(7.57)
Cell50R*	0.03624	2.54(4.78)	2.89(7.36)

\*( $p < 0.05$ ), \*\*( $p < 0.01$ )

앞에서 얻은 RL 값을 기반으로 뇌졸중 고령자와 일반 고령자의 각 셀별로 Box-Plot을 통해 분석하였다. 실험 결과에 의하면, 좌측 발에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 우측 발에서 뇌졸중 고령자는 입각기에서 뒤꿈치, 일반 고령자는 유각기에서 앞꿈치 영역의 RL 값이 크게 나타났다. 아래의 그림 3에서는 보행 중 압력 분포에서 유의미한 차이가 보이는 셀의 값을 도식화하였다.

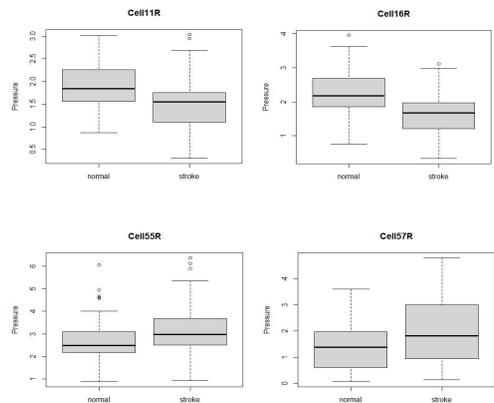


그림 3. 우측 발에서의 셀 11, 16, 55, 58에서의 Box-Plot을 통한 중앙 값, 최소 및 최대 값, 이상치 값과 IQR.

실험내용을 종합하여 정리하면, 본 실험에서 보행 시 뇌졸중 환자들은 정상인에 비해 유각기에 가해진 압력이 작게 나타났다. 또한, 우측 발의 입각기에 가해진 압력 값이 큰 경향을 보이는 것으로 확인할 수 있었다. 즉, 뇌졸중 환자는 보행 시에 오랜 시간 동안 앞꿈치보다 뒤꿈치(우측)에 더 많은 체중을 싣고 걷는 경향이 있음을 실험을 통해 검증 및 확인하였다.

#### IV. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 보행 중에 수집한 족압 데이터가 고령자의 뇌졸중 질환과 어떤 연관이 있는지 실험 및 유의미한 분석결과를 제시하였다. 뇌졸중 고령자와 일반인 간 보행 시 RL 값이 12개 셀에서  $*p < .05$ 인 유의미한 결과를 보임을 실험을 통해 확인하였다. 또한, 뇌졸중 고령자와 일반 고령자의 Box-Plot 분석을 통해 입각기와 유각기에서의 압력 분포와 보행 성향에서도 유의미한 차이가 있음을 실험을 통해 검증하였다.

향후 연구과제로는, 보행 데이터에서 중요 특징을 추출하고 기계학습 또는 시계열 족압 데이터 기반의 딥러닝 기반의 뇌졸중 전조증상 및 예측에 관한 연구를 진행할 예정이다.

#### 감사의 글

이 논문은 2015년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 국가과학기술연구회 융합연구단 사업(No. CRC-15-05-ETRI)의 지원을 받아 수행된 연구임.

#### 참고 문헌

- [1] J. Yu, S. Park, S.H. Kwon, C.M.B. Ho, C.S. Pyo, H. Lee, AI-based stroke disease prediction system using real-time electromyography signals, Applied Sciences, Vol. 10, No. 19, 2020, pages 1-19.
- [2] J. Yu, S. Park, H. Lee, C. S. Pyo, Y. S. Lee, An elderly health monitoring system using machine learning and In-depth analysis techniques on the NIH stroke scale, Mathematics, Vol. 8, No. 7, 2020, pages 1-16.
- [3] World Health Organization. The top 10 causes of death. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
- [4] S. Kimmeskamp, E.M. Hennig, Heel to toe motion characteristics in Parkinson patients during free walking, Clinical Biomechanics, Vol. 16, No. 9, 2001, pages 806-812.
- [5] T. Melai, T.H. IJzerman, N.C. Schaper, T.L.H. de Lange, P.J.B. Willemsb, K. Meijerb, A.G. Liversed, H.H.C.M. Savelbergb, Calculation of plantar pressure time integral, an alternative approach, Gait & Posture, Vol. 34, 2011, pages 379-383.
- [6] Dynafoot, Techno Concept, <https://technoconcept.com/>.



# 기업 발표

도성욱  
[이사/(주)인포시스]





# IoT 플랫폼

도성욱 이사

2021년 8월  
주인포시즈

Infoc2

## CONTENTS

주인포시즈

- I 회사소개
- II 기술동향
- III 플랫폼 소개
- IV 향후 계획 & 기대효과

## IoT 플랫폼

# Infoccz

의미를 갖게 된 정보(Information)을 기반(Sees)으로 고객에게 새로운 가치를 만들어주는 기업

Cloud & AI **Security**

IoT Platform & SI

Server H/W & IT **Service**

## IoT 장비 및 통신 기술이 발전하면서 플랫폼 기술 및 역할도 발전

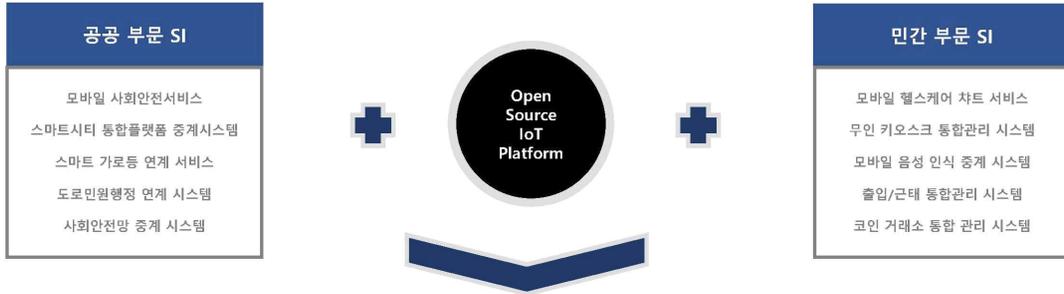


MiddleWare	Analytics Tool	Platform
장비간 연결 데이터 취합 전달 통신 중계	데이터 처리 데이터 분석 지능화 모니터링	자동화 관리 <b>서비스 연계</b> 디지털 트윈



Service Business  
생성 및 관리가 가능한  
IoT 플랫폼

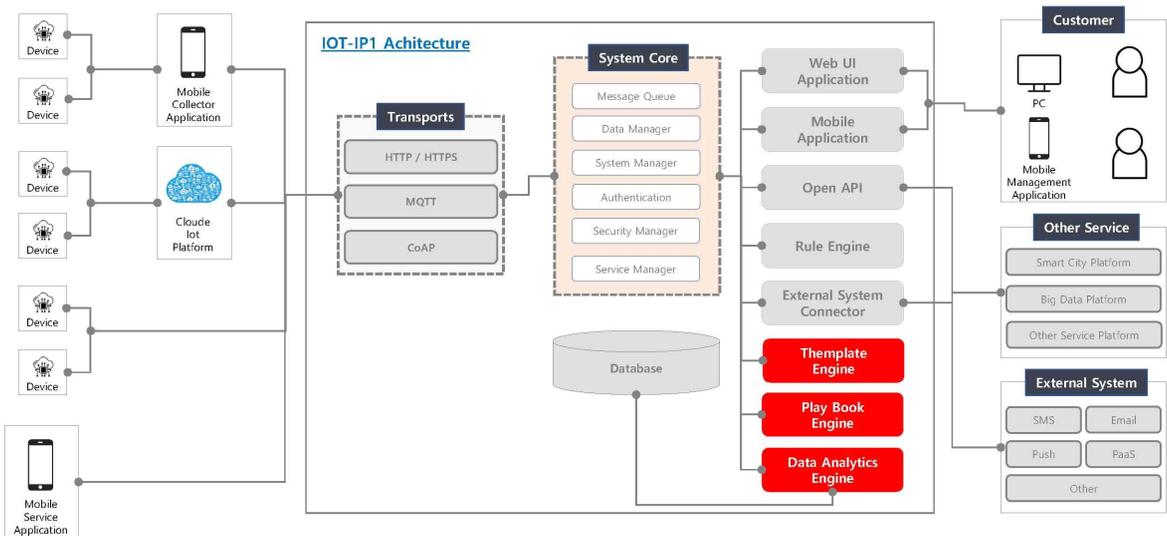
### 분석과 관리 중심의 플랫폼에서 서비스생성과 운영 관리까지



IoT Management + Data Analytics + Business Service

## IOT-IP1

### IoT + 데이터 + 서비스 통합관리 구조



### 동일하지만 다양한 추가 세부 기능

<p><b>GUI 기반 룰 설정</b></p> <p>GUI 기반 에디터를 이용해 손쉽게 이벤트 룰 작성 및 워크플로우 설정</p>	<p><b>표준 통신 프로토콜 지원</b></p> <p>국제 표준 프로토콜 제공 다양한 디바이스 순쉬운 연동 지원</p>	<p><b>Muti Cloud PaaS 지원</b></p> <p>AWS, AZURE, GCP에 추가로 국내의 Naver, KT, LG, SK IoT 플랫폼 연동 지원</p>
<p><b>Mobile APP SDK</b></p> <p>Android / iOS Service, Collector, Management 기능별 SDK 지원</p>	<p><b>Open API</b></p> <p>JSON, XML, WebSocket 형식의 API 지원</p>	<p><b>External System Adapter</b></p> <p>통합플랫폼, SNS, SMS 새울행정등 다양한 외부 시스템 연계용 Adapter 제공</p>



20여 가지의 대표 기능 추가로 존재하고 5가지의 신규 기능을 개발 중에 있습니다.

### 기본에 충실한 UI/UX

[Rule 등록 에디터]

[등록 화면]

[사용자 정의 대시보드]

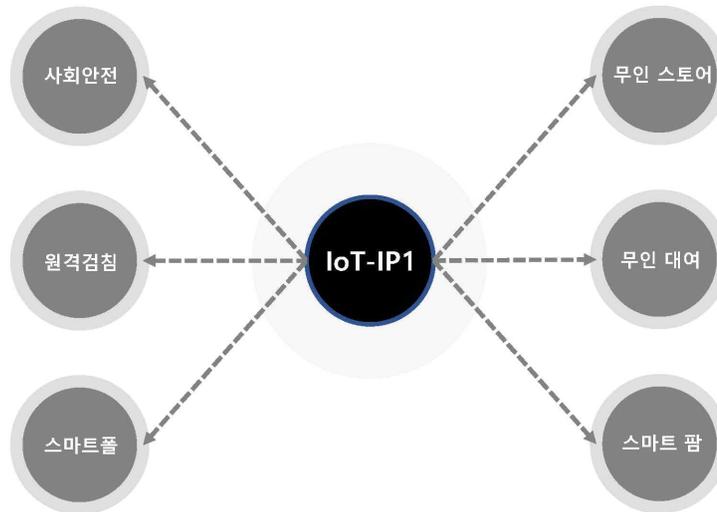
[통합대시보드]

[장치설정]

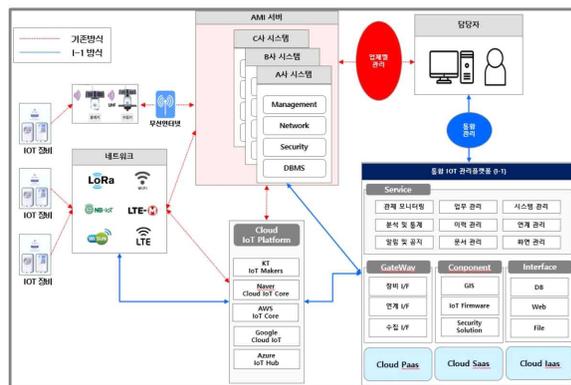
[장비목록]

[메인화면]

### 공공 서비스 + 민간 서비스에서도 활용



### 원격검침 시스템으로 플랫폼을 구성



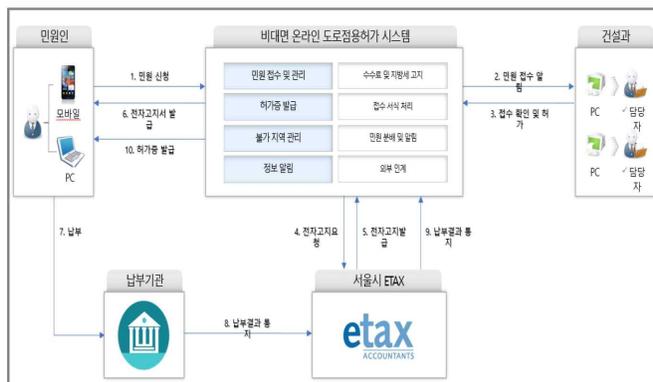
- 원격검침 업체별로 제공되는 관리화면을 AMI 서버 API와 클라우드 IoT 플랫폼을 연계하여 통합 모니터링 관리가 가능하게 구성한 시스템
- 수도원격검침, 스마트 가로등, 태양열 발전기 관리시스템

### 사회안전 시스템으로 플랫폼을 구성



- 사회안전 어플리케이션, 화장실 비상벨, 스마트 보안등과 BLE, Rola 통신으로 안전관계 및 실시간 위급상황 대응 및 전파가 가능하게 구성한 시스템
- 사회안전서비스 App, IoT 비상호출 서비스 (ex: 비상벨), 취약계층 IoT 케어 서비스 (ex: 치매노인 위치추적 IoT 신발)

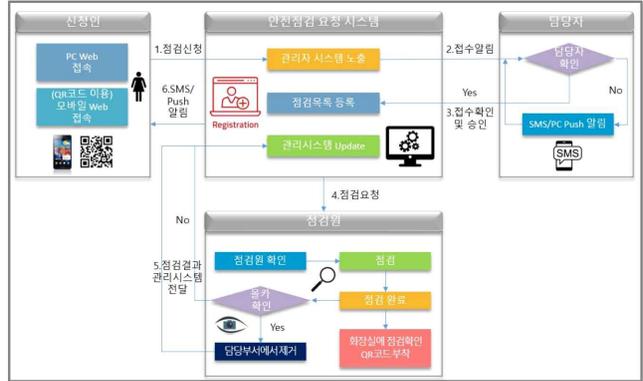
### 민원행정 시스템으로 플랫폼을 구성



- 스마트 폴 (smart pole) 또는 도로에 설치된 IoT 장비와 스마트콘 BLE 통신을 활용 현장에서 도로민원 행정을 접수 및 처리 관리가 가능하게 하는 시스템
- 도로일시점용, 불법주정차, 불법투기 민원행정 서비스



### 시설관리 시스템으로 플랫폼을 구성



- 시설물에 IoT 장비와 클라우드 IoT 플랫폼을 연계하여 통합 모니터링 관리 및 점검처리가 가능하게 구성한 시스템
- 불법촬영물 점검, 시설물관리 서비스



### IoT-IP1를 사용하면 예상되는 효과

One Source Multi Use

비용 절감

Business 모델

기능 확장

### IoT-IP1의 앞으로 계획

<b>STEP 1</b> 2021	<b>서비스 기능강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서비스 연계 Adapter 10종 추가</li> <li>• Play Book Engine 개발</li> <li>• Template Engine 개발</li> </ul>
<b>STEP 2</b> 2022	<b>데이터 분석 및 가공</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Big Data 분석 Engine 개발</li> <li>• Machine learning</li> </ul>
<b>STEP 3</b> 2023	<b>AI와 디지털 트윈</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI Rule 자동화</li> <li>• 디지털 트윈 적용</li> </ul>

Reduce time-to-market for IoT solutions that change the world.

**Thank You**



# SESSION 2

- 일반 -





# RNN 접근방식을 기반으로 한 차량 엣지 통신에서의 다중경로 라우팅 제어 및 자원할당 기법

맛사<sup>1</sup>, 담프로힘<sup>1</sup>, 김석훈<sup>2\*</sup>

## Multi-Path Routing Control and Resource Allocation Scheme based on RNN Approach in Vehicle Edge Communications

*Sa Math<sup>1</sup>, Prohim Tam<sup>1</sup>, Seokhoon Kim<sup>2\*</sup>*

### 요 약

Federated Learning (FL) systems have been appealed to apply for critical data-privacy applications, including Internet of Things (IoT), Internet of Healthcare (IoH), and especially, Internet of Vehicles (IoV) which contain the privacy information of vehicle that restricted to share to the core clouds. Heterogeneous IoV (HIoV) send their local models to the distributed edge computing servers which act as the aggregation entities. The network failures are the key issues of the massive FL systems which caused unsatisfied FL reliable system and the high delay of convergence of the systems, that obligated to be handled for vehicle communication which is the ultra-reliable low latency communication (uRLLC) system. To cope with the aforementioned issues, this paper proposed an adopted software-defined routing with the network failure predictions for optimal aggregation selections. Recurrent neural network (RNN) was utilized to predict the network route conditions. RNN provides the optimal action value for each state of the route.

### Key words

*Autonomous Routing, Software-defined Routing, Vehicle edge network, network prediction*

## I. Introduction

In next-generation (NG) communication technology, the mitigated mobile edge computing (MEC) from the remote cloud,

called mobile cloud computing (MCC) is intended to empower fronthaul computing resource and enhance NG infrastructure as a service (IaaS) for overcoming heterogeneity novelty applications, including Internet of Things (IoT), heterogeneous IoT (HIoT),

<sup>1</sup>순천향대학교, 소프트웨어융합학과 일반대학원 박사과정(mathsa98@gmail.com, prohimtam@gmail.com)

<sup>2</sup>순천향대학교, 컴퓨터소프트웨어공학과 및 소프트웨어융합학과 교수 (seokhoon@sch.ac.kr)

(\*교신 저자)

Internet of healthcare (IoH), Internet of vehicles (IoV), and especially, for the time critical-communications. MEC acts as essential roles for enabling local services for 5G perspectives, which aim to provide agile response services for user devices with ultra-dense new radio (NR) services for massive user terminals [1-2]. Corresponding to the enlargement of edge network infrastructure, intelligent resource management and orchestration (MANO) toward to autonomous network configurations became the key research areas. Additionally, self-organizing network (SON) of network systems required to be enhanced, due to the autonomous networks can be empowered by the adopting artificial intelligent (AI) algorithms. Deep learning (DL) models have been deployed for improving SON perspectives and especially in distributed network areas [3]. DL works well with the large-scale and complexity of network data set in terms of classification, recommendation, and prediction [4].

## II. System architecture

### 2.1 VEN routing environment

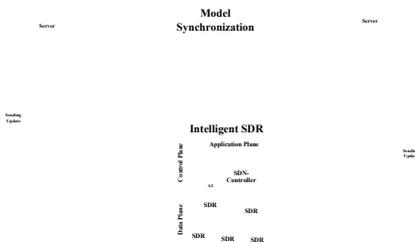


Figure 1. The model sharing between the VEN servers

In Federated VEN, local cloud has been attached to the vehicle system to store the

sensed data from variety of smart sensor devices [5]. local training is conducted by splitting the local dataset in each client to mini-batches of size\_db which are included into the set. The local trained and updated models are sending to the VEN servers for aggregation can be modeled as the follow [6].

$$W_{update}^c = W_g - \alpha MSE(W_{update}^c; db_c) \quad (1)$$

While,  $W_{update}$  is the model parameter update from local vehicle clients can be comprised of V2C and cloud-to-cloud (C2C) communications. In V2C communications, the local client transmits the updated model  $W_{update}^c$  over the wireless networks to aggregation server which supposed to locate in VEN areas. The global server collects the up-to-date model  $W_{update}^c$  from variety aggregation server for model summation as depicted in the Figure 1. The global server will send the average global models to the local vehicle client. The global model  $W_g^t$  can be modeled as follows.

$$W_g^t = \frac{1}{\sum_{i \in N} db_c} \sum_{i=1}^N db_c W_i^t \quad (2)$$

local data mini-batches of total client  $c$   $\{db_1, db_2, \dots, db_c\}$ , and MSE is the Mean Squared Error as the loss function for deep neural network (DNN). In the nature FL-based VEN, Where the  $W_i^t$  the update model in each time  $t$ .  $W_g^{t+1}$  is the global update summation at time  $t+1$ , the increasing number of round trip time (RTT) communications between local to server will boost the global training accuracy. However, number of RTT model communication will reduce the E2E communication QoS in IoV

network. Moreover, in processing of global aggregation, the model sharing between C2C will be occurred which have to ensure reliability routing.

## 2.2 VEN Loading Prediction Model

$$VEN^i = \begin{pmatrix} VEN_{1,1} & VEN_{2,1} & \dots & VEN_{N,1} \\ VEN_{1,2} & VEN_{2,2} & \dots & VEN_{N,2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ VEN_{1,L} & VEN_{2,L} & \dots & VEN_{N,L} \end{pmatrix} \Rightarrow L^i = \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \vdots \\ l_L \end{pmatrix}$$

Figure 2. The metric represented the N time spaces, and L loading of the routing path at each time.

RNN specialist based on the Long-Short Term-Memory (LSTM) was utilized for our prediction model. In each router interface has different loading metric at distinct time N. And the loading of VEN routing at the N time and L interfaces can be presented as metric 2-dimension  $N \times L$  as shown in Figure 2. While the  $VEN^i$  and  $L^i$  represented the input loading metric to and output from our models, respectively.

## 2.3 RNN prediction structure

The main contribution of LSTM networks is to solve the long-term dependency problem. LSTM consists of many gates of controlling the information which restricts to pass through from the cell state as shown in Figure 3. Where  $z, r$ , and  $s$  are the input values to put gates, including input gate, decision gates (keep or forget), and output gate, respectively. while  $c_t$  is the new state and  $h_t$  is the hidden state which are the output of the LSTM. In this paper, the network loading prediction will be a part of

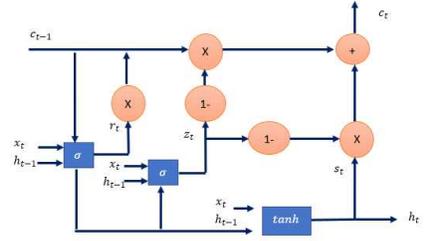


Figure 3. The peepholes diagram of the LSTM

routing decision. The network loading is the time series data which contains of the fluctuation based on the time.

$$z_t = \sigma(W_r[c_{t-1}, h_{t-1}, x_t] + b_z) \quad (3)$$

$$r_t = \sigma(W_r[c_{t-1}, h_{t-1}, x_t] + b_r) \quad (4)$$

$$s_t = \tanh(W[c_t * c_{t-1}, (1 - z_t)x_t] + b_s) \quad (5)$$

$$c_t = (1 - z_t) * c_{t-1} + z_t * s_t \quad (6)$$

$$h_t = c_{t-1} h_{t-1} (1 + \tanh) \quad (7)$$

In our prediction model, MSE is chosen as the mean square of loss function which is given as follows:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{L}^i - L^i)^2 \quad (8)$$

Where  $\hat{L}^i$  is presented the corresponding predicted VEN loading metric, and  $L^i$  is the real loading metric in the coming communication.

## III. Proposed Method

The proposed scheme intend to select the optimal path with lowest the loading metric to deliver the updated model parameters towards the global server for reliable aggregation. Moreover, the optimal path represent the MEC server interface with significant sufficient computation resource and also can be recognized as the

aggregation server with available resource which can be computed in short period. The SDN controller manages the route establishment and pass the updated routing table to the SDR which attached to the VEN interface. The proposed approach utilizes RNN models to predict network loading at each interface of the SDR. In order to conduct the routing policy, the caching technique contributes as the replay buffer. The replay buffer caches the predicted loading metric with the dedicated interface. SDN controller able to management the model with the experiences replay values to minimum the operation time of selecting optimal routing path in the next time step. The controller plane observes the loading statues of the data plane in each time step, and also considers on the obvious communication environment with the experience loading information in the cached replay buffer. Due to the SDN controller will consider to maintain the existed route for feasible route when the network shares similarity conditions as the experiences.

#### IV. Conclusion

This paper proposed an intelligent SDR based on the combination of SDN controller and RNN-based traffic loading prediction for reliable FL in VEN. Since, IoV communication perspective obligate to handle as a real-time service. The proposed scheme predicts the remarkable contributed in VEN for IoV systems in terms E2E communication QoS, including reliability, latency, and communication throughputs which meet uRLLC perspectives. To achieve autonomous network configuration based on the optimal routing policy, the

deep-Q-network algorithm will be invested for improving routing QoS based on QoE communication metrics. The experimentation will be conducted in the our future version.

#### Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(NRF-2020R1I1A3066543), and this work was supported by the Soonchunhyang University Research Fund.

#### 참고 문헌

- [1] Q. Wu, K. He and X. Chen, "Personalized Federated Learning for Intelligent IoT Applications: A Cloud-Edge Based Framework," in *IEEE Open Journal of the Computer Society*, vol. 1, pp. 35-44, 2020.
- [2] E. Kim and S. Kim, "An Efficient Software Defined Data Transmission Scheme based on Mobile Edge Computing for the Massive IoT Environment," *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, vol. 12, no. 2, pp. 974-987, 2018.
- [3] L. U. Khan, I. Yaqoob, N. H. Tran, Z. Han and C. S. Hong, "Network Slicing: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Research Challenges," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 36009-36028, 2020.
- [4] Y. Zhang, X. Lan, J. Ren, and L. Cai, "Efficient Computing Resource Sharing for Mobile Edge-Cloud Computing Networks," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 28, no. 3, pp. 1227-1240, Jun. 2020.
- [5] W. Y. B. Lim et al., "Federated Learning in Mobile Edge Networks: A Comprehensive Survey," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 22, no. 3, pp. 2031-2063, 2020.
- [6] X. Lu, Y. Liao, P. Lio and P. Hui, "Privacy-Pr

eserving Asynchronous Federated Learning Mechanism for Edge Network Computing," in IE  
EE Access, vol. 8, pp. 48970–48981, 2020.

# 화재 탈출 훈련 기능성 게임의 메타버스 플랫폼 구현

이상호\*, 하규태\*, 김시호\*\*

## A collaborative Serious Game for fire evacuation drill in Metaverse

*Sangho Lee\*, Gyutae Ha\*, Shiho Kim\*\**

### 요 약

Serious games in Metaverse can provide users both fun and intriguing learning experiences. We proposes a serious game for self-trainable fire evacuation drill with collaboration among avatars synchronized with multiple trainees placed at different remote places. The proposed system architecture is composed of wearable motion sensors and a Head Mounted Display to synchronize intended motions of user to her/his avatar activities in a virtual environment. The proposed system provides immersive as well as inexpensive environments for easy-to-use user interface for cyber experience-based fire evacuation training system.

### Key words

*Serious Game, Collaborative Learning, Immersive VR, Fire evacuation drill, Metaverse*

## I. 서 론

교육 또는 훈련과 같은 특정한 목적을 위하여 개발된 기능성 게임을 기능성 게임(Serious game)이라고 정의된다. 비대면 환경에서 사용자를 훈련 콘텐츠에 몰입시켜서 학습 효과를 높이기 위해서는 몰입도가 높은 메타버스 환경에서의 기능성 게임의 개발이 중요하다. 3D head mount display (HMD)와 같은 VR 기기의 발전으로 인해 실제 현실 환경에서 재현하기 어려운 상황을 저가의 디바이스를 적용하여 실감형 환경을 구축할 수 있게 되었다 [1]. 사용자는 HMD를 통해 가상 환경에서 실제 화재

현장에 놓인 것과 같은 경험을 가질 수 있으므로, 재난 탈출 대비를 위해서 필요한 현실적인 재난 상황에 대한 경험을 할 수 있다 [2].

본 논문에서는 기존의 가상현실 기성 게임보다 발전된 메타버스 환경에서의 협력 학습 화재 탈출 훈련 기능성 게임의 메타버스 플랫폼 구현을 제안한다. 제안하는 메타버스 훈련 플랫폼은 다음 두 가지 특징을 가지고 있다. 첫번째는 화재 상황에서 사용자가 아바타의 상태를 파악할 수 있도록 하는 게임적 요소의 배치이다. 현재의 VR 기술로는 상황의 긴박함을 시각적 자극 외의 방법으로 전달하는데 어려움이 있다. 이를 개선하기 위하여 화재 공간 속

\* 연세대학교 글로벌융합공학부 대학원 (sangholee@yonsei.ac.kr)

\*\* 연세대학교 글로벌융합공학부 교수 (shiho@yonsei.ac.kr)

에서 아바타의 위급한 상태를 알려주는 게임적 요소를 도입하여 사용자가 긴박함을 느끼고 상황에 몰입할 수 있도록 하였다. 두번째는 사용자의 화재 대응의 적절성을 점수로 객관화해주는 평가 시스템이다. 사용자의 훈련 과정을 점수화 함으로써 사용자가 자신의 실력에 대해서 파악할 수 있도록 하고, 더 높은 점수에 대한 목표 의식과 다른 사용자와의 경쟁 의식을 가질 수 있도록 하였다. 그리고 여러 체험자들을 대상으로 한 훈련 체험자 평가 결과를 통해서 기존 방법에서는 하지 못 했던 가상 훈련 게임이 사용자의 화재 탈출 대처에 미치는 영향에 대한 파악을 하고자 하였다.

## II. 플랫폼의 구성

제안하는 시스템은 세 가지 서브 시스템으로 구성된다.

1) VE Management System: 구현된 구성 요소들의 작동을 관리하는 서브 시스템. 2) 사용자가 착용하는 웨어러블 디바이스에는 IMU(Inertial Measurement Unit)를 포함한 VR HMD, 팔에 착용하는 IMU와 EMG(Electromyography) 센서 기기, 정강이에 착용하는 IMU 기기가 있다. 각 센서 데이터는 event listener를 거쳐서 센서 위치에 따라 알맞은 recognizer로 입력된다. HMD에 포함된 IMU는 Viewing Direction Recognizer로 입력되며, 사용자의 시선 방향과 아바타의 시선 방향을 동기화하는데 사용된다. 3) Trainee Evaluation System은 VE Management System의 Game Manager, Avatar Controller와 연계되어 동작한다. Judgment Module은 action 및 상황 정보를 Score Policy와 대조하여 점수 결과값을 Game Manager에 전달하고, Game Manager은 전달 받은 결과값에 따라 아바타(즉, 사용자)의 체험 점수를 변화시킨다. 본 연구에서는 다른 사용자의 아바타와 동기화되어 상호작용을 할 수 있도록 multi-user virtual environment을 구축하였다. 각 사용자

의 움직임이 아바타에 반영되기 때문에, 현실에 가까운 상호작용을 할 수 있는 체험을 사용자들에게 제공한다. 아울러 제안하는 시스템은 클라우드 서버를 통해 음성 데이터를 공유하여 사용자들 간에 음성대화가 가능하도록 한다. 게임 엔진에서 지원하는 입체 음향 효과를 활용하여 아바타의 위치에 따라 사용자의 목소리가 들려오도록 함으로써 사용자간 원활한 의사소통과 상호작용이 가능하도록 하였다.

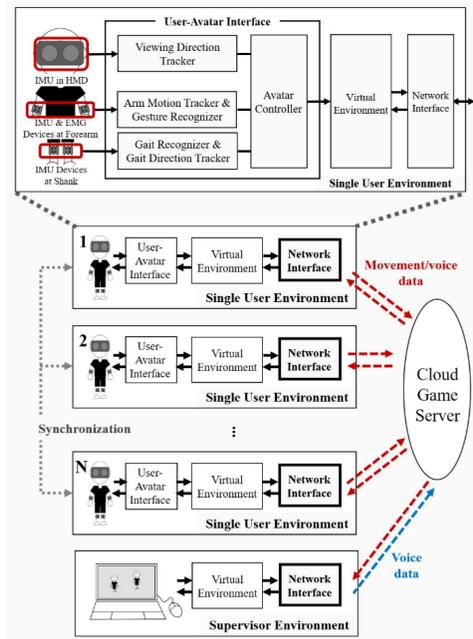


그림1 사용자 착용 시스템의 구현

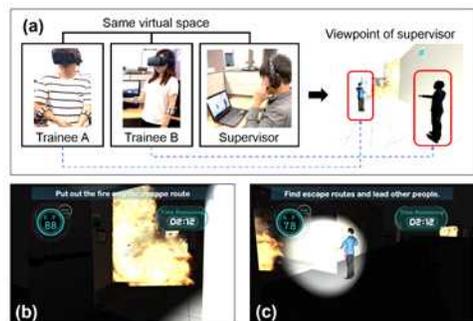


그림2 훈련자(2명)와 감독자의 트레이닝 시연 장면

### Ⅲ. 실험 결과 및 토론

그림2는 구현된 게임에서 훈련이 어떻게 이루어지는지를 보여주고 있다. 총 3명의 참여자(2명의 체험자와 1명의 감독관)가 메타버스 가상 공간에 접속한 모습과 이를 감독관의 시점에서 관찰하는 모습을 보여주고 있다. 체험자들은 가상 공간 내에서 음성 대화를 통해서 서로의 역할과 상황에 대한 논의를 할 수 있으며, 이와 같은 collaborative learning 환경은 체험자들에게 화재 상황을 인지하고 대처해 나가는 데 혼자서 이런 상황을 경험할 때보다 더 다양한 경험을 제공한다.

제안하는 게임이 체험자들에게 어떻게 교육적 영향력을 미치는지 확인하기 위하여 20세에서 40세 사이의 24명의 참가자들을 대상으로 user study를 수행하였다. User study는 게임 체험과 체험 후 효과에 대한 관한 설문 조사로 구성되었다.

그림3은 개인 플레이(first round)와 협동 플레이(second round)에서 평균 팀 점수와 평균 개인 점수의 변화를 보여준다. 대부분의 참가자는 두 라운드의 체험에서 대체로 평가 점수가 향상되는 모습을 보였고, 특히 low-ability 그룹에서 collaborative learning의 효과가 크게 향상됨을 보여준다.

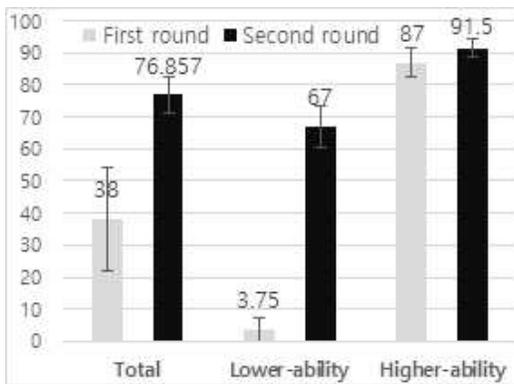


그림3 그룹별 훈련자들의 훈련 효과. First round는 개인 훈련, 2nd round 협동 훈련으로 구성됨.

### Ⅳ. 결 론

화재 대피 훈련은 대중들의 생활 안전을 위해 꼭 필요한 것이다. 제안하는 게임의 차별점은 다음과 같다. 첫째로, wearable devices를 이용하여 사용자와 가상 환경 속 아바타의 행동을 동기화함으로써 사용자가 마치 가상의 아바타가 된 것 같은 virtual body ownership을 가지도록 하였다. 두 번째로, wearable devices를 활용한 user-avatar interface를 토대로 multi-user virtual environment를 구현하여 다중의 사용자가 아바타를 통해서 현실처럼 인터랙션 할 수 있는 환경을 제공하였다. 세 번째로, 이러한 기술적 토대 위에 화재 대피 훈련을 위한 serious game contents를 구현하면서 탈출에 주어지는 제한 시간, 아바타의 생명력 수치 표기 등 게임적 요소들을 도입하여 사용자에게 긴박감과 몰입할 수 있는 환경을 제공하였다. 네 번째로, 화재 대피 훈련의 과정을 평가하여 점수로 사용자에게 보여줌으로써 사용자가 자신의 훈련 수준이 어느정도 인지 파악하고 더 높은 점수를 향한 목표의식을 가질 수 있도록 하였다. 이렇게 구현된 게임의 교육적 효과 및 사용자에게 미치는 영향을 파악하기 위하여 24명의 참가자들을 대상으로 user study를 진행하였다. User study는 VRSG 체험과 체험 후의 사용자 survey로 구성되었다.

### 참 고 문 헌

[1] J Kim, et. al, Hands-Free User Interface for VR Headsets Based on In Situ Facial Gesture Sensing, MDPI Sensors 20 (24), 7206  
 [2] Ha G, et. al, A VR serious game for fire evacuation drill with synchronized tele-collaboration among users., ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology Nov. 2, 2016 (pp. 301-302).

# 무선 센서 네트워크의 FBSEF에서 유전 알고리즘 기반 보안 강도 결정 방법

안정섭\*, 조대호\*\*

## A Security Strength Determination Method based on Genetic Algorithm in FBSEF of Wireless Sensor Networks

*Jung-Sub Ahn\*, Tae-Ho Cho\*\**

### 요 약

무선 센서 네트워크에서 노드는 개방된 위치에 배치되어있으므로 쉽게 훼손될 수 있으며 네트워크에 허위 정보를 주입할 수 있다. 이러한 허위 보고서 삽입 공격은 노드의 에너지를 빠르게 소진하여 에너지 고갈 문제를 일으킬 수 있으므로 효율적인 필터링 방법과 노드의 에너지 관리는 중요하다. 허위 보고서를 빠르게 탐지하기 위하여 퍼지를 기반으로 보안 강도를 조절하여 효율적으로 허위 보고서를 탐지하는 퍼지 함수 기반 통계적 여과 기법이 제안되었다. 이 기법에서는 전체 네트워크 영역에 대한 보안을 제공하여 한 영역에서 공격이 발생하더라도 전체 네트워크 지역의 보안 강도가 높아져 노드의 에너지 소모가 높아진다. 본 논문에서는 퍼지 기반 통계적 여과기법에서 작성된 멤버십 함수를 환경에 맞도록 조정하기 위해 유전 알고리즘 사용한 최적화 방법을 소개한다. 본 제안 기법을 통해 기지국은 상황에 맞는 적절한 보안 강도를 영역별로 관리함으로써 노드의 수명을 향상 시킬 것으로 기대한다.

### Key words

*Adaptive Wireless Sensor Network Security Control, Fuzzy Membership Function Optimization, Network Lifetime Extension*

## I. 서 론

무선 센서 네트워크는 다양한 분야에서 넓은 범위의 지역을 모니터링을 위해 기지국(Base Station; 이하 BS)과 수백에서 수천개의 센서 노드들을 사용한다. 무선 센서 네트워크에서는 노드들이 개방된 환경에 배치되기 때문

에 쉽게 훼손될 수 있는 취약점을 가진다[1, 2]. 특히, 이런 훼손된 노드들은 허위 보고서를 만들어 네트워크에 주입시켜 관리 데이터베이스에 저장시키거나 센서 필드에 배치된 노드의 에너지를 빠르게 소비시켜 네트워크 음영지역 문제를 일으킬 수 있다[3]. 이러한 허위 보고서를 탐지하기 위해 중간 노드에서 효율적으로 보고서를 검증하는 퍼지 기반의 통계적 여과

\* 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 일반대학원 석박통합과정 (sc4217@skku.edu)

\*\* 성균관대학교 소프트웨어학과 교수 (thcho@skku.edu)

기법(Fuzzy-based Statistical En-route Filtering scheme; 이하 FBSEF)[4]이 제안되었다. FBSEF에서는 사용자가 사전에 정의한 규칙을 기반으로 네트워크의 상황에 맞도록 보안 강도를 조절하여 메시지를 필터링한다. 하지만 이 규칙들은 지역구분 없이 전체적인 네트워크 상황만 고려하였다. 따라서 특정 지역에서 공격이 발생하더라도 모든 지역의 보안 강도가 높아지므로 안전한 지역에서도 보안 강도가 높게 적용되어 노드의 에너지를 빠르게 소모하는 문제점이 있다.

본 논문에서는 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm; 이하 GA)[5]를 이용하여 FBSEF의 멤버쉽 함수 최적화 방법을 소개한다. 제안 방법은 네트워크 영역을 그리드로 나누어 공격 환경에 따라 보안강도를 동적으로 조절한다. 그러므로 각 영역별로 퍼지 함수가 존재하며 GA를 통해 최적화되므로 영역별 다른 멤버쉽 함수를 갖게 된다. 따라서 환경이 변하더라도 GA를 통해 멤버쉽 함수의 최적화를 진행하므로 환경에 적응하여 보안 강도를 변동시킬 수 있다. 결과적으로 훼손된 지역에서는 보안 강도를 높여 필터링 확률을 높였으며 안전한 지역에서는 보안 강도를 낮춰 보고서의 크기를 줄여 네트워크 수명을 연장시킬 수 있다.

본 논문의 2장에서는 기존 기법인 FBSEF와 제안 기법의 동기에 대해 서술하고 3장에서는 제안 기법에 관해 자세히 다룬다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

## II. 배 경

### 2.1 퍼지 기반의 통계적 여과 기법 (FBSEF)

FBSEF는 허위 보고서 삽입 공격을 효율적으로 탐지하기 위해 제안되었다. 이 기법에서는 그림 1과 같이 노드의 정보를 토대로 네트워크 상황을 판단하여 상황에 적절한 효율적인 MAC길이를 판단한다. FBSEF는 그림 1의 (a)와 같이 노드별 홉 카운트와 분포도와 잔여 에

너지를 이용하여 네트워크 상황을 파악한다. 또한 BS에 설치되어 동작하며 일정한 주기마다 4개의 멤버쉽 함수와 사전 정의된 225개의 규칙을 이용하여 적절한 보안강도를 계산하고 그림 1의 (b)와 같이 노드와 상호작용을 통해 보안 강도를 재설정한다.

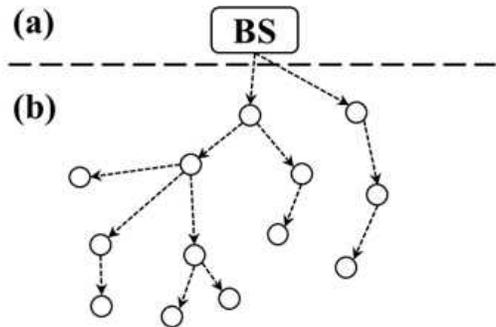
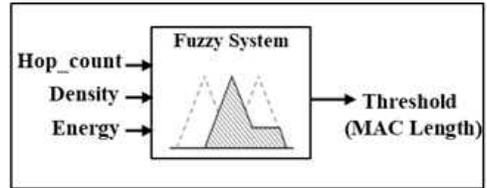


그림 1. FBSEF 보안 경계 값 결정 과정  
(a) 보안 강도 결정, (b) 노드 브로드캐스트

### 2.2 동기

FBSEF에서는 퍼지 규칙에 의존하여 전체적인 네트워크 보안 강도를 설정한다. 한 영역에서 공격이 발생하면 공격당한 영역뿐만 아니라 네트워크 전체에 보안 강도가 높아져 보고서의 크기가 증가된다. 그러므로 보고서가 송수신될 때 노드에서 사용되는 에너지가 늘어나게 된다. 또한 퍼지 규칙에 사용되는 멤버 변수들은 정적으로 표현되어있어 환경변화에 영향을 받지 않는다. 즉, 한번의 공격이 일어났더라도 전체적인 네트워크 에너지 소비가 높아질 수 있다는 문제점이 있다. 제안 기법은 이러한 문제를 해결하기 위해 네트워크 영역을 그리드로 나누어 영역별로 퍼지 멤버쉽 함수를 관리하고 영역별 멤버쉽 함수는 유전 알고리즘을 통해 환경에 맞도록 최적화된다. 따라서 제안 기법

은 기존 기법에 비해 네트워크 수명이 연장 될 것으로 기대한다.

### III. 제안 기법

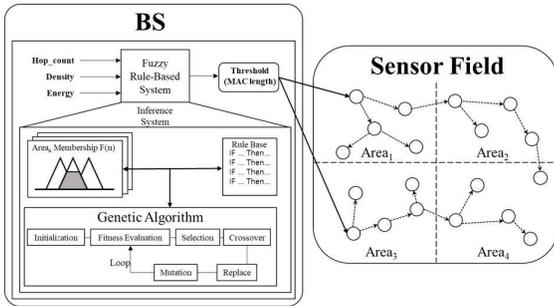


그림 2. GA를 이용한 멤버십 함수 최적화 과정

그림 2는 제안 방법의 멤버십 함수 최적화 과정을 나타낸다. 제안 방법은 FBSEF와 동일하게 BS에서 동작하며 BS의 퍼지 추론엔진(Inference Engine)은 영역별 멤버십 함수와 규칙들과 GA 최적화 함수로 구성된다[6]. 제안 기법은 FBSEF에서 설정된 주기에 의해 Threshold를 결정할 때 지역별 최적화된 멤버십 함수를 사용한다. GA 최적화 함수는 초기화(Initialization), 적합도 평가(Evaluation), 선택(Selection), 교차(Crossover), 변이(Mutation), 대치(Replace), 반복(Loop)인 총 7 단계로 구성된다. 퍼지의 멤버십 함수에는 다수의 멤버십 변수들로 구성되는데 하나의 변수가 하나의 염색체가 된다. 초기화 단계에서는 작성된 퍼지 규칙들의 멤버 변수들이 사용되어 유전자로 구성된다. 적합도 평가 단계는 유전자가 현재 환경에 얼마나 적합한지 평가한다. 적합도가 높은 경우 네트워크에 적합하다고 판단되어 다음 세대의 유전자를 생성할 때 선택될 확률이 높아진다. 적합도 평가 시 평가함수가 사용되는데 네트워크 전체 소모 에너지가 해가 된다. 이 해는 네트워크 시뮬레이션 환경을 통해 네트워크의 소모 에너지를 측정할 수 있다.

제안 방법에서는 영역별 보안 계획을 다르

게 적용하기 위하여 네트워크를 그리드로 나누어 영역으로 구분하였으며 영역별로 멤버십 함수를 관리하도록 하였다. 따라서 BS는 다수의 멤버십 함수를 가지므로 영역 단위로 GA를 통해 공격 상황에 따라 적절하게 변수 위치를 조정할 수 있다. 이를 통해 동일한 퍼지 입력이 들어오더라도 영역별로 서로 다른 보안 강도를 출력하게 된다. 이를 통해 공격빈도가 높은 영역에서는 MAC 길이를 늘려 노드의 중간여과를 빠르게 할 수 있다. 반대로 공격 빈도가 낮은 영역에서는 보고서의 크기를 줄여 검증 과정을 줄였으며 송수신 에너지를 낮출 수 있다. 노드의 송수신 에너지를 줄이고 허위 보고서의 중간검증 확률을 높임으로써 네트워크의 수명을 향상시킬 수 있다.

### IV. 결 론

무선 센서 네트워크에 사용되는 센서노드는 한정된 에너지를 가지고 있어 수명관리가 중요하다. 본 논문에서는 노드의 수명을 연장시키기 위해 환경에 맞는 보안 강도 최적화 방법에 대해 소개하였다. 기존 보안 기법인 FBSEF에서는 지역별 보안 강도를 고려하지 않아 공격이 발생하면 모든 노드에서 소비하는 에너지가 증가한다. 제안 방법에서는 네트워크를 그리드로 나누어 퍼지 멤버십 함수를 유전 알고리즘을 통해 최적화한다. 결과적으로 환경에 맞는 보안 강도가 적용됨에 따라 네트워크의 수명 연장효과를 얻을 수 있다.

### Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2021R1A2C2005480)

### 참 고 문 헌

[1] Mo, Yilin, et al. "False data injection attacks

- against state estimation in wireless sensor networks." 49th IEEE Conference on Decision and Control (CDC). IEEE, 2010.
- [2] Wang, Yong, Garhan Attebury, and Byrav Ramamurthy. "A survey of security issues in wireless sensor networks." (2006).
- [3] Medjadba, Yasmine, and Somia Sahraoui. "Intrusion Detection System to Overcome a Novel Form of Replay Attack (Data Replay) in Wireless Sensor Networks." International Journal of Computer Network & Information Security 8.7 (2016).
- [4] Choi, Hyeon Myeong, and Tae Ho Cho. "Energy efficient mac length determination method for statistical en-route filtering using fuzzy logic." International Conference on Intelligent Computing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009.
- [5] Tanese, Reiko. "Distributed genetic algorithms for function optimization." (1989).
- [6] Ross, Timothy J. Fuzzy logic with engineering applications. John Wiley & Sons, 2005.

# 무선 센서 네트워크에서 이상 탐지를 위한 시간적 행위의 애플리케이션 계층 보안 모델

안정섭\*, 조대호\*\*

## An Application Layer Security Model of Temporal Behavior for Anomaly Detection in Wireless Sensor Networks

*Jung-Sub Ahn\*, Tae-Ho Cho\*\**

### 요 약

무선 센서 네트워크는 수백에서 수천개의 센서 노드들로 구성되어 있으며 배치된 노드들이 무선통신을 통해 수집한 데이터를 기지국으로 전송한다. 무선 센서 네트워크에서 노드 캡처 공격으로 인해 오탐지를 일으킬 수 있는 상황에 대비하기 위하여 통계적 여과기법, 클러스터 기반 허위 데이터 탐지 기법 등 중간 여과기술을 이용한 탐지기법 연구들이 진행되었다. 하지만 중간 여과 기반의 탐지 기법들은 다수의 노드가 훼손된 상황에서 허위 보고서 주입 공격과 허위 MAC 주입 공격을 효율적으로 방어할 수 없다. 본 논문에서는 다수의 노드가 훼손되었을 때 허위 보고서 주입공격과 허위 MAC주입공격을 효율적으로 탐지하기 위하여 노드의 시간적 행위를 기반으로 이상상태를 탐지하는 보안 모델을 소개한다. 제안 모델은 이상탐지를 통해 다수의 센서 노드가 훼손된 상황에서도 중간여과가 될 수 있도록 효율적으로 보안성을 조절 할 수 있으며 보안용 라이브러리 모델로써 활용될 수 있다.

### Key words

*State Monitoring Inference, False Positive Attack Detection, False Negative Attack Detection, Wireless Sensor Network Security, Model-Based Inference*

## I. 서 론

무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Networks; 이하 WSN)은 수많은 센서 노드들로부터 센싱 데이터를 수집하여 의료, 농업, 군사적 응용 등 다양한 도메인 분야에서 상태 모니터링을 위해 사용한다 [1-2]. WSN에서 대부

분의 센서 노드는 물리적 보안 인프라가 없는 개방형 환경에 배포되기 때문에 공격자에게 캡처되는 등 잠재적인 위협에 노출되어 있다 [3]. 그러므로 공격자는 이러한 취약점을 악용하여 다양한 방법으로 허위 데이터를 네트워크에 주입(False Positive Attack; 이하 FPA)시키거나 정상적인 보고서를 제거(False Negative Attack; 이하 FNA)하여 서비스 제공을 방해할

\* 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 일반대학원 석박통합과정 (sc4217@skku.edu)

\*\* 성균관대학교 소프트웨어학과 교수 (thcho@skku.edu)

수 있다 [6].

이러한 문제점들은 오래전부터 연구의 대상이 되었고 False Positive과 False Negative 공격들을 탐지하기 위한 몇가지 기법들이 제안되었다[4-6]. 기존에 제안된 보안 기법들은 WSN 내에서 메시지 인증 코드(Message Authentication Code; 이하 MAC)를 통해 허위 보고서를 탐지할 수 있도록 했지만 다수의 노드가 훼손된 상황에서는 정상 MAC으로 인식하는 다수의 MAC을 주입함으로써 최종 검증 구간인 BS조차 공격을 탐지하지 못하는 취약점이 있다.

본 논문에서는 노드의 상태 모니터링을 통해 FPA 및 FNA를 탐지하는 방법을 제안한다. 제안 방법은 모델링 방법론인 DEVS (Discrete Event system Specification)[7]를 기반으로 노드의 상태 모니터링과 보안 지식 모델을 통해 노드의 이상상태를 추론한다. 추론결과 이상 동작으로 판단 될 경우 보고서의 복원 또는 폐기를 하고 시공간 이상 탐지 기술을 통해 이상 노드를 찾아내어 블랙리스트에 추가하는 등의 보안 대책을 통해 다른 사고를 예방할 수 있다.

### II. WSN 응용계층 공격

그림 1과 같이 WSN의 응용계층 공격은 크게 False Negative Attack (FNA)와 False Positive Attack (FPA)로 분류된다. 그림 1의 (a)와 같이 FNA에서는 훼손된 노드에서 허위 MAC을 생성하여 네트워크에 주입시키는 공격을 나타낸다. 허위MAC을 포함하는 보고서는 중간 노드에서 필터링 되거나 기지국에서 허위 보고서로 탐지되므로 정상적으로 이벤트를 보고할 수 없다. 그림 1의 (b)와 같이 FPA에서는 공격자가 잠재적인 공격을 통해 센서 노드를 훼손시키고 이를 이용하여 네트워크에 허위 보고서를 삽입하는 공격이다. 허위 보고서는 BS가 불필요한 대응 노력을 하도록 유도한다. 또한 네트워크 트래픽 혼잡 증가, 오경보 및

노드 자원 낭비를 유발한다. 다수의 노드가 훼손된 상황에서 FPA는 기존 보안체계(SEF[4], CFFS[5], CAPVFS[6])에서도 탐지할 수 없는 강력한 허위 보고서를 만들 수 있으므로 이를 고려한 보안 기법이 필요하다.

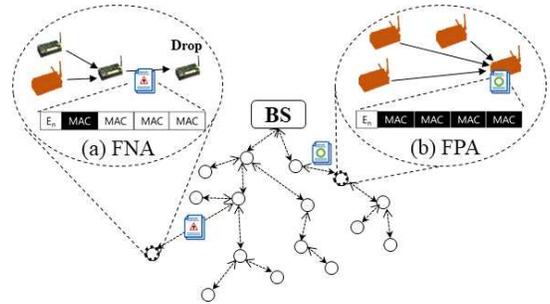


그림 1. WSN의 응용계층 공격

### III. 행위 모니터링을 통한 이상상태 감지 방법

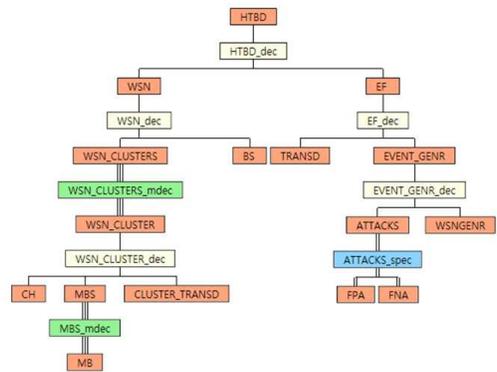


그림 2. HTBD의 시스템 엔티티 구조도

본 논문에서는 WSN에 배치된 노드의 상태 수집 및 행위를 분석하기 위해 DEVS[7]를 사용하여 보안 모델을 정의한다. 그림 2와 같이 허위 보고서 삽입 공격을 탐지하기 위해 정의된 모델 HTBD (History Trajectory Based Detection)를 사용한다.

HTBD 모델은 결합 모델(Coupled model)로서 실세계에 존재하는 무선 센서 네트워크

(WSN)과 실험을 위한 프레임인 EF (Experimental Frame) 모델로 구성된다. EF 모델에서는 응용 계층 공격(FPA, FNA) 모델을 포함한다. WSN의 클러스터 헤드 노드(CH) 모델과 멤버 노드(MN) 모델은 보안 기법인 SEF (Statistical En-route Filtering)가 적용되어 있다. FPA와 FNA 모델은 WSN\_GENR에 의해 허위 이벤트 주입 정보를 각 CH 모델에 전달하며 CH모델과 MN모델을 상호작용을 통해 시뮬레이션을 진행한다. 시뮬레이션 종료 시점에 다다른 TRANSD 모델에서 WSN\_GENR 모델에 시뮬레이션 종료 메시지를 전달한다.

### 3.1 공격 모델 정의

본 논문에서는 공격 모델이 FNA와 FPA를 통해 응용계층 공격을 할 수 있도록 DEVS의 원자 모델(Atomic model) 형식으로서 정의하였다. 그림 3는 FRA 모델 다이어그램을 보여 준다.

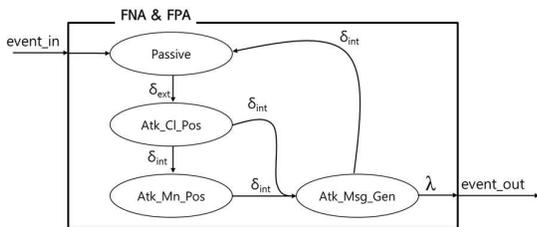


그림 3. FNA & FPA 모델 상태 전이 다이어그램

FNA & FPA 모델은 하나의 입력 포트(event\_in)와 하나의 출력 포트(event\_out)를 가진다. 또한 4가지의 상태(Passive, Atk\_Cl\_Pos, Atk\_Mn\_Pos, Atk\_Msg\_Gen)를 포함한다. 그림 4는 시간에 따른 FNA & FPA 모델의 상태 전이 과정을 나타낸다.

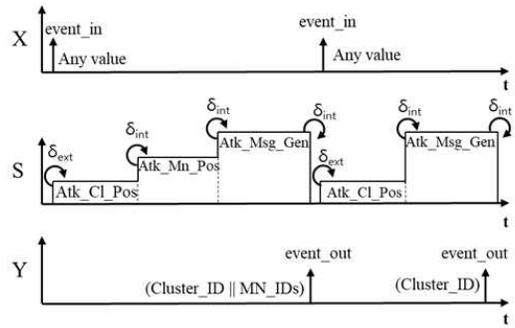


그림 4. FNA & FPA 모델 타이밍 다이어그램

FPA 모델에서는 Atk\_Cl\_Pos 상태에서 허위 보고서를 주입할 클러스터를 선정한다. 또한 확률적으로 Atk\_Mn\_Pos 상태로 전이하며 이 상태에서는 훼손된 노드의 수를 결정한다.

FNA와 FPA 모델 모두 최종적으로 Atk\_Msg\_Gen 상태로 전이하며 허위 MAC 또는 허위 보고서 주입 내용을 event\_out 포트 로 출력한다.

### 3.2 시간적 행위의 애플리케이션 계층 보안 모델 정의

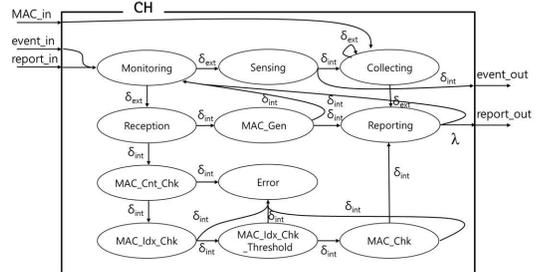


그림 5. CH 모델 상태 전이 다이어그램

CH의 구현된 SEF는 DEVS 시뮬레이션에서 4개의 단계를 통해 보고서의 무결성을 검증한다. 그림 5는 CH 모델 상태 전이 다이어그램을 보여 준다.

CH 모델은 3개의 입력 포트(MAC\_in, event\_in, report\_in)과 2개의 출력 포트(event\_out, report\_out)를 통해 다른 모델들과 상호작용을 한다.

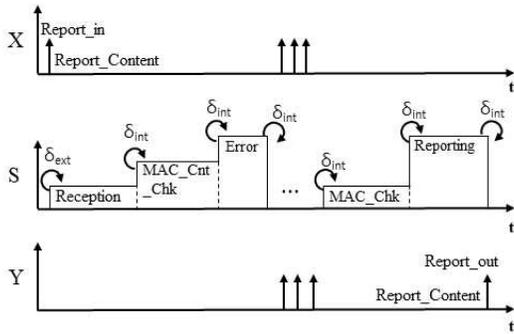


그림 6. CH 모델 타이밍 다이어그램

그림 6는 시간에 따른 CH 모델의 상태 변화 과정을 나타낸다. CH 모델은 FNA 또는 FPA 모델로부터 생성된 이벤트를 받아 보고서를 작성하기 위한 Sensing 상태로 전이한다. Sensing 단계에서는 클러스터 내에 있는 MN 모델들에게 event\_out을 통해 이벤트를 전달하고 Collecting 상태로 전이 후 MAC\_in 포트를 통해 MAC을 수집한다. 사전에 설정된 임계값에 도달할 경우 MAC수집을 중단하고 보고서를 작성하여 report\_out으로 작성된 보고서를 출력한다. 이후 보고서를 전달받은 CH 모델은 SEF의 보안 검증과정에 따라 Reception, MAC\_Cnt\_Chk, MAC\_Idx\_Chk, MAC\_Idx\_Chk\_Threshold, MAC\_Chk, Reporting 단계의 순서로 상태를 전이한다. 그러므로 FPA가 발생할 경우 사전 검증 과정에 의해 허위 보고서를 검출할 수 있다. 또한 FNA가 발생한 경우에는 CH가 SEF의 검증 절차를 무시하고 MAC\_Gen와 같은 이상 상태에 전이를 할 수 있다. 이 또한 사전에 작성된 보안 지식에 의거하여 보고서에 MAC을 주입 시키려는 시도를 탐지할 수 있다.

### 3.3. WSN 시뮬레이션 이상탐지 시스템 구현

본 논문의 목적은 센서 네트워크의 FNA 및 FPA를 탐지하기 위한 모델을 정의하고 이에 대한 성능을 평가할 수 있는 보안 시뮬레이션

시스템을 구축하는 것이다. 그림 5과 같이 제안 기법은 모델로써 동작하며 모델의 상태 전이를 통해 해당 모델의 시공간 정보를 알 수 있으며 사전에 정의된 보안 지식으로 행위를 모니터링한다.

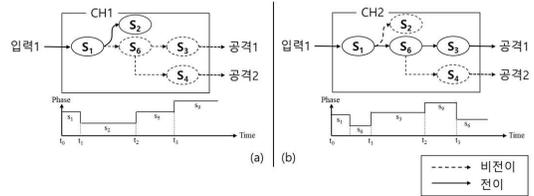


그림 7. 모델기반의 시간적 행위의 이상탐지 방법

그림 7에서는 모델 기반의 시간적 행위의 이상 탐지를 위해 2가지의 시나리오를 보여준다. 그림 7의 (a)는 정상적인 행위 절차를 나타내며 (b)는 공격이 일어났을 때의 행위 절차를 나타낸다. (b) 시나리오에서는 s1에서 입력에 따라 s2가 아닌 s6과 s3으로 전이한다. 모델에 사전 정의된 보안 지식에 의거하여 s1에서 s6을 통한 s3으로의 상태전이를 공격으로 판단한다.

## IV. 결론

본 논문에서는 무선 센서 네트워크의 중간 여과 필터링 기반의 보안 기법들의 취약점 보완하기 위해 DEVS 기반의 보안 모델들을 설계하였고 보안 모델들을 통해 강도 높은 허위 보고서 공격에 대한 탐지를 하는 시뮬레이션 시스템을 제안하였다. DEVS의 특성상 확장성이 용이하므로 다른 보안 모델들도 추가적으로 정의하여 보안 라이브러리 구축을 통해 고수준의 보안 시스템을 구축할 수 있다.

## Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아

수행된 연구임(No. NRF-2021R1A2C2005480)

## 참 고 문 헌

- [1] Yick, Jennifer, Biswanath Mukherjee, and Dipak Ghosal. "Wireless sensor network survey." *Computer networks* 52.12 (2008): 2292-2330.
- [2] Rashid, Bushra, and Mubashir Husain Rehmani. "Applications of wireless sensor networks for urban areas: A survey." *Journal of network and computer applications* 60 (2016): 192-219.
- [3] Kavitha, T., and D. Sridharan. "Security vulnerabilities in wireless sensor networks: A survey." *Journal of information Assurance and Security* 5.1 (2010): 31-44.
- [4] Ye, Fan, et al. "Statistical en-route filtering of injected false data in sensor networks." *IEEE Journal on selected areas in communications* 23.4 (2005): 839-850.
- [5] Liu, Zhixiong, et al. "A Cluster-Based False Data Filtering Scheme in Wireless Sensor Networks." *Adhoc & Sensor Wireless Networks* 23 (2014).
- [6] Nam, Su Man, and Tae Ho Cho. "Context-aware architecture for probabilistic voting-based filtering scheme in sensor networks." *IEEE Transactions on Mobile Computing* 16.10 (2016): 2751-2763.
- [7] Concepcion, Arturo I., and Bernard P. Zeigler. "DEVS formalism: A framework for hierarchical model development." *IEEE Transactions on Software Engineering* 14.2 (1988): 228-241.

# WSN 기반의 공기 정화 IoT에서 보안을 위해 미세 먼지 수치를 이용한 허위 데이터 주입 공격 탐지 시스템 모델링 및 시뮬레이션

강예림\*, 조대호\*\*

## Modeling and Simulation of a False Data Injection Attack Detection System using Fine Dust Value for Security in WSN based Air Purification IoT

*Ye-Lim Kang\*, Tae-Ho Cho\*\**

### 요 약

미세 먼지로 인해 발생할 수 있는 건강 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 무선 센서 네트워크 기반의 사물 인터넷 공기 정화 시스템을 소개한다. 무선 센서 네트워크 기반의 사물 인터넷 공기 정화 시스템에서는 허위 데이터 주입 공격이 발생하였을 경우 기존의 Interleaved Hop-by-Hop Authentication과 SSL/TLS로도 허위 데이터를 탐지할 수 없어 사물 인터넷 장치의 이상 동작을 유발할 수 있다는 문제점이 존재한다. 따라서, 본 논문에서는 Data Calibration 기반의 Discrete Event System Specification 모델을 제안하여 허위 데이터를 탐지하는 방법을 제안한다.

### Key words

*Wireless Sensor Networks, Internet of Things, Network Security, False Data Injection Attack*

## I. 서 론

미세 먼지는 자동차의 배기가스나 석탄 또는 석유의 연소 작용에 의하여 주로 발생한다. 또한 호흡기를 통하여 인체 내부에 침투하여 건강에 안 좋은 영향을 미칠 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 현대인들은 대부분 실내에서 생활하므로 미세 먼지를 여과하여 실내 공기를

관리하는 작업이 중요하다. 본 논문에서는 무선 센서 네트워크 (Wireless Sensor Networks; 이하 WSNs) 기반의 사물 인터넷 (Internet of Things; 이하 IoT) 공기 정화 시스템을 소개한다 [1-4]. WSNs 기반의 IoT 공기 정화 시스템은 센서 노드가 감지한 미세 먼지 값을 기반으로 IoT 공기 청정기와 창문이 제어되는 시스템을 의미한다. 따라서, 측정 데이터값에 대한 무결성을 유지하는 것이 중요하

\* 성균관대학교 전자전기기계공학부 일반대학원 박사과정 (missye7322@skku.edu)

\*\* 성균관대학교 소프트웨어학과 교수 (thcho@skku.edu)

므로 Interleaved Hop-by-Hop Authentication (IHA)와 SSL/TLS 보안 프로토콜들을 이용한다 [5-6]. 하지만, 이러한 보안 프로토콜들은 WSNs와 IoT가 동시에 공격당한 경우 허위 데이터를 여과할 수 없으므로 IoT 장치의 이상 동작 실행을 유발할 수 있다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 WSNs와 IoT가 감지한 각각의 측정 데이터 값이 사전에 설정한 오차 범위 내에 있는지를 확인하는 Data Calibration 기반의 Discrete Event System Specification (DEVS) 모델을 이용하여 허위 데이터를 탐지하는 방법을 제안한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 허위 보고서 주입 공격

허위 보고서 주입 공격은 공격자가 센서 노드를 훼손 시켜 키를 탈취한 후 허위 보고서를 작성하여 네트워크에 주입하는 공격을 의미한다. 허위 보고서는 센서 노드를 통해 기지국(Base Station; 이하 BS)로 전달되어 BS의 허위 경보를 유발하거나 사용자에게 잘못된 서비스를 제공할 수 있다. 이를 방어하기 위하여 IHA와 같은 WSNs 보안 프로토콜이 존재하는데, 센서 노드가 보안 경계값을 초과하는 허위 데이터 주입 공격은 IHA로도 방어할 수 없다는 문제점이 존재한다.

### 2.2 허위 데이터 주입 공격

허위 데이터 주입 공격은 공격자가 데이터를 암호복호화할 때 이용하는 대칭 키를 탈취하여 허위 데이터를 작성한 후에 이를 IoT 장치에 주입하는 공격을 의미한다. 허위 데이터 주입 공격은 IoT 장치의 이상 동작을 유발할 수 있다는 문제점이 존재한다.

### 2.3 Discrete Event System Specification

DEVS는 현실 세계에 존재하는 객체들과 기능들을 모델로 추상화하고 입력 메시지의 발생

에 따라 대상 시스템의 상태 변화를 기록하는 이론으로, Bernard P.Zeigler에 의해 제안되었다. DEVS는 객체 하나를 나타낸 Atomic Model과 여러 개의 객체가 합쳐진 Coupled Model로 구성된다.

## III. 제안 기법

### 3.1 동기

허위 보고서 주입 공격 또는 허위 데이터 주입 공격이 발생하면 기존의 IHA와 SSL/TLS로는 이를 탐지하지 못하여 결국 IoT 장치가 이상 동작을 실행한다는 문제점이 존재한다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 센서 노드와 IoT 장치가 감지한 각각의 측정 데이터 값이 사전에 설정한 오차 범위 내에 있는지를 확인하여 허위 데이터를 여과하는 Data Calibration 기반의 DEVS 모델을 이용한다.

### 3.2 동작 과정

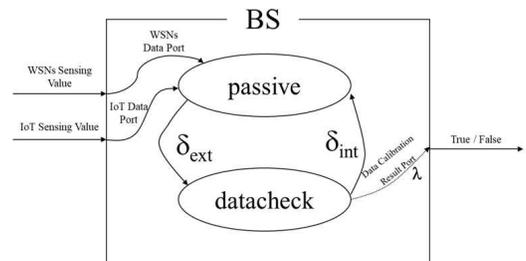


그림 1. BS 모델의 상태 다이어그램

그림 1은 BS 모델의 상태 다이어그램을 보여준다. BS 모델에는 passive, datacheck 라는 상태가 있다. WSNs Data Port, IoT Data Port 를 통해 WSNs이 감지한 측정 데이터값과 IoT 장치가 감지한 측정 데이터값을 수신한 BS 모델은 datacheck 상태로 전환한다. datacheck 상태에서는 각각의 측정 데이터값이 사전에 설정한 오차 범위 내에 있는지를 확인한다. WSNs 측정 데이터값이 사전에 설정한

오차 범위를 벗어난다면 이는 허위 데이터로 탐지되어 삭제되고 Data Calibration Result Port를 통해 False를 반환한다. 반대로, WSNs 측정 데이터값이 사전에 설정한 오차 범위 이내에 있다면 이는 승인되며 Data Calibration Result Port를 통해 True를 반환한다. 그리고 IoT 측정 데이터값이 사전에 설정한 오차 범위를 벗어난다면 Data Calibration Result Port를 통해 False를 반환한다. 반대로, IoT 측정 데이터값이 사전에 설정한 오차 범위 이내에 있다면 True를 반환한다.

#### IV. 결 론

본 제안 기법에서는 Data Calibration 기반의 DEVS 모델을 통해 허위 데이터를 여과하여 허위 데이터 주입 공격 또는 허위 보고서 주입 공격을 방지함으로써 IoT 장치의 이상 동작 실행을 방지할 수 있다. 따라서, WSNs 기반 IoT 공기 정화 시스템의 전체적인 보안성을 강화할 수 있다. 또한 정상 데이터를 축적할 수 있으므로 개발자는 추후에 이를 이용하여 지능 시스템의 개발에도 활용할 수 있다.

#### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2021R1A2C2005480)

#### 참 고 문 헌

- [1] Wang, Yong, Garhan Attebury, and Byrav Ramamurthy. "A survey of security issues in wireless sensor networks." (2006)
- [2] Akyildiz, Ian F., et al. "A survey on sensor networks." *IEEE Communications magazine* 40.8 (2002): 102-114.
- [3] Atzori, Luigi, Antonio Iera, and Giacomo Morabito. "The internet of things: A survey." *Computer networks* 54.15 (2010): 2787-2805.
- [4] Al-Fuqaha, Ala, et al. "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications." *IEEE communications surveys & tutorials* 17.4 (2015): 2347-2376.
- [5] Zhu, Sencun, et al. "An interleaved hop-by-hop authentication scheme for filtering of injected false data in sensor networks." *IEEE Symposium on Security and Privacy, 2004. Proceedings.* 2004. IEEE, 2004.
- [6] E. Rescorla, *SSL and TLS: Designing and Building Secure Systems.* Addison-Wesley Reading, 2001.

# 증강현실 기반 발달장애인 재활서비스 원격 모니터링 플랫폼 개발

유재호\*

## Development of a medical device remote monitoring platform to provide developmental disorder rehabilitation service based on augmented reality

*Jae-Ho Yu\**

### 요 약

본 연구에서는 최근 각광을 받고 있는 빅데이터 기술, 증강현실 기반의 기능성 게임, 모바일 헬스의 기술들을 융합하여 시설 내에서 사용 가능한 효과적인 발달장애인 재활을 위한 서비스를 개발하고자 다음과 같은 결론을 얻었다. 증강현실 디바이스는 피훈련자의 모션변화를 감지하여 측정하는 3D 깊이 카메라 및 증강현실을 구현하고, 피훈련자에게 콘텐츠를 제공하는 디스플레이를 포함하는 것을 특징으로 한다. 증강현실 디바이스는 콘텐츠에 대해 지각력, 기억력 및 주의집중력 중 어느 한 개 이상을 필요로 하는 두뇌활동과 관련된 정답과 오답이 명확한 문제에서 정답 또는 오답을 결정하는 것을 특징으로 한다. 서버는 상기 개인건강기록뿐만 아니라 발달장애 관리 방법 및 개인건강기록과 상기 발달장애 관리 방법에서 산출된 인지역량 및 신체역량에 따라 피훈련자에게 맞춤형 운동프로그램(New personal training program)을 제공하는 로직이 포함되어 있다. 이와 같은 ICT 융합 기술에 따른 발달장애 건강관리서비스가 널리 보급된다면 국민 건강복지 개선과 의료비용의 획기적 절감이 이루어질 수 있을 것이다.

### Key words

*developmental disorder, rehabilitation, augmented reality, medical device remote monitoring platform.*

## I. 서 론

세계보건기구에서는 국제회의에서 미래의 의료개발을 위해서는 예방으로서의 전환이 중요하며, 이에 핵심적인 기본전략으로 ‘일차보건의료 (primary health care)’를 강조하는 등

ICT 융합 발달장애 환자 치료, 관리 서비스 개발의 중요성은 나날히 커져가고 있다.[1] 여기서 강조하는 일차보건의료는 지역사회 참여를 통해 모든 개인과 가족들에게 보편적인 보건의료 서비스의 접근을 가능하게하고, 주민들이 생활하고 일하는 곳에서 보건의료가 전달

\* 선문대학교 물리치료학과 교수 (naresa@sunmoon.ac.kr)

되는 국가보건체계를 구축하는 것으로 설명한다.[2] 최근 우리나라도 국민 의료비 상승과 같은 다양한 보건문제가 불거지면서 사후 치료와 의료비 지원보다는 생활습관을 개선하고, 질병의 조기발견과 악화 방지 등 사전 예방을 위한 정책을 집중적으로 추진하고 있다.[3] 이와 같은 보건체계를 위해 보건복지부에서는 통합건강증진사업을 수행중이며,[4] 특히 발달장애 환자 관리 및 신체활동분야는 각 지역사회 필수 사업으로 관리 및 예방에 중요한 역할을 하고 있는 실정이다.[5]

신체활동의 경우, 건강검진·검사결과를 통해 만성질환 관련 건강위험군의 신체활동 증가를 통한 건강위험요인 개선 도모한다. 기존 다양한 발달장애 관리를 위한 IT 기반의 서비스가 제공하고 있으나 통합건강증진사업과 연계하여 보다 효과적인 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 기술이 융합된 새로운 서비스 개발이 필요하다.

이에 본 연구에서는 최근 각광을 받고 있는 빅데이터 기술, 증강현실 기반의 기능성 게임, 모바일 헬스의 기술들을 융합하여 시설 내에서 사용 가능한 효과적인 발달장애인 재활을 위한 서비스를 고안하였다. 이와 같은 ICT 융합기술에 따른 발달장애 건강관리서비스가 널리 보급된다면 국민 건강복지 개선과 의료비용의 획기적 절감이 이루어질 수 있을 것이다.

## II. 증강현실 발달장애인 재활서비스 플랫폼 구현

### 2.1 증강현실 디바이스

증강현실 디바이스는 피훈련자의 모션변화를 감지하여 측정하는 3D 깊이 카메라 및 증강현실을 구현하고, 피훈련자에게 콘텐츠를 제공하는 디스플레이를 포함하는 것을 특징으로 한다. 증강현실 디바이스는 상기 피훈련자의 모션변화에 따른 모션의 가속도로 상기 강도를 산출하거나, 피훈련자의 상지가 회전축을 중심으로 한 각도 변화범위가 상기 회전축의 움직임

에 대한 상대 움직임으로부터 상기 유연도를 산출하거나, 또는 상기 피훈련자의 하지가 전후 혹은 좌우로 움직임이 발생하는지를 측정하여 하지 균형도를 산출하여 상기 신체역량을 산출하는 것을 특징으로 한다.[6]

증강현실 디바이스는 콘텐츠에 대해 지각력, 기억력 및 주의집중력 중 어느 한 개 이상을 필요로 하는 두뇌활동과 관련된 정답과 오답이 명확한 문제에서 정답 또는 오답을 결정하는 것을 특징으로 한다.

### 2.2 원격 모니터링 플랫폼

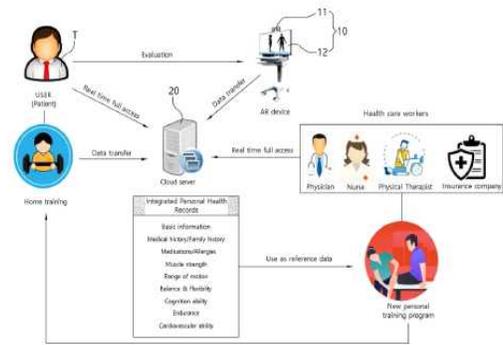


그림 1. 원격모니터링 플랫폼

서버는 피훈련자를 치료 또는 보호하는 유관관계로부터 인지역량과 상기 신체역량을 제외한 정보가 입력받는 것을 특징으로 한다. 서버는 피훈련자에 대한 통합 개인건강기록(Personal Health Record, PHR)이 저장된다. 개인건강기록에는 상기 피훈련자를 식별할 수 있는 기본정보를 비롯하여, 병력 및 가족력, 약제 처방이력 및 알러지 정보, 상기 및 하지 근육의 강도, 관절의 가동범위, 균형도 및 유연도, 인지능력, 지구력, 심혈관 상태 등이 저장되어 있다. 이러한 개인건강기록은 피훈련자가 직전까지 상기 발달장애 관리 시스템을 이용하여 콘텐츠를 수행한 내역을 반영하여 저장되어 있다.[7]

서버는 상기 개인건강기록뿐만 아니라 발달장애 관리 방법 및 개인건강기록과 상기 발달

장애 관리 방법에서 산출된 인지역량 및 신체역량에 따라 피훈련자에게 맞춤형 운동프로그램(New personal training program)을 제공하는 로직이 포함되어 있다. 서버는 생성된 맞춤형 운동프로그램을 피훈련자에게 콘텐츠로 제공하고, 피훈련자는 피훈련자가 위치한 곳, 예를 들면 집에서 해당 콘텐츠를 수행하며, 그 결과는 서버로 전송된다. 피훈련자의 콘텐츠 수행결과는 개인건강기록에 업데이트되고, 이는 추후 맞춤형 운동프로그램을 생성하는데 다시 활용된다. 상기 맞춤형 운동프로그램은 의료 전문가가 피훈련자의 상태에 맞게 운동 형태, 운동 강도, 운동 횟수 등을 최적화하여 생성하는 것이 바람직하다.[8] 또는 서버에 피훈련자의 상태에 맞게 상기 맞춤형 운동프로그램을 생성하는 로직이 저장되어, 서버에서 생성할 수도 있다.

### III. 결 론

본 연구에서는 최근 각광을 받고 있는 빅데이터 기술, 증강현실 기반의 기능성 게임, 모바일 헬스의 기술들을 융합하여 시설 내에서 사용 가능한 효과적인 발달장애인 재활을 위한 서비스를 개발하고자 다음과 같은 결론을 얻었다. 증강현실 디바이스는 피훈련자의 모션변화를 감지하여 측정하는 3D 깊이 카메라 및 증강현실을 구현하고, 피훈련자에게 콘텐츠를 제공하는 디스플레이를 포함하는 것을 특징으로 한다. 증강현실 디바이스는 콘텐츠에 대해 지각력, 기억력 및 주의집중력 중 어느 한 개 이상을 필요로 하는 두뇌활동과 관련된 정답과 오답이 명확한 문제에서 정답 또는 오답을 결정하는 것을 특징으로 한다. 서버는 상기 개인건강기록뿐만 아니라 발달장애 관리 방법 및 개인건강기록과 상기 발달장애 관리 방법에서 산출된 인지역량 및 신체역량에 따라 피훈련자에게 맞춤형 운동프로그램(New personal training program)을 제공하는 로직이 포함되어 있다. 이와 같은 ICT 융합기술에 따른 발

달장애 건강관리서비스가 널리 보급된다면 국민 건강복지 개선과 의료비용의 획기적 절감이 이루어질 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] Selma P, Floris M, Frans S. Virtual and augmented reality based balance and gait training. Motek: white paper; 2017. p. 2-8.
- [2] Lee CH, Kim YM, Lee BH. Augmented reality-based postural control training improves gait function in patients with stroke: randomised controlled trial. Hong kong physiotherapy journal. 2014 Dec;32(2):51-57. DOI: 10.1016/j.hkpj.2014.04.002
- [3] Zhihan L, Alaa H, Shengzhong F, Shafiq R, Haibo L. Touch-less interactive augmented reality game on vision-based wearable device. Personal and ubiquitous computing. 2015 Jan;19(3-4):551-67. DOI: 10.1007/s00779-015-0844-1
- [4] Amico AP, Nisi M, Covelli I, Polito AM, Damiani S, Ianieri G, et al. Efficacy of proprioceptive training with prokin system in balance disorders from multiple sclerosis. J mult scler. 2014 Jul;1:110. DOI:10.4172/2376-0389.1000110.
- [5] Bennour S, Ulrich B, Legrand T, Jolles BM, Favre J. A gait retraining system using augmented-reality to modify footprint parameters: effects on lower-limb sagittal-plane kinematics. Journal of biomechanics. 2018 Jan;66(3):26-35. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2017.10.030.
- [6] Nafiseh K, Noor AAO, Abdul HM, Mahboobeh M, Wan ABWA. Balance and risk of fall in individuals with bilateral mild and moderate knee osteoarthritis. Plos one. 2014 Mar;9(3): e92270. DOI: 10.1371/journal.pone.0092270.
- [7] Hillier S, Immink M, Thewlis D. Assessing proprioception: A systematic review of possibilities. Neurorehabil neural repair. 2015 Nov;29(10):933-49. DOI: 10.1177/1545968315573055
- [8] John S. Cognitive-motor rehabilitation through low-cost mobile augmented reality technology. Diss. 2017 Sep. p. 1-38.

# IoV에서 보안성 향상을 위한 교통 정보 기반 복합 공격 탐지 방법

정원진\*, 조대호\*\*

## A Traffic Information-based Complex Attack Detection Method to Improve Security in IoV

*Won-Jin Chung\* Tae-Ho Cho\*\**

### 요 약

차량 인터넷은 자율 주행 자동차의 원활한 주행을 위해 실시간 교통 정보를 제공한다. 하지만 자율 주행 자동차는 무선 네트워크는 이용하여 교통 정보를 공유하기 때문에 공격자가 네트워크로 침입하여 다양한 복합 공격을 시도할 수 있다. 복합 공격은 다수의 공격이 동시에 발생하여 자율 주행 자동차의 주행을 방해하기 때문에 대처가 어렵다. 제안 방법은 자율 주행 자동차의 모든 주행 정보를 수집하고 이를 분석하여 복합 공격을 탐지한다. 제안 방법을 통해 차량 인터넷에서 공격으로 발생하는 교통사고를 예방할 수 있다.

### Key words

*Internet of Vehicle, Autonomous Vehicle, Complex Attack, Network Security*

## I. 서 론

차량 인터넷 (Internet of Vehicle; 이하 IoV)는 자율 주행 자동차와 인터넷 간의 융합된 기술이다. 자율 주행 자동차는 도로 인프라와 통신을 하며 실시간 교통 상황 정보를 수집하고 주행 경로를 계획한다 [1]. 자율 주행 자동차는 첨단 운전자 보조 시스템 센서를 이용한 자율 주행이 가능하지만, 센서의 시야를 벗어난 영역에서는 교통사고에 대한 대응이 어렵다. 따라서 자율 주행 자동차는 vehicle to everything (V2X) 통신을 이용하여 사각 지역

을 최소화한다 [2]. 자율 주행 자동차는 다른 자율 주행 자동차뿐만 아니라 노변 장치 (Road Side Unit; 이하 RSU)를 이용하여 V2X 통신을 하면서 정보를 수집한다. V2X 통신은 차량, 도로 인프라, 보행자와 같이 통신 대상에 따라 vehicle to vehicle (V2V), vehicle to infrastructure (V2I), vehicle to pedestrian (V2P) 등 다양하게 구분된다. V2V 통신은 다른 자율 주행 자동차들과 차량의 정보, 주변 교통 상황 정보 등 주행에 필요한 정보를 공유하면서 교통사고를 예방하는 기술이다. 이러한 통신 방법은 사각지대에 있는 차량 위치를 파

\* 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석박통합과정 (wonjin12@skku.edu)

\*\* 성균관대학교 소프트웨어학과 교수 (thcho@skku.edu)

악할 수 있으며, 이를 통해 충돌을 피할 수 있다. V2I 통신은 도로 인프라를 통해 실시간 교통 상황 및 돌발 상황을 파악할 수 있으며 공사 구간이나 사고 구간 정보를 차량에 전달하여 교통 체증을 원활하게 관리할 수 있다. 하지만 V2X 통신은 무선 네트워크를 이용하여 교통정보를 전송하기 때문에, 공격자는 차량 네트워크에 침입하여 교통사고가 발생하는 다양한 공격을 시도한다 [3]. IoV에서 발생하는 사고는 금전적 피해를 발생시키며 인명 피해까지 초래할 수 있다. 그러므로 IoV에서 발생하는 공격을 탐지 및 대응하기 위한 다양한 보안 기법이 연구되었으며 교통사고 예방을 최우선 목표로 두고 있다. 하지만 이러한 공격들이 동 시간에 복합적으로 발생하면 기존 보안 기법으로 탐지할 수 없는 상황이 발생한다. 본 논문에서는 교통정보센터에 의해 수집된 교통정보들을 이용하여 복합 공격을 탐지하는 방법을 제안한다.

## II. 교통 정보 기반 공격 탐지 방법

### 2.1 복합 공격

공격자는 차량 네트워크에 침입하여 주행에 필요한 정보를 제거하거나 교통정보를 위변조한 후 전달하여 차량의 주행을 하는데 혼란을 준다. 잘못된 정보를 수집한 자율 주행 자동차는 잘못된 경로로 주행을 하여 도착 시간이 늘어나거나 차량 연비가 감소하여 경제적 손해를 입게 된다. 또한 교통사고는 인명 피해가 발생할 수 있으므로 반드시 보안 기법을 통해 공격을 방어해야 한다. IoV에서 발생하는 공격을 탐지하기 위한 다양한 보안 기법이 연구되었다 [3]. 기존 보안 기법은 시퀀스 번호, 타임 스탬프, 이중 인증 등 다양한 기법을 이용하여 공격을 탐지한다. 하지만 이러한 공격들이 동 시간에 복합적으로 발생하면 기존 기법만으로 공격 탐지가 어렵다. 그림 1은 IoV에서 sybil attack과 false data injection (FDI) attack이 동 시간에 복합적으로 시도되는 모습을 보여준

다.

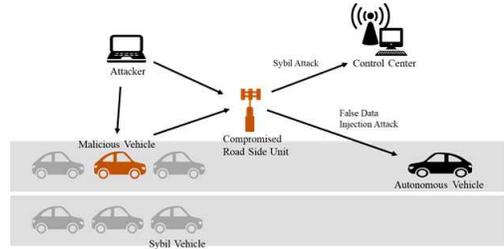


그림 1. 복합 공격 시나리오

Sybil attack은 다수의 차량 ID를 위장하여 RSU에 전송한다. RSU는 이러한 정보를 받아 교통정보센터에 교통 혼잡상황을 보고한다. 교통정보센터는 다른 자율 주행 자동차가 교통 혼잡을 피해 주행할 수 있도록 도로 우회 메시지를 전송한다. FDI attack은 거짓 정보 생성하여 다른 자율 주행 자동차로 전송하는 공격으로 자율 주행 자동차가 잘못된 주행을 하도록 유도한다.

### 2.2 복합 공격 탐지 방법

IoV에서 단일 공격이 발생하면 기존 보안 기법을 통하여 방어할 수 있다. Sybil attack과 FDI attack은 메시지 인증 코드 (Message Authentication Code; 이하 MAC)을 통해 거짓 메시지를 탐지하는 기법이 제안되었다 [4]. 하지만 RSU와 차량을 훼손하여 MAC을 탈취하고 이를 통해 거짓 메시지를 생성하여 전송하는 복합 공격이 시도될 때 기존 보안 기법으로 탐지하기 어렵다. 따라서 제안 방법에서는 교통정보센터에 저장된 교통정보를 이용하여 복합 공격을 탐지하는 방법을 제안한다. 그림 2는 제안 방법을 통해 복합 공격을 탐지하는 과정을 보여준다.

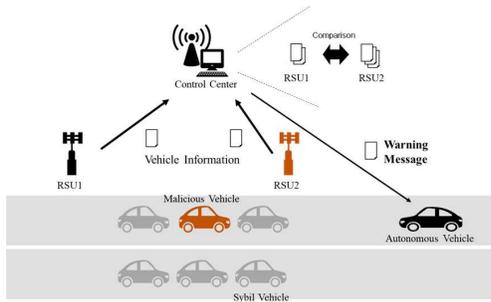


그림 2. 교통정보를 통한 복합 공격 탐지

교통정보센터는 RSU에 차량이 진입하면 모든 차량 정보를 수집한다. 이러한 과정을 통해 교통정보센터는 차량이 목적지에 도달하기 전까지 모든 주행 경로를 파악할 수 있다. <그림 2>와 같이 훼손된 RSU를 통해 차량 정보를 전달하면 중간 필터링이 불가능하지만, 교통정보센터에서는 이전 RSU에서 수집한 교통 정보와 해당 RSU에서 수집한 정보를 분석하여 sybil attack을 탐지할 수 있다. 훼손된 차량과 V2V 통신을 통해 거짓 정보를 전달받은 차량 또한 RSU를 통해 우회 정보가 교통정보센터로 전달되어 FDI attack 공격 시도됨을 파악할 수 있다. 공격 탐지가 완료되면 교통정보센터는 다른 자율 주행 자동차가 해당 RSU와 차량의 정보를 수신받지 못하게 한다. 이를 통해 다른 자율 주행 자동차는 복합 공격으로 발생한 교통 체증을 무시하고 주행할 수 있다.

### III. 결 론

IoV는 자율 주행 자동차가 목적지까지 경로를 계획하고 안전한 주행할 수 있도록 실시간 교통 정보를 제공하는 기술이다. 자율 주행 자동차에 전송되는 교통 정보들은 교통사고의 회피 가능성을 높이며 신호등과 같이 도로 인프라로 발생하는 시간 지연을 최소화할 수 있도록 도와준다. 하지만 자율 주행 자동차는 무선으로 통신하여 정보를 송수신하기 때문에 공격자는 차량 네트워크에 쉽게 침입하여 다양한 공격을 시도할 수 있다. 공격자는 자율 주행

자동차에 전송되는 메시지를 제거하거나 정보를 위변조하여 다시 전송함으로써 교통사고를 발생시킬 수 있다. 또한 기존 보안 기법으로 탐지가 어려운 동 시간에 복합적으로 공격을 시도하여 교통 혼잡을 발생시키거나 사고를 초래할 수 있다. 교통정보센터는 단일 경우 공격일 때 기존 기법을 이용하여 공격을 탐지하고 복합 공격일 때 제안 방법을 통해 공격을 탐지하여 교통사고를 예방한다. 제안 방법은 공격 탐지에 대한 처리 시간이 오래 걸리지만 다양한 공격을 탐지할 수 있는 장점이 있다. 추후 공격 탐지에 대한 처리 시간을 줄이는 방법을 연구할 예정이다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2021R1A2C2005480)

### 참 고 문 헌

- [1] Yang, Fangchun, et al. "An overview of internet of vehicles." China communications 11.10 (2014): 1-15.
- [2] Harding, John, et al. Vehicle-to-vehicle communications: readiness of V2V technology for a application. No. DOT HS 812 014. United States. National Highway Traffic Safety Administration, 2014.
- [3] Contreras-Castillo, Juan, Sherali Zeadally, and Juan Antonio Guerrero-Ibañez. "Internet of vehicles: architecture, protocols, and security." IEEE internet of things Journal 5.5 (2017): 3701-3709.
- [4] Wang, Qiyan, and Sanjay Sawhney. "VeCure: A practical security framework to protect the CAN bus of vehicles." 2014 International Conference on the Internet of Things (IOT). IEEE, 2014.

# 클라우드 CDM에서 에이전트 기반 분산 ID 스킴

강윤희\*, 박용범\*\*, 남성현\*\*\*, 조재혁\*\*\*\*

## Agent based DID scheme in Cloud CDM

*YunHee Kang\*, YoungB. Park\*\*, SungHyun Nam\*\*\*, JaeHyuk Cho\*\*\*\**

### 요 약

국내외적으로 CDM은 다수의 병원소스의 정보자산을 공동으로 활용하는 협력연구를 위해 도입되어 운영 환경이 구축되고 있다. 신뢰할 수 있는 CDM의 활용을 위해서는 연구참여자의 신원 식별 및 신원증명을 통한 CDM 자료접근 제어가 요구된다. 이 논문에서는 병원 간 정보자원의 공동활용을 위한 클라우드 환경에서 적용하기 위한 CDM 자료 접근제어를 위해 에이전트 기반의 분산 ID 스킴을 기술한다.

### Key words

*CDM, 클라우드, 에이전트, 분산ID, 접근제어*

## I. 서 론

최근 의료 서비스는 치료에서 질병 예방 및 관리로 전환되어 환자의 효율적인 건강관리를 위한 의료정보 사용의 중요성이 대두되고 있다 [1]. 국내외적으로 CDM은 다수의 병원소스의 정보자산을 공동으로 활용하는 협력연구를 위해 도입 미 운영환경이 구축되고 있다. [2-4].

신뢰할 수 있는 CDM의 활용을 위해서는 연구참여자의 신원 식별 및 신원증명을 통한 CDM 자료접근 제어가 요구된다.

이 논문에서는 병원 간 정보자원의 공동활용을 위한 클라우드 환경에서 적용하기 위한 CDM 자료 접근제어를 위해 에이전트 기반의

분산 ID 스킴을 기술한다. 설계된 에이전트 기반의 분산 ID 스킴을 적용함으로써 중앙집중형 신원관리의 보안위험을 해결하여 안전한 의료데이터 접근환경을 제공한다.

## II. 관련연구

CDM(Common Data Model)은 개별 병원의 환자 데이터기반 연구 제약을 해결하기 위해 표준화되어진 공통데이터 개념으로 등장하였다 [4]. CDM은 민감 개인정보의 유출없이 병원을 포함한 연구기관의 데이터 통합 분석을 지원하기 위한 표준화되어진 정보자산의 일부이다 [4,5]. CDM은 협력 네트워크 연구체계인

\* 백석대학교 컴퓨터공학부  
\*\* 단국대학교 SW융합대학 소프트웨어학과  
\*\*\* 두원공과대학교 스마트 소프트웨어학과  
\*\*\*\* 송실대학교 전자정보공학부

DRN(Distributed Research Network, 분산연구망) 구축에 필수적이다. 대표적으로 OHDSI[5], PCORnet[6] 등의 DRN이 진행되고 있다. DRN은 대규모 분석의 특화연구, 의약품, 의료기기 및 백신의 부작용 분석, 비교효과 연구, 경제성평가 및 임상연구 기반의 신약개발을 위한 표준화된 개방형 네트워크 구축이 필수적이다.

분산 ID는 개인정보를 제 3자가 소유하고 관리하는 인증구조에서 개인이 직접소유하고 관리하는 자기 주권형 인증구조로 전환하도록 한다[6-7]. W3C는 DID 워킹그룹에서 표준화를 진행해 규격을 제출하였으며, 개발 중인 규격은 웹 환경에서 ID를 생성하고 키를 발급하는 구문을 구현할 수 있는 체계를 제공한다[8].

분산 ID는 분산원장을 사용함으로써 서비스 제공자가 사용자인증에 필요한 신원관리 비용을 절감할 수 있으며, 사용자의 편의성을 제공할 수 있는 장점이 있다[7]. 분산 ID에서 신뢰는 탈중앙화되며 (decentralized) 검증 가능한 주장의 소비자는 자신이 신뢰할 발급자를 결정한다. 사용자는 주장을 저장하는 데 사용하는 소프트웨어 에이전트에 지정된 수신자를 노출하지 않고도 검증 가능한 주장을 공유하도록 한다.

### III. 에이전트 기반 분산ID 스킴

이 절에서는 클라우드 CDM 운영을 위한 DID를 활용한 에이전트 기반 신원증명 아키텍처 설계 및 에이전트 기반 DID 신원 증명 체계를 기술한다.

에이전트(agent)는 특정한 목적을 위해 사용자를 대신해서 작업을 수행하는 자율적 프로세스이다. 에이전트는 독자적으로 존재하지 않고 주어진 환경의 일부이거나 그 안에서 동작하는 시스템이다.

그림 1은 설계된 클라우드 CDM을 위한 접근제어 아키텍처를 보인 것이다. 설계된 아키텍처에서 협력연구참여 연구자의 체계적인 관

리를 위한 IRB, 클라우드 CDM 데이터 제공기관 및 데이터 사용기관은 피어로서 동작한다. 협력 연구참여 승인과 통제는 IRB를 통해 이루어진다. IRB는 연구자는 연구참여 요건을 심의하여 승인한 후 허가한다. 연구참여가 허가된 연구자는 CDM 포털을 통해 연구에 필요한 임상연구자료를 EHR에서 검색하며 CDM 형식으로 구성한다. HospitalA와 HospitalB A의 관리자(trust manager)는 안전한 CDM 자료의 전달을 위해 암호화 및 복호화하며, 연구자의 접근을 제어한다. CDM 자료의 암호화정보와 접근제어를 위한 정보는 DLT(Distributed Ledger Technology)를 사용하여 유지한다.

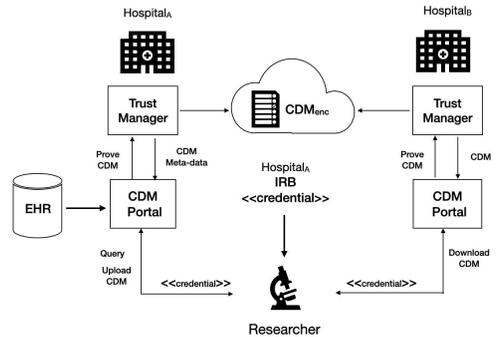


그림 1. 클라우드 CDM의 신원증명아키텍처

설계된 신원증명 아키텍처는 DLT를 이용하여 서비스 제공자 간에 신원확인 정보를 공유하여 서비스 접근에 필요한 최소한의 신원확인 정보를 활용한다. 이러한 신원확인 과정은 CDM 포털의 서비스 접근제어에 활용되며, 시스템운영의 보안취약점을 개선할 수 있다.

그림 2는 에이전트 기반 DID 신원관리 체계를 보인 것으로 IRB, 클라우드 CDM 데이터 제공기관 및 데이터 사용기관을 표현하는 에이전트는 별도의 중앙기관의 제어 없이 신원관리를 위한 신원증명서(credential)의 발급 및 신원 검증기관으로서 역할을 수행한다. 연구자는 IRB로부터 발급받은 신원확인(claim)을 위한 목적으로 이를 자신의 지갑에 유지한다. 연구자는 CDM 제공자에 접근하여 검색된 의료정

보의 CDM 생성과정에서의 자격증명에 사용한다. 연구자는 자신의 신원증명서를 사용하여 CDM 제공자에 접근하는 과정에서 증명서를 자신의 신원확인을 위한 신원증명(proof)을 전달한다. CDM 제공자는 신원증명을 검증하여 접근의 허가를 결정한다. 서비스 별로 제한적인 접근허가를 위한 검증된 연구자에게는 CDM 자료 사용을 위한 신원증명서를 발급한다.

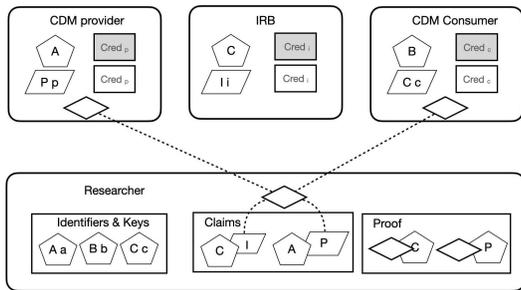


그림 2. 에이전트 기반 DID 신원 증명 체계

### IV. 결 론

이 논문에서는 CDM을 활용한 협력연구를 위해 클라우드 CDM 신원증명 아키텍처를 설계하였다. 설계된 아키텍처는 CDM 데이터의 안전한 전달 및 접근제어에 활용되며 분산 ID와 DLT 적용을 기술하였다. 분산 ID는 설계된 에이전트 기반 DID 신원증명 체계를 통해 연구자가 자신의 신원확인 정보를 생성하여 필요한 CDM 자료의 활용을 위한 목적으로 사용한다. 에이전트로서 참여하는 클라우드 CDM 엔티티는 DLT를 통해 DID를 공유하는 방식으로 클라우드 기반 CDM 구축과정에서 요구되는 상호운영성 및 보안체계 측면에서 이점을 제공한다.

### Acknowledgement

본 논문은 보건복지부(한국보건산업진흥원,

HI19C1032) 공익적 목적의 CDM 활용을 위한 제도 및 정보보호 기술연구사업의 클라우드 기반 CDM보안 강화를 위한 자율방어형 보안기술 및 관리체계 개발 검증 과제의 지원을 받아 수행된 연구임

### 참 고 문 헌

- [1] C. Shivade et al., "A review of approaches to identifying patient phenotype cohorts using electronic health records," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 21, no. 2, pp. 221-230, 2013.
- [2] MR Hurle, L Yang, Q Xie, DK Rajpal, P Sans eau, and P Agarwal. *Computational drug repositioning: from data to therapeutics*. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 2013.
- [3] Jiao Li, Si Zheng, Bin Chen, Atul J. Butte, S. Joshua Swamidass, and Zhiyong Lu. *A survey of current trends in computational drug repositioning*. *Briefings in Bioinformatics*, 2015.
- [4] Liu S,Y, Hong N, Shen F, Wu ST, Hersh W R, Liu H. "On mapping textual queries to a common data model", 2017 IEEE International Conference on Health Informatics (ICHI) 2017: 21 - 5.
- [5] *Observational medical outcomes partnership (omop) common data model v5.2*. <https://github.com/OHDSI/CommonDataModel>.
- [6] *The national patient-centered clinical research network (pcornet) common data model v3.1*. URL <http://www.pcornet.org/pcornet-common-data-model/>.
- [7] *Distributed Ledger Technology: beyond block chain (PDF) (Report)*. UK Government, Office for Science. January 2016. Retrieved 29 August 2016.
- [8] W3C, <https://w3c.github.io/did-core/>

# GIS 기반 환경유해안자 및 건강영향 빅데이터 플랫폼 개념 설계

조재혁\*

## GIS-based big data platform concept design for local environmental harmful factors and health effects

*Jaehyuk Cho\**

### 요 약

환경으로 인한 세계 및 국내 질병부담률과 사망률은 증가되고 있는 추세이다. 또한 환경오염에 따른 건강피해에 대한 관심이 높아지면서 지역사회의 환경보건영향에 대한 모니터링과 실질적 대안 마련이 필요하다. 이를 위해 구체적인 지역사회의 환경유해인자들을 확인하고 건강영향의 정도 및 상관성 분석 마련이 되어야 한다. 본 연구에서는 GIS를 기반으로 하는 환경유해안자 건강영향 빅데이터 플랫폼을 개념 설계하고자 한다.

### Key words

*Environmental harmful, Health effects, Internet of Things, AI, Geographic information system, Bigdata & monitoring system*

## I. 서 론

세계보건기구는 환경으로 인한 세계 질병부담률이 21~27%에 이르며, 사망률은 21~25%라고 발표하였다[1]. 또한 우리나라에서 환경오염으로 인한 질병 부담이 17%라고 추정되고 있으며, 환경오염으로 인한 조기사망자수는 55,700명, 이중 대기오염으로 인한 조기사망자수는 7,100명으로 추정하였다[2].

최근 국민들 사이에서 환경문제 특히 환경오염에 따른 건강피해에 대한 관심이 높아지면서 지역사회의 환경보건문제에 대한 관심과 실

질적 대안 마련에 대한 요구가 높아지고 있다. 특히 태안 유류 유출사고, 구미 불산사고 등 대규모 환경재난사고는 물론 영월 시멘트 공장 및 장항 제련소 주변 지역주민들의 건강피해, 그리고 최근 불거진 김포 거물대리 주물공장지역 환경오염 사례 등이 알려지면서 지역 환경보건문제에 대한 해결 요구가 높아지고 있다.

지역 환경보건문제를 실질적으로 해결하기 위해서는 구체적인 지역사회의 환경보건문제 또는 환경유해인자들을 확인하고, 파악된 환경보건문제에 대해서 실질적인 위해저감 조치를 수립·시행할 수 있는 정책 지원수단이 마련되

\* 숭실대학교 AI 데이터 연구단장 (chojh@ssu.ac.kr)

어야 한다. 환경요인은 건강에 유의미한 영향을 주며 지역에 따라 다름. 지역의 환경보건문제는 지역마다 지리적, 환경적, 사회·경제적, 인구학적 특성이 다르기 때문에 환경유해인자의 특성, 배출 양상 및 환경유해인자로 인한 건강영향도 다르게 나타난다[3][4][5]. 이러한 여러 이유로 지역 환경보건문제의 궁극적 해결은 지역사회를 중심으로 해결하여야 함. 또한 환경보건문제를 해결하기 위한 환경보건정책은 환경오염원, 매체, 노출, 건강영향까지 포괄적으로 다루어야 한다. 즉, 환경보건문제는 오염원, 매체, 노출 등 여러 부문들이 서로 연결되어 있어 있기 때문에, 전체적이고 통합적인 접근을 통해서 해결방안을 도출해야 한다.

## II. 환경보건 감시 및 평가체계 개발

### 2.1 환경보건감시체계 구축

환경보건감시체계 구축을 위해서 환경보건 정보 분석 및 연계 방안 도출, 빅데이터 데이터베이스 분석 및 설계가 선행되어야 한다. 또한 빅데이터 자료 표준화 방안 수립을 통해 데이터 수집/가공/분석, 여타 기관 및 시스템 간 연계가 원활하여야 한다. 이는 환경보건 현황 모니터링 시스템 개발이 되며 세부적으로 건강영향 스크리닝 시스템 구축 및 지역단위 주요 건강영향 지표 개발, 취약성 평가 분석 체계 개발을 통해 고도화될 필요가 있다.

### 2.2 환경보건 감시 및 평가 기법 개발

수집된 데이터에 Generalized Additive Model(GAM)을 적용하여 표준화되며, 단변량 및 다변량 분석을 통해 환경유해인자와 주요 건강영향의 상관성 분석 등으로 환경유해인자 및 주요 건강영향의 시공간적 상관성 평가 기법이 개발된다. 이는 이전 5년, 이후 1년간의 추세 분석을 통해 환경유해인자와 주요 건강영향이 다른 변수들과의 상관관계 분석이 수행된다. 또한 평균순위분석 등 통계량분석 등의 결과값을 이용하여 고위험지역을 탐색하여 환경

유해인자 및 주요 건강영향의 고위험지역 탐색 기법을 개발한다.

US EPA의 EnviroAtlas와 구성요소인 환경-건강 평가도구를 벤치마크하여 도출된 환경유해인자, 건강영향, 및 정책특성을 고려한 복합적인 평가시스템을 구축한다. 또한 환경보건 빅데이터를 이용한 위해성평가를 통해 취약지역 평가환경보건 빅데이터를 활용한 GIS 기반 환경보건 취약지역 평가를 수행한다.

환경보건 취약지역의 진단은 환경유해인자, 건강영향, 그리고 정책 분야 분석 후 취약요인 도출한다. 이를 기반으로 취약지역의 환경유해인자와 해당 지역의 특정 질병과의 상관관계 확인 및 유해인자/질병 대책을 도출할 수 있다. 최종적으로 GIS 기반 환경보건 취약지역의 환경보건 진단 및 감시기법 개발된다.

### 2.3 지역단위 환경보건 감시체계 개발

환경보건 빅데이터 처리 및 자료 표준화 개발, 환경보건 취약지역 및 감시체계 구축을 위한 기계학습 기법 적용을 통해 GIS기반 환경유해요인과 건강영향의 시각화 및 시공간적 분석 도구가 개발된다.

## III. 결 론

본 연구를 통해 환경보건 빅데이터를 이용한 환경보건감시체계 구축 및 평가 기법 개발, 지역단위 환경보건감시체계 평가 도구 개발을 설계하는데 기반을 구축하고자 함. 이는 GIS 기반 환경유해요인과 건강영향의 시각화 및 시공간적 분석 도구로 표시된다.

배출, 노출, 건강영향, 기반 정보 등 데이터 유형별 GIS 기반 환경보건 빅데이터 정도 관리 기법 및 데이터 융합 기술 개발을 통해 GIS 기반 환경보건 빅데이터 활용한 환경보건 취약지역 건강영향 감시 및 평가 기술 개발을 조사하였음. 또한 환경보건 빅데이터 관리, 분석 및 지도화 기능을 결합한 환경보건 감시체계 도구 개발, 국내 환경보건 빅데이터 자료

기반 환경보건 취약지역 감시, 평가기술 개발 및 데이터처리 인프라 구축에 기여할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] WHO, The World Health Report, 2006
- [2] WHO, The World Health Report, 2009
- [3] 한국환경정책·평가연구원, 지역기반 환경보건정책 지원 방안연구 보고서, 2016
- [4] Son, Y., Bhattarai, C., Samburova, V., Meng, Q., Wackowski, A, Delnevo, C., and Khlystov, A. (2019). Estimating the Human Health Risks Induced by Harmful Chemical Exposures from Four Types Electronic Cigarettes. Proceedings of Society of Research on Nicotine & Tobacco annual meeting, San Francisco, CA, USA
- [5] Meng, Q., Nagarajan, S., Son, Y., Koutsoupias, P., & Bielory, L. (2016). Asthma, oculonasal symptoms, and skin test sensitivity across National Health and Nutrition Examination Surveys. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 116(2), 118-125.

# 비대면 교육을 위한 블록체인 기술접목 에듀테크 플랫폼 개발 사례

장은철\*, 김장환\*\*, 김영철\*\*\*

## Best Practice on Development of Edutech Platform with adapting Blockchain Technology for Uncontact Education

*Eun Chul Jang\*, Janghwan Kim\*\* and R. Young Chul Kim\*\*\**

### 요 약

현재 세계적인 Covid -19 대유행의 시기에, 전 세계의 교육은 빠르게 비대면 교육으로 변화하고 있다. 하지만 여전히 통합된 플랫폼이 없어 각각의 도구를 사용하고 이에 따라 접속 지연, 잦은 기능오류 등으로 인해 학생교육의 질 저하와 함께 교육 서비스의 질 또한 저하되고 있다. 또한, 대부분의 기능들이 비대면화 되면서 다양한 기술적인 문제로 인해 학생들의 비대면 수업이나 비대면 시험에 대한 질과 신뢰도가 떨어지고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해, 블록체인 기술이 접목된 All in One EduTech Platform을 제안한다. 블록체인 기술을 활용하여 시험이나 수업자료에 대한 신뢰도를 높이고 비대면 교육에 질을 높임으로서 비대면 교육 만족도를 높일 수 있기를 기대한다.

### Key words

*EduTech, Uncontact Education, Block Chain, Smart Contract*

## I. 서 론

세계적 대유행으로 인해, 모든 산업분야에서 4차 산업혁명이 가속화 되고 있다. 특히 교육 분야에서는 학생과 교사간의 전면 비대면 교육을 통해 학생과 교사 모두의 안전을 지키기 위해 노력하고 있다. 하지만 준비가 미비한 가운데 갑작스러운 교육플랫폼의 변화로 학생과 교사 모두에게 큰 어려움이 계속되고 있다.

그림1은 비대면 교육 만족도 조사결과를 파이차트로 표현이다. 이 조사에 따르면 설문에 참여한 대상의 68.7%가 비대면 교육에 불만족하는 것으로 나타났다[1]. 교사들은 수업관리 및 운영, 그리고 강의제작에 어려움을 호소하고 학생들은 학습격차 심화 등을 불만족의 이유로 꼽았다. 이는 각 기술을 지원하는 통합플랫폼이 없기 때문에 이러한 문제를 교육이 주체가 되는 관점으로 해결할 수 없다. 또한, 비

\* 홍익대학교 소프트웨어융합학과 박사과정 (ceo@varo-tech.com)

\*\* 홍익대학교 소프트웨어융합학과 석사과정 (janghwang@selab.hongik.ac.kr)

\*\*\* 홍익대학교 소프트웨어융합학과 교수 (bob@hongik.ac.kr)

대면으로 진행되는 모든 정보들의 보안 역시 취약하여 정보보호에 대한 신뢰도가 떨어진다[2]. 이를 해결하기 위해, 블록체인 기술을 접목한 비대면 교육 플랫폼을 제안한다. 2장에서는 관련연구로 제안하는 플랫폼의 기술인 블록체인 기반 스마트 컨트랙트 연구와 통합 플랫폼에 대해 언급한다. 3장에서는 EduTech 기반 비대면 교육 플랫폼에 대해 소개하고 4장에서는 결론과 함께 향후 연구에 대해 언급한다.

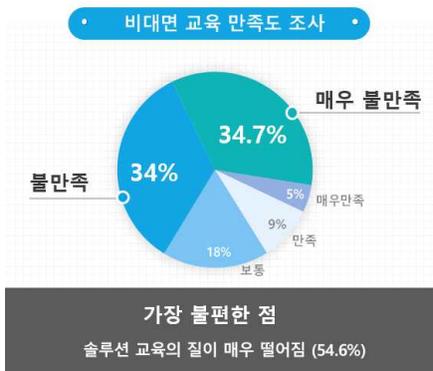


그림 1. 비대면 교육 만족도조사 결과 파이차트

## II. 기존 연구와 한계

### 2.1 블록체인 기반 스마트 컨트랙트

블록체인 기반 스마트 컨트랙트는 분산 네트워크에 의해 유지되는 데이터베이스를 통해 거래관계자의 합의에 따른 계약을 자동으로 실행하는 컴퓨터 프로그램을 말한다[3]. 이 기술은 블록을 함께 묶어 데이터의 위조와 변조를 차단하는 기술로 계약의 신뢰도를 높인다[4]. 따라서 저장되는 정보를 계약에 참여한 모든 사람이 공유하고 정보의 수정이 발생하게 되면 정보의 수정이 모두와 공유되기 때문에 정보보안의 신뢰도를 높이는 특성을 갖는다.

### 2.2 P2P방식 스트리밍 서비스 환경 연구

기존의 동영상 송출방식인 EOD, P2P기반

VOD 전공 방식은 클라이언트에 동영상 데이터를 하드디스크에 저장하고, 이 저장된 데이터를 다시 다른 클라이언트에 전송해야함으로 받는 클라이언트의 동영상 재생이 종료된 후에도 백그라운드에서 실행되어야 하는 문제를 개선하고자 하는 연구로서 하드디스크에 저장하는 대신 RAM에 일시적으로 저장되는 스트리밍 데이터를 이용하는 방법으로 기존의 문제점을 개선하는 연구이다[5]. 이 연구를 통해 동영상 데이터의 스트리밍이 끊기는 문제를 해결하여 재생 시 끊임 현상이 없는 빠른 전송속도를 제공한다.

## III. 블록체인 기술접목 비대면 교육플랫폼 개발사례

초, 중, 고등학교에 필요한 교육활동에서 교사와 학생사이의 교육진행에 필요한 학습활동으로 출석체크, 교사와의 소통, 동영상강의, 과제수행 및 평가, 가정통신문등을 예로 들 수 있다. 다음 그림2는 비대면 교육진행에 사용되는 교육활동 별 상용도구를 나타낸다.

학습 활동	출석체크	교사와의 소통	동영상 강의	과제	평가	가정통신문
사용 솔루션						

그림 2. 교육활동 별 상용도구 표

이렇게 상용도구들을 사용할 때, 교사와 학생들 모두 여러 도구들을 새롭게 배워야 하는 어려움이 있다. 또한, 각 도구들은 유기적으로 연결되어 있지 않다. 그 이유는 교육활동을 위해 도구 사용 시 도구 본래의 목적과 다른 용도로 사용하기 때문에 교육활동으로써 이용에 어려움을 겪고 있다. 또한 갑작스런 팬데믹으로 인해 많은 사람들이 동시에 접속해 서버 과부하, 접속실패, 연결 불안 등 다양한 문제에 직면해 있다[6]. 이를 해결하기 위해 100fps/60Mbps 속도를 제공하고 관련연구에 언급한 P2P방식으로 통신환경을 공유하여 접속자가

많아져도 원활한 서비스를 가능하게 한다. 그림 3은 P2P방식 통신환경 도식화 모형이다.

또한, 제한하는 통합플랫폼은 정보의 신뢰도 향상이 무엇보다 중요하다.

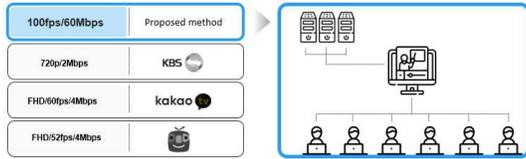


그림 3. P2P방식 통신환경 구조도

비대면 교육이 활성화되면서 기존에서는 학교 교무실, 교사의 개인 컴퓨터 등 물리적으로 안전한 장소에 저장되어 정보의 신뢰도가 높았었지만, 비대면으로 이루어지면서 해킹, 컨닝 등에 취약해지고 웹 서버에 모든 정보들이 기록되지만 여러 곳에 기록이 분산되어 있기 때문에 정보보호 측면에서 신뢰도가 떨어진다. 이에 따라, 비대면 정보 신뢰도 향상을 위해 블록체인 기술을 확장한 스마트 원장기술을 접목한 통합플랫폼을 제안한다.

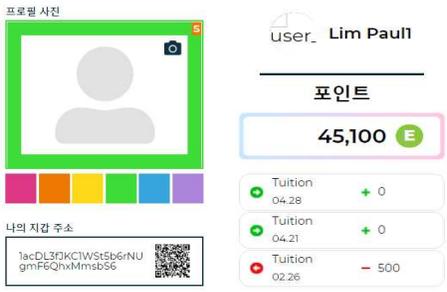


그림 4. 스마트원장과 블록체인(이더리움) 기술 접목

그림 4는 스마트원장 기술이 접목된 웹 플랫폼 사례이다. ‘나의 지갑 주소’는 오직 본인 확인을 통해 확인 할 수 있으며, 이 스마트 원장기술을 통해 모든 정보는 보호된다. 정보의 수정, 생성, 삭제 등, 발생할 수 있는 모든 기록의 변경은 스마트원장을 통해 체인으로 연결되어 있는 모든 관계자에게 기록된다. 따라서 교사와 학생의 개인정보(성적, 과제점수, 과제

기록)와 공적정보(학력정보, 시험문제) 등의 신뢰도는 상승한다. 이렇게 정보의 신뢰도가 상승함에 따라 교사와 학생의 이용만족도 역시 상승할 것을 기대한다.

### IV. 결 론 및 향후 연구

본 논문은 블록체인 기술을 접목을 통해 비대면 교육을 위한 통합 플랫폼 개발방안에 대한 연구이다. 통합된 플랫폼으로 학생과 교사 모두에게 동일한 플랫폼을 제공함으로써 의사소통, 기술적 문제를 개선하고 일체감을 높여 비대면 교육과 서비스의 질 향상을 기대한다. 아직, 대면교육의 이점을 대체할 수 있을 정도의 교육과 서비스를 제공하기에 기술적 제약이 따르지만 향후, 대면 교육을 대체할 수 있는 플랫폼을 위하여 AI가 접목된 콘텐츠 추천 알고리즘, 개인화 서비스 전략을 연구 및 VR콘텐츠를 통한 시뮬레이션 기술에 대한 연구를 계획하고 있다.

### Acknowledgement

본 논문은 교육부 및 한국연구재단의 4단계 두뇌한국21 사업과 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(No. 2021R1I1A305040711)

### 참 고 문 헌

- [1] 조현영, 최한주, 이해정, 신교석, 최일국, 정연희. "COVID-19 상황에서 온라인 플랫폼을 이용한 충남재단의료지원 교육프로그램 개발 - 보건소 신속대응반 대상." 대한응급의학회 학술대회초록집, 2020.2 (2020): 36-36.
- [2] 최희식, 조양현. 2020. 안전 온라인 비디오 플랫폼 사용에 대한 문제점 분석에 대한 연구. 한국컴퓨터정보학회논문지 25: 269-277.
- [3] 양영식, 송인방. 2018. 블록체인 스마트계약의 상용화 대비를 위한 법적 과제. 법학연구 18: 105-130.
- [4] Dylan Yaga et al., Blockchain Technology Ove

review 7-9 (U.S. Department of Technology, National Institute of Standards and Technology, 2019)

- [5] 정영삼, 김경태. 2006. P2P 방식의 교육용 콘텐츠 스트리밍 기술 및 서비스의 개발 연구과제 결과보고서 2-3.
- [6] Juszczuk, Stanisław, and Suwan Kim. "Distance Learning in the Polish and Korean Universities During COVID-19 Pandemic." *The New Educational Research* 62 (2020): 115-127.

# 디지털 악기 타건 보정 기술을 통한 학습 기능 구현

강진수\*, 지연정\*\*, 도상인\*\*\*, 김성영\*\*\*\*, 김영형\*\*\*\*\*

## Implementation of Lesson Function to Play Digital Keyboard by Key Correction Technology

*Jin-Su Kang\*, Yeon-Jeong Ji\*\*, Sang-In Do\*\*\*, Sung-Young Kim\*\*\*\* and Young-Hyung Kim\*\*\*\*\**

### 요 약

최근 4차 산업 기술을 바탕으로 한 첨단 기술이 발전하면서 기존의 클래식을 추구하던 악기 분야에서도 IoT, 스마트 모바일 등 첨단 기술을 첨가한 디지털 악기들의 수요와 시장이 증가하고 있다. 또한 악기를 다루는 교육을 감성교육이라고 하며, 감성교육이 아이들의 두뇌개발에 도움이 되고 어른들에게도 긍정적인 영향을 가지면서 악기 교육에 대한 관심 또한 증가하고 있다. 본 논문은 이러한 시장의 변화에 맞추어 타건을 이용하는 악기들을 디지털 악기로 개발하면서 클래식 악기들과 흡사한 음률과 연주감을 구현하였다. 또한, 악기 교육을 위하여 일부 곡들을 사용자의 수준에 맞추어 가이드라인을 제공하는 기능을 추가하였다. 본 연구는 건반을 이용하는 악기뿐만 아니라 다른 악기들을 디지털화하는 연구에 많은 도움을 주며, 새로 악기를 배우는 사람뿐만 아니라 새로운 곡을 연습하는 사람 모두에게 수요를 충족하는 제품개발에 도움이 된다.

### Key words

*Digital Instrument, guideline, keying, musical instrument*

## I. 서 론

최근 4차 산업 기술과 IoT, 스마트 모바일 등 첨단 기술이 발전하면서 이러한 기술이 적용되는 여러 가지의 제품이 시장에 나오고 있다. 악기를 배우는 것이 두뇌개발에 도움이 된다는 연구에 맞게 아이들을 겨냥한 교육[1]에

대한 관심이 높아지고 있다. 또한 아이들 뿐만 아니라 성인들 또한 삶의 질 향상을 위하여 악기를 배우는 경우가 많이 늘어나고 있다. 특히 디지털 악기[2] 중에서 피아노처럼 건반을 가지는 악기들과 관련하여 많은 제품들이 나와 있다. 이러한 제품들은 클래식 악기들과 비교하여 소리의 깊이, 풍성함, 촉감 부분에서 많은

\* 금오공과대학교 대학원 전자공학과 석사과정 (flzkahsl@kumoh.ac.kr)

\*\* 금오공과대학교 국방시스템공동연구소 연구원 (jyj2356@kumoh.ac.kr)

\*\*\* (주) 다이나톤 (dsj@dynamtone.co.kr)

\*\*\*\* 금오공과대학교 컴퓨터공학과 교수 (sykim@kumoh.ac.kr)

\*\*\*\*\* 금오공과대학교 IT융합학과 교수(kic126@kumoh.ac.kr)

차이가 난다. 본 논문에서는 이러한 부분을 보완하기 위하여 타건의 터치감과 감응도를 향상시키며, 지능형 음원 변주 기능을 구현하며, 악기의 학습을 위한 가이드라인을 추가하여 클래식 악기와 흡사하면서 악기를 배우는 사람에게 학습을 도와주는 제품을 위한 연구이다.

## II. 디지털 악기 건반

### 2.1 타건

본 논문에서는 타건의 터치감 및 감응도를 향상시켜서 연주의 풍성함을 늘리며 스마트 플랫폼과 연동하여 지능형 음원 변주 기능[3]을 구현하였다. 지능형 음원 변주는 타건의 Raw Data를 입력으로 받아서 물리적인 입력 구동부에서 오류를 보정하며, 내부 기구 조작에서 Artificial Data/Sound 연산 과정을 거쳐서 보정된 Sound를 연산하여 내보냄으로써 기존의 클래식 악기와 흡사한 음질을 구현한다.

### 2.2 가이드라인

본 논문에서는 기존의 클래식 악기와 흡사한 품질뿐만 아니라 클래식 악기로는 불가능한 가이드라인을 제공한다. DB에 저장된 곡을 선택하여 기존의 곡과 같은 속도로 재생하는 모드와 사용자의 속도에 맞추어서 다음 음에 해당하는 건반을 빛으로 나타내주어 학습자의 수준에 맞는 가이드라인[4]을 제공한다.

## III. 결 론

본 논문에서 제시하는 연구는 4차 산업 기술의 발전에 의한 시장의 변화에 맞춰가는 산업으로서, 본 연구를 바탕으로 타건을 사용하는 악기뿐만 아니라 현악기를 구현한 디지털 악기를 개발하는데 많은 도움이 된다. 또한, 가이드라인을 이용하여 교육적인 부분에서 새로이 시작하는 사람뿐만 아니라 기존의 사용자들 또한 새로운 곡을 연습하는데 많은 도움을 줄 수 있다.

## 감사의 글

본 연구과제는 2021년 산업통상자원부의 한국산업당진공단의 산업집적지경쟁력강화사업 프로젝트R&D사업의 사업비지원(PDK19CR1, 디지털 악기 스마트 플랫폼 개발)에 의해 수행되었습니다

## 참 고 문 헌

- [1] 윤관기, 음악교수법연구 : 초등학교 음악수업에서 전자건반악기(디지털피아노)의 활용 실태조사, 음악교수법연구, 제13권, 제0호, 2014.2, pages 77-95.
- [2] 조상진, 정의필, 디지털 악기 인터페이스 개발, 한국공학예술학회 논문지, 제3권, 제1호, 2011.8, pages 23-30.
- [3] 주선, 남양희, 텐저블 인터페이스를 이용한 음계 학습 및 창작용 시스템 제안 : 건반 악기 학습을 중심으로, 디지털디자인학연구, 제14권, 제2호, 2014.4, pages 427-437.
- [4] 김영근, 김원중, 스마트폰을 이용한 지능형 건반 악기 자율학습 시스템, 한국전자통신학회 논문지, 제9권, 제9호, 2014.9, pages 999-1004.

# 자동차 부품용 사출 공정의 비전 빅데이터 수집시스템 개발

이창용\*, 우희진\*\*, 이형석\*\*\*, 이용환\*\*\*\*

## Development of System to Collect Big Vision Data of Mold Injection Process for Automobile Parts

*Chang-Yong Lee\*, Hee-Jin Woo\*\*, Hyeong-Seok Lee and Yong-Hwan Lee\*\*\*\**

### 요 약

사출공정에서 중요한 단계 중 하나는 검사단계이다. 현재 기술들은 작업자가 직접적으로 검사를 하거나, 장비를 사용하여 검사하는 단계이다. 제품의 생산성을 높이기 위하여 스마트 공정화가 진행중인데, 대부분의 중소기업에서는 자체 기술개발능력이 취약하다는 단점이 있다. 본 논문에서 제안하는 빅데이터 수집 시스템을 사용하여 데이터 축적과 표준통합플랫폼의 제공, 클라우드 서비스를 활용하면 대기업뿐만 아니라 중소기업에서도 공정 조건 불량에 의한 불량률을 줄일 수 있다. 기존의 공정에 비하여 시간당 약 40%의 생산량 증가하였으며, 불량률 또한 6.8%가량 감소하였다.

### Key words

*Smart Manufacturing, Injection process, Vision System, Big data*

## I. 서 론

자동차 산업에서 사출 산업은 대표적인 뿌리 사업 중 하나라고 할 수 있다. 사출 공정은 원료를 녹여 정해진 틀에 넣고 가공한 후 식혀서 원하는 모양으로 만드는 성형 기술을 말한다. 사출 공정이 완료된 후 검사단계는 사출 공정에서 중요한 요소 중 하나이다. 현재 대부분의 사출 공정 후 검사 단계는 작업자가 직접

육안으로 검사하거나 혹은 장비를 사용하여 검사하게 되는데 인력과 비용 소모가 커지게 된다. 사출 기업의 90%이상이 중소기업으로 자체기술개발 능력이 취약하며, 대형 선도기업군에서는 공정개선 및 스마트 사출공장 관련 기술이 개발되고 있어[1] 격차가 더 벌어질 것으로 판단된다. 현재 열악한 환경의 사출 공정에서 데이터 수집용 검사 시스템을 도입할 경우 작업자와 재공품과의 직접적인 접촉이 크게 줄

\* 금오공과대학교 대학원 전자공학과 박사과정 (lcy42845220@gmail.com)  
\*\* 금오공과대학교 대학원 전기전자공학과 석사과정 (jjini06@kumoh.ac.kr)  
\*\*\* 우성파워텍(주) 기술연구소(23710@woosungpt.co.kr)  
\*\*\*\* 금오공과대학교 전자공학부 교수 (yhlee@kumoh.ac.kr) [교신저자]

어들과, 빅데이터 기반의 안전 모니터링 및 알람이 강화되어 제조현장의 각종 안전사고 및 불량 발생이 대폭 감소할 것이다.

이 논문에서는 데이터 수집용 검사 시스템에서 사용하는 빅데이터 수집시스템에 대해 논하며[2], 사출이 완료된 후[3] 증착 공정으로 이동시 비전 시스템을 통해 합격과 불합격을 판단하고, 불합격시 불량 유형을 판단하여 데이터를 전송하는 시스템을 개발한다.

### II. 비전 빅데이터 수집시스템 개발

사출 후 게이트 제거 및 사상 공정 이동시 비전 시스템을 통해 불량 유형을 판단하고 불량품의 데이터를 전송한다. 빅데이터 수집 알고리즘은 그림 1과 같다. 카메라를 통한 이미지를 취득하고 빠른 판단을 하기 위하여 컬러 이미지를 흑백 이미지로 변환한다. 이러한 이미지를 토대로 제품이 양품인지 불량품인지 판단한다. 제품이 양품이라면 다음 단계로 이송하는 구조를 가지며, 불합격되는 불량품인 경우 어떠한 형태의 불량 유형인지에 대한 판단을 한다. 불량 유형은 미 성형, 기포, 비산, 변형, 밸런스 문제, 수축, 돌기, 크랙 등이 있다.

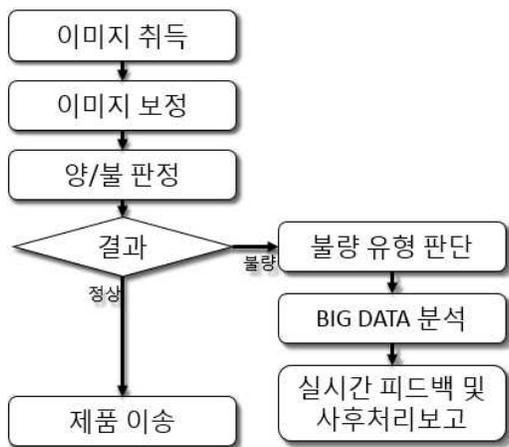


그림 1. 비전 빅데이터 수집 알고리즘 순서도

불합격이 발생하면, 불합격 제품의 공정 진

행 조건을 분석하고 공정 표준 대비 문제점을 파악하여 실시간 통보 및 알람 전송하는 구조를 가진다. 검사와 동시에 공정 제품의 제품번호를 판단하여 제조 지시서에 맞는 제품이 진행되고 있는지 상시 판단하여 수량 집계하도록 한다. 제품의 구조상 금형 제품임으로 한번 금형 변경 시 작업 중 이종이 혼입될 우려는 없으나, 최초 작업 시 금형 오인으로 인해 제품 생산을 시작하게 되면 제조 지시서에 맞지 않는 제품이 다량으로 재고 생산되게 되거나 금형과 공정작업 조건이 맞지 않음으로 인해 초기 작업 시 대량 불량 발생의 원인이 될 수 있다. 상시 합격과 불합격 판단을 통해 불합격 제품은 자동 폐기하도록 한다. 향후 대내외적으로 불량요인 분석을 위한 현품이 필요할 경우를 대비 자동 폐기 전 일정 대기 시간 전환이 가능하도록 기능을 추가한다.

기존의 공정과 논문에서 제안된 공정의 결과에 대한 비교는 표 1과 같다. 기존의 공정은 시간당 555개의 생산속도와 12%의 불량률을 가지게 된다. 제안된 공정의 경우 시간당 780개의 생산속도와 5.2%의 불량률을 가진다

표. 1. 기존의 공정과 개선된 공정의 비교

구 분	기존공정	제안된 공정
생산속도 (EA/Hour)	555	780
불량률 (%)	12	5.2
월평균 인건비	9.2억	8.9억
재해 위험성	높음	낮음

### III. 결 론

비전 시스템을 통한 기존의 공정에 비하여 시간당 약 40%의 생산량 증가하였으며, 불량률 또한 6.8% 감소하였다. 비전 시스템의 검사 데이터 축적은 스마트 공장화뿐만 아니라 중소 사출 업체가 공동 활용할 수 있는 표준통합플랫폼과 클라우드 서비스를 제공하여 중소 사출

업체의 사출 라인에도 적용할 수 있어 사출 산업 전반에 공정 조건 불량에 의한 손실을 줄이는데 기여할 수 있다.

## 감 사 의 글

본 성과물은 한국산업단지공단에서 주관한 프로젝트과제 (SDK20BD) 자동차 램프용 정밀 사출 공정 제조데이터 고도화 및 공동 활용 기술 개발 지원사업의 일환으로 지원된 결과입니다.

## 참 고 문 헌

- [1] G. Sa, Y. Jang, Y. Son, and C. Park, Analytics Platform based on Big Data for Smart Factory, KIISE transactions on computing practice s Vol. 24 No. 11, 2018, pages 603-613.
- [2] S. Kumar, H. Park, and C. Lee, Data-driven smart control of injection molding process, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Vol. 31, 2020, pages 439 - 449.
- [3] H. Nam, A case study on the application of process abnormal detection process using big data in smart factory, The Korean journal of applied statistics, Vol. 34, No. 1, 2021, pages 99 - 114.

# 지하수위 측정 시스템을 위한 FPGA 로직 설계

이창용\*, 박송희\*\*, 지연정\*\*\*, 김태민\*\*\*\*, 김영형\*\*\*\*\*

## Design of FPGA Logic for Groundwater Level Measurement System

*Chang-Yong Lee\*, Song-Hee Park\*\*, Yeon-Jeong Ji\*\*\*, Tae-Min Kim\*\*\*\* and Young-Hyung Kim\*\*\*\*\**

### 요 약

지하수의 수위를 측정하는 방법은 크게 프로브 방법과 TDR 방법이 있으며, 각각의 장단점이 존재한다. 이 논문에서는 TDR 타입의 단점인 측정 장비의 복잡성과 실험실 환경의 요인, 높은 비용 등을 보완하기 위하여 새로운 TDR 장비에 대하여 논한다. TDR 장비의 경우 데이터 측정의 정밀시간이 중요하다. 이를 위하여 입력된 클럭의 주파수를 채배기와 출력 임피던스의 조정을 사용하여 주입된 신호 에너지를 최대화할 수 있으며, 기존 장비의 제한요인을 보완할 수 있다.

### Key words

*Groundwater Level, TDR Sensors, Measurement System, Design of Logic, FPGA*

## I. 서 론

지하수의 수위를 측정하는 시스템에는 크게 2가지 방식이 존재하며 프로브 타입과 분포형 TDR(Time Domain Reflectometry) 센서를 이용한 방법이 존재한다. 프로브 타입의 경우 점검원이 직접적으로 측정공에 관입하여 측정하는 방식을 말하며 특정위치에 도달하여 측정해야만 하며, 육안을 사용하여 읽기 때문에 점검자에 따른 오차가 발생할 수도 있다. 측정을 위한 측정공의 인력과 비용이 소모되는 단점이

있다. TDR 센서를 활용한 타입의 경우 필터링 기법과 보정 알고리즘을 이용하여 정확성을 높이고[1]-[2] 지하수 수위 측정을 위해 점검자가 아닌 장치를 설치하여 데이터를 자동으로 받아들이고, 모니터링이 가능하다는 장점이 있어 앞의 프로브 타입에 비하여 인력의 소모가 적다는 장점이 있다. 또한 부착된 환경 센서를 활용하여 온도, 습도, 강수량, 풍량 등을 측정할 수도 있다. 하지만, TDR 측정 장비의 복잡함과 실험실 설정으로 높은 가격의 비용은 대규모 시설물에 제한요인이기 때문에 휴대가 가

\* 금오공과대학교 대학원 전자공학과 박사과정 (lcy42845220@gmail.com)

\*\* 금오공과대학교 (song\_p23@naver.com)

\*\*\* 금오공과대학교 국방시스템공동연구소 (jyj2356@kumoh.ac.kr)

\*\*\*\* Chipwork (chipwork@hanmail.net)

\*\*\*\*\* 금오공과대학교 IT융합학과 교수 (kic126@kumoh.ac.kr) [교신저자]

능하고 저비용의 TDR 장비 개발이 필요하다.

이 연구에서는 새로운 TDR 측정 장비 시스템을 구축할 때, 핵심기술인 정밀시간 측정에 필요한 하드웨어 로직 설계에 대하여 논한다.

## II. TDR 계측기

### 2.1 TDR 데이터

계측기에서 사용되는 TDR 데이터는 다음과 같다. 각 데이터는 1Byte이며, TDR sensor의 샘플링은 0.9cm 단위이고, 계측선 길이 200m이다. 총 데이터량은 1개의 TDR 센서의 1채널당 최대 36,500Byte이다. TDR 센서당 4채널 계측선이 있어, 총 146KByte의 크기를 가진다. 따라서 1회 측정시 최대 데이터 개수는 146KByte이다. 데이터의 주기는 1일 1회에서 이상징후 발생시 시간당 1회로 변경하는 기능을 가지도록 설계가 필요하다.

### 2.2 클럭 로직 설계

계측기에서 사용되는 클럭의 경우 주파수 채배기를 활용하여 2배로 만들어서 사용한다. FPGA는 Spartan6\_slx9가 사용되며, 입력된 클럭은 125MHz로 IP coregen을 활용하여 250MHz로 변환한다. 이를 위상값 clk0, clk60, clk120, clk180, clk240, clk300으로 각각 출력한다. 각각의 위상값을 활용하여 샘플링 주파수 1.5GHz를 만들어 사용하게 된다.

채배기를 통한 250MHz를 분주기를 사용하여 25KHz로 변경하고, Line Driver 로직을 사용하여 출력한다. 데이터의 출력은 듀티 사이클이 50%인 반복적인 직사각형 펄스를 출력한다.[3] 출력 임피던스가 50Ω를 가진 전압 소스의 측정 신호를 개방형 전송라인으로 공급되는 구조를 가진다. 전송라인 시작 부분에서 전압 신호는 출력신호와 반사신호의 높은 시간 분해능으로 샘플링된다. TDR 미터의 출력 임피던스를 센서 전송 라인의 특성과 임피던스로 조정하여 주입된 신호 에너지를 최대화할 수 있다. 임피던스 매칭의 결과로 유효 수직 해상도

가 향상될 수 있다.

## III. 결 론

기존의 프로브 타입에 비하여 TDR 데이터 타입의 경우 데이터 측정의 정밀시간이 중요하다. 이 논문에서는 클럭의 주파수를 채배기와 Line Driver 로직의 출력 임피던스의 조정을 사용하여 주입된 신호 에너지를 최대화할 수 있으며, 기존 장비의 제한요인을 보완할 수 있다.

## 감 사 의 글

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2020년도 산학협력 거점형 플랫폼(R&D)(No.S3014058)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

## 참 고 문 헌

- [1] K. Kim, H. Han, J. Lee, M. Park, Analysis of Saturation and Ground Water Level at Embankment by TDR Sensor, Journal of the Korean Geotechnical Society, Vol. 27, No. 2, 2011, pages 63-72.
- [2] Baruah, T. C. Hasegawa, S., Calibration of time domain reflectometry (TDR) method and use of TDR data for estimation of soil water diffusivity, Journal of the Indian Society of Soil Science Vol. 50, No. 1, 2002, pages 1-6.
- [3] Huang, Hong-Yi, Frequency multiplier using 50% duty cycle corrector, IEICE Electronics Express Vol. 5, No. 22, 2008, pages 990-994.

# V2X에서 도로 차량 사고 검출을 위한 그래프 모델링 기법

정성모\*, 고대식\*\*, 송석일\*\*\*

## Graph Modeling Method for Traffic Accident Detection based on V2X

*Seong-mo Jeong\*, Daesik Ko\*\*, and Seokil Song\*\*\**

### 요 약

이 논문에서는 V2X기반 도로망에서 차량들의 이동방향 및 속도를 기반으로 차량간 네트워크를 그래프로 모델링한다. 특히 V2X를 구성하는 이종의 네트워크의 특성을 반영하여 차량간 네트워크를 그래프로 모델링하고 2-홉(hop) 이상의 관계에 있는 차량들 간의 충돌을 예측할 수 있게 한다.

### Key words

*Adaptive Neural Network Control, Robot System, GFN, Actuator Failure, Uncertainty*

## I. 서 론

이 논문에서는 이종의 통신망 (WAVE, LTE, WiFi 등)이 결합된 차량 간 네트워크 (V2V : Vehicle to Vehicle)[1]의 차량들을 차량간의 충돌 가능성을 가중치로 하는 방향이 있는 가중치 그래프로 모델링한다[2]. 또한, 이를 기반으로 차량 간의 충돌 가능성을 예측하는 방법을 제안한다.

그래프에서 각 차량은 정점(Vertex)이 되며 도로 네트워크를 통해서 서로 충돌할 가능성이 있는 모든 차량간에 간선(Edge)을 둔다. 각 차

량은 차량 네트워크를 통해서 1-홉(hop) 에 통신 가능한 이웃차량(Neighbor Vehicle) 과의 충돌소요시간(Time to Collision) 을 계산하고 이 정보를 모든 이웃차량에 전송하여 이를 간선의 가중치로 하는 차량 그래프를 생성한다.

## II. 제안하는 그래프 모델링 방법

이 논문에서는 이종의 통신망이 결합되어 차량간 네트워크를 구성하는 상황을 고려하여 충돌소요시간을 간선의 가중치로 할 때 각 통신망의 서로 다른 지연시간 (Delay Time)을

\* 한국교통대학교 컴퓨터공학전공 일반대학원 석사과정 (jsm9720@a.ut.ac.kr)  
\*\* 목원대학교 전자공학과 교수 (kds@mokwon.ac.kr)  
\*\*\* 한국교통대학교 컴퓨터학부 교수 (sisong@ut.ac.kr)

감안한다. 이 논문에서 차량간 네트워크를 그래프로 모델링 할 때 그래프의 구성요소인 정점과 간선은 다음 그림 1과 같이 표현한다.

정점 (Vertex) : Vehicle ID 간선 (Edge) : weighted time to collision (WT), $WT = \text{"time to collision"} - \text{"network delay"}$
--

그림 1. 정점과 간선 표현

그림 2는 차량간 네트워크를 그래프로 모델링한 예를 보여준다. 그림에서 삼각형과 원은 각각 LTE와 WAVE 통신기술을 이용하는 차량을 나타낸다. 그림의 하단은 도로망에서의 차량들과 각 차량들의 이동방향과 속도를 화살표로 나타내고 있다. 화살표의 길이가 속도의 크기를 나타낸다.

그림의 상단은 하단의 도로네트워크 상의 차량을 그래프로 추상화한 것이다. 그래프에서 정점간에 간선이 있는 경우는 두 차량간에 충돌가능성이 있음을 의미한다. 충돌가능성이란 두 차량의 이동방향과 속도를 감안했을 때 언젠가 충돌할 수 있는 가능성이 있는 것을 말한다.

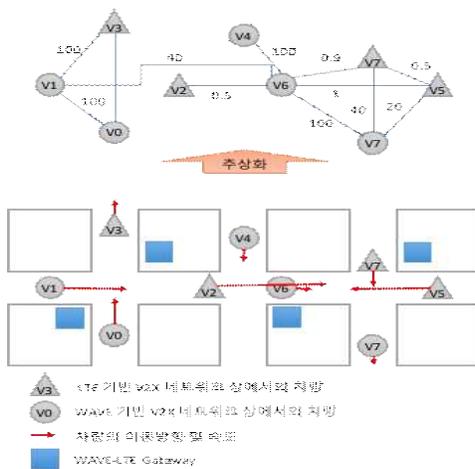


그림 2. 도로상의 차량간 관계에 대한 그래프 모델링

그림에서 V1 과 V2사이에는 간선이 없는데

이것은 WT가 무한대 임을 말한다. 즉, 현재 두 차량간의 진행방향과 속도를 고려할때 서로 충돌하지 않음을 뜻한다. V1 과 V3 사이에는 간선이 있는데 현재 시점에서 V1의 이동방향이 교차로에서 V3 방향으로 바뀔때 현재 속도로 볼때 충돌 가능성이 있음을 나타낸다.

이와 같이 그래프로 모델링을 하게 되면 가중치그래프에서 경로 탐색 기법을 이용하여 기준 차량과 1-홉 거리의 차량 뿐 아니라 기준 차량과 2-홉 이상의 거리에 있는 차량 간의 충돌 가능성 까지 예측이 가능하다. 예를 들어서, 이 그래프에서 V2를 기준으로 경로가 가장 가까운 3개의 차량을 검색하면 V2는 V6 뿐 아니라 V7 및 V5 과도 충돌 가능성이 매우 높음을 알 수 있다.

### III. 결 론

이 논문에서는 이중의 네트워크로 구성된 V2X에서 차량간의 충돌 가능성을 예측하기 위한 그래프 모델링 방법을 제안하였다. 향후 연구에서는 실제로 구현하고 시뮬레이션을 통해서 제안하는 방법의 우수성을 입증한다.

### IV. 감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음 (과제번호 21AMDP-C160841-01).

### 참 고 문 헌

[1] Chen, Shanzhi, Jinling Hu, Yan Shi, Ying Peng, Jiayi Fang, Rui Zhao, and Li Zhao. "Vehicle-to-everything (V2X) services supported by LTE-based systems and 5G." IEEE Communications Standards Magazine, Vol. 1, No. 2, pp. 70-76, 2017.

[2] 강우빈, 박수홍, 이원기, "그래프 구조를 이용한 도로 네트워크 갱신 방안," 한국 ITS 학회논문지, Vol. 20, No. 1, pp. 193-202, 2021.





**고객이 신뢰하는 기업!**  
**존재와 가치가 살아 숨쉬는 기업!**  
**사람을 위해 노력하는 믿음의 기업!**

풍부한 경험과 오랜 기간 축적된 기술력을 바탕으로 ICT기반의 정보통신망 설계/컨설팅/구축/유지보수, 고객 맞춤형 솔루션, 기업 모바일, Public/Private 클라우드 서비스, 빅데이터 기반의 차량정보 플랫폼개발, 상품 유통 등 Total IT 전문 기업으로 역할을 수행하고 있습니다.

고객을 최우선으로 생각하는 사용자 중심의 파트너로, 사람과 기술을 연결하는 ICT 분야를 선도하는 기업으로, 새로운 가치를 창출하며 함께 성장해 나가도록 하겠습니다.



» 주요사업 «



**임대(Rental)사업**  
 - 네트워크, 보안, 솔루션



**기업모바일사업**  
 - 스마트폰 / IoT - 기간통신사업



**통신회선사업**  
 - 전송 - VPN / X4Biz / SDNet - 기가오피스



**차량정보화플랫폼사업**  
 - 플랫폼 개발 - SI사업



**네트워크 / 정보보안사업**  
 - 스위치, 라우터, SI/NI - 무선랜 - UTM, 방화벽, NAC, 개인정보보호, 망분리



**유통사업**  
 - 상품유통 - 복지물 구축운영 - 전자상거래



**클라우드사업**  
 - xTrain - Private Cloud - VDI - 운영관제



**전문 공사업**  
 - 정보통신공사 - 전기공사 - 소방공사



**솔루션총판사업**  
 - mVoIP, 통화, 기업회의 솔루션  
 - 네트워크접근제어, 네트워크선번장관리 솔루션  
 - SLDM / NTMS  
 - VDIS 솔루션, 재난경보 솔루션



**유지보수사업**  
 - 유지보수상주 - IDC운영 - 원격관제

**(주)넷케이티아이**

본사 경기도 성남시 분당구 운중로 135 더원스퀘어 7-10층 TEL 031-785-8100 FAX 031-713-4676  
 지사 대전지사 | 대구지사 | 부산지사 | 광주지사 | 강원지사 | 인천지사  
 홈페이지 www.kti.co.kr | www.xtrain.co.kr





모두가 행복한 ICT 세상!

풍요롭고 행복한 세상을 만드는 ICT기업

# 대보정보통신

IT컨설팅에서 시스템 통합 (SI) 및 유지관리 (SM)까지 고객이 필요로 하는 최적화된 솔루션과 서비스로 고객의 성공비즈니스를 만들어 갑니다.



## System Integration

최적화된 시스템을 구축합니다.

Industry Solution (전자정부, 공공, 공항, 국방, 교육 등) / Ubiquitous Solution (U-City, ITS 등) / Network Intergration



## System Management

IT시스템의 효율을 극대화합니다.

IT Outsourcing (시스템, 데이터센터, 보안서비스) / ITS 운영관리 / 장대터널 운영관리



## Solutions

한발 앞선 솔루션을 제공합니다.

ITS기반 솔루션 / Smart Highway / 데이터 분석 / 검색엔진 / 보안 / Mobile App / U-BIZ / Hi-pass

# Global IT Leader!

모든 비즈니스 영역을 통합하는 통찰력으로  
고객의 니즈를 완벽히 분석한 최적의 서비스로  
미래를 선도하는 최첨단 기술력으로

## 미래의 가치를 먼저 생각하는 기업



### Total Solutions

- SKNI 사업
- Print On Demand 솔루션 사업



### Smart Service

- Mobile 솔루션 사업
- 금융 솔루션 사업



### Art Technologies

- 산업용 PDA 사업



큰 마음을 품

**대신정보통신주식회사** Daishin Information & Communications Co., Ltd.

본사 : 광주광역시 서구 상무중앙로 110

서울 : 서울특별시 금천구 가산디지털1로, 205-28 대신정보통신빌딩

Tel\_062-225-7350

Tel\_02-2017-5000

Fax\_062-226-0716

Fax\_02-2107-5015

[www.dsic.co.kr](http://www.dsic.co.kr)

# 새로운 도전을 위한 기술 새로운 시대를 이끌 인재

그 새로움에 세림이 있습니다

## 주요사업분야



클라우드 시스템 구축 및 서비스



데이터센터 통합운영 및 유지보수



전자정부시스템 개발 및 운영



오픈소스 소프트웨어 기술지원



연구개발



**클라우드 전환  
쌍용정보통신과 함께  
Non-Stop으로  
할 수 있습니다**

**클라우드 너머의 미래  
쌍용정보통신과 함께 설계하세요!**

No.1 Cloud Native IT Service Company  
DX Innovator, 클라우드 · AI 전문가 그룹

# NEW START!

시스원, 한단계 더 나아가기 위한 출발!

39년 전통의 대한민국 토종 IT 기업인 이 2020년 5월 1일, 마곡동 신 사옥으로 확장 이전하며, 마곡 신사옥 시대를 열었습니다. IT 변화 발전과 함께 성장해온 국내 유일의 IT Infra Solution 판매 및 서비스 분야 Total Outsourcing 전문기업 (주)시스원은 고객님의 성공적인 비즈니스를 위해 맞춤 솔루션을 제공합니다. 언제나 고객님들께 보다 나은 품질의 제품과 서비스를 제공하기 위해 최선을 다하는 (주)시스원은 새로운 공간에서 새로운 마음으로 나아가겠습니다. 앞으로도 변함없는 성원과 관심 부탁드립니다.

새 주소

07789 서울특별시 강서구 마곡중앙14로 26

오시는 길



# 아이씨티웨이

정보통신기술벤처기업

We design optimal way for ICT

IT와 관련된 특별한 서비스를 원하십니까?

저희는 ICT Infrastructure, Specialized Consulting, System Integration, Total Outsourcing에 대한 최적의 서비스를 제공합니다.

20년 이상의 다양한 프로젝트 경험과 분야별 전문기술 인력을 보유하고 있는 ICTWAY와 상의하십시오.

만족을 넘어 감동을 안겨 드리겠습니다.



# 사람과 기술로 미래를 이끌어가는 기업 에스제이정보통신



고객의 믿음으로 성장하는기업 (주)에스제이정보통신이 더 나은 미래를 만들어갑니다.



- SI** 안정적인 시스템 구축 및 고객 업무환경에 맞는 최적의 솔루션 제공
- ITO** 다양한 경험과 기술로 고객의 기업가치의 경쟁력 향상
- 유지보수** 고객의 업무혁신을 위한 다양한 분야의 종합 IT서비스 제공



대전광역시 유성구 은구비로 8, 401호  
(지족동 884-3, 보광빌딩)

TEL. 042-361-9990  
FAX 042-361-9991

“공간정보로 연결하고,  
공유하고, 볼 수 있는 세상”

# 올포랜드가 함께 만들어 가겠습니다.



## 사업분야



**GIS솔루션** map prime CLOUD · OCEAN · 2D/3D GIS



**SI** 국토/해양 정보화, 환경·교통 서비스 등



**DB** 국토/해양 GIS, 정밀도로지도, 드론촬영 등

<http://www.all4land.com>

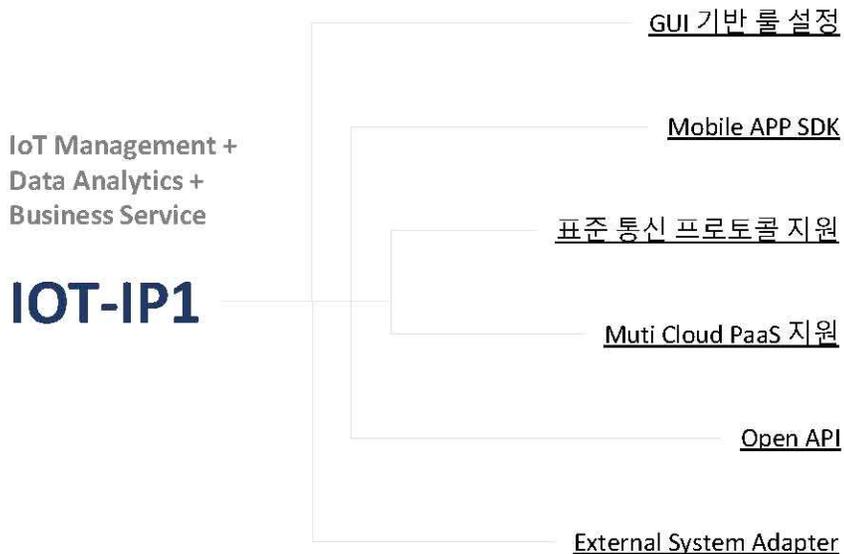
서울시 금천구 가산디지털1로 145 에이스하이엔드타워 3차 1401호

T. 02-855-5724 F. 02-857-5746



## 차원이 다른 IoT 멀티 서비스 플랫폼

분석에서 서비스 관리까지



**고객 만족을 최우선 가치**로 주요 산업의 정보시스템에 대한 컨설팅 및 시스템 개발, 관리를 통해 해당 시스템에 적합한 Point Solution을 제공하는 **IT종합서비스 전문기업**입니다

### 통계플랫폼



공공 · 민간의 통계조사 데이터 수집부터 표준화 · 가공 · 융합 · 활용까지 전 과정의 통계 생산 라이프 사이클을 구축하여 고객의 토털 통계정보 플랫폼을 제공합니다.



통계청 경제총조사시스템, 통계청 농림어업총조사시스템, 통계청 인구주택총조사시스템 외 다수 적용

### 데이터센터서비스

데이터 수요자 맞춤형 안정적인 데이터 활용 · 개방을 위해 빅데이터 플랫폼 · 센터의 구축을 기반으로 다양한 온 · 오프라인의 데이터 분석과 통계정보를 서비스하는 포털 시스템을 제공합니다.

### 빅데이터처리

디지털 시대에서 폭증하는 '방대한 양의 데이터(big data)'를 관리하고 분석하여 유용한 정보를 생산하기 위한 빅데이터 플랫폼 기반 기술을 제공합니다.

### 개인정보비식별화

공공정보의 개방 · 공유 및 빅데이터 활용 가치가 증대되는 환경 속에서 개인정보의 안전한 이용을 위해 프라이버시 보호 모델로 개인정보 익명화, 비식별화 솔루션을 제공합니다.





개인정보 비식별16개 알고리즘 적용



베스트 케이스 추천 및 비식별화 시뮬레이션 기능



적정성평가를 위한 프라이버시모델 기능

### 인공지능(AI)

공공, 금융, 제조, 통신 등 다양한 산업분야의 빅데이터 가치를 새롭게 창출하기 위해 인공지능(AI) 프로젝트 라이프 사이클을 통해 비즈니스 문제의 '해답'을 제공합니다.



# ColdChain 포장 솔루션 기업에서 디지털 헬스케어, 미래 친환경/ 먹거리에 이르기 까지

## Smart ColdChain Solution Platform Company



Cold Chain Solutions  
TAPS International

Attitude is everything

점진적 세움 배려를 바탕으로  
최상의 고객 만족을 위해 최선을 다하고자 노력하는 기업

### Professional Cold-Chain solution for human health "인간의 건강을 책임지는 바이오 의약품 전문 콜드체인 브랜드"

**AS is**

Maintain temperature in external environment  
"극한의 외부환경에도 의약품의 안정성 유지"

**To be**

Control the entire journey of a variety of delivery  
"예측불가능한 배송 전체 여정을 관제"

**Intrinsic attribute value**

Temperature maintenance package  
바이오 의약품에 최적화된 온도체계별 맞춤형 온도유지보존 패키지 구성

**attractive attribute value**

Cold-Chain monitoring service  
공장-소비자까지 온스틸 콜드체인 제품-서비스 제공

**vision value**

Deliver the Value  
아프리카 어린이의 건강을 생각하며 고객만족을 넘어 감동을 위한 가치 전달

**온도유지보존 전문성 확보** 차사 감침

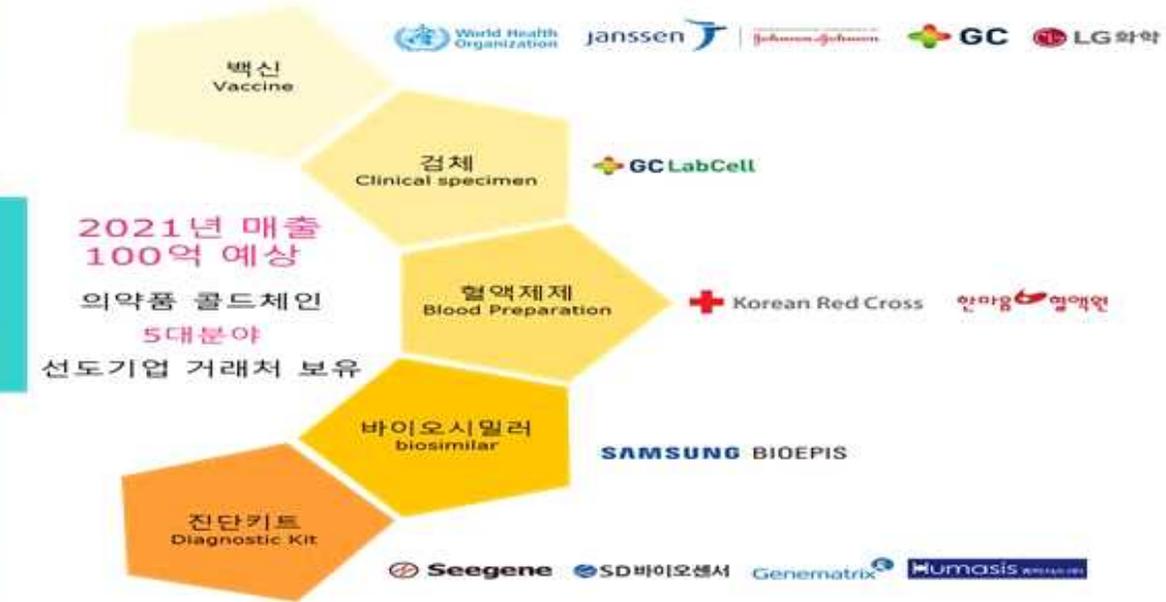
**정보확인을 통한 사후 대응 서비스** 필수 요소

**예측을 통한 사전 대응 서비스** 시장 차별화

- ✓ 온도체계별(-15~25℃/2~8℃/15~25℃) 온도유지보존 패키지 구성
- ✓ 고객 맞춤 대응 최적의 제품-솔루션 제공

- ✓ 실시간 모니터링 서비스(온도/시간/GPS정보)
- ✓ 돌발상황 대응 등 사후 확인 서비스 (통신단절현황에 데이터 받을 경우 온도/시간/GPS예측)

- ✓ 환경기반 위험요소 발생 사전차단/최소화
- ✓ 상황기반 위험요소 사전감지/대응



## CHANGE THE WORLD

미 래 를 만 드 는 스 마 트 솔 루 션

### 정보시스템

시스템통합·고속도로 요금징수SW

### 스마트시티

스마트시티 통합플랫폼·통합운영센터

### 영상시스템

CCTV통합관제시스템·CCTV시스템

### 재난시스템

소방차량 영상전송시스템

### 교통시스템

ITS·ATMS·BIS·C-ITS·신호제어

### IT 아웃소싱

교통시스템·전산장비·소프트웨어

첨단 ICT솔루션으로 행복하고 편리한 생활을 약속합니다

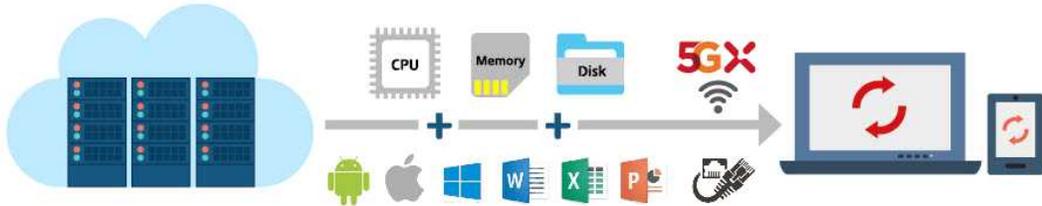
즐기세요  
Smart IT



**LG히다찌**가  
**Smart** 세상을 만들어 갑니다

PC 사용에 필요한 **자원**(CPU, 메모리, 디스크, 운영체제 등)을 중앙 Cloud 서버에 구현하여 네트워크를 통해 **개인화 된 PC 환경을 제공하는 서비스**

**Cloud PC Service**



**Any Time + Where + Device + Network**

**시공간에서 자유로운  
스마트 워크  
업무환경 구현**



**비용 절감 및 운영  
효율성 향상**



**기업 정보자산 통합 및  
보안 강화**



**사회적 가치(SV)  
창출에 기여**



**Cloud PC를 추천합니다!**

**망 분리 · 개인정보보호 등 규정 준수**

- 업무용/인터넷용 논리적 망 분리를 통한 보안 규제 준수 및 Compliance 대응 강화
- 관리 효율성 및 사용자 편의성 향상
- 중앙 서버를 통한 데이터 관리 일원화로 사용자 단말의 정보 유출 원천 차단

**민원 기관 공용 PC**

- 원격제어 관리, 빠른 가상 PC 배포/삭제 등을 통한 신속한 장애 대응
- PC 구매/업그레이드에 대한 유지보수 비용 절감
- PC 재부팅 시 PC 초기화 및 스케줄링 기본 지원 (별도 PC 초기화 솔루션 도입 불필요)
  - 다수 공용 사용자의 무분별한 프로그램 설치 및 설정 변경으로 인한 PC 장애 문제 해결

**스마트 워크 · 스마트 오피스**

- 재택근무 및 외근/출장 시에도 개인 PC, 모바일 등 다양한 단말을 활용한 업무 처리
- 모바일 단말 활용 비중이 높은 대리점/보험사 적용
  - 모바일 화면캡처 방지 적용 등 보안성 강화
- 자율좌석 시스템과 연계한 스마트 워크 환경 구축
  - 부서/자리 변경 시에도, PC 이동 없이 사용

**SW 교육장 · 실습실 및 교실, 자택 교육**

- 코로나 이슈 대응을 위한 자택(원격) 수업 지원
- 그룹 단위(학교별, 학급별, 교육장별 등) 개별 정책 부여 및 가상 PC 관리
- 원격제어를 통한 신속한 장애 대응 및 유지보수