

도로안전 분야 AI·메타버스 기술 활용에 관한 연구

윤성준, 최창규, 윤도윤, 서교리, 박준필, 정보람

충남연구원

withjun@cni.re.kr, simonchoi@cni.re.kr, doyouun2@cni.re.kr, kyoriseo@cni.re.kr, jpp1227@cni.re.kr, borangsi@cni.re.kr

A Study of AI & Metaverse technology on the road safety

Youn Sungjun, Choi Changkyoo, Yun Doyoun, Seo Kyori, Park Junpil, Jeong Boram

Chungnam Institute.

요약

본 논문은 AI 및 메타버스 기술을 도로안전 분야에 적용하여 국민의 안전을 확보하기 위한 목적으로 충청남도 공주시를 대상으로 실증 연구를 추진하였다. 먼저, 도로안전 확보를 위해 교통사고 위험도가 높은 이벤트 6종을 도출한 후 각 이벤트의 검지 정확도 향상 및 이벤트 생성 처리시간 단축을 위해 도로안전 솔루션을 개발 및 실증하였다. 결과적으로 교통량 검지 정확도 96.5%, 속도 검지 정확도 98.29%, 돌발상황 검지 정확도 98.55%, 교통안전 이벤트 생성 처리시간 0.683초로 각 지표별 목표치를 상향 달성하여 솔루션의 신뢰성을 확보하는 결과를 도출하였다.

I. 서론

오늘날 새로운 변화와 가치 창출을 위한 핵심 기술은 AI 기술로 재난 예측 탐지뿐 아니라 재난 상황 발생 시 빠른 상황 판단을 가능하게 한다는 장점이 있으며, 이러한 재난 대응을 위해 다양한 지능형 재난안전관리시스템의 구축이 필요한 실정이다.[1,2] 주요 과학기술 선진국에서는 특히 사전에 재난을 예측 및 방지하는 정책 및 기술개발 사업들을 적극적으로 추진해오고 있으며, 이는 재난 안전 산업의 성장과 혁신을 유도하고 있다.[3] 충남은 2020년도 교통사고 사망률이 전국 1위이며, 특히 실증처인 공주시는 2021년까지 고령 보행자 교통사고가 가장 많이 발생하여 교차로 사고 위험이 높은 지역으로 나타남에 따라 AI·메타버스 기술을 도입하여 재난안전 체계를 강화하기 위한 최적의 장소로 볼 수 있다.[4,5] 이에 본 논문은 과학기술정보통신부에서 추진하는 충청권 재난안전관리체계 강화 사업의 일환으로, 충남 지역에 AI·메타버스 기술을 활용한 도로안전 솔루션을 개발 및 실증으로 도민과 국민의 안전을 확보하기 위한 목적으로 수행하였다.

II. 본론

AI 기술은 도로 상 고위험 구역의 식별 및 예측, 도로 상태 및 교통 이벤트 데이터 수집 등 다양하게 활용될 수 있으며 특히 사람이 인식하지 못하는 사고 유발 패턴도 감지 가능하여 효과적인 교통사고 안전시스템을 구축하는데 도움이 된다.[6] 교통사고의 심각성을 분석하기 위해서는 사고의 심각도에 영향을 미치는 다양한 요소들을 분석하는 것이 필수적이며, 이러한 변수들은 운전자, 차량, 도로와 관련된 세 가지 범주로 나눌 수 있다.[7] 본 연구에서는 도로안전 확보를 위해 차량의 범주에 집중하여, 행정안전부 및 도로교통공단 교통사고 발생비율을 분석하여 사고 유발 요소 중 위험도가 가장 높은 도로위험 이벤트 6종(무단횡단-보행자 보호의무 위반, 역주행-차로위반 진로변경위반, 딜레마존-신호위반 및 꼬리물기, 중앙선침범-교차로 통행방법 위반, 통행방해-직진 및 우회전차 통행방해,

충돌위험-안전거리 미확보 및 과속)을 설정하였다. 이후 각 6종 이벤트를 측정하기 위해 공주시 내 교차로 7개소에 테스트베드를 구축하였으며, 이후 2개의 테스트베드를 선정하여 개발한 도로안전 솔루션의 교통량·속도·돌발상황의 검지 정확도 향상(95% 이상) 및 교통안전 이벤트 생성 처리시간 단축(1초 이내)을 목표로 이를 달성하고자 하였다.

먼저, 교통량 검지 정확도 측정을 위해 2개 실증처의 주간 및 야간 30분씩 방향별 통과 차량 수를 측정하여 수집된 데이터와 녹화영상을 육안으로 비교하였다. 교통량 검지의 평균 정확도는 최종적으로 96.5%로 측정되었으며 각 실증처별 도출된 결과는 다음 [표1]과 같다.

[표1] 교통량 검지 정확도

교통량 정확도	결과(%)		
	주간	야간	종합
실증처1	96	95	95.5
실증처2	99	96	97.5
평균	97.5	95.5	96.5

다음으로 교차로 방향별 속도 검지 정확도 측정을 위해 교차로 내 특정 지점의 통과 차량 속도를 측정한 데이터와 속도 기준값 측정을 위해 RTK 모듈이 설치된 차량으로 설정한 지점을 주간/야간 10회 주행 데이터를 비교하였다. 측정된 속도 검지 정확도는 종합평균 98.29로 나타났으며, 각 실증처별 결과는 [표2]와 같다.

[표2] 속도 검지 정확도

속도 검지 정확도		결과(%)		
		오차평균	평균*	종합
실증처1	주간	1.04	98.96	98.05
	야간	2.87	97.13	
실증처2	주간	1.48	98.52	98.54
	야간	1.44	98.56	
평균		1.71	98.29	

* 평균: 100(%) - 절대오차 백분율

참 고 문 헌

- [1] 한국정보통신산업연구원, 정보통신산업동향, 제52권, pp. 1-15, 2023.
- [2] 최원상, "인공지능 기반의 지능형 재난안전관리체계 구축에 관한 연구," 한국방재학회논문집 20.1, pp. 127-140., 2020.
- [3] 이슈퀘스트. AI·DX 기술기반 스마트 재난안전산업 기술, 시장 동향과 전망. 서울: 이슈퀘스트, 2023.
- [4] 시사뉴스24, "“교통사고 사망률 전국 1위’ 충남도, 맞춤형책으로 확 줄인다”, 2020.4.16., (<https://www.sisanews24.co.kr/4351>)
- [5] KBS뉴스, “고령 보행자 교통사고 충남에 집중…공주 전국 1위”, 2022. 10.28., (<https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=5589624&ref=A>)
- [6] ITF, Artificial Intelligence in Proactive Road Infrastructure Safety Management: Summary and Conclusions, ITF Roundtable Reports, No. 187, OECD Publishing, Paris, 2021.
- [7] Sufian, M. A., Varadarajan, J., & Niu, M., “Enhancing prediction and analysis of UK road traffic accident severity using AI: Integration of machine learning, econometric techniques, and time series forecasting in public health research”. Heliyon, 10(7), 2024.

이후 돌발상황 감지 정확도 측정을 위해 기존에 수집된 실제 차량이동 Log데이터 및 신호정보 데이터를 활용하여 돌발 상황 판단 로직을 2개 지점에서 수행하여 결과를 측정하였다. 측정된 돌발상황 감지 정확도는 종합평균 98.55%로 목표치 95% 이상을 달성하였으며, 돌발상황별 감지율은 [표3]과 같다.

[표3] 돌발상황 감지 정확도

속도 감지 정확도				
딜레마존	통행방해	중앙선침범	과속	종합
97.37	98.42	98.95	99.47	98.55

마지막으로 교통안전 이벤트 생성 처리시간 감증을 위해 실제 차량이동 Log를 활용하여 LDMAgent 재생(교통안전 이벤트 발생 시각 저장), LDM Twin 수신 후 표출(데이터 수신 시각 저장)의 방법으로 100회 반복 시험 후 평균을 계산하여 교통안전 이벤트 생성 및 처리 제공 시간을 측정하였다. 측정된 이벤트 생성 처리시간은 다음 [표4]와 같이 평균 0.683초로 나타났으며, 목표치 1초 이내를 달성하였다.

[표4] 교통안전 이벤트 생성 처리시간

위험이벤트 제공시간(단위: m/s)			
평균	표준편차	최대값	최소값
683.63	174.99	973.00	140.00

도로안전 솔루션의 목표는 교통량·속도·돌발상황의 감지 정확도 향상(95% 이상) 및 교통안전 이벤트 생성 처리시간 단축(1초 이내)로, 본 연구를 통해 측정된 결과는 목표치를 모두 초과 달성한 것으로 나타났으며, 이를 정리하면 다음 [표5]와 같다.

[표5] 도로안전 솔루션 설정 목표치 및 결과

지표	설정 목표치	결과
교통량 감지 정확도	95% 이상	96.5%
속도 감지 정확도		98.29%
돌발상황 감지 정확도		98.55%
교통안전 이벤트 생성 처리시간	1초 이내	0.683초

III. 결론

본 논문은 충청남도 공주시를 대상으로 AI·메타버스 기술을 활용하여 도로안전체계를 강화하기 위해 도로안전 솔루션을 개발 및 실증하고자 하였으며, 해당 솔루션의 신뢰성을 확보하기 위해 교통량·속도·돌발상황 감지 정확도를 95% 이상, 교통안전 이벤트 생성 처리시간 1초 이내를 목표로 설정하였다. 솔루션 개발 및 개선 이후 각 지표별 측정된 도로안전 솔루션 검증 결과는 교통량 감지 정확도 96.5%, 속도 감지 정확도 98.29%, 돌발상황 감지 정확도 98.55%, 교통안전 이벤트 생성 처리시간 0.683초로 나타났으며, 이는 솔루션 신뢰성 확보를 위해 설정한 각 지표별 목표치를 상향 달성하였다. 향후 본 솔루션의 추가 실증처 적용 및 국내 확산을 통해 보다 높은 신뢰성을 확보할 수 있을 것이라 판단된다.

ACKNOWLEDGMENT

This paper was funded by the 'AI Metaverse based Disaster Safety Management Enhancement Project' of the National IT Industry Promotion Agency as the National Broadcasting and Telecommunications Development Fund 2025 of the Ministry of Science and ICT in Korea