

VRU 안전 서비스 제공을 위한 연구 동향 분석

정보미, 서준호, 김성현, 조의리, 전동현*, 김동균

*대구한의대학교, 경북대학교

jbm@knu.ac.kr, jhseo@knu.ac.kr, sunghyunkim@knu.ac.kr, silevwing@knu.ac.kr

*jdh0830@dhu.ac.kr, dongkyun@knu.ac.kr

Analysis of Researches on Providing VRU Safety Service

Bomi Jeong, Kim Sung Hyun, Jo Euri, *Jeon Dong Hyun, Kim Dong Kyun

*Daegu Haany Univ Kyungpook National Univ.

요약

차량은 보행자 및 킥보드, 오토바이와 같은 VRU(Vulnerable Road User)의 갑작스러운 출현으로 인한 충돌을 대비하기 힘들다. 즉, VRU는 일반적으로 도로의 사고에 노출되기 쉽다. 이와 같은 상황에서 충돌을 예측하여 VRU에게 안전을 제공할 수 있는 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 VRU의 안전을 위한 다양한 인프라 및 스마트 응용 간 협업에 관한 연구들을 분석하고, 더 나아가 향후 연구 방향을 제시한다.

I. 서론

자율 주행 자동차의 등장과 차량 수의 증가로 인하여 V2X(vehicle to everything) 연구가 주목받고 있다. V2X는 차량과 불특정 다수를 무선으로 연결하여 안전 메시지를 전송함으로써 서로 간의 충돌을 방지한다. V2X는 차량과 차량 간의 연결(V2V), 차량과 인프라 간의 연결(V2I), 차량과 보행자 간의 연결(V2P)로 구성되어있다. 특히 V2P(vehicle to pedestrian)는 일반적으로 도로에서 취약한 VRU 중 보행자를 위주로 차량과 직접 혹은 간접으로 무선 통신이 이루어지는 것을 의미한다. V2P가 직접 통신을 할 경우, V2P는 차량과 VRU 장치로만 구성 되어있다. V2P가 간접 통신을 할 경우에는, 차량과 VRU 장치, 인프라, 그리고 정보처리 장치로 구성된다. 간접 통신의 경우, 정보처리장치는 보행자를 탐지하고, 트랙을 따라 보행자의 궤도를 예측하는 역할을 수행하며, 필요에 따라서는 인프라를 이용하여 차량과 VRU간의 통신이 수행된다. [1]

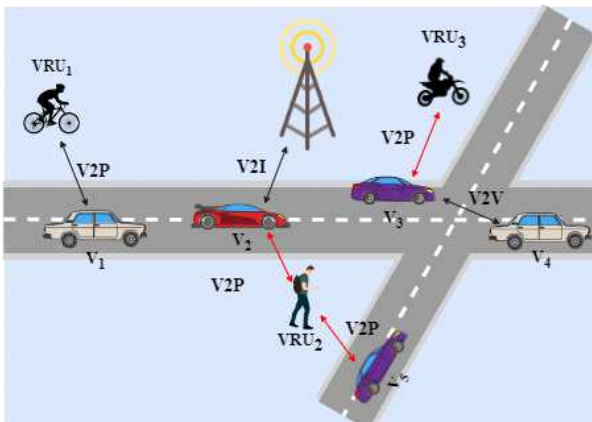


그림 1. V2X 및 VRU 구성요소

최근 VRU는 킥보드, 자전거 혹은 오토바이의 증가로 인하여 도로상에서 사고의 위험에 노출되기 쉬운 모든 것들을 지칭하는 넓은 의미를 가진다.

그림 1은 V2X 및 VRU의 구성요소와, 도로 상황에서의 VRU와 차량간의

충돌이 가능한 상황을 묘사하고 있다.

그림1을 살펴보면, V_2 가 우회전을 할 경우, VRU_2 가 지속적으로 직진한다고 가정한다면, V_2 와 VRU_2 의 충돌을 예상할 수 있다. 혹은 V_3 가 좌회전을 할 경우, VRU_3 과의 충돌이 발생할 수 있다.

이와 같은 상황을 방지하기 위하여 VRU 시스템은 연구 단계이거나 그와 유사하게 인프라의 도움 없이 자체적으로 차량 네트워크를 활용하여 여러가지 시도가 이루어지고 있다. 실제 사례는 다음과 같다.

국내의 경우, 현대모비스에서 보행자의 안전을 보장하기 위하여 전방의 보행자 등과 충돌이 우려되는 상황에서만 작동하는 AEBS(Advanced Emergency Braking System) 혹은 FCA(Forward Collision Avoidance)로 불리는 기능을 제공하고 있다. FCA는 카메라와 레이더, 전자제어장치(ECU), 전자식 주행안전장치(ESC)로 구성되어 있으며, 카메라 혹은 레이더를 이용하여 보행자를 인식한 후 충돌 예상 시간을 계산하여, 차량의 속도를 감소시켜준다. 그러나 카메라 혹은 레이더의 사각지대로 인하여, 다양한 상황 속에서의 보행자와의 모든 충돌을 막기는 어렵다. [10] 이를 해결하기 위해서는, 차량 자체 네트워크와 인프라를 협업한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 인프라 및 스마트 응용간 협업에 관한 논문들을 분석하여 앞서 언급한 문제와 이를 해결하기 위한 기법을 정리한다. [1][2][3] 더 나아가, VRU에게 안전을 제공하기 위한 시스템을 위한 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 본론

[3]에서는, 독일에서 발생하는 사망사고의 거의 절반이 VRU와 자동차 간의 충돌이라는 것을 지적한다. 저자들은 정부가 제공하는 사고다발지역 데이터를 OpenStreetMap에서 가져온 도로 관련정보와 연결하였고, 이를 분석하여 사고가 발생하도록 만든 공통적 특징들을 알아낼 수 있었다.

1) 도로 인프라(교차로, VRU 전용 길, 조명 및 교통 신호)가 많은 경우

VRU와 자동차 간의 심각한 사고 위험이 감소한다.

- 2) 조명이 위치한 지역은 위험이 감소한다.
- 3) 도로의 규모가 클 수록 더 심각한 사고로 이어진다.
- 4) 교차로에서 가장 많은 VRU관련 사고 발생.

따라서, 차량 운전자의 VRU에 대한 가시성이 높을 수록 심각한 사고가 적게 발생하였다.

저자들은 사고 다발 지역들(위의 1,2,3,4)의 높은 위치에 도로를 향하도록 센서를 설치하고, 센서가 VRU와의 충돌 위험을 감지하면, 차량 내 인프라 통신으로 충돌 위험을 운전자에게 경고하거나, 차량을 멈추는 등의 차량 안전 어플리케이션을 개발하여 VRU에 대한 차량 운전자의 인지를 높이는 후속 연구를 진행할 예정이다.

5G 이동통신서비스를 이용해서 VRU 안전 서비스를 제공하는 방법에는 MEC(Multiple Access/Mobile Edge Computing)와 NFV(Network Function Virtualization)가 있다. [4]는 MEC 방식은 낮은 대기 시간, 탄력성 및 확장성이라는 장점이 있고, NFV 방식의 가상화된 클라우드 연산은 높은 처리능력과 계산능력을 통한 강력한 성능을 가지지만, 중단간 지연과 트래픽 오버헤드의 단점이 있다고 언급했다.

[4]는 이러한 문제를 해결하기 위해 MEC 방식과 NFV 방식 간에 컨텍스트 기반 리소스 선택을 수행하는 MEC/NFC 하이브리드 아키텍처 및 충돌 회피 알고리즘과 이를 바탕으로 한 VRU 서비스 VRU-Safe를 제안했다. 아키텍처를 이루는 구성요소는 다음과 같다.

- 1) 궤적 컴퓨팅 구성 요소(Trajectory Computing Component)
- 2) 위험 식별 및 알림 서비스(Hazard Identification and Notification Service)
- 3) 서비스 주요 제어 모듈 VRU-Safe 컨트롤러(VRU-C)

저자들은 3개의 서로 다른 환경/시스템 시뮬레이션을 통해 MEC 방식과 NFV 방식을 사용했을 때의 성능을 비교하였다. 이때 MEC 연산은 차량 탑재 단말기(On Board Unit)가 적은 특정 시나리오에서 우수한 성능을 보였고, 클라우드 기반 연산은 상향식 시나리오에서 MEC 연산을 능가하며 전반적으로 견고하고 안정적인 성능을 보여주었다. 이때 MEC 컴퓨팅 리소스가 더 많은 OBU를 관리할 수 있을 만큼 충분히 높은 경우 실시간 네트워크 리소스 가용성 정보에 따른 동적 리소스 선택 접근 방식이 잠재적으로 높은 이득을 가져올 수 있음을 보여주었다.

[5]에서는 VRU는 개발도상국에서 절반 이상의 도로 트래픽을 차지하며, 특히, 인도 도시에서는 사망자의 80% 이상이 VRU라고 설명한다. [5]에서는 인도의 켈카타 도시의 VRU 안전 상태를 확인하기 위하여, 2011-2016 년간 매달 발생하는 충돌 리포트를 제공받았다. 제공받은 데이터를 기반으로 사고의 유형, VRU의 타입 등을 구분하여 분석을 진행하였으며, 수식을 통하여 VRU에게 가장 위험이 되는 요소를 계산하였다. 이때, 총 16 개의 주요 위험 요소에 관한 데이터를 획득하였으며, 실험을 통하여 각 주요 위험 요소에 따른 사고 발생확률을 분석하였다. 실제 데이터를 기반으로 분석을 진행한 이 연구는 그 가치가 굉장히 높다고 판단된다.

III. 결론

본 논문에서는 VRU에게 안전을 제공하기 위한 연구들을 분석하였다. [3]에서는 사고다발지역에서의 차량과 VRU간 충돌 사고 원인에 관하여 분석하였다. 분석 결과 조명의 개수나 도로의 규모 등 사고가 발생하는 원

인에 대해서 정리하였다. 분석한 결과를 이용하여, 향후 저자들은 VRU에 대한 차량 운전자의 인지를 높이는 후속 연구를 진행할 예정이다.

[4]에서는 이동통신시스템을 이용하여 V2X 안전 서비스를 제공하기 위한 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 MEC와 클라우드 기반 하이브리드 구조를 활용한 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템이 동작할 세 가지 시나리오를 가정하고, 각 시나리오에서 성능 평가를 진행하였다.

이러한 연구를 분석하였을 때, 우리는 다음과 같은 연구 이슈가 있으리라 판단한다: 1) VRU 안전 서비스를 제공하기 위해서는 차량 자체 네트워크와 인프라의 협업 기법에 관한 연구가 진행될 필요가 있다. 2) 충돌 가능성이 있는 VRU와 차량은 직접 통신하는 연구가 필요하다. 그러나 직접 통신을 위한 알고리즘은 높은 수준의 QoS를 요구한다. 향후 연구에서는 높은 수준의 QoS의 요구에 적합한 알고리즘에 관한 연구를 진행할 필요가 있다. [2]

이러한 점을 고려하여 VRU 안전 서비스 제공을 위한 연구를 진행할 예정이다. 특히, 네트워크 프로토콜의 관점에서 발생할 수 있는 문제를 분석하고 VRU 안전 서비스의 요구사항에 적합한 프로토콜을 제안하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2023-RS-2022-00156389*)

참 고 문 헌

- [1] Sewalkar, Parag, and Jochen Seitz. "Vehicle-to-pedestrian communication for vulnerable road users: Survey, design considerations, and challenges." *Sensors* 19.2 (2019): 358.
- [2] 강승현, 김재형, 정순구, 신지환, 김수현, 유채연, "보행사고 줄이는 자동제동장치... "100% 안전하지 않아 과신 금물", 동아일보, 2022년 8월 11일.
- [3] N. Puller, H. -J. Günther, G. Lucas, A. Leschke and V. Rocco, "Towards Increasing VRU Safety: A Map-Based and Data-Driven Analysis of Accident Black Spots," 2021 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC), Ulm, Germany, 2021, pp. 60-67
- [4] Sokratis Barmounakis, George Tsiatsios, Michael Papadakis, Evangelos Mitsianis, Nikolaos Koursioupas, Nancy Alonistioti, Collision avoidance in 5G using MEC and NFV: The vulnerable road user safety use case, *Computer Networks*, Volume 172, 2020, 107150, ISSN 1389-1286
- [5] Mukherjee, D., Mitra, S. Development of a Systematic Methodology to Enhance the Safety of Vulnerable Road Users in Developing Countries. *Transp. in Dev. Econ.* 8, 28 (2022).