블록체인을 활용한 mRSU 차량 선정 시 안전성 강화 기법에 관한 연구

백재희*, 윤렬**, 신용태**
*숭실대학교 융합소프트웨어학과
**숭실대학교 컴퓨터학부
e-mail : jhhh223@naver.com

A Study on the Strengthening Safety in Selection of mRSU Vehicle Using Block Chain

Jae-Hee Back*, Yul Yun**, Yong-Tae Shin**
*Dept. of Software Convergence, Soongsil University
**Dept. of Computer Science, Soongsil University

요 약

차량 네트워크의 핵심 기술인 V2X 발전에 따라, V2I에서 중요한 역할을 하는 RSU에 대한 연구 또한 진행되고 있다. 그러나 기존 RSU 는 저성능 및 유지보수 고비용의 문제점이 존재하여 차량이 RSU 기능을 수행하는 mRSU가 제안되었다. 이에 mRSU를 배치하는 연구는 진행되고 있으나 mRSU 역할을 하는 차량을 선정하기 전, 해당 차량의 안전성을 판단하는 방안이 존재하지 않아 보안에 취약하다는 한계가 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 차량을 mRSU 로 선정하기 전 교통 관제 센터에서 해당 차량의 안전성을 판단하고, mRSU 적합도를 수치화하여 이 데이터를 블록체인으로 저장 및 관리하는 방안에 대해 제안한다. 이를 통해 신뢰 적인 기관의 검증된 데이터의 무결성을 보장하여 보안 취약성을 보완할 수 있다는 장점이 존재한다.

1. 서론

차량 네트워크 기술이 빠르게 발전하고 있다. 이에 V2I(Vehicle to Infrastructure)를 통해 차량과 교통 정보를 주고 받으며 차량 네트워크 구축의 핵심 역할을 수행 하는 RSU(Roadside unit)에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. 하지만 기존 RSU 는 신호등과 같은 장치에 부착하여 사용하기 때문에 기기의 성능이 떨어지고 최초 설치와 유지 보수에 많은 비용이 들어간다는 단점이 존재한다. 이를 해결하기 위해 차량이 RSU 의 역할을 수행하는 mRSU(mobile Roadside unit)에 대한 연구가 제안 되었다. 기존의 고정 되어있던 RSU 와 달리 mRSU 는 차량 중 적합한 차량을 선정하여 RSU 기능을 수행하도록 한다[1].

이 과정에서 mRSU 를 선정 및 배치하는 연구는 이루어지고 있지만 mRSU 를 선정하기 전, 선정될 mRSU 차량의 안전성을 판단하는 방안에 대한 연구는 부족하다. 이는 해킹된 차량이 mRSU 로 선정될 수 있다는 가능성이 존재하여 보안에 치명적인 문제점을 초래한다.

이에 본 논문에서는 차량을 mRSU 로 선정하기 전 해당 차량의 해킹 여부 등 안전성을 교통 관제 센터에서 판단하고 이 값을 수치화 한다. 그리고 이 결과를 블록체인으로 관리하여 데이터의 무결성을 보장하기 위한 기법을 제시한다. 이를 통해 인증된 차량을 바탕으로 mRSU 선정할 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 제안과 관련된 연구들에 대해 설명한다. 먼저 기반 기술인 C-V2X(Cellular-Vehicle to Everything)과 기존 RSU 의 한계 및 mRSU 대해 기술한다. 그리고 블록체인 기술의 활용으로 데이터 무결성 보장이 가능함을 서술한다. 3 장에서는 2 장의 관련 연구를 바탕으로 안전한 mRSU 선정을 위해 블록체인 기술을 적용한 기법에 대해 기술한다. 마지막으로 4 장에서는 결론 및 향후 계획에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 C-V2X(Cellular-Vehicle to Everything)

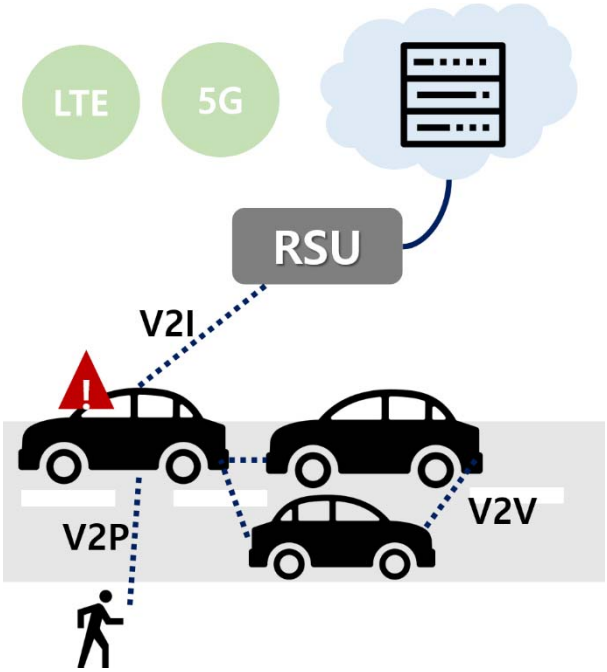
V2X(Vehicle to Everything)는 차량과 모든 사물이 통신하는 기술로 차량이 다른 차량, 교통 인프라, 네트워크 등과 정보를 주고받는 차량 통신 기술이다. 이는 무선 통신 시스템으로 IEEE 802.11p 기반의 차량 환경용 무선 접속(WAVE, Wireless Access Vehicular Environment), 차량용 단거리 전용 통신(DSRC, Dedicated Short Range Communications)등이 사용되었다.

C-V2X 는 3GPP 에서 LTE, 5G 와 같은 셀룰러 이동 통신 기술을 기반으로 만든 V2X 이다. C-V2X 의 구조

는 (그림 1)과 같다. 셀룰러 통신을 이용하기 때문에 기존 WAVE 와 DSRC 보다 서비스 영역이 많고 데이터 전송 속도가 높다. 따라서, 고속으로 주행하는 차량과 실시간으로 정보 전달이 가능하다.

이는 통신망을 통해 차량과 다른 차량이 통신하는 V2V(Vehicle to Vehicle), 차량과 보행자가 통신하는 V2P(Vehicle to Pedestrian), 차량과 교통 인프라가 통신하는 V2I(Vehicle to Infrastructure), 차량과 네트워크가 통신하는 V2N(Vehicle to Network) 등이 있다[2][3].

이 중 V2I 는 RSU 를 통해 통신망과 연결되어 차량과 실시간으로 교통 상황 정보를 주고 받는다. 이를 통해 차량은 주행 시 신속한 판단이 가능해지기 때문에 RSU 는 차량 네트워크에서 중요한 요소이다.

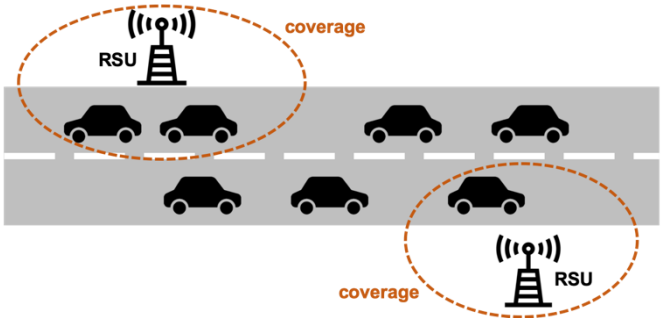


(그림 1) C-V2X(Cellular-Vehicle to Everything) 구조

2.2 기존 RSU(Roadside unit)의 한계

차량 통신 인프라는 지능형 교통 시스템의 중추로 RSU 는 차량 통신 인프라의 중심 역할을 한다. 각 RSU 는 (그림 2)와 같이 각 커버리지 영역의 차량에 V2I 통신을 제공한다.

RSU 는 교통 신호 제어기와 같은 고정적인 도로 구조물에 장착한다. 그러므로 기존 RSU 는 기기 자체의 성능이 떨어지며 배치 및 운영 비용이 높다는 단점이 존재한다. 또한 이는 고정이 되어있어 이동성이 높은 차량과 성격이 맞지 않다는 한계가 있다. 이러한 한계를 보완하고자 차량이 mRSU(mobile Roadside Unit) 역할을 하여 고정되지 않은 mRSU 의 연구가 진행되고 있다[1].

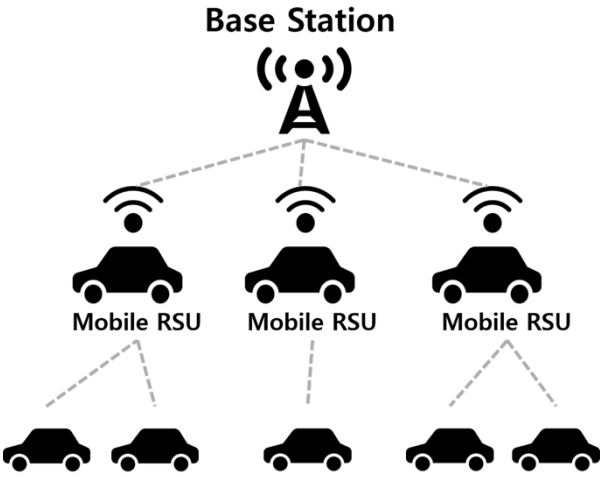


(그림 2) RSU(Roadside Unit)의 통신 범위

2.3 mRSU(mobile Roadside unit)

기존 RSU 의 한계를 해결하고자 제안된 개념으로 (그림 3)과 같이 차량에 DSRC 와 같은 이동 통신 모듈을 장착하여 사용한다. 이를 통해 RSU 의 배치 및 운용 비용을 낮출 수 있다.

mRSU 는 다른 차량과 함께 이동하기 때문에 차량은 필요에 따라 특정 mRSU 에 대한 연결을 쉽게할 수 있어 V2I 통신 품질을 유지할 수 있다. 하지만 mRSU 에 대한 연구는 아직 초기 단계에 있어 보안에 관련된 연구가 미흡하다[1].

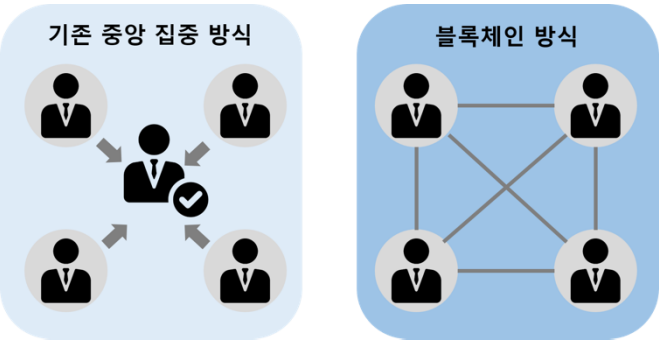


(그림 3) mRSU(mobile Roadside unit)

2.4 블록체인의 데이터 무결성

블록체인은 데이터를 분산 처리하는 기술로 블록체인 네트워크의 모든 사용자가 모든 데이터를 분산 저장한다. 블록에는 개인 간의 거래 데이터가 저장되어 있다. 이런 블록들이 시간에 따라 연결된 체인의 구조를 가지고 있다.

(그림 4)와 같이 기존의 중앙 집중 방식과 달리, 모든 사용자가 같은 데이터를 보유하고 있다. 그러므로 데이터 수정 시 모든 사용자의 승인을 받아야한다. 그렇기 때문에 악의적인 데이터의 위조 및 변조가 불가능하다는 장점이 있다[4].

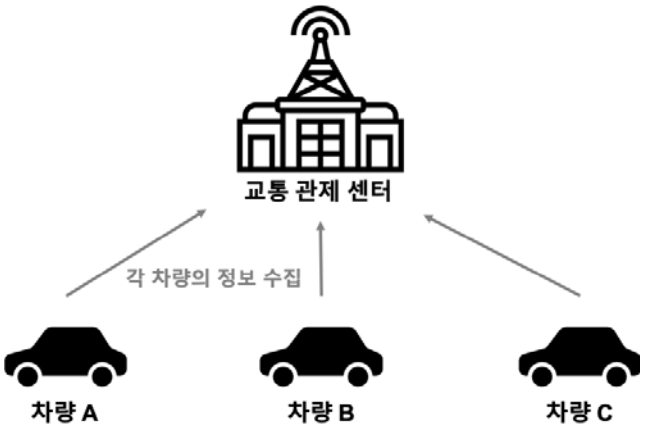


(그림 4) 기존 중앙 집중 방식과 블록체인 방식 비교

3. 블록체인을 활용한 mRSU 차량 선정 시 보안 안전성 강화 기법

본 논문에서는 mRSU 선정 시 발생할 수 있는 보안 문제를 예방하기 위해 차량 인증 데이터를 블록체인으로 관리하는 방안에 대해 제안한다. mRSU 를 선정하는 방안보다 해킹 되었거나 보안에 문제가 있는 차량이 mRSU 로 선정되지 않게 하기 위한 데이터 무결성 보장에 더 초점을 두었다.

제안하는 기법은 (그림 5~8)로 나타냈다. 먼저 (그림 5)과 같이 교통 관제 센터에서는 주기적으로 차량 ID 및 차량 정보를 수집한다. 여기서 교통 관제 센터는 보안 상의 위험이 없고 보안의 문제를 판단해줄 수 있는 신뢰 적인 기관을 말한다.

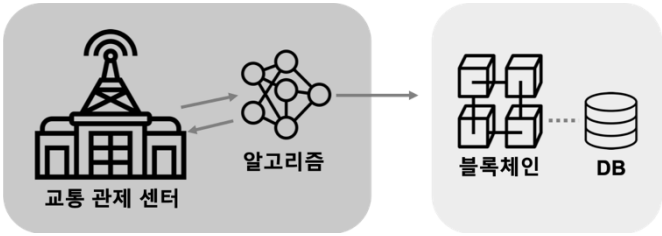


(그림 5) 교통 관제 센터에서 각 차량 정보 수집

이를 바탕으로 (그림 6)와 같이 mRSU에 필요한 조건들을 바탕으로 한 mRSU 선정 알고리즘을 통해 차량이 mRSU 선정에 문제가 없는지 판단한다. 보안에 문제가 없는 차량들은 mRSU 후보가 되며 적합성을 수치화 한다. 보안에 문제가 있는 차량들은 mRSU 선정 시 후보가 되지 못한다.

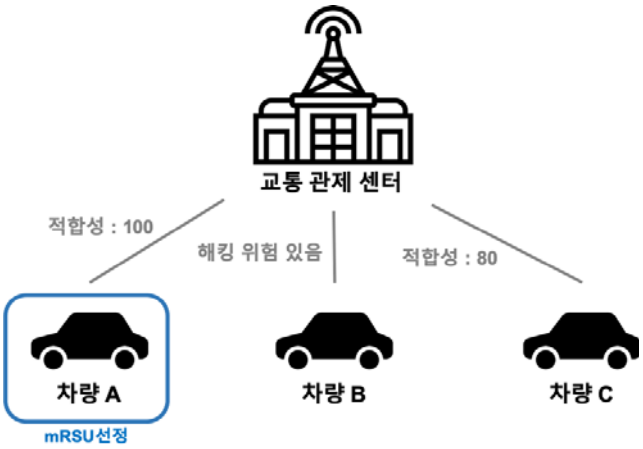
보안에 문제가 없는 차량들의 mRSU 적합성 수치 값은 블록체인 및 데이터베이스에 저장된다. 블록체인의 블록에는 식별을 위한 차량 ID 를 바탕으로 mRSU 후보 가능 여부 및 계산된 mRSU 적합성 수치 값의 최소한의 정보만 저장한다. 그 외 개별 차량 정보들은 연결된 데이터베이스에 저장된다. 이 때, 데이터베이스의 정보는 해킹의 위험이 있기 때문에 차량 ID 를 해시 하여 기본 키로 활용한다.

신뢰할 수 있는 기관인 교통 관제 센터에서 mRSU 적합성 수치 값을 계산하여 블록체인에 데이터를 저장하였기 때문에, 데이터에의 무결성을 보장할 수 있다.

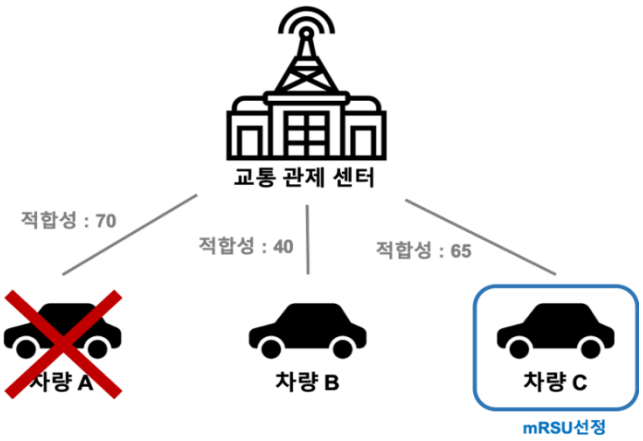


(그림 6) 교통 관제 센터에서 블록체인 네트워크로 차량 정보 전송 및 저장

이러한 mRSU 적합성 수치 값을 바탕으로 (그림 7)와 같이 해당 적합성 수치 값이 가장 높은 차량을 1 순위로 mRSU 선정한다.



(그림 7) mRSU 적합성 수치 값을 바탕으로 mRSU 선정



(그림 8) mRSU 차량 재선정

모든 차량의 mRSU 의 적합성을 수치화 하여 저장 시, (그림 8)과 같이 기존에 선정된 mRSU 가 문제가 생기는 경우 바로 mRSU 의 적합성 수치 값이 높은 차량을 mRSU 로 대체할 수 있다는 장점이 있다. 또한 차량이 이동하며 mRSU 의 커버리지가 계속해서 바뀌어도 이 수치 값을 바탕으로 빠르게 mRSU 를 선정할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 기존 RSU 의 한계점을 보완하기 위해 제안된 mRSU 선정 시 발생할 수 있는 보안 문제를 예방하기 위해 블록체인을 적용한 기법을 제안하였다. 신뢰할 수 있는 기관인 교통 관제 센터에서 mRSU 선정을 위한 적합성 수치 값을 계산한다. 그리고 이 값을 블록체인에 저장하여 데이터 무결성을 보장할 수 있고 그로 인해 해킹의 위험을 방지할 수 있다.

향후 연구로는 적절한 mRSU 를 선정할 수 있는 알고리즘을 연구하고 이를 바탕으로 mRSU 의 배치 방안에 대해 연구를 진행하고자 한다.

Acknowledgment

이 성과는 2018 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 201817221336).

참고문헌

[1] Jaeho Lee, Sanghyun Ahn, “Adaptive Configuration of Mobile Roadside Units for the Cost-Effective Vehicular Communication Infrastructure”, Wireless Communications and Mobile Computing, 2019

[2] 한국정보통신기술협회, “C-V2X 서비스 프레임 워크”, TTA 표준화 위원회, 2018

[3] 한국정보통신기술협회, “C-V2X 기술 및 서비스 도입 방안”, TTA 표준화 위원회, 2018

[4] Satoshi Nakamoto, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, 2009