

# 군집 주행 환경에서 데이터 특성을 고려한 차량간 데이터 전달 방법에 관한 연구

이래엽, 최원석, 박용희, 최성곤\*

충북대학교

omegamon@cbnu.ac.kr, wschoi@cbnu.ac.kr, yh0360@cbnu.ac.kr, \*choisg @cbnu.ac.kr

## A Study on the Inter-Vehicle Data Transfer Method Regarding Data Character in Vehicle Platoon

Lae Yeop Lee, Won Seok Choi, Yong Hee Park, Seong Gon Choi\*

Chung National Univ

### 요약

본 V2V 통신은 군집 주행 차량들 사이에서 주행 관련 데이터나 멀티미디어 데이터를 유선 또는 무선으로 교환하기 위해 사용된다. 무선 통신 환경에서 전달되는 데이터의 증가는 네트워크 혼잡을 야기한다. 또한, 무선 환경은 손실 특성을 갖으므로 데이터 전달 신뢰성이 낮다. 이를 보완하기 위해 브로드캐스트를 통한 릴레이나 송신 파워를 증폭하는 방법이 사용된다. 하지만 이를 무분별하게 사용할 경우 네트워크 부하 가중 및 에너지 소비를 증가시킬 수 있다. 이러한 점을 감안하여 본 논문에서는 일반적인 군집 주행 환경에서 차량 간 거리에 따른 경로 손실과 데이터의 특성을 고려한 차량의 전력 소비 절감, 네트워크의 부하 감소를 위한 데이터 전달 방식을 제안한다.

### I. 서론

군집 주행 기능은 스마트한 교통 네트워크 이용을 가능하게 하여 다양한 운송 및 교통 관리와 관련된 서비스를 제공하는 지능형 교통 시스템 서비스 중 하나이다. 군집 주행을 위해 차량의 거리, 속도 정보 이외에도 다양한 멀티미디어 정보가 V2X(Vehicle-to-Everything) 통신으로 교환된다.

V2X 통신은 차량 내부의 센서 및 온 보드 기기나 차량 외부에 인프라와 통신하기 위해 유선 통신과 무선 통신을 활용한다. 무선 통신 환경에서 정보 공유의 필요성의 증가는 네트워크 혼잡을 야기한다. 또한, 손실 특성을 갖는 무선 통신 환경에서는 제한적인 채널 자원과 신호 간섭 등으로 인해 전달 신뢰성 확보에 어려움이 있다. 전달 신뢰성 향상을 위해 데이터 브로드캐스팅을 통해 릴레이하거나 전송 파워를 증가시켜 통신 성능을 향상시키는 방법 등이 적용될 수 있다.[1] 하지만, 무분별한 브로드캐스팅과 전송 파워 증폭은 무선 채널의 효율을 떨어뜨리고, 전력 소비를 증가시킬 수 있다.

본 논문은 일반적인 군집 주행 환경에서 무선 망의 부하 감소와 데이터 전달을 위한 차량의 에너지 손실을 절감하기 위해 데이터 특성 별 분류 기반 차량간 데이터 전달 방법을 제시한다.

### II. 본론

본 논문이 고려하는 군집 주행 환경 다음과 같다. 차량이 네트워크의 서비스 제공 영역 외부에 있거나 네트워크 인프라의 서비스 품질이 낮아서 V2V 통신을 하며, 단일 차선에서 주행하는 차량 군집은 리더 차량과 그 뒤를 따르는 멤버 차량으로 구성된다. 그리고, 이들은 협력적 운행을 위해 V2V 통신으로 주행 관련 정보를 지속적으로 교환한다. 차량 간 데이터 전달은 3단계로 이루어진다. 그림 1에 데이터 전달 방법에 대한 절차가 표현되어 있다.

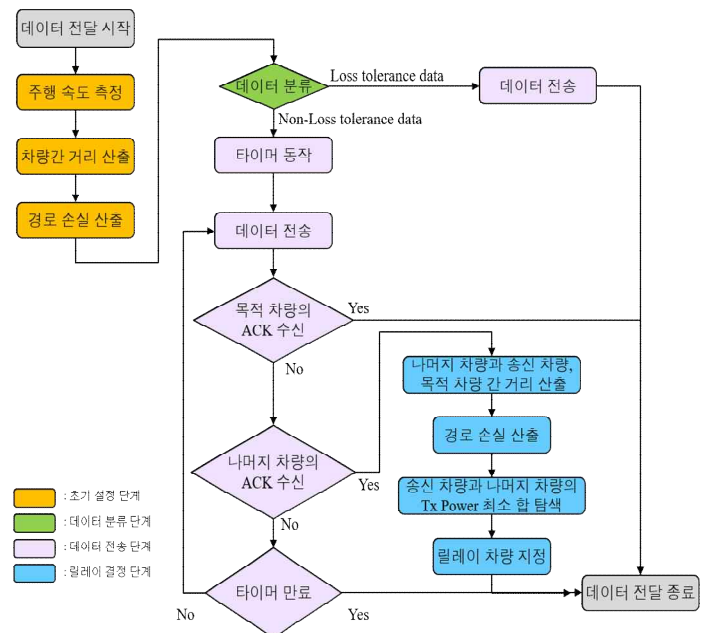


그림 1 데이터 손실 허용 특성 별 데이터 전달 절차 흐름도

#### II-1. 초기 설정 단계

데이터를 전달하는 차량의 데이터 전달 시 소비되는 에너지를 절감하기 위해 차량 간 거리를 고려한 자유 공간 경로 손실을 계산한다. 차량 간 거리는 아래 수식을 통해 산출된다.[2]

$$\text{군집 내 차량 간격} = \frac{\text{차량 간 최소 간격} + (\text{군집 주행 속도} \times \text{시간})}{\sqrt{1 - \left( \frac{\text{군집 주행 속도}}{\text{최대 주행 속도}} \right)^4}} \quad (1)$$

두 차량 간 거리는 다음 수식으로 계산된다.

$$\text{두 차량 간 거리} = \text{두 차량 사이 차량 수} \times (\text{군집 내 차량 간격} + \text{차량 길이}) \quad (2)$$

두 차량 간 존재하는 자유공간 경로 손실은 다음 수식으로 얻어진다.

$$FSPL = -147.55 + 20\log_{10} freq_{Hz} + 20\log_{10} \text{차량 간 거리} \quad (3)$$

데이터를 전송하는 차량은 얻어진 경로 손실을 데이터 송신 전력에 고려한다.

## II-2. 데이터 분류 단계

인터넷(Internet)을 통한 데이터 전달에서 주로 명시적인 데이터 전달 및 전달 신뢰성을 요구하는 데이터는 TCP(Transmission Control Protocol)로 전달되고, 누락 및 송신 순서와 도착 순서의 불일치를 허용하는 데이터전달에는 UDP(User Datagram Protocol)가 사용된다. 이러한 데이터의 특성을 고려하여 차량 통신에서 데이터를 손실 허용 여부에 따라 손실을 허용하여 재전송을 요구하지 않는 손실 허용 데이터 (Loss tolerance Data, LTD)와 손실 발생 시 재전송을 요구하는 비 손실 허용 데이터(Non-Loss tolerance Data, NLTD)로 분류할 수 있다.

## II-3. 데이터 전송 단계

데이터 분류를 거친 데이터는 무선 망의 전달 효율을 고려하여 브로드캐스트 된다고 가정한다.

LTD는 한번의 전송 이후 별도의 재전송 절차 없이 전송이 종료된다. NLTD는 전송 이후 멤버 차량이 송신한 ACK메시지를 수신하는 절차가 진행된다. 목적 차량(D)로부터 ACK를 수신하면 데이터 전달을 종료한다. D를 제외한 멤버 차량(M)으로부터 ACK를 수신한 경우 릴레이 차량(R)을 지정하기 위한 절차가 진행된다. 데이터 송신 차량(S)과 ACK를 보낸 각 M간 차량 간 거리 산출을 수행하고, 이 결과로 S와 ACK를 보낸 각 M 간 경로 손실을 산출한다. ACK를 보낸 각 M과 D간 거리 산출 및 경로 손실 산출을 계산한다. 이후, S-M, M-D의 Tx power 합이 최소인 경우에 해당하는 M을 R로 지정하고 전달 과정을 종료한다. 무분별한 ACK 수신 대기 및 전달 반복을 방지하기 위해 타이머가 동작하여 네트워크 및 차량의 효율 저하를 방지한다.

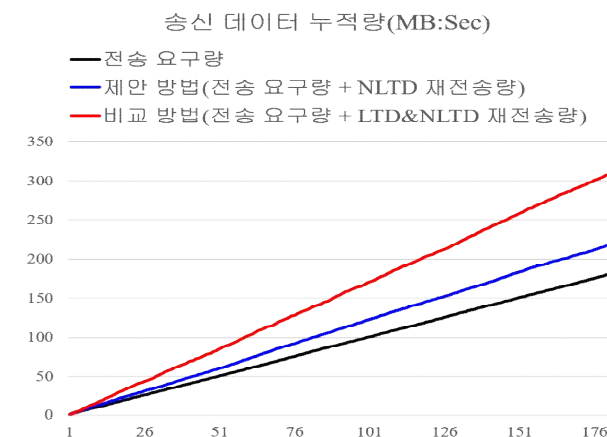


그림 2 데이터 손실 허용 특성 별 데이터 전달 절차 흐름도

## III. 성능분석

제안하는 방법이 네트워크 부하에 미치는 영향을 확인하기 위한 시뮬레이션을 진행했다. 시뮬레이션에 사용된 변수값은 차량 간 최소 간격 3m,

요구 시간 1s, 군집 주행 속도 22m/s, 최대 속도 30m/s, 차량 길이 3m, 주파수 대역 5.8 GHz, LTD 발생 속도 0.7Mbps, NLTD 발생 속도 0.3Mbps, 데이터 수신 성공률 0.7[3]이 적용되었다. 비교군은 데이터 분류를 하지 않고 릴레이를 통해 재전송하는 방법을 적용했다. 데이터 전송은 리더로부터 시작하여 데이터 전달 성공률을 고려하여 목적 차량이 수신하거나 릴레이 차량이 재전송한다. 6대의 차량으로 구성된 군집 내에서, 1번 차량이 리더, 6번 차량이 목적지, 나머지 차량 중 한 대가 릴레이 차량 역할을 한다. 이때 네트워크를 통해 전달되는 데이터의 누적량을 비교했다.

그림 2는 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 초기 전송과 재전송되는 양의 합은 전송 요구량(180MB) 대비 제안하는 방법이 120%(216.6MB), 비교군이 171%(306.9MB)로 증가했다. 이 결과, 본 논문에서 제안하는 데이터 분류를 통한 차등적 전달을 통해 네트워크 부하가 감소하는 결과를 얻었다. 또한, 전달에 필요한 에너지는 전달되는 데이터의 양과 비례하기 때문에 전달에 소비되는 차량의 전력을 절감할 수 있다.

## III. 결론

본 논문에서 일반적인 군집 주행 환경에서 네트워크 부하 감소 및 차량 에너지 절약을 위해 데이터의 손실 허용 특성을 고려한 데이터 전달 방법이 제안되었다. 시뮬레이션을 통해 제안하는 방법에서 네트워크를 통하여 전달되는 데이터의 양이 감소하는 것을 보였다. 이를 통해 네트워크 부하 감소와 데이터 전달을 위해 차량에서 소비되는 전력을 감소시킬 수 있다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2020R1A6A1A12047945).

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2021-2020-0-01462)

\*교신저자 : 최성곤 (choisg@cbnu.ac.kr)

## 참 고 문 헌

- [1] Haojun Teng, Xiao Liu, Anfeng Liu, Hailan Shen, Changqin Huang, Tian Wang, "Adaptive Transmission Power Control for Reliable Data Forwarding in Sensor Based Networks", Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 2018, Article ID 2068375, 22 pages, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2068375>
- [2] J. Kim, Y. Han and I. Kim, "Efficient Groupcast Schemes for Vehicle Platooning in V2V Network," in IEEE Access, vol. 7, pp. 171333-171345, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2955791.
- [3] M. Noor-A-Rahim, Z. Liu, H. Lee, G. G. M. N. Ali, D. Pesch and P. Xiao, "A Survey on Resource Allocation in Vehicular Networks," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, doi: 10.1109/TITS.2020.3019322.