

군집 주행 시스템의 정의와 잠재적 위험 요소에 대한 조사

곽수환, 박상오

중앙대학교 컴퓨터공학과

e-mail : shkwak@cslab.cau.ac.kr, sopark@cau.ac.kr

Survey on Definition and Potential Threats of Platooning System

Su-Hwan Kwak, , Han-Kuk Kim**

School of Computer Science and Engineering, Chung-Ang University

요 약

본 논문에서는 군집 주행에 대한 정의와 이점에 대하여 소개한다. 또한, 군집 주행을 기반으로 탑승자의 안전을 위협하는 잠재적인 위험 요소를 네트워크와 도로 환경 관점으로 구분하여 조사하고, 이에 대한 해결방안에 대하여 논의한다. 이러한 문제들은 향후 군집 주행 차량의 연구 및 개발에서 우선사항으로 고려되어야 할 것이다.

1. 서론

정보통신 기술의 발달은 이를 기반으로 하는 다양한 지능형 시스템 연구 및 개발의 촉진을 불러일으켰다. 특히, 교통안전과 효율성, 편의성의 증진을 지향하는 지능형 교통 체계(ITS; Intelligent Transportation System)에서 군집 주행(Platooning)에 대한 관심이 높아지고 있다[1].

군집 주행은 대열을 능동적으로 구성하며 함께 이동하는 차량 집합의 이동을 의미하며, 높은 수준의 자율 주행 단계에서 운전 환경의 효율성을 더욱 증가시킨다[2]. 하지만 이러한 군집 주행 패러다임에서 각 차량과 전체 시스템을 위협하는 여러 위험 요소가 존재한다. 이는 크고 작은 경제적 손실과, 심할 경우 인명 피해까지 영향을 주므로 반드시 해결해야 할 문제이다.

본 논문에서는 군집 주행 기술의 정의와 이점에 대하여 소개하고, 군집 주행과 관련된 여러 위험 요소를 네트워크와 도로 환경 관점으로 구분하여 소개하고, 이러한 잠재적인 위험을 해결하기 위한 방안에 대하여 논의한다.

2. 관련연구

2.1 군집 주행

군집 주행은 대열을 능동적으로 구성하고 좁은 차량 간격을 유지하며 같은 방향으로 이동하는 차량 군집의 동작과 이를 관리하는 기법으로, 연료 효율 및 도로 통행량의 증가, 운전자의 안전성과 편의성 증가를 목표한다[2]. 그림 1은 군집 주행 구조를 설명하는 도식이다.

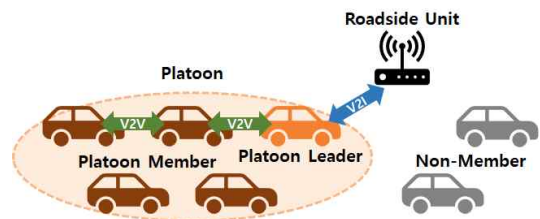


그림 1. 군집 주행 구조

군집 주행에서 선두에 위치한 차량을 군집 리더(Platoon Leader)라고 하며, 군집의 나머지 차량들(Platoon Member)은 군집 리더를 따라가도록 한다. 군집 리더는 차량간 통신(V2V; Vehicle to Vehicle)을 통해 군집 단위의 동작을 수행하고, 군집 내의 차량들은 차량에 부착된 RADAR(Radio Detection and Ranging), LIDAR(Light Detection and Ranging) 또는 카메라 등의 센서를 통해 선행 차량과의 거리를 능동적으로 유지하도록 한다[3]. 또한 차량들은 자체적으로 계산할 수 없는 군집 주행 지원 연산 또는 군집 외부로의 통신을 위해 도로변에 위치한 통신 및 연산장치인 RSU(Roadside Unit)과 차량-기반구조간 통신(V2I; Vehicle to Infrastructure)이 가능하도록 한다.

2.2 V2X 통신

차량-사물 통신(V2X; Vehicle to Everything)은 상기한 V2V와 V2I 통신을 포괄하는 것으로, 특히 차량과 차량-기반구조를 긴밀한 네트워크로 구성하여 도로 환경의 안전성을 높이는 군집 주행에서 핵심 통신 기술로 여겨진다

[4].

일반적으로 군집 주행에서 V2X 통신을 지원하기 위해서 DSRC(Dedicated Short-Range Communication) 프로토콜을 사용한다. DSRC는 전용 근거리 무선 통신방식으로 차량간, 차량-기반구조간 통신에서 신뢰성 있는 통신 서비스를 제공하는 기술이다[5]. DSRC 표준은 1km 내에서 200km/h로 이동하는 차량이 54Mbps의 전송속도로 데이터를 송신할 수 있도록 요구한다.

DSRC에는 1개의 CCH(Control Channel)와 6개의 SCH(Service Channel)를 사용한다. CCH는 제어 채널로 RSU로부터의 알림, 데이터 전송, 경고 메시지 등의 수신 등에 사용되며 SCH는 서비스 채널로 사설/공공 안전 메시지 송수신에 사용된다. 이렇게 채널을 분리하여 효율과 서비스 품질을 높이고 서비스간 간섭을 최소화하도록 하였다.

3. 군집 주행의 위험 요소

이 절에서는 군집 주행의 안전성을 위협하는 다양한 위험 요소들을 네트워크와 도로 환경에서의 관점으로 나누어 살펴보고, 이에 대한 해결 방안에 대하여 논의한다.

3.1 네트워크 관점

군집 주행은 무선 통신을 기반으로 군집 내의 모든 차량이 하나의 차량처럼 이동하도록 하는 기술이다. 따라서 기본적으로 무선 통신에서 발생할 수 있는 문제점들이 나타난다.

• 신호 세기 문제

차량간 통신에서 사용되는 DSRC는 무선 통신이기 때문에 거리에 따른 데이터 전송 문제가 발생한다. Huang(2017)은 DSRC 성능 평가에 대한 연구에서 일반적으로 600m가 넘어가는 지점에서 PDR(Packet Delivery Ratio)의 급감함을 보였다[6]. 이는 작은 양의 패킷에 대한 결과이므로 멀티미디어 파일과 같은 대용량 데이터를 송·수신할 경우 안정성이 더욱 떨어질 것으로 보인다. 다른 문제는 SCH의 각 채널을 이용하여 통신을 진행할 때 발생한다. 만약 같은 채널을 다른 목적으로 사용할 경우 해당 채널을 사용하는 차량끼리 통신 혼선이 발생하여 원하지 않는 데이터를 수집하고 필요한 동작에 오류가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해 명확한 채널 설계가 필요하고, 채널의 중복사용이 불가피할 경우 DSRC 전송 강도를 조절하여 이러한 혼선 문제를 최소화해야 한다.

• 보안 문제

무선 통신은 이전부터 많은 보안 문제들이 제기되어왔으며, 무선 통신인 DSRC를 사용하는 군집주행 역시 마찬가지로 이러한 무선 통신의 취약점에 노출되어 있다. Henniger(2009)는 자율 주행 차량의 보안 요구사항에 관한 연구에서 정보 갈취, 불법 광고 전송, 사고 방지 시스템 무력화, 신호등 신호 조작, 무선

잡음 전파 등의 악의적인 공격 위험에 대해 언급하고, 이러한 보안 문제에 대한 무선 통신 인증 방법과 익명화 등의 해결방안을 제안하였다[7].

3.2 도로 환경 관점

군집 주행은 실제 도로 환경에서 군집에 속해있지 않은 다른 차량들과 상호작용하며 이동해야 한다. 따라서 도로 주행에서 예기치 못한 상황들로 인한 위험 요소가 발생할 수 있다.

• 도로 위의 장애물

실제 도로 환경에서는 표지판이나 러버콘 등 일반적인 경우부터 야생동물, 심지어는 보행자까지 차량의 진행을 방해할 수 있다. 일반적인 군집 주행의 경우 선행 차량과의 거리만 유지하기 때문에 군집 리더가 이러한 장애물을 발견하고 급정지를 시도할 때 짧은 차간거리를 유지하며 뒤따르는 군집 멤버들이 미처 속도를 줄이지 못해 연속적으로 충돌이 일어날 수 있다. 근본적인 해결방안은 이러한 장애물을 빠르게 인지하고 대처하는 것이다. 이를 위해 각 차량은 76GHz RADAR 등의 고성능 센서를 장착하고 이를 처리할 수 있는 연산능력이 요구된다. 또다른 방안은 SARTRE(Safe Road Trains for the Environment) 등의 군집 주행 연구와 같이 군집 리더가 모든 군집 멤버들과 V2V 통신하도록 한다[8]. 이를 통해 군집 리더는 군집 내 모든 차량을 동시에 제어하여 장애물이 감지되었을 때 빠르게 회피하고 정지하도록 한다.

• 다른 차량

도로 위에서 군집은 다른 군집간, 군집에 속하지 않은 차량간 상호작용하며 이동해야 한다. 군집의 입장에서 진로에 방해되는 차량은 장애물로 간주할 수 있으므로 앞서 소개한 도로 위의 장애물과 같은 해결 방법과 같이 고성능 센서를 통한 회피를 수행하거나 가능할 경우 다른 차량에 V2V 메시지를 전송하여 충돌을 피하도록 할 수 있다. 또 다른 문제는 다른 차량의 악의적인 공격(급제동, 차량 주행 흐름 방해, 군집을 향한 돌진 등)이다. 이러한 공격은 군집 주행 시스템의 성능에 지장을 주고 차량간 충돌을 야기한다. 특히 군집 내부의 차량으로부터의 공격은 상대적으로 대비하기 쉬운 군집 외부로부터의 공격에 비해 치명적이다[9]. 따라서 이를 방지하기 위해 군집 내의 보안을 철저히 유지하고 차량간 거리를 좁혀 다른 차량으로의 방해 및 공격을 사전에 차단해야 한다.

이 외에도 통신장비의 고장으로 인한 차량간 통신 두절, 센서 이상으로 인한 군집 주행 시스템의 오작동, 차량 부품 결함 등의 다양한 기계적 위험 요소가 존재한다. 이러한 위험 요소의 영향을 줄이기 위해 기계장치 및 장비들의 세밀하고 주기적인 점검이 필요하다.

4. 결론

군집 주행 기술은 여러 대의 차량을 하나의 군집으로 구성하여 동시 기동이 가능하도록 하며, 이를 통해 교통안전 및 도로 통행량 증가, 연료 효율 증가, 탑승자의 편리 및 편의성 증진 등을 목표로 한다. 하지만 군집 주행은 무선 통신 기반이고, 군집에 포함되지 않은 차량과 같은 환경에서 주행해야 하기 때문에 이러한 상황에서의 문제점들을 그대로 지니게 된다.

본 연구에서는 군집 주행 시스템을 위협하는 위험 요소를 조사하고, 이러한 잠재적인 위험을 방지할 수 있는 방안에 대하여 논의하였다. 자율 주행 차량과 함께 ITS에서 큰 연구 주제 중 하나인 군집 주행을 연구·개발할 때 기술적 진보와 어울려 시스템 전체에 가해질 위협을 파악하고 이를 대처함으로써 더욱 안전하고 안정적인 군집 주행 기술로의 성장이 가능해질 것으로 기대한다.

감 사 의 글

이 성과는 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.NRF-2017R1C1B5075856)

참고문헌

- [1] 이승민, “자율주행자동차 최근 동향 및 시사점,” 주간 기술동향, No.1842, 2018.
- [2] C. Bergenheim, et al., “Overview of Platooning System,” *Proceedings of the 19th ITS World Congress*, 2012.
- [3] L. Hobert, et al., “Enhancements of V2X Communication in Support of Cooperative Autonomous driving,” *IEEE Communications Magazine*, Vol.53, No.12, pp. 64-70, 2015.
- [4] L. Le, A. Festag and R. Baldessari, “V2X Communication and Intersection Safety,” *Advanced Microsystems for Automotive Applications 2009*, pp. 97-107, 2009.
- [5] 오종택, “미국의 5.9GHz 차세대 DSRC 주파수 및 표준화 현황,” *정보통신연구진흥원 학술정보*, No.98, pp. 122-132, 2005.
- [6] X. Huang, D. Zhao and H. Peng, “Empirical Study of DSRC Performance Based on Safety Pilot Model Deployment Data,” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation System*, Vol.18, No.10, pp. 2619-2628, 2017.
- [7] O. Henniger, et al., “Security Requirements for Automotive On-Board Networks,” *9th International Conference on Intelligent Transport System Telecommunications(ITST)*, pp. 641-646, 2009.

[8] C. Bergenheim, et al., “Overview of Platooning Systems,” *Proceedings of the 19th ITS World Congress*, 2012.

[9] S. Dadras and C. Winstead, “Insider vs. Outsider Threats to Autonomous Vehicle Platooning,” *Utah State Univ., Logan, UT, USA*, 2018.