

도시 도로 환경에서의 적용 가능한 동적 군집주행에 관한 연구

최수민*, 박수용**, 신용태*
*승실대학교 융합소프트웨어학과
**승실대학교 컴퓨터학과

suumn1538@soongsil.ac.kr, tndyd5390@naver.com, shin@ssu.ac.kr

A Study on the Applicable Dynamic Platooning in Urban Road Environment

Su-Min Choi*, Soo-Yong Park**, Yong-Tae Shin*

*Dept. of Computer Science, Soong-Sil University

**Dept. of Convergence Software, Soong-Sil University

요 약

최근 자율주행차량의 기술 개발이 확대되면서 이를 기반으로 운전자, 인프라 등 다양한 관점에서 효과를 기대할 수 있는 군집주행에 대한 관심도 점차 높아지고 있다. 현재 고속도로에서만 적용 가능한 군집주행 기술이 상용화 되면서 교차로가 많은 도시 도로 환경에서도 이를 적용하기 위해 여러 자동차 업체에서 시스템을 개발 중이다. 하지만 기존 군집주행 방식은 군집이 해체될 경우 차량이 다시 군집을 형성하고 다른 군집에 가입하는 과정에서 발생하는 시간이나 비용적인 측면에서 도로 처리량과 시간 단축이라는 본래 군집주행의 목표에 미치지 못한다. 따라서 본 논문은 차량 간에 주고받는 메시지를 개선하여 군집주행 알고리즘을 새롭게 설계해 도시 도로 환경에서도 적용 가능한 동적 군집주행에 대해 제안하였다.

1. 서론

현재 고속도로에서만 제한적으로 적용되는 군집주행을 교차로가 많은 도시 도로까지 확대시키기 위해 보완되어야 할 부분이 많다. 기존 군집주행 방식에서는 군집이 해체되는 경우에 리더 차량을 재선출하여 군집을 재형성 하거나 다른 군집에 합류 요청을 하여 군집에 가입할 수 있다. 이러한 과정으로 인해 군집주행을 하는 데 시간이 지연되고 도로 사용 측면에서도 비효율적이므로 도로 사용 처리량을 최대화한다는 본래 군집주행 목표에 미치지 못한다.

따라서 본 논문은 군집 해체 시 도로 처리량과 시간 단축의 효율성을 높이고 도로에서 발생하는 문제 상황에 대해 신속하게 대응할 수 있도록 리더 차량에서 후보 리더에 대한 목록을 추가하였다. 이는 고속도로뿐만 아니라 교차로가 많은 도시 도로 환경에서도 유연하게 군집의 분리 및 재형성이 가능하도록 주행 중에 차량 간에 주고받는 메시지의 표준인 SAE J2735 Message Protocol 을 개선하여 군집주행 통신 알고리즘을 새롭게 설계하는 방안에 대해 연구를 진행하였다.

2. 관련 연구

본 장에서는 제안하는 연구의 기반이 되는 군집주행과 차량 간 통신 메시지인 SAE J2735 Message Protocol 에 대해 서술한다.

2.1 군집주행

군집주행(Platooning)은 두 대 이상의 차량이 하나로 연결된 로드 트레인을 구성하여 운행하는 기술로 자율주행 기술과 함께 차량 연결 기술이 복합적으로 적용된 주행 방법이다. 군집주행 시 각각의 차량들은 하나의 세트로 연결되어 서로 가까운 거리를 유지한 채 마치 기차와 같은 행렬로 이동하게 된다. 군집주행의 선두에 위치한 차량은 리더 역할을 수행하며, 뒤따르는 차량들은 리더 차량의 경로를 그대로 따라 주행한다.

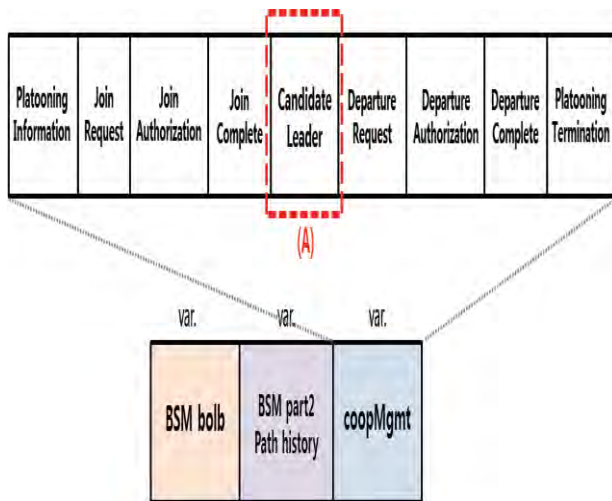
일반 모드로 주행하는 차량들이 많을 때 보다 군집 모드로 주행하는 차량이 많을수록 도로를 효율적으로 사용할 수 있다. 또한 운송이나 목적지 도착 시간을 단축시킬 수 있으며, 자율주행기술을 기반으로 하므로 운전자들이 주행 중 전화, 여가 생활 등 다른 업무가 가능해졌다.

2.2 SAE J2735 Message Protocol

WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment) 통신 기반의 어플리케이션에서 사용되는 데이터 요소와 데이터 프레임으로 구성된 메시지셋의 표준이다[1]. 이는 WAVE 통신 기반으로 정의되어 있지만 다른 무선 통신 기술에서도 사용이 가능하도록 정의되어 있다.

3. 동적인 군집주행을 위한 메시지 프로토콜 설계 및 시나리오

도시 도로 환경에서도 적용 가능한 동적인 군집주행을 위해 기존의 메시지 구조에서 하나의 필드를 더 추가하여 후방 차량에서 리더 차량에게 군집의 다음 리더가 될 수 있게 우선순위를 정하는 데 필요한 상태 정보들을 메시지에 담아 보내게 된다.



(그림 1) 후보 리더 선정을 위한 메시지 프레임 추가

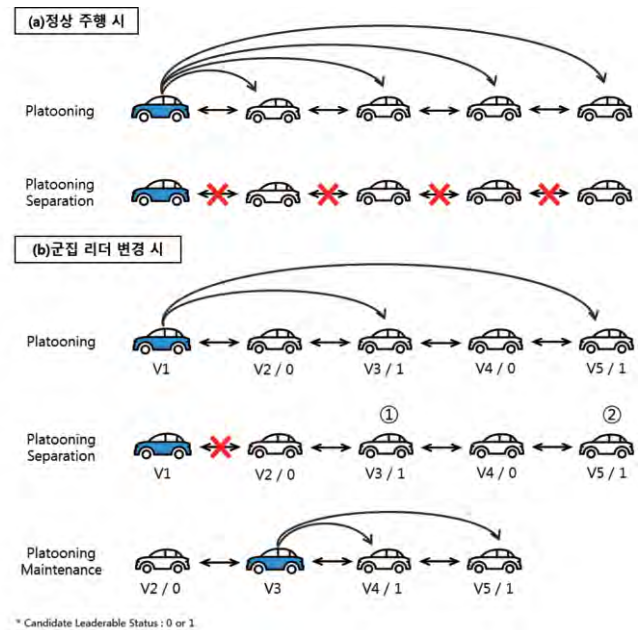
운전자가 이미 형성되어 있는 군집에 가입하려고 할 때 군집 리더에게 합류 요청을 하게 되고 리더가 합류를 승인하면 군집 합류가 완료된다. 그 후에 운전자가 군집 해체 시에 차기 리더가 가능한지에 대한 상태를 결정한다. 선택은 차량의 센터 패시아에서 스크린 통해 군집에 합류할 때뿐만 아니라 운전자가 직접 설정의 상태를 변경할 수 있다. 이 상태 정보는 그림 1에서 데이터 요소 (A)에 0 또는 1의 형태로 저장되며 0은 후보 리더 불가능, 1은 후보 리더 가능을 의미한다.

군집을 가입되어 있는 후행 차량 중에서 여러 대의 차량이 후보 리더 가능 상태일 경우가 존재한다. 이러한 경우에는 리더 차량에서 후행 차량들에게 전송 받은 메시지의 후보 리더 데이터 요소를 확인하고 해당 차량들의 차량 상태 정보를 기반으로 후보 리더

차량들의 우선순위를 정한다.

후보 리더 차량의 우선순위를 정해 놓게 되면 교차로가 많은 도시 도로 환경에서도 군집주행이 가능해진다. 교통 신호 등의 여러 가지 변수로 인해 군집의 중간이 분리되더라도 우선순위 정보를 통해 유동적으로 리더를 재선출하여 군집을 유지한다

제안한 메시지 프로토콜을 기반으로 한 군집주행 시나리오는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 군집주행 시나리오

그림 2에서 ‘(a)정상 주행 시’의 경우 기존 군집주행 방식에서 주행 중 여러 가지 변수로 인해 군집주행 해체되는 과정을 보여준다. 리더 차량이 군집 모드에서 일반 모드로 변경하면 군집을 이루고 있는 모든 후행 차량들까지도 일반 모드로 변경되고 이로 인해 군집은 해체된다. 군집을 계속해서 유지하고 차량이 있어도 리더 차량이 떠나는 순간 해체되는 것이다.

다시 군집을 형성하려면 그 후행 차량 중에서 누군가가 군집 리더로 설정을 해야 한다. 다른 후행 차량들도 군집에 가입하려면 리더 차량에게 합류 요청을 보내고 리더 차량에서 승인을 받아서 가입을 완료한다. 이와 같은 과정은 군집에 가입하길 원하는 차량이 있을 때마다 반복된다.

교차로가 많은 도시 도로 환경에서는 실시간으로 변하는 교통신호 또는 정보를 전송 받아야 하기 때문에 군집 재형성 과정으로 인한 시간 지연이 발생하지 않아야 한다.

그림 2에서 ‘(b)군집 리더 변경 시’의 경우 후보 리더 차량을 추가하여 군집을 유지하는 과정을 보여준

다. 일반 차량이 처음 군집에 가입할 때 후보 리더 가능 상태를 설정하여 0 또는 1 의 형태로 리더 차량에게 전송한다. 군집 내의 후보 리더 가능 차량이 다수일 경우 리더 차량에서 각각의 차량이 가입할 때 전송한 차량의 상태 정보를 파악하여 후보 리더 우선순위를 정한다. 이 우선순위 정보를 후보 리더 가능 차량들에게 전송하고 해당 차량들은 이 정보를 유지하면서 주행한다.

군집주행 중에 군집이 해체되기 직전의 상황일 때 후보 리더 가능 차량들은 리더 차량으로부터 받은 우선순위에 따라 1 순위 차량을 새로운 리더 차량으로 파악한다. 새로운 리더는 군집의 리더 차량 ID 를 자신의 차량 ID 로 변경한다. 변경된 리더 차량 ID 가 포함된 메시지를 나머지 후보 리더 가능 차량에게 전송한다.

후보 리더 차량의 우선순위를 정해 놓게 되면 교차로가 많은 도시 도로 환경에서도 군집주행을 적용하는 것이 가능해진다. 교통 신호 등의 여러 가지 변수로 인해 군집의 중간이 분리되더라도 우선순위 정보를 기반으로 지연 없이 리더를 교체하여 군집을 유지한다.

4. 결론

본 논문에서는 기존 군집주행 방식에서 발생하는 트래픽 과부하, 시간 지연 문제점을 개선하기 위해 군집 후보 리더 차량의 우선순위를 추가하였다. 이를 기반으로 교차로가 많은 도시 도로 환경에서도 군집주행을 적용할 수 있는 방안에 대해 제안하였다.

교통 상황이나 리더 차량의 변수로 인해 리더가 변경되어야 하는 경우에 기존과 달리, 군집을 분리하지 않고 신속하게 리더를 변경하여 유연한 군집주행이 가능해졌다. 이로 인해 고속도로 환경에서만 적용이 가능했던 군집주행을 신호등과 교차로가 많은 도시 도로 환경에서도 적용할 수 있게 되었다.

차량과 차량 간에는 차량의 ID 와 주행에 필요한 여러 가지 정보가 패킷에 담겨 데이터 전송이 이루어진다. 그러므로 보안을 강화하여 차량 운전자 또는 군집을 이루고 있는 차량들의 안전을 보호할 수 있는 차량 정보 해킹 방지 또는 탐지 알고리즘을 개발하는 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2017 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.IITP-2017-0-00724, 셀룰러 기반 산업 자동화 시스템 구축을 위한 5G 성능 한계 극복 저지연, 고신뢰, 초연결 통합 핵심기술 개발)

참고문헌

- [1] TTAS, "Communication Protocol for Group Driving ," "TTAK.KO-06.0439 "
- [2] Inès Ben Jemaa. "Multicast communications for cooperative vehicular systems ." "Robotics [cs.RO]" Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2014