

차량 애드혹 네트워크에서 Busy tone을 이용한 긴급 메시지 브로드캐스트

박윤환⁰, 박재복*, 김승해**, 조기환*

*전북대학교 전자정보공학부, **한국과학기술정보연구원

E-mail: {yhpark, jbpark, ghcho}@dcs.chonbuk.ac.kr, shkim@kisti.re.kr

Emergency Warning Message based on Busy Tone in Vehicular Ad-hoc Network

YoonHwan Park⁰, JaeBok Park*, SeungHae Kim**, GiHwan Cho*

*Div of EIE, Chonbuk National University

**Korea Institute of Science and Technology Information

교통안전 통신(VSC)는 차량 간 무선 애드혹 네트워크(VANET)를 모델로 실현되는 지능형 교통 시스템의 응용 시나리오이다. VANET은 빠르게 이동하는 노드와 네트워크 토폴로지 변화가 잦은 환경에서 짧은 메시지 전송 지연과 높은 전송률이 요구된다. 따라서 차량간 통신은 브로드캐스트 방식을 기본적인 전송방법으로 사용한다. 여기에서 효율적인 매체 사용은 전체적인 네트워크 부하를 줄인다.

차량 애드 혹 네트워크(VANET: Vehicular Ad hoc NETworks)은 기지국이나 액세스 포인트(Access Point)와 같은 기반시설을 이용하지 않고 차량들 간 자율적인 무선통신을 통해 임시적으로 구성되는 네트워크이다. VANET은 현재 미국, 유럽, 일본 등 전 세계의 학계 및 관련 기업을 중심으로 활발한 연구가 진행 중에 있으며, 교통정보 제공과 교통안전 통신을 목적으로 하는 응용 환경에 활용 될 수 있다.

VANET은 노드 이동성과 자가 네트워크 구성 측면에서 이동 애드혹 네트워크(MANET: Mobile Ad hoc NETworks)과 유사하지만 적용 특성에는 차이점이 있다. VANET을 구성하는 차량들(이하 노드)은 MANET에 비해 고속의 이동성을 가지며, 높은 노드 밀도와 네트워크 토폴로지 변화 등의 특징들을 가진다. 이러한 특징들로 인해 빈번한 네트워크 단절과 메시지 전파 충돌/지연 그리고 제한된 대역폭에 의한 메시지 전달 제한과 짧은 연결 생존시간 등의 문제점을 가진다. 따라서 VANET 환경은 네트워크 토폴로지와 노드 밀도의 변화가 심하여 기존의 MANET을 위해 제안된 프로토콜은 적합하지 않다.

또한, VANET 환경에서 효율적으로 매체를 공유하는 것은 빠르게 이동하는 노드와 급속하게 변하는 토폴로지 때문에 더 어려워진다. 또한 메시지를 전송할 때, 노드의 전송거리 내에 전달 받는 노드가 없을 경우 메시지 전송을 할 수 없는 상황이 발생한다. 노드 밀도가 낮고 전송거리가 짧을 경우 이러한 현상이 더욱 빈번하게 된다. 노드 밀도가 높거나 전송거리가 길 경우 메시지 전송의 실패는 감소하지만 메시지의 수신가능 노드의 수가 증가하여 메시지 충돌과 전파지연으로 인해 신속한 메시지 전파가 불가능하다. 따라서 복잡한 VANET 환경에서 신속한 메시지 전송 문제를 해결하기 위해 Busy tone을 적용하여 메시지 충돌, 중복, 경쟁을 완화시켜 오버헤드를 줄인다. 또한 거리 기반 멀티 홉 브로드캐스트 방식으로 메시지 신뢰성과 목적지까지 도달률을 높인다.

VANET에서 브로드캐스트는 주요 응용 서비스 중 하나인 긴급상황 경고 서비스 (Emergency warning service) 시나리오에 이용된다. 긴급상황 경고 서비스는 위험 상황을 인지한 차량이 뒤따르는 차량들에게 경고 메시지를 신속하게 전달하여 위험지역의 차량들이 사전에 위험상황에 대처할 수 있도록 도움을 준다. 그러므로 긴급 메시지는 지연 없이 가능한 빨리 적절한 범위로 전송 되어야 하며, 만약 노드들 사이 통신을 위해 핸드셰이크를 한다면, 빠른 이동성과 네트워크 토폴로지의 잦은 변화하는

VANET에서는 원활한 통신을 이루기 어렵다.

본 논문에서는 긴급 메시지 전송에 LRBT(Long Range Busy Tone) 프로토콜을 적용한다. LRBT는 두 채널을 이용하여 메시지를 전파한다. 하나는 Busy tone 제어 채널이고, 다른 하나는 데이터 통신 채널이다. 여기에서 제어 채널 전송 범위는 데이터 채널 전송 범위의 2배로 가정하며, 두 채널 전송 범위에 따라 노드들은 다음과 같이 나뉜다. 메시지 전송하는 노드 T(transmitting), 메시지를 받는 노드 R(receiving), 메시지 전송이 차단된 노드 B(Blocked), 노드 I는 메시지 전송이나 Busy tone을 감지하지 못한 유희상태(Idle)의 노드로 나뉜다. 예를들어 메시지를 전송하고자 하는 노드 A가 있다면, 노드 A는 데이터 전송 범위보다 긴 Busy tone으로 노드 A의 주위의 노드들을 침묵(Silence)시킨다. 이후 노드 A는 전송하고자 하는 데이터를 전송한다. 이는 노드 A의 주위를 침묵시키므로 다른 노드들 사이에 통신을 제한하여 메시지 충돌과 전송 지연을 감소시키고, 신속한 긴급 메시지 전송과 신뢰성 보장한다.

하지만, LRBT는 메시지 전송에 Busy tone을 보내고 일정시간 지난 뒤에 데이터를 전송한다. LRBT는 다음 중계 노드 선정에 임의의 Back off 시간이 지난 후에 먼저 전송하는 노드가 중계 노드가 된다. 이러한 중계 노드 선정 방법은 통신 범위 내에 어느 노드가 중계 노드가 될지 알 수 없다. 따라서 중단된 메시지 전달 후보들이 증가하고, 잠재적 메시지 충돌 노드가 나타나며, 네트워크 안에서 메시지 전송 지연으로 이어진다. 이는 신뢰성 있고 신속하게 메시지를 전송해야 하는 VANET 환경에 적합하지 않다. 또한 일반적인 브로드캐스트는 임의의 메시지를 수신하는 모든 노드가 메시지를 전송하기 때문에 모든 노드들이 메시지를 받을 가능성이 높다. 하지만 브로드캐스트 전송은 네트워크 있는 모든 노드들이 메시지 전송에 참여하게 된다. 이로 인해 노드 수가 증가할수록 메시지의 중복, 경쟁, 충돌 빈도수가 높고, 대역폭과 전송 지연 등으로 네트워크 성능을 저하시킨다.

LRBT의 메시지 전송 지연을 줄이기 위해 멀티 홉 브로드캐스트 (Multi-hop broadcast) 기법을 이용한다. VANET에서 멀티홉 브로드캐스트는 어떤 노드가 중계 노드로 선택 되느냐에 따라 메시지 전달 지연시간과 네트워크 부하 등의 성능이 큰 영향을 받는다. 논문에서는 최적의 중계노드 선정을 위해 거리기반 멀티홉 브로드캐스트를 적용한다. 거리기반 멀티홉 브로드캐스트는 중계 노드 전송 범위 내에서 가장 멀리 떨어진 노드(신호세기로 판단)를 중계 노드로 선정한다.

논문에서 제안하는 Busy tone을 적용한 멀티 홉 긴급 메시지 전송의 전체적인 VANET 시나리오는 다음과 같다.

긴급 메시지를 전송하고자 하는 차량은 메시지 전송을 위해 Busy tone 전파하고, 이를 받은 차량들은 신호 세기를 측정하여 자신의 위치를 판단한다. 데이터 통신 범위 안에 있는 차량들은 Back off 시간을 설정하고 진행시킨다. 그 사이 데이터는 전송되고, Back off 시간이 제일 먼저 완료된 차량이 다음 중계 차량이 되어 Busy tone과 데이터를 전송하게 된다. 이러한 과정은 위급한 상황을 알아야 할 적당한 거리까지 최소의 홉으로 긴급 메시지를 전송한다. 긴급 메시지 전송에 모든 차량이 메시지 전송에 참여하지 않고 중계 차량으로 선정된 차량이 메시지가 중계한다. 또한 신호 세기를 두 번 측정하여 측정거리 오차를 줄여 노드 이동이 빠르고 네트워크 토폴로지 변화가 잦은 VANET환경에 대처 할 수 있다.

논문에서 제안한 방법은 거리 기반 멀티 홉 브로드캐스트를 이용하여 메시지 전달 후보들을 감소시켜 잠재적 메시지 충돌 노드 제거하므로 신뢰성을 높였다. 또한 한 홉 사이에 전송거리를 연장하여 목적지까지 메시지 지연을 감소시키고, 메시지 전달률을 증가시킨다. 또한 제안된 방법은 Busy tone 범위, 통신 범위, 도시 환경의 도로, 고속도로 등 다양한 파라미터에 따라 프로토콜 성능에 많은 영향을 끼친다. 향후 네트워크 시뮬레이션으로 성능을 평가하고 개선점을 찾아 최적의 파라미터를 선정하는 과정을 실시하겠다