

VANET에서 Emergency message 라우팅 알고리즘 연구

하지웅*, 송주석**

*연세대학교 컴퓨터과학과

**연세대학교 컴퓨터과학과

e-mail: *jwha@emerald.yonsei.ac.kr, **jssong@emerald.yonsei.ac.kr

A study of emergency message routing algorithm in VANET(Vehicle Ad-hon Network)

Ji-Woong Ha*, Joo-Seok Song**

*Dept of Computer Science, Yon-Sei University

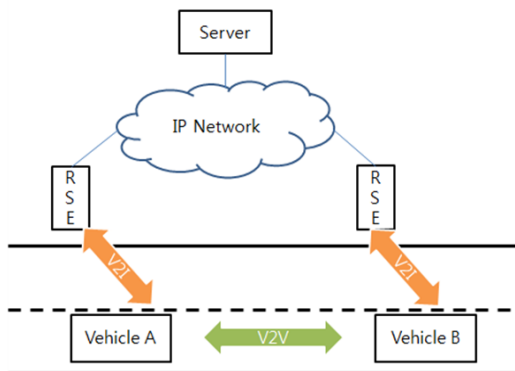
**Dept of Computer Science, Yon-Sei University

요 약

VANET(Vehicular Ad-hoc Network)은 차량 간의 무선통신(Vehicule to Vehicule: V2V) 또는 차량과 RSE(Road Side Equipment)간의 무선통신(Vehicule to Infrastructure: V2I)을 이용하는 기술이다. 사용자들은 VANET을 통하여 실시간 도로 상황, 응급 상황 등을 파악할 수 있으며 도로 혼잡 등을 줄일 수 있다. 본 논문에서는 VANET 기반 서비스 중 응급상황 알림 서비스에서 발생할 수 있는 Broadcast Storm 문제를 해결하는 라우팅 알고리즘들의 작동 원리와 문제점을 분석한다.

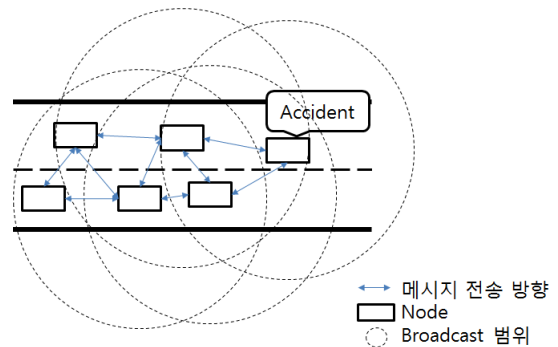
1. 서론

VANET은 그림 1에서 볼 수 있듯이 차량과 차량 간의 통신(V2V) 과 차량과 RSE간의 통신(V2I)을 통해 실시간 도로 상황 및 응급 상황 등의 정보를 교환할 수 있는 네트워크 기술이며 메시지를 전송하기 위해 WAVE(Wireless Access In Vehicular Environment)를 사용한다. WAVE는 IEEE 802.11과 동일한 MAC 알고리즘을 사용하며 특징은 200Km/H의 차량을 최대 54Mbps까지 지원 할 수 있는 무선 전송 기술로 차량 네트워크의 특성을 고려한 기술이다. 차량 이용이 증가하면서 운전자 및 보행자의 안전과 편의를 제공하기 위해 많은 VANET 프로젝트들이 진행되었고, 그 결과 다양한 어플리케이션들이 소개되었다. VANET 어플리케이션은 운전자의 안전을 도모하기 위한 목적과 편의성 및 오락 등의 엔터테인먼트 목적 2가지로 분류할 수 있다 [1][6].



(그림 1) VANET 통신 구조

VANET 어플리케이션이 정상적으로 그 목표를 달성하기 위해서는 데이터의 유실 없이 통신이 가능해야 하며, 운전자의 안전을 위한 응급상황 알림 어플리케이션의 경우에는 특히 데이터 전송의 신뢰성이 매우 중요하다고 볼 수 있다.



(그림 2) Broadcast Storm 문제점

응급상황 알림 어플리케이션은 메시지가 일정 시간 내에 의도한 수신자 또는 범위까지 누락 없이 전달하기 위해 메시지 전송에 Broadcast를 사용한다. 따라서 그림2와 같이 Broadcast메시지를 받은 노드들이 계속해서 해당 메시지를 중복 전송함으로써 메시지 충돌 및 네트워크 혼잡을 야기하는 Broadcast Storm 문제가 발생할 수 있다. Broadcast Storm 문제는 데이터 전송의 신뢰성을 충족시키는데 큰 방해요인이 된다.

본 논문에서는 Broadcast Storm 문제를 해결하기 위해 제안된 APAL, VDEB, TLO 알고리즘을 분석하고 문제점

을 살펴봄으로써 응급상황 알림 어플리케이션을 위한 통신 방법 설계 시 고려해야할 사항들을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 Broadcast storm 문제를 해결하기 위해 제시된 알고리즘을 설명하고 장, 단점을 분석하며 고려사항을 제시한 후 3장에서는 결론을 맺는다.

2. 알고리즘 분석

Broadcast Storm를 해결하는 방법은 MANET에서도 연구되어왔다. 하지만 노드의 속도, 높은 빈도의 토폴로지 변경 등의 차이 때문에 MANET에서의 방식을 사용할 수 없다 [2]. 이러한 VANET의 특성에 따라 Broadcast storm 문제를 해결하기 위한 방식은 크게 GPS와 확률을 이용하는 방식으로 구분되며 두 방식 모두 중복 메시지의 발생 빈도를 줄이는 것이 목적이다.

1) 확률 기반 알고리즘

확률을 이용하는 방식은 메시지 수신 시 노드 스스로 메시지를 전송할지 판단하므로 추가 Overhead가 발생하지 않지만 메시지 전송범위를 효율적으로 이용할 수 없는 문제점이 있다.

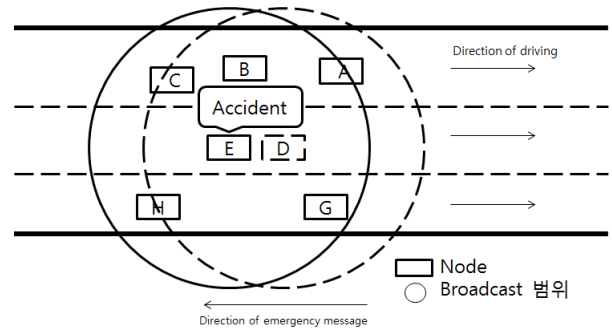
확률을 이용한 알고리즘으로는 Weighted p-persistence, APAL(Adaptive Probability Alert Protocol) 등이 있으며 본 논문에서는 APAL알고리즘을 분석한다.

APAL 알고리즘의[3] 주요 특징은 확률값과 랜덤 시간을 이용해 중복 메시지 전송 횟수를 줄이는 것이다. APAL 알고리즘의 작동방식은 다음과 같다.

- 단계 1. 사고차량은 응급 메시지를 Broadcast한다.
- 단계 2. 주변 차량은 해당 응급 메시지를 처음 받은 것인지 아닌지 구분 후, 새로운 메시지일 경우 랜덤 시간을 스스로 랜덤 시간을 생성한다.
- 단계 3. 해당 시간이 만료될 때까지 중복된 메시지를 받지 않으면 확률 P_i 로 응급 메시지를 Rebroadcast한다. 중복된 메시지를 받는다면 재전송을 방지하기 위해 확률을 반으로 낮추고 대기 시간을 기존 Time interval에 중복 메시지를 받은 횟수를 곱한 값으로 교체한다.
- 단계 4. Rebroadcast가 성공하면 추가적인 재전송을 방지하기 위해 해당 노드가 메시지를 전달할 확률을 반으로 줄인다. 만약 메시지 전송이 실패하면 확률을 2배로 늘리고 대기 시간은 반으로 줄여 빠르게 재전송할 수 있도록 한다.

- APAL알고리즘의 장, 단점은 다음과 같다.
- 장점 - 각 노드끼리의 위치를 파악할 필요가 없어 GPS 방식보다 Overhead가 적다.
 - 단점 - 첫째, 다수의 노드가 존재할 시, 각 노드가 랜덤 대기 시간을 가지므로 가장 짧은 대기 시간을 가진 노드가 중복되거나 미묘한 차이의 대기 시간을 가진다면 충돌이 발생할 가능성이 있다.
- 둘째, 그림 3과 같이 노드 E에서 응급 메시지를 전송 시

에 노드 D가 제일 짧은 대기 시간을 가진다면 노드 D가 해당 메시지를 재전송하게 된다. 이 경우, 노드 A, B, C, G, H는 중복 메시지를 받게 되므로 재전송 확률을 반으로 낮추게 되고 노드 D의 전송 범위 안에 해당 메시지를 처음으로 받는 노드가 존재하지 않으므로 일정 시간 동안 메시지의 확산이 일어나지 않게 되며 최악의 상황일시 사고 노드 E의 범위로 새로운 노드가 진입하는 시간까지 메시지 전송이 일어나지 않을 수 있다.



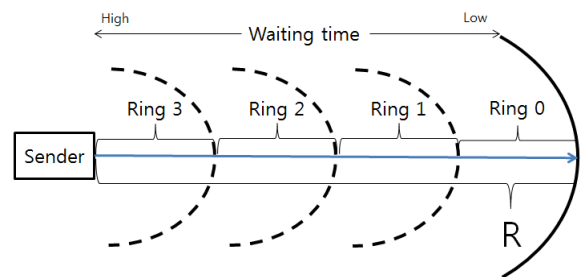
(그림 3) APAL 알고리즘 문제점

2) GPS 기반 알고리즘

GPS 기반 알고리즘의 장점은 Rebroadcast할 노드를 정하여 중복 메시지 발생 빈도수를 줄일 수 있지만 각 노드의 위치를 비교하는 과정에서 Overhead를 발생시키는 문제점이 있다.

(1)VDEB(Vehicle-density-based Emergency Broadcast)

VDEB알고리즘은 메시지 중복 전송을 줄이기 위해 테이블에 이웃 노드들을 저장하고, 그 정보를 기반으로 그림 4와 같이 전송 범위를 재분할하는 방법을 이용한다 [4].



(그림 4) VDEB 알고리즘의 전송 범위 분할 방식

VDEB알고리즘은 모든 차량이 GPS 장착 및 주변 차량과의 상대 위치를 파악할 수 있다고 가정하며, 다음과 같은 단계로 작동한다.

- 단계 1. 각 노드는 이웃 노드들을 파악하기 위해 hello 메시지를 주기적으로 보냄으로써 주변 노드를 파악하여 table에 저장해둔다. 사고가 발생하면 저장해둔 table을 이용해 Ring width를 계산한 후, 응급 메시지에 Ring width를 포함하여 Broadcast 한다. Ring width는 노드의 밀집 정

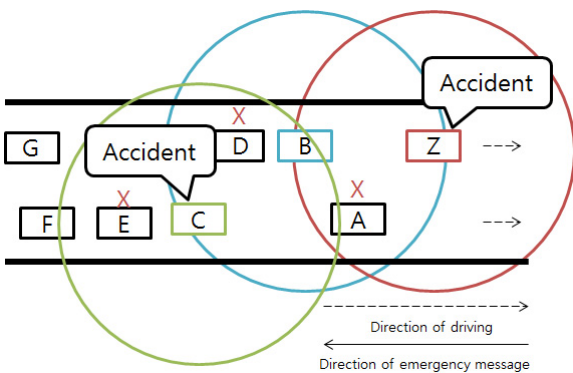
도에 따라 자신의 전송범위를 분할한 것을 의미한다.
 단계 2. 해당 메시지를 받은 노드들은 응급 메시지 안에 포함되어있는 Ring width와 사고발생지역 위치 정보를 통해 그림 4와 같이 자신의 Ring number 및 랜덤 시간을 정한다. 랜덤시간은 Ring number가 높을수록 길어지며 낮을수록 짧아진다.
 단계3. Ring 번호가 낮은 노드부터 Rebroadcast를 진행한다. 만약 Ring1번에 있는 노드들의 대기 시간이 완료될 동안 중복메시지를 받지 못했다면 Ring 0번에서 Rebroadcast가 실패한 것으로 간주하고 Ring 1번에 있는 노드가 Rebroadcast를 실행한다.

VDEB의 장, 단점은 다음과 같다.

- 장점 - 전송 범위를 재분할하여 재전송 노드의 숫자를 낮추며 메시지 전송에 실패하여도 추가적인 계산 없이 그 다음 Ring이 재전송을 할 수 있다.
- 단점 - 각 노드마다 테이블을 유지해야 하므로 Overhead가 발생하는 문제점이 있다.

(2)TLO(The Last One) [5]

TLO 알고리즘은 Broadcast 메시지를 받은 노드들 중 가장 멀리 있는 노드만 다시 Broadcast를 하는 방식이다.
 예를 들어, 그림 5를 보면 사고 발생 차량 Z가 응급 메시지를 전달하면 메시지를 전달받은 노드 A, B중 Sender로부터 더 멀리 떨어져 있는 노드 B가 재전송을 하는 방식이다.



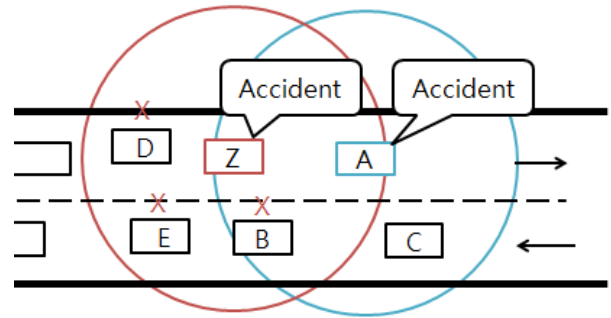
(그림 5) TLO 알고리즘

TLO 알고리즘 작동 박식은 다음과 같다.

- 단계 1. 사고 발생 시 사고 차량은 현재 자신의 위치를 포함한 응급 메시지를 Broadcast한다.
- 단계 2. 응급 메시지를 받은 각 노드는 GPS를 통해 현재 자신의 위치를 파악 후 이웃 노드와 위치 정보를 교환하여 누가 마지막 노드인지 파악한다.
- 단계3. Sender로부터 제일 멀리 있는 노드가 브로드캐스트를 하며 그동안 다른 노드들은 time interval동안 대기한다. 만약 time interval동안 중복 메시지를 못 받았을 시 다시 TLO를 동작시켜 마지막 노드를 찾는다.
- 장점 - 가장 멀리 있는 노드만 재전송을 하므로 전송

범위를 효율적으로 이용할 수 있다.

- 단점 - TLO알고리즘의 문제점은 그림 6에서 볼 수 있듯이 양 방향 도로에서 발생한다. 사고 차량 Z가 응급 메시지 전송 시 Sender로부터 멀리 떨어져 있는 노드가 사고차량의 전방에 있을 때 메시지가 원치 않는 방향으로 전송될 수 있다.



(그림 6) TLO알고리즘의 문제점

앞서 살펴본 알고리즘들의 내용을 종합해 볼 때, Broadcast Storm문제를 해결하기 위한 라우팅 알고리즘에서 고려해야할 사항은 다음과 같다.

- 방향성: 메시지의 종류에 따라 진행방향이 고려되어야 한다. 사고를 알리기 위한 메시지일 경우 진행방향은 노드 진행방향의 역이 되어야 하며 구급차 등의 접근을 알리는 메시지일 경우 노드의 진행방향과 같아야 한다.
- 장소: 도심과 고속도로의 장소에 따라 노드의 수와 속도 차이가 극심하게 달라지므로 장소에 알맞게 알고리즘이 변화되어야 한다.
- 범위: 메시지의 life cycle이 필요하거나 일정 범위까지의 전송을 제한할 수 있는 메커니즘이 필요하다.
- 확산: 노드의 전송범위 안에 Receiver가 존재하지 않을 경우 메시지 확산에 문제가 발생하므로 반대 차선의 노드 이용 등 추가 대안이 필요하다.

위와 같은 고려사항을 토대로 3개의 알고리즘을 비교해본 결과는 표1과 같으며 공통적으로 확산과 방향성이 고려되지 않은 문제점이 발견되었다.

<표 1> 각 알고리즘 비교

	APAL	VDEB	TLO
방향성	X	X	X
장소	고속도로	고속도로	고속도로
GPS	X	O	O
확률	O	X	X
확산	X	X	X
범위	X	O	X

APAL 알고리즘은 GPS를 사용하지 않는 대신 확률을 이용해 노드 간에 추가 메시지를 발생시키지 않아 Overhead를 발생시키지 않는 반면, 확률과 각 노드가 생성한 랜

덤 시간에만 의존하므로 메시지 충돌 가능성이 존재한다.

VDEB와 TLO는 GPS를 사용하므로 Rebroadcast를 수행할 노드를 선정하기 위해 각 노드간의 의사교환이 필요하게 된다. 따라서 Overhead 문제가 존재한다. 비교된 알고리즘 중 VDEB만 유일하게 메시지 전파범위를 고려하여 해당 메시지가 불필요한 지역까지 전파되지 않도록 제어하였다.

3. 결론

VANET환경에서 응급 메시지 전송을 위한 방법들은 주로 Broadcast를 사용하므로 Broadcast Storm 문제가 발생하게 된다. Broadcast Storm은 메시지 충돌 및 네트워크 혼잡을 일으켜 응급환경에서 메시지 전송의 신뢰성을 저하시키므로 메시지 누락 등의 심각한 문제를 야기할 수 있다. 본 논문에서는 이 문제를 완화 시키고자 제안된 알고리즘들 중 APAL, TLO, VDEB알고리즘을 분석 및 장, 단점을 살펴보았다. 그리고 분석 내용을 기반으로 이들과 동일한 목적을 가진 알고리즘 설계 시 고려해야할 사항을 제시하였다. 여기서 제시한 고려사항들은 VANET에서 응급 메시지 전송을 위한 라우팅 알고리즘 설계 시 참고할 수 있는 지표로 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

ACKNOWLEDMENT

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2011-0002806)

참고문헌

- [1] 이성렬, 유준, 정지용, 정승은, 김종권 “VANET에서의 무선 전송 기술: IEEE 802.11p WAVE Standard 중심으로” 한국정보과학회 Vol.22, No.1, May 2008
- [2] J. Li, C.Chigan, “Achieving Robust Message Dissemination in VANET: Challenges and Solution”, in IEEE Wireless Communication Magazine, 2006
- [3] Suriyapaiboonwattana, K. Pornavalai, C. Chakraborty, G. “An adaptive alert message dissemination protocol for VANET to improve road safety” Fuzzy Systems, 2009. FUZZ-IEEE 2009. IEEE International Conference on
- [4] Yu-Tian Tseng, Rong-Hong Jan, Chien Chen, Chu-Fu Wang, Hsia-Hsin Li “A vehicle-density-based forwarding scheme for emergency message broadcasts in VANETs” Mobile Adhoc and Sensor Systems (MASS), 2010 IEEE 7th International Conference on
- [5] Suriyapaibonwattana, K. Pomavalai, C. “An Effective Safety Alert Broadcast Algorithm for VANET” Communications and Information Technologies, 2008. ISCIT 2008. International Symposium on
- [6] 강문수 “V2I, V2V 차량 통신을 위한 MAC 기술” 한국정보과학회 Vol.22, No.1, May 2008