

VANET에서의 방향성을 고려한 중계노드 선정기법

강무삼, 무하마드 소아입, 송왕철*

제주대학교 컴퓨터공학과
e-mail:kangm3@hanmir.com, muhammad.shoib@live.com,
kingiron@gmail.com

A Relay Node Selection Scheme considering moving direction in VANET

Moo-Sam Kang, Muhammad Shoib, Wang-Cheol Song*
Dept of Computer Engineering, Jeju University

요 약

VANET(Vehicular Ad hoc Network)시스템은 차량 간의 무선 통신을 통해 구성되는 임시적인 네트워크이다. 이 네트워크를 통해 차량사고 알림과 같은 긴급메시지를 보내게 되면, 운전자는 이를 알아차리고 대응 할 수 있게 된다. 이런 긴급메시지는 전파를 하는데 있어서 짧은 지연시간과 높은 신뢰성이 보장되어야 한다. 그리고 또 하나의 요소가 필요한데 그것은 방향성이다. 긴급메시지를 사고가 발생한 후방차량으로 알릴 수 있어야 하며, 이런 유용한 정보를 운전자 받아 들여 사고를 미연에 방지 할 수가 있다. 본 논문에서는 이러한 방향성을 고려하게 된다.

1. 서론

우리나라의 교통사고 건수가 OECD 회원국들 가운데 교통사고 1위로 알려져 있다. 충돌 사고는 졸음 운전이나 차량 관리를 소홀히 해서 브레이크가 고장 나는 등 운전자의 과실로 인해서 발생한다. 결국 운전자는 매일 위험한 교통상황을 피하여 충돌을 방지 할 수 있는 도구가 절실히 필요하다. 이러한 도구 중의 하나로 VANET 통신 기술을 이용 할 수 있다.

VANET(Vehicular Ad hoc Network)은 MANET(Mobile Ad hoc Network)의 일종으로 기지국과 같은 기반 시설의 도움 없이 이동 중이거나 정지중인 차량 간의 무선 통신을 통해 구성되는 임시적인 네트워크를 의미한다.[1] VANET은 MANET과 달리 고속으로 이동하는 차량의 이동성 때문에 네트워크 토폴로지와 차량 밀도의 빈번한 변화 그리고 네트워크 단절 등의 특징을 갖는다.[2] 또한 전력과 단말의 크기에 대한 제약이 없고, GPS(Global Positioning System)를 쉽게 이용할 수 있다.

이동 중인 차량은 사고 등으로 인하여 긴급 메시지를 주위 차량들에게 전송하게 된다. 긴급 메시지를 수신함으로써 후방 차량은 사고를 인지 할 수 있고, 또 다른 사고를 방지 할 수 있다. 이를 위해 VANET의 긴급 메시지는

낮은 전송 지연과 높은 메시지 전달 신뢰도를 요구한다.[3][4]

긴급 메시지는 일정 시간 내에 의도한 수신자 또는 범위까지 누락 없이 전달하기 위해 Broadcast한다. 이 때, 긴급 메시지를 받은 모든 노드들은 해당 메시지를 중복 전송함으로써 메시지 충돌 및 네트워크 혼잡을 야기하는 Broadcast Storm[5] 문제가 발생할 수 있다. 이런 Pure Flooding[6] 프로토콜은 메시지 전달 신뢰도를 낮춘다.

이를 해결하기 위한 방법 중의 하나가 Selective Flooding 기반의 프로토콜이다. 이는 긴급메시지를 수신한 노드들 중에서 하나의 노드가 중계 노드가 되어 메시지를 다시 Broadcast한다. “차량간 무선 멀티홉 브로드캐스팅에서 긴급메시지 전송을 위한 효과적인 중계노드 선정 기법”[7]논문에서는 테이블 기반 Broadcast기법과 거리 기반의 Broadcast기법 중의 하나인 DDT(Distance Defer Transmission)[8] 프로토콜을 이용하여 노드들이 경쟁방식을 통해 중계노드로 선정된다. 이 논문은 중복 메시지와 전송지연 시간을 줄이기 위한 거리와 밀도 기반 멀티홉 브로드캐스트 기법을 제안한다.

하지만 이 논문은 Broadcast Storm문제에서 방향성을 고려하지 않았다.[9] 만일, 긴급메시지가 사고가 일어난 후 방으로 메시지가 전달되지 않고 전방으로 메시지가 전달 된다면, 또 다른 충돌 사고가 발생할 가능성이 높다. 이에 본 논문에서는 방향성을 고려한 거리와 밀도 기반 멀티홉 브로드캐스트 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구로

* 교신저자

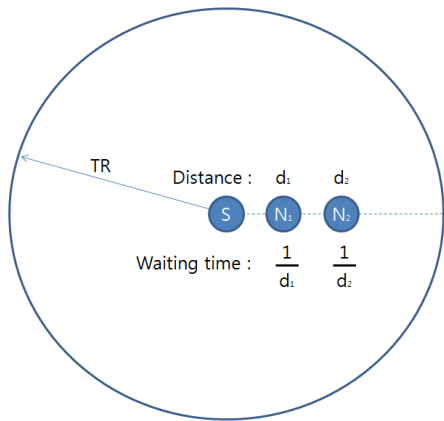
“이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2011-0012329)“

DDT와 본 논문이 그 시작점으로 삼고 있는 “긴급메시지 전송을 위한 중계노드 선정기법”[7]을 소개하고 문제점을 분석한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 긴급메시지를 전달기법을 서술한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 DDT(Distance Defer Transmission)

DDT 프로토콜은 대표적 거리 기반의 선택적 재전송을 경쟁방식을 이용한다. 즉, 소스로부터 전송된 메시지를 수신한 노드들이 그림 1에서 처럼 각자 거리에 반비례하는 지연시간만큼 기다렸다가 경쟁 방식을 통해 메시지를 재전송 할 중계노드가 선택되는 것이다.



(그림 1) DDT의 대기 시간

DDT 프로토콜의 장점은 부가적인 정보를 필요로 하지 않고 노드가 스스로 대기 시간을 결정하기 때문에 네트워크 부하가 낮고, 소스 노드로부터 가장 먼 노드가 중계노드로 선정되므로 빠른 메시지 전송을 할 수 있다. 또한 일반 사용자에게 보다 편리한 사용자 인터페이스 환경을 제공하기 위해서는 현재의 윈도우즈의 기 사용자 인터페이스의 차원을 넘어서 사용자의 작업을 대행해 줄 수 있는 에이전트 시스템이 제공되어야 한다. 또한 경쟁방식의 중계노드를 선정하는 방식은 긴급메시지를 수신하지 못한 노드가 발생하거나 중계노드가 되어 긴급메시지를 전달해야 하는데 전달하지 못하더라도 다른 노드에 의해 긴급메시지를 받을 가능성이 상당히 높다.

반면에 차량의 밀도가 낮아질 경우에 대기 시간이 증가하는 문제점이 있다. 예를 들면, 그림1과 같이 밀도가 낮은 네트워크 환경에서 노드 N2는 소스 노드로부터 가장 자리에 위치 하지만 소스의 반경(TR) 보다 훨씬 거리가 작다. 그래서 DDT 프로토콜 정의에 의한 시간만큼 기다려야 하는 전송지연이 발생한다. 이러한 경우, 거리가 가깝기 때문에 소스 반경 근처에 있는 노드보다 많은 시간을 기다려서 전송하게 된다.

2.2 브로드캐스팅기반 긴급메시지 전송을 위한 중계노드 선정기법[7]

DDT의 문제점인 밀도를 고려한 방식을 제안한다. 즉,

밀도와 거리를 기반으로 대기 시간을 계산하여, 소스 노드로부터 거리와 관계없이 가장자리 노드가 가장 짧은 대기 시간을 갖도록 하여 자동으로 중계노드로 선정되는 기법이다.

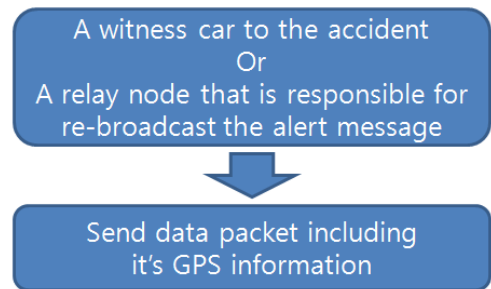
$$(1) WT = \frac{R_{density}}{D_{SN}} \times WT_{max}$$

$$* R_{density} = \frac{DensityCurrent}{DensityFullconnectivity}$$

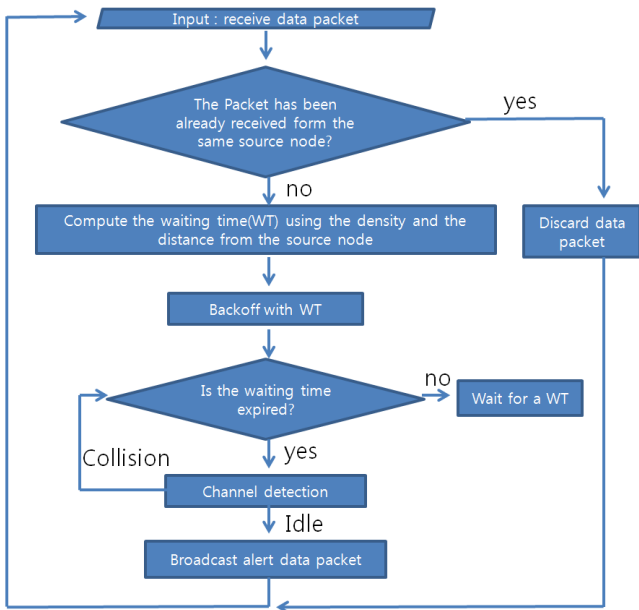
식 1에서 D_{SN}은 소스 노드로부터 각 노드까지의 거리를 의미하며 기존의 DDT프로토콜의 식이다. 여기에 R_{Density}인 밀도를 구하여 WT를 조절 한다. 즉, 현재의 밀도(Density_{current})가 네트워크의 완전한 연결도를 보장하는 밀도(Density_{Fullconnectivity}) 보다 작으면 R_{Density}값이 작아져 0<R_{Density}<1 사이의 값을 갖게 되어 기다리는 시간(WT)이 짧아지게 된다. Kleinrock and Silvester[10]의 연구에 의하면 무선 네트워크에서 노드의 실제 위치와 관계없이 이웃노드가 6일 때 연결 확률이 1이 됨을 보였기 때문에 여기서 완전한 연결도를 보장하는 밀도는 10으로 가정하였다.

중계노드 선정시 모든 노드는 GPS를 통해 위치 정보를 알 수 있다고 가정하였다. 사고 지역에 가장 인접한 차량 노드는 자신의 위치를 비롯하여 긴급 데이터 패킷을 반경 내 노드로 전송하게 된다. 소스 노드로부터 긴급 메시지를 수신한 각 노드는 위의 식을 이용하여 계산된 대기시간을 cw(contention window)로 설정하여 패키 간에 충돌이 발생하지 않도록 백오프 한다. 가장 짧은 대기 시간을 가진 노드가 자동으로 중계노드의 역할을 하게 된다. 제안한 중계 노드 선정기법에 대한 상세한 절차는 그림 2,3과 같다.

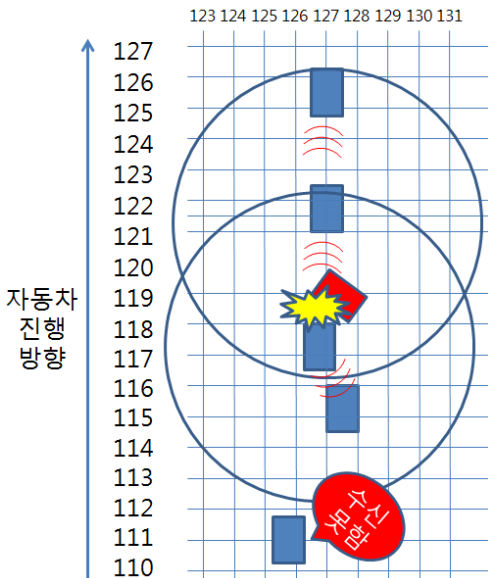
하지만 본 알고리즘은 방향성을 고려하고 있지 않다. VANET에서는 모든 노드들이 GPS를 탑재하고 있다고 가정할 수 있으므로 방향성을 고려한다면, 더 효율적으로 메시지 전송을 할 수 있다. 그림 4에서와 같이 가장자리 노드가 사고가 발생한 진행 방향에 위치한다면 re-Broadcast 시에 엉뚱한 방향으로 패킷 전송이 일어날 것이다.



(그림 2) 소스 노드에서의 동작



(그림 3) Operation at each node



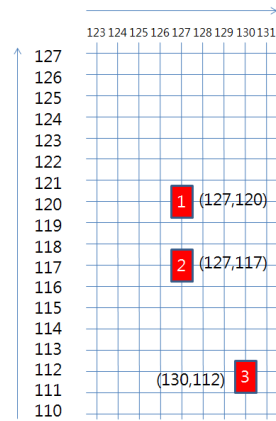
(그림 4) 방향성이 없는 프로토콜의 문제점

3. 방향성이 고려된 중계노드 선정

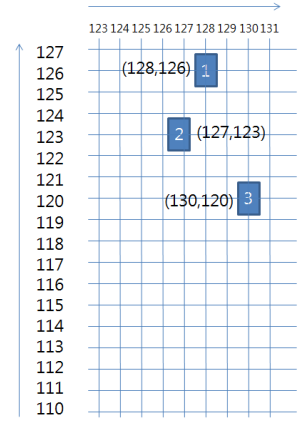
“차량간 무선 멀티홉 브로드캐스팅에서 긴급메시지 전송을 위한 효과적인 중계노드 선정기법” 논문에는 방향성이 없다. 이를 보완하기 위해 GPS를 통한 위치를 이용하여 노드의 방향성을 알아보고자 한다. 본 논문에서는 매 시간 마다 위치정보를 저장한다고 가정한다.

	1번 차량	2번 차량	3번 차량
3시30분12초의 차량 위치(A)	128,126	127,123	130,120
3시30분11초의 차량 위치(B)	127,120	127,117	130,112
A-B (벡터)	1, 6	0, 6	0, 8

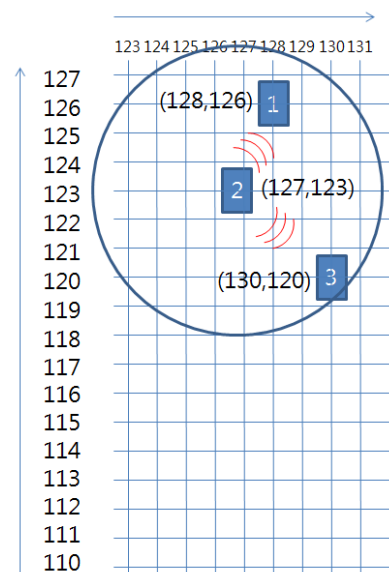
<표 1> 차량 별 위치 변화



(그림 5) 3시30분11초의 차량의 위치



(그림 6) 3시30분12초의 차량의 위치



(그림 7) 차량2의 긴급메시지 전송

	1번 차량	2번 차량	3번 차량
2번 차량	$(127,123)-(128,126)=(-1, -3)$	0,0	$(127,123)-(130,120)=(-3, 3)$

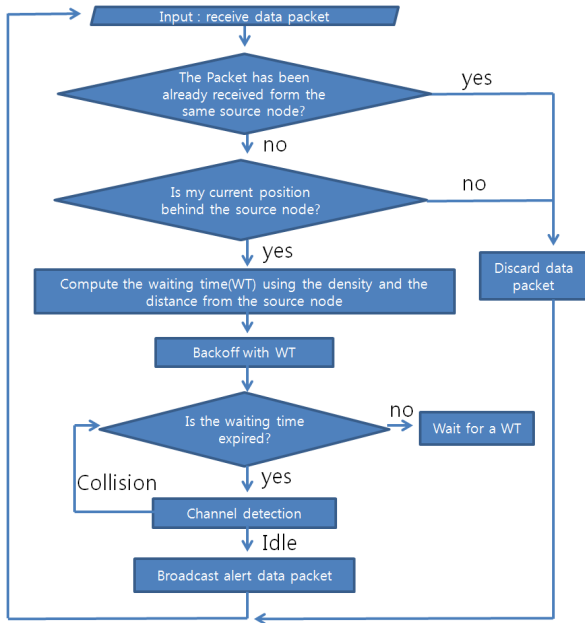
<표 2> 각 노드의 2번 차량으로 부터의 상대위치

그림5에서 차량 2는 1초 후에 그림6에서의 차량2 위치로 움직이게 된다. 이 때, 표1의 위치 변화처럼 x축으로는 움직이지 않았으며, y축 방향으로 6만큼 움직이게 된다. 3시30분12초에 긴급메시지가 발생하여 패킷에 자신의 위치 정보를 그림7에서와 같이 주변 노드에 보내게 된다. 수신 받은 차량은 2번 차량이 자신의 차량에서부터 어디에 있는지 표2에서와 같이 알게 되고, 자신의 방향 벡터가 모두 양수인 1번 차량은 2번 차량이 자신의 위치에서 모두 음수인 방향 벡터에 위치하므로 미래에는 2번 차량의 위치인 (127,123)에 갈 수 없음을 알게 된다. 그래서 수신 받은 응급 메시지를 버리게 된다. 하지만 3번 차량의 경우, 상

대위치에 의하면 방향 벡터의 y축 좌표가 양수 방향이고, 2번 차량의 위치인 (127,123)으로 움직여 충돌할 우려가 있다. 그러므로 3번 차량은 응급 메시지를 받으면 운전자에게 알리고, 주위에 전파할 수 있는 권한을 갖게 된다.

수신노드는 현재 위치와 Vector 값을 받으므로, 수신한 차량이 스스로가 앞서 있는 경우 자신이 중계노드가 아님을 판단할 수 있다.

지금까지 설명한 것을 적용한 알고리즘은 그림 8과 같다.



(그림 8) 방향성이 고려된 중계노드 선정 방법

4. 결론

VANET 환경에서 응급 메시지 전송시 고려해 봐야 할 요소로 방향성을 검토해 보았다. 기존 논문에서는 짧은 지연시간과 높은 신뢰성을 보장해야 했다. 하지만 본 논문에서와 같이 방향성이 고려되어 있지 않으므로 좀 더 방향성을 고려하여 효율적인 메시지 중계 방식에 대한 고려가 필요하다.

시뮬레이션은 준비 중에 있으며, 수식으로의 표현 역시 거의 완료단계에 있다. 시뮬레이션을 통한 검증과정을 거치지 못했으나 개념적으로도 효율적인 중계가 기대되며, 기존의 논문보다 우수할 것이라고 생각된다.

참고문헌

[1] J. J. Blum, A. Eskandarian, L.J. Hoffman, "Challenges of inter-vehicle ad hoc networks," IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems, Vol.5, issue4, pp.347-351, Dec. 2004

[2] M. Torrent-Moreno, M. Killat, and H. Hartenstein, "The challenges of robust inter-vehicle communications," 2005 IEEE 62nd Vehicular Technology Conference, VTC-2005-Fall, Vol.1, pp.319-323, Sep. 2005.

[3] T. Hasegawa et al., "A Concept Reference Model for Inter-Vehicle Communication (Report2)," Proc. Of IEEE ITS 2004, pp.810-815, Oct. 2004.

[4] W. Chen and S. Cai, "Ad hoc Peer-to-Peer Network Architecture for Vehicle Safety Communications," IEEE Communications Magazine, Vol.43 No.4, pp.100-107, 2005.

[5] S.Ni, et al., "The broadcast storm problem in a mobile ad hoc network," In Proc. of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), pp.151-162, 1999.

[6] ASTM, "Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems - 5GHz Band Dedicated Short Range Communications (DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," ASTM E2213-03, Sep. 2003.

[7] 김현숙, "차량간 무선 멀티홉 브로드캐스팅에서 긴급 메시지 전송을 위한 효과적인 중계노드 선정기법", 한국컴퓨터종합학술대회, 논문집 Vol.37, No.1(D), 2010년

[8] 김태환, 홍원기, 김희철, "차량 애드혹 네트워크에서 경쟁윈도우를 이용한 메시지 브로드캐스트 기법", 정보과학회 논문지, 제34권, 제6호, pp. 423-434, 2007.

[9] 하지웅, 송주석, "VANET에서 Emergency message 라우팅 알고리즘 연구", 한국정보처리학회, 논문집 제18권 제2호, 2011.11월

[10] L. Kleinrock and J. Silvester, "Optimum transmission radii for packet radio networks or why six is a magic number," Pro.NationalTelecommunicationsConference, pp.4.3.1 - 4.3.5. 1978.