
802.11p/1609 차량네트워크에서
Decision Tree를 이용한 안전메세지 우선순위 결정 기법

백혜인* · 권영호* · 이병호**

*한양대학교

Deciding Priority of Safety Messages using Decision Tree
in IEEE 802.11p/1609.4 Vehicular Network

Hyein Baik* · YongHo Kwon* · Byung Ho Rhee**

*Hanyang University

E-mail : hiwhiter15@hanyang.ac.kr

요 약

최근 차량 네트워크 VANET(Vehicular Ad-hoc Network)에 대한 관심이 증가하면서 차량 간 비콘 메세지 전송에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 교통 상황 및 안전 정보, 상업 서비스를 제공하기 위한 무선 전송 기술의 표준인 IEEE 802.11p/1609에는 시스템 제어 및 차량 안전 메세지 전송을 위한 CCH(Control Channel)와 비 안전 데이터 패킷을 전송하기 위한 SCH(Service Channel)가 존재한다. 하지만 하나의 CCH를 통해서 안전 메세지를 전송하기 때문에 차량의 밀도가 높아진 혼잡 상황에서는 안전 메세지 전송문제가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 차량 밀도가 높은 혼잡상황에서 안전 메세지를 전송할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 결정트리를 이용하여 우선순위를 결정하여 각 큐에 할당된 시간동안 저장된 메세지들은 CCH를 통해 높은 우선순위대로 차례로 전송한다. 제안된 알고리즘은 비콘 전송 지연을 감소시키고 IEEE 802.11p/1609.4 기반 네트워크에서 성공적인 비콘 수신확률을 증가시킨다.

ABSTRACT

As the interest in VANET is increased, a study on the beacon message transmission between vehicles is actively being made. IEEE 802.11p/1609.4 standard is based on a multichannel system consisting of multiple service channels (SCH) and a control channel (CCH). Multiple SCHs are defined for nonsafety data transfer, while the CCH is used to broadcast safety messages called beacons and control messages (i.e., service advertisement messages). However, most messages broadcast in the only one CCH belong to safety application that must be contested in dense vehicular network. This paper suggests safety message transfer algorithm in dense vehicular congestion. The proposed algorithm is that the priority of safety messages is decided by decision tree and messages are stored in proper queues according to their priorities. Then, safety messages with higher priorities are sent in turn by CCH in the assigned time. The proposed algorithm decreases the beacon transmission delay and increase on the probability of a successful beacon reception in an IEEE 802.11p/1609.4-based network.

키워드

Beacon, Congestion Control, IEEE 802.11p

I. 서 론

최근 스마트 카, 지능형 자동차 등과 같은 신 기술 동향 차량이 등장하면서 차량의 안전 주행 서비스에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 차량 안전 주행 서비스는 차량 네트워크 VANET(Vehicular Ad-hoc Network)을 기반으로 운전자에게 안정적이고 쾌적한 주행 환경을 제공하고 교통 혼잡 상황 안에서 운전자의 안전 운행을 유도하는 것을 목적으로 한다.

네트워크 국제 표준 기구인 IEEE에서는 교통 상황 및 안전 정보, 상업 서비스를 제공하기 위한 802.11p/WAVE 표준을 제정하였다. 이는 DSRC(Dedicated Short Range Communication)를 이용해 5.9GHz의 높은 대역폭으로 차량 간 안전 메세지(beacon) 전송 및 자동차와 외부 간에 교통 서비스나 상업 서비스를 제공받을 수 있도록 채널을 할당하였다 [1].

하지만 안전 메세지를 전송하는 채널은 하나이고 전송 이후에 수신을 확인 과정이 없기 때문에 [7] 고속도로와 같은 차량 밀도가 높은 환경에서는 패킷 전송이 지연되거나 손실되는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 안전 메세지를 효율적으로 전송하기 위한 혼잡 제어 기술(Congestion Control)은 필수적이다 [3]. 본 논문은 교통 혼잡 상황을 제어하고 패킷 전송률을 높이기 위하여 결정트리를 통해 패킷의 우선순위를 결정하고 그에 따라 차량 간 통신을 원활하게 하는 기법을 제안한다.

본 논문에서 2장은 IEEE 802.11p/WAVE Standard, 혼잡 상황에서 안전 메세지를 송수신할 때의 문제점 및 관련 연구에 대해 소개 한다. 3장에서는 본 논문에서 제안한 결정트리를 활용하여 안전 메세지를 지연이나 손실 없이 효율적으로 전송할 수 있는 방법을 제시한다. 4장에서는 시뮬레이션 및 결과를 분석하고, 5장에서 결론을 지으며 마무리한다.

II. 본 론

802.11p/WAVE는 빠르게 움직이는 차량 통신 시스템의 대표적인 PHY/MAC 계층 표준으로서 기존의 IEEE 802.11a/g 표준을 차량 통신 환경에 적합하게 변경하여 만들어졌다. PHY계층에서는 5.9GHz의 주파수 영역을 가지며, MAC 계층에서는 동기화(synchronization), 인증(authentication) 및 접속(association)의 과정이 생략되어 빠른 통신 링크 접속을 보장 한다 [1].

WAVE에서 7개의 채널은 각각 10MHz의 신호 대역폭을 사용하며, 안전 메세지를 송수신하는 1개의 CCH(Control Channel)와 서비스를 제공받거나 긴급 메세지를 수신하는 6개의 SCH(Service Channel)로 이루어져 있다. SCH의 일부는 긴급 상황을 위한 채널로 남겨두고 일반적으로 4개의

SCH만 서비스 채널로서 사용한다. WAVE는 GPS로 부터 제공되는 위성시간을 이용해 CCH와 SCH를 사용할 시간을 동기화 할 수 있으며, 각 채널은 채널 변경의 안정성을 위해 패킷 메세지 송수신이 불가능한 4ms의 Guard Interval을 가지고, 50ms를 주기로 CCHi(Control Channel Interval)와 SCHi(Service Channel Interval)을 반복한다 [2][7-8].

CCHi 동안 차량은 안전 메세지 및 SCH에서 사용 가능한 서비스를 공지하기 위한 WSA(WAVE Service Advertisement) 메세지를 전송한다. 주어진 차량에게 정보를 정확한 시간에 전송하는 것은 중요하다. 하지만 CCHi는 시간적 제한을 가지고 재전송이 없기 때문에, 혼잡 제어 없이는 전송이 지연되거나 손실되는 문제뿐만 아니라 브로드캐스트 되는 안전 메세지가 폭발적으로 증가하게 되어 네트워크 성능을 감소시키는 브로드캐스트 스톰 문제(Broadcast Storm Problem) 또한 발생할 수 있다 [3].

혼잡 상황에서 발생 할 수 있는 안전 메세지 전송문제를 해결하기 위해 상황 인식 정보와 통신 채널 예약 현황을 기반으로 타임 슬롯을 동적으로 할당하여 비콘 메세지 전송의 효율성을 높이는 연구가 있었다 [4]. 또한, 차량 밀도에 따라 고정된 CCHi/SCHi를 동적으로 조절하기 위해서 차량 밀도를 측정하기 위해 CCHi 동안 주변 차량의 안전 메세지 전송을 모니터링 한 후 다음 CCHi를 결정하는 방법[5]을 제안한 연구도 있었다.

III. 시뮬레이션 방법

본 논문에서는 차량 밀집도가 높을 경우 생길 수 있는 안전 메세지의 과도한 전송 지연 및 패킷 손실 등의 문제를 해결하기 위해, 결정트리를 통해 안전 메세지의 전송 순서에 우선순위를 적용하여 패킷 전송의 효율성을 높이는 기법을 제안한다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 전송 우선순위 결정트리 알고리즘을 순서도로 나타낸 것이며, 제안하는 알고리즘 기법은 다음과 같다.

(1) CCHi 동안 안전 메세지를 송신할 차량 노드를 선택한 후, 송신하고자 하는 패킷(packet)을 수신 차량을 향해 전송한다.

(2) 송신된 패킷은 수신 차량에 전송되기 전, 차량의 위치, 속도, 이동방향 등을 기반으로 생성된 우선순위 결정 트리(Priority Decision Tree)를 통해 High, Medium, Low 중 전송 우선순위가 결정된다.

(3) 전송 우선순위가 결정된 패킷은 우선순위 별로 할당되어있는 3개의 큐(queue)에 각각 삽입된다. 삽입될 큐에 오버 플로우가 발생 했을 경우에는 (4), 발생하지 않았을 경우에는 (5)의 단계로 이동한다.

(4) 패킷이 삽입될 큐에 오버 플로우 (overflow)가 발생했을 경우, 우선순위 결정 트리의 하단 자

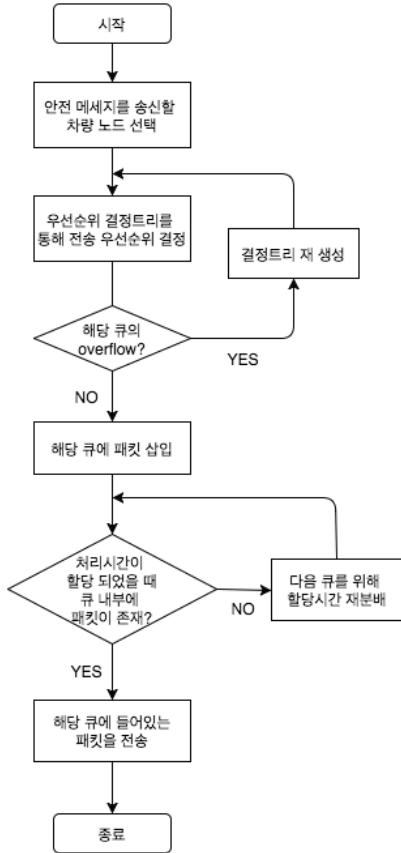


그림 1. 우선순위 결정 트리 알고리즘 순서도

식 노드부터 기준치를 변경해가며 결정 트리를 재생성하고 패킷의 우선순위를 재결정한다.

(5) 오버 플로우가 발생하지 않았을 경우, 패킷은 할당된 큐에 정상적으로 삽입된다.

(6) 총 3개의 큐에 나누어 분배되어 있는 패킷들을 우선순위 기반으로 송신하기 위해, 50ms 동안 사용할 수 있는 CCH를 각각 5ms, 3ms, 2ms로 분할하여 각 큐의 처리 시간으로 할당하고, High, Medium, Low 큐에 들어있는 패킷이 우선순위에 맞추어 순차적으로 전송될 수 있도록 한다. 해당 과정은 기본적으로 5회 반복된다.

(7) 처리 시간이 할당되었을 때 해당 큐 내부에 남아 있는 패킷이 없다면, 다음 큐에 속한 패킷을 전송하도록 하고 사용되지 않은 할당 시간은 저장되지 않는다.

IV. 성능 평가

본 논문에서는 제안된 알고리즘의 성능을 증명하기 위하여 NS-3[6]을 사용하였다. 차량 밀도에

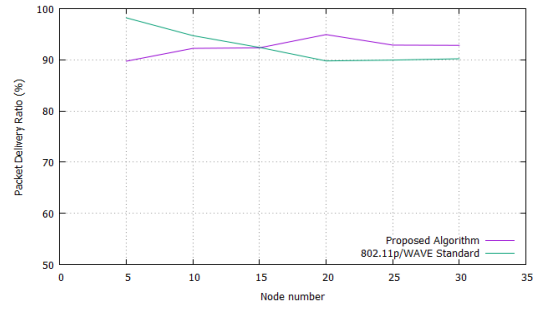


그림 2. 활성화된 차량 수에 따른 패킷 전송률

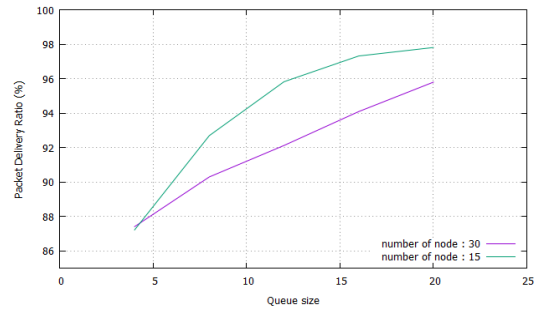


그림 3. 우선순위 큐의 크기에 따른 패킷 전송률

따라 패킷 전송 성공률 및 처리량 변화를 측정하기 위하여 차량의 수와 우선순위 결정에 필요한 자료구조인 큐의 크기에 변화를 주었고, 각 차량은 1초에 10개의 메시지를 전송하며 메시지의 크기는 1000 Bytes, 전송 속도는 6Mbps로 설정하였다.

제안된 알고리즘의 성능을 증명하기 위하여 두 가지 실험을 진행하였다. 먼저, 차량의 수에 따른 제안된 알고리즘의 안전 메시지 전송률을 확인하였다. 차량의 개수는 5대에서 30대까지 변화하며 차량들은 동시에 메시지를 송수신 할 수 있다. 또한, 제안된 우선순위 결정트리 알고리즘에서 사용되는 큐의 크기를 변화시켰다. 차량의 수가 고정되어 있을 때, 큐의 크기를 4부터 20까지 변화시키며 실험을 진행하였다.

그림 2는 활성화된 차량 수에 따른 패킷 전송률을 나타낸다. 비록 차량의 수가 적은 환경에서는 기존의 안전 메시지 전송 기법이 높은 패킷 전송률을 보였지만 노드수가 15일 때, 기존의 방식과 제안된 알고리즘 모두 92.42%의 패킷 전송률을 보이며, 노드의 개수가 증가 할수록 제안된 알고리즘의 패킷 전송률이 더 높게 측정되었다. 제안된 알고리즘의 경우 차량의 수가 20대 일 때, 94.93%로 가장 높은 패킷 전송률을 보였으며, 노드의 개수가 증가하더라도 기존의 전송 방식 보다 패킷 전송률이 떨어지는 정도가 낮음을 알 수 있다.

그림 3은 차량의 수에 관계없이 패킷이 저장되는 자료구조인 큐의 크기가 커질수록 패킷의 전

송률은 증가하게 됨을 나타낸다. 이는 큐의 크기가 클수록 큐에 대기 할 수 있는 패킷의 수가 증가하여 오버플로우가 발생하지 않아 우선순위 결정트리의 재생성 함수가 적게 호출되기 때문이다. 해당 실험에서 큐의 크기를 20으로 설정하였을 때, 노드의 개수가 15개인 경우 97.80%, 30개인 경우 95.79%로 큐의 크기가 작은 경우에 비해 높은 패킷 전송률을 보였다. 이를 통해 우선순위를 결정하는 과정에서 결정트리에 변화가 생기면서 전송되어야 하는 패킷의 손실되거나 전송이 완료 되지 않는 상황이 발생함을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문은 혼잡 상황에서 안전 메세지를 전송할 때, 전송 지연이나 패킷 손실이 발생하는 점을 해결하고자 제시 되었다. 제안된 알고리즘은 패킷의 정보를 기반으로 결정 트리를 통해 전송 우선순위를 결정하고, CCH를 적절하게 분배하여 우선순위가 높은 순서대로 패킷을 전송하였다. 시뮬레이션 결과, 차량 밀도가 높은 상황에서 기존의 안전 메세지 전송 방법 보다 제안된 우선순위 결정트리를 기반으로 패킷을 전송하였을 때 전송 성공률이 더 높음을 확인 할 수 있었고, 우선순위가 결정된 패킷을 저장하는 큐의 크기가 클수록 우선순위 결정트리의 재생성이 발생하는 빈도수가 적게 되어 패킷의 전송률이 높아지는 것 또한 증명되었다.

참고문헌

- [1] John B. Kenney, Dedicated Short-Range Communications (DSRC) Standards in the United States, Proceedings of the IEEE, Vol. 99, No. 7, July 2011.
- [2] Claudia Campolo and Antonella Molinaro, Multichannel Communications in Vehicular Ad Hoc Networks: A Survey, IEEE Communications Magazine, pp. 158-169, May 2013.
- [3] Ghassan Samara, Sureswaran Ramadas, Waffa A.H. Al-Salihy, Safety Message Power Transmission Control for Vehicular Ad hoc Networks, Journal of Computer Science 6, pp. 1027-1032, Jul. 2010.
- [4] Bai, Songnan, Junho Oh, and Jae-il Jung, "Context awareness beacon scheduling scheme for congestion control in vehicle to vehicle safety communication." Ad Hoc Networks 11.7(2013): pp.2049-2058, Sep. 2013.
- [5] Daesung Kim, Hongseok Yoo, Dongkyun Kim, Density-aware Dynamic Channel Allocation for Safety Messaging in VANETs,

- The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences 2011, pp. 176-177, Sep. 2011.
- [6] NS-3, network simulator version 3, www.nsnam.org
 - [7] IEEE std 802.11p-2010 Part 11 : Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications IEEE Computer Society, vol. 2012, no. March. 2012.
 - [8] IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)--Multi-channel Operation," in IEEE Std 1609.4-2010 (Revision of IEEE Std 1609.4-2006) , vol., no., pp.1-89, Feb. 7 2011