

VANET에서 위치 정보를 이용한 효율적인 차량 안전 메시지 브로드캐스트 방안에 관한 연구

A Study on Efficient Vehicular Safety Message Broadcast Scheme using GPS Information in VANET

한 승 화* 이 철 희** 김 영 범***
(Seung-Hwa Han) (Cheol-Hee Lee) (Young-Beom Kim)

요 약

VANET의 대표적 응용인 차량 안전 통신에서는 차량 운행 중 긴급 상황에 대처하기 위하여 차량 간 통신을 통해서 EWM (Emergency Warning Message)을 브로드캐스트하게 된다. 그러나 차량의 수가 증가하게 되면 다수의 중복된 EWM의 송수신으로 인하여 Broadcast Storm Problem이 발생한다. Broadcast Storm Problem을 해결하기 위한 여러 가지 방안들이 제시되었으나 대부분의 경우, 사전에 주변 차량들과의 주기적인 Beacon 메시지의 송수신을 통하여 이웃관계를 설정하거나 이동성에 따른 토폴로지 변화로 이웃관계를 재설정해야 하는 과정이 필요하며 동시에 Beacon 메시지 교환에 따라 통신부하를 가중시키게 된다. 본 논문에서는 이웃관계 설정을 위한 Beacon 메시지 교환과정을 생략하고 Broadcast Storm Problem을 효율적으로 해결할 수 있는 LLR (Longest Leaping Relay) 기법을 제안하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 성능을 검증하였다.

핵심어 : 차량 에드혹 네트워크, 브로드캐스트 스톱 문제, 차량 안전 통신, 전파, 긴급

Abstract

In Vehicle Safety Communication (VSC), noted as a representative application of VANET technologies, emergency warning messages (EWM) are broadcast over vehicles in response to an emergency situation. However, as the number of vehicles increases, the so-called Broadcast Storm Problem often occurs due to a huge number of redundant EWM transmitted. Though many approaches in the literature have been proposed to solve the problem, most of them require the preliminary phase for setting up or refreshing neighbor relationship through exchanging beacon messages with nearby vehicles, thereby further increasing the traffic load. In this paper, we propose Longest Leaping Relay (LLR) scheme which can efficiently solve the Broadcast Storm Problem without any preliminary phase for setting up neighbor relationship. Through computer simulations, we compared the performance of the proposed scheme with competitive schemes and verified the proposed scheme outperforms the existing schemes.

Key words : VANET, Broadcast Storm Problem, VSC, ITS, LCN, I-BIA

* 주저자 : 건국대학교 전자공학부 석사과정

** 공저자 : 건국대학교 전자공학부 학사과정

*** 공저자 및 교신저자 : 건국대학교 전자공학부 정교수

† 논문접수일 : 2012년 8월 21일

† 논문심사일 : 2012년 9월 25일

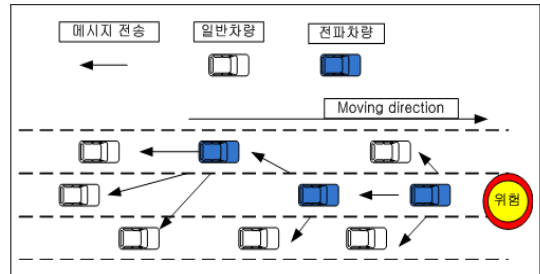
† 게재확정일 : 2012년 10월 8일

I. 서론

최근 정보통신기술의 발전과 도로 교통량의 급속한 증가에 따라 운전자들의 안정성과 차량 소통의 효율성을 제고하고, 차량 소통이 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 목적으로 차량 제조 및 교통 시스템에 IT 기술을 적용하기 위한 관련 연구가 활발해지고 있다[1]. ITS (Intelligent Transportation System)를 구축하기 위한 차량 이동통신 기술은 차량 내에 탑재된 OBU (On Board Unit)를 이용한 차량 간 통신 방식인 V2V(Vehicle-to-Vehicle) 방식과 도로변에 설치된 RSU (Road Side Unit)를 이용하여 통신이 이루어지는 V2I (Vehicle-to-Infrastructure) 방식 등으로 나누어진다[2].

여러 가지 ITS 응용 기술 중 V2V 통신 방식을 기반으로 하는 VANET (Vehicular Ad-Hoc Network)은 MANET (Mobile Ad-hoc Network)의 일종으로 기지국 등과 같은 인프라 기반 시설의 도움 없이 차량 간 무선 통신이 가능한 기술이다. 하지만 차량 이동 통신은 MANET과는 달리 고속의 이동성으로 인하여 빈번한 Network topology의 변화 및 통신 단절 등의 특징을 가지고 있다[2]. 이와 관련, 최근에는 VANET 응용의 하나로써 VSC (Vehicle Safety Communication)에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. VSC는 도로에서 주행 중인 차량 사이에 안전과 관련된 EWM (Emergency Warning Message)을 송수신함으로써 차량 사고 발생을 미연에 방지하기 위한 기술이다[2-5].

VSC와 같이 차량의 안전과 관련된 통신 방식은 VANET의 다른 응용들과는 달리 짧은 전송 지연과 높은 메시지 전달 신뢰성 등의 엄격한 사항이 요구되고 있고, 통신 채널 및 고속의 이동성 등의 특징으로 인하여 패킷 손실이 자주 발생하기 때문에 <그림 1>과 같이 Multi-hop 기반의 Broadcast 방식으로 전파되고[3], 이를 재전송하여 일정 거리까지 EWM을 계속적으로 전달한다. 그러나 이러한 VSC는 차량의 수가 증가함에 따라 과도하게 중복된 EWM 전파로 인하여 Broadcast Storm Problem을 발생시킨다[4]. Broadcast Storm Problem을 해결하기 위한 효율적인 재전송 차량 선출 기법은 크게 Beacon-



<그림 1> 멀티-홉 기반의 브로드캐스트 전파
(Fig. 1) Multi-hop based Broadcast Propagation

based forwarding 방식과 Beaconless forwarding 방식으로 분류할 수 있다. 이 중에서 특히, Beacon-based forwarding 방식은 차량들이 자신의 전파 범위 내에 있는 인접 차량들과 이웃 관계 설정 및 갱신을 위해 주기적으로 Beacon 메시지를 전송해야함으로 과도한 Network traffic이 추가로 발생하며 무선 채널의 랜덤 손실 (Random loss of wireless channel)의 특성으로 인하여 EWM 송수신 과정에서 패킷 손실이 발생 할 수 있다. 또한 차량들은 고속의 이동성으로 인하여 빈번한 topology의 변화를 겪기 때문에 out of date된 차량이 재전송 차량으로 잘못 선출되어 비효율적인 전파를 수행하는 등의 문제점을 지니고 있다[5].

Broadcast Storm Problem을 해결하고 Beacon-based forwarding 기반의 방식들이 갖는 단점을 개선하기 위해, 본 논문에서는 사전에 차량 간의 연계성 없이 통신하는 방식인 Beaconless forwarding 방식을 기반으로 차량의 위치 정보와 주행 속도를 이용하여 EWM 재전송 차량을 선정하는 방안을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 앞서 설명한 서론에 이어 다음 장에서는 Broadcast Storm Problem을 해결하기 위한 기존의 관련 연구들을 소개하고, III장에서는 본 연구에서 제안하는 기법에 대하여 설명한다. IV장에서는 제안된 기법과 기존 방안들의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교 및 분석하고, V장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

VSC를 위한 EWM 재전송 차량의 선출을 위한 기존 기법 중에서 Beacon-based forwarding 방식의

차량 선출 기법에는 LCN (Least Common Neighbor) [6], UB(Unicast-Broadcast)[7], LPG (Local Peer Group)[8] 등이 있으며, Beaconless forwarding 방식의 기법으로는 NB (Naive Broadcast)[9], I-BIA(Intelligent Broadcast with Implicit Acknowledgment)[9], Weighted p-Persistence[10] 등을 들 수 있다.

Beacon-based forwarding 방식에서 LCN은 이웃 차량 리스트를 이용하여 인접한 차량 간의 거리가 멀어질수록 공통된 이웃 차량의 개수가 적어지는 형태를 이용하는 기법으로 각 차량은 EWM을 수신한 후, EWM에 포함된 이웃 차량 리스트와 자신의 이웃 차량 리스트를 비교하여 공통 이웃 차량의 수가 가장 적은 차량이 다음 릴레이 전파 차량으로 선정되는 기법이다. 이때 차량 한 대당 1ms의 대기 시간을 갖으며 동일한 대기 시간을 갖는 차량으로 인한 충돌을 방지하기 위해 추가적으로 1ms 미만의 랜덤 값을 더하여 최종 대기 시간을 계산한 후 전파하는 기법이다.

UB는 최초 위험 요소를 발견한 차량이 기존에 알고 있는 자신의 전파 범위 내의 차량들 중에서 가장 먼 차량에게 Unicast 방식으로 EWM을 전파하고, 이를 전달받은 차량은 자신의 전파 범위 내에 있는 차량들에게 Broadcast 방식으로 EWM을 재전송하는 방식이다. 이후 일정거리 만큼의 전파를 위해서 앞서 설명한 바와 같이 Unicast 전파 후, Broadcast 전파를 반복한다.

LPG는 이웃하는 다수의 차량들을 하나의 그룹으로 묶어 그룹 내부와 그룹 외부로 구분하여 통신하는 기법이다. 그룹 내부에서는 Network 계층 보다 하위 계층들의 도움을 받아 통신하며, 그룹 외부에서는 Network 계층 프로토콜의 도움을 받아 그룹 내부와는 상대적으로 짧은 대기시간을 갖고 전파한다. LPG의 그룹 내부에서는 선출된 헤더만이 EWM의 재전송을 참여하기 위해서 차량 간 상대적 순서를 부여하는 기능이 포함되어져 있다.

Beaconless forwarding의 대표적인 기법 중 하나는 Pure flooding이라고도 알려진 NB이다. NB는 전방 차량 노드로부터 후방 차량 노드에게 전파되도록 하고, 후방에서 전방으로 전달받은 차량 노드는 이

를 무시하도록 전파의 방향성을 고려하는 방식으로써, EWM을 전달 받은 모든 차량들이 한번은 메시지 재전송을 하는 기법이다.

I-BIA는 차량들이 과도한 중복 EWM 송수신으로 인한 Broadcast Storm Problem을 가지고 있는 NB를 개선한 기법으로, EWM을 전달받은 차량들이 각각 일정 범위의 랜덤시간 동안 대기한 후, 대기 시간이 지나면 재전송을 수행하고 대기 시간이 지나지 않은 다른 차량들이 메시지를 전달 받으면 재전송을 포기하는 기법이다.

Weighted p-Persistence는 전파 범위 내에 있는 차량들이 메시지를 수신하면 각 차량들은 자신이 재전송할 확률 p 값을 계산하는데, 이때 소스 차량과 멀리 떨어진 차량 일수록 높은 재전송 확률 값을 가지게 된다. 또한 확률 값을 이용하기 때문에 모든 차량들이 재전송을 포기하는 메시지 Die-out을 막기 위해서, Die-out 방지 처리를 추가로 수행한다.

다음 장에서는 이 장에서 소개된 여러 방식들이 갖는 단점을 개선하기 위한 새로운 방안을 제안하고자 한다.

III. 제안 방안

이 장에서는 높은 신뢰성을 요구하는 VSC의 요구 사항을 고려하여, Beaconless forwarding 방식을 기반으로 한 LLR (Longest Leaping Relay) 기법을 제안한다. 이 방식에서는 각 차량의 위치 정보와 주행 속도를 이용하여 메시지 재전송을 위한 이웃 관계 설정 (neighbor discovery and set-up) 등과 같은 EWM 교환을 위한 사전준비 단계 (preliminary phase)가 생략된다. 이 기법에서 핵심적으로 활용되는 위치 정보는 현재 보편화된 차량탐재 Global Positioning System (GPS) 장치로부터 얻을 수 있다. 본 연구에서는 효율적인 무선통신이 가능하도록 각 차량에 OBU[2]와 GPS 유닛이 탑재되어 높은 수신율과 비교적 정확한 거리 계산이 가능한 것으로 가정한다.

제안된 방식에서는 EWM 재전송 차량이 분산방식으로 적절히 선정되도록 하기 위해 EWM 수신 후 재전송까지의 대기 시간인 WT (Waiting Time)를

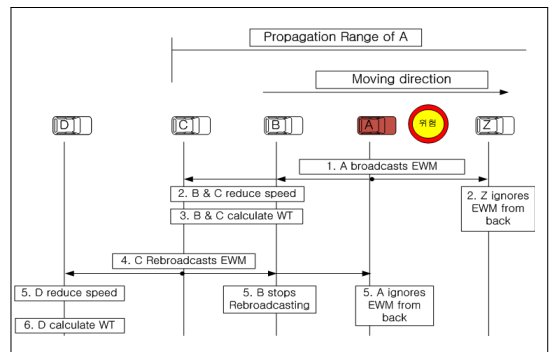
사용한다. EWM을 수신한 차량은 각각 WT를 계산하고 재전송 시점까지 WT 만큼 대기하며, 그 동안 동일 메시지의 수신여부를 모니터링하게 된다. 동일 메시지가 수신되는 경우 해당 차량은 재전송을 포기하게 되며, 이와 같은 방식으로 해당 EWM을 비슷한 시점에 수신한 차량들 중에서 가장 짧은 WT를 갖는 차량이 다음 EWM 재전송 릴레이 차량으로 선정된다. 이 방식에서 WT는 두 개의 인자 T_1 과 T_2 의 합으로 구성된다. 두 인자 중 릴레이 차량 선정에 있어서 중요한 역할을 하는 것은 T_1 이며 T_2 는 비슷한 T_1 을 갖는 후속차량들(즉, 비슷한 거리에 위치한 차량들) 중에서 차별적으로 하나가 선택되도록 하기 위한 파라미터이다.

EWM의 전파에 참여하는 릴레이 차량들은 기본적으로 GPS 정보를 기반으로 자신의 이동방향, 위치, 차량ID, 메시지ID 등의 정보를 재전송하는 EWM에 포함시키게 된다. EWM을 Broadcast하는 차량을 V_s , 수신한 차량 중 어느 하나를 V_r 이라 한다면 수신차량 V_r 는 자신의 위치와 수신한 메시지에 포함된 차량 V_s 의 위치 정보를 기반으로 두 차량 V_s 와 V_r 간의 거리를 산출하게 되며, 이 거리에 반비례하여 T_1 값을 설정한다. 따라서 차량 간의 거리가 멀수록 더 짧은 WT를 대기한 후 재전송을 실행하게 된다. 또한 V_s 로부터 비슷한 거리에 위치한 차량이 여럿일 경우, tie-breaker의 역할로서 하나의 차량이 릴레이 차량으로 선택될 수 있도록 각 차량 속도에 비례하여 T_2 값을 설정한다. 즉, 차량 속도가 느린 차량의 경우 빠른 차량에 비해 EWM의 재전송 시점을 기준으로 시간 경과에 따라 상대적으로 후방에 위치하게 되므로 EWM의 신속한 후방 전파 측면에서 효율적이라는 점을 반영하고 있다. 일반적으로 차량 통신의 경우 이동 중 통신 가능한 최대 이동속도는 200km/h 정도이므로[5] 0km/h부터 200km/h까지의 속도를 가정하여 차량의 속도계를 이용한 이동속도에 비례하도록 T_2 를 설정하게 되며, 특히 본 연구에서는 T_1 의 차등 값에 관한 임계치를 두어 두 차량의 T_1 값이 Δ 보다 작은 경우에만 T_2 가 후속 릴레이 차량 선정에 있어서 영향을 미칠 수 있도록 하였다. 이런 의미에서 어느 정도의

거리차로 선행하는 차량이 후속 릴레이 차량으로 선정되는 경우는 일단 배제되었으며, 차량 속도를 고려한 릴레이 차량 선정 측면은 좀 더 정밀한 연구가 필요한 부분이다.

<그림 2>는 본 논문에서 제안하는 기법을 도시하고 있다. 각 차량들은 자기 다른 고속의 이동 속도로 동일한 도로 및 방향으로 주행하게 된다. 이때 특정 지역에서 긴급 상황이 발생하여 임의의 차량 A가 이를 감지하면, GPS를 이용하여 현재 자신의 정보를 EWM에 포함하여 자신의 전과 범위 내에 있는 모든 차량들에게 Broadcast하게 된다. 이를 수신한 각 차량들은 자신의 정보와 EWM에 포함된 정보를 비교하는데, 만약 차량 Z처럼 처음 수신한 메시지이고, 자신보다 후방에 위치한 차량에게 수신한 메시지라면 이를 무시하고 메시지를 삭제한다. 이러한 차량들은 위험 지역과는 관계없는 위치에 속해서 주행 중이기 때문이다. 이와 반대로 차량 B, C와 같이 전방에 위치한 차량으로부터 EWM을 수신했다면, 이는 자신의 위치가 곧 위험 지역을 지나게 된다는 의미이므로 수신된 정보와 자신의 정보를 비교하여 차량 간의 거리를 산출하고 앞에서 설명한 바와 같이 WT를 계산한다.

<그림 2>에서는 차량 C가 가장 짧은 WT를 계산하게 되어 그 시간만큼 대기한 후 앞서 설명한 방식과 동일하게 자신의 정보를 EWM에 포함시켜 재전송을 실행한다. 차량 B와 같이 아직 자신의 WT를 대기하는 중에 후방으로부터 동일한 정보의 EWM을 수신한다면, 이는 자신의 후방에 위치한 차량들 중 임의의 차량에서 이미 재전송 릴레이 차량



<그림 2> LLR 기법
(Fig. 2) LLR Scheme

이 선출 되었다는 것을 인식하고 EWM 재전송 준비 과정을 중단한다. 차량 C로부터 EWM을 수신 받은 차량 D와 그 후방의 차량들은 동일한 과정을 진행하여 일정거리까지 지속적인 후방 전파를 실시한다.

IV. 성능 평가

이 장에서는 앞서 제안한 LLR의 성능을 평가하기 위하여 II장에서 소개한 대표적인 기법들인 Beacon-based forwarding 방식의 LCN 기법과 Beaconless forwarding 방식의 I-BIA 기법을 C 언어를 기반으로 직접 구현한 시뮬레이터를 통하여 비교 및 분석해 보았다.

1. 시뮬레이션 환경

제안된 기법은 동일한 도로 위를 고속의 이동속도로 주행하는 차량 간 통신이기 때문에 이동 패턴을 같은 방향으로 주행하는 편도 4차선의 고속도로 환경으로 가정하였으며, 가로 2.5km 세로는 14m로

〈표 1〉 시뮬레이션 파라미터
(Table 1) Simulation Parameters

Simulation Parameters	
Parameter	Value
Simulation Area	2.5km × 14m
Number of road lane	4 lane
Node density	50 ~ 300
Radio Range	250m
Vehicle speed	80 ~ 120km/h
Number of event	10 times
Interval of event	3 sec
EWM's TTL	5 hops
MAC Protocol	802.11a
I-BIA random WT	0 ~ 10ms
LCN random value	$0 \leq \text{value} < 1\text{ms}$
Calculated WT range of LLR	0 ~ 10ms
Simulation time	30 sec

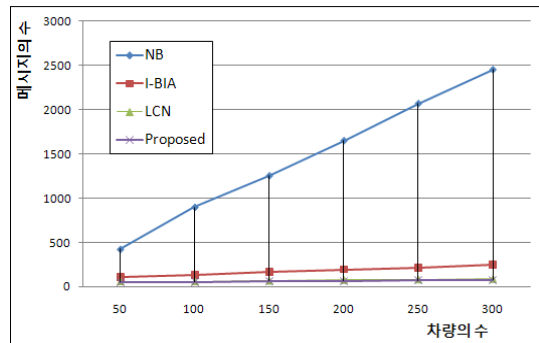
설정하였고 차량의 수는 50개씩 증가시키며 300개까지 실험을 실시하였다. 차량 안전 통신에서 EWM의 전송 에러 비율은 0.1(10%)이내 즉, 전송 성공 비율이 90% 이상의 성능을 보여야 하므로[5] 한 차량의 전파 범위는 250m로 설정 하였고, EWM이 일정 범위의 거리까지 전파되도록 하기 위해서 TTL (Time-To-Live)을 도입하여, 5 hop-distance까지 전달 되도록 설정하였다.

<표 1>은 시뮬레이션에 사용된 파라미터를 나타내고 있다. 차량 안전 통신의 큰 문제점인 중복된 EWM의 송수신으로 인한 Broadcast Storm Problem을 해결함에 있어서 본 실험에서는 제안한 기법과 기존 기법들의 비교를 위해서 3초 간격을 두고 총 30초 동안 10번의 긴급 이벤트를 발생시켜서 성능의 차이를 비교해 보았다. 실험 결과는 이러한 동일 조건하에 시뮬레이션을 10번 실행한 후 평균을 구한 것이다.

2. 시뮬레이션 결과 및 비교 분석

1) NB의 전송 EWM의 수

<그림 3>은 LCN과 I-BIA 그리고 본 논문에서 제안하는 방식을 NB 기법과 함께 비교해 보았다. NB는 EWM을 수신하게 되면 모든 차량들이 한번은 재전송을 하게 됨으로써, 심각한 Broadcast Storm Problem[4]을 발생시키는 대표적인 기법 중에 하나이다. 제안하는 기법을 포함한 3가지 기법들 모두 NB에 비하여 송신하는 EWM의 수가 훨씬 적기 때문

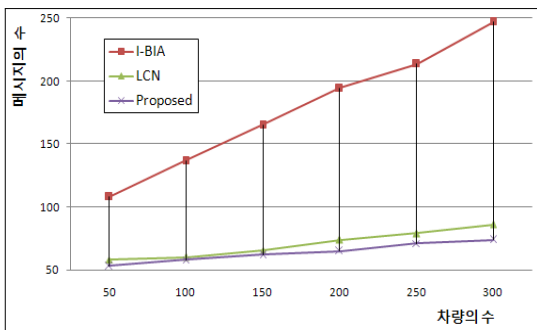


〈그림 3〉 NB의 전송 EWM의 수
(Fig. 3) Number of transmitted EWM for NB scheme

에 더 나은 성능의 기법임을 확인할 수 있다. 또한 수신된 EWM의 수 측면에서도 차량의 수 및 송신된 EWM의 수에 비례하게 증가하는 결과를 보이며 NB는 다른 기법들에 비해서 비효율적인 방식임을 확인할 수 있다. 이후의 실험에서는 NB를 제외한 세 가지 기법들을 비교하여 실험 및 분석 하였다.

2) 송신된 EWM의 수

<그림 4>는 <그림 3>에서 NB를 제외하고 LCN과 I-BIA 그리고 제안하는 방식을 비교한 것으로 시뮬레이션이 진행되는 동안에 EWM이 송신되는 횟수를 나타낸 것이다. I-BIA의 경우 EWM의 재전송 차량을 선출하기 위해서 일정 범위의 랜덤 값을 이용하여 WT를 설정하기 때문에 상대적으로 다른 두 가지 방식에 비해, 송신하는 EWM의 수가 많은 결과를 나타내고 있다. LCN과 제안 방식은 차량의 수에 따라 비슷한 수치를 보이기는 하지만 LCN 또한 공통의 최소 이웃 차량 리스트를 갖는 차량들이 랜덤 값을 이용하여 추가적인 WT를 갖기 때문에 전파 범위 내의 최후방 차량이 아닌 그 앞의 차량들이 선출되는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 제안 방식보다 더 많은 수의 EWM을 송신하는 것을 확인할 수 있다.

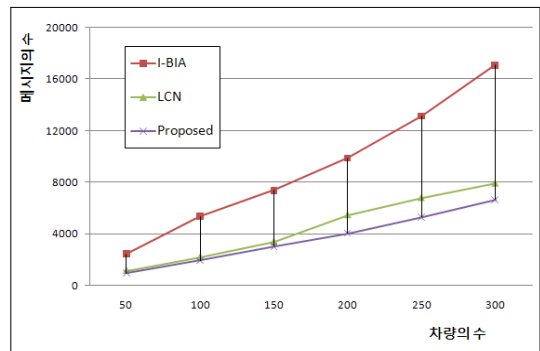


<그림 4> 송신된 EWM의 수
<Fig. 4> Number of transmitted EWM

3) 수신된 EWM의 수

<그림 5>는 각각의 기법에서 EWM이 송신된 후, 이를 차량들이 수신한 수치의 비교를 나타내고 있다. 한 번의 EWM을 수신한 상황에서 공통된 전파

범위로 인하여 차량들은 중복된 EWM을 수신하게 된다. EWM 재전송을 하기 위해 선출된 차량이 전파 범위의 경계 근처에 위치할수록 효율적인 차량 선출 방안이지만 I-BIA에서는 랜덤하게 WT를 계산하여 전파 범위 경계 부근보다 내부 안쪽에 위치한 차량들이 선출될 확률이 높기 때문에 <그림 5>와 같이 다른 기법들에 비해서 중복된 EWM을 더 많이 수신하게 된다. LCN과 제안된 방식은 전파범위 경계 근처의 차량들을 선출하기 위한 방안으로 제안되었기 때문에 I-BIA에 비해서 상대적으로 중복 수신된 EWM의 수치는 낮은 결과를 보였다.

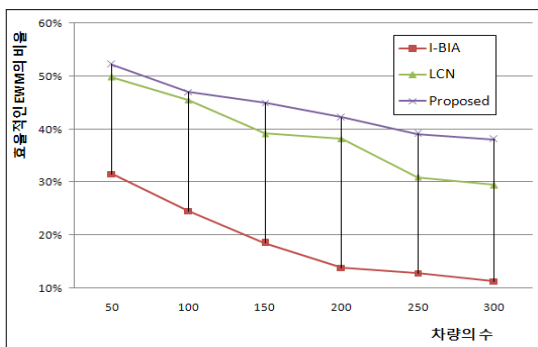


<그림 5> 수신된 EWM의 수
<Fig. 5> Number of received EWM

4) 효율적인 EWM의 수신 비율

<그림 6>은 효율적인 EWM의 비율 측면에서 제안된 기법과 LCN, I-BIA를 비교하고 있다. 이 비율은 유효한 EWM의 비율 즉, 한 대의 차량 당 평균적으로 얼마나 중복되지 않은 EWM을 수신하였는가를 나타낸다. 예를 들어 한 대의 차량이 수신하는 가장 이상적인 EWM의 수는 1번이기 때문에 이를 100%의 효율로서 평가하고, 2번 수신시 50%, 3번이면 33% 등으로 성능을 평가한다. 제안된 선출 기법을 이용하여 효율적으로 전파 범위 경계에 위치한 차량이 EWM 재전송 차량으로 선출이 된다하더라도 공통된 전파 범위에 위치한 차량들이 존재하기 때문에 현실적으로 가능한 최대 효율은 50%이다. 그러나 <그림 6>에서 보는 바와 같이 제안 기법의 효율이 50%를 넘고 있는 이유는 시뮬레이션 상에

서 특정 거리만큼의 전파를 위하여 TTL 기능을 도입했기 때문에 TTL이 끝나는 시점에 EWM을 수신한 차량들은 1번의 수신으로서 전파가 종료되므로 100% 효율성을 갖는 차량이 존재하기 때문이다. 세 가지 기법들은 대체로 차량의 수가 증가 할수록 각 차량들은 점점 더 많은 수의 중복된 EWM을 수신하기 때문에 <그림 6>과 같이 효율적인 EWM의 비율이 전체적으로 감소하는 경향을 보이고 있다.



〈그림 6〉 효율적인 EWM의 비율
(Fig. 6) Percentage of efficient EWM

V. 결 론

VANET의 응용 중 하나인 VSC는 차량 간에 EWM을 송수신함으로써, 차량들 사이의 사고를 미연에 방지하는 기술이다. 하지만 차량의 증가로 인한 과도한 EWM 송수신은 Broadcast Storm Problem을 야기한다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위해서 Beaconless forwarding 방식을 이용하여 EWM 재전송 릴레이 차량을 선출하는 기법인 LLR을 제안하였다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 기존 기법들과의 성능 비교 결과, 제안 기법이 같은 방식의 I-BIA에 비해 우수한 성능을 보였으며 특히, Beacon-based forwarding 방식의 LCN과는 Beacon 메시지를 사용하지 않고도 비슷하거나 더 나은 성능을 확인할 수 있었다. 릴레이 차량 선정에 있어서 차량 속도를 보다 정밀하게 반영하는 측면은 앞으로 좀 더 연구해 볼만한 부분이다.

참고문헌

- [1] A. D. Joseph, "Intelligent Transportation Systems," IEEE CS and IEEE ComSoc, June 2006.
- [2] F. J. Martinez, C.-K. Toh, J.-C. Cano, C. T. Calafate, and P. Manzoni, "Emergency Services in Future Intelligent Transportation Systems based on Vehicular Communication Networks," IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, vol. 2, no. 2, pp.6-20, Summer 2010.
- [3] H. Hartenstein, and K. P. Laberteaux, "A Tutorial Survey on Vehicular Ad Hoc Networks," IEEE Communications Magazine, vol. 46, Issue 6, pp.164-171, June 2008.
- [4] R. Chen, W.-L. Jin, and A. Regan, "Broadcasting safety information in vehicular networks: issues and approaches," IEEE Network, vol. 24, pp.20 - 25, Jan 2010.
- [5] 백송남, 광동용, 정재일 "차량 안전 서비스를 위한 차량간 통신 프로토콜 연구," 한국통신학회지, Vol. 26, no. 4, pp.46-54, Mar 2009.
- [6] Sukdea Yu, Gihwan Cho, "A Selective Flooding Method for Propagating Emergency Messages in Vehicle Safety Communications," 2006 International Conference on Hybrid Information Technology, Nov 2007.
- [7] Z. Doukha, S. Moussaoui, "Dissemination of an Emergency Message in a Vehicular Ad Hoc Network," International Conference on Communication, Computing and Control Applications (CCCA), pp. 1-6 Mar 2011.
- [8] 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, April 2005.
- [9] S. Biswas, R. Tatchikou, F. Dion, "Vehicle-to-Vehicle Wireless Communication Protocols for Enhancing Highway Traffic Safety," IEEE Communication Magazine, vol. 44, no. 1, pp.74-82, Jan 2006.
- [10] N. Wisitpongphan, O. K. Tonguz, J. S. Parikh, P.

Mudalige, F. Bai, and V. Sadekar, "Broadcast storm mitigation techniques in vehicular ad hoc networks," IEEE Wireless Communications, vol. 14, no. 6, pp.84-94, Dec 2007.

저자소개



한 승 화 (Han, Seung-Hwa)

2009년 8월 : 동서울대학교 정보통신과 학사

2010년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 석사과정(전자정보통신전공)



이 철 희 (Lee, Cheol-Hee)

2009년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 전자공학부 학사과정



김 영 범 (Kim, Young-Beom)

1984년 2월 : 서울대학교 공과대학 전자공학과 학사

1986년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 석사

1986년 3월 ~ 1988년 3월 : 한국통신 전임연구원

1996년 : 미국 매릴랜드 주립대 전자공학 박사

1997년 9월 ~ 현재 : 건국대학교 정보통신대학 전자공학부 교수

2003년 9월 ~ 2004년 8월 : Univ. of British Columbia, Vancouver, Canada, Visiting Prof.