ISSN 1598-0170 (Print)
ISSN 2287-1136 (Online)
http://www.jksii.or.kr

차량 네트워크를 위한 조기 지능형 경보 방송 알고리즘의 설계 및 평가☆

Design and Evaluation of an Early Intelligent Alert Broadcasting Algorithm for VANETs

이 영 하* 김 성 태** 김 국 보***
Young Ha, Lee Sung Tae, Kim Guk Boh, Kim

요 약

차량 애드·혹 네트워크(VANETs)를 위한 응용들의 개발은 지능적 안전 운송시스템 제공 이라는 매우 제한적인 명확한 목표를 가지고 있다. 공공의 안전을 위한 긴급경고 기술은 제한된 시간에 신속하고 효율적으로 경고 메세지를 전달하는 지능형 방송 기법을 필요로 하는 응용중의 하나이다. VANETs 방송 프로토콜 설계 시에 접근제어 계층에서 여러 노드들이 동시에 전송을 시도할 경우, 다수 패킷들의 충돌과 여분의 지연을 발생하는 방송폭풍 문제가 고려되어야 한다.

본 논문에서는, 효율적으로 방송폭풍 문제와 시간 한계를 해결할 수 있는 조기 지능형 경보 방송(EI-CAST) 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 충돌시간(TTC)에 기초한 조기경보 기술과 퍼지논리에 기초한 지능형 방송 기술을 사용하며, 시뮬레이션을 통해 제안 알고리즘과 기존 경보방송 알고리즘의 성능을 비교 평가 하였다. 실험결과 제안 알고리즘의 경우 경보 전송거리 4 km 이내의 차량들은 사고발생 이전에 경보메시지를 수신할 수 있으며 패킷 충돌이 없음을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

The development of applications for vehicular ad hoc networks (VANETs) has very specific and clear goals such as providing intellectual safe transport systems. An emergency warning technic for public safety is one of the applications which requires an intelligent broadcast mechanism to transmit warning messages quickly and efficiently against the time restriction. The broadcast storm problem causing several packet collisions and extra delay has to be considered to design a broadcast protocol for VANETs, when multiple nodes attempt transmission simultaneously at the access control layer

In this paper, we propose an early intelligent alert broadcasting (EI-CAST) algorithm to resolve effectively the broadcast storm problem and meet time-critical requirement. The proposed algorithm uses not only the early alert technic on the basis of time to collision (TTC) but also the intelligent broadcasting technic on the basis of fuzzy logic, and the performance of the proposed algorithm was compared and evaluated through simulation with the existing broadcasting algorithms. It was demonstrated that the proposed algorithm shows a vehicle can receive the alert message before a collision and have no packet collision when the distance of alert region is less than 4 km.

☞ keyword : EI-CAST, VANETs, ad hoc(애드 혹)

1. 서 론

VANET(Vehicular Ad-hoc Networks)는 최근 지능형 운송 시스템의 효율적 운용을 위하여 선호되는 망으로 부각되고 있다. VANET은 근거리 무선 통신 기술인 'IEEE 802.11'에 기반을 둔 차량 간 무선 통신 네트워크이다. 연방 통신 위원회(FCC: Federal Communication Commission)는 대역폭 향상과 차량-대-차량(V2V) 통신에 대한 지연 감소를 목표로, 최근 단거리 전용통신 the alert DSRC를 위해 5.9 GHz 밴드에 75 MHz를 할당하였다. MANET (Mobile Ad-hoc Networks)과 달리VANET을 위하여 개발된 응용들은 지능적이고 안전한 운송 시스템 제공을 목표로 하고 있다. 경보시스템은 매우 중요한 응용 중의 하나이며, 그 동기는 트래픽에서 교통사고와 같은 중요한 문제에서 인근의 모든 차량들에게 긴급 메시지를 전달하

* 정 회 원 : 대진대학교 일반대학원 컴퓨터공학과 박사과정
lyh5430@paran.com
** 준 회 원 : 대진대학교 일반대학원 컴퓨터공학과 석사과정
kstlove123@daejin.ac.kr
*** 종신회원 : 대진대학교 컴퓨터공학과 교수
kgb@daejin.ac.kr (교신저자)
[2012/07/22 투고 - 2012/07/24 심사 - 2012/08/09 심사완료]
☆ 본 연구는 2012년도 대진대학교 교내연구비에 의해 연구되었음.

는데 있다. 경고 메시지의 전달은 2차 사고를 예방할 수 있고, 구조 작업에서 중요한 역할을 수행할 수 있다. VANET 통신에서 가장 큰 문제는 여러 노드들이 동시에 송신에 참여할 때 발생되는 방송 폭풍 문제이다. 방송 폭풍 효과를 줄이기 위한 선행 연구로는 Simple broadcast, Weighted p-persistence 및 Slotted persistence 등 다수의 알고리즘들이 있다[1].

본 연구에서는 조기 지능형 경보 방송 알고리즘인 EI-CAST(Early Intelligent alert broadCASTing)를 제안한다. EI-CAST는 앞 차량과의 전방 거리와 상대적 속도로부터 계산되는 TTC(Time To Collision)에 기반 한 조기 경보를 사용할 뿐만 아니라 퍼지 논리에 기반 지능형 방송을 사용한다. 지능형 방송에서, 경보 메시지를 수신한 차량은 그 차량의 속도와 송신 차량과 수신 차량 간의 부수적 커버리지 지역에 따르는 퍼지 제어 규칙에 의해 재방송 정도를 결정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 VANETs에서 긴급 메시지 전달과 관련된 기존 연구들을 살펴보고, 3장에서는 조기 경보를 위한 충돌 경고에 대해 기술하며, 4장에서 EI-CAST 알고리즘을 제안 한 후, 5장에서는 시뮬레이션을 통하여 성능을 평가한다. 마지막으로 6장에서 결론 및 향후연구 방향에 대해 기술한다.

2. 관련연구

트래픽 밀도가 어떤 한계 이상일 때의 가장 심각한 문제 중의 하나는 가까운 곳에 위치하는 다수의 차량들에 의해 방송되는 다수의 동일한 경보 방송 메시지로 인한 공유 매체의 질식이다. 공유 무선 매체 때문에, 그 패킷들을 무턱대고 방송 한다면 이웃 노드들 간의 전송 동안에 빈번한 경쟁과 충돌을 일으키게 되며, 이것을 방송 폭풍 문제라 하고[2], MANET 환경에서의 방송폭풍 문제를 완화시키기 위한 다양한 해결책들이 제안되었다.

경보 응용의 주된 목표는 사고 장소에 접근하는 모든 차량들에게 경보 메시지를 전달하여 운전자들이 육안으로 반응하기 전에 경보될 수 있게 하며, 경보 메시지의 종단 간 지연을 최소화 하는데 있다.

VANET에서의 경보 메시지 방송 시스템은 차량들에 GPS(Global Positioning System) 장치가 필요 없는 시스템과 GPS 장치 기반 시스템의 두 그룹으로 나눌 수 있다.

2.1 GPS 장치가 필요 없는 시스템

2.1.1 Simple 방송

VANET을 위한 V2V(Vehicle-to-Vehicle) 경보 응용에 사용되는 가장 간단한 프로토콜이다. 사고가 발생하면, 안전 경보 응용은 사고 장소를 향해 접근하는 모든 차량들에게 경보 메시지를 전송한다. 어떤 차량이 처음으로 방송 메시지를 수신한 후, 그 메시지를 재전송한다[3]. Simple 방송 방법은 다음의 2가지 문제점이 있다. 첫째, 플로딩으로 인한 다수의 중복 재방송이 있을 수 있다는 점과 둘째, 어떤 메시지가 아주 가까운 곳에 위치하는 많은 호스트들에 의해 수신될 확률이 매우 높다는 점이다.

2.1.2 p-persistence

경보 메시지를 재방송할 차량을 결정하기 위하여 확률적 선택 방법을 사용하여 방송 폭풍 문제 축소를 시도한다. 어떤 차량이 처음으로 방송 메시지를 받으면, 그 차량은 임의의 확률 p로 경보 메시지를 재방송한다[3]. 이 방법은 방송 메시지를 받은 모든 노드들이 재방송하지 않는다면, 경보 메시지의 분실을 야기할 수 있다.

2.2 GPS 장치 기반 시스템

2.2.1 Weighted p-persistence

경보 메시지를 전송하기 전에, 경보 메시지 재전송 확률을 결정하기 위하여 송신자와 수신자 간의 거리를 계산하는데 GPS가 사용되어진다.

$$P_{ij} = \frac{D_{ij}}{R}. \quad (1)$$

노드 i와 노드 j 간의 상대적 거리를 D_{ij}로, 평균 전송 범위를 R로 나타내면, 전송 확률 P_{ij}는 식 1로 계산될 수 있다[2].

2.2.2 Slotted p-persistence

패킷을 받았을 때, 그 패킷 ID를 검사하고 만일 어떤 노드가 처음으로 그 패킷을 받았고 그 패킷에 할당된 대기시간 슬롯이 만기되기 전에 어떤 중복 메시지를 받지 않았다면. 할당된 타임 슬롯 $T_{S_{ij}}$에 미리 정해진 확률 p로 재방송한다[2].

2.2.3 EDB

Li 등은 지향성 안테나를 사용하여 도시의 VANET을 위한 EDB(Efficient Directional Broadcast)라 부르는 이상적인 방송 프로토콜을 제안하였다. 어떤 차량이 주행 중 방송을 할 때, 가장 먼 수신자만이 그 패킷이 도착한 반대 방향으로 즉시 그 메시지를 전송할 책임이 있다. VANET 위상의 빠른 변화에 기인하여, EDB는 GPS 정보의 도움으로 그 패킷을 전송하기 위하여 수신자 기반 의사 결정을 만든다. 어떤 차량이 어떤 패킷을 성공적으로 수신한 후, 그 차량은 그 패킷의 전송 결정을 취하기 전까지 일정 시간 기다린다. 이 시간 동안에, 그 차량은 동일한 패킷의 다른 중계에 대하여 듣는다. 그 대기 시간은 식 2를 사용하여 계산될 수 있다[4].

$$Waiting\ Time = \left(1 - \frac{D}{R}\right) \times \max WT. \tag{2}$$

여기서 D는 그 패킷에 첨부된 송신자의 위치 정보와 자신의 위치 정보를 사용하여 얻을 수 있는 송신자로부터의 거리이고, 그리고 R은 전송 범위이다. maxWT는 차량 밀도에 따라 조정될 수 있는 설정 가능한 매개변수이다.

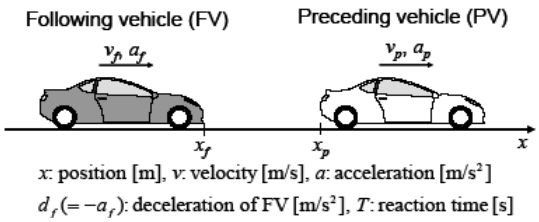
3. 충돌 경고 시스템

본 연구에서는 실험대상 차량에는 전방 차량 또는 장애물에 대한 경고 정보를 얻기 위한 컴퓨팅, 통신, 센싱 능력과 사용자 인터페이스를 갖추고 있는 차량 통신시스템을 장착하고 있다고 가정한다.

차량 통신 시스템은 크게 차량 대 차량 통신, 차량 대 인프라 통신(V2I: Vehicle-to-Infrastructure)으로 분류할 수 있으며, 인프라 네트워크로 노변장치(RSU: Roadside Infrastructure Unit)와 통신하여 기존 인프라 네트워크로부터 정보를 수집할 수 있다.

3.1 전방 차량 충돌 경고

전방 충돌 경고를 위한 준비 조건을 계산하기 위하여 사용되는 모델과 변수는 (그림 1)과 같다. 여기서 현재 시점에서 앞 차량의 위치, 속도, 가속도는 x_p, v_p, a_p로 정의하고, 뒤 차량의 위치, 속도, 가속도를 x_f, v_f, a_f로 정의하면, 상대 위치, 상대 속도, 상대 가속도는 $x_r = x_f - x_p$, $v_r = v_f - v_p, a_r = a_f - a_p$로 정의된다.



x: position [m], v: velocity [m/s], a: acceleration [m/s^2]
$d_f(=-a_f)$: deceleration of FV [m/s^2], T: reaction time [s]

(그림 1) 전방 충돌 경고 모델과 변수

앞 차량이 갑자기 제동되면 공주시간 T 뒤에 뒤 차량이 제동한다. 두 차량이 정지했을 때 차량 간의 거리 d는 식 3과 같이 계산된다[5].

$$d = -x_r - v_f \cdot T + \left(\frac{v_f^2}{2a_f} - \frac{v_p^2}{2a_p}\right). \tag{3}$$

계산된 차량 간 거리 즉, 정지거리 d가 0 보다 작으면, 전방 충돌 경고 조건이 만족된다.

3.2 측면 차량 충돌 경고

센서들은 직경 R [m]과 시야각 $\pm\Phi$ [°]에 포함되는 모든 차량의 거리와 속도를 탐지할 수 있다.

$$x_r \geq v_r \times T \tag{4}$$

그러한 누적된 데이터에 기초하여 세로와 가로 모두 식 4의 경고 평가 기준이 만족된다면, 시스템은 측면 충돌 경고 발생을 결정한다[6].

3.3 TTC

차량이 브레이크를 밟아 충돌을 피할 수 있는 상황에서, 전방 거리가 차량 감속을 위해 필요한 거리 보다 작으면 차량이 앞 차량과 충돌한다. 따라서 충돌을 피하기 위하여 식 5를 만족해야한다[7].

$$\begin{aligned} & v_r \cdot TTC > v_r \cdot T + v_r^2/2\alpha \\ & TTC > T + v_r/2\alpha. \end{aligned} \tag{5}$$

여기서 α는 뒤 차량의 감속도를 나타낸다.

T=1초, v_r=30km/h 그리고 α=4m/s^{2}라고 가정하면, 충돌을 피하기 위하여 요구되는 TTC는 2.04 초 이상이 되

어야 한다. TTC가 2초 보다 작을 때 브레이크만으로 충돌을 피할 수 없다.

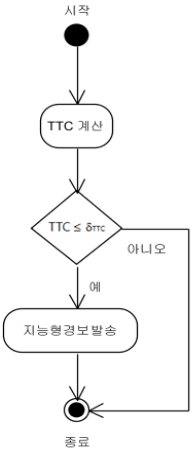
4. 제안 알고리즘

본 논문에서 제안하는 EI-CAST의 구성은 그림 2와 같다. EI-CAST에서는 전방 차량/장애물 충돌과 측면 차량 충돌 모두를 탐지할 수 있는 TTC 기반 조기 경보를 사용한다. 앞 차량의 브레이크 등이 켜졌거나 옆 차선의 차량이 차선 변경을 할 때, 차량은 TTC를 계산한다. 만일 계산된 TTC가 TTC 임계값인 δ_{TTC} 보다 작으면, 그 차량은 경보 메시지를 방송한다. 어떤 차량이 처음으로 경보 메시지를 받으면, 지능적 경보 메시지 방송 알고리즘에 의해 차량의 속도와 송신 차량과 수신 차량 간의 부수적 커버리지 지역에 따르는 퍼지 제어 규칙에 따라 경보 메시지를 재방송한다.

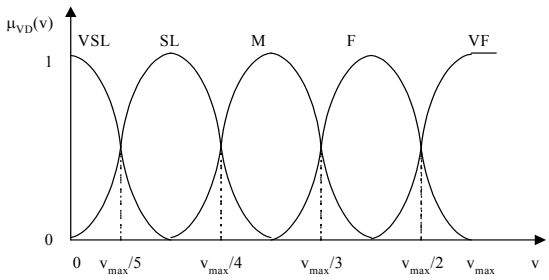
차량의 현재 속도는 그 도로의 현재 트래픽 밀도에 의존적이다. 즉, 트래픽 밀도가 높을수록 차량 속도는 느려지고, 트래픽 밀도가 낮을수록 차량 속도는 빨라진다. 따라서 어떤 차량의 현재 속도는 식 6으로 계산되어진다.

$$v_{now} = v_{\max} \times \left(1 - \frac{\rho_{now}}{\rho_{\max}}\right) \tag{6}$$

여기서 $v_{\max}$는 그 도로의 최대 허용 가능한 속도를, $\rho_{\max}$는 트래픽 쨈이 발생하여 차량 속도가 0인 트래픽 밀도를, 그리고 ρ_{now}는 그 도로의 현재 트래픽 밀도를 나타낸다.



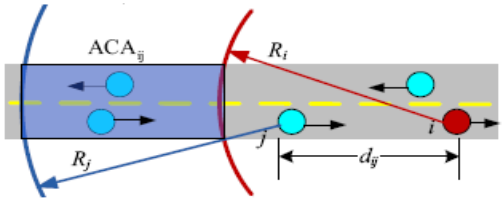
(그림 2) EI-CAST의 구조



(그림 3) 현재 속도에 따른 소속 함수

(그림 3)의 소속 함수를 사용하여 차량의 현재 속도를 5개의 기본 퍼지집합: VF(very fast), F(fast), M(medium), SL(slow), VSL(very slow)로 사상한다. v의 소속 함수는 v의 퍼지집합을 나타낸다.

i를 이전 홉, 노드 j를 현재 수신 노드라 하면, 수식 $ACA_{ij} = S_j - S_{i \cap j}$로 정의되는 노드 j의 부수적 커버리지 지역(ACA: Additional Coverage Area)을 나타낸다[8]. 여기서 S_j는 노드 j의 신호 커버리지 지역이고 $S_{i \cap j}$는 노드 i와 노드 j의 겹치는 커버리지이다. 그림 4는 ACA의 예를 보여준다.



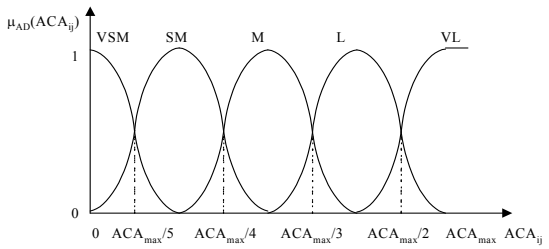
(그림 4) 노드 j의 ACA

ACA는 식 7과 같이 간략히 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} ACA_{ij} &= S_j - S_{i \cap j} \\ &= R_j \bullet W_{road} - (R_i - d_{ij}) \bullet W_{road} \\ &= (R_j - R_i + d_{ij}) \bullet W_{road} \end{aligned} \tag{7}$$

여기서 R_i와 R_j는 각각 노드 i와 노드 j의 전송 범위를 나타내고, W_{road}는 양방향 차선의 폭을 나타낸다.

(그림 5)의 소속 함수를 사용하여 현재 차량 간의 부수적 커버리지 지역 ACA_{ij}를 5개의 기본 퍼지 집합: VSM(very small), SM(small), M(medium), L(large), VL(very large)로 사상한다. 여기서 최대 부수적 커버리지 지역



(그림 5) 부수적 커버리지 지역에 따른 소속 함수

(표 1) 재방송 정도에 대한 제어 규칙

VD / AD	VSL	SL	M	F	VF
VSM	N	N	VL	L	M
SM	N	VL	L	M	H
M	VL	L	M	H	H
L	L	M	M	H	VH
VL	M	M	H	VH	VH

(input variable)
VD: VSL (very slow), SL (slow), M (meduim),
F (fast), VF (very fast)
AD: VSM (very small), SM (small), M (medium),
L (large), VL (very large)
(output variable)
rebroadcast degree: VH (very high), H (high),
M (medium), L (low), VL (very low), N (none)

$ACA_{\max} = R_j \bullet W_{road}$이다. 차량의 현재 속도와 차량 간 ACA를 고려한 재방송 정도에 대한 제어 규칙은 (표 1)과 같다.

차량 *j*가 차량 *i*로부터 경보 메시지를 받으면, 식 8과 식 9를 사용하여 재방송 확률과 대기시간을 각각 계산한다. 만일 수신 차량 *j*가 그 대기시간 이전에 동일한경보에 대한 중복 메시지를 받지 못했다면, 그 경보 메시지를 방송한다.

$$P_{i,j} = defuzzifier \\ (a linguistic variable for rebroadcast). \quad (8)$$

$$defuzzifier\left(\begin{Bmatrix} VH \\ H \\ M \\ L \\ VL \\ N \end{Bmatrix}\right) = \begin{Bmatrix} 0.8 \\ 0.65 \\ 0.5 \\ 0.35 \\ 0.2 \\ 0.0 \end{Bmatrix}$$

$$WT_{ij} = \left(1 - \frac{ACA_{ij}}{ACA_{\max}}\right) \times max\,WT. \quad (9)$$

여기서 maxWT는 VANET의 전송 지연을 고려한 최대 대기 시간을 나타낸다.

5. 성능 평가

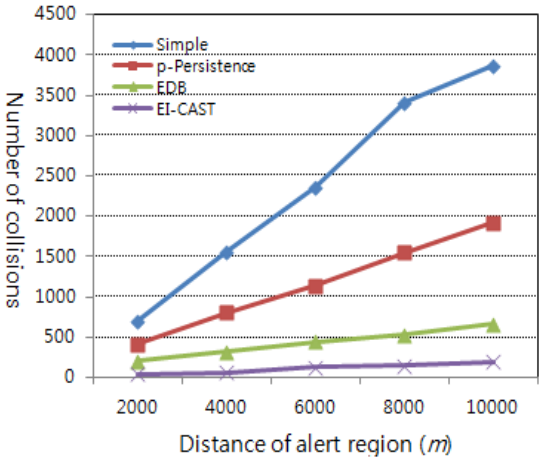
EI-CAST의 주요 목적은 경보 메시지를 수신한 차량들의 백분율을 의미하는 경보 메시지의 성공률을 향상시키는 것이며 또한, 대부분의 VANET의 경보 프로토콜에서 발생하는 방송 폭풍을 감소시키는 것을 목표로 한다. 본 실험 에서는 경보방송 프로토콜의 평가를 위하여 다음 3가지 척도를 사용한다.

- 충돌횟수: 모의실험 기간 동안에 발생한 경보 메시지 충돌횟수
- 성공률 : 경보 메시지를 수신한 차량들의 백분율
- 지연시간: 사고로부터 마지막 차량이 경보 메시지를 수신할 때 까지 발생한 지연시간

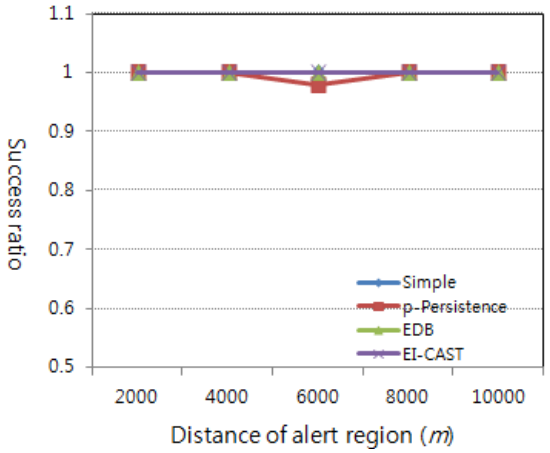
EI-CAST의 성능 평가를 위한 매개변수와 값은 (표 2)와 같다. 여기서, 경고 제공 조건에 대한 다른 실험 [9]에서는 공주시간으로 0.8-1.4 sec와 감속도로 4.0 m/s^{2}가 일반적으로 사용되고 있다. 따라서 공주시간과 감속도에 대한 매개변수 값으로 1.0 sec와 4.0 m/s^{2}을 설정한다. LCDAS(Lane Change Decision Aid Systems)[7]의 경우, 경고 요구사항으로 다음과 같은 3가지 TTC 임계값이 얻어

(표 2) 시뮬레이션 매개변수

매개변수	값
경보 지역 거리	2-10 km
전송범위 (*R*)	250 m
감속도 (α)	4.0 m/s^2
TTC 임계값 (δ_{TTC})	2 sec
공주시간 (*T*)	1 sec
트래픽 밀도	0-200 vehicles/km
최대 차량 속도	100 km
차선의 개수	왕복 2차선
왕복차선 폭 (W_{road})	8 m
p-Persistence에서 재방송 확률	0.5
전송지연	20 ms/hop
전송 대기시간	22 ms
최대 대기 시간	120 ms



(그림 6) 경보 지역 거리에 따른 충돌 횟수



(그림 7) 경보 지역 거리에 따른 성공률

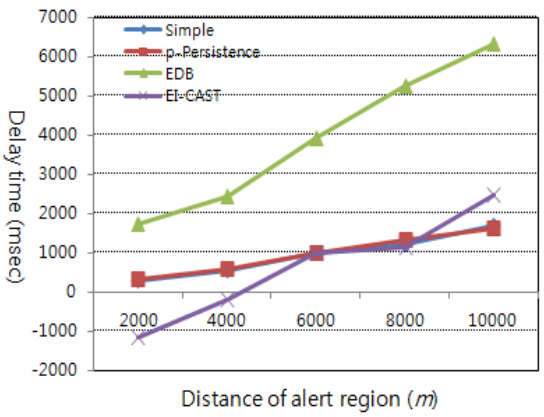
졌다. 충돌 회피를 위하여 요구되는 시간은 2초, 차선 변경 실행의 최소치는 6초, 차선 변경 취소의 최대치는 10초 등이다. 따라서 TTC 임계값을 2 sec로 설정한다. 그리고 왕복차선 폭은 국내 도로 규정에 따라 양방향 2차로 기준으로 8 m로 설정한다.

본 실험 에서는 MATLAB 7.0 [10]을 사용하여 EI-CAST의 성능을 평가한다. (그림 6)은 경고 지역의 거리에 따라 발생한 경보 메시지 충돌 횟수를 보여준다. 경보 메시지를 플로딩 하는 Simple 방송 방법이 가장 많은 충돌 횟수를 보였다. 반면에, EI-CAST의 경우 경보 메시지를 수신한 차량의 현재 속도와 송신 차량과 수신 차량 간의 부수적 커버리지 지역을 고려하여 다른 재방송 확률을 갖는 퍼지 제어 규칙을 사용하기 때문에 가장 낮은 충돌 횟수를 보였으며, 경보 전송거리 4 km이내 에서는 패킷 충돌 횟수가 기존 알고리즘에 비해 아주 적음을 확인할 수 있었다.

경보 메시지 분실은 낮은 성공률의 원인이 된다. (그림 7)은 경보 방송 방법별 성공률을 보여준다. 실험에서 경보 메시지를 수신한 노드가 그 경보 메시지를 재방송할 확률이 p-Persistence를 제외한 다른 알고리즘들은 모두 완벽한 성공률을 제공한다는 것을 확인할 수 있었다.

(그림 8)은 경보 지역 거리변화에 따른 메시지 전파 지연 시간을 보여준다. 여기서 다음 홉 이웃이 나타날 때까지 maxWT지연이 계속되기 때문에 EDB 알고리즘이 가장 많은 지연 시간을 보인다.

제안시스템 에서는 TTC 기반 조기 경보 시스템을 사용하기 때문에 경보 전송 거리가 4 km 이내의 차량들의



(그림 8) 경보 지역 거리에 따른 지연 시간

경우 사고발생 전에 경보 메시지를 수신할 수 있음을 확인할 수 있었다. 반면에 수신 노드가 속한 부수적 커버리지 지역의 퍼지 집합에 따라 다른 대기시간을 갖는 지연 프로토콜을 사용하기 때문에 경보 전송 거리가 멀어질수록 지연 시간이 증가하여 전송 거리가 가장 먼 10 km인 경우에 EI-CAST의 지연시간이 Simple과 p-Persistence에 비해 다소 길어짐을 알 수 있다. 따라서 빠른 경보 메시지를 전달하여 그 사고로 발생할 수 있는 추가 사고 발생을 예방해야 하는 인접 지역의 차량들에게 EI-CAST가 가장 빨리 경보 메시지를 전달할 수 있다는 것이 제안 시스템의 특징이라 할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 방송 폭풍 문제를 효율적으로 해결하기 위하여 EI-CAST를 제안하였다. EI-CAST에서는 경고 메시지의 긴급성을 보장하기 위하여 TTC 기반 조기 경보를 사용한다.

또한, 방송 폭풍 문제를 해결하기 위하여 경보 메시지를 수신한 차량은 그 차량의 현재 속도와 송-수신 차량 간의 부수적 커버리지 지역에 따르는 퍼지 제어 규칙에 따라 경보 메시지를 재방송하는 지능형 방송을 사용한다. 시뮬레이션을 통한 성능 평가 결과, EI-CAST의 성능이 기존의 방송 방법들에 비하여 성능 척도: 충돌횟수, 성공률, 지연시간 등 모든 면에서 우수한 성능을 보임을 확인할 수 있었으며 특히, 경보 전송 거리 4 km 이내의 차량들은 사고 발생 전에 경보 메시지를 수신할 수 있음을 확인할 수 있었다. 향후 연구과제는 다양한 매개변수 변화에 따른 성능 평가와 동일한 부수적 커버리지 지역에 속하는 차량들이 다른 방송 확률을 갖도록 페이딩 함수를 적용하여 EI-CAST의 성능을 개선하는 일이다.

참 고 문 헌

[1] K. Suriyapaiboonwattana, C. Pornavalai, “An Adaptive Alert Message Dissemination Protocol for VANET to Improve Road Safety,” FUZZ-IEEE 2009, pp. 1639-1644, 2009.

[2] N. Wisitpongphan et al., ″Broadcast Storm Mitigation Techniques in Vehicular Ad Hoc Networks,″ in IEEE Wireless Communication, pp. 84-94, 2007.

[3] O. Tonguz et al., ″Broadcasting in Vanet,″ in Proc. ACM VANET, pp. 1-6, 2007.

[4] O. Tonguz et al., “On the Broadcast Storm Problem in Ad hoc Wireless Networks,” 3rd International Conference on Broadband Communications, Networks and Systems, pp. 1-11, 2006.

[5] T. Hiraoka et al., ″Collision Risk Evaluation Index Based on Deceleration for Collision Avoidance (First Report),″ Review of Automotive Engineering, Vol. 30, No.4, pp. 429-437, 2009.

[6] Y. Takatori and T. Hasegawa, ″Stand-Alone Collison Warning Systems Based on Information from On-Board Sensors,″ IATSS Research, Vol. 30, No. 2, pp. 39-47, 2006.

[7] T. Wakasugi, “A Study on Warning Timing for Lane Change Decision Aid Systems based on Driver’s Lane Change Maneuver,” Japan Automobile Research Institute, pp. 05-0290

[8] Wu Xue-wen et al., “A Transmission Range Adaptive Broadcast Algorithm for Vehicular Ad Hoc Networks,” Proceedings of the 2010 Second International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing, pp. 28-32, 2010.

[9] T. Hiraoka et al., ″Collision Risk Evaluation Index Based on Deceleration for Collision Avoidance (Second Report),″ Review of Automotive Engineering, Vol. 30, No. 4, pp.439-447, 2009.

[10] M. G. Kay, Basic Concepts in Matlab, Dept. of Industrial and System Engineering, North Carolina tate University, http://www.ise.ncsu.edu/kay/Basic_Concepts_in_Matlab.pdf

[11] 이영하, 김성태, 신판섭, 김국보, “차량 네트워크용 조기 경보 기반 지능형 경보 메시지 전달 알고리즘,” 한국인터넷정보학회 하계학술발표대회 논문집, 제 12권 1호, pp. 89-90, 2011.

[12] 이영하, 김성태, 손방용, 김국보, “차량 네트워크에서 효율적인 경보 메시지 전달을 위한 지능형 방송 알고리즘,” 한국인터넷정보학회 추계학술발표대회 논문집, 제 12권 2호, pp. 51-52, 2011.

◐ 저 자 소 개 ◑

이 영 하

1984년 경남대학교 컴퓨터공학과 학사졸업
1992년 경남대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업
2012년~현재 대진대학교 컴퓨터공학 박사 과정
1984년~1992년 (주)고려전산 대표이사
1994년~2006년 (주)포네트 대표이사
관심분야 : 소프트웨어공학, 시스템 분석 및 설계, 모바일 웹 기술
E-mail : lyh5430@paran.com

김 성 태

2011년 대진대학교 컴퓨터공학과 졸업
2011년~현재 대진대학교 컴퓨터공학과 석사과정
관심분야 : 소프트웨어공학, 시스템 분석 및 설계, 모바일 웹 기술
E-mail : kstlove123@daejin.ac.kr

김 국 보

1984년 서울과학기술대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
1986년 연세대학교 공학대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)
1997년 대구가톨릭대학교 전산통계학과 졸업(박사)
1988년~1990년 해군 중앙전산소장
1990년~1993년 부경대학교 교수
1993년~현재 대진대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 소프트웨어공학, 시스템 분석 및 설계, e-Biz 시스템
E-mail : kgb@daejin.ac.kr