

VANET에서의 효율적인 긴급 메시지 전송 기법

An Effective Emergency Message Delivery Mechanism for VANET

황 정 희* 최 중 원**
(Jeong-Hee Hwang) (Jong-Won Choe)

요 약

VANET(Vehicular Ad Hoc Network)은 MANET(Mobile Ad Hoc Network)의 일종으로 인프라 없이 차량간 통신을 주목적으로 한다. VANET은 도로 상황정보를 기반으로 안전 운전 경고 서비스를 제공할 수 있고, 이를 통해 운전자는 안전 운전을 할 수 있다. VANET에서의 긴급 메시지 전송은 일반적으로 브로드캐스트 방법을 사용하여 일정한 범위에 있는 차량들을 대상으로 이루어진다. 그러나 일정 범위에 있는 차량들에게 브로드캐스트 메시지를 전송하게 되면 메시지 간의 충돌이 발생하여 전송 지연이 증가한다. 본 논문에서는 메시지 간의 충돌을 줄이기 위해 테이블 기반 방식을 이용한 브로드캐스트 방법을 제안한다. 메시지 성공률을 기반으로 메시지를 전송하게 될 경우 기존 방법에서의 메시지 충돌로 인한 재전송을 줄여 메시지 수신 지연 시간이 줄어든다.

Abstract

VANETs can provide traffic warning service to help drivers drive safely based on the information of the traffic condition. The driver can drive safely through the warning service information provided by the VANET and know the traffic condition exactly more than through only the sight of driver. In this paper we suggest a new mechanism of updating the table to broadcast the message more rapidly based on the table driven method as the way of sending the emergency message in the VANETs. When updating the table, nodes send only based on the message transmission success rate. In the result of simulation we could find that the suggested mechanism would reduce the delay time of the emergency message broadcast compared to the existing mechanism..

Key words : emergency message, delivery time, table driven transform, VANET communication, delay time

I. 서 론

차량 운전자들의 수가 증가하면서 도로에서는 잦은 충돌 사고가 일어난다. 이런 충돌 사고는 운전자의 컨디션이나 시야 확보가 되지 않은 상황에서 발생하게 되며, 충돌 사고를 인식하지 못한 운전자들로 인한

연쇄 충돌 사고가 일어날 가능성이 커질 수 있다. 충돌 사고로 인해 도로의 상황을 운전자들에게 알려주기 위한 응급 메시지 기술이 개발되고 있다.

VANET(Vehicular Ad Hoc Network)은 무선 네트워크 기술을 통합하여 차량 간 무선 통신을 가능하도록 하는 새로운 기술로써 지능형 교통 시스템

* 주저자 : 숙명여자대학교 컴퓨터과학과 석사

** 공저자 및 교신저자 : 숙명여자대학교 컴퓨터과학과 교수

† 논문접수일 : 2012년 4월 10일

† 논문심사일 : 2012년 8월 2일

† 게재확정일 : 2012년 8월 12일

(ITS: Intelligent Transportation System) 이 가능할 수 있도록 하며, IVC (Inter-vehicular Communications) 또는 V2V(Vehicular to Vehicular Communication) 이라고 한다[1, 2].

또한, VANET은 차량과 IT 기술을 접목한 것으로 최근 텔레매틱스/ITS에서 차량 및 운전자의 안전과 교통 흐름 개선을 위한 기술로 주목 받고 있다. 이러한 이유로 여러 나라에서는 차량과 관련된 다양한 프로젝트가 활발히 진행 중에 있으며 표준화를 통해 기술 개발을 하고 있다. 그리고 세계 여러 나라의 다양한 자동차 회사들이 연구에 참여해 상용화를 위한 기술 개발에 참여하고 있다[3].

VANET은 MANET(Mobile Ad Hoc Network)의 한 분야이며, 차량의 응급한 상황에 대한 메시지를 후위 차량(노드)들에게 전송하고, 더불어 주변 환경의 상황을 인식하거나 인터넷 서비스를 지원하기도 한다. VANET에서 가능한 통신 방식은 차량과 차량 사이의 통신(V2V) 또는 차량과 외부 인터넷의 통신(V2R)로 나눌 수 있다[4].

VANET에서 응급 메시지는 일정 범위에 있는 모든 노드에게 메시지를 전달하는 것이 일반적이며, 브로드캐스트를 이용하여 메시지를 전달한다. 그러나 브로드캐스트를 사용하여 메시지를 전달할 경우 메시지 간에 충돌이 일어나 지연시간이 발생하게 된다[5].

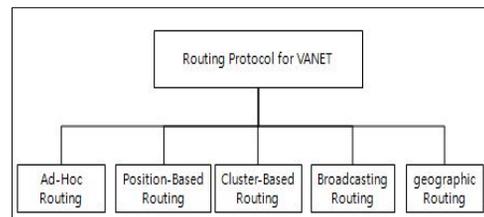
본 논문에서는 테이블 기반 방식을 이용하여 메시지를 브로드캐스트하고 테이블 갱신을 메시지 전송 성공률을 이용하여 갱신하는 방법을 제안한다. 기존의 테이블에 메시지 전송 성공률을 추가하여 브로드캐스트 메시지에 전송 성공률을 포함하여 이웃 노드에게 전송하여 이웃 노드들이 자신의 테이블을 갱신하도록 한다. 이 제안 방법을 사용하면 거리가 멀지만 메시지 전송 성공률이 클 경우 테이블 갱신을 메시지 전송 성공률로 한다면 멀리 있는 노드에게 짧은 지연시간으로 메시지를 더 빠르게 메시지를 전송할 수 있다.

본 논문은 다음의 순서로 구성되어 있다. 2절에서는 관련 연구에 대해 살펴보고, 3절에서는 본 논문에서 제시하는 테이블 기반 방식을 제시한다. 4절에서는 제시한 테이블 기반 방식을 사용해 실험한 후 그

결과를 분석한다. 5절에서는 결론을 정리한다.

II. 관련 연구

VANET에서 사용하는 라우팅 프로토콜은 크게 <그림 1>과 같이 애드 혹(ad hoc) 라우팅 프로토콜, 위치-기반(position-based) 라우팅 프로토콜, 클러스터-기반(cluster-based) 라우팅 프로토콜, 브로드캐스트(broadcast) 라우팅 프로토콜, 지오캐스트(geocast) 라우팅 프로토콜로 나눌 수 있다[1, 3].

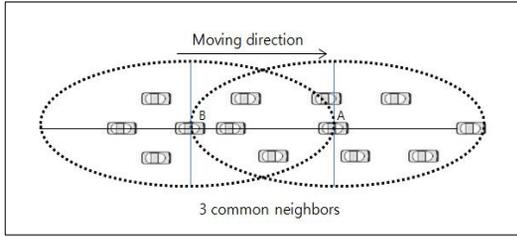


<그림 1> VANET의 5가지 라우팅 프로토콜
<Fig. 1> VANET Routing Protocol

차량 간 브로드캐스트 통신 방식은 안전 서비스의 특징에 따라 다음과 같은 두 가지 유형으로 분류할 수 있다. 주기적 브로드캐스트(Periodic Broadcast)와 이벤트 기반 브로드캐스트(Event_driven Broadcast)로 분류할 수 있으며, 주기적 브로드캐스트는 자신의 상태 정보를 포함한 안전 메시지를 주기적으로 인접차량들에게 전달하는 방식이다. 이벤트 기반 브로드캐스트는 위험 상황을 발생 시 사고예방 및 경고를 목적으로 하는 안전메시지를 주변 차량에게 전달하는 방식이다[6, 7].

1. LCN(Least Common Neighbor)

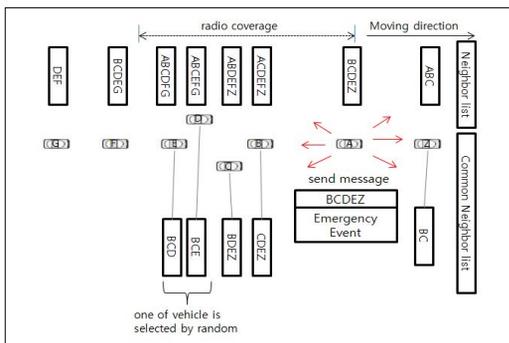
LCN[8]은 차량 간 애드 혹 통신에서 브로드캐스팅 전송을 위한 플러딩의 한 방법이다. 차량마다 이웃 차량의 리스트들을 가지고 있으며, <그림 2>와 같이 다음 홉을 결정할 때 최소의 공유 이웃 리스트들을 가진 차량이 재방송 노드로 선택 된다. 플러딩 할 때에 오버헤드를 줄여줌으로써 빠르게 데이터를 후방으로 전송할 수 있는 프로토콜이다.



〈그림 2〉 고유노드 설정
 〈Fig. 2〉 Set a unique node

〈그림 3〉는 LCN의 동작과정으로 LCN 프로토콜은 스스로 결정하는 선택 전략을 사용하고 있으며, 긴급 메시지를 전송해야 하는 차량은 이웃차량 리스트를 보고 판단하여 충돌 경고를 보낸다. 이웃 리스트를 비교하여 공유 이웃을 가장 최소로 가진 차량을 찾고 이 공유 이웃을 재방송 노드로 선택한다. 각 차량은 자신의 이웃 차량의 리스트를 감청하거나 헬로우 브로드캐스팅을 통해 관리한다.

긴급 메시지를 전송해야 하는 차량은 이웃차량 리스트를 따라 충돌 경고를 보낸다. 각 차량은 자신의 이웃 리스트와 충돌 경고에 포함되어 있는 메시지의 이웃리스트를 비교하여 공유 이웃을 파악하고 최소의 공유 이웃을 가진 차량은 재방송을 한다. 공유 노드의 수는 두 노드 사이의 거리를 변경함으로써 이루어진다.



〈그림 3〉 LCN 동작과정
 〈Fig. 3〉 LCN course of action

2. NB(Naive Broadcast)

NB[9]는 메시지 충돌을 피하기 위해 제안된 방법

으로 기본적인 패킷 라우팅 방법이다. 사고가 일어난 차량은 이웃 차량에게 브로드캐스트 메시지를 전달한다. 브로드캐스트 메시지를 전달 받은 이웃 차량은 해당 메시지를 이웃 차량에게 전달한다. NB는 차량의 이동방향과 메시지의 수신 방향을 고려한다. 차량의 이동방향과 동일한 방향에서 전달받은 메시지는 이웃차량에게 전달하고, 차량의 이동방향과 동일하지 않은 방향에서 전달받은 메시지는 이웃 차량에게 전달하지 않는다. 차량의 이동방향에 맞는 메시지를 수신하게 된다.

3. LPG(Local Peer Group)

LPG[10,11]는 기존 그룹 기반 지역 구조에서 최선형 브로드캐스트로 보낼 때 차량 안전통신 요구사항을 제공할 수 없으나 지역그룹은 그룹 내에서 매우 빠른 안전 관련 메시지의 전송과 중지가 가능하다.

도로상에서 차량들을 분할하기 위해 그룹 위치들을 미리 지정하고, 그룹을 미리 정의하거나, 잠재적으로 이웃하는 차량들의 무선 범위기반에서 차량의 그룹을 조정한다. 만약 도로상의 문제나 사고 발생 시 그룹 내에서 빠른 메시지 전송과 중지를 하며, 다른 그룹으로의 전송 또한 빠르게 이루어진다. 이 프로토콜은 지역그룹 내에서 매우 빠른 안전 메시지 전송이 가능하나 LPG의 크기와 성능 분석, 그룹 내부를 중계하기 위한 차량 선정이 힘들다.

4. DDT(Distance Defer Transmission)

DDT[12]는 주기적인 위치정보 교환의 필요성을 제거한 정보전달 방법이다. 자신의 위치 정보 값을 메시지에 포함시켜 전송함으로써 자신과의 거리 정보를 수신한 차량에서 각자 모니터링하고 송신 차량과 거리에 반비례하는 대기 시간 후 메시지를 재전송하는 방식을 취한다. 다시 말해서 송신 차량과 거리가 먼 차량일수록 짧은 대기시간을 갖게 한다. 이때 전 방향으로 효과적으로 전달되기 위해서 송신 차량과 재송신 차량 사이에 위치한 차량과 그 주변에 위치한 차량들은 수신 가능한 메시지들을 계속 모니터링 하여 자신이 재전송할 필요성이 있

는지, 주변 노드의 전송 범위를 고려하여 결정한다.

5. TRADE(TRAcking DEtection)

TRADE[12]는 차량 간 통신을 하기 위해 이웃 차량의 위치정보를 이용한다. 자신의 통신 반경 범위에 있는 차량들과 주기적인 위치정보 교환을 통해 같은 도로를 달리지 않는 차량, 같은 도로를 달리고 있으면서 자신의 앞에 있는 차량, 같은 도로를 달리고 있으면서 자신의 뒤에 있는 차량 이렇게 세 가지로 이웃 차량을 구분해 놓는다. 그 후 자신의 앞 방향과 뒤 방향에 대해 각각 가장 멀리 있는 두 차량을 경계선(border) 차량으로 설정하고 이 차량의 ID를 포함한 메시지를 브로드캐스트한다. 선택된 차량을 제외한 모든 차량은 메시지를 듣기만 하고 선택된 경계선 차량만 메시지를 다시 브로드캐스트하여 정보를 효과적으로 전파한다.

TRADE를 사용할 경우 대역폭을 효율적으로 사용하여 성능을 향상시킬 수 있는데 이는 메시지를 재전송 하는데 더 적은 수의 차량을 사용하기 때문이다. 그러나 매혹마다 메시지를 전송하기 위한 노드를 선정해야 하는 작업이 필요하므로 라우팅 오버헤드가 존재한다.

III. 제안기법

본 논문에서 제안한 기법은 테이블 기반으로 메시지를 전송하는 기법을 제안한다. 테이블 기반 방식은 각 노드로부터 망 내의 모든 다른 노드의 최근 라우팅 정보를 관리한다. 이 프로토콜은 각 노드가 라우팅 정보를 저장하기 위하여 하나 또는 그 이상의 테이블을 가지고 있고, 일관된 정보를 유지하기 위하여 전체 망에 테이블 정보를 갱신하기 위하여 주기적인 통신을 한다.

도로에서 연관성이 없는 차량들 사이의 브로드캐스트 메시지 정보를 기반으로 테이블을 만들고 차량들의 변경된 위치를 주기적으로 갱신하여 테이블을 유지한다면 응급상황에서 보다 빠른 메시지 전송이 가능하다.

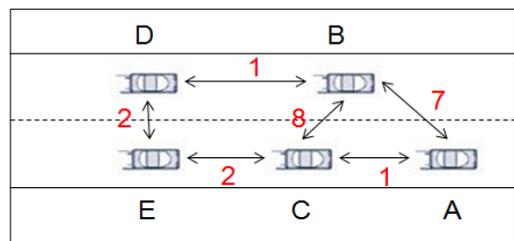
테이블 기반방식은 브로드캐스트 메시지를 이용하여 주기적으로 이웃 노드에게 자신의 라이팅 테이블을 전달하여 라우팅 정보와 위치 정보가 유지될 수 있도록 하며, 요구 기반 방식은 라이팅 테이블을 사용하지 않고 브로드캐스트 메시지를 이용하여 메시지를 전송하는 방식이다.

테이블 기반 방식에서 테이블을 유지하기 위해 주기적으로 메시지에 (Destination, Next_Hop, Sequence_Number)이 포함되어 전송되며 이 정보를 기반으로 테이블이 갱신된다. 기존의 테이블 기반은 거리를 기반으로 가장 가까이에 있는 차량에게 메시지를 전송하게 되며, 가까이에 있는 차량을 기반으로 테이블을 갱신한다.

<그림 4>는 차량 간의 거리 정보를 보여주고 있으며, 이를 기반으로 한 초기 거리 정보는 <표 1>와 같은 형태로 생성되고 브로드캐스트 메시지를 통한 주기적인 통신으로 <표 2>와 같은 형태의 테이블이 각 노드에 유지된다.

<표 1>은 인접 노드의 거리를 나타낸 것으로 한번의 브로드캐스트 메시지 송수신한 경우이고, <표 2>는 노드들 간에 여러 번의 브로드캐스트 메시지를 전송하면서 수렴된 최신의 거리 정보이다.

기존 테이블 기반 방식은 전송 지연시간을 고려하지 않아 메시지 전송 시간이 오래 걸릴 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 거리가 아닌 메시지의 전송 성공률을 나타내는 Receive_Hop을 기반으로 테이블을 갱신하는 방법을 제안한다. 거리뿐만 아니라 Receive_Hop을 기반으로 테이블을 갱신한다면 먼 거리에 있어



<그림 4> 기존의 테이블 갱신 방식을 위한 차량(노드) 간의 거리
<Fig. 4> Renewal of an existing table vehicles (nodes)

〈표 1〉 기존 초기 테이블 정보
 〈Table 1〉 The initial table information

거리	A	B	C	D	E
A	0	7	1	~	~
B	7	0	8	1	~
C	1	8	0	~	~
D	~	1	~	0	2
E	~	~	2	2	0

〈표 2〉 기존 브로드캐스트 메시지 전송 후 테이블 정보
 〈Table 2〉 Information table after the Broadcast Message

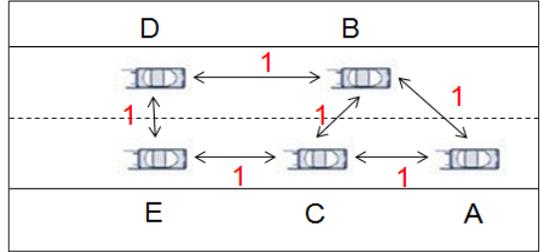
거리	A	B	C	D	E
A	0	6	1	5	3
B	6	0	5	1	3
C	1	5	0	4	2
D	5	1	4	0	2
E	3	3	2	2	0

도 전송 성공률이 높은 차량을 선택하여 더 빠르고 신속하게 브로드캐스트 메시지를 전송할 수 있다.

기존의 테이블에 전송 성공률을 포함하기 위해 Receive_Hop을 추가하여 (Destination, Next_Hop, Receive_Hop, Sequence_Number)으로 테이블을 유지한다. Receive_Hop을 기반으로 전송 성공률이 더 높은 것을 선택하여 테이블을 갱신하게 되며, 거리가 멀더라도 Receive_Hop이 낮다면 기존의 테이블 기반 방식보다 더 신속하게 전송할 수 있다.

아래 <그림 5>에서는 메시지 전송 성공률을 표현하고 있다. A 차량에서 사고가 발생하게 되어 후위 차량에게 메시지를 전송한다고 가정하면, 기존의 방식에서 B차량으로 메시지 전송을 하게 될 경우, 거리를 기반으로 전송을 하기 때문에 B차량이 메시지를 수신하기 위해서는 A->C->E->D를 거쳐야만 브로드캐스트 메시지를 전송 받을 수 있게 된다.

그러나 메시지 전송 성공률을 기반으로 전송하게 된다면 B차량은 A차량으로부터 바로 브로드캐스트 메시지를 전송받을 수 있고, B차량의 주위에 있는 차량에게 더 신속하게 브로드캐스트 메시지를 전송할 수 있다. 따라서, 메시지 전송 성공률을



〈그림 5〉 제안 기법의 테이블을 갱신하는 전송 성공률
 〈Fig. 5〉 transmission success rate updating the table of proposed method

```

/* Wireless Message arrives at a vehicle */
If (this send message address is for itself) {
    table_value is not updated;
}
/* message address is not for itself */
Else (this send message is not for itself){
    if(this receive message address is not for itself and
    table_value is not zero)
    {
        receive_hop = receive message/send message;
        //table_value update
        table_value =1/receive_hop + table_value;
    }
    else {
        table_value is not updated;
    }
}
    
```

〈그림 6〉 제안 기법의 의사 코드
 〈Fig. 6〉 pseudo code of the proposed mechanism

기반으로 테이블을 갱신하게 되면 전체 노드에 메시지를 전송하는데 있어 지연시간을 줄일 수 있다.

다음 <그림 6>은 제안 기법의 의사코드이며, 메시지 전송 성공률을 이용하여 테이블을 갱신하는 방법을 보이고 있다. 전송 받은 메시지가 자신에게 보낸 것이 아니고 테이블의 값이 0이 아닌 경우 메시지 전송 성공률을 계산하여 테이블을 갱신한다.

IV. 제안기법에 대한 성능평가

본 절에서는 본 논문에서 제시한 효율적인 긴급

메시지 전송 기법에 대한 성능비교를 기술한다.

1. 실험 환경

성능비교를 위해 네트워크 시뮬레이터인 ns-2를 사용하였다. 본 논문에서는 2차선과 4차선 도로의 환경에서 차량이 지나가는 경우의 메시지 전송에 대하여 실험을 하였다. 2차선의 경우 사고 난 하나의 차선을 제외한 나머지 차선을 이용할 수 있기 때문에 차선 변경을 위한 메시지 전송이 가능하며, 후위 차량은 사고가 난 메시지를 수신 받으면 사고가 났다는 것을 인식할 수 있다. 2차선의 실험을 기반으로 4차선으로의 실험을 진행하였으며, 4차선에서는 2차선보다 차량의 수가 증가시켜 실험을 진행했다.

시뮬레이션 범위는 가로 1km, 세로 10m ~ 20m의 도로로 하였으며 2개의 차선과 4개의 차선을 만들었다. 차량의 간격은 5m로 배치하였으며 차량은 같은 방향으로 진행하고 속도는 시속 60Km로 하고 시뮬레이션 시간은 20초로 실행하였다. 메시지 전송 간격은 0.30 sec로 간격을 두어 전송을 하였고 최소 메시지 전송크기는 20bytes로 최대 전송 메시지는 10000 bytes로 제한하였다. 라우팅 프로토콜은 DSDV와 AODV를 기반으로 실험을 하였다. 구체적인 성능 평가를 위한 실험 환경은 <표 3>과 같다.

<표 3> 성능평가 실험 환경
(Table 3) Experimental environment

실험환경조건	실험설정
노드수(차량 수)	4대~80대
노드(차량 간격)	5m
시뮬레이션범위	1km * 10m ~ 1km * 20m
차량운행방향	동일한 방향으로 진행
차량 속도	60km/h
시뮬레이션시간	20초
전달메시지크기	20bytes
메시지전송간격	0.30 sec

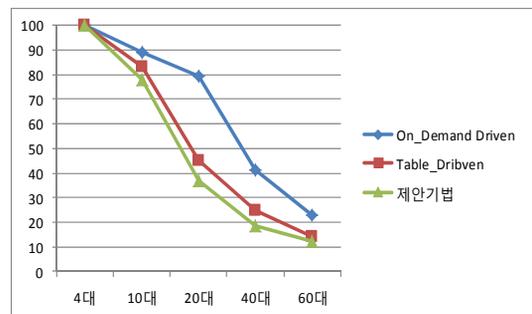
2. 실험 결과

실험은 크게 두 가지 상황으로 나누어서 진행하였고, 한 가지는 2차선에서 차량이 이동하는 경우

이고 다른 하나는 4차선에서 차량이 이동하는 경우이다. 각 경우별로 요구 기반 방식과 테이블 기반을 변형한 방식으로 메시지를 브로드캐스트하고 테이블을 갱신하는 방식을 적용하여 실험을 하였다. 차량 수를 변화시켜 차량의 수에 따른 메시지의 전송률과 지연시간을 비교하였다.

1) 2차선

2차선에서 응급 메시지를 브로드캐스트하여 전송하였을 경우 차량의 수를 변화시키면서 요구 기반 방식과 테이블 기반을 변형한 Receive_Hop으로 테이블을 갱신하는 방식을 이용하여 메시지의 전송률을 비교하였다. <그림 6>은 2차선에서 긴급 상황을 감지한 차량의 무선 충돌 경고 메시지를 보내기 시작하여 해당 메시지가 차선의 가장 끝에 있는 차량에 전달 될 때까지의 수신율이다. 응급상황에서 발생한 메시지를 보내는 소스 노드는 1번 노드로 가정하고 실험을 하였다. 차량의 수는 4대, 10대, 20대, 40대, 60대로 증가시켜서 실험을 하였으며 노드의 이동방향은 모두 동일한 방향으로 가정하였다.

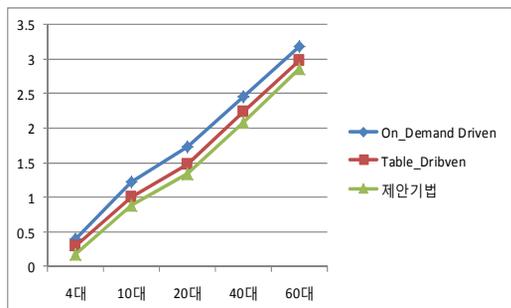


<그림 7> 2차선에서의 요구 기반 방식과 테이블 기반 방식, 제안기법의 메시지 수신율

<Fig. 7> On_demand-based approach in a two-lane and table-based approach, the proposed scheme of message reception

<그림 7>은 이 차선에서 차량의 수를 증가시켜가며 메시지의 수신율을 비교한 결과이다. 그래프를 보면 요구 기반 방식이 제안 기법보다 더 많은 수신율을 보였다. 메시지 전송 성공률을 기반으로 테이블을 갱신하면서 생기는 전송 회수의 증가로

인해 제안한 방식의 전송률 기존의 요구 기반 방식 보다 수신율이 약간 낮게 나타났다.



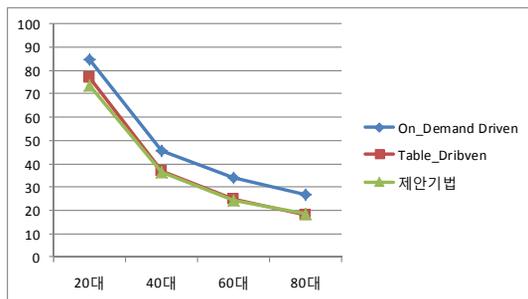
〈그림 8〉 2차선에서의 요구 기반 방식과 테이블 기반, 제안 기법의 메시지 지연시간
 〈Fig. 8〉 Two lanes and a table-based on the on_demand-based approach, the message delay of the proposed method

〈그림 8〉은 긴급 상황을 감지한 차량의 무선 충돌 경고 메시지를 보내기 시작하여 해당 메시지가 차선의 가장 끝에 있는 차량에게 전달되는데 걸리는 평균 지연시간을 비교한 결과이다. 그래프를 보면 요구 기반 방식보다 제안한 테이블 기반 변형 방식에서의 지연시간이 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 지연시간은 짧게는 0.004초의 차이를 보였고 길게는 0.7초 정도의 지연시간을 가지고 있었다. 이는 메시지 전송 성공률을 기반으로 테이블을 갱신하여 가장 짧은 시간을 가지고 있는 차량에게 메시지를 전송하기 때문에 지연시간이 짧은 것으로 보인다.

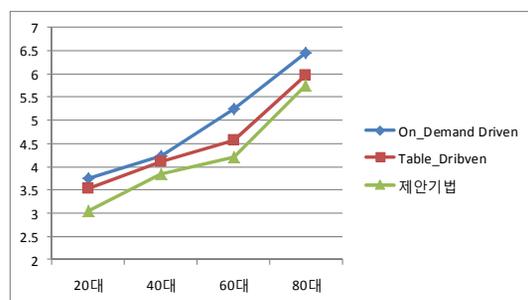
2) 4차선

4차선에서도 역시 2차선에서 적용한 방법을 기반으로 실험을 하였다. 4차선에서 이동의 방향은 모두 동일하며 차량의 수는 2차선보다 더 많은 차량으로 실험을 하였다. 차량의 수는 20대, 40대, 60대, 80대로 증가하여 실험을 하였으며 응급메시지의 소스 노드는 역시 1번 노드로 가정하였다.

〈그림 10〉은 4차선에서의 요구 기반 방식과 테이블 기반 방식을 변형한 방식의 메시지 수신율이 2차선보다 차량의 수가 증가하여 차량이 증가



〈그림 9〉 4차선에서의 요구 기반 방식과 테이블 기반, 제안 기법의 메시지 수신율
 〈Fig. 9〉 On_demand-based approach in a four-lane and table-based approach, the proposed scheme of message reception



〈그림 10〉 4차선에서의 요구 기반 방식과 테이블 기반, 제안 기법의 메시지 지연시간
 〈Fig. 10〉 Four lanes and a table-based on the on_demand-based approach, the message delay of the proposed method

할수록 수신율이 약간씩 더 떨어지고 있는 것을 확인할 수 있다. 4차선에서도 제안한 방식보다 기존의 요구 기반 방식이 평균 9%의 수신율의 차이가 보였으며, 차량의 수를 증가하더라도 제안한 기법보다 수신율이 조금 더 높게 나타났다. 이는 메시지 전송 성공률을 기반으로 테이블을 갱신하면서 생기는 전송 회수의 증가로 인해 제안한 방식의 전송률 기존의 요구 기반 방식보다 수신율이 약간 낮게 나타났다.

〈그림 10〉은 4차선에서 요구 기반 방식보다 제안한 테이블 기반 변형한 방식에서의 지연시간이 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 적게는 0.2초에서 많게는 1.0초 정도의 차이를 보이고 있으며 차량이 증가하면서 메시지 지연시간이 증가를 하였다. 이

는 메시지 전송 성공률을 기반으로 테이블을 갱신하여 가장 짧은 시간을 가지고 있는 차량에게 메시지를 전송하기 때문에 요구 기반 방식보다 지연시간이 짧은 것으로 보인다.

실험 결과 제안한 테이블 기반 방식을 변형하여 메시지 전송 성공률로 테이블을 갱신하는 방법을 사용하였을 경우 메시지의 전송 회수를 기반으로 테이블을 갱신하기 때문에 메시지의 전송 회수가 증가할수록 전송률이 떨어지기 때문에 요구 기반 방식보다 수신율이 다소 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 긴급 상황에 처한 노드에서 가장 뒤쪽에 있는 노드에게로 긴급 상황을 알리는 메시지를 보내는데 걸리는 평균 지연시간을 시뮬레이션 해 본 결과 테이블 기반 방식을 변형하여 메시지를 전송하면 전송 성공률이 높은 노드를 선택할 수 있기 때문에 요구 기반 방식보다 지연시간이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 고속의 차량들이 안전거리를 지키지 않고 차량 사이의 거리를 좁게 유지하여 달리고 있지 않다면 운전자의 시야에만 의존하는 경우보다 제안된 방식의 메시지 전달방법을 사용하면 더 적은 지연시간으로 신속하게 차량들에게 메시지를 전달할 수 있다.

V. 결 론

VANET에서는 요구 기반 방식과 테이블 기반 방식으로 메시지를 브로드캐스트하게 된다. 요구 기반 방식을 사용할 경우, 모든 노드들에게 메시지를 전송하고 메시지를 수신한 노드들이 다시 메시지를 모든 노드들에게 포워딩하기 때문에 메시지의 수신율은 안정적이다. 그러나 모든 노드들이 메시지를 전송하게 되면 메시지 충돌이 일어나 메시지를 전송하는데 있어 지연시간이 생기게 된다. 테이블 기반 방식은 연계성이 없는 차량들 사이에서 지속적인 통신으로 라우팅 테이블을 만들어 긴급 메시지 전송 시 거리를 확인하여 가장 가까이에 있는 노드만 수신하도록 브로드캐스트 메시지를 전송한다. 그러나 거리를 기반으로 메시지를 전송하게 될 경우 네트워크 상황에 따라 메시지를 전송 받지 못하

는 경우가 있다. 이런 경우를 고려하여 테이블을 갱신할 때 거리가 아닌 메시지 전송 성공률을 기반으로 테이블을 갱신하는 방법을 제안하였다.

제안한 방법에서 메시지 전송 성공률로 테이블을 갱신하게 되면 거리가 멀더라도 메시지 전송 성공률이 높다면 더 빠르게 메시지를 전송할 수 있다고 판단하여 테이블을 갱신하는데 메시지 전송 성공률을 사용하였다. 제안한 테이블 갱신 방법은 노드가 증가함에 따라 메시지 전송 회수의 증가로 수신율에서는 약간 낮지만, 메시지 평균 지연시간에 있어서는 더 적은 지연시간을 가지고 있었다. 이는 메시지 전송 성공률을 기반으로 테이블을 갱신하여 가장 짧은 시간을 가지고 있는 차량에게 메시지를 전송하기 때문에 요구 기반 방식보다 지연시간이 짧다.

본 논문에서 고려한 상황은 단방향으로 2차선과 4차선을 고려하였다. 이러한 환경은 고속도로의 양방향 차선에서 서로 다른 방향의 차량에는 메시지를 전송하지 않는다는 것을 기반으로 실험을 한 것이다. 그러나 도로의 교통 상황은 여러 경우가 있으며 현실의 교통 상황 또한 다양하기 때문에 다양한 교통 환경과 도로 형태에 대하여 제안된 방식의 연구 할 필요가 있다. 또한 도로의 모양이 직선만 있는 것이 아니기 때문에 도로의 모양에 대한 연구가 필요하다. 또한 긴급 메시지를 전송하고 전송받는데 있어 짧은 시간에 메시지를 전송받는 것이 가장 중요한 것이기 때문에 시간을 단축할 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Fan Li and Yu Wang. "Routing in Vehicular Ad Hoc Network : A Survey", IEEE Vehicular Technology Magazine, Vol 2, Issue 2, pp. 12-22, Jun. 2007.
- [2] Jun Luo, Jean-Pierre Hubaux. "A Survey of Inter-vehicle communication", Technical report IC. pp. 1-12, 2004.
- [3] 이상선. "VANET(Vehicle Ad Hoc Network) 환경에서의 라우팅 기술 및 서비스 개발 동향", 한국

- 정보과학회 정보통신소사이어티 정보통신기술, Vol.22, No.1 2008.
- [4] 유현, 안상현, 임유진. “VANET 환경에서 차량 간 신뢰적인 패킷 전달 기법”, 한국인터넷정보학회 2008 춘계학술발표대회 논문집 제 9권 제1호, 2008. 11.
- [5] 유석대, 조기환. “차량동위그룹을 이용한 차량 간 긴급 메시지 전파 방법”, 정보과학회논문지 “정보통신 제 34권 제 5호. pp. 340-347, 2007. 10.
- [6] Marc Torrent Moreno, “Inter-Vehicle Communications : Achieving Safety in a Distributed Wireless Environment: Challenges, Systems and Protocols”, Dissertation, University Karlsruhe, Jul. 2007.
- [7] Bai, F., Krishnan, H., Sadekar, V., Holland, G., and ElBatt, T. “Towards Characterizing and Classifying Communications-based Automotive Applications from a Wireless Networking Perspective”, IEEE workshop on Automotive Networking and Applications Vehicular Technology, in conjunction with Globecom, Session1, Dec. 2006.
- [8] Sukdea Yu and Gihwan Cho, “A Selective Flooding Method for Propagating Emergency Message in Vehicle Safety Communications,”, Proceeding of the 2006 International Conference on Hybrid Information Technology-Vol. 2, pp 556-561, 2006.
- [9] S. Biswas, R. Tatchikou, F. Dion. “Vehicle-to-Vehicle Wireless Communication Protocols for Enhancing Highway Traffic Safety”, IEEE Communications Magazine, Vol.44, Issue 1, pp.74-82. Jan. 2006.
- [10] Wai Chen, Jasmine Chennikara-Varghese, and John Lee ‘Dynamic Local Peer Group Organizations for Vehicle Communications’, Mobile and Ubiquitous Systems, pp. 1-8, Jul. 2006.
- [11] 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, Apr. 2005.
- [12] M. Sun et al “GPS-Based Message Broadcast for Adaptive Inter-Vehicle Communications”, Proc. of IEEE VTC 2000, Vol. 6, pp. 2685-2692, Sep. 2000.

저자소개



황 정 희 (Hwang, Jeong-Hee)

2010년 3월 ~ 2012년 2월 : 숙명여자대학교 이학석사(컴퓨터과학전공)
 2006년 3월 ~ 2010년 2월 : 수원대학교 공학학사(정보미디어전공)



최 종 원 (Choe, Jong-Won)

1984년 : 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
 1986년 : 서울대학교 대학원 컴퓨터공학 석사
 1992년 : 노스웨스턴대학교 대학원 공학박사
 1993년 3월 ~ 현 재 : 숙명여자대학교 컴퓨터과학부 교수
 2011년 9월 ~ 현 재 : 한국인터넷윤리학회 회장
 2012년 1월 ~ 현 재 : (사)개방형컴퓨터통신연구회 회장
 2012년 3월 ~ 현 재 : 한국정보과학회 부회장