

## 차량 통신 네트워크에서 효율적인 긴급 메시지 전파를 위한 클러스터링 기반의 라우팅 알고리즘

김준수<sup>1</sup>, 류민우<sup>2</sup>, 차시호<sup>3\*</sup>, 이종연<sup>4</sup>, 조국현<sup>1</sup>

<sup>1</sup>광운대학교 컴퓨터과학과, <sup>2</sup>전자부품연구원, <sup>3</sup>청운대학교 멀티미디어학과, <sup>4</sup>삼성탈레스

### Clustering based Routing Algorithm for Efficient Emergency Messages Transmission in VANET

Jun-Su Kim<sup>1</sup>, Min-Woo Ryu<sup>2</sup>, Si-Ho Cha<sup>3\*</sup>, Jong-Eon Lee<sup>4</sup> and Kuk-Hyun Cho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Computer Science, Kwangwoon University

<sup>2</sup>Embedded S/W Convergence Research Center, KETI

<sup>3</sup>Department of Multimedia Science, Chungwoon University

<sup>4</sup>R&D Division, Communication R&D Center, Samsung Thales Co., LTD

**요약** 차량 통신 네트워크는 이동하는 차량과 차량 간의 통신 및 차량과 인프라 간의 통신을 이용하여 운전자의 안전 및 교통 흐름 개선 등 다양한 서비스를 제공하는 차세대 네트워크 기술이다. 이러한 차량 통신 네트워크에서는 운전자의 안전을 위하여 최근 다양한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 특히 긴급 메시지를 전송하여 이동하는 차량에게 경고 메시지를 전달함으로써 교통안전의 효율성을 높이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

이동하는 차량에게 긴급 메시지를 효율적으로 전파하기 위해서는 차량 노드의 전송 범위 안에 속해 있는 노드들에게 브로드캐스팅을 통하여 최대한 많은 노드들에게 빠르게 메시지를 전송하는 것이 매우 중요하다. 하지만 기존 제안되었던 연구들은 메시지 전송 시 통신에 참여하는 노드들의 무분별한 브로드캐스팅으로 인한 브로드캐스팅 폭풍 문제가 발생하였으며, 이로 인하여 전체적인 성능이 감소하는 문제를 야기하였다. 또한 이러한 문제는 도심 지역과 같이 차량 노드의 밀도가 높고 다양한 도로의 형태에서 많은 문제점을 야기한다. 따라서 본 논문에서는 도심 지역과 같이 차량의 밀도가 높은 지역에서 효율적으로 메시지를 전달할 수 있는 클러스터링 기반의 라우팅 알고리즘 (CBRA, Clustering based Routing Algorithm)을 제안한다. 제안하는 라우팅 알고리즘은 메시지 전송 시 클러스터링 방법을 통해 차량을 관리함으로써 도로 형태에 따른 링크 단절 문제를 해결하고 각 클러스터에서 선택적 플러딩 방법을 적용하여 브로드캐스팅 폭풍문제와 메시지 전송 시 효율성을 향상시킨다. ns-2를 이용한 시뮬레이션 결과 본 논문에서 제안하는 CBRA 방법이 기존 제안되었던 방법보다 더 우수한 성능을 보이는 것을 입증하였다.

**Abstract** Vehicle Ad hoc Network (VANET) is next-generation network technology to provide various services using V2V (Vehicle-to-Vehicle) and V2I (Vehicle-to-Infrastructure). In VANET, many researchers proposed various studies for the safety of drivers. In particular, using the emergency message to increase the efficiency of traffic safety have been actively studied. In order to efficiently transmit to moving vehicle, to send a quick message to as many nodes is very important via broadcasting belong to communication range of vehicle nodes. However, existing studies have suggested a message for transmission to the communication node through indiscriminate broadcasting and broadcast storm problems, thereby decreasing the overall performance has caused the problem. In addition, these problems has decreasing performance of overall network in various form of road and high density of vehicle node as urban area. Therefore, this paper proposed Clustering based Routing Algorithm (CBRA) to efficiently transmit emergency message in high density of vehicle as urban area. The CBRA managed moving vehicle via clustering when vehicle transmit emergency messages. In addition, we resolve linkage problem between vehicles according to various form of road. The CBRA resolve link brokage problem according to various form of road as urban using clustering. In addition, we resolve broadcasting storm problem and improving efficacy using selection flooding method. simulation results using ns-2 revealed that the proposed CBRA performs much better than the existing routing protocols.

**Key Words** : VANET, Emergency Message, Clustering, Routing Algorithm

본 논문은 2012년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음

\*Corresponding Author : Si-Ho Cha

Tel: +82-10-2769-5679 email: shcha@chungwoon.ac.kr

접수일 12년 07월 20일 수정일 12년 08월 08일

게재확정일 12년 08월 09일

## 1. 서론

최근 도로교통공단에서 나온 2011년의 통계에 따르면 국내의 차량 사고로 인한 사망률이 OECD의 33개국 중 두 번째로 높은 수치를 나타내고 있으며 이는 OECD 회원국 평균에 비해 1.6배나 많은 수치이다 [1]. 다양한 원인 중 차량의 증가량에 비하여 운전자 및 교통안전을 위한 시스템의 미흡함이 지적되었으며, 이러한 배경으로 차량 통신 네트워크를 이용하여 운전자의 안전과 교통 흐름을 개선하기 위한 다양한 연구가 제안되었다.

차량 통신 네트워크는 차량과 차량 간의 통신을 이용하는 V2V (Vehicle-to-Vehicle)와 차량과 인프라간의 통신을 이용하는 V2I (Vehicle-to- Infrastructure)로 나뉘며, 이동 시 노드의 속도가 매우 빠르고 이로 인한 토폴로지의 빈번한 변화가 발생하는 특징이 있다. 따라서 운전자의 안전을 위한 긴급 메시지 전파를 위한 라우팅 알고리즘 설계 시 이러한 특징을 수용할 수 있도록 설계 되어야 한다 [2].

차량 통신 네트워크에서 효율적인 긴급 메시지 전송을 위한 대표적인 방법 중의 하나는 플러딩 [3] 기반의 라우팅 알고리즘이다. 플러딩 기반의 라우팅 알고리즘은 메시지 전송 시 자신의 전송 범위 안에 포함된 모든 노드들에게 브로드캐스팅을 통하여 데이터를 전송하는 방식으로써 많은 노드들에게 최대한 빠르게 데이터를 전송할 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 도심지역과 같이 차량의 밀도가 높은 지역에서 플러딩 기반의 브로드캐스팅 방법은 메시지를 받은 노드들이 모두 통신에 참여하기 때문에 브로드 캐스팅 폭풍 문제 [4] 및 중복 메시지 문제가 발생하는 단점을 가지고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 단점을 보완하기 위해 재 브로드캐스트 (rebroadcast)를 할 중계 노드를 선정하여 플러딩을 하는 선택적 플러딩 (Selective Flooding) [5]이 연구되었다. 선택적 플러딩 방식은 메시지 전송 시 전송 범위에 포함된 모든 노드에게 메시지를 전송하고 이후 특정 노드를 선택하여 선택된 중계 노드만이 재 브로드캐스팅을 하는 방식으로 기존의 플러딩 방식에서 발생하였던 브로드캐스팅 폭풍 문제와 중복 패킷 문제를 해결하였다. 하지만 이러한 선택적 플러딩 방식은 다양한 도로의 형태가 존재하는 도심지역에서는 중계 노드의 위치에 따라 특정 범위에 위치해 있는 노드들만이 데이터를 전송할 수 있기 때문에 모든 노드들에게 빠르게 메시지를 전송하기에는 많은 어려움이 따른다. 따라서 본 논문에서는 도심지역과 같이 차량의 밀도가 높은 곳에서 신속한 메시지 전송을 위한 브로드캐스팅 방법에 대해 제안한다. 빠른 전송뿐만 아니라 일부 도로에서 메시지를

받지 못하여 발생하게 되는 문제를 해결하기 위해 클러스터링 방식을 접목시켜 신뢰성을 향상시키고자 하였다.

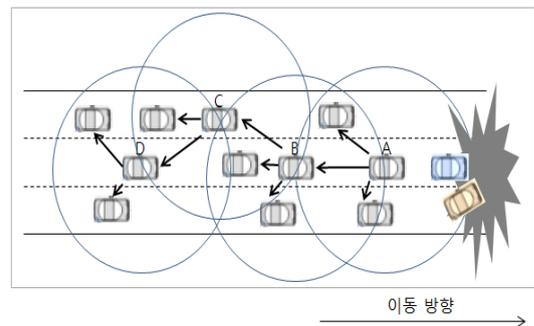
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 차량 통신 네트워크에서의 선택적 플러딩에 대하여 기술하고 3장에서는 제안하는 CBRA에 대하여 클러스터링 정책 및 노드 관리 방법에 기술한다. 그리고 4장에서는 CBRA 알고리즘 및 시나리오를 기반한 CBRA에 대하여 설명한다. 5장에서는 ns-2를 이용하여 기존 제안되었던 플러딩 방식과 본 논문에서 제안하는 CBRA의 성능 평가를 수행하고 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 과제에 대하여 기술한다.

## 2. 관련 연구

본 장에서는 플러딩으로 인한 브로드캐스팅 폭풍 문제를 해결하기 위해 제시된 선택적 플러딩과 선택적 플러딩에서 발생하였던 문제를 해결하기 위하여 제안되었던 LCN 알고리즘에 대하여 기술한다.

### 2.1 선택적 플러딩

선택적 플러딩은 메시지 전송 시 전송 노드의 전송 범위에 포함된 노드들 중 특정 노드를 중계 노드로 선정하여 메시지를 전송하는 방식이다. 예를 들면 그림 1과 같이 A노드가 위험을 감지하면 자신의 전송범위 이내의 모든 노드들에게 메시지를 전송을 하게 되며 이때 일정 조건에 의해 중계 노드를 선정하게 된다. 이 선정된 노드인 B를 제외한 다른 노드들은 플러딩을 하지 않으며 중계 노드인 B만이 플러딩으로 뒤에 있는 노드들에게 전송을 한다.



[그림 1] 선택적 플러딩  
[Fig. 1] Selective Flooding

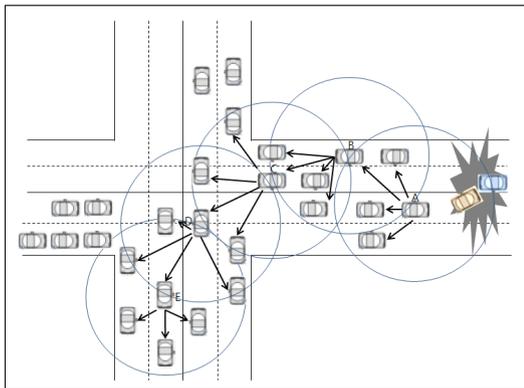
선택적 플러딩 방식은 중계 노드의 선정을 위하여 차량 내에 탑재된 GPS 정보를 활용한다. 따라서 메시지 전

송 시 GPS 정보를 메시지에 넣어서 주변 노드에게 전송하게 되면 이를 받은 노드는 자신과의 거리를 계산한 후 거리가 가장 먼 노드를 다음 중계 노드로 선정한다. 이러한 GPS를 활용한 선택적 플러딩 방식은 DDB(Dynamic Delayed Broadcasting) [6], Weighted p-Persistence, Slotted 1-Persistence, Slotted p-Persistence [7] 등이 있다.

하지만 선택적 플러딩에서 GPS 정보를 이용하는 방법은 GPS의 위치정보의 정확성을 요구하기 때문에 GPS 정보가 불명확한 위치에서는 성능이 감소하는 문제점을 가지고 있다.

### 2.2 LCN (Least Common Neighbor)

LCN (Least Common Neighbor) [8-16]은 선택적 플러딩에서 발생하였던 GPS 오차 문제를 해결하기 위하여 제안되었다. LCN은 GPS의 정보를 이용하여 중계 노드를 선정하지 않고 각 노드들의 이웃 노드 수를 이용하여 중계 노드를 선택한다. 이 때 각 노드들은 자신의 전송 가능한 이웃 노드의 수를 매 시간마다 계산을 하여 자신의 이웃 노드의 리스트를 업데이트한다. 따라서 긴급 메시지를 전송할 경우 각 노드들은 자신이 포함하고 있는 이웃 노드 리스트를 포함하여 전송하여, 메시지를 받은 노드들은 자신이 포함하고 있는 이웃노드들과 메시지에 포함된 이웃노드들의 리스트를 비교하여 중복 노드가 가장 적은 노드들을 다음 중계 노드로 선정한다.



[그림 2] 교차로에서 선택적 플러딩 상황  
[Fig. 2] Selection Flooding in Crossroad

이러한 방식을 통하여 LCN은 기존 플러딩을 통한 메시지 전파방법에서 발생하였던 브로드캐스팅 폭풍 문제와 GPS 정보에 따른 성능 감소 문제를 해결할 수 있었다. 하지만 LCN의 이웃노드 리스트를 비교하여 중계 노드를 선택하는 방법은 기존 발생하였던 문제점을 해결할 수

있지만, 도심지역과 같이 다양한 형태의 도로에서는 특정 위치에만 데이터를 전송하는 문제점을 가지고 있다. 예를 들면 그림 2와 같이 중계 노드로 선택되는 노드의 위치가 교차로와 같이 다양한 방향에 메시지를 전파해야할 경우 일부 지역의 노드에게는 메시지 전송이 일어나지 못하는 상황이 발생하게 된다는 것이다. 이러한 문제점은 데이터를 빠르고 신뢰성 있게 전송해야하는 차량 네트워크에서의 전송 실패를 의미하며 이를 보완하기 위해서는 모든 노드들에게 전송이 가능하도록 노드와 메시지 전송의 방향을 관리하는 방안이 필요하다.

### 3. CBRA의 클러스터링 및 노드 관리

본 논문에서는 CBRA (Clustering Based Routing Algorithm)를 기술하기 위하여 클러스터링을 위한 정책에 대하여 우선 기술하고 구성된 클러스터 내에서 노드들을 관리하는 방법에 대하여 기술한다. 그리고 마지막으로 CBRA의 동작방식에 대하여 기술한다. 표 1은 본 논문에서 CBRA를 기술하기 위한 심볼들을 정의한 것이다.

[표 1] 심볼 정의  
[Table 1] Symbol Definition

심볼	정의
$BMSG$	비콘 메시지
$C$	클러스터
$CH$	클러스터 헤더
$Cx_n$	클러스터 멤버노드
$R_n$	중계 노드
$\overline{xy}$	임의의 두 노드간의 직선거리
$x.vc$	임의의 노드의 속도
$x.nno$	임의의 노드의 이웃 노드 수

#### 3.1 클러스터링 정책

본 논문에서 제안하는 클러스터링 기반의 라우팅 알고리즘에서의 클러스터링 방법은 자신의 전송 범위에 포함된 이웃노드들의 개수가 많은 노드를 중심으로 우선적인 클러스터링을 수행한다.

예를 들면 각 노드들은 자신이 포함된 이웃노드들의 정보를 비콘 메시지를 이용하여 공유하며 자신보다 이웃 노드의 개수가 많은 노드를 클러스터 헤더로 선정한다. 이 때 자신의 이웃노드를 포함한 노드들 중 이웃 노드의

개수가 동일하다면 이동 속도가 더 빠른 노드가 클러스터 헤드로 선정된다. 표 2는 비콘 메시지의 정보를 이용하여 클러스터 헤더를 선정하는 알고리즘에 대하여 기술한 것이다.

[표 2] 클러스터 헤더 선정 알고리즘  
[Table 2] Cluster Header Selection Algorithm

```

1. for  $\forall x$  send BMSG
2. Compare (me.nno,  $x_1.nno$ )
3. if me.nno >  $x_1.nno$  then
4.     CH = me
5. else if me.nno <  $x_1.nno$  then
6.     CH =  $x_1$ 
7. else
8.     Compare (me.vc,  $x_1.vc$ )
9.     if me.vc >  $x_1.vc$  then
10.        CH = me
11.    else if me.vc <  $x_1.vc$  then
12.        CH =  $x_1$ 
13. end for
    
```

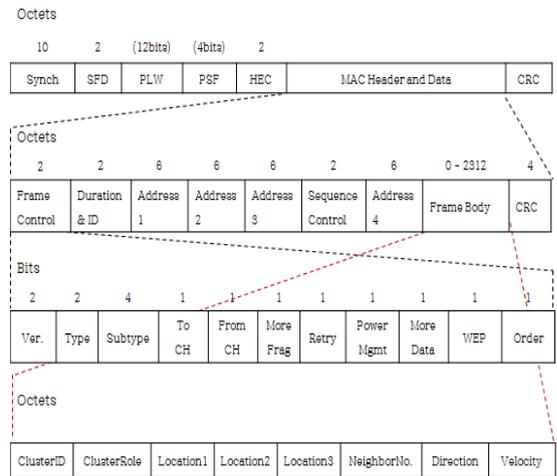
표 2와 같이 각 노드들은 자신과 임의의 주변 이웃 노드를 비교하여 클러스터 헤더를 정한다. 2행부터 6행까지는 자신과 비교하는 노드의 이웃노드 수가 다른 경우이다. 이 상황에서는 이웃노드의 수가 많은 노드가 클러스터 헤더로 선정되는 상황을 기술한 것이다. 7행부터 12행까지는 이웃노드의 수가 같은 상황에서 속도를 비교하여 클러스터 헤더를 선정하는 과정을 기술하였다.

### 3.2 노드 관리 방법

클러스터가 형성이 되면 각 노드들은 자신의 이웃 노드의 정보를 테이블로 관리하게 된다. 일정 시간마다 이웃 노드의 정보를 파악하고 이를 테이블에 업데이트하게 되는데 이를 위해 사용되는 비콘 메시지의 구조는 아래 그림 3과 같으며 사용되는 주소 체계는 표 3과 같다.

비콘 메시지의 구조는 IEEE 802.11의 비콘 메시지의 구조를 따른다. Address1은 Destination의 주소가 들어가며 Address2은 Source의 주소가 들어가게 된다. 표 3과 같이 To CH의 값과 From CH의 값에 의해 Address1과 Address2의 값이 변하게 된다. To CH와 From CH가 모두 0인 경우에는 노드가 자신의 정보를 모두에게 브로드캐스팅 하는 상황으로 클러스터링 생성과 생성 후 일정

시간 마다 자신의 상황을 주변 노드들에게 알릴 때 사용된다. From CH만 1인 경우는 헤더에서 메시지를 브로드캐스트를 하는 상황이다. 또한 To CH와 From CH가 모두 1인 경우는 클러스터 헤더에서 Address1의 주소에 있는 노드에게 데이터를 보내는 경우로 중계 노드를 알리는 상황이다. To CH만 1인 경우는 위험을 파악한 노드 또는 새로운 노드가 클러스터 헤더에게 전송 시 사용된다.



[그림 3] 비콘 메시지 구조  
[Fig. 3] Structure of Beacon Message

[표 3] 주소 정의  
[Table 3] Address Definition

To CH	From CH	Address1	Address2
0	0	N/A	Broadcast Node ID
0	1	All Cluster Member	Cluster Header
1	0	Cluster HeaderID	Cluster MemberID
1	1	Cluster MemberID	Cluster HeaderID

FrameBody에 현재 노드의 정보가 포함되는데 ClusterID는 현재 노드가 속해있는 클러스터의 ID를 말하며, ClusterRole은 클러스터 내에서의 역할을 말한다. 속한 클러스터가 없는 노드의 경우에는 디폴트값을 가지게 된다. Location은 비콘 메시지를 전송하는 시점에서의 위치정보가 들어가게 된다. NeighborNo는 이웃 노드의 수를 나타내며 중계노드의 선정에 사용되므로 주위의 노드 밀도를 파악하는 척도로 사용된다. Direction은

현재 나아가고 있는 방향을 나타낸다. Velocity는 현재의 속도를 나타낸다.

각 노드들은 비콘 메시지를 이용하여 실시간으로 받게 되는 이웃 노드의 정보를 테이블로 관리한다. 라우팅 테이블로 관리하는 데이터는 이웃 노드의 ID, 소속되어 있는 클러스터의 ID, 소속 클러스터에서 역할, 이동 방향과 속도이다.

### 4. CBRA 알고리즘

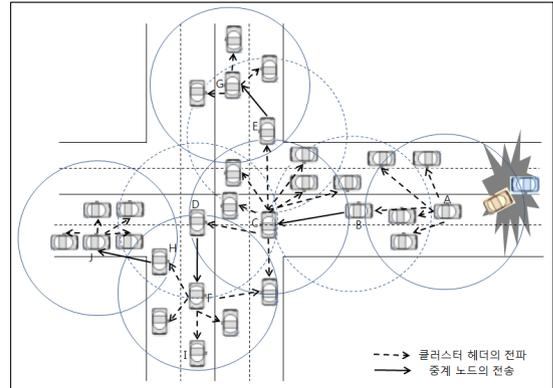
앞의 두 절에서 설명한 클러스터링 방법과 노드 관리 방법을 이용하여 교차로와 같은 도심 상황에서 효율적으로 메시지 전송을 할 수 있는 CBRA (Clustering Based Routing Algorithm)에 대해 설명한다. CBRA의 중계 노드 선정 방법을 설명한 후 시나리오를 이용하여 CBRA의 동작 방식에 대해 설명하도록 한다.

#### 4.1 중계 노드 선정

클러스터링이 구성된 상태에서 선택적 플러딩을 하기 위해서는 중계 노드를 선정해야 한다. 중계 노드를 선정하는 방법은 도로의 상황에 따라 여러 방법의 중계 노드 선정 방법이 필요하다. 일직선 도로의 경우에는 클러스터 내에서 후미에 있는 노드 중 다른 클러스터에 포함이 되어 있는 노드이거나 후미에 있는 노드 중 이웃노드의 수가 가장 많은 노드를 중계 노드로 선정하면 된다. 하지만 도심지역과 같이 다 방향으로 도로가 구성되어 있는 경우에는 단일 중계 노드가 아닌 복수의 중계 노드가 선정되어야 한다. 따라서 복수의 중계 노드를 효율적으로 선정하기 위해 노드의 위치와 방향에 대한 데이터와 이웃 노드의 수에 대한 데이터가 필요하다. 헤더가 사거리에 있을 경우 메시지를 사방으로 전송시켜야 하므로 각 방향에 있는 노드들 중 이동 방향이 각 전송을 위한 방향을 향하고 그 중 이웃 노드의 수가 많은 노드를 선택하여 중계 노드로 선정한다.

예를 들면 그림 3과 같이 클러스터 헤더가 각각 A, C, F, G, J라고 한다면 위함을 감지한 클러스터의 헤더 A가 자신의 멤버들에게 긴급 메시지를 전파를 할 때 자신의 클러스터 위치가 교차로가 아니므로 LCN과 같이 B노드를 중계 노드로 지정하게 된다. 따라서 클러스터 헤더 A 노드가 멤버 노드들에게 메시지를 전파 하면 B노드는 자신이 속한 다른 클러스터의 헤더인 C노드에게 메시지를 전송시켜주게 된다. 헤더 C노드의 클러스터는 클러스터 멤버들의 이동방향을 확인하여 클러스터가 현재 교차로에 있음을 확인하였기에 메시지를 전파하기 전에 중계

노드 선정 알고리즘에 의해 D와 E노드를 중계 노드로 선정 후 메시지를 전파한다. D, E노드는 자신이 속한 다른 클러스터의 헤더에게 메시지를 전송함으로써 교차로의 모든 노드들에게 메시지가 전파 가능하다. 다음 표 4는 중계 노드 선정 알고리즘을 나타낸 것이다.



[그림 3] 사거리 상황의 시나리오  
[Fig. 3] A Scenario of Crossroad

[표 4] 중계 노드 선정 알고리즘  
[Table 4] Rebroadcast Selection Algorithm

```

1. if  $R_n = \Phi$ 
2. Compare  $(x_1.Direction, x_2.Direction)$ 
3. if  $x_1.Direction == x_2.Direction$  then
4.   if  $x_1, x_2 \in Other\ Cluster$  then
5.     if  $x_1.nno \neq x_2.nno$  then
6.        $R_n = \max(x_1.nno, x_2.nno)$ 
7.     else if  $x_1.nno == x_2.nno$  then
8.        $R_n = \max(\overline{CH}, x_1, \overline{CH}, x_2)$ 
9.   else if  $x_1.Direction \neq x_2.Direction$  then
10.     $R_n = x_1, x_2;$ 
11. else
12. select  $x_1 \in Cx_n$ 
13. if  $x_1 \in Other\ Cluster$  then
14.   Compare  $(R_n.Direction, x_1.Direction)$ 
15.   if  $R_n.Direction == x_1.Direction$  then
16.     if  $R_n.nno \neq x_1.nno$  then
17.        $R_n = \max(R_n.nno, x_1.nno)$ 
18.     else if  $R_n.nno == x_1.nno$  then
19.        $R_n = \max(\overline{CH}, R_n, \overline{CH}, x_1)$ 
    
```

중계 노드를 선정할 때 우선은 기존의 중계 노드가 있는지 없는지를 파악한다. 1행에서 10행은 기존의 중계 노드가 정해지지 않은 상태에서의 중계 노드 선정을 기술한 것이며 11행에서 19행은 중계 노드가 정해져 있는 상태에서 새로운 노드와 비교를 통한 중계 노드 선정을 기술하였다.

중계 노드가 없는 상태에서는 임의의 노드 2개를 비교함으로써 중계 노드를 선정한다. 서로 방향이 다르면 각 방향의 중계 노드로 지정을 한 상태에서 다른 노드와 비교를 하게 된다. 중계 노드는 기존 클러스터와 다른 클러스터를 연결할 수 있어야 하므로 두 개의 클러스터에 소속되어 있는 노드를 우선순위로 선택하게 되며 같은 상황일 경우에는 이웃 노드의 수가 많고 헤더와 거리가 먼 노드를 선택한다. 이러한 방식으로 각 방향에 맞는 중계 노드를 선정한다.

### 5. 성능 평가

본 연구의 타당성을 증명하기 위해 ns-2를 이용한 시뮬레이션을 통해 CBRA와 기존에 제안된 Pure Flooding, LCN의 성능을 비교 분석한다. 성능 평가를 위해 노드 수의 변화에 따른 패킷 전달의 지연시간과 패킷 전달률 그리고 패킷 효율성을 고려한 시뮬레이션을 실시하였다. 실험은 100초 동안 수행하며, 노드의 숫자를 100개씩 증가시키며 5번 수행하였다. 수행된 실험값의 최대와 최소값을 제외한 평균값을 이용하여 실험 데이터로 활용하여 실험의 정확성을 높이고자 하였다. 다음 표 5는 실험에 대한 환경 조건을 나타낸다.

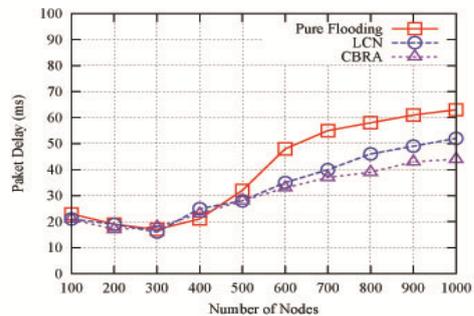
[표 5] 시뮬레이션 파라미터  
[Table 5] Simulation parameters

변수	값
시뮬레이션 환경	2500m X 2500m
전송범위	250m
MAC 프로토콜	IEEE 802.11
노드 수	100 ~ 1000
속도	14~18m/s
대역폭	2 Mbps
시뮬레이션 시간	100 seconds

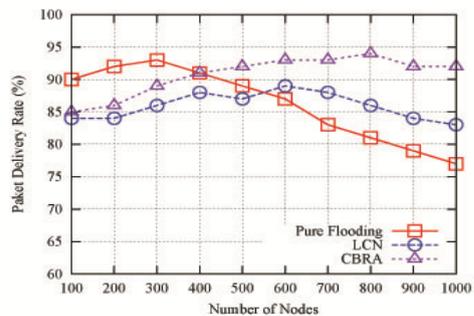
그림 4는 패킷 전송 시 지연시간을 나타낸 것이다. 일정 밀도의 상황까지는 지연시간이 감소함을 확인할 수 있다. 하지만 노드가 증가함에 따라 전체적인 지연시간은 증가하였다. 그 이유는 노드의 수가 증가할수록 밀집도가

높아지기 때문에 패킷의 충돌이 발생하는 상황이 증가하기 때문이다. CBRA는 밀도가 높아질수록 지연시간의 증가폭이 감소함을 확인할 수 있다.

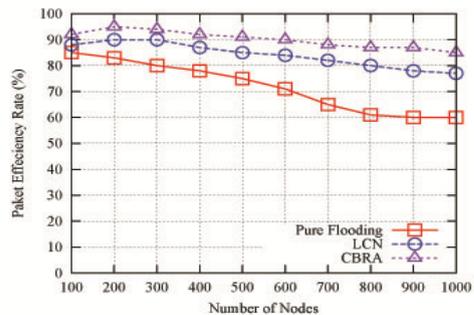
그림 5는 전체 노드 중 패킷을 전달받은 노드의 비율을 나타낸 것이다. 그림 5와 같이 CBRA는 기존의 Pure Flooding과 LCN보다 높은 전달률을 보이고 있다. 이는 지형에 따라 중계 노드를 다양하게 선택하여 패킷을 전파하기 때문이다. Pure Flooding은 밀도가 증가할수록 전달률이 큰 폭으로 떨어지며 LCN은 일정 수준까지 상승하나 그 이후로 소폭씩 하향함을 확인할 수 있다.



[그림 4] 패킷 지연시간  
[Fig. 4] Packet Delay time



[그림 5] 패킷 전달률  
[Fig. 5] Packet Delivery Rate



[그림 6] 패킷 효율성  
[Fig. 6] Packet Efficiency Rate

그림 6은 노드 수 변화에 따른 패킷의 효율성을 나타낸 것이다. 발생한 패킷이 얼마나 많은 노드들에게 전파되었는지를 확인하였다. 노드의 밀도가 증가할수록 효율성은 전체적으로 감소함을 알 수 있다. CBRA는 LCN보다 밀도에 따른 변화가 적으며 전체적으로 높은 효율성이 나타남을 확인 할 수 있다. 이는 CBRA가 상대적으로 라우팅 효율이 높다는 것을 의미한다.

## 6. 결론

본 논문에서는 도심지역에서 빠르고 정확하게 긴급 메시지를 전파하기 위한 CBRA 프로토콜을 제안하였다. 다중 중계 노드 선정으로 도심지역에서의 교차로 상황에서 일정 지역에 전파가 되지 않는 현상을 줄였다. 또한 클러스터 헤더만이 브로드캐스팅을 함으로써 중복되는 메시지의 증가를 줄일 수 있음을 보였으며 빠르게 메시지를 전파 가능성을 보였다. 그러나 노드의 밀도가 적정 이하이거나 이상인 경우 발생하는 성능 감소 문제는 여전히 남아 있다. 따라서 추후 연구에서는 이러한 문제점을 고려한 추가적인 성능 개선 방안에 대한 연구가 필요하다.

## References

[1] Road Traffic Authority, "Traffic accidents comparison of OECE countries in 2009 [2011 Edition]", August. 2011.

[2] Wireless Access for Vehicular Environment, [http://www.standards.its.dot.gov/fact\\_sheet.asp](http://www.standards.its.dot.gov/fact_sheet.asp).

[3] Amir Qayyum, Laurent Viennot, Anis Laouiti, "Multipoint relaying: An efficient technique for flooding in mobile wireless networks", INRIA report, March 2000.

[4] Yu-Chee Tseng, Sze-Yao Ni, Yuh-Shyan Chen, and Jang-Ping Sheu, "The Broadcast Storm Problem in a Mobile Ad Hoc Network", *Wireless Networks*, Vol. 8, pp. 153-167, May. 2002.

[5] Il-Whan Kim, Min-seop Jeong, and Chung G. Kang, "Selective Rebroadcast Suppression (SRS) Scheme for Directional Border Flooding in Mobile Ad Hoc Networks", *Wireless Pervasive Computing 2006 1st International Symposium*, pp. 1-5, Jan. 2006.

[6] Heissenbuttel. M, Braun. T, Walchli. M, Bernoulli. T, "Optimized Stateless Broadcasting in Wireless Multi-hop Networks", *Proc. of IEEE international Conference on Computer (INFOCOM)*, pp. 1-12, Apr. 2006.

[7] Wisitpongphan. N, Tonguz. O.K, Parikh. J.S, Mudalige. P, Bai. F, Sadekar. V, "Broadcast storm mitigation techniques in vehicular ad hoc networks", *IEEE Wireless Communications*, Vol. 14, pp. 84-94, Dec. 2007.

[8] Sukdea Yu, Gihwan Cho, "A Selective Flooding Method for Propagating Emergency Messages in Vehicle Safety Communications", *ICHIT '06. International Conference on Hybrid Information Technology*, Vol. 2, pp. 556-561, Nov. 2006.

[9] Ki-Young Cho, Ho-Seok Nam, Seung-Cheon Kim, Jun-Nyun Kim, "A Study on the Performance Analysis of Wireless Networks for Mobile Convergence in V2V Environments", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.11. No.3, pp. 161-168, June, 2011.

[10] Hae-Seong Cho, Ju-Phil Cho, "Implementation of Wireless Automatic Control System for Vehicle Interior Environment", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10 No.5, pp. 287-291, October, 2010.

[11] Jong-Young Ahn, Young-Sub Kim, Sung-Su Kim, Kang-In Hur, "A study on Non-contacted Transmitter Switch for Vehicle", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10, No.5, pp. 245-249, October, 2010.

[12] Junyoung Heo, "QoS-guaranteed Routing for Wireless Sensor Networks", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL. 11, No. 6, pp.23-29, December, 2011.

[13] Sun-Jin Oh, "Design and Evaluation of a Weighted Intrusion Detection Method for VANETs", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.11, No.3, pp. 181-188, June, 2011.

[14] SunJin Oh, "An Anomaly Detection Method for the Security of VANETs", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10, No.2, pp. 77-83, April, 2010.

[15] Young-Hee Cho, Gye-Sung Lee, "Prediction on Clusters by using Information Criterion and Multiple Seeds", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10, No.6, pp.145-152, December, 2010.

[16] Ho-Young Hwang, Hyo-Joong Suh, "The Multi-path Power-aware Source Routing(MPSR) for the Maximum Network Lifetime in Ad-Hoc Networks", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10, No.5, pp.21-29, October, 2010.

**김 준 수(Jun-Su Kim)**

[준회원]



- 2011년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 소프트웨어학과
- 2011년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터과학과 석사과정

<관심분야>

차량 네트워크, 차세대 네트워크, 네트워크 관리

**이 종 언(Jong-Eon Lee)**

[정회원]



- 2003년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 (공학 석사)
- 2007년 8월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 (공학 박사)
- 2008년 ~ 현재 : 삼성탈레스 통신연구소 전문연구원

<관심분야>

네트워크 관리, 유비쿼터스 센서 네트워크, 무선 메시 네트워크, 전송통신

**류 민 우(Min-Woo Ryu)**

[정회원]



- 2009년 8월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 (공학 석사)
- 2012년 8월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 (공학 박사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 전자부품연구원 전임연구원

<관심분야>

차량 통신 네트워크, 무선 센서 네트워크, 컨텐츠 기반 네트워크, Internet of Things

**조 국 현(Kuk-Hyun Cho)**

[정회원]



- 1981년 2월 : 일본 Tohoku University (공학 석사)
- 1984년 2월 : 일본 Tohoku University (공학 박사)
- 1984년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

네트워크 관리, 무선 센서 네트워크, 정보통신 분야의 표준화

**차 시 호(Si-Ho Cha)**

[정회원]



- 1997년 2월 : 광운대학교 전자계산학과 (공학 석사)
- 2004년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 (공학 박사)
- 2007년 3월 ~ 2000년 : 대우통신 (주) 종합연구소 선임 연구원
- 2009년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 멀티미디어학과 교수

<관심분야>

네트워크 관리, 차량 통신 네트워크, 무선 센서 네트워크, Web of Things