

# 도로의 차량 밀도 등급을 기반으로 한 VANET 라우팅 프로토콜

조권희, 안상현  
서울시립대학교

[ckyh585@gmail.com](mailto:ckyh585@gmail.com), [ahn@uos.ac.kr](mailto:ahn@uos.ac.kr)

## A VANET Routing Protocol Based on the Vehicle Density Level of Roads

Kwonhee Cho, Sanghyun Ahn  
University of Seoul

### 요 약

VANET은 ITS 구축에 필수적인 기술로 주변 교통 시스템 환경을 고려한 라우팅 프로토콜이 요구된다. 본 논문에서는 도시 기반의 VANET 환경에서 차량 간의 안정적인고 빠른 통신을 위하여 차량 밀도를 이용한 라우팅 기법을 제안한다. 제안하는 라우팅 기법에서는 하나의 도로를 여러 개의 cell 들로 나누고 차량들은 비콘 메시지와 cell 정보를 이용하여 차량 밀도를 계산한다. 이 차량 밀도를 이용하여 도로를 여러 개의 등급으로 나누고 이 등급을 기반으로 하여 가장 안정적인 경로를 설정한다.

### 1. 서론

지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation System)은 도로, 자동차, 철도, 항공, 해운 등 기존의 교통 체계에 전자, 정보 통신, 제어 등 지능형 기술을 접목시킨 차세대 교통 시스템이다. 이 중에서 특히 차량간 무선 통신을 기반으로 하는 VANET(Vehicular Ad Hoc Network)[1]은 지능형 교통 시스템 구축에 필수적인 기술이다.

도시 기반 환경에서의 VANET에서는 차량이 빠른 속도로 다른 도로로 이동할 수 있다. 이것은 매우 빠르게 네트워크 토폴로지가 변하는 것을 의미한다. 또한, 큰 빌딩들은 통신 범위를 제한하며, 이러한 제한은 데이터 패킷을 다른 도로에 있는 차량에게 전송하지 못하게 할 수 있다. 이러한 환경에서 그리디 포워딩을 사용하는 GPSR[2]은 잘못된 경로로 패킷을 전달할 가능성이 있다. 예를 들어, GPSR은 거리상으로는 가장 가까운 경로를 선택해서 패킷을 전달해주지만 패킷을 전달해주는 매개체인 차량의 밀도가 낮고 차량의 이동으로 인해 중간에 경로 손실이 생기기 쉽게 된다.

본 논문에서는 이런 문제점을 해결하기 위해 하나의 도로를 여러 개의 cell 들로 나눠서 차량과 차량 사이의 정보를 이용하여 보다 안정적인 통신을 할 수

있도록 도로와 cell의 차량 밀도를 이용한 라우팅 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 도로의 차량 밀도를 측정하여 보다 높은 차량밀도를 갖는 도로로 경로를 설정할 수 있도록 해준다.

### 2. 차량 밀도를 이용한 라우팅 기법

도로의 배치와 차량의 속도로 인해 토폴로지가 빠른 속도로 변화하는 도시 기반 환경에서의 VANET은 각각의 도로마다 차량 밀도의 변화가 심하다. 본 논문에서는 도로의 차량 밀도를 계산하여 안정적인 경로를 찾아 패킷을 전달하는 라우팅 기법을 제안한다. 이 기법은 소스 노드가 높은 차량 밀도를 가지고 있는 도로들을 선택하여 목적지 노드까지의 경로를 설정하는 기법이다. 이를 통해 소스 노드와 목적지 노드는 안정적인 통신을 할 수 있다.

본 논문에서는 모든 차량들이 GPS를 장착하고 있으며 디지털 지도 정보를 갖고 있다고 가정한다.

#### 2.1 도로의 차량 밀도 측정 방법

본 논문에서는 하나의 도로를 여러 개의 cell로 나누며, 그림 2와 같이 차량의 전송 범위가 하나의 cell을 포함하게 한다. 이러한 방법으로 cell 안의 차량들은 같은 cell 안의 어떠한 차량들과도 통신할 수 있다. 차량이 현재 자신이 속한 cell을 알기 위해서는 도로의 길이와 cell의 범위를 알아야 한다. 도로의 길이는 디지털 지도를 이용하여 얻을 수 있다.



(그림 2) 도로 안의 cell

Cell의 범위를 알기 위해서는 그림 2의 R-X를 알아야 한다. X는 수식 (1)을 이용하여 얻을 수 있다. 수식 (1)에서의 R은 차량의 통신 범위를 의미하고, h는 도로의 폭을 의미한다.

$$x = R - \sqrt{R^2 - h^2} \quad (1)$$

$$CN = \frac{SL}{\sqrt{R^2 - h^2}} \quad (2)$$

그리고 수식 (1)을 통해 얻은 x로부터 하나의 도로에 몇 개의 cell이 있는지 알 수 있다. 수식 (2)에서의 CN은 cell의 수를 의미하며, SL은 도로의 길이를 의미한다.

제안하는 라우팅 기법의 모든 노드들은 이웃 노드들에게 주기적으로 비콘 메시지를 1-hop 브로드캐스팅한다. 비콘 메시지에는 위치 정보 이외에 현재 도로의 cell ID, cell 안의 차량 수, 도로 등급, 차량의 이동 방향을 포함한다. 차량의 cell 간 이동 시 정기적으로 보내는 비콘 메시지에 의해 인접한 cell의 등급과 지금까지 지나쳐온 cell의 등급을 얻을 수 있다.

인접한 cell의 등급은 다섯개의 등급으로 나눌 수 있다. Level 1은 cell에 차량들이 많아 패킷이 중간에 손실될 확률이 매우 작은 것을 의미한다. Level 2는 두 개의 인접 cell에는 차량들이 많지만 가운데 cell에는 차량이 적어 패킷이 중간에 손실될 가능성이 높음을 의미한다. 그러나 level 2는 양쪽 cell의 차량 밀도가 높아 조금만 시간이 지나면 level 1이 될 수 있다. Level 3은 하나의 cell만 차량 밀도가 높고 나머지 cell은 밀도가 낮은 경우를 의미한다. Level 4는 각 cell에 차량들이 적어 패킷이 손실될 확률이 높은 경우로, 각 cell의 차량 밀도가 낮아 현재 패킷이 손실되지 않더라도 시간이 조금만 더 지나면 패킷이 손실될 확률이 높아진다. Level 5는 현재 도로에 차량이 없는 경우로 제안하는 라우팅 기법의 모든 차량은 초기 level 5로 시작하고 비콘 메시지를 받음으로써 cell의 등급을 정하게 된다. 본 논문에서는 패킷을 높은 등급의 도로로 보내 안정적인 통신을 할 수 있도록 한다.

인접 cell 등급은 비콘 메시지를 이용하여 일정 시간마다 계산하며 도로 등급은 인접 cell 등급을 이용하여 다음과 같이 계산한다.

$$Road\_Level_n = \frac{Road\_Level_n + ACL_m + ACL_l}{3}$$

ACL은 인접 cell 등급을 나타내며 n은 현재 cell을 나타낸다. M은 현재 cell의 왼쪽 cell, l은 현재

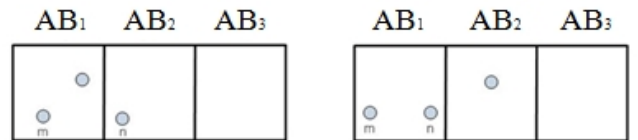
cell의 오른쪽 cell을 나타낸다.

만약 자신의 이동 방향과 반대 방향으로 이동하는 차량으로부터 beacon 메시지를 받으면 beacon 메시지에 포함되어있는 도로 등급을 이용하여 다음과 같이 계산한다.

$$Road\_Level_A = \frac{NPC_A}{\text{Number of cells}} \times Road\_Level_A + \frac{NPC_B}{\text{Number of cells}} \times Road\_Level_B$$

Number of cells은 도로의 전체 cell 수이며, NPC는 지금까지 지나쳐온 cell 수, A는 자신의 차량, B는 반대 방향으로 이동하는 차량을 의미한다.

본 논문에서는 위와 같이 계산된 도로 등급과 RREQ, RREP 메시지를 이용하여 안정적인 경로를 설정하는 라우팅 기법을 제안한다. RREQ 메시지와 RREP 메시지는 거처온 도로 정보를 저장하는 필드(Road List), 도로의 등급을 저장하는 필드(Road Level List), 거처온 도로의 수를 저장하는 필드(Road Hop)를 포함한다. 중간 노드 n이 m으로부터 RREQ 메시지를 수신하면 다음과 같은 단계를 통해 처리한다.



(그림 4) 동작 과정

- 1) n이 m으로부터 받은 RREQ 메시지를 받기 전에 같은 메시지를 브로드캐스트 한 적이 있으면 RREQ 메시지를 폐기한다.
- 2) RREQ 메시지가 그림 4의 cell AB1에서 AB2로 전파되는 경우가 아니면 RREQ 메시지를 폐기한다.
- 3) 그림 4의 오른쪽 그림과 같이 cell AB1에 있는 m이 cell AB2에 있는 노드로 패킷을 전송할 수 없을시 n이 m의 이웃 노드중 가장 먼 이웃 노드가 아니면 RREQ 메시지를 폐기한다.
- 4) RREQ 메시지를 받은 후 기준에 존재하던 교차로의 수를 비교하여, 교차로의 수가 n개 이상 차이나면 RREQ 메시지를 폐기한다.
- 5) 위의 조건을 만족하지 않으면, RREQ 메시지를 브로드캐스트 한다.

위와 같은 동작을 수행함으로써 차량의 밀도가 높은 경로를 설정하여 차량간의 안정적인 통신을 할 수 있다.

### 3. 결론 및 향후 연구 방향

도시 기반의 VANET 환경은 차량의 높은 이동성과 차량 밀도의 급격한 변화로 인하여 잦은 네트워크 단절, 짧은 링크 연결 시간, 높은 패킷 손실률, 무선 채널의 불안정성 등의 특징을 가진다. 따라서 이런 VANET의 특징을 고려한 라우팅 기법이 필요하다. 본 논문에서는 하나의 도로를 여러 개의 cell로 나누어 도로의 차량 밀도를 측정하여 보다 높은 밀도를

가진 도로를 통하여 차량 간 안정적인 통신을 할 수 있는 라우팅 기법을 제안했다. 향후 본 논문에서 제안한 라우팅 기법의 성능을 평가하기 위하여 NS-2[3]를 이용하여 기존 프로토콜과 비교 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] Wai Chen, Ratul K. Guha.,†, Taek Jin Kwon, John Lee and Yuan-Ying Hsu, "A survey and challenges in routing and data dissemination in vehicular ad hoc networks", *Wirel. Commun. Mob. Comput.* Published online in Wiley InterScience, 2009.
- [2] Rao S.A., Pai M., Boussedjra M., Mouzna J., "GPSR-L: Greedy perimeter stateless routing with lifetime for VANETs," *ITS Telecommunications*, pp. 299-304, 2008.
- [3] The Network Simulator, NS-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
- [4] Ai Hua Ho, Yao Hua Ho, Kien A.Hua, Roy Villafane, "A Near-Optimal Broadcast Technique for Vehicular Networks", *Wireless Telecommunications Symposium*, 2009.
- [5] David B. Johnson, David A. Maltz and Yih-Chun Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks(DSR)", *Internet-RFC 4728*, 2007
- [6] V. Naumov and T. Gross, "Connectivity-aware routing (car) in vehicular ad hoc networks," in *Proceedings IEEE International Conference on Computer Communications*, Anchorage, AK, USA, May 2007, pp. 1919–1927.