

VANET 환경에서의 차량 그룹화 라우팅 기법

장문표*, 김태영*, 최인규*, 조신영**, 임현정*, 정태명***

*성균관대학교 컴퓨터공학과,

성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과, *성균관대학교 정보통신공학부

e-mail : *do-ket@hanmail.net, pfcruise@gmail.com,

{sycho, hylim83}@imtl.skku.ac.kr, **tmchung@ece.skku.ac.kr

A Study on Routing Tools for Grouping Vehicles In VANET

Mun-Pyo Jang*, Tae-Young Kim*, In-Kyoo Choi*,

Shin-young Cho**, Hun-Jung Lim**, Tai-Myoung Chung***

*Dept of Computer Engineering, Sung-Kyun-Kwan University

**Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan Univ.

***School of Information Communication Engineering, Sungkyunkwan Univ

요 약

VANET은 차량 이동 간 안전성 증가와 관련 응용정보를 처리하기 위해 고안된 ad-hoc 통신기반의 무선 네트워크 기술이다. VANET 환경을 이용하면 도로 교통 통제, 날씨 정보, 인터넷 등 다양한 서비스가 가능하다. VANET 환경을 위해서는 효과적인 노드간의 라우팅 프로토콜 기법이 필요하다. 본 논문에서는 VANET상에서 각 차량의 정보를 이용하여 차량 간 안정적인 통신을 위한 그룹화 라우팅 기법을 제안한다. 제안된 기법을 통해 그룹화를 통한 라우팅 기법이 VANET 환경에 더 효과적임을 알 수 있었다.

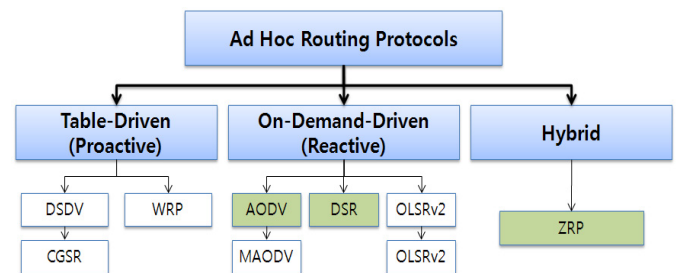
1. 서론

VANET(Vehicular Ad Hoc Network)은 여러 종류의 무선 네트워크 기술을 통합하여 차량 간 무선 통신을 가능하도록 하는 네트워크로서 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation System) 구축에 필수적인 기술이다. VANET은 ITS에서의 비상 교통상황에 대한 대처 및 차량운행에 대한 안정성을 높일 수 있는 기술이며 또한 교통과 차량운행에 관하여 다양한 분야로 확장 될 수 있는 핵심 기술이다. VANET 환경은 크게 차량과 차량 사이의 네트워크를 의미하는 V2V(Vehicle-to-Vehicle)와 차량과 구조물 혹은 주변 환경과의 네트워크를 의미하는 V2I(Vehicle-to-Infrastructure) 통신 구조로 구분된다.

VANET을 이용한 ITS는 차량운전자에게 정보가 신속하고 신뢰성 있게 전달되어야 한다[1]. 따라서 라우팅 기법의 효율성이 무엇보다 중요하다. VANET환경에서 사용하는 라우팅 프로토콜은 MANET(Mobile Ad Hoc Network)에서 사용하는 ad-hoc기술을 사용하며 (그림 1)과 같이 라우팅 테이블 관리방식에 따라 구분된다[2]. MANET의 경우 주변 노드의 확인 및 패킷 전송을 위한 단말의 전력소모를 고려해야 하지만 VANET은 단말의 전력 사용에 대한 제한이 없고 GPS를 이용한 위치정보 사용이 가능하다. 따라서 MANET에서 사용되는 ad-hoc 기술들을 다양하게 혼합하거나 더 효율적으로 사용할 수 있다. 대표적으로 노드간의 위치정보를 활용한 GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)이 있다[3]. 이처럼

VANET환경은 단말의 제약조건이 MANET에 비하여 작기 때문에 효과적인 라우팅 프로토콜 기법을 통한 성능향상이 매우 중요하다.

본 논문에서는 V2V(Vehicle-to-Vehicle) 통신방식에 초점을 맞춰서 라우팅 방식을 논의하며 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 VANET환경에서 사용가능한 ad-hoc 기술의 몇 가지 종류를 설명할 것이다. 그 다음 논문에서 제안하고자 하는 그룹화를 통한 효과적인 라우팅 기법을 소개하고 이 기법을 통해 예상되는 효과와 장점에 대해 말하고자 한다.



(그림 1) ad-hoc 라우팅 프로토콜 방식

2. 관련연구

VANET 환경에서 V2V 통신방식은 차량 간의 ad-hoc 기술을 기반으로 한다. ad-hoc 라우팅 프로토콜은 라우팅 테이블 관리 방식에 따라 테이블 관리 방식과 요구기반 방식 그리고 이 두 가지를 모두 합친 하이브리드 방식의

로 분류할 수 있다. 테이블 기반 방식(Table-Driven, Proactive)은 네트워크 토폴로지의 변화가 감지되거나 일정 시간간격으로 라우팅 정보가 담긴 패킷을 네트워크 전체로 브로드캐스트 함으로써 항상 최신의 라우팅 정보를 유지한다. 이 경우 항상 최신의 라우팅 경로를 유지할 수 있다는 장점과 경로 유지를 위해서 전송되는 트래픽으로 인한 오버헤드가 크다는 단점이 있다. 더불어 이런 트래픽의 처리로 인한 이동노드의 배터리 파워 소모도 부가적인 문제로 발생하게 된다. 반면, 요구기반 방식(On-Demand-Driven, Reactive)은 테이블 관리 방식의 과도한 트래픽 전송에 관한 문제를 해결 하였는데 전송할 패킷이 있을 경우에만 경로 탐색 패킷을 보냄으로써 이전 방식에 비하여 전송되는 트래픽을 줄였다. 하지만 초기 경로 탐색에 따른 지연이 발생하므로 최적의 경로 탐색과 경로 탐색 지연 시간을 최소화하는 방안에 대한 연구가 진행 중이다. ad-hoc 기술을 기반으로 하는 MANET 환경에서는 각 단말기가 가질 수 있는 전력의 한계 때문에 전송되는 트래픽을 줄이기 위하여 요구 기반 방식의 프로토콜이 많이 사용되고 있다. 하지만 VANET 환경에서는 단말기가 가질 수 있는 전력 제한이 MANET에 비해 매우 크다고 볼 수 있으므로 더 빠른 라우팅이 가능한 테이블 기반 방식이 효과적이다. 본 논문에서 테이블 기반 프로토콜인 DSR, AODV와 하이브리드 프로토콜인 ZRP에 대하여 중점적으로 살펴보도록 하겠다.

2.1. DSR (The Dynamic Source Routing protocol)

DSR은 기존의 하부 네트워크와 관리의 필요성 없이 완전하게 자가 조직화 되어있으며 자가 구조를 따르고 있다. DSR은 경로 유지와 관리를 위한 "Route Discover", "Route Maintenance"의 두 가지의 메커니즘으로 이루어져 있다. 이것은 노드들이 ad-hoc 망에서 노드를 찾아내고 데이터를 전달할 목적지들로의 경로의 유지를 수행하기 위해 함께 동작한다. 전송 경로 지정은 패킷들의 라우팅이 loop-free 하게, 패킷들이 중간 노드들의 최신 라우팅 정보의 전송 없이 패킷들을 전송 시키고 관찰하고 있는 노드들이 계속적으로 사용할 정보에 대해 노드들로부터 라우팅 정보를 저장하는 것을 허용한다. DSR의 각 패킷은 온전하고 정연한 경로를 포함하고 있다. On-Demand는 주기적으로 라우팅 경로를 배제 시키고, 이웃을 찾는 프로토콜을 배제한다. DSR 프로토콜은 매우 작은 오버헤드에도 불구하고 망 변화에 매우 빠르게 상호 작용을 한다.

2.2. AODV(The Ad hoc On Demand Distance Vector)

AODV도 DSR과 마찬가지로 RREQ와 RREP메시지를 이용한 요구기반 방식의 ad-hoc 프로토콜이다. 경로 상에 있지 않은 노드는 라우팅 정보를 유지하지 않으면, 인접 노드와는 라우팅 테이블의 교환도 하지 않는 점에서는 비슷하다. DSR과 다른 점은, 기존 방식은 데이터 패킷이 경로에 대한 전체 정보를 가지고 있는 것에 반하여, AODV

방식은 소스 노드와 중간 노드는 목적지에 대한 다음 홉 정보만을 유지함으로써 소스 경로 정보 유지에 소모되는 경로캐쉬 유지비용을 줄였다. 소스는 목적지로의 경로 탐색을 위해서 RREQ 메시지를 전송한다. 중간 노드는 이 메시지를 수신 후 자신의 목적지나 중복 패킷이 아니면 자신의 라우팅 테이블에 응답메시지인 RREP의 전송을 위한 역경로를 설정 후 패킷을 이웃 노드에게 전송한다. 이렇게 목적지에 전송된 패킷 RREP를 이용하여 다시 소스 노드에게 보내진다. 이때 각 중간 노드의 역경로 정보를 활성화 하면서 소스 노드로 RREP패킷을 전달한다.

2.3. ZRP (Zone Routing Protocol)

ZRP는 하이브리드 방식으로 라우팅 테이블을 유지한다. 주어진 조건에 맞추어 테이블 기반과 요구기반을 번갈아 사용한다. 여기서 주어진 조건은 일반적으로 홉 단위를 기준으로 한다. ad-hoc 기술의 특성상 자신과 이웃한 단말기와 자주 통신을 하므로 특정 홉 안에 있는 가까운 단말기들은 테이블 기반 방식으로 경로 정보를 관리한다. 홉 외부에 있는 단말기들은 상대적으로 통신의 빈도가 낮으므로 경로 테이블 관리에 소모되는 부하를 줄이기 위해 필요시만 경로 정보를 갱신하는 요구기반 방식을 사용한다. ZRP에서는 이렇게 Zone이란 개념을 이웃한 단말기와 그렇지 않은 단말기를 비교 하는데 사용된다.

3. 차량 그룹화 기법

앞서 말했듯이 최근 ad-hoc 기술에서는 단말성능의 제약 때문에 요구기반 방식이 많이 사용되고 있다. 만약 단말성능이 뛰어난 경우라면 요구가 있을 때 마다 경로를 찾는 요구기반 방식 보다 항상 최적화된 경로 설정을 갱신하고 있는 테이블 기반 방식이 통신 속도가 더 빠를 것이다. VANET 환경에서는 차량이 단말의 역할을 수행하기 때문에 MANET에 비하여 성능의 제약에서 조금 더 자유롭다. 또한 빠른 통신 속도는 VANET 환경에서 사용자의 안전성을 높여준다. 이에 본 논문에서는 일정 거리상에서 목적지가 같은 차량들을 그룹으로 만들어 그룹 내부 Network 최적화를 유지하게 하는 방식을 제안한다. 제안하는 VANET 환경을 위한 가정은 다음과 같다.

- 모든 차량은 네트워크 장치를 통한 통신이 가능하다.
- 모든 차량은 내비게이션 장치를 가지고 있어 자신의 위치정보 확인이 가능하고 자신의 목적지를 정확하게 알 수 있다.
- 같은 도로에서 같은 목적지를 가지는 차량들의 경로와 속도는 상대적으로 동등하다.

3.1. 그룹화

제안하는 프로토콜을 구성하기 위해 먼저 노드들을 그룹화 하는 작업이 필요하다. VANET 환경에 적용 가능한

그룹화 방법으로 본 논문에서는 일정 거리(hop) 안에서 같은 목적지를 기준으로 그룹화 하는 방식을 소개한다.

- (1) 노드들은 차량 내부에 장착된 내비게이션을 통해 자신의 위치정보와 목적지를 알아내고 정보를 브로드캐스트 한다.
- (2) 패킷을 받은 이웃노드들은 자신의 목적지 정보와 비교하여 노드 간 통신의 연결성 C_{sd} ($0 \leq C_{sd} \leq 1$)를 계산한다. 이때 연결성 C_{sd} 는 노드 간의 지속적인 통신이 가능한 확률로서 C_{sd} 값이 높을수록 연결된 노드들은 통신의 단절이 이루어지지 않고 오랫동안 경로를 유지한다고 본다. 보통 같은 목적지를 가질 경우 도로의 환경이 동등하다는 가정 하에 각 노드들은 동일한 경로로 이동을 하게 된다. 따라서 같은 목적지를 가지는 노드의 패킷을 전송 받았을 경우 다른 목적지의 패킷보다 우선순위를 높게 두고 C_{sd} 값을 계산한다.
- (3) 각각의 이웃 노드는 구해진 C_{sd} 값을 바탕으로 ZRP기법에서 사용되는 방식과 유사하게 지역(Zone)을 정하여 그룹을 설정한다. 이 때 ZRP기법과는 다르게 hop 수에 기반을 둔 지역이 아닌 일정 거리를 가진 차량 내에서 같은 목적지를 가진 노드에 더 높은 우선순위를 두고 그룹을 설정한다.
- (4) 같은 목적지를 가지고 있더라도 다른 노드에 비해 너무 많은 거리차이가 난다면 C_{sd} 값이 작아져서 다른 목적지를 가지는 가까운 거리의 노드로 경로 선택 우선권이 넘어가게 한다.
- (5) 지정된 그룹에서 노드 목적지가 바뀌거나 같은 목적지를 갖는 노드가 새롭게 추가되면 목적지가 바뀐 노드의 C_{sd} 값을 줄이고 새롭게 나타난 노드의 C_{sd} 값을 높여 그룹 안의 경로를 재설정한다.

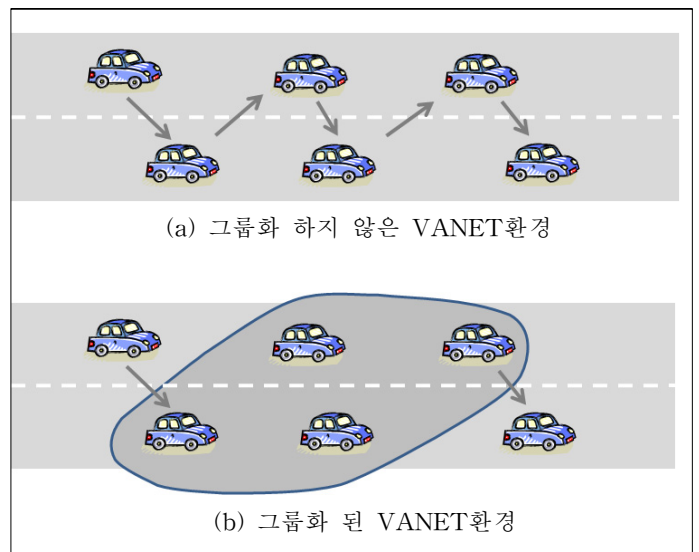
3.2. 통신방법

정해진 경로에서의 통신 방법은 하이브리드 기반 방식과 유사하다. 그룹 내부에서 통신은 테이블 기반 방식을 기초로 사용한다. 각 노드들은 초기 그룹화 과정에서 알게된 목적지 정보와 위치 정보를 토대로 라우팅 테이블을 만들어 놓는다. 소스 노드에서 목적지 노드로의 데이터 패킷 전송 요청이 있을 경우 미리 만들어진 테이블을 토대로 경로를 찾아 나간다. 그룹과 그룹 간 또는 외부 노드와 그룹과의 통신에는 요구 기반 방식을 사용한다. 외부 노드가 특정 그룹안의 노드와 통신을 하거나 그 그룹을 거쳐야 하는 상황이 오면 소스 노드는 가장 가까운 그룹에 속한 노드로 RREQ 메시지를 전송한다. 그룹에 속한 노드는

전송받은 메시지를 이미 구성된 라우팅 테이블을 참고하여 목적지 노드 혹은 목적지 노드와 가장 가까운 그룹 내의 노드를 향하여 빠르게 전송할 수 있다. 만약 그룹의 최장 hop으로 연결된 노드까지 목적지 노드가 발견되지 않으면 예상 경로와 가장 가까운 위치에 있는 그룹 노드에서 브로드캐스트 메시지를 보내 그룹 외부 노드와의 경로를 찾게 한다. 다시 외부로 전송된 메시지는 다른 그룹 혹은 목적지 노드를 찾을 때까지 같은 방식을 반복하게 된다.

3.3. 성능평가

차량 그룹화를 진행하게 되면 해당 그룹 안에서의 통신은 최선의 라우팅 경로의 유지로 인하여 매우 빠르게 이루어진다. 이는 그룹화를 진행하지 않은 경우와 비교할 때 매우 자명하게 나타날 수 있다. (그림 2.)는 VANET환경에서 그룹화 여부에 따른 통신 hop수의 차이를 보여주고 있다. 그룹화를 진행하지 않았을 경우 모든 차량 노드는 이웃 노드와의 한번 이상의 hop to hop 통신을 수행하게 되어 경로 탐색 트래픽 처리로 인한 오버헤드가 크다. 하지만 그룹화를 했을 경우 소스 노드에서 목적지 노드까지의 패킷 전송 과정에서 그룹 지역(Zone)을 거쳐 패킷이 전송 되므로 추가적인 경로 탐색에 필요한 트래픽이 줄어들게 된다. 또한 그룹 안에서 같은 목적지를 갖는 노드들은 경로의 단절이 일어날 확률이 적기 때문에 지속적인 통신이 가능하며 노드의 단절로 인해서 생기는 복구에 대한 자원소모가 다른 라우팅 프로토콜에 비해 줄어들게 된다. 또한 같은 목적지를 갖는 상황의 동등함으로 인하여 목적지 상황 정보에 대한 빠른 수용력과 도로 상황 변화에 공동 대처할 수 있는 능력이 생길 것이다.



[그림 2.] 그룹화에 따른 통신 방법의 차이

4. 결론

VANET은 네트워크 토폴로지의 급격한 변화가 있는 환경이다. 실제 환경에서는 차량의 속도, 운전자의 습관, 교통량, 도로의 상황 등 네트워크에 영향을 미칠 수 있는 요소가 많다. 이로 인하여 노드들 간의 네트워크 경로 단절을 최소화하고 링크 생존율과 패킷 처리율을 높이는 라우팅 프로토콜 기법이 필요한 상황이다. 따라서 본 논문에서는 노드들간 네트워크 경로의 신뢰성 향상을 위하여 동일한 목적지라는 속성을 활용하여 그룹 라우팅 프로토콜을 제시하였다. 그룹화 된 차량 라우팅 프로토콜은 향후 네트워크 신뢰도 향상뿐만 아니라 해당 목적지의 실시간 정보를 지정된 그룹에만 전달하거나 그룹별 분산을 통한 교통 통제에도 이점을 줄 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] Jun Luo, Jean-Pierre Hubaux, "A survey of Intervehicle communication," Technical report IC, 2004.
- [2] 임현정, "AODV와 MAODV에 대한 연구," 한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집 PP.109~113, 2009
- [3] 손사민, "VANET환경에서의 지역기반 GPSR 기법," 한국컴퓨터종합학술대회 논문집, 2009.
- [4] 박수현, "MANET에서의 Reactive Routing Keyword기반 라우팅 프로시듀어," 한국시물레이션학회 논문지, 2004.
- [5] 서대열, "MANET환경에서 Zone Routing Protocol을 이용한 안전한 경로설정 보안 알고리즘 S-ZRP," 전자공학회 논문지 제 43권 TC편 제 4호. 2006.
- [6] 이은주, "차량간 통신을 위한 위치 정보 기반의 AODV 라우팅 프로토콜," 한국콘텐츠학회논문지, 2008.
- [7] 유현, "VANET환경에서 차량 간 신뢰적인 패킷 전달 기법," No. R01-2007-000-20154-0, 2007.