

차량의 진행 방향과 속도를 고려한 차량 안전 통신 기법 연구

조미영, 김 연, 김기천*

건국대학교 컴퓨터공학과

e-mail : mbcjmy12@konkuk.ac.kr

jinyan@konkuk.ac.kr, kckim@konkuk.ac.kr

A Study on the Vehicle Safety Communication considering the vehicle moving direction

Mi Young Jo, Yan Jin, Keecheon Kim*

Dept of Computer Science, Konkuk University

요 약

차량 안전 통신(VSC : Vehicle Safety Communication)은 차량의 각종 통신 장치들을 이용하여 교통 정보 획득과 주변 차량 사이에서 정보 교환을 통해 차량의 안전을 도모하는 기법이다. VSC 기법에서는 도로 위에서 발생할 수 있는 사고를 미리 방지하기 위해 차량 간 경고 메시지를 사용한다. 차량 간 메시지를 전송하기 위해서 브로드캐스트 전송기법을 이용하게 되는데, 이는 각 차량 간 메시지 전송을 위한 연결이 이루어지지 않았기 때문이다. 이렇게 브로드캐스트 기법을 사용하게 되면 차량은 자신이 받은 메시지를 다른 차량에게 재전송하게 되고, 또 다른 차량 역시 해당 메시지를 재전송 하게 되어 전송되는 메시지의 수도 점차 증가하게 된다. 이러한 현상을 브로드캐스트 폭풍 현상이라 한다.

따라서 본 논문에서는 차량 간에서 발생하는 브로드캐스트 폭풍 현상을 줄이기 위해 차량의 진행 방향과 속도를 이용하여 메시지의 재전송 범위를 제한함으로써 재전송 메시지를 줄이도록 하는 기법을 제안하고자 한다.

1. 서론

기존의 텔레매틱스 및 지능형 차량 통신(ITS : Intelligent Transport System)의 연구를 통해 차량에 IT 기술을 접목하였고, 이러한 IT 기술을 산업 전반에 융합함으로써 텔레컨버전스 산업이 발전하게 되었다.

텔레컨버전스는 차량 간 통신(V2V : Vehicle to Vehicle), 그리고 차량과 인프라 간 통신(V2I : Vehicle to Infrastructure), 차량과 스마트그리드(V2G : Vehicle to Grid), 차량과 노매딕 간 통신(V2N : Vehicle to Normadic)을 수용하여 각 장치 간의 원활한 정보 교환을 위한 표준 영역으로 'V2X 통신 및 서비스 인터페이스'로 구성된다. 이러한 텔레컨버전스 산업에는 차량 안전 서비스 산업, 차량 편의 서비스 사업, 차량 그린 ICT 산업 등으로 분류 된다.

그 중에서 차량 안전 서비스 산업은 운전자 행동, 주행 상황, 도로 상황 등을 지능적으로 인식한다. 그리고 주행 중 발생 가능한 위험 상황이나 사고 상황을 예측함으로써 주행 안전을 도모하고 사고를 방지하는 산업이다.

이러한 차량 안전 서비스를 구현하기 위해서는 각 장치에서 발생하는 정보들이 차량에 장착된 네트워크 장치와의 통신을 통해 차량 내부에 전송되어야 하며, 이를 알리고 발생된 상황에 따라 제어되어야 한다.

이를 위해 차량 안전 통신(VSC : Vehicle Safety Communication)[4, 5]에서는 차량의 통신 장치들을 이용하여 교통 정보를 획득하며, 주변 차량들 사이에서 정보 교환을 통해 차량 안전을 도모한다. 또한 차량이 고속으로

이동할 경우에도 충돌이나 위험한 상황을 예보 및 경고함으로써 운전자에게 교통사고를 사전에 방지할 수 있도록 한다. 그러나 이러한 정보를 전달하기 위해서는 각 차량 사이에 사전 연결이 이루어져야 한다.

차량과 주변 차량사이에 메시지 전달을 위한 연결이 되어 있지 않으면 해당 메시지를 브로드캐스트 기법으로 전달하게 된다. 브로드캐스트 기법은 메시지를 받은 차량 노드들이 다시 해당 메시지를 브로드캐스팅으로 재전송하기 때문에 네트워크 내에서는 브로드캐스트 폭풍 문제가 발생하게 된다.

본 논문에서는 이러한 메시지 재전송으로 인해 발생하는 브로드캐스트 폭풍문제를 해결하기 위해 차량의 진행 방향과 속도를 고려하여 재전송되는 메시지의 범위를 제한하며, 전송 범위의 제한으로 네트워크에서 전송되는 메시지의 개수가 줄어들게 된다.

따라서 네트워크 내에서 전송되는 메시지를 줄임으로써 전체 네트워크의 대역폭과 트래픽의 사용을 줄일 수 있다.

본 논문은 2장에서 VSC에 대해서 설명하고, 브로드캐스트 기법의 사용으로 인해 발생하는 문제점에 대해 언급하였으며, 3장에서는 제안하고자 하는 기법에 대해 설명하였고, 4장에서 제안 기법의 성능을 평가하였으며, 5장에서 결론으로 글을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 차량 안전 통신 (Vehicle Safety Communication)

VSC 기법은 차량의 통신 장치들을 이용하여 지능형 교통 시스템을 구현하며, 차량의 안전을 위해 교통 정보와

* 교신저자

주변 차량과의 정보를 교환한다.

VSC 기법은 차량 간에 전송되는 메시지로 정보를 알리는 기법이지만, 각 차량들 사이에 상호 연결 관계가 존재하지 않은 상태로 통신을 수행하게 된다.

각 차량에 긴급 메시지를 전달하기 위해서 차량 간의 연결 관계 설정, 메시지 전달 방법 등 전송의 효율성을 높일 수 있는 방법에 대한 연구도 필요하다.

2.2 링크 단절 시간(LET : Link Expiration Time)

LET[1][2]는 특정한 두 개의 노드를 노드의 진행 속도와 방향 값을 이용하여 두 노드가 어느 시점에 연결이 종료될 것인지를 알아보기 위해서 사용된다.

LET는 노드(노드 i, 노드 j)의 위치 좌표 (xi, yi)와 (xj, yj), 이동 속도 vi와 vj, 이동 방향 θi와 θj를 변수로 하는 수식 1로 인해 얻어지며, 두 노드 사이의 이동 속도와 이동 방향 값을 바탕으로 두 노드 사이의 링크가 즉, 연결 관계가 종료되는지 알 수 있다.

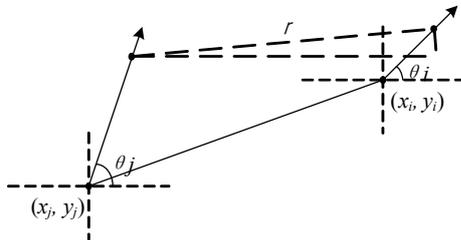


그림 1 LET 계산

$$LET = \frac{-(ab+cd) + \sqrt{(a^2+c^2)r^2 - (ad-bc)^2}}{a^2+c^2} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} a &= v_i \cos \theta_i - v_j \cos \theta_j \\ b &= x_i - x_j \\ c &= v_i \sin \theta_i - v_j \sin \theta_j \\ d &= y_i - y_j \end{aligned}$$

2.3 기존 연구의 문제점

기존의 VSC에서는 메시지 전달을 위해서 브로드캐스트 방식을 사용하는데, 이 기법은 메시지를 자신의 주변 차량에게 재전송 하는 방식이다. 이러한 VSC 브로드캐스트 방식에는 표 1과 같이 플러딩 방식[7], 선택적 재전송 방식으로 구분되어 있다.

구분		내용
플러딩 방식	순수 브로드캐스트 방식	- 메시지를 전송 받은 차량이 모두 재전송하는 방식.
	지향성 브로드캐스트 방식	- 메시지의 이동방향을 기준으로 필요한 경우에 메시지를 재전송하는 방식.
선택적 재전송 방식	지정 방식 테이블 기반	- 모든 차량은 자신의 주변 차량의 정보(차량의 위치와 이동 방향)를 이용하여 메시지를 재전송하기에 적합한 차량을 선택한 후에 전송하는 방식. - 주변 차량의 정보를 항상 갱신해야 함.

경쟁 방식	클러스터 기반	- 일정 영역을 클러스터로 구분하여 클러스터 헤더 차량이 메시지의 재전송을 관리할 수 있도록 하는 방식. - 주변 차량의 정보를 항상 갱신해야 함.
	랜덤 기반	- 메시지를 받은 차량이 일정한 랜덤 시간이 지난 후에 메시지를 재전송하는 방식.
	거리 기반	- 메시지를 보내는 차량과 받는 차량 사이의 거리 정보를 이용하여 가장 적합한 메시지 재전송 차량을 선택하는 방식

표 1 브로드캐스트 기법의 특징

선택적 재전송 방식에는 테이블 기반[8], 클러스터 기반[9], 랜덤 기반[10], 거리 기반[11]으로 나누어진다.

테이블 기반, 클러스터 기반의 선택적 재전송 방식은 주변 차량들의 정보를 제어 메시지를 통해서 확인 한 후에 적합한 차량을 선택하여 전송한다. 이 때 주변 차량의 정보를 지속적으로 갱신해야 하며, 차량의 이동에 따라 변화해야 하므로 제어 메시지도 증가하게 된다. 또한 빠른 시간 내에 전송되어야 하는 메시지의 경우 지연 시간이 더 길어지게 되는 문제가 발생하게 된다.

랜덤 기반의 선택적 재전송 방식은 메시지를 받은 차량이 일정 시간(랜덤 지연 시간)을 대기한 후에 메시지를 재전송하는 방식이다. 그러나 메시지를 재전송하는 차량을 선택하는 특정한 방식이 없기 때문에 일정 거리까지 메시지가 전파되기 위해서는 지정 방식의 기법보다 더 많은 메시지의 재전송이 필요하다.

거리 기반의 선택적 재전송 방식은 초기 메시지를 전송한 차량과 해당 메시지를 받은 차량의 거리 정보를 이용하여 메시지 재전송 차량을 선택하는 방식이다. 그러나 이 방식은 차량의 밀도가 낮아질수록 메시지를 재전송하는 차량은 메시지를 재전송하기 전의 지연 시간이 증가하는 문제점을 가지고 있다.

기존의 제안된 방식[3] 중에서 경쟁 방식의 두 가지 방식을 결합한 형태로 거리와 랜덤 기반 브로드캐스트 기법이 제안되었다. 이 기법에서는 거리 기반의 선택적 재전송 방식의 문제점인 차량 밀도가 낮은 상황에서 짧은 지연 시간을 가지고 메시지를 전송하도록 하는 방법을 제안하였다. 해당 기법에서는 수식 2를 이용하여 메시지를 전송 받은 차량이 자신의 지연시간을 계산하도록 하였다.

$$T_{defer} = T_{lim} * T_{ran} \quad (2)$$

$$T_{lim} = T_{max} * \left(\frac{R - D_{SD}}{R} \right)$$

$$T_{ran} = R_{\beta}(E, V)$$

T_{max}: 최대 지연 시간

R: 무선 전송 범위

D_{SD}: 소스 차량과 메시지를 받은 차량 사이의 거리

E, V: 베타분포의 형태를 결정 짓는 평균 값과 분산 값

거리와 랜덤 기반 브로드캐스트 기법은 메시지를 받은 차량과 소스 차량 사이의 거리에 반비례하는 시간과 메시지를 받은 차량이 선택한 랜덤 값으로 곱한 값을 지연 시간으로 사용한다.

그러나 본 논문에서 제안하고자 하는 방법은 차량의 이동이 자주 발생하는 경우에 각 차량 사이의 진행 방향 및

속도에 대한 부분도 고려하고자 하는 것이다. 각 차량들의 진행 방향 및 속도를 바탕으로 하여 먼저 전송 범위를 제한하고, 그 뒤에 메시지 전송을 위한 지연시간을 계산한다. 그리고 계산된 지연시간을 포함하여 메시지를 재전송하고자 한다.

3. 차량의 진행방향과 속도를 고려한 VSC 기법

본 논문에서는 VSC에서 차량의 진행 속도와 방향을 고려하기 위해 기존의 LET를 이용한 브로드캐스트 기법을 제안하고자 한다.

차량의 진행 속도와 방향을 고려하기 위해 노드의 LET를 이용하여 각 차량 사이의 메시지 재전송에 사용하고자 한다.

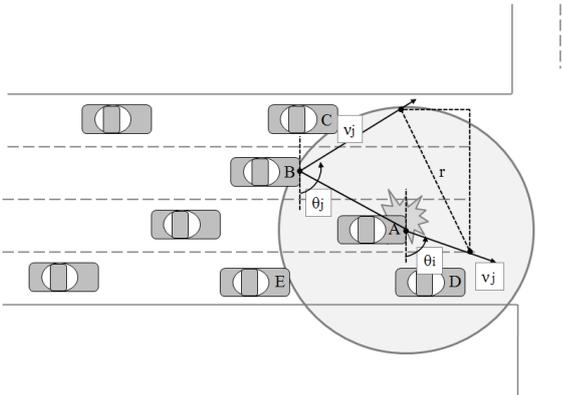


그림 2 메시지 재전송을 위해 LET 적용

각 노드에서는 LET를 계산하기 위해서 가장 먼저 브로드캐스트로 메시지를 전송한 노드(그림 2에서는 노드 A)의 정보와 자신 정보를 이용한다.

그리고 그림 2에서는 차량의 진행 방향이 한 방향이지만 둘 이상의 방향으로 나누어지는 교차로의 경우에는 속도와 방향에 따라 구별 되어야 한다. 두 노드의 이동 속도가 같거나 유사한 경우 노드가 서로 다른 방향으로 진행할수록 LET 값이 작게 측정되며, 두 노드의 이동 속도에 차이가 많이 날 경우 노드의 진행 방향이 비슷할수록 LET 값은 작게 측정된다.

본 논문에서는 앞에서 언급한 상황을 제외한 나머지 두 가지 경우(노드의 진행 속도와 방향이 유사한 경우, 노드의 진행 속도와 방향이 모두 다른 경우)는 고려하지 않는다. 그리고 노드의 속도와 방향에 차이가 나는 형태만 이용하여 분석하고자 하며, 이를 바탕으로 하여 LET를 도로 인식을 위한 파라미터로 적용할 수 있다.

따라서 도로의 환경에 따라 동일한 방향으로 진행할 경우에는 차량의 속도에 더욱 가중치를 두고 설정하도록 하며, 다른 방향을 진행할 경우에는 차량의 속도와 방향을 모두 고려하여 설정할 수 있도록 해야 한다.

또한 그림 2에서 보는 것과 같이 노드 A가 전송한 메시지를 B, C, D, E가 받았다고 할 경우, 노드 A와 자신(B, C, D, E)과의 방향과 속도를 고려하기 위해 LET 값을 적용한다. 그 뒤에 거리 및 랜덤 시간으로 지연시간을 설정하고 재전송하게 된다.

$$T_{lim} = T_{max} * (\frac{R - D_{SD}}{R}) \quad (3)$$

위의 수식 3에서 T_{lim} 은 기존의 거리 기반의 선택적 재전송 방식에서 지연시간으로 사용하는 소스 차량과 메시

Advan_VSC{

//init_flag를 설정하고, 노드의 정보를 저장하여 메시지를 브로드캐스트 함.

init_flag = 0;

broadcast source node_information store;

//메시지를 받은 노드 중 LET를 계산함.

broadcast destination node_information set;

node_LET = LET(v_i, v_j, θ_i, θ_j);

//node_LET 값을 이용하여 기준치보다 낮을 경우에만 재전송하도록 함.

if(node_LET < BaseLine){

node_Destination_Time = Destination Time();

new node message retransmission;

init_flag = 1;

}

break;

//두 노드 사이의 속도와 방향에 따른 LET 값을 구함.

LET(v_i, v_j, θ_i, θ_j){

return(- (ab + cd) + √((a² + c²)r² - (ad - bc)²)/a² + c²);

};

//거리와 랜덤기반으로 지연시간을 설정함.

Destination Time(){

T_{lim} = T_{max} * (R - D_{SD})/R;

T_{ran} = R_β(E, V);

T_{defer} = T_{lim} * T_{ran};

return T_{defer};

};

};

그림 3 제안하는 VSC 기법의 Pseudo Code

지를 받은 차량 사이의 거리에 반비례하는 값을 나타낸다.

수식 3에서 나타낸 지연시간은 초기 브로드캐스트를 통해 메시지를 받은 노드 중에서 LET를 계산하고, 재전송을 결정한 노드만 수식 3의 지연시간이 지난 후에 메시지를 재전송한다.

본 논문에서 제안하는 방식을 이용하여 차량의 밀도, 네트워크 상황, 네트워크 토폴로지 등의 차량과 관련된 정보를 바탕으로 네트워크 상황에 맞게 가장 효율적으로 사용할 수 있도록 한다.

그림 3은 제안하는 기법의 Pseudo Code를 나타낸다.

초기 브로드캐스트를 보내는 노드는 추가로 생성한 2bit의 init_flag를 'init_flag = 0'으로 설정하여 각 노드에게 메시지를 브로드캐스트로 전송한다. 이때 해당 메시지에는 소스노드의 정보(차량 속도, 방향)를 넣어 메시지를 발송한다.

init_flag를 설정하는 이유는 최초 브로드캐스트를 보내는 노드를 명시하기 위함이며, 재전송되는 노드의 경우에는 'init_flag = 1'로 값을 설정한다. 이는 최초 브로드캐스트 전송을 하는 노드와 재전송되는 노드를 구분하고자 하기 위함이다.

이 후, 소스노드는 자신의 정보를 저장한 뒤에 브로드캐

스트로 메시지를 전송한다. 메시지를 받은 소스노드의 주변 노드들은 자신의 진행 속도와 방향을 이용하여 소스노드와의 LET를 계산한다.

LET 값을 이용하여 기준치(그림 3에서 BaseLine)보다 낮은 경우에만 메시지를 재전송하도록 설정한다. 메시지를 재전송하게 되면 자신의 'init_flag = 1'로 설정하여 재전송하였음을 명시한다.

4. 성능 평가

본 논문에서는 차량의 진행 방향과 속도를 고려한 VSC 기법에 대해 제안하였다. 다음의 그림 4과 같은 시나리오를 구성하여 위의 수식과 Pseudo Code를 사용하여 성능을 평가하였다.

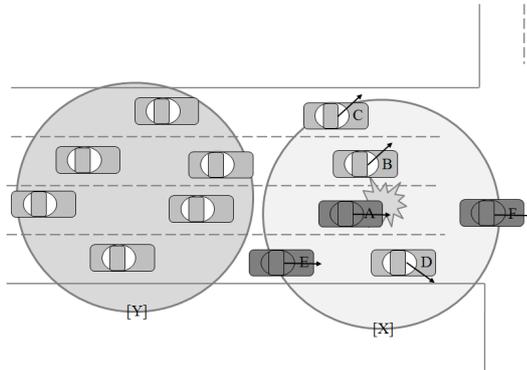


그림 4 성능 평가를 위한 시나리오

위의 그림 4에서 그룹 X내에 존재하는 노드들은 노드 A에 의해 초기 브로드캐스트 메시지를 전송받게 되는 그룹을 나타내며, 그룹 X에 존재하는 노드들로 인해 그룹 Y내에 존재하는 노드들은 메시지를 재전송 받게 된다.

세 가지 형태로 나누어서 메시지 재전송의 수를 확인하고, 성능을 평가하고자 한다.

그림 5에서 보는 것과 같이 첫 번째(I: Velocity)는 그룹 X내에 존재하는 노드들의 진행 속도가 유사하다고 가정하는 경우이다. 즉, 진행 속도는 동일하고 진행 방향(모두 동일한 다른 각을 다른 방향으로 유지한다고 가정함)은 다른 형태를 나타낸다. 두 번째(II: Direction)는 그룹 X내에 존재하는 노드들 중에 노드 A와 같은 방향으로 진행하는 노드 중에서 진행 속도가 다르다고 가정할 경우이다. 세 번째(III: Dis/Ran)는 차량의 속도와 방향을 고려하지 않고 기존의 거리 및 랜덤 시간을 바탕으로 한 형태를 나타내는 경우이다.

가정한 Velocity, Direction은 본 논문에서 제안하고자 하는 내용으로 바탕으로 하여 성능 평가를 나타내고자 하였으며, 가정 III은 기존의 노드 사이의 거리만 기반으로 성능 평가를 나타내고자 하였다.

성능 평가는 각 그룹 내에 존재하는 노드의 개수를 증가하여 총 재전송되는 메시지의 수를 측정할 것이다. 제안한 가정 I, II는 거의 유사한 형태로 재전송되는 메시지 수를 보였다. 이는 차량의 진행 속도와 방향을 모두 고려해야 하는 것을 나타냈으며, 본 논문에서 제안한 내용으로 재전송 되는 메시지의 수가 줄어드는 것을 볼 수 있었다.

5. 결론

VSC는 통신 장치들을 이용하여 교통 정보, 주변 차량 사이에서 정보 교환을 통해 차량 안전을 도모하는 기법이다. 이러한 정보는 주변 차량에게 브로드캐스트 기법으로 전달하게 되며, 그로 인해 브로드캐스트 폭풍 문제를 발생

하게 된다. 따라서 본 논문에서는 메시지 재전송으로 인해 발생하는 브로드캐스트 폭풍문제를 해결하기 위해 차량의

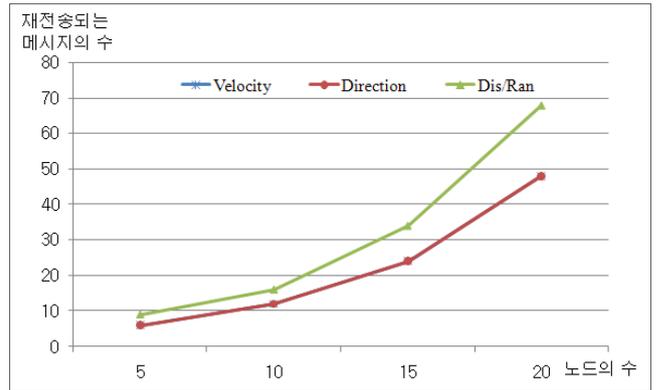


그림 5 성능 평가

진행 방향 및 속도를 고려하여 메시지를 재전송하는 기법을 제안하였다.

현재 제안한 내용 중에서 기준치가 미흡하게 설정되어 있는데, 도로의 상황에 따라 적합한 기준치를 마련해야 할 것으로 보이며, 이에 대한 내용은 추후 연구를 진행하고자 한다. 또한 실제적인 시뮬레이션을 바탕으로 하여 좀 더 구체적인 측정 결과를 보여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Tarik Taleb, Ehssan Sakhaee, Abbas Jamalipour, Kazuo Hashimoto, Nei Kato, Yoshiaki Nemoto "A Stable Routing Protocol to Support ITS Services in VANET Networks", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 56, No. 6, November 2007
- [2] William Su, Sung-Ju Lee, Mario Gerla, "Mobility Prediction and Routing in Ad Hoc Wireless Networks", International Journal of Network Management, Vol. 6, No. 4, 2001
- [3] 유종덕, 정수환 "차량 안전 통신을 위한 거리와 랜덤 기반 브로드캐스트 기법", 전자공학회 논문지, 제45권 제11호, 2008년 11월
- [4] 유석대, 조기환 "차량동위그룹을 이용한 차량 간 긴급 메시지 전파 방법", 정보과학회논문지:정보통신, 제34권, 제 5호, 2007년 10월
- [5] 유석대, 조기환 "차량안전통신 기술 동향", 주간기술동향 1292호, 2007년 4월
- [6] 김연, 조미영, 김기천 "VANET 환경의 위치 정보 기반 라우팅 프로토콜 최적화 기법", 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집, 제17권 제1호, 2010년 4월
- [7] ASTM, Standard Specification for Telecommunication and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems - 5GHz Band Dedicated Short Range Communications(DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, ASTM E2213-03, Sep. 2003.
- [8] H. Alshaer and E. Horlait, "An Optimized adaptive broadcast scheme for Inter-vehicle communication," in Proc. VTC 2005, Vol.5, pp. 2840-2844, May 2005.
- [9] R. A. Santos, R. M. Edwards, and A. Edwards, "Cluster-Based Location Routing Algorithm for Vehicle to Vehicle Communication," in Proc. RAWCON'04, pp. 39-42, Sep. 2004.
- [10] S. Biswas, R. Tatchikou, and F. Dion, "Vehicle-to-Vehicle Wireless Communication Protocols for Enhancing Highway Traffic Safety," IEEE Commun. Mag., Vol. 44(1), pp. 74-82, Jan. 2006.
- [11] M-T. Sun, W-C. Feng, T-H. Lai, K. Yamada, and H. Okada, "GPS-Based Message Broadcast for Adaptive Inter-vehicle Communications," in Proc. VTC 2000, pp. 2685-2692, Sep. 2000.