

Vehicular Ad Hoc Networks에서 방향성 안테나기반 충돌 회피 기법

Collision Avoidance Method Based-on Directional Antenna in Vehicular Ad Hoc Networks

김경준*

Kyung-Jun Kim*

요 약

MANET(mobile adhoc networks)기반 통신 프로토콜은 고속으로 이동하는 VANET(vehicular adhoc networks) 환경에서 차량 상호간의 메시지 전송과 긴급 메시지 전송이 불가능 할 수 있다. 메시지 전송의 신뢰성을 보장하기 위해 본 논문에서는 특정 구간에서 교통사고 및 구간정체로 인한 통신의 포화상태 발생과 긴급통신 중 히든노드 개입으로 인한 데이터 충돌과 전송지연을 해결하기위해 방향성 안테나 기반 은닉노드 방지 기법을 제안한다. 제안하는 프로토콜은 메시지의 신뢰성 있는 전송을 위해 양방향성 안테나를 이용하여 노드 간 간섭과 제어 메시지 전송 지연을 최소화 한다. 시뮬레이션을 통해 메시지의 신뢰성 있는 전달 및 메시지 간 충돌을 줄일 수 있음을 보이고, 결론에서는 연구 내용 및 우수성을 나타내었다.

Abstract

In the case of traffic accidents, the broadcasting methods used in the mobile ad hoc network (MANET) cannot applied to transmit reliable message since moving high-speed in vehicular ad hoc networks (VANET) environments. In this paper, in order to guarantee transmitting reliable messages, we propose a collision avoidance method based-on directional antenna in VANET. In order to reduce interference from omni-broadcasting and to avoid hidden node problem from moving high-speed, we employed a forward-handed and backward directional antenna. The authors simulated the proposed method based on directional antenna and showed that the proposed method has been improved in respect to network utilization compared to existing VANET protocols.

Key words : MAC Protocol, Forward-handed and Backward Directional Antenna, VANET

I. 서 론

ITS(Intelligent Transportation System)는 전자, 정보, 통신, 제어 등의 기술을 교통체계에 접목시킨 차세대

능동형 전송 시스템으로 도로망을 통한 화물 운송 및 자동차 운행 효율성 개선을 목표로 최근 연구되고 있는 기술이다[1]. ITS의 통신 기술인 VANET(Vehicular Ad Hoc Networks)에서 차량 운전자는 인터넷 응용

* 호남대학교 전파이동통신공학과(Department of Radio Mobile Communication Engineering, Honam University)

· 교신저자 (Corresponding Author) : 김경준

· 투고일자 : 2008년 12월 9일

· 심사(수정)일자 : 2008년 12월 10일 (수정일자 : 2008년 12월 18일)

· 게재일자 : 2008년 12월 30일

서비스뿐만 아니라, 교통 상황이나 사고 등의 도로 운행정보를 공유할 수 있고, 외부 기반 인프라(인터넷 망) 과의 통신(V2R: Vehicular-to-Roadside unit)을 통해 실시간 교통 정보, 디지털 지도, 영화, 음악 등 상업적인 서비스에 접근할 수 있다. 또한, 차량이 이동 단말(혹은 중계 노드)의 역할을 수행함으로써 차량간 통신(V2V: Vehicular-to-Vehicular)을 통해 데이터 송수신, 사고 경보(warning)와 같은 운전자 안전 정보 서비스를 받을 수 있다[2].

기존 MANET(Mobile Ad-hoc Networks) 환경에서 멀티미디어 정보 서비스를 받거나 정보 전달을 위해 다양한 차량 간 통신 방법이 제안되었다. MANET은 통신을 위해 통신 당사자(peer-to-peer)간 사전 인식과정이 필요한데, 고속으로 이동하는 차량은 이동 속도 때문에 상호 인지 과정의 실패 및 전송 지연이 발생할 수 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해 VANET이 제안되었으며, VANET은 MANET과 달리 여러 가지 장점을 가지고 있다. 대표적으로 전력에 대한 제약이 없으며, 다중 인터페이스를 이용하기에 적합한 특징을 지니고 있다[3]. 이러한 장점에도 불구하고, VANET의 특성상 차량의 고속 이동성, 교통의 흐름에 따른 차량 밀도의 변화, 운전자의 운행 습관 등에 따라 네트워크 토폴로지가 급격하게 변하게 된다.

이러한 다양한 제약조건을 갖는 VANET 환경에서 ITS 서비스를 받기 위해서 최근 MANET 네트워크의 특징을 이용한 차량 간 통신 시스템이 자동차 제조사와 연구 그룹에 의해서 연구되어 오고 있으며, 이러한 시스템을 이용하여 새로이 출시되는 차량에는 GPS(Global Positioning System) 수신기, 네비게이션(navigation system)등 송수신기의 장착이 일반화 되고 있다[4, 5, 6]. 알람 메시지 전송과 같이 사고정보, 도로의 기후상황 변화등과 같은 긴급 무선통신(safety system) 기술은 무선 통신시 발생하는 메시지 간 충돌 및 전송 지연은 주요 연구 이슈(issue)로 대두되고 있고, 이로 인해 짧은 링크 생존율, 낮은 패킷 처리율 등으로 인해 효율성의 감소를 초래하게 되었다.

본 논문에서는 VANET 환경에서 히든노드(hidden node) 문제 회피를 위한 방향성 안테나기반 매체접근 제어 프로토콜을 제안하였다. 제안 프로토콜은 이동 중 차량 간 상호통신, 이동차량 대 인프라망의 통신,

반대편 차로에서 접근하는 경우, 통신 중 차량 뒤쪽에서 빠르게 접근하는 경우에 대해 메시지 및 데이터 충돌이 발생하게 된다. 이러한 문제는 MANET에서 발생하는 은닉노드 및 노출노드(exposed node) 문제로 볼 수 있다. 이러한 문제를 효과적으로 해결하기 위해 방향성 안테나를 채용하여 송·수신 중 채널 간섭 및 충돌문제를 해결 하였다. 제안 프로토콜의 성능을 분석하며, 시뮬레이션을 통해 패킷의 충돌률이 개선되었음을 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구 내용을 살펴보고, 3장에서는 우리가 제안한 프로토콜의 동작과정에 대한 설명과 시스템 분석 및 성능 평가를 수행하였고, 4장에서는 시뮬레이션에 따른 결과를 제시하였으며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

VANET 환경에서는 차량(이동노드)들이 고속으로 이동하기 때문에 네트워크 토폴로지가 급격하게 변화하며, 이러한 특성들 때문에 경로 유지 및 탐색이 매우 어렵다[6]. VANET 환경에서 알람(alarm) 메시지 전송에 따른 충돌문제를 해결하기 위해 MANET에서 라우팅(routing) 프로토콜을 응용한 다양한 방법들이 제안되었다[1, 7].

전통적으로 클러스터기반 방식은 에너지의 효율성 및 네트워크에서 트래픽의 과부하를 막기 위해 제안된 방식으로 VANET 환경에서는 지형적인 특성이나 기지국을 중심으로 클러스터를 구성하고, 클러스터에서 패킷의 전송은 클러스터 헤드(head)만이 담당하는 방식이다. 그러나 이러한 방식에서 은닉노드 문제가 발생할 경우 클러스터 헤드(header)가 즉각적으로 알기가 어렵고, 충돌이 발생한 경우 클러스터 헤드는 클러스터 멤버(member)간 전송 중 충돌로 인식하게 되어 메시지의 재전송이 반복적으로 발생할 수 있다[8]. 테이블기반 방식은 네트워크에 있는 모든 노드들이 이웃노드(neighbor node)의 정보를 가지고 있고, 또한 주기적으로 테이블을 업데이트 한다. 이러한 기법은 라우팅 경로를 빠르게 결정하기 때문에

전송 지연이 발생하지 않는다는 장점이 있지만, 빠르게 네트워크 토폴로지가 변하는 VANET 환경에서 히든노드 문제가 발생할 때 새로운 노드로 인식하게 되어 불필요한 테이블 업데이트 문제가 발생하게 된다[8]. 라우팅 프로토콜을 응용한 알람 메시지 포워딩 방식은 다음과 같은 문제점들이 발생한다. 첫째, 중복된 메시지가 전달 및 처리문제가 발생한다. 과도한 중복 메시지 발생 시 메시지 간 충돌이 발생한다 [3, 5].

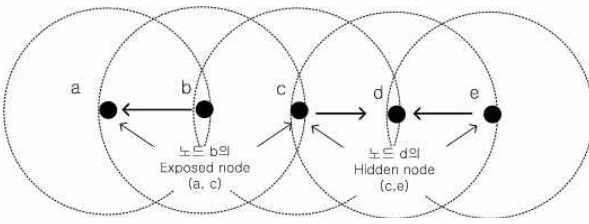


그림 1. MANET 환경에서 은닉노드 및 노출노드 문제
Fig. 1. Hidden and exposed node problem in MANET

둘째, 클러스터에 의해 메시지가 전달되므로 네트워크의 트래픽은 감소 하지만, 전송지연이 발생할 수 있다. 셋째, 그림 1에서 나타낸 것과 같이, 차량의 빠른 이동으로 인한 MAC 프로토콜의 제어와 상관없이 채널간섭, 히든 노드와 노출노드 문제가 발생한다. 넷째, 좁은 도로망 환경에서 빠른 이동시 정상적인 차량의 통신간섭 및 과도한 메시지가 발생하여 유효한 채널 대역의 낭비의 원인이 된다[5]. 다섯째, 전송되는 메시지를 수신한 노드가 가장 짧은 대기 시간을 가지는 노드만이 메시지를 전달할 때 차량의 위치를 정확하게 판단할 수 없다[4]. 매체제어(MAC: medium access control) 프로토콜의 측면에서는 전송매체의 사용 권한 획득 및 패킷을 전송할 때 충돌을 해결하기 위해 CSMA(Carrier Sense Multiple Access), MACA(Multiple Access Collision Avoidance), FAMA(Floor Acquisition Multiple Access)등의 방법들이 제안되었다[2]. CSMA 방식은 충돌 발생시 랜덤시간(random time) 동안 대기 후 전송하는 방식으로 패킷의 충돌을 최소화 할 수 있지만, VANET 환경에서 은닉노드 문제를 해결하지 못한다. MACA[9] 방식은 MANET 환경에서 은닉노드 문제를 해결하기 위해 제안된 방식으로 데이터 패킷을 전송하려는 노드가

다른 노드들에게 RTS(receive-to-send)를 보낼 때 RTS를 수신한 한 노드만이 CTS(clear-to-send)를 보내는 방식이다. RTS/CTS 방식은 소규모 네트워크에서 노드의 이동속도가 느린 경우에 적합하다. FAMA는 MACA가 히든노드 문제를 효율적으로 해결하지 못하는 단점을 해결하기 위해 제시되었다. 패킷을 전송한 후 매번 특정 지연시간 동안 기다린다. MANET을 위해 제안된 MAC 프로토콜은 빠르게 이동하는 VANET의 환경에서는 효율적으로 적용되지 않는다.

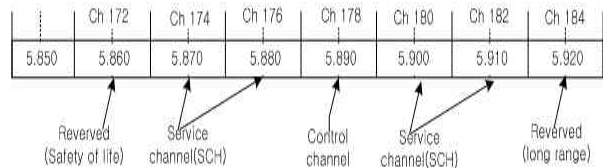


그림 2. WAVE용 주파수 대역 및 채널할당
Fig. 2. Radio frequency and channel assignment used by WAVE Spec. Standard

그림 2에서 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)[10]는 각기 다른 7개의 주파수를 이용하여 제어, 긴급상황, 일반 데이터 송·수신에 사용하고 있다. 이것은 일반 무선통신에서와 같이 멀티 채널을 이용한 통신 방법이며, MANET 환경에서 전방향성(omnibus)외에도 히든 노드 문제를 효율적으로 해결하기 위해 방향성(directional) 안테나를 사용하는 기법이 제안 되었다.

III. 충돌 방지를 위한 최적화된 전송

본 장에서는 VANET 환경에서 메시지 전송 중 충돌을 방지를 위한 최적화된 전송 방법을 제안한다.

3-1 문제점

MANET 환경에서 실시간 데이터 및 비디오 패킷과 같은 멀티미디어 서비스를 효율적으로 처리하기 위하여 여러 가지 방법들이 연구되었다.

기존 MANET의 경우 그림 3과 같은 환경에서 히든 노드 문제를 해결하기 위해 RTS/CTS를 전송하여 인접한 노드들이 송수신기의 전원을 오프(off)하고

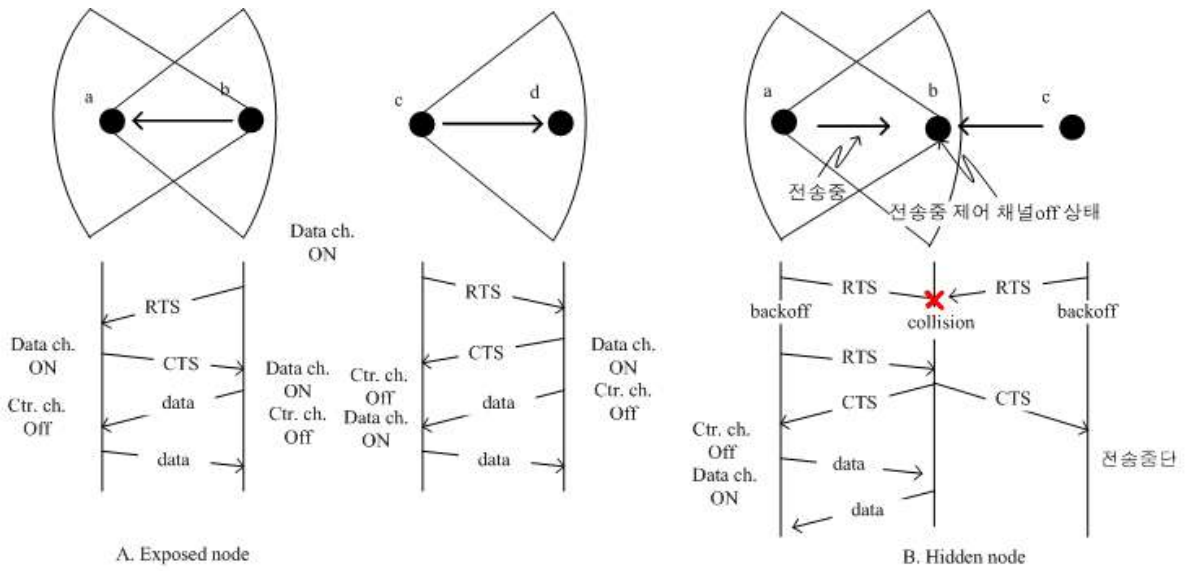


그림 5. 프로토콜의 동작과정
Fig. 5. Protocol operations

통신이 완료될 때 까지 슬립(sleep) 상태로 들어가게 되어 히든 노드 문제를 해결하였다[11]. 그러나 VANET 환경에서 고속으로 노드가 이동하기 때문에 이러한 상황은 자주 발생하게 된다. 그림 3에서 보는 것과 같이 노드 A와 노드 B가 운행 중 통신이 이루어지고 있는 상황에서 역방향 차로에서 노드 C가 접근해 올 경우 노드 C는 노드 A와 B의 통신을 알지 못하기 때문에 히든 노드의 문제를 유발한다. 또한, 같은 방향으로 진행하는 자동차 D의 경우도 노드 A와 B의 통신 사실을 알지 못하기 때문에 히든 노드의 문제를 유발할 수 있다.

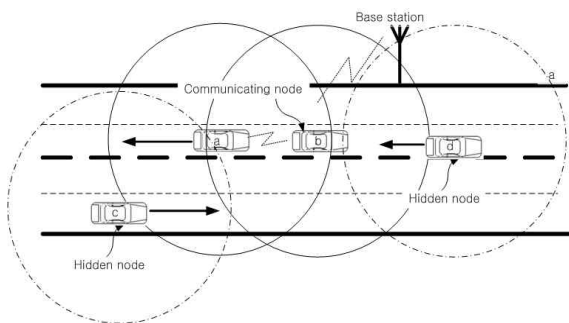


그림 3. VANET에서 은닉노드 문제
Fig. 3. Hidden node problem in VANET

특히, 긴급 메시지를 전송하고 있는 노드 간 혹은 서비스 채널을 사용하여 상호 통신하고 있는 노드 간

에는 빈번하게 상충한 문제가 발생할 수 있다[9].

3-2 프로토콜

본 논문에서는 차량이 도로에서 직진 방향으로 이동하며 통신하는 상황을 가정한다. 통신을 할 때 전·후방 차량 간 통신이 이루어지며, 직진 차량 간에 이루어지는 통신의 특징을 이용하여 제어채널 및 긴급통신 담당 안테나와 서비스 통신을 위한 양방향성 (bi-directional) 안테나를 채용하였다. 양방향성 안테나를 채용할 경우 전방향성 안테나를 채용할 때와 비교하여 도로 상황에 따라 쉽게 발생할 수 있는 은닉 노드 문제를 해결 하였다.

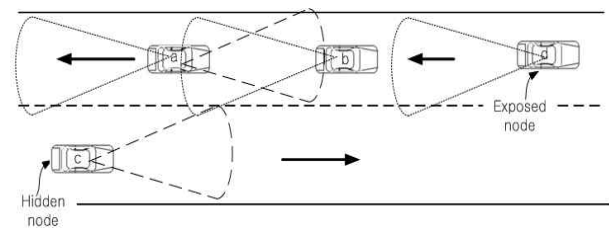


그림 4. 제안 프로토콜의 기본 아이디어
Fig. 4. Basic concept of our protocol

그림 4는 우리가 제안하는 양방향성 안테나를 채용한 프로토콜의 개념이다. 또한, 노드(차량) 자신이

통신 중 다른 노드의 통신 상태에 접근할 때 발생하는 히든 노드의 문제를 해결할 수 있다. WAVE 모드에서 제공하는 제어채널을 이용하여 노출 노드의 문제를 해결하기 위해 방향성 안테나에 기반을 둔 매체 제어 프로토콜을 제안하였다. 이러한 프로토콜을 지원하기 위해 각 차량이 가지는 성능들은 다음과 같다.

- (1) 각 안테나의 통신 특성은 비대칭형이다. 즉 컨트롤 채널은 일반 채널에 비해 전파반경이 2배로 정의한다.
- (2) 각 노드는 전파반경이 전후방향의 통신을 가능하게 하기 위해 방향성 안테나를 장착하고 있다.
- (3) 각 노드는 송수신을 가능하게 하는 반이중(half duplex)의 트랜시버(transceiver)를 장착하고 있다.
- (4) 통신을 시작하기 전 제어 채널에 의해 제어 메시지 송수신을 수행한 후 데이터 채널에 의해 통신이 수행되며, 둘 이상의 신호가 동일 트랜시버로 들어 왔을 때, 충돌이 발생하며 이 경우 임의의 랜덤(random) 시간동안 대기후 재 시도된다.

우리가 제안하는 프로토콜은 제어 채널에 의해 RTS/CTS를 통해 송수신 노드 간 통신의 재계 사실을 알린다. 제어 메시지 교환이 완료된 후 통신을 재계한다. 여기에서 제어채널을 1번 채널, data채널을 2번 채널로 가정한다. RTS와 CTS는 DATA 프레임 전송에 앞서 사용될 채널을 예약하는 일종의 제어 프레임들이다. 모든 프레임에는 소스 주소, 목적지 주소, 전송프레임, 사용자 데이터가 포함된다. 차량은 이동 중 데이터 송수신이 없을 때 데이터 채널을 off상태로 하고 제어 채널을 항상 on상태로 이동하게 된다. 송신 차량에서 데이터를 전송할 데이터를 가질 때, 방향성 안테나를 이용하여 RTS를 전송한다. CTS를 기다린 후 CTS의 응답이 있으면 데이터 채널을 온상태로 만들고 데이터 송수신을 완료하고 난후 다시 데이터 채널은 오프 상태로 들어가게 된다. 만약, 전송 시작 전 제어 프레임 간 충돌이 발생하면 최대 7회의 재전송 시도 후 패킷은 폐기된다. 전송 중 동일 채널을 사용하는 차량 간 충돌이 발생할 경우 각 차

량은 즉시 전송을 중단하고 제어 채널에 의해 채널 변경 과정을 수행한 후 충돌이 발생한 프레임부터 재 전송을 시작한다.

그림 4에서 노드(차량)(a)와 노드(b)는 각기 노출노드 문제와 히든 노드 문제를 다루고 있다. 방향성 안테나를 상용함으로써 기존 노출 노드 문제에서 발생하는 상호 간섭에 의한 데이터 전송 실패의 원인을 방향성 안테나를 도입함으로써 해결하였다. 그림 5.B에서는 히든 노드 문제의 경우 제어 채널을 담당하는 트랜시버와 데이터 전송을 담당하는 트랜시버를 사용함으로써 간단하게 해결하였다. 충돌이 발생할 경우 제어 채널은 랜덤 시간동안 기다린 후 이 시간이 종료하면 다시 RTS 제어 패킷을 전송하고 RTS에 대한 CTS 응답을 들은 경쟁 노드는 그 전송시간 동안 그림 5.B의 노드(b)에게 전송을 중단 한다

IV. 성능 분석

제안 프로토콜에서 데이터 전송전에 제어 채널이 전송하는 RTS 프레임 전송후 CTS가 수신 노드에 도착한다면 DATA 프레임의 성공적 전송이 보장 된다고 가정하였다. 그러므로 DATA 프레임이 성공적으로 전송될 확률은 수식 (1)의 p_s 와 같다.

$$P_s = e^{-(TRTS + TCTS + 2\tau)\lambda(\rho\pi R^2 - 1)} \quad (1)$$

수식 (1)에서 T_{RTS} 와 T_{CTS} 는 RTS와 CTS제어 파일의 전송시간이며, τ 는 전송지연 시간을 나타내며, ρ 는 네트워크에 존재하는 노드의 밀집도를 나타낸다. λ 는 Poission 분포에서 패킷의 도착(발생)률이라고 할 수 있으며, R 은 전파반경을 나타낸다. 제어 패킷이 충돌 없이 성공적으로 전달된 후 데이터가 성공적으로 도달할 때까지의 시간은 T_s 이다

$$T_s = 2\gamma + 2\tau + 2\delta \quad (2)$$

수식 (2)에서 δ 는 데이터 프레임의 전송시간이다. 반대로 제어 패킷이 충돌할 때 최대 재전송시 n 번 전

송 실패 후 성공적으로 전송할 때까지 시간은 T_f 은 수식 (3)과 같다.

$$T_f = \gamma + 2\tau - \frac{(1 - e^{-\tau\lambda\rho\pi R^2})}{\lambda\rho\pi R^2} \quad (3)$$

본 논문에서 제안하고 있는 채널의 이용률 U 는 다음과 같은 수식 (4)가 된다.

$$U = \delta \cdot P_s \quad (4)$$

채널이 충돌과 같은 원인으로 채널이 사용되지 않는 Idle한 시간 동안 사용되지 않는 시간은 수식 (5)와 같다.

$$C_{idle} = \frac{1}{\lambda\rho\pi R^2} \quad (5)$$

우리가 유도한 수식 (4)와 (5)에서 채널의 성능에 관한 식을 수식 (6)과 같이 유도할 수 있다.

$$C_u = \frac{U}{(T_s + T_f + C_{idle})} \quad (6)$$

이러한 성능 분석을 토대로 우리가 제안한 프로토콜의 성능을 시험하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션의 환경은 4차선 차로를 가정하였고, 각 차량은 방향성 안테나를 장착하고, 시속 100km의 속도로 이동하고, 링크의 속도는 MANET에서와 같이 2048 바이트이며, RTS와 CTS는 48 비트이며, 한번에 전송 가능한 데이터의 크기는 1024 비트로 가정하였다. 본 논문에서 가정하고 있는 채널의 전송 반경은 제어채널의 경우 150m를 가정하고 데이터 채널의 전송 반경은 100m로 가정하였다.

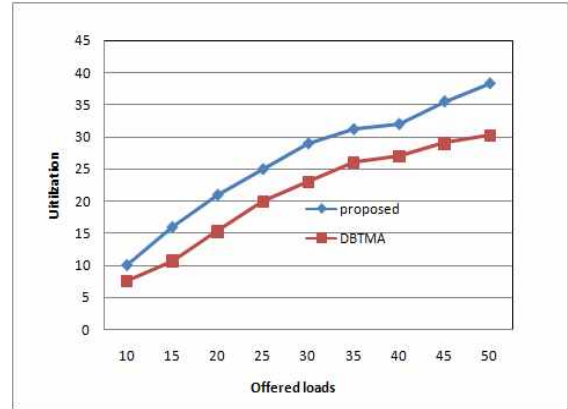


그림 6. 네트워크의 성능
Fig. 6. Network utilization

제어 채널의 전송 반경이 큰 경우 히든노드의 문제를 줄일 수 있지만, 노출 노드의 경우 전송 반경을 크게 했을 때 채널 간 충돌로 인한 네트워크 전체의 성능이 떨어지는 결과가 발생하게 된다.

본 논문에서 제안한 성능은 DBTMA [12]와의 성능을 비교하였다. DBTMA는 MANET에서 저속 이동 네트워크의 채널 충돌에서 발생하는 성능 저하의 원인을 해결하기 위해 멀티채널(multi-channel)을 이용하고 있는 대표적인 프로토콜이다. 시뮬레이션에서 오퍼드로드(offered load)는 네트워크 전체에 부과된 트래픽(traffic)을 나타내었다. 이때 네트워크 이용률은 데이터를 성공적인 전송을 의미 한다. 그림 6에서 오퍼드로드에 대한 네트워크의 이용률(utilization)을 나타내었다.

V. 결 론

본 논문에서는 VANET에서 히든노드 문제 회피를 위한 방향성 안테나기반 매체접근제어 프로토콜을 제안하였다. 우리가 제안한 프로토콜은 빠르게 이동하는 VANET 환경에서 히든노드 및 노출노드의 개입으로 인한 통신 방해 및 포화상태 발생시 긴급 통신 메시지의 신뢰성 있는 전송을 보장하기 위해 회피 전략 및 극복 방법을 제안하였다. 성능 평가를 위해 MANET 환경에서 메시지 충돌 및 전송지연을 위한 대표적인 프로토콜인 DBTMA와 성능을 비교하여 네트워크 성능이 약 20% 향상됨을 보였다.

참 고 문 헌

[1] L. Stibor, Y. Zang, H.J. Reuerman, "Neighborhood evaluation of vehicular ad-hoc network using IEEE 802.11p," *in proc. of IEEE Netw.* 2004, pp. 1-5.

[2] M.L. Sichitiu, and M.K. Lund, "Inter-vehicle Communication Systems:A Survey," *IEEE Commu. Sur. & Tut.*, vol. 10, no. 2, Mar. 2008, pp. 88-105.

[3] G. Korkmaz, E. Ekici, "Black-burst Based Multi-hop Broadcast Protocols for Vehicular Networks," *IEEE Trans. on Veh.r Tech.*, 2007, pp. 9-50.

[4] A. Benslimane, "Optimized Dissemination of Alarm Message in Vehicular ad-hoc Networks(VANET)," *Lecture Nonte in Computer Science*, HSNMC 2004, pp. 655-666.

[5] T. Nadeem, S. Dashtinezhad, C. Liao, and L. Iftode, "TrafficView: Traffic Data Dissemination using Car-to-Car Communication," *Mobile Compu. & Commmu. Rev.*, vol. 8, no. 3, pp. 6-19.

[6] G. Resta, P. Santi, J. Simon, "Analysis of Multi-Hop Emergency Message Propagation in Vehicular Ad Hoc Networks", *8th ACM int'l symp. on Mobile ad hoc netw. & compu.*, Jun. 2007, pp. 140-149.

[7] S. Biswas, R. Tatchikou, and F. Dion, "Vehicle-to-Vehicle Wireless Communication Protocol for Enhancing Highway Traffic Safety," *IEEE Commu. Mag.*, vol. 44, no. 1, Jan. 2006, pp. 74-82.

[8] X. Yang, J. Liu, F. Zhao, and N.H. Vadya, "A Vehicle-to-Vehicle Communication Protocol for Cooperative Collision Warning," *in proc. of 1st Annual Int'l Conf. on Mobile and Ubiquitous Sys.: Networking and Services*, Aug. 2004, pp. 114-123.

[9] Y. Zang et. al., "Congestion Control in Wireless Networks for Vehicular Safety Applications," *in proc. of 8th European Wireless. Conf.*, Paris, France, Apr. 2007, pp. 7-13.

[10] Task Group p, IEEE P802.11p: Wireless Access in Vehicular Environment(WAVE), draft standard ed., *IEEE Computer Society*, 2006.

[11] M. Durresi, A. Durresi, and L. Barolli, "Adaptive

Inter Vehicle Communications," *Int'l Jour. of Wirl. Inform. Netw.* vol. 13, no. 2, Apr. 2006, pp.151-160.

[12] H.Z. J.and J. Deng, "Dual busy tone multiple access (DBTMA)-a multiple access controlscheme for ad hoc networks," *IEEE Trans. on Commu.*, vol. 50, no. 6, Jun 2002, pp. 975 - 985.

김 경 준 (金京浚)



1996년 2월 : 경일대학교 컴퓨터공학과 (공학사)

1999년 8월 : 경북대학교 컴퓨터공학 전공 (공학석사)

2005년 2월 : 경북대학교 정보통신학과 (공학박사)

2005 3월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 PostDoc. 연구원

2005년 9월 ~ 2006년 8월 : 대구대학교 정보통신공학부 초빙교수

2006년 9월 ~ 현재 : 호남대학교 전파이동통신공학과 전임강사

관심분야 : 네트워킹, 인터넷, 센서네트워크, 정보보호, 임베디드 소프트웨어