

ITS 통신을 위한 무선 MAC 프로토콜 성능 비교분석

Performance Comparison of MAC Protocols for ITS Communication

주대훈, 최정욱, 황인철, 신홍철, 이혁준

광운대학교 컴퓨터공학과

Key Words : ITS 통신, 무선 MAC 프로토콜, 성능 비교

목 차

- I. 서론
- II. 무선 MAC 프로토콜
 - II.1 WAVE/IEEE 802.11p
 - II.2 VMESH
 - II.3 WINMAC
- III. 시뮬레이션
- IV. 성능 비교분석
- V. 결론
 - 감사의 글
 - 참고문헌

I. 서론

지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transport Systems)은 도로 체계상에 정보통신과 컴퓨터 및 제어 기술 등의 최첨단 기술을 적용하여 교통 혼잡으로 인한 비용손실과 교통사고로 인한 인적 및 물적 손해, 그리고 차량증가로 인한 전반적인 교통문제를 해소하려는 데 목적이 있다. ITS와 관련되는 통신 수단으로는 광역 유선통신(Wide Area Wireline Communication), 광역 무선통신, 노변-차량간 무선통신, 노변-차량간 직접통신 등이 있다. 매년 교통량이 증가하는 추세이며 이를 수용하기 위해서는 기존 도로의 확장 및 신규도로 건설이 필요하나 실제로 토지 보상이나 도로 건설비용이 천문학적으로 필요하므로 도로 건설만으로 교통문제를 해결하기 어렵다. 따라서 지능형 교통시스템의 궁극적인 목표는 새로운 도로를 건설하지 않고 도로의 효율성을 개선 및 차량운행의 안전도를 높임으로써 차량 운전자에게 편리하고 안전한 교통 서비스를 제공하는데 있다.

노변-차량간 무선통신은 도로상에 설치된 기지국 장치와 차량 내에 설치된 단말기 장치간 무선으로 고속 패킷 데이터를 송수신하는 통신으로 100~500m 이내의 좁은 영역에서 통신이 이루어진다. ITS 서비스 관련 정보는 노변 기지국의 안테나에서 형성되는 통신 셀 내에

서 단말기와 기지국간 패킷 프레임 단위로 송수신된다. 따라서 노변-차량간 무선 통신 기술은 ITS의 통신인프라를 구축하는데 반드시 필요한 기반 기술이다. 현재 연구가 진행 중이거나 완료된 노변-차량간 무선 통신 기술은 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)/IEEE 802.11p[1, 2], VMECH(Vehicular MESH network)[3], WINMAC[4] 등이 있다. 그러나 이러한 기술들을 다양한 노변-차량간 통신 환경에서 성능 비교분석한 연구는 시작 단계에 있으며 성능 분석을 위한 시뮬레이션 시스템도 미비한 상태이다. 따라서 본 논문에서는 ITS 통신을 위한 무선 MAC 프로토콜 성능 분석을 위한 WAVE/IEEE 802.11p, VMESH, WINMAC 시뮬레이터를 구현하였다. 또한 구현된 시뮬레이터를 이용하여 각 무선 MAC 프로토콜의 성능 비교분석하였다.

II. 무선 MAC 프로토콜

ITS 통신환경에서 노변-차량간 통신은 차량의 높은 이동성 및 공공안전 메시지의 전송으로 인하여 다음과 같은 요소가 필요하다. 첫 번째, 노변 기지국은 데이터 전송률이 높아야 한다. 통신에 참여하는 차량이 높은 이동속도로 진행하는 경우에 차량이 노변 기지국의 전송범위에 머무르는 시간이 제한적이다. 이로 인하여 노

변 기지국이 고용량의 데이터를 차량에게 전송하기 위해서는 데이터 전송률이 높아야 한다.

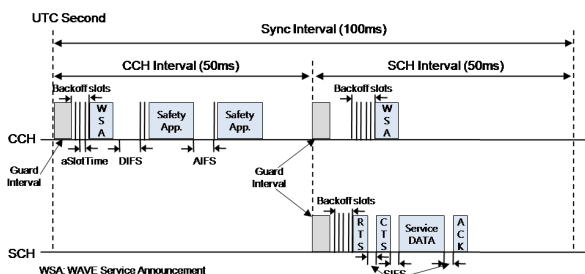
두 번째, 공공안전 메시지는 지연시간이 짧아야 한다. 공공안전 메시지는 차량과 도로의 위험 상황을 포함하는 메시지로 빠른 시간 내에 차량이나 노변 기지국에게 전달되어야 한다.

WAVE/IEEE 802.11p, VMESH, WINMAC 등은 위의 두 가지 요구사항을 충족하도록 제안되었으며, 각 프로토콜의 특징을 아래에서 설명하겠다.

1. WAVE/IEEE 802.11p

WAVE/IEEE 802.11p는 차량이나 이동 단말 장치에 탑재된 DSRC 송수신 장치인 OBU(On Board Unit)간의 통신, 혹은 가로등 등에 설치된 노변 기지국 장치인 RSU(Road Side Unit)와 OBU 간 통신에 광대역폭과 단절 없는 통신을 제공하는 프로토콜이다. WAVE/IEEE 802.11p는 DSRC에서 사용되던 5.9GHz의 고주파 대역에서 10MHz 대역폭의 7채널 또는 20MHz 대역폭의 2채널 모드로 동작할 수 있다. 채널은 신속한 링크 초기화 및 공공안전 메시지 송수신을 위한 1개의 제어 채널(CCH: Control Channel)과 응용 프로그램에서 생성된 데이터의 교환에 사용되는 1개 또는 다수의 서비스 채널(SCH: Service Channel)로 구성되어 있다. 최대 전송속도는 기본적으로 27Mbps이나, 채널 조합을 통해 54Mbps까지 지원 가능하다. IEEE 802.11p는 시속 200Km 이상의 고속 주행 차량간 또는 약 1Km 거리의 차량과 노변장치 간에 무선통신을 위하여 짧은 시간 내에 필요한 정보를 서로 교환할 수 있도록 극소의 지연 시간을 갖도록 하였다. 이를 위해 기존 IEEE 802.11에서 BSS(Basic Service Set)에 참여하기 위해 수행해야 했던 스캐닝과 결합 과정을 삭제하였다.

위와 같이 WAVE/IEEE 802.11p는 공공안전 메시지 송수신의 지연을 줄이기 위하여 CCH 구간에 공공안전 메시지를 방송하도록 하였다. 이로 인하여 공공안전 메시지는 100ms 이내에 방송하는 것을 보장하였다. 또한 고용량 데이터를 빠른 시간내에 송수신하기 위하여 2~6개의 SCH 채널을 사용하였다. 각 채널에서는 그림1의 채널 접근 방식을 사용한다.



<그림 1> WAVE/IEEE 802.11p의 채널 접근 방식

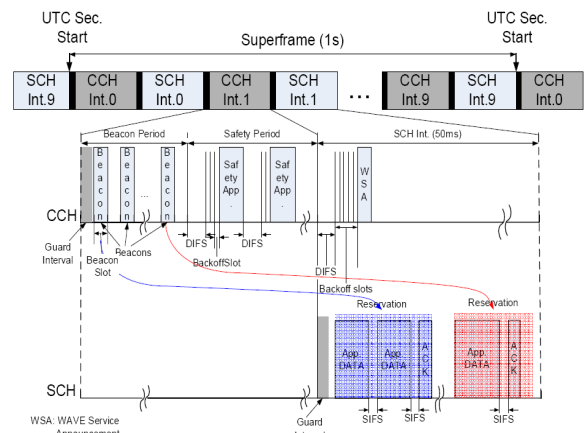
2. VMESH

VMESH는 WAVE/IEEE 802.11p의 멀티채널 메커니즘을 기반으로 채널 접근 시에 발생하는 MAC 오버헤드를 감소하기 위하여 아래와 같은 특징을 추가한 MAC 프로토콜이다. 첫 번째 특징은 각 CCH 구간을 그림 2와 같이 비콘 전송 구간과 Safety 전송 구간으로 구분하였다. 비콘 구간에서는 RSU의 전송 범위 내에 있는 OBU들이 자원 예약정보 등이 포함된 비콘 프레임을 전송한다. Safety 전송 구간에서는 RSU가 safety 응용을 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access)[5] 메커니즘에 따라 전송하게 된다.

두 번째 특징은 분산적인 비콘 방식이다. VMESH에서는 분산적인 비콘 방식을 이용하여 OBU와 RSU 및 OBU와 OBU간 동기를 맞추게 되는데, 각 OBU는 RSU에게 CCH의 비콘 구간에 고유의 비콘 슬롯을 할당 받으며 매 비콘 주기마다 비콘 프레임을 전송한다. 비콘 슬롯은 R-ALOHA(Reservation-ALOHA)[6] 프로토콜을 이용하여 결정하며, 비콘에는 OBU의 위치 및 MAC ID, 비콘 충돌정보, 자원 예약 요청정보를 포함한다.

세 번째 특징은 SCH 구간의 DRP(Distributed Reservation Protocol)이다. CCH 구간 내의 고유의 비콘 슬롯을 할당받은 OBU는 비콘 프레임을 이용하여 자신이 사용할 SCH내의 자원을 예약한다. 자원을 예약한 OBU는 SCH내의 예약한 시간동안 데이터를 전송한다.

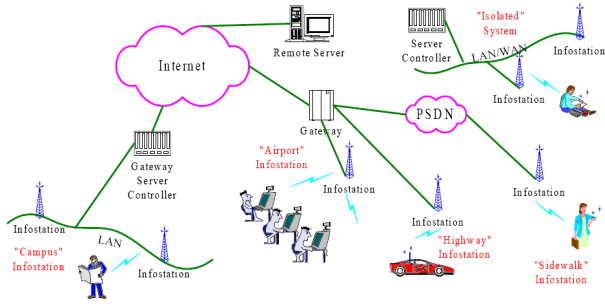
따라서, VMESH는 공공안전 메시지를 전송할 수 있는 safety 구간을 따로 정의함으로써 WAVE와 같이 공공안전 메시지를 100 ms 이내에 방송하는 것을 보장하였다. 또한, RSU가 비콘 프레임을 이용하여 OBU의 전송구간을 결정함으로써 WAVE/IEEE 802.11p의 SCH에서 데이터 전송 시 반드시 수행해야 하는 backoff 및 RTS, CTS 프레임 전송을 수행하지 않아도 되며, 충돌로 인한 채널낭비도 줄일 수 있다. 이로 인하여 VMESH는 WAVE/IEEE 802.11p 보다 처리량을 증가시킬 수 있다.



<그림 2> VMESH의 채널 접근 방식

3. WINMAC

WINMAC은 그림 3과 같은 Infostation을 위한 MAC 프로토콜로 TDMA/TDD(Time Division Multiple Access with Time Division Duplex)방식으로 OBU와 RSU간에 통신한다.



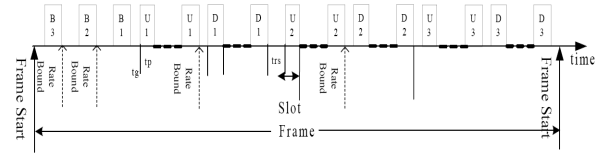
<그림 3> Infostation 시스템 구조

Infostation 목적은 "anytime, anywhere" 서비스를 제공하는 것이다. 즉, 사용자가 어느 장소에 있거나 이동하는 중에 서비스를 제공받도록 하는 것이다. 이러한 서비스를 제공하기 위해 제안된 MAC 프로토콜이 WINMAC이다.

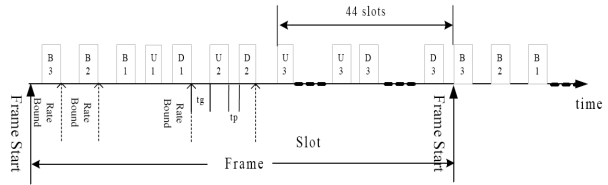
WINMAC의 기본 동작은 infostation은 주기적으로 비콘 프레임을 전송하며, 비콘을 수신한 모바일은 등록 요청 메시지를 전송한다. 등록 요청 메시지를 수신한 infostation은 모바일을 등록하며, 슈퍼프레임내의 슬롯을 할당받게 된다. 이때, 상향 구간 및 하향 구간을 나누어 할당한다. WINMAC에서 슬롯 할당하는 방식은 사용자의 이동 타입에 따라 다르다. 사용자가 움직이지 않거나, 낮은 이동속도로 이동하였을 때는 그림 4(a)와 같이 세 개의 모바일에게 균등하게 슬롯을 할당하며, 빠른 이동속도로 이동하였을 때는 그림 4(b)와 같이 하나의 모바일에게 많은 양의 슬롯을 할당한다.

또한, WINMAC은 채널 환경에 따라 SR(Selective Repeat), GBN(go back to N) ARQ(Automatic Repeat Request) 재전송 메커니즘을 사용하여 IEEE 802.11의 DCF 메커니즘에서 ACK 프레임 송수신 수를 줄일 수 있어 처리량을 높일 수 있다.

그러나 WINMAC은 공공안전 메시지를 전송할 구간을 따로 설정하지 않아, 공공안전 메시지의 송수신 지연이 길 것으로 예상된다. 또한, 하나의 슈퍼프레임을 하나의 스테이션에게만 할당하게 된다. 이로 인하여 슈퍼프레임을 할당받은 스테이션이 송수신할 데이터가 많지 않은 경우 슬롯이 낭비될 수 있으며, infostation에 가입한 차량이 많을 경우 infostation의 범위를 벗어날 때까지 데이터를 송수신하지 못하는 경우가 발생할 수 있다.



(a)



(b)

<그림 4> WINMAC의 슈퍼프레임 구조

III. 시뮬레이션

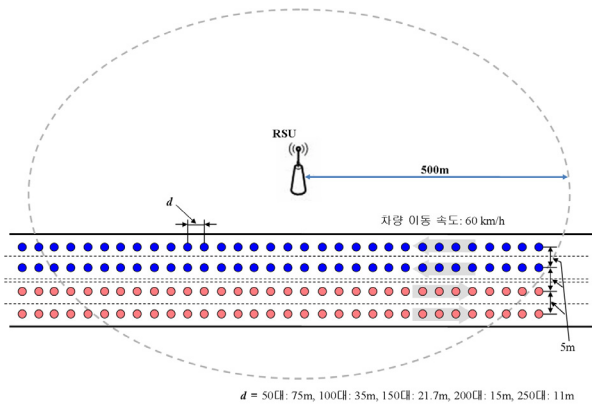
WAVE/IEEE 802.11p, VMESH, WINMAC은 ns-2 시뮬레이터[7]에 구현하였다. 본 시뮬레이션의 목적은 MAC 프로토콜을 성능 비교분석이므로, WAVE/IEEE 802.11p, VMESH, WINMAC 프로토콜 모두 표 1의 환경 파라미터를 사용하였다. 즉, 같은 PHY를 사용하도록 하였다.

시뮬레이션은 그림 5와 같이 왕복 4차선 직선 도로에서 OBU를 탑재한 차량이 RSU의 전송 반경에 진입하였을 때 데이터를 송수신하는 환경에서 시뮬레이션을 진행하였다. RSU의 전송범위는 500m이며, RSU의 전송범위 내에 60km/h로 이동하는 OBU를 탑재한 차량이 50~250대가 있다고 가정하였다. 이때 차선간 거리는 5m로 하였으며, 차량간 거리는 RSU의 전송범위 내에 있는 차량 수의 따라 다르게 설정하였다.(50대: 75m, 100대: 35m, 150대: 21.7m, 200대: 15m, 250대: 11m)

네트워크에서 발생하는 트래픽은 두 종류가 있다고 가정하였다. 첫 번째 트래픽은 RSU가 OBU에게 도로안전 정보를 제공하는 공공안전 메시지로 RSU가 주기적으로 방송한다. 두 번째 트래픽은 비공공안전 메시지로 RSU가 OBU에게 전송하거나 OBU가 RSU에게 전송할 수 있다.

<표 1> 환경 파라미터

파라미터	값
OFDM symbol duration	8 μs
PLCL preamble length	32 μs
PLCP header length	8 μs
pSlotTime	16 μs
pSIFS	32 μs
pDIFS	64 μs
전송 속도	27 Mbps
시뮬레이션 시간	30 sec



<그림 5> 시뮬레이션 시나리오

IV. 성능 비교분석

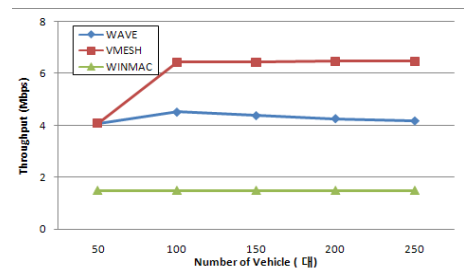
본 논문에서는 세 개의 시뮬레이션을 진행하여 무선 MAC 프로토콜의 성능을 비교분석하였다. 세 개의 시뮬레이션은 각각의 목적에 따라 RSU의 전송범위에 포함된 차량 수의 변화에 따른 처리량 및 지연시간을 측정하였으며, MAC 프로토콜을 성능분석 하였다.

첫 번째 시뮬레이션은 공공안전 메시지를 전송할 수 있는 구간을 설정하지 않은 WINMAC과 설정한 WAVE/IEEE 802.11p, VMESH와 동일한 상황을 만들어 주기위해 RSU에서 OBU에게 전송하는 트래픽이 공공안전 메시지만 존재하도록 하고, 공공안전 메시지의 지연과 OBU에서 RSU에게 전송하는 비공공안전 메시지의 지연 및 처리량을 측정하기 위한 시뮬레이션이다. 이때 OBU는 1024bytes의 비공공안전 메시지를 초당 10개 생성하여 전송하며, RSU는 100bytes의 공공안전 메시지를 초당 10개 생성하여 전송하도록 하여 네트워크가 포화된 상태에서 MAC 프로토콜의 성능을 측정하였다.

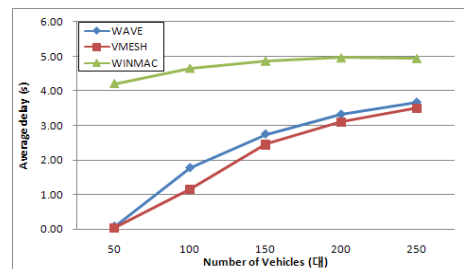
그림 6와 그림 7은 차량 수의 변화에 따른 비공공안전 메시지의 처리량 및 평균 지연시간의 변화를 나타낸다. 그림 6에서와 같이 모든 프로토콜이 차량 수가 변화하더라도 WAVE/IEEE 802.11p는 약 4Mbps, VMESH는 약 6.4Mbps, WINMAC은 약 1.5Mbps의 처리량을 유지한다. WINMAC은 하나의 슈퍼프레임 시간동안 하나의 차량만이 전송을 하기 때문에 WAVE/IEEE 802.11p, VMESH보다 낮은 처리량을 보인다. VMESH가 WAVE/IEEE 802.11p보다 약 2.4Mbps 높은 처리량을 보이는데, VMESH는 메시지 전송 시에 WAVE/IEEE 802.11p와 같은 채널 접근하기 위한 backoff, RTS/CTS 프레임 사용하지 않고 메시지를 전송하기 때문이다. 그림 7은 비공공안전 메시지의 평균 지연시간을 나타낸다. WINMAC이 약 5초의 평균 지연시간을 보이며, WAVE/IEEE 802.11p, VMESH는 차량의 수가 증가함에 따라 평균 지연시간이 증가되는 것을 볼 수 있다. WINMAC의 평균 지연시간이 차량 수의 변화에 따라 변

화가 작은 이유는 한 슈퍼프레임에서 하나의 차량만이 비공공안전 메시지를 전송하고, 다른 차량이 큐에 비공공안전 메시지를 저장하더라도 슈퍼프레임을 할당 받았을 때 모두 전송할 수 있으므로 평균지연은 크게 변동이 없다. VMESH, WAVE/IEEE 802.11p는 SCH 동안 전송할 수 있는 비공공안전 메시지의 수가 제한적이므로 차량 수가 증가될수록 큐에서의 지연시간이 증가되어 평균지연이 증가된다. VMESH가 WAVE/IEEE 802.11p보다 낮은 평균지연을 보이는데, 이는 채널 접근하기 위한 오버헤드를 줄여 SCH구간에 전송할 수 있는 비공공안전 메시지의 수가 증가되기 때문이다.

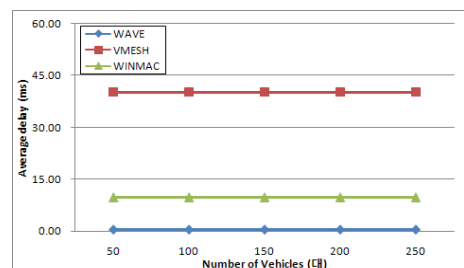
그림 8은 공공안전 메시지의 평균 지연시간을 나타낸다. 모든 프로토콜이 일정한 평균 지연시간을 보인다. 이는 WAVE/IEEE 802.11p 및 VMESH는 공공안전 메시지를 전송할 수 있는 구간을 따로 설정하기 때문이며, WINMAC의 경우에는 RSU가 전송하는 메시지가 비공공안전 메시지밖에 없어 비공공안전 메시지 생성 시 바로 전송이 가능하기 때문이다.



<그림 6> 차량 수의 변화에 따른 비공공안전 메시지의 처리량의 변화

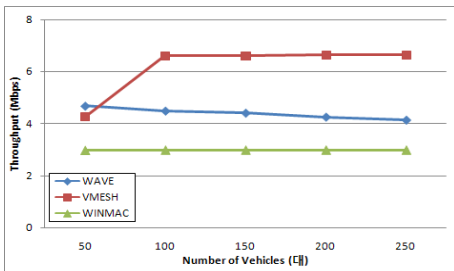


<그림 7> 차량 수의 변화에 따른 비공공안전 메시지의 평균 지연시간의 변화

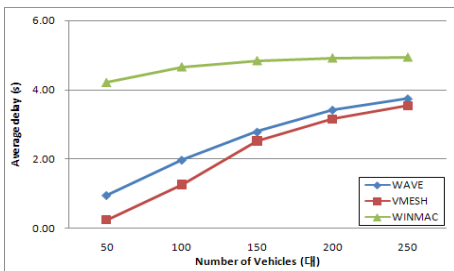


<그림 8> 차량 수의 변화에 따른 공공안전 메시지의 평균 지연시간의 변화

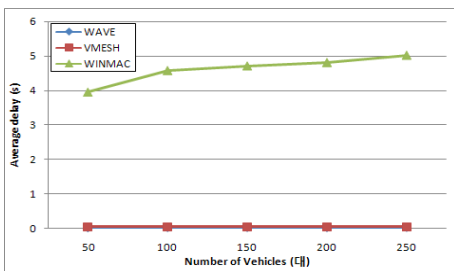
두 번째 시뮬레이션은 WINMAC에서 RSU가 비공공 안전 메시지를 OBU에게 전송할 때, 비공공안전 메시지가 공공안전 메시지의 지연에 어떤 영향을 미치는지 확인하기 위한 시뮬레이션이다. 이를 위해 공공안전 메시지의 지연과 비공공안전 메시지의 지연 및 처리량을 측정하여 MAC 프로토콜들의 성능을 분석하였다. 이때 OBU 및 RSU는 1024bytes의 비공공안전 메시지를 초당 10개 생성하여 전송하며, RSU는 100bytes의 공공안전 메시지를 초당 10개 생성하여 전송하도록 하여 네트워크가 포화된 상태에서 MAC 프로토콜의 성능을 측정하였다.



<그림 9> 차량 수의 변화에 따른 비공공안전 메시지의 처리량의 변화



<그림 10> 차량 수의 변화에 따른 비공공안전 메시지의 평균 지연시간의 변화



<그림 11> 차량 수의 변화에 따른 공공안전 메시지의 평균 지연시간의 변화

그림 9와 그림 10은 차량 수의 변화에 따른 비공공 안전 메시지의 처리량 및 평균 지연시간의 변화를 나타낸다. 그림 9에서와 같이 모든 프로토콜이 차량 수가 변화하더라도 WAVE/IEEE 802.11p는 약 4Mbps, VMESH는 약 6.4Mbps, WINMAC은 약 3Mbps의 처리량을 유지한다. 네트워크가 포화된 상태이므로 메시지의

수가 증가하더라도 유사한 결과가 보인다. 이는 첫 번째 시뮬레이션과 동일한 이유로 이와 같이 나타났다. 그러나 WINMAC의 경우 첫 번째 시뮬레이션보다 약 2배 높은 처리량을 보였는데 이는 첫 번째 시뮬레이션에서 사용하지 않았던 다운링크에 할당된 구간을 사용하였기 때문이다.

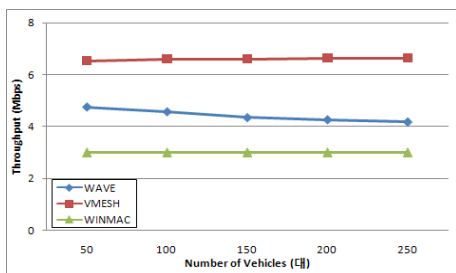
그림 10은 비공공안전 메시지의 평균 지연시간을 나타낸다. 이 시뮬레이션에서도 WIMAC은 약 5초의 평균 지연시간을 보이며, WAVE/IEEE 802.11p, VMESH는 차량의 수가 증가함에 따라 평균 지연시간이 증가되는 것을 볼 수 있다. 이는 첫 번째 시뮬레이션의 이유와 같다.

그림 11은 공공안전 메시지의 평균 지연시간을 나타낸다. WAVE/IEEE 802.11p 및 VMESH는 일정한 평균 지연시간을 보이며, WINMAC은 약 4.5초의 평균 지연시간을 보인다. 이는 WAVE/IEEE 802.11p 및 VMESH는 공공안전 메시지를 전송할 수 있는 구간을 따로 설정하기 때문에 비공공안전 메시지의 전송에 영향을 받지 않기 때문이다. WINMAC은 공공안전 메시지 전송을 위한 구간을 따로 설정하지 않고 RSU가 전송하는 비공공안전 메시지와 동일한 경쟁을 통해 전송하므로 비공공안전 메시지와 거의 유사한 평균 지연시간을 보인다. 공공안전 메시지는 도로의 위험요소에 대한 정보를 방송하므로 지연시간이 늦을 경우 운전자가 대처하기 위한 시간이 부족하므로 낮은 지연시간에 방송되어야 한다. 그러나 WINMAC의 경우 높은 지연시간을 나타내므로 공공안전 메시지를 방송할 때는 적합하지 않은 것으로 보인다.

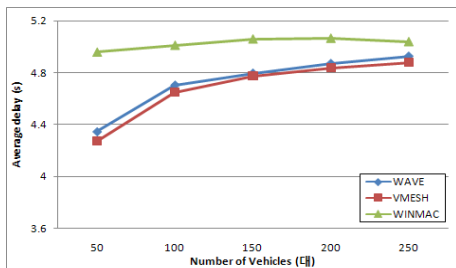
세 번째 시뮬레이션은 비공공안전 메시지의 트래픽 로드가 처리량 및 평균 지연시간이 미치는 영향을 확인하기 위한 시뮬레이션이다. 이를 위해 비공공안전 메시지의 지연 및 처리량을 측정하여 MAC 프로토콜들의 성능을 분석하였다. 이때 OBU 및 RSU는 1024bytes의 비공공안전 메시지를 초당 100개 생성하여 전송하도록 하여 네트워크가 포화된 상태에서 MAC 프로토콜의 성능을 측정하였다.

그림 12는 차량 수의 변화에 따른 비공공안전 메시지의 처리량의 변화를 나타낸다. WAVE/IEEE 802.11p 및 VMESH는 두 번째 시뮬레이션과 거의 유사한 결과를 보인다. 이는 네트워크가 포화된 상태이기 때문이다. 즉, WAVE/IEEE 802.11p 및 VMESH는 차량 및 트래픽의 로드가 증가되더라도 일정 처리량 (WAVE/IEEE 802.11p: 약 4Mbps, VMESH: 6.5Mbps)을 유지한다. WINMAC의 경우 두 번째 시뮬레이션보다 약 0.2Mbps 높은 처리량을 보였다. 이는 하나의 OBU에서 전송할 비공공안전 메시지의 수가 증가할 수록 할당받은 슈퍼 프레임 시간내에 전송할 수 있는 메시지의 수가 증가되기 때문이며, WINMAC은 트래픽의 로드를 증가시키면 계산상 약 10Mbps의 처리량을 보일 수 있다.

그림 13은 차량 수의 변화에 따른 비공공안전 메시지의 평균 지연시간의 변화를 나타낸다. 전체적으로 모든 프로토콜에서 평균 지연시간이 증가하였다. 두 번째 시뮬레이션에서 보다 WINMAC의 경우에는 약 0.7초 증가하였으며, WAVE/IEEE 802.11p 및 VMESH는 차량의 수가 250일 때의 기준으로 약 1.3초가 증가하였다. 이는 모두 메시지 수의 증가에 따른 큐에서의 지연시간이 증가하기 때문이다. WINMAC이 상대적으로 낮은 증가를 보인 이유는 차량이 슈퍼프레임을 할당 받은 경우 모든 슈퍼프레임을 하나의 차량이 사용하기 때문이다. 즉, WINMAC의 경우에는 메시지의 트래픽 로드가 약 10Mbps까지 증가 되더라도 평균 지연시간의 변화는 작을 것으로 보인다.



<그림 12> 차량 수의 변화에 따른 비공공 안전 메시지의 처리량의 변화



<그림 13> 차량 수의 변화에 따른 비공공안전 메시지의 평균 지연시간의 변화

V. 결론

본 논문에서는 ITS 통신을 위한 무선 MAC 프로토콜 중 WAVE/IEEE 802.11p, VMESH, WINMAC의 성능을 비교 분석하였다. ITS 통신을 위한 무선 MAC 프로토콜은 사용자 데이터 및 안전관련 데이터의 전송도 고려하여야 한다. 따라서 본 논문에서는 사용자 데이터인 비공공안전 메시지와 공공안전 메시지가 존재하는 네트워크에서 시뮬레이션 및 프로토콜 비교 분석을 진행하였다. 분석 결과 WINMAC 프로토콜은 비공공안전 메시지를 전송하는 상황에 적합하지만, WAVE/IEEE 802.11p나 VMESH와 같이 공공안전 메시지 전송을 위한 구간을 지정하지 않으므로 비공공안전 메시지의 유무에 따라

공공안전 메시지의 전송에 영향을 미친다. VMESH 및 WAVE/IEEE 802.11p는 공공안전 메시지 전송을 위한 구간을 따로 지정함으로써 공공안전 메시지 전송에는 적합하지만, 비공공안전 메시지를 위한 구간이 WINMAC보다 적어 비공공안전 메시지의 트래픽 로드가 증가할 경우 WINMAC보다 처리량이 감소할 것으로 보이며, 평균 지연시간이 증가할 것으로 보인다.

차후에는 본 논문의 분석결과를 토대로 무선 MAC 프로토콜의 비교 분석을 다양한 시나리오에서 진행하고, ITS 통신환경에 적합한 무선 MAC 프로토콜에 대한 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 한국과학재단 특정기초연구(R01-2008-000-12233-0) 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- [1] ANSI/IEEE "P1609.4, Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) Multi-Channel Operation," Nov. 2006.
- [2] IEEE Standard for Information technology -Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Amendment 3: Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE), IEEE Draft Amendment P802.11p/D1.3, Sep. 2006.
- [3] Zang, Y., Stibor, L., Walke, B., Reumerman, H.-J. and Barroso, A., "A Novel MAC Protocol for Throughput Sensitive Applications in Vehicular Environments," In Proc. of IEEE 65th VTC2007-Spring, pp. 2580-2584, April 2007.
- [4] Gang Wu, Churng-Wen Chu, Wine, K., Evans, J. and Frenkiel, R., "WINMAC for Infostations," In Proc. of IEEE APCC/OECC '99, Vol. 2, pp. 1285-1289, Oct. 1999.
- [5] ANSI/IEEE, "802.11e : Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications : Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements," 2005.
- [6] Lan, S.S., "Packet Broadcast Networks - A Performance Analysis of the R-ALOHA Protocol," IEEE Trans. on Computers, Vol. C-29, No. 7, pp.596-603. July 1980.
- [7] The Network Simulator (Ns-2), <http://www.isi.edu/nsnam/ns>