

논문 2006-43TC-9-10

# 지능형 U-Car에서 IEEE 802.11b을 이용한 차량 내 데이터 무선 랜 전송 성능 분석

(Performance of IEEE 802.11b WLAN Standard at In-Vehicle  
Environment for Intelligent U-Car System)

이 승 환\*, 허 수 정\*, 박 용 원\*\*, 이 상 신\*\*\*, 이 동 학\*\*\*, 유 재 황\*\*\*

(Seung-Hwan Lee, Soo-Jung Heo, Yong-Wan Park, Sang-Shin Lee,  
Dong-Hahk Lee, and Jae-Hwang Yu)

## 요 약

본 논문에서는 지능형 차량을 위한 차량네트워크를 IEEE 802.11b 무선 랜을 사용하여 구현하였을 때 간섭신호와 차량에서 발생하는 노이즈에 의한 영향을 확인하고 시스템의 안정성 여부를 판단한다. 무선 랜의 AP와 ME간의 통신을 지능형 차량의 차량 네트워크의 중앙 제어기와 센서, ECU, 구동계 장치 간의 통신이라고 가정하였을 때 다른 차량에서 사용하는 무선 차량 네트워크의 신호가 간섭으로 작용할 수 있다. 또한 차량 내부에서 발생하는 자동차 노이즈 또한 무선 차량 네트워크 시스템에 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 외부 차량에서 송신된 신호가 다른 차량에게 간섭으로 작용하였을 때 간섭 수신신호의 세기에 따른 BER(Bit Error Rate)를 확인하였고 차량 내부에서 발생하는 차량 노이즈의 종류를 항상 영향을 주는 White type과 특정 시간에만 영향을 미치는 Spark type 노이즈로 구분하여 시스템에 주는 BER 영향을 확인하였다. 이를 통해 지능형 차량을 구성하기위한 무선 차량 네트워크를 IEEE 802.11b 무선 랜으로 구현하였을 때 시스템의 안정성을 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

## Abstract

In this paper, we analyze the performance of IEEE 802.11b WLAN communication between access point(AP) and mobile equipment(ME) in 2.4 GHz band with noise and interference factors. WLAN communication at in-vehicle environment is assumed as the communication between main vehicle controller and electronic device such as sensor, ECU (Electrical Control Unit) in vehicle on telematics field for implementing wireless vehicle control system. Received interference level from other system's mobile equipment in the same band and automobile noise from each part of vehicle can be the main factors that can cause increasing error rate of control signal. With these factors, we focus on the Eb/No the BER performance of WLAN for analyzing the characteristic of interference factors by the measured bit error rate.

**Keywords :** Car Network, WLAN, In-Vehicle, U-Car

## I. 서 론

무선 환경의 고속 데이터 통신이 발달함에 따라 유선

으로 지원되던 서비스들이 무선으로 교체하는 방법을 고려하고 있다. 이런 특성은 차량 내부의 많은 전자장치와 중앙 제어기간의 데이터 및 제어통신에도 고려되고 있다. 현재 대부분의 차량 시스템이 차량 제어 및 멀티미디어 데이터 전송에 유선통신을 사용하고 있는데 유선 통신 시스템과 무선통신 시스템은 각각 장단점이 존재하기 때문에 제공하고자 하는 시스템에 맞게 유선 서비스 시스템을 선택해야한다. 유선 서비스와 무선 서비스를 통신 측면에서 비교하자면 실제 데이터 통신

\* 학생회원, \*\* 정회원, 영남대학교 정보통신공학과  
(Information & Communication Engineering  
Yeungnam University)

\*\*\* 정회원, SK Telecom 네트워크 연구팀  
(SK Telecom Mobile Device & Access  
Network R&D Office)

접수일자: 2006년8월14일, 수정완료일: 2006년9월11일

에 유선을 사용하기 때문에 통신에러가 거의 발생하지 않는 유선 통신 방식은 다양한 무선 간섭이 존재하는 채널을 통해 데이터를 전송하는 무선 통신을 적용한 서비스에 비해 안정적이고 효율적인 데이터 서비스가 가능하다. 그러나 무선서비스는 기존의 유선 통신 방식에서 데이터 전송에 사용되는 도선이 불필요하기 때문에 비용적인 측면에서 유리하고, 차량 시스템에 적용하기 위해 장치를 장착할 경우 장치뿐만 아니라 도선의 추가적인 공간 확보와 이미 적용된 시스템과의 연결이 필요한 유선 통신 방식에 비해 장치에 필요한 공간과 무선 프로토콜을 사용한 매체 연결로 인해 쉽게 배치되어 적용될 수 있다는 장점이 있다.

현재 이러한 특징을 반영하고 있는 시스템 분야가 텔레메틱스이다. 텔레메틱스(Telematics)는 통신(Telecommunication)과 정보공학(Informatics)의 합성어로 주로 단거리 통신으로 정의되고 있다. 단거리 통신을 주로 특징 짓는 텔레메틱스 환경에서는 차량 각 부분에서 차량 상태를 점검하여 안정적인 운행을 도와주기 위해 배치된 센서, 차량에 적용되어 탑승자 및 운전자에게 다양한 정보 및 여가 서비스를 제공하기 위한 멀티미디어 장치, 그리고 차량의 구동부분에서 중심적인 역할을 하는 ECU와 같은 장치를 제어하여 안정적인 차량 운행을 위해 제공되는 다양한 전자장치와 중앙제어기를 연결하는 지능형 차량에 큰 관심을 보이고 있다. 즉, [4][5] 센서, 구동장치, 멀티미디어 장치를 통합 제어하는 제어기와 통신을 통해 연결하는 개념을 지능형 차량 또는 U-Car라고 하고 실제 시스템 적용을 위한 연구와 적용 사례가 늘어나고 있다.

현재 많은 차량 생산업체에서 CAN, LIN, MOST와 같은 유선 통신 시스템을 사용하여 차량 각 부분의 ECU, 센서, 멀티미디어 시스템과 같은 전자장치와 중앙제어기를 연결하여 차량을 제어하는 지능형 차량 시스템을 위한 차량 네트워크 시스템을 적용하고 있다. 차량 네트워크를 패킷 단위의 데이터 통신으로 교체하고 버스 통신을 적용할 경우 차량 각 부분과 제어기를 각각의 도선으로 연결하는 방식에 비해 고속의 데이터 처리, 빠른 실시간 서비스 제공 등의 장점이 존재한다. 유선으로 적용되고 있는 지능형 차량을 무선으로 사용한 통신으로 구현할 경우 다양한 측면을 고려해야한다.

차량 제어 네트워크를 유선에서 무선으로 변경할 경우 무선 서비스가 사용될 대역과 무선 통신 과정에서 발생하는 간섭신호와 노이즈가 중심 고려사항이 되는데 그 특성은 아래와 같이 나타낼 수 있다. 우선 텔레

메틱스 서비스를 이용한 지능형 차량을 위해 고려될 수 있는 무선 대역으로는 대역사용에 라이선스가 필요 없는 ISM 대역을 들 수 있다. 2.4 GHz 대역과 5 GHz 대역을 포함하는 ISM 대역은 고속의 데이터 통신을 지원하기 위해 연구되고 있다. ISM 대역은 라이선스가 필요 없는 반면 동일한 대역을 쓰는 다른 무선 시스템으로부터 발생하는 간섭신호에 의한 시스템간의 간섭과 에러의 발생을 ISM대역을 사용하는 서비스 제공업체에서 해결해야한다는 큰 특징이 있다. ISM 대역 중 5 GHz에 포함되는 대역은 넓은 범위에 강한 송신 전력으로 서비스하는 군대와 기상청의 레이더와 동일한 대역을 공유하고 있기 때문에 옥외에서 주로 동작하는 지능형 차량 시스템에서 채택하기에는 신호의 세기와 같은 측면에서 문제가 있다. 반면 2.4 GHz 대역은 블루투스, 지그비(Zigbee), 무선 랜(WLAN), 무선전화와 같은 통신서비스와 마이크로오븐과 같은 비통신 서비스와 동일한 대역을 사용하기는 하지만 시스템들의 통신영역이 넓지 않기 때문에 지능형 차량 시스템에 적용하기가 가능하다.

2.4 GHz 대역을 사용하는 무선 랜의 경우 1997년에 표준화된<sup>[1]</sup> IEEE 802.11 STANDARD에서 전송방식 및 기술을 변경한<sup>[2][3]</sup> IEEE 802.11b/g 표준으로 고속의 통신 서비스를 제공하는데 IEEE 802.11b의 경우 최대 11 Mbps의 속도로 100m의 커버리지 영역을 보이고 IEEE 802.11g의 경우 IEEE 802.11b에 비해 월등하게 향상된 속도인 54 Mbps를 보인다. 특히 고속으로 통신하는 무선 랜은 차량의 중앙 제어기와 센서, ECU, 멀티미디어 장치와 같은 전자장치와 무선으로 연결되기 때문에 무선 채널에 영향을 줄 수 있는 동일한 대역의 다른 시스템으로부터 수신되는 간섭신호를 제거할 수 있어야한다.

본 논문에서 무선 랜 IEEE 802.11b의 Access point와 사용자 단말기 간의 통신을 차량 내부의 ECU와 중앙 제어기간의 제어 통신이라고 가정하고 차량 내부, 외부에서 발생하는 노이즈와 간섭을 적용하였을 때 무선 랜을 통한 차량 네트워크의 구성의 안전성을 검토하고자한다. 본론에서는 무선 시스템에서의 차량 네트워크를 위한 U-Car에서의 무선 환경에 대해 분석해 보았다. 차량 네트워크에 사용될 수 있는 무선 통신시스템과 주파수 대역을 설명하였고 차량 네트워크에서의 시스템모델링을 분석 하였다. 차량 내부에서 고려될 수 있는 차량 내부 노이즈와 차량 외부에서 수신되는 간섭신호를 적용한 무선 랜 시스템의 컴퓨터 시뮬레이션에

대해 분석하고 마지막으로 결론을 도출하였다.

## II. U-Car에서의 무선통신환경

### 1. 지능형 차량을 위한 무선 통신 차량 네트워크

지능형 차량이란 차량 내부의 중앙 제어기가 차량 내부에서 발생하는 기계적, 전기적 문제점과 차량 외부에서 내부로 영향을 주는 기계적, 전기적 문제점을 인지하고 문제 발생을 차량 사용자에게 경고하여 사용자의 차량 운행에 효율성을 부여하고 안전성을 제공하는 기능을 가지는 차량으로 정의할 수 있다. 이런 지능형 차량을 구성하는 요소에는 차량 외부 또는 내부로부터 발생할 수 있는 기계적 위험을 인식하는 센서와 차량 내 각 부분에서 차량의 운행 및 제어를 담당하는 ECU(Electrical Control Unit)와 같은 전기 장치, 차량 내 동작을 담당하는 구동계 기계장치와 이 모든 것을 제어하는 중앙 제어장치가 있다. 차량생산업체들은 언급된 지능형 차량 구성요소들을 이용해 차량 자체의 제어 및 관리를 담당하는 차량네트워크를 구현하고 있다. 그림 1은 차량 네트워크의 구성요소를 나타낸다.

지능형 차량의 구현을 위해 최근 차량 생산 업체는 차량 각 부분을 제어하기 위해 제어신호를 사용하는 유선 버스 시스템을 적용한 차량 네트워크를 탑재한 차량을 선보이고 있다. 실제 적용되고 있는 유선 차량 네트워크는 차량 제어통신과 데이터 통신에 적용되는 CAN(Control Area Network), CAN의 말단부분에서 차량의 세부 센서 및 전자장치를 담당하는 LIN(Local Interconnect Network), 고용량 데이터를 고속으로 처리 가능한 MOST (Media Oriented Systems Transport)가 있다. 즉, CAN, LIN, MOST와 같은 버스 통신시스템을 적용하여 유선 차량 네트워크를 구성하고

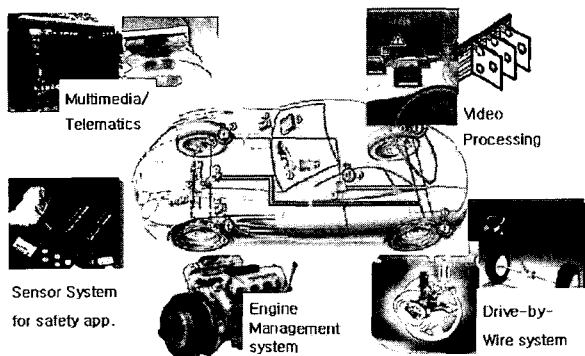


그림 1. 지능형 차량 네트워크 구성요소  
Fig. 1. Components of Intelligent Vehicular Network.

있다. 유선 차량 네트워크를 구성할 경우 데이터에 오류가 거의 없다는 장점이 존재하지만 유선 버스 시스템에도 몇 가지 문제점이 존재한다. 버스시스템을 구성하는 도선의 노후에 의한 오작동 및 데이터 전송 오류가 발생할 수 있고 장치를 추가할 경우 장치를 위한 공간 외에 버스를 위해 할당된 도선을 위한 공간이 차량 내부에 필요하다. 또한 차량이 파손되었을 때 각 부분을 제어하는 ECU 및 센서 외에도 ECU와 센서를 연결하는 버스 도선의 문제도 확인해야한다는 점에서 유지 및 보수가 어렵다고 할 수 있다. 유선 시스템에 위와 같은 문제점이 존재하는 반면 무선 통신을 이용해 차량 네트워크를 구성할 경우 유선에서의 문제점을 보완하여 서비스할 수 있다. 차량 각 부분의 ECU나 센서와 같은 전자장치를 추가로 연결하는 경우 무선 방식을 사용하기 때문에 장치가 차지하는 공간 외에 도선에 의해 발생할 수 있는 공간적 문제 고려가 불필요하기 때문에 공간 활용도가 우수하다. 또한 제어에 문제가 발생하였을 경우 각 ECU나 차량에 적용되어있는 전자장치를 테스트 해보고 그 자체만 교환 및 수리하면 되기 때문에 유지 및 보수적인 측면에서 유선에 비해 우수하다.

무선 차량 네트워크가 유선 차량 네트워크에 비해 우수한 측면만 가지는 것은 아니다. 유선 차량 네트워크의 버스는 전선을 사용하기 때문에 제어신호의 전송에서 에러가 거의 발생하지 않는다. 반면 무선 차량 네트워크의 경우 채널을 도선대신에 사용하게 되는데 이 채널에 의해 발생하는 에러를 제거해 주어야한다. 또한 통신을 사용할 대역을 설정해야하고 사용한 대역이 이미 다른 시스템에 선점되었을 경우 그 시스템으로부터 수신되는 간섭 신호와 차량 각 부분에서 발생할 수 있는 노이즈 문제를 해결해야한다. 현재 채널에서 발생할 수 있는 에러를 제거하기 위해 다양한 기술이 적용되고 있기 때문에 특별히 고려할 필요가 없다. 그러나 사용하는 대역의 결정의 경우는 비용, 간섭신호와 같은 측면을 고려할 필요가 있다.

차량 내부를 제어하기 위해 사용할 수 있는 무선 제어신호의 주파수 대역의 경우 이미 5.8 GHz까지 대부분의 주파수가 이미 선점되어있는 상태이고 대부분의 대역의 경우 사용하려고 하면 사용료를 지불해야한다. 그러나 ISM(Industry Science Medical) 대역의 경우 라이선스를 획득할 필요가 없기 때문에 자유롭게 사용할 수 있는 반면 동일한 대역을 사용하는 시스템이 많이 있기 때문에 간섭신호를 제거하는 기능을 서비스 제공자가 제공해 주어야한다. 즉, 다른 시스템과의 간

섭을 줄이고 안정적으로 내 서비스를 제공해주기 위한 대역의 선택이 필요하다. 위의 두 가지 문제점을 고려하여 본 논문에서 지능형 차량을 위해 주목한 무선 시스템은 2.4GHz 대역을 사용하고 다른 시스템에 비해 빠른 속도를 보이는 IEEE 802.11b 표준을 사용하는 무선 랜이다.

### 2. 2.4GHz ISM 대역의 무선 환경

현재 많은 상용화 서비스들이 다양한 대역에서 서비스를 하고 있다. 그 중 2.4 GHz 대역은 ISM(Industry Science Medical) 대역이라 불리는 대역을 포함하고 산업, 과학, 그리고 의료 관련 분야에서만 사용할 수 있도록 할당된 대역으로 라이선스가 필요 없는 특징이 있다. 비록 대역을 사용할 수 있는 영역이 한정되어있지만 이미 대부분의 주파수 대역이 사용되고 있어서 주파수가 부족하기 때문에 많은 무선 시스템 사업자가 이 ISM 대역을 주목하고 사용하고 있다. 또한 ISM 대역의 특징이 정부에서 대역을 사용하는데 필요한 라이선스를 제공하지는 않는 대신 다른 사용자의 시스템에 의해 발생하는 간섭문제는 해결해주지 않는다는 특징이 있기 때문에 2.4 GHz 대역을 사용하는 무선 시스템의 경우 간섭에 의한 문제를 스스로 해결해야한다. 표 1은 현재 2.4 GHz 대역을 사용하는 시스템들을 나타낸다.

2.4GHz 대역은 블루투스, 무선랜, 지그비, 일반 무선 전화 및 비 통신시스템인 마이크로 오븐과 같은 다양한 시스템이 대역을 이용해 서비스를 하고 있다. 즉, 이 대역에서 새로운 서비스를 적용하려고 할 경우 동일한 대역을 사용하는 다른 시스템에서 발생하는 신호는 내 신호에 간섭신호로 작용하고 통신 품질을 감소시키는 중요한 요소로 작용한다. 때문에 간섭을 제거하는 다양한

표 1. 2.4GHz 대역의 무선 시스템  
Table 1. Wireless communication systems in 2.4 GHz band.

Systems	Properties		
	Band (GHz)	Range(m)	Purpose
Bluetooth	2.4	10	Communication
WLAN	2.4~2.4835	100	Communication
Zigbee	2.4	10~75	Communication
Proprietary codeless phone	2.4~2.4835		Communication
Micro-oven	2.4		Non communication

기술을 적용하게 되는데 본 논문에서 관심을 가지는 무선 시스템은 2.4 GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11b WLAN이다.

### 3. 2.4GHz 대역의 IEEE 802.11b 무선 랜

본 논문에서 고려한 무선 차량 네트워크 시스템은 IEEE 802.11b 무선 랜으로 1997년에 표준화가 확정된 2.4 GHz와 5 GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11 무선 랜의 특징 중 전송대역을 2.4 GHz로 한정하고 전송속도를 11 Mbps로 향상시킨 표준이다. 2.4 GHz 대역에 중 2.4에서 2.4835 GHz까지 대역을 13개의 22 MHz 채널로 나누어 사용한다. DS-SS(Direct Sequence Spread Spectrum)를 기본으로 CCK와 Barker 코드를 사용하여 데이터 전송률을 높여 최대 전송속도 11 Mbps를 보인다. 현재 IEEE 802.11b, 동일한 2.4 GHz 대역에서 OFDM을 사용하여 최대 전송속도 54 Mbps를 지원하는 IEEE 802.11g, 5 GHz 대역에서 최대 전송속도 54 Mbps를 지원하는 IEEE 802.11a 는 상용화 서비스를 제공한다.

### III. 시뮬레이션 환경 및 성능분석

본 논문에서는 센서, ECU, 차량 구동부분들을 통합 연결하는 중앙 제어기로 구성되는 지능형 차량에서 각 구성요소들과 중앙 제어기 간의 제어신호 및 데이터 통신을 무선으로 사용하는 무선 차량 네트워크를 그림 2와 같이 구현하였다.

중앙 제어기와 구성요소간의 통신을 무선 랜 AP(Access Point)와 단말기 간의 통신이라고 가정하였다. 차량에서 Access point는 천정에 부착되어있고

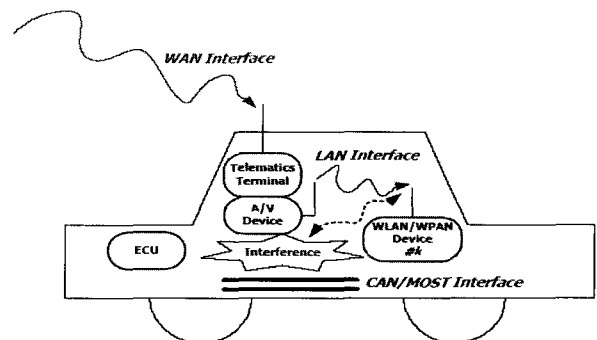


그림 2. 무선랜을 이용한 지능형 차량 네트워크 구성요소  
Fig. 2. Components of Intelligent Vehicular Network with Wireless LAN.

외부와 WAN 인터페이스를 통하여 통신을 하며 위치 정보, 교통정보, 엔터테인먼트 정보와 같은 다양한 정보를 송·수신하게 된다. 이 때 차량 내부 좌석에 위치하게 될 사용자 단말기(ME; Mobile Equipment) 또는 WLAN Device의 경우 Access point와의 거리가 최대 1m를 넘지 않고 LOS(Line of Sight)상태에서 무선 랜 인터페이스를 통해 통신을 하게 된다. 이 때 차량 내부의 채널 상태를 정의하면 수식 1과 같이 나타낼 수 있다.

$$r(t) = s(t) + I_{external}(t) + I_{internal}(t) + n(t) \tag{1}$$

차량 내부에서의 통신의 경우 1m의 짧은 거리에 페이딩이 존재하지 않고 다중경로 현상이 없다고 가정할 경우 수신신호를  $r(t)$ 로 나타내고 전송된 신호를  $s(t)$ 로 표현한다. 차량 내부의 AP에서 ME로 전송된 신호에 페이딩이 적용되지 않더라도 차량 외부에서 내부로 수신되는 간섭신호( $I_{external}(t)$ )의 경우 최소 2m의 거리를 가지는 AP로부터 전송된 신호이기 때문에 4개의 다중경로로 Rayleigh 페이딩이 적용된다. 또한 차량 내부에서 발생하는 노이즈 신호, 즉 차량노이즈( $I_{internal}(t)$ ),가 존재한다. 수식 1에서 간섭으로 정의된 신호는 2.4GHz 대역의 무선시스템에서 중요하게 고려된다.

무선 간섭신호의 경우 그림 1과 같은 상태의 차량이 그림 3과 같이 두 대가 정지된 상황에 차량 간의 거리가 2m라고 가정하였을 때 각 차량에서 동일한 전력을 사용해 전송된 신호가 서로에게 간섭으로 작용한다고 정의한다. 수신되는 간섭신호의 크기가 원신호의 성능에 직접적으로 영향을 주는 요소라고 할 수 있다.

두 번째 요소는 차량 내부에서 발생하는 노이즈이다. 자동차에는 전자기적 노이즈를 발생시킬 수 있는 많은 전자 장치와 기계적 마찰을 발생시킬 수 있는 구동계 장치가 존재한다. 표 2는 차량의 전기, 기계 장치 중 마

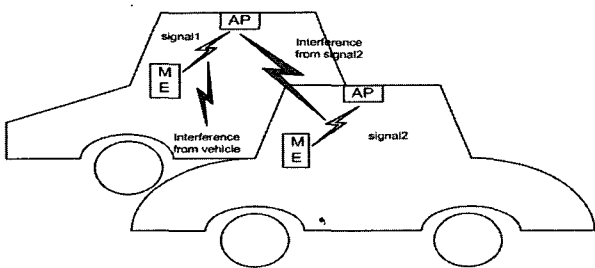


그림 3. 시뮬레이션 환경 도식화  
Fig. 3. Simulation environment figure.

표 2. 자동차 노이즈 발생원  
Table 2. Resource of automobile noise.

Part	Resources
Engine	Ignition plug, Explosion
Battery	Disturbance
Mechanical friction	ABS Brake, Suspension

찰과 전기장에 의해 내부에서 노이즈를 발생할 가능성이 있는 부분을 나타나 있다.

표2에 나타난 바와 같이 많은 노이즈 발생원은 차량 각 부분에 분산되어있고 각 부분에서 발생하는 노이즈의 크기가 다르고 노이즈의 효과를 줄이기 위해 기계적으로 차폐되어있기 때문에 그 영향을 심각하게 고려할 필요는 없다. 그렇지만 오토메틱(Automatic) 차동기어를 사용하는 차량의 경우 엔진의 시동 시 급출발하여 차량사고로 이어지는 사례가 빈번히 발생하고 있기 때문에 여전히 노이즈는 중요한 요소라고 할 수 있다. 본 논문에서 고려한 차량 노이즈는 White type노이즈와 Spark type노이즈가 있다.

2. 시뮬레이션 파라미터

본 논문에서 가정한 차량 노이즈는 모든 시간영역에서 특정 level을 평균으로 영향을 주는 White type노이즈와 차량이 특정 동작을 하였을 경우 동작이 발생 또는 지속되는 시간에만 영향을 주는 Spark type의 노이즈로 그림 4와 같이 정의 하였다. Spark type의 노이즈의 경우 본 논문의 시뮬레이션에서는 전체 동작시간의 20%에서 발생한다고 가정하고 스파크가 없을 때는 -70 dBm 평균의 노이즈가 발생하지만 스파크가 발생하면 -60~-10 dBm의 노이즈가 영향을 준다고 정의하였

표 3. 시스템 파라미터  
Table 3. System parameters.

Parameter	Value
Data rate	1 / 11 Mbps
Modulation	DS- SS
	Barker / CCK
Channel coding	1/2 PBCC encode / Viterbi decode
Packet length	512
Channel bandwidth	22 Mhz
Distance of AP & ME	1 m
Distance of AP and other system	2 m
Path loss (dB)	$L(d) = 40.2 + 10 * r * \log(d)$
Path loss exponent	2.0
Doppler frequency	0.02 Hz

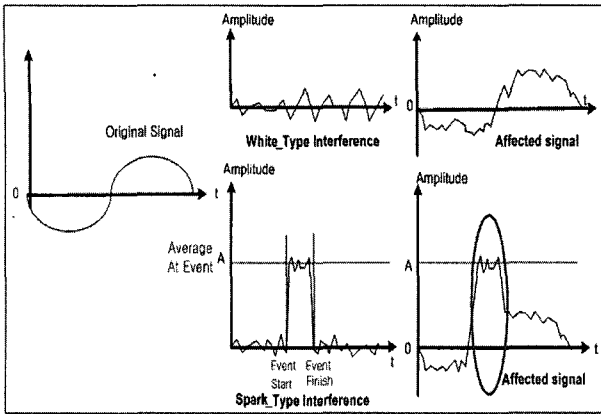


그림 4. White type과 Spark type노이즈 정의  
Fig. 4. Definition of White type and Spark type noise.

다. 표 3은 시스템에 사용된 파라미터로 IEEE 802.11b 표준을 사용하여 시뮬레이션을 한다.

IEEE 802.11b 표준은 1, 2, 5.5, 11 Mbps의 전송속도로 데이터를 전송하는데 본 논문에서는 모듈레이션으로 Barker 코드를 사용하는 1 Mbps와 CCK를 사용하는 11 Mbps만을 사용하여 시뮬레이션을 하였다. 차량 내부의 AP와 ME간의 거리는 1m LOS 환경이고 전송거리가 가까워서 수신 전력이 강하고 Multipath가 발생하지 않는 환경이라고 정의하다. 그러나 다른 차량에서 수신되는 간섭신호의 경우 최소 전송거리가 2m이기 때문에 4 path의 Multipath 환경으로 고려하였다. 또한<sup>[6]</sup> 전송 경로 감쇄를 고려하였는데 감쇄 수식을 수식 2와 같이 적용하였다.

$$L(d) = 40.2 + 10 * 2.0 * \log(d) \quad (2)$$

### 3. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션에서는 그림 3과 같이 정차한 두 대의 차량이 동일한 무선 랜 시스템을 사용한다고 가정할 때 AP와 ME간의 통신에 다른 차량에서 송신된 간섭신호의 수신 강도에 따른 원신호의 BER 성능을 확인한다. 또한 차량 내부에서 발생하는 노이즈의 종류와 크기에 따른 시스템 성능 감소를 확인한다.

이론적인 BER 성능과 시뮬레이션을 통해 IEEE 802.11b 무선 랜을 구현한 결과를 비교하면 이론적인 성능에 근사한 결과를 보여준다. 이를 통해 시스템 구현의 정확성을 예측할 수 있다.

그림 5는 간섭신호의 수신 강도에 따른 시스템 성능을 보여준다. 간섭신호로 정의되는 다른 차량으로부터의 신호는 원 신호와 동일한 세기로 전송이 되고 동일

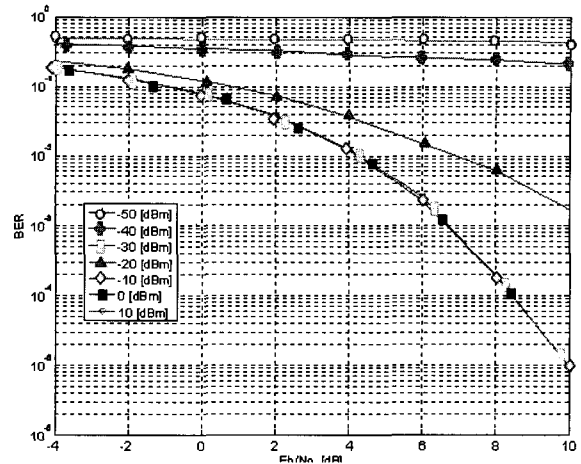


그림 5. 간섭신호 세기에 따른 시스템 성능  
Fig. 5. Performance rely on Interference signal strength

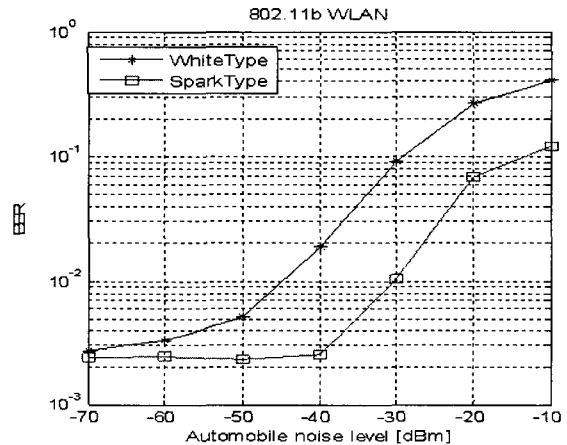


그림 6. 노이즈 종류와 세기에 따른 시스템 성능  
Fig. 6. Performance rely on Noise type and Strength

한 패킷 길이를 가지고 있다. 0 dBw로 송신된 간섭신호의 수신파워가 -50 ~ 10 dBm라고 가정할 경우 수신신호가 -30 dBm보다 커질 경우 무선 랜을 이용해 통신을 하기 어려운 정도로 통신 시스템의 BER 성능이 감소하는 것을 확인할 수 있다.

그림 6의 경우 차량 내부에서 발생하는 노이즈의 타입에 따른 시스템 성능을 보여준다. White type의 노이즈의 경우 Spark type의 노이즈에 비해 원 신호에 노이즈로 영향을 줄 수 있는 시간이 길기 때문에 노이즈 신호의 크기가 크면 클수록 Spark type 노이즈에 비해 안 좋은 성능을 보인다. 그러나 Spark type노이즈의 경우 전체적으로는 낮은 발생률을 보이지만 그 발생 위치에 따라 큰 영향을 줄 수 있기 때문에 역시 성능감소를 보인다.

#### IV. 결 론

본 논문에서 IEEE 802.11b 무선 랜 표준의 Access Point와 Mobile Equipment간의 통신을 지능형 차량의 중앙제어기와 차량에 장치된 ECU, 센서, 멀티미디어 장치와 같은 전자장치 간의 제어 및 데이터 통신이라고 가정하고 IEEE 802.11b 무선 랜으로 지능형 차량을 위한 무선 차량 네트워크로 구현 하였을 때 시스템에 영향을 줄 수 있는 요인과 채널 환경을 알아보았다. 이 때 2.4 GHz 대역의 무선 랜의 통신에 영향을 줄 수 있는 차량 내부에서 발생하는 두 가지 형태의 노이즈와 차량 외부에서 발생하는 무선 랜 시스템으로부터의 간섭신호에 따른 BER 성능을 알아보고 안정적으로 서비스할 수 있는가를 확인하였다. 결론적으로 IEEE 802.11b 무선 랜을 이용하여 지능형 차량을 위한 차량 네트워크를 구현할 때 시스템은 안정적으로 동작할 수 있다

#### 참 고 문 헌

- [1] IEEE Std 802.11 - 1999. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE Standards Dept., 1999.
- [2] Doefexi A, Armour S, Beng-Sin Lee, Nix A, Bull D, "An evaluation of the performance of IEEE 802.11a and 802.11g wireless local area networks in a corporate office environment", ICC 03', Volume 2, Page(s):1196 - 1200, May 2003.
- [3] Medepalli K, Gopalakrishnan P, Famolari D, Kodama T, "Voice capacity of IEEE 802.11b, 802.11a and 802.11g wireless LANs", GLOBECOM 04, Volume 3, 29 Page(s):1549 - 1555, Dec 2004.
- [4] 이경수, "지능형 자동차 : 차세대 능동 안전 및 운전 보조 시스템", 한국 자동차공학회, 오토저널, 제 28권 4호, Page(s):17 - 21, Aug 2006.
- [5] 이재관, 이인식, "지능형 안전 자동차의 기술개발 동향", 한국 자동차공학회, 오토저널, 제 28권 4호, Page(s):22- 27, Aug 2006.
- [6] Pechac, P, Valek, M and Zvanovec, S, "Results of indoor propagation measurement campaign for WLAN systems operating in 2.4 GHz ISM band", ICAP 2003, Volume 1 Page(s):63 - 66, 2003.
- [8] Deva K. Borah, Anirudh Data, Gaylon R. Lovelace and Phillip De Leon, "Performance Evaluation of the IEEE 802.11a and b WLAN Physical Layer on the Martian Surface", Aerospace, 2005 IEEE Conference, Page(s):1 - 9, March 2005.
- [9] Wang S.-C, Chen Y-M, Tsern-Huèi Lee, Helmy A., "Performance evaluations for hybrid IEEE 802.11b and 802.11g wireless networks", IPCCC 2005, April 2005, Page(s):111 - 118
- [10] WALTER Y.CHEN, "Home Network Basis: Transmission Environments and Wired/Wireless Protocols", Prentice Hall PTR, Ed. 1st, July 2003
- [11] Drilo B, Flatz L, "Comparison of IEEE 802.11g optional standard elements in WLAN hotspot scenario", ICECom 2003, Page(s):147 - 151, Oct 2003.
- [12] 송홍중, 박유식, 신용섭, "5 GHz 대역 무선랜의 실내 간섭 영향에 따른 데이터 전송률 측정 연구", 한국전자과학회, 13권 5호, Pages(s):416 - 425, 2002.

저 자 소 개



이 승 환(학생회원)  
2005년 영남대학교  
정보통신공학과 학사졸업.  
2005년~현 영남대학교  
정보통신공학과 석사과정.  
<주관심분야 : 이동통신, 패킷 스  
케줄링>



허 수 정(학생회원)  
2001년 대구대학교 통신공학과  
학사졸업.  
2001년~2004년 샌디에고 주립대  
전자공학과 석사수료.  
2005년~현 영남대학교  
정보통신공학과 석사과정.  
<주관심분야 : 이동통신, 무선통신>



박 용 완(정회원)  
1982년 경북대학교 전자공학과  
학사졸업.  
1984년 경북대학교 전자공학과  
석사졸업.  
1989년 뉴욕 주립대 전기공학과  
석사졸업.

1992년 뉴욕 주립대 전기공학과 박사졸업.  
1992년~1993년 California Institute of  
Technology 전자공학 Research Fellow.  
1994년~1996년 SK Telecom PCS 기술연구팀장.  
1996년~현 영남대학교 공과대학 전자정보공학부  
정보통신공학과 전공 교수.  
2001년 NTT Mobile Communications Network  
Inc.(NTT DoCoMo) 초빙교수.  
2003년 1월~2004년 1월 UC Irvine 방문교수.  
<주관심분야 : 이동통신, 무선멀티미디어 설계기  
술, 차세대 위치기반 기술(LBS)>



이 상 신(정회원)  
1999년 서울대학교 전기공학부  
학사졸업.  
2001년 서울대학교 전기공학부  
석사졸업.  
2001년 4월~현재 SK Telecom  
Access 기술연구원 차세대  
기술개발팀 (대리)

<주관심분야 : CDMA, Beyond 3G시스템/4G,  
OFDM, Telematics>



이 등 학(정회원)  
1988년 경북대학교 전기공학과  
학사 졸업.  
1991년 포항공과대학교 전자전기  
공학과 석사졸업.  
1996년 포항공과대학교  
전자전기공학과 박사졸  
업.

1988년~1989년 LG전자 연구원.  
1996년~현 SK Telecom Access기술연구원(부  
장)  
<주관심분야 : W-CDMA 모델설계, OFDM,  
W-LAN/WiBro/Cellular 연동, Beyond 3G시스템,  
방송/통신 융합서비스, 위성 DMB>



유 재 황(정회원)  
1984년 경북대학교 전자공학과  
학사 졸업.  
1986년 연세대학교 전자공학과  
석사 졸업.

2005년 8월 KAIST  
전기 및 전자공학과 박사  
1988년 4월~1993년 11월 국제상사 전자기술  
연구소 선임연구원  
1993년 11월~2006년 1월 SK Telecom Network  
연구원엔지니어링기술개발팀장,  
Network기술기획팀장  
2006년 1월~현 SK Telecom Access 기술연구원  
차세대기술개발1팀장(부장)  
<주관심분야 : Beyond 3G시스템, USN/BcN,  
통신/방송 융합기술, SD>