

텔레매틱스를 위한 Bluetooth 네트워크 시스템에 대한 연구

서운석, 곽재혁, 임준홍
한양대학교 전자컴퓨터 공학부

Bluetooth Networks Systems for Telematics

Yoonseok Seo, Jaehyuk Kwak, Joonhong Lim
School of Electrical Engineering and Computer Science, Hanyang University

Abstract - 텔레매틱스(telematics)는 무선 네트워크를 통해 운전자에게 운전은 물론 생활에 필요한 다양한 정보를 실시간으로 제공하는 서비스이다. 이러한 텔레매틱스 시스템은 운영시스템에 따라 내부시스템, 무선통신 네트워크, 텔레매틱스 센터부분으로 크게 나뉘볼 수 있다. 이 중에서 내부시스템 및 무선통신 네트워크에 Bluetooth로 다양한 응용이 가능하다. Bluetooth는 다양한 주변기기들의 사용으로 인한 차내 배선의 복잡성을 해소하고 주변 기기들에 대한 중앙 집중 인터페이스를 가능하게 할 수 있다. 또한 Bluetooth는 GPS 항법 시스템 개발자가 최상의 GPS 시스템을 구현하는 데 있어 가장 비용 효과적이고 상용화 시간을 최소화하며 상호 운용성이 가장 뛰어난 솔루션을 제공한다. 이에 본 논문에서는 텔레매틱스 시스템에서 내부시스템 및 무선통신 네트워크에 적용될 수 있는 Bluetooth 네트워크를 구성하고 차량의 진동에 의한 전파 오류, 전파 반사, 전파간의 간섭에도 안정적으로 동작하기 위한 방법을 제시한다.

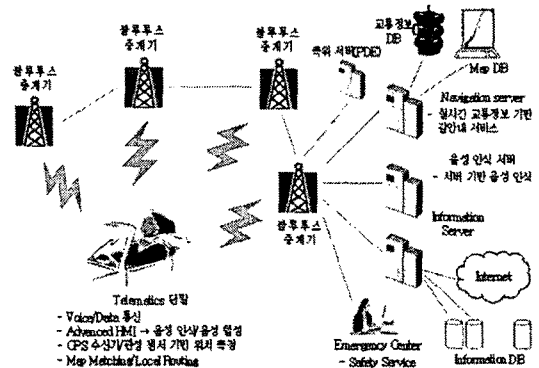


그림 1. 텔레매틱스 기술 개념도

1. 서 론

텔레매틱스 서비스는 인공위성과 무선통신망을 이용해 텔레매틱스 서비스 제공업체(TSP)의 정보서비스 센터와 차량내 텔레매틱스 단말기를 연결하여, 차내에서 교통정보, 응급상황시 대처, 원격차량 진단, E-mail 송수신, 인터넷 이용 등 각종 모바일 서비스를 제공한다.[1] 이런 많은 응용 분야에도 불구하고 현재 전세계 판매차량의 4%정도에만 텔레매틱스 시스템이 보급되어 있다. 이는 기술적, 경제적, 사회·문화적 요인 등 다양한 요인들이 있지만, 특히 기술적 측면에서 다음과 같은 문제점들이 있다. 셀룰러 통신방식의 사용에 따른 무선 통신 비용의 고가, 고가의 GPS 수신기의 사용 및 위치 오차, 차량의 각종 상태 정보를 텔레매틱스 단말에서 이용하기 어려운 점이 있다. 특히 국내 텔레매틱스 시장이 교통정보 및 네비게이션 서비스를 중심으로 하고 있고 많은 차량들이 대도시에 밀집되어 있는 상황에서 GPS 시스템이 도심 빌딩 밀집 지역이나 터널, 고가도로 밑, 지하주차장 등 위성의 신호가 닿지 않는 음영 지역에서 위치 정보 획득이 어려운 것은 커다란 문제점이다.[2]

이러한 문제점들을 극복하기 위해 블루투스 네트워크를 통하여 텔레매틱스 서비스를 사용할 때 보다 저렴하고 정확한 정보 제공을 통해 텔레매틱스의 활성화에 이바지할 수 있다. 블루투스 네트워크를 구성하기 위해서 AP(Access Point)는 임베디드 기반의 블루투스를 사용하여 마스터/슬레이브 역할을 동시에 수행 할 수 있게 중계기를 구성하였다.

2. 블루투스 네트워크 시스템

그림 1은 블루투스 네트워크를 이용한 텔레매틱스 기술 개념도이다. 본 논문에서 구현된 네트워크는 서버와 텔레매틱스 단말에 PC와 노트북을 사용하였고 블루투스 네트워크(Network) 사이에 마이크로프로세서 호스트를 이용한 중계기를 사용한다. 블루투스가 교통정보 및 데이터를 전송받아 송신하게 된다. 중계기는 시내 도로상의 교차로나 신호등, 가로등과 같은 시설에 설치할 수 있다. 도로교통법에 의하면 신호등은 노면에서 4.5M이상, 신호등간 최소거리 200M이상 설치되고 가로등은 노면에서 5M이상, 가로등간 거리 40~60M 사이에 설치된다. 이런 교통시설에 중계기를 설치하면 부가적인 전원 설치가 필요하지 않아 경제적으로 저렴하게 설치할 수 있고 높은 위치에 의한 개방된 환경에서는 가질 수 있어 노면근처에 설치하는 것보다 긴 전송거리를 확보할 수 있다. 시내에서의 차량의 속도제한이 시속 60km/h 인 것을 감안하면 1초에 약 16.7m를 이동하게 된다. 본 논문에서 사용된 블루투스는 class2의 규격으로 전송거리는 20~30M이다. 그러나 개방된 환경에서는 100미터 이상의 전송거리를 가진다.[3] 블루투스 네트워크를 형성하기 위하여 피코넷과 스캐터넷을 구성한다. 하나의 피코넷 내부에서 마스터 유닛은 마치 기지국과 같은 역할을 한다. 블루투스는 기본적으로 주파수호핑 (Frequency Hopping)방식을 사용하며 초당 1600번을 호핑한다. 이러한 주파수 호핑 방식으로 피코넷에 참여하지 않은 유닛들이나 WLAN(IEEE802.11b)과 같이 동일한 주파수 대역을 사용하는 디바이스 사이의 간섭을 피할 수 있다. 피코넷이 형성되는 과정을 살펴보면 다음과 같다. 기기들간 연결이 되지 않은 상태를 스탠바이 상태라 하는데, 이 상태에서 각 기기들은 1.28초 마다 새로운 메시지를 받아들이고(listen), 연결 요청이 있으면 그 기기가 마스터가 되어 다른 기기들을 인식하기 시작 (Inquiry/Page)한다. 이때 8비트의 파크(Park) 주소가 할당된 기기들은 파크상태가 된다. 이후 마스터와 통신하

는 기기들은 3비트(23 = 8이므로 8개의 주소 중 1개는 broadcasting 주소로 사용하므로 7개 기기가 1 피코넷이 됨)의 활성(Active) 주소를 할당받으면 피코넷이 형성된다. 활성 상태인 기기들은 다시 3가지 상태가 된다. 실제 통신을 하는 활성모드, 대기(Hold)모드, 탐지(Sniff)모드(활성모드보다는 저 소비전력 상태)가 있는데, 대기 및 탐지모드는 피코넷에 참여는 하지만 전체 트래픽에는 영향을 주지 않는다. 마스터는 접속을 위한 키를 포함한 Inquiry를 625μsec 간격으로 송신하고 2초내에 슬레이브와 동기화를 이루고 슬레이브는 3비트의 활성 주소를 할당받고 다시 마스터로부터 Page 메시지를 받고 난 후 마스터에 의해 결정된 호핑패턴을 사용해 동기화된다. 이후에 서로 인증을 수행하는 데, 인증에 사용하는 암호키는 마스터가 발생한 난수와 슬레이브의 MAC 주소의 배타적 논리합(XOR)를 사용하여 만든다. 인증 절차가 완료되면 전용 키가 전달되고 이후에는 데이터 송수신 단계가 된다.[4],[5] 총 소요시간을 계산해보면 Listen, Inquiry (1.28초) + 동기화(2초) + 데이터 송수신 (1초) = 4.38초 정도의 소요시간을 가지게 된다. 이는 차량이 시속 60km/h로 약 73.15M를 갈 수 있는 시간이다. 이는 개방된 환경에서 블루투스가 충분히 접속하여 데이터를 송수신 할 수 있다는 것을 알 수 있다. 중계기의 범위가 닿지 못하는 시내의 좁은 길에서는 이동중인 다른 차량을 중계기로 사용하여 원하는 정보와 데이터를 전송받을 수 있다.

2.1 하드웨어

블루투스 중계기의 경우 마이크로프로세서 호스트를 사용하여 블루투스와 HCI 패킷을 교환한다. 마이크로프로세서는 ATmega128을 사용하였다. ATmega128은 2개의 UART를 지원하고 포트는 6개까지 지원한다. 프로그래밍 할 때 ISP기능을 지원하므로 메모리에 직접 쓰고 지우는 것이 가능하다. 내부 메모리에는 블루투스를 initialize, inquiry, connection 시킬 수 있게 패킷을 구성하였다.[6] 블루투스 모듈은 삼성 STM25012C를 이용하였다. 내부 메모리의 경우 4Mbit에서 8Mbit 사이이고 class 2 레벨로 최대 4dBm이고 USB, UART, PCM을 지원, 표준 전송 거리는 50m이다. 그림 2는 임베디드 블루투스의 보드를 구현한 것이다.

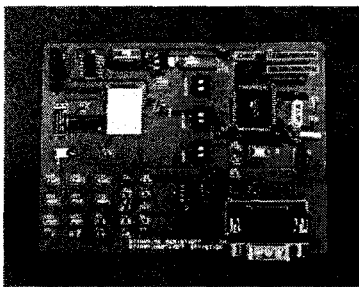


그림 2. AVR-Bluetooth board

2.2 소프트웨어

텔레매틱스 단말에 해당하는 인터페이스의 경우 PC기반으로 visual C++을 이용하여 구현하였다. 텔레매틱스 단말에서 실행시키면 initialize를 하게 되고, inquiry 경우 요청에 대한 응답을 기다리고 다른 기기들의 주소값과 이름값을 읽어 들이게 된다. 연결이 되면 서버에서 교통상황을 간단한 지도형태로 송신하고 이를 전송받아 디스플레이하게 된다. 서버에서 전송하는 교통상황은 5초 간격으로 임의의 지도값을 전송하였다. 이때 연결 과정에서 블루투스 기기들간의 임의의 핸들을 정하게 되고 이 핸들을 사용하여 데이터 교환시 사용하게 된다. 임베디드 기반의 블루투스에도 PC기반의 프로그램과 같은

형식으로 코딩하였다. AVR-board의 ATmega128의 프로그램은 CodeVision을 이용하여 작성하여 compile 및 board에 포워딩 하였다.

중계기의 경우 블루투스 패킷을 넘겨주는 역할을 하지만 하나의 Piconet으로 보면 슬레이브의 역할을 하고 다른 Piconet에서 보면 마스터의 역할을 하면서 데이터를 전송한다. 연결은 항상 마스터와 슬레이브 사이에서만 이루어지므로 중계기에서 마스터/슬레이브 2가지 역할을 동시에 할 수 있도록 구현하였다.[6] 마스터와 슬레이브의 기능이 독립적으로 구현되어 있어 데이터 전송을 위해서 중계기 내에 버퍼를 두고 데이터를 저장하여 다른 Piconet으로 데이터를 전송해준다. 그림 3은 텔레매틱스 단말에서 사용자가 데이터를 확인할 수 있는 인터페이스이다.

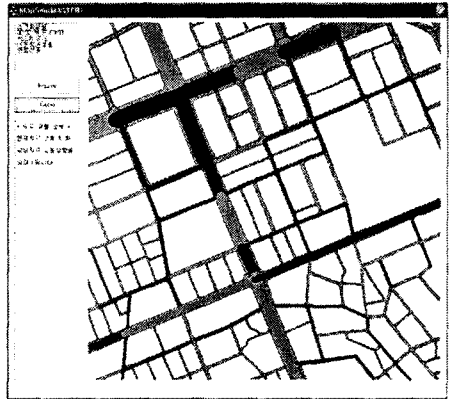


그림 3. 텔레매틱스 단말 사용자 인터페이스

3. 실험 및 결과



그림 4. 실험환경

실험에 사용된 블루투스는 class2의 규격으로서 전송 거리는 20~30미터이다. 그러나, 실험을 통해서 이 거리는 벽과 같은 장애물이 없는 환경에서는 100미터이상의 거리에서도 데이터의 송수신을 할 수 있었다.[3] 서버와 중계기 텔레매틱스 단말기는 각각 100미터씩 거리를 두고 실험을 하였다. 텔레매틱스 단말에서 교통상황을 알아보기 위해 차량이 시속 60km/h로 주행하는 도중에도 Server에 접속할 수 있었고 서버에서 5초에 한번씩 보내주는 교통상황 데이터도 안정적으로 수신하였다. 서버에서 200미터 떨어진 곳에서도 중계기를 통하여 데이터를 수신할 수 있었다.

표 1. 텔레매틱스 단말이 연결된 횟수

Table 1. Number of connection

	조회수
텔레매틱스 단말	48
네트워크	50

표 2. 데이터 송수신 성공횟수

Table 2. Number of completion of transmission & reception

	조회수
전송된 데이터	480
수신된 데이터	466

위의 표 1, 2에서 보이고 있는 오차는 실험중 다른 자동차나 트럭과 같은 큰 장애물이 가로막고 있을때는 서버로의 접속이 되지 않았고 서버에 접속되어 있을때에도 장애물이 가로막고 있을때는 원활한 데이터 송수신이 되지 않았다. 그러나 이 상황은 신호등이나 가로등과 같은 가시거리가 충분히 확보되는 교통시설에 중계기를 설치한 것이 아니고 노면에 중계기를 설치하였기 때문이다. 직접적인 장애물이 없는 개방된 환경에서는 안정적인 데이터의 송수신을 할 수 있었다. 시내 교통상황의 변화가 5초정도의 짧은 시간에 크게 변화하지 않는다고 볼 때 서버에서 5초마다 송신하는 데이터를 수신할 수 있다는 것은 블루투스 네트워크를 통해서 텔레매틱스 서비스를 구현하는데 충분한 결과라고 할 수 있다.

4. 결 론

텔레매틱스는 다양한 서비스와 응용분야를 가지고 있어서 국내 및 세계에서 주목받는 분야이다. 그러나 고가의 텔레매틱스 서비스 이용요금, 고가의 GPS 수신기와 위치오차 등의 문제점이 텔레매틱스 서비스 확대에 장애가 되고 있다.

본 논문에서는 블루투스 네트워크를 구성하여 이러한 문제점을 해결하고 텔레매틱스 서비스를 사용할때 보다 저렴하고 정확한 정보를 제공할 수 있었다.

앞으로 블루투스의 버전이 높아짐에 따라 보다 빠른 전송속도와 보다 긴 전송거리를 가지게 되고 블루투스 고이득 저잡음 증폭기와 블루투스 복합 피코넷에서 동일 채널간섭 및 임펄스 잡음에 의한 PER(Packet Error Rate)과 SAW-ARQ(Stop And Wait-Automatic Repeat reQuest)방법등의 연구로 인해 차량의 진동에 의한 전파 오류, 전파 반사, 동일한 주파수대역을 사용하는 다른 기기들과 전파간의 간섭에도 블루투스 네트워크가 안정적으로 동작할 수 있으리라 생각된다.

[참 고 문 헌]

- [1] “텔레매틱스 서비스 기본계획(안)”, 정보통신부, 2004년 4월
- [2] “텔레매틱스 활성화 정책방안”, 정보통신부, 2004년 4월
- [3] Murphy, P. Welsh, E., Frantz, J.P. “Using Bluetooth for Short-term Ad Hoc Connections Between Moving Vehicles”, VTC-2002, Vol. 1, pp : 414 - 418, 2002
- [4] Sato T. Mase, K Wireless Personal Multimedia Communications, 2002. The 5th International Symposium on, Volume : 1 , 27-30 Oct. 2002 pp : 223 - 227 Vol.1
- [5] Mase, K., Matsui, T., Sato, T., “Scatternet formation of bluetooth ad hoc networks”, VTC-2003, Vol. 3, pp : 2028 - 2032, 2003
- [6] Specification of the bluetooth system v 1.1 - core