



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

LTE 기반의 All-IP 버스정보시스템에
관한 연구

濟州大學校 産業大學院

通信工學科

玄奎南

2013年 12月

LTE 기반의 All-IP 버스정보시스템에 관한 연구

指導教授 金 興 洙
玄 奎 南

이 論文을 通信工學 碩士學位 論文으로 提出함

2013年 12月

玄奎南의 通信工學 碩士學位 論文은 認准함

審査委員長 林 載 允 ⑩

委 員 金 淳 煥 ⑩

委 員 金 興 洙 ⑩

濟州大學校 産業大學院

2013年 12月

목차

요약	1
I. 서론	3
II. 버스정보시스템	5
1. 지능형교통체계	5
2. 버스정보시스템 적용 통신기술	8
3. TRS 기반의 제주 버스정보시스템	0
III. LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템	72
1. LTE 기술	27
2. ALL-IP 네트워크	3
3. 제주 버스정보시스템 서비스 발전방향	3
IV. 제주 버스정보시스템	38
1. 제주 버스정보시스템의 현장 인프라	38
2. LTE 기반의 ALL-IP 시스템	38
3. 시스템 구축에 따른 효과	44
V. 결론	45
참고문헌	46
부록	48

A Study on All-IP Bus Information System Based on LTE

Gyu-Nam Hyun

Department of Telecommunication Engineering
Graduate School of Industry
Jeju National University

Supervised by Professor Heung-Soo Kim

Abstract

In this thesis, the bus information system(BIS) is suggested for Jeju-do. This is ALL-IP BIS based on LTE, which is included a information delivery system for passenger, a bus routes guide system, and communication protocol in the system.

The information delivery system for passenger is designed to offer bus courses, video of city news, and informations of weather and disaster in real-time, this system is connected with LTE modem through Wi-Fi. Also, when the communication is disconnected with the bus information center, this devise is able to find its location independently by using GPS, and to indicate

the position and to provide information of the next bus stop. Route guide system is installed to the front as well as the back and the side. It has LED display system and to be controlled by the same signal. For this, it is composed to enable information display command by using RS-232C. Also, operation information of bus is managed at the center. The server system in the center is designed for communication network expansion and capacity addition, reflect allowance rate of 50%. Communication between the center and the device on the field is bidirectional in real-time, and automated management system is introduced and designed to enable surveillance and control in real-time. The network between the center and the bus stop information device is duplex, wired and mobile communication method, and the communication method between the center and bus is of LTE. The each devices in vehicle have Wi-Fi module, connect through Wi-Fi. In this system, the public transportation information exchange technology protocol are applied.

The system that it was proposed by this thesis would be able to be used for bus information system in Jeju-do conveniently from now on.

I. 서론

지능형 교통체계(Intelligent Transportation System: ITS)는 1980년대 중반부터 미국, 유럽 등에서 활발하게 도입이 추진되었으며, 우리나라에서는 1999년 교통체계 효율화법이 공포됨으로써 본격적으로 추진되었다. ITS 세부시스템 중 하나인 버스정보시스템(Bus Information System: BIS)은 지방자치단체를 중심으로 대중교통 활성화를 위해 도입된 것으로 버스의 운행정보를 실시간으로 수집하여 이용자에게 유용한 정보를 제공하고 있다.

BIS의 기본원리는 차량에서 GPS(Global Positioning System)와 같은 위치기술을 이용하여 차량의 현재 위치정보를 획득한 후 버스정보센터로 전송되면, 버스정보센터에서는 웹페이지나 휴대전화, 정류소의 전광판에 도착예정시간 등 버스에 관한 모든 정보를 제공하는 것이다. BIS는 서울뿐만 아니라 수도권인 경기도와 인천은 물론 김해시, 창원시, 제주시, 양산시, 춘천시, 거제시 등 지방자치단체에서 도입하였다.

BIS와 관련된 정보 제공은 위치기반체계(Location Base System: LBS)의 정확성 측면에서 무엇보다 필요하다. LBS에 대한 정확도를 측정하기 위해 GPS를 활용한 다양한 방법들이 있다. 버스노선 안내와 같이 이동차량에 탑재된 GPS를 통해 결정된 선형 객체의 동적인 위치 정확도를 평가하는 연구에서는 단일 버퍼링기법을 이용하여 GPS에 의해 실시간 측정된 버스노선의 정확도 평가방안을 제시하였다.(박과 주, 2011)

현재 운영 중인 BIS는 통화품질 향상문제와 영상 제공 등 차내 장치간의 연계가 미비하며, 버스 위치정보 위주의 저속 서비스와 호 접속에 의한 주기 통신이 취약하다는 문제점이 대두되고 있다. BIS 운영을 통해 수집된 유용하고 신뢰성이 높은 데이터는 다양한 분야에 활용되지 못하고 BIS시스템의 운영에 제한적으로 이용되고 있다. 이는 ITS의 도입 및 운영단계를 지나 시스템 통합 운영 및 데이터 융합이라는 ITS 발전방향과도 부합되지 못하는 것이다. ITS 수집 자료의 활용성을 높일 수 있는 연구는 BIS를 통해 실시간으로 수집되는 시내버스의 통행시간정보를 이용한 주요도로의 경로통행시간 추정을 통하여 도시교통관리에도 이용하고 운전

자에게도 신뢰성이 높은 통행시간정보를 제공한다는 것이다.(이, 2013)

버스정보시스템 시장은 안정적인 서비스 기반을 확보하고, 디지털 태코그래프 및 영상 서비스 단말기 등 차내 장치들의 연계가 가능하며, 멀티미디어 서비스로 확장이 용이한 버스정보시스템의 통신 서비스 제공을 요구하고 있다. 이동통신 서비스에서 사용하고 있는 LTE(Long Term Evolution)는 직교 주파수분할 다중접속을 사용하여 데이터 전송속도를 높이고, 다중안테나를 활용하여 주파수 이용효율을 향상시켰다. 또한 LTE는 전송프로토콜을 간소화해 지연시간을 100밀리세컨드 이하로 줄인 것도 최대 강점 중 하나이다. 따라서 현재 BIS에서 대두된 문제점을 보완할 수 있는 LTE 기반의 버스정보시스템 통신체계에 대한 구축이 필요하다.

본 논문에서는 제주의 국제적 특성, 관광지적 특성 그리고 문화적 특성을 반영한 버스정보시스템을 제안한다. 이를 위하여 전국 50여개 지방자치단체에서 운영하고 있는 버스정보시스템의 통신체계에 대하여 살펴보고, 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 통신기술을 조사한다. 그리고 제주의 TRS(Trunked Radio System) 기반의 버스정보시스템을 분석한다. 멀티미디어 서비스의 버스정보시스템을 구축하기 위해서는 우선 제공하여야 할 서비스를 정류소 서비스와 승객 서비스로 구분하여 제시하고, 승객용 안내시스템, 행선지 안내시스템 그리고 통신체계를 제안한다. 이를 바탕으로 차내 장치들의 연계가 가능하고, 멀티미디어 서비스로 확장이 용이한 LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템 통신체계를 구축한다. 이를 토대로 LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템의 효율성을 확인한다.

본 논문은 총 다섯 부분으로 구성되어 있으며, I 장은 서론으로서 BIS에 대한 사례와 현황 등의 연구 배경과 연구의 필요성을 설명하고, 논문의 목적을 제시한다. II 장에서는 BIS에서 사용되어지는 정보전송에 대해 조사하고, 제주에서 운영하고 있는 TRS 기반의 버스정보시스템을 분석한다. III 장에서는 LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템 모형을 제안하고, IV 장에서 시스템을 제안한다. 마지막으로 V 장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 버스정보시스템

1. 지능형교통체계

지능형교통체계는 교통수단인 자동차, 열차, 선박, 항공기와 교통시설인 도로, 철도, 항만, 공항에 정보기술, 통신기술, 제어기술을 통해 교통운행을 최적화 및 자동화하여 여행자에게 교통정보를 제공함으로써 교통체계의 이동성과 안전성 및 편의성을 높이는 시스템으로 정의되었다. 지능형교통체계의 국가기본계획(2011)에서 5개의 분야 중 자동차 및 도로교통 분야의 서비스에는 교통관리, 대중교통, 전자 지불, 교통정보유통, 부가교통정보, 지능형 차량도로, 화물운송 서비스가 있다. 여기에서 대중교통 서비스의 주요 내용은 운행정보를 기반으로 대중교통 운행을 조정 및 관리하고 여행자에게 정보를 제공하는 것으로 버스운행관리, 버스정보제공 등이 이에 해당된다.

그림 1은 2010년 현재 버스정보 서비스를 제공하고 있는 59개 도시이며 군포 등 9개 도시의 운행정보는 경기도 버스정보시스템에서 제공하고 있다. 전국 50개 지방자치단체에서는 버스정보시스템을 구축하여 시내버스 운행정보와 정류소 도착 정보를 제공함으로써 버스운행의 정시성 및 안전성을 제고하고 있다. 정보통신기술 환경에서는 유선 및 무선통신망 등 정보통신 기반시설의 구축으로 교통체계 지능화에 활용할 수 있는 정보통신기술 대안이 다양화되었다. 또한 스마트폰 등 개인정보통신 단말기의 보급과 정보통신 단말기의 융합 및 다기능화를 통해 정보 접근이 용이한 환경이 조성되었으며, 이동환경에서 실시간 교통정보 서비스에 대한 수요가 증가하고 있다. 앞으로 추진 내용으로는 정류소에 버스정보 단말기의 설치를 확대하고, 버스의 운행정보를 이용할 수 있는 매체를 확대하여 버스이용의 편의성을 제고할 것이며, 시외버스의 운행정보 제공을 통하여 대중교통 이용의 접근성 및 편의성을 개선할 것이다. 또한 주요 휴게소 및 터미널에서 대중교통의 환승정보 서비스를 제공할 것이다. 자전거도로와 공유자전거 등의 친환경 교통수단과 장애인과 노약자 등의 특별 교통수단의 이용지원을 위한 정보를 제공하여야 할 것이다. 앞으로

이용자의 편의성을 목적으로 권역별 BIS 연계, 전국단위의 대중교통정보시스템 구축과 대중교통수단 연계시스템을 확충하여 경로탐색, 소요시간, 잔여좌석 정보제공 및 대중교통정보 서비스를 개인의 특성에 맞는 이용자 맞춤형 쌍방향 정보제공으로 전환할 것이다.(국, 2011)

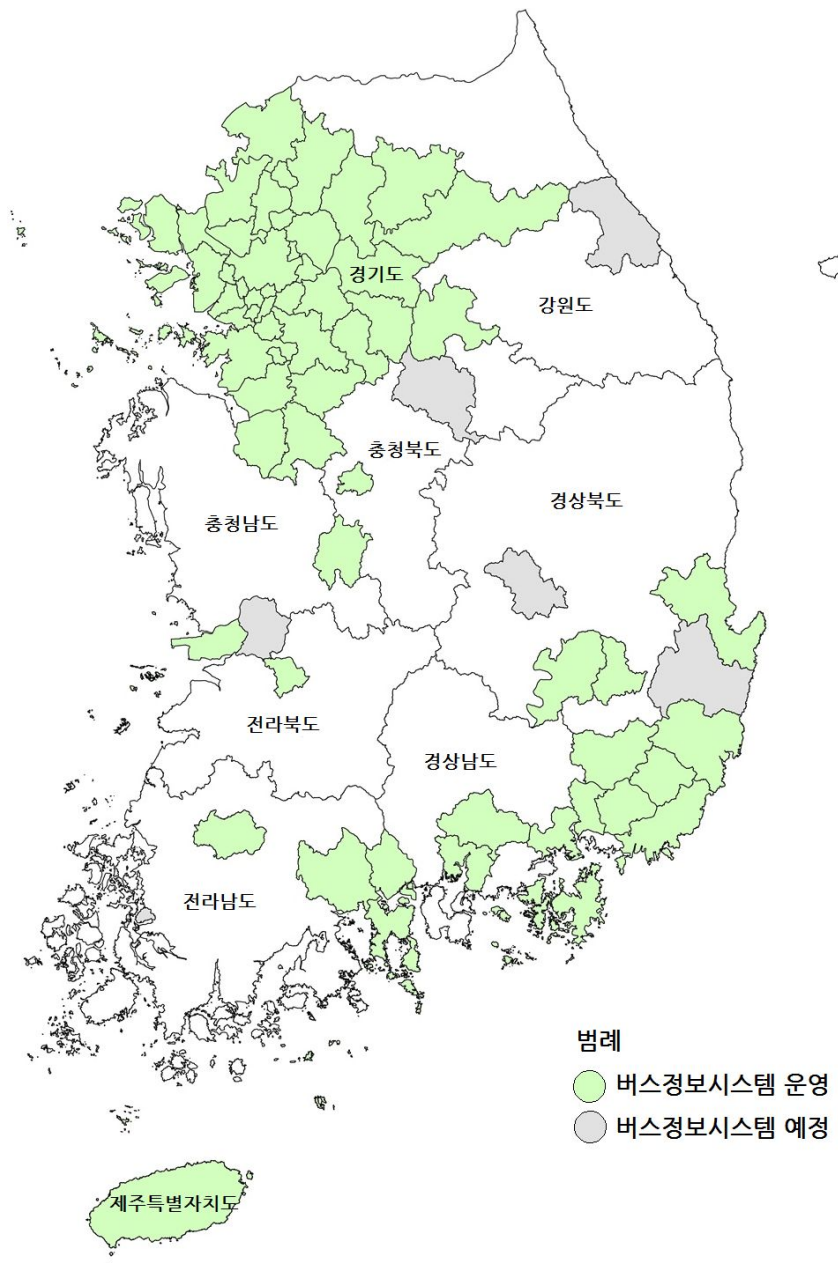


Fig. 1. The area where BIS is managed and the area to be introduced

Table 1. The present states of BIS in domestic

구분		수집체계		통신방식
		위치확인	수집주기	
서울		GPS	정주기	무선데이터
경기도	수원	GPS	이벤트, 정주기	CDMA
	과천	GPS, 비컨	정주기	무선기지국
	부천	GPS, 비컨	이벤트, 정주기	무선기지국
	안산	GPS	이벤트, 정주기	CDMA, 무선데이터
	시흥	GPS, 비컨	이벤트, 정주기	무선기지국
	군포	비컨	이벤트, 정주기	무선기지국
	용인	GPS, 비컨	이벤트, 정주기	무선기지국
	안양	GPS	정주기	무선데이터
	고양	GPS	이벤트, 정주기	CDMA
광역시	인천	GPS	이벤트	무선데이터
	대전	DSRC	이벤트	DSRC
	울산	GPS, 비컨	정주기	무선데이터
	광주	GPS	이벤트, 정주기	CDMA
	대구	GPS	이벤트	CDMA
	부산	GPS, 비컨	이벤트	무선기지국
중소도시	군산	GPS	이벤트	CDMA
	천안	GPS	이벤트, 정주기	TRS
	전주	GPS	이벤트	DSRC
	김해	GPS	이벤트, 정주기	CDMA, WLAN
	진주	GPS, 비컨	이벤트	무선기지국
광역연계	대전/청주	GPS	정주기	무선데이터
	천안/아산	GPS	이벤트	TRS
	마산/창원	GPS	정주기	TRS
	제주/서귀포	GPS	이벤트, 정주기	TRS

표 1은 2009년 기준에서 수집체계와 통신방식을 나타낸 버스정보시스템 운영현황이다. 버스정보시스템의 데이터 수집시스템에서 위치를 확인하기 위하여 적용한 기술은 위성항법인 GPS와 지상항법인 비컨(Beacon), 근거리 전용통신(Dedicated Short Range Communication: DSRC) 등이 주로 사용되고 있다. 데이터의 수집주기는 이벤트가 발생하였을 때와 정주기이다. 수집된 데이터를 버스정보센터로 전송하기 위한 통신기술로는 무선데이터, DSRC, TRS, CDMA(Code Division Multiple Access) 등이 주로 사용되고 있다.

국내 최초의 버스운행정보시스템은 1995년 과천시와 ITS시범사업으로 구축되었으며, 비컨과 소형 무선기지국방식을 이용한 대중교통정보시스템은 3단계에 걸친 확장사업으로 과천시 전역에 구축되어 운영 중에 있다. 이후 대전광역시, 전주시, 제주시의 첨단교통모델도시건설 사업을 통해 전국적인 사업 확장의 기틀을 마련하여 광역시, 수도권의 중소도시, 지방의 교통거점 도시들로 점차 버스정보시스템 구축사업이 확대되고 있다. 또한 수원과 사당의 광역버스정보시스템 구축 시범사업을 통해 도시를 연계하여 운행하는 광역버스정보시스템의 기반을 마련하였고, 대전과 청주, 천안과 아산, 부산과 양산 및 김해, 제주와 서귀포의 광역버스정보시스템으로 확대 구축되고 있다. 버스정보시스템은 도시버스, 인접도시 연계버스로 점차 광역화하는 경향이 나타나고 있으며, 이러한 경향은 계속 지속될 것으로 보여 진다. (이, 2008)

2. 버스정보시스템 적용 통신기술

국내 버스정보시스템에서 사용되는 위치기술은 위성항법인 GPS와 지상항법인 비컨, DSRC 등이 있다. 데이터 수집주기는 이벤트와 정주기로 설정하고 있다. 수집된 데이터를 버스정보센터로 전송하기 위한 통신체계는 무선데이터, RF무선통신, DSRC, TRS, CDMA 등을 주로 사용하고 있다.

1) GPS방식

GPS는 지구상 어디에서나 24시간동안 이용할 수 있는 것은 물론 기상조건, 외부의 간섭 및 방해에 강하고 공통좌표계(WGS-84)를 사용한다는 점에 측위정보의 신뢰성 및 정확성이 우수하다. 그리고 6개의 궤도에 24개 위성을 배치하여 서비스를 제공하며, 위성으로부터의 신호는 원자발진기의 기본주파수 10.23MHz의 154배와 120배인 2개의 반송파, 3개의 코드, 위성메시지 등이 있다. PRN(Pseudo Random Noise) 코드인 3개의 코드는 C/A코드, P코드 그리고 Y코드이다. C/A코드는 L1 반송파에 실리며, P코드는 2개의 반송파에 실린다. 그리고 Y코드는 P코드와 유사한 코드로서 P코드를 대신할 수 있다. 위성메시지는 위성의 위치와 상태를 담고 있으며 실시간 위치결정에 사용된다. C/A코드는 일반에게 공개되어 자유롭게 사용할 수 있는 반면 P코드는 협정에 의해서 한정된 범위 안에서 사용이 허용되고 있다. 항법정보는 표준측위 서비스와 고정도측위 서비스로 구분되어 제공하고 있다. 표준측위 서비스는 측위와 시각 전송의 업무로서 민간용으로 이용되고 있고, 고정도측위 서비스는 주로 군용으로 설계되어 측위와 타이밍 그리고 속도 기능을 가지고 있다. 고정도측위 서비스는 승인된 경우에 한해 민간에게도 허용하고 있다.

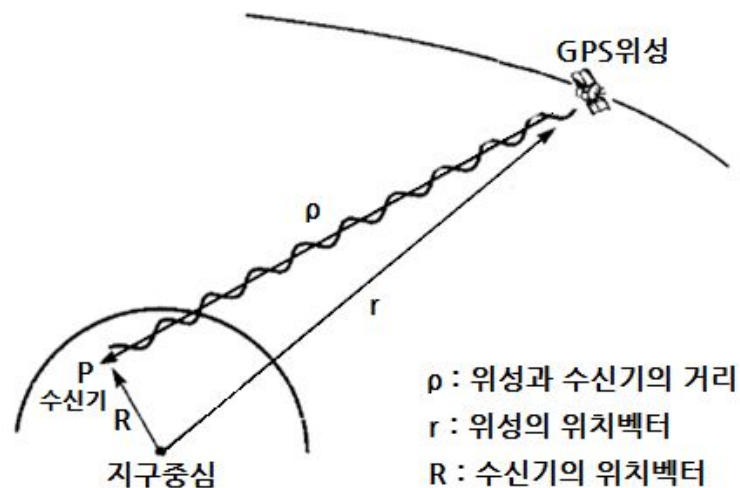


Fig. 2. Measurement principle by satellites

GPS 측위원리는 삼각측량의 원리를 사용하는데 전형적인 삼각측량방식에서는 미지의 위치를 측정하기 위해서 그 지점을 제외한 두 각의 크기와 그 사이의 변의

길이를 측정함으로 결정하는 것에 반해 GPS에서는 알고 싶은 점을 사이에 두고 있는 두 변의 길이를 측정함으로 미지의 위치를 결정한다는 것이 전형적인 삼각측량과의 차이점이다. 그림 2에서 위성과 수신기의 거리는 측정으로 구하고, 위성의 위치 값은 위성으로부터 제공을 받아서 수신기의 위치를 결정한다.

GPS 위성으로부터 수신기까지의 거리는 그림 3과 같이 위성코드와 수신기코드의 시간차를 측정하고, 여기에 빛의 속도를 곱하여 계산한다. 위성신호는 각 위성에서 주파수 1575.42MHz에 C/A코드를 실어 반송되며, 수신기에서는 위성코드와 같은 코드를 발생시킨다.

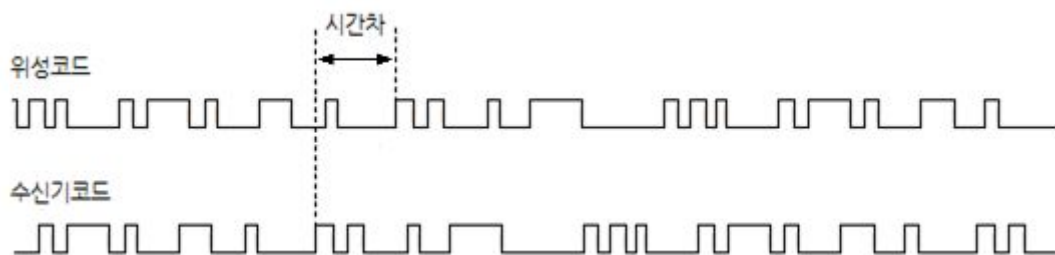


Fig. 3. Satellite signal checking method

GPS 측위오차는 3가지로 구별된다. 거리오차, 위성의 배치상황에 따른 기하학적인 오차 그리고 선택적 이용성(Selective Availability)에 의한 오차이다. 미국의 연방항법 플랜에 의하면 GPS 측위오차는 평면에서 95퍼센트 오차확률의 범위 내에서 위치오차가 100미터임을 의미하는 100m 2dRMS를 넘지 않도록 한다고 공시되어 있다. 선택적 이용성에 의한 오차는 항법에 이용하는 한 큰 문제는 없으나 GIS(Geographic Information System) 데이터의 취득이나 측량에서와 같이 수 센티미터에서 수 밀리미터의 정밀도로 위치를 구해야 하는 경우에는 단독측위가 아닌 상대측위를 실시한다. GPS에서 오차는 일반적으로 20미터에서 100미터이다. 특히 지하나 터널 안에서는 위치를 잡을 수 없고, 인공위성 아래에 두꺼운 구름층이 있는 경우나 강 또는 호수 주위 그리고 빌딩숲 사이 도로에서는 난반사가 일어나기 때문에 오차가 커진다.

2) 위치비컨방식

비컨은 특정한 주파수를 가지고 일정주기로 전송되는 비지향성 단속형태의 신호를 의미한다. 또한 무선표지(Radio Beacon)의 줄임말로 위치보정 신호항법 보조물이라고도 한다. 비컨은 자신의 존재를 알려 찾기 쉽도록 하고 상호교신에 참여할 수 있게 하는 용도로 사용되는데, 이 신호는 비컨프레임이라는 일정주기를 갖는 무선전송 프레임의 신호형태로 전송하게 된다. 비컨프레임은 AP(Access Point)가 자신이 관할하는 무선네트워크의 존재를 정기적으로 알리는 프레임이다. 비컨프레임이 하는 역할은 무선네트워크의 존재를 알리고 이동노드로 하여금 무선네트워크를 찾아서 무선네트워크에 참여토록 주기적으로 전송되는 방송용 프레임이다. 비컨프레임의 전송간격과 주기는 간격이 짧을수록 빠르게 이동하는 이동노드의 핸드오버 이동성에 유리해지나 길면 공유채널의 무선자원이 많이 소모된다. 또한 비컨프레임을 듣기 위해 그만큼 길게 깨어있어야 하므로 절전에 불리해진다. 일반적으로 디폴트 비컨 간격은 100밀리세컨드로 각 단말장치에서는 비컨프레임을 수신하기 위해 각 주파수 채널에 대해 매 110밀리세컨드 동안 수동스캐닝을 하게 된다.

버스정보시스템에서 위치비컨방식은 무선신호 송신장치로 위치를 추적하고자하는 도로에 설치하여 사용하는 방식으로 단거리 무선통신을 사용한다. 그러므로 비컨과 비컨 사이의 음영지역에서는 차량의 위치확인이 불가능하다. 무선신호로는 전파와 적외선 등 다양한 방식이 사용될 수 있으며, GPS와는 달리 도로의 기하학적 구조나 기상상태에 따른 영향이 적어 버스정보시스템을 도입한 일부 지자체에서는 GPS를 보완하는 방식으로 적용하고 있다. 위치비컨의 특징으로는 송신신호의 도달 거리를 달리하여 측정에 따른 정밀도를 조절할 수 있다. 또한 송신장치를 다양한 장소에 설치할 수 있으므로 실내외 또는 지상여부 등에 관계없이 안정적인 위치측정이 가능하다. 또한 현재의 절대위치를 파악하는 것보다 중요지점을 인식해야 하는 경우에는 송신장치에서 위치별 고유코드를 발신하도록 하여 수신단말장치에서 별도의 정보 없이 위치인식이 가능하다는 것이다. 그러므로 마주보는 정류소일 경우 위치비컨 1개만으로도 위치파악이 가능하다. 그리고 비컨의 위치코드를 활용하여 구간별 운행속도를 산정할 수 있다. 비컨에서 위치코드를 발신하면 서비스영역을 지나가는 차량에서 수신할 것이며, 각 차량에서는 수신한 위치코드를 인접 비컨으로 전송하게 된다. 이를 수신한 비컨은 유선통신으로 센터로 전송이 이루어지고,

센터에서는 이들 정보를 수집 및 분석하여 운행속도를 구할 수 있다.

일반적으로 위치비컨을 이용한 통신방식은 두 가지이다. 첫 번째 통신방식은 그림 4와 같이 도로상에 설치된 AP를 통해 AP의 고유 위치코드를 차량으로 전송하는 방법이다. 여기서 AP는 발신전용장치이며, 정보를 서비스영역으로 송신하게 된다. 서비스영역을 지나가는 차량에서는 AP의 위치비컨을 수신하게 된다. 차량에서는 수신된 위치비컨을 이용하여 자신의 위치를 파악하고, 이를 버스정보센터로 전달하기 위해 다른 통신방식을 이용하여 차량의 운행정보를 전송한다.

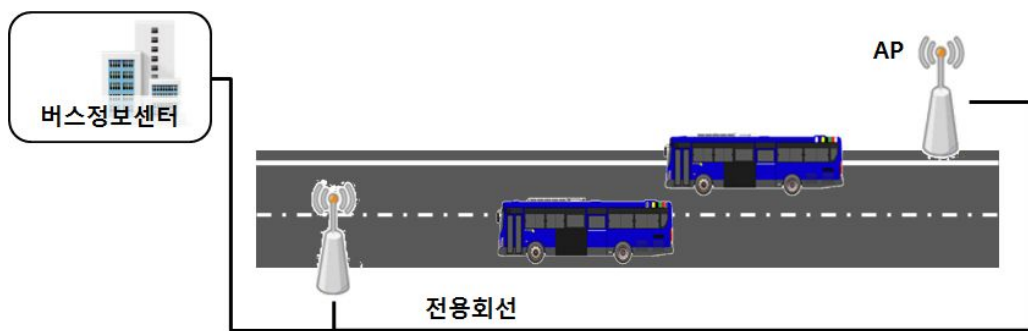


Fig. 4. Location beacon system

두 번째 통신방식으로는 그림 4와 같이 도로상에 설치된 AP에서 송수신을 병행하여 차량과 정보를 주고받는 방법이다. AP에서는 차량으로 고유 위치코드를 전송하는 것뿐만 아니라 차량에서 전송되어 오는 버스운행정보를 전용회선을 이용하여 버스정보센터로 전달하는 역할까지 수행한다. 차량에서는 AP로부터 수신된 위치비컨을 이용하여 자신의 위치정보를 업그레이드하고, 운행정보를 위치비컨을 사용하여 AP로 전송한다. 이 방식은 양방향통신의 특성을 가지고 있는 장점이 있으나 일정영역 내에서만 통신이 가능하다는 단점이 있다.

3) 근거리 전용통신

근거리 전용통신의 서비스영역은 수 미터에서 수십 미터이며, 그림 5와 같이 도로변에 설치된 기지국(Road Side Equipment: RSE)과 서비스영역을 지나가는 차량에 설치된 차량탑재장치(On Board Equipment: OBE) 간에 고속의 데이터통신 서비스를 위한 시스템이다.(문, 2005)

근거리 전용통신에 대한 기술은 한국정보통신기술협회에서 5.8GHz 대역 노변기지국과 차량단말기 간 근거리전용무선통신의 표준과 5.8GHz DSRC의 시험규격을 제정하였으며, 기술표준원에서는 ITS 섹터에서의 적외선 통신기술의 표준과 ITS 섹터에서의 적외선 통신기술 적합성 평가방법의 시험규격을 제정하였다.(이, 2007)

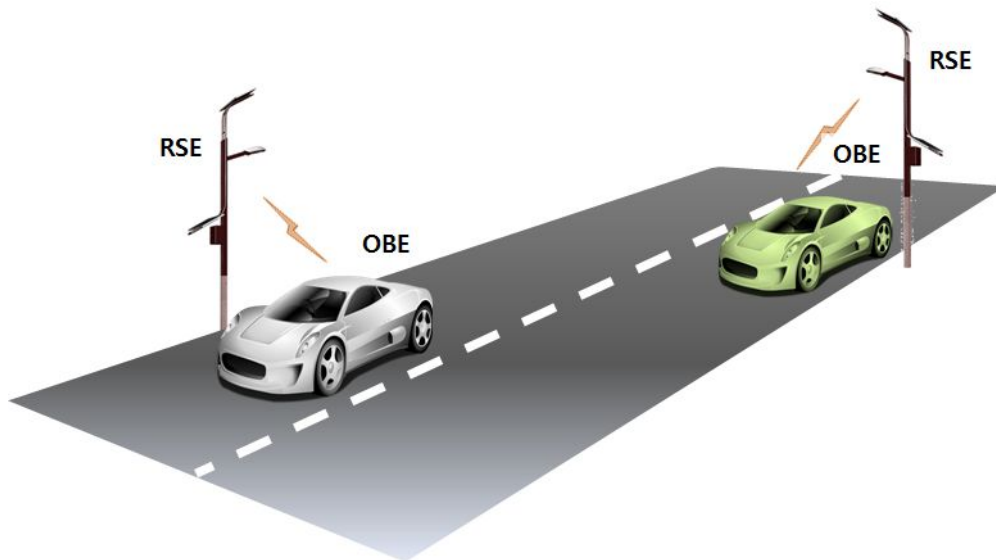


Fig. 5. Dedicated short range communication

5.8GHz 대역의 주파수 또는 적외선을 사용하는 근거리 전용통신에는 수동방식과 능동방식이 있다. 두 방식 모두 비컨에 비해 우수하다고 볼 수 있다. 수동방식은 차량탑재장치 내에 주파수 발진기를 내장하지 않고 노변기지국으로부터 수신된 반송파를 증폭하여 반사하는 방식이다. 여러 개의 차량탑재장치와 다중접속이 지원되지만, 차량탑재장치에서 노변기지국으로의 상향링크를 구성할 때 노변기지국으로부터 연속적인 반송파를 제공받아야 하므로 반이중(Half Duplex) 통신이 이루어지며, 연속파의 출력세기로 인하여 주파수 재사용을 위한 노변기지국간의 거리가 260미터 이상으로 충분히 확보되어야 하는 단점이 있다. 또한 노변기지국으로부터 수신한 전파를 이용하는 역방향 변조방식을 사용하므로 차량탑재장치에서 노변기지국으로 송신되는 상향링크의 데이터 전송속도는 250킬로비트이고, 하향링크의 데이터 전송속도는 500킬로비트로 상향링크의 전송속도가 낮아지는 단점이 있다. 그리고 노변기지국에서 송신된 신호를 차량탑재장치에서 반사하여 통신하므로 송

수신장치의 공중선 이득은 커야 하고, 통신거리는 통상적으로 10미터 이내로 제약이 된다는 단점이 있다.

능동방식은 차량탑재장치에 주파수 발진기를 내장하고 있어 기지국의 반송파와 상관없이 독립적으로 반송파를 송신할 수 있다. 여러 개의 차량탑재장치와 다중접속이 지원된다는 점에서는 수동방식과 같지만 주파수 재사용을 위한 노변기지국간의 거리는 60미터 이상이다. 노변기지국의 서비스영역은 수백 미터에 이르고, 하향링크와 상향링크에서 1메가비트 이상의 데이터를 전송할 수 있다. 노변기지국간 거리는 수동방식에 비해 길고 서비스영역은 넓어서 주파수 재사용이 우수하다는 장점이 있다. 근거리 전용통신의 기술적인 특성은 표 2와 같다. 신호의 도달범위는 노변기지국과 차량탑재장치의 송신출력에 따라 결정되지만, 노변기지국의 공중선 높이 또한 서비스영역의 크기를 결정하게 된다. 노변기지국의 공중선 높이가 통상 10미터 정도이면, 주변에 장애물이 없는 경우의 서비스영역은 수 킬로미터까지도 가능할 것이다. 참고로 일본의 경우 최대 30미터의 서비스영역을 고려하고 있으며, 미국은 최대 1킬로미터까지의 영역을 고려하고 있다.(구, 2008)

Table 2. Technical characteristics of DSRC

구분	수동 DSRC	능동 DSRC
주파수 대역	5.8GHz	5.8GHz
셀 크기	10m	100m
대역폭	5MHz	10MHz
변조방식	ASK(하향), DPSK(상향)	ASK
전송속도	500kbps(하향), 250kbps(상향)	1Mbps
다중접속	point to Multipoint	point to Multipoint
프로토콜	HDLC	Slotted ALOHA

근거리 전용통신은 구축방식에 따라 통신의 신뢰성이 다를 수 있다. 교통정보 수집 및 제공 등의 통신의 정확도와 신뢰성이 높지 않아도 되는 경우에는 시스템의

안전성이나 통신망의 QoS(Quality of Service)가 낮을 것이다. 따라서 시스템의 단가나 구축비용이 적을 것이고, 필요에 따라 넓은 지역에 밀도를 높게 하여 구축할 수 있다. 이러한 상황에서는 사용자가 늘어남에 따라 서비스의 시너지 효과를 얻을 수 있다. 일반적으로 높은 신뢰성을 요구하게 된다면 요금징수장치, 불법차량 검지장치 등의 장치들과 매우 정교하게 연동을 시켜야 한다. 또한 짧은 시간 내에 처리가 되어야 한다. 이러한 상황에서는 고속도로나 도심지의 톨게이트에 주로 설치되며, 구축되는 장치는 그리 많지 않을 것이다. 응용 서비스로 가장 많이 알려진 분야로는 도로의 동행요금 자동징수시스템(Electronic Toll Collection: ETC)과 버스정보시스템 등이 있다. 또한 지능형 교통체계를 구성하는 전자지불처리, 교통관리 최적화, 교통정보유통 활성화, 여행자정보 고급화, 대중교통정보 수집 및 제공, 화물운송 등에서 표 3과 같은 서비스를 제공하기 위한 기반기술로서 주목을 받고 있다.

Table 3. ITS service using DSRC

서비스	주요 내용	목적
교통 관리	교통제어 관리, 돌발 상황관리, 자동 교통단속, 교통시설관리 유지	교통관리 지능화·첨단화 통한 시설이용 극대화, 돌발 상황 대응체제구축
교통 정보	여행자정보, 출발 전 여행정보, 운전 중 교통정보, 주행안내, 주차정보	최적의 교통정보 제공으로 도로시설 이용효율 극대화 및 안전성 보장
대중 교통	버스도착안내, 운행정보, 환승정보, 노선정보, 예약서비스	대중교통서비스 개선을 통한 이용활성화 및 이용자의 편의증진
화물 운송	물류정보관리, 위험물 차량관리, 화물전자통관	효율적인 화물운송체계 구축 및 관리를 통한 물류비용 절감
차량 도로	안전운전지원, 자동운전지원	차량관련기술 첨단화 및 도로교통 용량의 획기적 증진으로 안전운전지원
전자 지불	고속도로·유료도로 통행료 자동요금 징수, 주유소 및 주차장 요금징수	Cashless화를 통한 차량이용자의 서비스증진 및 교통흐름의 원활화

실례로 대전시의 버스정보시스템은 근거리 전용통신방식을 기반으로 구축되었다. 노변기지국 857개소와 차량탑재장치를 장착한 프로브차량은 4965대이다. 기술규격

은 근거리 전용통신 표준을 따랐으며, 반송파 주파수는 5.8GHz대역이며 채널당 대역폭은 10MHz이다. 변조방식은 진폭편이변조이고 데이터 전송속도는 1메가비트이다. 노변기지국과 차량탑재장치간의 데이터 송수신은 TDMA/TDD(Time Division Multiple Access/Time Division Duplex) 방식으로 이루어지며 통신반경은 약 100미터이다. 노변기지국과 차량탑재장치간의 통신 성공률은 평균 99퍼센트이고, 버스도착 예정시간과 버스도착정보는 평균 97.3퍼센트로 허용오차인 3분 이내로 알려져 있다.(구, 2008)

4) 무선데이터

무선데이터방식은 9.6킬로비트의 전송속도를 지원하며 통상적으로 셀 반경은 수 킬로미터이다. 패킷데이터통신 프로토콜을 사용하므로 높은 신뢰도로 갖는다. 주식 조회와 같은 정보검색이나 원격검침 등의 다양한 서비스가 가능하다. 현재 수도권 등 일부 지역에만 네트워크가 구축되어 서비스를 제공하고 있다. 이 시스템은 무선 데이터 전송 환경을 고려하여 제안한 모토롤라사의 RDLAP(Radio Data Link Access Procedure) 프로토콜을 사용하고 있는 무선데이터통신망이다. 무선구간을 포함한 전 통신구간에서 패킷구조를 실현할 수 있는 특징이 있으며, 데이터 에러보정기능과 보안성이 강화된 무선통신망으로 안정적이고 신뢰도가 높은 서비스를 제공한다고 볼 수 있다. 주요 특성은 표 4와 같다.

Table 4. Features of wireless data networks

특성	내용
안정성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 채널부하 분산, 기지국제어 백업시스템 ○ 교환기 이중화시스템, 회선 이중화
확장성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무제한 가입자 확장성, 1채널로 2,000명 동시 수용 ○ 기지국 당 최대 20,000명 가입자 확장
보안성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무선 보안프로토콜 지원, 네트워크 보안 구축
기타	<ul style="list-style-type: none"> ○ Broadcasting, 단말상태확인, 에러추적

5) TRS

주파수공용통신시스템은 동질의 서비스수준을 유지하면서 채널당 가입자 수용용량을 증가시키고 시스템 접속시간을 단축시킬 수 있는 무선통신의 수단이다. 이 시스템은 이용자가 급증하고 있는 다중 무선통신에 있어서 문제가 되는 한정된 주파수 채널사용의 효율성을 높이기 위하여 개발되었다.(이와 박, 1996)

Table 5. Features of TRS

구분	주요 특징
편리성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가입자는 중계국내 어느 채널이라도 사용 가능함 ○ 대기시스템 도입으로 통화폭주 시 자동 채널예약에 의한 통화 가능함
경제성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 서로 다른 그룹가입자가 중계국 공동이용으로 비용부담이 적음 ○ 망 확장이 용이한 구조로 되어 있어 시스템 하부구조 구축에 적합함 ○ 다양한 통화서비스를 제공할 수 있으며 미래지향적 서비스 구축 가능함 ○ 장치료, 사용료, 부가경비가 저렴한 대중통신 수단으로 도입이 용이하며 운수업, 제조업, 서비스업, 건설현장, 경비업체 및 연안 선박 등의 부가경비와 연계하여 물류비용을 최소화할 수 있음 ○ 고속통신에 강하고 광역통신을 제공할 수 있어 경제적임
기술성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실제통화에만 채널을 점유하며 UHF대역의 사용으로 통화품질이 양호하고 잡음 및 혼신에 강함 ○ 통화보안이 탁월하여 일반적으로 별도의 비화기가 필요하지 않음 ○ 동일채널에서 부가장비 없이 음성 및 데이터의 공용처리가 가능하여 하나의 무전기로 음성 및 데이터통신이 가능함 ○ 채널당 가입자 수가 평균 120명에서 150명 정도 수용이 가능함 ○ 통화 접속속도가 빠르기 때문에 가입자가 어느 곳으로 이동하든 망간 통화가 가능함

TRS서비스는 통화접속률이 높을 뿐만 아니라 일반전화망 연결서비스, 차량위치 추적서비스, 음성 및 간단한 메일 서비스 그리고 간단한 데이터전송 서비스도 가능하다. 또한 통화 중 주파수를 변경하고 단말장치별로 식별번호를 부여하여 보안성이 우수하며, 가입자의 임의 조작으로도 통신망의 구성과 변경이 쉬우므로 한 대의 단말장치로 음성, 데이터 그리고 팩스 등 복합 서비스를 제공받을 수 있다. 장점

중에 하나로서 TRS서비스는 기지국 당 서비스 반경이 20킬로미터에서 50킬로미터로 휴대전화나 업무용 무전기에 비해 넓어 초기 투자비가 저렴하다.

TRS방식은 이용 주파수와 송수신채널 이격에 따라 구분되고 있으며, 아날로그방식과 디지털방식으로 구분된다. 디지털 TRS의 특징은 일대 다수의 그룹 및 지령통신방식이다. TRS의 구성은 여러 개의 그룹으로 구성되며, 각 그룹은 업무내용에 관련된 유사한 목적을 가진 사용자들의 단말장치로 구성된다. 이와 같이 사용자들을 그룹지어 지정된 무선채널을 공동으로 이용함으로써 시스템 및 주파수의 효율을 극대화시킨다. TRS의 주요 특징은 표 5와 같다.(송, 2004)

주요 디지털방식에는 유럽개방형 표준인 TETRA(Terrestrial Trunked Radio), 북미표준 APCO25(Association of Public Safety of Communications Officials) 그리고 모토로라의 표준인 iDEN(Integrated Dispatch Enhanced Network) 등이 있다.

(1) TETRA방식

유럽 표준화기구인 ETSI(European Telecommunication Standards Institute)는 1990년대 초에 EP TETRA(ETSI Project TETRA)라는 명칭으로 표준화를 추진하였다. ETSI의 TETRA 표준은 PMR(Private Mobile Radio) 및 PAMR(Public Access Mobile Radio)이라 불리는 전문분야의 통신시장을 위한 디지털 TRS에 관한 표준이다. 표준화 추진 목적은 세분화되어 있는 PMR 시장을 단일화하고, 유럽의 통합을 위한 각국 경찰업무 협력의 필요성이 대두되었으며, 유럽의 모든 PMR 사용자들의 현재와 미래에서 발생할 요구사항을 충족시킬 수 있는 표준을 확립하는데 있다.

우리나라의 경우 현재 4곳의 지방경찰청에서 TETRA 규격의 디지털 TRS망을 구축하여 운영 중이며, 인천과 경기지방경찰청도 TETRA 규격의 디지털방식으로 전환하여 확장을 추진하고 있다. 정부에서는 국가차원의 재난무선통신의 기술기준으로 TETRA방식의 디지털 TRS로 확정하여 무선통신망을 구축하고 있다.(유, 2006) 일반 수요로는 경부고속철도, 전철 신분당선 그리고 김해와 부산의 경전철 구간에 구축되어 있으며, 일반 기업체로는 포스코, 삼성중공업, 부산신항만 등에서 자체통신망을 구축하여 현장업무에 사용 중에 있다.(김, 2010)

(2) APCO-25방식

APCO는 미국의 공공안전통신 담당관들의 협의체이다. APCO Project25를 통해 미국의 공공안전통신에 관한 실제적이고 세계적인 권고표준을 확립하기 위하여 60여개에 달하는 무선통신기기 제조사와 영국 그리고 캐나다 등의 공공안전 기관들의 참여를 유도해왔다.(유, 2006) APCO-25는 미국의 공공안전을 위한 디지털 TRS 표준을 지칭하는 것으로 FDMA(Frequency Division Multiple Access)와 12.5kHz 기술에 기초로 하고 있다. APCO-25는 LMR(Land Mobile Radio) 네트워크를 사용하는 공공안전 분야 시장에서 디지털 양방향 무선통신에 대한 요구사항을 가장 알맞게 해결책을 도출하기 위한 표준화 프로젝트이다. 이러한 표준을 확립함으로써 협대역화와 디지털화를 통한 주파수 부족문제 해결, 복수 경쟁을 통한 시스템 및 장비가격 인하, 아날로그에서 디지털로의 전환 시 용이성 제공과 비용의 최소화를 도모하는데 그 목적을 두고 있다.

(3) iDEN방식

모토로라 독자 공중망 표준인 iDEN방식은 휴대전화와 데이터서비스 기능은 물론 광역 무선기능을 부가한 차원 높은 통합 이동통신시스템으로서 미국 모토로라사에서 기술을 개발하여 1994년 상용화에 성공한 TRS방식이다. 이 방식은 세계 공용 주파수인 800MHz 대역에서 가장 먼저 상용화에 성공하였으며, 1996년 미국 애틀랜타올림픽 통신지원 장비로 채택되어 운영되었다. 또한 UN 산하기구인 ITU의 무선 실무위원회에서 세계표준 디지털 TRS로 선정되어 일본과 캐나다에서 TRS 국가표준기술로 채택하였다. iDEN 교환국시스템은 가입자용량이 150만 명이 되는 공중망용 대용량시스템으로서 BTS 수용용량은 2000국소까지 된다. 단말장치는 소형경량으로서 무선인터넷과 무선 멀티미디어 서비스가 가능하고 단말장치간의 통신기능이 있어 이동전화와 차별화된다.(송, 2004)

우리나라의 경우 300MHz대는 송수신채널 이격간격이 18MHz인 한국 고유방식이며, 800MHz대는 이격간격이 45MHz로서 유럽개방형 표준 및 북미표준방식의 수용이 가능한 구조를 가지고 있다. 표 6은 국가별 TRS용 주파수대역 및 채널간격으로 유럽은 주파수대를 중심으로 국가별로 선택 조정하여 사용하고 있다.

Table 6. TRS frequency bands and channel spacing

국가	주파수대역	주파수(MHz)	채널간격	대역폭
한국	300MHz	368.5~381.5/386.5~399.5	18MHz	56MHz
	800MHz	806~821/854~866	45MHz	
미국	700MHz	762~776/794~808	32MHz	64MHz
	800MHz	806~824/851~869	45MHz	
유럽	300MHz	380~390/390~400	10MHz	72MHz
	400MHz	410~420/420~430	10MHz	
	400MHz	450~460/460~470	10MHz	
	800MHz	870~876/915~921	45MHz	
일본	800MHz	834~838/889~893	55MHz	70MHz
	800MHz	850~860/905~915	55MHz	
	1.5GHz	1453~1465/1501~1513	48MHz	
	1.5GHz	1468~1477/1516~1525	48MHz	

3. TRS 기반의 제주 버스정보시스템

제주는 연간 890만 명 이상의 국내외 관광객이 방문하는 세계적인 관광지이자 국제자유도시이며 유네스코지정 세계유산, 생물권보전지역, 지질공원으로 등재되어 있다. 제주 교통정보센터는 이러한 제주의 국제적 특성, 관광지적 특성 그리고 문화적 특성을 반영하여 첨단 ITS를 비롯한 BIS사업을 추진하여 도로교통의 효율성을 극대화하고 도민복지향상과 관광객에 대한 고급 서비스 제공 및 국제자유도시로의 발전을 추구하고 있다. 여기서 교통정보의 질적 향상을 도모하고자 간선도로, 도시고속도로 그리고 지역간도로 등 사업대상 도로의 교통특성에 따라 차별화된 차량검지체계를 구축하여 교통상황의 변화를 실시간으로 수집 및 다양한 매체를 통해 정보를 제공하고 있다.

1) 정보 제공체계

버스정보시스템은 버스이용에 필요한 유용한 정보를 제공함으로써 버스이용의 편리성을 도모하는데 있다. 그림 6은 현재 운영되고 있는 버스정보시스템의 개념도이다. 버스정보센터는 운행버스의 단말기로부터 제공받은 데이터를 수집 및 처리하여 실시간 버스운행관련 정보를 버스회사, 정류소 안내기 그리고 운행버스 등으로 제공한다. 정보제공체계는 버스이용자와 버스운전자 등을 주요대상으로 버스운행관련 정보를 제공하는 것으로 차량단말기, 정류소 안내기, 인터넷, 모바일 등의 정보제공매체를 이용한다. 버스정보시스템의 정보제공체계를 운영하기 위한 버스정보센터와 현장 인프라의 현황은 각각 표 7과 표 8에 나타내었다.



Fig 6. Bus information system configuration

Table 7. Hardware status of BIS center

구분	호스트	통신서버	웹서버	GIS	운영서버	모바일서버	기타
수량	2	2	1	1	1	1	10

Table 8. Status of field infrastructure

구분	버스단말기	정류소안내기	노선표시기	웹 카메라
수량	451	220	373	12

Table 9. Information and periodic of BIS

매체	정보	주기			
		대구	대전	서울	제주
인터넷	도착예정시각, 위치정보, 정류소 출발시각, 배차간격, 첫차/막차정보, 교통상황정보	요청	1분	요청	요청
	버스돌발 상황	발생	발생	발생	발생
	환승정보, 노선검색정보, 경로정보	요청	요청	요청	요청
	예상소요시간	요청	요청	-	요청
정류소 안내기	도착예정시각, 위치정보, 정류소 출발시각	10초	1분	-	발생
	버스돌발 상황	발생	발생	-	발생
	경유노선, 노선정보	발생	1분	-	발생
	버스운행정보, 시정홍보, 행사정보	요청	요청	-	요청
	인근관광지 안내정보	-	-	-	요청
모바일	도착예정시각, 위치정보, 정류소 출발시각	요청	요청	요청	요청
	예상소요시간	요청	요청	-	요청
버스 장치	차량간격, 운행경과시간, 운행거리, 평균속도, 운행소요 예상시간, 잔여거리, 교통상황	이벤트 발생	1분	정류장 도착	발생
	차량상태, 주의 메시지, 돌발 상황 지시정보	발생	발생	발생	발생
인트라 넷	도착시각, 정차시간, 출발시각, 버스위치정보	실시간	-	실시간	실시간
	교통상황정보	발생	-	1분	발생
	운행상태, 운행이력, 통계분석자료	필요	-	필요	필요
	메시지 전달	발생	-	발생	발생

표 9는 정보제공매체의 제공정보에 따른 제공주기이다. 인터넷과 모바일 매체인

경우 대부분의 정보제공은 매체의 특성상 요청으로 이루어지고 있다. 버스이용자를 위한 정류소 안내기 매체인 경우는 버스의 도착예정시각과 위치정보, 노선정보, 돌발 상황 등의 정보를 발생 즉시 알려주고 있으며, 버스운행정보와 행사정보 등의 안내정보는 사용자의 요청으로 안내하고 있다. 버스장치 매체인 경우 제공정보의 주기는 발생 즉시이며, 버스운행상황에 대한 정보와 차량상태 및 지시정보에 대해 이루어지고 있다.

2) 차내 장치

버스정보시스템은 차내 장치로부터 수집된 차량의 위치정보를 기반으로 도착정보와 교통상황 정보 등을 정류소 이용자나 차량운전자에게 제공하는 시스템으로 차내 장치의 구성은 그림 7과 같다. 차내 장치에서의 정보 수집은 GPS 위성을 통한 실시간 위치, 위치정보를 통한 노선이탈, 도어개폐정보를 통한 무정차 통과와 임의지점 정차 등의 운행상태정보와 차량고장, 차내 폭력 등과 같은 돌발 상황정보에 대해 정주기 혹은 이벤트로 이루어지며, 정보 제공은 앞뒤차간의 이격거리, 시간간격, 운행노선의 사고정보, 혼잡정보에 대해 이루어진다. 차내 장치의 조작은 용이하여야 하고, 주야간 운행에 방해되지 않아야 하므로 차내 장치의 연계가 요구된다.

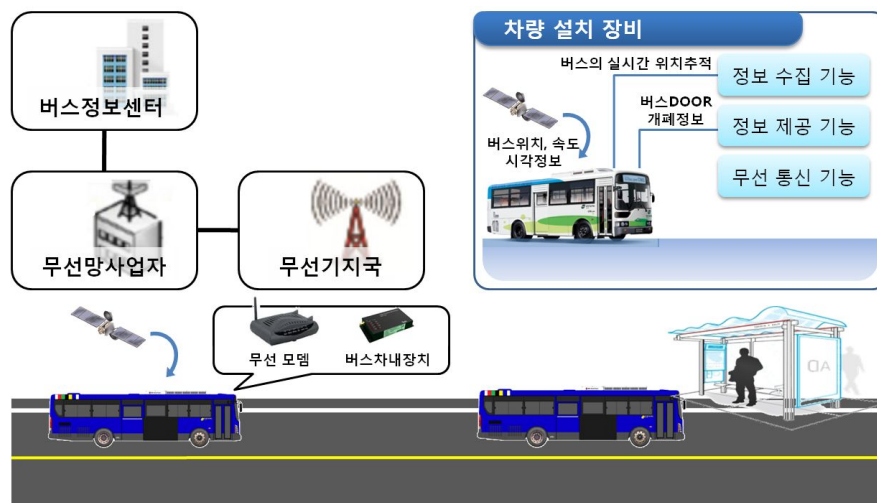


Fig 7. Configuration of devices in vehicles

그림 8은 차내 장치의 연계구성도이다. 차내 장치의 구성은 제어장치를 중심으로 GPS장치, TRS통신장치, 화면표시 및 입력장치, 노선표시기 등과 연계되어 있다.

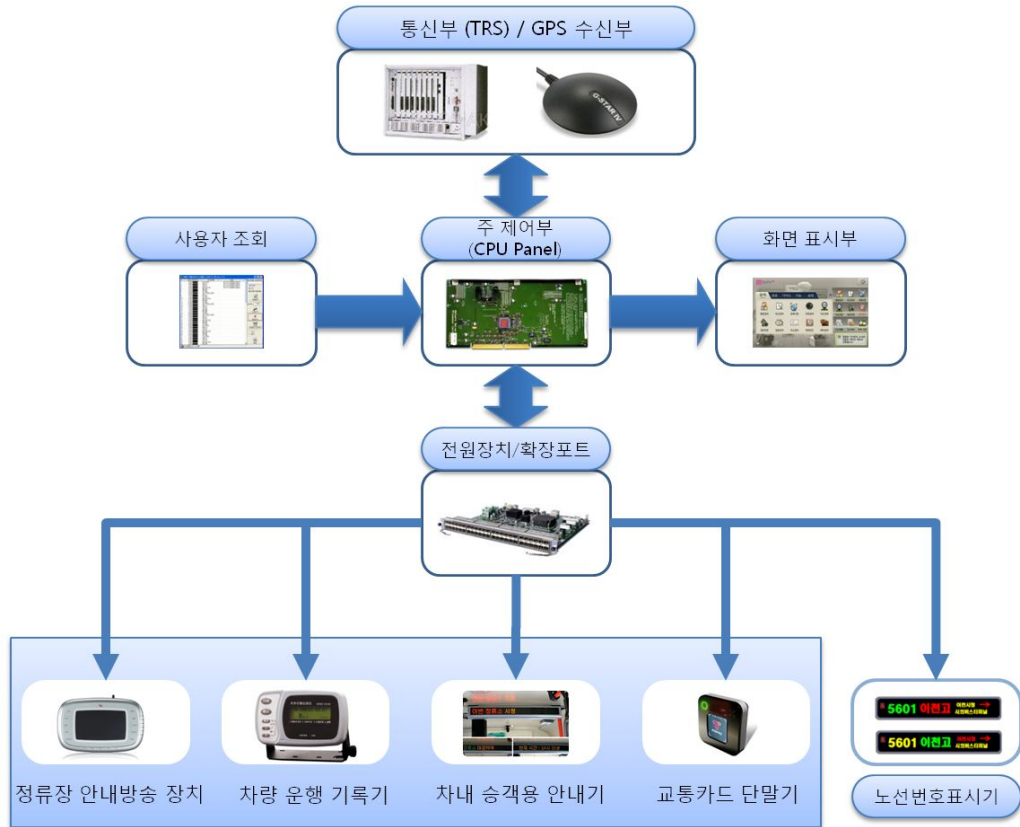


Fig 8. Connection configuration of device in vehicles

3) 정류소 안내기

정류소 안내기는 제주 특성에 맞게 버스정보 제공뿐만 아니라 관광지정보도 포함되어 있다. 목적지를 선택하였을 경우 경유노선과 환승정류소정보의 제공과 인근 관광안내정보도 제공한다. 특히 행사나 교통통제가 발생하였을 경우 센터에서 정류소 안내기로 직접 정보를 제공할 수 있다. 그림 9는 정류소 안내기의 구성도이다. 정류소 안내기의 통신회선은 유선망인 ADSL을 기본으로 하며 통신장애가 발생하였을 경우를 대비하여 무선망인 TRS로 구성되었다.

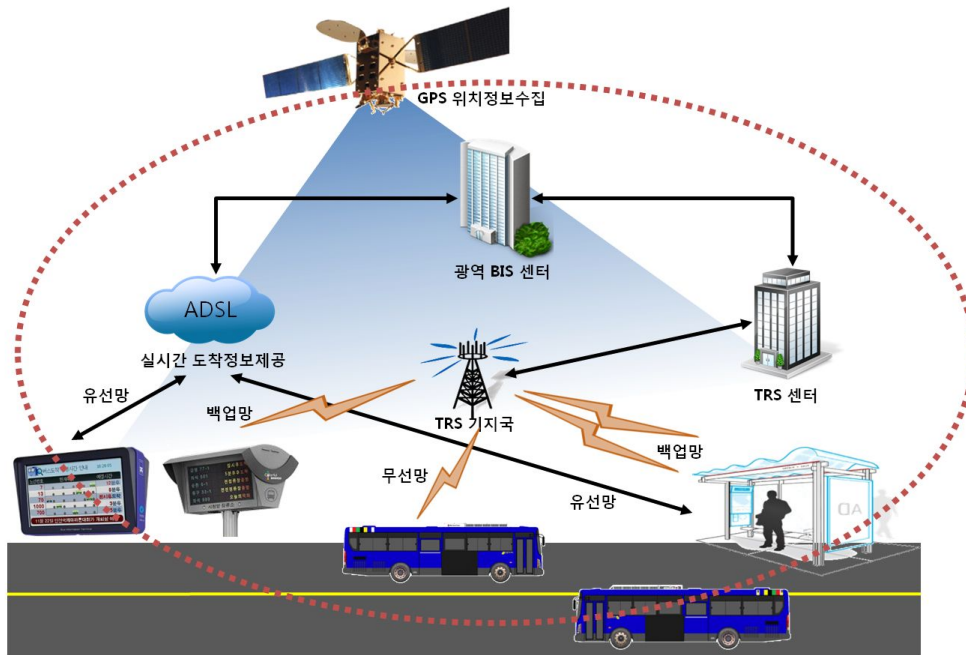


Fig 9. Network configuration of bus information system

4) 운영 현황 및 개선 필요성

제주는 우리나라의 최남단에 위치하여 청정 환경과 향토자원으로 세계가 찾는 제주, 세계로 가는 제주를 위해 도약하고 있다. 그리고 대중교통 부분의 선진화를 위한 기본 IT 인프라가 우수하고 ITS 테스트베드사업을 추진한 경험이 풍부하며 특히, 제주시의 경우 2000년 첨단교통모델도시로 선정되어 현재까지 꾸준히 ITS 서비스를 제공하고 있다. 2007년 제주시와 서귀포시를 중심으로 제주광역버스정보시스템 구축을 통해 시내버스를 대상으로 시내권역에서 서비스를 수행하고, 이후 2008년 제주광역버스정보시스템 2단계 구축사업을 통하여 공항리무진 및 시외버스를 대상으로 수집범위를 확장하여 운영 중에 있다. 그러나 특별자치도 이전 북제주군 및 남제주군지역에서 서비스의 미제공지역이 다수 분포하고 있으며, 버스정보시스템의 하드웨어와 응용 프로그램 등의 문제로 도민 및 관광객의 대중교통이용에 불편을 야기하고 있다.

2012년 고장 건수는 2500여 건으로 많은 민원이 제기되었다. 이는 각종 장비의 노후화로 인해 고장이 잦을 뿐만 아니라 부품단종으로 수리가 불가능한 원인도 있다. 그리고 BIS 홈페이지 및 노선지도가 2007년에 구축된 이후 업데이트되지 않아

신설 도로와 건물 등이 실제와 달라 서비스 이용에 불편함이 있다.

수집 및 처리 데이터의 증가로 서버의 여유용량이 계속 낮아지고 있으며 용량부족으로 인한 성능저하 현상 및 불안정 현상들이 안정적인 운영에 지장을 초래하고 있다. 증설 조치를 하지 않을 경우 시스템 중단 위험이 있다.

중앙서버에 많은 기능이 집중되어 있다. 특히 DBMS에 대해 별도의 서버를 두지 않고 중앙서버에 설치하여 운영하고 있기 때문에 중앙서버의 자원 점유율이 지나치게 높다. 부하분산을 고려하여 DB서버를 물리적으로 분리하는 등 전체 시스템을 재구성 및 보강할 필요가 있다.

운영노선의 수가 최초 설계 100개에서 현재 800개로 증가함에 따라 각종 응용프로그램의 처리과정에서 과부하가 발생하고 있는 실정이므로 현재 규모 및 향후 확장을 고려하여 응용프로그램을 재개발할 필요가 있다.

2009년 도입된 백업 소프트웨어는 현재 제작사의 업무부재 상태로 적절한 기술 지원이 이루어지지 않아서 백업 기능을 제한적으로 사용하고 있으므로 신규 소프트웨어 도입을 통해 시스템을 정상화할 필요가 있다.

현재 운영 중인 보안장비의 기능과 구성으로는 최근 발생하고 있는 다양한 보안 이슈에 효과적으로 대응하기 어려우며, 최신의 공격방식에 대응할 수 있도록 디도스 장비와 웹 방화벽 등을 추가로 구성할 필요가 있다.

대중교통 이용자의 패턴은 일반도민에서 국내 및 외국인 관광객까지 확대되고 있는 실정이므로 이에 단순 위치정보 수집의 기능에서 양방향 기능을 도입한 고객 위주의 서비스 확대가 절실하다. 기존의 TRS 통신방식으로는 늘어나는 고객의 서비스 요구에 제한적이므로, 이에 최신 통신방식인 LTE방식을 도입하여 고객의 요구에 부응하고 다양한 서비스 및 영상 서비스를 제공하여야 한다.

정류소 안내기는 수원 88.9%, 군포 57.6%, 안양 56.7%인 것에 비해 제주 8.7%로 저조한 실정이므로, 교통량이 많은 지역을 중심으로 추가 구축이 필요한 상황이다.

III. LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템

버스정보시스템의 원활한 운영을 위하여 기존 무선 환경의 수집체계 문제점을 극복할 수 있는 새로운 통합수집시스템을 구축하여야 한다. 시스템 구축에 있어서 차내의 각종 장치들은 연계되어야 하며, 멀티미디어 정보를 제공할 수 있도록 통신 체계를 개선하여야 한다. 또한 제공범위의 확대 및 서비스의 추가에 따라 버스정보 센터의 시스템을 보강하여야 한다. 효율적인 대중교통 운영환경을 개선하고 모바일 서비스의 확대개편 및 다양한 부가 서비스로 이용객의 편의성을 극대화할 수 있는 응용소프트웨어를 개발하여야 한다.

그리고 제주 특성을 고려한 다양한 관광정보 제공 및 검색시스템 등을 도입하여 제주를 찾는 국내외 관광객들이 편리하게 이용할 수 있는 기틀을 마련하고, 재난시스템, 해상 및 항공 교통의 연계 서비스, 외국어 서비스가 가능한 차내 종합 안내 시스템을 도입하여, 강화된 제주의 BMS 관리체계로 차별화된 서비스를 제공하여야 한다.

1. LTE 기술

집과 사무실뿐만 아니라 공간에 제약 없이 무선인터넷을 사용하는데 익숙해진 인터넷 세대에게 모바일 브로드밴드는 거부할 수 없는 현실이 되었다. 2015년까지 전 세계 모바일 브로드밴드 가입자 수가 38억 명에 달할 것으로 전망하고 있으며, 여기서 95%가 높은 속도의 HSPA(High Speed Packet Access), CDMA, LTE 기반의 네트워크를 사용할 것이라 예상되는 상황이다. 참고한 내용은 엘지에릭슨사(2011)에서 설명한 LTE의 개념과 6항목의 LTE 기술이다.

1) LTE

LTE의 요건 중 하나인 성능과 용량은 최소 100메가비트의 최대 하향링크 속도

를 구현해야 한다는 것이다. LTE 기술로 구현할 수 있는 속도는 300메가비트 이상이며, 이미 에릭슨사에서는 160메가비트의 속도를 시연한 바 있다. 무선접속 네트워크(Radio Access Network: RAN)의 왕복속도는 10밀리세컨드 이하로 LTE가 그 어떤 기술보다 앞서 4G 요건을 이미 충족시키고 있다는 것을 의미한다.

LTE는 1.4MHz에서 20MHz까지의 반송파 대역을 유연하게 지원한다. LTE는 또한 주파수분할(Frequency Division Duplex: FDD)과 시분할(Time Division Duplex: TDD)을 지원한다. 비동기 광대역 부호분할 다중접속에 대한 문제를 상호 조정하는 국제협력기구인 3GPP(Third Generation Partnership Project)는 이미 15개의 쌍 스펙트럼과 8개의 단일 스펙트럼을 LTE에 할당하였으며, 앞으로 더 많은 스펙트럼을 할당할 전망이다. 이는 통신사들이 10MHz 혹은 20MHz 대역폭의 반송파 구현이 가장 용이한 새로운 대역에서 LTE를 구현할 수 있다는 의미로 향후 모든 대역에서 LTE를 구현할 수 있음을 시사한다. LTE 무선접속 네트워크 제품들은 차세대 네트워크 구현과 관리를 단순화시킬 수 있는 여러 기능을 갖게 된다. 예를 들어 자율설정(Self Configuration)과 자율최적화(Self Optimization) 같은 기능이 네트워크 구축 및 관리를 단순화시키면서 비용을 최소화시킬 것이다. 또한 구축 및 유지보수가 용이한 단순화된 IP 기반의 코어 및 전송 네트워크와 병행하여 LTE가 구축될 것이다.

LTE는 3GPP 릴리즈8에 소개되어 있으며 모바일 무선통신에 있어서 중요한 다음 단계이다. LTE는 진보된 안테나기술과 직교 주파수분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplex: OFDM)을 무선접속 기술로 사용하고 있다. 3GPP는 LTE 외에도 IP 기반의 네트워크 아키텍처를 정의하고 있다. 이 아키텍처는 시스템 아키텍처 진화(System Architecture Evolution: SAE)에 대한 노력의 일환으로 정의되고 있다. LTE-SAE 아키텍처와 개념은 IP 기반의 서비스 시장에서의 대량 사용을 효율적으로 지원하도록 설계되었다. 이 아키텍처는 GSM/WCDMA 코어 네트워크 진화에 기반하며 단순화된 운영과 원활하고 경제적인 구축이 가능하도록 한다. 3GPP와 CDMA 표준화기구인 3GPP2간의 협력을 통해 CDMA와 LTE-SAE 간의 상호작용이 최적화될 수 있도록 하는 작업도 이루어졌다.

2) LTE의 기술

(1) 아키텍처

LTE 무선접속과 더불어 패킷코어 네트워크도 SAE 아키텍처로 진화하고 있다. 이 새로운 아키텍처는 네트워크 성능을 최적화하고 비용 효율성을 향상시킬 뿐만 아니라 IP 기반의 서비스의 대중화가 가능하도록 설계되어 있다.

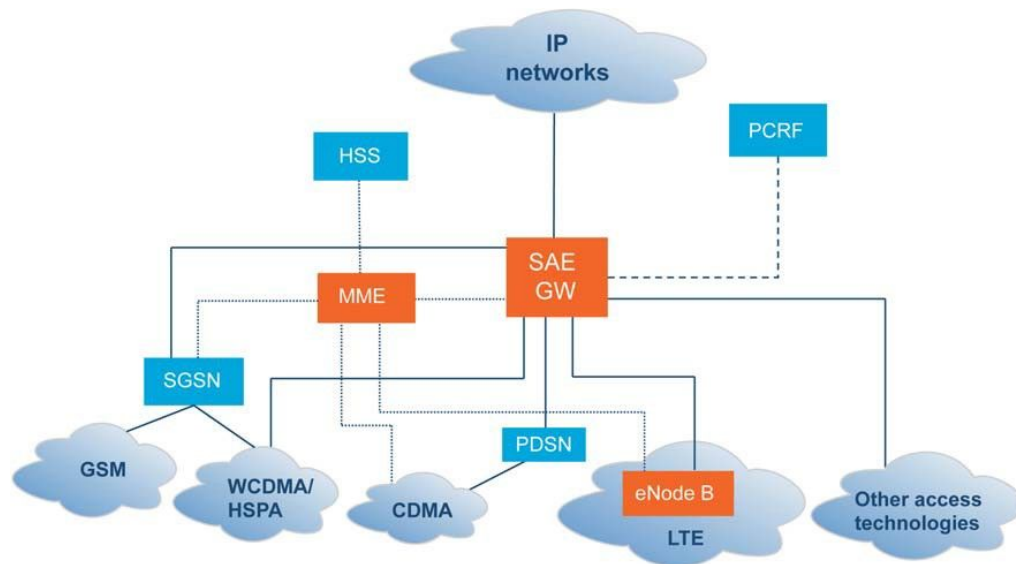


Fig. 10. Architecture of LTE and SAE

그림 10은 LTE와 SAE의 아키텍처이다. SAE 아키텍처 사용자내에 2개의 노드가 있다. 하나는 LTE 기지국이며, 다른 하나는 SAE 게이트웨이이다. 이 아키텍처는 연결에 관련된 노드의 수를 줄여준다. LTE 기지국은 일명 S1 인터페이스를 통해 코어네트워크와 연결되어 있다. 3GPP(GSM, WCDMA/HSPA)와 3GPP2(CDMA) 시스템은 표준화된 인터페이스를 통해 진화된 시스템으로 통합되어 LTE로 최적화된 이동경로를 제공한다. 이는 3GPP 시스템에서는 SGSN(Serving General Packet Radio Service Support Node)과 진화된 코어네트워크 사이의 시그널 인터페이스, 3GPP2에서는 PDSN(Packet Data Serving Node)과 진화된 코어네트워크 사이의 시그널 인터페이스를 의미한다. 이러한 통합은 듀얼 및 싱글 무선 핸드오버를 모두 지원해 LTE로 유연하게 전환할 수 있다. 예를 들어 이동성에 있어서 컨트롤 신호는 게이트웨이와는 별도로 MME(Mobility Management Entity) 노드에 의해

처리되어 최적화된 네트워크 구축이 가능하고 유연한 용량 스케일링을 가능하게 한다. 홈 가입자서버(Home Subscriber Server: HSS)는 GSM(Global System for Mobile Communications)과 WCDMA 네트워크처럼 SS7이 아닌 DIAMETER 프로토콜(2001) 기반의 인터페이스를 통해 패킷코어에 연결된다. 이것은 아키텍처 내의 모든 인터페이스가 IP 인터페이스라는 것을 의미한다.

(2) OFDM 기술

LTE는 하향링크인 기지국에서 단말장치까지의 통신에 OFDM 기술을 사용한다. OFDM은 대역 유연성에 대한 LTE 요건을 충족시키며, 순간 최대속도가 높은 폭넓은 반송파를 위한 비용 효율적인 솔루션을 가능하게 한다. OFDM은 IEEE802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.16, HiperLAN-2, DVB(Digital Video Broadcasting), DAB(Digital Audio Broadcasting) 등의 표준에서 사용될 만큼 이미 잘 알려지고 정착된 기술이다. OFDM은 복수의 반송파 전송을 위해 수많은 협대역 반송파 또는 톤(Tone)을 사용한다.

기본적인 LTE 하향회선의 물리적 자원은 그림 11에 나타난 것처럼 시간과 주파수 격자로 설명될 수 있다. 주파수영역에서는 반송파 사이의 간격은 15kHz이다. 하나의 자원요소는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM 변조비트를 운반한다. 예를 들어 64QAM의 경우 각 자원 요소는 6개의 비트를 운반한다. OFDM 기호들은 자원블록으로 그룹지어 있다. 자원블록은 주파수영역의 전체 크기가 180kHz이며, 시간영역은 0.5밀리세컨드이다. 사용자에게는 시간과 주파수 격자에서 여러 개의 자원블록이 할당된다. 사용자가 할당을 받는 자원블록이 많을수록 그리고 자원요소에서 변조가 더 많이 사용될수록 비트속도가 높아진다. 특정시점에 사용자가 어떤 자원블록을 몇 개나 받느냐는 주파수와 시간차원의 고급 스케줄링 메커니즘에 따라 다르다. 자원의 스케줄링을 밀리세컨드마다 할 수 있는데 이것은 스케줄링 블록이라고 불리는 180kHz 폭과 1밀리세컨드 길이를 가진 2개의 자원블록을 의미한다. LTE에서의 스케줄링 메커니즘은 HSPA에서의 메커니즘과 유사하며 서로 다른 무선 환경내의 서로 다른 서비스를 위해 최적의 성능을 가능하게 만든다. 상향링크에서 LTE는 단일 반송파 주파수분할 다중접속(Single Carrier Frequency Division Multiple Access:

SC-FDMA)의 미리 부호화된 버전을 사용한다. 이것은 일반적인 OFDM의 단점을 보완하기 위한 것이다. 그 단점이란 첨두 전력과 평균전력 비율(Peak to Average Power Ratio: PAPR)이다. PAPR이 높으면 비싸고 비효율적이면서 높은 선형성이 요구되는 파워앰프를 필요로 하게 되므로 터미널의 가격이 높아지고 배터리가 빨리 소진된다. SC-FDMA는 파워앰프에서의 선형성과 전력소비의 필요성을 줄이는 방향으로 자원블록들을 그룹화해 이 문제를 해결한다. PAPR이 낮아지면 적용범위와 셀 경계영역에서의 성능도 향상된다.(Dahlman 등, 2007)

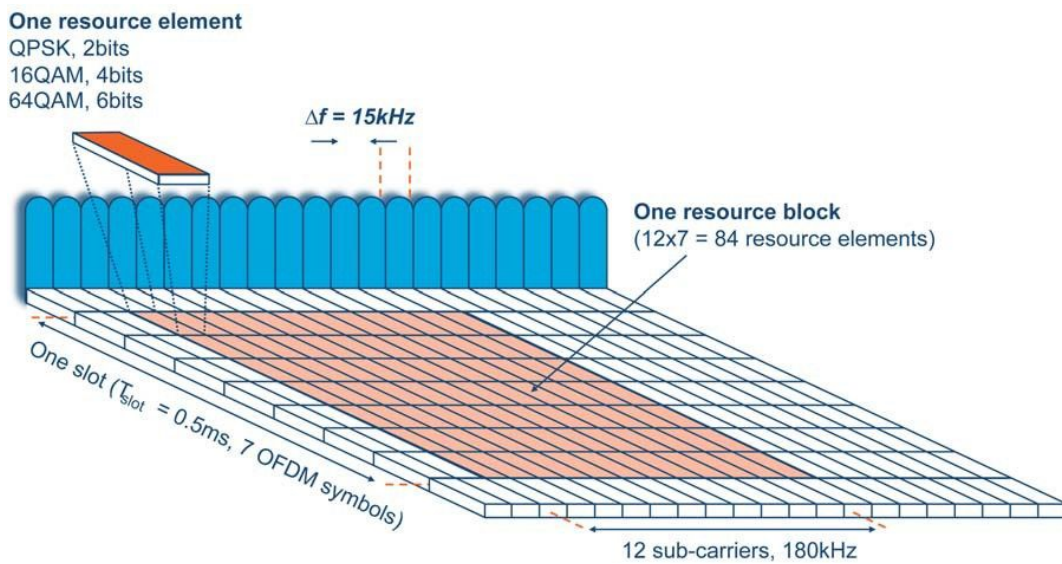


Fig. 11. OFDM-based LTE down link physical resource

(3) 진보된 안테나

HSPA에서 사용되었던 어드밴스드(Advanced) 안테나 솔루션은 LTE에서도 사용할 수 있다. 여러 안테나를 사용하는 솔루션은 데이터속도, 적용범위 그리고 용량에 대한 차세대 모바일 브로드밴드 네트워크 요건을 충족시킨다. 어드밴스드 멀티 안테나 솔루션은 이러한 목표를 달성하는데 필수적이다. 한 개의 안테나 솔루션이 모든 시나리오를 만족시킬 수는 없다. 따라서 특정 구축 시나리오에 따라 여러 안테나 솔루션을 사용할 수 있다. 예를 들어 2×2 나 4×4 다중입력 다중출력(Multiple Input Multiple Output: MIMO)과 같이 여러 개의 층으로 구성된 안테나 솔루션으로 데이터 속도를 달성할 수 있으며, 적용범위 확장은 빔 형성(Beam-Forming)

을 통해 달성된다.

(4) FDD와 TDD를 위한 주파수

그림 12는 FDD와 TDD의 LTE프레임 구조이다. FDD의 경우 상향링크전송과 하향링크전송을 위하여 쌍 스펙트럼이고, TDD의 경우 단일 스펙트럼으로 LTE에서 모두 사용 가능하다. 일반적으로 FDD가 더 효율적이며, 디바이스나 인프라의 수가 더 많다. 그러나 TDD는 예를 들어 스펙트럼 중앙 갭 등에서 좋은 보완 수단이다. LTE 하드웨어는 무선부문을 제외하고는 FDD 및 TDD에 있어서 동일하기 때문에 TDD를 이용하던 통신사들도 광범위하게 적용된 FDD 제품이 가져다주는 규모의 경제효과를 누릴 수 있게 된다.

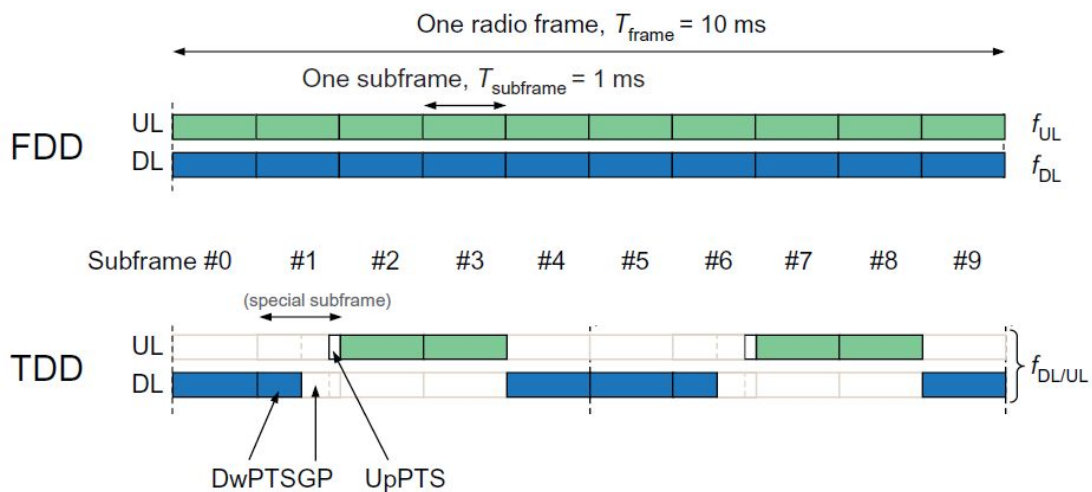


Fig. 12. Uplink/downlink time-frequency structure for FDD and TDD

3GPP는 15개의 다른 FDD 주파수대역과 8개의 TDD 주파수대역을 LTE용으로 할당하였으며, 더 많은 주파수가 추가될 가능성이 높다. 최초의 LTE 네트워크 인프라와 터미널 제품은 처음부터 여러 개의 주파수 대역을 지원할 것인데, 이것은 LTE가 규모의 경제와 글로벌 커버리지를 신속히 달성할 수 있음을 의미한다. LTE는 많은 스펙트럼대역에서 그리고 FDD와 TDD 모두에 있어서 1.4MHz에서 20MHz까지의 유연한 반송파 대역폭을 지원할 수 있도록 정의되었다. 이는 통신사가 기존 및 신규 대역에서 LTE를 출시할 수 있다는 것을 의미한다. 처음에는 10MHz나 20MHz

대역의 반송파를 구축하기가 가장 수월한 대역에서 구축될 것이다. 최종적으로 LTE는 모든 무선통신대역에서 구축될 것이다. 과거의 다른 통신시스템과 달리 LTE는 여러 대역에서 신속하게 구축될 것이다.

(5) 터미널과 모듈 그리고 고정 무선터미널

현재 대다수 사람들은 모바일 연결을 말할 때 휴대전화를 연상한다. 그러나 앞으로는 노트북, 휴대기기, 게임기기, 비디오카메라 등의 디바이스들이 표준화된 모바일 브로드밴드 모듈을 통해 기존의 모바일 브로드밴드 기술은 물론 LTE를 통해 작동할 것이다. 많은 소비자 전자제품업체들은 자신들의 제품에 비용 효율적으로 모바일 브로드밴드 기술을 구축하여 사용자에게 더 많은 가치를 제공하게 될 것이다. 모바일 브로드밴드 라우터(Mobile Broadband Router: MBR)는 모바일 브로드밴드를 효율적으로 사용하기 위한 또 다른 기회를 제공한다. MBR은 집이나 사무실의 디바이스를 연결하기 위해 사용되는 이더넷과 WLAN 그리고 POTS(Plain Old Telephone Service)를 가진 고정 DSL모뎀과 비교될 수 있다. 주요한 차이점은 브로드밴드 서비스가 유선으로 연결되는 것이 아니라 무선네트워크를 통해 연결된다는 점이다. MBR은 통신사들이 저렴한 비용으로 인터넷 연결이 되어있는 PC 혹은 WLAN 연결이 되어있는 노트북을 사용하는 모든 사용자에게 브로드밴드를 제공할 수 있게 된다.

(6) 비용 효율성

모바일업계는 LTE를 강력하고 폭넓게 지원하고 있으며, 통신사와 기업체 그리고 연구기관들이 표준화에 참여하고 있다. 어떤 기술이든지 가장 큰 성공요인중 하나는 규모의 경제일 것이다. 물량이 많아지면 단말장치와 인프라 기업체 모두에게 이득이 된다. 제조비용을 낮출 뿐 아니라 통신사가 비용 효율적인 서비스를 고객에게 제공할 수 있기 때문이다. 이는 또한 미개발지역의 통신사가 LTE의 혜택을 얻을 수 있는 이유이기도 하다. LTE 구축은 각 국가의 법규에 따라 차이가 있다. 최초의 디바이스들은 멀티모드에 기반하고 있을 것인데, 이는 넓은 적용범위와 이동성 그리고 서비스의 연속성 제공이 구축된 첫날부터 가능하다는 것을 의미한다. 아직 LTE가 구축되지 않은 지역은 기존 모바일네트워크가 대체시스템으로 사용될 수

있을 것이다. 중요한 점은 LTE 인프라구축이 매우 단순하고 경제적이라는 것이다. 예를 들어 현재의 무선기지국을 플러그인 유닛으로 사용하여 LTE로 업그레이드하는 것이 가능하여 듀얼모드 및 듀얼밴드가 될 수 있다. 독립형태 LTE 기지국 구축 역시 현재의 제품을 구축하는 것보다 더 간단하다. 네트워크의 전개와 운영 그리고 관리가 플러그 앤 플레이 및 자체 최적화 기능을 통해 간단하게 해결되어, 통신사의 설비투자 및 운영 비용절감에도 도움을 줄 수 있다.

2. ALL-IP 네트워크

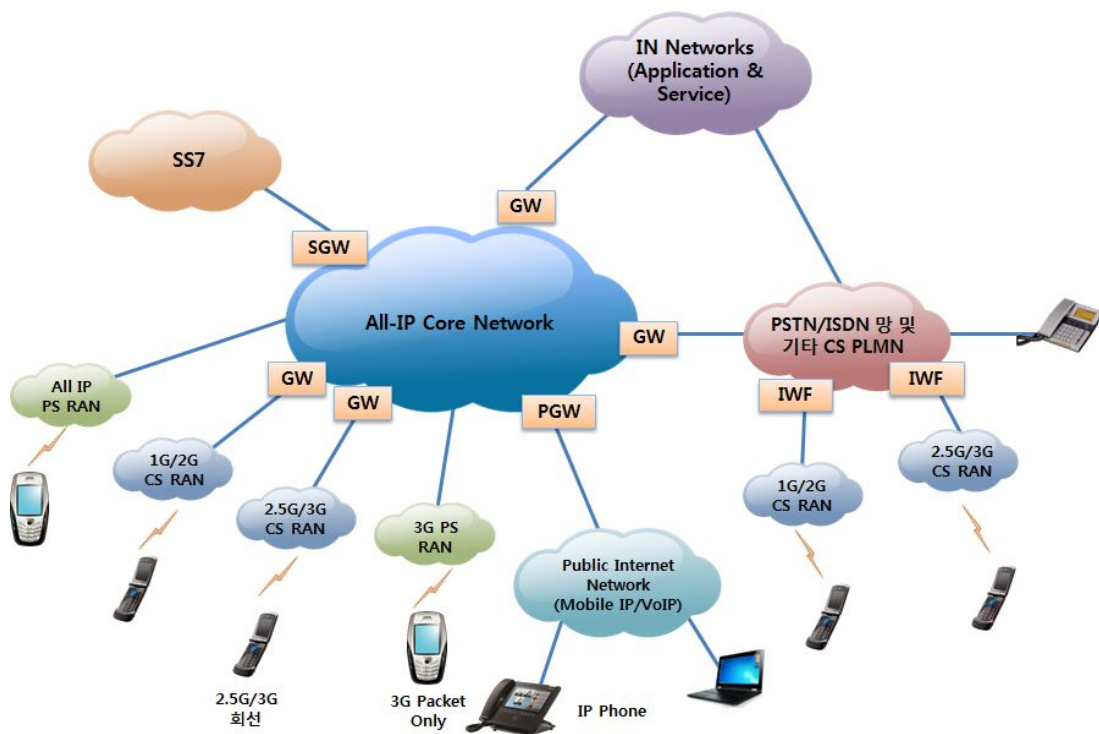


Fig 13. ALL-IP core network

ALL-IP 네트워크는 인터넷 프로토콜을 기반으로 서로 다른 네트워크가 통합된 구조를 갖는 네트워크이다. 그림 13과 같이 유선전화, 이동통신, 무선LAN, 패킷 데이터와 같은 기존의 통신네트워크 모두가 하나의 IP기반 네트워크로 통합되어,

음성과 데이터 그리고 멀티미디어 등을 패킷형태로 처리하고, 인터넷전화방식을 기반으로 하는 네트워크 구조를 갖는다. IP 전화기의 등장으로 음성교환기가 IP 네트워크에 수용됨으로서 ALL-IP 네트워크로의 통합은 가속화되어 행정안전부에서도 모든 교환기를 IP 교환기로 전환하였으며, 무선통신도 IP 기반의 3G 또는 4G 네트워크로 진화하고 있는 중이다. 재난 및 기상 등 M2M(Machine To Machine) 기반의 센서네트워크를 구성하는 모든 서비스는 ALL-IP 네트워크로 전환 중에 있으며, 신규 네트워크를 구축할 때 점차적으로 단일화된 ALL-IP 네트워크로 전환이 필요하게 되었다.

버스정보시스템에서 통신망은 기본적으로 버스노선에 대한 100%의 커버리지를 가져야 한다. 하지만 현재 제주에서 서비스되고 있는 TRS 서비스는 산간지역에서 음영지역이 다수 발생되고 있으며, 단문데이터 서비스 외에는 추가적으로 고객의 요구에 대한 신속한 대응을 하지 못하고 있는 실정이다. 이에 최선의 네트워크 서비스에는 동영상 등의 실시간 서비스를 확대할 수 있는 네트워크가 필요하다. 또한 기존의 위치정보와 이벤트뿐만 아니라 차내 장치의 상태 모니터링, 음성안내 그리고 실시간 재난상황 등의 정보 제공의 기능을 수행하기 위해서는 높은 통신 속도를 유지하여야 한다. 이와 동시에 기존과는 달리 다양하고 많은 정보가 센터로 전송되어야 한다. 이외에 현재 버스에 장착된 DTG(Digital Tachograph) 장치, 불법주정차 단속 카메라, 운전자 안전을 위한 차내 보안 카메라 등 기타 부속장치에 각각의 IP를 부여하여 정보를 전송할 수 있어야 한다.

3. 제주 버스정보시스템 서비스 발전방향

제주의 버스운행 형태는 국제공항 예정지인 동남쪽지역의 가시리, 서남쪽지역의 민군복합항구, 북쪽지역의 제주공항, 북동쪽지역의 제주부두 등의 4개 영역을 연결하는 관광 및 물류를 기준으로 대폭 변화될 것이다. 이를 감안한 버스노선의 변화를 예측할 수 있으며, 이는 도민이 사용하는 일반노선과 관광객이 사용하는 특수노선일 것이다. 이용자 형태별 맞춤형 대중교통 서비스를 제공하기 위해서는 이용자

의 위치, 지역별 특성, 사용자 계층, 장애인 및 노약자 정보, 서비스 제공시간 등에 따라 차별화된 정보제공 전략을 수립하고, 이를 구현할 수 있는 기술 및 서비스 개발이 반드시 필요하다. 향후 개발되어야 할 기술 및 서비스를 차내 장치 중심으로 제안하고자 한다.

1) 고객의 위치 및 버스상태를 알려주는 버스전용 내비게이션 개발

버스전용 내비게이션의 기본 정보는 출발도착 승차대의 위치정보이다. 승차대의 위치정보에는 탑승예정 고객의 존재여부, 장애인 및 노약자 대기정보 그리고 차량 정보가 포함되어야 한다. 버스전용 내비게이션에는 각종 차내 장치를 제어할 수 있는 기능을 탑재하여, 버스운전자가 손쉽게 상태 모니터링과 제어가 가능하도록 하여야 한다. 차량사고 및 기타 상황이 발생하였을 경우 센터를 통하여 차량과 가장 가까운 경찰, 소방서, 의료기관과 실시간 연결할 수 있어야 한다. 또한 사고현장 영상을 센터로 전송할 수 있도록 하여야 한다. ITS 센터와 연계하여 버스전용 내비게이션에는 차량흐름의 상태를 알 수 있는 서비스가 제공되어야 한다.

2) 승객용 안내시스템 개발

현재 승객용 안내시스템은 단순 노선정보만 음성으로 알려주는 역할을 하고 있다. 개발되어야 할 승객용 안내시스템에는 노선정보의 음성안내뿐만 아니라 출발도착지 정보 및 사용자가 요구하는 정보를 실시간 제공하여야 하며, 도민에게 실시간으로 알려야 할 긴급정보 등을 양방향으로 알릴 수 있는 기능을 추가하여야 한다. 그리고 차내 각종 장치를 연결할 수 있는 라우팅 기능을 가진 모뎀을 개발하여, 모든 장치를 인터넷 기반으로 연결할 수 있는 역할을 해야 한다. 영상 서비스에는 청각 장애인을 위한 수화 서비스, 관광객을 위한 공항과 항만 등의 출발도착 정보 및 관광지 정보도 제공되어야 한다. 노선안내에 있어서도 내외국어(한국어, 일본어, 중국어, 영어)를 통한 음성안내 서비스가 이루어져야 한다.

3) 위치정보 수집

버스정보시스템은 위치정보를 토대로 가공 및 분석하여 다양한 정보를 제공하고 있다. 위치정보가 유실될 경우 서비스 품질에 영향을 주며, 더 나아가 민원을 초래

할 수 있다. 어떠한 경우라도 위치정보를 취득할 수 있는 최선의 한 방법으로는 하나의 GPS로 수집되고 있는 시스템을 이중화로 구성하는 것이다.

4) 교통약자에 대한 버스정보 제공서비스 개발

장애인 및 노약자에 대하여는 각 시간대별 교통정보를 스마트폰 및 기타 방안으로 정보를 제공하여야 한다. 장애인 및 교통약자가 정류소에서 버스를 대기하는 동안 도착하는 버스에 대해 안내해 주어야 하며, 차량에서 긴급 상황이 발생하였을 경우 실시간으로 경찰, 소방서, 의료기관과의 자동연계 서비스가 제공되어야 한다.

5) 연계서비스

향후 진행될 U-CITY, U-ITS, U-교통, U-물류/유통 등과 연계한 서비스의 개발이 절대적 필요하다. 이로 인한 시너지 효과의 극대화가 가능하다.

6) ALL-IP 구현

현재 추진되고 있는 승객용 안내시스템과 행선지 안내시스템뿐만 아니라 DTG, 현금 계수기, T-MONEY 등의 모든 장치를 연동하는 ALL-IP를 구현하여야 한다. 최종적으로 버스정보시스템의 영역을 대중교통과 관광버스로 확대한다면 제주전역의 버스를 하나의 정보제공자로 통합할 수 있으며, 이는 초기 형태의 유비쿼터스 교통시스템을 구현하게 된다. 이를 위해서는 모든 장치를 하나의 네트워크로 연결하는 ALL-IP 개념의 통신방식으로 반드시 개선되어야 하며, 향후 대중교통이 단순 이동수단에서 생활수단으로 탈바꿈하는 시초가 될 것이다.

IV. 제주 버스정보시스템

본 논문에서는 최신의 하드웨어 및 통신기술을 적극적으로 활용한 신개념 인프라를 적용하고, 고도의 버스정보 서비스를 제공하기 위하여 LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템을 제안한다. 현장 장치와 통신시스템으로 구성되는 인프라에는 승객용 안내시스템, 정류소 안내시스템 그리고 행선지 안내시스템이 있으며, 이 장치들에 대한 개선방안과 구축방법을 제안한다.

1. 제주 버스정보시스템의 현장 인프라

기존 구축된 현장 인프라는 노후화되어 고장이 잦고, 통신의 불안정으로 시스템 장애를 일으키고 있으며, 이로 인해 지속적인 민원의 요인이 되고 있다. 최신의 하드웨어 및 통신기술을 적극적으로 활용한 신개념 인프라로 대체함으로써 문제의 요인을 제거하고 도민 서비스를 고도화하고자 한다. 개선 및 확대 제안할 인프라는 통신시스템과 표 10에 나열된 승객용 안내시스템, 정류소 안내시스템, 행선지 안내시스템인 현장용 장치로 구성한다.

Table 10. Field devices of BIS

구분	개요
승객용 안내시스템	버스 운행 중 승객들에게 노선 및 캠페인, 공익광고, 관광지정보, 재난대비에 관한 정보를 음성과 영상을 통해 전달하는 장치
정류소 안내시스템	버스 정류장에서 대기 중인 도민들에게 노선 및 캠페인, 재난대비에 관한 정보를 음성과 영상을 통해 전달하는 장치
행선지 안내시스템	버스의 앞면, 측면, 뒷면에 설치되며, 버스를 기다리는 도민들에게 해당 버스의 운행정보를 시각적으로 전달하는 장치

2. LTE 기반의 ALL-IP 시스템

1) 승객용 안내시스템

승객용 안내시스템은 새로운 형태의 서비스를 제공하기 위한 장치이며, 가시성을 확보하기 위해 버스운전자 뒤에 위치한다. 기존 시스템에서는 단순히 승객들에게 출발도착 버스정류소명을 음성으로 안내하였다. 제안 시스템은 LTE 모뎀을 통해 버스정보센터와 연결이 이루어지며, 차내에서의 연결은 와이파이로 이루어져 동영상 서비스, 도정홍보 그리고 실시간 기상 및 재난정보 등을 알려 줄 수 있는 장치이다. 승객용 안내시스템의 서비스에는 그림 14(a)와 같이 현재 운행 중인 차량이 정차한 정류소와 다음 정류소 그리고 이전 정류소를 포함한 음성안내가 있으며, 이 음성안내와 동일한 정류소명을 모니터에 표출한다. 또한 그림 14(b)와 같이 현재 운행차량의 전체 노선을 주기적으로 모니터에 표출하는 안내가 있다.



(a) Stop information screen

(b) Route information screen

Fig 14. Passenger information system

그림 15는 삼양-한라대학교 노선을 운행하는 차량의 승객용 안내시스템에서 발생한 GPS 로그 데이터이다. 차량위치 데이터는 1초 간격으로 발생되며, 운행시간 46분 19초 동안 총 2780개이며, 손실은 발생하지 않았다. 그래프의 가로축의 값은 공통좌표계의 경도이고, 세로축의 값은 위도이다. 센터와의 통신이 단절되었을 경우 GPS를 통해 실시간으로 현재 위치를 인식하며, 현재 운영노선에서의 위치정보

를 승객용 안내시스템에서 검색하여 위치를 표시하고 정류소를 안내한다. 노선변경이 필요한 경우 자동으로 원격 업데이트를 실행하도록 구현하였다. 그리고 버스정보센터 시스템에서 제공하는 관광정보, 날씨, 재난정보, 캠페인정보 등을 영상 또는 음성형태로 표출할 수 있도록 구현하였다.

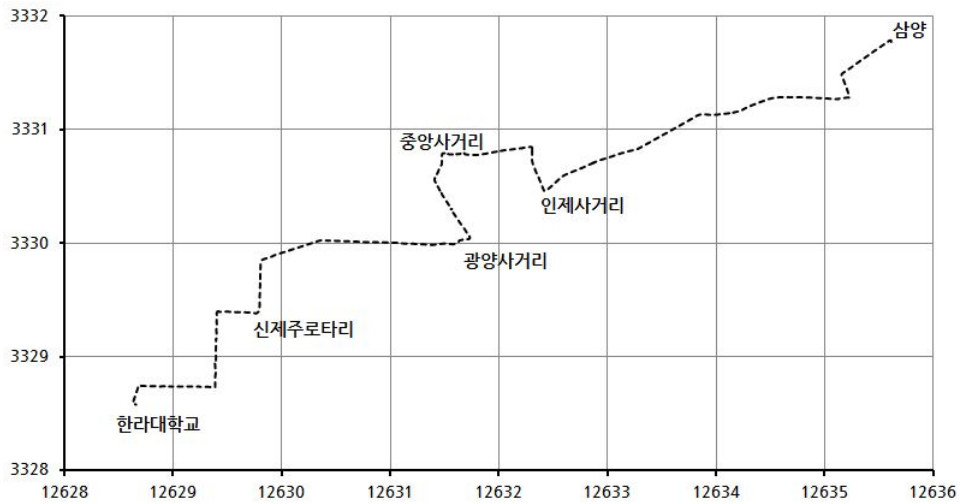


Fig 15. The bus position data received by GPS receiver

2) 행선지 안내시스템



Fig 16. The front display panel of route guide system

행선지 안내시스템은 현재 그림 16과 같이 차량 전면에만 LED를 설치하여 안내하고 있으며, 측면 및 후면에는 일반 패널로 구성되어 있다. 본 논문에서는 측면과 후면의 일반 패널을 LED로 대체하여 동일한 신호로 제어하고자 한다. 동기화된 정보를 표출하기 위해 전면, 측면 그리고 후면 장치를 RS-232C방식으로 연결하였고, 정보표출 명령의 수신처리가 가능하도록 구성하였다. 이는 차내 무선통신을 통해 버스정보센터로부터의 명령을 수신하게 된다. 향후 운행노선 및 기반정보의 변경 등 현장변동 상황에 능동적으로 대처할 수 있는 시스템으로 구성하였다.

3) 통신시스템

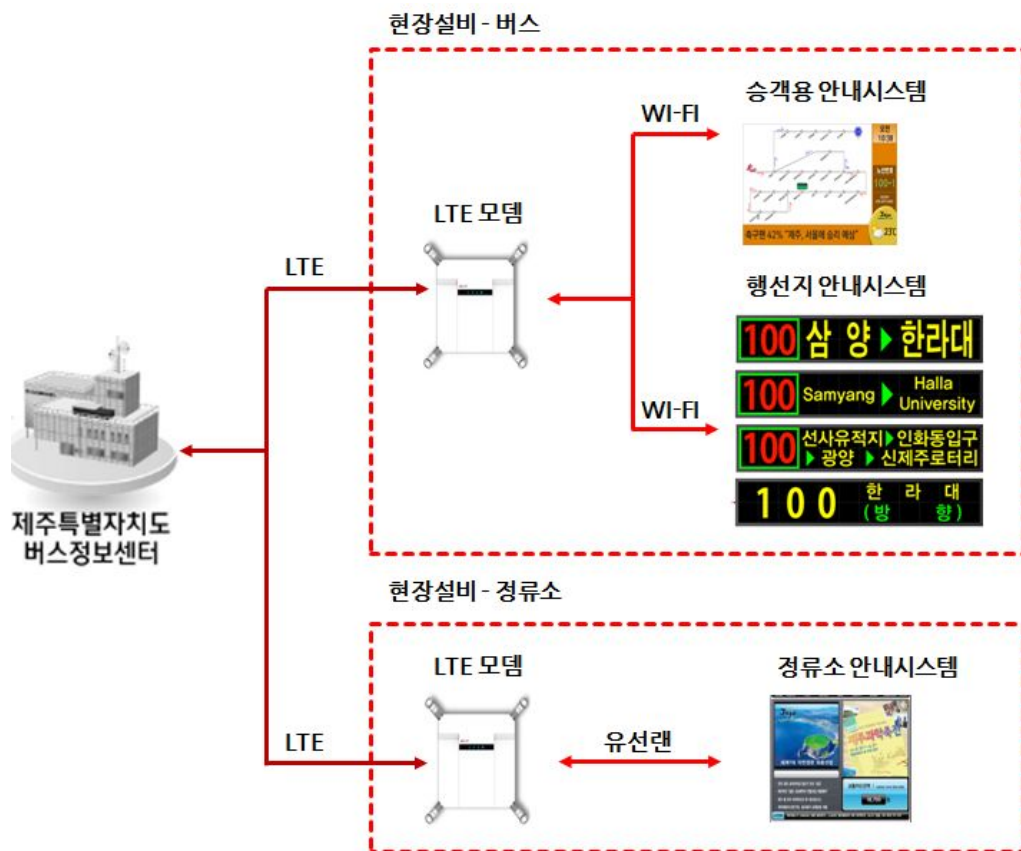


Fig 17. The proposed system configuration

그림 17은 LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템에 대한 현장 장치의 통신시스템

의 구성도이다. 버스정보센터와 현장 장치의 통신은 LTE방식으로 이루어지며, 차내 장치간의 통신시스템은 와이파이방식으로 구성한다. 또한 정류소 안내시스템에서는 LAN방식으로 통신이 이루어진다.

제주전역 버스노선에 대하여 정상적인 통신 서비스를 제공할 수 있도록 통신영역에 대한 해결방안으로 최대 서비스영역을 확보하고 있는 LTE방식을 선택하였다. 향후 버스정보센터의 통신망 용량증설과 통신망 확장이 용이하도록 시스템 용량을 산정하였다.(부록) 용량 산정기준은 정류소 안내시스템 3000대, 승객용 안내시스템 1800대, 행선지 안내시스템 600대이며, 여유율은 50%를 반영하였다. 버스정보센터 운영시스템은 현장 장치로부터 발생하는 통신트래픽, 데이터 용량, 여유율, 확장성 등을 고려한 적정 통신용량을 확보하여 향후 확장 및 재구성이 용이하도록 설계되었다. 통신망 구성에 있어서 각종 장애로 인한 서비스 중단을 피하기 위해 장애대책 전략 및 사전장애 원격관리기능으로 이중화하였다.

센터와 현장 장치간의 통신은 양방향 실시간 통신이 이루어지며, 자동화된 관리체계를 도입하여 실시간 감시 및 제어가 가능하도록 설계하였다. 관리 프로그램은 통신망 노드의 동작특성을 파악하고 통신작업의 효율성 여부를 체크할 수 있는 성능 모니터링 기능이 탑재되었다. 외부의 비정상적인 침입 또는 해커의 침입 등을 막을 수 있는 통신망 내의 보안방안으로는 기존 제주도청의 방화벽과 연동하여 이중 방화벽을 구성하였다. 현장시스템 증설에 따른 기능저하, 즉 부하균등, 통신트래픽 그리고 프로세스 부하의 최소화는 센터시스템의 이중화로 대책을 세웠다.

센터와 정류소 안내시스템간의 통신은 유선 및 이동통신방식으로 이중화하였으며, 센터와 버스간의 통신은 LTE방식으로 구성하였다. 차내 장치간의 통신은 와이파이방식으로 이루어지며, 각 차내 장치에는 와이파이모듈이 장착되었다. 대중교통정보교환 기술기준(2010)을 준수하여 정류소 안내시스템과 센터 상호간에 구체적인 통신 프로토콜을 적용하였다. 향후 광역BIS센터 연계서버의 통신망 용량증설과 차내 단말장치 무선통신망의 교체가 가능하도록 통신시스템을 구성하였다.

차량에 설치된 장치에는 DTG, 행선지 안내시스템, 승객용 안내시스템, 현금계수기, T-MONEY 장치, 운전자 안심 카메라, 불법주정차 감시카메라 등이 있다. 행선지 안내시스템은 그림 18과 같이 동일 내용의 노선을 표시하여야 할 전면, 측면 그리고 후면에 위치하며 RS232C로 연결한다. 현재 행선지 안내시스템에는 통신부

가 없이 일정한 형태의 노선만 표시하고 있으므로, 제안 시스템에서는 통신모듈을 장착하여 센터에서 각 행선지 안내시스템을 제어할 수 있도록 구성하였다.

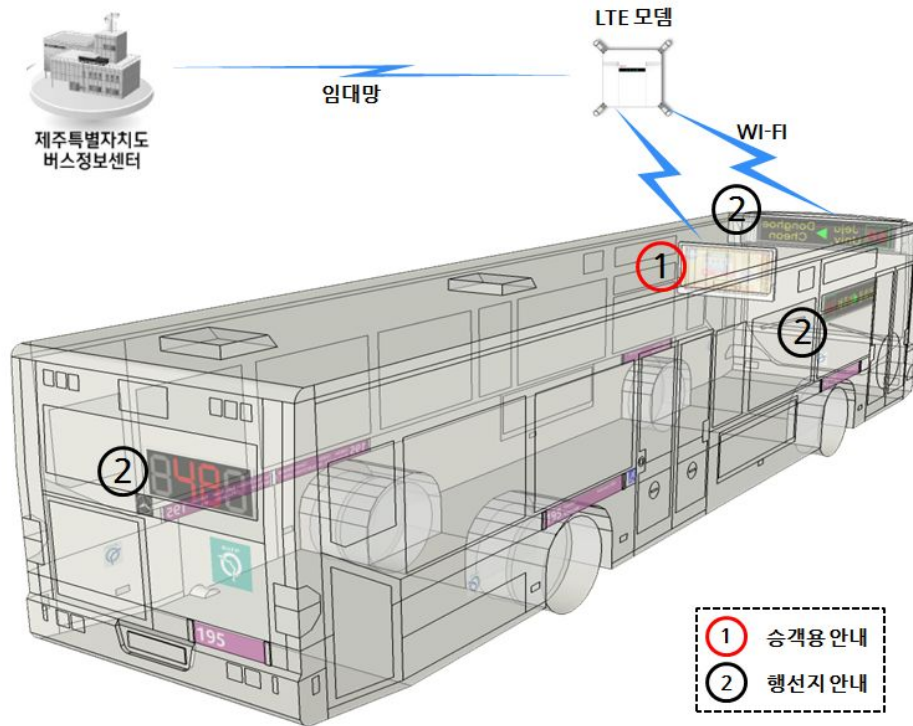


Fig. 18. ALL-IP device configuration in a vehicle

승객용 안내시스템은 주로 운행되고 있는 구간의 정류소 안내를 담당하게 된다. 기존에는 단순히 음성안내 서비스를 제공하였으나 제안 시스템에서는 음성안내뿐만 아니라 각종 영상 및 홍보자료 등의 동영상 서비스도 제공된다. 또한 승객용 안내시스템과 LTE 모뎀에서 각각 GPS 데이터를 수집할 수 있도록 구성하여 시스템의 장애가 발생하여도 기본적인 음성안내 및 위치데이터 서비스가 이루어지도록 하였다. 그리고 관광지의 여건을 감안하여 기존의 한국어 안내 서비스는 한국어, 영어, 일본어, 중국어의 4개 국어 서비스로 이루어지며, 향후 청각장애인을 위한 수화영상 서비스도 제공할 것이다.

3. 시스템 구축에 따른 효과

본 논문에서 제안한 시스템은 제주 버스정보시스템에 적용될 것이며, 5개의 분야에서 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 서비스 분야에서는 고객의 서비스 요구에 따라 행선지안내 서비스, 운행노선안내 서비스 등을 제공하여 서비스의 차별화가 가능할 것이며, 둘째로 운영자 분야에서는 인접버스 단말장치간의 상태정보관리, 원격제어 등으로 세밀하게 운영되어 관리가 용이하게 될 것이다. 셋째, 네트워크 분야에서는 네트워크, 통신설비 등의 통합제어 및 관리를 할 수 있으므로 네트워크의 구성, 장애, 성능, 보안, 계정 관리 등을 지속적으로 개선할 수 있다. 넷째, 네트워크 구축 분야에서는 IP 기반을 도입함으로써 유비쿼터스 교통으로 진화 및 전환이 용이할 것이다. 또한 시공 및 배선이 간결해지며, IP기반의 멀티미디어 데이터를 수집, 가공, 표출을 통합할 수 있다. 다섯째, IP 네트워크 분야에서는 손쉬운 호환성을 확보하게 되므로 통신환경의 확장성이 용이하여 IP 추가 증설과 운영관리를 쉽게 지원할 수 있다.

V. 결론

지능형교통시스템은 교통수단인 자동차, 열차, 선박, 항공기와 교통시설인 도로, 철도, 항만, 공항에 정보기술, 통신기술, 제어기술을 적용하여 교통운행을 최적화 및 자동화하고 여행자에게 교통정보를 제공함으로써 교통체계의 이동성과 안전성 및 편의성을 높이는 시스템이다. 여기에서 대중교통 서비스는 운행정보를 기반으로 대중교통 운행을 조정 및 관리하고 여행자에게 정보를 제공하는 것으로 멀티미디어 서비스를 위해서는 대용량의 데이터 전송이 가능하여야 한다.

본 논문에서는 LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템을 구축하기 위한 주요 통신기술과 제공 서비스를 연구하고, 제주에서 운영하고 있는 TRS 기반의 버스정보시스템을 분석하였다. 버스정보시스템에 적용하여야 할 승객용 안내시스템, 행선지 안내시스템 그리고 통신체계를 제시하여 LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템을 제안하였다. 이를 바탕으로 LTE 기반의 ALL-IP 버스정보시스템의 효율성을 확인하였다.

제안 시스템은 제주 버스정보시스템에 적용하여 구축하고 있으며, 시험운행을 통하여 보완해 나갈 예정이다. 정상 운영케도의 시기에 도래하면, 서비스 분야에서는 고객의 서비스 요구에 따라 행선지안내 서비스, 운행노선안내 서비스 등을 제공하여 서비스의 차별화가 가능할 것이다. 운영자 분야에서는 인접버스 단말장치간의 상태정보관리, 원격제어 등으로 세밀하게 운영되어 관리가 용이하게 될 것이다. 네트워크 분야에서는 네트워크, 통신설비 등의 통합제어 및 관리를 할 수 있으므로 네트워크의 구성, 장애, 성능, 보안, 계정 관리 등을 지속적으로 개선할 수 있다. 네트워크 구축 분야에서는 IP 기반을 도입함으로써 유비쿼터스 교통으로 진화 및 전환이 용이할 것이다. 또한 시공 및 배선이 간결해지며, IP기반의 멀티미디어 데이터를 수집, 가공, 표출을 통합할 수 있다. IP 네트워크 분야에서는 손쉬운 호환성을 확보하게 되므로 통신환경의 확장성이 용이하여 IP 추가 증설과 운영관리를 쉽게 지원할 수 있을 것으로 본다.

참고문헌

- 빈미영, 김효빈, 2004, 버스정보시스템 구축 전략 및 사업평가에 관한 연구, 경기개발연구원, 160pp.
- Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold and Per Beming, 2007, 3G Evolution HSPA and LTE for mobile broadband, Academic Press, pp.317-355.
- 강연수, 이재준, 강경표, 정경민, 최민주, 2007, 버스정보시스템 구축 운영업무절차 설정에 관한 연구, 한국교통연구원.
- 김수창, 전학성, 김성희, 2001, DIAMETER 프로토콜, 전자통신동향분석 제16권 제1호, pp.24-35.
- 김응배, 2010, 재난 통신 및 방송, TTA Journal No.131, pp.30-39.
- 구권서, 2008, 근거리 전용통신(DSRC)을 활용한 교통정보의 수집 및 제공방안에 관한 연구, 한국과학기술원 석사학위논문, pp.5-7.
- 국토해양부, 2010, 대중교통(버스) 정보교환 기술기준, 국토해양부고시 제2010-156호. 25pp.
- 국토해양부, 2011, 지능형교통체계 기본계획 2020, 142pp.
- 이영우, 2013, 버스정보시스템 수집 자료를 이용한 경로통행시간 추정, 대한토목학회논문집 제33권 3호, pp.1115-1122
- 이백진, 2008, 장거리 운행버스 지능화방안 연구, 국토연구원, pp.51-88.
- 이상선, 2007, 5.8GHz대역 노변기지국과 차량단말기 간 근거리전용무선통신, TTA Journal No.110, pp.82-87.
- 이영환, 박승근, 1996, 디지털 주파수공용시스템의 기술동향, 전자통신동향분석 제11권 제4호, pp.49-62
- 엘지에릭슨, 2011, LTE란 무엇인가, 마이크로소프트웨어 9월호, pp.120-125.
- 문병혁, 2005, DSRC를 이용한 경찰의 교통대책 연구, 경찰학연구 제8호, pp.236-273.
- 박홍기, 주용진, 2011, 단일 버퍼링 기법을 이용한 동적 버스 노선 정보의 GPS

위치 정확도 평가 방안, 한국측량학회지 제29권 제6호, pp.677-685.

- 송기홍, 2004, TRS 주파수 이용 개선 방안에 관한 연구, 한국무선국관리사업단, pp.22-34.
- 유남철, 2006, 디지털 TRS 개념 및 기술동향, 전자부품연구원 산업동향분석, 16pp.

부록 용량산정

서버 명칭	설계사양	용량산정 결과				비고
		구분	설계 용량	소요 용량	여유 율	
DB 서버 #1, #2	CPU: 4core(Max8core) RAM :16GB HDD :146GB*2 O/S 및 기타 :UNIX,HA구성 :ClusteringS/W포함	CPU	372140 tpmC	332884 tpmC	11%	제주도 전체 정류소 가공, 차량내 장치 추가분 적용
		RAM	16GB	8GB	50%	
		HDD	146GB	137GB	6%	
정보 가공 서버 #1, #2	CPU :4core(Max8core) RAM :16GB HDD :146GB*2 O/S 및 기타 :UNIX,HA구성 :ClusteringS/W포함	CPU	372140 tpmC	236403 tpmC	36%	제주도 전체 정류소 가공, 차량내 장치 추가분 적용
		RAM	16GB	6GB	63%	
		HDD	146GB	103GB	29%	
정보 제공 서버 #1, #2	CPU :IntelXeon56xx4C2.5GHz RAM :8GB HDD :300GB*2 OS :WindowsServer	CPU	631766 tpmC	336745 tpmC	47%	서버 당 정류소 안내기 수용 Max 400대 기준
		RAM	8GB	4GB	50%	
		HDD	300GB	137GB	54%	
정보 제공 서버 #3~ #8	동등사양 이상					향후 추가분

감사의 글

어느덧 내년이면 50이란 나이가 되어 버렸습니다. 한번쯤은 인생을 돌아보아야 할 나이가 되어 버린 것입니다. 가만히 창밖을 보면서 내가 살아온 삶을 돌아다보니 가장 아쉬웠던 것이 학창시절 내가 버려버린 그 시간들. 너무나 아쉬운 마음에 공부란 것을 다시 시작하려하니 현실에 처해진 나의 일이 너무나 벅차 두려움이 앞서 주저 하게 되었습니다. 그러나 나의 스승님이자 결혼 주례를 서주시고 항상 정신적인 멘토이셨던 김홍수 교수님이 적극적인 권유로 시작하게 되었습니다. 그런데 어느덧 졸업 논문을 쓰게 되었습니다. 감사합니다. 항상 고맙습니다.

2년 반이란 시간을 학교에 다니면서 그동안 조금은 잊었던 교수님들의 감사한 마음을 다시금 새기게 되어 참 좋은 시간을 가졌다는 생각이 가장 앞섭니다. 임재운 교수님, 항상 웃으시면서 따뜻한 마음을 가르쳐 주셔서 감사합니다. 김순환 교수님, 사회의 많은 경험을 가지시고 항상 학생들에게 사회의 현실에 대하여 적극적으로 가르침을 주셔서 감사합니다. 강진식 교수님, 건강이 안좋으신 상황에서도 학생들에 대한 그 열정은 참으로 감사하고 제가 많이 배우게 되었습니다. 양두영 교수님, 항상 웃으시면서 따뜻한 가슴으로 학생들을 안아 주시는 배려의 마음 감사합니다. 비록 수업은 받지 못했지만 좌정우 교수님과 현승엽 교수님에게 감사드립니다.

이번 논문을 쓰면서 처음 접해보는 것이라 많은 시행착오도 거치고 어려움도 많았지만 홍성욱 박사님이 계셔서 많은 도움을 주셨습니다. 친구이자 학문적 선배인 홍성욱 박사님에게 많은 고마움을 전합니다.

끝으로 이번 논문을 쓰면서 회사와 학교에 시간을 투자하느라 혼자 많은 시간을 보내게 되었는데도 곳곳이 옆에서 지켜준 나의 영원한 동반자, 아내 박정미 여사에게 감사하다는 말을 전하고 싶습니다. 또한 바쁘다는 핑계로 자주 찾아뵙지 못한 아버지님, 어머니님 죄송합니다. 그리고 감사합니다.