

# 교통정보 및 DGPS 보정신호의 효율적인 전송을 위한 FM 부반송파시스템에 대한 연구

분화방송 기술연구소 이상운

lsw@mbc.co.kr

02)789-3685

## 요약

교통정보와 DGPS(Differential GPS) 보정신호의 전송은 ITS(Intelligent Transport System)의 핵심 응용분야인 차량항법시스템(CNS : Car Navigation System)의 동적경로안내(Dynamic Routine Guidance System) 시스템의 핵심적인 요구사항이다. 이 정보들은 서비스 특성상 넓은 지역을 수신지역으로 하고 24시간 연속적으로 전송이 되어야 한다. 즉 주행중인 차량에서 자신의 위치 정확히 파악하기 위한 DGPS 보정신호 및 사고, 교통통제나 체증 등의 교통사항을 항상 수신할 수 있도록 항상 전송이 되어야 한다. FM 방송을 활용하여 이러한 요구사항을 충족시키는 전송채널로 활용될 수 있음을 확인하기 위해 FM 방송과 DARC 방식의 부반송파 시뮬레이터가 제작되었으며 이 시스템의 특성이 연구되었다. 또한 정보 데이터를 현용 FM 방송설비를 이용하여 전송하기 위한 방송시스템을 제작하고 서울 및 경기도 지역을 수신지역으로 한 방송수신상태의 측정이 수행되었다. 이 결과들은 FM 부반송이 ITS를 위한 전송채널로서 활용될 수 있다는 것을 보여준다.

## I. FM 부반송파를 활용한 ITS 용 정보전송 서비스

### 1. 실시간 교통정보 및 DGPS 보정정보의 전송을 위한 요구조건

교통정보 및 DGPS 보정정보의 전송은 ATIS (Advanced Traveler Information Service)를 포함한 ITS 분야에서 핵심적인 역할을 차지한다. 교통정보 및 DGPS 보정정보의 전송은 자동차 등 이동체를 대상으로 이루어지며, 시간대 별로 차이는 있으나 24시간 연속적으로 정보의 수요가 있기 때문에, 이들 정보의 효율적인 전송을 위해서 요구되는 사양으로서는 넓은 수신 지역의 확보, 연속적인 전송, 저렴한 통신요금을 들 수 있다. 아울러 단말기 역시 구현하기가 용이하여 합리적인 가격에 공급이 가능하여야 하겠다.

### 2. FM 방송전파의 전송 특징

FM 방송은 일반적으로 대출력 (95.9MHz 남산송신소 10KW) 으로 양질의 주파수 대역 (87.5 - 108 MHz)을 사용하며, 최적의 송신소 위치(남산 송신소 지상고 약 480m) 에서 송출을 하여 우수한 전파도달 특성을 갖는다. 참고로 무선전화보다 전송품질이 우수한 Pager의 경우 320MHz 혹은 160 MHz 대역으로 지상의 기지국 당 100W 정도의 출력으로 송출을 하며 이는 상기 FM 방송 출력의 1/10 정도이며 송신 안테나 역시 지상의 건물 옥상 등지에 위치하며 도심에서는 3-4Km, 교외에서는

6-7Km 정도의 셀반경을 갖는다. 또한 전국 방송망을 갖는 방송사의 FM 방송네트워크는 전국을 청취권으로 하여 넓은 지역을 수신지역으로 한다.

### 3. FM 부반송파를 이용한 데이터 서비스의 특징

FM 부반송파를 이용한 데이터의 전송은 방송이 서비스 되는 시간은 함께 데이터 신호의 전송이 가능하다. 또한 데이터는 별도의 송신선바 구축이 필요 없이 기존의 FM 방송선비에 데이터 전송을 위한 엔코더 등의 추가로 데이터의 전송이 가능하기에 전송망 구축에 소요되는 시간이 짧고 비용이 적다. 또한 전국망을 가진 FM 방송네트워크의 경우 자동주파수동조 등의 기능을 이용하여 수신지역을 달리하여 이동하더라도 연속적으로 정보를 수신할 수 있으며, 수신단말에서 정보의 전송요구를 하는 업링크 없이 항상 전송되고 있는 데이터를 수신할 수 있으며 수신기의 숫자에 관계없이 모든 수신단말기에 동시에 같은 데이터의 전송이 가능하다. 그리고 이용자의 통신비용도 기존 방송망을 이용하므로 매우 저렴하여 우수한 서비스 특성을 갖는다.

## II. FM 부반송파 통신

### 1. FM 부반송파 통신 방식의 종류

FM 스테레오 방송의 경우 기저대역이 100KHz 까지 할당이 되어 있다. 이중 음성신호의 전송을 위하여 53KHz 까지가 사용되고 나머지 대역 53-99KHz 까지는 보조음성신호의 전송 혹은 데이터의 전송을 위해 사용이 가능하다. (FCC 73.319) 이 대역에 데이터의 전송을 위해서 DARC(Data Radio Channel), RDS(Radio Data System), HSDS(High Speed Data Subcarrier), STIC(Subcarrier Traffic Information Channel) 등 몇 가지 방식이 존재하며 이중 1187.5bps의 전송속도를 갖는 RDS와 16KBPS의 전송속도를 갖는 DARC가 대표적인 방식이다. RDS는 DARC보다 약 10년 앞서 유럽에서 개발되어 상용화 되었으며 DARC는 일본과 스웨덴의 공동연구로 개발되어 1995년부터 상용화가 되었다. DARC 방식은 RDS보다 데이터전송속도가 높고 보다 강력한 에러정정이 가능하여 이동수신에서도 보다 좋은 수신율을 갖으므로 일본과 유럽 미국 등에서 각광을 받고 있는 방식이다. Figure 1은 FM 스테레오 방송의 기저대역 신호를 나타내며 표 1은 DARC와 RDS의 차이점을 나타낸다.

Figure 1. Base band Spectrum of FM Stereo

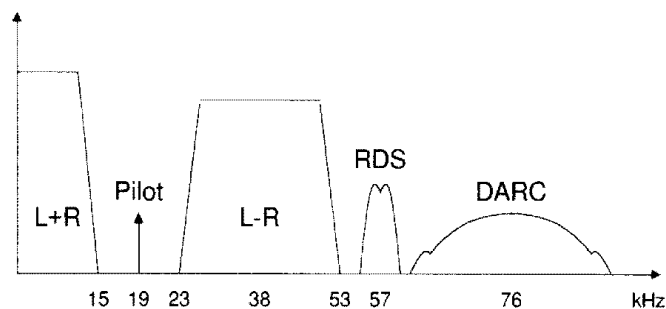


Table 1. DARC VS RDS

	<b>DARC</b> (Data Radio Channel)	<b>RDS (Radio Data System)</b>
Sub-Carrier Frequency	76KHz	57KHz
Sub-Carrier Level	Varied with L-R level ( 4-10% )	Fixed 1.3%-10% (2.7%)
Data Transmission Rate	16kbit/s	1187.5 bit/s
Modulation Scheme	LMSK	2Phase PSK
Error Correction Scheme	(272,190) Product Code	(26,16) Shortened Cyclic Code

## 2. FM DARC 부반송파 시스템 시뮬레이터의 설계

DARC 방식을 통한 데이터의 전송은 FM 방송의 기저대역 중 음성신호 외의 영역에 LMSK 변조방식으로 디지털 데이터를 추가하여 음성신호와 함께 이루어진다. 따라서 시뮬레이터는 음성신호부와 데이터부 또 이를 합성하여 FM 신호로 변환해주는 부분으로 구성이 된다. 이를 세분해 보면 음성신호부는 오디오 신호 발생기, 스테레오발생기, 및 19KHz pilot 신호 발생기 등의 모듈로서 구성되며 데이터부는 데이터발생기, LMSK 발생기 등의 모듈로 구성이 되며 FM 신호발생기를 합하여 전체 시스템이 이루어진다.

이 시뮬레이션 시스템은 음성신호 단독으로 방송할 경우 및 데이터 신호를 DARC 방식으로 추가할 각각의 경우에 대해 음성신호의 종류 및 변이와 데이터 신호의 변이에 따라 채널 대역폭 등의 출력 특성을 알 수 있게 해 준다. 따라서 본 시뮬레이션 시스템은 FM 방송시스템에 실제로 데이터를 추가하여 DARC 방식으로 데이터의 전송을 행하기 전에 데이터부가에 따라 발생할 수 있는 과변조 및 이에 따른 대역폭 초과 및 타 방송채널에의 간섭 등을 예측할 수 있게 해준다. 그림 2는 FM DARC 시스템 시뮬레이터의 구성을 나타낸다.

Figure 2. FM DARC Simulation System

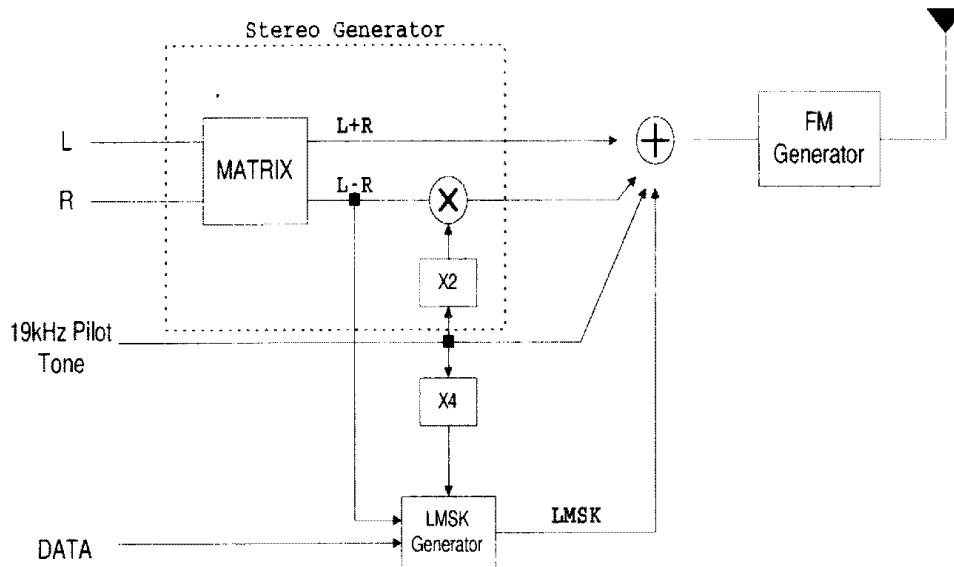


그림 3 은 RDS 와 DARC 신호가 스테레오포닉 신호에 합해진 경우의 시뮬레이션 결과를 나타내주는 기저대역 신호의 스펙트럼이다. 이 경우 스테레오 신호 R, L 의 상관계수는 0 이므로 이는 통상의 오디오 신호의 경우에 해당한다. 이 결과는 부반송파 신호가 스테레오포닉 신호에 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

Figure 3. Simulation Result (Base Band Spectrum)

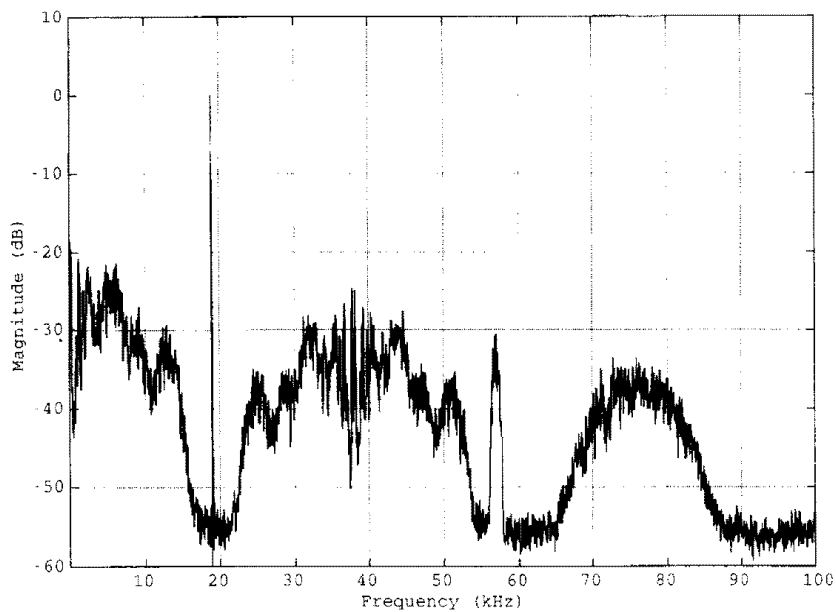
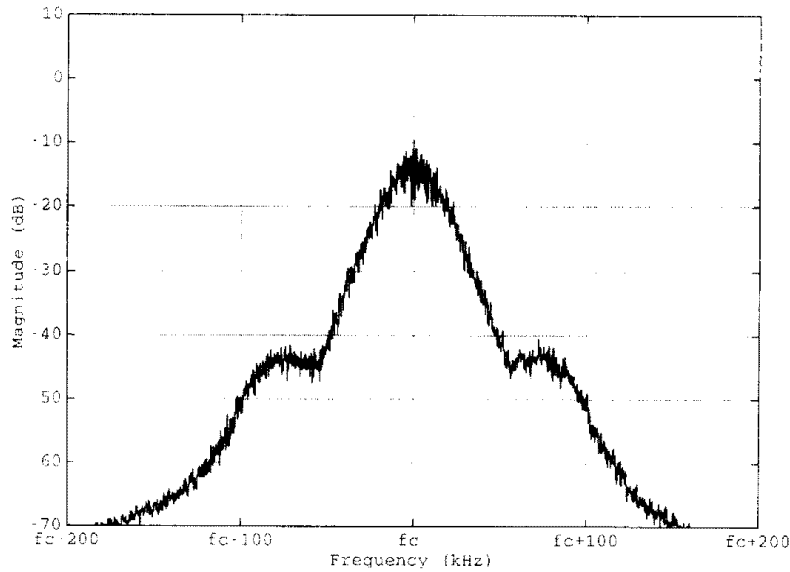


그림 4는 스테레오포닉 신호에 DARC 신호가 합해진 경우의 RF 변조된 신호의 스펙트럼을 나타낸다. -40dB 레벨내의 대역을 대략적으로 알 때 주파수 대역의 확장 없이 200KHz 내에 존재함을 알 수 있다.

Figure 4. Simulation Result (RF Spectrum)

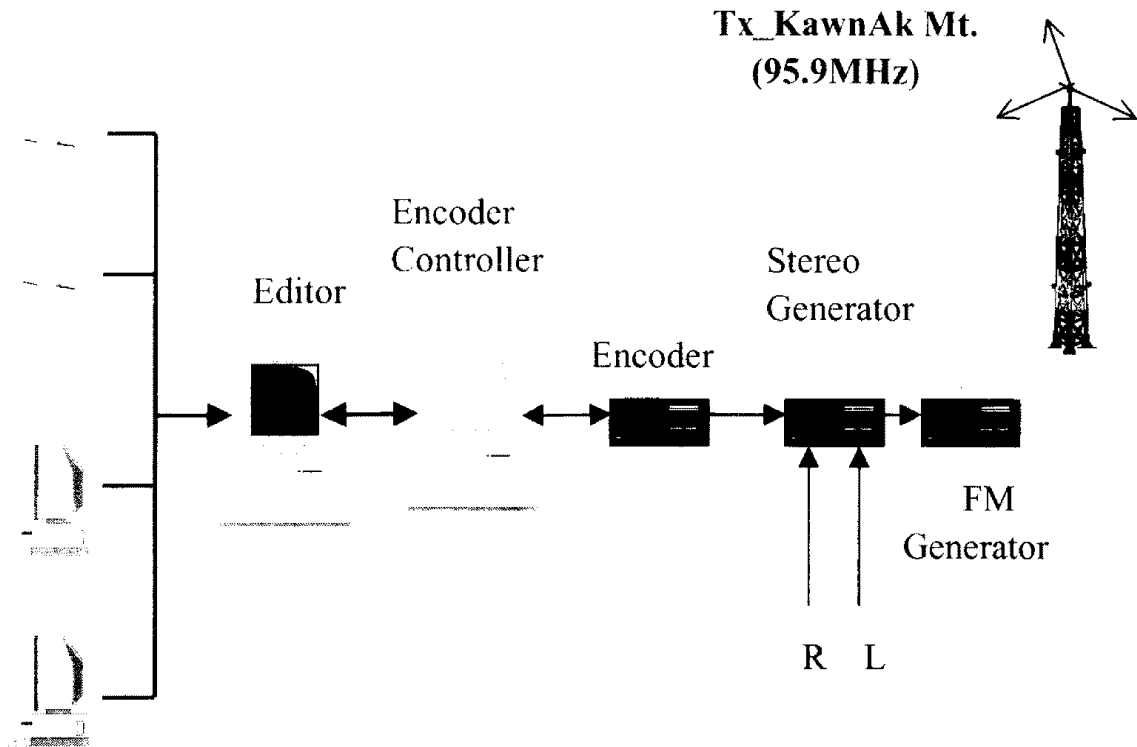


### III. 파일럿 방송 시스템의 구축과 필드테스트

#### 1. 파일럿 방송 시스템의 구성

파일럿 방송시스템은 그림 5와 같이 구성이 된다. 각 교통정보 및 DGPS 등 각 정보를 전문 IP 들로부터 전송 받아 정보처리 서버에서 엔코더 제어기 및 엔코더를 통해 LMSK 변조가 된다. 이 LMSK 신호는 스테레오 발생기에 음성신호와 함께 입력이 되어 송신소로 전송되기 위해 STL 송신기를 통해 마이크로 웨이브에 실려 관악송신소의 STL 수신기로 전송된다. STL 수신기는 음성과 데이터 신호가 합성된 기저대역 신호를 출력하여 FM 발생기에 입력을 시키며 FM 변조된 신호는 RF 증폭기를 통해 10KW 로 증폭이 되어 전파방사가 이루어지게 된다.

Fig. 5 FM DARC pilot system



## 2. 필드테스트

DARC 데이터를 FM 방송을 통해 전송하면서 수신지역을 이동하면서 테스트를 실시하였다. 대상 지역은 서울, 의정부, 중부고속도로, 천안, 온양, 인천이었으며, 측정 사항은 삽입된 데이터가 오디오에 영향을 주는지 여부와 데이터의 수신정도 또 자동차의 주행 속도에 따른 데이터의 수신여부 등 이었다

### 가. 스테레오포닉 신호에 대한 영향

데이터의 전송으로 인해서 FM 방송의 원전송 대상인 오디오에 영향을 주어서는 안된다. DARC 방식은 오디오신호의 L-R 신호의 레벨에 따라 DARC 데이터 신호의 레벨을 4-10 % 까지 가변시키는 방식이므로 오디오 신호와 데이터 신호 상호간의 간섭이 최소가 되는 LMSK 방식이다. 본 시험에서 DARC 데이터 신호는 ITU 에 권고된 레벨인 10% 이내로 주입이 되었으며, 오디오에 대한 어떠한 간섭도 없음을 확인 할 수 있었다.

## 나. 데이터 수신정도

수신시험 대상 전반의 지역에 대해 대체로 우수한 데이터 수신율이 유지 되었다. 특히 이번 시험에서는 데이터의 프레임의 가로 세로 방향으로 에러정정을 행하는 B-Type Frame 방식을 사용하였으며, 이는 이동수신 등에 유리한 방식이다. 우리나라는 지형의 특성상 산악이 많고 도심에는 고층건물이 밀집되어 있으므로 전파도달 환경은 양호하지 않은 지역에 속한다. 수신율 시험의 결과 약 85% 이상의 지역에서 데이터의 수신이 가능하였다. 또한 자동차의 고속주행(100Km/Hr) 시나 정지시에 수신율의 변화가 거의 없음을 확인 하였다.

## VI. 결론

FM 방송 네트워크에 데이터를 오디오와 상호 간섭없이 전송할 수 있음과 또한 국내 방송 환경에 적용할 수 있음을 시뮬레이션과 서울/수도권의 방송시험을 통하여 확인하였다. 이 데이터에는 교통정보 및 DGPS 보정신호가 될 수 있으며 이는 이동하는 자동차 등에 별도의 송신 설비를 구축하는 비용 및 시간이 필요 없이 가능하다. 또한 전파 도달 환경이 열악한 우리나라의 수도권 지역 전파환경하에서 우수한 데이터의 수신특성을 나타내어 FM 방송에 DARC 방식으로 데이터의 전송을 효율적으로 실시할 수 있음을 알 수 있었다.

### 향후 연구 사항

- 실시간 정보 및 문자정보의 전송에 적합한 전송방식의 연구
- 수신지역에 따른 수신감도 측정 및 에러률의 계산 및 이의 분석을 통한 시스템 성능 향상

### 참고문헌

1. Ferrel G. Stremler, *Introduction to Communication Systems, Third Edition*, Addison-Wesley, 1990.
2. J. R. Carson, Notes on the Theory of Modulation, reprinted in Proceedings of the IEEE, vol. 51 (1951) : 893-896.
3. E B. Crutchfield, *NAB Engineering handbook 7th edition*, NAB, 1985.
4. Clarence R. Green. Robert M. Bourque, *Troubleshooting, Servicing, and Theory of AM, FM, & FM Stereo Receivers, 2nd Edition*, Prentice-Hall, 1987
5. Bernard Sklar, *Digital Communications Fundamentals and Applications*, Prentice Hall, 1988.
6. Gronemeyer, S. A., and McBride, A. L., MSK and Offset QPSK Modulation, IEEE Trans. Commun., vol. COM-24, Aug. 1976, pp. 809-820.
7. ITU-R BS Recommendation DOC. 643, 1986.
8. ITU-R BS Recommendation DOC. 1194, 1995.
9. Papoulis, Probability, *Random Variables, and Stochastic Processes. Third Edition*,

McGraw Hill, 1991.

10. Michel C. Jeruchim, Philip Balaban, and K. Sam Shanmugan, *Simulation of Communication Systems*, Plenum Press, 1992.

11. Telecommunication Code of Federal Regulations, U.S. Government Printing Office, 1986.

12. Ralph S Carson, *Radio Communication Concepts : Analog*, John Wiley & Sons, 1990.

13. ITU-R Recommendation DOC. 1197

14. David H. Layer & Mark. R. Fratrik, *FM Subcarrier Market Report / Technology Guide*, National Association of Broadcasters, 1997.

이상운

1987 년 연세대학교 전기공학과 졸업 (공학사)

1989 년 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업 (공학석사)

1991 년 문화방송 기술연구소 입사

1998 년 현재 문화방송 기술연구소/연세대학교 대학원 전기공학과 박사과정

- 주관심 분야 : 데이터방송, ITS 무선통신