

디지털 무선 마을방송 시스템을 위한 서비스 커버리지 분석

A Service Coverage Analysis for the Digital Radio Village Broadcasting Systems

최 다솜¹ · 강 영 흥^{2*}

¹군산대학교 전자정보공학부

²군산대학교 정보통신공학과

Da-Some Choi¹ · Young-Heung Kang^{2*}

¹School of electronics and information engineering, kunsan University, Jeollabuk-do 54150, Korea

²School of Telecommunication Engineering, kunsan University, Jeollabuk-do 54150, Korea

[요 약]

기존 아날로그 마을방송 시스템은 우천 시나 기후변화에 따른 선로영향이 크고 원거리 정보전달력이 미흡한 문제 등으로 인하여 디지털 시스템으로의 전환과 이에 따른 시스템 표준이 요구되고 있다. 효율적인 디지털 무선 마을 방송 시스템을 구축하기 위해서는 서비스 커버리지 등 전파환경의 다양성을 분석할 필요가 있다. 본 논문은 송신 출력을 파라미터로 설정한 후 지역 환경을 고려한 대도시 지역, 산간 지역, 평야지역으로 나누어 SMIS (spectrum management intelligence system)을 이용하여 각 지역의 서비스 커버리지의 면적 비율과 인근지역에 영향을 미치는 간섭 면적 비율을 분석 평가하였다. 본 논문의 결과는 다양한 환경에서의 전파 수신전력 및 환경별 전파 특성을 예측하고 마을 방송 표준을 확립하는 기초적인 자료로 활용될 것이다.

[Abstract]

Since, the existing analog village broadcasting system had been affected by the climate change such as rain and had some problems likes as short range, it had been changed to the digital system and its standardizations required to be developed from now. In order to deploy the efficient digital wireless village broadcasting system, some propagation profiles as well as service coverages should be analyzed in various radio environments. In this paper, we have set up the transmission power as a parameter and estimated the service coverage area ratio as well as the area ratio interfered into the nearby village in rural, suburban and urban environments using spectrum management intelligence system (SMIS). This paper provides the basic data to establish a standard using the radio propagation characteristics and received power for village broadcasting system in various environments.

Key word : Village broadcasting system, Digital private mobile radio, Service coverage, Spectrum management intelligence system.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2015.19.6.630>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 15 November 2015; Revised 25 November 2015

Accepted (Publication) 14 December 2015 (30 December 2015)

*Corresponding Author; Young-Heung Kang

Tel: +82-63-469-4693

E-mail: yhkang@kunsan.ac.kr

I. 서론

현재 무선 마을 방송 시스템 기술표준이 마련되어 있지 않아서 간이무선국이나 생활무선국 등을 불법으로 개조하는 사회 문제가 발생하고 있다. 이외에도 기존 마을방송 시스템은 시설 노후화로 인한 성능저하로 우천 시나 기후변화에 따른 선로 영향이 크고 원거리 정보전달력이 미흡하여 주변 소음, 거리에 따른 음성의 부정확, 일괄통보의 불편성이 있다. 또한, 타 통신망과의 연계가 불가능하여 유선 및 타 무선 통신과의 인터페이스 문제, 비상 재난 및 재해 시 효과적 전달이 어려워 공공기관의 연계 불능 등의 문제를 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 미래부에서 2013년 11월 6일 신규로 전용 주파수 대역을 할당하였으나[1], 이에 대한 기술 표준이 마련되어 있지 않아서 서로 다른 기술을 적용할 우려가 있어 기술표준 정립이 시급하다. 전용주파수 대역에 대해 음성 및 데이터, 보이스 코덱, 제어 프로토콜 표준화를 함으로써 기존 무선 마을 방송 시스템의 문제점을 극복하여 정보전달의 부정확성을 해결하여 즉각적이고 명확한 음성/데이터 공지사항 전달, 응용 서비스를 보완하여 단순 일방통지 기능 외에 비상 및 긴급재난, 방법 및 해정고지 등의 기능을 추가, 타 통신망과의 연계를 통해 행정 서비스 및 중앙 관제 시스템을 연계하여 마을 복지서비스가 가능한 첨단 마을 방송 시스템의 장점을 극대화 할 수 있다.

원활한 마을공지사항 안내시스템을 제공하고, 손쉬운 무선국 구축을 위해서 지형별 환경에 대한 영향이 반영될 수 있도록 전파 분석 시스템(SMIS; spectrum management intelligence system)을 이용하여 국내에서 P.1546 전파 모델[2]을 사용하여 실제 이러한 전파 모델들이 마을 방송 시스템에 적용되었을 때를 분석 하였다. 지형의 특성, 출력 값, 안테나의 높이에 대한 파라미터의 예측 값을 비교 분석한 연구를 진행하여 향후 마을 방송 안내 시스템의 구축을 위해 기본 데이터를 제공하고자 한다.

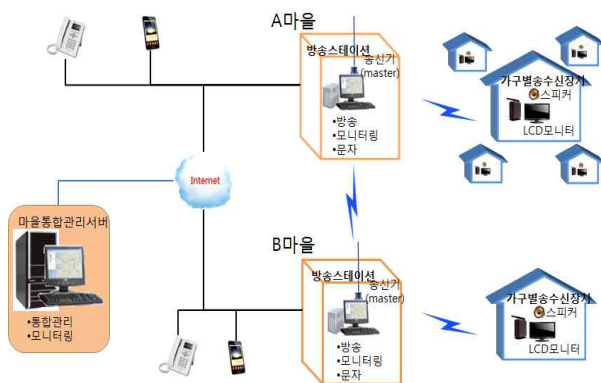


그림 1. 간이무선 마을공지사항 안내 시스템 개략도
Fig. 1. Digital radio village broadcasting systems.

II. 마을 방송 시스템

마을 방송 시스템의 관련 표준개발은 422 MHz 주파수 대역의 디지털 간이무선국을 이용하여 음성 또는 음성 및 데이터 전송을 지원하는 무선 마을 방송 시스템에 관한 표준 규격을 정하고 있다. 본 표준은 시스템 구매자, 네트워크 운영자 및 서비스 이용자들에게 UHF 디지털 간이무선을 이용한 마을 방송 시스템에 대한 지침을 제공하며, 간이무선국이나 생활무선국을 불법으로 개조한 무선 디지털 마을 방송 시스템의 파급을 방지하고, 향후 국가 재난안전통신망과의 연계를 목적으로 하고 있다.

그림 1 은 사용자가 마을의 모든 구성원에게 일반 공지 또는 유사시 긴급 공지 안내를 위한 목적으로 개발되어진 마을 방송 시스템의 개략도를 보인다. 전달이 필요한 공지사항을 마을 전체 또는 그룹화를 통한 그룹 구성원에게 운용자가 간이 무선국 디지털 통신을 이용한 송신장치와 가구별 수신 장치를 운용, 음성 또는 음성 및 데이터의 전달매체를 이용하여 전체 구성원 또는 그룹 구성원에게 청각 또는 시각을 통하여 인지하도록 구성된다.

III. DPMR 규격

간이 무선국 중 대표적인 dPMR은 TS 102 490에 출간된 ETSI 표준[2]으로 낮은 비용, 낮은 복자도, 빠른 전개 양방향 무선 솔루션을 제공하도록 설계된 고성능 디지털 무선 프로토콜이다. 음성 및 데이터 애플리케이션에서 최대의 스펙트럼 효율을 위해 협 대역(6.25 kHz) 기술을 사용하고 유연성과 확장성을 제공하기 위해서 종래의 멀티 사이트 트렁크 구성을 제공한다. 표준 디코딩 소프트웨어 W-CODE는 개인 육상 이동서비스를 위해 설계된 새로운 디지털모드 dPMR(digital private mobile radio)을 포함하고 있다.

표 1에 주어진 dPMR 규격은 음성 및 데이터 통신을 모두 제공하며 이러한 특징들로 인하여 마을 공지사항 안내시스템에 dPMR을 도입하고 있다. UHF 디지털 간이무선을 이용한 마을 공지사항 안내 시스템은 디지털 주파수분할 다중접속방식(FDMA; frequency division multiple access)에 기반을 둔다. 변복조방식은 4FSK(frequency shift keying)를 사용하며, 무선접속속도 가능한 물리적 자원은 마을 공지사항 안내용 간이무선국에 할당된 주파수로 6.25 kHz 주파수 간격을 갖는 422 MHz 대역을 사용한다. 간이무선국에 관련된 장비는 기존의 DPMR 디지털 협대역 무전기의 Mode 1 (peer-to-peer directed network), Mode 2 (centralized repeater network), Mode 3 (managed centralized repeater network) 중에서 Mode 1 기능을 준용한다. 여기서의 Mode 1은 마을 방송 시스템을 위한 peer-to-peer 직접망(DN; direct network)을 구성하여, 단일 주파수 채널상에서 하나의 송신장치가 직접 다수의 가구별 수신 장치에 공지사항을 방송하기 위한 모드이다.

표 1. DPMR 규격

Table 1. DPMR.

Access Method	FDMA
Transmission Rate	4800 bps
Modulation	4-level FSK
Vocoder	AMBE+2
Codec Rate	3600
Channel Spacing	6.25 kHz
Occupied bandwidth	4 kHz
Applicable bands	30 MHz to 1 GHz

IV. 기술기준

전파법 제 45조 및 같은 법 시행령 제123조 제1항 제1의 2호에 따라 간이무선국, 우주국, 지구국의 무선설비 및 전파 탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준은 표 2와 같다[1].

기술기준에 의한 주파수대역은 422 MHz 대역을 나타내며 전파형식은 UHF 대역에서의 8K50F1D, 8K50F1E 등 주파수별로 여섯 가지가 나누어져 있다. 공중선 전력은 5 W이하로 설정 가능하며 송신공중선의 경우 지상으로부터 30 m 이하로 지정하여 간이무선국을 이용한 마을방송 시스템의 기준을 적용한다.

표 2. 마을방송시스템 기술기준

Table 2. Village broadcasting system technical regulation.

Frequency(MHz)	Type of emission	Antenna power	Communication direction	Antenna
422.0000 422.0125 422.0250 422.0375 422.0500	8K50F(G) 2D 8K50F(G) 3E 8K50F1D 8K50F1E	less than 5W	Simplex	less than 30m
421.996875 422.003125 422.009375 422.015625 422.021875 422.028125 422.034375 422.040625 422.046875 422.053125	4K00F1D 4K00F1E	less than 5W		

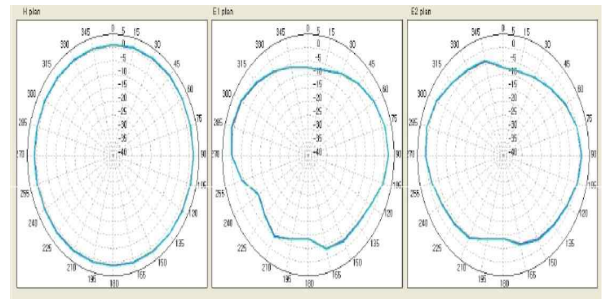


그림 2. 안테나 Gain 특성

Fig. 2. Antenna gain.

V. 서비스 커버리지 분석

1) 안테나 특성

서비스 커버리지 분석에 앞서 무선 마을 방송 시스템을 위한 422 MHz UHF 대역에서 이용되는 특성을 반영한 안테나로서 Gain 특성은 그림 2와 같다.

2) 경로 예측 지역 선정

전파의 수신 전력은 지역의 지형환경에 따라서도 많은 영향을 받게 된다. 전파의 수신전력 및 전파의 특성을 예측하고 분석하기 위하여 그림 3처럼 지역을 나누어 건물이 많은 대도시 특성을 고려한 대도시 인근지역은 경기도 구리시, 산간 지형의 특성을 고려한 강원도 영월군, 평야지역의 환경을 고려한 전라북도 김제시를 지정하여 각 지역의 전파특성과 수신전력 등을 분석하여 서비스 커버리지를 분석하였다.



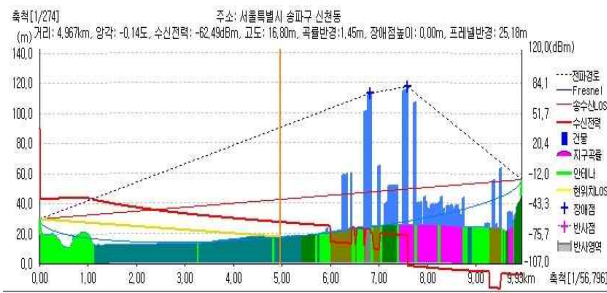
그림 3. 지역 선정

Fig. 3. Local appointment.

3) 전파 측정

본 논문에서는 422 MHz 대역에서의 적합한 P.1546 전파모델[3]을 이용하여 그림 4와 같이 지형의 특성, 송신출력 값 파라미터를 적용하여 측정환경별 마다 전파의 전송거리에 따라 전파의 형태와 수신전력의 값을 SMIS를 통하여 전파의 예측 값을 측정 및 분석하였다[4].

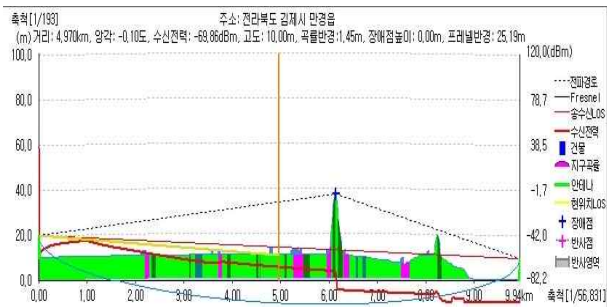
P.1546 프로파일의 그림 4(a)를 보면 건물이 밀집한 대도시의 경우 전파의 형태가 장애점의 영향을 받아 크게 변화하는 모습을 보이며 그림 4(b)에서 산간지역의 경우 산에 의한 장애점을 받은 경우 수신 전력이 급격히 낮아지는 모습을 보인다. 그림 4(c)에 보이는 평야지역의 경우 지형의 특성상 장애점이 많지 않아 전파의 형태가 크게 변화 하지 않고 수신전력 또한 일정 기준치 이하에 도달하지 않는 것으로 보인다.



(a) 대도시 P.1546 프로파일



(b) 산간지역 P.1546 프로파일



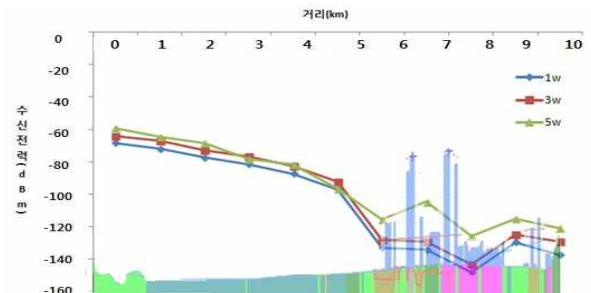
(c) 평야지역 P.1546 프로파일

그림 4. 지역 환경별 프로파일
Fig. 4. Local environment profile.

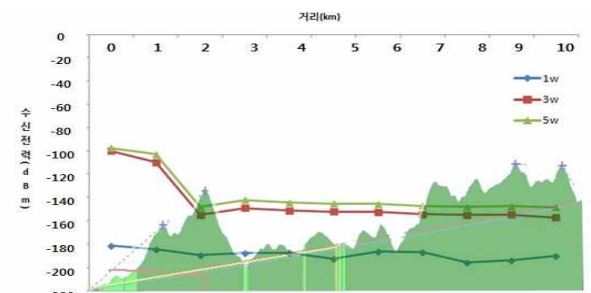
4) 수신전파 예측

그림 5는 파라미터에 따른 전파예측 값을 전파의 전달 특징 별로 비교 분석하기 위해 예측 데이터를 그래프로 나타내었다.

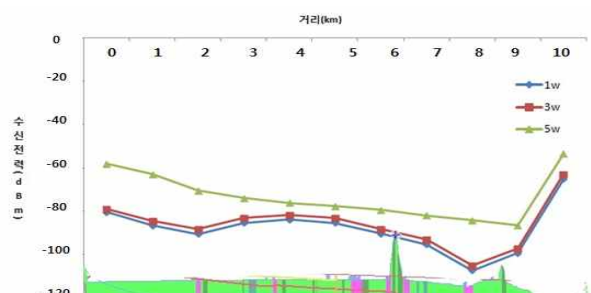
그림 5(a)는 건물이 많은 대도시 인접 환경을 고려한 구리시 지역은 수신 전력의 형태는 별 차이가 보이지 않았으나 5 W의 송신출력 값일 경우에 장애점을 지난 후 수신 전력의 값이 곧바로 높아짐을 알 수 있다. 그림 5(b)는 산간 환경을 고려한 강원도 영월군 지역의 특징은 1 W의 경우에는 수신전력 값이 다른 송신출력보다 확연히 낮은 값을 나타내었으며 1 W에서는 마을 방송이 불가능함을 알 수 있다. 마지막으로 그림 5(c)는 평야 환경을 고려한 김제시의 경우 1 W와 3 W의 송신출력 값일 경우는 수신 전력의 형태가 큰 변화가 없었지만, 5 W의 송신출력 값을 가질 때 장애점의 영향을 미비하게 받는 특징을 나타냈다.



(a) 대도시 인근지역

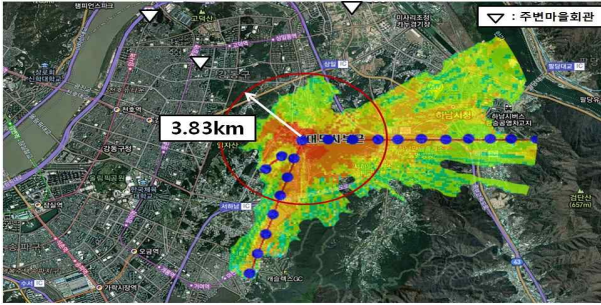


(b) 산간지역

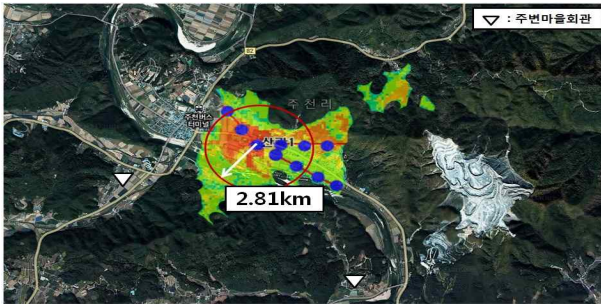


(c) 평야지역

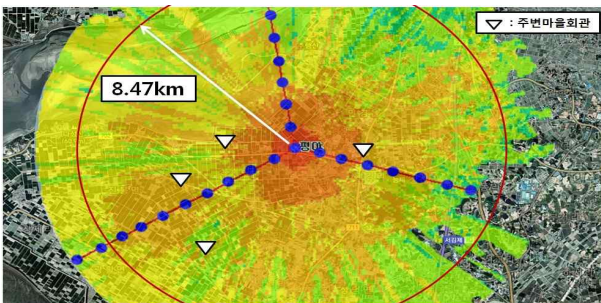
그림 5. 지역별 송신출력 값에 따른 수신전력 예측 값
Fig. 5. Received power prediction value.



(a) 대도시 부근지역 수신전력 커버리지



(b) 산간지역 수신전력 커버리지



(c) 평야지역 수신전력 커버리지

그림 6. 지역별 수신전력 커버리지 평균
Fig. 6. Received power coverage average.

그림 6(a)는 대도시 부근지역에서의 전체 수신전력 도달 면적은 46 km² 이며 수신전력이 -110 dBm 이상으로 수신전력이 도달되는 서비스 커버리지는 전체마을 면적에서 60% 가량 서비스 커버리지가 이루어지며, 다른 마을에 영향을 주는 간섭의 면적은 약 3.9 km² 이다. 그림 6(b)는 산간지역에서의 전체의 수신전력 도달 면적은 약 24.8 km² 이며, 서비스 커버리지의 면적은 43.75% 이다. 주변마을회관은 약 1.95 km 떨어져 있으며 다른 마을에 간섭을 주지는 않는다. 그림 6(c)는 평야지역의 경우 전체 수신전력 도달 면적은 225.3 km² 으로 한 마을에서 서비스를 받지 못하는 경우가 없이 100% 전파의 수신에 전달된다. 인접 마을 5곳에 영향을 주며 간섭의 총 면적은 약 112 km² 이다.

VI. 결론

본 연구에서는 국내 전파환경에서 마을공지사항 안내시스템을 분석하기 위해 전파자원 분석 시스템인 SMIS 시스템을 이용하여 지형별, 출력별, 안테나 높이별에 따른 각각의 파라미터 값을 달리하여 수신 전력의 예측 값을 분석하였다. 지형에 따라 전파의 특성이 다르게 나타남과 송신출력 값에 따라서 장애점의 영향, 수신 전력의 값이 큰 차이를 나타냈지만, 안테나 높이에 따른 전파 수신의 예측 값은 큰 변화가 없었다.

마을 방송 시스템의 사용 주파수 대역 422 MHz에 적합한 P.1546 전파 모델은 적합한 예측 모델로 평가되고 있지만, 파라미터에 따라 값의 변동이 일어나므로 보다 정확한 예측 값을 위해서는 가로수, 나무 등에 의한 오차 원인 분석을 통한 마을 방송 시스템 표준 설계가 필요할 것으로 보인다. 또한, 지역의 특성에 따라서 서비스 커버리지의 면적이 달라지는 점과 주변 마을 회관의 위치를 고려하여 인접마을에 간섭을 주지 않도록 마을 방송시스템 개발에 대해 고려해야 할 것이다.

본 논문의 자료를 토대로 디지털 마을 방송 시스템의 표준이 완성될 경우 제조업체간 공통된 기술을 적용함으로써 중복투자 방지, 마을에서 사용기기 변경용이 등이 기대되고, 무선으로 이동통신사업자가 제공하는 이동통신망에 접속하여 공지함으로써 장비 설치비, 장비 유지 보수비 등이 절감되는 효과를 볼 수 있다. 추후에 간이 무선국 분야의 새로운 비즈니스 모델을 창출 할 수 있을 것이다.

감사의 말씀

본 연구는 2015년도 정보통신 방송 표준개발 지원사업(과제번호 R0127-15-1001)의 일환으로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] RRA technical regulation notification, July.2014.
- [2] ETSI TS 102 658, "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM); digital private mobile radio (dPMR) using FDMA with a channel spacing of 6,25 kHz", Feb.2013. <http://www.etsi.org>
- [3] ITU-R Recommendation p.1546-4, "Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz," Oct. 2009.
- [4] Y. H. Kang and J. P. Chung "Analysis of prediction models for DTV field strength in domestic rural propagation environment," *The Journal of Korea Navigation Institute*, Vol 17, No 6, pp. 638-645, Feb. 2013.



최 다 슝

2015년 2월: 군산대학교 정보통신공학과 (공학사)
2015년 3월~: 군산대학교 전자정보공학부 (공학석사)
※관심분야: 위성통신, 이동통신, 표준화



강 영 흥

1984년 2월 : 한국항공대학교 통신공학과(공학사),
1993년 2월 : 한국항공대학교 대학원 전자공학과(공학박사),
1995년 8월~1996년 8월 : 일본 오사카대학 개원교수,
1990년 4월~현재 : 군산대학교 전자정보공학부 교수
1986년 2월 : 한국항공대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1988년 3월~1990년 2월 : 한국항공대 통신공학과 조교
2003년 8월~2005년 2월 : 영국 York대학 방문교수
※관심분야 : 위성통신공학, 통신공학, 이동통신공학, 정보통신 표준화, USN