

<별책 3>

최종 연구개발 결과보고서

공공자가업무용 주파수 연구

2008. 12. 31.

주관연구기관 한국전파진흥협회
방 송 통 신 위 원 회

최종 연구개발 결과보고서

공공자가업무용 주파수 연구

2008. 12. 31.

주관연구기관 한국전파진흥협회
방 송 통 신 위 원 회

제 출 문

방송통신위원장 귀하

본 보고서를 전파방송정책연구의 최종 연구개발결과보고서로 제출합니다.

2008년 12월 31일

주관연구기관 : 한국전파진흥협회

연구 책임자 : 정찬형('08.4-12)

참여 연구원 : 신현욱('08.1-12)

정신교('08.1-12)

구재일('08.1-12)

김민수('08.9-12)

서지영('08.1-12)

성호석('08.1-12)

강현정('08.1-12)

김현진('08.1-12)

김형준('08.1-12)

윤재중('08.1-12)

안준오('08.1-12)

곽기훈('08.1-3)

윤재중('08.1-12)

박미선('08.7-12)

요 약 문

1. 제 목

- 공공자가업무용 주파수 연구

2. 연구개발의 목적 및 필요성

오늘날 전세계는 급격한 인구 증가와 이산화탄소 배출량의 증가에 의한 기후변화로 인하여 기상이변, 지진, 홍수 등의 재난이 증가하고 있으며, 이러한 자연적 재난 증가와 미국에서 발생한 9.11테러, 우리나라에서 발생한 승례문 화재사건, 어린이 유괴 및 납치 사건과 같은 인위적 재난 증가는 공공안전 및 재난구조 측면에서의 새로운 멀티미디어 통신의 출현을 요구하고 있다. 특히, 통신재난은 다양한 원인에 의하여 예측 불가능하게 발생되고 있다. 홍수, 태풍, 지진, 해일, 낙뢰, 화산폭발과 같은 자연재해에 의해 통신설비들이 피해를 입기도 하고 화재, 정전, 테러, 전쟁 등의 재난에 의하여 통신서비스 장애가 발생하기도 한다.

오늘날 정보화의 진전에 따라 네트워크는 모든 경제활동의 근간이 되어 있으며, 재난이 발생하면 재난복구 및 구난 활동 등에 통신기능의 활용도가 더욱 높아진다. 통신 장애를 일으키는 통신재난이 발생하면 그 파급효과는 빠르고, 넓게 확산되는 경향을 보인다. 국내외적으로 국가 주요 활동의 정보통신 의존도가 증가하고, 정보통신 기반의 복잡도와 개방성이 증가하여 위협 및 취약성이 증대함에 반해, 통신 부문의 민영화에 따라 공공 부문 보호영역이 민간 부문으로 확대되어 다양한 위협에 노출되어 있는 실정이다.

이러한 공공부문의 통신서비스 지원의 요구에 따라 PPDR을 기반으로한 서비스가 실현되고 있다. 그러나 최근 u-city나 국공립기관에서 대국민 편익 증진을 목적으로 자가망 형태의 다양한 서비스 실현을 시도하면서 새로운 전파분야의 요구가 증대되었다.

본 공공자가업무에 관한 새로운 이번 연구의 목적은 공공의 목적으로 공공기관을 중심으로 구성코자 하는 자가망의 법적 도입 가능성 및 새로운 공공자가업무의 정의, 외국사례 분석 그리고 예상되는 주파수 분배 방안을 마련코자 한다.

3. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구에서는 다음의 주요 내용으로 연구를 추진하였다.

- 새로운 공공자가업무 정의
 - 추진 배경
 - 공공자가업무 정의
 - 자가망과 임대망 비교분석
- 국내외 공공자가업무 관련 주파수 이용 현황
 - ITU-R 및 APT 관련 동향
 - 미국의 주파수 이용 동향
- 상용 무선통신을 이용한 공공자가망 구현 가능성
 - 주요국 상용망 구축 사례
 - 상용 이동통신망을 이용한 공공자가망 구성
- 주파수 분배 필요성 검토
 - 기존 공공서비스 현황 및 문제점
 - 주파수 분배의 필요성
- 주파수 분배 후보대역 및 소요대역폭 산출
 - 주파수 분배 후보대역
 - 주파수 소요대역폭 산출

4. 연구개발결과

본 공공자가업무 주파수 연구를 통해 마련 된 주요 결과는 다음과 같다.

- 공공자가업무용 주파수의 정의
 - 공공을 목적으로 설립된 지자체 및 공공기관에서 자가망을 이용해 일반국민이나 유관기관에 정보를 제공하기 위해 제한된 서비스 지역 내에서 무선데이터

전송 기술을 위해 수집·가공·전송하기 위한 통신 서비스 주파수

- 공공자가업무용 관련 주파수 이용현황 분석
 - 국내 경찰청, 도로공사, 서울시 등 지자체에서 운용현황 및 추가 도입 계획
 - 미국, 유럽, 일본 등 주요국 주파수 분배 및 이용현황 분석
- 공공자가업무용 주파수 대역 제안 및 소요대역폭 산출 결과
 - 주파수 수요제기 대역인 4.9GHz대역을 포함한 PPDR 주파수 대역을 중심으로한 가능 대역 제안
 - 소요대역폭 산출 결과 : 180.14MHz(현재 서울시 무선 트래픽 예측결과 반영)

5. 활용에 대한 건의

본 연구 결과는 주파수 수요제기를 시작으로해 국내 처음 도입되는 전파분야로 기존의 PPDR과 상용망 이용 가능성에 대한 경계에 있는 새로운 정의가 요구가 되는 분야임을 확인했다. 앞절에서 확인된 연구결과를 토대로 차기년도 연구를 연속적으로 추진하여 공공자가업무의 명확한 정의 및 주파수 대역 분배를 위한 주파수 정책에 활용될 것이 제안한다.

6. 기대효과

국내 u-city 등 지자체, 경찰청, 도로공사 등에서 추진하는 무선 자가망 운영에 기준 마련으로 국내 새로운 전파분야의 정의와 함께 신규 관련 산업 활성화 뿐만 아니라 이용자 편리가 극대되어 다양한 서비스 적용이 기대된다.

목 차

제1장 서론	1
제2장 새로운 공공자가업무 정의	3
제1절 추진 배경	3
제2절 공공자가업무 정의	9
제3절 자가망과 임대망 비교분석	13
제3장 국내외 공공자가업무 관련 주파수 이용 현황	17
제1절 ITU-R 및 APT 관련 동향	17
제2절 미국의 주파수 이용 동향	19
제4장 상용 무선통신을 이용한 공공자가망 구현 가능성	25
제1절 주요국 상용망 구축 사례	25
제2절 상용 이동통신망을 이용한 공공자가망 구성	29
제5장 주파수 분배 필요성 검토	30
제1절 기존 공공서비스 현황 및 문제점	30
제2절 주파수 분배의 필요성	33
제6장 주파수 분배 후보대역 및 소요대역폭 산출	51
제1절 주파수 분배 후보대역	51
제2절 주파수 소요대역폭 산출	58
제7장 결론 및 향후 계획	65
[부록] 공공자가업무용 주파수 연구반 명단	67

제1장 서론

오늘날 전 세계는 급격한 인구 증가와 이산화탄소 배출량의 증가에 의한 기후변화로 인하여 기상이변, 지진, 홍수 등의 재난이 증가하고 있으며, 이러한 자연적 재난 증가와 미국에서 발생한 9.11테러, 우리나라에서 발생한 승례문 화재사건, 어린이 유괴 및 납치 사건과 같은 인위적 재난 증가는 공공안전 및 재난구조 측면에서의 새로운 멀티미디어 통신의 출현을 요구하고 있다.

특히, 통신재난은 다양한 원인에 의하여 예측 불가능하게 발생되고 있다. 홍수, 태풍, 지진, 해일, 낙뢰, 화산폭발과 같은 자연재해에 의해 통신설비들이 피해를 입기도 하고 화재, 정전, 테러, 전쟁 등의 재난에 의하여 통신서비스 장애가 발생하기도 한다.

오늘날 정보화의 진전에 따라 네트워크는 모든 경제활동의 근간이 되어 있으며, 재난이 발생하면 재난복구 및 구난 활동 등에 통신기능의 활용도가 더욱 높아진다. 통신 장애를 일으키는 통신재난이 발생하면 그 파급효과는 빠르고, 넓게 확산되는 경향을 보인다. 국내외적으로 국가 주요 활동의 정보통신 의존도가 증가하고, 정보통신 기반의 복잡도와 개방성이 증가하여 위협 및 취약성이 증대함에 반해, 통신 부문의 민영화에 따라 공공 부문 보호영역이 민간 부문으로 확대되어 다양한 위협에 노출되어 있는 실정이다.

통신시스템은 정보사회로의 발전에 따라 경제, 사회, 문화활동의 기반 인프라로서의 성격과 역할을 가지게 된다. 과거에는 통신이 단순히 의사소통의 수단으로 활용되었으나, 정보화의 진전에 따라 네트워크는 모든 경제활동의 근간이 되어 있으며, 이에 따라 통신재난이 발생하면 그 파급효과는 빠르고 넓게 확산되는 경향을 보인다. 오늘날 우리사회는 시민이 안전한 삶을 영위할 수 있도록 언제 어디서든지 발생할 수 있는 자연 발생적 재난재해, 인적 및 사회 발생적 재난에 대비하여, 재난현장의 다양한 정보를 담고 있는 대용량 데이터를 광대역의 무선 접속망을 활용하여 초고속 전송이 가능하도록 하는 공공안정망이 필요한 실정이다.

재난재해는 자연발생적 재난과 인적·사회 발생적 재난으로 나누어 볼 수 있는데, 그간 우리는 대규모의 자연발생적 재해재난의 예방, 대응, 복구에는 많은 투자를 아끼지

않았으나, 상대적으로 인적·사회적 재난의 예방과 대응에는 소홀해왔다. 그 결과, 최근 문화재 화재소실사건, 유아납치 및 살해사건 등 도시공간에서 다양한 사회 안전과 관련된 사고가 발생하였다. 이러한 사고는 전형적인 인적·사회적 재난이다.

이러한 사고로부터의 안전을 위해서 현재 공공기관 및 지방자치단체에서 CCTV를 활용한 방법서비스와 사회약자(어린이, 노약자, 지체부자유자 등)의 안전을 위한 서비스가 이동통신망을 활용하여 일부 시행되고 있으며, 서비스 지역과 대상을 확대하려는 정책을 추진 중이다. 그러나 지자체 등에서 공공안전망 갖추려는 정책을 추진하면서 유선망구축 비용이나 이동통신망 이용 요금 등 현실적인 문제에 직면해 있다.

이런 문제를 근본적으로 해결하기 위하여 공공기관 및 지방자치단체에서 유비쿼터스 도시를 추진하면서 도시설계에 공공안전 인프라가 적용된 지능화된 시스템을 구축하고 있다. 공공안전망은 위치인식센서, CCTV, 통신장비 등의 효율적인 연결을 위한 네트워크가 필요하며, 기존의 유선망과 WiBro 및 HSDPA 망을 효과적으로 활용하면서 구축 및 운용비용이 저렴하고 안정적인 서비스를 제공할 수 있는 무선 멀티미디어 통신망이 요구되고 있으며, 이러한 무선 멀티미디어 통신망을 구축하기 위해서는 광대역 전송이 가능한 새로운 주파수 대역이 필요하다.

앞으로 우리가 구축해 나갈 미래사회의 공공안전망은 자연발생적 재해재난은 물론 인적 사회적 재난의 예방과 대응, 나아가 사회약자로 분류될 수 있는 어린이, 노약자, 지체부자유자 등에 대한 보호까지 포괄적 개념의 무선 멀티미디어 통신망의 구축이며, 이러한 통신망을 구축하기 위해서는 광대역 무선 전송이 가능한 주파수 대역과 새로운 방식의 네트워크에 대한 연구가 필요하다.

본 보고서에서는 새로운 공공자가업무의 국내 적용을 위한 서비스를 정의하고, 미국·일본·유럽·국내외 공공자가업무 이용 현황을 각각 조사 정리한다. 또한 상용 무선통신을 이용한 공공자가망 구현 가능성을 검토하고, 공공자가업무용 주파수 분배 검토, 주파수 분배 후보대역 및 소요대역폭 산출을 통한 적정 주파수 분배 방안을 위한 마련코자 한다.

제2장 새로운 공공자가업무 정의

제1절 추진배경

최근 경찰청, 도로공사, 지자체 등이 비면허 대역을 이용하여 공공서비스 제공을 위한 무선 자가망을 구축하고 있어 중복투자, 망연동 및 호환성 확보의 어려움, 전파 환경 악화 등의 우려가 있고 있다. 한국도로공사의 고속도로 무선LAN 시범사업, 서울시 u-청계천 사업, 부산시 무선인터넷존 구축사업, 기상청 u-Weather 서비스, 강릉시 u-Blue City 구현 및 시범 서비스, 호텔내 무선랜 서비스, 도시교통정보수집 시스템 등을 들 수 있다. 이에 방통위 주도로 공공자가업무용 주파수 이용 실태를 분석하여 향후 수요에 대비하기 위한 주파수 이용계획 및 기술 표준안 마련 등을 위한 연구를 추진한다.

1. 주파수 수요제기

‘08년 6월에 공공 안전 및 재난 통신용으로 표 2-1과 같이 4940-4990MHz 대역에 대한 수요가 주파수 수요제기 창구(www.spectrum.or.kr)를 통해 접수되었다.

<표 2-1> 공공안전 및 재난통신 주파수 수요제기 신청서

서비스 용도	공공 안전 및 재난 통신
사용주파수대	4940~4990 MHz
소요대역폭	50MHz
서비스 발전전망	“사회안전에 대한 요구가 증가함에 따라, 지자체 및 행정부처 등에서는 공공안전을 위한 음성, 영상, 데이터를 동시에 전송 할 수 있는 광대역 무선 접속 서비스가 요구 됨 ☐ 사회 안전을 위한 공공 서비스 · 경찰, 소방, 응급 관련 기관에 가용성이 우수한 광대역 서비스를 제공하여 휴대용 및 차량 무선 광대역 인프라 서비스 제공 · 자연 재해와 인재 발생 시 생존성이 높은 대응 네트워크가 필요하며, 재난 시 인명탐색, 인명구조활동, 재난복구 및 비광관리 등을 위한 용도로 활용 · 어린이 안전 및 미아방지, 치매 노인 관리를 위한 위치추적 서비스 연계망 · 디지털 무선 CCTV를 통한 지능형 방범

소요량 산출근거	서비스유형 (용도)	사회안전	사용주파수대	4,940~4,990MHz
	출력	33dBm@20MHz 공중선 이득 9dBi (미국 FCC 기준)	소요 주파수대폭	50MHz (WRC-2003)
국내외 사례	□ 해외사례 o 무선랜을 이용한 지자체 무선망 사례 - 북미를 중심으로 국내 U-City 개념의 서비스가 지자체에 의해 활발히 제공되고 있음 - 도시 전체를 단일 무선 인터넷망으로 묶어 정보격차 해소 차원에서 모든 시민들에게 값싸고 편리하게 무선 인터넷 서비스를 제공하며, 행정의 효율화도 증대시키며, 관련 산업의 촉진 및 도시경제 활성화 촉진이 주 목적 임 - 미국 내 140개 이상의 지방자치단체에 의해 추진되고 중 템피 보스턴 시카고 휴스턴 필라델피아 등 대도시들도 참여) - 싱가포르, 도시 전역에 걸친 wireless SG 프로젝트 사례 - 중국, 북경 중심가(Xicheng) 공안 활용 공공안전망 구축 사례 - 유선망이 취약한 동남아 국가에서는 무선랜 메쉬네트워크를 통해 인터넷, VoIP, 비디오 스트림 서비스를 제공하고 있음 (인도 뭄바이, 방글라데시 치타공 등) - 아프리카의 경우 국가 통합 망의 개념으로 사업자와 제휴하여 전국에 걸친 무선메쉬 네트워크 인프라 구축 (케냐, 남아공화국 등) o. 4.9GHz 이용동향 - 미국 보스턴은 첫 번째로 WiFi 망을 구축한 도시로 4.9GHz 대역을 이용하여, 경찰청에서 우발적 범죄의 원격 화상 감시 및 국가 보안 등의 목적으로 동대역을 활용하고 있음 - 캐나다 온타리오주 쏘롤드시에서는 공공안전을 위해 4.9GHz대역 무선 메쉬네트워크 기술을 적용하여, IP기반의 원격 및 이동			

이와 관련해서 공공 안전 통신 도입 필요성 검토 및 국민안전과 공공복리에 필요한 서비스의 범위를 규정하는 등 공공 안전 통신 서비스의 범위 도출이 가장 필요하다. 또한 국토해양부, 지자체, 경찰청 등이 자가망을 구축하여 제공하는 공공 안전 서비스를 조사하고, 업무간 중복을 검토하고, 미국, 일본, 유럽 등 각국 공공 안전 통신용 주파수 이용 현황을 비교 분석하고, 주요국 공공안전통신 정책 등 연구 통한 주파수 정책을 도출하고자 '08년 8월 22일 공공자가업무용 연구반 Kick-off 회의를 개최 하였다.

2. 국내 주파수 이용 현황

수요제기된 주파수 4940-4990MHz 대역은 국내 주파수 분배표 고시(방송통신위원회고시 제2008-45호)에서, 고정중계용으로 이용중으로 장거리 해안 및 도서구역을 제외하고는 현재 이용중인 장비의 수명 만료시까지만 고정중계용으로 이용할 수 있다.

<표 2-2> 국내 4940-4990MHz 대역 분배 현황

4800 — 5350 MHz				
국 제			한 국	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역	주파수대별 분배	용 도 등
4800-4990 고정 이동 5.440A 5.442 전파천문 5.149 5.339 5.443			4800-4990 고정 전파천문 5.149	고정MW중계 K151D

K151D
 3600~4200 MHz, 4400~5000 MHz 및 7000~7100 MHz 주파수대역의 고정중계용 시설은 장비 수명 만료 이후 해당 용도의 타 주파수대역으로 이전하여야 한다. 다만, 4400~5000 MHz 주파수대역은 장거리 해안 및 도서지역 구간에 한해 사용을 허용한다.

현재 국내 공공자가업무 수요제기 기관에서는 도로정보 및 긴급상황 영상 정보제공 등 다양한 정보수집 요구에 대응하고 기존 유선망을 2.4GHz와 5.8GHz 대역 무선랜을 이용하여 기존 음성서비스 위주에서 영상 및 데이터 전송이 가능토록 시설구축 및 추진을 계획중에 있다.

- 경찰청 : Wi-Fi기반 u-스콜존 15개소 및 UTIS (Urban Traffic Information System) 구축사업 추진 중
3G영상폰을 이용한 긴급상황 영상 전송 체계 구축예정
- 도로공사 : 판교-오산간 고속도로 USN기반 무선랜 시범사업 추진 중
무선랜 MESH기술을 이용한 순찰차 웹카메라 영상전송, 인터넷라디오 방송, 소출력 FM 교통정보 전송 등 서비스 제공 중
- 서울시 : 무선 CCTV망을 이용한 도로시설 관리 및 무선BMS 구축예정

3. 국제 주파수 이용 현황

ITU에서는 경찰, 소방, 의료기관 등이 재난구조 및 공공안전 목적으로 음성 및 멀티미디어 통신이 가능한 세계적 공통 주파수 분배에 실패하였지만(PPDR¹⁾ 후보 대역에 IMT-2000 시스템을 보급하려는 국가가 많음), WRC-2003에서는 지역별로 공통 주파수를 지정하고 각 주관청의 사용을 촉구하고 있다.

- 1지역(유럽) : 380~385MHz, 390~395MHz
- 2지역(미국) : 746~806MHz, 806~869MHz, 4,940~4,990MHz
- 3지역(아시아) : 406.1~430MHz, 440~470MHz, 806~824MHz, 851~869MHz, 4,940~4,990MHz, 5,850~5,925MHz

가. 미국

미국은 아래 표 2-3과 같이 4940-4990MHz 대역을 PPDR 용도로 이용하고 있으며, CFR §90.1213에 따르면 5, 10, 15 또는 20MHz 채널 대역폭으로 총 18개 채널을 운용 중이다. 연방정부의 면허 허가를 받은 기관에 한하여 공공 안전을 지원하는 목적으로만 운용된다.

<표 2-3> 미국 4940-4990MHz 대역 채널 현황

Center frequency (MHz)	Channel Nos.
4940.5	1
4941.5	2
4942.5	3
4943.5	4
4944.5	5
4947.5	6
4952.5	7
4957.5	8
4962.5	9
4967.5	10
4972.5	11
4977.5	12
4982.5	13
4985.5	14
4986.5	15
4987.5	16
4988.5	17
4989.5	18

1) PPDR(Public Protection and Disaster Relief) : 공공안전과 재난구조

- 기반망이 존재하지 않거나 파괴되어 기존의 통신 시스템 활용이 불가능한 지역이나 사람의 접근이 불가능한 지역에서의 재난 및 재해상황을 해결하기 위한 통신 서비스 제공

나. 유럽

유럽은 아래 표 2-4와 같이 4940-4990MHz 대역을 국방 시스템, 전파 천문 등으로 이용하고 있다.

<표 2-4> 유럽 4940-4990MHz 대역 분배 현황

4800 - 4990 MHz			
FIXED	FIXED	Defence systems	EU20
MOBILE 5.442	MOBILE except Aeronautical Mobile	Mobile applications	Harmonised military band for fixed and mobile systems
Radio Astronomy	Radio Astronomy	Passive applications	For coordinated SAB/SAP applications for occasional use
5.149	5.149 EU27		Space Research and EES (passive) above 4950 MHz in some countries
5.339	5.339		Continuum measurements.
		Radio astronomy applications	Continuum measurements and VLBI

다. 일본

일본에서는 아래 표 2-5와 같이 4940-4990MHz 대역을 고정업무로 분배되어 상업용 통신서비스로 이용하고 있으며, 동대역 고정업무는 2012년 11월 30일까지 이용할 수 있고, 이동업무는 2010년 1월 1일부터 이용이 가능해진다. 2007년 발표된 일본 주파수 재배치 계획에 따르면, 4GHz 대역은 4G 이동통신 주파수 대역으로 검토 중이며, 광통신으로의 대체나 6GHz 이상 대역으로의 재배치 등을 검토하고 있는 중이다.

<표 2-5> 일본 4940-4990MHz 대역 분배 현황

INTERCONTINENTAL (MHz)			JAPAN (MHz)		Purpose of Radio Stations	Conditions for Use of Frequency
Region 1 (1)	Region 2 (2)	Region 3 (3)	(4)		(5)	(6)
4800-4900	FIXED	MOBILE 5.442 Radio Astronomy	4800-4900	FIXED	Commercial Telecommunications Service	The use of this frequency band in the Fixed Service is allowed only until 30 November 2012.
			702	MOBILE	Commercial Telecommunications Service	The use of this frequency band in the Mobile Service will be allowed from 1 January 2013.
			4900-5000	Radio Astronomy		
	5.149 5.339 5.443		702 179	FIXED	Commercial Telecommunications Service	The use of this frequency band in the Fixed Service is allowed only until 30 November 2007. However, the use of this frequency band in the Fixed Service within the area that specified public stations may be established under MPEPT Ministerial Announcement No.612, 2004 is allowed only until 30 November 2004.

4. 주파수 수요제기 검토결과

이상에서 주파수 수요제기된 주파수 대역에 대한 국내외 주파수 이용현황을 분석하였다. 국내에서는 현재 방송용 고정중계용으로 사용되고 있어 간단한 주파수 간섭 분석을 통한 분배 가능성을 확인할 수 있다. 그러나 ITU-R 권고에 따라 4.9GHz대역에 주요국이 PPDR 전용 주파수 대역 사용을 권장하고 상황에서 수요제기된 공공자가업무용으로 분배 가능성에 대한 당위성은 약하게 보인다.

본 연구반에서 공공자가업무용의 서비스 정의와 함께 수요제기된 주파수 대역을 포함한 제2의 주파수 대역의 활용 방안을 검토하고, 기존 상용망을 이용한 공공자가업무 서비스 가능성을 논의코자 한다.

제2절 공공자가업무 정의

사회안전에 대한 요구가 증가함에 따라, 지자체 및 행정부처 등에서는 공공안전을 위한 음성, 영상, 데이터를 동시에 전송 할 수 있는 광대역 무선 접속 서비스가 요구됨에 따라 공공 안전 및 재난 통신용으로 4940-4990MHz 대역에 대한 수요가 증가하고 있다.

현재 국내에서는 방송용 고정통신으로 분배되어 있으며 국제적으로는 PPDR²⁾ 주파수로 ITU-R에서 분배를 권고하고 있다.

가. 서비스 분류

국내 처음 도입되는 공공자가업무의 서비스 정의를 아래와 같이 TTA에 채택('06년 11월)된 u-City 서비스 분류체계 98개 및 표준모델 6개가 TTA의 단체 표준을 근간으로 하였다. u-City 서비스 분류는 크게 공공, 비즈니스 및 생활분야의 3가지로 구분되며, 공공분야 61개, 비즈니스 분야 18개, 생활분야 19개로 서비스가 분류된다. 그리고 공공부문 서비스(49개)는 서비스 운영주체가 지자체이며, 도시안전, 환경, 도시관련 업무의 효율성 및 대시민 서비스를 높이기 위한 서비스이다. 비즈니스 부문 서비스(18개)의 서비스 운영주체는 민간이 되며, 자산관리, 업무환경 지원, 마케팅 등 효과적인 기업활동 지원을 목적으로 하는 서비스를 의미한다. 또한 생활부문 서비스(19개)의 서비스 운영주체는 지자체 또는 민간이 되며, 근린생활, 여가/오락, 교육 및 보건 등 편리하고 안전한 주거생활을 목적으로 하는 서비스를 규정하고 있다.

그중 공공자가업무 서비스 정의를 위해 아래 표 2-6과 같은 공공부문 서비스 49개 항목을 우선적으로 규정하고, 수요제기 기관별 성격에 맞는 추가적인 서비스 분류를 규정기로 하였다.

2) PPDR(Public Protection and Disaster Relief) : 공공안전과 재난구조

- 기반망이 존재하지 않거나 파괴되어 기존의 통신 시스템 활용이 불가능한 지역이나 사람의 접근이 불가능한 지역에서의 재난 및 재해상황을 해결하기 위한 통신 서비스 제공

<표 2-6> 공공자가업무 서비스 분류-TTA u-City 서비스 분류체계 참조

대분류	중분류	세분류		단위서비스명
공공부문	도시기반 시설물	지상시설물		지상시설물 정보수집/제공서비스
		지하시설물		지하시설물 정보수집/제공서비스
		검침		원격검침서비스
	교통	도로교통	교통안전	차량안전지원 서비스
				보행자 교통안전 서비스
				교통사고처리서비스
			교통제어	교통량 감시 서비스
		지도/단속		지능형 무인단속 서비스
				건인차량추적서비스
				불법주정차 단속서비스
		전자결제		교통요금 전자결제서비스
				공공주차장관리서비스
		철도	교통정보안내	철도교통정보안내서비스
	일반행정지원	항공	교통정보안내	항공교통정보안내서비스
		항만	교통정보안내	항만교통정보안내서비스
		현장업무지원		현장업무처리서비스
		민원발급/처리		원격 민원발급서비스
		대민지원		전자행정정보 제공서비스
				맞춤형 생활정보 서비스
				시민참여 행정서비스
	방법/치안	단속		불법 쓰레기 투기감시 서비스
공공부문	사회복지	장애인		시각장애인을 위한 시설안내서비스
				장애인 안전보행 서비스
		노약자		노약자 안전확인 서비스
				독거노인 안전관리 서비스
				미아방지 서비스
	보건/의료	시설관리	장애인 복지시설 관리서비스	
		보건시설	보건시설 관리서비스	
		의료	공공복지 의료서비스	
		응급구조/이송		응급구조 서비스
				응급환자 이송서비스
	문화/관광	정보안내		관광정보 종합안내서비스
				문화행사 안내서비스
		문화재 관리		문화시설정보 및 안내서비스
		관광지원		문화재 관리서비스
공공분야	환경	환경시설물		전자여권 서비스
		단위오염 관리	환경시설물 관리 서비스	
			대기	대기오염 감시 및 관리서비스
			수질	수질감시 및 관리서비스
			소음	소음감시 및 관리서비스
			악취	악취감시 및 관리서비스
		지도/단속		폐기물 관리서비스
	재난/재해	재난재해 관리/대처		상황안내 및 통제서비스
				응급복구 대책서비스
				대민구호서비스
				구조구급 서비스
	도시공간시설	시설안내		도시공간시설 안내서비스
				도시공간시설 편의제공 서비스
		시설관리		도시공간시설 관리서비스

나. 공공자가업무 정의

공공안전과 재난구조(PPDR) 주파수는 「기반망이 존재하지 않거나 파괴되어 기존의 통신 시스템 활용이 불가능한 지역이나 사람의 접근이 불가능한 지역에서의 재난 및 재해상황을 해결하기 위한 통신 서비스 주파수」라 할수 있다.

주파수 수요제기된 공공자가업무용 주파수는 이러한 공공안전과 재난구조(PPDR)과 유사성이 있으나 이용주체와 서비스 형태의 차이를 아래 표 2-7 같이 구분 한정키로 한다.

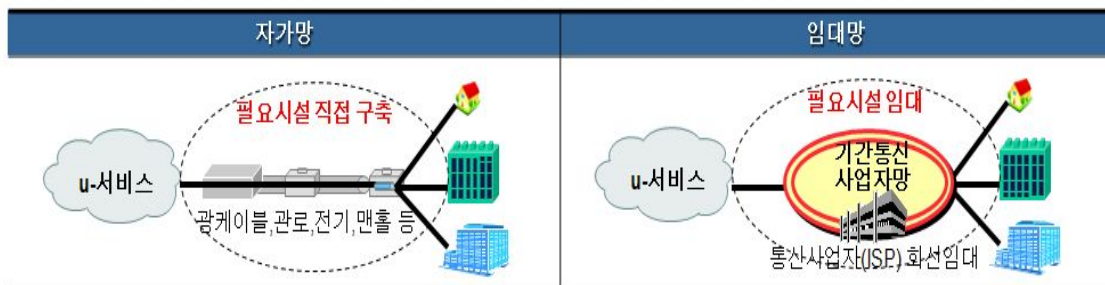
<표 2-7> 공공안전과 재난구조와 공공자가업무 서비스 비교

구분	공공안전과 재난구조	공공자가업무
이용목적	공공의 이익	공공의 이익
서비스 제공 주체	국가(중앙정부 또는 지자체)	공공기관, 지방자치단체
서비스 대상	일반국민, 관련 공공기관	일반국민, 관련 공공기관 (기관 이용자 또는 특정 서비스 대상)
서비스 범위	전국적 서비스	제한적 지역 서비스(Intranet)
망 운영 형태	공공(국가)망	자가(지자체, 기관)망
주요 서비스	국가 보안, 자연 재해·재난 (긴급 음성통화, TETRA 등)	무선데이터 전송기술 기반 서비스 · 수집된 영상·데이터 전송 기반 다양한 응용 서비스 가능 · 무선 인터넷 서비스 등

일반적으로 상용통신 인프라는 기간통신사업자에 의해 구축/서비스 되나, 공공통신인프라는 충주기업도시 자체 필요한 시설을 직접 구축/서비스 할 수 있는 자가망 운영방식과 기간통신사업자의 회선을 임대하여 사용하는 임대망 운영방식 중에 선택하여 사용하고 있다. 아래 표 2-8은 공공자가업무의 정의를 위한 자가망과 임대망의 용어정의이다.

<표 2-8> 공공자가업무 관련 법령

구분	법률적 용어	용어 정의	관련 법규
자기통신망 (자가망)	자가전기 통신설비	사업용 전기통신설비 외의 것으로 특정인이 자신의 전기통신에 이용하기 위하여 설치한 전기통신설비를 의미	전기통신기본법 제2조 전기통신기본법 제20조 (자기통신설비의 설치)
상용통신망 (임대망)	사업용 전기통신설비	전기통신사업에 제공하기 위한 전기통신설비로서 전기통신기본법 제7조 규정에 의한 기간통신사업자, 별정통신사업자 및 부가통신사업자가 설치, 운용 또는 관리하는 전기통신설비와 방송법 제2조 제14호의 규정에 의한 전송망사업자가 설치, 운용 또는 관리하는 전기통신설비를 의미	전기통신설비기술기준에 관한 규칙 제3조(정의)



<그림 2-1> 자가망 임대망 정의

이상의 내용을 정리하면, 공공자가업무 주파수의 정의는 「공공을 목적으로 설립된 지자체 및 공공기관에서 자가망을 이용해 일반국민이나 유관기관에 정보를 제공하기 위해 제한된 서비스 지역 내에서 무선데이터 전송 기술을 위해 수집·가공·전송하기 위한 통신 서비스 주파수」라 규정할 수 있다. 추후 본 연구를 통해 마련된 정의(안)에 대한 보완 연구를 통해 주파수분배 및 용도 부여에 적용이 필요할 것으로 예상된다.

제3절 자가망과 임대망 비교분석

1. 관련 법령

임의의 도시의 공공 통신인프라를 자가망으로 구성할 경우 고려되는 법적 근거를 다음과 같다.

<표 2-9> 자가통신망 설치에 대한 법적 검토

법 조항	내용
정보화촉진기본법 제2조 2항 (국가 및 지방자치단체의 책무)	국가 및 지방자치단체는 정보화의 촉진과 정보통신산업의 기반 조성 및 정보통신기반의 고도화를 위하여 필요한 시책을 수립 시행하여야 한다.
전기통신기본법 제20조 1항 (자가전기통신설비의 설치)	자가전기통신설비를 설치하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 의하여 정보통신부장관에게 신고하여야 한다. 신고사항 중 대통령령이 정하는 중요한 사항을 변경하고자 하는 때에도 또한 같다.
u-시티 건설지원법 (2007.4월, 국무회의 의결)	자가망 구축 긍정적 검토
국무회의 (2006.8.29) 결정사항	정통부 소관 업무 중 △자가전기통신설비 설치 신고 및 변경신고 △자가전기통신설비 설치 확인 △비상시 통신의 확보 △시정명령 △과징금 부과 징수 △과태료 부과 징수 등 6개 업무 이양 결정

이상의 내용을 통해서 도시의 정보통신기반 고도화를 위하여 자가통신망 구축 추진이 예상되며, 자가망 설치 신고 및 권한에 대해 지방자치단체로 이양 예정에 따라 구축 추진과정이 수월할 것으로 예상된다.

2. 자가망과 임대망 특성

자가망과 임대망은 최초 구축에 필요한 구성요소와 운영 및 관리주체에 있어 차이가 있으며, 이에 따른 활용성, 확장성, 비용면에서 각각의 장단점을 보유하고 있다.

자가망과 임대망은 초기 투자비용과 운영 망 수요에 따라 적용 차이가 있으며, u-City와 같은 IT관리 수요가 광범위한 곳에서는 자가망 구축이 유리하다.

<표 2-10> 자가망과 임대망 특성 비교

구분		자가망	임대망
구성개요		도시 내 제공예정인 u-서비스 설비에 대해 자체 유무선 인프라를 구축하여 직접 관리/운영하는 방식	도시 내 제공예정인 u-서비스 설비에 대해 통신사업자에서 제공하는 임대 회선을 연결하여 서비스를 제공받는 방식
시설	관로	공동구 또는 통신관로 구축 필요	불필요 (임대사업자가 별도 구축)
	광케이블	전량 포설	불필요 (임대사업자가 별도 구축)
	전달망장비	자체 구매	자체구매 또는 임대 가능
	가입자망장비	자체 구매	자체 구매
통신망 활용성		서비스 목적, 용도에 따른 융통성 있는 활용	임대 통신사업자와 협의 후 활용
보안성/확장성		독자적인 망 사용으로 인한 보안성 우수 향후 망 확장 및 변경에 대한 대처 가능	임대 통신사업자 보안서비스에 의존 망 확장 및 변경에 대한 제약 가능성
비용		초기 투자비 별도 소요 유지 관리비용 발생	초기 투자비용 최소화 가능 임대 회선수 증가에 따른 비용 급격 증가

3. 비용 분석 기준

자가망과 임대망의 운영 효율성 대비 비용분석을 위해 자가망은 초기 투자비용과 운영 유지비용을, 임대망은 대역폭 당 전용회선 임대요금에 대한 기준을 설정하였다.

공통기준	통신망 운영 인력에 대한 수요는 자가망, 임대망 동일한 것으로 가정 : 비용 산정 제외 자가망, 임대망 모두 인프라에 운영되는 유무선 구성 장비는 동일한 것으로 가정 : 비용 산정 제외 u-서비스 수요 범위를 지원할 수 있는 회선수량과 대역폭으로 규모 및 범위 가정
------	---

<표 2-11> 자가망 비용 및 임대망비용 분석기준

자가망 비용 분석기준	임대망비용 분석기준
• 초기 투자비용 - 유선인프라 구축 비용은 광케이블 구축 비용으로 산정 - 광케이블 소요 산출 근거 · 충주기업도시 개발계획 내 교통계획 중 기업도시 내 가로망 계획에 따라 산정한 대로와 중로 거리 적용 · 대로 : 6.6km, 중로 : 11.8km = 광케이블 규모를 18.4km로 가정 - 광케이블 구축 비용은 관로, 선로, 전기선 구축 비용을 포함하며 일반적인 도로 굴착을 통한 매설 비용으로 적용 - 광케이블의 일반적인 도로 굴착을 통한 매설 비용은 자재 및 인건비 포함 1Km 당 약 2억 원 소요 • 운영 유지비용 - 운영 유지비는 1년간 무상 유지보수 조건 - 이후 유상유지보수료는 총 구축비용의 6%로 가정	• 전용회선 요금 산출 근거 - 초고속 국가망 전용회선 이용 가격 적용 - 상위 대역폭 요금은 현 최상위 요금 준용 산정 • 단기/중기/장기별 - 2012년 이전 단기 구축 간 임대 요금 산출 - 2015년 이전 중기 구축 간 임대 요금 산출 - 2016년 이후 장기 구축 간 임대 요금 산출

4. 주체별 장단점 분석

임자가망과 임대망의 투자 및 운영주체에 있어 차이점은 기초 인프라 부문에 대한 투자 및 운영주체의 차이이며, 기업도시의 지속적인 발전에 대한 통신인프라의 확대가 보장되는 방향으로 주체를 정립하였다.

<표 2-12> 기초인프라 부문 투자 및 운영 주체 별 장단점 분석

구 분	자가망	임대망
주 체	지자체	기간통신사업자
장 점	• 향후 확장 및 추가 설비 용이 • 운영 및 유지보수 용이 • 물리적 보안 용이	• 초기 투자비 낮음 • 운영관리에 있어 편리 : 기간통신사업자 위임
단 점	• 초기 투자비 높음 • 운영관리에 대한 비용 발생	• 회선이용률 증가에 따른 임대비용 급증 • 자유로운 확장, 추가 설비 곤란 • 물리적 보안 낮음

충주 기업도시와 같은 u-서비스 이용 수요 급증이 예상되는 곳에서는 임대망 운영 시 향후 이용회선 급증에 따른 임대료 부담이 예상되므로, u-서비스 상황변화에 대해 유연하게 대처할 수 있는 자가망 구축이 타당하다고 할 수 있다.

5. 타사 분석 사례

국내 추진 및 계획 중인 타 u-City에서의 통신인프라 운영방식에 대한 분석을 통해 자가망과 임대망의 선호도를 분석하였다.

<표 2-13> u-City 통신인프라 운영방식 추진현황

구 분	도시명	통신인프라 추진방안
기업도시	원주기업도시, 태안기업도시	자가통신망 방식으로 추진
신도시	동탄신도시, 파주신도시, 흥덕신도시, 판교신도시, 광교신도시, 행정복합신도시	자가통신망 방식으로 추진 중이며, 일부는 자가통신망 위주에 일부 임대망 병행
기존 도시	서울시, 강남구, 강북구, 영등포구, 강서구, 은평구, 부산시, 인천 남동구	자가통신망 방식으로 추진

자가망 선정 사유는 u-서비스 수요 대비 비용 산정 분석결과 일정기간 누적 비용이 임대망보다 경제적인 것으로 예측되었다, 기업도시와 신도시의 경우 토목공사와 병행 시 자가통신망 구축이 수월하고 경제적이며, 기존 도시의 경우도 광전송기술의 발달로 정보고속도로 및 CCTV 등의 임대비용 대비 자가망 구축 시 경제적인 것으로 판단된다.

u-City 구축을 추진 중인 타 도시의 경우 자가망 구축을 모두 추진 중이며, 이는 공통적으로 향후 급증하는 서비스 회선수량과 대역폭 수요 급증에 유연하게 대처하고, 향후 발생될 회선 임대료 부담을 예상함에 따라 공통적으로 선택한 것이라 할 수 있다.

제3장 국내외 공공자가업무 관련 주파수 이용 현황

제1절 ITU-R 및 APT 관련 동향

WRC-00에서 PPDR 전파통신을 위한 범세계적인 통신 규격 및 이용 주파수 확보가 필요함을 공감하여 육상에서의 보다 효율적인 재난 구조 및 응급조치를 위한 전 세계 또는 지역별 공통 주파수 분배를 목적으로 WRC-03 의제로 채택하였으며, 미국 및 아시아 지역에서 광대역 PPDR 서비스를 위해 4,940~4,990MHz대역을 분배하였다.

- ※ 1지역(유럽) : 380-385MHz, 390-395MHz
- 2지역(미국) : 746-806MHz, 806-869MHz, 4,940-4,990MHz
- 3지역(아시아) : 406.1-430MHz, 440-470MHz, 806-824MHz,
851-869MHz, 4,940-4,990MHz, 5,850-5,925MHz

2005년 9월 APT/AWF회의에서 아시아 태평양지역의 멀티미디어 Broadband PPDR 통신망 사용 할 것을 권고 하였으며, 2007년 11월 한국에서 열린 APT회의에서 PPDR 응용을 위한 4940~ 4990MHz 대역 이용 권고안에 대한 Revision을 하였다.

본 권고안에서는 전세계 PPDR 서비스의 수용, PPDR 장비의 국제적 이용 및 무선 랜과 같은 상용기술을 이용하여 경제성 있는 PPDR 기술개발을 위해 주파수 조화(Harmonization)가 필요하며, 주파수 조화를 통해 상호운영성의 증가, 광범위한 장비 개발을 통한 경제성 있는 시스템 구성, 개선된 주파수 계획 등의 기대효과를 가져올 것으로 보고있다.

채널 대역폭은 5~20MHz을 권고하며, 출력은 IEEE 802.11a와 유사하게 활용할 수 있으며, 기존 5GHz대역 무선랜 장비를 수정하여 쉽게 4.9GHz대역 활용이 가능하게 하여 빠르고 경제성 있는 주파수 이용을 할 수 있을 것으로 보고 있다.

<표 3-1> 4.9GHz PPDR 서비스를 위한 APT 권고안(Rev.1)

Example power limits for transmitters in 4940-4990 MHz by PPDR applications

Channel Bandwidth (MHz)	Low power peak transmitter power (dBm)	High power peak transmitter power (dBm)
5	14	27
10	17	30
15	18.8	31.8
20	20	33

Example parameters of BWA system to support PPDR applications

<u>Channel Spacing</u>	<u>Occupied bandwidth</u>	<u>Peak transmitter power</u>	<u>Peak equivalent isotropic radiated power</u>
<u>5 MHz</u>	<u>4.5 MHz</u>	<u>24 dBm and 17 dBm/MHz</u>	<u>37 dBm</u>
<u>10 MHz</u>	<u>9.0 MHz</u>		
<u>20 MHz</u>	<u>19.7 MHz</u>		

* Listen-before-transmit protocol is used to avoid interference.

제2절 미국의 주파수 이용 동향

2003년 미국 FCC는 4.9GHz대역 50MHz를 공공안전 서비스를 위해 할당 함. 미국의 공공안전기관들은 4.9GHz대역을 통해 스트리밍 영상, 데이터 접속, 지도 및 실종자의 사진과 같은 mission-critical(NASA에서 사용한 용어로 절대적으로 중요한 의미) 전송을 위해 활용하고 있다.

무선랜과 같은 상용 기술을 이용하여 차량 이동 중에 공공안전 관련한 응급처리 및 신속한 대응을 위한 용도로 이용하고 있으며, 주파수 이용조건은 면허 부여 방식으로 4.9GHz대역 면허는 지자체 및 정부 기관 등 법률적 관할권 내에 승인된 채널을 사용하도록 면허를 부여하고 있다.

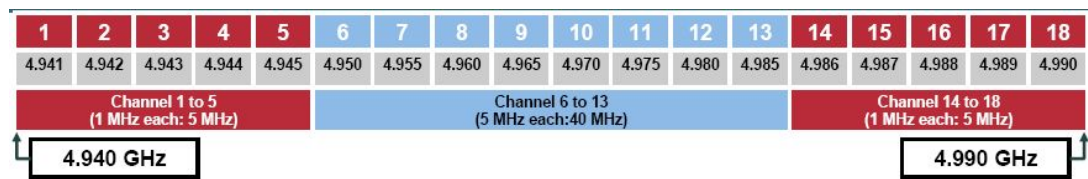
모든 면허는 서로 공유되어지며, 승인된 지역 내에서 다른 면허와 주파수 이용에 대한 조정을 해야 하며, 면허는 10년 동안 부여 되며, 기지국 및 이동장치 등이 면허의 대상이 된다.

1. 미국의 4.9GHz대역 밴드 플랜

미국은 광대역 공공안전 서비스를 위해 다음 표와 같이 4.940.5 ~ 4989.5MHz 구간에 1, 5, 10, 15, 20MHz 대역폭을 사용한다.

<표 3-2> 미국의 4.9GHz대역 채널 대역폭

Center Frequency (MHz)	Channel Numbers	Channel Bandwidth (MHz)
4940.5	1	1
4941.5	2	1
4942.5	3	1
4943.5	4	1
4944.5	5	1
4947.5	6	5
4952.5	7	5
4957.5	8	5
4962.5	9	5
4967.5	10	5
4972.5	11	5
4977.5	12	5
4982.5	13	5
4985.5	14	1
4986.5	15	1
4987.5	16	1
4988.5	17	1
4989.5	18	1



이때, 송신출력은 스펙트럼 마스크에 의해 제한되며, FCC는 4.9GHz대역에 두 개의 스펙트럼 마스크를 적용하고 있다. 그 중 소출력 서비스를 위해 DSRC-A 스펙트럼 마스크를 사용하며, DSRC-C는 고출력 서비스에 적용 된다. DSRC-A는 일반적 무선랜(IEEE 802.11)에 사용되는 기준이며, 고출력 장비를 위해서는 DSRC-C가 사용 된다. 즉, 다음과 같이 전송 출력은 채널 대역폭 별로 다음과 같이 제한하고 있다.

<표 3-3> 미국 FCC 4.9GHz대역 송신출력

채널 대역폭(MHz)	고출력 시스템(dBm)	소출력 시스템(dBm)
1	20	7
5	27	14
10	30	17
15	31.8	18.8
20	33	20

다음 표는 4.9GHz대역 공공안전 서비스와 일반적인 무선랜 기술과 비교하였다.

<표 3-4> 4.9GHz 공공안전 서비스와 무선랜 기술 비교

사 양	802.11a	802.11b/g	4.9GHz
대 역	5GHz	2.4GHz	4.9GHz
총 대역폭	• 5.25~5.35GHz: 100MHz • 5.470~5.650GHz: 180MHz • 5.725~5.825GHz: 100MHz	84MHz	50MHz
채널 대역폭	20MHz	22MHz	5, 10, 20MHz
스펙트럼 마스크	DSRC-A	DSRC-A	DSRC-C
출력(EIRP)	22, 29, 35dBm	36dBm(FCC) 30dBm(ETSI)	36dBm@5MHz 39dBm@10MHz 42dBm@20MHz

2. 미국의 광대역 무선 공공안전 서비스 동향

미국 메사췌세츠 브루클린은 면적 17.7Km²의 5만4천명의 인구가 살고 있는 도시다. 이 도시에서는 공공안전 및 상용 서비스를 융합하여 2.4GHz 및 5GHz대역 무선랜 대역과 4.9GHz대역 공공안전 주파수를 한 개 시스템으로 서로 공용하여 이용하고 있다.

경찰은 원격 접속하여 사건 사고에 대한 보고 및 조회를 하고, 이동하면서 차량 및 거리에서 영상 감시를 활용하여 전략적인 사건사고 해결을 하고 있다.



<그림 3-1> 미국 메사췌세츠 브루클린 공공안전 서비스

미국 피츠버그의 경찰국은 중앙통제센터에서 실시간 감시 및 적절한 사건에 대한 대응을 위해 무선 영상 감시 시스템을 무선랜 및 4.9GHz대역을 이용하고 있다. 경찰들에게 어느 장소에서든 중요 사건 지역의 네트워크 카메라의 pan-tilt-zoom(PTZ) 등의 기능에 대한 권한을 부여하여 차량의 번호판 인식, 사건 상황 파악 등 목적으로 활용하고 있다. 피치버그시는 영상감시 통해 80건 이상의 중요한 분쟁 해결에 활용했다고 한다.



<그림 3-2> 미국 피치버그시의 무선 영상감시 솔루션

캐나다 온타리오주 쏘롤드시는 82Km²의 면적으로 약 1만8천명 정도의 인구가 살고 있는 도시이다. 캐나다에서 첫 번째로 무선메쉬 메쉬네트워크 기반의 무선랜 및 4.9GHz대역을 이용하여, 공공안전, 빌딩 도면의 원격 접속을 통한 행정업무 지원, 버스 운행 정보 및 영상정보 제공 등 다양한 분야에 공공무선망을 활용하고 있다.

캐나다의 경우 캐나다 산업부의 전파관리전기통신국 (Spectrum Management and Telecommunications Sector of Industry Canada)에서는 2006년 공공안전 분야에 4.9GHz대역을 이용하는 것을 허가했으며, 관련 기술기준은 미국 FCC와 유사하다.



<그림 3-3> 케나나 솔리티시의 공공무선 자가망 구축

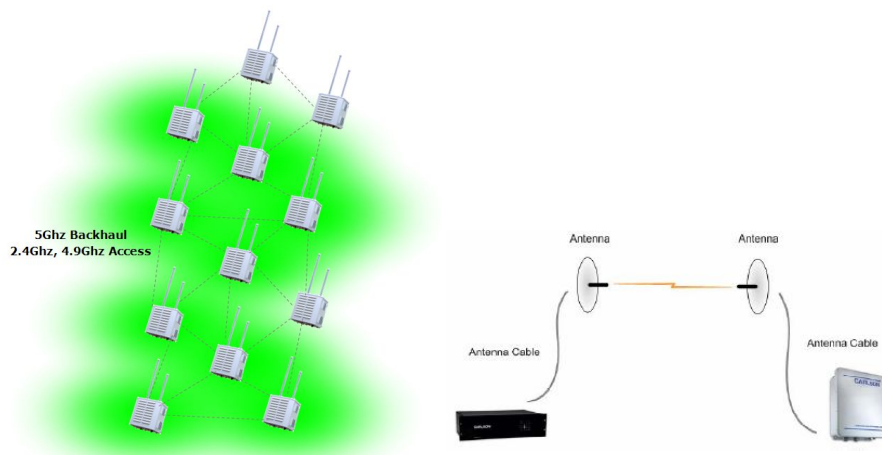
3. 미국의 관련 산업 동향

미국의 보스턴, 메사추세츠, 피츠버그 등 및 캐나다 솔로드 등에서 2.4GHz, 5GHz 대역 무선랜과 4.9GHz대역 공공안전 무선망을 통합하여, 지자체, 소방, 경찰, 교통 등 다양한 용도의 무선망으로 활용하고 있으며, 북미를 중심으로 모토로라, 시스코, 스트릭스시스템, 벨에어, 파이어타이드 등 무선메쉬 네트워크 전문 벤더들이 무선랜 메쉬 및 4.9GHz대역 시스템을 통합하여 솔루션을 제공하고 있다.

<표 3-5> 4.9GHz대역 시스템 비교

구 분	무선메쉬 기반	고정형
이용주파수	2.4GHz/5GHz/4.9GHz	4.9GHz
이동성	고속 이동성 지원	없음
이용기술	WiFi/WiMAX	WiFi/WiMAX
네트워크 구조	Mesh	Star
서비스 영역	도시기반	Hot Spot
단말기	PDA, WiFi Phone, NotePC 등	모뎀기반의 가입자 장치

4.9GHz대역은 무선랜 메쉬 네트워크 기술과 융합하여 공공안전 서비스를 이용하는 한편 다음 그림과 같이 점대점의 원거리 접속을 위해서도 이용되고 있다.



<그림 3-4> 4.9GHz 메쉬네트워크 및 고정형 시스템

4.9GHz대역 단말은 다양한 형태가 이용되고 있으며, 이동성을 지원하는 경우 차량용 단말과, PDA기반의 포터블 단말 등이 있으며 다음과 같은 형태의 단말이 이용 된다.



<그림 3-5> 4.9GHz대역 이동형 단말

그 외 영상 감시를 위한 무선 기반의 감시 카메라, 가로등, 신호등 등 공공 시설물 관리를 위한 무선 모듈 등이 있다.



<그림 3-6> 4.9GHz대역 영상 감시 및 시설물 관리 단말

제4장 상용 무선통신을 이용한 공공자가망 구현 가능성

제1절 주요국 상용망 구축 사례

1. 미국

미국은 기존 통신사업자의 초고속인터넷서비스 보급률이 낮고 이용요금이 높아 지자체 등의 통신서비스 제공에 대한 유인이 있어 자가망 구축을 통한 통신서비스 제공과 관련된 논란이 지속되고 있으나 대부분 실패로 돌아갔다.

가. 일부 주에서는 지자체의 통신서비스 제공을 법률로 제한

FCC는 지자체가 연방 통신법상의 사업자자 아니라고 판단하여 주 정부가 지자체의 통신서비스 제공을 금지할 수 있음을 확인하였고(2002), 대법원은 주 정부가 시 등 지자체의 통신서비스 제공을 금지·제한할 수 있다고 판결하였으며(2004), 현재 23개 주는 지자체의 통신서비스 제공을 제한하는 법률을 제정중이며 이중 20개 주는 규제 입법 완료한 상태이다.

※ 펜실베이니아주의 House Bill 30(2004)

- 기존 통신사업자가 망고도화 투자 등을 계획하고 있는 지역에서 지자체의 통신서비스 제공을 금지
 - 단, 통신사업자가 망고도화 및 서비스 제공을 포기할 경우에 한해 지자체의 통신서비스 제공 가능
- ⇒ 지자체와 민간 통신사업자간 경쟁을 제한하려는 취지이며, 통신사업자의 망고도화 및 통신서비스 제공의 우선권(Right of First Refusal) 보유를 규정

나. 자가전기통신설비를 이용한 사업 대부분은 수익성 악화로 고전

미국은 600여개의 공공기관이 초고속인터넷서비스를 제공 중이나 치열한 경쟁 및 예산을 초과한 구축·운영비 발생으로 수익성이 악화된 상황이며, 미국 소비자연합에

서 약 350개의 자가망을 이용한 초고속인터넷서비스 제공 사례를 조사한 결과 저렴한 가격, 인터넷 보급 확대, 원금 회수 중 한 가지도 달성하지 못한 사실을 확인했다.

또한 당초 계획과 달리 비즈니스 마인드 부재, 수익성 악화 및 운용비용 조달 어려움 등을 이유로 포기하는 사례가 증가하고 있는데, 그 예로 시카고시는 2007년 구축을 철회하였고, Earth Link는 필라델피아시와 휴스턴시에서 네트워크 철거를 발표하였으며, Metro Fi는 일리노이주 외 10여 군데의 시에서 네트워크 구축 중단을 발표한 바 있다. 또한 캘리포니아 칼넷은 98년 2천만 달러의 부채를 지고 매각하였으며 조지아주 마리에타시는 2천3백만 달러의 손실을 내고 매각하였다.

이와 같은 자가망을 이용한 사업실패의 피해는 세금을 납부하는 시민들의 부담으로 돌아가고 있으며, 추가비용 보전을 위한 외부 차입(오래곤주 애쉬랜드시), 보조금 수요 발생(아이오와주), 추가비용 발생을 요금인상을 통해 소비자에게 전가(메사추세츠주 브리엔트리시)시키고 있다.

다. 콩코드시의 자가망 컨설팅 용역결과(The Beacon Hill Institute)에 의하면 실패 확률이 60%로 나타남

워싱턴주 타코마시는 자가망 사업을 시작하여 손익분기점을 넘지 못하고 2년 동안 2천3백만 달러의 손실이 발생하였고 또한 구축비용도 4천만 달러로 예상했으나 실제로는 1억 달러를 초과하였다. 오하이오주 레바논시에서는 광 네트워크 구축에 5백만 달러를 예상했지만 실제 9백만 달러가 소요되었으며, 운용손실을 메우기 위해서는 추가적으로 천4백8십만 달러가 필요한 상황이며, 오래곤주 애쉬랜드시는 수백만달러의 추가 지출 보전을 위해 외부차입을 하였다.

<표 4-1> 4.9GHz대역 시스템 비교

구분	2002	2003	2004
매출	\$ 1,345,369	\$ 1,981,360	\$ 2,352,631
지출	\$ 2,971,027	\$ 3,547,487	\$ 3,655,359
이익	- \$ 1,625,658	- \$ 1,566,127	- \$ 1,302,728

2. EU

EU는 비도시 지역 등 기존 통신사업자가 초고속인터넷서비스 제공을 위한 설비를 구축하지 못한 지역을 중심으로 공공기관의 자가망 구축을 허용하고 있으나 민간 통신사업자에게 불공정할 우려가 있거나 시장실패를 개선할 수 없을 경우에는 규제를 부과하고 있다.

가. EU는 통신사업자가 초고속인터넷서비스 제공을 위한 기반설비를 구축하지 않은 지역에서 회원국 차원의 망 구축 허용

적정 투자보수 확보가 어렵거나 동일 서비스에 대해 도시지역보다 높은 수준의 요금을 부과해야 하는 경우에 한해 허용하고 있으며, 지자체 차원의 초고속인터넷 네트워크 투자에 대해서는 사례별로 검토하고 있으나, 최근까지는 기존 통신사업자의 투자유인 저해 등을 이유로 거의 허용하지 않고 있다.

나. 공공자금에 의한 시장왜곡을 방지하는 주 원조법(State Aid Rules)에 위반되는 경우 공공기관의 초고속인터넷 네트워크 구축을 규제

EU는 네덜란드 Appingedam시의 자가망 프로젝트 금지하고 있으며, 그 이유로 민간 통신사업자에게 불공정할 수 있고, 네덜란드 통신사업자 Essent의 이의신청이 있었으며, Appingedam시에 브로드밴드서비스가 제공되고 있어 광네트워크 구축은 중복투자이며 시의 자원이 브로드밴드서비스의 부적합한 요금 개선에 도움이 되지 않는다는 점을 들고 있다. 이와 같은 EU의 주 원조법에 대한 부적합 판단으로 아일랜드 Dublin 시의회는 무료 WiFi 제공 계획을 취소하였다.

※ 주 원조법(State Aid Rules) : 공공자금에 의해 경쟁이 왜곡되거나 불공정한 이익이 발생하는 것을 억제하여 시장을 보호하는 것이 목적

3. Asia

Asia 각국은 무선 초고속인터넷 활성화 등을 목적으로 정부와 민간 통신사업자가 협력하여 망 구축 및 서비스 제공을 하는 민·관협력모델을 추진하고 있으며, 서비스 제공은 통신사업자가 전담하고 있다.

가. 싱가포르의 무선 초고속인터넷 활성화를 목적으로 정부(IDA)와 통신사업자(싱텔 등 3개 통신사업자)가 협력하는 민·관협력모델 추진

정부는 일부 자금, 주파수 라이선스, AP 설치를 위한 가로등 등의 인프라 자원을 지원하고 통신사업자는 자금조달, 망 구축·운영, 서비스 제공 등의 역할을 수행하고 있으며, 정부는 전국을 동, 서, 북으로 나누고 3개의 통신사업자를 선정하여 통신사업자가 2년 동안 1억 달러 수준의 망 투자를 하고 IDA는 구축원가 중 3천만 달러 비용을 보전한다.

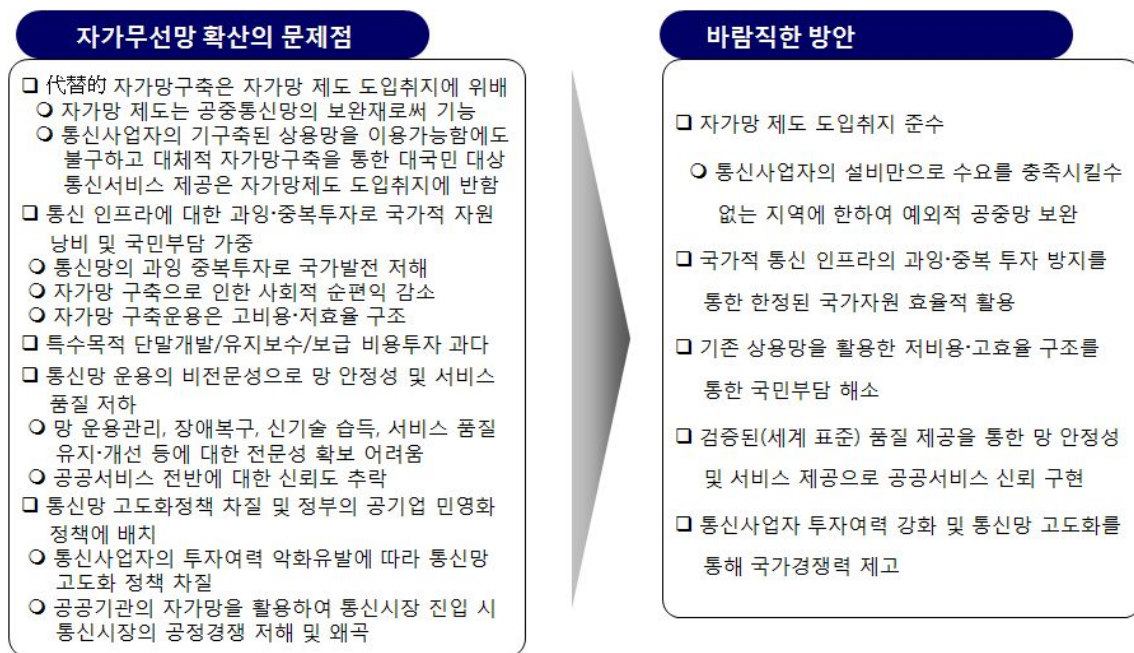
나. 타이페이는 초고속인터넷에 대한 접근 향상을 목적으로 시와 민간사업자(Q-Ware, Nortel)가 협력하는 민·관협력모델 추진

시는 가로등 등의 장비 설치장소와 시설을 제공하고 민간사업자는 투자비 조달, 망 구축·운영, 서비스 제공 등의 역할을 수행하여 Q-Ware에서 9천3백만 달러 수준의 망을 투자하였으나 높은 구축비용, 커버리지 제한 등 문제로 성공적이지 못하다는 평가를 받았다. 세부적으로는 예상보다 높은 구축비용으로 초기에는 10,000개의 AP를 구축할 계획이었으나 4,000개로 축소하였고, 전체 국민의 90%가 이용할 수 있도록 제공 계획이었으나 49% 수준에 그쳤으며, 고층 아파트, 빌딩 등이 많아 서비스 사각지대가 많이 발생한 점을 들 수 있다.

제2절 상용 이동통신망을 이용한 공공자가망 구성

일반적으로 상용 이동통신망을 기반으로 공공망 구성은 WiBro를 이용하여 서울시 등에서 도입하고 있는 버스 도착알림 서비스 형태로 사용되고 있다. 그러나 서울시와 같은 망 이용자측에서는 증가하는 통신요금의 부담을 가장 어려움으로 제기하고 있다.

그러나 기존 상용망 사업자 측면에서 보는 공공자가 업무는 현재의 이동통신 사업(서비스)의 범위내에서 해석하고 있어 자가무선망 확산의 문제점을 긍정적인 해석보다는 부정적 관점에서 자가망 제도 도입취지 위배 및 자가망 구축운용의 비경제성에 따른 국민부담 가중, 통신 인프라 과잉중복투자로 인한 국가적 자원낭비 등 방지를 위해 통신사업자의 기존 상용망 활용을 통한 한정된 국가 인프라의 효율적인 이용, 대국민 편의 제공 등 국가 경쟁력 제고 등을 제기하고 있다.



<그림 4-1> 자가무선망 확산의 문제점 및 방안

본 연구 결과에서는 이러한 자가망의 법적·경제적 당위성 보다는 현재 양측의 상황과 입장을 정리하는 단계로 마무리하고, 차기년도 연계 활동으로 문제점을 해결토록 할 예정이다.

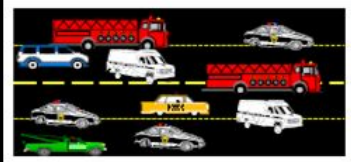
제5장 주파수 분배 필요성 검토

제1절 기존 공공서비스 현황 및 문제점

사회 약자(부녀자, 어린이 등) 유괴, 납치, 강도 등으로 인한 국민들의 불안감이 커져있는 상황에서 안심하고 생활 할 수 있는 사회적인 분위기 조성이 필요하며, 재난 재해 및 대형 인명 피해 등 사회의 복잡성이 증가 할수록 대형 사건, 사고가 증가하고 있는 상황이다.

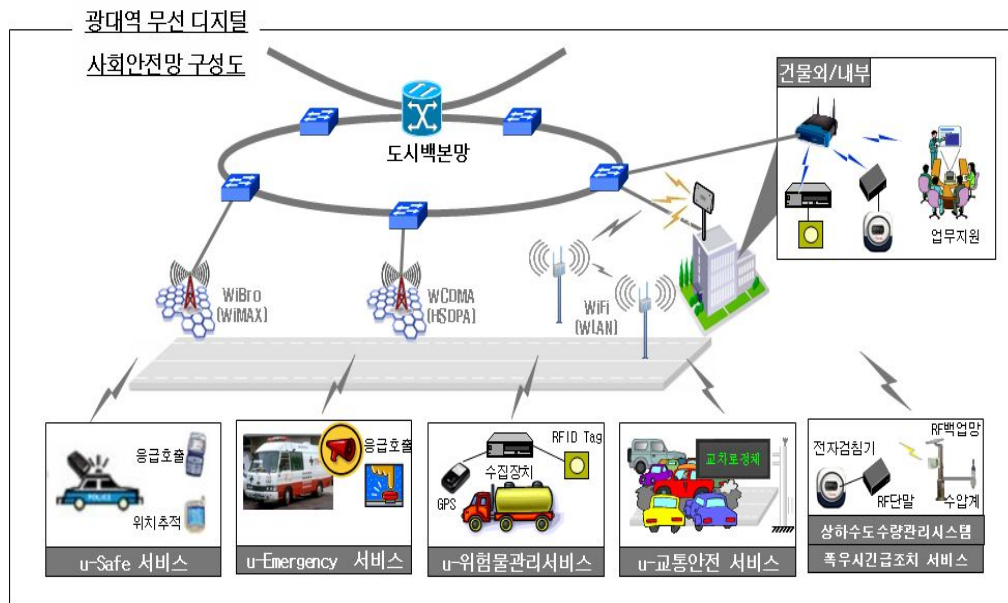
국제적으로 차세대 공공 안전 서비스의 효율적 도입을 위해서 이미 ITU-R은 WRC-2003을 통해 동대역을 국제 분배하였으며, 북미의 경우 4.9GHz대역 공공안전 주파수를 도입하여, 표준기술 개발 및 보급을 통해 지자체의 사회 안전 서비스를 강화 하고 있다.

국내의 경우 기존 공공 재난 주파수 대역(TETRA등)은 주로 음성 또는 낮은 데이터 전송이 가능한 대역으로, 음성, 데이터, 영상을 동시 수용 할 수 있는 차세대 광대역 공공 안전 주파수 대역이 요구된다. 한편, 2.4GHz 및 5GHz대역의 소출력 비면허 대역의 경우 제한 된 출력과 무선랜, 블루투스, 지그비 등 다양한 서비스가 혼재하고 있어 간섭 발생 문제로 신뢰성 있는 서비스 제공이 어려움이 있다.

	대역폭	서비스	전송속도	서비스영역
	협대역	음성 및 저속데이터	10~100Kbps	광역 (WAN)
	광대역	음성, 데이터 영상 등	1~100Mbps	도시, 지역 (MAN, LAN)

<그림 5-1> 공공안전 서비스 특징 비교

즉, 광대역 공공 자가망은 시민이 안전한 삶을 영위할 수 있도록 언제 어디서든지 발생할 수 있는 자연발생적 재해재난 및 인적·사회발생적 재난에 대비하여, 재난현장의 다양한 정보를 담고 있는 대용량 데이터를 광대역의 무선접속망을 활용하여 초고속 전송이 가능하도록 하는 공공통신망을 말한다.



<그림 5-2> 광대역 공공 자가망 개념도

현재 공공기관 및 지방자치단체에서 CCTV를 활용한 방범서비스와 사회약자(어린이, 노약자, 지체부자유자 등)의 안전을 위한 서비스가 이동통신망을 활용하여 일부 시행되고 있으며 서비스 지역과 대상을 확대하려는 정책을 추진 중이다. 그러나 지자체 등에서 사회안전망 갖추려는 정책을 추진하면서 유선망구축 비용이나 이동통신망 이용 요금 등 현실적인 문제에 직면해 있다.

이런 문제를 근본적으로 해결하기 위하여 u-City를 추진하면서 도시설계에 사회안전 인프라가 적용된 지능화된 도시를 구축하려하고 있다. 광대역 공공 자가망은 위치인식센서, CCTV, 통신장비 등의 효율적인 연결을 위한 네트워크가 필요하며, 기존의 유선망과 WiBro 및 HSDPA 망을 효과적으로 활용하면서 구축 및 운용비용이 저렴하고 안정적인 서비스를 제공할 수 있는 광대역 무선 메시망이 고려될 수 있다.

이러한, 대체 무선 접속기술로는 무선 메쉬네트워크가 각광을 받고 있다. 미래의 사회안전망이 다음과 같이 요구하는 예방, 대응, 복구의 3단계에서 통합음성, 영상, 3D 등 대용량 데이터의 초고속 전송 가능하기 때문이다.

- 예방단계 : 센서망, 네트워크카메라 등을 이용한 사전감지 및 예측
- 대응단계 : 음성, 영상의 초고속 전송이 가능한 무선통신망을 활용하여 상황에 실시간 대응
- 복구단계 : 정보시스템을 통한 체계화된 후속조치

제2절 주파수 분배의 필요성

1. 광대역 공공안전 서비스 수용

WRC-2000에서 재난구호와 긴급 상황에 사용되는 것들을 포함하여 공공보호기관들의 필요에 대응할 향후 향상된 해결책의 구현을 위한 범세계적, 지역적 공통 주파수 대역 검토가 필요하다는 결의645을 제안하여 무선 또는 유선 서비스를 이용하여 공공안전 및 재난구조용 서비스를 원활히 할 수 있도록 하기 위한 주파수 대역 명시와 광범위한 지역과 국부지역들의 원활한 서비스를 위해 명시된 주파수 대역을 PPDR 주파수 대역으로 제안하였고, 현재의 협대역 음성 또는 데이터 전송을 위한 TRS (Trunk Radio System)와 WRC-2003의제1.3에서 논하였던 공공통신서비스를 위한 멀티미디어 데이터송수신 시스템 등의 서비스 제공 등에 대하여 제안되었다. 이때, 육상 무선 멀티미디어시스템에 지원되는기본특성과 어플리케이션은 다음표에 나타나있다.

<표5-1> 육상 무선 멀티미디어시스템 및 기본 특성

시스템		데이터 전송률	대표적 주파수 대역	데이터 정보율
Cellular/MWA (Mobile wireless access)	Per IMT - 2002 systems	14.4 kbit/s	0.8- 2 GHz	
	IMT - 2000	2 Mbit/s (picocells) 384 kbit/s (microcells) 144 kbit/s (microcells)	0.8- 2.7 GHz	
	Systems beyond IMT - 2000	연구중		
Public Protection and Disaster Relief Application	Trunked Radio System (Narrow & wideband)	150 kbit/s	380- 869 MHz	150 kbit/s
	Multimedia (Broadband)	20 Mbit/s	4.95-5.875 GHz	20 Mbit/s
TICS(WP 8A로부터 요청된 정보)		4 Mbit/s	5.725-5.875 GHz	4 Mbit/s
RLAN/Wireless home networks		up to 54 kbit/s	0.9- 6 GHz	
Personal area networks		연구중	연구중	
FWA(Fixed wireless access) / BWA(Broadband wireless access)		56 kbit/s up to 312 Mbit/s	1 to 66GHz	
LMCS/LMDS/MMDS/MVDS/MCS/MWS		up to 156 Mbit/s	2 to 6 GHz, above 20 GHz	
Broadcasting	Sound(digital)	up to 1.8 Mbit/s (정적) 448 kbit/s (동적)	TDB(WP 6E/6M로부터 요청된 추가적인 정보)	
	Television (digital)	up to 32 Mbit/s (정적) 500 kbit/s (동적)	TDB	

- * LMCS (Local Multipoint Communication Service)
- * MMDS (multi-channel multi-point distribution system)
- * MCS (Multi - point Communication Service)
- * LMDS (Local Multi - point Distribution Service)
- * MVDS (multi - channel video distribution system)
- * MWS (Multi - point Wireless Service)

<표 5-2> 육상 무선 멀티미디어시스템에 지원되는 어플리케이션 예

- alternate scenario dramas - 요구에 의한 방송서비스 - 자동차 항법과 승객정보 - 데이터 베이스 접속 - 전자신문 - 비상사태와 경계경보 기능 - 파일 전송과 사진 앨범 - 서식 구성과 제출 - 게임 쇼나 유명인과의 인터뷰 참가 - 인터넷과 인트라넷 접속 - 다중 카메라를 이용한 여러 각도의 스포츠 보기와 다시 보기	- 전자 우편 - 원격 교육 - 쇼핑과E F T P O S - 원격 의료 - 여행 정보 - 요구에 의한 비디오와 음악 - 비디오 서비스 - 여러 명이 같이하는 비디오게임 - 가상 전용 네트워크 서비스 - 투표 - 화상 회의 - 웹 캐스팅과 웹캠
---	---

또한, ITU-R 에서는 PPDR 전파통신을 대역폭에 따라 NB, WB, BB로 분류하고 법과 질서 유지, 긴급한 상황 및 재난구조 상황에 대한 응답과 생명 및 재산 보호 등을 주로 운영목표로 정의하여 다음 표와 같이 대역폭에 적합한 공공안전 서비스를 명시하고 있다.

<표 5-3> 대역폭에 따른 PPDR 분류

구분	데이터 전송속도	서비스	예
NB (NarrowBand)	10~50kbps	디지털 음성 및 저속 데이터 서비스 제공	TETRA release 1. APCO P25 Phase 1&2
WB (WideBand)	384~500kbps	비디오 전송 및 인터넷 기반 서비스 제공	TETRA release 2. APCO P25 Phase 3
BB (BroadBand)	1~5Mbps	고해상도 이미지 전송 및 멀티미디어 서비스 제공	MESA 시스템

이와 같이 국제적으로 공공안전 및 재난구조 등을 위해 중장기적 주파수 대역을 협대역, 광역, 광대역 등 분류하여 국가 상황에 적절하게 미국, 일본, 유럽등 적절하게 활용하고 있다.

이에 비해, 국내의 경우 최근 u-City 및 Smart Highway, UTIS(Universal Traffic Information System)등 공공 분야의 도시, 환경, 교통 등 대용량의 음성, 영상, 데이터 등 멀티미디어 데이터를 무선으로 송수신이 가능한 자가 또는 전용형식의 통신

망이 요구 되고 있다.

다음은 u-City 관련 사업진행 현황이다.

<표 5-4> u-City 관련 사업진행 현황

구분	행정안전부	국토해양부
비전 및 목표	세계 최고의 u-시티 구현을 통한 “희망 한국” 건설	도시기반 시설에 IT기술을 융합, 지능화된 기반시설의 구축을 통한 삶의 질 향상
추진경위	- u-City 서비스 분류체계 및 표준모델 개발('06.11, TTA) - u-City 구축 활성화 기본계획 수립 ('06.12)	- u-City 건설지원법 제정('07) - u-Eco City R&D 사업을 통해 표준모델 개발, 보급('07)
추진전략	- u-서비스 표준모델 개발로 상호호환성 확보 - 지속적인 u-IT 기술개발 및 인프라 구축 - 법·제도 정비, 정보보호 등 활성화 기반 조성 - 효율적 u-City 사업 추진을 위한 추진 체계 정립	- u-City 모델을 중동 카타르 지역에 전시 행사 수출 검토지시 - u-ECO City 연구개발사업계획 확정 - 기반시설 지능화 등 핵심기술 개발 및 보급
추진일정	2007~2010년 기간 중 219억 원을 투입하여 서비스 표준모델 개발, 관련 법 제도 정비 등을 추진	2012년 표준화된 U-City 모델을 신도시 등에 시범사업으로 구현

이러한 u-City 구축은 다음 그림과 같이 단계별로 확장되어 사업화되고 있다.



<그림 5-3> u-City 구축 사업화 단계

주요 추진 내용으로는 다음과 같은 사항이 있다.

- u-City 표준모델 개발 및 시범적용

2007년 6개 지자체와 공동으로 다양한 적용기술 및 서비스의 적용타당성 검증 추진

- u-City IT인프라 가이드라인 마련

지자체 등 u-City 추진주체가 IT 인프라 계획 수립, 설계 등 참고할 수 있도록 함. u-City 인프라 구축 가이드라인의 범위와 대상에 대한 상세 기초 연구를 통하여 구축 기준 및 범위를 마련

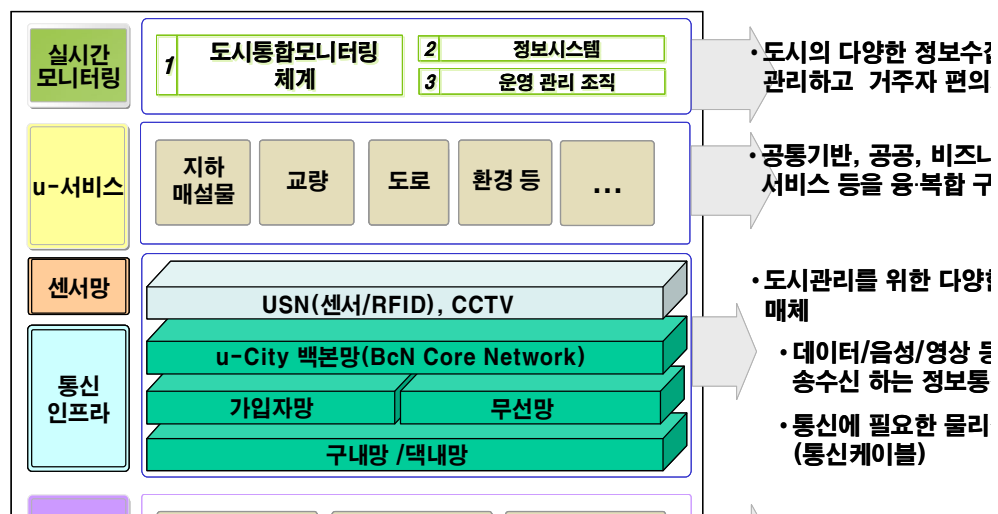
- 도시통합·연계 공통 표준플랫폼 개발

u-City 공통 표준플랫폼 개발 및 표준화 추진으로 도시정보통합·연계 체계 기반 조성하고 다양한 u-기기(Agent)로부터 발생하는 관련 데이터·정보의 표준화를 통해 향후 u-City 본격 추진 시 상호연계성 확보 및 시행착오 최소화 추진

- u-City 활성화 기반조성개발

u-City 구축 활성화를 위해 초기 단계부터 관련 개별법 정비, Privacy 침해 방지를 위한 법제도 및 정보보호 기반 마련을 추진함

u-City IT인프라 가이드라인 주요 내용은 다음과 같은 내용을 가지고 있으며, 이를 위해서는 현재 마련되어 있는 주파수 이용조건 외에 광대역 공공 자가망 또는 이를 수용 할 수 있는 허가 기반의 무선국 제도 형태 등 새로운 전파이용제도 마련이 요구된다.



<그림 5-4> U-City 인프라 구축 가이드 개요

2. 공공 기관 기반의 미래형 서비스 수용

유비쿼터스 도시 및 환경 구축을 위해 서울시를 비롯한 각 지자체 등에서는 다양한 서비스를 포토폴리오로 구상하고 있으며, 이에 제반되는 USN 기술 및 서비스 연동 기술 등에 많은 투자 및 사업을 진행하고 있다.

반면, 전파이용제도는 이러한 다양한 서비스 요구를 수용하기 위한 중장기적 수요예측이 부족한 시점이다. 그러므로, 다음과 같은 다양한 서비스 수요를 예측하여 적절한 소요대역폭 예측을 기반으로 광대역 공공 안전 분야의 중장기적 주파수 이용 정책 마련이 요구된다.

<표 5-5> 서비스 구분

구분	서비스 유형	내 용
공공	u-정부	- 각종 민원서류 발급, 행정관련 정보제공, 정책소개, 행정참여 등 종합 민원서비스
	도로/교통	- 도로/교통상황 정보를 수집·분석하여 도시민에게 신속 제공 - CCTV 등을 통해 차량흐름 실시간 감지 및 교통신호체계 관리 - 각종 교통법규 위반차량 지능형 지도단속 서비스 - 버스 출·도착 정보 등 대중교통정보 안내
	방재	- 화재, 홍수, 폭발 등 재난사고 감지 및 경보서비스 - 도시민에 대한 신속한 정보제공
	방법/안전	- CCTV, 스마트카드 등을 통해 출입인원 통제 등 방법서비스
	환경	- 수질/대기/폐기물/소음 등 각종 환경정보를 수집·분석하여 환경오염 상태 원격감시 및 신속한 관련 정보제공 서비스
	시설물 관리	- 상수도 누수관리, 하수도 안전사고 차단 및 교체주기 관리 - 가스 시설물·송유관 시설물 등 안전관리 - 교량·터널·가로등·도로 등 도시시설물 관리
민간	비즈니스	- 물류/유통 관리서비스, 지능형 광고서비스, 전자결제서비스,
	의료/보건	- 실시간 건강상태 관리 및 응급환자 지원서비스, 원격의료
	생활	- 홈네트워크, 텔레매틱스 등

가. u-City 교통 서비스

(1) USN 기반 교통관리응용서비스

USN 인프라를 기반으로 주거민의 이동수단인 교통 및 주행도로상태를 관리하여 편의성 있는 서비스를 제공하는 것으로, USN기반 교통신호관리서비스, USN기반 지능형 지도단속서비스, USN기반 대중교통관리서비스, USN기반 실시간 경로서비스, USN기반 주행도로상태 관리서비스가 있다.



<그림 5-5> USN 기반 교통관리응용서비스 개념도

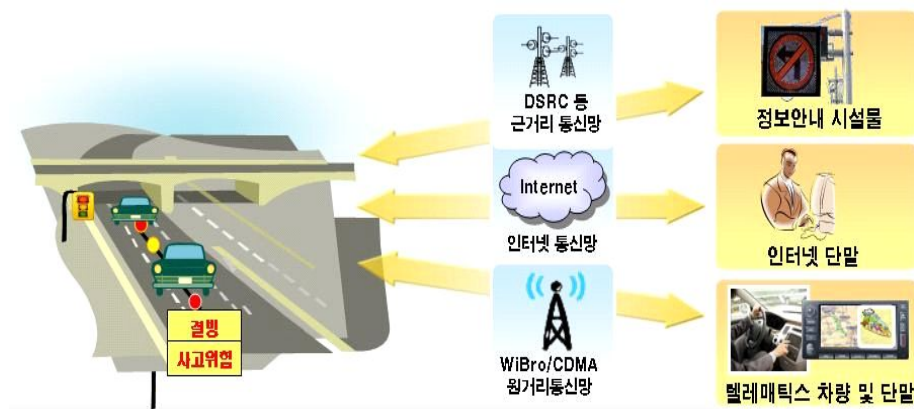
<표 5-6> USN 기반 교통관리응용서비스 필요 센서 및 통신

서비스	센서	수집 정보	필수/선택	센서노드간 통신
교통 신호 관리 서비스	수동형 RFID	차량 ID	필수	IEEE 802.15.4
	음향 센서	긴급 차량 진입 감지	필수	
	영상 센서	긴급 차량 진입 감지	선택	
주행도로 상태관리 서비스	안개 센서	안개 밀도	필수	
	온도/습도/일조량 (결빙센서)	도로의 온도, 습도, 일조량(결빙)	필수	
	온도/연기(화재센서)	온도, 연기(CO 함유량)	필수	
	동체 센서	피인식체의 움직임 감지	필수	
	속도 센서	피인식체의 이동속도	필수	
	영상 센서	피인식체의 영상	선택	

※ 도로면, 노변, 신호등, 가로등, 기타 도로 부속물을 이용한 센서의 설치, 센서의 강도, 센서 개수, 도로포장과 센서 설치 기준, 네트워크 설치 방법 필요

(2) USN 기반 주행도로상태 관리서비스

차량이 운행되는 도로 노면 및 노변상의 결빙·안개·낙하물·화재, 보행자의 존재 등의 정보를 수집하는 센서노드로부터 종합적으로 무선 네트워크를 구축하고, 야간 및 악천후, 또는 운전자의 무인식 전에 판단을 보조하여 안전운행과 결부된 정보를 실시간으로 수집/모니터링/판단하여, 현장의 시설물 또는 운전자에게 사고 위험에 대한 정보를 제공하여 사고를 미연에 방지하고, 동시에 u-City운영센터에서 총괄적 도로상태관리에 반영토록 하는 정보제공서비스이다.



<그림 5-6> USN 기반 주행도로상태 관리서비스 개념도

<표 5-7> USN 기반 주행도로상태 관리서비스 필요 센서 및 통신

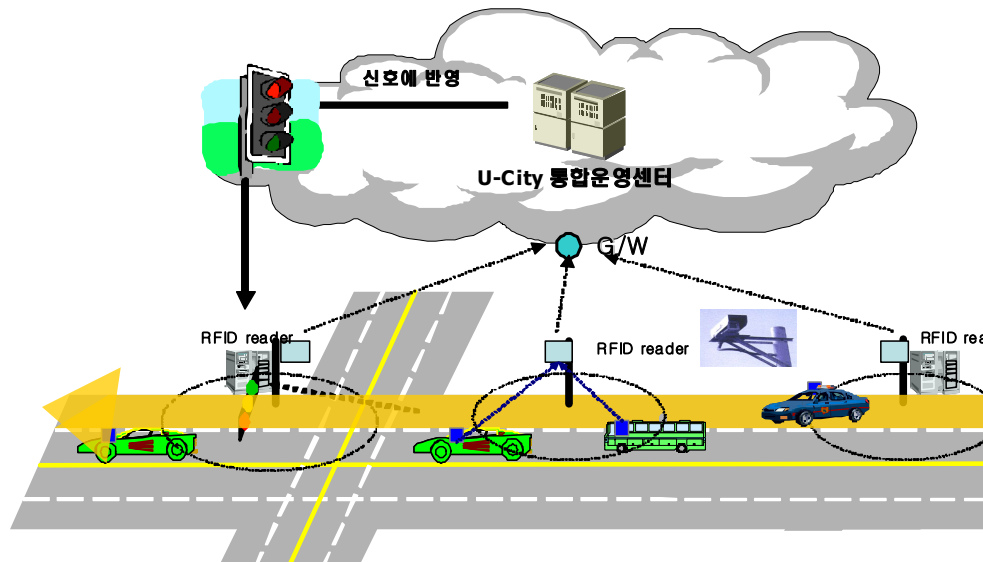
서비스	센서	수집 정보	필수/선택	센서노드간 통신
운전자 안전운행 서비스	안개 센서	안개 밀도	필수	IEEE 802.15.4
	온도/습도/일조량 (결빙센서)	도로의 온도, 습도, 일조량 (결빙)	필수	
	온도/연기(화재센서)	온도, 연기(CO 함유량)	필수	
보행자 안전보행 서비스	동체 센서	피인식체의 움직임 감지	필수	
	속도 센서	피인식체의 이동속도	필수	
	영상 센서	피인식체의 영상	선택	
교통체계 수립 서비스	안개 센서	안개 밀도	필수	IEEE 802.15.4
	온도/습도/일조량 (결빙센서)	도로의 온도, 습도, 일조량 (결빙)	필수	
	온도/연기(화재센서)	온도, 연기(CO 함유량)	필수	

※ 도로면, 노변, 가로등, 기타 도로 부속물을 이용한 센서의 설치, 센서의 강도, 센서 개수, 도로 포장과 센서 설치 기준, 네트워크 설치 방법 필요

(3) USN 기반 교통신호관리서비스

USN기반 교통신호관리서비스는 USN 기반으로 교통정보를 수집하여 이를 신호

등을 통하여 제어할 수 있는 서비스, 우선처리차량의 경로와 통행시간 정보를 전달 받아 우선처리신호제어를 수행하는 우선처리신호서비스, 교통상황에 따라 가변적으로 차로를 변경하는 차로제어서비스이다.



<그림 5-7> USN 기반 교통신호관리서비스 개념도

<표 5-8> USN 기반 교통신호관리서비스 필요 센서 및 통신

서비스	센서	수집 정보	필수/선택	센서노드간 통신
USN 기반 교통신호제어 정보수집관리	수동형 RFID	차량 ID	필수	-
USN기반 교통신호제어	수동형 RFID	차량 ID	필수	-
우선처리신호 관리	음향 센서	긴급 차량 진입 감지	필수	IEEE 802.15.4
	영상 센서	긴급 차량 진입 감지	선택	IEEE 802.15.4
	수동형 RFID	차량 ID(긴급차량 인지)	필수	-
차로제어 관리	수동형 RFID	차량 ID	필수	-

※ 도로면, 노변, 가로등, 기타 도로 부속물을 이용한 센서의 설치, 센서의 강도, 센서 개수, 도로포장과 센서 설치 기준, 네트워크 설치 방법 필요

(4) USN 기반 지능형 교통 시스템 서비스

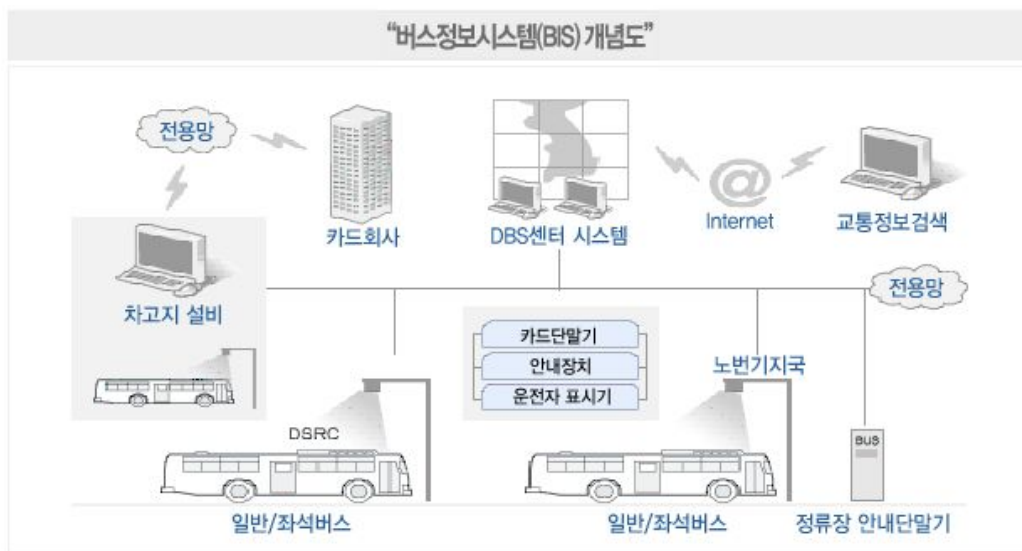
USN 기반 지능형 교통 시스템(ITS : Intelligent Transport System) 서비스는 도로, 자동차, 철도, 항공, 해운 등 기존 교통시스템에 전자, 통신, 제어 등의 첨단 기술을 접목시켜 신속, 저렴하고 안전한 교통 환경 확보 및 운영 효율화 서비스 제공한다.

나. 방법/방재 서비스

(1) USN 기반 방법/방재 서비스



<그림 5-8> 방법/방재 서비스 개념도



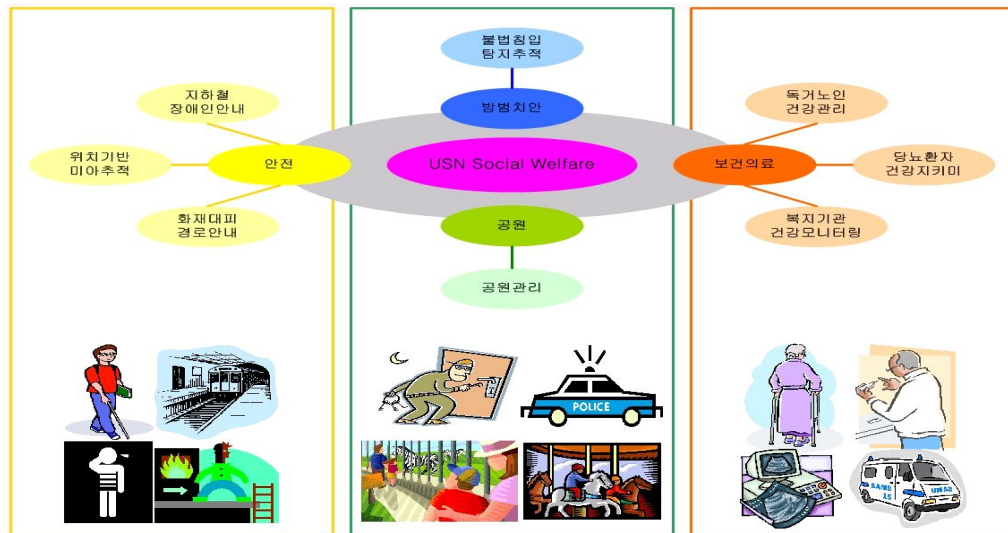
<그림 5-9> 버스정보시스템(BIS) 개념도

USN 기반 방법/방재 서비스는 USN 기반으로 범죄, 화재, 가스 폭발, 붕괴, 교통 사고 등의 재해발생 시 정보를 수집하여 자동으로 경보를 발령하고 실시간 대응 조치하여 주민의 안전을 보장하는 서비스 제공한다.

다. u-City 사회복지 서비스

(1) USN 기반 사회복지서비스

u-City 환경에서 공원관리 서비스와 독거노인 건강관리 서비스, 방범치안서비스 등 사회복지 전반에 걸친 서비스이다.



<그림 5-10> USN 기반 사회복지서비스 개념도

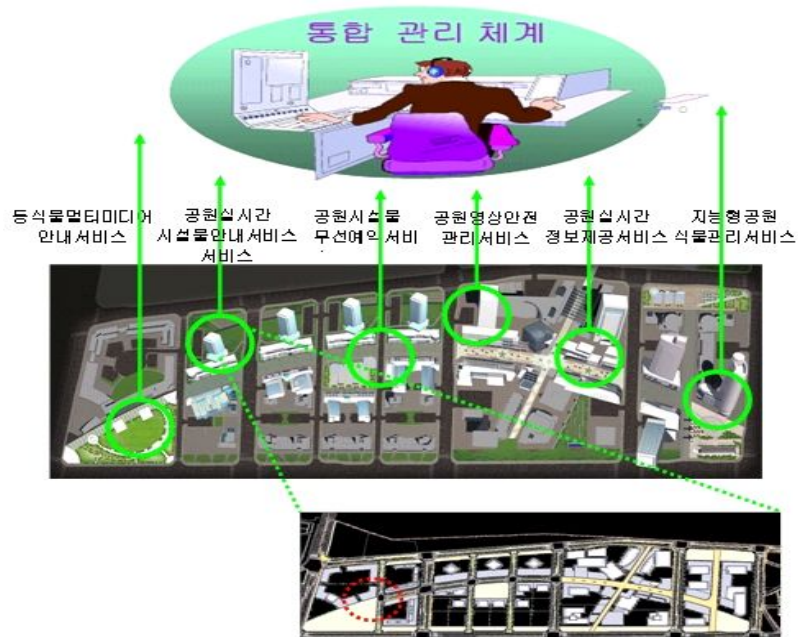
<표 5-9> USN 기반 사회복지서비스 필요 센서 및 통신

서비스	센서	수집 정보	필수/선택	센서노드간 통신
공원관리 서비스	수동형 RFID	동식물 ID, 시설물 정보	필수	-
	능동형 RFID	개인 ID, 주민번호, 이름	필수	-
	온도/조도/습도	환경온도/조도/습도	필수	IEEE 802.15.4
	동체 센서	움직임 정보	선택	IEEE 802.15.4
	영상 센서	동영상 정보	필수	유선
	이미지 센서	개인 이미지	필수	유선
독거노인 건강관리 서비스	혈압맥박 센서	혈압맥박	필수	IEEE 802.15.4
	온도 센서	체온, 실내외 온도	필수	IEEE 802.15.4
	화학 센서	땀, 칼로리 소모량, 혈당 등	필수	IEEE 802.15.4
	진동 센서	침대 진동 정보	필수	IEEE 802.15.4
	압력 센서	실내 압력 정보	필수	IEEE 802.15.4
	동체 센서	움직임 정보	필수	IEEE 802.15.4
	조도 센서	실내 조도	필수	IEEE 802.15.4
	광량 센서	광량	필수	IEEE 802.15.4
	이미지 센서	개인얼굴 이미지 정보	필수	유선

※ 신체, 집안 부속물 및 공원시설물을 이용한 센서의 설치, 센서의 강도, 센서 개수, 공원 및 집안 센서 설치 기준, 네트워크 설치 방법 필요

(2) USN 기반 공원관리서비스

공원 관리 서비스는 각종 센서와 RFID로 구성된 장치와 이 장치들을 동작시키는 응용을 적용한 Ubiquitous Sensor Network 환경을 공원에 구축하고, 공원이용자들의 편의를 도모하기 위한 다양한 서비스이다.



<그림 5-11> USN 기반 공원관리서비스 개념도

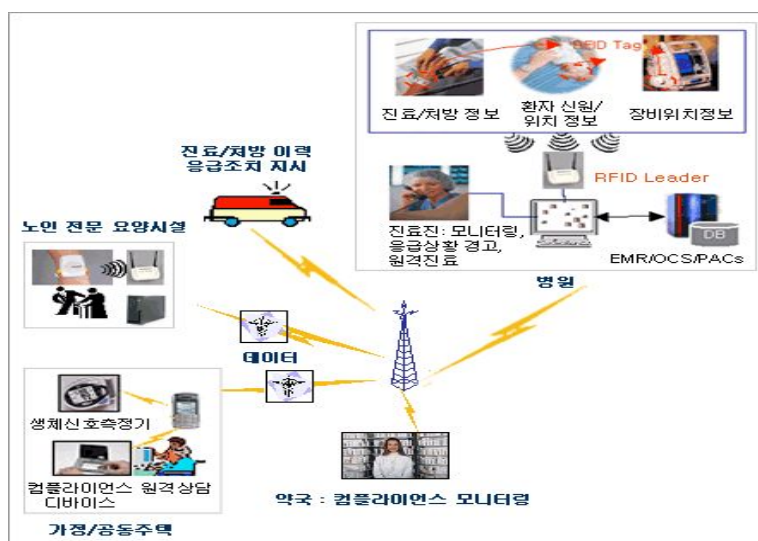
<표 5-10> USN 기반 공원관리서비스 필요 센서 및 통신

서비스	센서	수집 정보	필수/선택	센서노드간 통신
동식물 멀티미디어 안내 서비스	수동형 RFID	동식물 ID	필수	-
지능형 공원식물 관리 서비스	온도/조도/습도 센서	환경온도/조도/습도	필수	IEEE 802.15.4
	동체 센서	움직임 정보	선택	IEEE 802.15.4
공원 영상 안전관리 서비스	영상 센서	동영상 정보	필수	유선
공원 실시간 정보제공 서비스	능동형 RFID	개인 ID	필수	-
	이미지 센서	개인 이미지	필수	유선
공원 실시간 시설물 안내 서비스	수동형 RFID	시설물 정보	필수	-
공원 시설물 무선예약 서비스	능동형 RFID	개인 ID, 주민번호, 이름	필수	-

※ 식물 및 공원 부속물을 이용한 센서의 설치, 센서의 강도, 센서 개수, 공원 센서 설치 기준, 네트워크 설치 방법 필요

(3) USN 기반 독거노인건강관리서비스

독거노인 응급 구조(건강관리) 서비스는 각종 센서, RFID 등으로 구성된 장치와, 이 장치들을 동작시키는 응용을 적용한 Ubiquitous Sensor Network 환경을 가정해 구축하고, 여기서 생활하는 노인을 대상으로 건강 상태를 확인하고 이상 징후 발견 시 병원 및 유관 기관의 시스템과 자동으로 연계하여 응급 구조 및 기타 대응 기능을 제공하는 서비스이다.



<그림 5-12> USN 기반 독거노인건강관리서비스 개념도

<표 5-11> USN 기반 독거노인건강관리서비스 필요 센서 및 통신

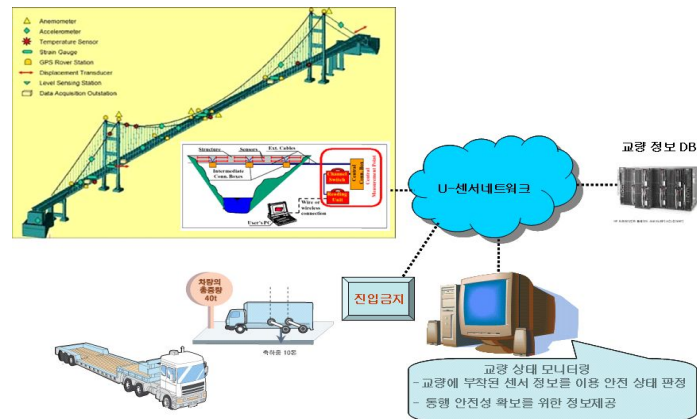
서비스	센서	수집 정보	필수선택	센서노드간 통신
신체 상태 모니터링을 통한 건강 확인	혈압/맥박 센서	혈압/맥박	필수	IEEE 802.15.4
	온도 센서	체온	필수	
	화학 센서	땀/칼로리 소모량	필수	
기 등록된 질병 관련 징후 모니터링을 통한 질병 확인	화학 센서	혈당	필수	
	진동 센서	침대 진동 정보	필수	
	압력 센서	실내 압력 정보	필수	
질병 및 응급 상황 감지 및 구조	동체 센서	움직임 정보	필수	IEEE 802.15.4
건강 유지를 위한 가정내 환경조절 및 자동화 서비스	화학 센서	실내 산소농도	필수	
	조도 센서	실내 조도	필수	
	광량 센서	광량	필수	
	온도 센서	실내/외 온도	필수	
음식, 약물, 기타 신체 관련 물질 모니터링 및 대응	이미지 센서	개인얼굴 이미지 정보	필수	유선
	동체 센서	움직임 정보	필수	IEEE 802.15.4

※ 실내 바닷등, 기타 집안 부속물을 이용한 센서의 설치, 센서의 강도, 센서 개수, 집안 센서 설치 기준, 네트워크 설치 방법 필요

라. u-City 지상시설물 서비스

(1) 도시시설물안전관리서비스

교량 및 터널에 설치된 계측 센서로부터 얻어지는 각종자료들은 교량 및 터널 주요부재의 정·동적, 장·단기 변화를 파악하여 교량 및 터널의 사용성과 안전성 및 허용통과 하중을 결정하고 유지보수가 필요한 시기, 방법, 범위 및 유지보수 효과 등을 파악하여 교량 및 터널에 과다하중이 작용하거나 노후, 손상이 심하게 진행되어 통행 안전성을 위협하는 사태가 발생할 경우 경보시스템을 발동시켜 차량 및 보행자의 통행제한 등 필요한 안전조치를 신속히 취할 수 있는 가장 빠른 정보를 제공하는 서비스이다.



<그림 5-13> 교량안전관리서비스 개념도



<그림 5-14> 터널안전관리서비스 개념도

<표 5-12> 도시시설물안전관리서비스 필요 센서 및 통신

서비스	센서	수집 정보	필수선택	센서노드간 통신
교량안전관리 서비스	가속도 센서	구조물의 공진 주파수 측정	필수	IEEE 802.15.4
	동적 처짐 센서	교각상부 구조의 활하중에 의한 동적 처짐	필수	
	정적 처짐 센서	교각의 정적 처짐	필수	
	경사 센서	교각의 기울기	필수	
	변위 센서	교좌장치의 상태 측정	필수	
	침하 센서	교각의 침하량 측정	필수	
	응력 센서	활하중에 의한 발생응력 측정	필수	
	변형률 센서	교각 구조물의 변형율	필수	
	풍향/풍속 센서	교각 설치 환경의 풍향/풍속	선택	
	온도/습도/조도 센서	교각 설치 환경의 온도/습도/조도	선택	
	일산화탄소 센서	온도 정보와 함께 교각 설치 환경의 화재 상황 감지	선택	
터널안전관리 서비스	가속도 센서	터널의 공진 주파수 측정	필수	
	정적 처짐 센서	터널의 정적 처짐	필수	
	침하 센서	터널의 침하량 측정	필수	
	응력 센서	활하중에 의한 발생응력 측정	필수	
	변형률 센서	터널 구조물의 변형율	필수	
	적외선 센서	터널의 온도차이	선택	
	풍향/풍속 센서	터널 환경의 풍향/풍속	선택	
	온도/습도/조도 센서	터널 환경의 온도/습도/조도	선택	
	일산화탄소 센서	온도 정보와 함께 터널의 화재 상황 감지	선택	
	영상 센서	터널 외벽 온도/화재 영상 감지	필수	

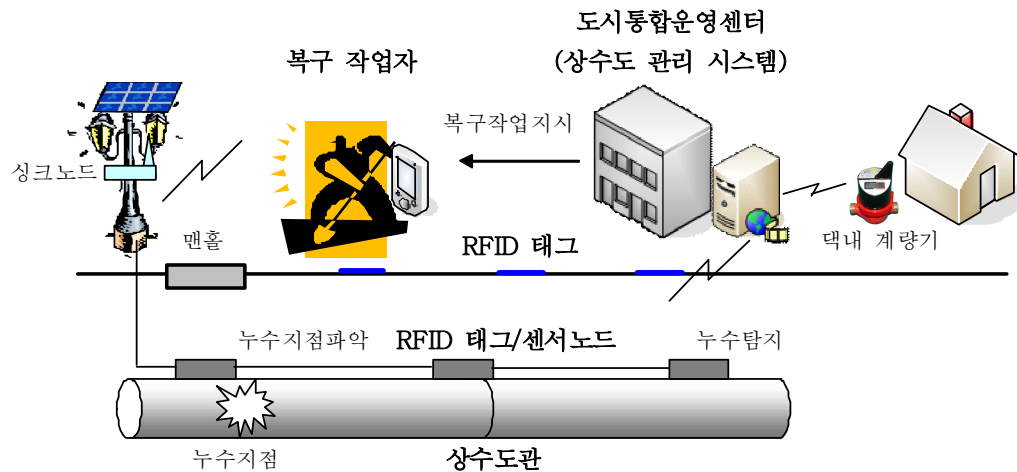
※ 교량 및 터널 부속물을 이용한 센서의 설치, 센서의 강도, 센서 개수, 교량 및 터널 센서 설치 기준, 네트워크 설치 방법 필요

마. u-City 지하시설물 서비스

(1) USN 기반 상수도시설물 관리 서비스

지하에 매설되어 있는 상수도관망에 RFID 및 센서 노드를 부착하여 실시간으로

상수도관망을 모니터링하며, 상수도관망의 위치파악, 누수 탐지, 댁내 계량기/수질 관리등을 제공할 수 있는 USN 응용 서비스이다.



<그림 5-15> USN 기반 상수도시설물 관리 서비스 개념도

<표 5-13> USN 기반 상수도시설물 관리 필요 센서 및 통신

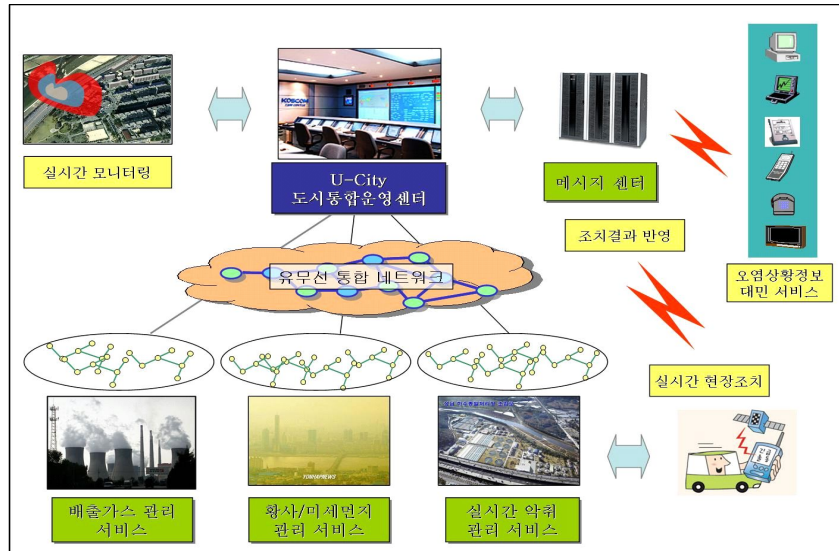
서비스	센서	수집 정보	필수/선택	센서노드간 통신
상수도 누수 관리 서비스	압력 센서	수압정보	필수	유선
	음파감지 센서	누수 지점 정보	선택	유선
	유해가스 센서	유해가스 감지 정보	필수	유선
	수동형 RFID	ID	필수	-
상수도 위치 조회 서비스	수동형 RFID	ID	필수	-
댁내계량기/수질 관리 서비스	압력 센서	계량기 이상 보고	필수	-
	화학 센서	수질 정보	선택	유선

※ 상수도관, 맨홀, 계량기등, 기타 상수도 부속물을 이용한 센서의 설치, 센서의 강도, 센서 개수, 센서 설치 기준, 네트워크 설치 방법, 도로관리 시스템 연계 방법 필요

(2) USN 기반 하수도시설물 관리 서비스

USN 기술을 활용하여 원격으로 하수도 시설물을 관리하기 위한 서비스로 지하에 매설된 하수관거의 상태를 모니터링하여 적기에 준설작업을 할 수 있도록 하는 하수관거 퇴적물 관리 서비스, 하수관거 손실을 관리하는 서비스, 맨홀 내부의 압력 상태를 실시간으로 관리하며 도로 안전관리 서비스와 연계하여 운전자의 안전을 제공하는 맨홀관리 서비스이다.

전송하여 조치가 이루어지도록 하는 서비스로, USN 기반의 배출가스 관리서비스, USN 기반의 황사분진 관리서비스, USN 기반의 실시간 악취 관리 서비스이다.



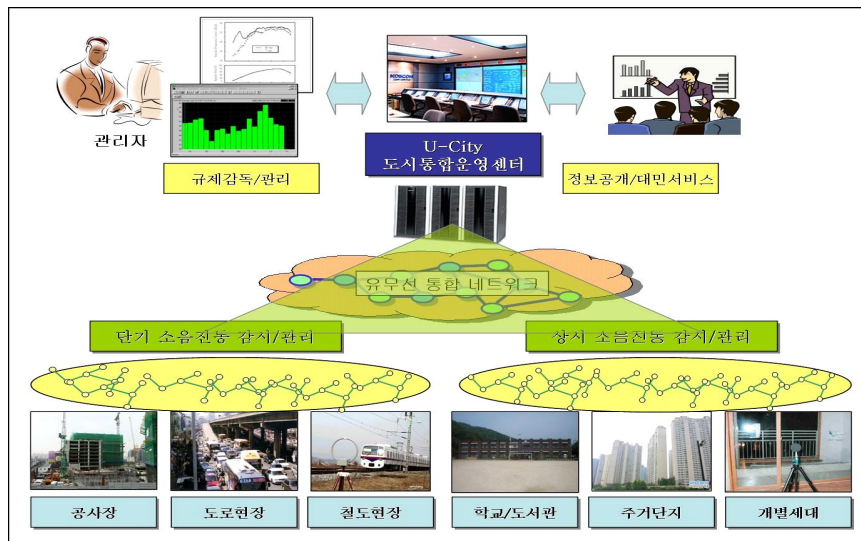
<그림 5-17 > USN 기반 대기오염 관리 서비스 개념도

<표 5-15> USN 기반 대기오염 관리 서비스 필요 센서 및 통신

서비스	센서	수집 정보	필수/선택	센서노드간 통신
USN 기반 배출가스 관리 서비스	가스센서	CO, CO ₂ , NH ₃ , HCl, H ₂ S, O ₃	필수	IEEE 802.15.4
	공동센서	온도/조도/습도/풍향/풍속	선택	
황사/미세먼지 관리 서비스	먼지센서	미세먼지농도	필수	IEEE 802.15.4 또는 유선
	공동센서	온도/조도/습도/풍향/풍속	선택	
악취 관리 서비스	화학센서	암모니아, 황화수소, 황화메틸, 트리메틸아민, 아세트알데히드, 스티렌	필수	IEEE 802.15.4 또는 유선
	공동센서	온도/조도/습도/풍향/풍속	선택	

(2) USN 기반 소음진동 감시 및 관리 서비스

USN을 기반으로 하여 소음진동의 발생 상황을 실시간으로 모니터링하여, 환경부령에 의해 요구되는 정기적인 보고자료의 기본 데이터 습득 및 기준값 이상의 소음진동이 발생하여 조치가 필요한 경우 유무선 통신망을 통해 관할지역 담당자에게 해당 정보를 전송하여 조치가 이루어지도록하는 서비스로 USN 기반의 상시 소음진동 감시 보고 서비스, USN 기반의 단기 소음진동 관리 서비스이다.



<그림 5-18> USN 기반 대기오염 관리 서비스 개념도

<표 5-16> 필요 센서 및 통신

서비스	센서	수집 정보	필수/선택	센서노드간 통신
USN 기반 상시 소음진동 감시 및 관리 서비스	음향센서	소음 값/지속시간	필수	IEEE 802.15.4
	진동센서	진동 수/지속시간	필수	
	공통센서	온도/습도/풍향/풍속	선택	
USN 기반 단기 소음진동 감시 및 관리 서비스	음향센서	소음 값/지속시간	필수	
	진동센서	진동수/지속시간	필수	
	공통센서	온도/습도/풍향/풍속	선택	

※ 대상지역 선정기준, 센서의 설치 기준, 센서의 강도, 센서 개수, 네트워크 설치 방법
필요

제6장 주파수 분배 후보대역 및 소요대역폭 산출

제1절 주파수 분배 후보대역

1. 광대역 공공무선 자가망 후보대역

앞서 살펴보았듯이 WRC-2003에서 PPDR 관련하여 다음과 같이 국제적으로 주파수를 분배하였다.

<표 6-1> ITU-R PPDR 국제분배 현황

구 분	주파수 대역
1지역 (유럽)	380~385MHz, 390~395MHz
2지역 (미국)	746~806MHz, 806~869MHz, 4,940~4,990MHz
3지역 (아시아)	406.1~430MHz, 440~470MHz, 806~824MHz, 851~869MHz, 4,940~4,990MHz, 5,850~5925MHz

국내의 경우 주파수 동 대역에 관련하여 다음과 같이 주파수 이용을 하고 있는 상황이다.

<표 6-2> ITU-R PPDR 국제분배 현황

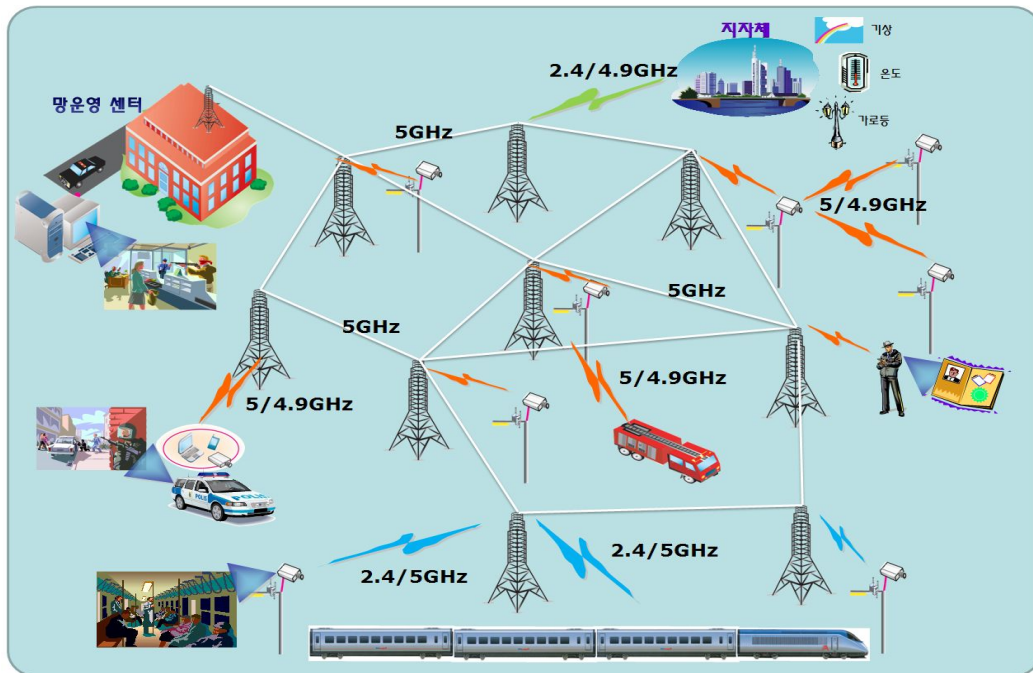
아시아	한국 주파수	용도
806~842MHz	806~811MHz	통합지휘무선통신망
	811~822MHz	통신사업용
	822~824MHz	보호대역
	824~849MHz	공중이동전화 통신서비스
851~869MHz	851~856MHz	통합지휘무선통신망
	856~867MHz	통신사업용
	867~869MHz	보호대역
4,940~4,990MHz	4,500~4,800MHz	UWB용, 고정M/W중계
	4,800~4,990MHz	고정M/W중계
5,850~5925MHz	5,850~5,925MHz	방송중계용

미국의 경우 2004년 SAFECOM 자료를 살펴보면 PSWAC(Public Safety Wireless Advisory Committee)에서 2010년까지 공공안전에 대한 무선망 개선을 위해 주파수(Spectrum), 호환성(Interoperability), 기술(Technology), 변이(Transition) 등에 대한 전략을 수립하였다. 이 최종 보고서에서는 2010년까지 공공안전 서비스 수용을 위해서는 97.5MHz의 주파수 소요량을 제시하였으며, 주요 이용 대역으로 다음과 같이 명시 하였다.

<표 6-3> 미국 PSWAC에 대한 보고서 내용

대역	내용	이슈
512MHz이하	FCC는 서비스 용량 증대를 위해 12.5KHz 채널로 확장 필요	새로운 장비의 구매 및 기기의 호환성, 듀얼장비 활용 등
700MHz대역	FCC는 764~806MHz대역의 공공안전으로 사용 계획 수립 필요	DTV 전화에 따른 주파수 이용계획 수립
800MHz대역	854.75~861MHz의 상용서비스와의 간섭 문제	비용 및 장기적 계획 필요
4.9GHz	FCC는 50MHz대역 공공안전으로 할당함. 면허 및 기술에 대한 규정 제정	제한된 서비스 지역 및 새로운 기술, 망, 표준 필요

즉, 국내의 경우 앞서 살펴보았듯이 각 행정부처의 개별적 사업 진행으로 중복투자 문제 및 신뢰성 있는 망 구축에 어려움이 있음으로, 4.9GHz대역과 같은 신규 주파수 자원과 기존 비면허 대역의 통합사용으로 주파수 이용 효율을 높이고, 다목적 용도가 가능한 표준화 된 망 구축이 필요한 상황이다.

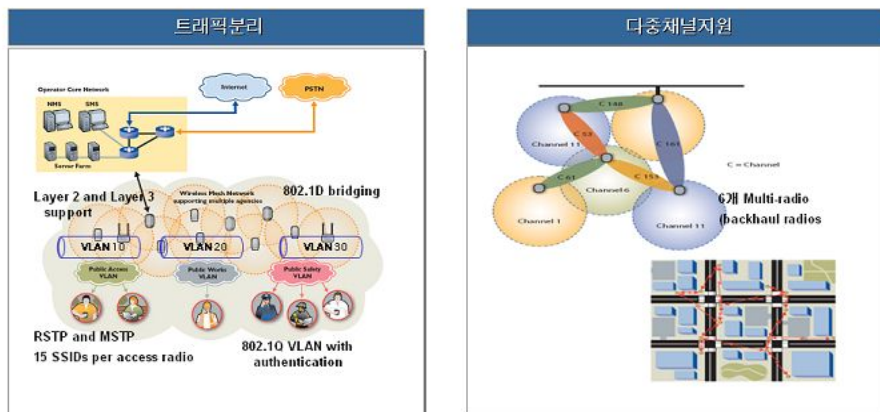


<그림 6-1> 국내 4.9GHz대역을 이용한 차세대 공공안전 통합망 예시

가. 주요 이용 후보 기술

무선 메쉬네트워크는 기존의 네트워크가 Star 형 토폴로지로 구성되어 있는 것과 달리 메쉬네트워크는 Mesh, 즉 다점대 다점 형태를 이루고 있는 네트워크 구조로 네트워크상의 모든 컴퓨터들이 전부 연결되도록 한 형태의 토폴로지로서, 한 노드(장비)의 고장에도 다른 경로를 통해 신호를 전달 가능하여 네트워크의 무중단 서비스 가능한 기술이다.

무선 메쉬네트워크 기술은 음성,영상,데이터가 혼합되지 않도록 전용채선을 만들어 패킷을 처리하며, 여러개의 경로가 지원되어 고속으로 데이터 전달 가능



<그림 6-2> 무선 메쉬네트워크 기술

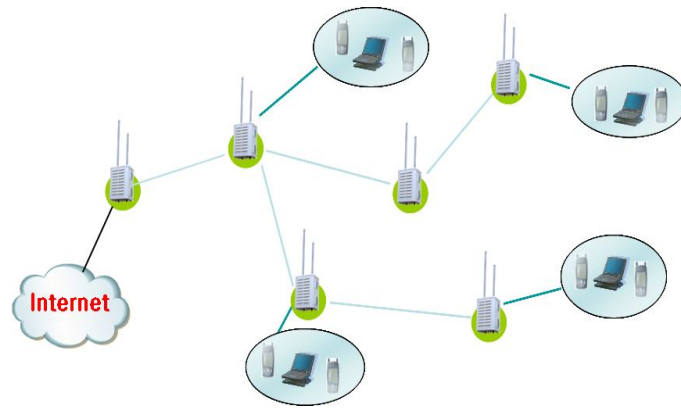
무선 메쉬네트워크 기술의 특징은 무선 접속장치를 유선으로 연결하는 대신 무선으로 연결하면서 통신망 장애 대처가 우수한 메쉬 형태로 구성이 가능하며, WiFi 및 WiBro 등 다양한 광대역 무선 기술과 접목이 가능하다.

<표 6-4> 광대역 무선 기술 비교

구분	WiFi	Wibro	HSDPA
주파수 면허	비면허 대역	면허 대역 (사업용)	면허 대역 (사업용)
주파수 대역	2.4GHz, 5GHz	2.3GHz	1.8GHz
이용기술	WiFi	IEEE 802.16e	WCDMA
최대 전송속도	<200Mbps (IEEE 802.11n 적용)	<3Mbps (1세대 와이브로)	<14Mbps
국내주파수이용	무선랜 및 무선접속시스템으로 이용	KT 상용 서비스 중	KTF, SKT 상용 서비스 중
전파사용료	없음	할당 대가 지급	할당 대가 지급
예상서비스영역	<500m	<~2Km	<~3Km
메쉬네트워크지원	지원 가능	관련 연구 진행 중	고려되고 있지 않음
무선망 개념도			
적용방안	무선자기망 기본인프라로 적용 유선자기망 보완재로 사용	서비스중 향후 상용분야 서비스 적용고려	서비스 중 대역폭이 적은 상용 분야 서비스를 적용고려

무선 메쉬네트워크는 기술적 관점에서 볼 때 물리계층부터 무선메쉬 네트워킹을 위한 라우팅이 이루어지는 MAC 또는 네트워크 계층까지 상호 연동되어 동작되어 지며, 또한 다양한 물리계층을 수용하여 멀티 플랫폼을 지원 할 수 있는 시스템으로 다수의 업체가 기술을 개발 하고 있는 상황이다. 다음 무선메쉬 네트워크가 가지고 있는 주요 특징이다.

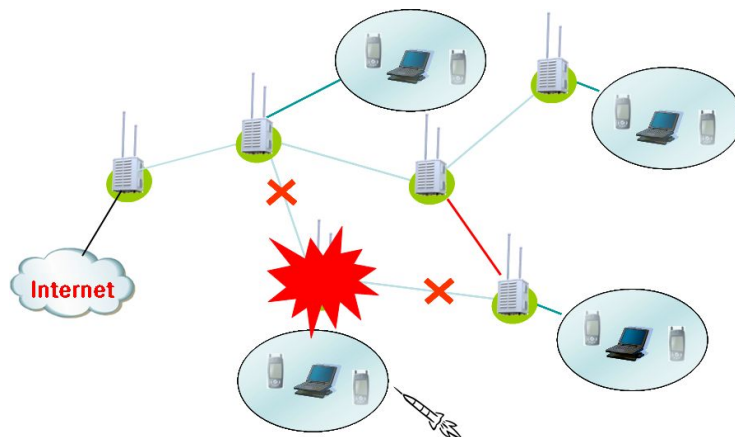
(1) 자동 망 구성 기능(Self Discovery & Configuration)



<그림 6-3> 자동 망 구성

무선 메쉬네트워크의 가장 큰 특징은 메쉬형 네트워크 토폴로지를 무선 환경에서 항상 자동으로 구성한다는 것이다. 이에 따라, 기존의 생존성이 낮은 점대 다점의 무선통신 방식에 비해 무선 메쉬네트워크에서는 다중 경로에 따른 통신의 신뢰성을 높일 수 있다. 이러한 특징의 이유로 소방 및 재난통신이나 군통신과 같이 기존 통신 인프라가 열악하거나 상황에 따라 즉시 자동 구성하여 통신이 이루어져야 하는 응용분야에 무선 메쉬네트워크 기술은 필수적이다.

(2) 자동 망 복구 기능(Self Healing)

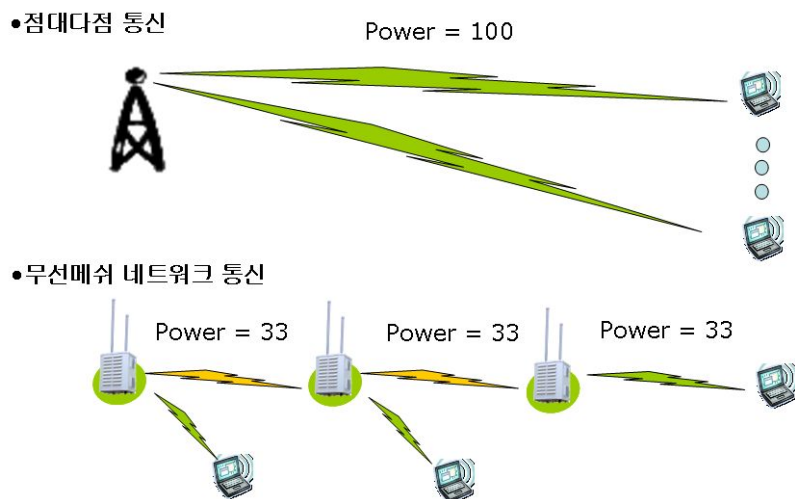


<그림 6-4> 자동 망 복구

무선 메쉬네트워크는 단일경로를 통한 통신방식이 아님으로 통신이 이루어지던 노드에서 물리적 절체나 트래픽의 과부하등으로 노드 Trouble이 생기면, 현 통신망

에서 최적의 새로운 라우팅 경로를 찾게 된다. 이러한 망 복구를 위해서는 모든 노드에서는 주기적으로 최적의 무선링크를 Scan하고 있으며, 또한 자신 노드에서 처리되는 트래픽의 양 및 지연을 등을 계산하여, 최적의 망 구성 할 수 있도록 한다.

(3) 소출력 광역 커버리지 네트워크



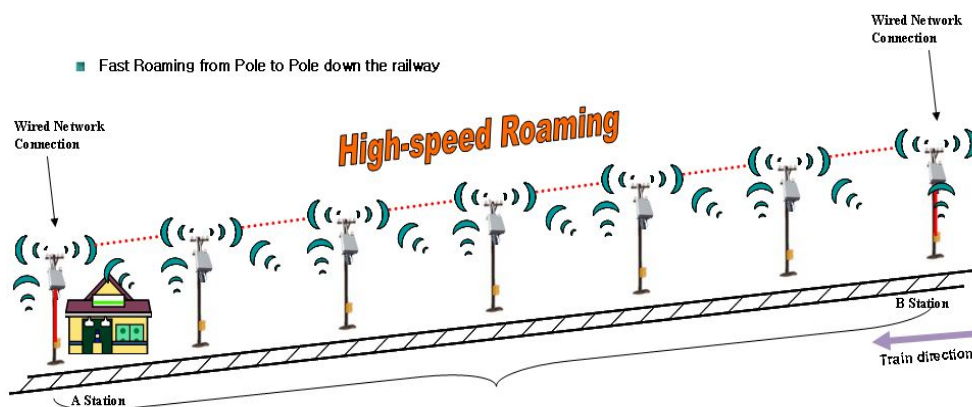
<그림 6-5> 소출력 광역 커버리지

무선 메쉬네트워크를 이용한 망 구성은 다음 그림과 같이 기존 점대다점의 무선 통신이 100이라는 전력이 필요할 때, 멀티 홉을 통해 통신 커버리지를 확장하는 무선메쉬 네트워크는 33이라는 저 전력으로 3홉을 가져가며 점대다점의 통신방식과 같은 커버리지를 가져 갈 수 있다. 이렇게 메쉬네트워크 통신 방식은 소출력 장비로 넓은 커버리지를 커버 할 수 있다. 일반적으로 무선 메쉬네트워크 장비는 최적의 채널을 자동으로 인지하는 Smart Frequency Selection 기능이 있어 공간적 주파수 재사용효과를 생기게 하여, 주파수 재사용 효과를 높일 수 있다.

(4) 고속 로밍 기술(Fast Roaming)

무선 메쉬네트워크의 또 하는 기술적 특징은 고속로밍을 지원한다는 점이다. 기존의 WiFi 서비스는 Hot Spot 형태로 제공되어, 이동 중에 접속이 끊기거나 또는 넓은 광역의 망을 가지기 위해서는 모든 유선망을 인입해야 하는 어려움이 있었다.

그러나, 무선메쉬 네트워크는 메쉬 노드에 전원만 공급이 되며 광역의 망을 구성할 수 있으며, 커버리지 내에서 고속로밍을 지원하여, 아래 그림과 같이 기차, 지하철 등과 같은 고속이동체에 대한 서비스에도 복미를 비롯하여, 동남아, 중국 등에서 활발하게 활용되고 있다. 무선메쉬 네트워크 장비벤더 마다 상이하겠지만 시속 200~300km까지의 속도까지 데이터 로밍을 지원한다고 한다.



<그림 6-6> 고속 로밍

제2절 주파수 소요대역폭 산출

1. 주파수 소요 대역폭 산출 방법

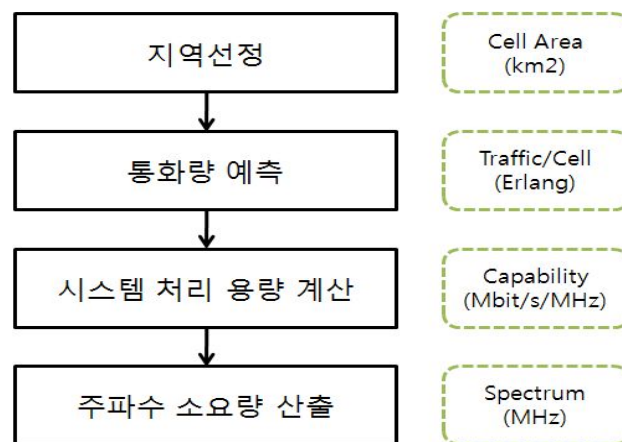
ITU-R은 지난 2000년 현재 및 미래의 이동통신서비스를 제공하기 위해 필요한 주파수 소요량을 산출하기 위한 체계적인 방법을 권고하였다. 권고안은 주파수 소요량을 산출하는 방법론을 일반화하여 제시하고 있는데 주요 접근 방법은 주파수가 가장 많이 소요되는 특정 지역을 선정하고 해당 지역의 통화량과 무선전송기술의 시스템 용량을 계산하여 지상 구간의 총 스펙트럼 요구량($F_{\text{Terrestrial}}$)을 산출하는 것이다. 권고안은 이러한 방법론을 체계적으로 정리하였는데 우선 주파수 소요량 산출 지역을 여러 환경으로 나누고 각 환경별로 여러 개의 서비스를 제공하는데 각 환경 및 서비스별로 12가지 파라미터 (①잠재가입자밀도 ②셀면적 ③보급율 ④최번시 호시도수 ⑤최번시 호 지속시간 ⑥활성화율 ⑦Group size ⑧QoS ⑨시스템 용량 ⑩서비스 채널 속도 ⑪가중치 팩터 ⑫조정팩터)값을 선정하면 해당 환경 및 서비스별 주파수 소요량을 산출할 수 있고 각각의 환경 및 서비스별 주파수 소요량을 합치면 해당 지역의 전체 주파수 소요량을 산출할 수 있다는 개념을 제시하였다. ITU-R은 12가지 파라미터 값을 정의하기 전에 해당 서비스 지역을 옥내, 보행자 및 차량 환경으로 나누고 환경별로 음성(Speech), 단문메시지(Simple Message), 회선교환 데이터(Switched Data), 중속 멀티미디어(Medium Multimedia), 고속멀티 미디어(High Multimedia), 대화식 고속 멀티미디어(High Interactive Multimedia) 등 6가지의 서비스로 분류하여 총 18개의 환경 및 서비스 단위를 정의하였다. 그리고 18가지의 각 환경 및 서비스별로 10개의 파라미터를 정의하여 각각의 스펙트럼 소요량(F_{es})을 결정하고, 각 환경 및 서비스별 적절한 가중치(a_{es}) 팩터 및 조정 팩터를 적용하여 지상 구간의 총 스펙트럼 요구량 $F_{\text{Terrestrial}}$ 을 산출하였다.

IMT-2000 서비스의 주파수 소요량을 산출하기 위해 특정 지역의 지형을 분석하고, 해당 지역의 시장 및 통화량을 산출한 후, 기술 및 시스템의 용량을 계산하여, 최종적으로 주파수 소요량을 산출하게 된다. 이것을 공식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\text{총 주파수 소요량(지상)} : F_{\text{Terrestrial}} = \beta \sum a_{es} F_{es} = \beta \sum a_{es} T_{es} / S_{es}$$

여기서, 첨자 'e'는 환경, 's'는 서비스, T_{es} , S_{es} , a_{es} , β 는 각각 셀당 트래픽, 시스템 용량, 가중치, 조정팩터를 나타낸다. 또한 가중치는 주어진 지역에서 각 서비스의 최번시가 정확하게 일치하지 않아 보정한 파라미터이고, 조정팩터는 보호 대역, 스펙트럼 공유, 복수 사업자 등의 영향에 따라 보정한 파라미터이다.

다음 그림은 이와 같은 주파수 소요량 산출방법을 도식화한 것이다.



<그림 6-7> 일반적인 주파수 소요량 산출 방법

이를 주파수 소요량 산출 방식을 단계적으로 요약하면 다음과 같다.

(1) 제1단계로 주파수 소요량을 산출하기 위한 지역을 선정한다.

주파수 소요량이 가장 많이 요구되는 선정지역은 밀도가 높은 도심지역이며, 이 지역에서는 옥내, 보행자 및 차량 서비스 환경이 공존하므로 각각의 소요 주파수를 합친다. 셀 모양은 원으로 가정한다.

○ 잠재가입자 밀도 (명/km²)

○ 셀면적 산출(km²)

원의 경우 : $\text{Cell_Area} = \pi D^2 / 4$ (D : 원의 직경)

○ 제2단계로 수요예측을 통해 통화량을 산출한다.

첫째, 서비스 형태(Net_User_Bit_Rates [kbit/s])는 음성, 단순 메시지, 교환 데이터(Switched Data), 중속 멀티미디어, 고속 멀티미디어, 양방향 멀티미디어 등 6개 서비스로 정의한다.

둘째, 각 서비스별로 보급률을 예측하여 셀당 가입자수를 산출한다.

$$\text{Users/Celles[명]} = \text{Population_Density} * \text{Penetration_Rates} * \text{Cell_Area}$$

셋째, 가입자당 트래픽을 산출하기 위해 아래의 파라미터 값을 결정한다.

$$\text{Busy_Hour_Call_Attempts[call/busy hour]}$$

$$\text{Effective_Call_Durations[s]}$$

$$\text{Activity_Factors}$$

넷째, 가입자당 통화량 및 셀당 통화량을 다음과 같이 산출한다.

$$\text{Traffic/Users[Erlangs]} = (4)*(5)*(6)/3600$$

$$\text{Offered_Traffic/Celles(Erlangs)} = \text{Traffic/Users} * \text{Users/Celles}$$

다섯째, 셀당 트래픽을 산출한다.

$$\text{Group_Size}$$

일정 규모의 셀을 클러스터로 하여 인접셀간에 네트워크 자원을 공유한다고 가정한다.

o Quality_of_Service_Functiones(QoS)

회선교환서비스는 호차단을 패킷교환서비스는 패킷 지연과 패킷 손실을 주요 성능 기준으로 하고 각각 Earlang B와 Earlang C를 권고한다.

$$\text{Service_Channels/Celles} = f\{\text{Offered_Traffic/Celles} \times (7), \text{Blocking Criterias}\} / (7)$$

(2) 제3단계로 기술 및 시스템 사항을 분석하여 시스템 용량을 산출한다.

시스템 용량은 주파수 효율성과 관련 있으며 주요 결정요소는 요구 Eb/No, 요구 C/I, 코딩 기술, 모뎀 기술, 오버헤드 팩터 등이다.

o Net_System_Capabilityes : Ses[Mbps/MHz/cell]

$$\text{Ses} = f\{\text{Spectral Efficiency, Coding Factor, Overhead Factor, other factors}\}$$

o 서비스 채널 속도

트래픽, Tes 는 다음과 같이 구해진다.

$$\text{Tes} = \text{Service_Channels/Celles} \times \text{Service_Channel_Bit_Ratees}$$

제4단계는 각 서비스 및 환경별 주파수 소요량을 산출하고 가중치 팩터(11)와 조정 팩터(12)를 적용하여 최종 주파수 소요량을 산출한다.

$$F_{\text{Terrestrial}} = \beta \sum \alpha_{es} F_{es}$$

2. 광대역 공공 자가망을 위한 소요대역폭 산출

본 연구에서는 국내 소요되는 광대역 공공 자가망의 소요를 예측하기 위해 도로 공사 및 서울시 등 실질적으로 가장 빠른 이용이 예측되는 정부 및 관련 기관의 정보를 기초로 산출 하였다.

또한, 소요대역폭에 이용되는 서비스 분류 및 개별 트래픽 예측은 다음 표와 같이 구분하였다.

<표 6-5> 국내 광대역 공공 무선 예상 트래픽 예측

서비스 종류	서비스 명	단말형태	예측 트래픽 (Mbps)	비 고
행정 서비스	행정정보조회	PDA등	0.512	42,455 공무원 수의 20% 이용 가정
영상 감시 서비스	무선CCTV	카메라	3	서울시 18,000 카메라의 20% 이용 가정
	주차장 감시	카메라	3	서울시 300개 공영 주차장 중 20%이용 가정
교통정보제공	영상수집	센서카메라	0.384	260개 교통정보수집 카메라 중 20% 이용 가정
	데이터제공	네비게이션	0.256	3백만 차량 중 20% 이용 가정
공공 텔레매틱스	환경관리	센서	0.128	서울시 30개 환경수집센서 중 20% 가정
	신호등관리	센서	0.128	서울시 12,800개 신호등 중 20% 이용 가정
	가로등관리	센서	0.128	서울시 87,000개 가로등 중 20% 이용 가정
	버스운행정보	전광판	0.128	서울시 5000개 버스정류장 중 20% 이용 가정
	수질관리	센서	0.128	서울시 1000개소 중 20% 이용 가정

상기 예측 데이터는 서울시 및 판교신도시의 통신수요분석을 근간으로 가정하였다.

<표 6-6> 판교신도시 공공정보서비스 통신수요분석

서비스	연결 대상수	대역폭/ 단말기	통신방식	총 대역폭
환경오염정보 서비스	대기측정: 2곳 수질측정: 1곳	2.4Kbps	Serial/ TCP/IP	0.1Mbps
상하수도누수 관리 서비스	분전합: 40~50곳	2.4Kbps	Serial/ TCP/IP	0.1Mbps
영상감시 CCTV 서비스	CCTV 115~125 개	1Mbps ~ 10Mbps	TCP/IP	115M ~ 1,250Mbps
안심 서비스	10개 sink node	2.4Kbps	Serial/ TCP/IP	0.1Mbps
교통약자안전 서비스	분전합: 40~50곳	2.4Kbps	Serial/ TCP/IP	0.1Mbps
대중교통정보 서비스	VMS: 27개 KIOSK: 180~200개	VMS: 56Kbps KIOSK: 56Kbps	Serial/ TCP/IP	12.5Mbps
교통신호제어 서비스	CCTV: 8~12개 VDS: 8~12식	1~10Mbps 56Kbps	Serial/ TCP/IP	8.5~12! Mbps
중형주차장관리 서비스	주차장 19개소	5~41Mbps	TCP/IP	95~779Mbps
가로등제어 서비스	분전합: 100~200	2.4Kbps	Serial/ TCP/IP	0.3~0.5Mbps
원격교육 서비스	22 개교	100Mbps/학교	TCP/IP	2,200Mbps
미디어보트	4 개	10Mbps	TCP/IP	40Mbps
합 계				2.4~4.3Gbps

이때, 소요대역폭 산출을 위한 가정은 다음과 같다.

- 셀면적의 반경은 서울시 도심 중심을 고려하여 반경 400m로 가정 함
: 정육각형 셀 가정의 경우 셀 면적은 0.415Km^2 으로 산출 됨
- 서비스 보급률의 경우 본 소요대역폭 산출은 향후 1~3년의 단기 예측을 고려하
여 20%로 가정하였음

이와 같은 조건으로 셀당가입자수는 23.11명/Km^2 이 산출 된다.

개별 트래픽은 위 표의 조건을 적용하였으며 이때 셀당 트래픽은 180Mbps으로 산출되었다.

시스템용량을 산출하기 위해서는 다음과 같은 가정을 하였다.

- 미국 FCC의 경우 4.9GHz대역에 IEEE 802.11a 기준을 적용하여 시스템을 이용

하고 있음으로 본 산출조건에도 IEEE 802.11a 표준을 적용 함

- 채널 대역폭은 20MHz, 채널 전송량은 20Mbps로 가정하였으면, 이때 섹터수는 1로 초기 단계에 섹터화는 이용하지 않는 것으로 가정 함

이와 같은 조건으로 소요대역폭은 180.14MHz가 산출되었으며, 이는 서울시를 기준으로 산출하였으므로, 전국 또는 지역적 환경에 따라 산출 결과가 변경 될 수 있다.

또한, 향후 이용기술의 발달로 IEEE 802.11n의 고용량 전송 기술 및 IEEE 802.16 기반의 WiMAX 기술이 적용된다면 보다 최적화된 주파수 이용이 가능하면, 다중섹터화 기술을 통해 주파수 이용 효율을 높일 수 있다.

반면, 트래픽 예측 측면에서 향후 요구되는 센서네트워크의 규모 및 이용 트래픽의 양 등 공공 무선 자가망의 이용예측에 따라 소요대역폭은 변동이 될 수 있으므로, 신뢰성 있는 예측 데이터와 측정 기법을 통해 정량화된 소요대역폭 예측이 요구 된다.

제7장 결론 및 향후계획

본 연구반에서는 새롭게 제안된 공공자가업무용 주파수에 대한 활용을 위해 외국에서 PPDR 주파수 4.9GHz대역에서 활용되는 기술사항을 중심으로 국내 적용방안을 마련하였다. 공공자가업무의 정의, 주요국 주파수 이용현황, 후보대역 및 소요대역폭 산출 등을 통해 공공자가업무 주파수의 분배 가능성을 확인했다.

주요 결과로, 공공자가업무용 주파수의 정의를 「공공을 목적으로 설립된 지자체 및 공공기관에서 자가망을 이용해 일반국민이나 유관기관에 정보를 제공하기 위해 제한된 서비스 지역 내에서 무선데이터 전송 기술을 위해 수집·가공·전송하기 위한 통신 서비스 주파수」로 규정하였다.

공공자가업무용 관련 주파수 이용현황 분석 관련해서, 국내 경찰성, 도로공사, 서울시 등 지자체에서 운용현황 및 추가 도입 계획을 확인하고, 미국, 유럽, 일본 등 주요국 주파수 분배 및 이용현황을 분석을 통해 국내 주파수 분배 가능성을 확인하였다.

공공자가업무용 주파수 대역 제안 및 소요대역폭 산출 결과 관련해서, 주파수 수요제기 대역인 4.9GHz대역을 포함한 PPDR 주파수 대역을 중심으로한 가능 대역 제안하였으며, 현재 서울시 무선 트래픽 예측결과를 반영하여 소요대역폭 180.14MHz를 산출하는 결과를 얻었다.

향후 '09년 공공자가업무용 주파수 연구에는 무선 메쉬네트워크를 활용한 광대역 무선 멀티미디어 공공안전망은 국내 도시환경, 방송·통신인터넷 센서망에 동향 및 발전 추세, 법제도 등 제반여건 등과 적합한가를 확인하는 절차가 추가적으로 필요하다. 또한 광대역 무선 멀티미디어 공공안전망 표준모델과 구축 가이드라인 마련을 통해 음성, 영상 및 센싱 데이터 등을 수용할 수 있는 유무선 네트워크 표준모델과 무선 메쉬장비간 상호접속이 원활해지고, 네트워크 설계 및 구축시 혼선을 미연에 방지할 수 있는 효과가 예상된다. 무선네트워크 기술기준 확정을 위한 Test-Bed 구축 및 운영을 통해 통합 네트워크에 따른 성능, 장애 대처 등에 대한 시험 및 기술기준, 네트워크 보안 기준, 상호 접속 시험 방안 마련 연구가 요구된다. 마지막으로 광대역 무선 멀티미디어 공공안전망의 효과 검증 및 부작용, 법제도 개선 등을 위한 시범사업 추진 방안 연구가 필요하다.

공공자가업무용 주파수를 연구를 통해 주파수 수요제기를 시작으로해 국내 처음 도입되는 전파분야로 기존의 PPDR과 상용망 이용 가능성에 대한 경계에 있는 새로운 정의가 요구가 되는 분야임을 확인했다. 이상에서 확인된 연구결과를 토대로 차기년도 연구를 연속적으로 추진하여 공공자가업무의 명확한 정의 및 주파수 대역 분배를 위한 주파수 정책에 활용될 것이 제안한다.

향후 국내 u-city 등 지자체, 경찰청, 도로공사 등에서 추진하는 무선 자가망 운영에 기준 마련으로 국내 새로운 전파분야의 정의와 함께 신규 관련 산업 활성화 뿐만 아니라 이용자 편리가 극대되어 다양한 응용서비스 적용이 기대된다.

[부록]

공공자가업무용 주파수 연구반 명단

구분	기관	소속	직위	성명
연구반장	상지대학교	IT공학부	교수	성현경
정부	KCC	주파수정책과	주무관	하수용
	경찰청	정보통신기획계	경위	박성연
	소방방재청	통신망사업단	주무관	윤형진
지자체	서울특별시청	정보화기획단 ICT기획팀	통신기술사무관	김형욱
공사	도로공사	정보계획팀	차장	김홍철
기업	SKT	CR전략실	팀장	김생수
	KT	휴대인터넷사업본부	수석부장	김주섭
	유니모 테크놀로지(주)	통신연구소	연구소장	최하순
	포스데이터	u-city사업팀	차장	엄기복
	브로드웨이브	본부	대표	이태진
연구소	ETRI	광역방통융합기술 연구팀	책임	김호겸
산하기관	NIA	u-인프라 기획팀	팀장	강선무
	TTA	표준화본부 전파방송팀	팀장	김대중
	RAPA	기술지원팀	팀장	정찬형
		기술지원팀	과장	구재일
소 계				16명

1. 본 연구보고서는 방송통신위원회의 출연금 등으로 수행한 정보통신연구개발사업의 연구결과입니다.
2. 본 연구보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 방송통신위원회 정보통신연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.