무전기 주파수 디지털 전환동향에 관한 연구

오성만*

한국방송통신전파진흥원

smoh@kca.kr

A Study on the PMR/PAMR Spectrum digital conversions

Oh Sung Man

Korea Communications Agency

요 약

본 논문은 기존 PMR/PAMR 시스템 고도화와 관련된 유럽, 미국, 일본의 디지털 전환 정책에 대해 소개하고 있다.
아날로그 시스템은 그 장점에도 불구하고 혼신과 주파수 이용효율성 관점에서 디지털 전환이 필요한 상황이라고 하겠다.
각 국은 디지털 전환 정책을 지속적으로 추진 중이나 일정한 예외를 두고 중장기적인 관점에서 정책을 수립·추진하고 있다.

Ⅰ. 서 론

본 논문에서는 기존 PMR/PAMR(아날로그 무전기) 시스템 고도화를 위한 DMR(디지털 무전기) 기술표준 및 단일 주파수 분배 정책 추진에 대해서 다루고 있다. PMR(Private 또는 Professional mobile radio), PAMR(Public access mobile radio)은 유럽지역에서 아날로그 무전기 시스템을 의미(운용주체·방식으로 구분)하는 바, 기지국에서 상대적으로 가까운 거리의 이용자 간 통신을 위한 통신체계로 즉시통화(Push to talk) 기능을 제공하며, 셀룰러 시스템에 비하여 통화 대기 시간이 짧은 장점이 있어 택시, 재난대응 분야에서 주로 이용되고 있다. 그러나 전통적인 아날로그 방식이 이용자의 수요를 충족하지 못하자 정교하고 진화된 기술기반의 DMR 기술이 등장하게 되었다. 이에, 유럽에서는 우편전기통신주관청회의(CEPT) 권고('99), 전자통신위원회(ECC) 결정('03) 등을 통해 PMR/PAMR 디지털 표준 마련 및 정책을 추진 중이나, 아날로그 이용을 제한하는 것은 아닌 상황으로 CEPT 및 ECC 결정·권고에 따라 PMR/PAMR의 유럽 공통대역과 국가별 상황을 고려한 전용대역 분배 정책을 수립·추진 중이다. 이하에서 각 지역별 관련 현황을 살펴본다.

Ⅱ. 본론

DMR은 유럽전기통신표준화기구(ETSI)에서 개발한 기술 표준으로 기존 아날로그 PMR 시스템이 디지털 진화된 방식이라 할 수 있다. 무전기 시스템은 기존 방식에서 이른바 'trunked system'(예:TETRA)으로 진화하였는데, 'trunking'이라 함은 통신 자원(주파수)를 공유하는 것이 가장 큰 기술적 특징이라고 할 수 있다. 'trunking' 시스템은 통화를 시도하면, 주파수를 통화시도자에게 할당하고, 통화가 끝나면 자동적으로 다른 통화를 위한 자원으로 할당하는 방식으로 주파수 자원을 탄력적이고 경제적으로 사용할 수 있다는 장점이 있으며, 주파수를 재사용하게 되어 복수의 기지국이 서로 연결되고 커버리지를 확장하는 효과가 있는 것으로 평가된다.

< DMR 기술표준에 따른 3개 군(Tier) 현황 >

구 분	내 용
Tier 1	low-cost, licence-exempt digital PMR446 사용
Tier 2	Peer to Peer와 면허기반의 리피터(Repeater) 모드 지원
Tier 3	면허기반의 공용통신(Trunked operation)

DMR 기술표준은 기존 PMR 주파수 대역에서 운용이 가능하도록 개발되었으며, 이에 주파수 재배치나 면허 회수 등의 조치가 불필요하다. 한편, DMR은 유럽 비면허 공통대역(446.1~446.2㎒)에서 비면허 모드 사용이 가능하며, 각 국가별 주파수 분배에 따라 면허 모드로도 사용 가능한 상황이다. 뿐만 아니라 TDMA 기술을 적용하여 12.5㎑ 1개 채널을 시간적으로 분리 사용하여 두 개의 통화 채널로 이용가능하게 되었다.

유럽의 표준화·정책과 관련, CEPT 및 ECC는 기술권고(T/R 25-08, '99)와 협대역 디지털 PMR/PAMR에 관한 결정('03) 등을 통해 디지털 표준화 및 정책 수립하였는 바, CEPT는 29.7~470㎒ 대역에서 PMR/PAMR에 관한 권고를 통해 25㎑채널폭을 포함하여 12.5/6.25㎑폭을 이용할 수 있는 기준 마련하였다. 한편, ECC결정은 VHF(146~174㎒) 및 UHF(410~430/450~470/870~876 및 915~921㎒) 대역에서 사용 중인 무전기 시스템에 관한 정책방향을 수립한 것으로 평가된다. ECC의 주파수 전략은 ①유럽 단위의 PMR/PAMR 공통 서비스/어플리케이션개발 ②주파수재배치 시 국가·유럽단위 동의필요 ③ 광대역뿐만 아니라 협대역 시스템 발전을 위한 주파수 자원 활용 ④소규모 PMR 시스템 주파수 보호 등을 포함하고 있다. 이에 따라, 유럽국가는 결정에 따라 디지털 방식의 6.25㎑ 또는 12.5㎑ 채널폭 활용이 가능한 상황이나, 위 결정 등에 근거하여 소규모 PMR 이용자 등 기존 아날로그 시스템 이용을 제한하는 것은 아닌 상황이다.[1]

한편, 미국은 VHF/UHF 대역 무전기의 이용 대역폭을 25㎑에서 12.5㎑ 또는 6.25㎑로 변경하기 위한 협대역화 정책 수립·추진하였다. 유럽의 PMR 또는 PAMR은 미국에서의 LMR·SMR(Land/Specialized mobile radio)로 이해할 수 있을 것이다. 미국의 무전기(LMR) 채널 협대역화는 디지털 전환보다는 주파수 이용효율화를 위해 12.5㎑이하 대역폭 도입 및

기기사용 의무 부과에 중점을 두고 있다. 미국 디지털 정책의 특징은 디지털 방식 또는 기기 구입의 의무화가 아니며, 효율성 기준 충족 시 아날로그 또는 디지털 방식 이용이 모두 가능하다는 점이다. 협대역화는 VHF(150~174㎒), UHF(421~430/450~470/470~512㎒) 대역에서의 공공안전, 산업·사업용(Industrial/Business) 무선기기를 대상으로 추진되어 왔다. 이에, FCC는 효율성 기준(Efficeincy Standard)을 충족하지 못하는 기기의 생산을 금지하고, 해당 대역의 신규·갱신허가를 제한하고 있다.[2]

< 효율성 기준 >

구분	내용
음성 통신 (Voice Operation)	o 12.5㎑ 대역폭당 1개의 음성채널을 사용해야함 - 다만 대역폭이 절대적으로 12.5㎑이어야 하는 것은 아니며, 25㎑대역폭 이용 시 two and multi 음성 채널 이용이 가능할 것
데이터 통신 (Voice Operation)	o 6.25㎑ 채널 대역폭 당 데이터 전송률(Data rate)이 4,800 bps 이상일 것

구체적으로 살펴보면, 미국은 '94. 2. 14 이후 효율성 기준 미준수 기기의 신규 인증을 중단하였으나, 25㎑ 및 12.5㎑ 듀얼모드가 가능한 기기는 중단을 유예하였고, '11.1.1 이후 VHF/UHF 대역에서 채널폭 12.5㎑ 이상을 사용하는 신규 시스템은 신규 허가를 제한하고 있는 상황이다. 또한 '11. 1. 1 이후부터 효율성 기준을 충족하지 못하는 기기에 대하여 제조 및 미국 내 수입을 금지하고 있는 상황이다. 다만, 152.0075/157.450㎒ 주파수는 공공안전 기관이 사용하는 무선호출 전용 채널(Paging-only channels)로 협대역화에서 제외하여 적용을 유예하고 있다. 아울러, FCC는 초협대역화 이행이 곤란한 기관에 대해 700/800㎒대역 활용을 제안하였으나, 이전을 강제하는 것은 아닌 상황으로 일정 부분 적용 유예가 가능하다.

일본은 주파수 이용효율 제고 및 데이터 전송능력 향상을 위해 공공업무용 무전기를 중심으로 아날로그 방식의 디지털 전환을 추진 중이다. 경찰 통신 디지털 도입('83~), 공공업무 분야 협대역·디지털 통신 시스템 도입('99~), 업무용육상무선통신(무전기) 디지털 전환 수립·추진('13~) 중이다. 자영계업무용무선/업무용 육상무선통신은 30㎒ 대역의 경찰업무 통신 도입 이후, 국가, 지자체, 공공업무, 생활용 등으로 널리 사용되고 있다. 무선국 국종별 심사기준에 따르면, 공용업무(국가 지자체 등), 일반업무(택시, 면허, 방송사 등), 간이업무(간편업무용)으로 구분되어 있는 상황이다. 육상계 무선통신은 주로 150㎒, 400㎒ 이용 중이며, 260㎒대역에서 사용하는 소방·구조무선은 전면 디지털화 이행 완료('16.5월)되었다.

일본의 협대역화는 한신 대지진('95)을 계기로 총무성이 주파수 전송방식 고도화 등을 위해 무전기 분야에서 디지털·협대역 채널 도입을 검토하면서 본격화 되었다. 이에 따라, 400㎒ 대역 아날로그 방식의 12.5㎑채널폭 사용 및 150㎒ 대역 6.25㎑ 채널폭 도입을 위한 기술조건을 마련('98~)하였고, 현재 1개 채널 당 25/12.5/6.25㎑폭을 사용 가능한 상황으로 6.25㎑폭 FDMA 디지털방식과 25㎑ TDMA방식이 널리 사용 중이다. 총무성에 따르면 디지털 기기에 따른 부품수급 곤란, 설계·제조 비용 증가 등으로 전체적인 이용이 감소될 것으로 예상된다. 또한, 아날로그 장비의 수명(통상 15년)을 고려하더라도, 이동전화 보급, 유지보수 곤란 등의 영향으로 전환이 빠를 것으로 예상된다. 한편 총무성은 업무용 육상 무선 고도화 등에 관한 기술적 조건 검토를 통해 전환시기, 방법, 주파수 활용 정책을 수립('13)하였는 바, 사용자 편의성의 관점에서 향후 디지털 무선기기에 필요한 사항에 관한 기술적 조건(주파수/전환시기 등)을 검토하였다.

주파수 측면에서 디지털 기기가 기존 아날로그 장비가 사용 중인 주파수를 그대로 사용할 수 있도록 하고, 특히 음성 중심 간이 디지털 무선시스템은 가능한 아날로그와 동일 주파수 이용을 추진한다고 볼 수 있다. 방재행정 및 소방무선은 260㎒ 디지털 주파수가 확보되어 있으므로 150㎒ 및 400㎒ 대역의 아날로그 방식은 260㎒로 이전 추진 중이나 다만, 현재 150/400의 아마추어, 특정 소출력 주파수와 디지털 전환 중이거나 전환 완료된 시스템용 주파수 재배치는 곤란할 것으로 전망된다. 전환방식에 있어 단계적 전환을 위해 아날로그-디지털 듀얼 모드가 가능한 기준을 마련하고, 국제규격을 고려하여 송·수신 채널 간격 설정하고 있다.

< 대역별 송·수신 채널 간격 기준 >

주파수	3~4% 이내	10% 이내	현재 기준
150㎒(142~170㎒)	4.3~6.8㎒	17㎒	4-4.6
260㎒(255~275㎒)	7.7~11㎒	27.5㎒	
400㎒(335.4~400㎒)	10.7~16㎒	40㎒	16~24
400㎒(400~470㎒)	12~18.8㎒	47㎒	

일본은 일정 기간 아날로그를 지속 사용할 계획이지만, 디지털 채널에 방해가 될 우려가 있으므로 아날로그 지속이용을 원하는 시설자는 특정대역으로 축소·이전 추진을 염두하고 있다. 전환 기간에 있어서도 신규 무선시스템 조기도입, 디지털-아날로그 간섭 예방을 위해 디지털 전환 시기를 규정하였으나, 기기 잔여수명, 유지보수 기간, 전환에 따른 시설자 부담을 고려하여 탄력적 운영 예상된다.[4]

< 대역별 송·수신 채널 간격 기준 >

시스템	사용기한	제한시기
간이무선(400㎒)	'22년 11.30일	'08년 8월
소방무선(150㎒)	'16년 5.31일	'08년 5월

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 PMA/PAMR의 DMR 전환과 관련하여 주요 국의 정책현황을 정리하였다. 본문에서 확인할 수 있듯이, 디지털 전환은 이미 많은 부분 전환이 완료되거나 진행 중이나, 아날로그 무전기의 장점에 비추어 그 이용을 완전히 제한할 수 없기 때문에 일정기간 동시사용 하거나 적용예외를 두고 있음을 확인하였다. 국내에서도 아날로그 무전기 사용이 제한되고 있으며 그에 따른 디지털 전환 정책들이 수립되어 왔기에 순조롭게 전환이 완료될 것으로 예상된다. 그럼에도 불구하고, 디지털 전환 이후의 여유 주파수 활용과 아날로그 주파수 특성 상 장점을 그대로 유지할 수 있는 합리적인 정책 방안들이 모색되어야 할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

[1] ECC Report 22 "The Technical Impact of introducing taps of 12.5/25khz PMR/PAMR technologies in the 380-400, 410-430 and 450-470Mhz bands" 2003.

[2] Pandata corp, Missioncritical communications "VHF and UHF Narrowbanding : your complecte guide to meet the deadline" 2012

[3] Next generation digital LMR technologhy, "NXDN Overview" 2014.

[4] 총무성, "정보통신심의위 정보통신기술분과위 육상무선통신위원회보고안" 2006, (http//www.soumu.go.jp).