

무선랜 서비스를 위한 자율주파수조정 시스템 기술 현황에 관한 연구

엄중선, 정희윤
한국전자통신연구원

korses@etri.re.kr, junghy@etri.re.kr

A Study on the trends of the Automated Frequency Coordination System for the Wi-Fi Services

Jungsun Um, Hoiyoon Jung
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 무선랜 서비스를 위해 최근 도입된 6GHz 비면허대역에서 실내 및 실외에서 기존서비스와 간섭없이 이용 가능하도록 무선랜에 허용 채널 및 출력레벨 정보를 제공하는 자율주파수조정 (Automated Frequency Coordination, AFC)시스템 기술 현황에 대하여 기술한다. 미국 FCC 기술기준 및 요구사항에 따라 상용화가 추진 중인 미국 AFC 시스템의 주요 기술을 중심으로 논의한다.

I. 서 론

4 차 산업혁명이라 일컬어 지는 새로운 사회 변화에 따라 무선 네트워크 기반의 다양한 서비스가 등장하고 있다. 서비스 유형에 따라 차별화된 요구사항을 만족하기 위하여 면허대역 이동통신 시스템은 5G New Radio 기술로 발전하였다[1]. 비면허대역 무선통신 시스템의 Wi-Fi 도 전송용량 확대뿐만 아니라 사용자 서비스 체감 품질을 향상을 목표로 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)를 채택한 IEEE802.11ax 표준을 완성하였다[2]. 상기 표준은 처음에 정의된 표준화 주파수 범위인 2.4GHz 대역, 5GHz 대역에 추가로 6GHz 대역 포함하였다. 이것은 국내 및 미국, 유럽 등에서 기존 고정링크, 고정위성통신 서비스로 할당된 6GHz 대역에 비면허 서비스가 도입됨에 따라 신규 대역에 대한 무선랜 채널정보를 추가로 정의하게 된 것이다. 2020 년 4 월 미국 FCC 는 처음으로 무선랜을 포함하여 6GHz 대역에서 동작 가능한 무선기기의 유형으로 실내전용기기 (Low Power Indoor-only, LPI)와 표준전력을 사용할 수 있는 Access Point (Standard Power AP, SPAP), Fixed Client (FC) 기기에 대한 기술기준을 발표하였다[3]. SPAP 와 FC 는 최대 36dBm 의 높은 출력레벨이 허용되나 자율주파수조정 시스템에 접속하여 기기 위에서 허용되는 무선랜 채널과 출력레벨을 확인하고 준수해야 하는 의무가 주어진다[4]. 이와 관련하여 Wi-Fi Alliance(WFA)에서는 SPAP 와 AFC 시스템 간의 통신 규약 표준을 완성하였고, FCC 는 AFC 시스템 사업자에 대한 제안서를 수립하여 2022 년 11 월 13 개 기관을 조건부 승인하여 시스템 요구사항 검증 절차를 거쳐 최종 사업자를 선정할 계획이다. 본 논문의 나머지 부분은 WFA 의 표준 규격과 AFC 와 관련한 FCC 의 제안서 요구사항에 따른 기술 개발 현황에 대하여 알아보도록 한다.

II. 미국 자율주파수조정 시스템 기술

미국 FCC 는 6GHz 대역 전체 1.2GHz 대역 폭 중에서 그림 1 과 같이 이동방송 중계 서비스로 할당된 U-NII 6 와 8 을 제외한 U-NII 5 와 7 를 SPAP 형 무선랜이 이용 가능하도록 기술기준을 마련하였다. 이것은 U-NII-5/7 대역의 기존 서비스가 고정형 서비스이므로 고정 위치에서 동작하는 SPAP 가 간섭을 유발하지 않는 채널을 선택하게 되면 상호 공존의 가능하기 때문이다. 이에 FCC 는 SPAP 가 AFC 시스템에 위치정보를 1 일 1 회 제공하고 허용 채널 및 출력레벨 정보를 확인하도록 기술요구사항에 정의하였다. AFC 시스템은 전달받은 SPAP 의 위치에서 인접한 기존 서비스에 미치는 간섭 영향으로 간섭-잡음 비율(INR)이 -6dB 이하가 되는 채널과 출력레벨을 계산하여 SPAP 에 제공하게 된다. 무선랜 기반의 SPAP 와 AFC 시스템 사이의 메시지 인터페이스는 Wi-Fi Alliance 에서 AFC System to Device Interface (SDI)로 표준 규격을 정의되었다.

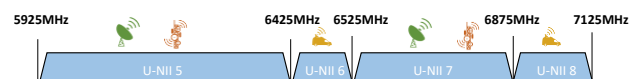


그림 1. 미국 6GHz UNII 대역 구성 및 기존 서비스

AFC SDI 는 Jason 기반으로 SPAP 가 자신의 위치정보를 Horizontal 및 Vertical uncertainty 를 포함하여 전달하게 된다. AFC SDI 에서 허용 주파수와 출력레벨 정보는 다음의 두 가지 중 하나로 정의된다.

- 정보유형-가. 무선랜 채널단위 및 각 해당 채널에서의 최대 출력 레벨
- 정보유형-나. 1MHz 단위 주파수 당 출력레벨

정보유형-가 의 경우 SPAP 는 AFC 가 제공한 정보에 따라 최종적으로 동작할 무선랜 채널을 선택하면 된다. 정보유형-나 의 경우에는 SPAP 가 동작할 채널 대역폭과

최대 허용 출력레벨 36dBm 을 고려하여 대역폭을 포함하여 동작 무선랜 채널과 출력레벨을 결정하게 된다[4]. 정보 계산에는 무선랜과 기존 서비스 사이의 거리에 따라 자유공간 손실모델, WINNER II 모델, Irregular Terrain Model (ITM)과 기타 전파손실에 필요한 모델을 적용하도록 FCC 기술기준에 정의되어 있다. 그림 2 는 SPAP 가 제공하는 위치 정보의 유형과 인접한 고정서비스(FWS)의 동작 채널을 고려하여 AFC 가 산출하는 정보유형-가의 예를 표현한 것이다.

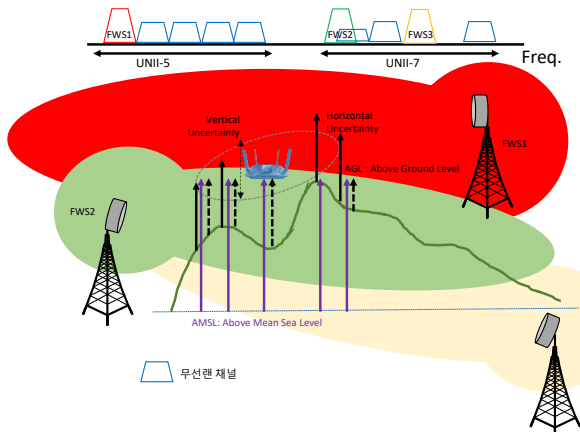


그림 2. SPAP 위치 정보 및 잠재 간섭영역

AFC 시스템은 기존 고정 서비스의 동작채널, 안테나 패턴, 안테나 지향 방향, 위치 등의 정보를 가지고 있게 되며, FCC 기술기준에 따라 매일 관련 정보를 업데이트하게 된다. SPAP 로부터 정보요청 메시지가 수신되면 SPAP 의 위치정보와 요청된 정보유형에 따라 허용되는 무선랜 채널과 출력레벨을 산출하게 된다. AFC 시스템이 산출할 정보는 SPAP 의 높이 및 위치 정보와 해상도 조건에 따라 많은 연산 시간이 요구될 수 있다. 따라서 AFC 시스템은 연산 능력을 고려하여 실시간으로 모든 정보를 산출하는 방법을 택하거나 임의의 해상도 또는 초기 조건 등에 따라 사전 산출 결과를 SPAP 에 초기 정보로 제공하고 주기적으로 SPAP 가 접속할 때 좀더 세밀한 정보를 제공하는 방법을 고려할 수 있다. 다음은 본 논문에서 제안하는 동작 절차이다.

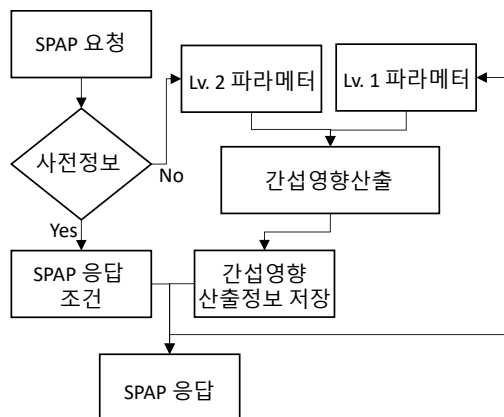


그림 3. SPAP 위치 정보 및 잠재 간섭영역

Lv.1 과 Lv.2 파라미터는 각각 사전 간섭영향 분석과 실시간 간섭영향 분석을 위한 수평, 수직 위치정보 해상도 등에 관한 것이다. 간섭영향 값은 SPAP 위치에서 방사되는 신호가 기존 서비스 수신 무선국에 도달하였을 때의 신호레벨 또는 Interference to Noise Ratio 로 정의될 수 있다. 상기 값들은 AFC 시스템에 단위 공간 또는 위치 정보 마다 저장된다. SPAP 응답은

그림 2 와 같이 SPAP 의 위치 정보 조건과 인접한 기존 서비스의 위치, 동작 채널 등을 고려하여 정보유형-가 또는 -나의 형태로 산출되어 SPAP 에 응답메시지로 전달된다.

FCC 는 2021 년 11 월 AFC 시스템 제안서를 접수 받아 2022 년 11 월 13 개 기관에 대한 조건부 승인을 하였다. 13 개 기관은 Broadcom, Google, Comsearch, Sony Group, Kyrio, Key Bridge Wireless, Nokia Innovations, Federated Wireless, Wireless Broadband Alliance, Wi-Fi Alliance (WFA), Qualcomm, Plume Design, and RED Technologies 이다. FCC 의 OET 는 WFA, WINNF 등을 포함하는 Multi-stake holder 그룹에서 정의한 AFC 시스템 시험 검증안을 바탕으로 최종 서비스 사업자를 결정할 것으로 예상된다. 미국 이외에 SPAP 유형 도입과 관련하여 2022 년 11 월 브라질 Anatel 은 AFC 의견 수렴을 진행하고 있어 미국에 이어 두 번째로 AFC 시스템과 SPAP 유형을 도입할 것으로 예상된다[5]. 국내에서도 AFC 시스템 도입을 계획하고 있어 높은 출력레벨 사용이 가능한 무선랜으로 다양한 서비스 도입이 가능할 것으로 보인다.

III. 결론

본 논문에서는 무선랜 서비스가 가능한 6GHz 대역과 관련하여 기존 서비스에 간섭없이 최대 36dBm 출력레벨을 사용할 수 있는 SPAP 유형과 이를 지원하기 위한 AFC 시스템에 관한 현황에 대하여 논의하였다. 실내뿐만 아니라 실외에서도 이용 가능한 SPAP 유형이 국내에도 도입이 되면, 넓은 서비스 커버리지를 보장할 수 있는 무선랜 네트워크 기반의 스마트 공장 구축이 가능할 것으로 기대된다. 특히 실외에서도 적용 가능하게 되어 야외 야적장 등이 구성된 공장으로서의 활용도 가능하게 될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2023 년도 스마트 제조혁신 기술개발(R&D) (No. RS-2022-00070516)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

- [1] S. Parkvall, E. Dahlman, A. Furuskar and M. Frenne, "NR: The New 5G Radio Access Technology," in IEEE Communications Standards Magazine, vol. 1, no. 4, pp. 24-30, Dec. 2017, doi:10.1109/MCOMSTD.2017.1700042.
- [2] T. Uwai, T. Miyamoto, Y. Nagao, L. Lanante, M. Kurosaki and H. Ochi, "Performance evaluation of OFDMA random access in IEEE802.11ax," 2016 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS), 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISPACS.2016.7824740.
- [3] FCC, "Report and Order and Further Notice of Proposed Rule-making", FCC 20-51, 2020.
- [4] J. Um, B. Kim, I. Kim, and S. Park. "Comparison of two methodologies on spectrum sharing information for unlicensed use in the 6-GHz band", ETRI Journal (2021), 1- 12. <https://doi.org/10.4218/etrij.2021-0172>
- [5] <https://apps.anatel.gov.br/ParticipaAnatel/VisualizarTextoConsulta.aspx?TelaDeOrigem=2&ConsultaId=10088>