

IEEE 802.22 WRAN 시스템의 이동성을 지원하기 위한 핸드오버 메커니즘 설계

이준^o, 이성원, 홍충선

경희대학교 컴퓨터공학과

junlee@networking.khu.ac.kr, drsungwon@khu.ac.kr, cshong@khu.ac.kr

Design of Mechanism for Supporting Mobility of IEEE 802.22 WRAN System

Jun Lee, Sungwon Lee, Choong Seon Hong

Department of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

본 논문에서는 이동성이 없는 고정된 환경을 가정하고 있는 IEEE 802.22 WRAN(Wireless Regional Area Network) 시스템을 노트북, 휴대폰, PDA와 같은 이동 단말기 서비스에 적용하기 위해서 WRAN시스템을 구성하는 CPE의 이동성을 지원하기 위한 메커니즘을 제안 한다. CPE의 이동성을 지원하기 위해 인접 네트워크 탐색 메커니즘과 핸드오버 과정을 정의 하였고 이를 통해 CPE가 Base Station 간 이동 시 발생하는 연결 단절 시간을 최소화 하여 보다 안정된 서비스를 제공할 수 있도록 한다.

1. 서 론

미국 연방통신 위원회(Federal Communications Commission)는 2008년 11월 Digital Television에서 사용하는 VHF(Very High Frequency) 및 UHF(Ultra High Frequency)대역의 주파수를 FCC가 정한 규제 조건을 만족하면 누구나 사용이 가능한 비 면허 대역(Unlicensed Band)로 허용 하고 이를 활용한 통신 서비스를 승인 하였다. 이에 많은 분야에서 Whitespace를 이용하는 무선 통신기술이 연구되고 있다.[1],[2] IEEE 802.22[3]는 WRAN(Wireless Regional Area Network)을 기반으로 TV 방송 대역 중 지역적으로 사용하지 않고 있는 대역을 의미하는 Whitespace를 이용하여 비인가 사용자가 이용할 수 있도록 하는 기술 이다. 현재 아날로그 TV에 사용되고 있는 VHF(Very High Frequency)/UHF(Ultra High Frequency) 주파수 대역에서 무선 인지(Cognitive Radio) 기술을 기반으로 사용하지 않는 주파수 대역을 찾아 활용함으로써 반경 100km 내에서 최대 22Mbps의 무선 인터넷 서비스 제공이 가능하다. 해당 IEEE 802.22 WRAN 통신기술을 이용하여 TV 채널수가 적고 빈 주파수대가 많은 교외 지역에 낮은 비용으로 광대역 무선 통신 제공이 가능하다. 하지만 현재의 IEEE

802.22 WRAN 시스템은 CPE(Consumer Premise Equipment)가 이동성이 거의 없는 고정된 환경을 가정하고 있다. 이처럼 이동성을 보장하지 않는 IEEE 802.22 WRAN 시스템은 노트북, 휴대폰, PDA 등과 같은 이동 단말기를 통한 서비스가 불가능 하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 WRAN 시스템의 이동성을 지원하기 위한 핸드오버 기술의 지원은 필수 적이다. 따라서 본 논문에서는 IEEE 802.22 WRAN 시스템의 핸드오버 시나리오들을 체계적으로 분류하고 IEEE 802.22 WRAN 시스템내의 CPE(Customer Premise Equipment)가 네트워크에서 끊김 없이 핸드오버를 수행할 수 있도록 하기 위한 MAC 계층 핸드오버 절차와 이에 관련된 메시지를 제안하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 설명하고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 IEEE 802.22 WRAN 시스템의 이동성을 지원하기 위한 MAC 프로토콜에 대해 설명하였고 4장에서는 기존 연구와 본 논문에서 제안하는 메커니즘을 비교 및 분석한다. 5장에서는 결론 및 앞으로 필요한 연구를 설명 한다.

2. 관련연구

2.1 IEEE 802.22 WRAN 시스템의 초기화 과정

IEEE 802.22 WRAN 을 구성하는 CPE(Customer Premise Equipment)는 이동성을 고려하지 않고 설계 되었기 때문에 현재 CPE가 속한 Serving BS(Base Station)에서 이웃하는 BS로 이동 할 경우 현재

본 연구는 한국방송통신전파진흥원의 차세대통신네트워크원천기술개발사업(10913-05004: 미래인터넷에서의 이동환경 및 네트워크 다양성 지원구조 연구)의 일환으로 수행되었음.

Dr. CS Hong is corresponding author.

Serving BS와의 연결이 끊어지게 되어 CPE가 연결 단절을 인식하고 이후 CPE가 이동한 새로운 BS에 접속하기 위해 채널을 스캔하고 레인징, 초기화 과정 및 인증, 등록을 수행하는데 많은 시간이 소비된다. 이는 CPE가 다른 BS로 이동을 할 경우 많은 새로운 네트워크로 진입을 빠르게 인지하지 못하여 패킷 손실을 유발하고 인터넷 서비스의 품질을 저하시키는 문제가 발생된다.

2.2 IEEE 802.22 CBP(Coexistence Beacon Protocol)

실제 환경에서의 WRAN 시스템은 아래 그림1에서 보는 바와 같이 동일한 영역에 여러 개의 BS(Base Station)와 CPE(Customer Premise Equipment)가 중복으로 존재하기 때문에 주파수 중복 사용과 같은 문제로 인해 인접한 상호 셀(Cell)간에 상호 간섭이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하고 WRAN 시스템을 효과적으로 유지하기 위해서 WRAN 시스템에서는 인접한 셀(Cell)간의 상호 정보 교환과 동기화를 위해서 CBP(Coexistence Beacon Protocol)을 제안하였다. CBP는 WRAN 시스템에서 Neighboring Network Discovery를 목적으로 사용되며 MAC 제어 메시지를 통하여 WRAN을 구성하는 Base Station과 CPE간에 상호간의 간섭 회피를 위해서 채널 이용 정보와 Incumbent User에 대한 정보를 인접한 BS와 BS에 속한 모든 CPE들에게 CBP 패킷을 통하여 여러 정보를 전달할 수 있다.

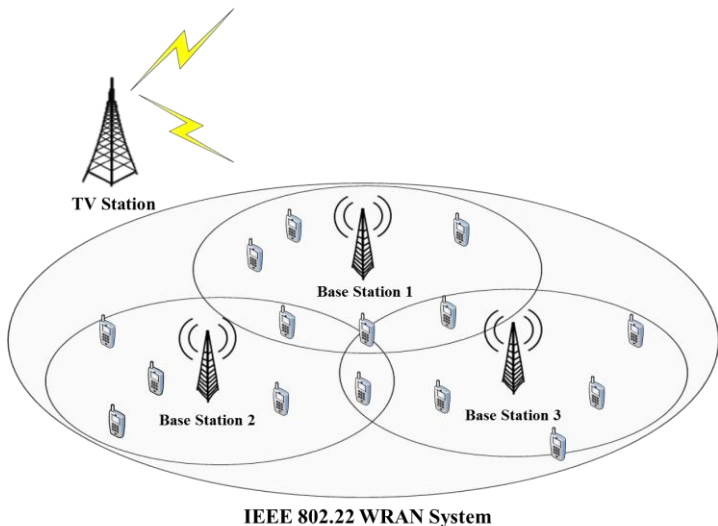


그림 1 IEEE WRAN 서비스 시나리오

CPE가 셀의 경계에서 현재 CPE가 속해 있는 Serving Base Station이 아닌 인접한 다른 셀의 Base Station으로부터 CBP 패킷을 수신하게 되면 해당 CPE는 수신한 CBP 패킷으로부터 얻은 정보를 자신이 속한 Serving Base Station에게 보고한다. 이를 통해 BS는 인접한 셀과의 간섭회피를 위해 CBP에서 수집한

정보를 기반으로 채널 전환, 송신 전력 제어와 같은 작업을 수행한다.

3. 제안사항

3.1 이동성 지원을 위한 Base Station MAP

본 논문에서는 CPE의 이동성을 지원하기 위해서 IEEE 802.22 WRAN의 모든 CPE가 GPS모듈을 가지고 있는 장점과 WRAN 시스템의 Coexistence Beacon Protocol 특성을 이용하여 Base Station MAP을 생성하고 이를 핸드오버에 이용한다. IEEE 802.22 WRAN 시스템에서 BS간 중첩된 Cell 영역에 위치한 CPE들은 Coexistence 모드로 동작할 때 인접한 Base Station으로부터 주기적으로 CBP 패킷을 수신하여 인접한 Base Station에 대한 정보를 수집하고 이를 해당 CPE가 속한 Base Station에 보고할 수 있다. CBP 패킷으로 얻은 정보들 중 이동성 지원을 위한 Base Station MAP 생성에 사용하는 정보는 다음과 같다.

표 1 CBP Information Element

Element ID	Name
0x00	Backup and Candidate Channel List IE
0x05	CBP_Identification IE

CBP MAC PDU안에 있는 Backup and Candidate Channel List IE 필드는 해당 Base Station에서 이용 가능한 채널 목록을 포함하고 있다. 이 채널 목록은 CBP 패킷을 전송한 Base Station이 관리하는 Cell 내에서 이용 가능한 Backup Channel과 Candidate Channel 리스트들로 구성되어 있다. 또한 CBP_Identification IE 필드를 통해 CBP 패킷을 전송한 Base Station의 ID, 위도, 경도 정보를 알 수 있다. Base Station MAP은 BS가 관리하는 영역에 분포되어 있는 모든 CPE들로부터 주기적으로 정보를 보고 받아서 특정 위치에서 이용 가능한 채널 정보[4], 해당 채널을 이용할 때의 평균 데이터의 전송률 등을 저장한다. 아래 표1은 Base Station MAP의 필드를 나타낸다.

표 2 Base Station MAP의 필드

Field	Description
Position	정보가 수집되는 CPE의 위치
Serving BS ID	CPE가 속한 Base Station의 ID
Neighbor BS ID	현 위치에 인접한 Base Station의 ID
Serving BS Channel List	현재 속한 Base Station에서 사용 가능한 채널
Neighbor BS Channel List	현재 위치에서 인접한 Base Station에서 사용 가능한 채널
Data rate	해당 CPE에 서비스되는 데이터

전송률

3.2 CPE의 핸드오버 준비 단계

본 절에서는 CPE의 MAC 계층에서 이동을 감지하고 핸드오버 시점을 결정하는 메커니즘에 대해 설명한다. 아래 그림2은 WRAN시스템 내의 CPE가 현재 위치하고 있는 Serving Base Station1에서 이웃하는 Target Base Station2로 이동하는 Inter-BS Mobility 시나리오를 보여주고 있다.

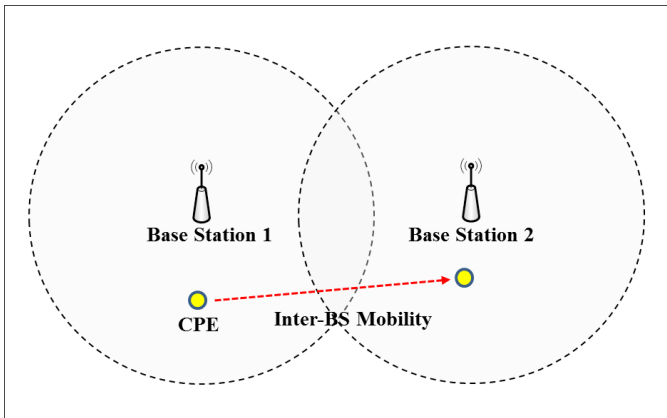


그림 2 Inter-BS Mobility 시나리오

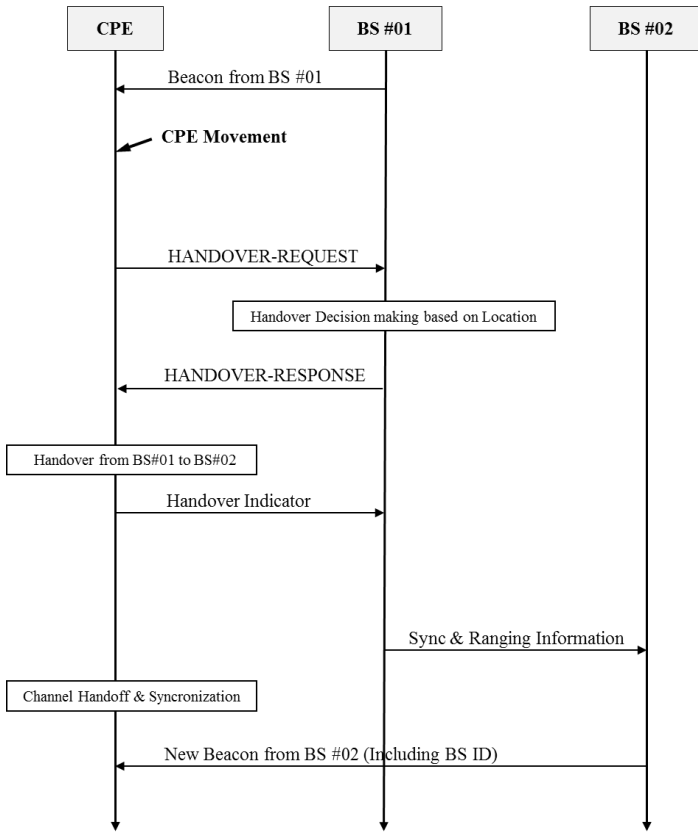


그림 3 CPE의 이동성 지원 메커니즘

위 그림2 처럼 처음 Base Station1에 머무르고 있던 CPE가 위 화살표 방향으로 이동할 때 CPE가 Cell의 가장자리 영역에 가까워질수록 Base Station으로 부터 수신 신호의 세기가 점점 작아지게 되고 OFDMA 시스템의 특성상 신호대 간섭비(CINR)의 열화로 CPE의 전송률의 저하가 발생 한다. CPE에서 수신하는 신호의 세기가 임계값 이하가 되는 경우에 CPE는 자신의 Device ID와 위치 정보를 담은 HANDOVER-REQUEST메시지를 Serving Base Station에게 전송 한다. 이를 수신한 Serving Base Station은 CPE의 위치와 GPS 정보를 이용하여 CPE의 이동 방향을 예측하고 Base Station MAP의 정보를 이용하여 핸드오버를 수행할 지점에서의 핸드오버의 적합성을 판단한다. 만약 Serving Base Station이 핸드오버가 적합하다고 판단 할 경우에 인접한 Base Station을 Target Base Station으로 지정하고 Target Base Station에서 레인징 정보 및 사용 가능한 채널 리스트(Operating Channel, Backup Channel, Candidate Channel)를 포함한 HANDOVER-RESPONSE 메시지를 CPE에게 전송하고 동시에 핸드오버 시간 단축을 위해서 Backbone 망을 통해 인접한 Target Base Station에게 CPE의 세션 및 설정 정보를 전송 한다. 이를 이용해서 핸드오버 과정에서 대부분을 차지하는 채널 스캔 시간을 줄임으로써 신속한 핸드오버를 수행 할 수 있다.

3.3 CPE의 핸드오버 실행 단계

핸드오버 요청을 위해 Serving Base Station과 HANDOVER-REQUEST/HANDOVER-RESPONSE 메시지를 주고 받은 CPE는 Target Base Station으로 이동을 위한 본격적인 핸드오버 과정을 수행 한다. 현재 CPE가 속해 있는 Serving Base Station과의 연결을 끊기 위해서 CPE의 Device ID가 포함된 HANDOVER-INDICATOR메시지를 Serving Base Station에게 전송 한다. Base Station이 HANDOVER-INDICATOR메시지를 수신한 시점부터 는 CPE는 Serving Base Station과 데이터 송수신이 불가능 한다. CPE는 핸드오버를 위해 Target Base Station에서 이용중인 Operating Channel로 진입 절차를 수행 한다. CEP가 Target Base Station으로 진입 절차를 완료 하면 Target Base Station에 새롭게 진입한 CPE를 Database에 등록하는 과정을 수행 한다. 해당 CPE의 Device ID와 GPS 모듈을 통해 얻은 위치 정보를 Target Base Station에게 전송 한다. 이를 수신한 Target Base Station은 M-DEVICE-ENLISTMENT-REQUEST메시지를 Database에 전송을 한다. Database는 CPE정보를 Database에 등록을 하고 성공적으로 등록 되었음을 알리는 의미로 M-DEVICE-ENLISTMENT-CONFIRM 메시지를 Target Base Station에게 전송 한다.

3.4 CPE의 핸드오버 완료 단계

CPE가 새로운 Target Base Station으로 핸드오버 수행을 완료 하게 되면 CPE가 새롭게 이동한 Target Base Station은 CPE가 이전에 머물던 Serving Base Station에게 Backbone 네트워크를 통하여 CPE의 핸드오버가 성공적으로 수행 되었음을 알린다. 이를 수신한 Serving Base Station은 Database에 등록되어 있는 CPE를 삭제하기 위한 절차를 수행 한다. 이를 위해 Serving Base Station이 Database에 M-DB-DELIST-REQUEST 메시지를 전송하여 Database에 속해 있는 해당 CPE와 Base Station정보를 삭제한다. 이후 Database는 삭제가 성공적으로 완료 되었음을 알리는 메시지이니 M-DB-DELIST-CONFIRM 메시지를 전송 한다.

4. 기존 WRAN 시스템과의 비교

아래 표3은 CPE에 본 논문에서 제안하는 이동성 지원 메커니즘을 적용한 WRAN 시스템과 기존의 WRAN 시스템을 비교 한 것이다. 표에서처럼 기존의 WRAN 시스템은 CPE가 현재 위치한 Serving BS에서 이웃한 BS로 이동을 할 경우에 CPE에서 디바이스의 이동을 감지하고 이웃 BS으로 핸드오버를 수행 하는 메커니즘이 없기 때문에 기존에 연결된 Serving BS와의 연결이 끊어지기 때문에 많은 패킷 손실이 발생 하지만 본 논문에서 제안하는 이동성 지원 메커니즘이 적용된 WRAN 시스템의 경우 CPE가 이동을 감지하고 적절한 시점에 이웃하는 BS로 핸드오버를 수행 하기 때문에 CPE의 이동 시 발생하는 패킷 손실을 최소화 할 수 있다.

표 3 기존 시스템과 제안하는 시스템 비교

구분	제안하는 시스템	기존 시스템
CPE의 이동성 감지 메커니즘	YES	NO
CPE의 이동 시 채널스캔	NO	YES
CPE의 이동 시 연결 단절 시간	LOW	HIGH
단말의 이동성 서비스	YES	NO
네트워크 이동성 서비스	NO	NO

5. 결론 및 향후 연구

기존의 IEEE 802.22 WRAN 시스템을 구성하는 CPE는 이동이 거의 없는 고정된 환경만을 가정하였기

때문에 한정된 BS내의 단일 셀 지역에서만 이용이 가능하다. 따라서 이를 해결 하기 위해 본 논문에서는 IEEE 802.22 WRAN 시스템에서 CPE의 이동성을 지원하기 위한 메커니즘을 설계하였다. CPE의 핸드오버를 지원하기 위해 WRAN의 CPE가 GPS모듈을 가지고 있는 특징과 Coexistence Beacon Protocol을 이용하여 빠른 핸드오버 지원이 가능 하도록 하였고 최소한의 변경으로 이동성을 지원할 수 있도록 하였다. 하지만 하드 핸드오버 방식을 사용 하여 연결 단절에 의한 패킷 손실과 지연이 발생 하기 때문에 실시간 서비스에는 적합하지 않다. 따라서 향후 연구로 VoIP나 IPTV와 같은 실시간 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서는 핸드오버 절차에 대한 기능 향상 연구를 수행 할 계획이다.

참고문헌

- [1] Chin-Sean Sum, Harada, H, Kojima, F, Zhou Lan, Funada, R. "Smart utility networks in tv white space", IEEE Communications Magazine, Vol 49, Issue 7, pp132-139, July 2011
- [2] IEEE Standard std. 802.16h: Improved coexistence mechanisms for license-exempt operation
- [3] Draft Standard for Wireless Regional Area Networks Part 22: Cognitive Wireless RAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications: Policies and Procedures for Operation in the TV Bands
- [4] Gwangzeen Ko, Franklin, A.A, Sung Jin You, Jin Suk Park, Myung Sun Song, Chang Joo Kim, "Channel management in IEEE 802.22 WRAN systems", IEEE Communications Magazine, Vol 48, Issue 9, pp88-94, September 2010
- [5] OMNET++, <http://www.omnetpp.org>