(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월30일
(11) 등록번호 10-1581125
(24) 등록일자 2015년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/02 (2009.01) *H04W 16/32* (2009.01)
H04W 36/26 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2014-0077281
(22) 출원일자 2014년06월24일
심사청구일자 2014년06월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120088815 A
JP2011199564 A
KR1020110123925 A
KR100615419 B1

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
홍충선
경기도 용인시 수지구 상현로 30-10 상현마을 성원상떼빌 233-101 (상현동, 상현마을성원상떼빌아파트)
레 안 투안
경기도 수원시 영통구 영통동 1027-1 B03
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 황유진

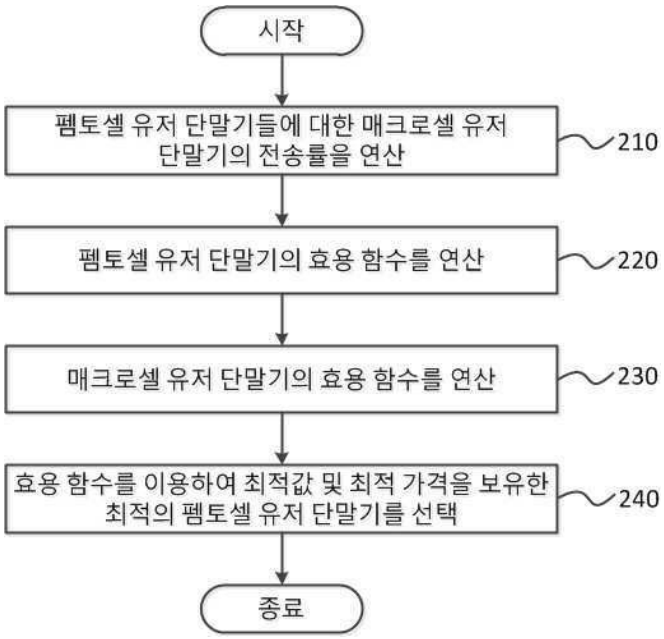
(54) 발명의 명칭 **협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기(MUE, Macrocell User Equipment)와 펨토셀 유저 단말기(FUE, Femtocell User Equipment) 간의 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법에 있어서, 상기 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 적어도 하나 이상의 상기 펨토셀 유저 단말기들에 대한 상기 매크로셀

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



유저 단말기의 전송률(Data rate)을 연산하는 단계, 상기 펨토셀 유저 단말기들의 중계 데이터 가격, 전력 할당 레벨 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이 포함된 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수(Utility Function)를 연산하는 단계, 상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 전송률, 상기 전력 가격, 가변 전력이 포함된 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 단계 및 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 이용하여 최적값 및 최적 가격을 보유한 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택하는 단계를 포함하는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법 및 장치를 개시한다.

(72) 발명자

두 더 쿠옹

서울시 관악구 낙성대동 산4-2 서울대학교 946 동 BK국제관 B동 430호

사이드 무하마드 아산 라자

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보대학 352호

사이드 울라

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보관 352호

호만타이

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보대학 352호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20140748
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업 (핵심)
연구과제명	SDN기반 이종인지무선네트워크 제어관리 프레임워크 연구
기 여 율	1/1
주관기관	경희대학교 산학협력단
연구기간	2014.05.01 ~ 2015.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기(MUE, Macrocell User Equipment)와 펨토셀 유저 단말기(FUE, Femtocell User Equipment) 간의 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법에 있어서,

상기 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 적어도 하나 이상의 상기 펨토셀 유저 단말기들에 대한 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률(Data rate)을 연산하는 단계;

상기 펨토셀 유저 단말기들의 중계 데이터 가격, 전력 할당 레벨 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이 포함된 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수(Utility Function)를 연산하는 단계;

상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 전송률, 상기 전력 가격 및 가변 전력이 포함된 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 단계; 및

상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 이용하여 최적값 및 최적 가격을 보유한 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택하는 단계

를 포함하는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전송률을 연산하는 단계는

MRC(Maximal Ratio Combining) 기법이 적용된 증폭후전송(AF, Amplify and Forward) 연산을 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률을 연산하는

협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전송률을 연산하는 단계는

상기 펨토셀 유저 단말기의 전송 영역에 포함되는 펨토셀 기지국(FBS, Femtocell Base Station) 및 매크로셀 기지국(MBS, Macrocell Base Station) 중 적어도 하나의 상수값을 고려하여 연산하는

협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 단계 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 단계는

상기 상수값을 고려하여 연산하는

협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

마르코브 모델(Markov Model)이 적용된 전송 확률 메트릭스(Transmission Probability Matrix)를 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 중계 전송 영역에 포함되는 상기 펨토셀 유저 단말기들의 상태를 감지하는 단계

를 더 포함하는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 상태를 감지하는 단계는

상기 펨토셀 유저 단말기들 각각의 시간 슬롯의 점유 상태를 기반으로 보상값을 산정하는 단계;

정책과 할인 요인이 포함된 추계과정을 통하여 상기 보상값을 최적의 할인 보상값으로 산정하는 단계; 및

불안 산적 문제(Restless Bandits Problem)을 통하여 최적의 계수값을 산정하는 단계

를 더 포함하는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 방법을 실행하는 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 8

상향링크에서 매크로셀 유저 단말기(MUE, Macrocell User Equipment)와 펨토셀 유저 단말기(FUE, Femtocell User Equipment) 간의 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치에 있어서,

상기 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 적어도 하나 이상의 상기 펨토셀 유저 단말기들에 대한 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률(Data rate)을 연산하는 제1 연산부;

상기 펨토셀 유저 단말기들의 중계 데이터 가격, 전력 할당 레벨 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이 포함된 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수(Utility Function)를 연산하는 제2 연산부;

상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 전송률, 상기 전력 가격, 가변 전력이 포함된 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 제3 연산부; 및

상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 이용하여 최적값 및 최적 가격을 보유한 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택하는 선택부

를 포함하는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 연산부는

MRC(Maximal Ratio Combining) 기법이 적용된 증폭후전송(AF, Amplify and Forward) 연산을 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률을 연산하는

협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

마르코브 모델(Markov Model)이 적용된 전송 확률 메트릭스(Transmission Probability Matrix)를 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 중계 전송 영역에 포함되는 상기 펨토셀 유저 단말기들의 상태를 감지하는 감지부

를 더 포함하는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 감지부는

상기 펨토셀 유저 단말기들 각각의 시간 슬롯의 점유 상태를 기반으로 보상값을 산정하는 제1 산정부;

정책과 할인 요인이 포함된 추계과정을 통하여 상기 보상값을 최적의 할인 보상값으로 산정하는 제2 산정부; 및

불안 산적 문제(Restless Bandits Problem)을 통하여 최적의 계수값을 산정하는 제3 산정부

를 더 포함하는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이동통신 기술의 발달과 다양한 휴대용 통신 장비의 보급으로 많은 사용자들이 실내와 실외에서 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스를 쉽고 빠르게 이용할 수 있게 되었다. 특히 비디오 스트리밍과 같은 영상 서비스가 일반화됨에 따라 모바일 트래픽이 폭발적으로 증가하는 추세이다. 이와 같이 증가하는 트래픽에 대처하기 위해 다양한 방안이 강구되고 있는데, 그 중 하나가 펨토셀(Femtocell) 및 매크로셀(Macrocell)을 통하여 증가하는 트래픽을 분산시키는 방안이 강구되고 있다.

[0003] 펨토셀은 실내 영역 범위 향상, 에너지 효율 및 비용적 측면에서 잠재적인 장점을 가지고 있기 때문에 고속 무선 통신 시스템에 적용되어 왔다. 또한, 펨토셀은 LTE(Long Term Evolution) 시스템의 주요 기능의 하나로 채택되고 있으며, LTE 펨토셀은 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 정의한 모든 대역을 사용할 수 있고 전용 주파수 대역을 필요로 하지 않는다는 장점이 있다.

[0004] 펨토셀은 매크로셀의 서비스 영역에 중첩되어(Overlaid) 설치되므로 2 계층(Two-tier) 이기종 네트워크망(HetNet, heterogeneous wireless Network)이 구성될 수 있고, 펨토셀 및 매크로셀은 상향 링크에서 OFDMA(Orthogonal Frequency division Multiplexing Access) 방식을 채택하여 데이터를 전송하는 환경을 제공할 수 있다.

[0005] 도 1은 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기(MUE, Macrocell User Equipment)와 펨토셀 유저 단말기(FUE, Femtocell User Equipment) 간의 협업 통신을 도시한 도면이다.

[0006] 도 1을 참조하면, 펨토셀 유저 단말기들은 전송 영역에 포함된 펨토셀 기지국(FBS, Femtocell Base Station) 또는 매크로셀 기지국(MBS, Macrocell Base Station)과의 송수신을 통하여 데이터를 전송할 수 있고, 매크로셀 유저 단말기는 전송 영역에 포함된 펨토셀 기지국 또는 매크로셀 기지국과의 송수신을 통하여 데이터를 전송할 수 있다.

[0007] 또한, 매크로셀 유저 단말기는 펨토셀 기지국 및 매크로셀 기지국이 전송 영역에 포함되지 않을 때, 중계기 용도로서 펨토셀 유저 단말기를 통하여 핸드오버(Handover)를 수행하여 데이터를 전송할 수 있고, 펨토셀 유저 단말기는 핸드오버된 데이터를 펨토셀 기지국 또는 매크로셀 기지국으로 전송할 수 있다.

[0008] 그러나, 종래의 기술은 매크로셀 유저 단말기가 펨토셀 유저 단말기를 통하여 데이터를 전송하는 일반적 기술들만 존재할 수 있다. 보다 상세하게는, 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기가 펨토셀 유저 단말기들 중에서 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택하여 데이터를 중계하는 협업 통신 기술은 미흡한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제101001045호(2010.12.07), "펨토셀 서비스 환경에서의 펨토셀로 접근 불가능한 이동단말을 매크로셀로 접속 유도하기 위한 주파수 천이 방법 및 이를 위한 시스템"

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제101003690호(2012.12.16). "매크로 셀에서 펨토 셀로의 아이들 핸드오버 지원을 위한 방법 및 장치"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 일실시예는 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 협업 통신을 통하여 매크로셀 유저 단말기의 전송 영역을 확장시킬 수 있는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0011] 본 발명의 일실시예는 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 전송률, 할당되는 전력 및 가격이 포함된 효용함수를 고려하여 최적의 펨토셀 유저 단말기의 선택을 제공하는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0012] 본 발명의 일실시예는 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 펨토셀 유저 단말기의 상태를 효율적으로 감지할 수 있는 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일실시예에 따른 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기(MUE, Macrocell User Equipment)와 펨토셀 유저 단말기(FUE, Femtocell User Equipment) 간의 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 상기 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 적어도 하나 이상의 상기 펨토셀 유저 단말기들에 대한 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률(Data rate)을 연산하는 단계, 상기 펨토셀 유저 단말기들의 중계 데이터 가격, 전력 할당 레벨 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이 포함된 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수(Utility Function)를 연산하는 단계, 상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 전송률, 상기 전력 가격, 가변 전력이 포함된 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 단계 및 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 이용하여 최적값 및 최적 가격을 보유한 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택하는 단계를 포함한다.,

[0014] 상기 전송률을 연산하는 단계는 MRC(Maximal Ratio Combining) 기법이 적용된 증폭후전송(AF, Amplify and Forward) 연산을 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률을 연산할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 전송률을 연산하는 단계는 상기 펨토셀 유저 단말기의 전송 영역에 포함되는 펨토셀 기지국(FBS, Femtocell Base Station) 및 매크로셀 기지국(MBS, Macrocell Base Station) 중 적어도 하나의 상수값을 고려하여 연산할 수 있다.

[0016] 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 단계 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 단계는 상기 상수값을 고려하여 연산할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일실시예에 따른 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 마르코브 모델(Markov Model)이 적용된 전송 확률 메트릭스(Transmission Probability Matrix)를 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 중계 전송 영역에 포함되는 상기 펨토셀 유저 단말기들의 상태를 감지하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 상태를 감지하는 단계는 상기 펨토셀 유저 단말기들 각각의 시간 슬롯의 점유 상태를 기반으로 보상값을 산정하는 단계, 정책과 할인 요인이 포함된 추계과정을 통하여 상기 보상값을 최적의 할인 보상값으로 산정하는 단계 및 불안 산적 문제(Restless Bandits Problem)을 통하여 최적의 계수값을 산정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일실시예에 따른 상향링크에서 매크로셀 유저 단말기(MUE, Macrocell User Equipment)와 펨토셀 유저 단말기(FUE, Femtocell User Equipment) 간의 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치는 상기 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 적어도 하나 이상의 상기 펨토셀 유저 단말기들에 대한 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률(Data rate)을 연산하는 제1 연산부, 상기 펨토셀 유저 단말기들의 중계 데이터 가격, 전력 할당 레벨 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이 포함된 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수(Utility Function)를 연산하는 제2 연산부, 상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 전송률, 상기 전력 가격, 가변 전력이 포함된 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산하는 제3 연산부 및 상기 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수 및 상기 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 이용하여 최적값 및 최적 가격을 보유한 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택하는 선택부를 포함한다.

[0020] 상기 제1 연산부는 MRC(Maximal Ratio Combining) 기법이 적용된 증폭후전송(AF, Amplify and Forward) 연산을 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률을 연산할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 제1 연산부는 상기 펨토셀 유저 단말기의 전송 영역에 포함되는 펨토셀 기지국(FBS, Femtocell Base Station) 및 매크로셀 기지국(MBS, Macrocell Base Station) 중 적어도 하나의 상수값을 고려하여 연산할 수 있다.

[0022] 상기 제2 연산부 및 제3 연산부는 상기 상수값을 고려하여 연산할 수 있다.

[0023] 본 발명의 일실시예에 따른 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치는 마르코브 모델(Markov Model)이 적용된 전송 확률 메트릭스(Transmission Probability Matrix)를 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 상기 중계 전송 영역에 포함되는 상기 펨토셀 유저 단말기들의 상태를 감지하는 감지부를 더 포함할 수 있다.

[0024] 상기 감지부는 상기 펨토셀 유저 단말기들 각각의 시간 슬롯의 점유 상태를 기반으로 보상값을 산정하는 제1 산정부, 정책과 할인 요인이 포함된 추계과정을 통하여 상기 보상값을 최적의 할인 보상값으로 산정하는 제2 산정부 및 불안 산적 문제(Restless Bandits Problem)을 통하여 최적의 계수값을 산정하는 제3 산정부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 일실시예는 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 협업 통신을 통하여 매크로셀 유저 단말기의 전송 영역을 확장시킬 수 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예는 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 전송률, 할당되는 전력 및 가격이 포함된 효용함수를 고려하여 최적의 펨토셀 유저 단말기의 선택을 제공할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일실시예는 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 펨토셀 유저 단말기의 상태를 효율적으로 감지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 협업 통신을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법을 도시한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치를 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0030] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0031] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법을 도시한 흐름도이다.

[0032] 도 2를 참조하면, 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기(MUE, Macrocell User Equipment)와 펨토셀 유저 단말기(FUE, Femtocell User Equipment) 간의 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 단계 210에서, 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 적어도 하나 이상의 펨토셀 유저 단말기들에 대한 매크로셀 유저 단말기의 전송률(Data rate)을 연산한다.

[0033] 보다 상세하게는, 단계 210은 MRC(Maximal Ratio Combining) 기법이 적용된 증폭후전송(AF, Amplify and Forward) 연산을 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률을 연산할 수 있다.

[0034] 본 발명의 일측에 따르면, MRC 기법이 적용된 증폭후전송 연산을 포함하는 전송률은 아래의 수학식 (1)을 통하여 연산될 수 있다.

[0035] [수학식 1]

$$R_m^{k_s} = \frac{B_w}{2}\log\left(1+\frac{P_m\left|h_{m,k}\right|^2}{\sigma^2}+\frac{P_mP_{k_s}\left|h_{m,k_s}\right|^2\left|h_{k_s,k}\right|^2}{\sigma^2\left(P_m\left|h_{m,k_s}\right|^2+P_{k_s}\left|h_{k_s,k}\right|^2+\sigma^2\right)}\right)$$

[0036]

[0037] 여기서, k는 펨토셀 기지국(FBS, Femtocell Base Station)의 상수값이고, k가 0일 때, 매크로셀 기지국(MBS, Macrocell Base Station)의 상수값이다. m은 매크로셀 유저 단말기의 상수값이고, s는 펨토셀 유저 단말기의 상수값이다.

[0038] 또한, $R_m^{k_s}$는 펨토셀 기지국에 속한 매크로셀 유저 단말기의 전송률이고, B_w는 대역폭이며, P_m은 매크로셀 유저 단말기의 전송 전력이고, 매크로셀 유저 단말기의 전송 전력에 대한 전력 레벨은 매크로셀 유저 단말기의 전송률의 요구조건에 따라 고정된다. P_{k_s}는 펨토셀 기지국에 속한 펨토셀 유저 단말기의 전송 전력이고, $h_{m,k}$는 매크로셀 유저 단말기의 채널 이득이며, $h_{k_s,k}$는 펨토셀 유저 단말기의 채널 이득이고, σ^2는 노이즈이다.

[0039] 본 발명의 일측에 따르면, 수학식 (1)과 같이 단계 210은 펨토셀 유저 단말기의 전송 영역에 포함되는 펨토셀 기지국 및 매크로셀 기지국 중 적어도 하나의 상수값을 고려하여 연산할 수 있다.

[0040] 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 단계 220에서, 펨토셀 유저 단말기들의 중계 데이터 가격, 전력 할당 레벨 및 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이 포함된 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수(Utility Function)를 연산한다.

[0041] 예를 들어, 효용 함수는 일반적으로 화폐단위로 표현된 가치와 효용간의 관계를 나타낼 수 있고, 재화 및 용역의 소유, 사용 및 소비로부터 얻어지는 만족 또는 즐거움이란 개념으로 사용될 수 있으며, 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 효용간의 관계로 사용될 수 있다.

[0042] 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수는 아래의 수학식 (2)를 통하여 연산될 수 있다.

[0043] [수학식 2]

$$U_{k_s}^m = (\omega_{m(k_s)} - \zeta_{k_s})P_{k_s(m)}$$

[0044]

[0045] 여기서, $U_{k_s}^m$는 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수이고, $\omega_{m(k_s)}$는 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이며, $P_{k_s(m)}$는 펨토셀 유저 단말기의 전력 할당 레벨이고, ζ_{k_s}는 매크로셀 유저 단말기의 중계 데이터 가격이다.

[0046] 본 발명의 일측에 따르면, 수학식 (2)와 같이 단계 220은 펨토셀 유저 단말기의 전송 영역에 포함되는 펨토셀 기지국 및 매크로셀 기지국 중 적어도 하나의 상수값을 고려하여 연산할 수 있다.

[0047] 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 단계 230에서, 매크로셀 유저 단말기의 전송률, 전력

가격, 가변 전력이 포함된 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산한다.

[0048] 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수는 아래의 수학식 (3)을 통하여 연산될 수 있다.

[0049] [수학식 3]

[0050]
$$U_m^{k_s} = R_m^{s_k}\left(P_{s_k(m)}\right) - \omega_{m(s_k)} P_{s_k(m)}$$

[0051] 여기서, $U_m^{k_s}$ 는 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수이고, $R_m^{s_k}$ 는 매크로셀 유저 단말기의 전송률이며, $P_{s_k(m)}$ 는 매크로셀 유저 단말기의 가변 전력이고, $\omega_{m(s_k)}$ 는 펨토셀 유저 단말기에 지불할 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이다.

[0052] 본 발명의 일측에 따르면, 수학식 (3)과 같이 단계 230은 펨토셀 유저 단말기의 전송 영역에 포함되는 펨토셀 기지국 및 매크로셀 기지국 중 적어도 하나의 상수값을 고려하여 연산할 수 있다.

[0053] 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 단계 240에서, 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수 및 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 이용하여 최적값 및 최적 가격을 보유한 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택한다.

[0054] 최적값은 아래의 수학식 (4)를 통하여 연산될 수 있다.

[0055] [수학식 4]

[0056]
$$P_{s_k(m)}(\omega_{m(s_k)}) = \min\left(\left[\frac{-A\omega_{m(s_k)} + \sqrt{B\omega_{m(s_k)}^2 + C\omega_{m(s_k)}}}{2\omega_{m(s_k)} D}\right]^+, P_{s_k}^{\max}\right)$$

[0057] 여기서,

[0058]
$$A = \frac{(\sigma^2 + P_m|h_{m,k_s}|^2)(2\sigma^2 + P_m(|h_{m,k_s}|^2 + |h_{m,k}|^2))}{|h_{k_s,k}|^2(\sigma^2 + P_m|h_{m,k}|^2)},\quad B = \left(\frac{P_m|h_{m,k_s}|^2(\sigma^2 + P_m|h_{m,k_s}|^2)}{|h_{k_s,k}|^2(\sigma^2 + P_m|h_{m,k}|^2)}\right)^2$$

$$C = \frac{2P_m|h_{m,k_s}|^2\left(\sigma^2 + P_m|h_{m,k_s}|^2\right)\left(\sigma^2 + P_m(|h_{m,k_s}|^2 + |h_{m,k}|^2)\right)}{\ln 10\,|h_{k_s,k}|^2(\sigma^2 + P_m|h_{m,k}|^2)^2},\quad D = \frac{\sigma^2 + P_m(|h_{m,k_s}|^2 + |h_{m,k}|^2)}{\sigma^2 + P_m|h_{m,k}|^2}.$$

[0059] 이 때, $P_{s_k(m)}(\omega_{m(s_k)})$ 는 최적값이고, $P_{s_k}^{\max}$ 는 매크로셀 유저 단말기의 최대 가변 전력이다.

[0060] 최적 가격은 아래의 수학식 (5)를 통하여 연산될 수 있다.

[0061] [수학식 5]

[0062]
$$\omega_{m(k_s)}^* = \arg\max\left((\omega_{m(k_s)} - \zeta_{k_s})P_{k_s(m)}^*\right)$$

[0063] 여기서, $\omega_{m(k_s)}^*$ 는 최적 가격이고, $P_{k_s(m)}^*$ 는 매크로셀 유저 단말기에 대한 펨토셀 유저 단말기의 최적

의 전력값이다.

[0064] 본 발명의 일측에 따르면, 수학식 (4) 및 (5)와 같이 단계 240은 펨토셀 유저 단말기의 전송 영역에 포함되는 펨토셀 기지국 및 매크로셀 기지국 중 적어도 하나의 상수값을 고려하여 연산할 수 있다.

[0065] 또한, 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 선택된 펨토셀 유저 단말기로 데이터를 전송할 수 있거나, 공동 가격 및 전력을 할당할 수 있다.

[0066] 따라서, 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 협업 통신을 통하여 매크로셀 유저 단말기의 전송 영역을 확장시킬 수 있고, 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 전송률, 할당되는 전력 및 가격이 포함된 효용함수를 고려하여 최적의 펨토셀 유저 단말기의 선택을 제공할 수 있다.

[0067] 실시예에 따라서는, 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 방법은 마르코브 모델(Markov Model)이 적용된 전송 확률 메트릭스(Transmission Probability Matrix)를 통하여 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 펨토셀 유저 단말기들의 상태를 감지하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0068] 전송 확률 메트릭스는 수학식(6)을 통하여 연산될 수 있다.

[0069] [수학식 6]

[0070] $$i_{k_s}(t) = [\theta_{ij}(t)]_{2\times 2}$$

[0071] 여기서,

[0072] $$\theta_{ij}(t) = \Pr\{X(t+1) = j \mid X(t)=i\},\ \text{for } i, j \in X$$

[0073] 이 때, $i_{k_s}(t)$ 는 전송 확률 메트릭스이고, i 및 j는 현재 상태를 의미하며, t는 시간(epoch)이고, Pr은 이행 확률 메트릭스이며, X는 펨토셀 유저 단말기의 가용성에 대한 상태 공간이다.

[0074] 본 발명의 일측에 따르면, 상태를 감지하는 단계는 펨토셀 유저 단말기들 각각의 시간 슬롯의 점유 상태를 기반으로 보상값을 산정하는 단계, 정책과 할인 요인이 포함된 추계과정을 통하여 보상값을 최적의 할인 보상값으로 산정하는 단계 및 불안 산적 문제(Restless Bandits Problem)을 통하여 최적의 계수값을 산정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0075] 펨토셀 유저 단말기들 각각의 시간 슬롯의 점유 상태를 기반으로 보상값을 산정하는 단계에서, 보상값은 아래의 수학식 (7)을 통하여 연산될 수 있다.

[0076] [수학식 7]

[0077] $$\mathcal{R}_{i_{k_s}(t)}^{a_{k_s}(t)} = \left\{ P^*_{k_s(m)}(i_{k_s}(t), a_{k_s}(t)); \omega^*_{m(k_s)}(i_{k_s}(t), a_{k_s}(t)) \right\}$$

[0078] 여기서, $\mathcal{R}_{i_{k_s}(t)}^{a_{k_s}(t)}$ 는 보상값이고, $a_{k_s}(t) \in \{0,1\}$ 에서 '0'이면 펨토셀 유저 단말기는 아이들(Idle) 상태이고, '1'이면 펨토셀 유저 단말기는 엑티브(Active) 상태를 의미한다.

[0079] 정책과 할인 요인이 포함된 추계과정을 통하여 보상값을 최적의 할인 보상값으로 산정하는 단계에서, 최적의 할인 보상값은 아래의 수학식 (8)을 통하여 연산될 수 있다.

[0080] [수학식 8]

$$Z(u^*) = \max_{u \in \mathcal{U}} \mathrm{E}_u \left[\sum_{t=0}^{T-1} \sum_{k_s=1}^{S} \mathcal{R}_{i_{k_s}(t)}^{a_{k_s}(t)} . \beta^t \right]$$

[0081]

[0082] 여기서, $Z(u^*)$는 최적의 할인 보상값이고, $u \in \mathcal{U}$는 정책이며, $0 < \beta < 1$는 할인요인이고, u^*는 최적의 정책이다.

[0083] 불안 산적 문제(Restless Bandits Problem)을 통하여 최적의 계수값을 산정하는 단계에서, 최적의 계수값은 아래의 수학식 (9) 및 (10)을 통하여 연산될 수 있다.

[0084] [수학식 9]

$$\gamma_{i_{k_S}}^0 = \lambda_{i_{k_S}} - \beta \sum_{j_{k_S} \in \Omega} \pi_{i_{k_S} j_{k_S}}^0 \lambda_{j_{k_S}} - R_{i_{k_S}}^0$$

[0085]

[0086] [수학식 10]

$$\gamma_{i_{k_s}}^1 = \lambda_{i_{k_s}} - \beta \sum_{j_{k_s} \in \Omega} \pi_{i_{k_s} j_{k_s}}^1 \lambda_{j_{k_s}} + \lambda - R_{i_{k_s}}^1$$

[0087]

[0088] 여기서, $\gamma_{i_{k_s}}^0$, $\gamma_{i_{k_s}}^1$는 최적의 계수값이고, Ω은 펨토셀 단말기의 상태 공간이며, $\lambda_{i_{k_s}}$는 i 상태에서 이중 문제 해결 솔루션의 최적값이고, $\lambda_{j_{k_s}}$는 j 상태에서 이중 문제 해결 솔루션의 최적값이며, $\pi_{i_{k_s} j_{k_s}}^0$는 펨토셀 기지국에 속한 펨토셀 유저 단말기의 초기 안정 상태이다.

[0089] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치를 도시한 블록도이다.

[0090] 도 3을 참조하면, 상향 링크에서 매크로셀 유저 단말기와 펨토셀 유저 단말기 간의 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치는 제1 연산부(310), 제2 연산부(320), 제3 연산부(330) 및 선택부(340)를 포함한다.

[0091] 제1 연산부(310)는 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 적어도 하나 이상의 펨토셀 유저 단말기들에 대한 매크로셀 유저 단말기의 전송률(Data rate)을 연산한다.

[0092] 보다 상세하게는, 제1 연산부(310)는 MRC 기법이 적용된 증폭후전송 연산을 통하여 상기 매크로셀 유저 단말기의 전송률을 연산할 수 있다.

[0093] 제2 연산부(320)는 펨토셀 유저 단말기들의 중계 데이터 가격, 전력 할당 레벨 및 매크로셀 유저 단말기의 전력 가격이 포함된 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산한다.

[0094] 예를 들어, 효용 함수는 일반적으로 화폐단위로 표현된 가치와 효용간의 관계를 나타낼 수 있고, 재화 및 용역의 소유, 사용 및 소비로부터 얻어지는 만족 또는 즐거움이란 개념으로 사용될 수 있으며, 매크로셀 유저 단말

기와 펨토셀 유저 단말기 간의 효용간의 관계로 사용될 수 있다.

[0095] 제3 연산부(330)는 매크로셀 유저 단말기의 전송률, 전력 가격, 가변 전력이 포함된 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산한다.

[0096] 선택부(340)는 펨토셀 유저 단말기의 효용 함수 및 매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 이용하여 최적값 및 최적 가격을 보유한 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택한다.

[0097] 실시예에 따라서는, 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치는 마르코브 모델(Markov Model)이 적용된 전송 확률 메트릭스(Transmission Probability Matrix)를 통하여 매크로셀 유저 단말기의 중계 전송 영역에 포함되는 펨토셀 유저 단말기들의 상태를 감지하는 감지부(350)를 더 포함할 수 있다.

[0098] 감지부(350)는 제1 산정부, 제2 산정부 및 제3 산정부를 더 포함할 수 있다.

[0099] 제1 산정부는 펨토셀 유저 단말기들 각각의 시간 슬롯의 점유 상태를 기반으로 보상값을 산정할 수 있고, 제2 산정부는 정책과 할인 요인이 포함된 추계과정을 통하여 보상값을 최적의 할인 보상값으로 산정할 수 있으며, 제3 산정부는 불안 산적 문제(Restless Bandits Problem)을 통하여 최적의 계수값을 산정할 수 있다.

[0100] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0101]

[0102] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0103]

[0104] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0105] 300: 협업 통신을 위한 공동 가격 및 전력을 할당하는 장치

310: 제1 연산부

320: 제2 연산부

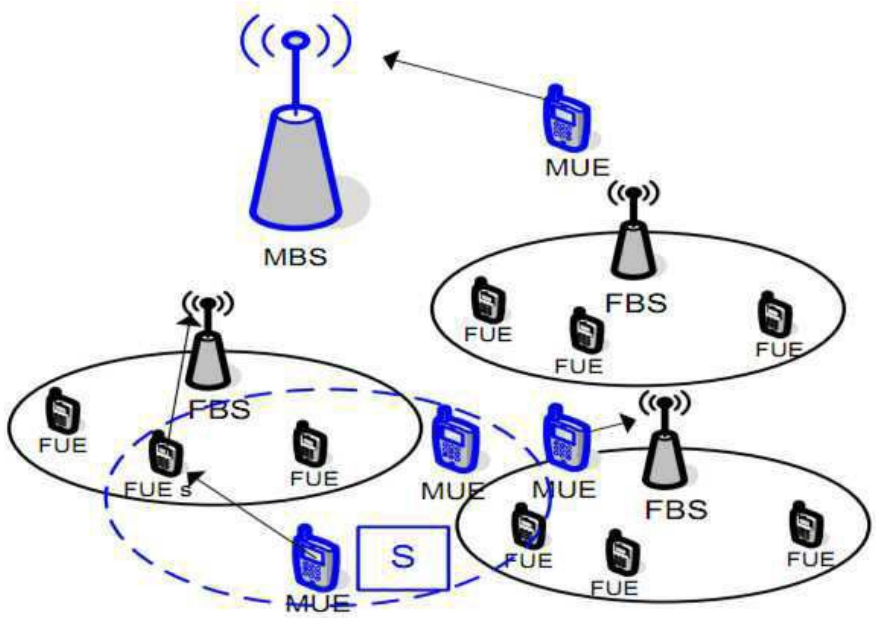
330: 제3 연산부

340: 선택부

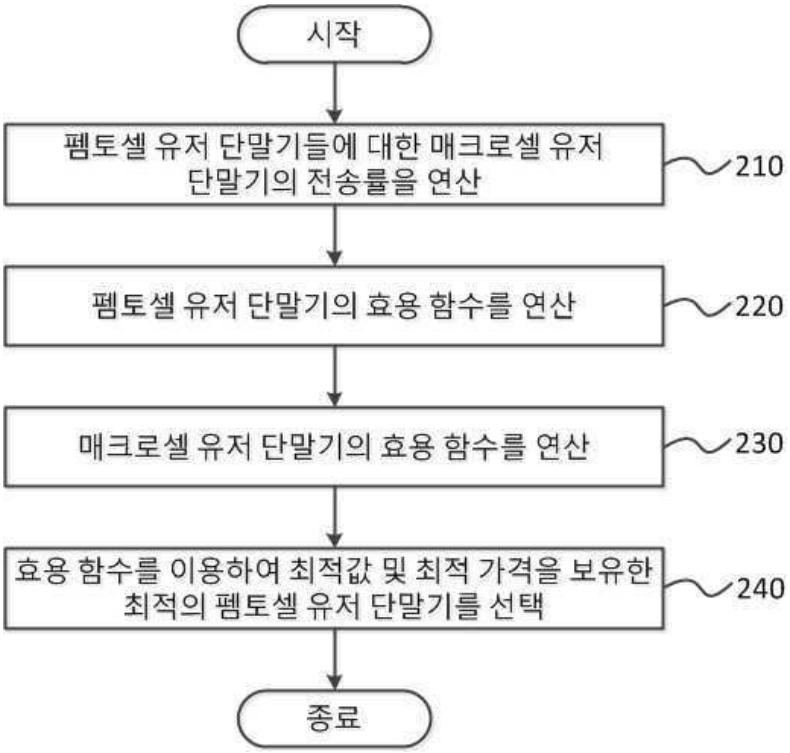
350: 감지부

도면

도면1


MBS
MUE
FBS
FUE
FUE
FUE
FBS
FUE
FUE s
FUE
MUE
MUE
MUE
FBS
FUE
FUE
FUE
S

도면2


시작
펨토셀 유저 단말기들에 대한 매크로셀 유저 단말기의 전송률을 연산
210
펨토셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산
220
매크로셀 유저 단말기의 효용 함수를 연산
230
효용 함수를 이용하여 최적값 및 최적 가격을 보유한 최적의 펨토셀 유저 단말기를 선택
240
종료

도면3

