



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0120379
(43) 공개일자 2010년11월16일

(51) Int. Cl.

H04W 72/04 (2009.01) H04W 52/18 (2009.01)

H04W 52/08 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2009-0039158

(22) 출원일자 2009년05월06일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

에스케이 텔레콤주식회사

서울 중구 을지로2가 11번지

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

김영락

경기도 용인시 수지구 죽전1동 현대홈타운3차2단지 503-701

김덕경

서울특별시 서초구 우면동 동양고속아파트 101동 701호

(74) 대리인

송해모, 이철희

전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 무선 자원 할당 방법 및 장치

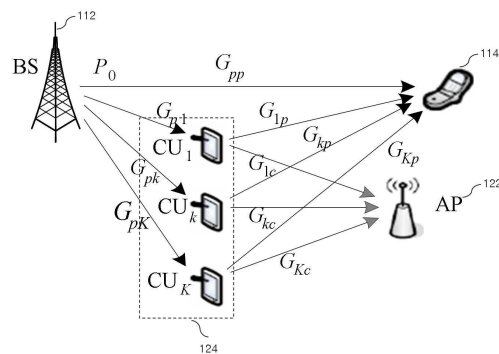
(57) 요약

본 발명은 무선 자원 할당 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명은 우선 망(Primary Network)으로부터 협력 요청을 수신하고, 제시된 협력 시간(t)을 수신하여 적용하는 협력 요청 및 협력 시간 적용부; CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하는 전력 할당 및 처리량 계산부; 상기 우선 망과 협력이 허락된 경우, 상기 우선 망으로 제어 메시지를 송출하는 제어 메시지 송출부; 및 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 상기 우선 망과 통신이 이루어지도록 하는 통신 설정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 장치를 제공한다.

본 발명에 의하면, 우선 링크와 CR 링크들의 품질이 모두 보장될 수 있고, 채널 사용 효율 또한 더 향상될 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

우선 망(Primary Network)으로부터 협력 요청을 수신하고, 제시된 협력 시간(t)을 수신하여 적용하는 협력 요청 및 협력 시간 적용부;

CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하는 전력 할당 및 처리량 계산부;

상기 우선 망과 협력이 허락된 경우, 상기 우선 망으로 제어 메시지를 송출하는 제어 메시지 송출부; 및

우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 상기 우선 망과 통신이 이루어지도록 하는 통신 설정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전력 할당 및 처리량 계산부는,

협력 시간 할당 파라미터(t)를 검출하고, 라그랑지안(Lagrangian) 계수를 초기화하고, 상기 CR 사용자 단말기를 위한 워터 표면(Water Surface)과 워터 레벨(Water Level)을 설정하고, 워터 필링(Water Filling) 알고리즘으로 전력을 할당하고, 할당된 전력이 최적인지의 여부를 확인하고, 확인 결과에 근거하여 할당된 전력을 전송하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 할당된 전력이 최적이지 아닌 경우, 상기 전력 할당 및 처리량 계산부는 상기 라그랑지안 계수를 업데이트한 후 상기 워터 표면과 상기 워터 레벨을 재설정하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전력 할당 및 처리량 계산부는,

수학식 1에 의해 상기 네트워크 처리량을 극대화하되,

상기 수학식 1은

$$\sum_{k=1}^K (1-t) \log_2 \left(1 + \frac{P_k G_{kc}}{N} \right) \quad \text{이고,}$$

상기 수학식 1에서 K는 잠재된 CR 사용자 단말기 수, t는 데이터 전송 시간, N은 부가 백색 가우스 잡음의 전력, P_k 는 데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$) 및 G_{kc} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 AP 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득인 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전력 할당 및 처리량 계산부는,

상기 수학식 1의 제한 조건으로 수학식 2 및 수학식 3을 이용하되,

상기 수학식 2는

$$t \log_2 \left(1 + \frac{P_0 G_{pp} + \sum_{k=1}^K P_k G_{kp} \beta_{ks}}{N + \sum_{k=1}^K P_k G_{kp} \beta_{kn}} \right) \geq \log_2 \left(1 + \frac{P_0 G_{pp}}{N} \right)$$

이고, 상기 수학식 2에서 t 는 데이터 전송 시간, P_0 는 데이터 전송에 할당된 전력, G_{pp} 는 상기 우선 기지국과 상기 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, G_{kp} 는 k 번째 CR 사용자 단말기와 상기 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, β_{ks} 와 β_{kn} 은 k 번째 CR 사용자 단말기로부터 우선 신호와 잡음이 증

득된 비율로서, $\beta_{kn} = \frac{N}{P_0 G_{pk} + N}$, $\beta_{ks} = \frac{P_0 G_{pk}}{P_0 G_{pk} + N}$ 이고, G_{pk} 는 우선 기지국과 k 번째 CR 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득 및 N 은 부가 백색 가우스 잡음의 전력이고,

상기 수학식 3은

$$\forall P_k \geq 0, \quad \sum_{k=1}^K P_k \leq P_m \quad \text{이고,}$$

상기 수학식 3에서, P_k 는 데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$), K 는 잠재된 CR 사용자 단말기 수 및 P_m 는 상기 CR 망의 총 전력인 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 전력 할당 및 처리량 계산부는,

수학식 4에 의해 최적의 전력을 할당하되,

상기 수학식 4는

$$P_k^*(t) = \left[\frac{\frac{1}{\ln 2} (1-t)}{v - \lambda G_{kp} (\beta_{ks} - \gamma(t) \beta_{kn})} - \frac{N}{G_{kc}} \right]^+ \quad \text{이고,}$$

상기 수학식 4에서, P_k 는 데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$), $\lambda \geq 0$ 와 $v \geq 0$ 는 라그랑지안 계수, $[x]^+ : \max(x, 0)$, G_{kp} 는 k 번째 CR 사용자 단말기와 상기 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, G_{kc} 는

k 번째 CR 사용자 단말기와 AP 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, $\gamma(t)$ 는 신호대잡음비(Signal to

$$\gamma(t) = \left(1 + \frac{P_0 G_{pp}}{N} \right)^{1/t} - 1$$

Noise Ratio : SNR) , P_0 는 데이터 전송에 할당된 전력, N : 부가 백색 가우

스 잡음의 전력, G_{pp} 는 상기 우선 기지국과 상기 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, β_{ks} 와

β_{kn} 은 k 번째 CR 사용자 단말기로부터 우선 신호와 잡음이 증폭된 비율로서, $\beta_{kn} = \frac{N}{P_0 G_{pk} + N}$,

$$\beta_{ks} = \frac{P_0 G_{pk}}{P_0 G_{pk} + N}$$

및 G_{pk} 는 우선 기지국과 k번째 CR 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득인 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 장치.

청구항 7

우선 망(Primary Network)에서 CR 망(Cognitive Radio Network)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시하는 협력 요청 및 협력 시간 제시 단계;

상기 CR 망에서 CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하는 전력 할당 및 처리량 계산 단계;

상기 CR 망에서 상기 우선 망과 협력이 허락된 경우, 상기 CR 망에서 상기 우선 망으로 제어 메시지를 송출하는 제어 메시지 송출 단계; 및

상기 우선 망에서 상기 제어 메시지를 검출하며, 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 상기 우선 망과 상기 CR 망 간에 통신이 이루어지도록 하는 우선 망과 CR 망 간 통신 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전력 할당 및 처리량 계산 단계는,

상기 CR 망에서 협력 시간 할당 파라미터(t)를 검출하는 단계;

상기 CR 망에서 라그랑지안(Lagrangian) 계수를 초기화하는 단계;

상기 CR 망에서 상기 CR 사용자 단말기를 위한 워터 표면(Water Surface)과 워터 레벨(Water Level)을 설정하는 단계;

상기 CR 망에서 워터 필링(Water Filling) 알고리즘으로 전력을 할당하는 전력 할당 단계; 및

상기 CR 망에서 할당된 전력이 최적인지의 여부를 확인하고, 확인 결과에 근거하여 할당된 전력을 전송하는 전력 전송 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 할당된 전력이 최적이지 아닌 경우, 상기 CR 망에서 상기 라그랑지안 계수를 업데이트한 후 상기 워터 표면과 상기 워터 레벨을 재설정하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 전력 할당 및 처리량 계산 단계는,

수학식 1에 의해 상기 네트워크 처리량을 극대화하되,

상기 수학식 1은

$$\sum_{k=1}^K (1-t) \log_2 \left(1 + \frac{P_k G_{kc}}{N} \right) \quad \text{이고,}$$

상기 수학식 1에서 K는 잠재된 CR 사용자 단말기 수, t는 데이터 전송 시간, N은 부가 백색 가우스 잡음의 전력, P_{kn} 는 데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$) 및 G_{kc} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 AP 링크의 채널 이득과 연계

된 채널 전력 이득인 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 수학식 1의 제한 조건으로 수학식 2 및 수학식 3을 이용하되,

상기 수학식 2는

$$t \log_2 \left(1 + \frac{P_0 G_{pp} + \sum_{k=1}^K P_k G_{kp} \beta_{ks}}{N + \sum_{k=1}^K P_k G_{kp} \beta_{kn}} \right) \geq \log_2 \left(1 + \frac{P_0 G_{pp}}{N} \right)$$

이고, 상기 수학식 2에서 t는 데이터 전송 시간, P_0 는 데이터 전송에 할당된 전력, G_{pp} 는 상기 우선 기지국과 상기 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, G_{kp} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 상기 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, β_{ks} 와 β_{kn} 은 k번째 CR 사용자 단말기로부터 우선 신호와 잡음이 증

폭된 비율로서, $\beta_{kn} = \frac{N}{P_0 G_{pk} + N}$, $\beta_{ks} = \frac{P_0 G_{pk}}{P_0 G_{pk} + N}$ 이고, G_{pk} 는 상기 우선 기지국과 k번째 CR 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득 및 N은 부가 백색 가우스 잡음의 전력이고,

상기 수학식 3은

$$\forall P_k \geq 0, \quad \sum_{k=1}^K P_k \leq P_m \quad \text{이고,}$$

상기 수학식 3에서, P_k 는 데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$), K는 잠재된 CR 사용자 단말기 수 및 P_m 는 상기 CR 망의 총 전력인 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 전력 할당 및 처리량 계산 단계는,

수학식 4에 의해 최적의 전력을 할당하되,

상기 수학식 4는

$$P_k^*(t) = \left[\frac{\frac{1}{\ln 2} (1-t)}{v - \lambda G_{kp} (\beta_{ks} - \gamma(t) \beta_{kn})} - \frac{N}{G_{kc}} \right]^+ \quad \text{이고,}$$

상기 수학식 4에서, P_k 는 데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$), $\lambda \geq 0$ 와 $v \geq 0$ 는 라그랑지안 계수, $[x]^+ : \max(x, 0)$, G_{kp} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 상기 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, G_{kc} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 AP 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, $\gamma(t)$ 는 신호대잡음비(Signal to

Noise Ratio : SNR) $\gamma(t) = \left(1 + \frac{P_0 G_{pp}}{N} \right)^{1/t} - 1$, P_0 는 데이터 전송에 할당된 전력, N: 부가 백색 가우

스 잡음의 전력, G_{pp} 는 상기 우선 기지국과 상기 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, β_{ks} 와

β_{kn} 은 k번째 CR 사용자 단말기로부터 우선 신호와 잡음이 증폭된 비율로서,
$$\beta_{kn} = \frac{N}{P_0 G_{pk} + N}$$
,

$$\beta_{ks} = \frac{P_0 G_{pk}}{P_0 G_{pk} + N}$$
 및 G_{pk} 는 상기 우선 기지국과 k번째 CR 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득인 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 13

제 7 항에 있어서,

확인 결과에 근거하여 협력이 허락되지 않은 경우, 상기 우선 망에서 재협력이 요청되는지의 여부를 확인하는 재협력 요청 확인 단계; 및

상기 재협력 요청 확인 단계의 확인 결과, 재협력이 요청된 경우 상기 우선 망에서 재응답 전송과 협력 시간을 조정하는 단계

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 우선 망에서 재협력이 요청되지 않으면, 상기 우선 망에서 상기 우선 사용자 단말기에게 다이렉트 우선 링크를 전송하는 단계

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 15

제 7 항에 있어서,

상기 우선 망은,

우선 기지국(Primary Base Station) 및 우선 사용자(Primary User) 단말기를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 16

제 7 항에 있어서,

상기 CR 망은,

AP(Access Point) 및 CR 사용자 단말기(Cognitive Radio User)를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 17

제 7 항에 있어서,

상기 우선 망은 제어 채널을 통해 상기 CR 망으로 협력을 요청하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 18

제 7 항에 있어서,

상기 제어 메시지는,

상기 CR 사용자 단말기를 위한 전력 할당 파라미터를 포함한 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 무선 자원 할당 방법 및 장치에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 우선 망(Primary Network)에서 CR 망(Cognitive Radio Network)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시하고, CR 망에서 CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산함으로써, 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 우선 망과 CR 망 간에 통신이 이루어지도록 하는 무선 자원 할당 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근에 있어서, 무선 통신 기술의 급속한 발전에 따라, 시스템 간의 공존을 해결하기 위하여, 각각의 무선 통신 시스템은 자신만의 주파수 대역을 확보/유지해야 한다. 그러나, 현재 실질적으로 사용 가능한 거의 모든 주파수 대역이 국가 정책적으로 할당됨에 따라, 새로운 무선 통신 시스템을 위한 주파수 자원의 고갈 문제가 발생하고 있다. 현재의 주파수 할당 상황을 고려하면, 일단위의 Hz 부터 백단위의 GHz까지 기 사용되고 있어서, 추가로 사용 가능한 주파수 대역이 거의 없는 실정이다.
- [0003] 이러한 무선 자원의 부족 문제를 해결하기 위해, 최근에 논의되고 있는 기술 중 하나는, 무선 인지(Cognitive Radio : CR) 기술이다. 무선 인지 기술은, 사용 효율이 떨어지는 무선 자원을 검색하여, 종래 주파수를 할당 받아 사용하던 시스템에 간섭을 주지 않고, 주파수 무선 자원을 공유함으로써, 이론적으로는 무선 자원 효율을 제고시킬 수 있을 것으로 기대를 받고 있다.
- [0004] 또한, CR 기술은 무선 주파수 대역을 돈을 내지 않고 사용함으로써, 기존의 무선 통신 서비스 보다 가격이 저렴해 지는 장점이 있다. CR 기술은, 다중 채널에 대한 무선 채널 관리와 분배, 간섭 검출 기술로서, 향후 차세대 무선 통신과 연동하여 서로 상호 보완적으로 사용될 개연성이 있다. 예를 들어, 셀룰러(cellular) 환경에서 발생하는 음영지역이나, 셀의 크기를 제고시켜야 하는 시골 지역 등에서, CR 기술은 주파수 간섭을 일으키지 않고, 효과적으로 고속데이터를 전송할 수 있는 도구로 사용될 수 있다.
- [0005] 하지만, 종래의 CR 사용자 단말기들과 이동통신 시스템 사이의 상호작용의 부족 및 장치와 네트워크의 불확실성에서 오는 불규칙한 채널 때문에 스펙트럼 감지(Spectrum Sensing)의 신뢰성이 항상 보장되지 않는다는 단점이 있다.
- [0006] 예를 들어서, 숨어있는 노드(Node)에 의한 잘못된 스펙트럼 홀을 감지할 수도 있으며, 통신에 이용된 CR 링크의 전송과 이동통신 링크 사이에 간섭이 발생할 수도 있다. 또한, CR 사용자 단말기가 존재하고 있는 스펙트럼 홀을 찾아내지 못하면, 채널 이용 효율이 낮아지는 단점이 있는 것이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0007] 전술한 문제점을 해결하기 위해 본 발명은, 우선 망(Primary Network)에서 CR 망(Cognitive Radio Network)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시하고, CR 망에서 CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산함으로써, 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 우선 망과 CR 망 간에 통신이 이루어지도록 하는 무선 자원 할당 방법 및 장치를 제공하는 데 주된 목적이 있다.

과제 해결수단

- [0008] 전술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 우선 망(Primary Network)으로부터 협력 요청을 수신하고, 제시된 협력 시간(t)을 수신하여 적용하는 협력 요청 및 협력 시간 적용부; CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하는 전력 할당 및 처리량 계산부; 상기 우선 망과 협력이 허락된 경우, 상

기 우선 망으로 제어 메시지를 송출하는 제어 메시지 송출부; 및 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 상기 우선 망과 통신이 이루어지도록 하는 통신 설정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 장치를 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 목적에 의하면, 우선 망(Primary Network)에서 CR 망(Cognitive Radio Network)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시하는 협력 요청 및 협력 시간 제시 단계; 상기 CR 망에서 CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하는 전력 할당 및 처리량 계산 단계; 상기 CR 망에서 상기 우선 망과 협력이 허락된 경우, 상기 CR 망에서 상기 우선 망으로 제어 메시지를 송출하는 제어 메시지 송출 단계; 및 상기 우선 망에서 상기 제어 메시지를 검출하며, 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 상기 우선 망과 상기 CR 망 간에 통신이 이루어지도록 하는 우선 망과 CR 망 간 통신 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법을 제공한다.

효 과

[0010] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 우선 망(Primary Network)에서 CR 망(Cognitive Radio Network)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시하고, CR 망에서 CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산함으로써, 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 우선 망과 CR 망 간에 통신이 이루어지도록 하는 효과가 있다.

[0011] 또한, 본 발명에 의하면, CR 사용자 단말기들은 우선 데이터 전송에 협력할 수 있고 그에 대한 보상으로 채널 시간의 일부를 획득할 수 있는 효과가 있으며, 종래의 기회주의적 방법 대신 CR 사용자 단말기들이 우선 링크에 할당된 채널 시간을 직접적으로 이용할 수 있는 효과가 있다.

[0012] 또한, 본 발명에 의하면, 우선 링크와 CR 링크들의 품질이 모두 보장될 수 있고, 채널 사용 효율 또한 더 향상될 수 있는 효과가 있다.

[0013] 또한, 본 발명에 의하면, CR 사용자 단말기들을 위한 최적의 전력 할당을 사용하면, CR 망의 처리량을 최대화하고 채널을 효과적으로 이용할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0015] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0016] 도 1은 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

[0017] 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 시스템은 우선 망(Primary Network)(110), 우선 기지국(Primary Base Station)(112), 우선 사용자(Primary User) 단말기 (114), CR 망(Cognitive Radio Network)(120), AP(Access Point)(122) 및 CR 사용자(Cognitive Radio User) 단말기 (124)를 포함한다.

[0018] 우선 망(110)은 허가된 주파수 대역을 점유하는 망으로서 다수의 우선 기지국(112) 및 우선 사용자 단말기(114)를 포함한다. 여기서, 우선 망(110)은 TDMA(Time Division Multiple Access) 기반의 셀룰러 네트워크인 것이 바람직하다.

[0019] 즉, 우선 망(110)은 허가된 주파수 대역의 사용에 대해 합법적으로 대가를 지불하고, 주파수 사용의 권리를 가지고 있는 무선 통신망을 의미한다.

- [0020] 본 실시예에 따른 우선 망(110)은 CR 망(120)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시하는 기능을 수행한다. 여기서, 우선 망(110)은 제어 채널을 통해 CR 망(120)으로 협력을 요청할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 실시예에 따른 우선 망(110)은 CR 망(120)으로부터 제어 메시지를 검출하며, CR 망(120)으로 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 우선 망(110)과 CR 망(120) 간에 통신이 이루어지도록 제어하는 기능을 수행한다. 여기서, 제어 메시지는 CR 사용자 단말기를 위한 전력 할당 파라미터를 포함한다.
- [0022] 우선 기지국(112)은 우선 망(110)에 대한 기지국으로서, 서로 다른 타임 슬롯 동안에 서로 다른 우선 사용자 단말기(114)들과 통신을 수행할 수 있다.
- [0023] 우선 사용자 단말기(114)는 우선 망(110)과 연동하여 무선 통신으로 통상적인 음성 통화 및 데이터 통신을 수행하는 단말기를 의미한다.
- [0024] CR 망(120)은 허가된 주파수 대역이 없는 망으로서, 우선 망(110)의 통신 영역 안에 위치한다. 이때, CR 망(120)은 다수의 AP(122) 및 CR 사용자 단말기(124)를 포함한다.
- [0025] 즉, CR 망(120)은 우선 망(110)의 통신 영역 안에 위치하므로 우선 망(110)의 주파수 대역이 할당되어 있지만, 실제로 사용되지 않고 비어 있는 주파수 대역을 감지해, 이를 사용할 수 있는 망을 의미한다.
- [0026] 구체적으로 설명하면, CR 망(120)의 CR 사용자 단말기(124)들은 무선 통신 환경을 감지하고, 우선 사용자 단말기(114)들에 의해서 사용되고 있지 않은 주파수 대역이나 시간으로 이루어진 스펙트럼 홀(Hole)들을 찾는다.
- [0027] 이때, 스펙트럼 홀이 감지가 되면, CR 사용자 단말기(124)는 이를 전송 기회로 활용할 수 있으나, 스펙트럼 홀이 감지되지 않는 경우, CR 사용자 단말기(124)는 계속해서 스펙트럼 홀들을 찾게 된다. CR 사용자 단말기(124)의 데이터 전송과 우선 링크 사이에서 간섭이 발생하지 말아야 하므로, 우선 망(110)은 CR 사용자 단말기(124)들의 존재를 감지하지 못하고, CR 사용자 단말기(124)들이 없는 것과 같이 동작한다.
- [0028] 본 실시예에 따른 CR 망(120)은 CR 사용자 단말기(124)를 선택한 후 우선 망(110)과 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하는 기능을 수행한다.
- [0029] 본 실시예에 따른 CR 망(120)은 우선 망(110)과 협력이 허락된 경우, 우선 망(110)으로 제어 메시지를 송출하는 기능을 수행한다.
- [0030] AP(122)는 CR 기술을 기반으로, 무선 인터페이스를 통하여 여러가지 단말과 송수신을 수행하고, 자신의 통신 영역 안에서 이루어지는 통신을 제어하는 장치를 의미한다.
- [0031] CR 사용자 단말기(124)는 CR 기지국과 무선으로 통신할 수 있는 단말을 의미하며, 사용자 장치 및 기기를 공중 통신 사업자의 전송로에 접속하여 이용할 수 있게 하는 장치를 의미한다.
- [0032] 도 2는 본 실시예에 따른 전력 할당을 설명하기 위한 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0033] 본 실시예에 따른 CR 망(120)은 CR 사용자 단말기(124)를 선택한 후 우선 망(110)과 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하는 기능을 수행한다.
- [0034] 여기서, 전력 할당에 대해 구체적으로 설명하자면, CR 망(120)은 협력 시간 할당 파라미터(t)를 검출하고, 라그랑지안(Lagrangian) 계수를 초기화하고, CR 사용자 단말기(124)를 위한 워터 표면(Water Surface)과 워터 레벨(Water Level)을 설정하고, 워터 필링(Water Filling) 알고리즘으로 전력을 할당하고, 할당된 전력이 최적인지의 여부를 확인하고, 확인 결과에 근거하여 할당된 전력을 전송하는 기능을 수행한다.
- [0035] 한편, CR 망(120)은 할당된 전력이 최적이지 아닌 경우, 라그랑지안 계수를 업데이트한 후 워터 표면과 워터 레벨을 재설정하는 기능을 수행한다.
- [0036] CR 망(120)은 [수학식 1] 식에 의해 네트워크 처리량을 극대화할 수 있다.

수학식 1

$$\sum_{k=1}^K (1-t) \log_2 \left(1 + \frac{P_k G_{kc}}{N} \right)$$

- [0037]
- [0038] 수학식 1에서 K는 잡재된 CR 사용자 단말기 수, t는 데이터 전송 시간, N은 부가 백색 가우스 잡음의 전력, $P_{k\text{는}}$

데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$) 및 G_{kc} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 AP 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득이다.

[0039] 도 2에 도시된 바와 같이 우선 링크 전송은 K명이 잠재하는 CR 사용자 단말기(124)들의 도움을 받을 수 있다($K \geq 1$). 여기서, 우선 기지국(112)의 전송 전력은 P_0 로 고정하고, 다른 우선 망(110)과의 간섭을 억제하기 위해서 CR 망(120)을 위한 총 전력은 P_m 으로 제한한다.

[0040] 또한, 각 CR 사용자 단말기(124)는 협력과 자신의 데이터 전송에 $P_k(1 \leq k \leq K)$ 의 같은 전력을 할당한다. 모든 채널 링크들은 경로 손실과 쉐도잉, 페이딩 채널 이득으로 설명되는 독립적인 복소수 가우시안 확률 변수로 설계된다. g_{pp} , g_{pk} , g_{kp} , g_{kc} 는 각각 BS-PU, BS-CU_k, CU_k-PU, CU_k-AP 링크의 채널 이득을 나타내고, 연계된 채널 전력 이득은 G_{pp} , G_{pk} , G_{kp} , G_{kc} 로 나타낼 수 있다. 부가 백색 가우스 잡음(AWGN : Additional White Gaussian Noise)의 전력은 모든 수신기에서 N이다. 공통 제어 채널은 서로 다른 사용자들 사이의 협력 시간과 채널 상태 정보(CSI : Channel State Information) 등과 같은 파라미터들의 교환에 사용될 수 있다.

[0041] 즉, 이와 같은 상황에서 우선 링크 처리량의 제한과 CR 망(120)의 전송 전력의 제한을 한 상태에서 처리량 극대화 방법은 [수학식 1]과 같이 나타낼 수 있는 것이다.

[0042] 한편, CR 망(120)은 [수학식 1]의 제한 조건으로 [수학식 2]와, [수학식 3]을 이용한다.

수학식 2

$$t \log_2 \left(1 + \frac{P_0 G_{pp} + \sum_{k=1}^K P_k G_{kp} \beta_{ks}}{N + \sum_{k=1}^K P_k G_{kp} \beta_{kn}} \right) \geq \log_2 \left(1 + \frac{P_0 G_{pp}}{N} \right)$$

[0043]

[0044] 수학식 2에서 t는 데이터 전송 시간, P_0 는 데이터 전송에 할당된 전력, G_{pp} 는 우선 기지국과 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, G_{kp} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된

채널 전력 이득, β_{ks} 와 β_{kn} 은 k번째 CR 사용자 단말기로부터 우선 신호와 잡음이 증폭된 비율로서,

$\beta_{kn} = \frac{N}{P_0 G_{pk} + N}$, $\beta_{ks} = \frac{P_0 G_{pk}}{P_0 G_{pk} + N}$ 이고, G_{pk} 는 우선 기지국과 k번째 CR 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득 및 N은 부가 백색 가우스 잡음의 전력이다.

수학식 3

$$\forall P_k \geq 0, \quad \sum_{k=1}^K P_k \leq P_m$$

[0045]

[0046] 수학식 3에서 P_k 는 데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$), K는 잠재된 CR 사용자 단말기 수 및 P_m 는 CR 망의 총 전력이다.

$$\beta_{ks} = \frac{P_0 G_{pk}}{P_0 G_{pk} + N} \quad \beta_{kn} = \frac{N}{P_0 G_{pk} + N}$$

[0047]

즉, 는 각각 k번째 CR 사용자 단말기(124)로부터 연계된 우선 신호와 잡음의 증폭된 비율을 나타낸다. 두 제한 조건을 만족하는 모든 전력 할당 세트들 중에서 네트워크 처리량 극대화를 위해 선택된다. 이때 [수학식 1]을 COVEX 최적화 방식이라고 한다. [수학식 1]은 목적함수가 P의 COVEX 함수이고, 이는 [수학식 1]의 제한 조건인 [수학식 2]과 [수학식 3]이 P의 COVEX 세트로 열거되기 때문이다.

[0048] 또한, CR 망은 [수학식 4]에 의해 최적의 전력을 할당할 수 있다.

수학식 4

$$P_k(t) = \left[\frac{\frac{1}{\ln 2}(1-t)}{v - \lambda G_{kp}(\beta_k - \gamma(t)\beta_{kn})} - \frac{N}{G_k} \right]^+$$

[0049]

[0050]

수학식 4에서 P_k 는 데이터 전송에 할당된 전력($1 \leq k \leq K$), $\lambda \geq 0$ 와 $v \geq 0$ 는 라그랑지안 계수, $[x]^+ = \max(x, 0)$, G_{kp} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, G_{kc} 는 k번째 CR 사용자 단말기와 AP 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, $\gamma(t)$ 는 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio :

$$\gamma(t) = \left(1 + \frac{P_0 G_{pp}}{N} \right)^{1/t} - 1$$

SNR) , P_0 는 데이터 전송에 할당된 전력, N : 부가 백색 가우스 잡음의 전력,

G_{pp} 는 우선 기지국과 우선 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득, β_{ks} 와 β_{kn} 은 k번째 CR 사용자 단말

$$\beta_{kn} = \frac{N}{P_0 G_{pk} + N}, \quad \beta_{ks} = \frac{P_0 G_{pk}}{P_0 G_{pk} + N}$$

기로부터 신호와 잡음이 증폭된 비율로서, , 및 G_{pk} 는 우선 기지국과 k번째 CR 사용자 링크의 채널 이득과 연계된 채널 전력 이득이다.

[0051]

즉, 라그랑지안 계수에 의한 최적의 전력 할당은 [수학식 4]와 같이 나타낼 수 있는 것이다.

[0052]

한편, 우선 망(110)은 확인 결과에 근거하여 협력이 허락되지 않은 경우, 재협력이 요청되는지의 여부를 확인 하고, 확인 결과에 근거하여 재응답 전송과 협력 시간을 조정하는 기능을 수행한다.

[0053]

또한, 우선 망(110)은 재협력이 요청되지 않으면, 우선 사용자 단말기(114)에게 다이렉트 우선 링크를 전송하는 기능을 수행한다.

[0054]

도 3은 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 장치를 개략적으로 나타난 블록 구성도이다.

[0055]

본 실시예에 따른 무선 자원 할당 장치는 협력 요청 및 협력 시간 적용부(310), 전력 할당 및 처리량 계산부(320), 제어 메시지 송출부(330) 및 통신 설정부(340)를 포함한다.

[0056]

본 실시예에서는 무선 자원 할당 장치가 협력 요청 및 협력 시간 적용부(310), 전력 할당 및 처리량 계산부(320), 제어 메시지 송출부(330) 및 통신 설정부(340)만을 포함하여 구성되는 것으로 기재하고 있으나, 이는 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 무선 자원 할당 장치에 포함되는 구성 요소에 대하여 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이다.

[0057]

협력 요청 및 협력 시간 적용부(310)는 우선 망(110)으로부터 협력 요청을 수신하고, 제시된 협력 시간(t)을 수신하여 적용하는 기능을 수행한다.

[0058]

전력 할당 및 처리량 계산부(320)는 CR 사용자 단말기(124)를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하는 기능을 수행한다.

[0059]

제어 메시지 송출부(330)는 우선 망(110)과 협력이 허락된 경우, 우선 망(110)으로 제어 메시지를 송출하는 기능을 수행한다.

[0060]

통신 설정부(340)는 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 우선 망(110)과 통신이 이루어지도록 하는 기능을 수행한다.

[0061]

전력 할당 및 처리량 계산부(320)는 협력 시간 할당 파라미터(t)를 검출하고, 라그랑지안(Lagrangian) 계수를 초기화하고, CR 사용자 단말기를 위한 워터 표면(Water Surface)과 워터 레벨(Water Level)을 설정하고, 워터 필링(Water Filling) 알고리즘으로 전력을 할당하고, 할당된 전력이 최적인지의 여부를 확인하고, 확인 결과에

근거하여 할당된 전력을 전송하는 기능을 수행한다.

- [0062] 한편, 전력 할당 및 처리량 계산부(320)는 할당된 전력이 최적이지 않은 경우, 라그랑지안 계수를 업데이트한 후 워터 표면과 워터 레벨을 재설정하는 기능을 수행한다.
- [0063] 또한, 전력 할당 및 처리량 계산부(320)는 [수학식 1]에 의해 처리량을 극대화하는 기능을 수행한다.
- [0064] 또한, 전력 할당 및 처리량 계산부(320)는 [수학식 1]의 제한 조건으로 [수학식 2]와 [수학식 3]을 이용한다.
- [0065] 또한, 전력 할당 및 처리량 계산부(320)는 [수학식 4]에 의해 최적의 전력을 할당한다.
- [0066] 도 4는 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0067] 우선 망(110)은 CR 망(120)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시한다(S410).
- [0068] CR 망(120)은 CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산한다(S420).
- [0069] 즉, 우선 망(110)이 제어 채널을 통해서 CR 망(120)으로 협력을 요청하고, 적절한 협력시간 t를 제시하면, CR 망(120)의 AP(122)는 CR 사용자 단말기(124)들을 선택하고, 협력 전송에 적절한 전력을 할당하는 것이다.
- [0070] 여기서, 가장 효율적인 방법으로는 여분의 채널 시간 (1-t)를 사용하기 위해서, CR 망(120)은 적절한 전력 할당이 되어있는 최상의 CR 사용자 단말기(124)를 선택함으로써 네트워크의 처리량을 최대화할 수 있을 것이다.
- [0071] CR 망(120)은 우선 망(110)이 협력을 허락하는지의 여부를 확인한다(S430).
- [0072] 한편, 단계 S430의 확인 결과, 우선 망(110)이 협력을 허락하지 않은 경우, CR 망(120)은 우선 망(110)으로 메시지를 전송한다(S432).
- [0073] 우선 망(110)은 재협력 요청이 있는지의 여부를 확인한다(S434).
- [0074] 단계 S434의 확인 결과, 재협력 요청이 있는 경우, 우선 망(110)은 재응답 전송과 협력 시간을 조정한다(S436).
- [0075] 단계 S434의 확인 결과, 재협력 요청이 없는 경우, 우선 망(110)은 우선 사용자 단말기에게 다이렉트 우선 링크를 전송한다(S438).
- [0076] 한편, 단계 S430의 확인 결과, 우선 망(110)이 협력을 허락하는 경우, CR 망(120)은 우선 망(110)으로 제어 메시지를 송출한다(S440).
- [0077] 우선 망(110)은 제어 메시지를 검출한다(S450).
- [0078] 우선 망(110)은 CR 망(120)으로 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 우선 망(110)과 CR 망(120) 간에 통신이 이루어지도록 제어한다(S460).
- [0079] 우선 망(110)은 전송 성공 처리한다(S470).
- [0080] 도 4에서는 우선 망(110)과 CR 망(120)이 단계 S410 내지 단계 S470을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 이는 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 우선 망(110)과 CR 망(120)이 도 4에 기재된 순서를 변경하여 실행하거나 단계 S410 내지 단계 S470 중 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이므로, 도 4는 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.
- [0081] 전술한 바와 같이 도 4에 기재된 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 방법은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다.
- [0082] 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.
- [0083] 이러한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다.
- [0084] 또한, 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 실시예가 속

하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다.

- [0085] 도 5는 본 실시예에 따른 전력 할당 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0086] CR 망(120)은 협력 시간 할당 파라미터(t)를 검출한다(S510).
- [0087] 즉, 우선 망(110)은 CR 망(120)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시하면, CR 망(120)은 CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산하기 위해 협력 시간 할당 파라미터(t)를 검출하는 것이다.
- [0088] CR 망(120)은 라그랑지안(Lagrangian) 계수를 초기화한다(S520).
- [0089] CR 망(120)은 CR 사용자 단말기(124)를 위한 워터 표면과 워터 레벨을 설정한다(S530).
- [0090] CR 망(120)은 워터 필링 알고리즘으로 전력을 할당한다(S540).
- [0091] CR 망(120)은 할당된 전력이 최적인지의 여부를 확인한다(S550).
- [0092] 단계 S550의 확인 결과, 할당된 전력이 최적이지 아닌 경우, CR 망(120)은 라그랑지안 계수를 업데이트한다(S552).
- [0093] 즉, 같은 워터 레벨 하에서는 더 높은 CR 링크 이득을 갖는 CR 사용자 단말기(124)에게 더 높은 전력이 할당되므로, 라그랑지안 계수(λ , v 의) 설정에 의해 워터 레벨과 할당된 전력들이 변화된다.
- [0094] 한편, 단계 S550의 확인 결과, 할당된 전력이 최적인 경우, CR 망(120)은 할당된 전력을 전송한다(S560).
- [0095] 도 5에서는 CR 망(120)이 단계 S510 내지 단계 S560을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 이는 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 CR 망(120)이 도 5에 기재된 순서를 변경하여 실행하거나 단계 S510 내지 단계 S560 중 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이므로, 도 5는 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.
- [0096] 전술한 바와 같이 도 5에 기재된 본 실시예에 따른 전력 할당 방법은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다.
- [0097] 본 실시예에 따른 전력 할당 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.
- [0098] 이러한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다.
- [0099] 또한, 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 실시예가 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다.
- [0100] 도 6은 본 실시예에 따른 타임 슬롯에 대한 예시도이다.
- [0101] 도 6에 도시된 바와 같이 타임 슬롯에 할당된 채널 시간의 사용현황을 비교하였다. 구체적으로, CR 사용자 단말기(124)들은 양방향 모드와 릴레이 프로토콜에서 사용되는 Amplify-and-Forward(AF)를 지원한다.
- [0102] 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이 다이렉트 우선 링크가 전적으로 점유하고 있는 원래의 타임 슬롯은 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이 두 개의 시간 부분으로 나누어진다.
- [0103] 우선 망(110)(우선 기지국(112) 또는 우선 사용자 단말기(114)는 시간 부분 t ($0 < t < 1$)동안에 데이터를 전송하고, 동시에 CR 사용자 단말기(124)들은 수신한 우선 데이터를 증폭하여 재전송하며, 남은 시간부분 ($1-t$)은 CR 링크들에 사용된다.
- [0104] 도 7은 본 실시예에 따른 워터 필링 알고리즘에 대한 예시도이다.
- [0105] 도 7에 도시된 바와 같이 CR 사용자 단말기(124)들이 서로 다른 워터 레벨들을 갖고 있다.
- [0106] K 번째 CR 사용자 단말기를 위한 워터 레벨은 우선 기지국(112)의 송신기와 수신기 모두의 링크 품질에 관련된

계수인 $G_p(\beta_n - r(t)\beta_n)$ 의해 결정되며, 이는 우선 링크의 협력 이득의 계산으로 생각할 수 있다.

[0107] 또한, 도 7에 도시된 바와 같이 CU2의 예를 들자면, 만약 CR 사용자 단말기(124)가 우선 링크에 더 높은 협력 이득을 제공할 수 있다면, 더 높은 워터 레벨이 할당되고 이에 따라 전력이 할당된다.

[0108] 이때, 다른 사용자들을 위한 워터 표면은 CR 링크 이득과 역비례 관계를 갖는다.

[0109] 같은 워터 레벨 하에서는 더 높은 CR 링크 이득을 갖는 CR 사용자 단말기(124)에게 더 높은 전력이 할당된다. 이에 따라서 변수 λ 와 v 의 설정에 의해 워터 레벨과 할당된 전력들이 변화한다. 단, CR 사용자 단말기(124)들이 우선 망(110)의 처리량 제한과 CR 망(120)의 전력 제한 조건을 만족하고 있어야 하는 것이다.

[0110] 이상에서, 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합되거나 결합되어 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성 요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성 요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수 개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 그 컴퓨터 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 본 발명의 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 저장매체로서는 자기 기록매체, 광 기록매체, 캐리어 웨이브 매체 등이 포함될 수 있다.

[0111] 또한, 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재될 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥 상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0112] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업이용 가능성

[0113] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 우선 망(Primary Network)에서 CR 망(Cognitive Radio Network)으로 협력을 요청하고, 협력 시간(t)을 제시하고, CR 망에서 CR 사용자 단말기를 선택한 후 협력에 필요한 전력 할당과 네트워크 처리량을 계산함으로써, 우선 링크와 CR 링크로 구성된 타임 슬롯을 이용하여 우선 망과 CR 망 간에 통신이 이루어지도록 하는 무선 자원 할당 방법 및 장치 분야에 적용되어, 우선 링크와 CR 링크들의 품질이 모두 보장될 수 있고, 채널 사용 효율 또한 더 향상될 수 있는 효과를 발생하는 매우 유용한 발명이다.

도면의 간단한 설명

[0114] 도 1은 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도,

[0115] 도 2는 본 실시예에 따른 전력 할당을 설명하기 위한 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도,

[0116] 도 3은 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도,

[0117] 도 4는 본 실시예에 따른 무선 자원 할당 방법을 설명하기 위한 순서도,

[0118] 도 5는 본 실시예에 따른 전력 할당 방법을 설명하기 위한 순서도,

[0119] 도 6은 본 실시예에 따른 타임 슬롯에 대한 예시도,

[0120] 도 7은 본 실시예에 따른 위치 필링 알고리즘에 대한 예시도이다.

[0121] < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

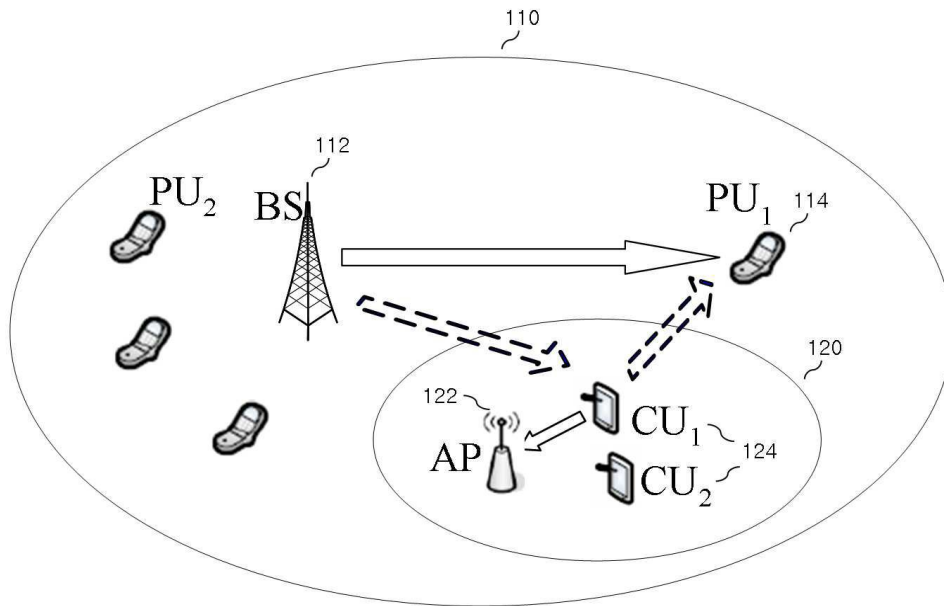
[0122] 110: 우선 기지국 112: 우선 사용자 단말기

[0123] 120: 우선 망 130: AP

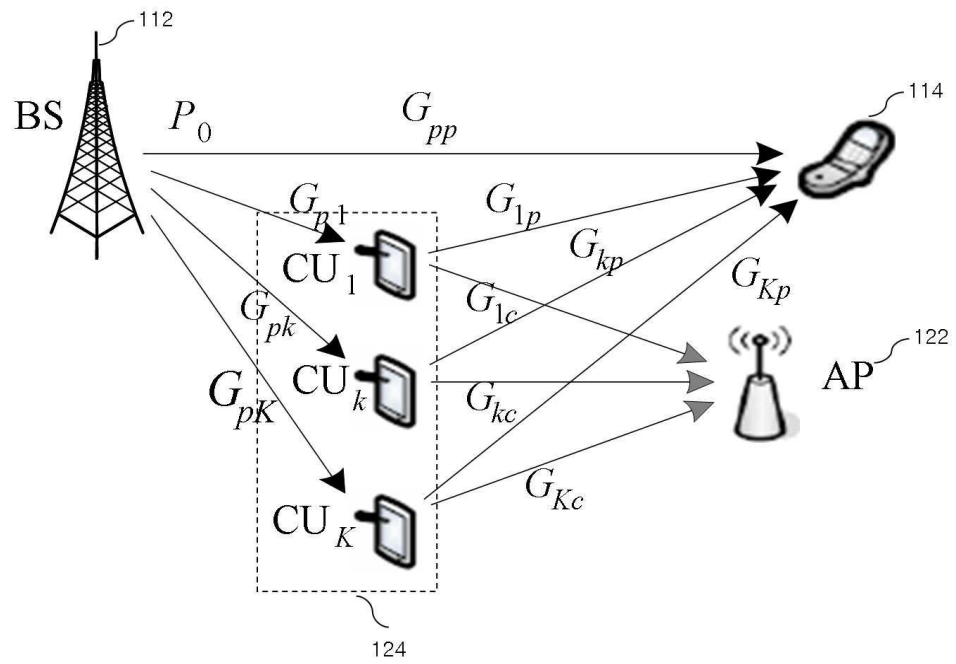
[0124] 132: CR 사용자 단말기 140: CR 망

도면

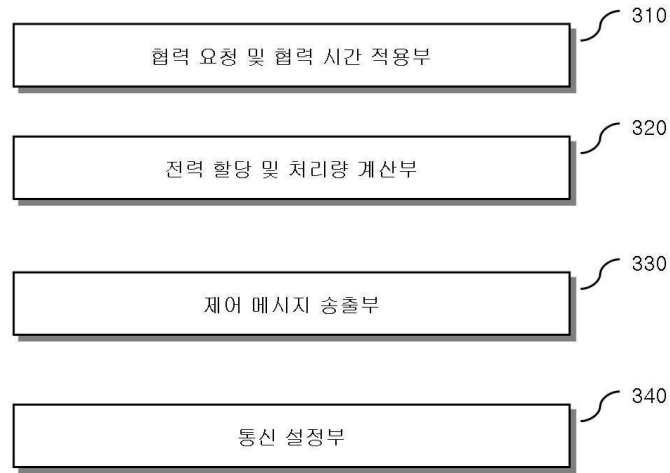
도면1



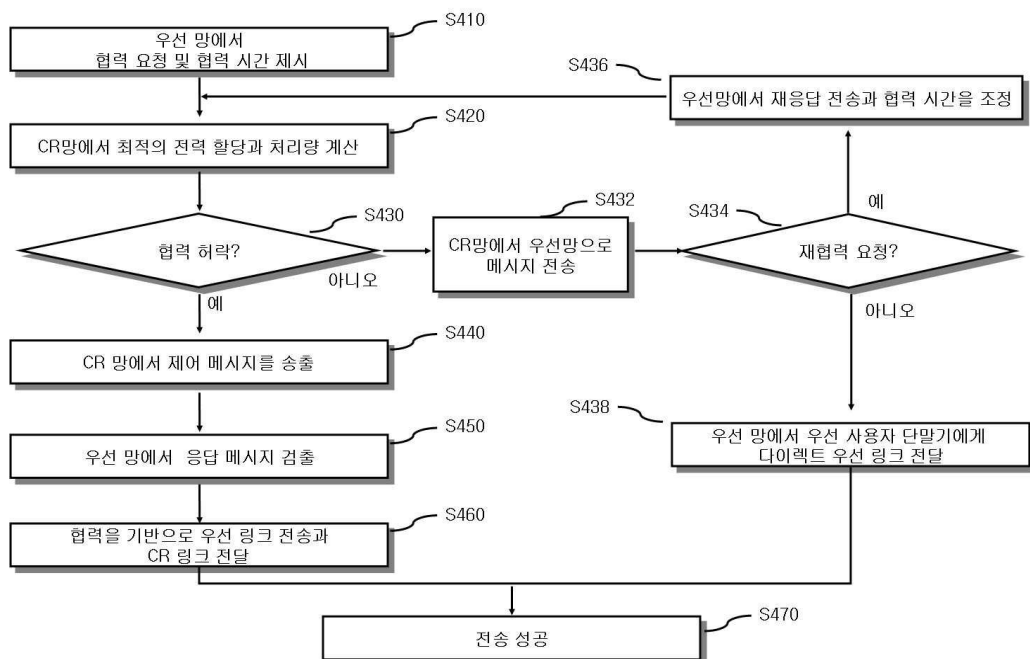
도면2



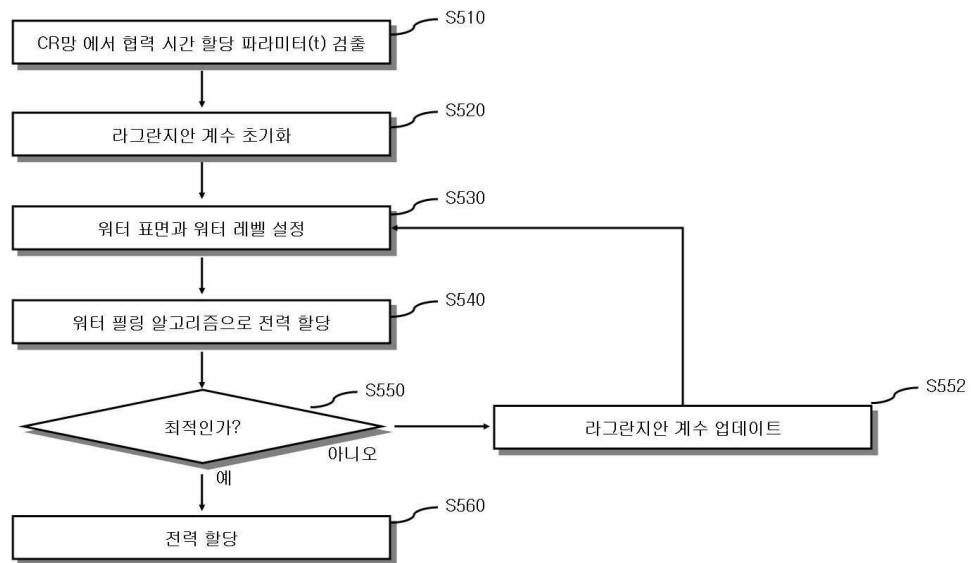
도면3



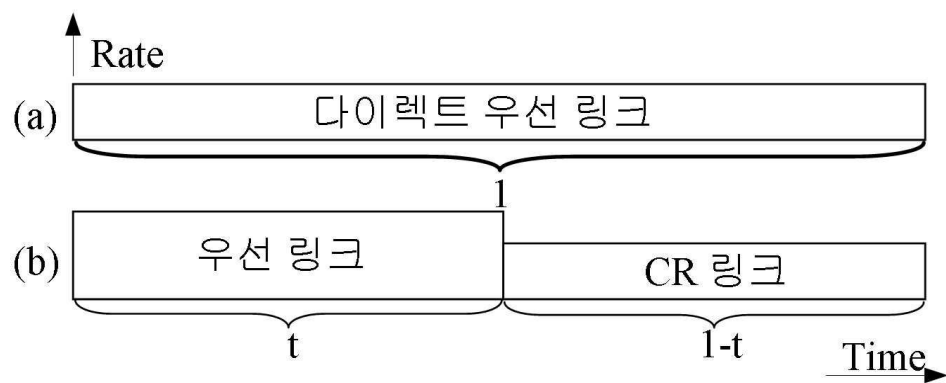
도면4



도면5



도면6



도면7

