



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0122215
(43) 공개일자 2010년11월22일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) H04W 72/04 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2009-0041148

(22) 출원일자 2009년05월12일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

에스케이 텔레콤주식회사

서울 중구 을지로2가 11번지

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

김영락

경기 용인시 수지구 죽전1동 현대홈타운3차2단지
503-701

김덕경

서울 서초구 우면동 동양고속아파트 101동 701호

(74) 대리인

특허법인화우

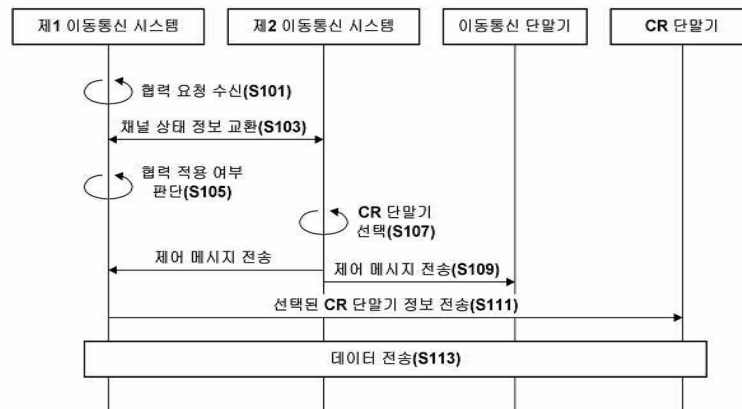
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법과 이를 위한 이동통신 시스템

(57) 요약

본 발명은 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법과 이를 위한 이동통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 Primary와 Cognitive Radio 네트워크들이 동일한 스펙트럼에서 공존하고 있는 상황에서 이타적 Cognitive Radio 방식을 적용하여 전체 시스템 용량을 최대화하기 위한 것으로, 이타적 CR(NSSCR : Non-Selfish Cognitive Radio) 단말기가 여분의 시간을 전송 효율이 더 좋은 CR 단말기에게 할당하기 때문에, 여분의 시간을 더 효율적으로 사용하고, CR 네트워크의 통신 용량을 더 높일 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

제1 이동 통신망과 제2 이동 통신망이 공존하는 영역에서, 제2 이동통신 시스템 또는 이동통신 단말기로부터 전송되는 협력 요청을 수신함에 따라, 기 설정된 제1 기준에 따라 협력 전송 여부를 결정하고, 협력 전송하기로 결정된 CR(Cognitive Radio) 단말기의 정보를 제2 이동통신 시스템으로 전달하는 제1 이동통신 시스템; 및

최대 협력 전송용량 정보를 기초로 복수의 이동통신 단말기 중 위상 1(Phase 1)에서 협력 전송할 CR 단말기와 위상 2(Phase 2)에서 인센티브 시간(Incentive Time)을 할당할 CR 단말기를 선택하고, 선택된 CR 단말기로 인센티브 시간을 할당하는 제2 이동통신 시스템;

을 포함하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화를 위한 이동통신 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 이동통신 시스템은 무선 인지(Cognitive Radio) 통신 시스템인 것을 특징으로 하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화를 위한 이동통신 시스템.

청구항 3

타 이동통신 시스템과 공존하는 영역에서, 타 이동통신 시스템 또는 이동통신 단말기로부터 전송되는 협력 요청을 수신하는 협력 전송 요청 수신부;

협력 전송을 위한 채널 상태 정보를 타 이동통신 시스템과 교환하는 채널 정보 송수신부;

기 설정된 제1 기준에 따라 협력 전송 여부를 결정하는 협력 적용 판단부; 및

타 이동통신 시스템으로부터 전송되는 협력을 수행할 CR 단말기와 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기 정보를 포함하는 제어 메시지를 수신하고, 이를 전체 CR 단말기로 전송하여 인지할 수 있도록 하는 제어 메시지 송수신부;

를 포함하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화를 위한 이동통신 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 기 설정된 제1 기준은,

최대 협력 전송용량 정보를 직접 전송용량 정보와 비교하는 기준이며,

상기 협력 적용 판단부는 최대 협력 전송용량이 직접 전송용량 보다 크면 협력 전송을 수행하기로 판단하는 것을 특징으로 하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화를 위한 이동통신 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 기 설정된 제1 기준은,

$$\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i > C_{dir} \quad \text{이고,}$$

상기 $\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i$ 는 모든 CR 단말기의 협력 전송용량 중에서 최대값이고, 상기 C_{Coop}^i 는 협력 전송용량

이며, C_{dir} 은 직접 전송용량인 것을 특징으로 하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화를 위한

이동통신 시스템.

청구항 6

무선 인지(Cognitive Radio) 통신 시스템과 공존하는 영역에서, 무선 인지 통신 시스템으로 협력 전송을 요청하는 협력 요청부;

무선 인지 통신 시스템과 채널 상태 정보를 교환하는 채널 정보 송수신부;

기 설정된 제2 기준에 따라 복수의 이동통신 단말기 중 위상 1(Phase 1)에서 협력 전송할 CR(Cognitive Radio) 단말기를 선택하고, 기 설정된 제3 기준에 따라 위상 2(Phase 2)에서 인센티브 시간(Incentive Time)을 할당할 CR 단말기를 선택하는 단말기 선택부;

상기 단말기 선택부에 의해서 선택된 CR 단말기로 인센티브 시간을 할당하는 인센티브 시간 할당부; 및

협력 전송 또는 인센티브 시간을 통한 데이터 전송을 수행하도록 하는 제어 메시지를 이동통신 단말기와 무선 인지 통신 시스템으로 전송하는 제어 메시지 전송부;

를 포함하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화를 위한 이동통신 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 기 설정된 제2 기준은,

$$k_1 = \arg \max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i, \text{ if } \max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i > C_{dir} \text{ 이고,}$$

상기 k_1 은 협력 전송할 CR 단말기이고, 상기 $\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i$ 는 모든 CR 단말기의 협력 전송용량 중 최대값인 것을 특징으로 하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화를 위한 이동통신 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 기 설정된 제3 기준은,

$$k_2 = \arg \max_{i \in (1, 2, \dots, M)} C_{MSSCR,2}^i \text{ 이고,}$$

상기 k_2 는 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기이고, $C_{MSSCR,2}^i$ 는 무선 인지 통신 시스템으로의 전송용량인 것을 특징으로 하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화를 위한 이동통신 시스템.

청구항 9

a) 제1 이동 통신망과 제2 이동 통신망이 공존하는 영역에서, 제1 이동통신 시스템이 제2 이동통신 시스템 또는 이동통신 단말기로부터 전송되는 협력 전송 요청을 수신하는 단계;

b) 제1 이동통신 시스템과 제2 이동통신 시스템이 자신의 채널 상태 정보를 교환하고, 제1 이동통신 시스템이 기 설정된 제1 기준에 따라 협력 전송 여부를 결정하는 단계;

c) 제2 이동통신 시스템이 협력 전송 또는 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기를 선택하는 단계;

d) 제2 이동통신 시스템이 협력 전송 또는 인센티브 시간을 통한 데이터 전송을 수행하도록 하는 제어 메시지를 이동통신 단말기와 제1 이동통신 시스템으로 전송하는 단계; 및

e) 이동통신 단말기와 상기 c) 단계에서 선택된 CR 단말기가 데이터를 전송하는 단계;

를 포함하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 c) 단계는,

c-1) 제2 이동통신 시스템이 최대 협력 전송용량 정보를 기초로 복수의 이동통신 단말기 중 위상 1(Phase 1)에서 협력 전송할 CR 단말기를 선택하는 단계;

c-2) 제2 이동통신 시스템이 위상 2(Phase 2)에서 인센티브 시간(Incentive Time)을 할당할 CR 단말기를 선택하는 단계; 및

c-3) 제2 이동통신 시스템이 선택된 CR 단말기로 인센티브 시간을 할당하는 단계;

를 포함하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 기 설정된 제1 기준은,

최대 협력 전송용량 정보를 직접 전송용량 정보와 비교하는 기준이며,

상기 제1 이동통신 시스템은 최대 협력 전송용량이 직접 전송용량 보다 크면 협력 전송을 수행하기로 판단하는 것을 특징으로 하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 d) 단계 이후 e) 단계 이전에,

제1 이동통신 시스템이 협력 전송할 CR 단말기 정보와 인센티브 시간에 데이터를 전송할 CR 단말기 정보를 포함하는 정보를 모든 CR 단말기로 전송하여 인지하도록 하는 것을 특징으로 하는 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법과 이를 위한 이동통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 Primary와 Cognitive Radio 네트워크들이 동일한 스펙트럼에서 공존하고 있는 상황에서 이타적 Cognitive Radio 방식을 적용하여 전체 시스템 용량을 최대화하기 위한 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법과 이를 위한 이동통신 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] Primary와 CR 네트워크들이 공존하고 있을 때, CR 네트워크에서 CR 사용자들은 무선통신환경을 감지하고, Primary 사용자들에 의해서 사용되어지지 않는 스펙트럼 대역이나 시간으로 이루어진 스펙트럼 홀(hole)들을 찾아낸다.

[0003] 만약, 스펙트럼 홀이 감지가 되면, CR 사용자는 이를 전송기회로 활용한다. 한편, 스펙트럼 홀을 감지하지 못하면, CR 사용자는 계속해서 스펙트럼 홀들을 찾는다.

[0004] 하지만, Primary와 CR 사용자들 사이의 상호작용의 부족 및 장치와 네트워크의 불확실성에서 오는 불규칙한 채널 때문에 스펙트럼 감지(Spectrum Sensing)의 신뢰성은 항상 보장되지 않는다.

[0005] 예를 들면, 숨어있는 노드에 의한 잘못된 스펙트럼 홀의 결정이 발생할 수도 있고, 이용된 CR 링크의 전송과

Primary 링크 사이에 간섭이 발생할 수도 있다.

[0006] 또한, 만약 CR 사용자가 존재하고 있는 스펙트럼 홀을 찾아내지 못하면, 채널 이용 효율에 손해를 본다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 이타적 CR(NSSCR : Non-Selfish Cognitive Radio) 단말기가 여분의 시간을 전송 효율이 더 좋은 CR 단말기에게 할당하여, 여분의 시간을 더 효율적으로 사용하고, CR 네트워크의 통신 용량을 더 높일 수 있도록 하기 위한 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법과 이를 위한 이동통신 시스템을 제공하는데 그 기술적 과제가 있다.

과제 해결수단

[0008] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 이동통신 시스템은 제1 이동 통신망과 제2 이동 통신망이 공존하는 영역에서, 제2 이동통신 시스템 또는 이동통신 단말기로부터 전송되는 협력 요청을 수신함에 따라, 기 설정된 제1 기준에 따라 협력 전송 여부를 결정하고, 협력 전송하기로 결정된 CR(Cognitive Radio) 단말기의 정보를 제2 이동통신 시스템으로 전달하는 제1 이동통신 시스템; 및

[0009] 최대 협력 전송용량 정보를 기초로 복수의 이동통신 단말기 중 위상 1(Phase 1)에서 협력 전송할 CR 단말기와 위상 2(Phase 2)에서 인센티브 시간(Incentive Time)을 할당할 CR 단말기를 선택하고, 선택된 CR 단말기로 인센티브 시간을 할당하는 제2 이동통신 시스템;을 포함한다.

[0010] 상기 제1 이동통신 시스템은 무선 인지(Cognitive Radio) 통신 시스템인 것이 바람직하다.

[0011] 다른 본 발명의 이동통신 시스템은 타 이동통신 시스템과 공존하는 영역에서, 타 이동통신 시스템 또는 이동통신 단말기로부터 전송되는 협력 요청을 수신하는 협력 전송 요청 수신부;

[0012] 협력 전송을 위한 채널 상태 정보를 타 이동통신 시스템과 교환하는 채널 정보 송수신부;

[0013] 기 설정된 제1 기준에 따라 협력 전송 여부를 결정하는 협력 적용 판단부; 및

[0014] 타 이동통신 시스템으로부터 전송되는 협력을 수행할 CR 단말기와 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기 정보를 포함하는 제어 메시지를 수신하고, 이를 전체 CR 단말기로 전송하여 인지할 수 있도록 하는 제어 메시지 송수신부;를 포함한다.

[0015] 상기 기 설정된 제1 기준은,

[0016] 최대 협력 전송용량 정보를 직접 전송용량 정보와 비교하는 기준이며,

[0017] 상기 협력 적용 판단부는 최대 협력 전송용량이 직접 전송용량 보다 크면 협력 전송을 수행하기로 판단하는 것이 바람직하다.

[0018] 상기 기 설정된 제1 기준은,

$$\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i > C_{dir} \quad \text{이고,}$$

[0020] 상기 $\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i$ 는 모든 CR 단말기의 협력 전송용량 중에서 최대값이고, 상기 C_{Coop}^i 는 협력 전송용량이며, C_{dir} 은 직접 전송용량인 것이 바람직하다.

[0021] 또 다른 본 발명의 이동통신 시스템은 무선 인지(Cognitive Radio) 통신 시스템과 공존하는 영역에서, 무선 인지 통신 시스템으로 협력 전송을 요청하는 협력 요청부;

[0022] 무선 인지 통신 시스템과 채널 상태 정보를 교환하는 채널 정보 송수신부;

[0023] 기 설정된 제2 기준에 따라 복수의 이동통신 단말기 중 위상 1(Phase 1)에서 협력 전송할 CR(Cognitive Radio)

단말기를 선택하고, 기 설정된 제3 기준에 따라 위상 2(Phase 2)에서 인센티브 시간(Incentive Time)을 할당할 CR 단말기를 선택하는 단말기 선택부;

[0024] 상기 단말기 선택부에 의해서 선택된 CR 단말기로 인센티브 시간을 할당하는 인센티브 시간 할당부; 및

[0025] 협력 전송 또는 인센티브 시간을 통한 데이터 전송을 수행하도록 하는 제어 메시지를 이동통신 단말기와 무선 인지 통신 시스템으로 전송하는 제어 메시지 전송부;를 포함한다.

[0026] 상기 기 설정된 제2 기준은,

$$k_1 = \arg \max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i, \text{ if } \max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i > C_{dir}$$

이고,

[0028] 상기 k_1 은 협력 전송할 CR 단말기이고, 상기 $\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i$ 는 모든 CR 단말기의 협력 전송용량 중 최대값인 것이 바람직하다.

[0029] 상기 기 설정된 제3 기준은,

$$k_2 = \arg \max_{i \in (1, 2, \dots, M)} C_{NSSCR,2}^i$$

이고,

[0031] 상기 k_2 는 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기이고, $C_{NSSCR,2}^i$ 는 무선 인지 통신 시스템으로의 전송용량인 것이 바람직하다.

[0032] 또 다른 본 발명의 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법은 a) 제1 이동 통신망과 제2 이동 통신망이 공존하는 영역에서, 제1 이동통신 시스템이 제2 이동통신 시스템 또는 이동통신 단말기로부터 전송되는 협력 전송 요청을 수신하는 단계;

[0033] b) 제1 이동통신 시스템과 제2 이동통신 시스템이 자신의 채널 상태 정보를 교환하고, 제1 이동통신 시스템이 기 설정된 제1 기준에 따라 협력 전송 여부를 결정하는 단계;

[0034] c) 제2 이동통신 시스템이 협력 전송 또는 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기를 선택하는 단계;

[0035] d) 제2 이동통신 시스템이 협력 전송 또는 인센티브 시간을 통한 데이터 전송을 수행하도록 하는 제어 메시지를 이동통신 단말기와 제1 이동통신 시스템으로 전송하는 단계; 및

[0036] e) 이동통신 단말기와 상기 c) 단계에서 선택된 CR 단말기가 데이터를 전송하는 단계;를 포함한다.

[0037] 상기 c) 단계는,

[0038] c-1) 제2 이동통신 시스템이 최대 협력 전송용량 정보를 기초로 복수의 이동통신 단말기 중 위상 1(Phase 1)에서 협력 전송할 CR 단말기를 선택하는 단계;

[0039] c-2) 제2 이동통신 시스템이 위상 2(Phase 2)에서 인센티브 시간(Incentive Time)을 할당할 CR 단말기를 선택하는 단계; 및

[0040] c-3) 제2 이동통신 시스템이 선택된 CR 단말기로 인센티브 시간을 할당하는 단계;를 포함한다.

[0041] 상기 기 설정된 제1 기준은,

[0042] 최대 협력 전송용량 정보를 직접 전송용량 정보와 비교하는 기준이며,

[0043] 상기 제1 이동통신 시스템은 최대 협력 전송용량이 직접 전송용량 보다 크면 협력 전송을 수행하기로 판단하는 것이 바람직하다.

[0044] 상기 d) 단계 이후 e) 단계 이전에,

[0045] 제1 이동통신 시스템이 협력 전송할 CR 단말기 정보와 인센티브 시간에 데이터를 전송할 CR 단말기 정보를 포함

하는 정보를 모든 CR 단말기로 전송하여 인지하도록 하는 것이 바람직하다.

효 과

[0046] 상술한 바와 같이 본 발명의 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법과 이를 위한 이동통신 시스템은 이타적 CR(NSSCR : Non-Selfish Cognitive Radio) 단말기가 여분의 시간을 전송 효율이 더 좋은 CR 단말기에게 할당하여, 여분의 시간을 더 효율적으로 사용하고, CR 네트워크의 통신 용량을 더 높일 수 있다는 효과를 기대할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0047] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0048] 본 발명은 CR(Cognitive Radio) 단말기와 Primary 단말기 모두가 양방향 amplify-and-forward(AF) 릴레이를 통한 이익을 얻는 공생 CR(symbiotic CR) 방식을 제안한다.

[0049] 이 방식은 CR 협력을 통해 같은 양의 Primary 사용자의 데이터 비트를 전송한 후, 기존에 Primary 사용자에게 할당된 시간슬롯 안에서 남은 시간을 여분의 시간으로 협력 CR에게 주어진다.

[0050] 또 여분의 시간을 할당 받은 CR은 즉시 그 시간을 자신의 데이터를 전송하는 데 사용한다. 따라서, CR 사용자를 이기적 공생 CR(SSCR : Selfish Symbiotic CR, 이하 SSCR 이라 하기로 함)이라고 칭한다.

[0051] 이렇게 SSCR을 위해서 협력 CR 사용자에게 여분의 시간을 할당하는 것은 전체 통신용량의 최대화에는 비효율적이다. 그 이유는, 여분의 시간이 할당된 CR 사용자의 링크의 채널 상황이 좋지 못한 상태라면, 링크의 채널상태가 좋은 상태에서 데이터 전송을 하는 것보다 전체 시스템 용량이 더 작아지기 때문이다.

[0052] 이하에서는 Primary 단말기를 이동통신 단말기로 하고, Primary 네트워크를 이동통신 시스템으로 칭하기로 한다.

[0053] 도 1a 내지 도1c는 본 발명에 의한 SSCR 데이터 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0054] 도 1은 무선인지(CR: Cognitive Radio) 통신 시스템과 이동통신 시스템이 공존하고, 하나의 시간 슬롯에서 동일한 스펙트럼을 시분할 다중 접속에 기초하여 공유하는 서로 다른 전송 방식을 보여준다.

[0055] 먼저, 도 1a는 전형적인 CR 전송방식으로 이동통신 단말기가 일정시간 채널을 점유하고 있는 상태이다.

[0056] 그렇기 때문에 CR 단말기는 자기의 데이터를 그 시간 동안 전송하는 것이 불가능 하다. 그래서 CR 단말기는 자신의 데이터 전송을 위해 이동통신 단말기가 데이터를 전송하지 않는 스펙트럼 홀(hole)을 감지한다.

[0057] 도 1b는 SSCR 전송방식으로 이동통신 단말기가 기지국으로 전송하는 데이터를 CR 단말기가 연계해서 동일한 위상 1(phase 1)에서 전송하기 때문에 도 1a의 경우보다 데이터 전송률(Data rate)이 더 높다.

[0058] 데이터 전송률이 높아졌기 때문에 이동통신 단말기만 데이터 전송을 했을 때보다 짧은 시간에 같은 량의 데이터를 전송할 수 있다는 장점이 있다.

[0059] 이에, 도 1a의 전송시간에 비교하여 여분의 시간(incentive time, 이하에서는 인센티브 시간이라 하기로 함)이 발생하게 되고, 발생된 인센티브 시간은 위상 2(phase 2)에서 CR 단말기의 데이터 전송에 이용된다. 이 방식은 전형적인 CR 전송방식 보다 전체 통신용량 면에서 효율적이기 때문에 전형적인 CR의 대안으로 SSCR을 제안한다.

[0060] 도 2a와 도2b는 본 발명에 의한 NSSCR 데이터 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0061] 하나의 시간 슬롯에서의 이타적 CR(NSSCR: Non-Selfish CR, 이하에서는 NSSCR이라 하기로 함)의 전송 방식을 나타내는 것이다.

[0062] 이동통신 단말기(도 2a의 Primary User)는 위상 1(Phase 1)에서 제1 CR 단말기(도 2a의 CR1)를 통해 AF 릴레이 협력된 데이터를 기지국(도 2a의 Base station)으로 전송한다.

[0063] 하지만, 도 1c와는 다르게, 도 2의 위상 2(Phase 2)에서 협력했던 제1 CR 단말기의 데이터 전송이 아니라 채널 성능이 더 좋은 제2 CR 단말기에게 인센티브 시간을 할당한다.

[0064] 따라서, 더 좋은 채널 품질을 갖는 제2 CR 단말기의 통신 용량이 채널 품질이 좋지 못한 제1 CR 단말기의 통신 용량 보다 크기 때문에 무선인지 통신 시스템의 전체 통신 용량을 증가된다. 이러한 방식을 NSSCR 방식이라

한다.

[0065] 하나의 기지국(Base Station)과 하나의 무선인지 통신 시스템의 기지국(CRS: Cognitive Radio station, 이하 무선인지 기지국이라 하기로 함)이 각각의 통신 가능 지역 안에 복수의 이동통신 단말기와 복수의 CR 단말기가 위치하고 있다고 가정한다.

[0066] 이때, 이동통신 단말기와 CR 단말기의 전송 전력을 P_0 로 제한한다. 그리고, 이동통신 단말기, CR 단말기, 기지국, 무선인지 기지국을 위해서 균일 레일레이 페이딩 채널을 독립적으로 고려한다.

[0067] SSCR과 NSSCR 모두를 위해서 이동통신 단말기가 데이터 x 를 위상 1(Phase 1)로 전송하면, 기지국에서 수신한 신호는 y_{sd} 로 수학식 1과 같고, 1번째 CR 단말기(CR 릴레이)가 수신한 신호는 y_{sr}^i 로 수학식 2와 같다.

수학식 1

$$y_{sd} = \sqrt{P_0} g_{sd} x + n_d$$

[0068]

수학식 2

$$y_{sr}^i = \sqrt{P_0} g_{sr}^i x + n_r^i$$

[0069]

[0070] 여기에서, g_{sd} 와 g_{sr}^i 는 각각 이동통신 단말기로부터 기지국과 i 번째 CR 단말기까지의 페이딩, 경로손실, 웨이딩 때문에 발생하는 복소수 채널 이득이다.

[0071] n_r^i 는 i 번째 CR 단말기에서 n_d 는 기지국에서의 전력 N 의 부가 백색 가우시안 잡음(AWGN)이다.

[0072] 협력 전송을 위해서 i 번째 CR 단말기에서 수신한 신호는 수학식 3의 증폭 계수를 가지고 증폭되고, 기지국으로 재전송된다.

[0073] 이때, 양방향 모드에서 동시에 송신되고 수신한 신호 사이의 자기 간섭은 무시하고, AF 신호과정을 위한 지연시간은 충분히 짧다고 가정한다.

[0074] 따라서, 이동통신 단말기로부터 전송된 직행신호와 연계된 신호가 기지국에서 수신된다면, 이때 수신된 신호는 수학식 4와 같다.

수학식 3

$$\beta_r^i = P_0 / (P_0 |g_{sr}^i|^2 + N)$$

[0075]

수학식 4

$$y = \sqrt{P_0} g_{sd} x + \sqrt{\beta_r^i} g_{rd}^i (\sqrt{P_0} g_{sr}^i x + n_r^i) + n_d$$

[0076]

[0077] 이동통신 단말기와 i 번째 CR 단말기로부터의 신호들은 최대 비율 결합기(MRC: Maximal Ratio Combining)로 검출되는 것이 가능하다.

[0078] 또한, 수신 신호 대 잡음비 SNR_{Coop}^i 과 협력 전송용량 C_{Coop}^i 은 각각 수학식 5와 수학식 6과 같다.

수학식 5

$$SNR_{Coop}^i = \frac{P_0 |g_{sd}|^2 + \beta_r^i P_0 |g_{sr}^i|^2 |g_{rd}^i|^2}{N + \beta_r^i |g_{rd}^i|^2 N}$$

수학식 6

$$C_{Coop}^i = \log_2(1 + SNR_{Coop}^i)$$

여기에서, $\beta_r^i |g_{rd}^i|^2 N$ 는 AF 릴레이를 통해 얻은 AWGN 잡음이고, $P_0 \beta_r^i |g_{sr}^i|^2 |g_{rd}^i|^2$ 은 전력이득과 협력 단말기로부터의 다이버시티 이득을 포함한다.

CR 릴레이를 적용함에 따라, AWGN 채널들에서는 전력이득만을 얻을 수 있었는데, 채널들의 변동 때문에 추가적인 다이버시티 이득을 페이딩 채널들에서 얻을 수 있다.

이하에서는, 협력 전송 또는 인센티브 시간을 할당하여 데이터를 전송하는 방법에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

도 3은 본 발명에 의한 제1 이동통신 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

도시하는 것과 같이, 제1 이동통신 시스템(100)은 협력 전송 요청 수신부(110), 채널 정보 송수신부(120), 협력 적용 판단부(130) 및 제어 메시지 송수신부(140)를 포함한다.

보다 상세히 설명하면, 협력 전송 요청 수신부(110)는 타 이동통신 시스템과 공존하는 영역에서, 타 이동통신 시스템 또는 이동통신 단말기로부터 전송되는 협력 요청을 수신한다.

채널 정보 송수신부(120)는 협력 전송을 위한 채널 상태 정보를 타 이동통신 시스템과 교환한다.

협력 적용 판단부(130)는 기 설정된 제1 기준에 따라 협력 전송 여부를 결정한다.

여기에서, 기 설정된 제1 기준은 최대 협력 전송용량 정보를 직접 전송용량 정보와 비교하는 기준이며, 협력 적용 판단부(130)는 최대 협력 전송용량이 직접 전송용량 보다 크면 협력 전송을 수행하기로 판단한다.

상기 기 설정된 제1 기준을 수학식으로 나타낸다면, 수학식 7과 같다.

수학식 7

$$\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i > C_{dir}$$

여기에서, $\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i$ 는 모든 CR 단말기의 협력 전송용량 중에서 최대값이고, 상기 C_{Coop}^i 는 협력 전송용량이며, C_{dir} 은 직접 전송용량을 의미한다.

$$\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{Coop}^i \leq C_{dir}$$

만약, 이면, 협력 전송은 더 이상 효율적이지 않기 때문에, 이동통신 단말기는 전체 시간슬롯을 다시 할당한다.

제어 메시지 송수신부(140)는 타 이동통신 시스템으로부터 전송되는 협력을 수행할 CR 단말기와 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기 정보를 포함하는 제어 메시지를 수신하고, 이를 전체 CR 단말기로 전송하여 인지할 수 있도록 한다.

- [0095] 도 3에서 개시하는 제1 이동통신 시스템은 무선인지(CR: Cognitive Radio) 통신 시스템인 것이 바람직하다.
- [0096] 도 4는 본 발명에 의한 제2 이동통신 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0097] 도시하는 것과 같이, 제2 이동통신 시스템(200)은 협력 요청부(210), 채널 정보 송수신부(220), 단말기 선택부(230), 인센티브 시간 할당부(240) 및 제어 메시지 전송부(250)를 포함한다.
- [0098] 보다 상세히 설명하면, 협력 요청부(210)는 무선 인지(Cognitive Radio) 통신 시스템과 공존하는 영역에서, 무선 인지 통신 시스템으로 협력 전송을 요청한다.
- [0099] 채널 정보 송수신부(220)는 무선 인지 통신 시스템과 채널 상태 정보를 교환한다.
- [0100] 단말기 선택부(230)는 기 설정된 제2 기준에 따라 복수의 이동통신 단말기 중 위상 1(Phase 1)에서 협력 전송할 CR(Cognitive Radio) 단말기를 선택하고, 기 설정된 제3 기준에 따라 위상 2(Phase 2)에서 인센티브 시간(Incentive Time)을 할당할 CR 단말기를 선택한다.
- [0101] 여기에서, 기 설정된 제2 기준은 수학적 식 8과 같다.

수학적 식 8

$$k_1 = \arg \max_{i \in (1, \dots, M)} C_{\text{Coop}}^i, \text{ if } \max_{i \in (1, \dots, M)} C_{\text{Coop}}^i > C_{\text{dir}}$$

[0102]

- [0103] 여기에서, k_1 은 협력 전송할 CR 단말기이고, 상기 $\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{\text{Coop}}^i$ 는 모든 CR 단말기의 협력 전송용량 중 최대값을 의미한다.

- [0104] 만약, $\max_{i \in (1, \dots, M)} C_{\text{Coop}}^i \leq C_{\text{dir}}$ 이면, 협력 전송은 더 이상 효율적이지 않기 때문에, 이동통신 단말기는 전체 시간슬롯을 다시 할당한다.

- [0105] 한편, 기 설정된 제3 기준은 수학적 식 9와 같다.

수학적 식 9

$$k_2 = \arg \max_{i \in (1, 2, \dots, M)} C_{\text{NSSCR}, 2}^i$$

[0106] 이고,

- [0107] 여기에서, k_2 는 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기이고, $C_{\text{NSSCR}, 2}^i$ 는 무선 인지 통신 시스템으로의 전송용량을 의미한다.

- [0108] CR 릴레이가 가능한 NSSCR은 위상 2에서 이타적 행동방식 때문에 모든 CR 단말기들 중에서 가장 전송용량이 높은 CR 단말기에게 여분의 시간을 할당하는 것이다. i 번째 CR 단말기에서 무선 인지 통신 시스템으로의 전송용량 $C_{\text{NSSCR}, 2}^i$ 는 수학적 식 10과 같다.

수학적 식 10

$$C_{\text{NSSCR}, 2}^i = \log_2 (1 + P_0 |g_{rc}^i|^2 / N)$$

[0109]

- [0110] 인센티브 시간 할당부(240)는 단말기 선택부(230)에 의해서 선택된 CR 단말기로 인센티브 시간을 할당한다.

- [0111] 여기에서, 인센티브 시간 할당부(240)에서 CR 단말기로 할당하는 인센티브 시간은 이타적 행동 방식에서 협력

전송을 수행할 CR 단말기가 자신 보다 전송효율이 더 좋은 CR 단말기로 할당하는 시간이다.

- [0112] 만약, 위상 1에서 협력 전송을 수행한 CR 단말기가 복수의 CR 단말기 중 전송효율이 가장 좋다면, 위상 2에서도 데이터 전송을 수행하는 것이 가능하다.
- [0113] 제어 메시지 전송부(250)는 협력 전송 또는 인센티브 시간을 통한 데이터 전송을 수행하도록 하는 제어 메시지를 이동통신 단말기와 무선 인지 통신 시스템으로 전송한다.
- [0114] 도 5는 본 발명에 의한 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0115] 먼저, 제1 이동 통신망과 제2 이동 통신망이 공존하는 영역에서, 제1 이동통신 시스템(100)은 제2 이동통신 시스템(200) 또는 이동통신 단말기로부터 전송되는 협력 전송 요청을 수신한다(S101).
- [0116] 이어서, 제1 이동통신 시스템(100)과 제2 이동통신 시스템(200)은 자신의 채널 상태 정보를 교환한다(S103).
- [0117] 제1 이동통신 시스템(100)은 기 설정된 제1 기준에 따라 협력 전송 여부를 결정한다(S105).
- [0118] 여기에서, 기 설정된 제1 기준은 최대 협력 전송용량 정보를 직접 전송용량 정보와 비교하는 기준이며, 제1 이동통신 시스템(100)은 최대 협력 전송용량이 직접 전송용량 보다 크면 협력 전송을 수행하기로 판단한다.
- [0119] 이후에서는 협력 전송을 수행한다는 것을 전제로 하기로 한다.
- [0120] 제2 이동통신 시스템(200)은 협력 전송 또는 인센티브 시간을 할당할 CR 단말기를 선택한다(S107).
- [0121] 이어서, 제2 이동통신 시스템(200)은 협력 전송 또는 인센티브 시간을 통한 데이터 전송을 수행하도록 하는 제어 메시지를 이동통신 단말기와 제1 이동통신 시스템(100)으로 전송한다(S109).
- [0122] 제1 이동통신 시스템(100)은 협력 전송할 CR 단말기 정보와 인센티브 시간에 데이터를 전송할 CR 단말기 정보를 포함하는 정보를 모든 CR 단말기로 전송하여 인지하도록 한다(S111).
- [0123] 이동통신 단말기와 단계 S107에서 선택된 CR 단말기가 데이터를 전송한다(S113).
- [0124] 도 6은 도 5의 CR 단말기 선택 방법을 보다 상세하게 설명하기 위한 흐름도로서, 단계 S107을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0125] 먼저, 제2 이동통신 시스템(200)은 최대 협력 전송용량 정보를 기초로 복수의 이동통신 단말기 중 위상 1(Phase 1)에서 협력 전송할 CR 단말기를 선택한다(S201).
- [0126] 여기에서, 제2 이동통신 시스템(200)은 수학적 8을 기준으로 협력 전송할 CR 단말기를 선택하는 데, 최대 협력 전송용량이 직접 전송용량 보다 크다는 가정하에 수학적 8을 만족하는 CR 단말기를 선택한다.
- [0127] 이어서, 제2 이동통신 시스템(200)은 위상 2(Phase 2)에서 인센티브 시간(Incentive Time)을 할당할 CR 단말기를 선택한다(S203).
- [0128] 여기에서, 제2 이동통신 시스템(200)은 수학적 9를 만족하는 CR 단말기를 선택한다.
- [0129] 마지막으로, 제2 이동통신 시스템(200)은 선택된 CR 단말기로 인센티브 시간을 할당한다(S205).
- [0130] 여기에서, 인센티브 시간은 이타적 행동 방식에서 협력 전송을 수행할 CR 단말기가 자신 보다 전송효율이 더 좋은 CR 단말기로 할당하는 시간이다.
- [0131] 이와 같이, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

산업이용 가능성

- [0132] 이상과 같이, 본 발명의 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법과 이를 위한 이동통신 시스템은 이타적 CR(NSSCR : Non-Selfish Cognitive Radio) 단말기가 여분의 시간을 전송 효율이 더 좋은 CR 단말기에게 할당하여, 여분의 시간을 더 효율적으로 사용하고, CR 네트워크의 통신 용량을 더 높일 필요성이 높은 것에 적합하다.

도면의 간단한 설명

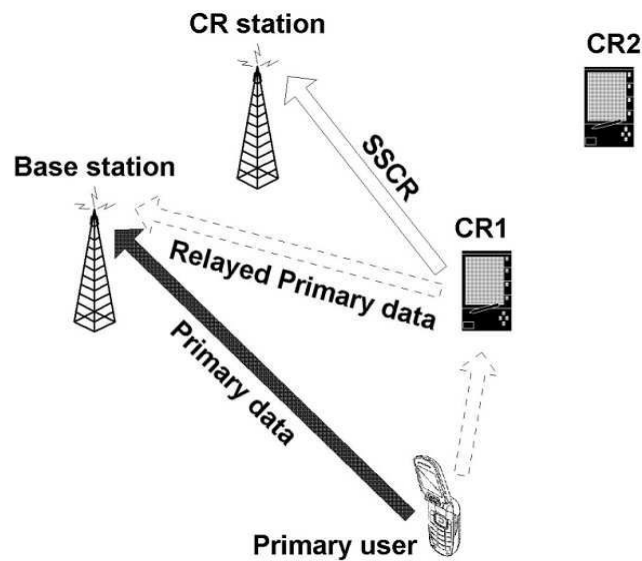
- [0133] 도 1a 내지 도1c는 본 발명에 의한 SSCR 데이터 전송 방법을 설명하기 위한 도면,
 [0134] 도 2a와 도2b는 본 발명에 의한 NSSCR 데이터 전송 방법을 설명하기 위한 도면,
 [0135] 도 3은 본 발명에 의한 제1 이동통신 시스템의 구성을 나타내는 도면,
 [0136] 도 4는 본 발명에 의한 제2 이동통신 시스템의 구성을 나타내는 도면,
 [0137] 도 5는 본 발명에 의한 이타적 무선 인지를 이용한 시스템 용량의 최대화 방법을 설명하기 위한 흐름도,
 [0138] 도 6은 도 5의 CR 단말기 선택 방법을 보다 상세하게 설명하기 위한 흐름도이다.

[0139] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- | | |
|------------------------------|--------------------|
| [0140] 100 : 제1 이동통신 시스템 | 110 : 협력 전송 요청 수신부 |
| [0141] 120, 220 : 채널 정보 송수신부 | 130 : 협력 적용 판단부 |
| [0142] 140 : 제어 메시지 송수신부 | 200 : 제2 이동통신 시스템 |
| [0143] 210 : 협력 요청부 | 230 : 단말기 선택부 |
| [0144] 240 : 인센티브 시간 할당부 | 250 : 제어 메시지 전송부 |

도면

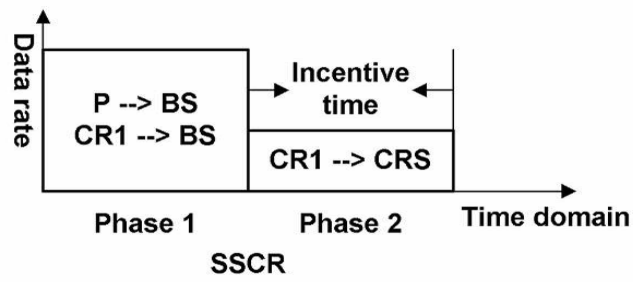
도면1a



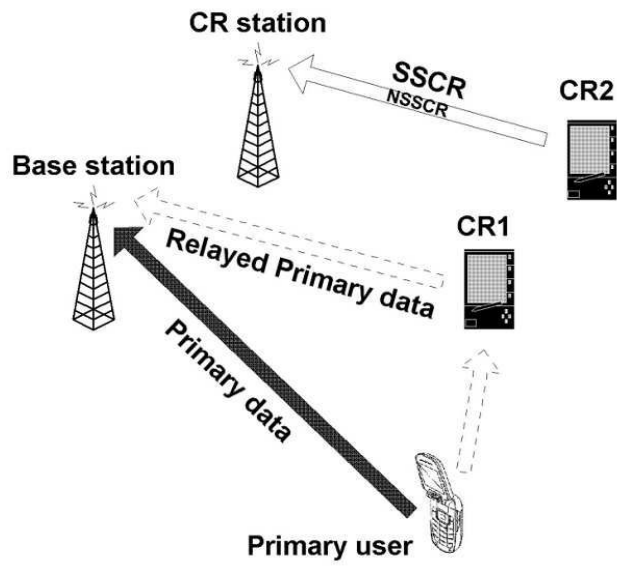
도면1b



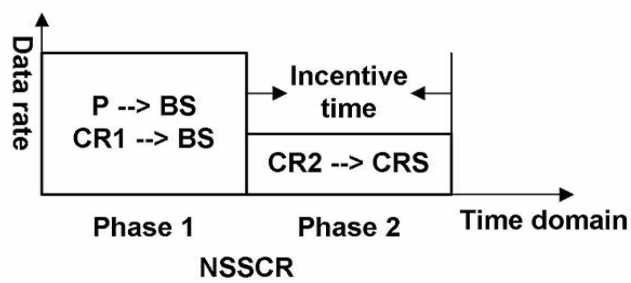
도면1c



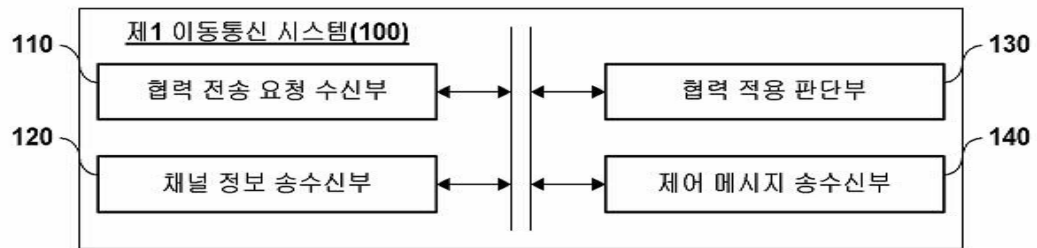
도면2a



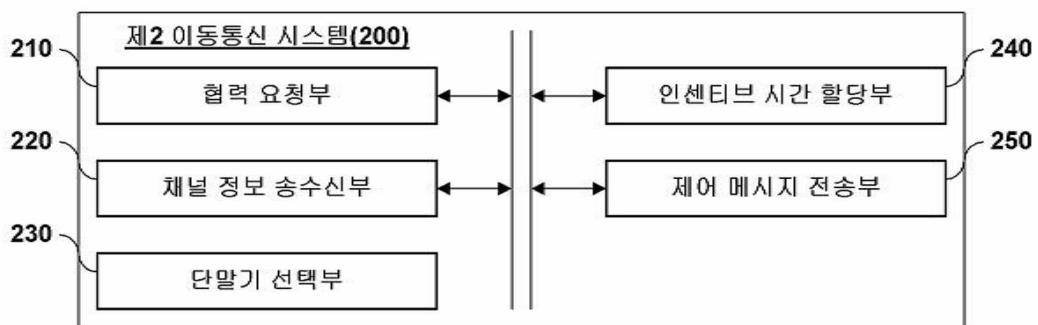
도면2b



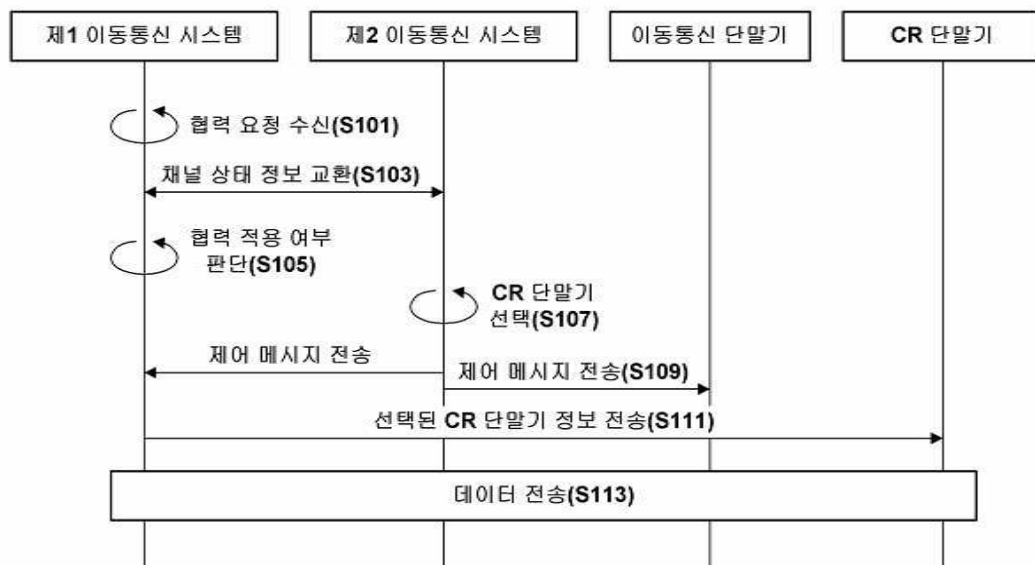
도면3



도면4



도면5



도면6

