(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0107278
(43) 공개일자 2010년10월05일

(51) Int. Cl.
H04B 7/14 (2006.01) *H04W 72/08* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2009-0025490
(22) 출원일자 2009년03월25일
심사청구일자 2009년03월25일

(71) 출원인
세원텔레텍 주식회사
경기 안양시 동안구 관양2동 881번지
서강대학교산학협력단
서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교
(72) 발명자
김철동
경기도 과천시 중앙동 67 주공아파트 1007-402
이병석
서울특별시 마포구 연남동 390-27
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김석현, 임준호

전체 청구항 수 : 총 10 항

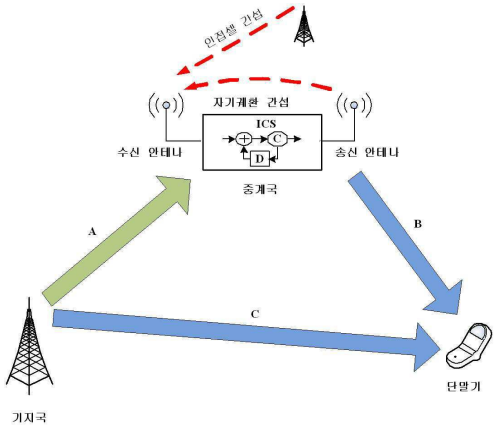
(54) 중계국 운용방법

(57) 요 약

본 발명은 단일 대역 전송, 다중 대역 전송, 협조적 전송, 간섭 제거 기술 및 동적 프레임 분할의 통합적 활용을 통해 효율적으로 중계국을 운용할 수 있는 중계국 운용방법에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명에서는 단일 대역 전송모드에 있어서, 단말기에서 추정한 링크의 신호 대 간섭 잡음비(Signal to Interference and Noise Ratio : SINR) 값을 기지국으로 궤환하는 채널정보 궤환단계와; 추정된 링크의 SINR 정보를 이용하여 전송 프레임을 다수의 서브 프레임으로 분할하여 링크 별로 할당하는 프레임 분할 및 할당단계와; 할당된 서브 프레임을 이용하여 기지국-중계국 링크로 데이터를 전송하는 데이터 전송단계와; 데이터 전송이 이루어진 후 할당된 서브 프레임을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 협조적 전송단계를 포함하는 중계국 운용방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

성원진

서울특별시 서초구 잠원동 60-7 녹원한신아파트 101-505

홍대형

서울특별시 강남구 대치동 청실아파트 11-1002

윤상원

서울특별시 양천구 목동 신시가지아파트 223-101

특허청구의 범위

청구항 1

단일 대역 전송모드에 있어서,

단말기에서 추정한 링크의 SINR 값을 기지국으로 궤환하는 채널정보 궤환단계와;

추정된 링크의 SINR 정보를 이용하여 전송 프레임을 다수의 서브 프레임으로 분할하여 링크 별로 할당하는 프레임 분할 및 할당단계와;

할당된 서브 프레임을 이용하여 기지국-중계국 링크로 데이터를 전송하는 데이터 전송단계와;

데이터 전송이 이루어진 후 할당된 서브 프레임을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 협조적 전송단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 중계국 운용방법.

청구항 2

다중 대역 전송모드에 있어서,

데이터 전송과 협조적 전송을 위해 링크 별로 대역을 할당하는 대역 할당단계와;

할당된 대역을 이용하여 기지국-중계국 링크로 데이터를 전송하는 데이터 전송단계와;

데이터 전송이 이루어진 후 할당된 대역을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 협조적 전송단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 중계국 운용방법.

청구항 3

단일 대역과 다중 대역을 판단하는 전송모드 판단단계와;

단일 대역 전송모드인 경우, 단말기에서 추정한 링크의 SINR 값을 기지국으로 궤환하는 채널정보 궤환단계와;

채널정보 궤환단계에 따라 추정된 링크의 SINR 정보를 이용하여 전송 프레임을 다수의 서브 프레임으로 분할하고, 그 서브 프레임을 링크 별로 할당하는 프레임 분할 및 할당단계와;

다중 대역 전송모드인 경우, 데이터 전송과 협조적 전송을 위해 링크 별로 대역을 할당하는 대역 할당단계와;

상기 프레임 분할 및 할당단계에 따라 할당된 서브 프레임 또는 상기 대역 할당단계에 따라 할당된 대역을 이용하여 기지국-중계국 링크로 데이터를 전송하는 데이터 전송단계와;

데이터 전송이 이루어진 후 할당된 서브 프레임 또는 할당된 대역을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 협조적 전송단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 중계국 운용방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서, 중계국의 자기궤환 간섭신호를 추정하여 제거하는 자기궤환 간섭제거 단계를 더 갖는 것을 특징으로 하는 중계국 운영방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 프레임 분할 및 할당단계는 자기궤환 간섭제거에 의한 링크 이득 정보를 활용하여 프레임을 분할하는 것을 특징으로 하는 중계국 운영방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 프레임 분할 및 할당단계는 전송 프레임을 두 개의 서브 프레임으로 분할하여 그 하나는 기지국-중계국 링크에 할당하고, 다른 하나는 중계국-단말기 링크와 기지국-단말기 링크에 할당하여 데이터 전송과 협조적 전송이 이루어지도록 한 것을 특징으로 하는 중계국 운용방법.

청구항 7

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 대역 할당단계는 다중 대역 중 어느 하나의 대역을 기지국-중계국 링크를 위한 대역에 할당하고, 다른 대역은 중계국-단말기 링크와 기지국-단말기 링크에 할당하여 데이터 전송과 협조적 전송이 이루어지도록 한 것을 특징으로 하는 중계국 운용방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 협조적 전송은 EGT를 통해 이루어지도록 한 것을 특징으로 하는 중계국 운용방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 협조적 전송은 궤환된 채널 정보의 정확도에 따라 STC와 EGT 중 어느 하나의 기법을 적응적으로 선택하여 전송이 이루어지도록 한 것을 특징으로 하는 중계국 운용방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 협조적 전송은 궤환된 채널 정보의 정확도에 따라 STC와 EGT 중 어느 하나의 기법을 적응적으로 선택하여 전송이 이루어지도록 한 것을 특징으로 하는 중계국 운용방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 중계국 운용방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 단일 대역 전송, 다중 대역 전송, 협조적 전송, 간섭 제거 기술 및 동적 프레임 분할의 통합적 활용을 통해 효율적으로 중계국을 운용할 수 있는 중계국 운용방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 무선 중계국은 기본적으로 전송 신호를 증폭시켜 전송 신호의 전달 거리를 확장시키고, 지형 지물에 의해 발생되는 음역지역에의 수신 신호 품질 향상을 제공할 수 있다. 또한 링크 성능의 향상으로 인해 소모 전력이 줄어들고 단말기의 배터리 수명을 연장시킨다.

[0003] 통상 무선 중계국 운용 방식은 크게 증폭 후 전달 방식(Amplify and Forward)과 복호 후 전달 방식(Decode and Forward)으로 분류된다. 증폭 후 전달 방식은 리피터 기능을 하며 중계국에서 수신된 신호를 단순 증폭하여 전달하여 원 신호뿐만 아니라 잡음 신호도 함께 증폭되어 전달된다. 따라서 신호대 잡음비가 낮은 환경에서는 중계 전송에 의한 성능 이득 효과가 작다.

[0004] 복호 후 전달 방식은 전달 신호의 검출 및 복호 후 재전송하는 방법으로 증폭 후 전달 방식에 비해 높은 복잡도를 가지지만 잡음 증폭에 의한 성능 열화를 방지할 수 있다. 하지만 중계국의 복호화 과정에서 비트 오류가 발생하게 되면 비트 오류가 전파되며, 검출 및 복호화 동작의 지연시간이 발생하는 단점이 있다.

[0005] 중계국에서 송신 신호의 크기가 수신 신호보다 크기 때문에 동시 송수신이 이루어지면 수신 신호의 품질은 중계국 송신기로부터 궤환된 신호의 간섭으로 인해 열화된다. 따라서 궤환 신호에 의한 중계 신호 품질 저하를 줄이기 위해서는 궤환 간섭이 제거되어야 한다. 궤환 신호의 제거를 위해서는 궤환 채널 추정이 필요하고 궤환 채널은 시변 특성이 존재 때문에 이를 고려한 적응적 간섭 제거 알고리듬이 설계되어야한다.

[0006] 중계기를 이용한 전송은 자기 궤환 간섭 외에 인접 셀로부터 발생되는 간섭신호에 의해 성능 열화가 발생한다. 인접 셀 간섭은 궤환 간섭과 달리 간섭 채널 추정에 의한 간섭 신호의 제거가 쉽지 않다.

[0007] 다중 홉 전송에서 인접 셀 간섭에 강건하고 전송 효율을 증대 시키는 방법으로는 기지국과 중계국 또는 중계국과 중계국을 이용하여 협조적으로 전송하는 방법이 있다.

[0008] 협조적 전송은 동일 신호 원이 전송 채널을 통해 방송(broadcast)되고 이들 신호들이 수신기에서 결합되는 속성

을 활용한다. 즉, 기지국에서 전송된 신호는 중계국과 단말기로 전달되고 중계국에서는 다시 단말기로 동일한 데이터를 전달하여 단말기에서는 기지국과 중계국에 의해 전송된 신호들의 결합이 이루어져 신호대 잡음비가 증가하는 다이버시티(diversity) 이득을 얻는 전송기법이다. 재전송되는 심볼들을 중계국과 기지국에서 부호화되어 전송시키면 송신 다이버시티를 추가로 얻을 수 있다.

[0009] 이러한 다이버서티 이득은 어떠한 중계국을 선택하여 협조적 전송하는가에 따라서도 영향을 받는다. 또한 협조적 전송보다는 단순 중계 전송이나 직접적 전송이 높은 성능을 보이는 경우도 있기 때문에 중계 선택기법도 다중 홉 시스템의 전송 효율을 증대하는 요소 중에 하나이다. 그 밖에 자원 할당, 경로 설정, 스케쥴링 등의 자원 관리기법을 이용하여 성능 이득이 극대화된다.

[0010] 중계국에서 다중 대역을 활용한 송수신이 가능한 경우 이종 네트워크 자원의 공유가 가능하며, 네트워크 자원 공유 시 대역폭의 통합적 활용이 이루어지고 보다 유연성 있는 접속이 제공된다. 특히 다중 대역이 사용되는 경우 전송 기술 측면에서 다양한 협조적 전송 기술의 활용이 가능하다.

[0011] 그러나 종래에 개발된 무선 다중 홉 시스템 전송기술들은 분산 배치된 중계국을 이용한 단일 대역 협조적 전송 기술에 국한되었다. 즉, 이들 기술들은 중간 링크에서의 간섭 신호에 의한 링크 이득 감소 영향과 다중 대역 전송을 고려하지 않는 전송기술들이다. 또한 중간 홉의 링크 이득이 개선되어도 종단 링크의 협조적 전송과 다중 대역의 통합적 자원 관리가 결합적으로 이루어지지 않기 때문에 높은 성능 이득을 기대하기 어려운 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0012] 본 발명은 전술한 바와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 자기궤환 간섭신호를 고려하여 협조적 전송을 수행하므로 전송 신호의 품질을 높이고 전송률을 증대시키는 중계국 운용방법을 제공하는 데 있다.

[0013] 또한 본 발명의 다른 목적은 단일 대역 및 다중 대역에 적합하도록 협조적 전송을 통합적으로 관리하므로 보다 효율적으로 전송 신호의 품질을 높이고 전송률을 증대시키는 중계국 운용방법을 제공하는 데 있다.

[0014] 그리고 본 발명의 다른 목적은 채널 상태에 따라 적합한 협조적 전송을 구현하므로 높은 성능 이득을 얻을 수 있는 중계국 운용방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

[0015] 본 발명의 상기한 목적은 단일 대역 전송모드에 있어서, 단말기에서 추정한 링크의 SINR 값을 기지국으로 궤환하는 궤환단계와; 추정된 링크의 SINR 정보를 이용하여 전송 프레임을 다수의 서브 프레임으로 분할하여 링크별로 할당하는 프레임 분할 및 할당단계와; 할당된 서브 프레임을 이용하여 기지국-중계국 링크로 데이터를 전송하는 데이터 전송단계와; 데이터 전송이 이루어진 후 할당된 서브 프레임을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 협조적 전송단계를 포함하는 중계국 운용방법을 통해 달성할 수 있다.

[0016] 또한 본 발명의 상기한 목적은 다중 대역 전송모드에 있어서, 데이터 전송과 협조적 전송을 위해 링크 별로 대역을 할당하는 대역 할당단계와; 할당된 대역을 이용하여 기지국-중계국 링크로 데이터를 전송하는 데이터 전송단계와; 데이터 전송이 이루어진 후 할당된 대역을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 협조적 전송단계를 포함하는 중계국 운용방법을 통해 달성할 수 있다.

[0017] 그리고 본 발명의 상기한 목적은 단일 대역과 다중 대역을 판단하는 전송모드 판단단계와; 단일 대역 전송모드인 경우, 단말기에서 추정한 링크의 SINR 값을 기지국으로 궤환하는 궤환단계와; 궤환된 SINR 정보를 이용하여 전송 프레임을 다수의 서브 프레임으로 분할하고, 그 서브 프레임을 링크 별로 할당하는 프레임 분할 및 할당단계와; 다중 대역 전송모드인 경우, 데이터 전송과 협조적 전송을 위해 링크 별로 대역을 할당하는 대역 할당단계와; 상기 프레임 분할 및 할당단계에 따라 할당된 서브 프레임 또는 상기 대역 할당단계에 따라 할당된 대역을 이용하여 기지국-중계국 링크로 데이터를 전송하는 데이터 전송단계와; 데이터 전송이 이루어진 후 할당된 서브 프레임 또는 할당된 대역을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 협조적 전송단계를 포함하는 중계국 운용방법을 통해 달성할 수 있다.

효 과

[0018] 본 발명은 단일 대역 전송의 경우에 자기궤환 간섭신호의 제거와 시변 채널 하에서 동적 프레임 분할을 통해 협조적 전송시스템을 구현하므로 링크 품질을 개선하는 매우 유용한 효과가 있다.

[0019] 또한 본 발명은 다중 대역 전송의 경우에 다중 대역 및 협조적 전송을 활용하여 전송 신호의 품질을 높이고 전송률을 증대시키는 매우 유용한 효과가 있다.

[0020] 그리고 본 발명은 단일 대역 및 다중 대역에 적합하도록 선택하여 동작하므로 통합 관리가 가능하며, 이로 인하여 보다 효율적으로 전송 신호의 품질을 높이고 전송률을 증대시키는 매우 유용한 효과가 있다.

[0021] 더욱이, 본 발명은 협조적 전송과정에서 궤환된 채널 정보의 정확도에 따라 시공간 부호 기법(Space Time Code; STC)과 동일 이득 전송 기법(Equal Gain Transmission; EGT) 중 어느 하나의 기법을 적응적으로 선택하여 전송이 이루어지도록 하므로 가일층 전송 신호의 품질을 높이고, 전송률을 증대시킬 수 있는 매우 유용한 효과도 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0023] < 제 1 실시예 : 단일 대역 전송 >

[0024] 도 1은 본 발명의 중계국 운용방법이 적용되는 전송 시스템을 나타낸 개략도이고, 도 2는 본 발명의 중계국 운용방법을 나타낸 블록도로서, 도시된 바와 같이 본 발명은 크게 자기궤환 간섭제거 단계, 채널정보 궤환 단계, 프레임 분할 및 할당단계, 데이터 전송 단계, 협조적 전송 단계로 이루어진다.

[0025] 먼저, 자기궤환 간섭제거 단계는 중계국의 자기궤환 간섭신호를 추정하여 제거하는 단계로서, 자기상관기, 채널 추정부, 필터를 통해 그 동작이 이루어지게 된다. 여기서 자기상관기는 궤환 신호의 지연시간과 채널 크기를 추정하고, 이들 값을 이용하여 필터 매개 변수를 찾아 수신신호에 대해 필터가 동작되어 자기 궤환 신호를 제거하게 된다.

[0026] 채널정보 궤환 단계는 단말기에서 추정한 링크의 SINR 값을 기지국으로 궤환하는 단계로서, 보다 상세하게는 기지국과 중계국 사이의 링크 SINR 값을 추정하고, 그 값을 기지국으로 궤환하게 된다. 이때 단말기에서도 추정된 채널 정보 및 SINR 값을 기지국 및 중계국으로 궤환하게 된다.

[0027] 프레임 분할 및 할당단계는 추정된 링크의 SINR 정보를 이용하여 전송 프레임을 다수의 서브 프레임으로 분할하여 링크 별로 할당하는 단계로서, 채널정보 궤환 단계에 따라 궤환된 SINR 정보를 이용하여 기지국에서 전송 프레임을 분할하게 된다.

[0028] 보다 상세하게 설명하면, 다중 홉 시스템의 전송률은 각 링크의 전송률 중 작은 전송률에 의해 결정된다. 각 링크의 전송률을 C_1, C_2 라고 하고, 시간 분할 비율이 μ_1, μ_2 일 때, 다중 홉 시스템의 전송률은 아래의 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

[0029] $$C = \min\left(\mu_1 C_1, \mu_2 C_2\right)$$

[0030] 따라서 최대 전송률은 모든 링크 용량이 균형화될 때 전송률이 최대화된다. 이때 프레임 분할 비율은 아래의 수학식 2와 같이 결정된다.

수학식 2

$$\mu_1^* C_1 = \mu_2^* C_2, \mu_1^* + \mu_2^* = 1$$

$$\mu_1^* = \frac{C_2}{C_1 + C_2}, \mu_2^* = \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

[0031]

[0032] 일반화된 N 홉 전송의 경우 프레임 분할 비율은 아래의 수학식 3과 같이 확장된다.

수학식 3

$$\mu_1^* C_1 = \mu_2^* C_2 = \cdots = \mu_N^* C_N, \mu_1^* + \mu_2^* \cdots + \mu_N^* = 1$$

$$\mu_n^* = \frac{1}{C_n \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{C_i}}$$

[0033]

[0034] 데이터 전송단계는 할당된 서브 프레임을 이용하여 데이터를 전송하는 단계로서, 도 1에서 도시된 바와 같이 기지국에서 중계기(기지국-중계국 링크, A)로 데이터를 전송하게 된다.

[0035] 협조적 전송단계는 데이터 전송이 이루어진 후, 할당된 서브 프레임을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 단계로서, 크게 개루프(open-loop) 방식인 STC와 폐루프(closed-loop) 방식인 EGT 두 모드에 의해 동작이 이루어진다.

[0036] 여기서, STC는 부정확한 채널정보가 궤환되거나 시간에 따라 급변하는 시변채널 환경에서 선택되는 것으로, 송신 심볼 부호화를 통해 구현된다. 부호화 과정은 먼저 기지국에서 중계국으로 S_1, $-S_2^*$ 의 두 심볼을 전송한다. 다음으로 중계국과 기지국에서 S_1, S_2 가 각각 동시에 전송되고, 심볼주기 T_S 후에 $-S_2^*$, S_1^* 가 각각 전송된다. 채널을 h_1, 기지국 · 단말기 간 링크의 채널을 h_2, 단말기에서의 잡음 신호를$z(t)$ 로 표시할 때 수신 신호 $y(t)$, $y(t+T_S)$는 아래의 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$[y(t), y(t+T_s)] = \sqrt{P}[h_1, h_2]\begin{bmatrix} s_1 & -s_2^* \\ s_2 & s_1^* \end{bmatrix} + [z(t), z(t+T_s)]$$

[0037]

[0038] 여기서 P는 기지국과 중계국에서의 송신 전력을 나타낸다. 잡음의 전력이 σ^2 일 때, 전송 용량은 아래의 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$C_{STC} = \log_2\left(1 + P\frac{|h_1|^2 + |h_2|^2}{\sigma^2}\right)$$

[0039]

[0040] 한편, EGT는 단말기에서 추정된 채널 위상정보를 궤환 받아 기지국와 중계국의 전송 채널의 위상을 보정하여 전송하는 기법으로, EGT 모델링은 아래의 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$y = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{h_1^*}{|h_1|} \\ \frac{h_2^*}{|h_2|} \end{bmatrix} \sqrt{P}s + z$$

[0041]

[0042] EGT는 STC와 달리, 한 심볼 시간에 동일한 데이터가 기지국과 중계국으로부터 전송하게 된다. 이 때의 전송 용량은 아래의 수학식 7과 같다.

수학식 7

$$C_{EGT} = \log_2\left(1 + \frac{\left(|h_1| + |h_2|\right)^2 P}{\sigma^2}\right)$$

[0043]

[0044] 통상적으로 정확한 채널 정보가 궤환될 때 EGT가 STC 보다 우월한 성능을 보이지만, 궤환 채널의 정보가 오류가 존재하는 경우 STC가 우월한 경우가 발생한다. 따라서 EGT와 STC는 채널 정보의 정확도에 따라 적응적으로 동작되는 방법을 적용하여 전송 효율을 극대화 시킨다.

[0045] < 제 2 실시예 : 다중 대역 전송 >

[0046] 도 3은 본 발명의 중계국 운용방법의 다른 실시 예를 나타낸 블록도로서, 도시된 바와 같이 본 발명은 크게 대역 할당단계, 데이터 전송단계, 협조적 전송단계로 이루어진다.

[0047] 먼저, 대역 할당단계는 데이터 전송과 협조적 전송을 위해 링크 별로 대역을 할당하는 단계로서, 본 발명에서는 그 일 예로 기지국-중계국 링크(A)에 하나의 대역을 할당하고, 중계국-단말기 링크(B)와 기지국-단말기 링크(C)에 다른 대역을 할당하였다.

[0048] 여기서 다중 대역은 기지국과 중계국 모두 다수개의 주파수 자원을 활용하여 통신이 가능하게 설계되었음을 가정한 것으로, 다중 대역 전송모드의 경우에는 링크 A 데이터 전송은 대역 1을 통해 별도로 이루어지고, 링크 B와 링크 C를 통한 협조적 전송은 대역 2를 통해 이루어진다.

[0049] 따라서 중계국에서의 수신과 송신은 상이한 대역을 이용하여 송수신 되므로 동시 송수신에 의한 간섭은 발생하지 않고 자기궤환 간섭제거의 동작이 불필요하다.

[0050] 데이터 전송단계는 할당된 다중 대역을 이용하여 데이터를 전송하는 단계로서, 기지국에서 중계기(기지국-중계국 링크)로 데이터를 전송하게 된다.

[0051] 협조적 전송단계는 데이터 전송이 이루어진 후, 할당된 서브 프레임을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 단계로서, 크게 개루프(open-loop) 방식인 STC와 폐루프(closed-loop) 방식인 EGT기법 두 모드에 의해 동작이 이루어진다.

[0052] 이러한 STC와 EGT를 이용한 협조적 전송과정은 실시예 1에서 기술한 것과 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

[0053] < 제 3 실시예 : 단일 및 다중 대역 전송 >

[0054] 도 4는 본 발명의 중계국 운용방법의 다른 실시 예를 나타낸 블록도로서, 도시된 바와 같이 크게 전송모드 판단단계, 자기궤환 간섭제거 단계, 채널정보 궤환단계, 프레임 분할 및 할당단계, 대역 할당단계, 데이터 전송단계, 협조적 전송단계로 이루어진다.

[0055] 먼저, 전송모드 판단단계는 단일 대역과 다중 대역을 선택하는 단계로서, 중계국에서 단일 대역을 사용하는 경우에는 단일 대역 전송모드를 실행하고, 다중 대역을 사용하는 경우에는 다중 대역 전송모드를 선택하게 된다.

[0056] 자기궤환 간섭제거 단계는 전송모드 판단단계에 따라 단일 대역이 선택된 경우, 중계국의 자기궤환 간섭신호를 추정하여 제거하는 단계로서, 자기상관기, 채널 추정부, 필터를 통해 그 동작이 이루어지게 된다. 여기서 자기상관기는 궤환 신호의 지연시간과 채널 크기를 추정하고, 이들 값을 이용하여 필터 매개 변수를 찾아 수신신호에 대해 필터가 동작하여 자기 궤환 신호를 제거하게 된다.

[0057] 채널정보 궤환 단계는 단말기에서 추정한 링크의 SINR 값을 기지국으로 궤환하는 단계로서, 보다 상세하게는 기지국과 중계국 사이의 링크 SINR 값을 추정하고, 그 값을 기지국으로 궤환하게 된다. 이때 단말기에서도 추정된 채널 정보 및 SINR 값을 기지국 및 중계국으로 궤환하게 된다.

[0058] 프레임 분할 및 할당단계는 추정된 링크의 SINR 정보를 이용하여 전송 프레임을 다수의 서브 프레임으로 분할하여 링크 별로 할당하는 단계로서, 채널정보 궤환 단계에 따라 궤환된 SINR 정보를 이용하여 기지국에서 전송 프레임을 분할하게 된다.

[0059] 대역 할당단계는 전송모드 판단단계에 따라 다중 대역이 선택된 경우, 데이터 전송과 협조적 전송을 위해 링크별로 대역을 할당하는 단계로서, 본 발명에서는 그 일 예로 기지국-중계국 링크에 하나의 대역을 할당하고, 중계국-단말기 링크와 기지국-단말기 링크에 다른 대역을 할당하였다.

[0060] 여기서 다중 대역은 기지국과 중계국 모두 다수개의 주파수 자원을 활용하여 통신이 가능하게 설계되었음을 가정한 것으로, 다중 대역 전송 모드의 경우에는 링크 A 데이터 전송은 대역 1을 통해 별도로 이루어지고, 링크 B와 링크 C를 통한 협조적 전송은 대역 2를 통해 이루어진다.

[0061] 따라서 중계국에서의 수신과 송신은 상이한 대역을 이용하여 송수신되므로 동시 송수신에 의한 간섭은 발생하지 않으므로 자기궤환 간섭제거의 동작이 불필요하다.

[0062] 데이터 전송단계는 프레임 상기한 분할 및 할당단계에 따라 할당된 서브 프레임 또는 상기한 대역 할당단계에 따라 할당된 대역을 이용하여 기지국-중계국 링크로 데이터를 전송하는 단계이다.

[0063] 협조적 전송단계는 데이터 전송이 이루어진 후 할당된 서브 프레임 또는 할당된 대역을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 단계로서,

[0064] 협조적 전송단계는 데이터 전송이 이루어진 후, 할당된 서브 프레임을 이용하여 협조적 전송을 수행하는 단계로서, 이에 대한 상세한 설명은 실시예 1에서 기술한 것과 동일하므로 생략한다.

[0065] 한편, 본 발명에서는 성능 검증을 위하여 다음과 같은 실험 환경을 적용하였다.

[0066] 기지국, 중계국, 단말기는 1차원 상에서 250m 간격으로 순차적으로 분포하도록 하고, 간섭 신호를 발생시키는 간섭원은 단말기로부터 기지국·단말기를 잇는 직선에 수직인 방향으로 250m 떨어진 지점에 위치시켰다. 각 링크는 레일레이 페이딩(Rayleigh fading) 채널 특성을 갖고, 경로 감쇄 지수는 3.76이고 기지국과 중계국에서의 송신 전력은 1W이다.

[0067] 도 5,6은 본 발명의 실시 예에 대한 성능 검증을 나타내기 위한 것으로, 도 5는 단순 중계와 본 발명에 따른 협조적 중계의 성능 곡선을 제시하는 전송 방식들에 대한 전송률의 누적분포함수 형태로 나타낸 것으로서, 곡선이 우측으로 이동될수록 추가적인 성능 향상을 의미하게 된다.

[0068] 시분할 기법을 적용하여 분할된 첫번째 서브 프레임을 이용하여 기지국에서 중계국으로 데이터가 전송되고, 나머지 두번째 서브 프레임을 이용하여 중계국에서 단말기로 데이터가 전송된다. 두 개의 서브 프레임의 크기를 동일한 고정된 크기로 사용하는 경우 정적 분할, 전송 시 채널 상태에 따라 수학식 2를 통해 변화되는 크기로 사용하는 경우 동적 분할로 표시하였다.

[0069] 도시된 바와 같이 분할된 프레임의 크기를 조절하여 각 링크의 이득을 균형화 함으로써 전송률 증대 효과가 발생한다. 단순 중계 전송 대비 협조적 전송기법의 성능이 높은 이유는 기지국과 중계국에서 전송된 신호가 단말기에서 신호 결합이 이루어져 수신 SINR 값이 증가하기 때문이며, 궤환 채널 정보를 사용하는 EGT가 STC와 비교하여 추가 성능 이득을 갖는다.

[0070] 도 6은 자기궤환 간섭제거에 의한 링크 이득, 프레임 분할에 의한 이득, 다중 대역 전송에 의한 성능 이득 변화를 반영한 성능 곡선으로, 0dB, 10dB는 단일 대역 전송 모드에서 자기궤환 간섭제거에 의한 기지국과 중계국 사이의 링크 이득을 나타낸다.

[0071] 도시된 바와 같이 자기궤환 간섭제거에 의해 링크 이득이 증대될수록 최소 전송률을 갖는 링크의 용량이 증대되어 전송률이 증가하고 다중 대역 전송 성능 곡선에 수렴하는 것을 알 수 있다. 이는 기지국-중계국 간에 할당되는 프레임 비율이 줄어들고, 단말 링크에 할당되는 비율이 증가하므로 전체 프레임이 단말기로의 전송을 위해 할당되는 다중 대역 전송 효과를 얻기 때문이다.

[0072] 이와 같이 기술한 본 발명의 여러 실시 예는 바람직한 일 예를 설명한 것에 불과한 것으로, 본 발명의 적용범위는 이와 같은 것에 한정되는 것은 아니며, 동일사상의 범주 내에서 적절하게 변경 가능한 것이다.

[0073] 일 예로, 본 발명의 제1,3 실시예에서는 자기궤환 간섭제거 단계를 통해 자기궤환 간섭신호를 제거하는 것을 예시하였으나, 자기궤환 간섭제거 단계는 선택적으로 사용 가능한 것으로, 자기궤환 간섭제거 효과를 제외한 나머지 협조적 전송에 따른 이득 효과는 이미 설명한 것과 같이 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0074] 도 1은 본 발명의 다중 대역 및 협조적 전송을 활용하는 전송 시스템을 나타낸 개략도.

[0075] 도 2는 본 발명에 따른 중계국 운용방법의 일 실시예로서, 단일 대역 중계국 운방법을 나타낸 흐름도.

[0076] 도 3은 본 발명에 따른 중계국 운용방법의 일 실시예로서, 다중 대역 중계국 운방법을 나타낸 흐름도.

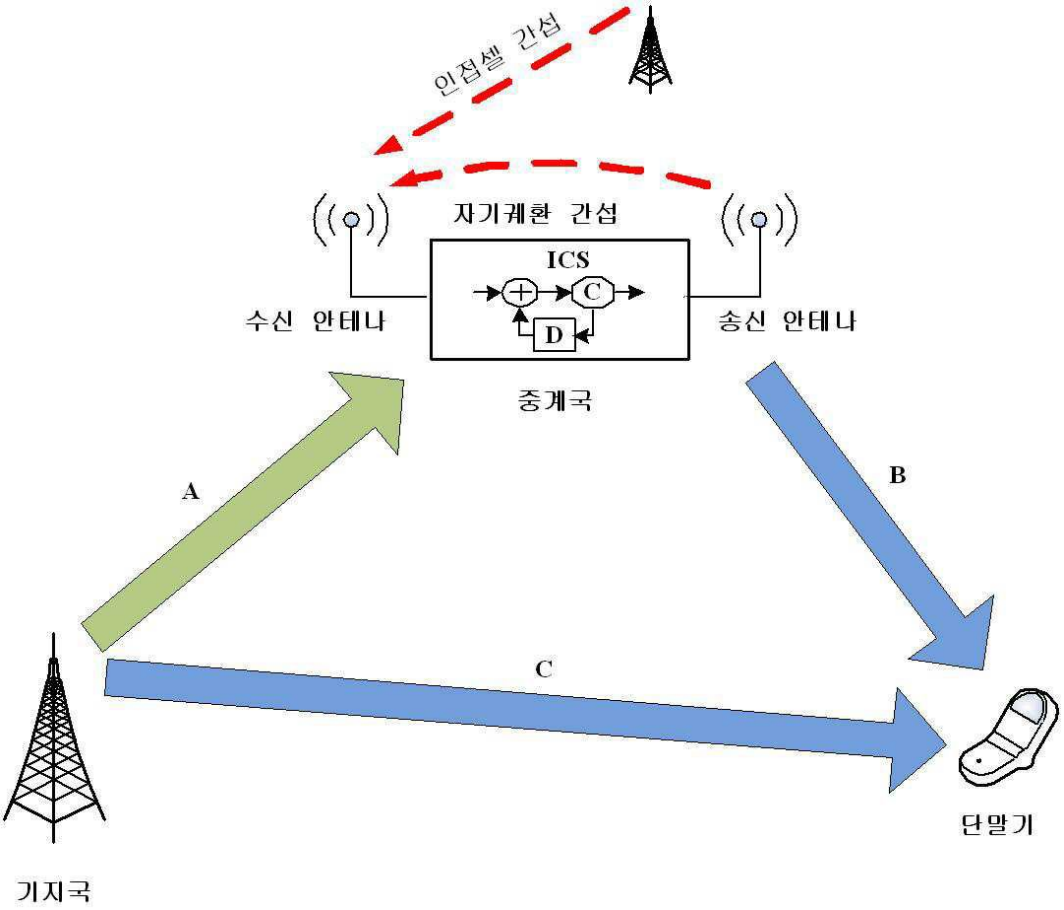
[0077] 도 4는 본 발명에 따른 중계국 운용방법의 일 실시예로서, 통합 대역 중계국 운방법을 나타낸 흐름도.

[0078] 도 5는 본 발명의 프레임 분할기법에 따른 성능 이득을 나타낸 그래프.

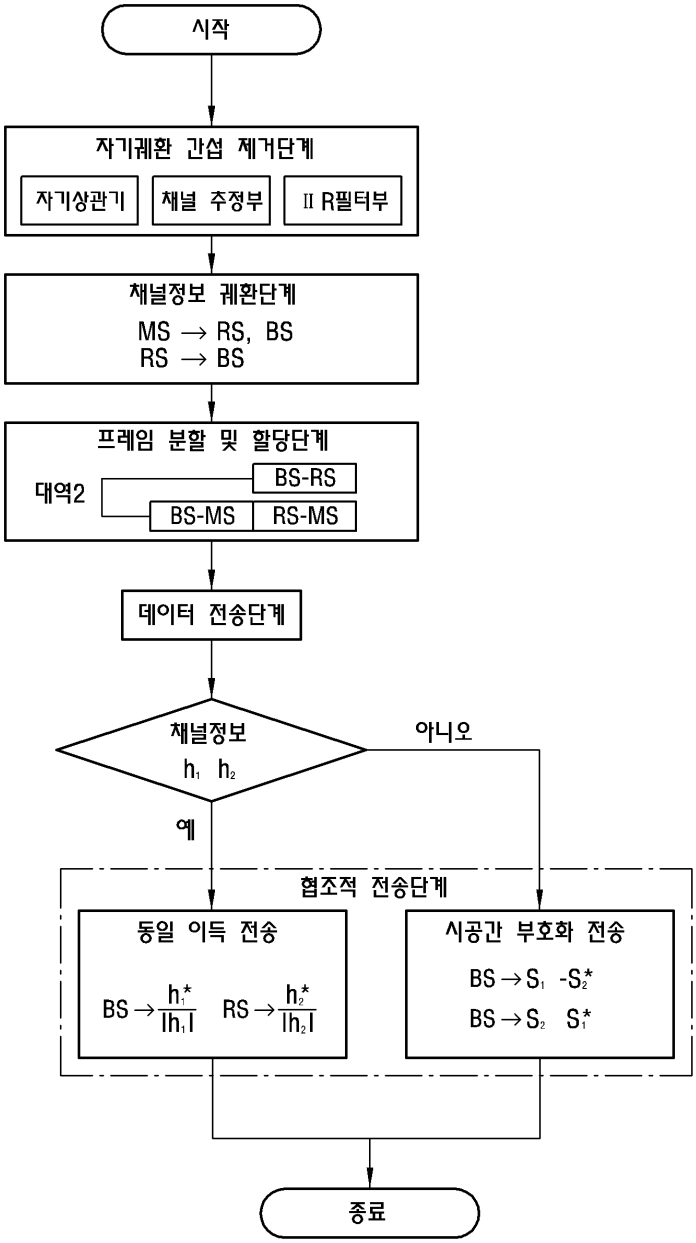
[0079] 도 6은 본 발명에 따른 성능 이득을 나타낸 그래프.

도면

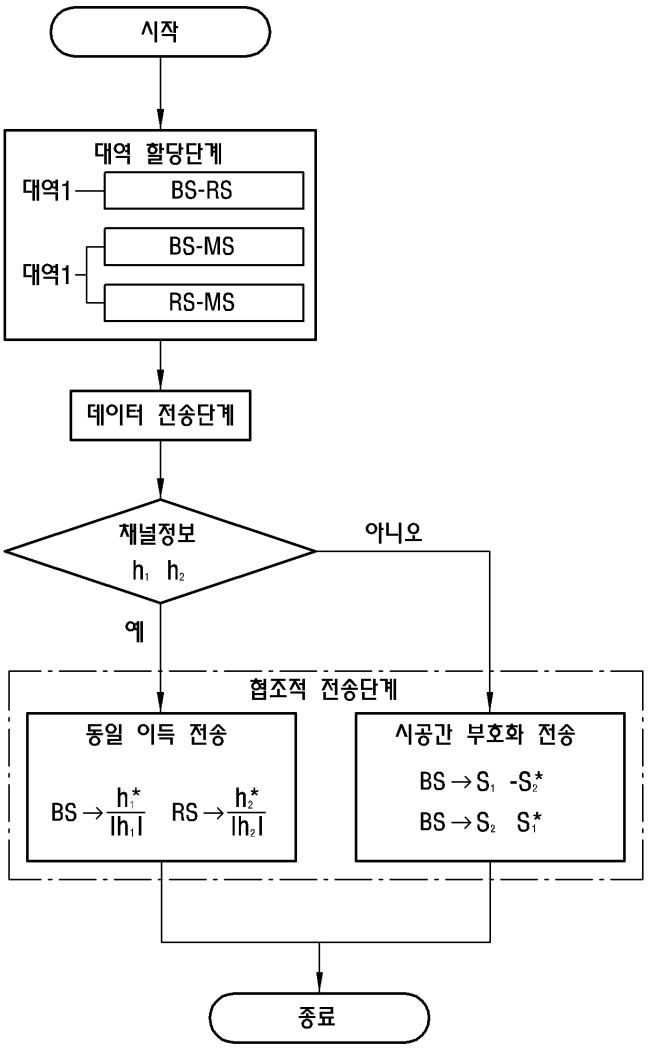
도면1



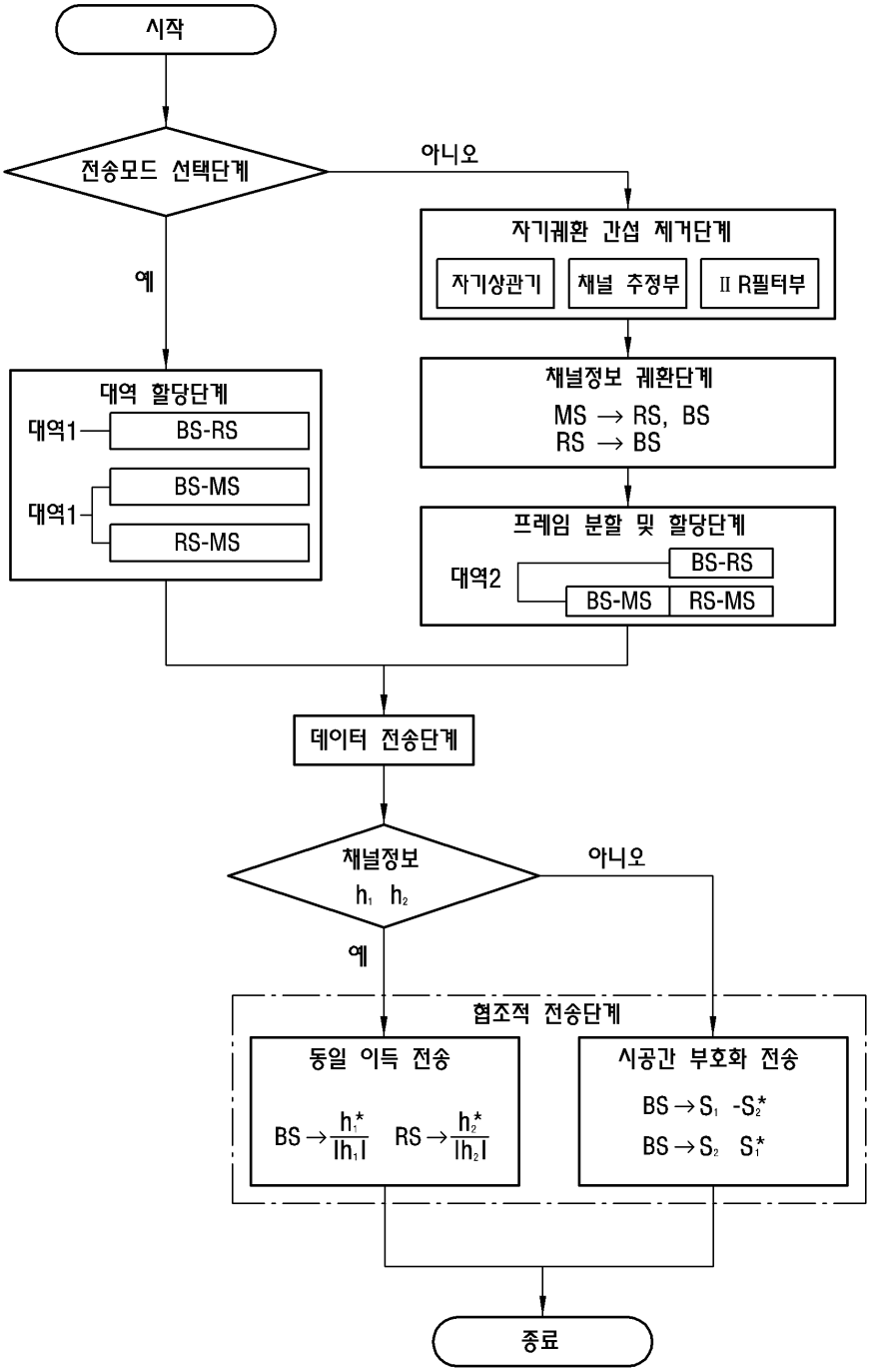
도면2


시작
자기궤환 간섭 제거단계
자기상관기
채널 추정부
Ⅱ R필터부
채널정보 궤환단계
MS → RS, BS
RS → BS
프레임 분할 및 할당단계
대역2
BS-RS
BS-MS
RS-MS
데이터 전송단계
채널정보
h1 h2
아니오
예
협조적 전송단계
동일 이득 전송
BS → h1*/|h1|
RS → h2*/|h2|
시공간 부호화 전송
BS → S1 -S2*
BS → S2 S1*
종료

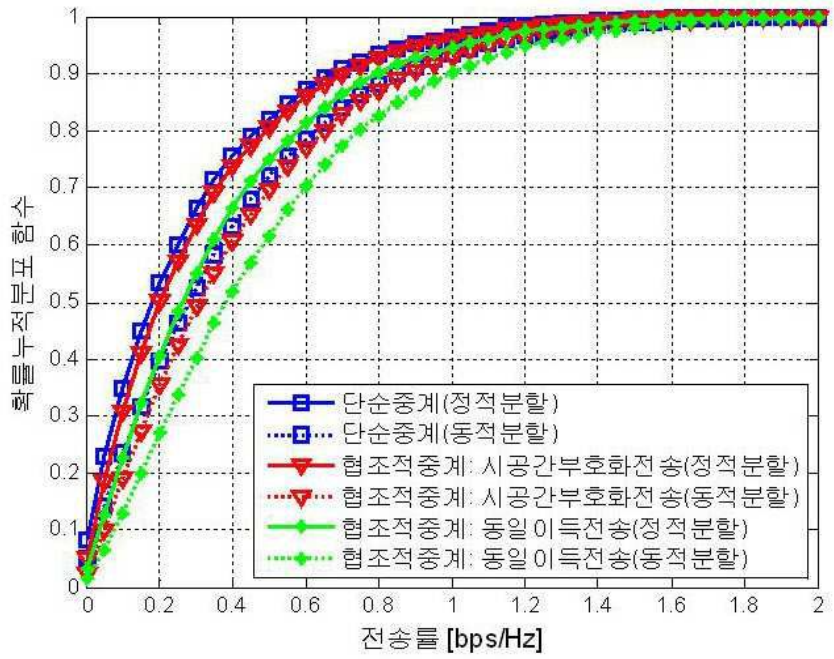
도면3


시작
대역 할당단계
대역1
BS-RS
대역1
BS-MS
RS-MS
데이터 전송단계
채널정보
h_1 h_2
아니오
예
협조적 전송단계
동일 이득 전송
$BS \rightarrow \frac{h_1^*}{|h_1|}$ $RS \rightarrow \frac{h_2^*}{|h_2|}$
시공간 부호화 전송
$BS \rightarrow S_1$ $-S_2^*$
$BS \rightarrow S_2$ S_1^*
종료

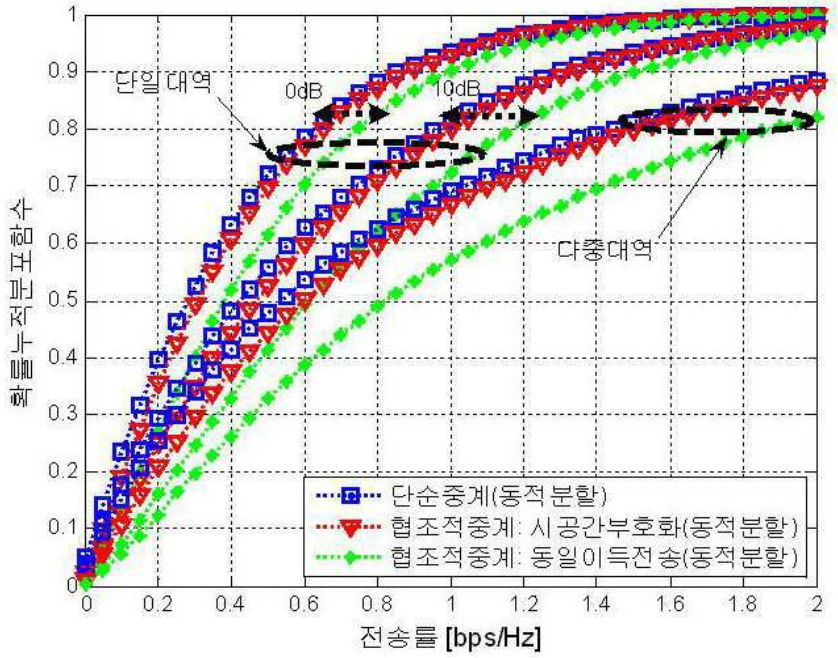
도면4


시작
전송모드 선택단계
아니오
예
자기궤환 간섭 제거단계
자기상관기
채널 추정부
Ⅱ R필터부
채널정보 궤환단계
MS → RS, BS
RS → BS
대역 할당단계
대역1
BS-RS
대역1
BS-MS
RS-MS
프레임 분할 및 할당단계
대역2
BS-RS
BS-MS
RS-MS
데이터 전송단계
채널정보
h1 h2
아니오
예
협조적 전송단계
동일 이득 전송
BS → h1*/|h1|
RS → h2*/|h2|
시공간 부호화 전송
BS → S1 -S2*
BS → S2 S1*
종료

도면5


확률누적분포함수
전송률 [bps/Hz]
단순중계(정적분할)
단순중계(동적분할)
협조적중계: 시공간부호화전송(정적분할)
협조적중계: 시공간부호화전송(동적분할)
협조적중계: 동일이득전송(정적분할)
협조적중계: 동일이득전송(동적분할)

도면6


확률누적분포함수
전송률 [bps/Hz]
단일대역
0dB
10dB
다중대역
단순중계(동적분할)
협조적중계: 시공간부호화(동적분할)
협조적중계: 동일이득전송(동적분할)