



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년09월04일
(11) 등록번호 10-1179722
(24) 등록일자 2012년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/06 (2009.01) H04B 7/14 (2006.01)
H04W 72/08 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2011-0022988
(22) 출원일자 2011년03월15일
심사청구일자 2011년03월15일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080030791 A
KR1020070082284 A
KR1020100128129 A
KR1020100095227 A

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
장주욱
서울특별시 마포구 백범로 35, 전자공학과 R807호 (신수동, 서강대학교)
현도원
경기도 고양시 덕양구 화신로 76, 108동 1104호 (행신동, 샘터마을)
(74) 대리인
이지연

전체 청구항 수 : 총 5 항

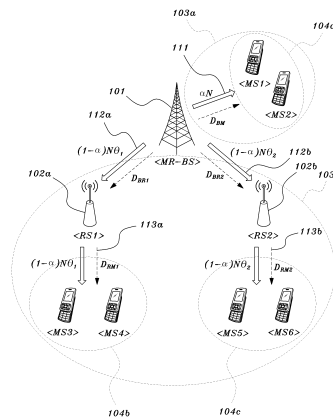
심사관 : 고연화

(54) 발명의 명칭 멀티 홉 중계 기반의 무선통신 시스템의 성능 평가 및 자원 할당 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 방법은, 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템으로부터 성능 평가를 위한 정보들을 제공받는 단계; 상기 성능 평가를 위한 정보들을 통해 수학적 식 6에 따라 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능을 산출하고, 각 링크별 성능 중 최대값을 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능으로 평가하는 단계;를 구비하며, 상기 링크별 성능은, 기지국이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임 수, 기지국이 자신의 릴레이 링크를 통해 중계국들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수, 중계국들이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수임을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0015888

부처명 교육과학기술부

연구사업명 기초연구사업/일반연구자지원사업/기본연구_유형 I

연구과제명 무선 멀티홉 릴레이 네트워크에서의 전송율 및 QoS 공정성 개선

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2011.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 방법에 있어서,

멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템으로부터 성능 평가를 위한 정보들을 제공받는 단계;

상기 성능 평가를 위한 정보들을 통해 수학식 6에 따라 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능을 산출하고,

각 링크별 성능 중 최대값을 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능으로 평가하는 단계;를 구비하며,

상기 링크별 성능은, 기지국이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임 수, 기지국이 자신의 릴레이 링크를 통해 중계국들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수, 중계국들이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수임을 특징으로 하는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 방법.

수학식 6

$$T_{th}(\alpha, r, \theta_i, D_{BM}, D_{RMi}, D_{BR}, LoF) \\ = 1 / \left(\left[\begin{array}{c} \left(\frac{\alpha}{rD_{BM}}, \frac{(1-\alpha)}{(1-r)D_{BR}}, \right. \\ \left. \frac{(1-\alpha)\theta_1}{rD_{RM1}}, \frac{(1-\alpha)\theta_2}{rD_{RM2}}, \dots, \frac{(1-\alpha)\theta_k}{rD_{RMk}} \right) \end{array} \right] \times LoF \right)$$

상기 수학식 6에서, α 는 기지국의 액세스 링크를 통해 전송되는 데이터의 비율, θ_i 는 기지국의 릴레이 링크들 각각을 통해 전송되는 데이터의 비율, r 은 DL 서브프레임에서의 DL 액세스존과 DL 릴레이존의 비율, LoF 는 DL 서브프레임을 포함하는 프레임의 길이, D_{BM} 은 기지국에서 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양, D_{BR} 은 기지국에서 자신의 릴레이 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 중계국들로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양, D_{RMi} 은 중계국들이 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양이고, 상기 i 는 중계국의 번호임.

청구항 2

멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법에 있어서,

멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능 평가 정보를 제공받는 단계;

DL 존에서 DL 액세스 존과 DL 릴레이 존의 비율 r 의 최적값을 수학식 7에 따라 산출하고, 그 산출된 비율 r 에 따라 DL 액세스 존 및 DL 릴레이 존의 비율 r 을 변경하여, 기지국의 액세스 링크의 자원을 감소 또는 증가시키고 아울러 기지국의 릴레이 링크의 자원을 증가 또는 감소시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자원 할당 방법.

수학식 7

$$r = (1 + D_{RMj} / l(\theta_j D_{BR}))^{-1}$$

상기 수학식 7에서 D_{BR} 은 기지국에서 자신의 릴레이 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 중계국들로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양이고, D_{RMj} 은 중계국들이 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양 중 최대값이고, θ_j 는 기지국의 릴레이 링크들 각각을 통해 전송되는 데이터의 비율들 중 상기 평균 데이터의 양이 최대인 중계국의 비율

임.

청구항 3

제2항에 있어서,

기지국의 액세스 링크를 통해 전송하는 데이터와 릴레이 링크를 통해 전송하는 데이터의 비율 α 를 수학적 식 8에 따라 산출하고, 그 산출결과에 따라 비율 α 를 변경하여, 기지국의 액세스 링크의 자원을 증가 또는 감소 시킴과 아울러 기지국의 릴레이 링크 및 중계기의 액세스 링크의 자원을 감소 또는 증가시키는 단계;

를 더 구비함을 특징으로 하는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

수학적 식 8

$$\alpha = (1 + D_{RMi} / (\theta_j D_{BM}))^{-1}$$

상기 수학적 식 8에서 D_{BM} 은 기지국에서 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양임.

청구항 4

멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 및 자원 할당 장치에 있어서,

멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템으로부터 성능 평가를 위한 정보들을 제공받고, 상기 성능 평가를 위한 정보들을 통해 수학적 식 9에 따라 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능을 산출하고, 각 링크별 성능 중 최대값을 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능으로 평가하는 성능 평가부;

멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능 평가 정보를 제공받아, DL 존에서 DL 액세스 존과 DL 릴레이 존의 비율 r 의 최적값을 수학적 식 10에 따라 산출하고, 그 산출된 비율 r 에 따라 DL 액세스 존 및 DL 릴레이 존의 비율 r 을 변경하여, 기지국의 액세스 링크의 자원을 감소 또는 증가시킴과 아울러 기지국의 릴레이 링크의 자원을 증가 또는 감소시키는 자원 할당부;를 포함하며,

상기 링크별 성능은, 기지국이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임 수, 기지국이 자신의 릴레이 링크를 통해 중계국들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수, 중계국들이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수임을 특징으로 하는 성능 평가 및 자원 할당 장치.

수학적 식 9

$$T_{th}(\alpha, r, \theta_i, D_{BM}, D_{RMi}, D_{BR}, LoF) = 1 / \left[\left[\begin{array}{c} MAX \left(\frac{\alpha}{r D_{BM}}, \frac{(1-\alpha)}{(1-r) D_{BR}}, \right. \right. \\ \left. \left. MAX \left(\frac{(1-\alpha)\theta_1}{r D_{RM1}}, \frac{(1-\alpha)\theta_2}{r D_{RM2}}, \dots, \frac{(1-\alpha)\theta_k}{r D_{RMk}} \right) \right) \right] \times LoF \right]$$

상기 수학적 식 9에서, α 는 기지국의 액세스 링크를 통해 전송되는 데이터의 비율, θ_i 는 기지국의 릴레이 링크들 각각을 통해 전송되는 데이터의 비율, r 은 DL 서브프레임에서의 DL 액세스존과 DL 릴레이존의 비율, LoF 는 DL 서브프레임을 포함하는 프레임의 길이, D_{BM} 은 기지국에서 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양, D_{BR} 은 기지국에서 자신의 릴레이 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 중계국들로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양, D_{RMi} 은 중계국들이 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양이고, 상기 i 는 중계국의 번호임.

수학식 10

$$r = (1 + D_{RMj} / (\theta_j D_{BR}))^{-1}$$

상기 수학식 10에서 D_{BR} 은 기지국에서 자신의 릴레이 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 중계국들로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양이고, D_{RMj} 은 중계국들이 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양 중 최대값이고, θ_j 는 기지국의 릴레이 링크들 각각을 통해 전송되는 데이터의 비율들 중 상기 평균 데이터의 양이 최대인 중계국의 비율임.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 자원 할당부가,

기지국의 액세스 링크를 통해 전송하는 데이터와 릴레이 링크를 통해 전송하는 데이터의 비율 α 를 수학식 11에 따라 산출하고, 그 산출결과에 따라 비율 α 를 변경하여, 기지국의 액세스 링크의 자원을 증가 또는 감소 시킴과 아울러 기지국의 릴레이 링크 및 중계기의 액세스 링크의 자원을 감소 또는 증가시킴을 특징으로 하는 성능 평가 및 자원 할당 장치.

수학식 11

$$\alpha = (1 + D_{RMj} / (\theta_j D_{BM}))^{-1}$$

상기 수학식 11에서 D_{BM} 은 기지국에서 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양임.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 멀티 홉 중계 기반의 무선통신 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 및 자원 할당 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이동 통신 시장이 음성 위주의 저속 전송에서 인터넷 및 휴대 방송 서비스 위주의 고속 전송을 요구함에 따라 세계 각국에서는 이에 따르는 차세대 이동 통신 기술 개발에 주력하고 있다.

[0003] 현재 이동 전화와 무선 랜 방식은 각각 전송 속도와 이동성 제약 때문에 무선 인터넷 보급을 활성화하기에는 한계가 있어, HSDPA, WiBro, WiMAX 와 같은 차세대이동통신 기술들이 주목받고 있다.

[0004] IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, 미국 전기 전자 학회) 802.16에서는 고정 가입자 단말을 대상으로 하는 표준 규격인 IEEE 802.16-2004와 가입자 단말의 이동성을 제공하기 위한 표준 규격인 IEEE 802.16e-2005을 제정하였다.

[0005] 상기 IEEE 802.16e는 모바일 WiMAX라고 불리며, 이동성 문제를 대폭 개선하여 120km/h까지 지원하며, 랩탑, PDA, 이동전화 등 이동형 기기를 통한 접속이 가능하도록 개발되었다.

[0006] 그리고 국내의 WiBro 기술은 언제, 어디서나, 이동 중에도 높은 전송속도로 무선인터넷 접속이 가능한 서비스로 정의되며, 2006년 6월부터 상용 서비스가 시작되었다. 상기 WiBro는 2.3GHz 주파수 대역을 이용하며 120km/h 이상 이동시에도 끊김없는 무선 인터넷 서비스를 제공하며, 높은 전송 속도를 제공한다.

[0007] 상기한 WiBro는 120km/h로 이동하는 중에도 하향으로는 최대 24.8Mbps, 상향으로는 5.2Mbps의 데이터 전송속도를 제공하도록 설계되었으나, 이동시에 끊김 현상이 자주 발생하고, 높은 주파수 대역의 사용으로 인한 음영 지역이 증가하게 되었다. 그리고 단말기가 기지국 영역내에 있지만 낮은 신호 품질로 인해서 기지국으로부터

터 브로드캐스팅된 제어정보만 수신할 수 있는 경우가 발생하였고, 사용자가 기지국밖에 위치하여 서비스를 받지 못하는 경우와 셀 가장자리에서 인접한 셀로부터의 간섭영향으로 인해서 신호품질의 저하가 초래되는 문제점이 발생하게 되었다.

[0008] 이러한 문제점들이 발생함에 따라 기존의 이동통신 시스템에서 음영 지역 해소를 위해 사용중인 중계 기술을 제안하게 되었고, IEEE 802.16에서는 IEEE 802.16e-2005의 제정 후 멀티 홉 릴레이라는 새로운 주제로 IEEE 802.16 MMR SG로 2005년 7월에 승인을 받아 6개월간의 활동후, 2006년 1월에 제출한 PAR이 승인을 받음으로써 2006년 3월에 IEEE 802.16j Relay TG가 정식 제정되었다.

[0009] 이와 같이 IEEE 802.16j의 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템은 중계기를 구비함에 따라 다양한 링크가 존재한다. 이에따라 데이터의 전송 시간이 링크에 따라 상이하어, 일반적인 무선 통신 네트워크에서의 성능 평가 방식으로는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 명확하게 평가하기가 어려웠다.

[0010] 또한 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템은 중계기를 통한 전송을 포함하기 위해 프레임의 구성하므로, 일반적인 무선 통신 네트워크에서의 성능 평가 방식으로는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 명확하게 평가하기가 어려웠다.

[0011] 또한 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 링크별로 평가하고, 그 평가된 성능에 따라 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 최대화할 수 있도록 자원을 할당할 수 있는 기술의 개발이 절실히 요망되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 링크별로 평가하는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0013] 또한 본 발명의 다른 목적은 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능에 따라 자원을 할당하여 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 최대화시킬 수 있는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가에 따른 자원 할당 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 방법은, 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템으로부터 성능 평가를 위한 정보들을 제공받는 단계; 상기 성능 평가를 위한 정보들을 통해 수학식 6에 따라 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능을 산출하고, 각 링크별 성능 중 최대값을 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능으로 평가하는 단계;를 구비하며, 상기 링크별 성능은, 기지국이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임 수, 기지국이 자신의 릴레이 링크를 통해 중계국들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수, 중계국들이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수임을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0015] 상기한 본 발명은 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 링크별로 평가하여, 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 효과가 있다.

[0016] 또한 본 발명은 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능에 따라 자원을 할당하여 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 최대화시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 IEEE 802.16j 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 네트워크 토폴로지를 도시한 도면.

도 2는 IEEE 802.16j 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템에서의 프레임 구조도.

도 3 및 도 4는 IEEE 802.16j의 전송 기법을 프레임 구조 중심으로 나타낸 도면.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 및 자원 할당 장치의 구성을 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 자원 할당에 따른 성능 변화 상태를 예시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명은 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 링크별로 평가하고, 그 평가된 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 링크별 성능에 따라 자원을 할당하여 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능을 최대화시킨다.
- [0019] 상기한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 및 자원 할당 방법 및 장치를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0020] <네트워크 토폴로지>
- [0021] 도 1은 기지국인 MR-BS(101)와 제1 및 제2중계국인 RS1, RS2(102a, 102b)을 구비하는 IEEE 802.16j 멀티홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 네트워크 토폴로지를 도시한 것이다.
- [0022] 상기 MR-BS(101)는 액세스 링크(111)을 통해 단말들인 MS1/MS2(104a)를 직접 서빙한다. 그리고 MR-BS(101)는 릴레이 링크(112a, 112b)를 통해 제1 및 제2중계국인 RS1(102a)과 RS2(102b)을 서빙하고, 상기 RS1(102a)과 RS2(102b)는 액세스 링크(113a,b)을 통해 단말들인 MS3/MS4(104b)와 MS5/MS6(104c)를 각각 서빙한다.
- [0023] 이와 같이 기지국은 기지국의 액세스 링크 또는 기지국의 릴레이 링크 및 중계국의 액세스 링크, 또는 기지국의 릴레이 링크 및 중계국의 릴레이 링크 등의 다양한 전송 경로를 통해 단말들을 서빙한다.
- [0024] 이에따라 상기 MR-BS(101)의 액세스 링크(111)을 통해 전송되는 데이터의 비율을 α 로 두면, MR-BS(101)의 릴레이 링크(112a, 112b)를 통해 전송되는 데이터의 비율은 $1-\alpha$ 로 둘 수 있다. 상기 α 는 $0 \leq \alpha \leq 1$ 으로 정할 수 있다.
- [0025] 그리고 상기 MR-BS(101)에서 전송하고자 하는 데이터의 총 양을 N 으로 둔다면, MR-BS(101)의 액세스 링크(111)로 전송되는 데이터의 양은 αN 로 둘 수 있고, MR-BS(101)의 릴레이 링크(112a, 112b)로 전송되는 데이터의 양은 $(1-\alpha)N$ 으로 둘 수 있다.
- [0026] 그리고 릴레이 링크(112a, 112b)를 통해 전송되는 데이터의 총 양 $(1-\alpha)N$ 은 RS1(102a)와 RS2(102b)로 전송되므로, 각각의 릴레이 링크(112a, 112b)로 전송되는 데이터의 비율을 θ_1, θ_2 로 둘 수 있다. 여기서, 중계국의 수가 i 개라면, 데이터의 비율은 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_i$ 로 나타낼 수 있다. 그리고 상기 i 는 중계국 번호이다.
- [0027] 이에따라 MR-BS(101)에서 RS1(102a)를 통해 MS3,MS4(104b)에게 전송되는 데이터의 양은 $(1-\alpha)N\theta_1$ 이고, MR-BS(101)에서 RS2(102a)를 통해 MS5와 MS6(104c)에게 전송되는 데이터의 양은 $(1-\alpha)N\theta_2$ 가 된다.
- [0028] <프레임 구조>
- [0029] 도 2는 IEEE 802.16j 멀티홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 프레임 구조를 도시한 것이다. 상기 도 2를 참조하면, IEEE 802.16j의 프레임 구조는 DL 서브프레임(201)과 UL 서브프레임(202)으로 구성된다.
- [0030] 상기 DL 서브 프레임(201)은 DL 액세스 존과 DL 릴레이 존으로 구성되어 있다. DL 액세스 존과 DL 릴레이 존의 크기는 서비스 제공자에 의해 변경될 수 있으며, 본 발명에서는 DL 액세스 존과 DL 릴레이 존의 크기를 DL 서브 프레임의 비율로서 크기를 계산하고 그 비율은 r 로 둔다. 그리고 프레임의 길이는 서비스 제공자가 선택하는 것으로 LoF 로 둔다.
- [0031] 그리고, 각 링크에서 수신 신호 세기에 따라 DL 서브 프레임(201) 1개를 다 사용하여 수신할 수 있는 데이터의 양을 D 로 둔다. 그리고 MR-BS(101)로부터 MS1과 MS2(104a)가 수신하는 신호세기에 의해 DL 서브 프레임(201) 1개를 전부 사용해서 수신할 수 있는 평균 데이터의 양을 D_{BM} 으로 둔다면, 실제로 1개의 DL 서브프레임(201)에서 MS1,MS2(104a)가 수신 가능한 평균 데이터 양은 rD_{BM} 이다. 그리고 MR-BS(101)로부터 RS1,RS2(102a,102b)가 수신하는 신호세기에 의해 DL 서브 프레임(201) 1개를 전부 사용해서 수신할 수 있는 평균 데이터의 양을 D_{BR} 으로 둔다면, 실제로 1개의 DL 서브프레임(201)에서 가 수신 가능한 평균 데이터 양은 $(r-1)D_{BR}$ 이다. 또한 RS1,RS2(102a,102b)로부터 MS3/MS4(104b)와 MS5/MS6(104c)가 수신하는 신호세기에 따라 DL 서브 프레임(201) 1개를 전부 사용하여 수신할 수 있는 평균 데이터의 양을 D_{RM1} 과 D_{RM2} 으로 둔다면, 실제로 1

개의 DL 서브 프레임(201)에서 MS3/MS4(104b)와 MS5/MS6(104c)가 수신 가능한 평균 데이터 양은 rD_{RM1} 과 rD_{RM2} 이다.

[0032] <전송 방식>

[0033] 도 3은 IEEE 802.16j의 전송 기법을 프레임 구조 중심으로 나타낸 것이다. 상기 도 3을 참조하면, k번째 DL 서브 프레임에서 MR-BS(101)는 액세스링크(111)을 통해 MS1,MS2(104a)를 서빙하고 MR-BS(101)은 릴레이링크(112a,112b)를 통해 RS1(102a)와 RS2(102b)를 서빙한다. 상기 RS1(102a)와 RS2(102b)는 액세스링크(113a,113b)를 통해 각각 MS3/MS4(104b)와 MS5/MS6(104c)를 서빙한다. 이는 MR-BS(101)가 MS1과 MS2(104a)를 서빙하는 것과 동시에 이루어진다.

[0034] 상기한 도 3과 같이 IEEE 802.16j의 데이터 전송 시간은 MS-BS(101)의 액세스링크(111) 전송 프레임 수, MR-BS(101)의 릴레이링크(112a, 112b) 전송 프레임 수, RS1(102a)와 RS2(102b)의 액세스링크(112a, 112b) 전송 프레임 수 중에서 프레임 수가 가장 큰 링크의 프레임 수가 데이터 전송 시간을 결정한다.

[0035] 이에, 도 3에서 MS-BS(101)가 액세스링크(111)을 통해 MS1,MS2(104a)를 서빙하는데 필요한 프레임은 k부터 k+3까지 총 4개의 프레임이 사용되고, MR-BS(101)은 릴레이링크(112a,112b)를 통해 RS1(102a)와 RS2(102b)를 서빙하는데 필요한 프레임은 k부터 k+3까지 총 3개의 프레임이 사용되고, RS1(102a)와 RS2(102b)는 액세스링크(113a,113b)를 통해 각각 MS3/MS4(104b)와 MS5/MS6(104c)를 서빙하는데 필요한 프레임 수는 각각 k+1부터 k+3으로 3개와 k+1부터 k+5까지 5개의 프레임이 필요하다. 따라서 전송에 가장 오래 걸리는 링크는 액세스링크(113b)가 되고 이때의 데이터 전송이 소요되는 시간이 IEEE 802.16j의 성능이라 한다. 이와같이 전송에 필요한 시간은 전송에 사용된 프레임 수와 프레임의 길이로 나타난다.

[0036] 참고로, IEEE 802.16j의 성능은 각 링크에서 데이터 전송에 소요되는 시간중에서 가장 오랜 시간이 소요되는 링크의 전송 시간을 성능평가 지표로 삼는다.

[0037] 이에따라 MR-BS(101)의 전송율(throughput)은 중계국의 개수가 i개인 경우 상기 파라미터를 활용하여 주어진 데이터의 총 양 N을 모든 MS들(104a, 104b, 104c)에게 전송하는데 필요한 시간으로 계산되며, 이는 수학적 식 1로 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$\begin{aligned}
 T_{th}(\alpha, r, \theta_1, D_{BM}, D_{RM1}, D_{BR}, LoF) &= N / T_{delay}(\alpha, r, \theta_1, D_{BM}, D_{RM1}, D_{BR}, LoF, N) \\
 &= N / (MAX(\text{The number of required frames over MR - BS access link,} \\
 &\quad \text{The number of required frames over relay link,} \\
 &\quad \text{The maximum number of required frames over RS access link}) \times LoF) \\
 &= 1 / \left(\left[MAX \left(\frac{\alpha}{rD_{BM}}, \frac{(1-\alpha)}{(1-r)D_{BR}}, \right. \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. \left. MAX \left(\frac{(1-\alpha)\theta_1}{rD_{RM1}}, \frac{(1-\alpha)\theta_2}{rD_{RM2}}, \dots, \frac{(1-\alpha)\theta_i}{rD_{RM_i}} \right) \right] \right) \times LoF \right]
 \end{aligned}$$

[0038]

[0039] 상기 MAX 항 안에서 첫 번째 항은 MR-BS(101)로부터 액세스링크(111)을 통해 MS1과 MS2(104a)에게 전송되는 데이터의 양 αN 을 전송하는데 필요한 프레임 수를 나타내고, 마지막 항은 RS1(102a)과 RS2(102b)로부터 액세스링크(113)을 통해 MS3/MS4(104b)와 MS5/MS6(104c)에게 전송되는 데이터의 양 $(1-\alpha)N\theta_1$ 과 $(1-\alpha)N\theta_2$ 를 전송하는데 필요한 프레임 수를 나타낸다. 여기서 RS1(102a)의 액세스링크 전송과 RS2(102b)의 액세스링크의 전송은 동시에 발생하므로 이 두 개의 액세스링크 전송중에서 전송에 오래 걸리는 액세스링크를 선택하기 위해 마지막 항을 MAX 항으로 나타내었다. 여기서 MAX 항을 사용한 이유는 전송에 필요한 프레임 수가 전송하는 데이터의 양과 MS3/MS4(104b)와 MS5/MS6(104c)의 평균 수신신호 세기 D가 서로 다르기 때문에 전송에 필요한 프레임 수가 다르다. 이와 같은 이유로 전송에 필요한 프레임 수가 많은 액세스링크(112a, 112b)를 성능에 영향을 미치는 값으로 설정한다. 그리고 두 번째 항은 MR-BS(101)로부터 릴레이링크(112a, 112b)를 통해 RS1(102a)와 RS2(102b)로 전송되는 데이터의 양 $(1-\alpha)N$ 을 전송하는데 필요한 프레임 수를 나타낸다.

[0040] 도 3의 예에서는 RS2(102b)가 액세스링크(113b)를 통해 MS5와 MS6(104c)를 서빙할 때 액세스링크(113b)에서 사용되는 프레임수가 가장 많아 전송시간이 가장 길어지므로 이 액세스링크(113b)에서의 데이터 전송시간이 IEEE 802.16j의 성능을 좌우하게 된다. 반면에 도 4의 예에서는 MR-BS(101)가 액세스링크(111)를 통해 MS1과

MS2(104a)를 서빙할 때 액세스링크(111)에서 사용되는 프레임수가 가장 많기 때문에 이 액세스링크(111)에서의 데이터 전송시간이 IEEE 802.16j의 성능을 좌우하게 된다.

[0041] 이와 같이 IEEE 802.16j는 프레임 구조에 따른 전송과 고정된 프레임의 비율로 자원의 낭비가 발생할 수 있기 때문에 효율적인 전송이 어려울 수 있었다.

[0042] 즉, 도 3의 예에서는 RS2(102b)가 액세스링크(113b)를 통해 MS5와 MS6(104c)를 서빙할 때 액세스링크(113b)에서 사용되는 프레임수가 가장 많아 전송시간이 가장 길어지므로 이 액세스링크(113b)에서의 데이터 전송시간이 IEEE 802.16j의 성능을 좌우하게 된다. 이러한 경우에 성능을 최대화, 즉 데이터 전송시간을 최소화하기 위해서는 RS2 액세스링크(113b)의 프레임 수를 줄임과 동시에 MR-BS(101)의 액세스링크(111) 또는 릴레이링크(112a, 112b)를 적절히 늘려서 모든 링크의 프레임 수를 같게 해야 한다.

[0043] 그리고, 도 4의 예에서는 MR-BS(101)가 액세스링크(111)를 통해 MS1과 MS2(104a)를 서빙할 때 액세스링크(111)에서 사용되는 프레임수가 가장 많기 때문에 이 액세스링크(111)에서의 데이터 전송시간이 IEEE 802.16j의 성능을 좌우하게 된다. 이러한 경우에 성능을 최대화 즉, 데이터 전송시간을 최소화하기 위해서는 MR-BS(101)의 액세스링크(111)의 프레임 수를 줄임과 동시에 릴레이링크(112a, 112b)와 RS 액세스링크(113a, 113b)를 적절히 늘려 MR-BS(101)의 액세스링크(111)의 프레임수와 같게 해야 한다.

[0044] 이와같이 기지국의 액세스링크 및 릴레이링크와 중계국의 액세스 링크의 프레임 수를 조절함으로써, 멀티 홉 중계 기반의 무선통신 시스템의 성능을 최대화할 수 있다.

[0045] 이를 위해 주어진 파라미터에서 조절이 가능한 파라미터는 기지국의 액세스 링크를 통해 전송되는 데이터 비율인 α 와 DL 서브 프레임에서의 DL 액세스존과 DL 릴레이존의 비율 r 이며, 이를 통해 자원을 조정하는 과정은 다음과 같이 이루어진다.

[0046] 하기 표 1은 α 와 r 의 변화에 따른 각 전송 경로에서의 사용되는 프레임 수의 변화를 보여준다.

표 1

	MR-BS 액세스링크(111) $\frac{\alpha N}{rD_{BM}}$	RS2 액세스링크 (113a, 113b) $\frac{(1-\alpha)N\theta_k}{rD_{RM}}$	MR-BS 릴레이링크 (112a, 112b) $\frac{(1-\alpha)N}{(1-r)D_{BR}}$
$r \uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
$\alpha \uparrow$	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$

[0047]

[0048] 상기 표 1을 참조하면, DL 액세스존과 DL 릴레이존 사이의 비율 r 의 변화에 따라 기지국인 MR-BS(101)의 액세스링크(111)와 릴레이링크(112a, 112b)가 상반되게 변화한다. 이에 따라 상기 r 을 변화시켜 상기 기지국인 MR-BS(101)의 액세스링크(111)와 릴레이링크(112a, 112b)로의 자원 할당 상태를 변경시킬 수 있다.

[0049] 상기 r 의 최적값은 다음과 같이 산출될 수 있다.

[0050] 상기 중계국의 액세스링크(113a, 113b) 중 전송 프레임 수가 가장 큰 중계국을 j 라 할 때에, 기지국의 릴레이링크에 대한 전송시간과 상기 전송 프레임 수가 가장 큰 중계국의 액세스링크의 전송시간이 같다고 가정하면, 이는 수학식 2로 표현될 수 있고 이를 다시 r 에 대해 정리하면 수학식 3로 표현된다.

수학식 2

$$(1-\alpha)/(1-r)D_{BR})=((1-\alpha)\theta_j)/(rD_{RMj})$$

[0051]

수학식 3

$$r=(1+D_{RMj}/(\theta_j D_{BR}))^{-1}$$

[0052]

[0053] 상기 수학식 3에 따라 산출된 r 값은 멀티 홉 중계 기반의 무선통신 시스템의 성능을 최대화시키기 위한 최적 값이다.

[0054] 그리고, 기지국인 MR-BS(101)의 액세스링크(111)와 중계국 j 의 액세스링크의 프레임 수를 같게 한다면, 이는 수학식 4로 표현될 수 있다.

수학식 4

$$(\alpha / (r D_{BM})) = ((1 - \alpha) \theta_j) / (r D_{RMj})$$

[0056] 상기 수학식 4를 α 에 대해 정리하면 수학식 5로 표현된다.

수학식 5

$$\alpha = (1 + D_{RMj} / (\theta_j D_{BM}))^{-1}$$

[0058] 여기서, 전송하고자 하는 전체 데이터의 양 N , 기지국의 릴레이 링크(112a, 112b)로 전송되는 데이터의 비율 θ_j , 그리고 각 링크에서 단말들의 수신신호 세기에 따른 프레임당 데이터 전송량 D 가 주어지면, 데이터 전송 시간을 최소한으로 하기 위한 최적의 α 와 r 은 상기의 수학식 3과 수학식 5에서 구한 α 와 r 이 된다.

[0059] 이러한 본 발명에 따르는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 및 자원 할당 장치의 구성을 도 5를 참조하여 설명한다.

[0060] 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가 및 자원 할당 장치는 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가부(200)와, 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 자원 할당부(202)로 구성된다.

[0061] 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가부(200)는 성능평가를 위한 정보들을 입력받아 수학식 1에 따라 링크별 성능을 산출하고, 그 링크별 성능 중 최대값을 해당 멀티 홉 중계 기반의 무선통신 시스템의 성능으로 판단한다. 상기 링크별 성능은 기지국이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임 수, 기지국이 자신의 릴레이 링크를 통해 중계국들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수, 중계국들이 자신의 액세스 링크를 통해 단말들로 데이터를 전송하는 데에 필요한 프레임수이다.

[0062] 그리고, 상기 성능평가를 위한 정보들은, α 는 기지국의 액세스 링크를 통해 전송되는 데이터의 비율, θ_i 기지국의 릴레이 링크들 각각을 통해 전송되는 데이터의 비율, r 은 DL 서브프레임에서의 DL 액세스존과 DL 릴레이존의 비율, LoF 는 DL 서브프레임을 포함하는 프레임의 길이, D_{BM} 은 기지국에서 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양, D_{BR} 은 기지국에서 자신의 릴레이 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브 프레임을 다 사용하여 중계국들로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양, D_{RMi} 은 중계국들이 자신의 액세스 링크의 수신신호세기에 따라 DL 서브프레임을 다 사용하여 단말로 제공할 수 있는 평균 데이터의 양이고, 상기 i 는 중계국의 번호이다.

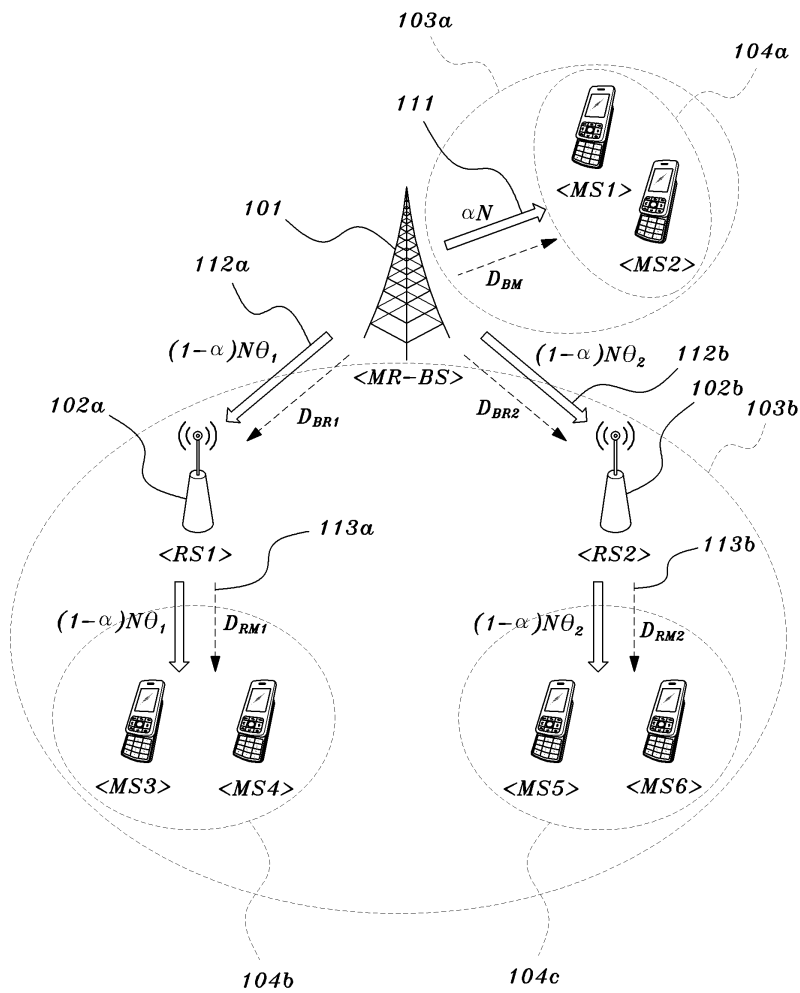
[0063] 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 자원 할당부(202)는 링크별 성능 평가정보를 수신받아, DL 존에서 DL 액세스 존과 DL 릴레이 존의 비율 r 에 대한 최적값을 수학식 3에 따라 산출하고, 그 산출된 비율 r 에 따라 DL 액세스 존과 DL 릴레이 존의 비율 r 을 변경하여, 기지국의 액세스 링크의 자원을 감소 또는 증가시킴과 아울러 기지국의 릴레이 링크의 자원을 증가 또는 감소시킨다.

[0064] 그리고 상기 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 자원 할당부(202)는 링크별 성능 평가정보를 수신받아, 기지국의 액세스 링크를 통해 전송하는 데이터와 릴레이 링크를 통해 전송하는 데이터의 비율 α 를 수학식 5에 따라 산출하고, 그 산출된 비율 α 를 변경하여, 기지국의 액세스 링크의 자원을 증가 또는 감소시킴과 아울러 기지국의 릴레이 링크 및 중계기의 액세스 링크의 자원을 감소 또는 증가시킨다.

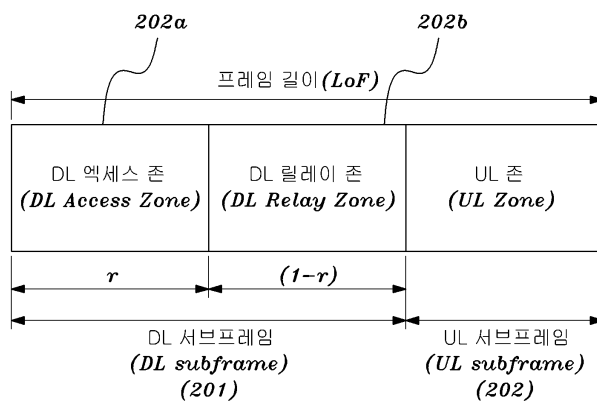
- [0065] 이러한 본 발명에 따른 효과를 좀더 설명한다.
- [0066] 만약, D_{BM} 을 80640bits, D_{RM} 를 60480bits, D_{BR} 를 100800bits로 두고 θ_1 은 0.2, θ_2 는 0.2, θ_3 는 0.6으로 각각 두고, 전체 전송 데이터 M 을 100Mbps로 둔다면, 최적의 α 와 r 을 0.1 단위로 각각에 대한 downlink throughput을 구하기 위해서는 99번의 연산이 필요하다($0.1 \leq \alpha \leq 0.9$, $0.1 \leq r \leq 0.9$). 이 때 최대 시스템 downlink throughput은 16.01Mbps가 된다. 반면 0.001단위로 최대 downlink throughput을 구하기 위해서는 998,001번의 연산이 필요하고 이때 최대값은 17.29Mbps가 된다. ($0.001 \leq \alpha \leq 0.999$, $0.001 \leq r \leq 0.999$)
- [0067] 도 6은 α 와 r 의 모든 경우에 대해 연산과 제안 최적화 방식으로 얻은 시스템 throughput값을 보여준다. $T_E(\alpha, r, 0.001)$ 는 α 와 r 을 0.001 단위로 증가시켰을 때의 throughput을 나타내고, $MAX(T_E(\alpha, r, 0.001))$ 는 이 때의 최대값을 나타낸다. 만약 더 정확한 값을 구하고자 한다면 더 많은 연산이 필요하다.
- [0068] 그러나 본 발명에 따르면 최대 throughput은 $\alpha=0.444$ 와 $r=0.5$ 일 경우 17.3Mbps 가진다. 여기서 α 와 r 의 값은 수학적식 3과 수학적식 5를 통해 구해지며, 단 한번의 연산만 필요하다.
- [0069] 특히 무선 환경에 따라 D_{BM} , D_{RM} , D_{BR} 값이 변화한다. 따라서 무선 환경이 변화할 때 마다 기존 방식으로 엄청난 양의 연산이 필요하기 때문에 실시간으로 최대값을 찾는다는 것이 쉽지 않지만, 본 발명은 단 한번의 연산만 필요하기 때문에 실시간으로 최대값을 찾는 것이 가능해지는 효과를 야기한다.
- 부호의 설명**
- [0070] 200 : 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 성능 평가부
- 202 : 멀티 홉 중계 기반의 무선 통신 시스템의 자원 할당부

도면

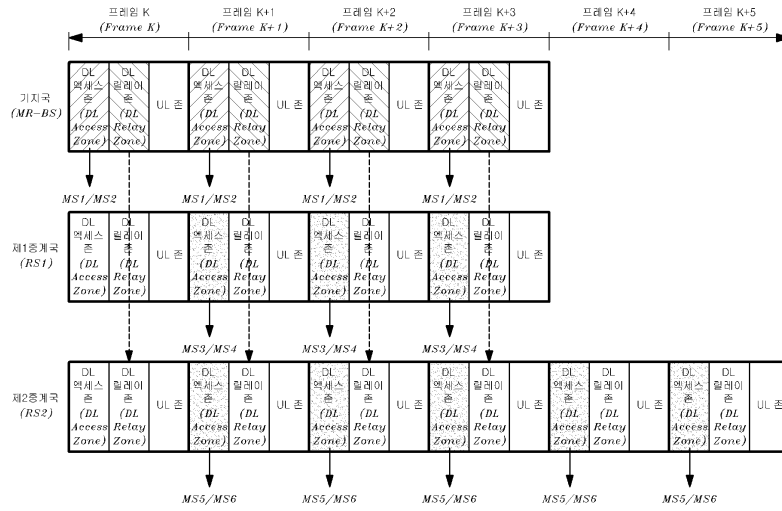
도면1



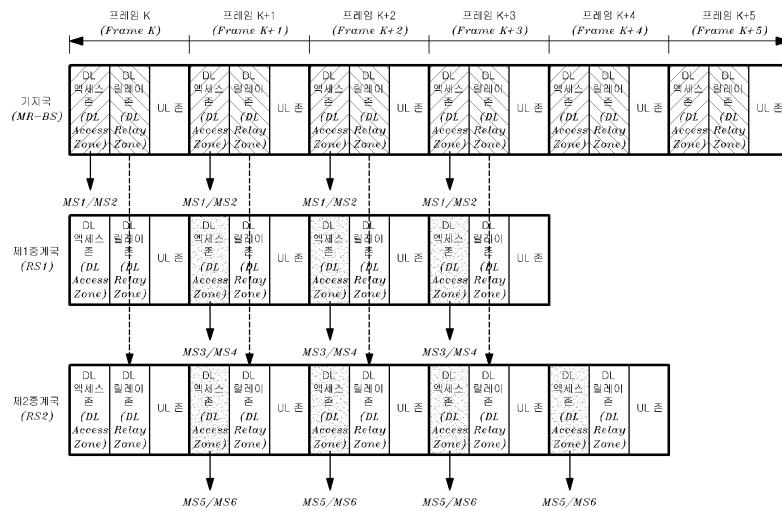
도면2



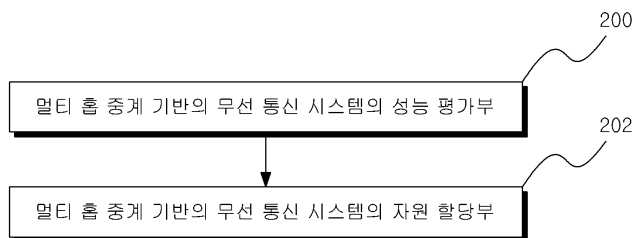
도면3



도면4



도면5



도면6

