



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0120037
(43) 공개일자 2009년11월24일

(51) Int. Cl.

H04B 7/14 (2006.01) H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0045884

(22) 출원일자 2008년05월19일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울 광진구 군자동 98 세종대학교

(72) 발명자

안소정

서울특별시 광진구 군자동 일성파크 아파트 102동 1112호

김형석

서울 서초구 양재동 10-13 미라보빌라 502호

(74) 대리인

김병주

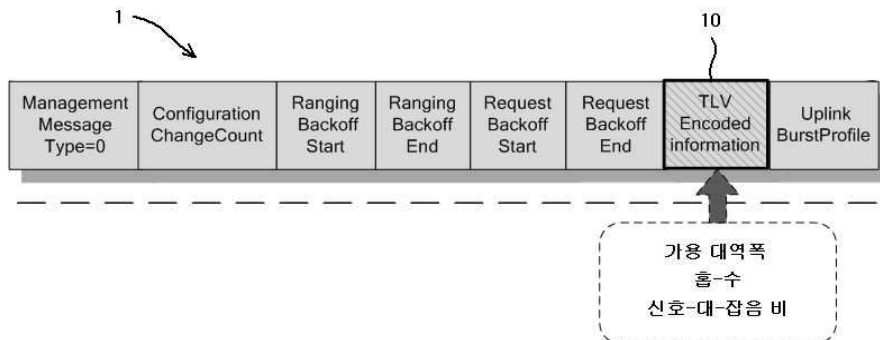
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 이동 멀티-홉 릴레이 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택방법

(57) 요약

본 발명은 이동 멀티-홉 릴레이 네트워크의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에 관한 것으로서, 다수의 중계기를 포함하는 광대역 무선 접속을 위한 이동 멀티 홉 릴레이 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법으로서, 각각의 중계기(RS)가, 경로 선택을 위한 파라미터 값을 구비하는 매체접근 제어 메시지를 방송하는 단계와; MMR망에 진입한 새로운 중계기(New RS)가 방송되고 있는 매체접근 제어 메시지를 스캔하고 수신된 매체접근 제어 메시지 중 경로 선택을 위한 파라미터 값을 기반으로 경로 매트릭스 테이블을 생성하는 단계와; 경로 매트릭스 테이블 내 정보를 기초로 새로운 중계기(New RS)와 MMR망 내의 기지국(RS)과의 경로 각각에 대하여 경로 비용을 계산하는 단계와; 계산된 경로 비용 중 가장 최적의 비용을 가진 경로의 중계기를 새로운 중계기(New RS)의 부모 중계기로 선택하고 이 부모 중계기와 연결된 기지국을 새로운 중계기(New RS)의 서빙(serving) 기지국으로 선택하는 경로 선택 단계를 포함할 수 있다. 이는 각각의 중계기로 하여금 도달 가능한 최고의 데이터 처리율을 가지는 중계기와 기지국 사이의 경로를 분산 스케줄링 방식으로 선택할 수 있게 하는 효과를 제공한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NT070080

부처명 서울특별시

연구사업명 서울시 산학연 협력사업(2007년 신기술 연구개발 지원사업)

연구과제명 도심 이동차량 내 고속 휴대인터넷 서비스를 위한 이동형멀티 홉 중계기 기술 연구

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2007년 10월 1일 ~ 2009년 9월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

다수의 중계기(RS)를 포함하는 광대역 무선 접속을 위한 이동 멀티 홉 릴레이(Mobile Multi-hop Relay: MMR) 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법으로서,

각각의 중계기(RS)가, 경로 선택을 위한 파라미터 값을 구비하는 매체접근 제어메시지를 방송하는 단계와;

상기 MMR망에 진입한 새로운 중계기(New RS)가 상기 방송되고 있는 매체접근 제어 메시지를 스캔하고 수신된 매체접근 제어 메시지 중 상기 경로 선택을 위한 파라미터 값을 기반으로 경로 매트릭스 테이블을 생성하는 단계와;

상기 경로 매트릭스 테이블 내 정보를 기초로 상기 새로운 중계기(New RS)와 상기 MMR망 내의 기지국(RS)과의 경로 각각에 대하여 경로 비용을 계산하는 단계와;

상기 계산된 경로 비용 중 가장 최적의 비용을 가진 경로의 중계기를 상기 새로운 중계기(New RS)의 부모 중계기로 선택하고 이 부모 중계기와 연결된 기지국을 상기 새로운 중계기(New RS)의 서빙(serving) 기지국으로 선택하는 경로 선택 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는, 이동 멀티-홉 릴레이 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 광대역 무선 접속을 위한 이동 멀티 홉 릴레이(Mobile Multi-hop Relay: MMR)망은 IEEE 802.16j에 기반하고, 상기 방송되는 매체접근 메시지는 UCD(Uplink Channel Descriptor)이며, 상기 경로 선택을 위한 파라미터 값은 TLV(Type-Length-Value) 형태로 부호화되어 있는 것을 특징으로 하는, 이동 멀티-홉 릴레이 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 각 경로에 대한 경로 비용을 계산하는 단계에서, 각각의 경로에 대한 경로 비용(P)은 각 경로의 데이터 처리율(L)을 각 경로의 홉-수(H)로 나눈 값으로서, 즉 $P = L/H$ 로서 정의되는 것을 특징으로 하는, 이동 멀티-홉 릴레이 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 경로 선택 단계 이후에는 상기 새로운 중계기(New RS)는 주기적으로 경로 파라미터 값을 자식 중계기(child RS)에게 방송하는 것을 특징으로 하는, 이동 멀티-홉 릴레이 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 일반적으로 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16j에서 제안하는 이동 멀티-홉 릴레이(mobile multi-hop relay : MMR) 네트워크에 관한 것으로서, 더 상세하게는 다수의 중계기를 포함하는 멀티-홉 기반의 MMR망에서 각각의 중계기로 하여금 도달 가능한 최고의 데이터 처리율을 가지는 중계기와 기지국 사이의 경로를 분산 스케줄링 방식으로 선택할 수 있게 하는, 이동 멀티-홉 릴레이 네트워크의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 근래 IEEE 802.16의 중계기 태스크 그룹(Relay Task Group)에서는 높은 속도와 저렴한 비용에서의 광대역 무선 접속을 위한 이동 멀티-홉 릴레이(MMR : Mobile multi-hop relay)에 관한 새로운 표준을 개발 중에 있다. IEEE 802.16j MMR 시스템은, 기존의 Wibro/Wimax 망과 같은 광대역 무선 접속 통신망에 있어서, 기지국의 서비스 영역(coverage)을 확장시키고 데이터 처리율(throughput) 향상과 통신 링크의 신뢰성을 확보하기 위한 것이다. 또

한, 단말기가 기지국 보다 더 가까운 곳에 위치한 중계기와 연결 되면서 단말기의 파워 또한 절약될 수 있다.

- <3> 한편 IEEE 802.16j 에 따르면, 중계기는 도입 목적에 따라 두 가지 모드로 정의 되어 있다. 하나는 투명 모드(transparent mode)로서, 단말기의 위치가 기지국 영역 내에 있지만 낮은 신호 품질 때문에 기지국이 방송(broadcast)한 UCD/DCD또는 DL-MAP/UL-MAP과 같은 제어정보만을 직접 수신할 수 있는 경우이다. 이 경우 중계기는 데이터 채널만을 단말에게 전달하며 기지국에서 직접 제어정보를 단말에게 전달한다. 다른 하나는 비투명 모드(non-transparent mode)라고 불리는데, 이는 기지국 영역 밖에 위치하여 서비스를 받지 못하는 단말기를 위한 경우이다. 제어 채널과 데이터 채널 모두 중계기에서 중계함으로써, 단말기와 기지국간의 통신이 가능하게 해주는 방식이다. 이 경우 초기 망 진입(network entry), 레인징(ranging)등의 과정을 중계기가 단말을 대신하여 수행한다.
- <4> 새로운 중계기(New RS)가 기존의 통신망에 진입할 때나 이동형 중계기(mobile relay station)가 망으로 이동하여 진입할 때, 이 진입하는 중계기는 기존의 중계기나 기지국과 등록 절차를 수행해야 한다. 802.16e 규격에서는 기지국과 각 단말기의 접속은 CID에 의해 구별되어 수행된다. 한편 MMR망에서는 기지국과 단말기 사이에는 하나 또는 그 이상의 중계기들이 존재할 수 있기 때문에 RS들의 경로 설정이 필요하다.
- <5> 중계기 경로 설정은 제한된 무선 자원을 고려하여 기지국까지의 가장 적합한 경로를 찾아 선택하는 것이 요구된다. 종래 MMR망에 대하여 알려져 있는 두 가지 경로 설정 방법은 중앙집중식 라우팅(centralized routing) 분산 라우팅(distributed routing) 방식이다. '분산 라우팅'에서는 각각의 중계기에서 경로 선택을 위한 정보들을 독립적으로 제공한다. '중앙집중식 라우팅'에서는 오직 기지국만이 MMR망의 토폴로지를 알고 있으며 경로 정보를 저장하고 있다. 이 경우 기지국은 소스 라우팅(source routing)을 사용할 수 있으며 각각의 중계기는 수신된 데이터로부터 주어진 경로를 따라서 단지 전달하는 역할만을 수행한다.
- <6> MMR망 에서 중계기의 수가 증가함에 따라 '중앙집중식 라우팅'방식으로 전체 망을 관리 하는데 어려움을 갖게 된다. 또한 '홉(hop)'수가 증가 할수록 단말과 기지국의 통신 지연이 커지게 되며 채널을 중계시 추가적인 무선 자원이 필요로 하게 된다. 따라서 경로 선택에 있어서 통신지연 감소와 효율적인 무선자원 사용을 위하여 '분산 라우팅'에 기초한 분산 경로 선택 기술이 요구된다.
- <7> 최근 802.16의 MMR에 관하여 다수의 논문에서 연구가 이루어지고 있다. 예컨대, 논문 Ohyun Jo, and Dong-Ho Cho "Traffic adaptive uplink scheduling scheme for relay station in IEEE 802.16 based multi-hop system", *The IEEE 66th Vehicular Technology Conference*, Sept. 30 2007-Oct. 3 2007.에서는 효율적인 대역폭 관리와 지연 성능을 높이기 위한 중계기의 업 링크 스케줄링 방식을 제안하였다. 그러나 Ohyun Jo, and Dong-Ho Cho의 논문에서는 단순히 기지국과 중계기의 스케줄링만을 고려하고 있을 뿐이고, 다수의 중계기로 구성된 MMR망에서 각각의 중계기가 어떠한 방식으로 경로를 선택할 것인가의 문제는 논의되어 있지 않다.
- <8> 한편, 기존의 802.16 mesh를 기반으로 하여 노드의 경로 선택에 관한 연구로서 알려져 있는 것은, 예컨대 논문 Hung-yu Wei, Samrat Ganguly, Rauf Izmailov, and Zygmunt Haas, "Interference-Aware IEEE 802.16 WiMax Mesh Networks", *The 61st IEEE Vehicular Technology Conference*, May 2005과, 논문 Yang Cao, Zhimin Liu, and Yi Yang, "A Centralized Scheduling Algorithm based on Multi-path Routing in WiMAX Mesh Network", *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, Sept. 2006, 및 논문 Nahle, S., Iannone, L., Donnet, B., and Malouch, N. "On the construction of wimax mesh tree", *IEEE Communications Letters*, December 2007 등에 의한 기술들이 있으나, 이들도 역시 중앙집중식 스케줄링 스킴(centralized scheduling scheme)을 전제로 하고 있을 뿐이어서, 여전히 다수의 중계기로 구성된 MMR망에서 각각의 중계기가 어떠한 방식으로 경로를 선택할 것인가에 대해서는 언급하고 있지 않다.
- <9> 그러므로 다수의 중계기를 포함하는 멀티-홉 기반의 MMR망에서 각각의 중계기로 하여금 중앙집중식 라우팅 방식이 아니라 분산 스케줄링 방식으로 최적의 경로를 선택할 수 있게 하는 새로운 기술에 대한 요구가 절실히 존재한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <10> 본 발명은 종래의 IEEE 802.16 기반 이동 멀티-홉 릴레이(mobile multi-hop relay : MMR) 네트워크의 각 중계기의 최적 경로 선택 방식을 제안하기 위한 것으로서, MMR망에서 통신 지연을 최소화하고 데이터 처리율

(throughput)을 최대화 할 수 있는 중계기의 경로를 찾는 방법, 즉 다수의 중계기를 포함하는 MMR망에서 각각의 중계기가 가용 대역폭과 신호대잡음비(SNR) 그리고 홉-수(hop-count)의 조합을 기초로 가장 낮은 경로 비용을 가지거나 또는 최대의 데이터 처리율을 가진 최적의 경로를 선택할 수 있도록 하는, 새로운 이동 멀티-홉 릴레이 네트워크의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법을 제공하는 목적을 가진다.

과제 해결수단

- <11> 상기 목적은 본 발명에 의해 제공되는 이동 멀티-홉 릴레이 네트워크의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에 의하여 달성된다.
- <12> 본 발명의 일 양상에 따라 제공되는 이동 멀티-홉 릴레이 네트워크의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법은, 다수의 중계기(RS)를 포함하는 광대역 무선 접속을 위한 이동 멀티 홉 릴레이(Mobile Multi-hop Relay: MMR) 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법으로서, 각각의 중계기(RS)가, 경로 선택을 위한 파라미터 값을 구비하는 매체접근 제어 메시지를 방송하는 단계와; 상기 MMR망에 진입한 새로운 중계기(New RS)가 상기 방송되고 있는 매체접근 제어 메시지를 스캔하고 수신된 매체접근 제어 메시지 중 상기 경로 선택을 위한 파라미터 값을 기반으로 경로 매트릭스 테이블을 생성하는 단계와; 상기 경로 매트릭스 테이블 내 정보를 기초로 상기 새로운 중계기(New RS)와 상기 MMR망 내의 기지국(RS)과의 경로 각각에 대하여 경로 비용을 계산하는 단계와; 상기 계산된 경로 비용 중 가장 최적의 비용을 가진 경로의 중계기를 상기 새로운 중계기(New RS)의 부모 중계기로 선택하고 이 부모 중계기와 연결된 기지국을 상기 새로운 중계기(New RS)의 서빙(serving) 기지국으로 선택하는 경로 선택 단계를 포함할 수 있다.
- <13> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 광대역 무선 접속을 위한 이동 멀티 홉 릴레이(Mobile Multi-hop Relay: MMR) 망은 IEEE 802.16j에 기반하고, 상기 방송되는 매체접근 메시지는 UCD(Uplink Channel Descriptor)이며, 상기 경로 선택을 위한 파라미터 값은 TLV(Type-Length-Value) 형태로 부호화되어 있다.
- <14> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 각 경로에 대한 경로 비용을 계산하는 단계에서, 각각의 경로에 대한 경로 비용(P)은 각 경로의 데이터 처리율(L)을 각 경로의 홉-수(H)로 나눈 값으로서, 즉 $P = L/H$ 로서 정의된다.
- <15> 또한 바람직한 실시예에 있어서, 상기 경로 선택 단계 이후에는 상기 새로운 중계기(New RS)는 주기적으로 경로 파라미터 값을 자식 중계기(child RS)에게 방송한다.

효과

- <16> 상기와 같은 본 발명은 이동 멀티-홉 릴레이(mobile multi-hop relay : MMR)망에서 통신 지연을 최소화하고 데이터 처리율(throughput)을 최대화 할 수 있는 중계기의 경로를 찾는 방법, 즉 다수의 중계기를 포함하는 MMR망에서 각각의 중계기가 가용 대역폭과 신호대잡음비(SNR) 그리고 홉-수(hop-count)의 조합을 기초로 가장 낮은 경로 비용을 가지거나 또는 최대의 데이터 처리율을 가진 최적의 경로를 선택할 수 있도록 하는 등의 효과를 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <17> 이하 첨부되는 도면을 참조하여 본 발명에 따른 이동 멀티-홉 릴레이 네트워크의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법의 구체적인 예를 상세히 설명한다.
- <18> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동 멀티-홉 릴레이(MMR) 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에서 사용되는 매체 접근 메시지 구성을 예시하는 개략도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법이 사용되는 MMR망을 예시하는 개략도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법이 사용되는 MMR망에 새로운 중계기가 초기 망 진입 절차를 예시하는 흐름도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법이 사용되는 도 2에 예시도니 MMR망에 기초하여 생성될 수 있는 경로 비용 테이블을 예시하는 개략도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에서 생성될 수 있는 경로 비용 테이블을 예시하는 개략도이며, 또한 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에서, 새로운 중계기의 위치에 따른 각 경로의 데이터 처리율을 예시하는 그래프이다.
- <19> IEEE 802.16e-2005 표준에 따르면 UCD (Uprink channel descriptor) 메시지는 버스트 프로파일(burst profile)을 제공하기 위하여 기지국에서 주기적으로 방송(broadcast)하는 매체접근제어 관리 메시지(MAC management message)이다. IEEE 802.16e 에서 사용하는 UCD 메시지를 포함한 MAC 관리 메시지의 파라미터 값들은 유연성을

위하여 TLV (Type-Length-value) 형식으로 부호화 되어있다.

- <20> 멀티-홉 중계기를 통한 트래픽 지연은 가용 대역폭, SNR(신호대잡음비) 그리고 홉-수(hop-count)에 의존한다. 본 발명에 따라 기존의 TLV로 부호화된 파라미터 값들을 유지하면서, 경로 선택을 위한 새로운 파라미터 값(10)이 UCD 메시지(1)에 추가될 수 있다.
- <21> 도 1은 경로 선택에 필요한 파라미터를 TLV 형태로 부호화하여 기존의 UCD 메시지에 추가한 것을 나타낸다. 멀티-홉 시나리오에서는 중계기와 부모 중계기(parent relay) 사이의 경로 비용보다 중계기와 서빙 기지국(serving Base station) 사이의 경로 비용이 훨씬 중요한 고려사항이다. 따라서 부모 중계기와 링크 상태뿐만 아니라 서빙 기지국까지의 경로에 위치한 모든 중계기들과 링크들을 고려해야 한다.
- <22> 중계기가 기지국으로의 초기 진입을 위한 초기화(initialization) 절차를 살펴보면, 망에 진입한 중계기는 기존의 망과 견고한 동기를 획득을 시도한다. 만약 이것이 실패하면 유용한 망을 찾을 때까지 지속적으로 가능한 채널을 스캔한다. 한번 PHY에서 동기가 성공하면 MAC에서 채널 정보와 네트워크 파라미터의 획득을 시도한다. 새로운 중계기는 이웃 중계기에 관한 테이블을 만들고 이웃 중계기가 방송한 UCD 메시지를 수신하여 이로부터 획득한 중계기 경로 파라미터 값들을 저장한다. 이웃 중계기로부터 같은 UCD 메시지를 두 번 획득하면 이웃중계기 목록 형성을 끝내는데 이것은 새로운 중계기에서 접근 가능한 이웃 중계기들이 방송한 각각의 경로정보를 모두 수집했음을 의미한다. 이웃한 중계기로부터 수집한 경로 정보를 바탕으로 하여 경로 비용을 계산 후 잠재적인 부모 중계기를 선택한다.
- <23> 도 2는 MMR망의 예를 보여준다. 예시된 MMR망에는, 세 개의 기지국(BS1, BS2, BS3)과 기지국에서 데이터를 중계하는 세 개의 중계기(RS1, RS2, RS3)와 그리고 망에 진입을 시도하는 하나의 새로운 중계기(new RS)가 있다. 이 새로운 중계기는 각 이웃 중계기로부터 UCD 메시지를 주기적으로 수신한다. 수신한 메시지의 경로 정보를 바탕으로 새로운 중계기는 각각의 기지국(BS1, BS2, BS3)과의 경로 비용을 계산하여 경로 메트릭스를 생성한다. 그리고 마지막으로 RS1과 RS2 그리고 RS3중에서 통신을 위한 최적의 부모 중계기를 선택한다.
- <24> 도 3은 도 2에 도시된 MMR망에서 초기 망 진입(network entry) 절차에 필요한 메시지 흐름을 요약하였다. 먼저, 새로운 중계기(new RS)는 UCD 메시지를 수신한 즉시 경로 메트릭스 테이블을 생성한다. 그리고 지속적으로 다른 기지국으로부터 UCD 메시지를 수신한다. 새로운 중계기가 이미 수신한 UCD 메시지를 주기적인 방송에 의해 한번 더 수신한 즉시 경로 메트릭스 테이블 생성을 끝낸다. 도 2에서 중계기 RS2가 가장 낮은 경로 비용을 가지고 있다고 가정한다면, 새로운 중계기 'new RS' 는 RS2 와 연결된 BS2를 서빙 기지국으로 선택한다.
- <25> 경로 선택 시, 손실률(loss rate)과 링크 대역폭 모두를 고려해야 한다. 무선링크의 데이터처리율(throughput)은 링크의 대역폭과 물리계층의 손실률에 의존하기 때문에 경로 선택은 이 두 가지를 고려하는 것이 바람직하다.
- <26> 또한 홉-수(hop-count) 또한 경로 계산시 고려한다. 이것은 두 가지 이유 때문이다. 첫 번째로 중계기의 홉-수가 증가 함에 따라 중계 통신에 있어서 더 많은 무선 자원을 소비하게 된다. 또한, 증가하는 홉-수는 경로의 전체 지연을 커지게 하여 네트워크 성능을 하락 시킨다. TCP 연결에 있어서 증가된 홉-수는 RTT(round trip delay)를 증가시키고, 따라서 데이터 처리율을 감소시킨다. 그러므로 가능한 한 적은 홉-수를 가진 경로를 선택함으로써 홉-수의 영향을 최소화 하는 것이 바람직하다.
- <27> 위에서 언급한 요구사항을 고려하는 경로 메트릭스는 아래와 같다. 본 발명에 따라 제안되는 메트릭스에 있어서, 링크 가용 대역폭, MCS 레벨, 홉-수 등이 고려된다. 아래의 설명에서, B_{x-y} 는 노드 x와 y 사이의 가용 대역폭을 의미하며 M_{x-y} 는 MCS (Modulation Coding Scheme) 레벨 그리고 C_{x-y} 는 홉-수를 의미한다.
- <28> 링크 가용 대역폭(Link available bandwidth): 먼저 대부분의 라우팅 경로(routing path)는 대역폭과 같은 자원의 가용 비율로부터 유추된다고 가정한다. 가용 대역폭은 링크에 할당된 전체 대역폭에서 사용되지 않고 남아 있는 대역폭을 의미하며, 여기서 B_{r-BS_i} 는 새로운 중계기 r에서 기지국 BS_i 까지의 중계기 링크 대역폭 b의 집합을 의미한다.
- $$B_{r-BS_i} = \{b_{r-j_1}, b_{j_1-j_2}, \dots, b_{j_k-BS_i}\} \quad (1)$$
- <29> 여기서 $j_1, j_2, \dots, j_k$ 는 새로운 중계기와 기지국사이의 중간 중계기들을 의미한다.
- <30> MCS 링크 적응(link adaptation): 각 순간에 무선 채널 상태에 적합한 MCS 레벨은 가장 높은 평균 데이터율
- <31>

(data rate)을 가진다. 무선 채널의 상태에 따라 적용되는 MCS 레벨은 링크 적응(link adaptation) 과정이라고도 부르는데 링크의 채널 상태에 따라 조절(modulation)하는 방법을 나누어 적용하는 방식이다.

표 1

수신한 SNR threshold			
Assigned level	Modulation	Coding rate	Receiver SNR threshold (dB)
1	BPSK	1/2	6.4
2	QPSK	1/2	9.4
3	QPSK	3/4	11.2
4	QAM16	1/2	16.4
5	QAM16	3/4	18.2
6	QAM64	1/2	22.7
7	QAM64	3/4	24.4

<32>

<33> 표 1은 신호대잡음비 문턱값(SNR threshold)의 크기에 따라 적용되는 일반적인 표본이다. M_{r-BS} 은 중계기 r에서부터 기지국 BS_i 사이의 각 링크의 MCS 레벨의 집합이다.

$$M_{r-BS_i} = \{m_{r-j_1}, m_{j_1-j_2}, \dots, m_{j_k-BS_i}\} \quad (2)$$

<34>

<35> 여기서 j는 수학적 (1)에서와 같이 중간 중계기들로 정의한다.

<36> 홉-수(Hop count): 홉 수는 망(network)의 경로 비용을 측정하는데 사용된다. 적은 수의 홉을 가진 경로일수록 망의 무선 자원을 적게 소비하고 비교적 잡음(noise)이 작다. 그러므로 경로 선택시 적은 수의 홉을 선호한다. 이 값은 기지국으로부터 각각의 중계기까지 축적된다. 중계기 r에서부터 기지국 BS_i 까지 홉 수는 H_{r-BS_i} 로 나타낸다.

<37> 위에서 언급한 세가지 요구사항을 고려하여 중계기에서 기지국까지 경로 비용(Path cost)을 계산한다. 이상적인 경로는 다른 경로와 부하 밸런스(load balance)를 맞추며 적은 홉-수를 가지며 덜 견고한 (less robust) 한 채널 코딩 방식을 가지는 경로이다.

<38> 결론적으로 경로 각 링크의 데이터 처리율을 b_{x-y} (중계기 x와 y의 대역폭)와 m_{x-y} (중계기 x와 y의 MCS level)의 곱으로 표현하고, L_{r-BS_i} 를 중계기 x와 기지국 사이의 연속된 링크의 집합 중에서 가장 작은 링크 데이터 처리율이라고 정의하면, 다음과 같이 표현된다.

$$L_{r-BS_i} = \min\{b_{r-j_1}m_{r-j_1}, b_{j_1-j_2}m_{j_1-j_2}, \dots, b_{j_k-BS_i}m_{j_k-BS_i}\}. \quad (3)$$

<39>

<40> 경로 선택 시, 새로운 중계기는 모든 후보 중계기 경로를 1에서 n까지 열거한다. 여기서 n은 라우팅 가능한 중계기의 경로 수이다. 하나의 기지국까지 각각의 경로에서 가장 예상 데이터 처리율이 작은 값을 가지는 링크의 데이터 처리율 $L_{r-BS_i}(n)$ (중계기 r에서 i번째 기지국 BS_i 로 가는 경로 중 n번째 경로)을 찾는다. 그리고 적은 홉 수의 경로가 선호되므로 경로 함수를 계산하기 위해 $L_{r-BS_i}(n)$ 를 $H_{r-BS_i}(n)$ 로 나누어 준다.

$$P_{r-BS_i}(n) = \left\{ \frac{L_{r-BS_i}(n)}{H_{r-BS_i}(n)} \right\} \quad (4)$$

<41>

<42> 결국 중계기 r에서부터 기지국 BS_i 까지 후보 경로 1에서 n까지의 각 경로 데이터 처리율 $P_{r-BS_i}(n)$ 의 값들 중에서 가장 큰 경로 비용 C_{r-BS_i} 를 얻는다.

$$C_{r-BS_i} = \max\{P_{r-BS_i}(1), P_{r-BS_i}(2), \dots, P_{r-BS_i}(n)\} \quad (5)$$

<43>

<44>

이 경로는 새로 진입한 중계기에서 하나의 기지국 BS_i 까지 가장 큰 데이터 처리율을 도출하는 최적의 경로이다. 마지막으로 각각의 기지국 BS_i 에서 C_{r-BS_i} 를 계산하고 가장 큰 값을 가지는 경로를 망 전체 경로 중 최적의 경로로써 선택된다. 따라서 본 논문에서 제안하는 메트릭스는 병목 링크를 제거함으로써 도달 가능한 최고의 데이터 처리율을 가지는 중계기와 기지국 사이의 경로를 선택할 수 있도록 한다.

<45>

쉬운 이해를 위해 도 2의 예제를 바탕으로 하여, 도 4에서 본 발명에 따라 제안된 메트릭스와 간단한 경로 테이블 흐름을 보여준다. 도면에서 각각의 중계기는 경로 정보를 이웃 중계기로부터 방송된 UCD 메시지의 파라미터를 통해 얻는다. 도 4에서 보여지는 것과 같이 각 중계기는 경로 테이블을 완성하고 가장 작은 경로 비용을 가지는 경로를 선택한다. 경로 선택 후에는 중계기는 주기적으로 경로 파라미터 값을 자식 중계기(child RS)에게 방송한다. 이러한 일련의 과정은 새로운 중계기(new RS)가 경로 메트릭스를 얻을 때까지 반복된다.

<46>

한 가지 중요한 고려사항은 얼마나 자주 이러한 동작이 반복되는 것이다. 이상적으로 중계기가 모든 링크의 가용 대역폭 정보를 알고 있다면, 중계기는 가장 최근의 정보를 지속적으로 업데이트하고 경로를 결정할 것이다. 하지만 이 방법은 빈번한 업데이트와 함께 거의 매번 가용 대역폭이 변화하기 때문에 확장적이거나 실질적이지 못하다.

<47>

따라서 문제점을 보완하기 위해 경로비용 C_{r-BS_i} 가 이전 업데이트 값의 두 배, $2 \cdot C_{r-BS_i}$ 가 광고 될 때, 광고된 경로로 업데이트하는 것을 약속한다. 만약, 현재의 경로 값이 $C_{r-BS_i}/2$ 의 이하 값으로 감소한다면 중계기는 다시 채널을 스캔(scan)하여 경로 테이블 업데이트하고 경로 선택과정을 시작한다.

<48>

도 5는 세 개의 기지국(BS_1 , BS_2 , BS_3)과 네 개의 중계기(RS_1 , RS_2 , RS_3 , RS_4)와 망에 새롭게 진입하는 중계기(new RS)로 구성되어 있다. 새로운 중계기는 a, b, c의 구역에 위치될 수 있도록 가정하였다. 각 위치에 따라 예상 데이터 처리율은 매우 다를 것이다.

표 2

각 위치의 new RS와 이웃 중계기 사이의 링크 SNR

	Position a	Position b	Position c
RS 1	14.2dB	18.7dB	16.9dB
RS 2	15.2dB	10.1dB	None
RS 3	6.2dB	18.3dB	17.2dB
RS 4	None	None	16.3 dB

<49>

<50>

표 2는 새로운 중계기와 각각의 이웃중계기 RS_1 , RS_2 , RS_3 과의 링크 SNR을 정렬한 것이다. 만약 새로운 중계기가 기지국까지의 경로를 선택할 시, 오직 근접한 후보 부모 중계기와의 링크 상태만을 고려한다면 각 구역 a, b, c에서 RS_2 , RS_1 , RS_3 을 부모 중계기로서 선택 할 것이다. 그러나 중계기는 기지국까지 경로의 모든 중계기 링크 상태를 고려해야 한다. 제안 하는 방식은 새로운 중계기가 이웃 중계기로부터 업데이트된 기지국까지의 모든 링크 정보를 고려하도록 지원한다. 따라서 전체 네트워크의 성능을 향상시킨다.

<51>

도 6은 도 5의 시나리오로부터 각각의 기지국과의 통신에 따른 데이터처리율을 도식화 하였다. 그래프에서 보여지는 데이터 처리율은 도 5의 시나리오에서 보여지는 각각의 링크 상태와 홉 수를 고려한 값이다.

<52>

도 6에서 a, b, c중 어떤 구역에 위치하는가에 따라 최상의 부모 중계기는 변한다. 새로운 중계기가 a에 위치할 때는 RS_2 와 b는 RS_3 그리고 c일 때는 RS_1 과 통신한다. 이는 앞서서 보여준 새로운 중계기가 직접적으로 통신하는 무선링크의 상태만을 고려한 것과는 다른 결과이다.

<53>

도 6에서 구역 c에서 중계기는 New RS의 어떤 이웃 중계기로부터 BS_2 와 연결된 경로 정보를 얻지 못하는데 이는 새로운 중계기의 영역 내의 이웃 중계기 모두가 BS_2 와 연결되지 않았기 때문에 새로운 중계기는 결코 BS_2 까지의 경로 정보를 획득 할 수 없다.

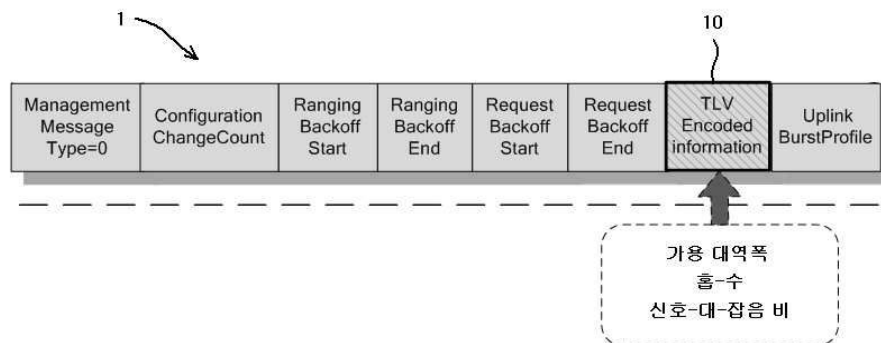
- <54> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따라 IEEE 802.16j MMR 망의 비투명 모드(non-transparent mode) 에서 중계기의 경로선택 방법이라는 새로운 방식이 제안된다. 본 발명에 의해 제안된 경로선택 방법에 의해 중계기는 기지국까지의 최적의 경로를 선택 할 수 있다. 또한 제안한 알고리즘에서 사용되는 매트릭스는 최적의 경로를 용이하게 선택할 수 있게 한다. 본 발명에 따라 제안된 알고리즘은 가장 낮은 지연과 가장 높은 데이터 처리율을 도출할 수 있는 중계기 경로를 선택할 수 있도록 한다는 장점이 있다.
- <55> 통상 분산 방식(distributed manner)의 경로 선택 방식은 중계기가 기지국과 비슷한 동작을 해야 하기 때문에 더 복잡하다. 그럼에도 불구하고 본 발명에 따라 제안된 방법은 단지 몇 가지의 매트릭스만을 사용하며 기존의 IEEE 802.16에서 사용하는 MAC 관리 메시지를 활용함으로써 중앙집중 방식을 사용한 망 진입과 비슷한 복잡성을 가질 수 있도록 한다는 효과가 있다.
- <56> 이상으로 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 일 실시예를 기재한 것이므로, 상기 실시예의 기재에 의하여 본 발명의 기술적 사상이 제한적으로 해석되어서는 아니 된다.

도면의 간단한 설명

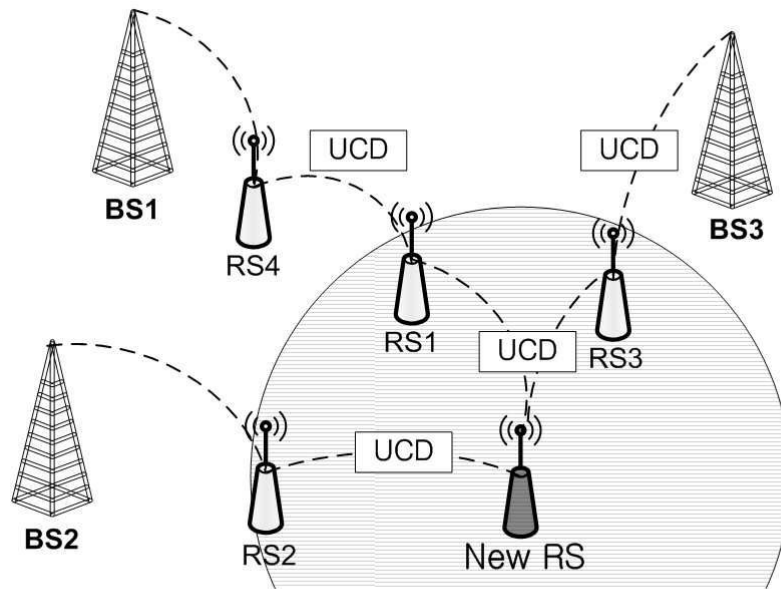
- <57> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동 멀티-홉 릴레이(MMR) 망의 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에서 사용되는 매체 접근 메시지 구성을 예시하는 개략도.
- <58> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법이 사용되는 MMR망을 예시하는 개략도.
- <59> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법이 사용되는 MMR망에 새로운 중계기가 초기 망 진입 절차를 예시하는 흐름도.
- <60> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법이 사용되는 도 2에 예시도니 MMR망에 기초하여 생성될 수 있는 경로 비용 테이블을 예시하는 개략도.
- <61> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에서 생성될 수 있는 경로 비용 테이블을 예시하는 개략도.
- <62> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 스케줄링을 위한 경로 선택 방법에서, 새로운 중계기의 위치에 따른 각 경로의 데이터 처리율을 예시하는 그래프.
- <63> <도면의 주요부호의 설명>
- <64> 1 : UCD MAC 메시지
- <65> 10 : 경로 파라미터

도면

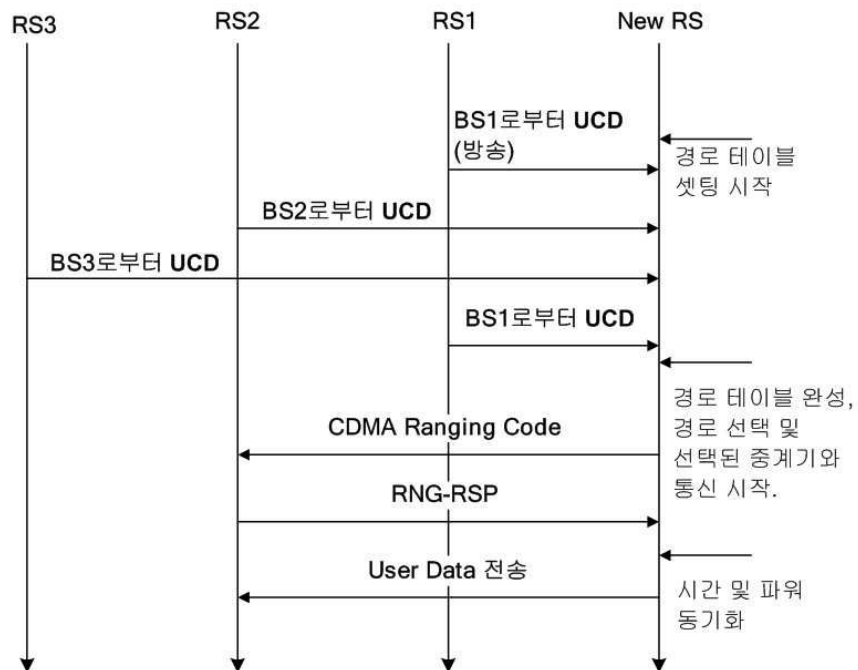
도면1



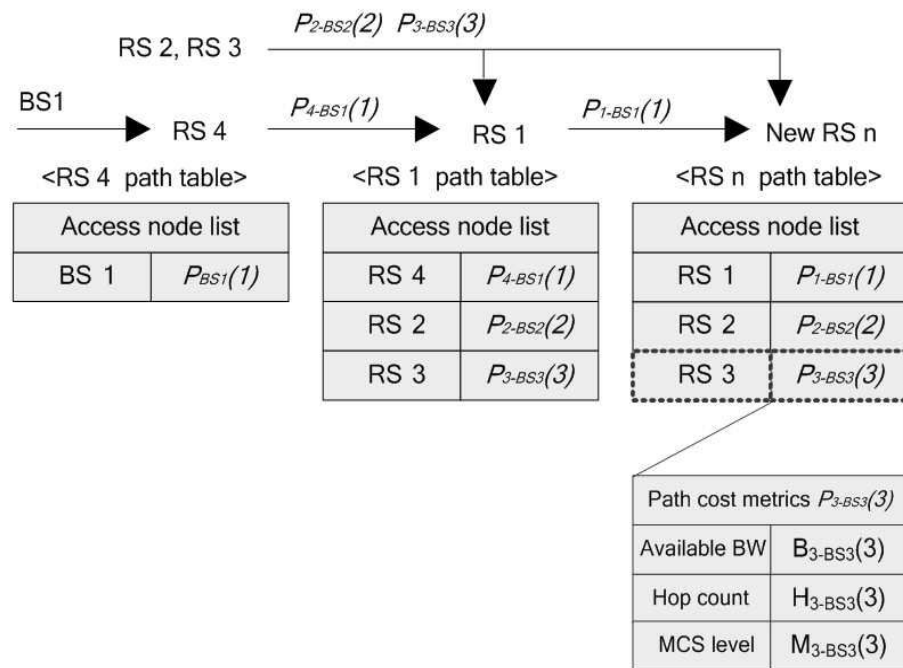
도면2



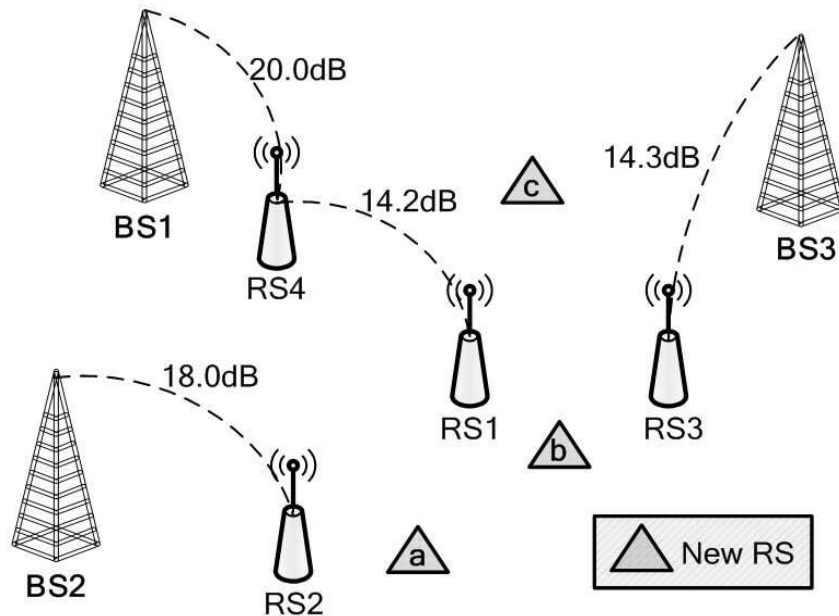
도면3



도면4



도면5



도면6

