



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0045868
(43) 공개일자 2008년05월26일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) H04B 7/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0115087

(22) 출원일자 2006년11월21일

심사청구일자 2006년11월21일

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

김병직

경기도 성남시 분당구 구미동 221

황성택

경기도 평택시 독곡동 대림아파트 102동 303호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이건주

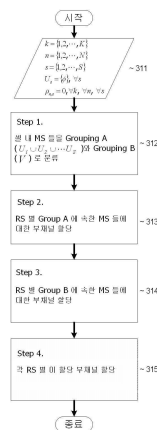
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 유선 중계국을 활용한 셀룰러 시스템에서 무선 자원 할당방법 및 그 시스템

(57) 요약

본 발명은 유선 중계국(RS: Relay Station)을 활용한 셀룰러 시스템에서 무선 자원 할당 방법에 있어서, 기지국(BS: Base Station)에서 해당 셀 내의 RS들을 통해 모든 이동단말기(MS: Mobile Station)의 제어 정보를 피드백 받아 수집하는 과정과, 각 MS의 채널 상태의 양호 여부에 따라 두 그룹으로 분류하는 제1과정과, 분류한 그룹 중 채널 상태가 양호한 그룹에 속한 MS들에 대해 동적으로 부채널을 할당하는 제2과정과, 분류한 그룹 중 채널 상태가 양호하지 않은 그룹에 속한 MS들에 대해서 RS별 자원 상황 및 부채널 간 채널 이득을 고려하여 동적으로 부채널을 할당하는 제3과정을 수행한다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

성원진

서울특별시 서초구 잠원동 60-7 녹원한신아파트
101동 505호

최진우

서울특별시 서초구 반포4동 서래아파트 4동 604호

박중현

서울특별시 서초구 서초동 1629-9

김중현

서울특별시 동작구 사당2동 142-17호 4층

특허청구의 범위

청구항 1

유선 중계국(RS: Relay Station)을 활용한 셀룰러 시스템에서 무선 자원 할당 방법에 있어서,
 기지국(BS: Base Station)에서 해당 셀 내의 상기 RS들을 통해 모든 이동단말기(MS: Mobile Station)의 제어 정보를 피드백 받아 수집하는 과정과,
 상기 각 MS의 채널 상태의 양호 여부에 따라 두 그룹으로 분류하는 제1과정과,
 상기 분류한 그룹 중 채널 상태가 양호한 그룹에 속한 MS들에 대해 동적으로 부채널을 할당하는 제2과정과,
 상기 분류한 그룹 중 채널 상태가 양호하지 않은 그룹에 속한 MS들에 대해서 상기 RS별 자원 상황 및 부채널 간 채널 이득을 고려하여 동적으로 부채널을 할당하는 제3과정을 포함함을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1과정은
 각각의 MS별로 각 RS로부터 전체 부채널을 이용해 전송받을 수 있는 각각의 평균 전송 비트를 계산하는 단계와,
 상기 계산된 평균 전송 비트 중 가장 큰 값에 해당하는 RS 인덱스를 구하는 단계와,
 상기 구한 RS 인덱스에 해당하는 평균 전송 비트와 미리 설정된 임계값을 비교하는 단계와,
 상기 비교 결과에 따라 해당 MS의 그룹을 분류하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2과정은 각각의 RS에서 해당 그룹에 속한 MS들에 대해서,
 각각의 MS의 부채널을 할당하기 위해 할당되지 않은 부채널 중 전송 비트수가 최대인 부채널을 선택하는 단계와,
 해당 MS의 최소 전송률(minimum data rate)을 만족할 때까지 반복하여 부채널을 할당하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 무선 자원 할당 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제3과정은
 해당 그룹에 속한 MS의 각 RS별 채널 정보를 수집하는 단계와,
 해당 그룹에 속한 모든 MS와 모든 RS에 대해 하기 수학적식 2와 같은 RS 선정을 위한 매트릭을 계산하는 단계와,
 상기 계산 결과 가장 큰 선정 매트릭을 갖는 MS와 RS쌍($d_{k,s}$)을 선정하는 단계와,
 상기 선정된 MS에 대해 부채널을 할당하기 위해 할당되지 않은 부채널 중 전송 비트수가 최대인 부채널을 선택하는 단계와,
 해당 MS의 최소 전송률(minimum data rate)을 만족할 때까지 반복하여 부채널을 할당하는 단계를 포함하며,
 상기 각 단계들은 해당 그룹의 모든 MS에 대해 반복 수행함을 특징으로 하는 자원 할당 방법.

수학적식 2

$$d_{k,s} = \frac{1}{N_s} \sum_{n=1}^N c_{k,n,s} (1 - [\rho_{n,s}])$$

$$[\rho_{n,s}] = \begin{cases} 1, & \text{if } \rho_{n,s} \neq 0 \\ 0, & \text{if } \rho_{n,s} = 0 \end{cases}$$

상기 수학식 2에서 N_s 는 RS 별 할당이 이루어지지 않은 부채널의 수이며, RS 인덱스는 $s(=1,2,\dots,S)$, 부채널 인덱스는 $n(=1,2,\dots,N)$, MS 인덱스는 $k(=1,2,\dots,K)$ 로 정의하고, $c_{k,n,s}$ 는 MS k 가 RS s 에서 받는 부채널 n 에 대한 신호 레벨을 고려하여 목표(target) BER(Bit Error Rate)을 만족하는 전송 비트 수로 정의하고, $\rho_{n,s}$ 는 RS s 의 부채널 n 을 MS k 가 사용할 경우 그 값은 k 가 되고, 그렇지 않은 경우 0 값을 갖는 파라미터로 정의한다.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기의 과정에서 할당된 부채널 외의 미 할당 부채널이 존재하는 경우 해당 미 할당 부채널을 대해 MS들 중 전송 비트가 높은 MS를 선택하여 할당하는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 자원 할당 방법.

청구항 6

셀룰러 시스템의 유선 중계국간 무선 자원 할당을 위한 시스템에 있어서,

각 중계국 및/또는 기지국으로 신호 정보 및 자원 수급 상황을 포함하는 제어 정보를 전송하여 업데이트하는 다수의 이동단말기들과,

유선망을 통해 상기 제어 정보를 제공받아, 중계국의 개수와 총 부채널 수에 따라 상기 각 이동단말기들에게 해당 중계국의 선정 및 무선 자원을 할당하는 다수의 기지국을 포함함을 특징으로 하는 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <5> 본 발명은 전용회선 및 대역을 이용한 중계국(Relay Station: RS)을 포함하는 셀룰러 통신 시스템 즉, RoF(Radio over Fiber)를 활용한 셀룰러 통신 시스템의 무선 자원 관리(Radio Resource Management: RRM)에 관한 것으로서, 특히 부채널별 채널 상태 및 RS별 가용 채널 수에 따라 가변적으로 이동단말기(Mobile Station: MS)에게 부채널을 할당하기 위한 방법 및 그 시스템에 관한 것이다.
- <6> 무선 통신 시스템의 지속적인 발전을 위한 중요한 요소 기술 중 하나는 효율적인 주파수 자원의 운용 및 분배이며, 이를 위해 기존의 셀 당 하나의 기지국(Base Station: BS)으로부터 MS로의 직접 전송만을 허용하는 단일 홉(Single-hop) 방식에서부터 확장된 다중 홉(Multi-hop) 전송 방식에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 다중 홉 전송을 지원하는 시스템에서는 BS로부터의 신호가 RS를 거쳐 MS로 전송되며, BS로부터 MS로의 직접 전송도 가능하다.
- <7> 현재 구현 중이거나 실현되어 있는 셀룰러 시스템의 예로는 단일 홉 시스템과 중계기를 지원하는 단일 홉 시스템, 무선 멀티 홉 시스템을 들 수 있다. 단일 홉 시스템은 중계기가 없이 셀 당 하나의 BS가 있고 단말기 또는 MS가 별도의 중계 없이 BS와 직접 연결되는 구조이다. 여기에 중간에 중계기를 추가 설치하여 셀 경계(cell boundary) 지역 혹은 음영 지역에 있는 MS의 수신 신호 성능을 개선하기 위한 것이 중계기 시스템이다. 이때 하나의 셀은 하나의 BS와 여러 개의 중계기로 구성되며, MS는 BS 및 중계기로부터 동시에 신호를 송수신 받는다. 이때 BS와 중계기 사이의 링크에 따라 유선-광(optical) 중계기 또는 무선-RF 중계기 구조로 나눌 수 있다. 유선 중계기의 경우 신호 감쇄가 적은 장점이 있는 반면 이동성이 없고, 무선 중계기는 MS가 원하는 신호와 간섭(interference) 신호의 구분 없이 모든 수신 신호를 증폭하여 브로드캐스팅(broadcasting) 한다는 단점이 있다. 또한 저렴한 가격에 설치가 가능한 반면 망 구성시 안테나 아이솔레이션(isolation)이 필요하다.
- <8> 무선 RS 시스템과 무선 중계기(repeater) 시스템의 차이점은 다음과 같다. 상기의 무선 중계기가 BS로부터의 신호뿐 아니라 외부 셀에서 들어오는 간섭까지 증폭하여 신호를 전달했다면, 무선 RS는 MS가 원하는 신호만 증폭할 뿐만 아니라, RS가 형성하는 서브-셀(sub-cell) 내의 MS들에 대한 스케줄링/RRM의 수행이 가능하다는 장점을 가진다. 종합하면 무선 RS를 이용함으로써 BS가 직접 데이터를 전송하기 힘든 음영지역에 있는 MS들에게도 전송이 가능해지며, 결국 셀 커버리지의 확대와 셀 용량(cell throughput) 증대의 장점을 가지게 된다.

<9> 상기와 같이 무선 RS 다중 홉 시스템은 단일 홉 또는 중계기 시스템과 비교하여 전송 성능의 개선이 가능하다. 하지만 무선 RS 다중 홉 시스템에서는 단일 홉 망 대비 데이터 중계를 위한 전송이 추가적으로 필요하며 이때 한정된 자원을 여러 서브-셀들과 중계 링크들이 공유해야 하는데 이는 사용자 서비스 품질의 저하를 야기할 수 있다. 즉 셀 외곽 영역에서의 MS의 수신 SINR(Signal to Interference pulse Noise Ratio)을 개선시킬 수 있지만, 프레임 자원의 일부가 중계 전송을 위하여 사용되므로, MS에 할당할 수 있는 유효 채널 자원이 감소하여 용량(throughput)은 오히려 저하될 수도 있다. 이러한 한계의 원인 중 하나는 BS와 RS 사이의 데이터 송수신이 무선 링크를 통해 이루어지고, BS에서 RS로 같은 자원을 여러 번 전송해야 한다는 점이다. 따라서 BS와 RS 사이의 링크를 주파수 특성이 좋고 데이터 손실이 적은 광케이블(Optical Fiber)로 연결하여 셀을 구성하는 RoF(Radio over Fiber) RS 기술(이하 '유선 RS 시스템')에 대한 연구가 진행되고 있다. 기본적인 망의 구성은 무선 RS 다중 홉 시스템과 같으며, BS-RS 또는 RS-RS 간의 링크가 유선이라는 점이 다르다.

<10> 유선 RS 시스템은 BS와 RS 사이의 광케이블 설치를 위한 비용이 들고 RS 설치 후 이동이 어렵다는 문제가 있는 반면, BS-RS간 신호 손실이 없으며 무선 RS 시스템과 비교하여 무선 자원 증대 효과가 있다. 또한 다양한 종류의 제어신호 전송을 BS-RS 유선 구간으로 전달함으로써 무선 RS 시스템의 경우 제약을 받는 고 복잡도 고 효율 스케줄링 기법의 적용이 가능하게 된다. 이러한 장점 등으로 인하여 유선 RS 시스템은 결과적으로 각 사용자 및 셀 전체의 전송 수율의 증대를 가져 올 수 있게 된다. 또한 RS들 각각이 작은 BS의 역할을 하므로 이상적으로 전송 용량은 단일 홉 대비 설치된 RS들의 수에 비례하여 증가하게 되며, 하드웨어 비용은 점차적으로 감소하고 주파수 자원의 비용은 계속적으로 증대되는 변화에 따라 궁극적으로 유선 RS 시스템은 무선 RS 시스템 대비 장점이 증가될 것으로 예상된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<11> 본 발명은 유선 RS 시스템에서 MS의 QoS의 증대(최소 전송률을 만족하지 않는 MS들의 동작 불능 확률 감소) 및 평균 셀 용량(cell throughput) 증대를 실현하고자 한다.

<12> 이를 위해 본 발명의 일 견지에 따르면, 유선 중계국(RS: Relay Station)을 활용한 셀룰러 시스템에서 무선 자원 할당 방법에 있어서, 기지국(BS: Base Station)에서 해당 셀 내의 상기 RS들을 통해 모든 이동단말기(MS: Mobile Station)의 제어 정보를 피드백 받아 수집하는 과정과, 상기 각 MS의 채널 상태의 양호 여부에 따라 두 그룹으로 분류하는 제1과정과, 상기 분류한 그룹 중 채널 상태가 양호한 그룹에 속한 MS들에 대해 동적으로 부채널을 할당하는 제2과정과, 상기 분류한 그룹 중 채널 상태가 양호하지 않은 그룹에 속한 MS들에 대해서 상기 RS별 자원 상황 및 부채널 간 채널 이득을 고려하여 동적으로 부채널을 할당하는 제3과정을 포함함을 특징으로 한다.

<13> 본 발명의 다른 견지에 따르면, 셀룰러 시스템의 유선 중계국간 무선 자원 할당을 위한 시스템에 있어서, 각 중계국 및/또는 기지국으로 신호 정보 및 자원 수급 상황을 포함하는 제어 정보를 전송하여 업데이트하는 다수의 이동단말기들과; 유선망을 통해 상기 제어 정보를 제공받아, 중계국의 개수와 총 부채널 수에 따라 상기 각 이동단말기들에게 해당 중계국의 선정 및 무선 자원을 할당하는 다수의 기지국을 포함함을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<14> 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들이 나타나고 있는데 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들이 본 발명의 범위 내에서 소정의 변형이나 혹은 변경이 이루어질 수 있음은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.

<15> 도 1은 본 발명이 적용되는 유선 중계국(RS)을 활용한 셀룰러 시스템의 개략적인 일 예시 구성도로서, RS의 개수를 6개로 가정한 유선 RS 시스템의 구조를 나타낸다. 도 1에 도시된 바와 같이, 하나의 셀은 한 개의 BS와 6개의 무선 RS(RS1~RS6)로 구성될 수 되며, 각 RS는 해당 서브-셀 영역을 커버하게 된다. 이러한 RS 시스템에서 BS와 가까운 거리에 있는 MS는 BS로부터, 셀 경계(cell boundary)에 위치해 있어 수신 SINR이 상대적으로 작은 MS는 근처의 RS로부터 서비스를 받는다.

<16> 이러한 유선 RS 시스템은(무선 RS 시스템과 마찬가지로) 도 1에서 볼 수 있듯이 한 개의 셀이 RS로 인하여 7개의 셀로 분할(cell split)되는 효과를 가져온다. 이와 같은 유선 RS 다중 홉 시스템은 RS를 통한 셀 분할 효과로 인하여 채널 상태가 비교적 열악한 셀 경계 또는 주변에 장애물이 많은 지역 등에 분포하는 MS들에게 데이터를 효율적으로 전송함으로써 BS의 서비스 영역을 확장시키고 음영지역을 해소하는 효과를 가져온다.

- <17> 특히, 도 1에 도시된 바와 같은 유선 RS 시스템은 무선 RS 시스템에 비해, BS-RS 간의 링크가 광 케이블로 연결되어 있으며, 이에 따라 유선 RS 시스템의 경우 각 BS와 각 RS 사이의 광 케이블 설치를 위한 추가 비용이 필요하고 RS 설치 후 이동이 어렵다는 문제가 있다. 하지만 그 비용을 지불하고서 얻을 수 있는 이득은 크게 다음과 같다.
- <18> 첫째, 유선 RS 시스템은 광 케이블을 이용하므로 BS-RS 간의 신호 감쇄가 거의 없다. 둘째, 무선 RS 시스템과 비교하여 무선 자원을 절약하게 되므로, 그 만큼 사용자들이 할당받을 수 있는 자원의 수가 증가한다. 셋째, 무선 자원의 절약으로 더 많은 제어신호를 전송할 수 있다. 따라서 무선 RS 시스템에서는 제약을 받았던, 다양하며 인텔리전트한 스케줄링 기법의 적용이 가능하다. 넷째, 무선 RS 시스템과 비교하여 다양한 다중 홉의 설계가 가능하다.
- <19> 상기한 바와 같은 유선 RS 시스템에 적용 가능한 본 발명에 따른 전송 방식은 다중 반송파를 사용하는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)로써, MS의 자원할당이 부채널별로 이루어지는 것으로 가정한다. 이때 MS별로 겪는 페이딩 채널이 서로 독립적이기 때문에 해당 MS에게 유리한 부채널을 선택하는 즉, 다중 사용자 다이버시티를 이용하여 부채널을 할당하게 된다(부채널 할당은 RS에서 MS로 전송하는 경우와 BS에서 MS로 직접 전송하는 경우를 모두 포함하므로, 이하 'RS'는 BS 및 RS를 모두 포함하는 개념의 용어로 사용한다).
- <20> 유선 RS 시스템은 다수의 RS를 지원하는 특징이 있는 시스템이므로 단일 홉 OFDMA 시스템과 달리 다음과 같은 과정을 통해 부채널 할당이 이루어지게 된다. 먼저 특정 MS에게 서비스를 지원할 RS를 우선적으로 결정하고, 결정된 RS에 소속된 MS들에 대해 독립적으로 부채널 할당을 수행한다. 이때 RS 결정 방법은, MS의 각 RS로부터의 신호들 중 전체 대역의 평균 신호 레벨이 높은 RS를 선택한다. 즉, MS 별 RS를 결정한 후 MS별 속한 RS 내에서 부채널 할당이 이루어짐으로, 각각의 과정은 독립적으로 진행되는 방식이다. 그러나 RS의 서비스 영역인 서비스 셀의 경계에 위치한 MS는 전체 대역의 평균 신호 레벨이 높다 하더라도, 실제 할당받는 부채널의 신호 레벨은 전체 대역의 평균 신호 레벨의 경향과 다를 수 있다.
- <21> 이와 같은 상황에 대한 예시를 도 2에 나타내었다. 먼저 도 2 (a)에 표시된 MS1은 RS1과 RS2 커버리지의 경계 부분에 위치하며, 도 2 (b)와 (c)에서와 같이 RS1로부터 도달하는 평균 신호 레벨이 더 큰 상태일 수 있다. 그러나 채널의 주파수 선택적인 특성으로 인해, MS1이 실제 할당받는 부채널의 신호 레벨은 도 2 (d)와 (e)에서 예시된 바와 같이 RS2로부터 더 큰 신호 레벨을 갖는 부채널을 할당받는 것이 가능하다. 따라서 RS 커버리지의 경계에 위치한 MS들은 RS 선택시 전체 대역의 평균 신호 레벨이 아닌, 해당 MS가 할당받는 부채널의 신호 레벨을 비교해야 보다 더 정확한 동적 자원 할당이 이루어 질 수 있다. 또한 전체 대역의 평균 신호레벨에 의해 MS의 RS 선택시 특정 RS에 집중적으로 MS들이 서비스 받을 가능성을 배제할 수 없다. 즉, 주어진 자원 양은 RS 별로 한정되고 동일하기 때문에 특정 RS에 트래픽 양이 증가하게 되면 채널 상태가 좋아도 채널을 할당 받지 못해 동작 불능이 발생할 수 있다. 따라서 RS의 선정 문제와 부채널 할당의 문제를 각기 독립적으로 볼 것이 아니라 하나의 문제로 동시에 고려해야할 필요성이 있다. 이러한 일련의 과정을 만족하기 위해서는 각 MS들이 각 RS로부터의 신호 정보 및 자원 수급 상황 등의 제어 정보를 BS 및 RS로 업데이트(update) 할 수 있는 시스템을 가정해야 하며, 무선 RS 시스템과는 달리 유선 RS 시스템은 RS와 BS 간 유선망을 통해 이러한 제어 정보를 원활히 교환하므로 이러한 가정의 실현이 용이한 시스템이라 할 수 있다.
- <22> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 자원 할당을 위한 중앙 집중식 자원 할당 동작의 흐름도로서, 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 동작은 크게 초기화 과정(311단계) 및 <Step1> ~ <Step4>의 네 과정으로 구분할 수 있다.
- <23> 311단계를 참조하면, 본 발명의 예에서는, 유선 RS 셀 구조에서 RS 개수는 $S = 7(\text{BS } 1\text{개} + \text{RS } 6\text{개})$ 로 가정하며, 총 부채널 수는 N , 총 MS 수는 K 로 정의한다. 또한 RS 인덱스는 $s(=1, 2, \dots, S)$, 부채널 인덱스는 $n(=1, 2, \dots, N)$, MS 인덱스는 $k(=1, 2, \dots, K)$ 로 정의하고, 각 MS k 가 요구하는 최소 데이터 전송률(minimum data rate)을 r_k 로 정의한다. 그리고 $c_{k,n,s}$ 는 MS k 가 RS s 에서 받는 부채널 n 에 대한 신호 레벨을 고려하여 목표(target) BER(Bit Error Rate)을 만족하는 전송 비트 수로 정의되고(MCS 레벨에 따른 전송 비트 수), $\rho_{n,s}$ 는 RS s 의 부채널 n 을 MS k 가 사용할 경우 그 값은 k 가 되고, 그렇지 않은 경우 0 값을 갖는 파라미터로 정의한다. 시작점에서 이 파라미터는 어떤 MS에게도 할당되지 않은 상태이기 때문에 모두 0 값을 갖는다.
- <24> <Step 1> 과정(312단계)은 K 개의 MS들을 하기에서 기술할 조건에 따라 '그룹 A'와 '그룹 B'로 분류하는 과정이며, <Step 2> 과정(313단계)은 그룹 A에 속한 MS들에 대해 동적으로 부채널을 할당하는 과정이고, <Step 3> 과

정(314단계)은 RS별 자원 상황 및 부채널 간 채널 이득을 고려하여 그룹 B에 속한 MS들에게 동적으로 부채널을 할당하는 과정이다. 끝으로, <Step 4> 과정(315단계)은 <Step 3> 과정 진행 후 RS별 남은 미 할당 부채널을 해당 RS의 MS들에게 추가 할당하는 과정이다. 이러한 과정들 거쳐 전체 동작이 수행될 수 있다.

<25> 도 3b는 도 3 중 <Step 1> 과정(312단계)의 상세 흐름도로서, 도 3b를 참조하면, <Step 1>의 일련의 과정은 모든 RS에서 각 MS 제어 정보를 피드백(feedback) 받아 BS에서 수행한다. 이 과정에서는 K 개의 MS를 두 그룹으로 분류한다. 즉, BS 또는 RS에 상대적으로 가까이 위치해있는 그룹 A와, 상대적으로 RS들의 경계 지역에 위치해있는 그룹 B로 분류하며, 그 분류 과정은 도 3b에서와 같은 상세 알고리즘을 따를 수 있다. 먼저 $k=1$ 로 초기 설정한 후(321단계), 322단계에서는 k 번째 MS가 각 RS로부터 전체 부채널을 이용해 전송받을 수 있는 각각의 평균 전송 비트 $c_{k,s}$ 를 계산한다. 323단계에서는 계산된 $c_{k,s}$ 즉, 평균 전송 비트 중 가장 큰 값에 해당하는 RS 인덱스를 구하고, 이후 324단계에서는 상기 323단계에서 구한 RS 인덱스에 해당하는 평균 전송 비트($c_{k,s'}$)와 임계값(I)과 비교한다. 이 때 임계값보다 높은 경우 해당 MS는 그룹 A에 소속되며 해당 RS의 MS 인덱스 집합 U_s 에 MS 인덱스를 저장한다(325단계). 반대로 임계값보다 낮은 경우 해당 MS는 그룹 B에 소속되며, MS 인덱스 집합 I 에 MS 인덱스를 저장한다(326단계). 이후 $k=k$ (총 MS 수)인지 확인하여(327단계), $k=k$ 가 아닌 경우에는 k 를 1 증가시킨 후(328단계) 상기 322단계로 되돌아가서 상기의 동작을 반복 수행함으로써, 이와 같은 동작을 모든 MS에 대해 적용하게 된다. 모든 MS가 그룹을 배정받게 되면 <Step 1> 과정이 종료되며 다음 과정인 <Step 2> 과정으로 진행된다.

<26> 도 3c는 도 3 중 <Step 2> 과정(313단계)의 상세 흐름도로서, 도 3c를 참조하면, <Step 2> 과정은 각 RS별 그룹 A로 정의된 MS에 대해 자원 할당을 결정해주는 과정으로서, 본 과정은 각 RS에 대해 병렬적으로 수행하는 것이 가능하다. 먼저 $s=1$ 로 초기 설정한 후(331단계), 이후 단계에서는 RS s 에 속한 그룹 A의 MS들에 대해 순차적인 자원 할당을 수행하게 되는데, 먼저 332단계에서는 RS s 에 속한 그룹 A의 원소 중 첫 번째 MS를 선택하고 변수 $u=1$ 로 초기 설정한다. 이때 k_1 은 U_s 의 첫 번째 MS의 인덱스를 나타낸다.

<27> 이후 333단계에서는 현재 선택된(u) MS의 부채널을 할당하기 위해 $\rho_{n,s}=0$ 인 부채널 중 전송 비트수가 최대인 부채널을 선택하고, 이후 334단계에서는 최소 전송률(minimum data rate)을 만족할 때까지 반복하여 부채널을 할당한다. 이후 335단계에서는 해당 RS s 의 그룹 A에 속한 모든 MS에 대한 부채널 할당이 완료되었는지를 확인하여, 그럴 경우에는 337단계로 진행하며, 그렇지 않을 경우에는 u 를 1 증가시킨 후(336단계) 상기 333단계로 되돌아가서 상기의 동작을 반복 수행함으로써, 해당 RS s 에 속한 그룹 A의 모든 MS들의 부채널 할당을 완료하게 된다. 337단계에서는 $s=S$ (총 RS 수)인지 확인하여, $s=S$ 가 아닌 경우에는 s 를 1 증가시킨 후(338단계) 상기 332단계로 되돌아가서 상기의 동작을 반복 수행함으로써, 다음 번째의 RS s 의 그룹 A에 속한 MS들에게 역시 반복적으로 상기의 동작을 적용하게 된다. 모든 RS들의 그룹 A에 해당하는 MS들의 부채널 할당을 완료하게 되면 <Step 2> 과정은 전체 동작은 종료하게 된다.

<28> 도 3d는 도 3 중 <Step 3> 과정(314단계)의 상세 흐름도로서, 도 3d를 참조하면, <Step 3> 과정은 그룹 B에 해당되는 MS들에 대한 부채널 할당 과정으로서, 상기 <Step 2> 과정 종료 후 각 RS별 미 할당 부채널($\rho_{n,s} = 0$ 인 부채널)을 그룹 B의 MS에게 할당하게 된다. 먼저 341단계에서는 그룹 B에 속한 MS의 각 RS별 채널 정보를 수집한다. 이후 342단계에서 그룹 B의 모든 MS와 모든 RS에 대해 하기 수학식 1과 같은 RS 선정을 위한 매트릭을 계산한다.

수학식 1

$$d_{k,s} = \frac{1}{N_s} \sum_{n=1}^N c_{k,n,s} (1 - [\rho_{n,s}])$$

$$[\rho_{n,s}] = \begin{cases} 1, & \text{if } \rho_{n,s} \neq 0 \\ 0, & \text{if } \rho_{n,s} = 0 \end{cases}$$

<29>

<30> 상기 수학식 1에서 N_s 는 RS별 아직 할당이 이루어지지 않은 부채널의 수를 의미하고, $[\rho_{n,s}]$ 는 $\rho_{n,s}$ 의 값이 0인 즉, 어떤 MS도 RS s 의 부채널 n 을 취하지 않은 경우 0을 갖게 되고, 이미 특정 RS s 에서 부채널 n 이 특정 MS에게 할당이 이루어진 경우에는 1을 갖는 파라미터로 정의한다.

- <31> 이후, 343단계에서는 가장 큰 선정 매트릭을 갖는 MS와 RS 쌍($d_{k,s}$)을 선택하며, 이후 344, 345단계에서는 상기 343단계에서 선정된 MS에 대해 부채널을 할당하는 단계이다. 344단계와 345단계에서 부채널 할당 방법은 상기 <Step 2> 과정에서와 마찬가지로 결정된 RS에서의 MS의 할당 가능한 부채널($\rho_{n,s} = 0$ 인 부채널) 중 전송 비트가 가장 큰 부채널을 선택하고(344단계) 최소 전송률을 만족시킬 때까지 할당하게 된다(345단계). 여기서 할당된 부채널의 $\rho_{n',s'}$ 는 0에서 선택된 MS 인덱스인 k' 로 변화하며, $[\rho_{n,s}] = 1$ 로 변환한다. 이와 같은 과정은 346단계를 통해 그룹 B의 모든 MS에 대해 반복 적용되고, 그룹 B 내의 모든 MS가 자원을 할당 받으면 <Step 3>의 과정이 종료하게 된다.
- <32> 도 3e는 도 3 중 <Step 4> 과정(315단계)의 상세 흐름도로서, 도 3e를 참조하면, <Step 4> 과정은 <Step 3>까지 할당된 부채널 외의 미 할당 부채널이 존재하는 경우 해당 미 할당 부채널을 적절히 할당하는 과정이다. 먼저 $s=1$ 로 초기 설정한 후(351단계), 해당 RS(RS_s)별 미 할당 부채널($\rho_{n,s} = 0$ 인 부채널)에 대해 MS k 중 가장 전송 비트가 높은 MS k' 를 선택하여(352단계), 해당 $\rho_{n,s} = k'$ 로 설정하고(353단계), $s=S$ 인지 확인하는 동작(354단계)과 s 를 1 증가시킨 후 상기 352단계로 되돌아가는 동작(358단계)을 통해 모든 RS에서 미 할당 부채널이 없을 때까지 반복 적용한다.
- <33> 상기와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 셀룰러 시스템의 유선 중계국간 무선 자원 할당 동작이 이루어질 수 있으며, 한편 상기한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 청구범위와 청구범위의 균등한 것에 의하여 정하여져야 할 것이다.

발명의 효과

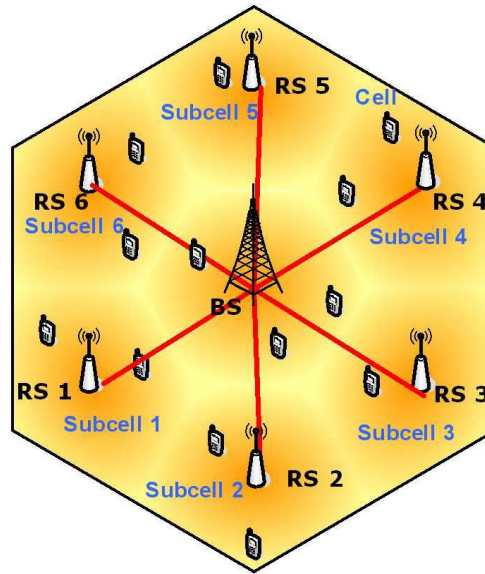
- <34> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 유선 RS 시스템에서 동적 자원 할당 방식은 유선 RS 시스템에서 RS별 트래픽에 따라 가변적으로 서브-셀 경계에 있는 MS들의 자원 할당을 결정하게 되고, 이 때 평균 신호 레벨이 아닌 할당받은 부채널의 신호 레벨을 고려하여 서브-셀의 경계에 위치한 MS에 대한 효율적인 자원 분배를 가능케 한다. 또한 부채널의 품질에 따라 MS의 그룹을 나누어 그룹별로 부채널을 할당하고, 그룹 A의 MS의 경우 각 RS별로 부채널을 할당한다는 점에서 복잡도 감소 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

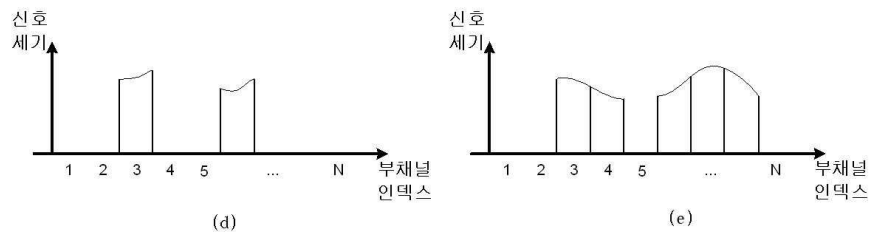
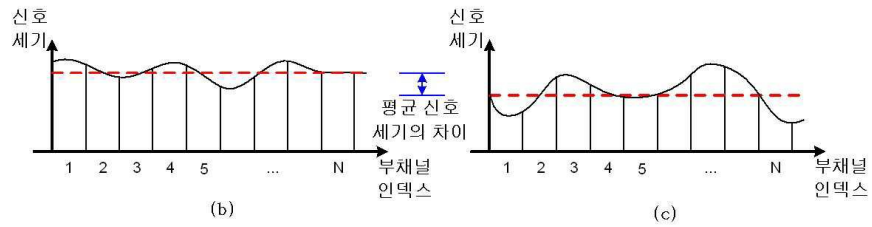
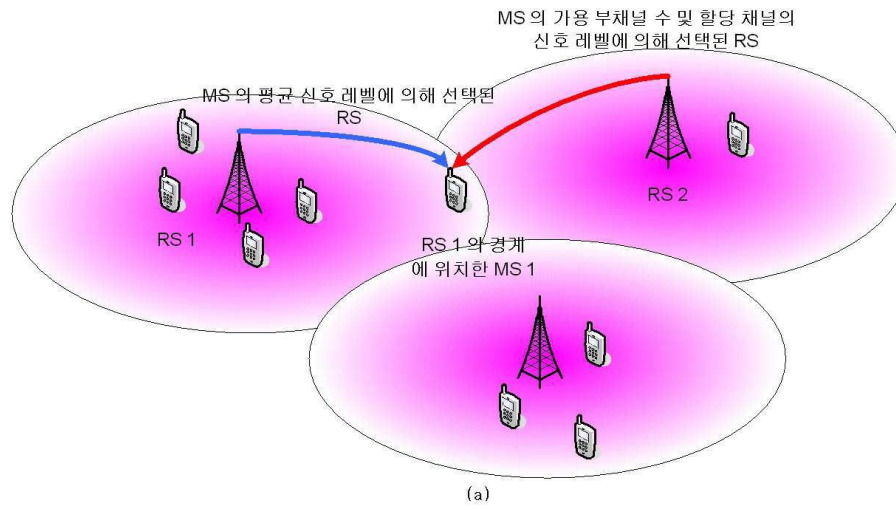
- <1> 도 1은 본 발명이 적용되는 유선 중계국을 활용한 셀룰러 시스템의 개략적인 일 예시 구성도
- <2> 도 2는 본 발명이 적용되는 유선 중계국을 활용한 셀룰러 시스템에서 유선 중계국의 경계에 위치한 이동단말기의 유선 중계국 선택 및 자원 할당 상태의 예시도
- <3> 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 자원 할당을 위한 중앙 집중식 자원 할당 동작의 흐름도
- <4> 도 3b, 3c, 3c, 3e는 각각 도 3 중 <Step 1>, <Step 2>, <Step 3>, <Step 4> 과정의 상세 흐름도

도면

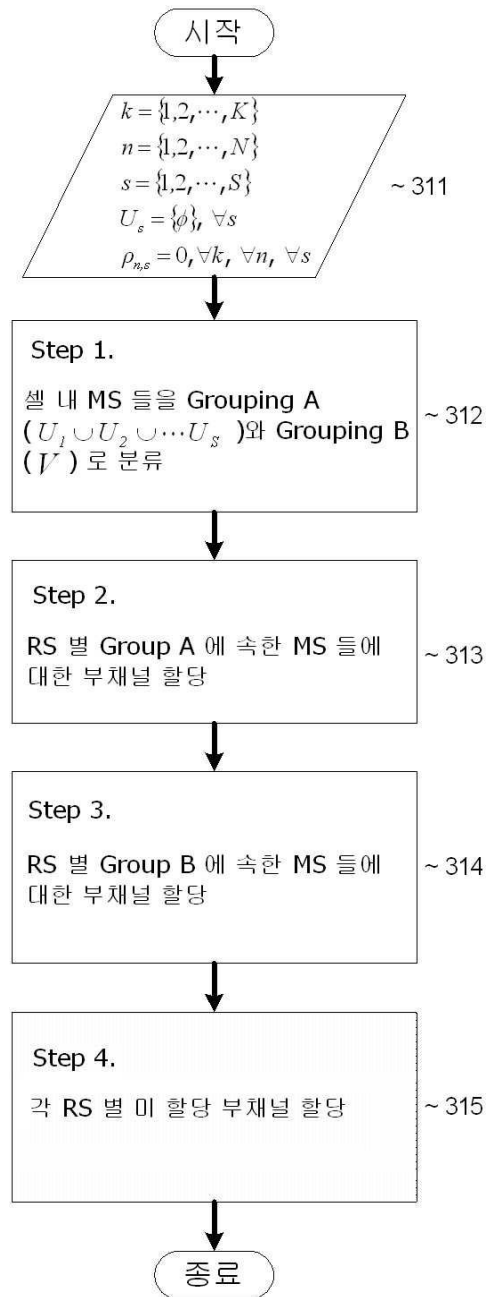
도면1



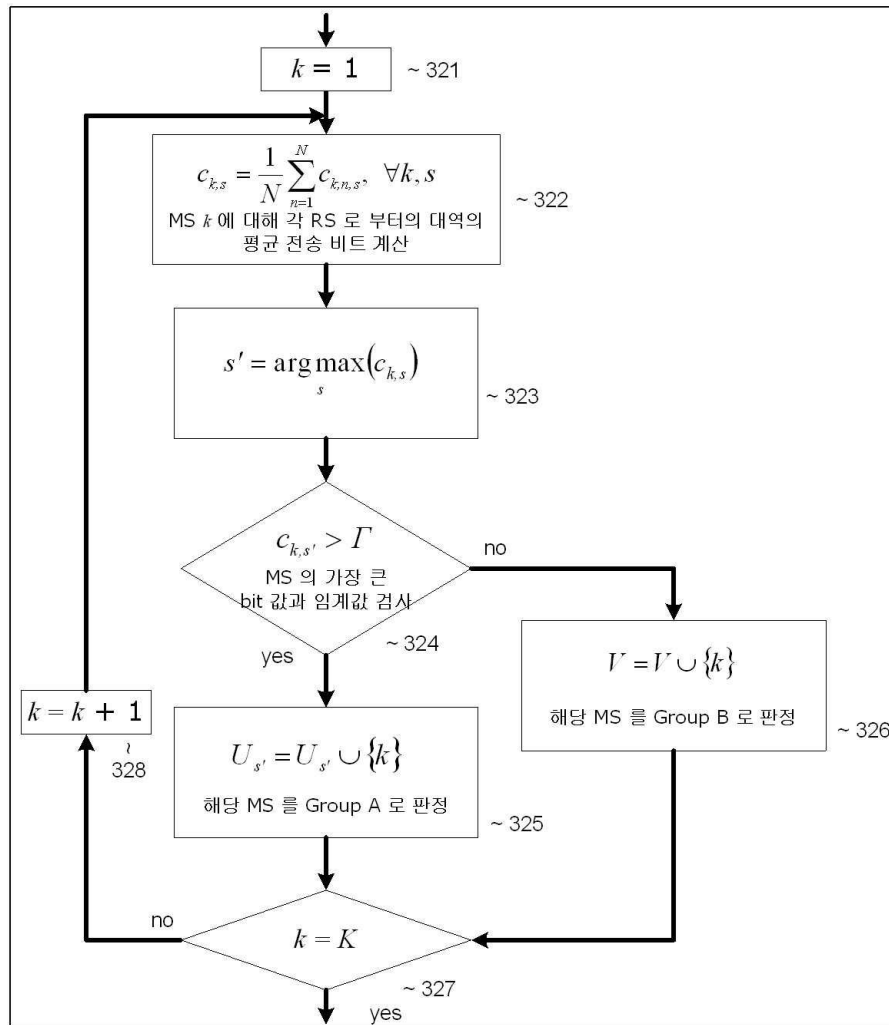
도면2



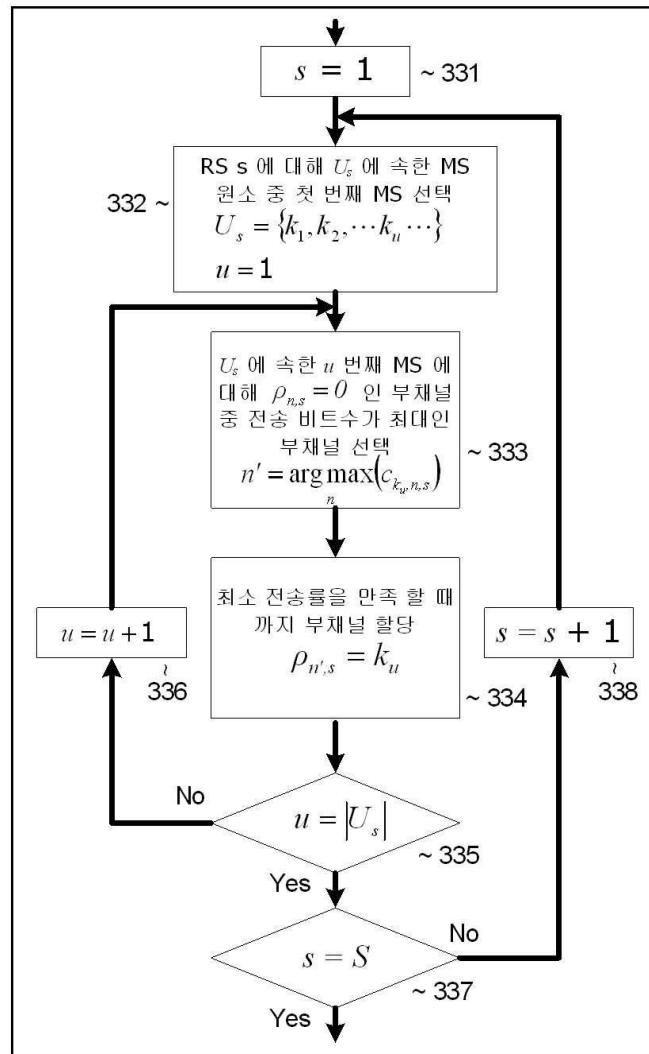
도면3a



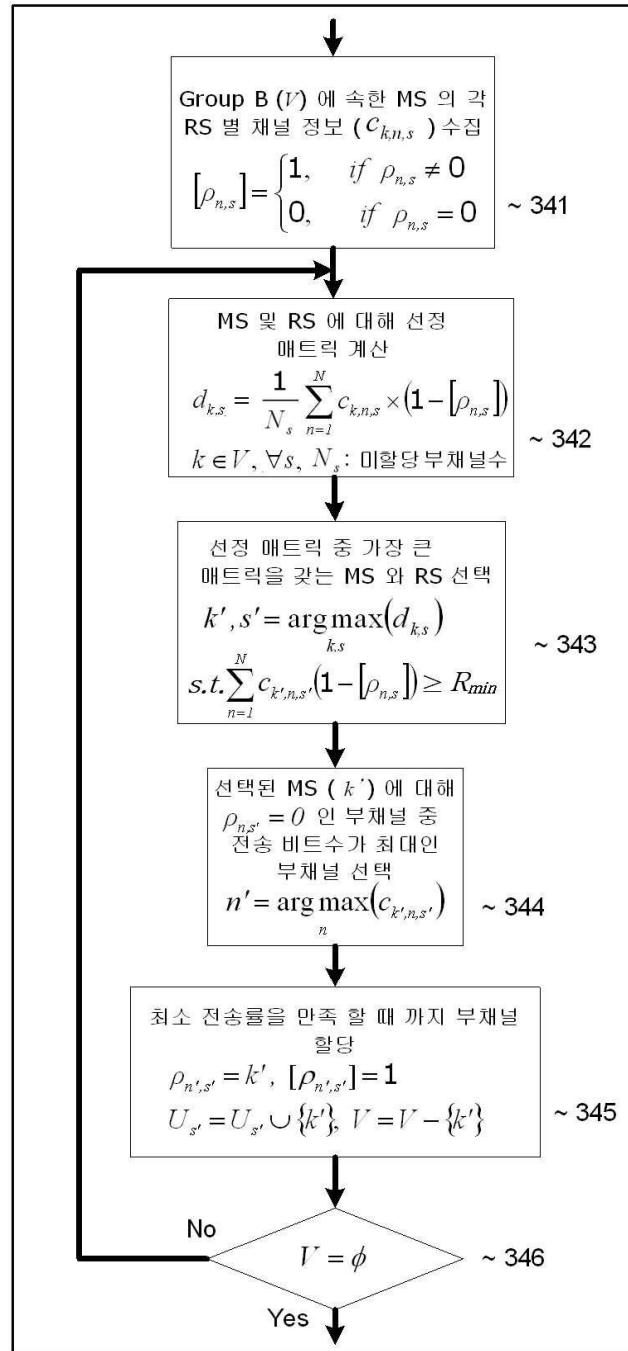
도면3b



도면3c



도면3d



도면3e

