(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0026594
(43) 공개일자 2024년02월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 16/18 (2009.01) *H04B 7/022* (2017.01)
H04W 24/02 (2009.01) *H04W 24/08* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 16/18 (2013.01)
H04B 7/022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0104625
(22) 출원일자 2022년08월22일
심사청구일자 2022년08월22일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
정방철
대전광역시 서구 관저동로90번길 15, 103동 602호 (관저동, 관저리슈빌)
이기훈
대전광역시 유성구 배울2로 78, 606동 402호 (관평동, 대덕테크노밸리6단지아파트)
(74) 대리인
특허법인 정안

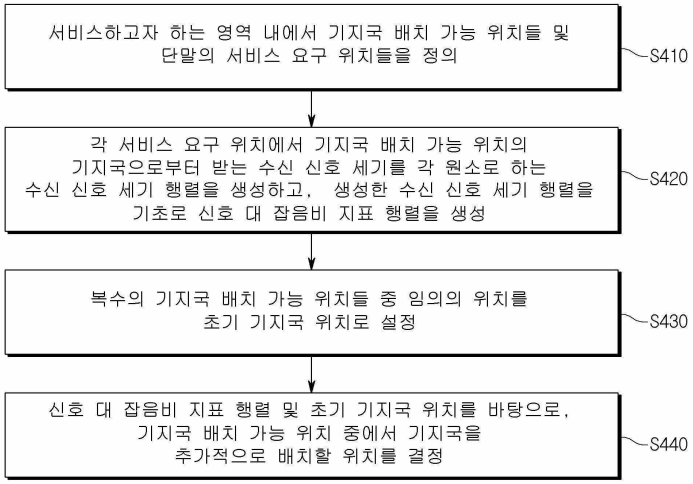
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **저복잡도 기지국 배치 방법 및 장치**

(57) 요 약

매크로 다이버시티를 고려한 저복잡도 기지국 배치 방법은 서비스하고자 하는 영역 내에서 기지국을 배치할 수 있는 복수의 기지국 배치 가능 위치들 및 단말이 서비스를 요구할 수 있는 복수의 서비스 요구 위치들을 정의하는 정의 단계, 상기 복수의 서비스 요구 위치 각각에서 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 각각에 배치될 기지국으로부터 받는 수신 신호의 세기를 각 원소로 하는 수신 신호 세기 행렬을 생성하는 수신 신호 세기 행렬 생성 단계, 상기 수신 신호 세기 행렬을 기초로 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성하는 지표 행렬 생성 단계, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 임의의 위치를 초기 기지국 위치로 설정하는 초기 기지국 위치 설정 단계 및 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 상기 초기 기지국 위치를 바탕으로, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 추가적으로 기지국을 배치할 적어도 하나의 위치를 결정하는 추가 기지국 위치 결정 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
H04W 24/02 (2013.01)
H04W 24/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345354342
과제번호 2022R1I1A3073740
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공분야기초연구 - 지역대학우수과학자
연구과제명 GAUSS 통합 무선 통신 네트워크 원천기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 충남대학교 산학협력단
연구기간 2022.06.01 ~ 2032.05.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711137685
과제번호 2021R1A4A1032580
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 기초연구사업 - 기초연구실지원사업
연구과제명 협력 지능형 엣지를 위한 테라헤르츠 무선 시스템 연구실
기 여 율 1/2
과제수행기관명 충남대학교 산학협력단
연구기간 2021.06.01 ~ 2024.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

매크로 다이버시티를 고려한 저복잡도 기지국 배치 방법에 있어서,

서비스하고자 하는 영역 내에서 기지국을 배치할 수 있는 복수의 기지국 배치 가능 위치들 및 단말이 서비스를 요구할 수 있는 복수의 서비스 요구 위치들을 정의하는 정의 단계;

상기 복수의 서비스 요구 위치 각각에서 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 각각에 배치될 기지국으로부터 받는 수신 신호의 세기를 각 원소로 하는 수신 신호 세기 행렬을 생성하는 수신 신호 세기 행렬 생성 단계;

상기 수신 신호 세기 행렬을 기초로 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성하는 지표 행렬 생성 단계;

상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 임의의 위치를 초기 기지국 위치로 설정하는 초기 기지국 위치 설정 단계; 및

상기 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 상기 초기 기지국 위치를 바탕으로, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 추가적으로 기지국을 배치할 적어도 하나의 위치를 결정하는 추가 기지국 위치 결정 단계를 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 추가 기지국 위치 결정 단계는,

상기 복수의 기지국 배치 가능 위치 중 제1 위치에 기지국을 배치하였을 때, 배치 조건을 만족하는 서비스 요구 위치가 가장 많이 늘어나는 제1 위치를 추가적으로 기지국을 배치할 위치로 결정하는 종속 추가 기지국 위치 결정 단계를 포함하되,

상기 배치 조건은 서비스 요구 위치에서 기지국으로부터 수신한 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수가 기준 개수이상이 되는 것인, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 추가 기지국 위치 결정 단계는,

상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족할 때까지, 상기 종속 추가 기지국 위치 결정 단계를 반복하고,

상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족하는 경우, 결정된 기지국을 배치할 위치들을 포함하는 기지국 배치 조합을 생성하는 단계를 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 기지국 배치 조합에 기초하여 기지국을 배치하는 단계를 더 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 신호 대 잡음비 지표 행렬의 각 원소는,

상기 수신 신호 세기 행렬의 대응하는 원소의 수신 신호의 세기를 잡음 전력으로 나눈 값인 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 크거나 같은 경우에는 1의 값을 가지고 작은 경우에는 0의 값을 가지는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 정의 단계는,

상기 복수의 기지국 배치 가능 위치 각각에 대해 기지국을 배치할 것인지를 나타내는 기지국 배치 행렬을 정의하는 단계를 더 포함하고,

상기 기지국 배치 행렬을 기지국을 배치하는 것으로 결정된 위치에 대응하는 원소는 1의 값을 가지고, 기지국을 배치하는 것으로 결정되지 않은 위치에 대응하는 원소는 0의 값을 가지고,

상기 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수는 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬과 상기 기지국 배치 행렬을 곱하여 획득하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 정의 단계는,

상기 서비스하고자 하는 영역을 제1 간격을 가지는 제1 격자로 분할하고 상기 제1 격자의 격자점들을 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치로 정의하는 단계; 및

상기 서비스하고자 하는 영역을 제2 간격을 가지는 제2 격자로 분할하고 상기 제2 격자의 격자점들을 상기 복수의 서비스 요구 위치로 정의하는 단계를 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 초기 기지국 위치 설정 단계는,

상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 적어도 2개의 임의의 위치를 적어도 2개의 초기 기지국 위치로 설정하는 단계를 포함하고,

상기 추가 기지국 위치 결정 단계는,

상기 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 상기 적어도 2개의 초기 기지국 위치 각각을 바탕으로 상기 종속 추가 기지국 위치 결정 단계를 병렬로 수행하는 것을 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 추가 기지국 위치 결정 단계는,

상기 병렬로 수행하는 종속 추가 기지국 위치 결정 단계 각각에서 상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족하는 복수의 기지국 배치 조합을 생성하는 단계; 및

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 선택하여 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계를 더 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 선택하여 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계는,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 가장 적은 수의 기지국을 사용하는 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계를 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 선택하여 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계는,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 최소 신호 대 잡음비가 가장 큰 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계를 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 추가 기지국 위치 결정 단계는

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 선택하여 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계는,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 가장 빨리 생성된 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계를 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 추가 기지국 위치 결정 단계는,

상기 가장 빠른 기지국 배치 조합이 생성된 경우, 상기 병렬로 수행하는 종속 추가 기지국 위치 결정 단계들은 추가적인 기지국 배치 조합 생성없이 동작을 종료하는, 저복잡도 기지국 배치 방법.

청구항 14

매크로 다이버시티를 고려하여 기지국을 배치하는 저복잡도 기지국 배치 장치에 있어서,

서비스하고자 하는 영역 내에서 기지국을 배치할 수 있는 복수의 기지국 배치 가능 위치들 및 단말이 서비스를 요구할 수 있는 복수의 서비스 요구 위치들을 정의하는 정의부;

상기 복수의 서비스 요구 위치 각각에서 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 각각에 배치될 기지국으로부터 받는 수신 신호의 세기를 각 원소로 하는 수신 신호 세기 행렬을 저장하는 저장부;

상기 수신 신호 세기 행렬을 기초로 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성하는 행렬 생성부; 및

상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 임의의 위치를 초기 기지국 위치로 설정하고, 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 상기 초기 기지국 위치를 바탕으로, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 추가적으로 기지국을 배치할 적어도 하나의 위치를 결정하는 배치부를 포함하는, 저복잡도 기지국 배치 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 배치부는,

상기 복수의 기지국 배치 가능 위치 중 제1 위치에 기지국을 배치하였을 때, 배치 조건을 만족하는 서비스 요구 위치가 가장 많이 늘어나는 제1 위치를 추가적으로 기지국을 배치할 위치로 결정하고,

상기 배치 조건은 서비스 요구 위치에서 기지국으로부터 수신한 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수가 기준 개수이상이 되는 것인, 저복잡도 기지국 배치 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 배치부는,

상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족할 때까지 추가적으로 기지국을 배치할 위치를 결정하고,

상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족하는 경우, 결정된 기지국을 배치할 위치들을 포함하는 기지국 배치 조합을 생성하는, 저복잡도 기지국 배치 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 배치부는,

상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 적어도 2개의 임의의 위치를 적어도 2개의 초기 기지국 위치로 설정하고,

상기 적어도 2개의 초기 기지국 위치 각각에서 시작하여 추가적으로 기지국을 배치할 위치를 결정하는 동작을 병렬적으로 수행하고,

상기 병렬적으로 수행하는 추가적으로 기지국을 배치할 위치를 결정하는 동작을 통해 상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족하는 복수의 기지국 배치 조합을 생성하고,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 선택하여 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는, 저복잡도 기지국 배치 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 배치부는,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 가장 적은 수의 기지국을 사용하는 기지국 배치 조합을 상기 기지국 배치 조합으로 선택하는, 저복잡도 기지국 배치 장치.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 배치부는,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 최소 신호 대 잡음비가 가장 큰 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는, 저복잡도 기지국 배치 장치.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 배치부는,

상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 가장 빨리 생성된 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는, 저복잡도 기지국 배치 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 저복잡도 기지국 배치 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 셀프리 대규모 다중 안테나 시스템에 기반한 네트워크 내에서 매크로 다이버시티를 고려한 저복잡도 기지국 배치 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 차세대 통신시스템은 5세대 이동통신 시스템의 주요 서비스 유형으로 정의되는 대규모 사물통신(massive machine type communications: mMTC), 초고신뢰·저지연 통신(ultra-reliable and low-latency communications: URLLC) 및 초광대역 이동통신(enhanced mobile broadband: eMBB) 각각의 요구 성능뿐만 아니라 두 가지 이상의 서비스 요구 성능을 동시에 달성할 수 있는 기술이 필요할 것으로 전망된다.

[0004] 이를 위해 밀리미터파(millimeter wave: mmWave)와 같은 고주파 대역의 활용과 소형 셀 기지국을 고밀도로 배치하는 기술(network densification)이 주목받고 있다.

[0005] 셀프리 대규모 다중 안테나(cell-free massive multiple-input multiple-output: CF mMIMO) 시스템은 셀 경계의 정의 없이 다수의 안테나(기지국)를 배치하는 네트워크 구조를 나타낸다.

[0006] 구체적으로, CF mMIMO 시스템에서는 한 네트워크가 하나의 중앙 처리 유닛(central processing unit: CPU)과 고밀도로 분산하여 배치된 다수의 소형 셀 기지국(access point: AP)으로 구성된다. 이때, 모든 기지국은 CPU와 백홀로 연결되어 협력적으로 네트워크 내 단말을 서비스할 수 있다. 다수의 기지국을 배치함으로써, 네트워크 커버리지를 향상하며, 각 단말은 여러 기지국으로부터 서비스를 받을 수 있으므로, 통신 신뢰성 및 지연 성능을 향상시킬 수 있다.

[0007] 그러나, 종래에는 이와 같은 CF mMIMO의 장점에도 불구하고 아직 이러한 시스템을 위한 배치 방법은 제시되지 않았다.

[0008] 기지국 배치는 무선 네트워크 계획 및 최적화(radio network planning and optimization)의 주요 요소 중 하나로써, 네트워크 구축에 필수 불가결한 요소이다.

[0009] 기지국은 배치 후 긴 시간 동안 고정적으로 운용되므로 최적화 기반의 기지국 배치가 효율적일 수 있으나, 영역이 넓은 경우 문제의 복잡도로 인해 솔루션 도출이 어려운 문제점이 있다.

[0010] 이에 따라, 배치되는 기지국의 수를 최소화하여 기지국 배치 및 유지보수에 따른 비용은 절감하면서, 네트워크 전 영역에서 셀프리 대규모 다중 안테나 시스템의 매크로 다이버시티를 달성할 수 있는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 배치되는 기지국의 수를 최소화하여 기지국 배치 및 유지보수에 따른 비용을 절감할 수 있고, 네트워크 전 영역에서 셀프리 대규모 다중 안테나 시스템의 매크로 다이버시티를 달성할 수 있는 저복잡도 기지국 배치 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0013] 본 문서에서 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 한 실시예에 따르면, 매크로 다이버시티를 고려한 저복잡도 기지국 배치 방법이 제공된다. 상기 저복잡도 기지국 배치 방법은 서비스하고자 하는 영역 내에서 기지국을 배치할 수 있는 복수의 기지국 배치 가능 위치들 및 단말이 서비스를 요구할 수 있는 복수의 서비스 요구 위치들을 정의하는 정의 단계, 상기 복수의 서비스 요구 위치 각각에서 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 각각에 배치될 기지국으로부터 받는 수신 신호의 세기를 각 원소로 하는 수신 신호 세기 행렬을 생성하는 수신 신호 세기 행렬 생성 단계, 상기 수신 신호 세기 행렬을 기초로 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성하는 지표 행렬 생성 단계, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 임의의 위치를 초기 기지국 위치로 설정하는 초기 기지국 위치 설정 단계 및 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 상기 초기 기지국 위치를 바탕으로, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 추가적으로 기지국을 배치할 적어도 하나의 위치를 결정하는 추가 기지국 위치 결정 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 추가 기지국 위치 결정 단계는 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치 중 제1 위치에 기지국을 배치하였을 때, 배치 조건을 만족하는 서비스 요구 위치가 가장 많이 늘어나는 제1 위치를 추가적으로 기지국을 배치할 위치로 결정하는 종속 추가 기지국 위치 결정 단계를 포함하되, 상기 배치 조건은 서비스 요구 위치에서 기지국으로부터 수신한 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수가 기준 개수이상이 되는 것일 수 있다.

[0017] 상기 추가 기지국 위치 결정 단계는 상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족할 때까지, 상기 종속 추가 기지국 위치 결정 단계를 반복하고, 상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족하는 경우, 결정된 기지국을 배치할 위치들을 포함하는 기지국 배치 조합을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 저복잡도 기지국 배치 방법은 상기 기지국 배치 조합에 기초하여 기지국을 배치하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬의 각 원소는 상기 수신 신호 세기 행렬의 대응하는 원소의 수신 신호의 세기를 잡음 전력으로 나눈 값인 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 경우에는 1의 값을 가지고 작은 경우에는 0의 값을 가질 수 있다.

[0020] 상기 정의 단계는 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치 각각에 대해 기지국을 배치할 것인지를 나타내는 기지국 배치 행렬을 정의하는 단계를 더 포함하고, 상기 기지국 배치 행렬을 기지국을 배치하는 것으로 결정된 위치에 대응하는 원소는 1의 값을 가지고, 기지국을 배치하는 것으로 결정되지 않은 위치에 대응하는 원소는 0의 값을 가질 수 있고, 상기 신호대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수는 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬과 상기 기지국 배치 행렬을 곱하여 획득할 수 있다.

[0021] 상기 정의 단계는 상기 서비스하고자 하는 영역을 제1 간격을 가지는 제1 격자로 분할하고 상기 제1 격자의 격자점들을 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치로 정의하는 단계 및 상기 서비스하고자 하는 영역을 제2 간격을 가지는 제2 격자로 분할하고 상기 제2 격자의 격자점들을 상기 복수의 서비스 요구 위치로 정의하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 초기 기지국 위치 설정 단계는 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 적어도 2개의 임의의 위치를 적어

도 2개의 초기 기지국 위치로 설정하는 단계를 포함하고, 상기 추가 기지국 위치 결정 단계는 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 상기 적어도 2개의 초기 기지국 위치 각각을 바탕으로 상기 종속 추가 기지국 위치 결정 단계를 병렬로 수행하는 것을 포함할 수 있다.

[0023] 상기 추가 기지국 위치 결정 단계는 상기 병렬로 수행하는 종속 추가 기지국 위치 결정 단계 각각에서 상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족하는 복수의 기지국 배치 조합을 생성하는 단계 및 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 선택하여 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0024] 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 선택하여 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계는 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 가장 적은 수의 기지국을 사용하는 기지국 배치 조합을 상기 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계, 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 최소 신호 대 잡음비가 가장 큰 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계 또는 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 가장 빨리 생성된 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0025] 상기 추가 기지국 위치 결정 단계는 상기 가장 빠른 기지국 배치 조합이 생성된 경우, 상기 병렬로 수행하는 종속 추가 기지국 위치 결정 단계들은 추가적인 기지국 배치 조합 생성없이 동작을 종료할 수 있다.

[0026] 한 실시예에 따르면, 매크로 다이버시티를 고려하여 기지국을 배치하는 저복잡도 기지국 배치 장치가 제공된다. 상기 저복잡도 기지국 배치 장치는 서비스하고자 하는 영역 내에서 기지국을 배치할 수 있는 복수의 기지국 배치 가능 위치들 및 단말이 서비스를 요구할 수 있는 복수의 서비스 요구 위치들을 정의하는 정의부, 상기 복수의 서비스 요구 위치 각각에서 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 각각에 배치될 기지국으로부터 받는 수신 신호의 세기를 각 원소로 하는 수신 신호 세기 행렬을 저장하는 저장부, 상기 수신 신호 세기 행렬을 기초로 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성하는 행렬 생성부 및 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 임의의 위치를 초기 기지국 위치로 설정하고, 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 상기 초기 기지국 위치를 바탕으로, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 추가적으로 기지국을 배치할 적어도 하나의 위치를 결정하는 배치부를 포함할 수 있다.

[0027] 상기 배치부는 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치 중 제1 위치에 기지국을 배치하였을 때, 배치 조건을 만족하는 서비스 요구 위치가 가장 많이 늘어나는 제1 위치를 추가적으로 기지국을 배치할 위치로 결정할 수 있는데, 여기서, 상기 배치 조건은 서비스 요구 위치에서 기지국으로부터 수신한 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수가 기준 개수이상이 되는 것일 수 있다.

[0028] 상기 배치부는 상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족할 때까지 추가적으로 기지국을 배치할 위치를 결정하고, 상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족하는 경우, 결정된 기지국을 배치할 위치들을 포함하는 기지국 배치 조합을 생성할 수 있다.

[0029] 상기 배치부는 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 적어도 2개의 임의의 위치를 적어도 2개의 초기 기지국 위치로 설정하고, 상기 적어도 2개의 초기 기지국 위치 각각에서 시작하여 추가적으로 기지국을 배치할 위치를 결정하는 동작을 병렬적으로 수행하고, 상기 병렬적으로 수행하는 추가적으로 기지국을 배치할 위치를 결정하는 동작을 통해 상기 복수의 서비스 요구 위치 모두에서 상기 배치 조건을 만족하는 복수의 기지국 배치 조합을 생성하고, 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 선택하여 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다.

[0030] 상기 배치부는 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 가장 적은 수의 기지국을 사용하는 기지국 배치 조합을 상기 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다.

[0031] 상기 배치부는 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 최소 신호 대 잡음비가 가장 큰 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다.

[0032] 상기 배치부는 상기 복수의 기지국 배치 조합 중에서 가장 빨리 생성된 기지국 배치 조합을 상기 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다.

발명의 효과

[0034] 배치되는 기지국의 수를 최소화하여 기지국 배치 및 유지보수에 따른 비용을 절감할 수 있고, 네트워크 전 영역에서 셀프리 대규모 다중 안테나 시스템의 매크로 다이버시티를 달성할 수 있다.

[0035] CF mMIMO 구조의 네트워크에서 단말이 동시에 다수의 기지국과 링크를 형성함으로써 얻는 매크로 다이버시티(macro diversity)를 고려하여 최적의 기지국 배치가 가능하다.

[0036] 인접한 기지국 배치 가능 위치의 간격 또는 서비스 요구 위치 간격을 줄이거나 넓은 영역에 대해서도 최적의 기지국 배치가 가능하다.

[0037] 다수의 초기 기지국 위치를 기준으로 병렬 탐색을 수행함으로써, 단순 탐욕 알고리즘 기반 기지국 배치 기법보다 더 향상된 기지국 배치 결과를 도출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 장치의 블록도이다.

도 2는 한 실시예에 따른 기지국이 배치될 수 있는 임의의 영역을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 과정을 도시한 도면이다.

도 4는 한 실시예에 따른 기지국 배치 장치의 저복잡도 기지국 배치 방법을 도시한 흐름도이다.

도 5는 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0041] 명세서 전체에서, 단말(terminal)은, 이동국(mobile station, MS), 이동 단말(mobile terminal, MT), 진보된 이동국(advanced mobile station, AMS), 고신뢰성 이동국(high reliability mobile station, HR-MS), 가입자국(subscriber station, SS), 휴대 가입자국(portable subscriber station, PSS), 접근 단말(access terminal, AT), 사용자 장비(user equipment, UE), 기계형 통신 장비(machine type communication device, MTC device) 등을 지칭할 수도 있고, MT, MS, AMS, HR-MS, SS, PSS, AT, UE 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.

[0042] 또한, 기지국(base station, BS)은 진보된 기지국(advanced base station, ABS), 고신뢰성 기지국(high reliability base station, HR-BS), 노드B(node B), 고도화 노드B(evolved node B, eNodeB), 접근점(access point, AP), 무선 접근국(radio access station, RAS), 송수신 기지국(base transceiver station, BTS), MMR(mobile multihop relay)-BS, 기지국 역할을 수행하는 중계기(relay station, RS), 기지국 역할을 수행하는 중계 노드(relay node, RN), 기지국 역할을 수행하는 진보된 중계기(advanced relay station, ARS), 기지국 역할을 수행하는 고신뢰성 중계기(high reliability relay station, HR-RS), 소형 기지국[펨토 기지국(femto BS), 홈 노드B(home node B, HNB), 홈 eNodeB(HeNB), 피코 기지국(pico BS), 매크로 기지국(macro BS), 마이크로 기지국(micro BS) 등] 등을 지칭할 수도 있고, ABS, 노드B, eNodeB, AP, RAS, BTS, MMR-BS, RS, RN, ARS, HR-RS, 소형 기지국 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.

[0043] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0044] 도 1은 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 장치의 블록도이다.

[0045] 도 1을 참조하면, 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 장치(100)는 정의부(110), 저장부(120), 행렬 생성부(130), 배치부(140)를 포함한다.

[0046] 정의부(110)는 한 실시예로서, 제1 집합(L_{AP})과 제2 집합(L_{STA})을 정의할 수 있다. 제1 집합(L_{AP})은 서비스를 제공할 영역 내에서 기지국(access point: AP)을 배치할 수 있는 위치의 집합을 정의한 것으로 기지국이

배치될 수 있는 위치를 나타내는 인덱스(index)로 구성될 수 있다. 제2 집합(L_{STA})은 서비스를 제공할 영역 내에서 단말(station: STA)이 서비스를 요구할 수 있는 위치의 집합을 정의한 것으로, 단말이 서비스를 요구할 수 있는 위치를 나타내는 인덱스로 구성될 수 있다. 여기서 인덱스로 표시되는 위치는 하나의 점이 아니고 주변을 포함하는 하나의 영역을 의미할 수 있다. 한 실시예로서, 서비스를 제공할 영역 내에서 기지국을 배치할 수 없는 위치에 대하여는 인덱스를 정의하지 않을 수 있다. 또한, 유사하게 서비스가 필요하지 않은 위치, 즉 단말이 존재할 필요가 없거나 존재할 수 없는 위치에 대하여는 인덱스를 정의하지 않을 수 있다. 이에 따라, 제1 집합과 제2 집합은 다음 수학식 1 및 2와 같이 정의될 수 있다. 수학식 1에서 N_{AP}는 기지국을 배치할 수 있는 위치의 개수이고, 수학식 2에서 N_{STA}는 단말이 서비스를 요구할 수 있는 위치의 개수이다.

수학식 1

$$L_{AP} = \{1, 2, 3, \cdots, N_{AP} - 1, N_{AP}\}$$

[0047]

수학식 2

$$L_{STA} = \{1, 2, 3, \cdots, N_{STA} - 1, N_{STA}\}$$

[0048]

[0049] 정의부(110)는 한 실시예로서, 서비스를 제공할 영역 내에서 제1 집합(L_{AP})과 제2 집합(L_{STA})을 정의하기 위해, 서비스를 제공할 영역을 복수의 격자 영역으로 구획하고, 복수의 격자점(grid point)을 기지국 배치 가능 위치 및 단말이 서비스를 요구할 수 있는 위치로 정의할 수 있다.

[0050] 도 2는 한 실시예에 따른 기지국이 배치될 수 있는 임의의 영역을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 2를 참조하면, 한 실시예로서, 서비스를 제공할 임의의 영역은 실내 공장일 수 있다. 실내 공장에는 기둥, 기계 등과 같이 무선 신호의 투과 손실을 야기하는 방해물(Blockage)이 구비될 수 있다.

[0052] 도 2를 참조하면, 한 실시예로서, 정의부(110)는 서비스를 제공할 임의의 영역을 복수의 격자 영역(20)으로 구획할 수 있다. 그리고 정의부(110)는 복수의 격자점(grid point)(10)을 기지국 배치 가능 위치 및 서비스를 요구하기 위하여 단말이 존재할 수 있는 위치로 정의할 수 있다. 여기서 격자 영역은 4개의 격자점으로 구획되는 영역을 나타낼 수 있고, 각 격자 영역의 크기는 동일할 수 있다.

[0053] 이때, 정의부(110)는 도 2의 예에서 설명의 용이성을 위하여 동일한 격자를 설정하여 기지국 배치 가능 위치와 단말이 서비스를 요구할 수 있는 위치를 정의하였으나, 다른 한 실시예로서, 기지국 배치 가능 위치에 대한 격자와 단말이 서비스를 요구할 수 있는 위에 대한 격자를 서로 상이하게 정의할 수 있다.

[0054] 한 실시예로서, 정의부(110)는 기지국 배치 가능 위치에 대한 격자를 격자점간 제1 간격($\triangle_{AP}$)을 가지도록 정의할 수 있다. 정의부(110)는 각각의 격자점에 대해 기지국 배치 가능 위치로서의 인덱스를 설정할 수 있다. 그리고 정의부(110)는 이러한 인덱스의 집합을 제1 집합으로 정의할 수 있다.

[0055] 또한, 정의부(110)는 단말이 서비스를 요구할 수 있는 위치에 대한 격자를 격자점간 제2 간격($\triangle_{STA}$)을 가지도록 정의할 수 있다. 정의부(110)는 각각의 격자점에 대해 단말이 서비스를 요구할 수 있는 위치로서의 인덱스를 설정할 수 있다. 그리고 정의부(110)는 이러한 인덱스의 집합을 제2 집합으로 정의할 수 있다.

[0056] 저장부(120)는 한 실시예로서, 수신 신호 세기 행렬, 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 기지국 배치 알고리즘을 저장하고 있을 수 있다.

[0057] 여기서 수신 신호 세기 행렬 및 신호 대 잡음비 지표 행렬은 행렬 생성부(130)에 의하여 생성되어 저장부(120)에 저장된 것일 수 있다.

[0058] 한 실시예로서 저장부(120)는 수신 신호 세기 행렬을 획득하고 이를 기초로 획득한 신호 대 잡음비 지표 행렬만을 저장하고 있을 수 있다.

[0059] 행렬 생성부(130)는 수신 신호 세기 행렬을 생성할 수 있다.

[0060] 수신 신호 세기 행렬은 한 실시예로서, 단말이 서비스를 요구할 수 있는 위치 각각에서 기지국 배치 가능 위치의 기지국으로부터 받는 수신 신호 세기를 각 원소로 포함할 수 있다.

[0061] 수신 신호 세기 행렬의 j번째 행과 i번째 열이 만나는 지점에 있는 원소($r_{j,i}$)의 값은 제2 집합에 포함되어 있는 인덱스 $j(\in L_{STA})$에 대응하는 위치에 있는 단말이 제1 집합에 포함되어 있는 인덱스 $i(\in L_{AP})$에 대응하는 위치에 배치되는 기지국으로부터 받는 수신 신호 세기를 나타낸다.

[0062] 한 실시예로서, 수신 신호 세기 행렬의 j번째 행과 i번째 열이 만나는 지점에 있는 원소($r_{j,i}$)의 값은 수학식 3을 이용하여 획득할 수 있다.

수학식 3

$$r_{j,i} = P_{AP}^{T} G_{AP}^{T} G_{j,i}^{C} G_{STA}^{R}$$

[0063]

[0064] P_{AP}^{T}는 기지국의 송신전력, G_{AP}^{T}는 기지국의 송신 안테나 이득, G_{STR}^{R}은 단말의 수신 안테나 이득, $G_{j,i}^{C}$는 기지국의 i위치와 단말의 j위치 사이의 전파 손실, 소규모 페이딩 등을 고려한 채널 이득을 의미한다.

[0065] 수신 신호 세기 행렬의 특정 원소의 값을 구하는 수학식 3에 포함된 각 파라미터는 실제 기지국과 단말을 배치하여 구한 것이 아니라 해당 위치에 기지국과 단말이 있다고 가정하고 시뮬레이션이나 수학적 모델링을 통해 구한 것일 수 있다.

[0066] 행렬 생성부(130)는 한 실시예로서, 저장부(120)에 미리 저장되어 있거나, 미리 계산되어 임시적으로 저장되어 있는 수신 신호 세기 행렬을 바탕으로, 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성할 수 있다.

[0067] 행렬 생성부(130)는 한 실시예로서, 수학식 4를 이용하여 신호 대 잡음비 지표 행렬($\boldsymbol{A}$)을 생성할 수 있다.

수학식 4

$$a_{j,i} = 1 \ \ if \ r_{j,i}/N_{BW} \geq \gamma$$

[0068]

[0069] $r_{j,i}$는 수신 신호 세기 행렬의 j번째 행 i번째 열의 원소, N_{BW}는 채널 대역폭을 고려한 잡음 전력, γ는 임계 신호대 잡음비를 의미한다.

[0070] 신호 대 잡음비 지표 행렬($\boldsymbol{A}$)의 j번째 행 i번째 열의 원소($a_{j,i}$)는 한 실시예로서, 각 원소가 1 또는 0만을 값으로 가질 수 있는데, 서비스 요구 위치 j에서 기지국 배치 가능 위치 i로부터 수신하는 수신 신호 세기($r_{j,i}$)를 채널 대역폭(N_{BW})으로 나눈 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값(γ)보다 크거나 같으면 1을 값으로 가지고, 보다 작으면 0을 값으로 가진다.

[0071] 셀프리 대규모 다중 안테나(cell-free massive multiple-input multiple-output: CF mMIMO) 시스템에서 각 단말은 신뢰성 향상을 위해 동시에 두 개 이상의 기지국과 링크 관계를 형성할 수 있다. 이와 유사하게, 본 발명에서 각 단말은 높은 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio: SNR)를 제공하는 M개의 기지국과 상시 링크를 형

성할 수 있다. 기지국 배치 완료 후, 단말은 영역 내 어떠한 위치에서도 임계 신호 대 잡음비 이상의 신호 세기를 제공하는 M개의 기지국으로부터 서비스를 받을 수 있다. 본 발명에서 제안하는 방법은 모든 서비스 요구 위치에서 M개 이상의 기지국으로부터 임계 신호 대 잡음비 이상의 신호 세기를 받을 수 있도록 기지국을 배치하는 방법일 수 있다.

[0072] 배치부(140)는 한 실시예로서, 미리 저장된 알고리즘을 이용하여 복수의 기지국 배치 가능 위치 중 임의의 하나의 위치를 초기 기지국 위치(최초 기지국 위치)로 설정하고, 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 초기 기지국 위치를 바탕으로, 복수의 기지국 배치 가능 위치 중에서 기지국을 배치할 위치를 결정할 수 있다.

[0073] 배치부(140)는 한 실시예로서, 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 초기 기지국 위치를 바탕으로, 서비스 요구 위치 각각에서의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수가 기준 개수(M)가 될 때까지, 기지국을 배치할 위치를 하나씩 결정할 수 있다. 기준 개수(M)는 설정에 따라 달라질 수 있는 값이다.

[0074] 배치부(140)는 한 실시예로서, 모든 서비스 요구 위치에 대해 수학식 5를 만족할 때까지 기지국을 배치할 수 있다.

수학식 5

$$\boldsymbol{a}_j \boldsymbol{z} \geq M, \forall j$$

[0075]

[0076] $\boldsymbol{a}_j = [a_{j,1}, a_{j,2}, \cdots, a_{j,L_{AP}}]$, $\boldsymbol{z} = [z_1, z_2, \cdots, z_{L_{AP}}]^T$ 이고, z_i는 위치 i에 기지국을 배치하는 것으로 결정한 경우 1이고, 그렇지 않은 경우 0의 값을 갖는 파라미터이며, M은 기준 개수이다. 즉, 여기서 $\boldsymbol{a}_j$는 j번째 서비스 요구 위치에 대한 신호 대 잡음비 지표 행렬이고, $\boldsymbol{z}$는 기지국 배치 가능 위치 각각에 대해 기지국을 배치할 것인지를 나타내는 기지국 배치 행렬이다.

[0077] 도 3은 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 과정을 도시한 도면이다.

[0078] 도 3의 한 실시예에서, 각 격자점은 단말의 서비스 요구 위치 및 기지국 배치 가능 위치를 나타낼 수 있다. 즉 제1 간격과 제2 간격이 동일한 경우의 예를 도시한 것이다.

[0079] 도 3의 한 실시예에서, 녹색의 격자점은 해당 위치의 단말이 수신한 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값 보다 큰 기지국의 수가 기준 개수(M)를 넘은 것을 나타내고, 빨간색의 격자점은 해당 위치의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값 보다 큰 기지국의 수가 기준 개수(M)를 넘지 못한 것을 나타내는 것일 수 있다.

[0080] 도 3을 참조하면, 배치부(140)는 한 실시예로서, 초기 기지국 위치를 서로 다르게 설정하고, 최초 기지국이 각 초기 기지국 위치에 배치되는 것으로 하고, 수학식 3의 조건을 만족할 때까지 기지국을 배치할 위치를 하나씩 추가적으로 결정하여 기지국 배치 조합을 도출하는 기지국 배치 동작을 병렬적으로 복수 개 수행할 수 있다.

[0081] 한 실시예로서, 제1 간격($\triangle_{AP}$)이 작은 경우, 초기 기지국 위치를 인접한 위치로 설정하면 유사한 기지국 배치 조합이 도출될 수 있다. 따라서, 배치부(140)는 한 실시예로서, 각각 병렬적으로 수행되는 복수 개의 기지국 배치 동작의 각 초기 기지국 위치를 제3 간격($\triangle_{Init}(\geq n\triangle_{AP}, n\geq 1)$) 떨어지도록 설정할 수 있다.

[0082] 한 실시예로서 배치부(140)는 복수 개의 초기 기지국 위치 선택 시에 임의로 선택할 수 있다. 제3 간격 이상 떨어진 임의의 복수 개의 기지국을 선택하여 초기 기지국 위치로 설정할 수 있다.

[0083] 다른 한 실시예에서, 배치부(140)는 우선순위를 두고 복수 개의 초기 기지국 위치를 선택할 수 있다. 예를 들면, 기지국이 배치되는 경우 신호 대 잡음비 지표 행렬($\boldsymbol{A}$)에서 1의 원소를 가장 많이 포함하는 열의 인덱스에 해당하는 기지국의 위치에 우선순위를 두고 복수 개의 초기 기지국 위치를 선택할 수 있다. 이때 해당 기지국이 이미 선택된 기지국과 제3 간격 이내인 경우에는 선택하지 않을 수 있다.

[0084] 배치부(140)는 한 실시예로서, 복수($|L_{Init}|$) 개의 초기 기지국 위치를 기반으로 하여 복수($|L_{Init}|$) 개의 기지국 배치 동작을 병렬적으로 수행하는데, 각 기지국 배치 동작은 각각에 설정된 초기 기지국 위치에 최초 기지국을

배치하고 모든 서비스 요구 위치 j에 대해 연결되는 기지국의 수 조건(수학식 3)을 만족할 때까지 기지국 배치 가능 위치 중에서 기지국을 배치할 추가적 위치를 하나씩 결정할 수 있다.

[0085] 배치부(140)는 한 실시예로서, 기지국을 배치할 위치를 선택 시에, 서비스 요구 위치 중 수학식 3의 조건을 만족하지 않는 위치의 수를 가장 많이 줄이는 위치 또는 수학식 3의 조건을 만족하는 위치의 수를 가장 많이 늘리는 위치에 기지국을 배치할 수 있다.

[0086] 도 3을 참조하면, 배치부(140)는 한 실시예로서, 복수의 격자점(10) 중 임의의 위치에 있는 제1 격자점(11)을 제1 초기 기지국 위치로 설정하고, 제1 격자점과 상이한 위치에 있는 제2 격자점(12)을 제2 초기 기지국 위치로 설정하고, 제1 격자점 및 제2 격자점과 상이한 위치에 있는 제3 격자점(13)을 제3 초기 기지국 위치로 설정할 수 있다.

[0087] 배치부(140)는 상술한 3개의 초기 기지국 위치를 기초로 병렬로 3개의 기지국 배치 동작을 수행할 수 있다.

[0088] 배치부(140)는 한 실시예로서, 각 기지국 배치 동작에서 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 각 초기 기지국 위치를 바탕으로, 격자점 위치의 서비스 요구 위치 각각에서 수신하는 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값 보다 큰 기지국의 수가 기준 개수(M)가 될 때까지, 기지국을 배치할 위치를 하나씩 추가적으로 결정할 수 있다.

[0089] 배치부(140)는 한 실시예로서, 모든 서비스 요구 위치에 대해 수신하는 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값 보다 큰 기지국의 수가 기준 개수(M)가 되면, 기지국 배치를 종료하고 기지국 배치 조합을 생성할 수 있다. 여기서 기지국 배치 조합은 서비스를 제공하기 위하여 기지국을 배치할 위치 정보를 포함한 것일 수 있다. 도 3의 예에서처럼 3개의 기지국 배치를 동시에 수행하는 경우, 각 수행된 기지국 배치 동작에서 생성하는 기지국 배치 조합은 상이할 수 있고, 기지국 배치를 완료하는 시점도 상이할 수 있다.

[0090] 배치부(140)는 한 실시예에서, 도 3에 도시된 3번의 기지국 배치 동작을 동시에 수행할 수 있지만, 다른 한 실시예에서, 도 3에 도시된 3번의 기지국 배치 동작을 순차적으로 수행할 수도 있다.

[0091] 배치부(140)는 한 실시예로서, 도 3의 3번의 기지국 배치 동작으로 획득한, 제1 기지국 배치 조합, 제2 기지국 배치 조합 및 제3 기지국 배치 조합 중 하나를 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다. 배치부(140)는 한 실시예에서, 제1 내지 제3 기지국 배치 조합 중 최소 신호 대 잡음비가 가장 큰 배치 조합을 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다.

[0092] 배치부(140)는 다른 한 실시예에서, 제1 내지 제3 기지국 배치 조합 중 사용되는 기지국 수가 가장 작은 배치 조합을 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다.

[0093] 배치부(140)는 다른 한 실시예로서, 제1 내지 제3 기지국 배치 동작을 동시에 진행하고 가장 먼저 배치를 완료하여 생성한 기지국 배치 조합을 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다. 이 경우 기지국 배치를 완료하지 못한 기지국 배치 동작은 추가 동작없이 종료할 수 있다.

[0094] 표 1은 40m×40m 영역의 기지국 배치에 대한 모의실험 결과를 나타낸다.

표 1

M		최적 알고리즘	본 발명	탐욕 알고리즘
1	필요한 기지국 갯수	7.09	8.66	10.25
	알고리즘 실행 시간 [초]	14.4292	4.6152	0.0516
2	필요한 기지국 갯수	13.44	16.58	18.51
	알고리즘 실행 시간 [초]	6271	11.7663	0.1408
3	필요한 기지국 갯수	-	24.27	26.52
	알고리즘 실행 시간 [초]	-	21.2328	0.2709

[0095]

[0096] 표 1은 40m×40m 영역에서 제1 간격과 제2 간격은 1m, 제3 간격은 5m로 설정하고, 기타 파라미터(네트워크 중심 주파수, 채널 대역폭, 방해물의 밀도 등)를 기반으로 도출한 비교 분석 결과이다.

[0097] 표 1을 참조하면, 기지국의 기준 개수(M)가 3인 경우 최적 알고리즘은 문제 복잡도로 인해 솔루션이 도출되지 않았으나 본 발명에서 제안하는 알고리즘과 탐욕 알고리즘은 솔루션을 도출할 수 있었다. 본 발명에서 제안하는 알고리즘에 병렬 탐색을 적용하는 경우, 탐욕 알고리즘만 적용하는 경우보다 향상된 결과를 도출할 수 있다. 즉, 40m×40m 영역에 서비스를 제공하기 위해 필요한 기지국의 개수가 본 발명에서 제안하는 알고리즘은 25개

정도인 반면 탐욕 알고리즘은 27개가 됨은 모의실험 결과로 확인할 수 있었다.

[0098] 도 4는 한 실시예에 따른 기지국 배치 장치의 저복잡도 기지국 배치 방법을 도시한 흐름도이다.

[0099] 도 4를 참조하면, 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 방법은 정의부(110)가 서비스하고자 하는 영역 내에서 기지국 배치 가능 위치들 및 단말의 서비스 요구 위치들을 정의하는 단계(S410), 행렬 생성부(130)가 각 서비스 요구 위치에서 기지국 배치 가능 위치의 기지국으로부터 받는 수신 신호 세기를 각 원소로 하는 수신 신호 세기 행렬을 생성하고, 생성한 수신 신호 세기 행렬을 기초로 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성하는 단계(S420), 배치부(140)가 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 임의의 위치를 초기 기지국 위치로 설정하는 단계(S430), 배치부(140)가 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 초기 기지국 위치를 바탕으로, 기지국 배치 가능 위치 중에서 기지국을 추가적으로 배치할 위치를 결정하는 단계(S440)를 포함한다.

[0100] 구체적으로 기지국 배치 가능 위치들 및 단말의 서비스 요구 위치들을 정의하는 단계(S410)는 한 실시예로서 서비스하고자 하는 영역을 기지국 배치 가능 위치를 나타내는 복수의 제1 격자점을 포함하는 제1 격자 영역으로 구획하고, 서비스하고자 하는 영역을 단말의 서비스 요구 위치가 되는 복수의 제2 격자점을 포함하는 제2 격자 영역으로 구획하여 정의할 수 있다. 이때 제1 격자점 간의 제1 간격과 제2 격자점 간의 제2 간격은 서로 상이할 수 있다.

[0101] 기지국을 추가적으로 배치할 위치를 결정하는 단계(S440)는 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 초기 기지국 위치를 바탕으로, 서비스 요구 위치 각각에서 수신하는 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수가 기준 개수가 될 때까지, 기지국을 배치할 위치를 하나씩 추가적으로 결정할 수 있다. 그리고 모든 서비스 요구 위치에서 수신하는 신호의 신호 대 잡음비가 미리 설정된 임계값보다 큰 기지국의 수가 기준 개수와 같거나 크면 배치 동작을 종료할 수 있다.

[0102] 신호 대 잡음비 지표 행렬의 각 원소는 서비스 요구 위치에 있는 단말이 기지국 배치 가능 위치에 있는 기지국으로부터 수신하는 신호의 세기가 미리 설정된 임계값보다 크거나 같으면 1을 값으로 가지고, 수신하는 신호의 세기가 미리 설정된 임계값 보다 작으면 0을 값으로 가질 수 있다. 따라서, 매 기지국을 배치할 하나의 위치를 결정하기 위하여 각 서비스 요구 위치에서 수학식 3의 조건을 만족하는 지를 용이하게 판단할 수 있다.

[0103] 단계 S410 내지 단계 S440은 위에서 설명한 저복잡도 기지국 배치 장치의 동작 내용과 동일하므로, 상세한 설명은 생략한다.

[0104] 한편 위에서 설명한 바와 같이 기지국 배치 동작은 동시에 또는 순차적으로 복수 회 시행될 수 있다. 즉, 도 4의 배치부(140)가 복수의 제1 격자점 중 임의의 위치에 있는 격자점을 초기 기지국 위치로 설정하는 단계(S430) 및 배치부(140)가 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 초기 기지국 위치를 바탕으로, 기지국 배치 가능 위치 중에서 기지국을 추가적으로 배치할 위치를 결정하는 단계(S440)를 복수 회 수행할 수 있다. 이때, 각 수행에서 설정되는 초기 기지국 위치는 서로 상이할 수 있다. 그리고, 각 수행의 결과로 생성되는 기지국 배치 결과 또한 상이할 수 있다.

[0105] 저복잡도 기지국 배치 방법은 배치부(140)가 복수 회 기지국 배치 동작에 의하여 획득한 복수 개의 기지국 배치 조합 중에서 하나를 최종 기지국 배치 조합으로 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다. 한 실시예에서 배치부(140)는 복수 개의 기지국 배치 조합 중에서 사용되는 기지국의 수가 가장 작은 배치 조합을 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다. 다른 한 실시예에서 배치부(140)는 복수 개의 기지국 배치 조합 중에서 최소 신호 대 잡음비가 가장 큰 배치 조합을 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다. 다른 한 실시예에서, 배치부(140)는 가장 빨리 기지국 배치를 완료한 동작에서 생성한 기지국 배치 조합을 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다. 다른 한 실시예에서, 배치부(140)는 복수 개의 기지국 배치 조합 중에서 사용되는 기지국의 수가 가장 작은 배치 조합이 복수 개인 경우, 이 복수 개의 사용되는 기지국의 수가 가장 작은 배치 조합 중에서 최소 신호 대 잡음비가 가장 큰 배치 조합을 최종 기지국 배치 조합으로 선택할 수 있다.

[0106] 도 5는 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 장치의 블록도이다.

[0107] 도 5를 참조하면, 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 장치(700)는 일종의 컴퓨팅 장치 또는 서버일 수 있으며, 버스(720)를 통해 통신하는 프로세서(710), 메모리(730), 사용자 인터페이스 입력 장치(760), 사용자 인터페이스 출력 장치(770), 및 저장 장치(780) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 저복잡도 기지국 배치 장치(700)는 또한 네트워크에 결합된 네트워크 인터페이스(790)를 포함할 수 있다. 프로세서(710)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU)이거나, 또는 메모리(730) 또는 저장 장치(780)에 저장된 명령을 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 메모리(730) 및 저장 장치(780)는 다양한 형태의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체를 포함

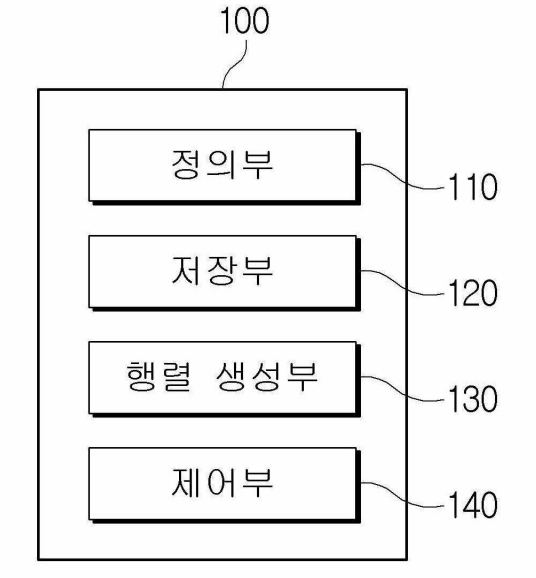
할 수 있다. 예를 들어, 메모리(730)는 ROM(read only memory)(731) 및 RAM(random access memory)(732)를 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예는 컴퓨터에 구현된 방법으로서 구현되거나, 컴퓨터 실행 가능 명령이 저장된 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체로서 구현될 수 있다. 한 실시예에서, 프로세서에 의해 실행될 때, 컴퓨터 판독 가능 명령은 본 기재의 적어도 하나의 양상에 따른 방법을 수행할 수 있다.

[0108] 한 실시예에 따른 저복잡도 기지국 배치 장치(700)는 프로세서(710) 및 메모리(730)를 포함하고, 프로세서(710)는 메모리(730)에 저장된 프로그램을 실행하여, 서비스하고자 하는 영역 내에서 기지국을 배치할 수 있는 복수의 기지국 배치 가능 위치들 및 단말이 서비스를 요구할 수 있는 복수의 서비스 요구 위치들을 정의하고, 상기 복수의 서비스 요구 위치 각각에서 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 각각에 배치될 기지국으로부터 받는 수신 신호의 세기를 각 원소로 하는 수신 신호 세기 행렬을 생성하고, 상기 수신 신호 세기 행렬을 기초로 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성하고, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 임의의 위치를 초기 기지국 위치로 설정하고, 상기 신호 대 잡음비 지표 행렬 및 상기 초기 기지국 위치를 바탕으로, 상기 복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 추가적으로 기지국을 배치할 적어도 하나의 위치를 결정하여 기지국을 배치할 위치를 결정한 이후에, 실제 이동기지국을 결정된 기지국 배치 위치로 이동시킴으로써 서비스를 실현할 수 있다.

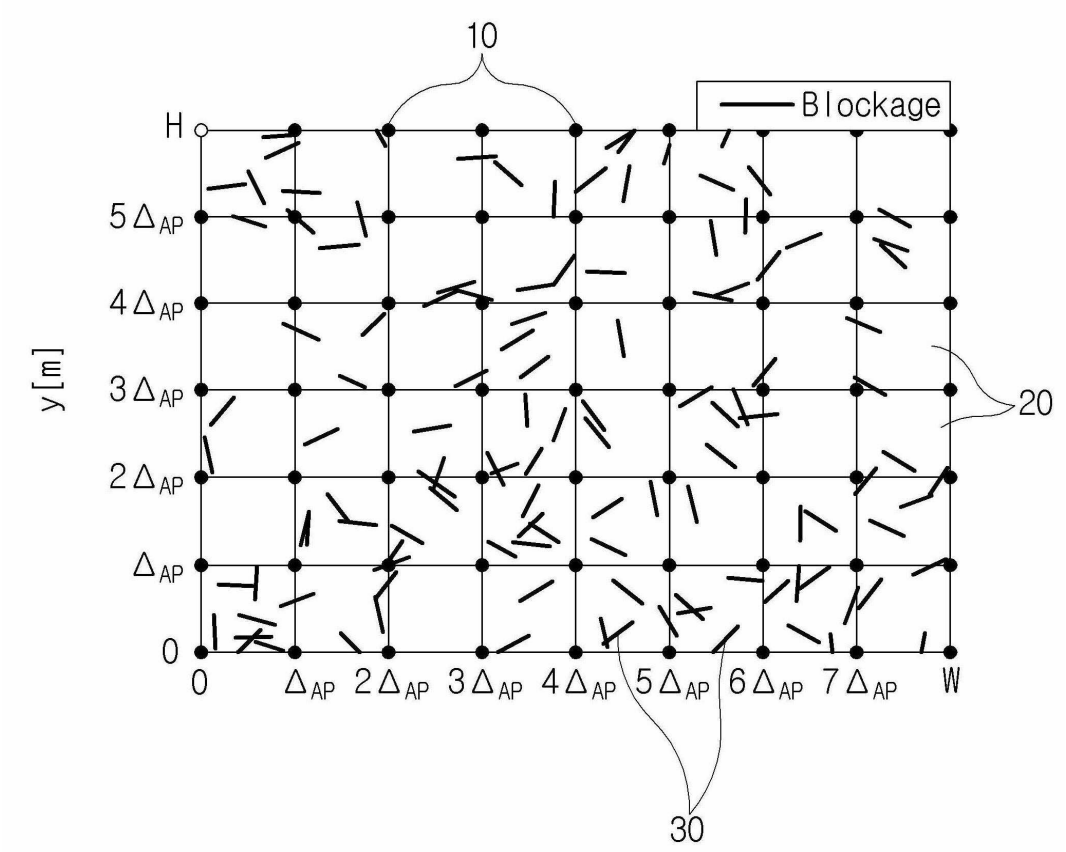
[0109] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

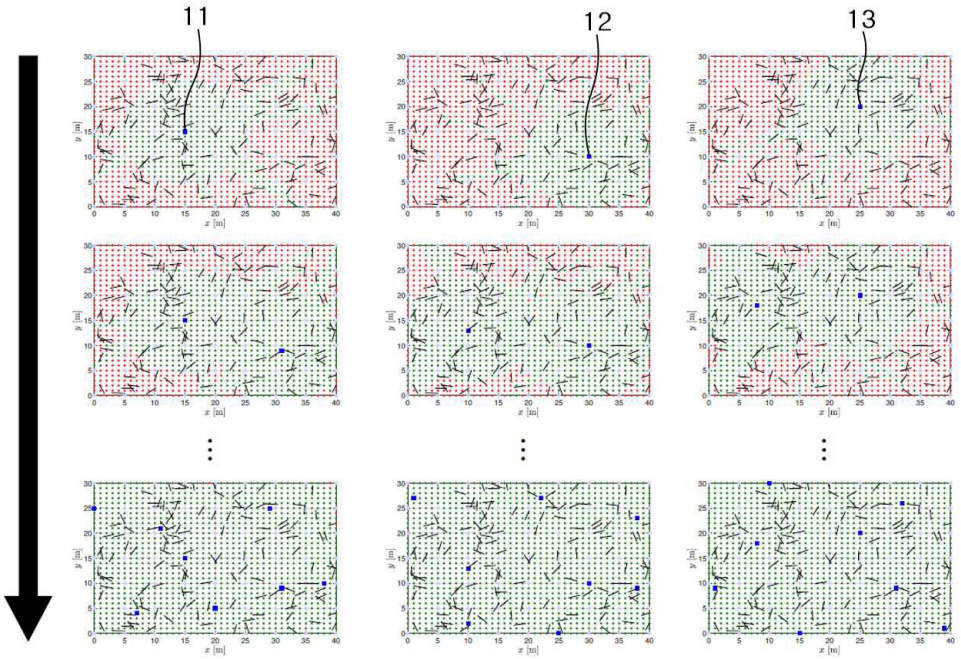
도면1



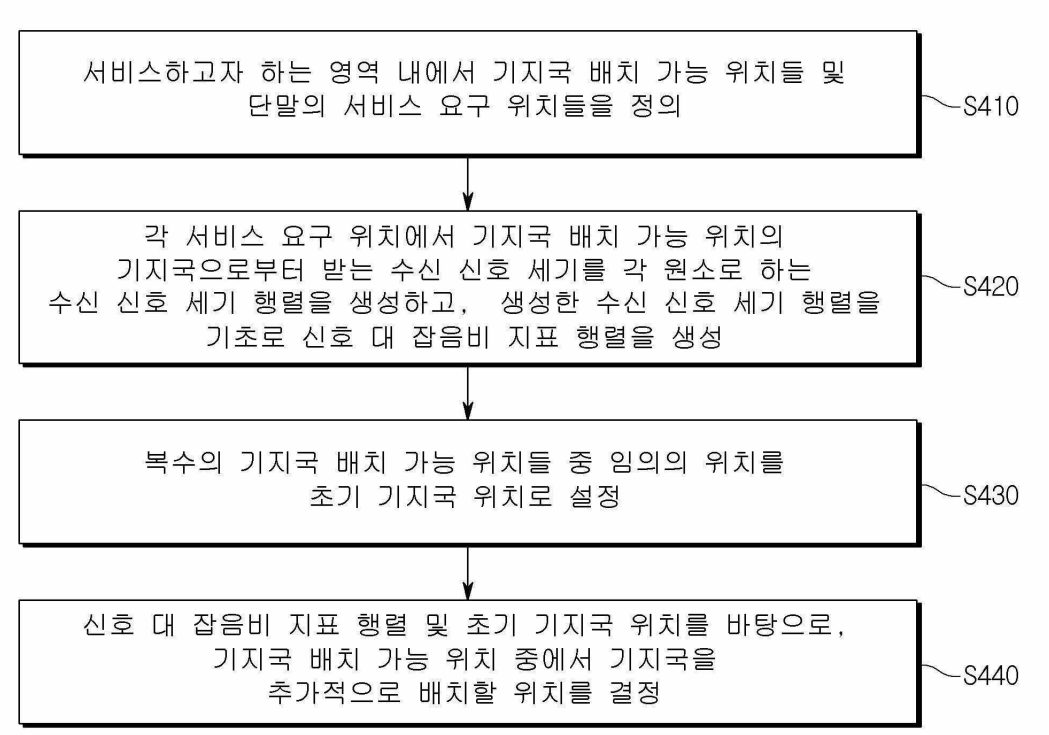
도면2


10
Blockage
H
5ΔAP
4ΔAP
3ΔAP
2ΔAP
ΔAP
0
y[m]
0
ΔAP
2ΔAP
3ΔAP
4ΔAP
5ΔAP
6ΔAP
7ΔAP
W
20
30

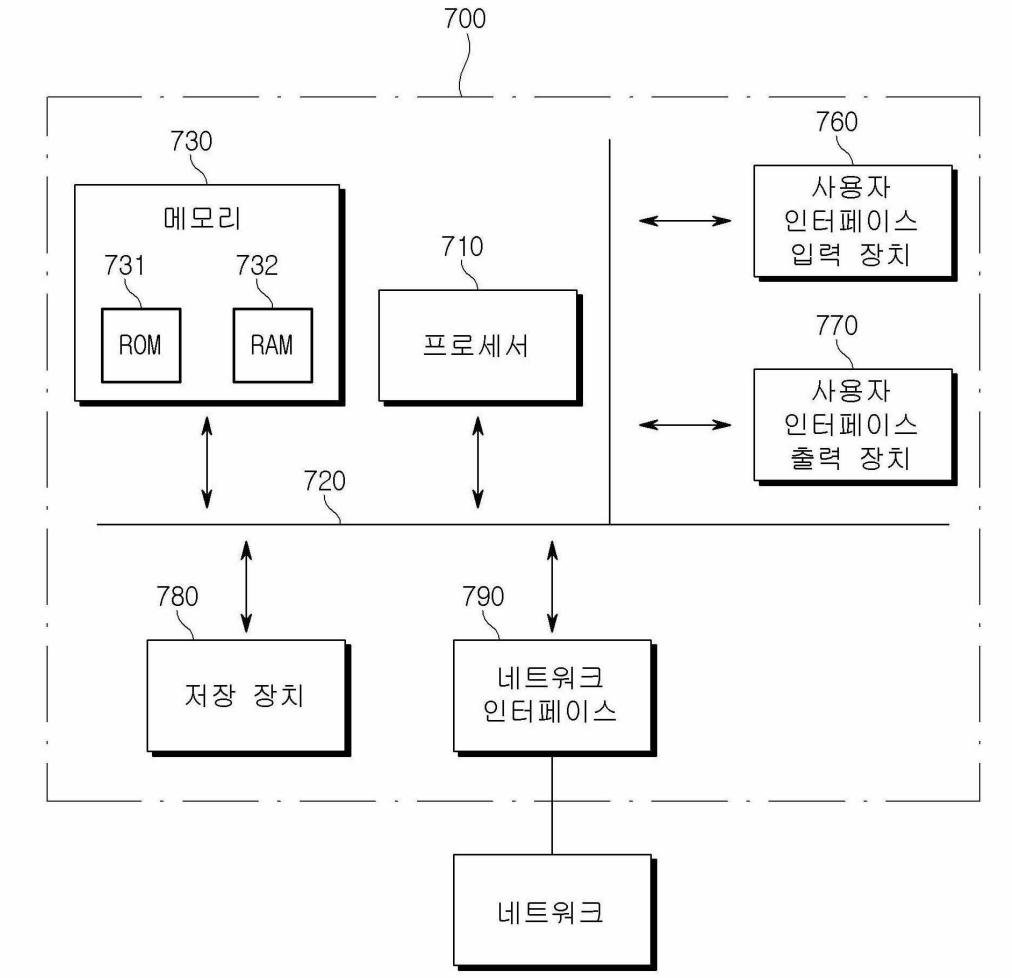
도면3


11
12
13

도면4


서비스하고자 하는 영역 내에서 기지국 배치 가능 위치들 및 단말의 서비스 요구 위치들을 정의
S410
각 서비스 요구 위치에서 기지국 배치 가능 위치의 기지국으로부터 받는 수신 신호 세기를 각 원소로 하는 수신 신호 세기 행렬을 생성하고, 생성한 수신 신호 세기 행렬을 기초로 신호 대 잡음비 지표 행렬을 생성
S420
복수의 기지국 배치 가능 위치들 중 임의의 위치를 초기 기지국 위치로 설정
S430
신호 대 잡음비 지표 행렬 및 초기 기지국 위치를 바탕으로, 기지국 배치 가능 위치 중에서 기지국을 추가적으로 배치할 위치를 결정
S440

도면5


700
730
메모리
731
ROM
732
RAM
710
프로세서
760
사용자
인터페이스
입력 장치
770
사용자
인터페이스
출력 장치
720
780
저장 장치
790
네트워크
인터페이스
네트워크