(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0080693
(43) 공개일자 2018년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 25/02 (2006.01) *H04L 5/00* (2006.01)
H04W 24/10 (2009.01) *H04W 52/14* (2009.01)
H04W 72/12 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04L 25/0224 (2013.01)
H04L 5/0048 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0000393
(22) 출원일자 2018년01월02일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020170000926 2017년01월03일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
김경숙
대전 유성구 지족로 343, 204동 1002호 (지족동, 반석마을아파트)
홍인기
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

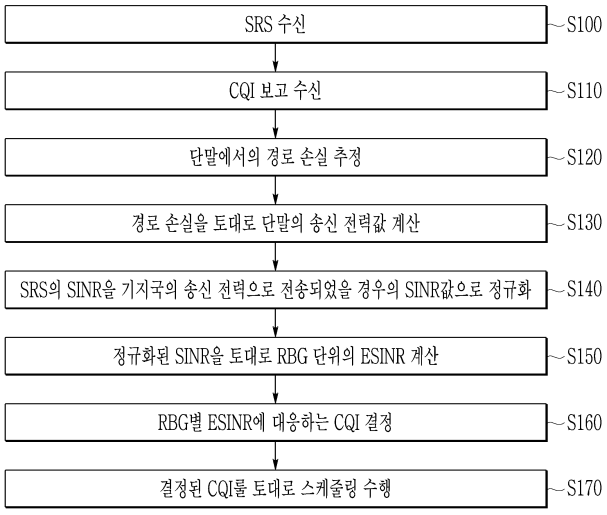
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **상향링크 사운딩 참조 신호를 이용한 스케줄링 방법 및 장치**

(57) 요 약

상향링크 사운딩 참조 신호를 이용한 스케줄링 방법 및 장치가 제공된다. 기지국은, 단말로부터 상향링크 사운딩 참조 신호를 수신하고, 채널 상태 정보를 수신하고, 단말에서의 경로 손실을 추정한다. 그리고 기지국은 추정된 경로 손실을 이용하여 상기 단말에서의 전력 제어가 제거된 상향링크 사운딩 참조 신호를 획득하고, 획득된 상기 상향링크 사운딩 참조 신호를 이용하여 채널 상태 정보를 결정하며, 결정된 채널 상태 정보에 따라 하향링크 스케줄링을 수행한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H04W 24/10 (2013.01)
H04W 52/146 (2013.01)
H04W 72/12 (2013.01)

(72) 발명자
백정연
서울특별시 관악구 광신길 160, 107동 1502호 (신림동, 신림1단지주공아파트)
김대익
대전광역시 유성구 어은로 57, 130동1505호 (어은동, 한빛아파트)
김영진
대전광역시 유성구 왕가봉로 23, 1103동 703호 (노은동, 열매마을11단지)
나지현
대전광역시 유성구 어은로 57 133동 1505호 (어은동,한빛아파트)
문정모
대전광역시 유성구 대덕대로 594, 1동 803호 (도룡동, 타워코리아나)
하재우
대구광역시 수성구 명덕로 455, 105동 1206호 (수성동3가, 수성3가롯데캐슬아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 R0101-16-0244
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(IITP)
연구사업명 방송통신산업기술개발사업
연구과제명 (대형통합) 초연결 스마트 서비스를 위한 5G 이동통신 핵심 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국전자통신연구원
연구기간 2014.03.01~2018.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

이동 통신 시스템에서 기지국이 스케줄링을 수행하는 방법으로서,

상기 기지국이, 단말로부터 상향링크 사운딩 참조 신호를 수신하고, 채널 상태 정보를 수신하는 단계;

상기 기지국이, 상기 단말에서의 경로 손실을 추정하는 단계;

상기 기지국이, 상기 추정된 경로 손실을 이용하여 상기 단말에서의 전력 제어가 제거된 상향링크 사운딩 참조 신호를 획득하는 단계;

상기 기지국이, 상기 획득된 상기 상향링크 사운딩 참조 신호를 이용하여 채널 상태 정보를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 채널 상태 정보에 따라 하향링크 스케줄링을 수행하는 단계

를 포함하는 스케줄링 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스케줄링 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게 말하자면, 이동 통신 시스템에서 상향링크 사운딩 참조 신호를 이용한 스케줄링 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 급증하는 무선 데이터 수요를 대비하기 위한 주파수의 추가 확보와 더불어 주파수를 효율적으로 이용할 수 있는 기술 도입의 필요성이 계속적으로 제기되고 있다. 이에 대한 후보 기술 중 하나가 LTE-TDD(Time Division Duplexing)이다. 상향링크와 하향링크에 동일한 주파수 대역을 사용하는 LTE-TDD는 트래픽 특성에 따라서 다양한 프레임을 구성할 수 있기 때문에 비대칭적인 자원할당이 가능하다. 그러므로 상향링크와 하향링크의 데이터 수요 상황에 따라 주파수를 효율적으로 사용할 수 있다.

[0003] LTE-TDD가 가지는 추가적인 특징은 같은 주파수 대역을 통해 전송되기 때문에 상향링크와 하향링크 간에 채널 상호호환성을 갖는다는 것이다. 따라서 상향링크와 하향링크에 전송되는 각각의 신호들이 겪는 페이딩은 큰 연관성을 갖는다. 기존 LTE-FDD(Frequency Division Duplexing)시스템에서는 기지국에서 단말에 보내지는 하향링크 채널을 추정하기 위해 단말로부터 전달되는 피드백에 의존할 수밖에 없었다. 그러나 LTE-TDD 시스템은 단말에서 기지국으로 보내지는 상향링크 채널을 기지국이 하향링크 채널로 동일하게 간주할 수 있기 때문에 더욱 정확하고 최신의 채널을 추정할 수 있다. 실제로, 상향링크 채널 추정을 위한 목적으로 보내지는 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)가 하향링크 채널 추정에도 함께 사용될 수 있다.

[0004] 또한, 기존 FDD 시스템에서 하향링크 스케줄링은 상향링크를 통해 전달되는 채널 상태 정보, CQI(Channel Quality Indicator)만을 이용하여 단말들에게 자원이 할당되는데, CQI는 주파수와 시간 측면에서 변하는 채널 상태를 예측하기에 부족하다. 하향링크 스케줄링을 위해 상향링크를 통해 전송되는 CQI 정보가 사용된다. CQI 보고는 와이드밴드(Wideband) CQI 보고와 서브밴드(Subband) CQI 보고로 나눠진다. 와이드밴드 CQI 보고는 전체 주파수 대역의 평균적인 채널 상태를 단 하나의 CQI 인덱스로 보고한다. 서브밴드 CQI는 전체 주파수 대역을 대역폭 크기에 따라 정해진 파트 개수로 나누고, 하나의 파트를 다시 정해진 서브 밴드 개수로 나눈다. 이때, 각 파트들은 CQI 주기마다 돌아가면서 CQI 인덱스를 전송하는데, 파트 내의 서브밴드들에서 결정된 CQI 인덱스 중 가장 큰 CQI 인덱스 하나만 보고된다. 이에 따라 일반적인 CQI 보고는 전체 대역의 채널 정보를 추정하기에 부족하다.

[0005] 또한, 상향링크 사운딩 참조 신호는 전력 제어를 통해 경로 손실 값이 보상되어 전송되기 때문에, 기지국에서 사운딩 참조 신호의 정확한 송신 전력을 알 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 TDD 기반의 이동 통신 시스템에서 상향링크 사운딩 참조신호를 통해 얻은 채널 정보를 이용하여 스케줄링을 수행하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 특징에 따른 스케줄링 방법은, 이동 통신 시스템에서 기지국이 스케줄링을 수행하는 방법으로서, 상기 기지국이, 단말로부터 상향링크 사운딩 참조 신호를 수신하고, 채널 상태 정보를 수신하는 단계; 상기 기지국이, 상기 단말에서의 경로 손실을 추정하는 단계; 상기 기지국이, 상기 추정된 경로 손실을 이용하여 상기 단말에서의 전력 제어가 제거된 상향링크 사운딩 참조 신호를 획득하는 단계; 상기 기지국이, 상기 획득된 상기 상향링크 사운딩 참조 신호를 이용하여 채널 상태 정보를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 채널 상태 정보에 따라 하향링크 스케줄링을 수행하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명의 실시 예에 따르면, TDD 기반의 이동 통신 시스템에서, 사운딩 참조신호를 이용하여 CQI를 선택하고 이 정보를 바탕으로 하향링크 스케줄링을 수행함으로써, 기존의 단말로부터의 CQI 보고만을 이용하여 스케줄링을 한 경우보다 채널 상황을 정확하게 예측할 수 있다. 따라서, 보다 효과적인 자원 할당이 가능하고 시스템 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서의 상향링크/하향링크 구성을 나타낸 도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 SRS(Sounding Reference Signal)를 이용한 CQI(Channel Quality Indicator) 결정을 기존의 CQI 결정과 비교한 예시도이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 스케줄링 방법의 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 스케줄링 장치의 구조도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 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 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0011] 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.

[0012] 명세서 전체에서, 단말(terminal)은, 사용자 장비(user equipment, UE), 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), 기계형 통신 장비(machine type communication device, MTC device) 등을 지칭할 수도 있고, UE, MS, MT, AMS, HR-MS, SS, PSS, AT 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.

[0013] 또한, 기지국(base station, BS)은 노드B(node B), 고도화 노드B(evolved node B, eNB), gNB, 진보된 기지국(advanced base station, ABS), 고신뢰성 기지국(high reliability base station, HR-BS), 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, NB, eNB, gNB, ABS, AP, RAS, BTS, MMR-BS, RS, RN, ARS, HR-RS, 소형 기지국 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.

[0014] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 스케줄링 방법 및 그 장치에 대하여 설명한다.

[0015] 본 발명의 실시 예에서는 TDD(Time Division Duplexing) 기반의 이동 통신 시스템에서 상향링크와 하향링크간의 채널 상호호환성을 이용하여 상향링크 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)를 통해 얻은 채널 정보를 이용하여 스케줄링을 수행한다.

[0016] SRS 채널 정보를 바로 스케줄링에 적용하는 데에는 무리가 있다. 이유는 상향링크의 경우, 기지국과 단말 사이의 거리에 상관없이 모든 단말이 같은 전력으로 수신될 수 있도록 만드는 전력제어가 포함되기 때문이다. 따라서 기지국이 수신한 SRS의 채널 정보는 경로 손실(Path loss)이 보상된 채널 값을 의미한다. SRS가 전력 제어를 통해 경로 손실 값이 보상되어 전송되는 것을 고려하여, SRS의 정확한 송신 전력을 계산하기 위해, 전력 제어를 통해 보상된 경로 손실을 추정한다. 경로 손실 추정시, CQI(Channel Quality Indicator) 특히, 하향링크 전체 주파수 대역의 평균적인 채널 정보를 알 수 있는 와이드밴드(Wideband) CQI 또는 단말이 상향링크 전송을 하는데 사용한 전력에 대한 정보를 알려주는 전력 헤드룸(Power Headroom, PHR) 보고를 이용한다. 와이드밴드 CQI 보고는 전체 주파수 대역의 평균적인 채널 상태를 단 하나의 CQI 인덱스로 보고하는 것을 나타낸다.

[0017] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서의 상향링크/하향링크 구성을 나타낸 도이다.

[0018] 첨부한 도 1에서와 같이, 단말은 SRS 전송 및 CQI 보고를 수행하며, 예를 들어, 제1 주기(예를 들어, 10ms)마다 SRS를 전송하고, 제2 주기(예를 들어, 20ms)마다 CQI 보고를 수행한다. 그리고 기지국은 수신되는 SRS와 CQI를 토대로 하향링크 스케줄링을 수행한다. 여기서 기지국의 하향링크 스케줄링 주기는 예를 들어, 5ms일 수 있다.

[0019] 기지국은 SRS를 수신하여 스케줄링을 수행하기 전에, 단말에서의 경로 손실을 추정하는데, 경로 손실 추정시 전력 헤드룸 보고를 이용하거나 와이드밴드 CQI를 이용한다.

[0020] 먼저, 전력 헤드룸 보고를 이용하여 경로 손실을 추정하고 이를 토대로 SRS의 송신 전력을 계산하고, 계산된 SRS를 이용하여 채널 정보를 선택하는 방법에 대하여 설명한다.

[0021] 단말은 SRS를 전송하기 전에 하향링크 CRS(Cell Reference Signal)를 통해 경로 손실을 추정하고 다음과 같은 전력 제어 식을 토대로 상향링크 송신 전력을 결정한다.

수학식 1

[0022] $$P_{SRS} = \min\{P_{CMAX,c},\ P_0 + \alpha \cdot PL_{DL} + 10 \cdot \log_{10}(M_{SRS}) + P_{SRS_OFFSET} + \sigma\} \ [\text{dBm}]$$

[0023] 여기서, $P_{CMAX,\ c}$는 최대 전력 제어값으로 예를 들어, 23이고, P_0는 초기 전력값으로 예를 들어, -72이고, α는 임의 값으로 예를 들어, 0.7이며, M_{SRS}는 SRS가 전송된 자원블록(Resource Block, RB)의 개수이며, 예를 들어, 48(RB)일 수 있다. P_{SRS_PFFSET}는 오프셋 값이고, PL_{DL}는 하향링크 경로 손실을 나타내며, P_{SRS}는 SRS의 상향링크 송신 전력을 나타낸다.

[0024] 단말은 이와 같이 결정된 상향링크 송신 전력을 토대로 전력 헤드룸(Power Headroom) 보고를 수행한다. 전력 헤드룸 보고는 단말이 기지국에 보내는 정보로, 단말이 전송 가능한 최대 송신전력과 실제 송신 전력의 차이 값(PH_{type1})으로 결정된다. 차이값을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

수학식 2

[0025] $$PH_{type1} = P_{CMAX,c} - \{P_0 + \alpha \cdot PL_{DL} + 10 \cdot \log_{10}(M_{SRS})\} \ [\text{dBm}]$$

[0026] 단말은 차이값에 대응하는 값을 포함하는 전력 헤드룸 보고를 수행한다.

[0027] 전력 헤드룸 보고에 포함되는 차이값별 값은 다음 표 1과 같을 수 있다.

표 1

[0028]

Reported value	Measured quantity value(dB)
POWER_HEADROOM_0	-23 ≤ PH < -22
POWER_HEADROOM_1	-22 ≤ PH < -21
POWER_HEADROOM_2	-21 ≤ PH < -20
POWER_HEADROOM_3	-20 ≤ PH < -19
POWER_HEADROOM_4	-19 ≤ PH < -18
POWER_HEADROOM_5	-18 ≤ PH < -17
…	…
POWER_HEADROOM_57	34 ≤ PH < 35
POWER_HEADROOM_58	35 ≤ PH < 36
POWER_HEADROOM_59	36 ≤ PH < 37
POWER_HEADROOM_60	37 ≤ PH < 38
POWER_HEADROOM_61	38 ≤ PH < 39
POWER_HEADROOM_62	39 ≤ PH < 40
POWER_HEADROOM_63	PH ≥ 40

[0030] 기지국은, 단말에서 전송되는 최대 송신전력과 실제 상향링크 송신 전력 사이의 차이값에 대응하는 값을 포함하는 전력 헤드룸 보고를 수신한다. 전력 헤드룸 보고에 포함된 값을 설명의 편의상 전력 헤드룸 정보라고 명명한다.

[0031] 기지국은 수신된 단말의 전력 헤드룸 정보를 토대로 경로 손실을 역으로 추정한다. 추정된 경로 손실을 토대로 실질적인 단말의 송신 전력 값을 계산한다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

수학식 3

$$PL_{Estimation} = \alpha^{-1} \cdot \{P_{CMAX,C} - PH - P_{0,PUSCH} - 10 \cdot \log_{10}(M_{SRS})\} \quad [\text{dBm}]$$

[0032]

$$\tilde{P}_{SRSTx} = P_0 + \alpha \cdot PL_{Estimation} + 10 \cdot \log_{10}(M_{SRS}) \quad [\text{dBm}]$$

[0033] 여기서, $PL_{Estimation}$ 는 추정된 경로 손실을 나타내며, $\tilde{P}_{SRSTx}$ 는 추정된 경로 손실을 토대로 계산된 단말의 송신 전력 값을 나타낸다. 여기서, $PH = PHR(6bits) - 22.5$ 이며, 예를 들어, $P_{SC} = 30$ 이고, $p_{sc,subcarrier} = 10^{P_{SC}/10}/600$ 일 수 있다.

[0034] 경로 손실을 고려한 단말의 송신 전력 값을 획득한 후, 기지국은 단말이 SRS를 송신하는데 사용한 송신 전력 값을 토대로 SINR(signal-to-interference-plus-noise ratio)을 정규화(normalization)하는 과정을 수행한다. 단말과 기지국의 송신 전력이 다르기 때문에, SRS의 SINR을 기지국의 송신 전력으로 전송되었을 경우의 SINR로 정규화해 주는 과정을 수행한다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

수학식 4

$$K_{SRStoSC} = \frac{10^{P_{sc,subcarrier}/10}}{10^{\tilde{P}_{SRSTx,subcarrier}/10}}$$

[0035] $$SINR_{SRStoSC} = \widetilde{SINR}_{SRS} \cdot K_{SRStoSC}$$

[0036] 여기서, $P_{sc,subcarrier}$ 는 기지국의 서브캐리어당 전력을 나타내며, $\tilde{P}_{SRSTx,subcarrier}$ 는 전력 제어된 SRS의 서브캐리어당 전력을 나타내고, $\widetilde{SINR}_{SRS}$ 는 단말에서 전력 제어한 후 SRS를 송신하였을 때 기지국에서 계산한 SRS의 SNIR을 나타낸다.

[0037] 전력 제어된 SRS의 서브캐리어당 전력($\tilde{P}_{SRSTx,subcarrier}$)을 기지국의 송신 전력인 서브캐리어당 전력($P_{sc,subcarrier}$)으로 나누어서 변수($K_{SRStoSC}$)를 획득하며, $\widetilde{SINR}_{SRS}$ 에 변수($K_{SRStoSC}$)를 곱하여, SINR 값($SINR_{SRStoSC}$)을 획득한다. 즉, 단말에서 전력 제어한 후 SRS를 송신하였을 때 기지국에서 계산한 SRS의 SNIR($\widetilde{SINR}_{SRS}$)을 기지국의 송신 전력으로 전송되었을 경우의 SINR 값($SINR_{SRStoSC}$)으로 정규화한다.

[0038] 이와 같이 획득된 SINR 값으로 유효 SINR 값(Effective SINR, ESBIR)을 계산하고, ESINR을 토대로 CQI를 결정한다. 이때, 단말이 하향링크의 ESINR을 이용하여 CQI를 선택하는 방법(예를 들어, 단말에서 10% ESINR을 기준으로 CQI를 결정하는 것)과 동일한 방법으로 CQI를 선택할 수 있다. 예를 들어, 표 2와 같이, 10% ESINR을 토대로 CQI가 매핑될 수 있다.

표 2

[0039]

CQI Index	10% ESINR
0	-8.446
1	-7.446
2	-6.446
3	-5.446
4	-4.446
5	-3.446
6	-2.446
7	-1.446
8	-0.446
9	0.554
10	1.554
11	2.554
12	3.554
13	4.554
14	5.554
15	6.554
16	7.554
17	8.554
18	9.554
19	10.554

[0040] SINR 값($SINR_{SRStoSC}$)을 토대로 RBG(resource block group) 단위로 SRS의 ESINR을 계산한다. 그리고 계산된 ESINR에 대응하는 CQI를 예를 들어, 표 2를 토대로 결정한다. 결과적으로, SRS를 이용한 RBG 단위의 CQI가 결정된다.

[0041] 다음에는, 와이드밴드 CQI 보고를 이용하여 경로 손실을 추정하고 이를 토대로 SRS의 송신 전력을 계산하고, 계산된 SRS를 이용하여 채널 정보를 선택하는 방법에 대하여 설명한다.

[0042] 단말은 SRS를 전송하기 전에 하향링크 CRS를 통해 경로 손실을 추정하고 위의 수학식 1과 같은 전력 제어식을 토대로 상향링크 송신 전력을 결정하고, 결정된 상향링크 송신 전력에 따라 SRS를 전송한다. 여기서는 별도의 전력 헤드룸 보고가 요구되지 않는다.

[0043] 단말은 주기적 또는 비주기적으로 채널 상태 보고를 수행한다. 채널 상태 보고시 와이드밴드 CQI 보고가 포함되며, 기지국은 단말로부터 수신한 와이드밴드 CQI 보고를 토대로 경로 손실을 추정한다. CQI는 채널의 SINR 값을 기준으로 선택되기 때문에, 와이드밴드 CQI 보고에 포함된 CQI 인덱스를 알면 하향링크 전 대역의 평균적인 SINR 정보를 유추할 수 있다.

[0044] TDD의 상향링크와 하향링크가 동일한 채널을 갖는 특징을 이용하여 다음과 같이 경로 손실을 추정한다.

수학식 5

[0045] $$(\alpha \cdot PL_{Estimation})_{linear} = \frac{p_{sc,subcarrier}}{\overline{SINR}_{DL}} \cdot \frac{SINR_{SRS}}{p_0 \cdot M_{SRS}}$$

[0046] 여기서, 상향링크와 하향링크의 노이즈+간섭크기는 동일한 것으로 가정한다.

[0047] 그리고, $\overline{SINR}_{DL} = 10\%\ ESINR_{Wideband\ CQI}$ 이며, 표 2를 참조할 수 있다. 또한, 다음과 같은 조건이 만족된다.

수학식 6

[0048] $$\frac{\overline{SINR}_{DL}}{SINR_{SRS}} = \frac{\|h_{DL}{}^2\| \cdot p_{sc,subcarrier}/N_0 + I}{\|h_{UL}{}^2\| \cdot \tilde{p}_{srs,subcarrier}/N_0 + I} = \frac{\|h^2\| \cdot p_{sc,subcarrier}}{\|h^2\| \cdot p_0 \cdot (\alpha \cdot PL_{DL})_{linear} \cdot M_{SRS}}$$

[0049] 수학식 5를 토대로 추정된 경로 손실을 토대로 다음과 같이 단말의 송신 전력 값을 계산한다.

수학식 7

[0050] $$\tilde{P}_{SRSTx} = P_0 + \alpha \cdot PL_{Estimation} + 10 \cdot \log_{10}(M_{SRS}) \quad [\text{dBm}]$$

[0051] 경로 손실을 고려한 단말의 송신 전력 값을 획득한 후, 기지국은 송신 전력 값을 토대로 SINR 정규화 과정을 수행한다. 위의 수학식 4를 토대로, SRS의 SINR을 기지국의 송신 전력으로 전송되었을 경우의 SINR로 정규화해 주는 과정을 수행하여, SINR 값($SINR_{SRStoSC}$)을 획득한다.

[0052] SINR 값($SINR_{SRStoSC}$)을 토대로 RBG 단위로 SRS의 ESINR을 계산한다. 그리고 계산된 ESINR에 대응하는 CQI를

결정한다(예를 들어, 표 2를 토대로 CQI 결정).

[0053] 위에 기술된 바와 같이, 단말이 상향링크 전송을 하는데 사용한 전력에 대한 정보를 알려주는 전력 헤드룸 보고를 이용하여 경로 손실을 추정하거나 하향링크 전체 주파수 대역의 평균적인 채널 정보를 알 수 있는 와이드밴드 CQI를 이용하여 경로 손실을 추정할 수 있다. 그리고 이와 같이 추정된 경로 손실을 토대로 단말의 SRS 송신 전력 값을 구하고 이를 토대로 SRS의 SINR을 기지국의 송신 전력으로 전송되었을 경우의 SINR로 정규화하여, SINR 값을 획득하고, 획득한 SINR 값을 토대로 RBG 단위로 SRS의 ESINR을 계산한다. 그리고 계산된 ESINR에 대응하는 CQI를 결정한다.

[0054] 기지국에서의 경로 손실 추정이 중요한 이유는 기지국이 수신한 SRS는 전 주파수 대역의 채널 정보의 상대적인 값을 나타낼 수 있지만 전력 제어의 영향으로 절대적인 채널의 상태는 결정할 수 없기 때문이다. 그러나 본 발명의 실시 예에 따르면 추정된 경로 손실을 토대로 전 주파수 대역의 절대적인 채널 상태 값 또한 계산할 수 있다.

[0055] 이와 같이, 전력 제어효과가 제거된 SRS를 이용하여 전 주파수 대역의 채널 정보를 스케줄링 단위인 RBG마다, 기존의 CQI 보고 주기보다 더 짧은 주기로 CQI를 기지국이 직접 결정할 수 있다. SRS를 이용하여 RBG 단위로 CQI 인덱스를 결정할 경우, 채널의 시간/주파수 선택적 측면을 모두 고려하여 채널 정보를 도출 할 수 있으므로, 채널 상황에 적합한 효과적인 스케줄링이 가능하다.

[0056] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 SRS를 이용한 CQI 결정을 기존의 CQI 결정과 비교한 예시도이다. 구체적으로, 도 2는 기존의 서브밴드 CQI 보고를 이용하여 결정된 전 주파수 대역의 CQI 인덱스와, 본 발명의 실시 예에 따른 SRS를 이용하여 결정된 CQI 인덱스를 비교한 도이다. 여기서, 시스템 대역폭은 10Mhz이고, CQI 보고 주기를 20ms인 것으로 가정한다.

[0057] 서브밴드 CQI 보고 방법에 따라 전체 파트 중 첫 CQI 보고 타이밍에 첫 번째 파트에서 하나의 CQI 인덱스가 보고된다. 이때, CQI 인덱스에 대응하는 CQI 값은 파트를 구성하는 서브밴드들 중 가장 큰 CQI 값이므로, CQI가 보고되지 않는 나머지 서브밴드에 대한 정보는 반영되어 있지 않다. 그러나 본 발명의 실시 예에 따른 SRS를 이용한 CQI 결정에 따르면, 시스템 대역폭 전체에 해당하는 RBG별로 CQI가 각각 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 2에서 서브프레임 1에서, 기존의 서브밴드 CQI 보고에 따라 파트 0에 대하여 "12"의 CQI 인덱스만이 보고되는데 반해, 본 발명의 실시 예에 따르면, 파트 0에 대응하는 RBG(RBG 0~RBG 5)별로 "11, 12, 13, 10, 10, 13"의 CQI 인덱스가 각각 결정된다.

[0058] 또한, 서브밴드 CQI 보고의 경우, 각 파트의 CQI 보고에 대해 나머지 파트들의 CQI 보고 순서를 거친 이후에 CQI 보고 타이밍이 도래한다. 도 2에서, 예를 들어, 서브프레임 1에서 파트 0의 CQI 보고가 된 경우 서브프레임 21, 서브프레임 41에서 각각 나머지 두 파트(파트 1, 파트 2)의 CQI가 보고된 다음에, 서브프레임 61에서 그 다음 파트 0번의 CQI 보고가 이루어진다(예를 들어, CQI 보고 주기는 20ms임). 그러나 본 발명의 실시 예에 따라 SRS를 이용한 CQI의 경우, SRS의 주기인 10ms마다 전 주파수 대역 모두 CQI가 업데이트 되기 때문에, 주파수 선택적인 측면과 시간 선택적인 측면을 모두 반영하여 CQI를 결정할 수 있다. 결과적으로, SRS를 이용하여 CQI를 선택하고 이 정보를 바탕으로 하향링크 스케줄링을 하였을 때, 기존의 단말로부터의 CQI 보고만을 이용하여 스케줄링을 한 경우보다 채널 상황을 정확하게 예측할 수 있고, 보다 효과적으로 자원 할당이 가능하며, 시스템 성능을 향상시킬 수 있다.

[0059] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 스케줄링 방법의 흐름도이다.

[0060] 기지국은 단말로부터 전송되는 SRS를 수신하고(S110), 단말로부터 채널 상태 정보에 대응하는 CQI 보고를 수신한다(S110).

[0061] 기지국은 스케줄링을 위해, 단말에서의 경로 손실을 추정한다(S120). 이때, 기지국은 위에 기술된 바와 같이 단말로부터 수신된 전력 헤드룸 보고를 이용하거나 와이드밴드 CQI를 이용하여 경로 손실을 추정한다.

[0062] 이후, 기지국은 추정된 경로 손실을 이용하여 단말에서의 전력 제어 효과가 제거된 SRS를 획득한다. 이를 위해, 기지국은 추정된 경로 손실을 이용하여 단말이 SRS를 송신하는데 사용한 송신 전력값을 계산하고(S130), 송신 전력값을 이용하여 SRS의 SINR을 기지국의 송신 전력으로 전송되었을 경우의 SINR로 정규화한다. 즉, 단말에서 송신 전력값에 따라 전력 제어한 후 SRS를 송신하였을 때 기지국에서 계산한 SRS의 SNIR을 기지국의 송신 전력으로 전송되었을 경우의 SINR 값으로 정규화한다(S140).

[0063] 이후, 기지국은 전력 제어효과가 제거된 SRS를 이용하여 채널 정보를 결정한다. 즉, 전력 제어 효과가 제거된

SRS를 이용하여 스케줄링 단위인 RBG 단위로 채널 정보 즉, CQI를 결정한다.

[0064] 구체적으로, 획득된 SINR 값을 토대로 스케줄링 단위인 RBG 단위로 ESBIR을 계산하고(S150), 계산된 ESINR에 대응하는 CQI를 결정한다(S160). 결과적으로, SRS를 이용한 RBG 단위의 CQI가 결정된다.

[0065] 기지국은 결정된 채널 정보를 이용하여 하향링크 스케줄링을 수행한다(S170).

[0066] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 스케줄링 장치의 구조도이다.

[0067] 첨부한 도 4에 도시되어 있듯이, 본 발명의 실시 예에 따른 스케줄링 장치(100)는, 프로세서(110), 메모리(120) 및 송수신기(130)를 포함한다. 프로세서(110)는 위의 도 1 내지 도 3을 토대로 설명한 방법을 구현하도록 구성될 수 있다. 여기서는 위의 방법과 유사한 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.

[0068] 메모리(120)는 프로세서(110)와 연결되고 프로세서(110)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. 메모리(120)는 프로세서의 내부 또는 외부에 위치할 수 있고, 메모리는 이미 알려진 다양한 수단을 통해 프로세서와 연결될 수 있다. 메모리는 다양한 형태의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체이며, 예를 들어, 메모리는 읽기 전용 메모리(read-only memory, ROM) 또는 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM)를 포함할 수 있다.

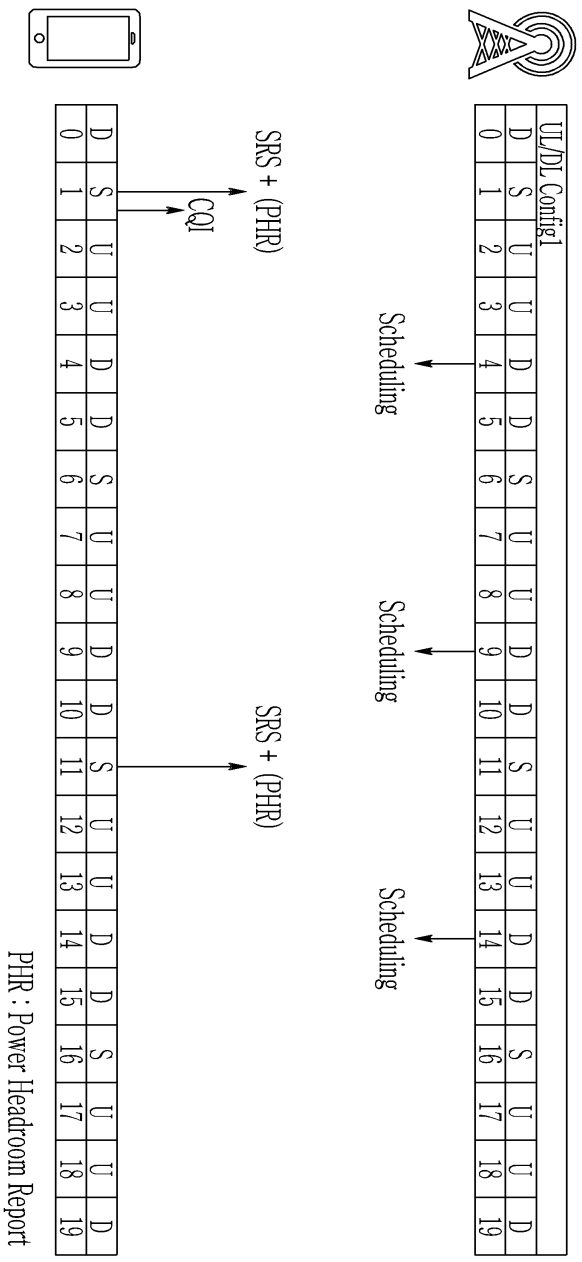
[0069] 송수신기(130)는 프로세서(110)와 연결되며 무선 신호를 송신 또는 수신한다.

[0070] 본 발명의 실시 예는 이상에서 설명한 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시 예의 구성에 대응하는 기능을 실현하기 위한 프로그램, 그 프로그램이 기록된 기록 매체 등을 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.

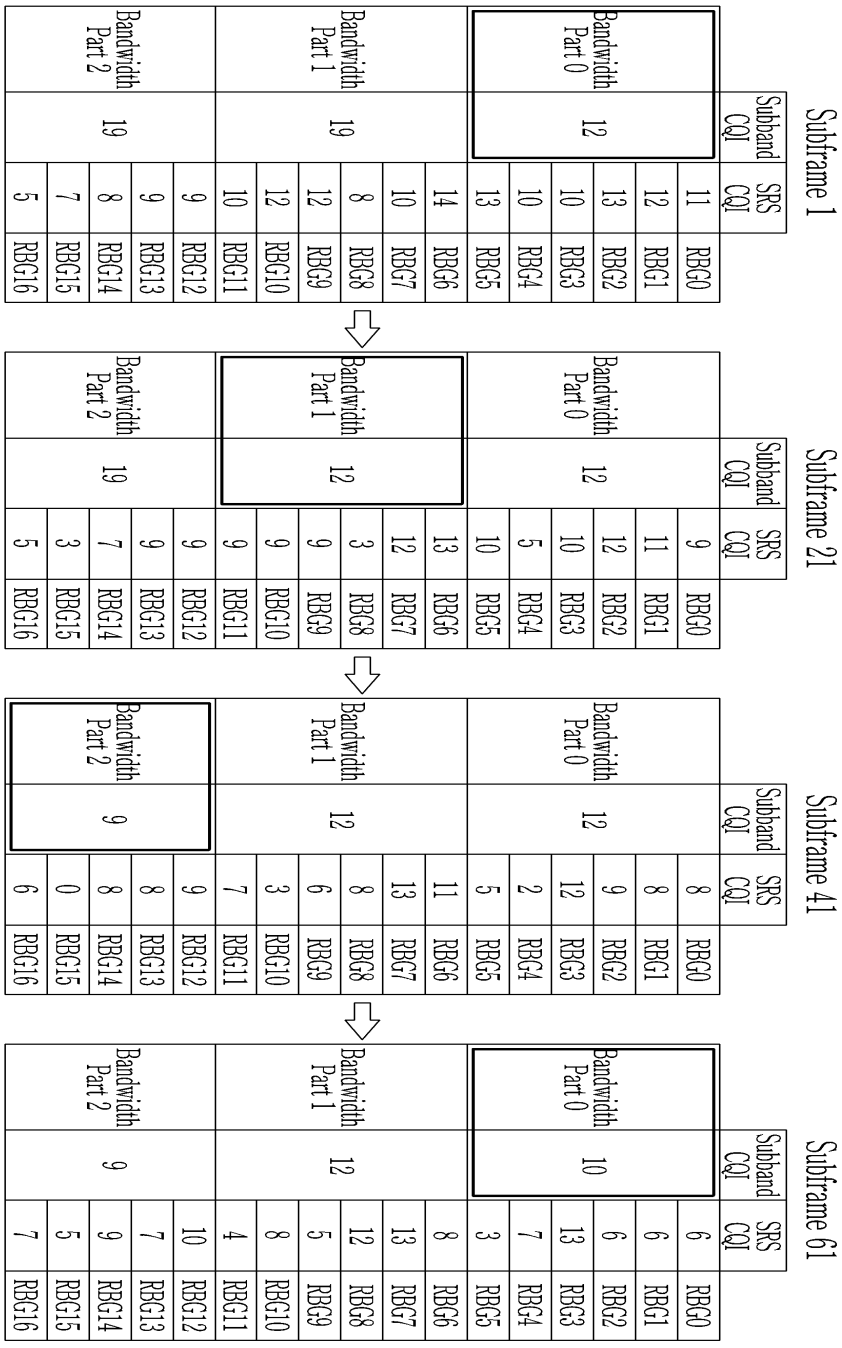
[0071] 이상에서 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

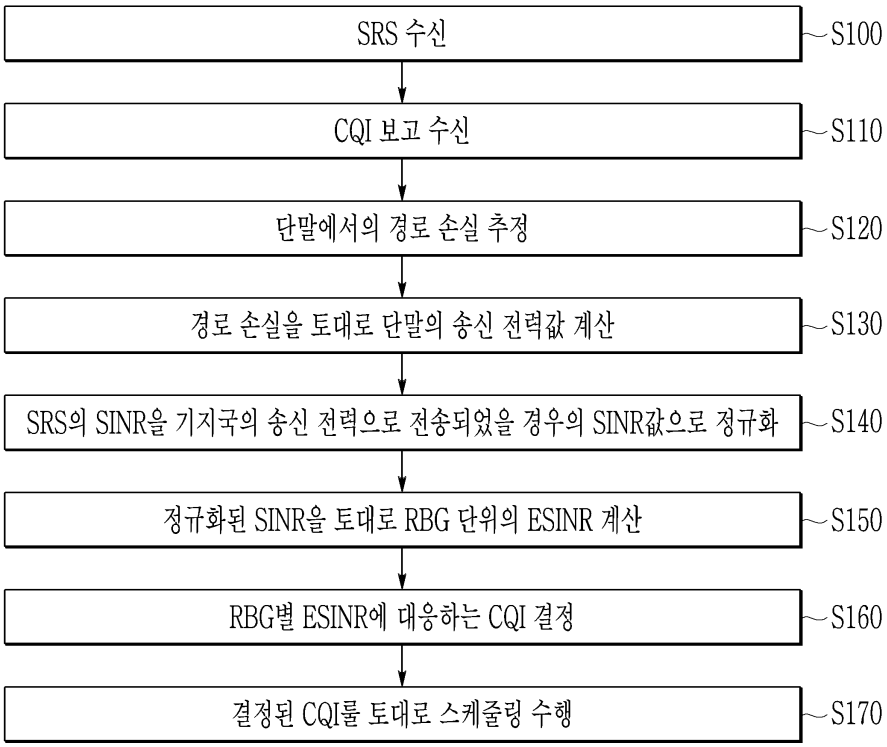
도면1


UL/DL Config1
D S U U U D D S U U D D D S U U D D S
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Scheduling
Scheduling
Scheduling
SRS + (PHR)
CQI
SRS + (PHR)
PHR : Power Headroom Report

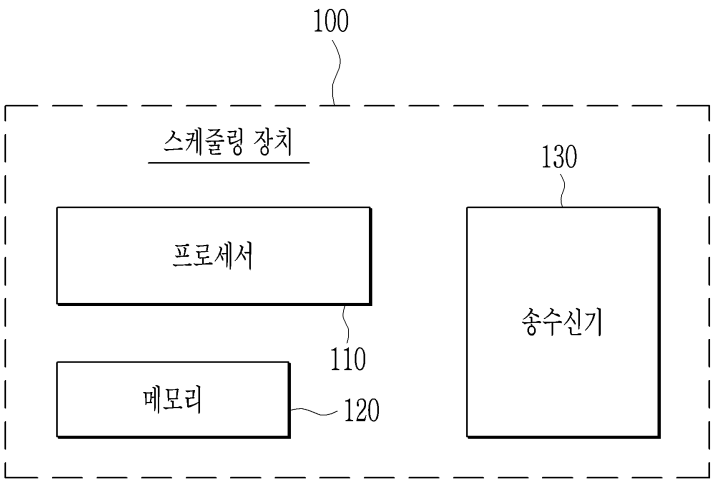
도면2


Subframe 1
Subband CQI
SRS CQI
Bandwidth Part 0
Bandwidth Part 1
Bandwidth Part 2
RBG0 RBG1 RBG2 RBG3 RBG4 RBG5 RBG6 RBG7 RBG8 RBG9 RBG10 RBG11 RBG12 RBG13 RBG14 RBG15 RBG16
Subframe 21
Subframe 41
Subframe 61

도면3


SRS 수신
S100
CQI 보고 수신
S110
단말에서의 경로 손실 추정
S120
경로 손실을 토대로 단말의 송신 전력값 계산
S130
SRS의 SINR을 기지국의 송신 전력으로 전송되었을 경우의 SINR값으로 정규화
S140
정규화된 SINR을 토대로 RBG 단위의 ESINR 계산
S150
RBG별 ESINR에 대응하는 CQI 결정
S160
결정된 CQI를 토대로 스케줄링 수행
S170

도면4


100
스케줄링 장치
130
프로세서
송수신기
110
메모리
120