

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5711827号

(P5711827)

(45) 発行日 平成27年5月7日 (2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月13日 (2015.3.13)

(51) Int. Cl.		F 1	
HO 4W 72/12	(2009.01)	HO 4W 72/12	
HO 4W 16/26	(2009.01)	HO 4W 16/26	
HO 4W 24/10	(2009.01)	HO 4W 24/10	
HO 4J 11/00	(2006.01)	HO 4J 11/00	Z

請求項の数 14 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2013-555768 (P2013-555768)	(73) 特許権者	503148270
(86) (22) 出願日	平成23年3月3日 (2011.3.3)		テレコム・イタリア・エッセ・ピー・アー
(65) 公表番号	特表2014-508476 (P2014-508476A)		イタリア国 20123 ミラノ、ヴィア
(43) 公表日	平成26年4月3日 (2014.4.3)		・ガエターノ・ネグリ 1
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/053221	(74) 代理人	100140109
(87) 国際公開番号	W02012/116754		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開日	平成24年9月7日 (2012.9.7)	(74) 代理人	100075270
審査請求日	平成25年10月31日 (2013.10.31)		弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100101373
			弁理士 竹内 茂雄
		(74) 代理人	100118902
			弁理士 山本 修
		(74) 代理人	100120112
			弁理士 中西 基晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中継器ノードを持つOFDMAワイヤレス・ネットワークのためのリンク・スケジューリング・アルゴリズム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つのネットワーク・セル (110) を含むワイヤレス通信ネットワーク (100) 内のリンクのアクティブ化をスケジューリングする方法 (200) であって、前記少なくとも1つのネットワーク・セルは、前記ネットワーク・セルにわたる無線カバレッジを提供する基地局 (105) と、前記基地局と前記ネットワーク・セル内の対応する少なくとも1つのユーザ機器 (115) とを通信させる少なくとも1つの中継器ノード (120) とを含み、前記少なくとも1つの中継器ノードは、アクセス・リンクを介して前記ユーザ機器と通信し、バックホール・リンクを介して前記基地局と通信するように構成され、前記方法は、

前記少なくとも1つの中継器ノードに関して、前記中継器ノードと関連する前記ユーザ機器のステータスを示すステータス情報に従って、アクセス・リンク容量を概算する段階 (205) と、

前記ステータス情報に従って、前記少なくとも1つの中継器ノードのバックホール・リンク容量を概算する段階 (210) と、

前記少なくとも1つの中継器ノードに関して、前記アクセス・リンク容量と前記バックホール・リンク容量との比較に基づいて、所定の時間間隔において、前記バックホール・リンクと前記アクセス・リンクとの何れかがアクティブ化されるように、バックホール・リンク・アクティブ化とアクセス・リンク・アクティブ化との何れかをスケジューリングする段階 (215) と

を含み、前記少なくとも1つの中継器ノードのバックホール・リンク容量を概算する前記段階(210)は、前記バックホール・リンクにおいて前記少なくとも1つの中継器ノードの物理リソース・ブロックを仮想的に割り当てるステップ(415、515～575)を更に含み、1より多くの中継器ノードが存在する場合、前記バックホール・リンクにおいて仮想的に割り当てる前記ステップは、各中継器ノードにおいて、全ての物理リソース・ブロックが中継器ノードへ仮想的に割り当てられるまで、または全ての中継器ノードが考慮されるまで、反復され、それぞれの反復は、

それぞれのアクセス・リンク容量よりも大きいバックホール・リンク容量を達成することができるであろう中継器ノードとして、バックホール可能中継器ノードを評価するステップ(520～530)と、

それぞれの所与のバックホール可能中継器ノードに関して、他のバックホール可能中継器ノードに関しての、前記所与のバックホール可能中継器ノードへ現在使用可能な物理リソース・ブロックを割り当てることから導き出される利点を示すスコア・パラメータを計算するステップ(540)と、

最大のスコア・パラメータを有する前記バックホール可能中継器ノードを選択し(545～550)、選択された前記バックホール可能中継器ノードへ、必要な物理リソース・ブロックを仮想的に割り当てるステップ(555)であって、前記必要な物理リソース・ブロックは、選択された前記バックホール可能中継器ノードの最大容量を達成することができる物理リソース・ブロックの量を表す、ステップと、

割り当てられた前記必要な物理リソース・ブロックに基づいて、選択された前記バックホール可能中継器ノードの前記バックホール・リンク容量を得るステップ(560)であって、所与の反復で選択された前記バックホール可能中継器ノードが、後続の反復において考慮されなくなる(575)、ステップと

を含む、方法。

#### 【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、前記少なくとも1つの中継器ノードに関して、アクセス・リンク容量を概算する前記段階(205)は、前記アクセス・リンクにおいて、前記中継器ノードと関連する前記少なくとも1つのユーザ機器へ物理リソース・ブロックを仮想的に割り当てるステップ(330～370)と、割り当てられるそれぞれの物理リソース・ブロックに対して、前記アクセス・リンクにおいて仮想的に割り当てる前記ステップを反復するステップとを含み、それぞれの反復において、前記アクセス・リンクにおいて仮想的に割り当てる前記ステップは、

前記少なくとも1つのユーザ機器に関して、考慮される前記ユーザ機器が割り当てられた所与の物理リソース・ブロックを使用するための考慮される前記ユーザ機器の容量を示すブロック使用容量パラメータを計算するステップ(335)と、

1より多くのユーザ機器が前記中継器ノードと関連している場合、最大のブロック使用容量パラメータを有する前記ユーザ機器を選択するステップ(345)と、

選択された前記ユーザ機器の前記ブロック使用容量パラメータを、使用可能な中継器ノード・キュー空間へと限定し(350)、それにより、選択された前記ユーザ機器の前記ブロック使用容量パラメータ以下の、限定されたブロック使用容量パラメータを得るステップと、

前記物理リソース・ブロックを選択された前記ユーザ機器へ割り当てるステップ(355)と、

割り当てられた前記物理リソース・ブロックに従って、前記中継器ノードの前記アクセス・リンク容量を更新するステップ(355)と

を含む、方法。

#### 【請求項3】

請求項2に記載の方法であって、前記アクセス・リンクにおいて仮想的に割り当てる前記ステップの最初の実行に続くそれぞれの反復に関して、前記少なくとも1つの中継器ノードの前記アクセス・リンク容量は、前記アクセス・リンクにおいて物理リソース・ブロ

10

20

30

40

50

ックを仮想的に割り当てる前記ステップの最後の反復の間に更新されたアクセス・リンク容量により与えられる、方法。

【請求項4】

請求項3に記載の方法であって、バックホール可能中継器ノードを評価する前記ステップ(520~530)は、各中継器ノード中継器ノードに関して、

前記最大容量を、残りの物理リソース・ブロックの全てを前記中継器ノードへ割り当てることにより得ることができるであろう容量として計算するステップ(520)と、

利得を、前記中継器ノードの前記最大容量とそれぞれのアクセス・リンク容量との差として計算するステップ(520)と、

バックホール可能中継器ノードとして、利得が負ではない中継器ノードを評価するステップ(525~530)と

を更に含む、方法。

10

【請求項5】

請求項4に記載の方法であって、前記バックホール・リンクにおいて仮想的に割り当てる前記ステップは、選択された前記バックホール可能中継器ノードの前記バックホール・リンク容量を得る前記ステップ(560)の後に、

前記残りの物理リソース・ブロックから、割り当てられた前記必要な物理リソース・ブロックに対応する値を減算することにより、前記残りの物理リソース・ブロックの値を更新するステップ(565)と、

最後の割り当てられた前記必要な物理リソース・ブロックが、対応する選択された前記バックホール可能中継器ノードに無い場合でも、前記中継器ノードに関して、前記アクセス・リンク容量よりも大きい前記バックホール・リンク容量を有するという状態がなおも検証される場合、最後の割り当てられた前記必要な物理リソース・ブロックを、対応する選択された前記バックホール可能中継器ノードから取り消すステップ(570)と

を更に含む、方法。

20

【請求項6】

請求項5に記載の方法であって、それぞれのバックホール可能中継器ノードのバックホール・リンク容量を計算するステップは、前記バックホール・リンクにおける前記の仮想的な割り当てを完了した後に、

取り消された物理リソース・ブロックの存在を評価するステップ(580)と、

前記取り消された物理リソース・ブロックを、前記必要な物理リソース・ブロックを取り消された前記バックホール可能中継器ノードへ割り当てるステップ(580)と

を更に含む、方法。

30

【請求項7】

請求項1から6の何れかに記載の方法であって、それぞれのバックホール可能中継器ノードの前記スコア・パラメータは、利得を、前記利得を得るための前記必要な物理リソース・ブロックにより除算することにより得られる、方法。

【請求項8】

請求項1から7の何れかに記載の方法であって、前記中継器ノードに関して、バックホール・リンク・アクティブ化とアクセス・リンク・アクティブ化との何れかをスケジューリングする前記段階(215)は、

前記中継器ノードの前記アクセス・リンク容量と前記バックホール・リンク容量とを比較するステップ(625)と、

前記バックホール・リンク容量が前記アクセス・リンク容量よりも大きい場合に前記バックホール・リンク・アクティブ化をスケジューリングする(630)、またはこの逆のことをするステップ(635)と

を更に含む、方法。

40

【請求項9】

請求項2から8の何れかに記載の方法であって、前記少なくとも1つのユーザ機器に対する前記ブロック使用容量パラメータは、チャンネル品質パラメータとバッファ・ステー

50

タス情報との間での最小として計算される、方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の方法であって、バックホール可能中継器ノードを評価する前記ステップは、

前記少なくとも 1 つの中継器ノードの前記アクセス・リンク容量と バッファ・ステータス・パラメータ とを考慮するステップと、

前記少なくとも 1 つの中継器ノードに関して、前記バッファ・ステータス・パラメータと、チャンネル品質パラメータ と前記残りの物理リソース・ブロックとの積との間での最小として、最大の前記中継器ノードの容量を計算するステップ (520) と、

前記少なくとも 1 つの中継器ノードの 利得 を、前記中継器ノードの前記最大容量と前記中継器ノードの前記アクセス・リンク容量との差として計算するステップ (520) とを更に含む、方法。 10

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の方法であって、前記アクセス・リンク容量は、アップリンク・アクセス・リンク容量であり、前記チャンネル品質パラメータは アップリンク・チャンネル品質 を示すアップリンク・チャンネル品質パラメータであり、前記アップリンク・チャンネル品質は、前記中継器ノードにより、前記中継器ノードと関連する 前記少なくとも 1 つのユーザ機器 に関して、および前記基地局により、前記中継器ノードに関して、評価されるものであり、前記バッファ・ステータス情報は、バッファ・ステータス・レポート情報であり、前記ステータス情報は、前記アップリンク・チャンネル品質パラメータと、前記バッファ・ステータス・レポート情報と、中継器ノードの使用可能キュー空間パラメータとを含む、方法。 20

【請求項 12】

請求項 9 または 10 に記載の方法であって、前記アクセス・リンク容量はダウンリンク・アクセス・リンク容量であり、前記チャンネル品質パラメータは、ダウンリンク・チャンネル品質 を示すフィードバック・ダウンリンク・チャンネル品質パラメータであり、前記ステータス情報は、前記ダウンリンク・チャンネル品質パラメータとダウンリンク・キュー長さ情報とを含み、前記アクセス・リンク容量は、前記アクセス・リンクの前記ダウンリンク・チャンネル品質パラメータと、前記少なくとも 1 つの中継器ノードのダウンリンク・キュー長さ情報とを用いて計算される、方法。 30

【請求項 13】

入力ユニットおよび出力ユニット並びに処理ユニットを持つコンピュータ・システム (100) の少なくとも 1 つの内部メモリへロード可能なコンピュータ・プログラムであって、前記コンピュータ・システムにおいて実行されるときに、請求項 1 から 12 の何れかに記載の方法を、単独でまたは組み合わせて行うように適用される実行可能なソフトウェアを含むコンピュータ・プログラム。

【請求項 14】

少なくとも 1 つのネットワーク・セル (110) を含むワイヤレス通信ネットワーク (100) であって、前記少なくとも 1 つのネットワーク・セルは、前記ネットワーク・セルにわたる無線カバレッジを提供する基地局 (105) と、前記基地局と前記ネットワーク・セル内の対応する少なくとも 1 つの ユーザ機器 (115) とを通信させる少なくとも 1 つの中継器ノード (120) とを含み、前記少なくとも 1 つの中継器ノードは、アクセス・リンクを介して前記ユーザ機器と通信し、バックホール・リンクを介して前記基地局と通信するように構成され、 40

前記少なくとも 1 つの中継器ノードが、前記少なくとも 1 つの中継器ノードに関して、前記中継器ノードと関連する前記ユーザ機器のステータスを示すステータス情報に従ってアクセス・リンク容量を概算するための概算ユニットを含み、

前記基地局が、

前記ステータス情報に従って、前記少なくとも 1 つの中継器ノードのバックホール・リンク容量を概算し、 50

前記少なくとも1つの中継器ノードに関して、前記アクセス・リンク容量と前記バックホール・リンク容量との比較に基づいて、所定の時間間隔において、前記バックホール・リンクと前記アクセス・リンクとの何れかがアクティブ化されるように、バックホール・リンク・アクティブ化とアクセス・リンク・アクティブ化との何れかをスケジューリングする

ためのスケジューラ・ユニットを含み、前記少なくとも1つの中継器ノードのバックホール・リンク容量を概算することは、前記バックホール・リンクにおいて前記少なくとも1つの中継器ノードの物理リソース・ブロックを仮想的に割り当てるステップ(415、515~575)を更に含み、1より多くの中継器ノードが存在する場合、前記バックホール・リンクにおいて仮想的に割り当てる前記ステップは、各中継器ノードにおいて、全ての物理リソース・ブロックが中継器ノードへ仮想的に割り当てられるまで、または全ての中継器ノードが考慮されるまで、反復され、それぞれの反復は、

10

それぞれのアクセス・リンク容量よりも大きいバックホール・リンク容量を達成することができるであろう中継器ノードとして、バックホール可能中継器ノードを評価するステップ(520~530)と、

それぞれの所与のバックホール可能中継器ノードに関して、他のバックホール可能中継器ノードに関しての、前記所与のバックホール可能中継器ノードへ現在使用可能な物理リソース・ブロックを割り当てることから導き出される利点を示すスコア・パラメータを計算するステップ(540)と、

最大のスコア・パラメータを有する前記バックホール可能中継器ノードを選択し(545~550)、選択された前記バックホール可能中継器ノードへ、必要な物理リソース・ブロックを仮想的に割り当てるステップ(555)であって、前記必要な物理リソース・ブロックは、選択された前記バックホール可能中継器ノードの最大容量を達成することができる物理リソース・ブロックの量を表す、ステップと、

20

割り当てられた前記必要な物理リソース・ブロックに基づいて、選択された前記バックホール可能中継器ノードの前記バックホール・リンク容量を得るステップ(560)であって、所与の反復で選択された前記バックホール可能中継器ノードが、後続の反復において考慮されなくなる(575)、ステップと

を含む

ことを特徴とするワイヤレス通信ネットワーク。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、セルラ・ネットワークなどのようなワイヤレス通信ネットワークに関する。より明確には、本発明は中継器ノードを含むワイヤレス通信ネットワークに関し、一般に、ネットワークの容量を増加させることおよび無線のカバレッジを広げることを意図している。

【背景技術】

【0002】

ワイヤレス通信ネットワークの発展は、広がりおよび性能に関して大きく成長し、最近では、3GPP LTE-Advanced(「Third Generation Partnership Project Long Term Evolution Advanced」)標準へと進んでいる。この標準は、セルラ技術における大きい進歩を表すものであり、次の10年における高速のデータおよびメディアの転送の要求および高品質の音声およびビデオの通信のサポートの要求に適合するように設計されている。

40

【0003】

より明確には、3GPP LTE-Advancedは、典型的にはDonor eNB(DeNB)と呼ばれる固定位置トランシーバ、即ち、ネットワーク・セルと呼ばれる個々の地理範囲(無線波自体の電磁放射パワーにより境界が定められ、慣行で六角形として描かれることが多い)にわたって電磁波または無線波を放射する固定位置トラン

50

シーバと、ネットワーク・セル内にあるユーザ機器（UE、例えば、セルラ電話などのような端末）との間で、データを運ぶことができる標準である。

【0004】

知られているように、3GPP LTE-Advancedは、直交周波数分割多重（OFDM）や複数入力複数出力（MIMO）の信号伝送技術などのような、幾つかの先進の技術を用いる。例として以下で参照するOFDM技術を組み入れた3GPP LTE-Advancedでは、OFDMA（直交周波数分割多元接続）に基づくダウンリンク・アクセス・スキームは、SC-FDMA（シングル・キャリア周波数分割多元接続）に基づくアップリンク・アクセス・スキームとは異なるものであり、OFDM技術を組み入れた3GPP LTE-Advancedを考慮するかぎり、改善されたユーザ経験を提供し、なおもインフラストラクチャの費用を低減させるようにする解決法を発展させることが必要であったので、その結果として、ネットワーク・セル内に1以上の中継器ノードを配備されることになった。なお、それぞれの中継器ノードは、一般に、対応するネットワーク・セルのDeNBと関連し、それをサポートする。

10

【0005】

一般的な状況では、中継器ノードは、その中継器ノードが用いられているネットワーク・セルのカバレッジ拡大を確実なものとし、ネットワーク・セルの配備コストの低減を確実なものとし、また、ネットワーク・セルの容量および有効スループットを改善することができる。

【0006】

より明確には、所与のネットワーク・セルの中継器ノードの動作は、そのネットワーク・セル内で加入者のUEが、サービス（例えば、音声によるコール）を必要としたときに、選択された中継器ノード（例えば、セル内のUEに最も近い中継器ノード）を通じて、そのセルのDeNBと通信するようにする、というものである。それにより、UEが、2ホップの経路を介して、1ホップの経路よりも良いサービスを受けることを可能にする（即ち、例えば、可能性としては、伝送チャンネルの品質を低下させないようにする）。

20

【0007】

伝送チャンネルの品質低下は、DeNBと加入者のユーザ機器との間に障害がある場合に発生することが多い。この品質低下は、例えば、物理的障壁（例えば、室内位置などのような、大きい影となる環境など）や、干渉する信号（例えば、無線周波数信号）により生じ、また、例えば、無線カバレッジが、DeNBの提供する理論的な無線カバレッジよりも制限されたものとなっている結果として、DeNBとユーザ機器との間の距離が離れすぎていることになった場合に生じる。実際、DeNBとユーザ機器との間での全ての利得と損失とを考慮すると、セルの境界に位置している一般的なユーザ機器は、無線チャンネルの状態が悪くなり、従って、全く通信できないことや、適度な高さのデータ・レートを使用できない場合がある。

30

【0008】

知られているように、アクセス・サブフレームおよびバックホール・サブフレームは、中継器ノードが存在する場合に伝送のために使用される。より明確には、アクセス・サブフレームは、中継器ノードを、その中継器ノードと関連するUEと相互接続するために、1組の相互に干渉しないワイヤレス・アクセス通信リンク（双方向、即ち、ダウンリンクとアップリンク）を介して送信される。このワイヤレス・アクセス通信リンクを以下ではアクセス・リンクという。それに対して、バックホール・サブフレームは、共有される（1つの）ワイヤレス・バックホール通信リンク（双方向、即ち、ダウンリンクとアップリンク）を介して送信される。このワイヤレス・バックホール通信リンクを以下ではバックホール・リンクという。これらを通じて、全てのの中継器ノードはDeNBと通信する。

40

【0009】

バックホール・サブフレームはDeNBによりスケジューリングされ、何れの中継器が送信（アップリンク）または受信（ダウンリンク）を行うかと、それを何れの無線リソースで行うかを選択する。それに対して、アクセス・サブフレームは各中継器ノードによ

50

りスケジュールリングされ、何れのUEが送信／受信を行うかと、それを何れの無線リソースで行うかを選択する。以下では、例示的に、UEは中継器ノードとのみ関連できるものと想定する（説明を容易にするため）。

**【0010】**

同じ周波数を用いて受信動作と送信動作とを同時に行うと強い干渉が生じるため、そのような動作を行えないので、中継器ノードは、アクセス・リンクとバックホール・リンクとを別個の無線リソースを介してアクティブにさせねばならないという物理的な制限を受ける。そのような物理的制限は、「中継二重化問題」と呼ばれることが多く、アクセス・リンクとバックホール・リンクとの時間と周波数とが重なって高いレベルの干渉が生じることを避けるように、アクセス・リンクとバックホール・リンクとのアクティブ化(activation)をスケジュールリングすることを必要とする。この点に関して、2つの異なるアプローチが可能である。即ち、周波数領域(FDD中継)または時間領域(TDD中継)における無線リソースの分離である。

10

**【0011】**

FDD中継のアプローチでは、アクセス・サブフレームとバックホール・サブフレームとは同時にスケジュールリングされる。なぜなら、信号の送信および受信は2つの異なる周波数間隔を用いて行われるからである。それに対して、TDD中継では、アクセス・サブフレームとバックホール・サブフレームとは別個の時間リソースへ割り当てられ、アクセス・サブフレームとバックホール・サブフレームとの双方とも周波数スペクトル全体を使用できる。このように、送信機と受信機との双方とも、同じ1つの周波数を用いて動作することができるが、送信と受信とに異なる時間スロットを割り当てることになる(即ち、送信信号および受信信号は、同じ周波数スペクトル・チャンネル全体を共用し、時間ベースで多重化することにより分離されている)。

20

**【0012】**

TDD中継は、FDD中継よりも周波数を様々な活用できるので(スペクトル全体を使用することに起因する)、インターネットや多のサービスなどのようなトラフィックに関する応用ではTDD中継が最適であると考えられてきた。そのため、TDD中継のアプローチは、現在のLTE Advanced標準リリース10により承認されており、それに対する参照がこの書類では例示的に行われる。

30

**【0013】**

TDD中継のアプローチでは、各中継器ノードに関して、アクセス・リンクまたはバックホール・リンクをアクティブ化させることの判断(下記では、二重化判断またはリンク・スケジュール判断と呼ぶ)は、所定の時間間隔毎に更新され、これは二重化パターン・リフレッシュ間隔(または、単に、リフレッシュ間隔)と呼ばれ、このリフレッシュ間隔の時間拡張(time extension)にかかわらず、無線リソースは、データ・サブフレーム内で割り当てられ、それぞれのものはTTI(伝送時間間隔)の時間拡張を有する。

**【0014】**

特に、半静的リンク・スケジュールリングのアプローチに従うと、決定された中継器ノードのアクセス・リンクまたはバックホール・リンク(アップリンクおよびダウンリンク)をアクティブにすることの二重化判断は、長い時間間隔を要する(典型的には、TTIのオーダーのリフレッシュ間隔)。なぜなら、RRC(無線リソース制御)レベル信号法を通じて通信されるフレーム・パターンが、何れのサブフレームにおいてバックホール・リンクおよびアクセス・リンクをアクティブ化させられるかを決定するからである。それに対して、動的リンク・スケジュールリングのアプローチでは、リンク・スケジュールリングの判断は、各サブフレームで行われる(TTIのリフレッシュ間隔)。

40

**【0015】**

現在の技術では、リンク・スケジュールリングのスキームを提供する解決法が知られている。

**【0016】**

2007年のWINNER II IST-4-027756プロジェクトのデリバラブル(成果物) D3. 5

50

. 3 「Final assessment of relaying concepts for all CGs scenarios under consideration of related WINNER L1 and L2 protocol functions」では、中継による解決法が基地局のみを配備するよりも優れていることが示されている。また、中継の概念は、幾つかの異なるトポロジーのシナリオにも適用され、また、中継器ノードはコストに対して効果的な解決法であり、高いサービス・レベルを提供することが示されている。更に、FDDおよびTDDのスキームは、無線リソースを区分する可能な解決法として呈示されている。

【0017】

2008年5月のIEEE International Conference of ICC Workshops 08のCommunication s Workshopsの第31～36ページのR. Schoenen、W. Zirwas、およびB. Walkeによる「Capacity and coverage analysis of a 3GPP-LTE multihop deployment scenario」では、カバレッジおよび容量に関する中継性能が、実際の市街地のシナリオで分析されている。この文書は、中継を用いてセルのカバレッジを拡張し且つスペクトルの効率を増加させることの利益を示す。

10

【0018】

2008年5月のIEEE Vehicular Technology ConferenceのVTC Spring 2008の第1990～1994ページのR. Schoenen、R. Halfmann、およびB. H. Walkeによる「An FDD Multihop Cellular Network for 3GPP-LTE」では、著者は、TDDスキームを用いてカバレッジと容量との双方に対する中継器ノードの性能分析を呈示している。より明確には、アクセスとバックホールとの伝送を交互させるリンク・スケジューリングのパターンが定められている。奇数のサブフレームが「ホップ1」（即ち、DeNBへ直接に接続される）ユーザと中継器ノードとの専用に使われ、偶数のサブフレームが「ホップ2」ユーザ、即ち、中継器ノードへ接続されるユーザの専用に使われる。

20

【0019】

2007年のICC '07のIEEE International Conference on Communications, 2007の第4831～4836ページのM. KanekoおよびP. Popovskiによる「Radio resource allocation algorithm for relay-aided cellular OFDMA system」では、著者は、OFDMA技術を用いる中継を強化されたセルに対するMax C/Iベースのリソーススケジューリング・アルゴリズムを提案している。先に引用した解決法のように、アクセスとバックホールとをインターリーブすることが最初であり、従って、バックホールに対して1つのフレームを、そしてアクセスに対して別のフレームをとというように、アクセス・リンクとバックホール・リンクとが交互にされる。次に、時間適応アルゴリズムが紹介されており、1つのサブフレームがバックホールから引かれてアクセスに割り当てられる（またはその逆のことが行われる）ようにすることを選択することによりスループットが増加する場合、そのように行われる。次に、その提案されたアルゴリズムの性能が、上限アルゴリズム（upper bound algorithm）（理論的なものであるが実施不可能ではない）の性能と比較される。

30

【0020】

2007年のICC '07のIEEE International Conference on Communications, 2007の第5714～5719ページのW. Nam、W. Chang、S. Chung、およびY. Leeによる「Transmit optimization for relay-based cellular OFDMA systems」では、2つのリソースの割り当ての問題が、中継器ノードを用いるOFDMAシステムに関して定式化されている。第1のものは、各サブキャリアに対して固定のパワー割り当てを用い、第2のものは、共同のパワーおよびサブキャリアの割り当て（joint power and subscriber allocation）を提案する。アクセスとバックホールとをインターリーブすることは、R. Schoenen、R. Halfmann、およびB. H. Walkeの解決法の場合と同じであり、交互にされるフレームが基地局と中継器ノードとへ割り当てられる。

40

【0021】

2010年のIEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 9の第1732～1748ページのC.-Y. Hong、A.-C. Pang、およびP.-C. Hsiuによる「Approximation algorithm

50



ms for a link scheduling problem in wireless relay networks with QoS guarantee」では、中継を用いるワイヤレス・ネットワークにおける帯域および遅延の保証のためのスケジューリング・アルゴリズムが研究されている。スケジューリング・アルゴリズムは、フレーム毎 (frame-by-frame) ベースで動作し、クオリティ・オブ・サービス (QoS) およびリアルタイム・サービスをサポートするように設計されている。提案されるアルゴリズムは、流れのサブセットの伝送が行われるべきフレームを決定することにより、トラフィックの流れに対してのスケジュール割り当てを提供する。これは、E D D (納期が最も近いこと (Earliest Due Date)) 規則を用いてトラフィックの流れに順番付けすることにより、行われる。

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

出願人は、上記で参照した研究のほとんどにおいて、ネットワークの動的な状態に依存するリンク・スケジューリングが考慮されていないことを認識した。

【0023】

更に、M. KanekoおよびP. Popovskiの研究では、ネットワークの動的な状態を考慮するリンク・スケジューリング・アルゴリズムを実際に提案しているが、それは1つのみの中継器ノードを考慮したものであり、そのバックホール・リンクをアクティブにさせるかアクセス・リンクをアクティブにさせるかを選択するものであることを、出願人は確認している。

20

【0024】

一般に、リンク・スケジューリングの判断が行われる時間の分解能にかかわらず、即ち、サブフレーム毎 (動的リンク・スケジューリングのアプローチに対して) であるかや、サブフレームのグループ毎 (半静的リンク・スケジューリングのアプローチに対して) であるかにかかわらず、そのようなアプローチの双方に実質的に共通する既知の重大な特徴が、バックホール・リンクのサブフレーム (簡単な言い方によると、バックホール・サブフレーム) と関連することと、バックホール・サブフレームを有効に管理することによりネットワーク・セルのスループットを大幅に改善でき得ることとを、出願人は認識した。

【0025】

より明確には、出願人は、バックホール・サブフレームは、関連するシステムのボトルネックを表すものと信じている。なぜなら、それは、各中継器ノードと、それに接続される全てのUEと間の複数の専用のアクセス・リンクから来る (アップリンク方向の) またはそれらのアクセス・リンクから送られる (ダウンリンク方向の) 全ての伝送を搬送せねばならない1つの共有されるサブフレームだからである。実際、一般に、バックホール経路に沿って必要とされる容量は、バックホール・リンクの最大容量よりも大きい可能性が高い (なぜなら、DeNBと接続される各中継器ノードは、それと接続された複数のUEに対して働くことができるからである)。この理由のため、全ての中継器ノード (または全ての中継器ノードのうち幾つか) に対してバックホール・リンクをアクティブにさせ、それにより、それらの個別のアクセス・リンクをアクティブにさせないようにすることは、欠点のある選択である。なぜなら、そうすることにより、バックホール・リンク上での競合を過度に増やすことになり得、また、全てまたは幾つかのアクセス・リンクにおける潜在的な容量を活用せずに放置することになり得る。

30

40

【0026】

以下では、送信機と受信機との間の無線チャンネル状態と、送信機で使用可能なデータの量とに応じての、サブフレームで伝送できるデータの最大量を容量 (capacity) と呼ぶ。例えば、アクセス・リンクのアップリンク方向では、後者における使用可能な無線リソースと、各UEの使用する変調およびコード化のスキームと、UEにバッファされるデータの量とが与えられた場合、容量は、アップリンクのアクセス・サブフレームに適合するデータの最大量として計算される。

【0027】

50

上記のタイプのワイヤレス通信ネットワークにおける無線リソースの有効ではない使用の例として、また、アップリンク方向に関して、以下のシナリオが考慮される。そのシナリオは、可能性として、バックホール・リンク自体において無線チャンネル状態が一時的に悪くなっているときに、バックホール・リンクにおいて中継器がアクティブにされる（それにより、そのアクセス・リンクでの伝送が中継二重化問題に起因して妨げられる）、というものである。この場合、中継器は、その無線リソースで少しのデータだけを伝送する。同時に、その同じ中継器は大きいアクセス・リンク容量（アクセス容量）を有するが、それは、関連するUEの多くが、大量のデータを有し、その中継器のアクセス・リンクの無線チャンネル状態は良好だからである。アクセス・リンク（バックホール・リンクに代えて）が、その時にその中継器に対してスケジューリングされている場合、スマートなリンク・スケジューリングの判断の結果として、明らかに、グローバル・ネットワークのスループットは大きくなる。

10

**【0028】**

別の例として、可能性としては、先のもの直接的な結果として、バックホール・サブフレームのリソースは、別の中継器ノードのために使用できなくなっていることがあり得、それにより、アイドルにとどまることを強制され、リンク・スケジューリングの判断が行われた後は、そのアクセス・リンクをアクティブにさせることができなくなる。

**【課題を解決するための手段】****【0029】**

上記のことを考慮して、出願人は、新たな簡素で有効なリンク・スケジューリング・アルゴリズムを提供するための適切な解決法を工夫する問題に取り組んだ。そのリンク・スケジューリング・アルゴリズムは、リンク・スケジューリングの判断を中継器ノード毎ベースで行い（複数の中継器ノードがあると想定）、上記の望ましくないシナリオと、おそらくは不適切なリンク・スケジューリングの判断に関連する多の望ましくない状態とを、避けるようにする。一般に、これは、中継器ノードのうちの、バックホール（個々には、アクセス）・リンク（1以上）をアクティブにさせることがスループットの視点から見て有利である中継器ノードを識別することにより、達成される。

20

**【0030】**

本発明の特定の実施形態に従った解決法の1以上の特徴が独立請求項に記載され、その解決法の有利な構成が従属請求項に示され、ここで請求項を参照したことにより、請求項の記載がここに逐語的に含まれるものとする（何れの有利な構成も、本発明の実施形態に従った解決法の特定の特徴を参照して提供されており、その特定の特徴は、必要な変更を加えて他の特徴へ適用できる）。

30

**【0031】**

より明確には、本発明の1以上の実施形態に従った解決法は、少なくとも1つのネットワーク・セルを含むワイヤレス通信ネットワーク内のリンクのアクティブ化をスケジューリングする方法と関連する。少なくとも1つのネットワーク・セルは、ネットワーク・セルにわたっての無線カバレッジを提供する基地局と、その基地局とネットワーク・セル内の少なくとも1つの対応するユーザ機器とを通信させる少なくとも1つの中継器ノードとを含む。前記の少なくとも1つの中継器ノードは、アクセス・リンクを介してユーザ機器と通信し、バックホール・リンクを介して基地局と通信する。方法は、少なくとも1つの中継器ノードに関して、中継器ノードと関連するユーザ機器のステータスを示すステータス情報に従ってアクセス・リンク容量を概算し、ステータス情報に従って少なくとも1つの中継器ノードのバックホール・リンク容量を概算し、少なくとも1つの中継器ノードに関して、アクセス容量とバックホール容量との比較に基づいて、所定の時間間隔に、バックホール・リンクとアクセス・リンクとの何れか1つがアクティブになるように、バックホール・リンク・アクティブ化とアクセス・リンク・アクティブ化との何れかをスケジューリングする。

40

**【0032】**

好都合なことに、少なくとも1つの中継器ノードに関してアクセス・リンク容量を概算

50

する段階は、アクセス・リンクにおいて、その中継器ノードと関連する少なくとも1つのユーザ機器へ、物理リソース・ブロックを仮想的に割り当てることと、各物理リソース・ブロックが割り当てられるようにするための前記のアクセス・リンクにおいて仮想的に割り当てることを反復することを含むことができる。前記のアクセス・リンクにおいて仮想的に割り当てることは、それぞれの反復に関して、

少なくとも1つのユーザ機器に関して、考慮されるユーザ機器に対して割り当てられた所与の物理リソース・ブロックを使用するための、その考慮されるユーザ機器の能力を示すブロック使用容量パラメータを計算するステップと、

1より多くのユーザ機器が中継器ノードと関連する場合、最大のブロック使用容量パラメータを有するユーザ機器を選択するステップと、

選択されたユーザ機器のブロック使用容量パラメータを、使用可能な中継器ノード・キュー空間に限定し、それにより、選択されたユーザ機器のブロック使用容量パラメータよりも低いまたはそれと等しい限定されたブロック使用容量パラメータを得るステップと、物理リソース・ブロックを、選択されたユーザ機器へ割り当てるステップと、

割り当てた物理リソース・ブロックに従って、中継器ノードのアクセス・リンク容量を更新するステップとを含むことができる。

#### 【0033】

最初のものに続くそれぞれの反復に関して、少なくとも1つの中継器ノードのアクセス・リンク容量は、前記のアクセス・リンクにおいて物理リソース・ブロックを仮想的に割り当てることの最後の反復の間に更新されたアクセス・リンク容量により与えられる。

#### 【0034】

好都合なことに、少なくとも1つの中継器ノードのバックホール・リンク容量を概算する段階は、バックホール・リンクにおいて、少なくとも1つの中継器ノードの物理リソース・ブロックを仮想的に割り当てることを更に含むことができ、1より多くの中継器ノードが存在する場合、前記のバックホール・リンクにおいて仮想的に割り当てることは、全ての物理リソース・ブロックが中継器ノードへ仮想的に割り当てられるまで、または全ての的中継器ノードが考慮されるまで、各中継器ノードで反復されることができる。それぞれの反復は、

個々のアクセス・リンク容量よりも大きいバックホール・リンク容量を達成できるであろう中継器ノードとして、バックホール可能中継器ノード (backhaul-capable relay node) を評価することと、

それぞれの所与のバックホール可能中継器ノードに関して、他のバックホール可能中継器ノードに関しての、前記の所与のバックホール可能中継器ノードへ現在使用可能な物理リソース・ブロックを割り当てることから導き出される利点を示すスコア・パラメータを、計算することと、

最大のスコア・パラメータを有するバックホール可能中継器ノードを選択することと、必要な物理リソース・ブロックを前記の選択されたバックホール可能中継器ノードへ仮想的に割り当てることと、前記の必要な物理リソース・ブロックは、その選択されたバックホール可能中継器ノードに対しての最大容量を達成できる物理リソース・ブロックの量を表すことと、

割り当てられた必要な物理リソース・ブロックに基づいて、選択されたバックホール可能中継器ノードのバックホール・リンク容量を得ることと、

所与の反復で選択されたバックホール可能中継器ノードが、後続の反復において考慮されなくなることを含む。

#### 【0035】

好都合なことに、バックホール可能中継器ノードを評価するステップは、各中継器ノードに関して、最大容量を、残りの物理リソース・ブロックの全てを中継器ノードへ割り当てることにより得ることができるであろう容量として計算することと、利得を、中継器ノ

10

20

30

40

50

ードの最大容量とそれぞれのアクセス・リンク容量との差として計算することと、バックホール可能中継器ノードとして、利得が負ではない中継器ノードを評価することとを更に含むことができる。

**【0036】**

バックホール・リンクにおいて仮想的に割り当てる段階は、選択されたバックホール可能中継器ノードのバックホール容量を得た後に、残りの物理リソース・ブロックから、割り当てられた必要な物理リソース・ブロックに対応する値を減算することにより、残りの物理リソース・ブロックの値を更新することと、最後の割り当てられた必要な物理リソース・ブロックが、対応する選択されたバックホール可能中継器ノードに無い場合でも、その中継器ノードに関して、アクセス・リンク容量よりも大きいバックホール・リンク容量を有するという状態がなおも検証される場合、最後の割り当てられた必要な物理リソース・ブロックを、その中継器ノードから取り消すこととを、オプションとして更に含むことができる。

10

**【0037】**

そのような、それぞれのバックホール可能中継器ノードのバックホール・リンク容量を計算するステップは、前記のバックホール・リンクにおいて仮想的に割り当てることを完了した後に、取り消された物理リソース・ブロックの存在を評価することと、取り消された物理リソース・ブロックを、必要な物理リソース・ブロックを取り消されたバックホール可能中継器ノードへ割り当てることとを更に含むことができる。

**【0038】**

好適な実施形態では、それぞれのバックホール可能中継器ノードのスコア・パラメータは、利得を、その利得を得るために必要な物理リソース・ブロックにより除算することにより、得られる。

20

**【0039】**

好適には、中継器ノードに関して、バックホール・リンク・アクティブ化またはアクセス・リンク・アクティブ化をスケジューリングする段階は、中継器ノードのアクセス・リンク容量とバックホール・リンク容量とを比較することと、バックホール・リンク容量がアクセス・リンク容量よりも大きい場合にバックホール・リンク・アクティブ化をスケジューリングすること、またはこの逆のを行うこととを、更に含む。

**【0040】**

少なくとも1つのユーザ機器のブロック使用容量パラメータは、チャンネル品質パラメータとバッファ・ステータス情報との間での最小として、都合よく計算される。

30

**【0041】**

バックホール可能中継器ノードを評価するステップは、少なくとも1つの中継器ノードのアクセス・リンク容量とバッファ・ステータス・パラメータとを考慮することと、少なくとも1つの中継器ノードに関して、バッファ・ステータス・パラメータと、チャンネル品質パラメータと残りの物理リソース・ブロックとの積との間での最大として、最大中継器ノード容量を計算することと、少なくとも1つの中継器ノードの利得を、中継器ノードの最大容量と中継器ノードのアクセス・リンク容量との差として計算することとを、更に含むことができる。

40

**【0042】**

可能な実施において、アクセス・リンク容量は、アップリンク・アクセス・リンク容量とすることができる。その場合、前記のチャンネル品質パラメータは、アップリンク・チャンネル品質を示すアップリンク・チャンネル品質パラメータであり、それは、中継器ノードにより、それと関連する少なくとも1つのユーザ機器に関して、および基地局により、中継器ノードに関して、評価されるものであり、バッファ・ステータス情報は、バッファ・ステータス・レポート情報であり、ステータス情報は、アップリンク・チャンネル品質パラメータと、バッファ・ステータス・レポート情報と、中継器ノードの使用可能キュー空間パラメータとを含む。

**【0043】**

50

更にまたは代替的に、アクセス・リンク容量は、ダウンリンク・アクセス・リンク容量である。その場合、前記のチャンネル品質パラメータは、ダウンリンク・チャンネル品質を示すフィードバック・ダウンリンク・チャンネル品質パラメータであり、ステータス情報は、ダウンリンク・チャンネル品質パラメータとダウンリンク・キュー長さ情報とを含み、アクセス・リンク容量は、アクセス・リンクのダウンリンク・チャンネル品質パラメータと、少なくとも1つの中継器ノードのダウンリンク・キュー長さ情報とを用いて計算される。

**【0044】**

本発明の実施形態に従った解決法の別の特徴は、対応するワイヤレス通信ネットワークと関連する。

10

**【0045】**

本発明の実施形態に従った解決法の別の特徴は、ワイヤレス通信ネットワークと関連する。

**【0046】**

本発明は、ネットワークの各ポイントにおいてキューに入れられるデータの量と、無線チャンネルの状態と、中継器における使用可能なキュー空間と、バックホール・サブフレームおよびアクセス・サブフレームの無線リソースの量とを考慮して、最大量のデータを伝送を可能にするリンク（バックホールまたはアクセス）において各中継器がアクティブにされる、というものである。

**【0047】**

更に、本発明のリンク・スケジューリング・アルゴリズムは、動的リンク・スケジューリング判断と半静的リンク・スケジューリング判断との双方を実施することを可能とし、それにより、このアルゴリズムがLTE-Advanced標準や他の通信標準の様々な応用に適するようにする。

20

**【0048】**

本発明のこれらおよび他の特徴および利点は、例示であり制限を加えるためのものではない幾つかの実施形態についての以下の説明により明らかになる。より良く理解するために、以下の説明は、添付の図面を参照して読まれるべきである。

**【図面の簡単な説明】****【0049】**

【図1】図1は、本発明の1以上の実施形態を適用できるワイヤレス通信ネットワークの一部を概略的に示す。

30

【図2】図2は、本発明の実施形態に従った高位のリンク・スケジューリング・アルゴリズムのスキームを概略的に示す。

【図3】図3は、本発明の実施形態に従ったリンク・スケジューリング・アルゴリズムの第1のプロシージャの動作のシーケンスを示すフローチャートを概略的に示す。

【図4】図4は、本発明の実施形態に従ったリンク・スケジューリング・アルゴリズムの第2のプロシージャの動作のシーケンスを示す高位のフローチャートを概略的に示す。

【図5】図5は、より詳細な形で、本発明の実施形態に従った図4のフローチャートを概略的に示す。

40

【図6】図6は、本発明の実施形態に従ったリンク・スケジューリング・アルゴリズムの第3のプロシージャの動作のシーケンスを示すフローチャートを概略的に示す。

**【発明を実施するための形態】****【0050】**

図面を参照すると、本発明の1以上の実施形態に従った解決法を適用できるワイヤレス通信ネットワーク100は、図1に概略的に示されるように、DeNB105のような、donor eNodeB (DeNB)として知られている複数の固定位置送受信機ユニットを含み（図には1つのみを示す）、DeNB105のような1以上のDeNBは、ネットワーク・セルとも呼ばれる地理範囲、例えば、ネットワーク・セル110にわたって無線カバレッジを提供し、そのネットワーク・セル内のユーザ機器 (UE) (ネットワー

50

ク・セル110内の、例えば、モバイル電話機のようなユーザ機器115)が、要求したサービス(例えば、電話による通話)を受けることを可能にする。例示であり限定のためのものではない、説明される実施形態では、ワイヤレス通信ネットワーク100はセルラ通信ネットワーク(簡単に言うとセルラ・ネットワーク)であり、第3世代パートナーシップ・プロジェクト(3GPP)のユニバーサル・モバイル・テレコミュニケーションズ・システム(UMTS)・プロトコルの発展しているロング・ターム・エボリューション(LTE)、またはRelease-10 3GPP LTEに従うものであり、DeNB105は、ダウンリンクの伝送(即ち、DeNB105から)では、直交周波数分割多元接続(OFDMA)変調アクセス・スキームを用いて送信し、ユーザ機器115は、シングル・キャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA)スキームを用いてアップリンク伝送(即ち、DeNB105へ向けて)を行う。

10

#### 【0051】

図において見えるように、セルラ・ネットワーク・セル110はまた、既知のタイプの複数(この例では3個)の中継器ノード120、即ち、送受信機局を含み、個々の送受信機局は、一般的に、セルラ・ネットワーク・セル110のネットワーク容量を増加させることを意図したものである。より明確には、各中継器ノード120は、例えば、DeNB105とのバックホール・リンクを介しての(ダウンリンクを介してデータを受信し、アップリンクを介してデータを送信することによる)通信と、UEとのアクセス・リンクを介しての(ダウンリンクを介してデータを送信し、アップリンクを介してデータを受信することによる)通信とを、独立的にスケジューリングすることによりネットワーク・セル110内の幾つかまたは全てのUE115とDeNB105との間での通信を自律的に容易にするように構成される。

20

#### 【0052】

例示であり限定のためのものではない、開示される実施形態では、各中継器ノード120は、DeNB105と、ネットワーク・セル110内の1組のUE115(図に示す例では、2個または3個を含む)との間の中間局を表しており、それにより、セルラ・ネットワーク100は、この例の場合は2つのホップ(従って、1レベルのみの中継器ノード)を有する多ホップ・システムを実施する。

#### 【0053】

更に、単純化する目的で、全てのUE115は、DeNB105と直接に通信することも可能であるが、対応する中継器ノード120を介してのみDeNB105と通信するものと想定する。

30

#### 【0054】

完全を期するためであるが、当業者には知られているように、DeNB105のようなDeNBは、一般に、無線アクセス・ネットワーク(図に示さず)の一部であり、典型的には、1以上の無線ネットワーク・コントローラ(示さず)を含み、無線ネットワーク・コントローラは、個々のDeNBと通信できるように結合され、個々のDeNBを制御する。無線アクセス・ネットワークは、一般に、1以上のコア・ネットワーク(示さず)と通信できるように結合され、コア・ネットワークは、インターネットや公衆交換電話網(図に示さず)などのような他のネットワークと接続され得る。

40

#### 【0055】

本発明の1つの実施形態に従うと、DeNB105(典型的には、そのスケジューラ・ユニットまたはスケジューラを通じて)と、中継器ノード120(例えば、その概算ユニットを通じて)とは、リンク・スケジューリング・アルゴリズムのそれぞれのプロシージャを実施するように構成され、リンク・スケジューリング・アルゴリズムは、ネットワーク・セルのスループットを最適化および最大化することを目的とし、特定的には、リソース割り当てによりセルのスループットに関して最大の可能な利得が生じるであろう中継器ノードのために、バックホール・リンクを選択することを目的とする。実際、この説明の紹介部分で簡単に説明したように、バックホール・サブフレームは、セルラ・ネットワークなどのようなワイヤレス通信ネットワークを有効に管理するための重要なリソースを表

50

す。なぜなら、それは、各中継器ノードに対しての複数の専用のアクセス・サブフレームから来る全ての伝送をサポートする1つの共有されるサブフレームだからである。従って、DeNB105と接続された各中継器ノード120は、ネットワーク・セル110の複数のUE115に対して同時に働くので、バックホール・サブフレームは通信ネットワークのボトルネックを表すことができる。

#### 【0056】

ここで図2へ移ると、図2は、本発明の実施形態に従った高位のリンク・スケジューリング・アルゴリズム200のスキームを概略的に示す。先に説明したように、リンク・スケジューリング・アルゴリズム200の目的は、ネットワーク・セルのスループットの最大化であり、これは、ネットワーク・セル内の様々な中継器ノードのバックホール・リンクまたはアクセス・リンクの何れかを適切にアクティブ化させることによりなされ、特定の無線リソース割り当てによりセルのスループットに関して最大の可能な利得が生じるであろう中継器ノードに対するバックホール・リンクをアクティブ化させることにより、なされる。「無線リソース (radio resources)」という用語は、セルラ・ネットワークで使用される技術 (例えば、チャンネルまたはリンクを介しての伝送を実施するための変調およびコード化のスキームで使用される技術) に従って特定の意味を持ち得ることを理解すべきである。ここで例示的に開示されているセルラ・ネットワークに関しては、この用語は、無線「物理リソース・ブロック (Physical Resource Block)」(PRB)、即ち、データを伝送する目的でDeNBスケジューラにより割り当てられるトランスポート・キャリア (例えば、サブキャリア) などのような基本的リソース割り当て (elementary resource allocation) のグループとして、一般に解釈すべきであり、従って、以下ではそのように述べている (例えば、UMTS-LTEのPRBは、サブキャリアの帯域幅が15kHzのときには12個のサブキャリアを含むことができ、サブキャリアの帯域幅が7.5kHzのときには24個のサブキャリアを含むことができる)。

#### 【0057】

例えば、開示している実施形態では、例えば動的リンク・スケジューリングのアプローチを参照すると、それぞれの伝送時間間隔 (Transmission Time Interval) (またはTTI) において、リンク・スケジューリング・アルゴリズム200が実行され (その一部が各中継器ノード内で実行され、別の一部がDeNB内で実行される)、各中継器に関してアクセス・リンクをアクティブするかバックホール・リンクをアクティブにするかの判断を行う。この判断、またはリンク・スケジューリング判断または二重化判断は、中継器ノードがそれらの配置において有することができる無線リソースが与えられた場合に、それらの中継器ノードが生成できるスループットに基づき、無線リソースを与えることは、バックホール・サブフレームの無線リソースを中継器ノードへ割り当てる際のポリシーに応じたものである。

#### 【0058】

より明確には、図において見えるように、リンク・スケジューリング・アルゴリズム200は3つのプロシージャを含み、それらは下記のものである。

#### 【0059】

アクセス・プロシージャ (ブロック205) : このプロシージャは、各中継器ノード内に装備されて実行されるものであり、入力として、UEから来るものであり且つその中継器ノードと関連するUEのステータスを示すフィードバック情報を受け取り、そのフィードバック情報を集め、以下でアクセス容量値 (access capacity value) と呼ばれる集約した制御情報へと統合する。アクセス容量値は、リンク・スケジューリング・アルゴリズム200の以下のプロシージャのための更なる入力として、DeNBへ供給される。必要なアクセス容量をDeNBへ提供するためには、最新 (リリース10) のLTE-Advancedに現在含まれていない信号通信 (signaling) が必要である (例えば、標準のLTE-PUSCHおよび/またはPUSCHの制御チャンネルを用いることにより、バックホール・サブフレームを介しての新たなアップリンク制御メッセージの伝送を導入することによる)。フィードバック情報を考慮するかぎり、それらは、アップリンクおよび

10

20

30

40

50

／またはダウンリンクのフィードバック情報を含むことができ、それは、単体でまたは互いの組み合わせで用いてアクセス・プロシージャを行うことができる。この開示の後の部分では、単なる例として、アップリンク・フィードバック情報が参照される（従って、以下で参照がなされるアクセス容量はアップリンク・アクセス容量である）。より明確には、アップリンク・フィードバック情報は、B S Rと表されるバッファ・ステータス・レポートなどのようなバッファ・ステータスと関連し、これは、最新（リリース10）のL T E標準において考慮されており、U Eにより、そのU Eと関連する中継器へ伝送される。更に、リレーは、基準信号（reference signal）を通じて、U C Qと表されるアップリンク・チャンネル品質の概算の処理を行う。

【0060】

10

バックホール・プロシージャ（ブロック210）： このプロシージャは、D e N B内に装備されて実行されるものであり、入力として以下のものを受け取る。

【0061】

i) D e N Bへ導かれる各中継器ノードのアクセス・プロシージャ205により供給されるアクセス容量値。これは、任意の使用可能な手段を通じてD e N Bへ送られる。この使用可能な手段は本発明を限定するものではない。単なる例示目的であるが、使用していない論理チャンネルのグループの識別子を有するB S R制御エレメントを通じて、アクセス容量を運ぶことが可能である。

【0062】

i i) 中継器ノードのB S R（L T Eのリリース10では標準のフィードバックとして運ばれる）。

20

【0063】

i i i) 各中継器のU C Q情報。バックホール・プロシージャは、各中継器ノードのバックホール容量値を計算する。

【0064】

リンク・スケジューリング・プロシージャ（ブロック215）： このプロシージャは、D e N B内に装備されて実行されるものであり、入力として、アクセス・プロシージャ205とバックホール・プロシージャ210とのそれぞれにより提供されるアクセス容量値とバックホール容量値とを受け取り、それらの値に基づいて、各中継器ノードに対して、アクセス・リンクまたはバックホール・リンクの何れのリンクをアクティブ化させるかのリンク・スケジューリング判断を行う。

30

【0065】

本発明の1つの実施形態に従ったリンク・スケジューリング・アルゴリズムのアクセス・プロシージャ205の動作フローが、図3に概略的に示されている。先に説明したように、アクセス・プロシージャ205は、各中継器ノードにおいて同じように実行され、従って、以下では、単純化するために、セルラ・ネットワークの総称的な中継器ノードを参照する。アクセス・プロシージャは、中継器ノードのアクセス・リンクがアクティブにされており、U Eが中継器ノードにより網羅的的最大スループット・アルゴリズム（exhaustive Max-Throughput algorithm）に従ってスケジューリングされている場合、中継器のアクセス・リンクで送信されるであろうバイトの量を計算する。網羅的的最大スループット・アルゴリズムは、アクセス・サブフレームのP R Bを、最高のチャンネル品質を持ちバックログのあるU Eへ、そのU Eのバックログが、またはP R Bが、または中継器ノードの使用可能キュー空間が枯渇するまで、割り当てる。アクセス・プロシージャは、これを、アクセス容量の計算のみのために行い、アクセス・サブフレームにおけるP R Bのリソース割り当てを実際に行わない。このリソース割り当ては、本発明を限定しないタスクである。

40

【0066】

より明確には、リンク・スケジューリング・アルゴリズムのアクセス・プロシージャ205はブロック305で開始し、ブロック305において、中継器ノードは、各T T Iにおいて、U Eから来るフィードバック情報、即ち、B S Rを受け取る。B S Rは、U Eで

50



キューに入っているデータの量を表す。更に、中継器ノードは、各UEに対するUCQパラメータを処理し、その中継器ノード自体の使用可能なキュー空間を知る。より明確には、UCQパラメータは、中継器ノード（UEに関して）により測定されたアップリンク・チャンネル品質を示し、この実施では、その測定は広帯域型であり、その値は各物理リソース・ブロックまたはPRB（即ち、所定時間に関しての、UEに対して割り当てられるサブキャリアの数）に対して割り当て可能なバイト数として表されると想定している。それに対して、仮想BSR（vBSR）パラメータは各UEの変数を示し、その初期値は、そのUEに対してのBSRフィードバックにおいて報告された値である。

**【0067】**

PRBカウンタ（割り当てられるPRBを数える）は、アクセス・サブフレーム内に存在するPRBの数に初期設定される（ブロック310）。この点において、アクセス・プロシージャ205は、判断ブロック315において、割り当てられていないPRBがあるか（即ち、PRBカウンタが0より大きい）と、その中継器と関連する全てのUEのvBSRパラメータが0ではないことと、その中継器における使用可能なキュー空間が0ではないことを検証するテストを行う。

10

**【0068】**

割り当てられていないPRBがない場合、またはvBSRが0の場合、または中継器の使用可能なキュー空間0の場合（判断ブロック315の出口分岐N）、アクセス・プロシージャ205は、ブロック320において、中継器ノードのアクセス容量を戻す（簡単に最適に理解できるように、これは、アクセス容量により得ることができ、仮想PRB割り当てルーチンの対応する反復の間に発生する各PRB割り当てにおいて更新され、仮想PRB割り当てルーチンは、アクセス・サブフレームにおいてPRBが使用可能であるときに実行され、vBSRパラメータは0ではなく、中継器ノードにおけるキュー空間は使用可能である）。

20

**【0069】**

上記のようではなく、割り当てられていないPRBがあり、vBSRと中継器の使用可能なキュー空間とが0ではない場合（判断ブロック315の出口分岐Y）アクセス・プロシージャ205は、判断ブロック315において検査される条件が検証されるまで、仮想PRB割り当てルーチンを実施する（ブロック325～370）。

**【0070】**

より明確には、仮想PRB割り当てルーチンは、ブロック325において、UEリスト（即ち、考慮される中継器ノードへ接続される全てのUEが考慮に入れられる）を準備し、判断ブロック330において、そのUEリストが空か否かを検証する。UEリストが空ではない場合（判断ブロック330の出口分岐N）、ブロック使用容量パラメータ（BUCパラメータとも呼ばれ、ブロックという用語は、先に論じたように、無線リソースのブロックを意味することを意図しており、BUCパラメータは、UEリストにおける考慮されるUEが、割り当てられた所与のPRBを使用する能力を示し、特定的には、考慮されるUEが、割り当てられた所与のPRBを使用した場合に送信できるバイト数を示す）が、各UEに関して、そのUEのUCQパラメータとvBSRパラメータとの間での最小として計算される（ブロック335）。この点において、ブロック340で、BUCパラメータを計算されたばかりのUEが、UEリストから除去され、仮想PRB割り当てルーチンは、ブロック330へ戻り、UEリストが空になるまでブロック330、335、3340の同じ動作を行う。

30

40

**【0071】**

上記の状態が検証された場合（判断ブロック330の出口分岐Y）、仮想PRB割り当てルーチンは、最大のBUCパラメータを有するUEを選択し（ブロック345）、次に、その対応する値が、使用可能な中継器ノードのキュー空間に限定され、それにより、対応するL BUC値、即ち、限定されたBUC値を得る（ブロック350）。L BUC値は、BUCパラメータ以下である。次に、PRBは、UEへ（仮想的に）割り当てられ、更新のために、L BUC値が、中継器ノードのアクセス容量値へ付加される（ブロック35

50

5)。

【0072】

次に、UEのvBSRパラメータも、LBU Cパラメータの値をvBSRパラメータから減算することにより更新され(ブロック360)、中継器ノードのキュー空間も、同じ値だけ減分される(ブロック365)。次に、PRBカウンタが1だけ低減される。なぜなら、PRBは割り当てられており、従って、PRBカウンタは、次の反復(ブロック315へ戻り、そこから、同じ中継器ノードでの次のPRB割り当てに対して、新たな仮想PRB割り当てルーチン325~370を行うことができる)へ渡される前に更新される必要があるからである。

【0073】

従って、所与の中継器ノードに対する仮想PRB割り当てルーチン325~370の反復は、以下の状態

i) 全てのPRBが割り当てられる、

ii) その中継器と関連する全てのUEのvBSRが0である、または

iii) その中継器の使用可能なキュー空間が0になる

のうちの1つが、何れが最初に発生するかにかかわらず、発生したときに終了する。

【0074】

その時点において、アクセス・プロシージャ205は、中継器ノードのアクセス容量を計算する(仮想PRB割り当てルーチンの前回の反復の間に更新されたアクセス容量により与えられる)、ブロック320。アクセス容量は、フィードバック情報(現在の標準のリリース10のLTE Advancedにおいて定義されていない)として、中継器ノードによりDeNBへ運ばれる(中継器ノードのそれぞれがDeNBと接続されている場合)。

【0075】

図4は、本発明の1つの実施形態に従ったリンク・スケジューリング・アルゴリズムのバックホール・プロシージャ210の動作のシーケンスを示す高位のフローチャートを概略的に示す。

【0076】

バックホール・プロシージャは、各中継器ノードのバックホール容量、即ち、各中継器により共通バックホール・リンクで送信されるであろうバイトの量を計算する。この計算は、その中継器に対してバックホール・リンクがアクティブにされており、全てのの中継器ノードがスコア・ベースのプロシージャ(以下で定義)に従ってスケジューリングされている場合のものであり、スコア・ベースのプロシージャは、バックホール・サブフレームのPRBを、最高のスコアを持ちバックログのある中継器ノードへ、その中継器ノードのバックログが、または使用可能なPRBが枯渇するまで、仮想的に割り当てる。バックホール・プロシージャは、これを、バックホール容量の計算のみのために行い、バックホール・サブフレームにおけるPRBのリソース割り当てを実際に行わない。このリソース割り当ては、本発明を限定しない特徴である。

【0077】

より明確には、図面において見えるように、バックホール・プロシージャ210はブロック405で開始し、ブロック405において、PRBを割り当てでき得る中継器ノードのリストが与えられると(最初は全て)、与えられた全てがまだPRBが割り当てられていないままであっても、アクセス容量よりも大きいバックホール容量を持たないであろう中継器ノードが除去される。

【0078】

次に、バックホール・プロシージャ210は、ブロック410において、スコア・パラメータ(即ち、特定の中継器ノードにおいてバックホール無線リソースを割り当てることの利点を示すもの)に基づいて、中継器ノード・リストにある中継器ノード(即ち、以前に除去されていないもの)の順序付けを行うことにより、実行される。スコアは、その中継器のアクセス・リンクに代えてバックホール・リンクをアクティブにすることにより導

10

20

30

40

50

き出される利得を計算し、その結果を、それを得るために必要なPRB（または要求されるPRB）の数で除算することにより得られる。次に、PRBは、最高のスコアを有する中継器へ割り当てられる（ブロック415）。

**【0079】**

ブロック405、410、415での上記の動作は、中継器ノード・リストが空になるまで反復される。この状態は、バックホール・プロシージャ210の判断ブロック420において検査される。より明確には、中継器ノード・リストが空ではないかぎり（判断ブロック420の出口分岐N）、バックホール・プロシージャはブロック405へ、従って、ブロック410、415、420へ戻る。中継器ノード・リストが空であることが検知された場合（判断ブロック420の出口分岐Y）、バックホール・プロシージャ210は、ブロック425において、各中継器ノードのバックホール容量のリストを出力し、それは、リンク・スケジューリング判断を行うためにリンク・スケジューリング・プロシージャにより評価される。

10

**【0080】**

図5は、より詳細に、本発明の実施形態に従ったバックホール・プロシージャ210のフローチャートを概略的に示す。

**【0081】**

バックホール・プロシージャ210は、入力として、中継器ノードのBSRパラメータ（LTEにおいて標準のフィードバックとして運ばれる）と、中継器ノードのUCQパラメータ（DeNBで計算される）と、中継器ノードのアクセス容量値（各中継器ノードのアクセス・プロシージャにより出力される）と、バックホール・サブフレームのPRBの数とを受け取る（ブロック505）。残りのPRB（rPRBパラメータとも呼ばれる）は、上記のPRBの数に初期設定される。

20

**【0082】**

この段階では、各中継器ノードのバックホール容量値は0に初期設定される（従って、全ての中継器ノードが、それらのスコアにかかわらずバックホール・プロシージャで考慮されるが、このことは以下において最適に理解されるであろう）。

**【0083】**

中継器ノード・リストが空ではなく、rPRBパラメータが0より上であるとき（判断ブロック510の出口分岐Y）、リストにおける次の中継器ノードが考慮され（ブロック515）、中継器ノードの最大の容量および利得が計算される（ブロック520）が、ここでは、中継器ノードが、残りの（使用可能な）PRBの全て、即ち、rPRBパラメータにより数が表されている残りのPRBを、使用できるものと想定している。所与の中継器ノードの利得は、その中継器ノードのアクセス容量と最大容量との差である。判断ブロック525において、現在考慮している中継器ノードについての計算されたばかりの利得と最大容量との値に従って、その考慮している中継器ノードが「バックホール可能中継器ノード」であるのか「バックホール不適格中継器ノード」であるのか、即ち、アクセス容量よりも大きいバックホール容量を達成することができるか否かを評価するためのテストを行う。

30

**【0084】**

より明確には、利得が0より下または最大容量が0の場合（判断ブロック525の出口分岐Y）、中継器ノードは、バックホール不適格中継器ノードとして認識され（ブロック530）、ゼロのバックホール容量が割り当てられ、中継器ノード・リストから除去される（ブロック535）。このようではない場合（判断ブロック525の出口分岐Y）、中継器ノードはバックホール可能であると考えられ、従って、バックホール・プロシージャ210は、ブロック540において、そのバックホール可能中継器ノードのスコア・パラメータを計算する。従って、スコア・パラメータは、先に紹介したように、別のバックホール可能中継器ノードに対しての、所与のバックホール可能中継器ノードのバックホール経路へのPRBの割り当てから導き出される利点の指示（indication）を提供できる。

40

**【0085】**

50

より特定的には、第  $i$  の中継器ノードのスコア・パラメータは、以下のようにして計算される。

【0086】

— 第  $i$  の中継器ノードに対して残りの PRB の全てを用いることにより得られるであろう最大容量（以下では  $capacity_i$  と示す）は、

$$capacity_i = \min(vBSR_i, UCQ_i * rPRB)$$

として得られる。

【0087】

— 最大容量  $capacity_i$ 、およびアクセス容量値（以下では  $access\_capacity_i$  と示す）から、中継器ノードの利得  $gain_i$  は、

$$gain_i = capacity_i - access\_capacity_i$$

として計算される。

【0088】

— 従って、次に、スコアは、利得  $gain_i$  を、それを得るために第  $i$  の中継器ノードへ割り当てられるであろう PRB ( $required\ PRB_i$ ) により除算すること

$$score_i = gain_i / required\ PRB_i$$

により得られる。

【0089】

上記において、 $required\ PRB_i$  は、現在考慮している中継器ノードが最大容量  $capacity_i$  を有するために用いるであろう PRB の数であり、特定的には、容量  $capacity_i$  と第  $i$  の中継器ノードと関連する  $UCQ_i$  パラメータとの比率として計算される。

【0090】

この点において、中継器ノードがバックホール可能かバックホール不適格かにかかわらず、バックホール・プロシージャ 210 は、ブロック 540 またはブロック 535 から、同じ動作の流れへ向けて再開する。特定的には、ブロック 545 において、今処理されたところである中継器ノードが、中継器ノード・リストの最後のものであるかを検証するための、別のテストが行われる。このテストの結果に基づいて、中継器ノード・リストの全ての後続の中継器ノードに対して中継器ノード毎に、上記の動作が行われる（これに関しては、今処理されたところである中継器ノードが中継器ノード・リストの最後のものではないことを示す、判断ブロック 545 の出口分岐 N からブロック 515 へ戻る矢印による接続を参照されたい）。

【0091】

全てのの中継器ノードが上記の動作の対象とされた後、判断ブロック 547 において、全てのの中継器ノードがバックホール不適格中継器ノードとして考慮されたかを検査するための別のテストが実行される。それが肯定された場合、バックホール・プロシージャは、判断ブロック 574 の出口分岐 Y から出て、ブロック 580 へ進む。それに対して、逆の場合（判断ブロック 547 の出口分岐 N）、バックホール・リンクに対する仮想 PRB 割り当てルーチン（ブロック 550 ~ 575）が実行されて、選択された各バックホール可能中継器ノードのバックホール・リンクへ PRB を仮想的に割り当て、選択された各バックホール可能中継器ノードのバックホール容量を決定する。

【0092】

より明確には、バックホール・リンクに対する仮想 PRB 割り当てルーチンは、ブロック 550 において、最高のスコアをもつ中継器ノードを選択し（即ち、選択された中継器ノードは、バックホール可能中継器ノード中での、最高のスコアを持つものである）、その中継器ノードへ、その中継器ノードのスコアを以前に計算したときに基礎とした PRB（即ち、最大容量  $capacity_i$  と等しいバックホール容量に関して、サブフレームの PRB の  $required\ PRB_i$  の数）を割り当て（ブロック 555）、それにより中継器ノードのバックホール容量を得る（ブロック 560）。

【0093】

次に、割り当てられた PRB の数が、 $r\ PRB$  パラメータだけ減算され（ブロック 56

10

20

30

40

50

5)、第*i*の中継器が、中継器ノード・リストから除去され(ブロック575)、プロセスはブロック510へ戻る。

#### 【0094】

中継器ノードへの仮想PRB割り当ての間、最後に割り当てられたPRBは、部分的に用いられ得る(即ち、データ以外のパディングも含む)。その最後のPRBが必要ではないと評価された場合(即ち、中継器ノードが、なおも、アクセス容量よりも大きいバックホール容量を有する場合)、それは取り消され(ブロック570)、割り当てされていないが後に割り当てされ得るPRBの一時的リストへ入れられる。バックホール・プロセス210の最後において、割り当てられていないPRBがなおも存在する場合(判断ブロック510の出口分岐N)、出力において中継器ノードのバックホール容量を提供する(ブロック585)前に、最後の再割り当てステップ(ブロック580)を提供することができる。この最後の再割り当てステップは以下のように、即ち、残っている各PRBに関して、そのPRBで最大量のバイトを送信したであろう中継器ノードに、そのPRBが割り当てられる、というように行われる。

10

#### 【0095】

判断ブロック547は厳密に必要という訳ではないことに留意されたい。なぜなら、全てのの中継器ノードがバックホール不適合中継器ノードであると考えられた場合、ブロック550で選択されるべき最大スコアを有する中継器ノードは存在しないからであり、従って、ブロック550~575で実行される動作は効果が無く、バックホール・プロセスがブロック510へ戻る時、その時点で中継器ノード・リストは空であるので、動作の流れはブロック580へ続く。

20

#### 【0096】

まとめると、バックホール・プロセスは全てのの中継器ノードを通じて反復する。それぞれの反復において、残りの全てのPRBを割り当てたととしてもアクセス容量よりバックホール容量を大きくできない中継器ノード(バックホール不適合中継器ノード)が、中継器ノード・リストから除去される。次に、そのリスト内のバックホール可能中継器ノードがスコアにより順序付けされ、最大スコアを有するバックホール可能中継器ノードへPRBが割り当てられ、そのバックホール可能中継器ノードが次に中継器ノード・リストから除去される。パディングの発生を低減すめために、最後に割り当てられたPRBが無い場合でも、その中継器ノードのバックホール容量がなおもアクセス容量よりも大きくなるであろう場合には、最後に割り当てられたPRBが、中継器ノードに対して取り消される。次に、プロセスの最後に、幾つかのPRBがなおも使用可能である場合、それらが、以前に取り消されたバックホール可能中継器ノードへ割り当てられる。最後のPRBの取り消しが原因で伝送されなかった残余のバイト量を含むリストは、(可能な)最後の割り当てを行うために保持され、PRBは、前記のバイト量の減っていく順(decreasing order)に割り当てられる。このプロセスは、中継器ノード・リストが空になるまで、または使用可能なバックホールPRBがなくなるまで、反復される。

30

#### 【0097】

各中継器ノードのバックホール容量を0に初期設定する(先に説明した)ことにより、バックホール・プロセス210は、バックホール不適合中継器ノードと考えられた中継器ノードと、低いスコアを有し、残りのPRBが枯渇する前に残りのPRBを(仮想的に)割り当てられる状態になっていない中継器ノードとの、バックホール容量値(0)を省略しないことを留意されたい。

40

#### 【0098】

図6は、本発明の1つの実施形態に従ったリンク・スケジューリング・アルゴリズムのリンク・スケジューリング・プロセス215の動作のシーケンスを示すフローチャートを概略的に示す。これは、リンク・スケジューリング・アルゴリズムの最後のプロセスであり、このプロセスにおいてDeNBがリンク・スケジューリング判断を行う。一般に、各中継器ノードに関して、アクセス容量とバックホール容量とが互いに比較され、最大の容量をもつリンク(アクセスまたはバックホール)がアクティブにされる。

50

## 【0099】

より明確には、図のフローチャートを参照すると、リンク・スケジューリング・プロシ  
ージャ215の間において、中継器ノード・リストが最初に準備される（ブロック605  
）。次に、そのリストの各中継器ノードに関して、中継器ノードから中継器ノードへと次  
々に、リストが空になるまで、比較動作が行われる。この最後のテストは判断ブロック6  
10において行われ、リンク・スケジューリング・プロシージャは、中継器ノード・リス  
トが空であるか否か进行检查する。中継器ノード・リストが空であった場合（判断ブロック  
610の出口分岐Y）、リンク・スケジューリング・プロシージャは終了する。逆に、中  
継器ノード・リストが空ではない場合（判断ブロック610の出口分岐N）、リンク・ス  
ケジューリング・プロシージャ215は、中継器ノード・リストにおける次の中継器ノ  
ードを考慮し（ブロック620）、その考慮されている中継器ノードのバックホール容量と  
アクセス容量との比較を行う（ブロック625）（アクセス容量とバックホール容量との  
双方は、以前のアクセス・プロシージャとバックホール・プロシージャとにより提供され  
ている）。中継器ノードのバックホール容量が、その中継器ノードのアクセス容量よりも  
大きい場合（判断ブロック625の出口分岐Y）、リンク・スケジューリング・プロシ  
ージャ215は、そのバックホール・リンクを、アクティブ化させるリンクとしてスケジ  
ューリングする（ブロック630）。上記のようではない場合（判断ブロック625の出口  
分岐N）、アクセス容量がバックホール容量よりも大きい（またはそれと等しい）とい  
う事実に対応して、リンク・スケジューリング・プロシージャ215は、そのアクセス・リ  
ンクを、アクティブ化させるリンクとしてスケジューリングする（ブロック635）。双  
方の場合において、即ち、中継器ノードに対してスケジューリングされるのがアクセス・  
リンクかバックホール・リンクかにかかわらず、中継器ノードは、最終的に、中継器ノ  
ード・リストから除去され（ブロック640）、従って、リンク・スケジューリング・プロ  
シージャ215は、中継器ノード・リストにおいて次の中継器ノードが存在する場合、そ  
の中継器ノードを考慮するところへ移り（判断ブロック610への接続）、従って、リン  
ク・スケジューリング・プロシージャは、残りの全ての中継器ノードに対して反復される  
。

10

20

## 【0100】

先に説明したように、本発明の上記の説明に関しては、UEがDeNBへ直接に接続さ  
れることはなく、中継器ノードと接続されることとする単純化を想定している。この想定  
は、単に、説明を簡単にすることを目的としたものであり、本発明の限定として考慮され  
ていない。実際、DeNBと直接に接続されるUEを、ここで説明したプロシージャの目  
的に関しては、常にゼロのアクセス容量を持つ「仮想中継器ノード」と考えることができ  
、そのようにバックホール・プロシージャおよびリンク・スケジューリング・プロシ  
ージャへ組み込むことができることを、理解すべきである。上記のプロシージャの結果として  
、DeNBへのそれらのリンク（実際には、バックホール・リンク）は、常に、リンク・  
スケジューリング・プロシージャによりアクティブ化させられる。

30

## 【0101】

容易に理解されるように、上記のリンク・スケジューリング・アルゴリズムは、二重化  
判断（即ち、各中継器ノードに関して、アクセス経路またはバックホール経路をアクティ  
ブ化する判断）が、TTIに対応する各サブフレームの時間分解能に基づくので、動的  
アプローチを伴う。しかし、これは、限定するものとして解釈すべきではない。なぜなら  
、リンク・スケジューリング・アルゴリズムは、半静的アプローチに従って実施すること  
もできるからであり、半静的アプローチでは、例えば、リンク・スケジューリング・アル  
ゴリズムを、連続するサブフレームの個々のグループを含む各リフレッシュ間隔（即ち、  
リンク・スケジューリング判断が更新される所定の時間間隔であり、TTIよりもかなり  
長いものであり得る）において実行する。例えば、これは、リンク・スケジューリング・  
アルゴリズムへの入力として、最後のリフレッシュ間隔（即ち、満了したばかりのリフレ  
ッシュ間隔）全体と関連する統合したデータを用いることにより達成でき、それにより、  
各中継器ノードに対するリンク・スケジューリング・パターンを決定し、次のリフレッシ

40

50

ュ間隔で使用されるようにする。より明確には、これを得るために、各UEのアクセス容量の計算のために、リフレッシュ間隔の間に中継器ノード（そのUEに対してのもの）により受信した全てのBSRの合計と等しいvBSRパラメータと、リフレッシュ間隔の間に測定された全てのUCQパラメータの平均値と等しいUCQパラメータとを、用いることができる。同様に、バックホール容量の計算のために、各中継器ノードに関して、リフレッシュ間隔の間にその中継器ノードと関連するDeNBにより受信した全てのPRBの合計と等しいvBSRパラメータと、リフレッシュ間隔の間に測定された全てのUCQパラメータの平均値と等しいUCQパラメータとを、用いることができる。

#### 【0102】

このように、リンク・スケジューリング・アルゴリズムの多数の仮想の実行（リフレッシュ間隔のTTIの数と等しい）を行い、リンク・スケジューリング判断が次のリフレッシュ間隔に適用されるようにすることができる（それぞれの仮想の実行の出力は、次のものに対する入力を計算するために使用される）。

#### 【0103】

当然、ローカルの要求および特定の要求を満たすために、当業者は、上記の解決法へ、多くの論理的および／または物理的な改造および変更を適用することができる。より特定には、本発明は、好適な実施形態を参照して特定の度合いで詳細を説明してきたが、形態および詳細における様々な省略、代替、および変更や、代替の実施形態が可能であることを理解すべきである。特に、より完全な理解を与えるための先の説明で述べた特定の詳細が無くとも、本発明の別の実施形態を実施することもでき、また、対照的に、周知の構成は、不要な詳細により説明を妨げないように省略または簡素化されている。更に、一般的な設計の選択事項として、本発明の何れかの実施形態と関連して説明した特定のエレメントおよび／または方法のステップを、他の何れかの実施形態へ組み込めることが、明らかに意図されている。

#### 【0104】

より詳細には、本発明の実施形態に従った解決法は、等価の実施形態を通じて実施されるのに適しており（同様のステップを用いる、必須ではない幾つかのステップを除去する、または更なるオプションのステップを追加することによる）、更に、ステップは、異なる順、同時、または交互に行うことができる（少なくとも部分的に）。

#### 【0105】

更に、このリンク・スケジューリング・アルゴリズムは、入力としてアップリンク・フィードバック情報を有するものとして説明したが、これは、制限として理解すべきではない。実際、本発明に従ったリンク・スケジューリング・アルゴリズムは、ダウンリンク・フィードバック情報に関する同等に適用できる。この点に関して、示していない代替の実施形態において、UEから中継器ノードへ（および中継器ノードからDeNBへ）の前記のフィードバック情報は、ダウンリンク・チャンネル品質を示すダウンリンク・チャンネル品質パラメータを含むことができ、他方、BSRの等価物、即ち、UEと中継器ノードとのキューの長さの情報は、中継器およびDeNBのそれぞれにおいて既に使用可能である。従って、対応するアクセス容量（ここでの説明では、アップリンク・アクセス容量はアップリンク・フィードバック情報から導き出されるので、アップリンク・アクセス容量と想定されていた）は、そのような代替の実施形態ではダウンリンク・アクセス容量であり、それは、そのアクセス・リンクのダウンリンク・チャンネル品質パラメータと、各中継器ノードのダウンリンク・キュー長さ情報とを用いて計算できる。同様に、DeNBにより計算される対応するダウンリンク・バックホール容量は、中継器ノードによりフィードバックされるダウンリンク・チャンネル品質情報（それらのUCQに代えて）と、DeNBでのダウンリンク・キューのステータス（BSRに代えて）とに基づく。

#### 【0106】

そのような代替の実施形態では、UEのBUCパラメータは、アップリンク・チャンネル品質パラメータと、DeNBにおけるダウンリンク・キューのステータスを示すバッファ・ステータス情報との間での最小として計算することができ、他方、最大中継器ノード

10

20

30

40

50

容量は、そのバッファ・ステータス情報と、ダウンリンク・チャンネル品質パラメータと残りの物理リソース・ブロックとの積との間での最小として計算することができる。

【0107】

更に、リンク・スケジューリング判断がアップリンクとダウンリンクとの双方のフィードバック情報に基づくように、またはそれらの任意の組み合わせに基づくようにする形でリンク・スケジューリング・アルゴリズムを実施することを、妨げるものはない。

【0108】

更に、ワイヤレス通信ネットワークが、異なる構造を有している場合や等価のコンポーネントを含む場合、または他の動作の特徴を有する場合にも、類似の考慮を適用することができる。何れの場合でも、その任意のコンポーネントを幾つかの元素に分けることや、2以上のコンポーネントを1つの元素へと組み合わせることができ、更には、各コンポーネントを複製して、対応する動作の並列の実行をサポートすることができる。また、様々なコンポーネントの間での任意の対話は、一般に、必ずしも連続的である必要がなく（示されていない限り）、また、直接的なものまたは1以上の中間物を通じた間接的なものの双方であり得ることに、留意されたい。

【0109】

更に、本発明に関して、LTE Advanced標準に基づくワイヤレス通信ネットワークを明確に参照したが、出願人は、任意の特定のワイヤレス通信システムのアーキテクチャやプロトコルの実施に限定することを意図していないことを、理解すべきである。この点に関しては、適切な簡単な変更により、このリンク・スケジューリング・アルゴリズムを、例えば、とりわけWiMAXのような、他の公開されたまたは占有の通信プロトコルへ適用することもできる。

10

20

【図1】

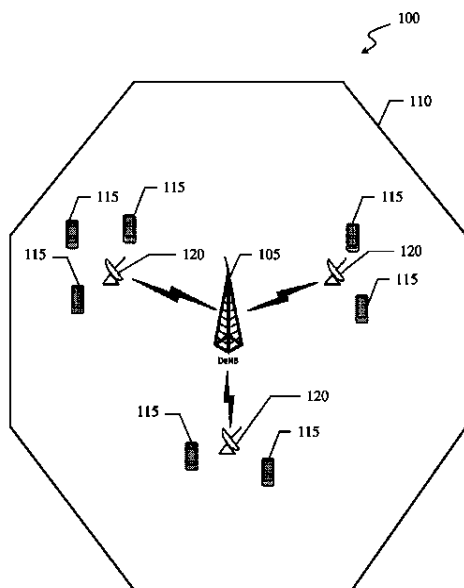


FIG.1

【図2】

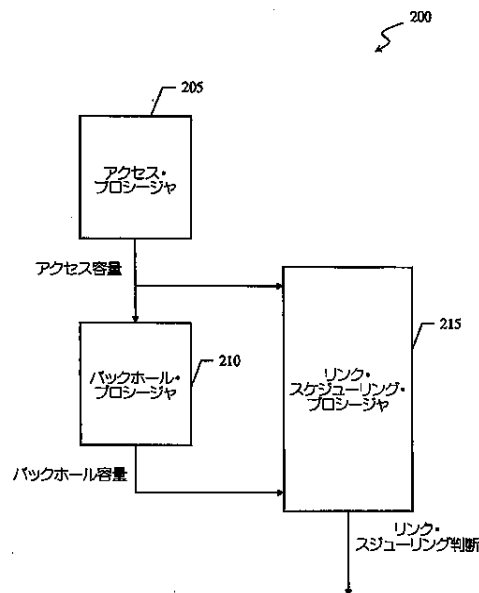


FIG.2



【図3】

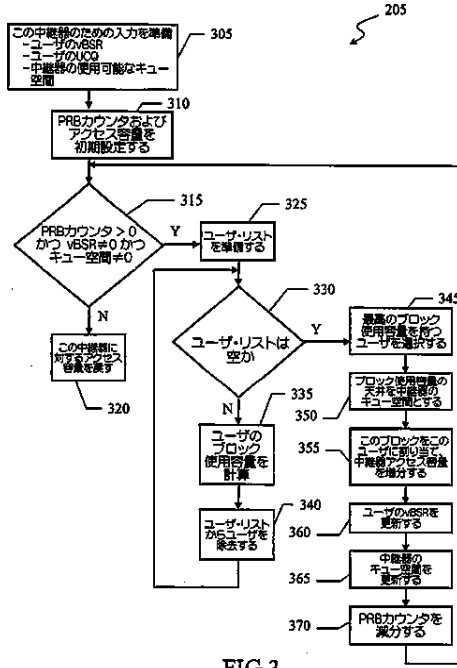


FIG.3

【図4】

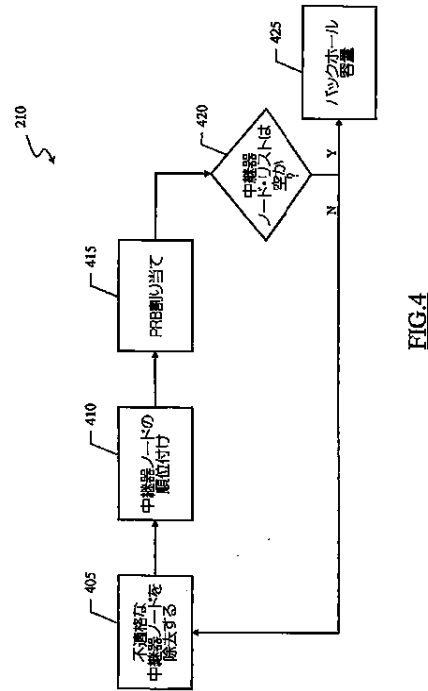


FIG.4

【図5】

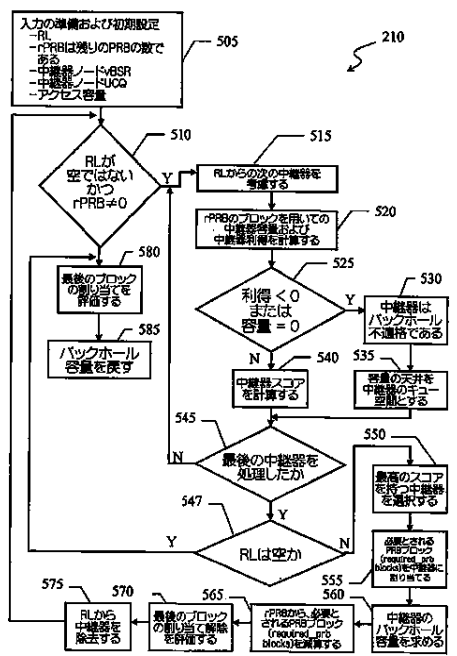


FIG.5

【図6】

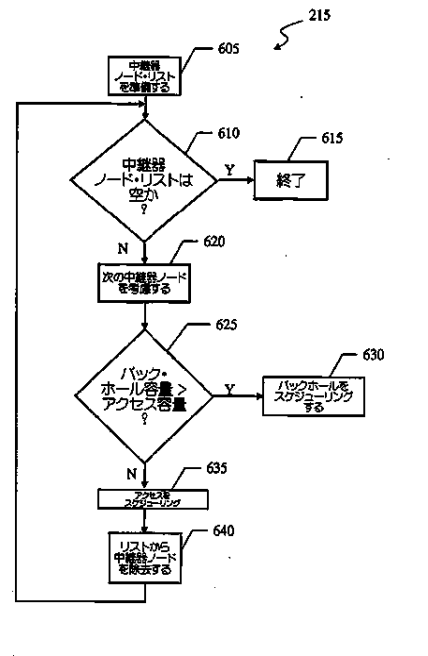


FIG.6

## フロントページの続き

- (72)発明者 アンドレオッツィ, マッテオ・マリア  
イタリア国イ-56122 ピサ, ヴィア・カルーソ 16, ウニベルシタ・ディ・ピサ, ディパ  
ルティメント・インジェグネリア・デルインフォマツィオーネ
- (72)発明者 カレッティ, マルコ  
イタリア国イ-10148 トリノ, ヴィア・グリエルモ・レイス・ロモリ 274, テレコム・  
イタリア・エッセ・ピー・アー
- (72)発明者 ファンティニ, ロベルト  
イタリア国イ-10148 トリノ, ヴィア・グリエルモ・レイス・ロモリ 274, テレコム・  
イタリア・エッセ・ピー・アー
- (72)発明者 ミリオリーニ, ダニエレ  
イタリア国イ-56122 ピサ, ヴィア・カルーソ 16, ウニベルシタ・ディ・ピサ, ディパ  
ルティメント・インジェグネリア・デルインフォマツィオーネ
- (72)発明者 ピー, ヴィンセンツォ・マリア  
イタリア国イ-56124 ピサ, ヴィア・リグリア 2ビ
- (72)発明者 サベッラ, ダリオ  
イタリア国イ-10148 トリノ, ヴィア・グリエルモ・レイス・ロモリ 274, テレコム・  
イタリア・エッセ・ピー・アー
- (72)発明者 ステア, ジョヴァンニ  
イタリア国イ-56122 ピサ, ヴィア・カルーソ 16, ウニベルシタ・ディ・ピサ, ディパ  
ルティメント・インジェグネリア・デルインフォマツィオーネ

審査官 石原 由晴

- (56)参考文献 特表2010-514231 (JP, A)  
米国特許出願公開第2010/0034157 (US, A1)  
特開2010-141893 (JP, A)  
国際公開第2011/002176 (WO, A2)

## (58)調査した分野(Int. Cl., DB名)

H04B 7/24-7/26  
H04W 4/00-99/00  
H04J 11/00