

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5980948号
(P5980948)

(45) 発行日 平成28年8月31日(2016.8.31)

(24) 登録日 平成28年8月5日(2016.8.5)

(51) Int. Cl. F I
 HO4W 72/12 (2009.01) HO4W 72/12 110
 HO4W 72/08 (2009.01) HO4W 72/08

請求項の数 15 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2014-549374 (P2014-549374)	(73) 特許権者	503148270
(86) (22) 出願日	平成23年12月29日 (2011.12.29)		テレコム・イタリア・エッセ・ピー・アー
(65) 公表番号	特表2015-503865 (P2015-503865A)		イタリア国 20123 ミラノ、ヴィア
(43) 公表日	平成27年2月2日 (2015.2.2)		・ガエターノ・ネグリ 1
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/074266	(74) 代理人	100140109
(87) 国際公開番号	W02013/097904		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開日	平成25年7月4日 (2013.7.4)	(74) 代理人	100075270
審査請求日	平成26年8月28日 (2014.8.28)		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】 ワイヤレス通信ネットワークのための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)内でリソース割振りをスケジューリングするための方法(200)であって、前記少なくとも1つのネットワークセルは、中央ユニット(105)であって、前記ネットワークセルにわたってカバレッジを提供し、該中央ユニットを前記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(U_{E1}からU_{E7})と通信させるために少なくとも1つの伝送フレームを管理する中央ユニット(105)を含み、前記方法は、

人力パラメータを取り出すステップ(205)であって、前記人力パラメータは、各ユーザ機器について、実際のネットワークセル条件に基づいて測定/推定されたチャネル品質を示すチャネル品質パラメータを含む、ステップ(205)と、

前記実際のネットワークセル条件から文脈付け解除されたチャネル品質を示す、対応するアトミックチャネル品質パラメータを取得するために、各チャネル品質パラメータに文脈付け解除関数を適用するステップ(215)と、

各スケジューリングされた物理リソースブロック、伝送フレーム、およびユーザ機器を示す2値割振り行列を提供するために、スケジューリングアルゴリズムを実行するステップ(220、320、420)と、

各スケジューリングされたユーザ機器からまたはユーザ機器へのトランスポートブロック伝送のためにスケジューリングされた前記伝送フレームによって使用されることになる、トランスポートブロックサイズの指示を取得するために、文脈付け関数を前記割振り行

列に適用するステップと
を含む、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

スケジューリングアルゴリズムを実行する前記ステップ（220、320、420）は、すべての前記アトミックチャンネル品質パラメータがゼロになるまで、前記スケジューリングアルゴリズムを再反復するステップを含み、前記スケジューリングアルゴリズムは、各反復について、

各ユーザ機器に対して、前記ユーザ機器のバッファの現在の状況を示す現行バッファ状況変数によって、前記アトミックチャンネル品質パラメータをマスキングするステップ（325）と、

マスキングされたアトミックチャンネル品質パラメータが最大値を有する、前記ユーザ機器、伝送フレーム、および物理リソースブロックをスケジューリングするステップ（325）と、

各スケジューリング時に、スケジューリングされた前記ユーザ機器、伝送フレーム、および物理リソースブロックに対応する前記割振り行列の要素を、前記割振り行列の当該要素に対応する前記ユーザ機器、伝送フレーム、および物理リソースブロックはスケジューリングされたことを示す値で設定することによって、前記割振り行列を更新するステップ（330）と、

前記スケジューリングに従って、スケジューリングされた前記ユーザ機器の前記現行バッファ状況変数を更新するステップ（335）と、

スケジューリングされた前記物理リソースブロックについて、スケジューリングされた前記伝送フレームに関する前記アトミックチャンネル品質パラメータをゼロにするステップ（340）と、

スケジューリングされた前記物理リソースブロックに対応する、ゼロとは異なる各アトミックチャンネル品質パラメータを更新するステップ（345）と
を含む、方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の方法であって、前記アトミックチャンネル品質パラメータをマスキングする前記ステップ（325）は、各アトミックチャンネル品質パラメータを、前記アトミックチャンネル品質パラメータ自体と前記現行バッファ状況変数との間の最小値に置き換えるステップを含む、方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、

スケジューリングアルゴリズムを実行する前記ステップ（220）は、すべての前記アトミックチャンネル品質パラメータがゼロになるまで前記スケジューリングアルゴリズムを反復するステップを含み、前記スケジューリングアルゴリズムは、各反復について、

アトミックチャンネル品質パラメータがゼロとは異なる、ユーザ機器、伝送フレーム、物理リソースブロックを選択するステップ（425、430）と、

選択された各ユーザ機器について、選択された前記ユーザ機器のバッファの現在の状況を示す現行バッファ状況変数を更新するステップ（435）と、

現行バッファ状況変数が最小値を有する前記ユーザ機器、リモートユニット、および物理リソースブロックをスケジューリングするステップ（440から455）と、

各スケジューリング時に、スケジューリングされた前記ユーザ機器、伝送フレーム、および物理リソースブロックに対応する前記割振り行列の要素を、前記割振り行列の当該要素に対応する前記ユーザ機器、伝送フレーム、および物理リソースブロックはスケジューリングされたことを示す値で設定することによって、前記割振り行列を更新するステップ（460）と、

スケジューリングされた前記物理リソースブロックについて、スケジューリングされた前記伝送フレームに関する前記アトミックチャンネル品質パラメータをゼロにするステップ

10

20

30

40

50

(465)と、

スケジューリングされた前記物理リソースブロックに対応する、ゼロとは異なる各アトミックチャンネル品質パラメータを更新するステップ(465)とを含む、方法。

【請求項5】

請求項2から4のいずれか一項に記載の方法であって、スケジューリングされた前記物理リソースブロックに対応する、ゼロとは異なる各アトミックチャンネル品質パラメータを更新する前記ステップは、現行のスケジューリング判断の前記伝送フレームが伝送された場合に発生することになる干渉を示すペナルティ付与係数をゼロとは異なる各アトミックチャンネル品質パラメータに適用するステップを含む、方法。

10

【請求項6】

請求項5に記載の方法であって、前記入力パラメータは、各ユーザ機器についてバッファリングされるデータ量を示すバッファサイズパラメータをさらに含み、前記現行バッファ状況変数を更新する前記ステップは、前記バッファサイズパラメータで初期に設定された前記現行バッファ状況変数の各値を、対応する前記ユーザ機器のバッファに対してすでに提供された実際のデータ量だけ削減するステップを含み、前記実際のデータ量は、それぞれの前記ペナルティ付与係数を用いて前記伝送フレーム間の相互干渉を考慮に入れる、方法。

【請求項7】

請求項2から5のいずれか一項に記載の方法であって、

20

前記入力パラメータは、各ユーザ機器に関するアクティブ伝送フレームの数をさらに含み、前記方法は、

前記割振り行列を更新する前記ステップの後に、スケジューリングされた前記ユーザ機器に関するアクティブ伝送フレームの前記数を更新するステップと、

スケジューリングされた前記物理リソースブロックについて、スケジューリングされた前記伝送フレームに関する前記アトミックチャンネル品質パラメータをゼロにする前記ステップの後に、アクティブ伝送フレームの対応する数がゼロである場合、スケジューリングされた前記ユーザ機器に関するすべての前記アトミックチャンネル品質パラメータをゼロにするステップと

をさらに含む、方法。

30

【請求項8】

請求項5から7のいずれか一項に記載の方法であって、前記文脈付け関数は、前記伝送フレーム間の相互干渉が存在しない場合はゼロであり、各伝送フレームがすべての他の伝送フレームに一定の干渉係数を誘導すると想定される場合は一定であり、各伝送フレームが近隣の伝送フレームに一定の干渉係数を誘導すると想定される場合は近接ベースである、方法。

【請求項9】

請求項6または請求項6を引用する場合の請求項8に記載の方法であって、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、該アップリンクチャンネル品質は、少なくとも1つの前記ユーザ機器に関して評価され、且つ、前記伝送フレームに関して前記中央ユニットによって評価され、前記バッファサイズパラメータは、前記アップリンクチャンネル品質パラメータと共に、前記中央ユニットからリモートに配置され前記中央ユニットに結合されたリモートユニットで使用可能なバッファ状況レポートを含む、アップリンクバッファサイズパラメータである、方法。

40

【請求項10】

請求項6または請求項6を引用する場合の請求項8に記載の方法であって、前記チャンネル品質パラメータは、各ユーザ機器によって評価された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、前記バッファサイズパラメータはダウンリンクバッファサイズパラメータである、方法。

50

【請求項 1 1】

少なくとも1つの入力ユニットおよび少なくとも1つの出力ユニットならびに少なくとも1つの処理ユニットを含む少なくとも1つのコンピュータシステムの少なくとも1つの内部メモリにロード可能なコンピュータプログラムであって、前記少なくとも1つのコンピュータシステムに、請求項 1 から 1 0 のいずれか一項に記載の前記方法を単独または組み合わせて実行させるコンピュータプログラム。

【請求項 1 2】

少なくとも1つのネットワークセル（1 1 0）を含むワイヤレス通信ネットワーク（1 0 0）であって、前記少なくとも1つのネットワークセルは、中央ユニット（1 0 5）であって、前記ネットワークセルにわたってカバレッジを提供し、該中央ユニットを前記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（ UE_1 から UE_7 ）と通信させるために少なくとも1つの伝送フレームを管理する中央ユニット（1 0 5）を含み、

前記中央ユニットは、スケジューラユニットであって、

入力パラメータを取り出すステップ（2 0 5）であって、前記入力パラメータは、各ユーザ機器について、実際のネットワークセル条件に基づいて測定／推定されたチャンネル品質を示すチャンネル品質パラメータを含む、ステップ（2 0 5）と、

前記実際のネットワークセル条件から文脈付け解除された前記チャンネル品質を示す、対応するアトミックチャンネル品質パラメータを取得するために、各チャンネル品質パラメータに文脈付け解除関数を適用するステップ（2 1 5）と、

各スケジューリングされた物理リソースブロック、伝送フレーム、およびユーザ機器を示す 2 値割振り行列を提供するために、スケジューリングアルゴリズムを実行するステップ（3 2 0、4 2 0）と、

各スケジューリングされたユーザ機器からまたはユーザ機器へのトランスポートブロック伝送のためにスケジューリングされた前記伝送フレームによって使用されることになる、トランスポートブロックサイズの指示を取得するために、文脈付け関数を前記割振り行列に適用するステップと

のためのスケジューラユニットを含むことを特徴とするワイヤレス通信ネットワーク（1 0 0）。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載のワイヤレス通信ネットワークであって、前記ワイヤレス通信ネットワークは、アップリンク伝送に単一搬送波周波数分割多元接続方式を採用し、ダウンリンク伝送に直交周波数分割多重変調接続方式を採用する、Long Term Evolution (LTE) Advanced 標準、LTE、または Wi-Max 標準に準拠したセルラー通信ネットワークである、ワイヤレス通信ネットワーク。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 または 1 3 に記載のワイヤレス通信ネットワークであって、少なくとも1つの伝送フレームを物理的に伝送するための分散アンテナシステムを実装する、少なくとも1つのリモートユニット（ RU_1 、 RU_2 、 RU_3 ）をさらに含み、前記分散アンテナシステムの各リモートユニットは、光ファイバ、専用ワイヤ、および排他的無線周波数リンクのうち1つ以上を含むトランスポート媒体を介して前記中央ユニットに結合され、無線リンクによって各ユーザ機器に同時に結合可能である、ワイヤレス通信ネットワーク。

【請求項 1 5】

請求項 1 2 または 1 3 に記載のワイヤレス通信ネットワークであって、各伝送フレームは、キャリアアグリゲーション手法を介して別々の周波数帯上で伝送される、ワイヤレス通信ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般に、セルラーネットワークなどのワイヤレス通信ネットワークに関する。より詳細には、本発明は、周波数領域パケットスケジューリングを介して分散アンテナ

10

20

30

40

50

システムを使用する、OFDMA広帯域ワイヤレス通信ネットワークなどのワイヤレス通信ネットワークでのリソース割振りに関する。

【背景技術】

【0002】

広帯域ワイヤレス通信ネットワークの進化は、拡散および性能の著しい成長を経験し、近年では、高速データおよびメディアトランスポートならびに今後10年の高品質音声およびビデオ通信サポートの必要性を満たすように設計された、WiMAX（「Worldwide Interoperability for Microwave Access」）、すなわち地理的な大規模領域に高速インターネットサービスをワイヤレスに送達するための通信技術、LTE（ロングタームエボリューション）、およびLTE-Advancedなどの、新世代セルラーシステム（一般に、第4世代または4Gセルラーワイヤレスシステムと呼ばれる）をもたらした。

10

【0003】

既知のように、こうした新世代セルラーシステムは、隣接する副搬送波が互いに直交するように周波数領域内の密集した複数の副搬送波を使用することに基づく、OFDM（「直交周波数分割多重」）信号伝送方式、および、差別化されたサービス品質（QoS）をサポートするために、すなわち、各ユーザに対して個別にデータレートおよびエラー確率を制御するために、OFDM信号伝送方式の使用に依拠し、スケジューリング判断に基づいていずれの個々（またはグループ）の副搬送波が異なるユーザに割り当てられているか（すなわち、一般に「物理リソースブロック」と呼ばれる基本リソース割振り）による、関連付けられたOFDMA「直交周波数分割多元接続」アクセス方式などの、いくつかの高度な技法を利用する。

20

【0004】

こうしたOFDMAベースのワイヤレス通信ネットワークの拡張は、本来は、単に屋内ワイヤレス通信ネットワークにおいてデッドスポットをカバーするために導入され、近年は、屋外ワイヤレス通信ネットワークにおいて（多くのセルラー・サービス・プロバイダおよび／またはシステム製造業者が、旧来のセルラーシステムを分散アンテナシステムに置き換えること、またはそれらを次期4Gワイヤレス通信ネットワークで採用することも考慮し得るほどに）潜在的利点を提供するものとして識別されている、分散アンテナシステムにおいて、その実装を考慮することである。

30

【0005】

各分散アンテナシステム（以下、簡潔さのためにDASシステムまたはDASとする）は、実質上、対応する地理的領域をカバーする空間的に離れた無線送信リモートユニット、たとえばアンテナと、各リモートユニットが適切なトランスポート媒体（たとえば光ファイバ、専用ワイヤ、または排他的無線周波数リンク）を介して接続された、処理および管理動作を行うための共通中央ユニット（またはeNodeB）との、ネットワークを含む。各リモートユニットは、中央ユニットからデジタルベースバンド信号を受信するため、および、デジタルアナログ変換、フィルタリングおよび増幅動作後に、対応する無線周波数信号を、同じネットワークセル内でのサービス（たとえば音声呼）を必要とする加入者／ユーザのユーザ機器（たとえば携帯電話などのユーザ端末）に伝送するために、構成される。このように、中央ユニットからリモートに配置された、いくつかのリモートユニットによって放射された無線周波数信号が中央ユニットによって伝送され、より適切に定義されたセルカバレッジおよび拡張セルカバレッジ（すなわちより少ないカバレッジホール）、簡略化されたメンテナンス（DASシステムがターゲットサービス領域内での中央ユニットの必要数を削減できるため）、およびより高い信号対干渉雑音比（SINR）が、非DASシステムに関して取得される。

40

【0006】

現在のところ、スケジューリング方式を提供する解決策が開示された、いくつかの文献が知られている。

【0007】

50

Ping Gong、Ke Yu、Yumei Wangによる「Radio resource allocation for multiuser OFDMA distributed antenna systems (マルチユーザOFDMA分散アンテナシステムのための無線リソース割振り)」、IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content、2009において、著者は、ダウンリンク方向のDASモダリティでサービスを受けている複数のユーザに、伝送電力および論理サブバンドを割り当てる問題に直面している。割振りの問題は、混合整数線形最適化の問題として公式化され、最適な解を近似する発見的アルゴリズムが計算される。

【0008】

10

Joonil Choi、Illsoo Sohn、Sungjin Kim、およびKwang Bok Leeによる「Efficient Uplink User Selection Algorithm in Distributed Antenna Systems (分散アンテナシステムにおける効率的なアップリンクユーザ選択アルゴリズム)」、IEEE 18th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications、2007において、著者は、アンテナにユーザを割り当てるための方式を述べている。

【0009】

W. Xu、Z. He、K. Niuによる「Opportunistic Packet Scheduling in OFDM Distributed Antenna Systems (OFDM分散アンテナシステムにおける機会主義的パケットスケジューリング)」、WiCOM'09 Proceedings of the 5th International Conference on Wireless communications, networking and mobile computing、2009において、著者は、パケット損失を最小限にするような方法で、電力およびサブバンドを割り振るための分散アンテナを備えたOFDMシステムを調査している。

20

【0010】

B. Yang、Y. Tangによる「Heuristic Resource Allocation for Multiuser OFDM Distributed Antenna System with Fairness Constraints (公平性の制約を伴うマルチユーザOFDM分散アンテナシステムのための発見的リソース割振り)」、Proceedings of ICCTA 2009において、著者は、DASを伴うOFDMシステムにおいて、いくつかの制約下で伝送されるトラフィック量を最大にするという問題に直面している。この点で、著者は、アンテナが副搬送波上で1人のユーザにしかサービスを提供できず、各ユーザが事前に定義された最小認可レートを有するという制約と共に、ユーザに副搬送波を割り振るための発見的アルゴリズムを提案している。

30

【0011】

Lisha Ling、Tan Wang、Ying Wang、Cong Shiによる「Schemes of Power Allocation and Antenna Port Selection in OFDM Distributed Antenna Systems (OFDM分散アンテナシステムにおける電力割振りおよびアンテナポート選択の方式)」、Vehicular Technology Conference Fall (VTC 2010-Fall)、2010 IEEE 72ndにおいて、著者は、OFDM-DASシステム上での電力割振りおよびアンテナポート選択の発見的アルゴリズムを提案している。

40

【0012】

Marsch P.、Khattak S.、Fettweis G.による「A F

50

ramework for Determining Realistic Capacity Bounds for Distributed Antenna Systems (分散アンテナシステムに対する現実的な容量限界を決定するためのフレームワーク)」、Information Theory Workshop, 2006. ITW '06 Chengdu. IEEEにおいて、著者は、リンクレベル・シミュレーションを介してDASシステムのアップリンク容量限界を評価するためのフレームワークを提案している。

【0013】

Jun Zhang, Andrews J. による「Distributed Antenna Systems with Randomness Wireless Communications (ランダム性ワイヤレス通信を伴う分散アンテナシステム)」、IEEE Transactions, 2008において、著者は、現実的なチャネルをシミュレートすることにより、2つの既知の伝送技法(すなわち、MRTまたは「最大比伝送」、およびSTまたは「選択伝送」)を比較し、単一セルMRT技法がより良い性能を提供する一方で、複数セルST技法はより低い故障確率を提供することによって、単一セルおよび複数セルのDASシステムの性能を評価している。さらに著者は、リモートユニットの幾何学的またはランダムな配置構成がシステムの性能にどのような影響を与えるかを研究している。

10

【0014】

Zhu, H., Karachontzitis, S., Toumpakaris, D. による「Low-complexity resource allocation and its application to distributed antenna systems (低複雑さリソース割振りおよびその分散アンテナシステムへの適用)」、Wireless Communications, IEEE 2010において、著者は、2つの既知の伝送技法(すなわち、MRTまたは「最大比伝送」、およびZFBまたは「ゼロ・フォーシング・ビームフォーミング」)を比較することにより、リンクレベル・シミュレーションを介して、単一セルシステムおよびDASシステムにおける周波数チャック(論理バンド)に基づくリソース割振りの場合の性能向上を評価している。

20

【0015】

Peng Shang, Guangxi Zhu, Li Tan, Gang Su, Tan Li による「Transmit Antenna Selection for the distributed MIMO Systems (分散MIMOシステムのための伝送アンテナ選択)」、2009 International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computingにおいて、著者は、第1のレベルは決定されたユーザのサービスのためにアンテナのクラスタを選択し、第2のレベルはクラスタのうちのいずれのアンテナがユーザに使用されることになるかを選択する、という、2レベルの最適化問題としての伝送アンテナの選択の問題に直面している。

30

【0016】

Alexei Gorokhov, Dhananjay A. Gore, および Arogyaswami J. Paulraj による「Receive Antenna Selection for MIMO Spatial Multiplexing: Theory and Algorithms (MIMO空間多重化のための受信アンテナ選択: 理論およびアルゴリズム)」、IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, VOL. 51, NO. 11, NOVEMBER 2003において、著者は、アップリンク方向での受信アンテナの選択のための、MIMOシステム用に記述され、DASシステムに適用可能な、異なるアルゴリズムを示している。

40

【発明の概要】

【0017】

出願人は、上記のいずれの参照文献も、スループット最大化(本明細書では、通信チャ

50

ネルを介した正常なデータまたはデータパケット送達の平均レートの最大化として意図される) および活動化されたりリモートユニット間での相互干渉を考慮する一方で、異なるリモートユニットの同時活動化、および異なる活動化されたりリモートユニットへの同じ使用可能時間周波数リソースの同時割振り(これにより、空間多重化技法が使用可能となる)のためのスケジューリングアルゴリズムを開示していないと理解している。

【0018】

さらに出願人は、Ping Gong、Ke Yu、Yumei Wangの文献において、最大スループットを取得することを目的とする有限サイズのユーザバッファも割振り基準も、いずれも考慮されない一方で、各ユーザは、単一のリモートユニットに接続されること、1つのデータストリームのみを受信すること(これにより、複数リモートユニットに基づく空間多重化技法の使用が無効となる)、および、論理サブバンド全体を排他的に占有することが想定されることを識別した。さらに参照文献では、スケジューリングを管理するエンティティは、LTE-Advancedではユーザによって実際に報告されない物理パラメータ(たとえば、各論理サブバンド上の雑音パワー)を知っていることが想定される。

10

【0019】

代わりに、Joonil Choi、Illsoo Sohn、Sungjin Kim、およびKwang Bok Leeの文献、ならびにAlexei Corokhov、Dhananjay A. Gore、およびArogyaswami J. Paulrajの文献が考慮される限り、出願人によれば、記載されたアルゴリズムは、ユーザへのリソースの割振りはできないが、単に物理層の特徴に基づいて(したがって、フレームの概念またはユーザが伝送しなければならないデータ量を考慮せずに)ユーザアンテナ接続を確立する。

20

【0020】

出願人は、各ユーザに最良のアンテナを選択することによって(したがって、空間多重化および干渉の問題を考慮せずに)電力最大化が達成される、Lisha Ling、Tan Wang、Ying Wang、Cong Shiの文献、ならびに、必要最小レートに最も近いレートを有するユーザが選択され、(内部のデータ量に関して選択されたユーザのバッファ状況に関係なく)最大利得を有するアンテナおよび副搬送波に関連付けられる、B. Yang、Y. Tangの文献と同様に、W. Xu、Z. He、K. Niuの文献において、最大利得を有するアンテナに電力全体が割り振られる(したがって、複数アンテナの同時選択は参照されない)ことも発見した。

30

【0021】

さらに出願人は、Peng Shang、Guangxi Zhu、Li Tan、Gang Su、Tan Liの文献において、空間多重化の実現性、ならびにバッファの有限サイズが考慮されていないことを識別した。さらに参照文献において、サービス選択は、LTE-Advancedではユーザによって明示的に報告されない物理層の特徴に、排他的に基づいている

前述のように、多くのセルラー・サービス・プロバイダおよび/またはシステム製造業者は、LTE-Advancedなどの次期4Gワイヤレス通信ネットワークにおけるDASシステムの採用を考慮し得るため、出願人は、スループット最大化および活動化されたりリモートユニット間での相互干渉を考慮しながら、異なるリモートユニットの同時活動化、および、異なる同時に活動化されたりリモートユニットへの同じ使用可能物理リソースブロックの同時割振りのための、新しい単純で効率的なスケジューリング手順を提供するのに適した解決策を考案する問題に取り組んできた。

40

【0022】

そのように実行する際、出願人は、必ずしもDASシステムは提供されていないが、同時リソース割振りのための異なるリモートユニットの同時活動化のスケジューリングと同じ共通の問題によって影響を受けているとみなされる、ワイヤレス通信ネットワークのさらなる実装に容易に適応できるスケジューリング手順の開発に、特に注意を払ってきた。

50

たとえば、LTE-Advancedの別の可能な主要強化機能は、ダウンリンクで1 Gbps、アップリンクで500 Mbpsよりも高い、ピーク・ターゲット・データ・レートを達成することが可能な、100 MHzまでの展開帯域幅をサポートするための、キャリアアグリゲーションを介した帯域幅拡張とすることができる。キャリアアグリゲーションの魅力は、レガシーユーザに後方互換性を提供しながら、オペレータ/プロバイダが、いくつかの小さな連続または非連続搬送波を集約することによって、システムを展開することができるという事実から生まれる。実際、LTE-Advancedはスペクトル互換性をレガシーユーザに提供しなければならないため、LTE-Advancedにおけるより広い帯域幅のサポートは、複数搬送波の集約を介して提供可能であり、各搬送波はレガシーユーザに対してLTEキャリアとして現れ、LTE-Advancedユーザはいくつかの搬送波上で同時に（および、3つの可能な集約シナリオ、すなわち「バンド内連続」、「バンド内非連続」、および「バンド間非連続」のうちの1つに従って）送受信できるようになる。

【0023】

本発明の特定の実施形態による解決策の1つまたは複数の態様は、従属請求項に示された同じ解決策の有利な特徴と共に独立請求項に示されており、その文言は参照により（変更すべきは変更して任意の他の態様に適用する、本発明の実施形態による解決策の特定の態様を参照しながら、任意の有利な特徴が提供されると共に）本明細書に逐語的に封入されている。

【0024】

より具体的に言えば、本発明の1つまたは複数の実施形態による解決策は、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でリソース割振りをスケジューリングするための方法に関し、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カバレッジを提供し、中央ユニットを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通信させるために少なくとも1つの伝送フレームを管理する、中央ユニットを含む。方法は、

入力パラメータを取り出すステップであって、当該入力パラメータは、各ユーザ機器について、実際のネットワークセル条件に基づいて測定/推定されたチャネル品質を示すチャネル品質パラメータを含む、ステップと、

実際のネットワークセル条件から文脈付け解除（de-contextualized）されたチャネル品質を示す、対応するアトミックチャネル品質パラメータを取得するために、各チャネル品質パラメータに文脈付け解除（de-contextualization）関数を適用するステップと、

各スケジューリングされた物理リソースブロック、伝送フレーム、およびユーザ機器を示す2値割振り行列を提供するために、スケジューリングアルゴリズムを実行するステップと、

各スケジューリングされたユーザ機器からまたはユーザ機器へのトランスポートブロック伝送のためにスケジューリングされた伝送フレームによって使用されることになる、トランスポートブロックサイズの指示を取得するために、文脈付け関数を当該割振り行列に適用するステップと、
を含む。

【0025】

本発明の実施形態において、当該スケジューリングアルゴリズムを実行するステップは、すべてのアトミックチャネル品質パラメータがゼロになるまで、スケジューリングアルゴリズムを再反復するステップを含むことが可能であり、当該スケジューリングアルゴリズムは、各反復について、

各ユーザ機器に対して、ユーザ機器バッファの現在の状況を示す現行バッファ状況変数によって、アトミックチャネル品質パラメータをマスキングするステップと、

マスキングされたアトミックチャネル品質パラメータが最大値を有する、ユーザ機器、伝送フレーム、および物理リソースブロックをスケジューリングするステップと、

10

20

30

40

50

各スケジューリング時に、スケジューリングを示す第1の値で、スケジューリングされたユーザ機器、伝送フレーム、および物理リソースブロックに対応する割振り行列の要素を設定することによって、割振り行列を更新するステップと、

当該スケジューリングに従って、スケジューリングされたユーザ機器の現行バッファ状況変数を更新するステップと、

スケジューリングされた物理リソースブロックについて、スケジューリングされた伝送フレームに関するアトミックチャンネル品質パラメータをゼロにするステップと、

スケジューリングされた物理リソースブロックに対応する、ゼロとは異なる各アトミックチャンネル品質パラメータを更新するステップと、
を含むことができる。

10

【0026】

好ましくは、当該アトミックチャンネル品質パラメータをマスキングするステップは、各アトミックチャンネル品質パラメータを、アトミックチャンネル品質パラメータ自体と現行バッファ状況変数との間の最小値に置き換えるステップを含むが、必須ではない。

【0027】

さらに、本発明の実施形態を制限することなく、当該スケジューリングアルゴリズムを実行するステップは、すべてのアトミックチャンネル品質パラメータがゼロになるまでスケジューリングアルゴリズムを反復するステップを含み、当該スケジューリングアルゴリズムは、各反復について、

アトミックチャンネル品質パラメータがゼロとは異なる、ユーザ機器、伝送フレーム、物理リソースブロックを選択するステップと、

20

選択された各ユーザ機器について、選択されたユーザ機器バッファの現在の状況を示す現行バッファ状況変数を更新するステップと、

現行バッファ状況変数が最小値を有するユーザ機器、リモートユニット、および物理リソースブロックをスケジューリングするステップと、

各スケジューリング時に、スケジューリングを示す第1の値で、スケジューリングされたユーザ機器、伝送フレーム、および物理リソースブロックに対応する割振り行列の要素を設定することによって、割振り行列を更新するステップと、

スケジューリングされた物理リソースブロックについて、スケジューリングされた伝送フレームに関するアトミックチャンネル品質パラメータをゼロにするステップと、

30

スケジューリングされた物理リソースブロックに対応する、ゼロとは異なる各アトミックチャンネル品質パラメータを更新するステップと、
を含むことができる。

【0028】

有利なことに、スケジューリングされた物理リソースブロックに対応する、ゼロとは異なる各アトミックチャンネル品質パラメータを更新する当該ステップは、現行のスケジューリング判断の伝送フレームが伝送された場合に発生することになる干渉を示すペナルティ付与係数にこれを適用するステップと、決定されたペナルティ付与係数を用いて、ゼロとは異なる各アトミックチャンネル品質パラメータにペナルティ付与するステップとを、含む。

40

【0029】

入力パラメータは、各ユーザ機器についてバッファリングされるデータ量を示すバッファサイズパラメータをさらに含むことが可能であり、当該現行バッファ状況変数を更新するステップは、バッファサイズパラメータで初期に設定された現行バッファ状況変数の各値を、対応するユーザ機器バッファに対してすでに提供された実際のデータ量だけ削減するステップを含むことが可能であり、当該実際のデータ量は、それぞれのペナルティ付与係数を用いて伝送フレーム間の相互干渉を考慮に入れる。

【0030】

入力パラメータは、各ユーザ機器に関するいくつかのアクティブ伝送フレームをさらに含むことができる。この点で、方法は、

50

割振り行列を更新する当該ステップの後に、スケジューリングされたユーザ機器に関するアクティブ伝送フレームの数を更新するステップと、

スケジューリングされた物理リソースブロックについて、スケジューリングされた伝送フレームに関するアトミックチャネル品質パラメータをゼロにする当該ステップの後に、対応する数のアクティブ伝送フレームがゼロである場合、スケジューリングされたユーザ機器に関するすべてのアトミックチャネル品質パラメータをゼロにするステップと、を、さらに含むことができる。

【0031】

非限定的な実施形態に従い、文脈付け関数は、伝送フレーム間の相互干渉が存在しない場合はゼロであり、各伝送フレームがすべての他の伝送フレームに一定の干渉係数を誘導すると想定される場合は一定であり、各伝送フレームが近隣の伝送フレームに一定の干渉係数を誘導すると想定される場合は近接ベースである。

10

【0032】

アップリンクの場合、当該チャネル品質パラメータは、少なくとも1つのユーザ機器に関して、および伝送フレームに関して中央ユニットによって、評価されたアップリンクチャネル品質を示す、アップリンクチャネル品質パラメータであるが、当該バッファ状況パラメータは、アップリンクチャネル品質パラメータと共に、リモートユニットで使用可能なバッファ状況レポートを含む、アップリンクバッファ状況パラメータである。ダウンリンクの場合、当該チャネル品質パラメータは、各ユーザ機器によって評価されたダウンリンクチャネル品質を示す、フィードバック・ダウンリンク・チャネル品質パラメータであるが、当該バッファ状況パラメータはダウンリンクバッファ状況パラメータである。

20

【0033】

本発明の実施形態による解決策の他の態様は、入力ユニットおよび出力ユニットならびに処理ユニットを備えるコンピュータシステムの、少なくとも1つの内部メモリにロード可能な、コンピュータプログラムに関し、コンピュータプログラムは、コンピュータシステム内で実行中の場合、上記の方法段階を単独または組み合わせて実行するように適合された実行可能ソフトウェアを含む。

【0034】

本発明の実施形態による解決策の他の態様は、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に関し、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カバレッジを提供し、中央ユニットを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通信させるために少なくとも1つの伝送フレームを管理する、中央ユニットを含む。基地局は、

30

各ユーザ機器について、実際のネットワークセル条件に基づいて測定/推定されたチャネル品質を示すチャネル品質パラメータを含む入力パラメータを取り出し、

実際のネットワークセル条件から文脈付け解除されたチャネル品質を示す、対応するアトミックチャネル品質パラメータを取得するために、各チャネル品質パラメータに文脈付け解除関数を適用し、

各スケジューリングされた物理リソースブロック、伝送フレーム、およびユーザ機器を示す2値割振り行列を提供するために、スケジューリングアルゴリズムを実行し、

40

各スケジューリングされたユーザ機器からまたはユーザ機器へのトランスポートブロック伝送のためにスケジューリングされた伝送フレームによって使用されることになる、トランスポートブロックサイズの指示を取得するために、文脈付け関数を当該割振り行列に適用する

ためのスケジューラユニットを含む。

【0035】

本発明の範囲を逸脱することなく、ワイヤレス通信は、アップリンク伝送に単一搬送波周波数分割多元接続方式を採用し、ダウンリンク伝送に直交周波数分割多重変調接続方式を採用する、ロングタームエボリューション (LTE) Advanced 標準、LTE、または Wi-Max 標準に準拠した、セルラー通信ネットワークとすることができる。

50

【0036】

ワイヤレス通信ネットワークは、少なくとも1つの伝送フレームを物理的に伝送するための分散アンテナシステムを実装する、少なくとも1つのリモートユニットをさらに含むことが可能であり、分散アンテナシステムの各リモートユニットは、光ファイバ、専用ワイヤ、および／または排他的無線周波数リンクを含むトランスポート媒体を介して中央ユニットに結合され、無線リンクによって各ユーザ機器に同時に結合可能である。

【0037】

加えて、または別の方法として、各伝送フレームは、キャリアアグリゲーション手法を介して別々の周波数帯上で伝送可能である。

【0038】

本発明により、使用可能な物理リソースブロックは、(同じ時間周波数リソース上での複数のリモートユニットの同時活動化によって)同時に活動化されたりリモートユニットのセットに、最大スループットおよび最小干渉を有するように割り振られる。したがって、提案された手順は、空間多重化技法を使用することが可能であり、それにより、周波数選択スケジューリングの利点から恩恵を受ける。さらに、本発明は、DASシステムが提供されたワイヤレス通信ネットワークを参照しながら説明されるが、一般的な問題公式化に関して、本明細書で例示的に示されたものに関係するように明示することが可能な、他の(キャリアアグリゲーションに基づくなどのDASシステムが提供されていない)ワイヤレス通信ネットワーク構成にも適用可能である。

【0039】

本発明のこれらおよび他の特徴および利点は、そのいくつかの例示的かつ非限定的な実施形態の以下の説明によって明らかとなり、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ながら読むものとする。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の1つまたは複数の実施形態による解決策が適用可能な、ワイヤレス通信ネットワークの一部を示す概略図である。

【図2】本発明の原理によるスケジューリング手順の高水準方式を示す概略図である。

【図3】本発明の実施形態によるスケジューリング手順のスケジューリングアルゴリズムの一連の動作を示す概略フローチャートである。

【図4】本発明の他の実施形態によるスケジューリング手順のスケジューリングアルゴリズムの一連の動作を示す概略フローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0041】

特に図面に関連して、図1はワイヤレス通信ネットワーク100(の一部)を示し、本発明の1つまたは複数の実施形態による解決策が適用可能である。ワイヤレス通信ネットワーク100は、全体として処理および管理、たとえば(以下でより適切に論じるような)スケジューリング動作を行う、CU 105などの複数の固定位置中央ユニット(CU)を含み、CU 105などの1つまたは複数のCUは、(ネットワークセル110内のUE₁、UE₁~UE₇のうちの1つ、たとえば携帯電話などの)ネットワークセル内の各i番目のユーザ機器(以下では、UEまたはUE_i、i=1、2、...、N、問題の例ではN=7)が、要求されたサービス(たとえば電話呼出し)を受信できるようにするために、(たとえば六角形の)ネットワークセル110などのネットワークセルとも呼ばれる地理的領域全体にわたって(無線/ケーブル)カバレッジを提供する。説明される例示的であるが限定的でない実施形態において、ワイヤレス通信ネットワーク100は、第3世代パートナーシップ・プロジェクト(3GPP)ユニバーサル・モバイル・テレコミュニケーション・システム(UMTS)によって標準化された、今後のロングタームエボリューション(LTE)Advancedプロトコルに準拠した、セルラー通信ネットワーク(または簡潔にセルラーネットワーク)であり、アップリンク伝送(すなわちUE_iからの伝送経路)には単一搬送波周波数分割多元接続(SC-FDMA)方式が使用され、

10

20

30

40

50

ダウンリンク伝送（すなわちUE_jに向かう伝送経路）には直交周波数分割多重化変調接続（OFDMA）方式が使用される。既知のように、OFDMAおよびSC-FDMA方式は、異なる数の副搬送波が異なるUE_jに割り当てられるため、差別化されたサービス品質（QoS）をサポートすること、すなわち、各UE_jについて個別にデータレートおよびエラー確率を制御することが可能となる。

【0042】

既知のように、CU 105は、一般に、CU 105をネットワークセル110内の1つまたは複数の対応するUE_jと通信させるために、1つまたは複数の伝送フレーム（すなわち、ユーザデータおよび制御データの両方を含む、無線周波数伝送されることになる信号を形成するデータ構造）を管理するように構成される。図内に見られる例示的であり限定的でない実施形態において、セルラーネットワーク100は、一般に、いくつかの独立した伝送フレームを伝送するように構成され、それによってCU 105とネットワークセル110内の1つ、いくつか、またはすべてのUE_jとの間の通信をより効率的にする、数 $j = 1, 2, \dots, M$ （開示された例では $M = 3$ ）個の無線伝送リモートユニット（RUまたはRU_j、たとえばRU_jについて図に示されるような、分散アンテナシステム（あるいはDASシステムまたはDAS）を実装するアンテナRU₁～RU₃）も含む（しかしながら、以下で最も良く説明されるように、本発明の原理は、たとえば伝送フレームが、事前に定義された搬送波上でリモートユニットの代わりに主に中央ユニットによって伝送される、キャリアアグリゲーション手法を利用するシステムに、同等に適用され得る）。RU_jは、（たとえば、CU 105から、異なるRU_jから選択されたUE_jへと伝送されることになる無線周波数信号を放射することによって）CU 105とネットワークセル110内の1つまたは複数のUE_jとの間の中間局を表し、空間的に分離される、すなわち、従来の実装における単一のRUと同様に地理的領域（すなわちネットワークセル110自体）全体にわたってカバレッジを提供するようにネットワークセル110内に分散される。

【0043】

有利なことに、各RU_jは、適切なトランスポート媒体、たとえば光ファイバ（本明細書では実線によって想定および例示される）、専用ワイヤ、または排他的無線周波数リンクを介して、CU 105に接続される。したがって、DASシステムの周知の原理によれば、各RU_jは、デジタルベースバンド信号をCU 105から受信し、適切なデジタル-アナログ変換の実施後、対応する無線周波数信号を、ネットワークセル110内のサービスを必要とするUE_jに（したがって加入者/ユーザに）伝送するためのフィルタリングおよび増幅動作を実行するように、構成される。

【0044】

完全を期して、当業者であれば周知であるように、CU 105などのCUは一般に無線アクセスネットワーク（図示せず）の一部であり、一般にE-UTRAN（「Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access Network」、図示せず）と通信可能に結合され、後者は典型的には、インターネットおよび/または公衆交換電話網（図示せず）などの他のネットワークと結合される。

【0045】

本発明の実施形態によれば、CU 105は（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、図示せず、を介して）、同じ無線リソースの割振りのために、異なるRU_jの同時活動化を処理することを目的とするスケジューリング手順を実装する一方で、活動化されたRU_j間の相互干渉などの、LTE-Advanced標準ですでに使用可能なパラメータの利用を通じて、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ように構成される。

【0046】

次に図2に進むと、後者は、本発明の原理によるスケジューリング手順200の高水準方式を概略的に示す。

【0047】

前述のように、スケジューリング手順200の目的は、使用可能な物理無線リソースブロックを最低の相互干渉で割り振ることが可能な RU_j のセットを、適切かつ同時に活動化することによる、ネットワークセルのスループット最大化である。

【0048】

「無線リソース」という用語は、セルラーネットワークに使用される技術（たとえば、チャンネルまたはリンクを介した伝送を実装するための変調および符号化方式に使用される技術）に従い、特定の意味を有する可能性があり、本明細書で例示的に開示されたセルラーネットワークの場合、こうした用語は、総称的に無線「物理リソースブロック」、すなわち、トランスポート搬送波（たとえば副搬送波）などの、データ伝送目的のためにCUスケジューラによって割り当てられた基本リソース割振りのグループ、として解釈され、
したがって以下ではそのように呼ばれるべきであることを理解されたい（たとえば、LTE-Advancedのための物理リソースブロックは、副搬送波帯域幅が15 kHzの場合は12の副搬送波のグループ、または、副搬送波帯域幅が7.5 kHzの場合は24の副搬送波のグループを、含むことができる）。

10

【0049】

例示の開示された実施形態において、スケジューリング手順200は、CU内で各TTI（「伝送時間間隔」、すなわちエアインターフェース上での信号時間、たとえば1 TTI = 1 ms）で実行され、一般に、 $UE_i \sim RU_j$ 割振りスケジューリング判断（すなわち、各スケジューリングされた物理リソースブロック、 RU_j および UE_i のもの）を示す割振り行列を出力する、スケジューリングアルゴリズムと、スケジューリング判断を
（簡潔に説明されるように）できる限り正確かつ信頼できるように実行可能にするための予備動作とを含む。

20

【0050】

例示の開示された実施形態において、スケジューリング手順200は、ネットワークセル内の UE_i の状況を示し、最新のリリース10 LTE標準に従って、以下では説明をし易くするためのみに参照されることになる、ダウンリンク伝送の場合などに、 UE_i から生じるか、または、アップリンク伝送の場合などに、（たとえば任意の適切な測定／推定方法、たとえばRSSI測定により、CUまたは RU_j によって）生成／推定される、
入力パラメータの準備／取り出し（たとえば受信）を実行する（ブロック205）。有利なことに、こうした入力パラメータは、以下を含む。

30

【0051】

・チャンネル品質インジケータ（またはCQI（ i, j ）パラメータ、以下ではチャンネル品質パラメータとも呼ばれる）、すなわち、（信号対雑音比（SNR）、信号対干渉雑音比（SINR）などの）性能測定基準を使用する各 UE_i への通信のため、および、ダウンリンク伝送の場合の適切なデータレート（典型的には変調および符号化方式（MCS）値）を示すための、各 RU_j の通信チャンネル品質の測定／推定。既知のように、こうした測定／推定は、測定／推定中に、実際の現行ネットワークセル条件（たとえば、実際にアクティブな RU_j 間の信号干渉）によって条件付けられる。非限定的な本実装では、概して、CQI（ i, j ）は、通信チャンネル品質の測定／推定に割り当てること（および、各物理リソースブロックに割り振り可能なバイト数として表すこと）が可能な、CU内に常駐の、
可能な離散CQI値（以下、CQI_val）のアレイ、ならびに、考慮される UE_i によって実行されるすべての RU_j に関するチャンネル品質の測定／推定を最も良く近似する、CQI値のアレイ内の値CQI_valの位置を通信するために、各 UE_i がCUに報告する、各 UE_i 内に常駐の、対応するCQIインデックス行列（以下、CQI_ind（ i, j ））を含むことが想定されよう。

40

【0052】

・ UE_i 情報、すなわち、以下に関する各 i 番目の UE_i を表す情報。

【0053】

バッファサイズパラメータ q_i 、すなわち、ダウンリンク伝送の場合、各 i 番目の UE_i についてCUで（またはアップリンク伝送の場合は UE_i で）バッファリングされ

50

るデータの量（アップリンクでは、こうしたパラメータは、C Uが、L T EおよびL T E - A d v a n c e dの両方の標準で提供されるバッファ状況報告によって使用可能である）、および、

空間層 L_i 、すなわち、各 i 番目の $U E_i$ についてのアクティブ層の数（キャリアアグリゲーション手法の場合、アクティブ層の数の代わりにアクティブな伝送フレームの数が考慮されることに留意されたい）。

【0054】

・物理リソースブロック（または $P R B_k$ ）、すなわち、データ伝送の目的でC Uスケジューラによって $U E_i$ に割り当てられる、トランスポート搬送波（たとえば副搬送波）などの、基本リソース割振りの各 k 番目のグループ。

10

【0055】

・フレームサイズ $F S(j)$ 、すなわち、 $P R B_k$ で表される、各 j 番目の $R U_j$ が信号伝送に自由に使用できる周波数スペースのサイズ。

【0056】

本発明によれば、チャンネル品質パラメータは「文脈付け」されるものと認識され、すなわち、報告された $C Q I(i, j)$ パラメータの測定／推定が、決定された $P R B_k$ 上の、以下のアクティブセットにおける決定された $R U_j$ のセットの活動化を表す。

【0057】

この点で、本発明によれば、スケジューリング手順200は、たとえば、C U内に常駐し、各 i 番目の $U E_i$ （アップリンクの場合）について計算された各 $C Q I(i, j)$ パラメータ測定／推定を変換できる関数として定義されるか、または、対応する「アトミック」測定／推定、すなわち、考慮される $R U_j$ が $C Q I(i, j)$ パラメータ測定／推定中に属したアクティブセットから、条件付けられず、相関されない、すなわち文脈付け解除された、測定／推定において、考慮される $R U_j$ について、 i 番目の $U E_i$ （ダウンリンクの場合）によって報告される、適切な文脈付け解除関数 g と、

20

たとえば、同様にC U内に常駐し、実行されたスケジューリング判断に従い、特に、各 $U E_i$ についてスケジューラによってスケジューリングされたアクティブセットに従い、各 $U E_i$ についての k 番目の $P R B_k$ の予測されるビット量を修正できる関数として定義される、文脈付け関数 f とを、使用する（すなわち文脈付け関数 f は、文脈付け解除関数 g に対して論理的に逆の動作を行う）。容易に理解されるように、文脈付け関数 f および文脈付け解除関数 g は、特定かつ偶発的な基準に従い任意の数式またはモデルによって表すことが可能であるため、本発明にとって限定的ではない。単なる例として挙げると、文脈付け関数 f は、以下のように可能である。

30

【0058】

・「ゼロ」は、 $R U$ 間の相互干渉がゼロであることを示す。

【0059】

・「一定」は、各 $R U_j$ が他のすべての $R U_j$ に対する一定の干渉を誘導すると予想されることを示す（たとえば、1に等しい干渉係数は、文脈付け解除された $C Q I$ インデックス行列の現在の $C Q I_i n d$ は1だけ減じられなければならない、それに応じて $P R B_k$ のバイト数は、 $T B S$ 内の値 $C Q I_v a l$ のアレイを使用して推定されなければならないことを意味する）

40

・「近接ベース」は、各 $R U_j$ が、近隣の $R U_j$ に対してのみ一定の干渉を誘導し、近隣でない $R U_j$ にはヌル干渉を誘導すると予想されることを示す。

【0060】

上記の入力パラメータを受信すると、スケジューリング手順200は（たとえばバッファサイズパラメータ q_i の値で）、各 $U E$ バッファの現在の状況を示す現行バッファ状況変数 B_i を初期設定し（ブロック210）、その後、「アトミック $C Q I$ 行列」、以下、 $a C Q I(i, j, k)$ 行列、すなわち、 $C Q I_{i, j, k}$ 要素（同じく、 $C Q I_v a l$ アレイおよび $C Q I_i n d(i, j)$ インデックステーブルから導出される）に、文脈付け解除関数 g およびネットワークセル機能についての情報を適用することによって取

50

得され、それに従ってフィードバックパラメータが計算／推定されたアクティブセット（たとえば、スケジューリング手順の以前の5回の実行に関するアクティブセット、考慮される例では5ms）から文脈付け解除されたチャンネル品質を示す、「アトミックCQI_{i, j, k}」要素またはaCQI_{i, j, k}要素の行列を計算する（ブロック215）。

【0061】

言い換えれば、aCQI_(i, j, k)行列のaCQI_{i, j, k}要素は、各k番目のPRB_kについて伝送可能なビット量、すなわち、k番目のPRB_k上のj番目のRU_jのみをアクティブにすべきである場合、各i番目のUE_iに伝送されることになる各k番目のPRB_kについてのビット数を表すため、aCQI_{i, j, k}要素の値は、本質的に、RU_jの活動化されたセットの決定された割振り構成によって条件付けられる、CQI_{i, j, k}要素（aCQI_{i, j, k}要素が導出される）とは対照的に、それに従って以前に測定／推定されたアクティブセットに依存していない。

10

【0062】

その後、ブロック220で、スケジューリング手順200は、aCQI_(i, j, k)行列が完全にゼロになる（すなわち、そのすべてのaCQI_{i, j, k}要素がゼロである）まで再反復し、スケジュールされたUE_i、RU_j、およびPRB_kを示す、すなわち、各i番目のUE_iに向かって各j番目のRU_jについて割り振られた各k番目のPRB_kを示す、2値割振り行列T_(i, j, k)に関して、各スケジューリングされたUE_iから、またはこれに向かうトランスポートブロック伝送のために、スケジューリングされたRU_jによって使用されることになるいずれのトランスポートブロックサイズも示すことなく、スケジューリング判断（代わりに文脈付け関数fを割振り行列T_(i, j, k)に適用することによって提供される情報）を提供する（ブロック225）、スケジューリングアルゴリズム（以下で説明）を実行する。

20

【0063】

図3を参照すると、本発明の実施形態による、スケジューリングアルゴリズム320の一連の動作を示すフローチャートが概略的に示されている。スケジューリングアルゴリズム320は、黒い開始円から開始した後、ブロック325に達し、ここでaCQI_(i, j, k)行列は、対応するi番目のUE_iの現行バッファ状況変数B_iを使用することによって（たとえば、各k番目のPRB_kについて、aCQI_(i, j, k)行列の各aCQI_{i, j, k}要素を、CQI_val[CQI_ind(i, j)]とB_iとの間の最小で置き換えることによって）、「マスキング」され、それにより、i番目のUE_iバッファのすべてのデータを伝送するように要求されるよりも多くの無線リソースの割振りが防止されるため、無線リソースの浪費が避けられ（すなわち、i番目のUE_iについて伝送容量が過大評価されない）、最大のCQI_valを有するaCQI_(i, j, k)行列のaCQI_{i, j, k}要素が決定される（したがって、対応するマスキングされたaCQI_{i, j, k}要素が最大値を有するi番目のUE_i、j番目のRU_j、およびk番目のPRB_kがスケジューリングされる）。

30

【0064】

ブロック330で、スケジューリングアルゴリズム320は、割振り行列T_(i, j, k)を（たとえば、各スケジューリングされたUE_i、RU_j、およびPRB_kについて「1」値を関連付けることによって）更新し、必要であれば、たとえば後者が少なくとも1つの層上でサービスを受信した場合、i番目のUE_iに使用している層L_iの数も更新する。

40

【0065】

次に、スケジューリングアルゴリズム320は、すべてのi番目のUE_iの現行バッファ状況変数B_iを更新し（ブロック335）、単なる例として挙げると、これは、各現行バッファ状況変数B_iの値（たとえば、対応するバッファサイズパラメータq_iで初期に設定された値、前述の初期設定ステップを参照のこと）を、対応するUEバッファにすでに提供された実際のデータ量だけ減らすことによって、達成可能であり、当該実際のデータ量は、対応するペナルティ付与係数を用いてRU_j間の可能な相互空間干渉を考慮して

50

いる。

【0066】

次に、 k 番目の PRB_k 上の j 番目の RU_j に関する $aCQI(i, j, k)$ 行列の列がゼロにされ、必要であれば（たとえば層が使い尽くされた場合）、 i 番目の UE_i の行の残りも同様にゼロにされる（ブロック340）。

【0067】

ブロック345で、スケジューリングアルゴリズム320は、（文脈付け関数 f を用いて）以下の新しいアクティブセットに使用されることになる $aCQI(i, j, k)$ 行列の、ゼロにされていない $aCQI_{i, j, k}$ 要素を更新するための干渉モデルを適用する。本発明の実施形態において、これは、現行のスケジューリング判断によって決定されたアクティブセットの j 番目の RU_j が伝送された場合に（または同等に、伝送フレームが伝送された場合に）発生する、干渉を示すペナルティ付与係数 P を決定すること、および、それ自体の干渉とその前に活動化された RU_j 上で誘導された干渉の両方を考慮し、現行の $aCQI_{i, j, k}$ 要素を（決定されたペナルティ付与係数 P を用いて）それらにペナルティ付与することで更新することによって（言い換えれば、ペナルティ付与係数は、以前の報告の $CQI(i, j)$ パラメータと、現行のスケジューリング判断によって決定されたアクティブセットを考慮することで仮に計算される $CQI(i, j)$ パラメータとの相違を示す）、達成される。

【0068】

このように、更新された $aCQI_{i, j, k}$ 要素は、スケジューリングされることになるすべての可能な UE_i 、 RU_j 、 PRB_k が終了するまで、新しい UE_i 、 RU_j 、 PRB_k スケジューリングについて新しい更新済みの現行 $aCQI(i, j, k)$ 行列を形成し、図に例示されるように、スケジューリングアルゴリズム320は、決定ブロック350で、すべての可能な UE_i 、 RU_j 、 PRB_k が検査されたことを示す、 $aCQI(i, j, k)$ 行列のすべての $aCQI_{i, j, k}$ 要素がゼロにされたか否かをチェックすることによって、これを達成する。肯定回答の場合、決定ブロック350の分岐 Y を出て、スケジューリングアルゴリズム320は二重の黒い終了円で終了する（さらに、後者が、（1つまたは複数の） UE_i に向かう（1つまたは複数の） RU_j 上のすべての k 番目の PRB_k の割振りを示す割振り行列 $T(i, j, k)$ を提供したときに、スケジューリング手順を終了させる）が、否定回答の場合、決定ブロック350の分岐 N を出て、スケジューリングアルゴリズム320は、 $aCQI(i, j, k)$ 行列のすべての $aCQI_{i, j, k}$ 要素がゼロにされるまで、ブロック325～350の前述のステップを再反復する。

【0069】

完全および明確さのために、以下でスケジューリングアルゴリズム320の実際の算術演算例を提案し、簡単に考察する。この点で、以下のテーブル、すなわち、関連する UE_i の数、関連する RU_j の数、考慮される PRB_k の数、および層 L_i の数を含む、「一般構成」テーブル、可能な（たとえば離散）値 CQI_{val} のアレイ、各 i 番目の UE_i / j 番目の RU_j ペアについて対応する関連付けられた CQI_{val} 推定/測定を表すインデックスを含む、インデックステーブル $CQI_{ind}(i, j)$ 、アクティブセットの構成に従って文脈付け関数 f を取る値によって与えられるペナルティ付与係数 P 、ならびに、現行バッファ状況変数 B_i （初めは、 i 番目の UE_i のバッファサイズパラメータ q_i の値に等しいと想定される）には例示的であり限定的でないシナリオが示されているものと考えてみる。

【0070】

10

20

30

40

【表 1】

一般構成

UE _i の数	2
RU _j の数	3
PRB _k の数	2
層の数	2

CQI_val[CQI_ind(i,j)]

0	6	15	25	39	50	63	72	80	93
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

CQI_ind(i,j)

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	6	2	9
UE ₂	4	8	3

ペナルティ付与係数

(RU ₁ ,RU ₂ ,RU ₃) 構成	$P=f(RU_1,RU_2,RU_3)=\{P_1,P_2,P_3\}$
(0,0,1)	{0,0,0}
(0,1,0)	{0,0,0}

【0071】

【表 2】

(1,0,0)	{0,0,0}
(0,1,1)	{0,2,2}
(1,1,0)	{2,2,0}
(1,0,1)	{1,0,1}
(1,1,1)	{3,4,3}

B_i

	q _i
UE ₁	93
UE ₂	130

【0072】

説明を簡単にするために、文脈付け解除関数 g はすでに適用されており、インデックス CQI_ind(i, j) および、インデックス CQI_ind(i, j) が示す値 CQI_val は、すでにアトミックであるものと想定してみる。この想定の下で、割り振られることになる 2 つの k 番目の PRB_k について、CQI_val テーブルおよびインデックステーブル CQI_ind(i, j) から導出される行列 aCQI(i, j, k) は以下の通りである (それぞれが対応する k 番目の PRB_k について割り振られることになる 2 つの別個のテーブルとして示される)。

【0073】

10

20

30

40

【表 3】

$aCQI(i,j,k=1)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	63	15	93
UE ₂	39	80	25

$aCQI(i,j,k=2)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	63	15	93
UE ₂	39	80	25

10

【0074】

無線リソースの浪費を避けるために、 $aCQI(i, j, k)$ 行列は、そのマスキング動作、すなわち、各 $CQI_val[CQI_ind(i, j)]$ (すなわち、 $aCQI(i, j, k)$ 行列の $aCQI_{i, j, k}$ 要素の各値) を、 $CQI_val[CQI_ind(i, j)]$ と現行バッファ状況変数 B_i の間の最小値 (初期には、対応する q_i パラメータの値に等しいと想定される) によって置き換える動作後に、取得される。問題のケースでは、UE のすべての q_i パラメータが各 $aCQI_{i, j, k}$ 要素に多くとも等しいかあるいはこれよりも高い値を有するため、結果として生じるマスキング動作後の $aCQI(i, j, k)$ 行列は、上記と同じである。

20

【0075】

こうした条件において、最大の CQI_val (問題の例では 93) を有する $aCQI(i, j, k)$ 行列の $aCQI_{i, j, k}$ 要素は、 UE_1 、 RU_3 、 $PRB_1(i-1, j-3, k-1)$ に対応するものである。割振り行列 $T(i, j, k)$ は更新される ($T_{1, 3, 1}$ は 1 に等しく、 PRB_1 が、 UE_1 へのデータ伝送のために RU_3 上で割り振られることを示す)。

【0076】

最大 CQI_val は CQI_val の可能な最大値にも対応するため RU_3 はまだ UE_1 に伝送されていない。 UE_1 に参照される層 L_1 は、1 ユニットずつ減じられる ($L_1 = 1$)。

30

【0077】

次に、スケジューリングアルゴリズムは、 $aCQI(i, j, k)$ 行列の現在状況に従って、すなわち、0 (データを処理するために使用可能なバッファサイズが提供されない、すなわちフルバッファを示す) と、(バッファサイズパラメータ q_i から提供される時点まで、データを減らすことによって取得される) 残りの使用可能なバッファサイズとの間の最大を考慮することによって、すなわち以下のように、現行バッファ状況変数 B_i を更新する。

【0078】

- $B_1 = \max(0, q_1 - T_{1, 3, 1} * CQI_val[CQI_ind_{1, 3}]) = 93 - 93 = 0$
- $B_2 = \max(0, q_2) = 130$

40

次に、 $aCQI_{1, 3, 1} = aCQI_{2, 3, 1}$ はゼロにされる (PRB_1 が UE_1 へのデータ伝送のために RU_3 上で割り振られたため、 UE_2 へのデータ伝送のための RU_3 上での PRB_1 自体の割振りは回避される) が、層は飽和されていないため、 UE_1 の行はゼロにされない。

【0079】

その後、更新されることになる各 $aCQI_{i, j, k}$ 要素について、ペナルティ付与係数 P が、スケジューリングされた RU および更新されることになる $aCQI_{i, j, k}$ 要

50

素に対応するRUを含むアクティブセットについて計算/取り出しされ、その後、更新のために干渉モデルが適用される。

【0080】

【数1】

$aCQI_{1,1,1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} P=f(1,0,1)=\{1,0,1\}=\{P_1,P_2,P_3\} \\ aCQI_{1,1,1}=\max(0,CQI_val[CQI_ind_{1,1}-P_1]+T_{1,3,1}*CQI_val[CQI_ind_{1,3} \\ -P_3]-T_{1,3,1}*CQI_val[CQI_ind_{1,3}-P_2])=\max(0, 50+80-93)=27 \end{array} \right.$$

10

$aCQI_{1,2,1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} P=f(0,1,1)=\{0,2,2\}=\{P_1,P_2,P_3\} \\ aCQI_{1,2,1}=\max(0,CQI_val[CQI_ind_{1,2}-P_2]+T_{1,3,1}*CQI_val[CQI_ind_{1,3} \\ -P_3]-T_{1,3,1}*CQI_val[CQI_ind_{1,3}-P_1])=\max(0, 0+72-93)=0 \end{array} \right.$$

$aCQI_{2,1,1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} P=f(1,0,1)=\{1,0,1\}=\{P_1,P_2,P_3\} \\ aCQI_{2,1,1}=\max(0,CQI_val[CQI_ind_{2,1}-P_1]+T_{1,3,1}*CQI_val[CQI_ind_{1,3} \\ -P_3]-T_{1,3,1}*CQI_val[CQI_ind_{1,3}-P_2])=\max(0, 25+80-93)=12 \end{array} \right.$$

20

$aCQI_{2,2,1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} P=f(0,1,1)=\{0,2,2\}=\{P_1,P_2,P_3\} \\ aCQI_{2,2,1}=\max(0,CQI_val[CQI_ind_{2,2}-P_2]+T_{1,3,1}*CQI_val[CQI_ind_{1,3} \\ -P_3]-T_{1,3,1}*CQI_val[CQI_ind_{1,3}-P_1])=\max(0, 63+72-93)=42 \end{array} \right.$$

【0081】

したがって、更新されたaCQI(i, j, k)行列は以下の通りである。

【0082】

30

【表4】

$aCQI(i,j,k=1)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	37	0	0
UE ₂	12	42	0

$aCQI(i,j,k=2)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	63	15	93
UE ₂	39	80	25

40

【0083】

aCQI(i, j, k)行列はまだゼロにされていないため、スケジューリングアルゴリズムは新しいスケジューリング判断に対して再反復される。

【0084】

この場合、最大CQI_val(すなわち80、前述のように、現行バッファ状況変数を用いてaCQI(i, j, k)行列をマスキングした後)を有するACM行列のaCQI_{i, j, k}要素は、UE₂、RU₂、PRB₂(i-2, j-2, k-2)に対応する

50

ものである。割振り行列 $T(i, j, k)$ が更新される ($T_{2, 2, 2}$ は 1 に等しく、 PRB_2 が、 UE_2 へのデータ伝送のために RU_2 上で割り振られることを示す)。

【0085】

UE_2 に参照される層 L_2 は、1 ユニットずつ減じられる ($L_2 = 1$)。

【0086】

前述のように、その後、スケジューリングアルゴリズムは、以下のように現行バッファ状況変数 B_i を更新する。

【0087】

・ $B_1 = 0$ (前述の通り)

$$\cdot B_2 = \max(0, q_2 - T_{2, 2, 2} * CQI_val[CQI_{2, 2}]) = \max(0, 130 - 80) = 50 \quad 10$$

次に、 $aCQI_{2, 2, 2} = aCQI_{1, 2, 2}$ はゼロにされる (PRB_2 が UE_2 へのデータ伝送のために RU_2 上で割り振られたため、 UE_1 へのデータ伝送のための RU_2 上での PRB_2 自体の割振りは回避される) が、層は飽和されていないため、 UE_2 の行はゼロにされない。

【0088】

その後、更新されることになる各 $aCQI_{i, j, k}$ 要素について、対応するペナルティ付与係数 P が計算/取り出しされ、その後、更新のために干渉モデルが適用される。

【0089】

【数 2】

20

$aCQI_{1,1,2}$

$$\left\{ \begin{array}{l} P=f(1,1,0)=\{2,2,0\}=\{P_1,P_2,P_3\} \\ aCQI_{1,1,2}=\max(0,CQI_val[CQI_ind_{1,1}-P_1]+T_{2,2,2}*CQI_val[CQI_ind_{2,2} \\ P_2]-T_{2,2,2}*CQI_val[CQI_ind_{2,2}-P_3])=\max(0,39+63-80)=22 \end{array} \right\}$$

$aCQI_{2,1,1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} P=f(1,1,0)=\{2,2,0\}=\{P_1,P_2,P_3\} \\ aCQI_{2,1,1}=\max(0,CQI_val[CQI_ind_{2,1}-P_1]+T_{2,2,2}*CQI_val[CQI_ind_{2,2} \\ -P_2]-T_{2,2,2}*CQI_val[CQI_ind_{2,2}-P_3])=\max(0,15+63-80)=0 \end{array} \right\} \quad 30$$

【0090】

【数 3】

$aCQI_{1,3,1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} P=f(0,1,1)=\{0,2,2\}=\{P_1,P_2,P_3\} \\ aCQI_{1,3,1}=\max(0,CQI_val[CQI_ind_{1,3}-P_3]+T_{2,2,2}*CQI_val[CQI_ind_{2,2} \\ -P_2]-T_{2,2,2}*CQI_val[CQI_ind_{2,2}-P_1])=\max(0,72+63-80)=55 \end{array} \right\} \quad 40$$

$aCQI_{2,3,1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} P=f(0,1,1)=\{0,2,2\}=\{P_1,P_2,P_3\} \\ aCQI_{2,3,1}=\max(0,CQI_val[CQI_ind_{2,3}-P_3]+T_{2,2,2}*CQI_val[CQI_ind_{2,2} \\ -P_2]-T_{2,2,2}*CQI_val[CQI_ind_{2,2}-P_1])=\max(0,6+63-80)=0 \end{array} \right\}$$

【0091】

したがって、更新された $aCQI(i, j, k)$ 行列は以下の通りである。

【0092】

50

【表 5】

 $aCQI(i,j,k=1)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	37	0	0
UE ₂	12	42	0

 $aCQI(i,j,k=2)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	22	0	55
UE ₂	0	0	0

10

【0093】

更新された $aCQI(i, j, k)$ 行列はまだゼロにされていないため、スケジューリングアルゴリズムは新しいスケジューリング判断に対して再反復される。

【0094】

この場合、最大 CQI_val (すなわち 42、現行バッファ状況変数を用いて $aCQI(i, j, k)$ 行列をマスキングした後) を有する $aCQI(i, j, k)$ 行列の $aCQI_{i,j,k}$ 要素は、 UE_2 、 RU_2 、 PRB_1 ($i=2, j=2, k=1$) に対応するものである。割振り行列 $T(i, j, k)$ は更新される ($T_{2,2,1}$ は 1 に等しい) が、 RU_2 がすでに UE_2 に伝送しているため、 UE_2 に参照される層 L_2 は未変更である。

20

【0095】

次に、スケジューリングアルゴリズムは、 $aCQI(i, j, k)$ 行列の現在の状況に従って、現行バッファ状況変数 B_1 を更新する。この場合、 RU_2 が PRB_1 上の RU_3 に、したがって、 $P_3 = 2$ ($P = f(0, 1, 1) = \{0, 2, 2\} = \{P_1, P_2, P_3\}$) に等しいペナルティ付与係数に、空間的に干渉するため、以下のようにバッファ B_1 は空ではない。

【0096】

・ $B_1 = \max(0, q_1 - T_{1,3,1} * CQI_val[CQI_ind_{1,3} - P_3]) = \max(0, 93 - 72) = 21$

一方で、バッファ B_2 は通常通り計算可能である

・ $B_2 = \max(0, q_2 - T_{2,2,1} * CQI_val[CQI_ind_{2,2} - P_2]) = \max(0, 130 - 80 - 63) = 0$

次に、 $aCQI_{2,2,1} = aCQI_{1,2,1}$ がゼロにされ、ペナルティ付与係数が計算/取り出しされて、干渉モデルが $aCQI(i, j, k)$ 行列の $aCQI_{i,j,k}$ 要素を更新するために適用される。結果として生じる行列は以下の通りである。

【0097】

30

【表 6】

$aCQI(i,j,k=1)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	0	0	0
UE ₂	0	0	0

$aCQI(i,j,k=2)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	22	0	55
UE ₂	0	0	0

10

【0098】

更新された a C Q I (i , j , k) 行列はまだゼロにされていないため、スケジューリングアルゴリズムは別のスケジューリング判断に対して再反復される。

【0099】

この場合、最大 C Q I _ v a l (すなわち 5 5 、 現行バッファ状況を用いて a C Q I (i , j , k) 行列をマスキングした後) を有する a C Q I (i , j , k) 行列の a C Q I _{i , j , k} 要素は、U E ₁、R U ₃、P R B ₂ (i = 1 , j = 3 , k = 2) に対応するものである。割り振り行列 T (i , j , k) は更新される (T _{1 , 3 , 2} は 1 に等しい) が、R U ₃ がすでに U E ₁ に伝送しているため、U E ₂ に参照される層 L ₂ は未変更である。

20

【0100】

次に、スケジューリングアルゴリズムは、現行バッファ状況変数 B ₁ を更新する。この場合、R U ₂ が P R B ₂ 上の R U ₃ に (したがって、2 に等しいペナルティ付与係数に)、干渉するため、以下のようにバッファ B ₂ は空ではない。

【0101】

・ B ₂ = m a x (0 , 1 3 0 - 8 0 - 6 3) = 0

一方で、バッファ B ₁ は

・ B ₁ = m a x (0 , 9 3 - 7 2 - 7 2) = 0

30

次に、a C Q I _{1 , 3 , 2} = a C Q I _{2 , 3 , 2} がゼロにされ、ペナルティ付与係数が計算/取り出しされて、干渉モデルが a C Q I (i , j , k) 行列の a C Q I _{i , j , k} 要素を更新するために適用される。この時点で行列は空であり、スケジューリングアルゴリズムは終了し、以下に示される割り振り行列を提供する。

【0102】

【表 7】

$T(i,j,k=1)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	0	0	1
UE ₂	0	1	0

40

$T(i,j,k=2)$

	RU ₁	RU ₂	RU ₃
UE ₁	0	0	1
UE ₂	0	1	0

【0103】

図 4 は、本発明の他の実施形態による、スケジューリング手順のスケジューリングアル

50

ゴリズム 420 の一連の動作を示すフローチャートを概略的に示す。

【0104】

スケジューリングアルゴリズム 420 は、黒い開始円から開始した後、決定ブロック 425 に達し、ここで、対応する $aCQI_{i,j,k}$ 要素がゼロとは異なるように、 $aCQI(i,j,k)$ 行列が少なくとも 1 つのインデックストリプル (i,j,k) を有するかどうかをチェックするためのテストが実行される。肯定回答の場合、決定ブロック 425 の分岐 Y を出て、スケジューリングアルゴリズム 420 は、現行バッファ状況変数 B_1 が最小値を有する、 UE_i 、 RU_j 、および PRB_k をスケジューリングするためのスケジューリングサイクルを開始し、特に、各スケジューリングサイクル中、スケジューリングアルゴリズム 420 は、インデックストリプル (i,j,k) を選択し、割振り行列 $T(i,j,k)$ の対応する $T_{i,j,k}$ 要素を（たとえばこれを「1」で設定することによって）更新し（ブロック 430）、選択されたインデックストリプル (i,j,k) に対応する $aCQI_{i,j,k}$ 要素が伝送に使用されることを想定することによって、（たとえば前述のように、 $aCQI(i,j,k)$ 行列およびペナルティ付与係数を介して）現行バッファ状況変数 B_1 を計算する（ブロック 435）。

10

【0105】

次に、スケジューリングアルゴリズム 420 は決定ブロック 440 に到達し、ここで、選択されたインデックストリプル (i,j,k) が（スケジューリングにとって）最良の選択であるかどうかをチェックするためのテストが実行される。これをチェックするために、スループット最大化などの任意の適切な基準を使用することが可能であり、こうしたケースでは、決定ブロック 440 は、たとえば、選択されたインデックストリプル (i,j,k) に対応する値 B_1 と、以前のスケジューリングサイクル中に、最小 B_1 を有するとして識別された（保存された）インデックストリプル (i,j,k) に対応する値 B_1 とを比較することによって、最小 B_1 をチェックするように構成される（前述のように、スケジューリングされた UE の現行バッファ状況変数 B_1 の計算／更新は、スケジューリングされた UE のバッファサイズパラメータ q_1 を、対応するユーザ機器バッファにすでに提供された実際のデータ量だけ減じることを含み、当該実際のデータ量は、対応するペナルティ付与係数を用いてアクティブセット間の相互干渉を考慮する）。

20

【0106】

肯定回答の場合、決定ブロック 440 の分岐 Y を出て、ブロック 445 で、スケジューリングアルゴリズム 420 は、当該比較によって B_1 の最小値を決定する際に発見された (i,j,k) インデックストリプルを保存し、対応する新しい $aCQI(i,j,k)$ 行列構成を記憶し（実際、 B_1 は i 番目の UE への待ち行列内のデータを表すため、 B_1 の低値は高データ伝送に対応し、 B_1 の高値は低データ伝送に対応する）、それによって、ブロック 450（ここで、割振り行列 $T(i,j,k)$ の $T_{i,j,k}$ 要素はたとえば「0」で設定され、値 $T_{i,j,k} = 0$ が保存される）に到達するが、肯定回答でない場合、決定ブロック 440 の分岐 N を出て、スケジューリングアルゴリズムは直接ブロック 450 にジャンプする。

30

【0107】

ブロック 430～450 の動作は、スケジューリングサイクルが、すべての他のインデックストリプル (i,j,k) を選択しておらず、その値 B_1 と現行最大値 B_1 とを比較していない限り、再反復される。この点で、スケジューリングアルゴリズム 420 は、決定ブロック 455 で、すべてのインデックストリプル (i,j,k) が考慮された（インデックストリプル (i,j,k) が終了した）かどうかをチェックする。肯定回答の場合、決定ブロック 455 の分岐 Y を出て、スケジューリングアルゴリズム 420 は、 B_1 の最低値を決定した、インデックストリプル (i,j,k) に対応する割振り行列 $T(i,j,k)$ の $T_{i,j,k}$ 要素を 1 で設定し（ブロック 460）、前述のように、スケジューリングされた UE のアクティブ層の数を更新するが、否定回答の場合、スケジューリングアルゴリズム 420 は決定ブロック 455 の分岐 N を出て、すべての使用可能なインデックストリプル (i,j,k) が考慮されるまで、スケジューリングサイクルの新しい反

40

50

復のためにブロック430に戻る。

【0108】

このように、スケジューリングサイクルのすべての反復後、スケジューリングされた i 番目の UE 、 j 番目の RU 、および k 番目の PRB は、ブロック460で使用可能である。この点で、上記のスケジューリングアルゴリズムと同様に、スケジューリングアルゴリズム420は、たとえば、スケジューリングされた PRB のためにスケジューリングされた RU に関する $aCQI_{i,j,k}$ 要素（すなわち、スケジューリングされた PRB_k 上のスケジューリングされた RU に関する $aCQI(i,j,k)$ 行列の列）をゼロにすること、各スケジューリングされていない UE_i 、 RU_j 、および PRB_k の $aCQI_{i,j,k}$ 要素（ゼロとは異なる）を更新すること、ならびに、必要であれば（スケジューリングされた UE_i に関して層が終了した）、スケジューリングされた UE_i に関する $aCQI(i,j,k)$ 行列の行をゼロにすること、によって、 $aCQI(i,j,k)$ 行列を更新する（ブロック465）。前述のように、各 $aCQI_{i,j,k}$ 要素の更新は、現行のスケジューリング判断によって決定されたアクティブセットの j 番目の RU_j が伝送された場合に発生することになる、干渉を表すペナルティ付与係数 P に、これに適用すること、ならびに、それ自体の干渉とその前に活動化された RU_j 上に誘導された干渉の両方を考慮して（決定されたペナルティ付与係数 P を用いて）それらをペナルティ付与することによって、現行の $aCQI_{i,j,k}$ 要素を更新することを含む。

10

【0109】

更新された $aCQI(i,j,k)$ 行列はデータ伝送に使用され、次のスケジューリング判断の新しい基準を形成する。この点で、スケジューリングアルゴリズム420は、 $aCQI(i,j,k)$ 行列がゼロにされるまで再反復される（実際には、図に見られるように、スケジューリングアルゴリズム420は、ブロック465からブロック425に戻り、 $aCQI(i,j,k)$ 行列がゼロにされると二重の終了円で終了する（決定ブロック425の分岐 N を出る））。

20

【0110】

本明細書では、前述のスケジューリングアルゴリズムの実施例が開示される。

【0111】

前述の実施形態のスケジューリングアルゴリズムを示すために想定された同じシナリオを考察してみるが、後者とは異なり、バッファの値は重要である（ $q_1 = 85$ 、 $q_2 = 143$ ）。スケジューリングアルゴリズム420のステップは、ここでは簡潔に示される。

30

【0112】

第1に、 $B_1 = 0$ 、 $B_2 = 0$ で始まり、以下の行列が取得される。

【0113】

【表8】

$$T_{i,i}=1$$

	B_i
UE_1	63
UE_2	0

40

【0114】

【表 9】

 $T_{1,2,1}=1$

	B_i
UE ₁	15
UE ₂	0

 $T_{1,3,1}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	0

10

 $T_{1,1,2}=1$

	B_i
UE ₁	63
UE ₂	0

20

 $T_{1,2,2}=1$

	B_i
UE ₁	15
UE ₂	0

 $T_{1,3,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	0

30

 $T_{2,1,1}=1$

	B_i
UE ₁	0

【 0 1 1 5 】

40

【表 1 0】

UE ₂	39
-----------------	----

 $T_{2,2,1}=1$

	B_i
UE ₁	0
UE ₂	80

10

 $T_{2,3,1}=1$

	B_i
UE ₁	0
UE ₂	25

 $T_{2,1,2}=1$

	B_i
UE ₁	0
UE ₂	39

20

 $T_{2,2,2}=1$

	B_i
UE ₁	0
UE ₂	80

30

 $T_{2,3,2}=1$

	B_i
UE ₁	0
UE ₂	25

【0 1 1 6】

最良の構成は $T_{1,3,1}=1$ であるため、PRB₁ が割り当てられ、aCQI_{1,3,1} 要素の対応する行は削除され、 $B_1=85$ 、 $B_2=0$ が考慮される。

40

【0 1 1 7】

【表 1 1】

 $T_{1,1,1}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	0

 $T_{1,2,1}=1$

	B_i
UE ₁	72
UE ₂	0

10

 $T_{1,1,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	0

20

 $T_{1,2,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	0

 $T_{1,3,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	0

30

【0 1 1 8】

【表 1 2】

 $T_{2,1,1}=1$

	B_i
UE ₁	80
UE ₂	25

 $T_{2,2,1}=1$

	B_i
UE ₁	72
UE ₂	63

10

 $T_{2,1,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	39

20

 $T_{2,2,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	80

 $T_{2,3,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	25

30

【0 1 1 9】

最良の構成は $T_{2,2,2}=1$ であるため、PRB₁ が割り当てられ、aCQI_{2,2,2} 要素の対応する行は削除され、 $B_1 = 85$ 、 $B_2 = 80$ が考慮される。

【0 1 2 0】

【表 1 3】

 $T_{1,1,i}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	80

 $T_{1,2,i}=1$

	B_i
UE ₁	72
UE ₂	80

10

 $T_{1,1,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	63

20

 $T_{1,3,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	63

 $T_{2,1,i}=1$

	B_i
UE ₁	80
UE ₂	105

30

 $T_{2,2,i}=1$

	B_i
UE ₁	72

【 0 1 2 1 】

【表 1 4】

UE ₂	143
-----------------	-----

 $T_{2,1,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	78

 $T_{2,3,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	69

10

【0 1 2 2】

最良の構成は $T_{2,2,1} = 1$ であるため、PRB₁ が割り当てられ、aCQI_{2,2,1} 要素の対応する行は削除され、 $B_1 = 72$ 、 $B_2 = 143$ が考慮される。

20

【0 1 2 3】

【表 1 5】

 $T_{1,1,1}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	119

 $T_{1,1,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	126

30

 $T_{1,3,2}=1$

	B_i
UE ₁	85
UE ₂	126

40

【0 1 2 4】

【表 16】

$$T_{2,1,1}=1$$

	B_i
UE ₁	63
UE ₂	125

$$T_{2,1,2}=1$$

	B_i
UE ₁	72
UE ₂	141

$$T_{2,3,2}=1$$

	B_i
UE ₁	72
UE ₂	132

10

20

【0125】

より良い構成が見つからなかった場合、スケジューリングアルゴリズムは終了する。したがって、UE₁ および UE₂ のバッファはそれぞれ、以下の値まで空にすることができる。

【0126】

$$q_1 = 85 - 72 = 13$$

$$q_2 = 143 - 143 = 0$$

本来、ローカルおよび特定の要件を満たすために、当業者であれば、前述の解決策に多くの論理的および／または物理的な修正および変更を適用することができよう。より具体的に言えば、本発明は、その好ましい実施形態を参照しながらある程度の特殊性をもって説明してきたが、形および細部における様々な省略、置換、および変更、ならびに他の実施形態が可能であることを理解されたい。特に、本発明の異なる実施形態は、より完全に理解するために上記で示された特定の細部なしでさえ実施可能であり、むしろ不必要な細部によって説明が不明瞭にならないように、周知の特徴は省略または簡略化されている場合がある。さらに、本発明の任意の開示された実施形態に関連して説明された特定の要素および／または方法ステップは、一般的な設計選択として任意の他の実施形態に組み込まれ得ることが明確に意図されている。

30

【0127】

たとえば、本発明の実施形態による解決策は、（同様のステップを使用すること、不可欠でないいくつかのステップを除去すること、または他のオプションステップを追加することによって）同等の方法を通じて実装されるのに適しており、さらにステップは、異なる順序で、同時に、または（少なくとも部分的に）交互に、実行することができる。

40

【0128】

さらに、本発明のスケジューリングアルゴリズムの一般原理について、DASシステムを含むワイヤレス通信ネットワークに適用するものとして説明してきたが、これは限定的であると解釈されるべきではなく、実際には、説明されたスケジューリングアルゴリズムは、大幅な変更なしに、また本発明の範囲を逸脱することなしに、DASシステムが提供されていない場合でも、リソース割振りに関して同様の問題公式化を含む多くの他の通信ネットワーク構成に概念的に使用可能である。この点において、出願人は、キャリアアグ

50

リゲーションを実装する通信ネットワークも研究し、（以下で簡単に説明されるように）後者が、DASシステムを備える通信ネットワークのために開発されたスケジューリングアルゴリズムを、キャリアアグリゲーションのコンテキストにも同様に完全に適用できるようにする、本明細書に開示された（汎用）DAS問題の特定のサブケースとみなされなければならないことを発見した。

【0129】

実際に、本説明の導入部分で簡単に論じたように、帯域幅拡張を達成するためのキャリアアグリゲーションはLTE-Advancedの重要な強化機能である。

【0130】

前述と同じ表記法を使用することによって、LTE-Advancedでは、各UEはその知覚したダウンリンクチャネル状態をeNodeBスケジューラにCQI_{i,j}値として報告し、これが、eNodeBが使用すべき伝送ブロックサイズ(TBS)、すなわち間接的にPRBあたりのビット数を決定する。

10

【0131】

単一のUE_iは、同じ時間周波数リソース上の異なるRU_jからの伝送を受信することができる。実際に、こうした伝送は空間的に分離されているため、かなり高い確率で、UE_iで再構成することができる。この点において、各UE_iは、最大数の空間的に分離された層（所与のTTIでターゲットにすることが可能なRU_jの数より小さいかまたは大きい可能性がある）を同時に復号できるが、チャンネルが同時にサポート可能な層の数は経時的に変化する（さらに、UE_iによって推定され、ランクインジケータまたはRIとしてeNodeBスケジューラに報告される）。したがって、所与のTTIで、UE_iはRIまでの空間的に分離された層を受信することができる。

20

【0132】

スケジューラは、j=1, 2, ..., Mの分散RU_jを調整し、Mまでのフレームを構築する。各RU_jはk=1, 2, ..., B_jのフレームPRB_kを伝送する。ネットワークセルはi=1, 2, ..., NのUE_iにサービスを提供し、UE_iを宛先とする（物理的にeNodeBで待ち行列に入れられる）q_iバックログによって示されるようにする（「UEバックログ」、適宜、アイドルおよびバックログされたUE_iとは区別される）。各UE_iは、k_iまでRU_jからデータを同時に受信することが可能であり、k_iはUE_iによって報告されるRIを表す。

30

【0133】

【数4】

$$K = \sum_{i=1}^N k_i$$

【0134】

によって、所与の時点で利用可能な層の合計数が、CQI_{i,j}によって、j番目のRU_jがi番目のUE_iを宛先とするPRB_k内に入れることになるバイト数が、さらに、x_{i,j}によって、j番目のRU_jによってi番目のUE_iに割り振られるPRB_kの数が、示されるようにする。さらにTBSが、それを計算するために使用されるPRBの数と共に線形に増加するように想定すると、CQI_{i,j} * x_{i,j}は、i番目のUE_iがj番目のRU_jから受信する合計バイト数である。

40

【0135】

上記の各TTIでの計算目的の想定の下で、最適なスループットを保証するリソース割り振り、以下のように公式化することができる。

【0136】

【数5】

$$\max \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (CQI_{i,j} \cdot x_{i,j} - p_{i,j})$$

st.

$$\sum_{j=1}^M (CQI_{i,j} \cdot x_{i,j} - p_{i,j}) \leq q_i \quad \forall i \quad (i)$$

$$p_{i,j} \leq CQI_{i,j} - 1 \quad \forall i, j \quad (ii)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{i,j} \leq B_j \quad \forall j \quad (iii)$$

$$\sum_{j=1}^M b_{i,j} \leq k_i \quad \forall i \quad (iv)$$

$$x_{i,j} \geq b_{i,j} \quad \forall i, j \quad (v)$$

$$x_{i,j} \leq b_{i,j} \cdot B \quad \forall i, j \quad (vi)$$

$$b_{i,j} \in [0, 1], p_{i,j}, x_{i,j} \in Z^+ \quad \forall i, j \quad (vii)$$

【0137】

以下のモデル化変数が導入される。

【0138】

— $p_{i,j}$: PRB_k が固定数のバイトを含むという事実により、 i 番目の UE_i によって j 番目の RU_j から受信したパディング。明らかに、高 CQI_{i,j} のアイドル UE_i にフレーム全体が割り振られるのを回避するために、パディングは目的関数から差し引かなければならない。

【0139】

— $b_{i,j}$: j 番目の RU_j が i 番目の UE_i に対処していることを示す 2 値変数。

【0140】

制約 (i) は、各 UE_i がそのバックログをクリアするために必要以上の PRB_k を受信しないことを保証するが、制約 (ii) はスケジューラがパディングの PRB_k 全体を割り振らないようにする。他方で、制約 (iii) は各 RU_j についてフレーム長さの制限を課す。制約 (iv) は、同時層の最大数に関し、制約 (v~vi) は、 $x_{i,j}$ が $b_{i,j} = 1$ の場合は正、それ以外の場合はヌルとなるようにする。B は、 $B \geq B_j \forall j$ であるように一定であるため、制約 (vi) は $b_{i,j} = 1$ の場合、非アクティブである。

【0141】

キャリアアグリゲーションが実行可能なセルにおいて、LTE UE_i は、異なる時間周波数リソースに関する異なる搬送波上での伝送を受信することが可能であり、LTE-Advanced UE_i は、同じ TTI 中に複数の搬送波上での伝送を受信することが可能である。

【0142】

LTE-Advanced UE_i は、所与の TTI で使用可能なすべての搬送波からのデータを同時に復号することができる。スケジューラは M 個の搬送波を調整し、M 個のフレームを構築する。各搬送波 j 上で、 B_j のフレーム PRB が伝送される。セルは、 $i = 1, 2, N$ の UE_i にサービスを提供し、 q_i が、 i 番目の UE_i を宛先とするバックログ（物理的に、eNodeB で待ち行列に入れられる）を示すものとする。LTE-Advanced UE_i は、すべての RU_j から同時にデータを受信することができる。

【0143】

【数6】

$$K = \sum_{i=1}^N k_i$$

【0144】

によって、所与の時点で利用可能な搬送波の合計数が、CQI_{i,j} によって、eNodeB が i 番目の UE_i を宛先とする搬送波 j の PRB_k 内に入れることになるバイト数が、さらに、 $x_{i,j}$ によって、搬送波 j 上で i 番目の UE_i に割り振られる PRB_k の数が、示されるようにする。さらに TBS が、それを計算するために使用される PRB_k の

10

20

30

40

50

数と共に線形に増加するように想定すると、 $CQI_{i,j} * x_{i,j}$ は、 i 番目の UE_i が搬送波 j 上で受信する合計バイト数である。

【0145】

上記の定義および想定の下で、最適なスループット問題のキャリアアグリゲーション対応バージョンは、以下のように公式化することができる。

【0146】

【数7】

$$\max \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (CQI_{i,j} \cdot x_{i,j} - p_{i,j})$$

st.

$$\sum_{j=1}^M (CQI_{i,j} \cdot x_{i,j} - p_{i,j}) \leq q_i \quad \forall i \quad (i)$$

$$p_{i,j} \leq CQI_{i,j} - 1 \quad \forall i, j \quad (ii)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{i,j} \leq B_j \quad \forall j \quad (iii)$$

$$\sum_{j=1}^M b_{i,j} \leq k_i \quad \forall i \quad (iv)$$

$$x_{i,j} \geq b_{i,j} \quad \forall i, j \quad (v)$$

$$x_{i,j} \leq b_{i,j} \cdot B \quad \forall i, j \quad (vi)$$

$$b_{i,j} \in [0,1], p_{i,j}, x_{i,j} \in Z^+ \quad \forall i, j \quad (vii)$$

【0147】

以下のモデル化変数が導入される。

【0148】

— $p_{i,j}$: PRB_k が固定数のバイトを含むという事実により、搬送波 j 上で i 番目の UE_i によって受信されたパディング。明らかに、高 $CQI_{i,j}$ のアイドル UE_i にフレーム全体が割り振られるのを回避するために、パディングは目的関数から差し引かなければならない。

【0149】

— $b_{i,j}$: 搬送波 j が i 番目の UE_i に関するデータを搬送することを示す 2 値変数。

【0150】

制約 (i) は、各 UE_i がそのバックログをクリアするために必要以上の PRB_k を受信しないことを保証するが、制約 (ii) はスケジューラがパディングの PRB_k 全体を割り振らないようにする。他方で、制約 (iii) は各搬送波についてフレーム長さの制限を課す。制約 (iv) は、同時搬送波の最大数に関し、制約 (v ~ vi) は、 $x_{i,j}$ が $b_{i,j} = 1$ の場合は正、それ以外の場合はヌルとなるようにする。B は、 $B \geq B_j \forall j$ であるように一定であるため、制約 (vi) は $b_{i,j} = 1$ の場合、非アクティブである。

【0151】

したがって、上記の解析的公式を比較することから明らかなように、DAS 対応のスループット最大化問題は、キャリアアグリゲーション対応のスループット最大化問題とほぼ一致するため、当業者であれば、DAS システムコンテキストに関して上記で説明したスケジューリングアルゴリズムを、キャリアアグリゲーションコンテキスト（したがって、任意の他の同様のコンテキスト）に容易に適応させることが可能であろう。

【0152】

説明したスケジューリングアルゴリズムは、ほぼダウンリンク方向に動作するものとみなされるが、これを制約的であると理解すべきではない。実際に、本発明によるスケジューリングアルゴリズムはアップリンク方向でも等しく適用可能であり、この点において、図示されていない代替の実施形態では、 UE によって報告される当該 CQI は UE に関して $eNodeB$ によって実行されるチャネル推定に置き換えられ、ダウンリンク伝送にお

10

20

30

40

50

けるバッファサイズパラメータは、LTEおよびLTE-Advanced標準によって提供されるBSR（バッファ状況報告）の報告の結果、eNodeBで使用可能な、アップリンク伝送におけるバッファサイズパラメータに置き換えられる。

【0153】

さらに、スケジューリング判断がアップリンクとダウンリンクの両方のフィードバック情報、またはそれらの任意の組み合わせに基づくように、スケジューリングアルゴリズムを実装することを妨げるものはない。

【0154】

加えて、ワイヤレス通信ネットワークが異なる構造を有するかまたは同等の構成要素を含む場合、あるいは他の動作機能を有する場合、類似の考察が適用される。いずれの場合においても、その任意の構成要素はいくつかの要素に分離することが可能であるか、あるいは2つまたはそれ以上の構成要素を単一の要素に組み合わせることが可能であり、さらに、対応する動作の並列の実行をサポートするために、各構成要素を複製することが可能である。異なる構成要素間でのいずれの対話も、（特に指示されていない限り）一般に連続的である必要がなく、直接的、および1つまたは複数の仲介を介して間接的の、両方が可能であることにも留意されたい。

【0155】

さらに、本発明について、LTE-Advanced標準に基づくワイヤレス通信ネットワークを明示的に参照してきたが、出願人の意図において、いかなる特定のワイヤレス通信システムのアーキテクチャまたはプロトコルの実装にも限定されるものでないことを理解されたい。この点において、適切な簡単な修正を用いて、本リンク・スケジューリング・アルゴリズムが、他のオープンな、またはプロプライエタリな通信プロトコル、たとえばとりわけWiMAXにも適用可能であるように実現することも可能である。

10

20

【図1】

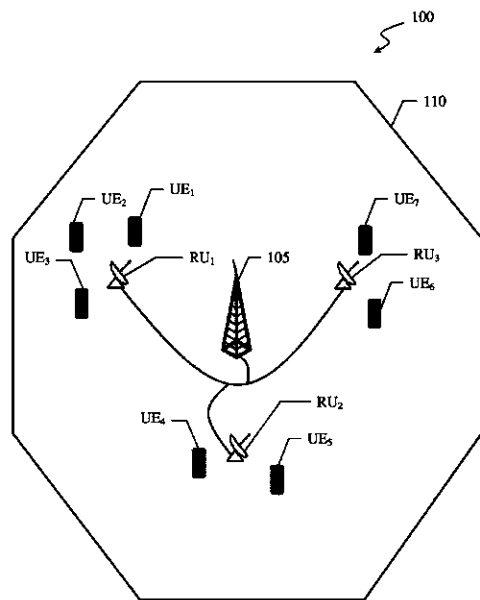


FIG.1

【図2】

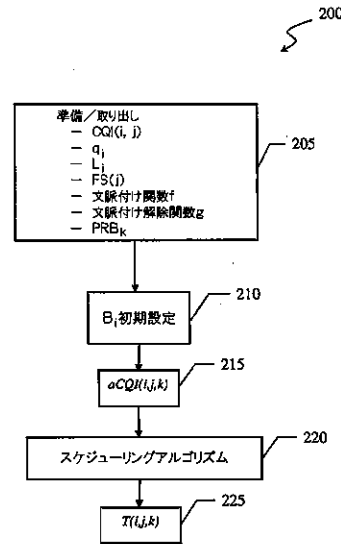


FIG.2

【図3】

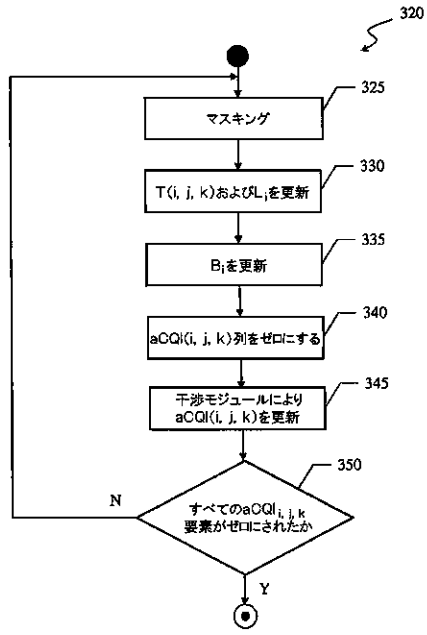


FIG.3

【図4】

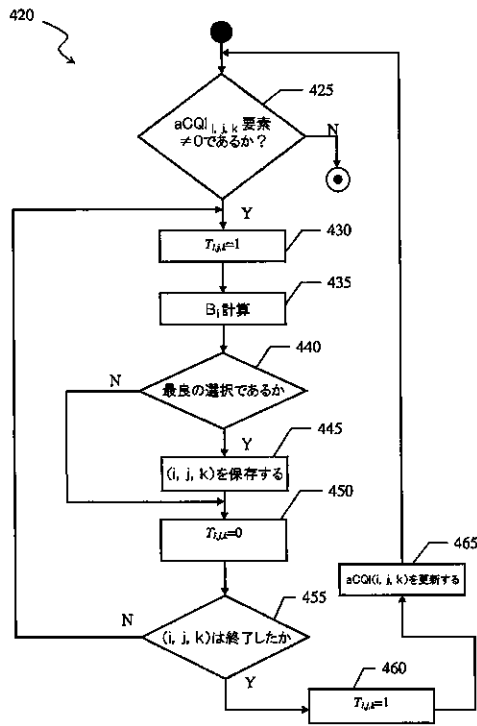


FIG.4

フロントページの続き

- (72)発明者 アコンジアジオコ, ジョヴァンニ
イタリア国 88900 クロトネ, ヴィア・ジ・コリリアーノ 5
- (72)発明者 アンドレオツツィ, マッテオ・マリア
イタリア国 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 10148 トリノ, ヴィア・ジ・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 10148 トリノ, ヴィア・ジ・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 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 サベッラ, ダリオ
イタリア国 10148 トリノ, ヴィア・ジ・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 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 三浦 みちる

- (56)参考文献 特開2007-288676 (JP, A)
特開2010-141893 (JP, A)
特開2011-066545 (JP, A)
米国特許出願公開第2011/0170642 (US, A1)

(58)調査した分野(Int. Cl., DB名)

H04B 7/24- 7/26
H04W 4/00-99/00
3GPP TSG RAN WG1-4
SA WG1-2
CT WG1