

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-502499

(P2018-502499A)

(43) 公表日 平成30年1月25日(2018. 1. 25)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO4W 72/04	(2009. 01)	HO4W 72/04	1 3 1	5 K 0 6 7
HO4W 16/06	(2009. 01)	HO4W 16/06		
HO4W 16/32	(2009. 01)	HO4W 16/32		

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2017-531203 (P2017-531203)  
 (86) (22) 出願日 平成26年12月11日 (2014. 12. 11)  
 (85) 翻訳文提出日 平成29年7月13日 (2017. 7. 13)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/077349  
 (87) 国際公開番号 W02016/091308  
 (87) 国際公開日 平成28年6月16日 (2016. 6. 16)

(71) 出願人 503148270  
 テレコム・イタリア・エッセ・ピー・アー  
 イタリア国 20123 ミラノ、ヴィア  
 ・ガエターノ・ネグリ 1  
 (74) 代理人 100140109  
 弁理士 小野 新次郎  
 (74) 代理人 100118902  
 弁理士 山本 修  
 (74) 代理人 100106208  
 弁理士 宮前 徹  
 (74) 代理人 100120112  
 弁理士 中西 基晴  
 (74) 代理人 100196508  
 弁理士 松尾 淳一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モバイルセルラーネットワークにおけるデータ送信電力を管理するための方法

(57) 【要約】

本発明のある態様は、マクロノード (M) とそれに関連付けられる少なくとも1つのスモールノード (S<sub>i</sub>) とを備えるセルラーネットワーク (100) において、データ送信をサブフレーム単位で管理するための方法 (300<sub>j</sub>) が提案される。本方法 (300) は、マクロノード (M) 側において、マクロノード (M) に関連付けられるユーザ機器 (UE) からのチャネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器 (UE) を、マクロノードの第1の送信電力でサービス提供され得る第1のユーザ機器のグループ (G<sub>N, M</sub>) と、マクロノードの第1の送信電力よりも高いマクロノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならない第2のユーザ機器のグループ (G<sub>F, M</sub>) とにグループ化するステップ (205<sub>M</sub>, 305) と、マクロノード (M) 側においてデータ送信が防止される非送信サブフレーム (N<sub>ABS, no</sub>) の数と、マクロノード (M) 側において、マクロノードの第1の送信電力のみでデータ送信が許可される限定送信サブフレーム (N<sub>ABS, lim</sub>) の数と、マクロノード (M) 側において、マクロノードの第2の送信電

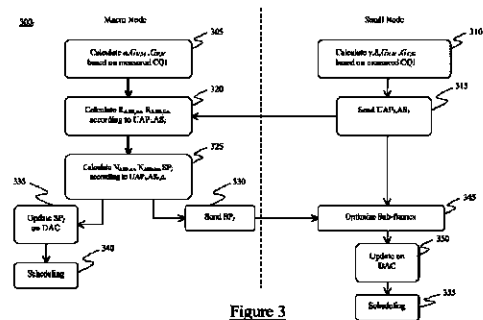


Figure 3

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

マクロノード(M)と、それに関連付けられる少なくとも1つのスモールノード( $S_i$ )とを備えるセルラーネットワーク(100)において、データ送信をサブフレーム単位で管理するための方法(300<sub>j</sub>)であって、マクロノード(M)側において、

前記マクロノード(M)に関連付けられるユーザ機器(UE)からのチャネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器(UE)を、マクロノードの第1の送信電力でサービス提供され得るユーザ機器の第1のグループ( $G_{N, M}$ )と、前記マクロノードの第1の送信電力よりも高いマクロノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならないユーザ機器の第2のグループ( $G_{F, M}$ )とにグループ化するステップ(205<sub>M</sub>, 305)と

10

、サブフレームパターン( $SP_j$ )を決定するステップ(220<sub>M</sub>, 325)であって、前記サブフレームパターンは、

前記マクロノード(M)側においてデータ送信が防止される非送信サブフレーム( $N_{ABS, n_o}$ )の数と、

前記マクロノード(M)側において、前記マクロノードの第1の送信電力のみでデータ送信が許可される限定送信サブフレーム( $N_{ABS, l i m}$ )の数と、

前記マクロノード(M)側において、前記マクロノードの第2の送信電力でデータ送信が許可される通常送信サブフレーム( $N_{n o n - A B S}$ )の数と

20

含み、決定する前記ステップ(220<sub>M</sub>, 325)は、前記マクロノード(M)の電力消費( $P_{ABS}, P_{n o n - A B S}$ )と、前記マクロノード(M)に関連付けられるデータトラフィックと、データトラフィックおよびその干渉状況に従って前記少なくとも1つのスモールノード( $S_i$ )によって要求される非送信サブフレーム( $R_{ABS - n o}$ )および限定送信サブフレーム( $R_{ABS - l i m}$ )の最小数とに基づく、ステップと、

前記サブフレームパターン( $SP_j$ )に従って、前記マクロノード(M)に関連付けられるユーザ機器の前記第1のグループ( $G_{N, M}$ )および第2のグループ( $G_{F, M}$ )のユーザ機器(UE)にサービス提供するステップと

を含む方法。

## 【請求項2】

30

請求項1に記載の方法(300<sub>j</sub>)であって、各スモールノード( $S_i$ )側において、

前記スモールノード( $S_i$ )に関連付けられるユーザ機器(UE)からのチャネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器(UE)を、スモールノードの第1の送信電力でサービス提供され得るユーザ機器の第1のグループ( $G_{N, s i}$ )と、前記スモールノードの第1の送信電力よりも高いスモールノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならないユーザ機器の第2のグループ( $G_{F, s i}$ )とにグループ化するステップ(205<sub>s</sub>, 310)と、

前記非送信( $N_{ABS - n o}$ )サブフレームと、限定送信( $N_{ABS - l i m}$ )サブフレームと、通常送信( $N_{n o n - A B S}$ )サブフレームとの間で、スモールノード( $S_i$ )側でのデータ送信が許可される好ましいサブフレームを決定するステップ(220<sub>s</sub>, 345)であって、前記スモールノード( $S_i$ )の電力消費( $p_{ABS}, p_{n o n - A B S}$ )と、前記スモールノード( $S_i$ )に関連付けられるデータトラフィックと、その前記干渉状況とに基づくステップと、

40

前記好ましいサブフレームに従って、前記スモールノード( $S_i$ )に関連付けられるユーザ機器の前記第1のグループ( $G_{N, s i}$ )およびユーザ機器の第2のグループ( $G_{F, s i}$ )のユーザ機器(UE)にサービス提供するステップと

をさらに含む方法。

## 【請求項3】

請求項2に記載の方法(300<sub>j</sub>)であって、マクロノード側においてグループ化する前記ステップ(205<sub>M</sub>, 305)と、各スモールノード側においてグループ化する前記

50

ステップ(205<sub>s</sub>, 310)のうちの少なくとも1つが、それぞれ前記マクロノード(M)およびスモールノード(S<sub>i</sub>)と、前記関連付けられるユーザ機器(UE)との間の距離関係に基づく、方法。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項に記載の方法(300<sub>j</sub>)であって、前記マクロノード(M)側において、通常送信サブフレームの間の前記マクロノードの第2の送信電力ではなく、限定送信サブフレームの間に前記マクロノードの第1の送信電力で送信するときに、前記マクロノード(M)に影響を及ぼすデータ送信速度の低下を示す第1のパラメータ(a)を提供するステップであって、前記マクロノード(M)側において決定する前記ステップ(220<sub>M</sub>, 325)もまた前記第1のパラメータ(a)に基づく、ステップをさらに含む方法。

10

【請求項5】

請求項2を直接的または間接的に引用する場合の請求項2～4のいずれか一項に記載の方法(300<sub>j</sub>)であって、前記スモールノード(S<sub>i</sub>)側において、前記スモールノード(S<sub>i</sub>)が非送信サブフレームの間に前記スモールノードの第2の送信電力で送信するときではなく、前記マクロノード(M)が限定送信サブフレームの間に前記マクロノードの第1の送信電力で送信するときに、前記スモールノード(S<sub>i</sub>)に影響を及ぼすデータ送信速度の低下を示す第2のパラメータ(δ)と、非送信サブフレームの間に前記スモールノードの第2の送信電力ではなく、通常送信サブフレームの間に前記スモールノードの第1の送信電力で送信するときに、前記スモールノード(S<sub>i</sub>)に影響を及ぼすデータ送信速度の低下を示す第3のパラメータ(γ)とを提供するステップであって、前記スモールノード(S<sub>i</sub>)側において決定する前記ステップ(220<sub>s</sub>, 345)もまた前記第2のパラメータ(δ)および第3のパラメータ(γ)に基づく、ステップをさらに含む方法。

20

【請求項6】

請求項1～5のいずれか一項に記載の方法(300<sub>j</sub>)であって、各スモールノード(S<sub>i</sub>)側において、

前記マクロノード(M)に使用可能な限定送信サブフレームの数(UAP<sub>i</sub>)を提供するステップ(315)であって、以前のデータ送信中に、前記スモールノード(S<sub>i</sub>)に関連付けられる前記ユーザ機器(UE)によって知覚され、前記マクロノード(M)によって引き起こされた干渉があらかじめ定義されたしきい値以下であった、ステップをさらに含む方法。

30

【請求項7】

請求項6に記載の方法(300<sub>j</sub>)であって、  
各スモールノード(S<sub>i</sub>)側において、

前記マクロノード(M)に、前記使用可能な限定送信サブフレームにおけるデータ送信のために前記スモールノード(S<sub>i</sub>)によって割り振られたリソースのパーセンテージ(AS<sub>i</sub>)を提供するステップ(315)と、

マクロノード(M)側において、

使用可能な限定送信サブフレームの前記数(UAP<sub>i</sub>)および割り振られたリソースの前記パーセンテージ(AS<sub>i</sub>)に従って、前記少なくとも1つのスモールノード(S<sub>i</sub>)によって要求される非送信サブフレーム(R<sub>ABS-n</sub>)および限定送信サブフレーム(R<sub>ABS-lim</sub>)の前記最小数を計算するステップ(215, 320)とをさらに含む方法。

40

【請求項8】

請求項7に記載の方法(300<sub>j</sub>)であって、前記非送信サブフレームおよび限定送信サブフレームは、前記サブフレームパターンのオールモストブランクサブフレームを定義し、計算する前記ステップ(215, 320)は、

スモールノード(S<sub>i</sub>)ごとに、

前記パーセンテージ(AS<sub>i</sub>)が100%より小さい場合に、使用可能な限定送信サ

50

ブフレームの数 ( $UAP_i$ ) と割り振られたリソースの前記パーセンテージ ( $AS_i$ ) との間の積として、または、そうでない場合に、あらかじめ定義された量 ( $\Delta UAP$ ) だけ増加された使用可能な限定送信サブフレームの数 ( $UAP_i$ ) として、前記スモールノード ( $S_i$ ) によって要求されるオールモストブランクサブフレームの数 ( $R_{ABS_i}$ ) を計算するステップと、

前記スモールノード ( $S_i$ ) によって要求される限定送信サブフレームの数 ( $R_{ABS_{lim}, i}$ ) および前記スモールノード ( $S_i$ ) によって要求される非送信サブフレームの数 ( $R_{ABS_{no}, i}$ ) を、使用可能なサブフレームの数 ( $UAP_i$ ) が以前のサブフレームパターンで構成されたオールモストブランクサブフレームの数と異なる場合に、それぞれ0 および前記スモールノード ( $S_i$ ) によって要求されるオールモストブランクサブフレームの前記数 ( $R_{ABS_i}$ ) に、そうでない場合に、それぞれ前記スモールノード ( $S_i$ ) によって要求されるオールモストブランクサブフレームの前記数 ( $R_{ABS_i}$ ) および0 に設定するステップと、

前記少なくとも1つのスモールノード ( $S_i$ ) によって要求される非送信サブフレームの前記最小数 ( $R_{ABS_{no}}$ ) を、各スモールノード ( $S_i$ ) によって要求される非送信サブフレームの前記数 ( $R_{ABS_{no}, i}$ ) のうちの最大値として、および、前記少なくとも1つのスモールノード ( $S_i$ ) によって要求される限定送信サブフレームの最小数 ( $R_{ABS_{lim}}$ ) を、各スモールノード ( $S_i$ ) によって要求される限定送信サブフレームの前記数 ( $R_{ABS_{lim}, i}$ ) のうちの最大値と、前記少なくとも1つのスモールノード ( $S_i$ ) によって要求される非送信サブフレームの前記最小数 ( $R_{ABS_{no}}$ ) との差に従って計算するステップと

を含む、方法。

【請求項9】

請求項6～8のいずれか一項に記載の方法 ( $300_j$ ) であって、決定する前記ステップ ( $220_M, 325$ ) は、十分な使用可能なリソースがある場合に、

通常送信サブフレームが電力消費の観点から好ましい場合に、ユーザ機器の前記第1のグループ ( $G_{N, M}$ ) と第2のグループ ( $G_{F, M}$ ) の両方に属する前記ユーザ機器 ( $UE$ ) にとって必要とされるサブフレームの数として通常送信サブフレームの数を決定するステップ、または、

通常送信サブフレームが電力消費の観点から好ましくない場合に、

通常送信サブフレームの数をユーザ機器の前記第2のグループ ( $G_{F, M}$ ) に属するユーザ機器 ( $UE$ ) にとってのみ必要とされるサブフレームの数として決定するステップと、

ユーザ機器の前記第1のグループ ( $G_{N, M}$ ) に属する前記ユーザ機器 ( $UE$ ) にとって必要とされるサブフレームの数と、負荷をクリアするために必要なサブフレームの数と、前記サブフレームパターン ( $SP_j$ ) 内の使用可能な限定送信サブフレームの前記数 ( $UAP_i$ ) とに従い限定送信サブフレームの数 ( $N_{ABS_{lim}}$ ) を決定するステップとを含む、方法。

【請求項10】

請求項6～9のいずれか一項に記載の方法 ( $300_j$ ) であって、決定する前記ステップ ( $220_M, 325$ ) は、

十分な使用可能なリソースがない場合に、ユーザ機器の前記第1のグループ ( $G_{N, M}$ ) と第2のグループ ( $G_{F, M}$ ) の両方に属する前記ユーザ機器 ( $UE$ ) にとって必要とされるサブフレームの最大数と、シグナリングオーバーロードとに基づいて、限定送信サブフレーム ( $N_{ABS_{lim}}$ ) の数、および通常送信サブフレーム ( $N_{non-ABS}$ ) の数を決定するステップを含む、方法。

【請求項11】

請求項5～10のいずれか一項に記載の方法であって、通常送信サブフレームの間に、非送信サブフレーム内のリソースで送信され得るデータの量を送信するために消費される電力を表す第1の電力消費 ( $p_{non-ABS} / \gamma$ ) と、限定送信サブフレームの間に、

10

20

30

40

50

非送信サブフレーム内のリソースで送信され得るデータの量を送信するために消費される電力を表す第2の電力消費 ( $P_{ABS} / \delta$ ) とを計算するステップをさらに含む、前記非送信サブフレームおよび限定送信サブフレームはオールモストブランクサブフレームを定義し、スモールノード ( $S_i$ ) 側で決定する前記ステップ (220<sub>s</sub>, 345) は、

オールモストブランクサブフレームの間の前記スモールノード ( $S_i$ ) の電力消費 ( $P_{ABS}$ ) が、前記第1の電力消費 ( $P_{non-ABS} / \gamma$ ) と第2の電力消費 ( $P_{ABS} / \delta$ ) との間にある場合に、前記通常送信サブフレームを前記好ましいサブフレームとして定義するステップ、または、

前記第2の電力消費 ( $P_{ABS} / \delta$ ) が、オールモストブランクサブフレームの間の前記スモールノード ( $S_i$ ) の前記電力消費と前記第1の電力消費 ( $P_{non-ABS} / \gamma$ ) との間にある場合に、前記非送信サブフレームを前記好ましいサブフレームとして定義するステップ、または、

前記第1の電力消費 ( $P_{non-ABS} / \gamma$ ) が、オールモストブランクサブフレームの間の前記スモールノード ( $S_i$ ) の前記電力消費 ( $P_{ABS}$ ) と前記第2の電力消費 ( $P_{ABS} / \delta$ ) との間にある場合に、前記非送信サブフレームを前記好ましいサブフレームとして定義するステップ

を含む、方法。

【請求項12】

コンピュータのメモリに直接ロード可能なコンピュータプログラム製品であって、前記コンピュータ上で実行されると、請求項1~11のいずれか一項に記載のステップを実行するように適合されたソフトウェアコード手段を備えるコンピュータプログラム製品

【請求項13】

セルラーネットワーク (100) において使用するためのマクロノード (M) であって、

前記マクロノード (M) に関連付けられるユーザ機器 (UE) からのチャンネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器 (UE) を、マクロノードの第1の送信電力でサービス提供され得るユーザ機器の第1のグループ ( $G_{N, M}$ ) と、前記マクロノードの第1の送信電力よりも高いマクロノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならないユーザ機器の第2のグループ ( $G_{F, M}$ ) とにグループ化するステップ (205<sub>M</sub>, 305) と

サブフレームパターン ( $SP_j$ ) を決定するステップ (220<sub>M</sub>, 325) であって、前記サブフレームパターンは、

前記マクロノード (M) 側においてデータ送信が防止される非送信サブフレーム ( $N_{ABS, n}$ ) の数と、

前記マクロノード (M) 側において、前記マクロノードの第1の送信電力のみでデータ送信が許可される限定送信サブフレーム ( $N_{ABS, lim}$ ) の数と、

前記マクロノード (M) 側において、前記マクロノードの第2の送信電力でデータ送信が許可される通常送信サブフレーム ( $N_{non-ABS}$ ) の数とを含み、

決定する前記ステップ (220<sub>M</sub>, 325) は、前記マクロノード (M) の電力消費 ( $P_{ABS}$ ,  $P_{non-ABS}$ ) と、前記マクロノード (M) に関連付けられるデータトラフィックと、少なくとも1つのスモールノード ( $S_i$ ) のデータトラフィックおよび干渉状況に従って、前記マクロノード (M) に関連付けられる前記少なくとも1つのスモールノード ( $S_i$ ) によって要求される非送信サブフレーム ( $R_{ABS-n}$ ) および限定送信サブフレーム ( $R_{ABS-lim}$ ) の最小数とに基づく、ステップと、

前記サブフレームパターン ( $SP_j$ ) に従って、前記マクロノード (M) に関連付けられるユーザ機器の前記第1のグループ ( $G_{N, M}$ ) および第2のグループ ( $G_{F, M}$ ) のユーザ機器 (UE) にサービス提供するステップとを行うように構成されたマクロノード (M)。

【請求項14】

10

20

30

40

50

セルラーネットワーク(100)において使用するためのスモールノード( $S_i$ )であって、

前記スモールノード( $S_i$ )に関連付けられるユーザ機器(UE)からのチャネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器(UE)を、スモールノードの第1の送信電力でサービス提供され得るユーザ機器の第1のグループ( $G_{N, S_i}$ )と、前記スモールノードの第1の送信電力よりも高いスモールノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならないユーザ機器の第2のグループ( $G_{F, S_i}$ )とにグループ化するステップ(205<sub>s</sub>, 310)と、

マクロノード(M)からサブフレームパターン( $SP_j$ )を受信するステップであって、前記サブフレームパターンは、

前記マクロノード(M)側においてデータ送信が防止される非送信サブフレーム( $N_{ABS, n_o}$ )の数と、

前記マクロノード(M)側において、前記マクロノードの第1の送信電力のみでデータ送信が許可される限定送信サブフレーム( $N_{ABS, l_i m}$ )の数と、

前記マクロノード(M)側において、前記マクロノードの第2の送信電力でデータ送信が許可される通常送信サブフレーム( $N_{n_o n - ABS}$ )の数と、

を含む、ステップと、

前記非送信( $N_{ABS - n_o}$ )サブフレームと、限定送信( $N_{ABS - l_i m}$ )サブフレームと、通常送信( $N_{n_o n - ABS}$ )サブフレームとの間で、スモールノード( $S_i$ )側でのデータ送信が許可される好ましいサブフレームを決定するステップ(220<sub>s</sub>, 345)であって、前記スモールノード( $S_i$ )の電力消費( $p_{ABS}, p_{n_o n - ABS}$ )と、前記スモールノード( $S_i$ )に関連付けられるデータトラフィックと、その前記干渉状況とに基づくステップと、

前記好ましいサブフレームに従って、前記スモールノード( $S_i$ )に関連付けられるユーザ機器の前記第1のグループ( $G_{N, S_i}$ )および第2のグループ( $G_{F, S_i}$ )のユーザ機器(UE)にサービス提供するステップと

を行うように構成されたスモールノード( $S_i$ )。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にセルラーネットワーク(たとえば、2G、3GおよびLTE/LTE-アドバンスド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、異種セルラーネットワーク、およびそのようなセルラーネットワーク内のマクロノードおよびスモールノードのデータ送信電力を効率的かつ動的に管理するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

セルラーネットワーク(たとえば、2G、3GおよびLTE/LTE-アドバンスドセルラーネットワーク)は、データトラフィック(トラフィック負荷とも呼ばれる)が、それぞれのランドエリア(セル)を介して電波を放射する固定位置トランシーバ基地局(または、ノード)と、セル内のユーザ機器(たとえば、セルラー電話などのユーザ端末)との間で高速で搬送されることを可能にする。

【0003】

セルラーネットワークは、広がり性と性能の点で著しい成長を実験しており、最近、異種セルラーネットワークに進化している。具体的には、各異種セルラーネットワークは、いわゆるマクロセルを識別する比較的高電力で広域をカバーするノード(以下、マクロノードとする)と、全体的なカパレッジおよび容量を向上させるためにマクロセル内のスモールセルを識別する、いくつかの低電力でより小さい領域をカバーするノード(以下、マイクロノード、ピコノード、フェムトノードなどのセカンダリノードまたはスモールノードとする)との両方を備える。

10

20

30

40

50

[ 0 0 0 4 ]

しかしながら、セルラーネットワークユーザの数の増加、ならびに非常に高いトラフィック負荷（マルチメディアおよびリアルタイムサービスなど）および非常に要求の厳しい「サービス品質」を必要とするサービスに対する需要の増加のために、屋内および屋外の場所において各マクロセル内に一般に複数のスモールノードが展開されており、どこでも大容量が必要とされている。

[ 0 0 0 5 ]

したがって、同等の電力およびカバレッジのマクロノードに基づく従来の同種セルラーネットワークと比較して、異種セルラーネットワークにおいては、高密度のスモールノードも、完全な計画なしに、またはまったく調整されていない方法で展開され得る。

10

[ 0 0 0 6 ]

知られているように、これは電力消費と干渉の問題を際立たせる可能性がある。

実際、関連付けられるスモールノードによってサービス提供されるユーザ機器は、高送信電力のためにマクロノードからの厳しい干渉を受け、関連付けられるマクロノードによってサービス提供されるユーザ機器は、近接するスモールノードからの厳しい干渉を受ける。

[ 0 0 0 7 ]

電力消費を最適化し、干渉を低減することによって、セルラーネットワークの性能をより良く管理するために、マクロノード側およびスモールノード側においてデータ送信を適切に調整することを目的とした解決策が知られている。

20

[ 0 0 0 8 ]

Shaoyi Xu, Jing Han, Tao Chenによる「Enhanced Inter-Cell Interference Coordination in Heterogeneous Networks for LTE-Advanced (LTE-アドバンスト向けの異種ネットワークにおける強化されたセル間干渉調整)」、Vehicular Technology Conference (VTC Spring)、2012 IEEE 75th、2012年5月6～9日において、N個のマクロノードと1つのピコノードを調整するシステムが提案されている。マクロノードユーザはN個のCQIを測定および報告し、ピコノードユーザは(N+1)個のCQIを測定および報告する。各CQIは、他のすべてのノードをミュートすることによって得られる。N\*(N+1)構成ごとの性能が評価され、中央コントローラに報告され、中央コントローラが最適な構成を選択する。選択された構成は、構成可能な速度で、すべてのマクロノードをオンにした構成と交互に実行する。

30

[ 0 0 0 9 ]

Al-Rawi, M, Simsek, M, Jantti, Rによる「Utility-based resource allocation in LTE-Advanced heterogeneous networks (LTE-アドバンスト異種ネットワークにおけるユーティリティベースのリソース割り振り)」、Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)、2013 9th International、2013年7月1～5日において、マクロノードおよびマイクロノードのセルエッジスループット値を知って、「オールモストブランクサブフレーム」(ABS)とセル範囲拡張の速度を共同して評価する方法が提案されている。

40

[ 0 0 1 0 ]

Kshatriya, S. N. S, Kaimalettu, S, Yerraparedy, S. R, Milleth, K, Akhtar, Nによる「On interference management based on subframe blanking in Heterogeneous LTE networks (異種LTEネットワークにおけるサブフレームブランキングに基づく干渉管理について)」Communication Systems and Networks (COMSNETS)、2

50

013 Fifth International Conference、2013年1月において、被害者ユーザ機器によって経験され、攻撃側ノードによって引き起こされる干渉を克服するために、LTE-Aにおいて定義されたオールモストブランクサブフレーム(ABS)およびセル間干渉調整(ICIC)に基づく方式が提案される。提案された方式は、他のノードに関連付けられるユーザ機器への厳しい干渉を引き起こす可能性のあるノードの特定のサブフレームをブランキングすることを提供する。提案された方式は、各攻撃側ノードでブランキングされるべきサブフレームの数および位置を決定する。

[0011]

Jiyong Pang、Jun Wang、Dongyao Wang、Gang Shen、Qi Jiang、Jianguo Liuによる「Optimized time-domain resource partitioning for enhanced inter-cell interference coordination in heterogeneous networks (異種ネットワークにおける強化されたセル間干渉調整のための、最適化された時間領域リソース分割)」Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)、2012 IEEE、2012年4月1~4日において、最適化をネットワーク全体の効用最大化問題として定式化することによって、同期ABS構成のためのABSの最適な量が提案されている。まず、動的プログラミングが実行されることを介して任意の量のABSに対してABSによって保護された被害者ユーザ機器を決定するために分散方法が実行され、次いで、システム全体のユーティリティを評価することによってABSの最適な量が見出される。

[0012]

Deb, S、Monogioudis, P、Miernik, J、Seymour, J.P.による「Algorithms for Enhanced Inter-Cell Interference Coordination (eICIC) in LTE HetNets (LTE HetNetsにおける強化されたセル間干渉調整(eICIC)のためのアルゴリズム)」Networking、IEEE/ACM Transactions onにおいて、マクロノードがピコノードに提供すべき無線リソースの量の決定と、どのユーザ機器をピコノードと関連付けるべきかを決定する関連ルールの決定とを共同して解決するためのアルゴリズムが提案されている。提案されたアルゴリズムは、ネットワークポロジ、トラフィック負荷、およびマクロノードーピコノード干渉マップを考慮し、LTE規格によって提案されたオールモストブランクサブフレーム(ABS)およびセル選択バイアス(CSB)の概念を使用することによって実装され得る。

[0013]

米国特許第20130107798号「ABS-based Method for Inter-Cell Interference Coordination in LTE-Advanced Networks (LTE-アドバンスドネットワークにおけるセル間干渉調整のためのABSベースの方法)」において、マクロ基地局とピコユーザ機器との間の干渉調整問題に対する解決策を提供しようとするシステムおよび方法が開示される。具体的には、システムおよび方法は、LTE-A規格によってサポートされるオールモストブランクサブフレーム(ABS)の概念に基づいて干渉調整を行う。マクロ基地局は、それらのABS構成を、全体的なシステムスループットが最適化されるように協調的に選択する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

[0014]

本出願人は、引用された従来技術の解決策のいずれも満足のいくものではないことを認識した。

実際、上述のすべての解決策は、マクロノードが「オールモストブランクサブフレーム」(以下、ABSサブフレーム)と呼ばれる特定のサブフレームの間に完全にミュートす

10

20

30

40

50



ることを可能にすることによって、また、スモールノードがABSサブフレームの間だけそれに関連付けられるユーザ機器に送信することを可能にすることによって、スモールノードに関連付けられるユーザ機器への干渉を低減する一般的な手法に基づく。

【0015】

本出願人は、マクロノードおよびスモールノードの頻繁な活性化／非活動化が必要とされるので（特に、マクロノード側およびスモールノード側において比較的多数のユーザ機器がサービス提供されるべきである場合）、ABSサブフレームの間にマクロノードを完全にミュートすることは最適な電力消費をもたらさないことを見出した。マクロノードおよびスモールノードの頻繁な活性化／非活動化は、セルラーネットワーク装置の寿命に、したがってメンテナンスコストなどのパラメータに悪影響を及ぼし得る。

【0016】

さらに、そのような解決策は、レイテンシ（たとえば、長い処理時間によって引き起こされる）のために、高密度のスモールノードによって引き起こされる極めて動的な状態を管理するために適合されない。

【0017】

最後に述べるが決して軽んじられないこととして、従来技術の解決策のほとんどは、対応するセルラーネットワークを実装することを困難にする、新しい非標準メッセージのセットを定義することを必要とする。

【0018】

上記に鑑みて、本出願人は、異種セルラーネットワークの電力消費および干渉を効率的に低減する（交換されるデータトラフィックに関する満足度を高めながら）という問題に取り組み、それを達成するために、ABSサブフレームの間にマクロノード側において、および非ABSサブフレームの間にスモールノード側において、低送信電力で送信可能であることに基づいて、ならびに、マクロノード側とスモールノード側の両方において、現在および過去のトラフィック負荷条件に基づいて、サブフレーム単位でデータ送信を動的に管理することができる解決策を考案した。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の1つまたは複数の態様は、従属請求項に示されるその有利な特徴を有する独立請求項に記載されており、その文言は、参照により本明細書中に逐語的に開示される（任意の有利な特徴は、変更すべきところは変更して適用される本発明の特定の態様に関連して、その任意の他の態様に提供される）。

【0020】

より具体的には、本発明のある態様は、マクロノードとそれに関連付けられる少なくとも1つのスモールノードとを備えるセルラーネットワークにおいて、データ送信をサブフレーム単位で管理するための方法に関する。本方法は、マクロノード側において、

マクロノードに関連付けられるユーザ機器からのチャネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器を、マクロノードの第1の送信電力でサービス提供され得る第1のユーザ機器のグループと、マクロノードの第1の送信電力よりも高いマクロノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならない第2のユーザ機器のグループとにグループ化するステップと、

マクロノード側においてデータ送信が防止される非送信サブフレームの数と、

マクロノード側において、マクロノードの第1の送信電力のみでデータ送信が許可される限定送信サブフレームの数と、

マクロノード側において、マクロノードの第2の送信電力でデータ送信が許可される通常送信サブフレームの数と、

を備える、サブフレームパターンを決定するステップであって、

マクロノードの電力消費と、マクロノードに関連付けられるデータトラフィックと、データトラフィックおよびその干渉状況に従って少なくとも1つのスモールノードによって要求される非送信サブフレームおよび限定送信サブフレームの最小数とに基づいて行われ

10

20

30

40

50

る、ステップと、

サブフレームパターンに従ってマクロノードに関連付けられる前記第1のユーザ機器のグループおよび第2のユーザ機器のグループのユーザ機器にサービス提供するステップとを備える。

【0021】

本発明のある実施形態によれば、本方法は、各スモールノード側において、

スモールノードに関連付けられるユーザ機器からのチャネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器を、スモールノードの第1の送信電力でサービス提供され得る第1のユーザ機器のグループと、スモールノードの第1の送信電力よりも高いスモールノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならない第2のユーザ機器のグループとにグループ化するステップと、

非送信サブフレームと、限定送信サブフレームと、通常送信サブフレームとの間で、スモールノード側でのデータ送信が許可される好ましいサブフレームを決定するステップであって、スモールノードの電力消費、スモールノードに関連付けられるデータトラフィック、およびその前記干渉状況に基づいて行われる、ステップと、

前記好ましいサブフレームに従って、スモールノードに関連付けられる前記第1のユーザ機器のグループおよび第2のユーザ機器のグループのユーザ機器にサービス提供するステップとをさらに備える。

【0022】

本発明のある実施形態によれば、マクロノード側においてグループ化する前記ステップと、各スモールノード側においてグループ化する前記ステップとの間の少なくとも1つは、それぞれマクロノードおよびスモールノードと関連付けられるユーザ機器との間の距離関係に基づく。

【0023】

本発明のある実施形態によれば、本方法は、マクロノード側において、通常送信サブフレームの間のマクロノードの第2の送信電力ではなく、限定送信サブフレームの間にマクロノードの第1の送信電力で送信するときに、マクロノードに影響を及ぼすデータ送信速度の低下を示す第1のパラメータを提供するステップであって、マクロノード側において決定する前記ステップもまた前記第1のパラメータに基づく、ステップをさらに備える。

【0024】

本発明のある実施形態によれば、本方法は、スモールノード側において、スモールノードが非送信サブフレームの間にスモールノードの第2の送信電力で送信するときではなく、限定送信サブフレームの間にマクロノードがマクロノードの第1の送信電力で送信するときに、スモールノードに影響を及ぼすデータ送信速度の低下を示す第2のパラメータと、非送信サブフレームの間にスモールノードの第2の送信電力ではなく、通常送信サブフレームの間にスモールノードの第1の送信電力で送信するときに、スモールノードに影響を及ぼすデータ送信速度の低下を示す第3のパラメータとを提供するステップであって、スモールノード側において決定する前記ステップもまた前記第2のパラメータおよび第3のパラメータに基づく、ステップをさらに備える。

【0025】

本発明のある実施形態によれば、本方法は、各スモールノード側において、

使用可能な限定送信サブフレームの数をマクロノードに提供するステップであって、以前のデータ送信中に、スモールノードに関連付けられるユーザ機器によって知覚され、マクロノードによって引き起こされた干渉があらかじめ定義されたしきい値以下であった、ステップをさらに備える。

【0026】

本発明のある実施形態によれば、本方法は、

各スモールノード側において、

マクロノードに、前記使用可能な限定送信サブフレームにおけるデータ送信のためにスモールノードによって割り振られたリソースのパーセンテージを提供するステップと、

10

20

30

40

50

マクロノード側において、

使用可能な限定送信サブフレームの前記数および割り振られたリソースの前記パーセンテージに従って、少なくとも1つのスモールノードによって要求される非送信サブフレームおよび限定送信サブフレームの前記最小数を計算するステップとをさらに備える。

[0027]

本発明のある実施形態によれば、前記非送信サブフレームおよび限定送信サブフレームは、サブフレームパターンのオールモストブランクサブフレームを定義し、計算する前記ステップは、

スモールノードごとに、

前記パーセンテージが100%より小さい場合は、使用可能な限定送信サブフレームの数と割り振られたリソースの前記パーセンテージとの間の積として、または、そうでなければ、あらかじめ定義された量だけ増加された使用可能な限定送信サブフレームの数として、スモールノードによって要求されるオールモストブランクサブフレームの数を計算するステップと、

10

スモールノードによって要求される限定送信サブフレームの数、およびスモールノードによって要求される非送信サブフレームの数を、使用可能なサブフレームの数が以前のサブフレームパターンで構成されたオールモストブランクサブフレームの数と異なる場合、それぞれ0およびスモールノードによって要求されるオールモストブランクサブフレームの前記数に設定するステップと、そうではない場合、それぞれスモールノードによって要求されるオールモストブランクサブフレームの前記数および0に設定するステップと、

20

少なくとも1つのスモールノードによって要求される非送信サブフレームの最小数を、各スモールノードによって要求される非送信サブフレームの前記数の中の最大値として、および、少なくとも1つのスモールノードによって要求される限定送信サブフレームの最小数を、各スモールノードによって要求される限定送信サブフレームの前記数のうちの最大値と、少なくとも1つのスモールノードによって要求される非送信サブフレームの前記最小数との差に応じて計算するステップとを備える。

[0028]

本発明のある実施形態によれば、決定する前記ステップは、十分な使用可能なリソースがある場合、

通常送信サブフレームが電力消費の観点から好ましい場合、前記第1のユーザ機器のグループと第2のユーザ機器のグループの両方に属するユーザ機器にとって必要とされるサブフレームの数として通常送信サブフレームの数を決定するステップ、または、

30

通常送信サブフレームが電力消費の観点から好ましくない場合、

通常送信サブフレームの数を前記第2のユーザ機器のグループに属するユーザ機器にとってのみ必要とされるサブフレームの数として決定するステップと、

前記第1のユーザ機器のグループに属する前記ユーザ機器にとって必要とされるサブフレームの数と、負荷をクリアするために必要なサブフレームの数と、サブフレームパターン内の使用可能な限定送信サブフレームの前記数とに応じて限定送信サブフレームの数を決定するステップとを備える。

[0029]

40

本発明のある実施形態によれば、決定する前記ステップは、

十分な使用可能なリソースがない場合、前記第1のユーザ機器のグループと第2のユーザ機器のグループの両方に属するユーザ機器にとって必要とされるサブフレームの最大数と、シグナリングオーバーロードとに基づいて、限定送信サブフレームの数、および通常送信サブフレームの数を決定するステップを備える。

[0030]

本発明のある実施形態によれば、本方法は、通常送信サブフレームの間に、非送信サブフレーム内のリソースで送信され得るデータの量を送信するために消費される電力を表す第1の電力消費と、限定送信サブフレームの間に、非送信サブフレーム内のリソースで送信され得るデータの量を送信するために消費される電力を表す第2の電力消費とを計算す

50

るステップをさらに備える。前記非送信サブフレームおよび限定送信サブフレームは、オールモストブランクサブフレームを定義し、スモールノード側で決定する前記ステップは、

オールモストブランクサブフレームの間のスモールノードの電力消費が、前記第1の電力消費と第2の電力消費との間にある場合、通常送信サブフレームを好ましいサブフレームとして定義するステップ、または、

前記第2の電力消費が、オールモストブランクサブフレームの間のスモールノードの電力消費と第1の電力消費との間にある場合、非送信サブフレームを好ましいサブフレームとして定義するステップ、または、

第1の電力消費が、オールモストブランクサブフレームの間のスモールノードの電力消費と第2の電力消費との間にある場合、非送信サブフレームを好ましいサブフレームとして定義するステップを備える。

[ 0 0 3 1 ]

本発明の別の態様は、前記方法を実装するためのコンピュータプログラム製品に関する。

本発明のさらなる態様は、セルラーネットワークにおいて使用するためのマクロノードに関する。マクロノードは、

マクロノードに関連付けられるユーザ機器からのチャネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器を、マクロノードの第1の送信電力でサービス提供され得る第1のユーザ機器のグループと、マクロノードの第1の送信電力よりも高いマクロノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならない第2のユーザ機器のグループとにグループ化するステップと、

マクロノード側においてデータ送信が防止される非送信サブフレームの数と、

マクロノード側において、マクロノードの第1の送信電力のみでデータ送信が許可される限定送信サブフレームの数と、

マクロノード側において、マクロノードの第2の送信電力でデータ送信が許可される通常送信サブフレームの数と、

を備えるサブフレームパターンを決定するステップであって、

マクロノードの電力消費と、マクロノードに関連付けられるデータトラフィックと、少なくとも1つのスモールノードのデータトラフィックおよび干渉状況に従って、マクロノードに関連付けられる少なくとも1つのスモールノードによって要求される非送信サブフレームおよび限定送信サブフレームの最小数とに基づいて行われる、ステップと、

サブフレームパターンに従ってマクロノードに関連付けられる前記第1のユーザ機器のグループおよび第2のユーザ機器のグループのユーザ機器にサービス提供するステップと、のために構成される。

[ 0 0 3 2 ]

本発明のさらなる態様は、セルラーネットワークにおいて使用するためのスモールノードに関する。スモールノードは、

スモールノードに関連付けられるユーザ機器からのチャネル品質情報に基づいて、前記ユーザ機器を、スモールノードの第1の送信電力でサービス提供され得る第1のユーザ機器のグループと、スモールノードの第1の送信電力よりも高いスモールノードの第2の送信電力でサービス提供されなければならない第2のユーザ機器のグループとにグループ化するステップと、

マクロノードから、

マクロノード側においてデータ送信が防止される非送信サブフレームの数と、

マクロノード側において、マクロノードの第1の送信電力のみでデータ送信が許可される限定送信サブフレームの数と、

マクロノード側において、マクロノードの第2の送信電力でデータ送信が許可される通常送信サブフレームの数と、

を備えるサブフレームパターンを受信するステップと、

非送信サブフレームと、限定送信サブフレームと、通常送信サブフレームとの間で、スモールノード側でのデータ送信が許可される好ましいサブフレームを決定するステップであって、スモールノードの電力消費、スモールノードに関連付けられるデータトラフィック、およびその前記干渉状況に基づいて行われる、ステップと、

前記好ましいサブフレームに従って、スモールノードに関連付けられる前記第1のユーザ機器のグループおよび第2のユーザ機器のグループのユーザ機器にサービス提供するステップとのために構成される。

[0033]

本発明は、異種セルラーネットワークにおいて、トラフィック負荷の満足度を満たしながら、電力消費および干渉を低減するために、マクロノード側とスモールノード側の両方においてデータ送信を動的に管理することを可能にする。

[0034]

さらに、本発明は、短い処理時間を必要とするので、多数のマクロノードおよびスモールノード、ならびに多数のユーザ機器を有する大規模な異種シナリオにおいて使用されるように適合される。

[0035]

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な、および非限定的な実施形態の以下の説明を読めば明らかになるであろう。より明瞭にするために、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]

[0036]

[図1] 本発明が適用され得るセルラーネットワークの一部を概略的に示す図である。

[図2] 本発明のある実施形態による、マクロノード動作モジュールおよびスモールノード動作モジュールを概略的に示す図である。

[図3] 本発明のある実施形態による、マクロノード側とスモールノード側の両方による、前記動作モジュールにおいて行われる動作フローを示すスイムレーンアクティビティ図である。

[発明を実施するための形態]

[0037]

図面を参照すると、本発明のある実施形態によるセルラーネットワーク100の一部が図1に概略的に示されている。

セルラーネットワーク100(たとえば、3GPP LTE/LTE-アドバンスド規格に準拠する)は、マクロノードMなどのいくつかの比較的高電力でワイドカバレッジのトランシーバ局(以下、マクロノード)を備え、それぞれが比較的広い地理的領域にわたって、および無線カバレッジ(マクロセルとも呼ばれる、たとえば、形状が六角形である)を提供するように構成され、マクロセル内で(すなわち、マクロノードに係する/マクロノードによって処理される)、低電力で、より小さいカバレッジのノードの数I(たとえば、ピコノード、マイクロノード、および/またはフェムトノード)は、以下ではスモールノード $S_i$ ( $i=1, 2, \dots, I$ 、問題の例では $I=3$ )と呼ばれ、それぞれが、セルラーネットワーク100の容量を増やすためのそれぞれのスモールセルを識別する。

[0038]

セルラーネットワーク100は、ユーザ機器UEなどのそれぞれのマクロセルまたはスモールセル内の(すなわち、関連付けられる)ユーザ機器(たとえば、モバイル電話)が、データトラフィック(たとえば、ウェブ閲覧、電子メール、音声、またはマルチメディアデータトラフィック)を交換することを可能にするように構成される。以下では、ダウンリンク通信(すなわち、マクロノードMまたはスモールノード $S_i$ から関連付けられるユーザ機器UEへ)のみが考慮され、本発明はそれを主に扱う。

[0039]

完全性のために、当業者にはよく知られているように、マクロノードMまたはスモール

10

20

30

40

50

ノード  $S_j$  は無線アクセスネットワークを形成する。次に、無線アクセスネットワークは、一般に、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得る、1つまたは複数のコアネットワーク（図示せず）と通信可能に結合される。

【0040】

大まかに言って、本発明によるマクロノード  $M$  またはスモールノード  $S_j$  は、構成手順の後に（あらかじめ定義された時間長  $T$  にわたって）行われるデータ送信のために、有効なサブフレーム構成、すなわち、ユーザ機器  $UE$  が（それらが関連付けられるマクロノード  $M$  またはスモールノード  $S_j$  によって）サービス提供されるべき送信電力の有効な構成を提供する構成手順を実行するように構成される。3GPP LTE / LTE-アドバンス 10  
スト規格によれば、データ送信はサブフレーム単位で行われ、各サブフレームは1ミリ秒の時間長「送信時間間隔」（TTI）を有し、帯域幅割振りとPRBの可用性に応じて、いくつかのリソース（すなわち「物理リソースブロック」）、またはPRB）を備える。

【0041】

提案された発明は、3GPP LTE / LTE-アドバンス規格によって提供される、マクロノード  $M$  側またはスモールノード  $S_j$  側において、それぞれの高送信電力で（以下、それぞれマクロノード高送信電力、およびスモールノード高送信電力と呼ばれる）、またはそれぞれの低送信電力で（以下、それぞれマクロノード低送信電力、およびスモールノード低送信電力と呼ばれる）でデータ送信を実行する可能性を利用する。この可能性は、送信電力の実際の設定（セルラーネットワーク100および／またはマクロノード  $M$  20  
またはスモールノード  $S_j$  の特定の設計パラメータにも依存し得る）とは無関係である。単なる例として、マクロノード高送信電力およびスモールノード高送信電力は、それぞれ40W（ $\approx 46$  dBm）および1W（ $\approx 30$  dBm）に設定され得るが、マクロノード低送信電力およびスモールノード低送信電力は、それぞれ1W（ $\approx 30$  dBm）および0.025W（ $\approx 14$  dBm）に設定され得る。

【0042】

本発明のある実施形態によるマクロノード  $M$  およびスモールノード  $S_j$  動作モジュールが、図2に概略的に示されている。予備的考察として、本明細書では、「モジュール」という用語の使用は、その機能の側面（実装形態ではなく）を強調することが意図されることが指摘される。実際、一般性を失うことなしに、各モジュールは、ソフトウェア（その場合、結果として得られるアルゴリズムは、コンピュータプログラム製品に含まれる適切なソフトウェアコード手段によって実行され、プログラムがコンピュータ上で実行される場合コンピュータのメモリに直接ロード可能である）、ハードウェア、および／またはそれらの組合せによって実装され得る。 30

【0043】

説明を簡単にするために、図2は図3と併せて論じられ、図3は、マクロノード  $M$  側とスモールノード  $S_j$  側の両方による、ならびに論理的および時間的な視点による、各  $j$  番目の構成手順300 $_j$  の間に前記動作モジュールにおいて行われる動作フローを示す、スイムレーンアクティビティ図を示す。

【0044】

基本的には、各  $j$  番目の構成手順300 $_j$  の間に、 $N = T / TTI$  サブフレームのサブフレームパターン  $SP_j$  が構成され、マクロノード  $M$  側およびスモールノード  $S_j$  側で最適化されたデータ送信のために利用される。以下では、説明を簡単にするために、 $j$  番目の構成手順300 $_j$  に続くデータ送信もまた  $j$  番目のデータ送信と呼ばれる。

【0045】

各サブフレームは、（マクロノード  $M$  によって）「オールモストブランクサブフレーム」（以下、ABSサブフレーム）、または非「オールモストブランクサブフレーム」（以下、非ABSサブフレーム）のいずれかになるように構成され得る。次に、各ABSサブフレームは、非送信ABSサブフレーム（マクロノード  $M$  におけるデータ送信が防止される）、または限定送信ABSサブフレーム（マクロノード  $M$  におけるデータ送信が、いく 50

つかのユーザ機器のみ、および低送信電力のみに限定される)になるように構成され得る。代わりに、各非ABSサブフレームの間に、マクロノードMにおいて高送信電力のデータ送信が行われる(したがって、通常サブフレームとも呼ばれる)。以下で理解されるように、非ABSサブフレームの間にスモールノード $S_j$ 側におけるデータ送信を防止することに基づく従来技術の解決策とは異なり(すなわち、マクロノードM側におけるデータ送信がマクロノード高送信電力で行われた場合)、提案された発明は、エネルギー的により好都合であればそれを可能にする。さらに、定義する可能性を利用することによって、ABSサブフレーム、非送信サブフレーム、および限定送信ABSサブフレームの間で、許容可能な干渉を伴って、マクロノードM側とスモールノード $S_j$ 側の両方において同時データ送信が達成され得る。

10

[0046]

本発明の目的のために、サブフレームパターン $SP_j$ は、サブフレームがABSサブフレームであるか非ABSサブフレームであるか(たとえば、3GPP LTE/LTE-アドバンスド規格によってすでに提供された「ABSパターン」(AP)メッセージを利用することによって)と、ABSサブフレームが限定送信ABSサブフレームであるか非送信ABSサブフレームであるか(たとえば、3GPP LTE/LTE-アドバンスド規格によってすでに提供されている「測定サブセット」(MS)メッセージを利用することによって)との両方を指定する。

[0047]

マクロノードMとスモールノード $S_j$ はそれぞれの測定モジュール $205_M$ および $205_S$ を備え、それぞれが、各構成手順 $300_j$ の開始時(ステップ $305$ ,  $310$ )に、( $j-1$ )回目のデータ送信中に、それぞれマクロノードMとスモールノード $S_j$ に関連付けられるユーザ機器UEによって知覚/測定されたチャネル品質に関連する情報/報告(たとえば、「チャネル品質インジケータ」、またはCQI)を受信するように構成される。

20

[0048]

前記CQI報告に基づいて、測定モジュール $205_M$ は、マクロノードMに関連付けられるユーザ機器UEのうちの、マクロノード低送信電力でマクロノードMによってサービス提供され得るユーザ機器UEのグループ/リスト(すなわち、論理的視点によって、それらが関連付けられるマクロノードMに「近接し」、したがって近接ユーザ機器グループ $G_{N,M}$ と呼ばれる、ユーザ機器UEのグループ)と、マクロノードの高送信電力でマクロノードMによってサービス提供されなければならないユーザ機器UEのグループ/リスト(すなわち、論理的視点によって、それらが関連付けられるマクロノードMから「遠隔」にあり、したがって以下では遠隔ユーザ機器グループ $G_{F,M}$ と呼ばれる、ユーザ機器UEのグループ)とを(マクロノードMのスケジューリングモジュール $210_M$ に)提供するように構成される。

30

[0049]

同様に、前記CQI報告に基づいて、各スモールノード $S_j$ の測定モジュール $205_S$ は、スモールノード $S_j$ に関連付けられるユーザ機器のうちの、スモールノード低電力送信モードでスモールノード $S_j$ によってサービスされ得るユーザ機器UEのグループ/リストを備える近接ユーザ機器グループ $G_{N,S_j}$ と、スモールノード $S_j$ に関連付けられるユーザ機器UEのうちの、スモールノード高送信電力でスモールノード $S_j$ によってサービス提供されなければならないユーザ機器UEのグループ/リストを備える遠隔ユーザ機器グループ $G_{F,S_j}$ とを(それぞれのスモールノード $S_j$ のスケジューリングモジュール $210_S$ に)提供するように構成される。

40

[0050]

一般性を失うことなしに、近接 $G_{N,M}$ ,  $G_{N,S_j}$ および遠隔 $G_{F,M}$ ,  $G_{F,S_j}$ ユーザ機器グループの提供は、マクロノードMおよびスモールノード $S_j$ と関連付けられるユーザ機器UEとの間の距離関係などの他の適切な基準にさらに基づき得る。たとえば、ある実施形態によれば、近接ユーザ機器グループ $G_{N,M}$ ,  $G_{N,S_j}$ は、関連付けら

50

れるCQIがあらかじめ定義されたCQIしきい値よりも高いすべてのユーザ機器UEを備え得る。

【0051】

測定モジュール205<sub>M</sub>はまた、非ABSサブフレームの間にマクロノード高送信電力ではなく、限定送信ABSサブフレームの間のマクロノード低送信電力で送信するときにマクロノードMに影響を及ぼすデータ送信速度低下を示すパラメータ $\alpha$ を計算するように構成され、実際、非ABSサブフレームの間、マクロノードMは、低い（または、無視できる）干渉を経験し、したがって、データ送信速度は実質的に可能な限り最も高い。ある実施形態によれば、パラメータ $\alpha$ は、限定送信ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数と、非ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数との間の比として計算される。

10

【0052】

測定モジュール205<sub>s</sub>はまた、スモールノードS<sub>i</sub>が非送信ABSサブフレームの間にスモールノード高送信電力で送信するときではなく、限定送信ABSサブフレームの間にマクロノードMがマクロノード低送信電力で送信するときに、スモールノードS<sub>i</sub>に影響を及ぼすデータ送信速度低下を示すパラメータ $\delta$ と、—実際、非送信ABSサブフレームの間に、スモールノードS<sub>i</sub>は低い（または、無視できる）干渉を経験し、したがって、データ送信速度は実質的に可能な限り最も高い—非送信ABSサブフレームの間にスモールノード高送信電力ではなく、非ABSサブフレームの間にスモールノード低送信電力で送信するときにスモールノードS<sub>i</sub>に影響を及ぼすデータ送信速度低下を示すパラメータ $\gamma$ とを提供するように構成される。ある実施形態によれば、パラメータ $\delta$ は、限定送信ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数と、非送信ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数との間の比として計算され、パラメータ $\gamma$ は、非ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数と、非送信ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数との比として計算される。以下でよりよく議論されるように、パラメータ $\alpha$ 、および $\delta$ 、 $\gamma$ は、マクロノードM側およびスモールノードS<sub>i</sub>側において最適化プロセスを実行するために使用される。ある実施形態によれば、限定送信および非送信ABSサブフレームの間、ならびに非ABSサブフレームの間のPRB当たりのバイト数は、ユーザ機器UEによって報告されたCQIに基づいて決定される。

20

【0053】

前述のことから、j番目の構成手順300<sub>j</sub>では、ABSサブフレームおよび非ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数、非送信ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数、および限定送信ABSサブフレームの間のPRB当たりの平均バイト数は、(j-1)番目のデータ送信に関連することが明らかであるはずである。

30

【0054】

図示されるように、各スモールノードS<sub>i</sub>は、マクロノードMのステータスモジュール215に（たとえば、X2インターフェースを通じて）以下を提供するように構成される（ステップ315）。

【0055】

（たとえば、3GPP LTE/LTE-アドバンスド規格によって提供される「使用可能ABSパターン」メッセージから導かれる）サブフレームパターンSP<sub>(j-1)</sub>の限定送信ABSサブフレームの数UAP<sub>i</sub>であって、(j-1)番目のデータ送信中に、マクロノードMによって生成される干渉は、(j-1)番目のデータ送信中に同じ限定送信ABSサブフレームにわたって受信したユーザ機器UE（i番目のスモールノードS<sub>i</sub>に関連付けられる）にとって、電力消費効率の点で許容可能である。ある実施形態によれば、マクロノードMによって生成される干渉は、パラメータ $\delta$ があらかじめ定義されたしきい値よりも低い限り許容可能であるとみなされる。UAP<sub>i</sub>は、（現在のj番目の構成手順の）（現在の、すなわち構成中の）サブフレームパターンSP<sub>j</sub>にとって使用可能なABSサブフレームの数を表すので、簡潔にするために使用可能なABSサブフレームの数とも呼ばれる。また、

40

50



前記使用可能なサブフレームにおけるデータ送信のための、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  によってスケジューリングされた  $PRB$  のパーセンテージ  $AS_i$  (「 $ABS$  ステータス」)。

[0056]

$UAP_i$  および  $AS_i$  に基づいて、ステータスマジュール215は、以下を提供するように構成される(ステップ320)。

スモールノード  $S_i$  によって要求された限定送信  $ABS$  サブフレームの最小数  $R_{ABS-lim}$  (すなわち、マクロノード  $M$  がデータ送信マクロノード低送信電力を提供するように要求される  $ABS$  サブフレームの数)と、

スモールノード  $S_i$  によって要求された非送信  $ABS$  サブフレームの最小数  $R_{ABS-n}$ 。(すなわち、マクロノード  $M$  がデータ送信を防止するように要求される  $ABS$  サブフレームの数)。

[0057]

$R_{ABS-lim}$  および  $R_{ABS-n}$  を得るために、ステータスマジュール215は、以下の動作を実行することが好ましい。

a)  $i$  番目のスモールノード  $S_i$  ごとに、スモールノード  $S_i$  によって要求された  $ABS$  サブフレームの数  $R_{ABS-i}$  (限定送信  $ABS$  サブフレームであるか、非送信  $ABS$  サブフレームであるか)は、まず次のように計算される。

[0058]

$$\text{if } AS_i < 100\%, R_{ABS-i} = UAP_i * AS_i$$

$$\text{if } AS_i < 100\%, R_{ABS-i} = UAP_i + \Delta UAP$$

言い換えれば、スケジューリングされた  $PRB_s$  のパーセンテージ  $AS_i$  が100%より低い場合、 $R_{ABS-i}$  は、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  によって厳密に要求された  $ABS$  サブフレームの数(すなわち、パーセンテージ  $AS_i$  によって減少した、使用可能な  $ABS$  サブフレームの数  $UAP_i$ )に設定されるが、スケジューリングされた  $PRB_s$  のパーセンテージ  $AS_i$  が100%に等しい場合(すなわち、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  が過負荷状態にある場合)、 $R_{ABS-i}$  は、使用可能な  $ABS$  サブフレームの数  $UAP_i$  よりも高い  $ABS$  サブフレームの数(たとえば、あらかじめ定義された量  $\Delta UAP$ 、たとえば  $\Delta UAP = 1$ )に設定される。

[0059]

b)  $i$  番目のスモールノード  $S_i$  からの使用可能な  $ABS$  サブフレームの数  $UAP_i$  が、スモールノード  $S_i$  に送信された最新のサブフレームパターン(すなわち、サブフレームパターン  $SP_{(j-1)}$ )と比較される。 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  からの使用可能な  $ABS$  サブフレームの数  $UAP_i$  が、最新のサブフレームパターンで構成された  $ABS$  サブフレームの数とは異なる場合、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  では干渉が許容されず、したがって、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  によって要求される限定送信  $ABS$  サブフレームの数、(以下、 $R_{ABS-lim,i}$  と呼ばれる)と、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  によって要求される非送信  $ABS$  サブフレームの数(以下、 $R_{ABS-n,i}$  と呼ばれる)は、それぞれ0および  $R_{ABS-i}$  に設定され、すなわち、

$$R_{ABS-lim,i} = 0$$

$$R_{ABS-n,i} = R_{ABS-i}$$

である。

[0060]

そうではない場合、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  からの使用可能な  $ABS$  サブフレームの数  $UAP_i$  が最新のサブフレームパターンで構成された  $ABS$  サブフレームの数と等しい場合、干渉は許容可能であり、したがって、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  によって要求される限定送信  $ABS$  サブフレームの数  $R_{ABS-lim,i}$  と、 $i$  番目のスモールノード  $S_i$  によって要求される非送信  $ABS$  サブフレームの数  $R_{ABS-n,i}$  は、それぞれ  $R_{ABS-i}$  および0に設定され、すなわち:

$$R_{ABS-lim,i} = R_{ABS-i}$$

10

20

30

40

50

$$R_{ABS-no,i} = 0$$

である。

[0061]

c) スモールノード  $S_i$  によって要求される非送信 ABS サブフレームの最小数  $R_{ABS-no}$  は、 $R_{ABS-no,i}$  のうちの最大値であり、すなわち、

$$R_{ABS-no} = \max [R_{ABS-no,i}]$$

であり、一方、スモールノード  $S_i$  によって要求される限定送信 ABS サブフレームの最小数  $R_{ABS-lim}$  は、次のとおりである。

[0062]

$$R_{ABS-lim} = \min [(\max (R_{ABS,i}) - R_{ABS-no}), 0]$$

10

マクロノード  $M_j$  はまた、スモールノード  $S_i$  によって要求される限定送信 ABS サブフレームの最小数  $R_{ABS-lim}$  と、スモールノード  $S_i$  によって要求される非送信 ABS サブフレームの最小数  $R_{ABS-no}$  と、マクロノード  $M$  に関連する電力モデル(たとえば、マクロノード高電力送信の電力モデル、およびマクロノード低送信電力の電力モデル)と、パラメータ  $\alpha$  とを受信することと、電力消費を最小にしながら、トラフィック需要(たとえば、PRBの数  $K$  の点で)、および、可能であればいつでも、スモールノード  $S_i$  に関連付けられるユーザ機器 UE のトラフィック需要( $R_{ABS-lim}$  および  $R_{ABS-no}$  によって示されるように)に応じて、マクロノード  $M$  に関連付けられるユーザ機器 UE にサブフレームパターン  $SP_j$  を提供することと(ステップ 325)を行うように構成された最適化モジュール 220<sub>M</sub> を備える。

20

[0063]

各電力モデルが、割り振られた PRB の数の関数として電力消費を決定することが好ましい。以下では、容易にするために、割り振られた PRB 当たりの電力消費  $P$  を参照する(線形電力モデルの場合、 $P$  はその一定の勾配である)。

[0064]

以下によって定義される。

$N_{non-ABS,min}$ 、たとえばレイテンシの問題のために、遠隔ユーザ機器 UE に最低限のサービスを保証するために、マクロノード  $M$  に予約され得る非 ABS サブフレームの最小数、

$R_{BN}$ 、サブフレーム内のリソースの数(すなわち、PRBs)、

$N_{sp}$ 、サブフレームパターンにおけるサブフレームの数、

$N_{non-ABS}$  および  $N_{ABS-lim}$ 、サブフレームパターン  $SP_j$  において構成されるべき非 ABS フレームおよび限定送信 ABS フレームの数、

$K$  および  $K_{NEAR}$ 、マクロノード  $M$  に関連付けられるすべてのユーザ機器 UE の、および近接ユーザ機器グループに属するマクロノード  $M$  に関連付けられるユーザ機器 UE のトラフィック需要(たとえば、PRBs の数に関して)、ならびに、

$P_{ABS}$  および  $P_{non-ABS}$ 、それぞれ ABS サブフレームおよび非 ABS サブフレームの間に割り振られた PRB 当たりの電力消費、  
最適化モジュール 220<sub>M</sub> は以下のように動作する。

[0065]

まず、最適化モジュール 220<sub>M</sub> は、使用可能なリソースが十分でないかどうかをチェックする。

マクロノード  $M$  に最低限のサービスを与えるため、すなわち、

$$N_{non-ABS,min} > (N_{sp} - R_{ABS-no} - R_{ABS-lim}), \text{ または}$$

近接ユーザ機器 UE のためのスモールノード  $S_i$  によって要求される限定送信 ABS サブフレームの最小数  $R_{ABS-lim}$  を満たすためのリソースが十分でない場合、近接ユーザ機器 UE と遠隔ユーザ機器 UE のデータトラフィック要求を処理するため、すなわち、

$$\{ K > [N_{sp} - R_{ABS-lim} - (1 - \alpha) - R_{ABS-no}] * R_{BN} \} \wedge \{ K$$

50

$N_{NEAR} > R_{ABS-lim} * \alpha * R_{BN}$  }、または、

近接ユーザ機器UEのためのスモールノード $S_j$ によって要求される限定送信ABSサブフレームの最小数 $R_{ABS-lim}$ を満たすためのリソースが十分であった場合、遠隔ユーザ機器UEのみのデータトラフィック要求を処理するために、すなわち、

$\{ K - K_{NEAR} > [ N_{SP} - R_{ABS-lim} - R_{ABS-no} ] * R_{BN} \} \wedge \{ K_{NEAR} < R_{ABS-lim} * \alpha * R_{BN} \}$

上式で、記号 $\wedge$ はAND論理演算子を示す。

[0066]

使用可能なリソースが十分でない場合(すなわち、上記の条件のうちの1つが確認された場合)、限定送信サブフレームの数( $N_{ABS,lim}$ )および通常送信サブフレームの数( $N_{non-ABS}$ )は、近接ユーザ機器UEおよび遠隔ユーザ機器UEに対するサブフレームの最大必要数に基づいて決定され、すなわち、

$N_{ABS-lim} = \min \{ [ K_{NEAR} / ( R_{BN} * \alpha ) ], R_{ABS-lim}, ( R_{BN} - N_{non-ABS, min} ) \}$

$N_{non-ABS} = \max \{ N_{non-ABS, min}, ( N_{SP} - N_{ABS-lim} ) - R_{ABS-no} \}$

また、過負荷が通知される(この場合、必要なリソースのうちのいくつかは、現在のサブフレームパターン $SP_j$ に割り振られない)。

[0067]

代わりに、非ABSサブフレームが電力消費の観点から好ましい場合、すなわち、

$P_{non-ABS} \leq P_{ABS} / \alpha$

非ABSサブフレームの数 $N_{non-ABS}$ は、近接ユーザ機器(UE)および遠隔ユーザ機器(UE)の両方にとって必要なサブフレームの数として決定される(または、そうでなければ、近接ユーザ機器UEおよび遠隔ユーザ機器UEの両方の全負荷を運ぶために必要なすべての非ABSサブフレームが割り振られる)、すなわち、

$N_{non-ABS} = \max \{ N_{non-ABS, min}, \min [ ( N_{SP} - R_{ABS-no} - R_{ABS-lim} ), K / R_{BN} ] \}$

そうではない場合、非ABSサブフレームが電力消費の観点から好ましくない場合、非ABSサブフレームの数 $N_{non-ABS}$ は、遠隔ユーザ機器UEのみに必要なサブフレームの数として決定され(非ABSサブフレームは、遠隔ユーザ機器UEの負荷を運ぶのにちょうど十分である)、すなわち、

$N_{non-ABS} = \max \{ N_{non-ABS, min}, \min [ ( N_{SP} - R_{ABS-no} - R_{ABS-lim} ), ( K - K_{NEAR} ) / R_{BN} ] \}$

最小電力解を確保するためにマクロノードMが送信されるべきABSサブフレームの数(すなわち、 $N_{ABS-lim}$ )は、近接ユーザ機器にとって厳密に必要とされる数と、全負荷をクリアするために必要な数(非ABSサブフレームがすでに提供されている可能性があるという事実を考慮して)と、サブフレームパターン $SP_j$ 内の使用可能なサブフレームの数とを超えないように決定され、すなわち、

$N_{ABS-lim} = \max \{ 0, \min \{ [ K_{NEAR} / ( R_{BN} * \alpha ) ], [ ( K - R_{BN} * N_{non-ABS} ) / ( R_{BN} * \alpha ) ], [ ( N_{SP} - R_{ABS-no} - N_{non-ABS} ) ] \} \}$

しかしながら、そのように決定された最小電力解は、(ABSサブフレームは非ABSのものほど容量効果的ではないので)十分な容量を有しない場合がある。すなわち、

$[ R_{BN} * ( \alpha * N_{ABS-lim} + N_{non-ABS} ) ] < K$

この場合(容易に検証されるべきであるように、 $P_{non-ABS} > P_{ABS} / \alpha$ のときにのみ生じる)、電力消費効率と容量との間のトレードオフが実行されることが好ましく、ABSサブフレームから非ABSサブフレームへの負荷シフトは、以下のように実行されることが好ましい。

[0068]

$\Delta = [ K - R_{BN} * ( \alpha * N_{ABS-lim} + N_{non-ABS} ) ] / [ ( 1 - \alpha ) *$

10

20

30

40

50

R B<sub>N</sub> ]

$$N_{A B S - l i m} = N_{A B S - l i m} - \Delta$$

$$N_{n o n - A B S} = N_{n o n - A B S} + \Delta$$

$N_{A B S - l i m}$  および  $N_{n o n - A B S}$  は、サブフレームパターン  $S P_j$  を決定するために使用され、その後、サブフレームパターン  $S P_j$  は、たとえば X2 インターフェースを通じてすべてのスモールノード  $S_i$  に (ステップ 330)、および「ダイナミックアクセスコントローラ」(DAC) モジュール 225<sub>M</sub> (ステップ 335) に伝達される。

[ 0069 ]

サブフレームパターン  $S P_j$  によれば、DAC モジュール 225<sub>M</sub> は、サブフレームごとに、どのユーザ機器 UE がデータ受信のために適格であるかをスケジューリングモジュール 210<sub>M</sub> に伝達するように構成される (たとえば、遠隔ユーザ機器はマクロノード高送信電力でのみサービス提供され得るが、近接ユーザ機器はマクロノード送信電力のいずれでもサービス提供され得る)。次に、スケジューリングモジュール 210<sub>M</sub> (本発明を限定しない適切なスケジューリング機能/基準に従って) は、近接  $G_{N, M}$  ユーザ機器グループまたは遠隔  $G_{F, M}$  ユーザ機器グループのユーザ機器のためのデータ送信をスケジューリングするように構成される。

[ 0070 ]

上記と同様に、各スモールノード  $S_j$  は、サブフレームパターン  $S P_j$  と、スモールノード  $S_j$  に関連する電力モデル (たとえば、スモールノード高送信電力でのデータ送信のための電力モデル、およびスモールノード低送信電力でのデータ送信のための電力モデル) と、測定モジュール 205<sub>s</sub> からのパラメータ  $\gamma$ 、 $\delta$  とを受信することと、スモールノード  $S_i$  に関連付けられるユーザ機器 UE は、(サブフレームパターン  $S P_j$  のうちの) どのサブフレーム上でデータを受信することができるかを決定することとを行うように構成された最適化モジュール 220<sub>s</sub> を備える (ステップ 345)。

[ 0071 ]

以下によって定義される。

$n_{n o n - A B S}$ 、 $n_{A B S, l i m}$ 、および  $n_{A B S, n o}$ 、それぞれスモールノード  $S_i$  のために構成されるべき非 ABS フレーム、限定送信フレーム、および非送信 ABS フレームの数、

$k$  および  $k_{N E A R}$ 、スモールノード  $S_i$  に関連付けられるすべてのユーザ機器 UE の、および近接ユーザ機器グループ  $G_{N, s}$  に属するスモールノード  $S_i$  に関連付けられるユーザ機器 UE へのトラフィック需要 (たとえば、PRB の数に関する)、

$p_{A B S}$  および  $p_{n o n - A B S}$ 、スモールノード  $S_i$  について、それぞれ ABS サブフレームおよび非 ABS サブフレームの間に割り振られた PRB 当たりの電力消費量、

最適化モジュール 220<sub>s</sub> は、電力消費の比較に基づいて動作し、それによって、使用されるべきサブフレームの構成の決定が可能になる (すなわち、限定送信 ABS サブフレーム、非送信 ABS サブフレーム、および非 ABS サブフレームのうちどのサブフレームが使用されるべきか、およびどの順番で使用されるべきか)。例示的な検討された実施形態によれば、以下でより詳細に説明するように、 $p_{n o n - A B S} / \gamma$ 、および  $p_{A B S} / \delta$  が比較の用語として使用され、

$1 / \gamma$  は、非送信 ABS サブフレーム内の PRB で取得可能な同量のデータを取得するために非 ABS サブフレーム内に割り振られるべき PRB の数を表し、したがって、 $p_{n o n - A B S} / \gamma$  は、非 ABS サブフレームの間に、非送信 ABS サブフレーム内の PRB で送信され得るデータ量を送信するために消費される電力を表し、

$1 / \delta$  は、非送信 ABS サブフレーム内の PRB で取得可能な同量のデータを取得するために限定送信 ABS サブフレーム内に割り振られるべき PRB の数を表し、したがって、 $p_{A B S} / \delta$  は、限定送信 ABS サブフレームの間に、非送信 ABS サブフレーム内の PRB で送信され得るデータ量を送信するために消費される電力を表す。

[ 0072 ]

特に指定のない限り、 $p_{n o n - A B S}$  および  $p_{A B S}$  は、それぞれの電力モデルの勾

10

20

30

40

50

配を表すので、 $p_{non-ABS}$  および  $p_{ABS}$  をそれぞれパラメータ  $\gamma$  およびパラメータ  $\delta$  で除算／重み付けすることは、これらの勾配を増加させることに対応する。

[0073]

ある実施形態によれば、最適化モジュール220<sub>s</sub> は以下のように動作する。

a)  $p_{non-ABS} / \gamma \leq p_{ABS} \leq p_{ABS} / \delta$

の場合、最良の解決策は、最初に非ABSサブフレームを利用し、次いで非送信ABSサブフレームを利用することである。限定送信ABSサブフレームは、最後の手段としてのみ使用されるべきであり、すなわち、

$n_{non-ABS} = \min \{ [k_{NEAR} / (RB_N * \gamma)], N_{non-ABS} \}$   
 $n_{ABS-no} = \min \{ [K / RB_N - n_{non-ABS} * \gamma], N_{ABS-no}$

10

$\}$   
 $n_{ABS-lim} = \min \{ [(K - n_{non-ABS} * RB_N * \gamma - n_{ABS-no} * RB_N) / (RB_N * \gamma)], N_{ABS-lim} \}$

である。

[0074]

b)  $p_{ABS} \leq p_{ABS} / \delta \leq p_{non-ABS} / \gamma$

の場合、最良の解決策は、最初に非送信ABSサブフレームを利用し、その後に初めて限定送信ABSサブフレームを利用することである。非ABSサブフレームは、最後の手段としてのみ使用されるべきであり、すなわち、

$n_{ABS-no} = \min \{ [k / RB_N], N_{ABS-no} \}$   
 $n_{ABS-lim} = \min \{ [K - n_{ABS-no} * RB_N] / (RB_N * \delta),$

20

$N_{ABS-lim} \}$   
 $n_{non-ABS} = \min \{ [k / (RB_N - n_{ABS-lim} * \delta - n_{ABS-no})], N_{non-ABS} [(k_{NEAR}) / (RB_N * \gamma)] \}$

である。

[0075]

c)  $p_{ABS} \leq p_{non-ABS} / \gamma \leq p_{ABS} / \delta$

の場合、最良の解決策は、最初に非送信ABSサブフレームを使用し、次いで非ABSサブフレームをその後に利用することである。限定送信ABSサブフレームは、最後の手段としてのみ使用されるべきであり、すなわち：

$n_{ABS-no} = \min \{ [k / RB_N], N_{ABS-no} \}$   
 $n_{non-ABS} = \min \{ [k - n_{ABS-no} * RB_N] / (RB_N * \gamma), N_{non-ABS}, [(k_{NEAR}) / (RB_N * \gamma)] \}$

30

$n_{ABS-lim} = \min \{ [(K - n_{ABS-no} * RB_N - n_{non-ABS} * RB_N * \gamma)], N_{ABS-lim} \}$

である。

[0076]

言い換えれば、最適化モジュール220<sub>s</sub> は、サブフレームパターンSP<sub>j</sub> の非送信サブフレームN<sub>ABS, no</sub>と、限定送信ABSサブフレームN<sub>ABS, lim</sub>と、非ABSサブフレームN<sub>non-ABS</sub>との間で、スモールノード(S<sub>i</sub>)側のデータ送信がエネルギー的に便利である好ましいサブフレームを決定するように構成される。

40

[0077]

最適化モジュール220<sub>s</sub> からのN<sub>ABS, lim</sub>、N<sub>non-ABS</sub> およびN<sub>ABS-no</sub> は、DACモジュール225<sub>s</sub> に伝達される(ステップ350)。DACモジュール225<sub>s</sub> は、サブフレームごとに、どのユーザ機器UEがデータ受信のために適格であるかをスケジューリングモジュール210<sub>s</sub> に伝達するように構成される(たとえば、遠隔ユーザ機器はスモールノード高送信電力でのみサービス提供され得るが、近接ユーザ機器はスモールノード送信電力のいずれでもサービス提供され得る)。次に、スケジューリングモジュール210<sub>s</sub> (本発明を限定しない適切なスケジューリング機能／基準に従って)は、近接G<sub>N, s</sub> ユーザ機器グループまたは遠隔G<sub>F, s</sub> ユーザ機器グループのユ

50

ーザ機器のためのデータ送信をスケジューリングするように構成される(ステップ355)。

[0078]

本発明のおかげで、マクロノードM側とスモールノードS<sub>i</sub>側の両方におけるデータ送信の動的な管理が達成され、電力消費および干渉の低減のために最適化される。さらに、提案された発明は、GPP LTE / LTE-A規格によってすでに提供されている(X2インターフェースを通じて交換される)標準メッセージを利用し、先行技術の解決策のように、新たな非標準メッセージのセットを定義する必要はない。

[0079]

当然のことながら、局所的小および特定の要件を満たすために、当業者は多くの論理的および/または物理的な修正形態および変形形態を適用し得る。より具体的には、本発明は、その好ましい実施形態を参照してある程度の詳細性で説明されているが、形態および詳細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が理解されるべきである。特に、本発明の異なる実施形態は、そのより完全な理解を提供するための上記の説明に記載された特定の詳細なしに実施され得、むしろ、不必要な詳細を伴う記述を妨害しないために、よく知られている特徴が省略または簡略化され得る。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る特定の要素および/または方法ステップが、一般的な設計選択の問題として任意の他の実施形態に組み込まれ得ることが明示的に意図される。

[0080]

より具体的には、本発明は、(同様のステップを使用すること、いくつかの必須ではないステップを除去すること、またはさらなる任意の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ことに適しており、さらに、これらのステップは、異なる順序で、同時にまたは交互配置された方法で(少なくとも部分的に)実行され得る。

[0081]

さらに、ワイヤレス通信ネットワークが異なる構造を有するか、同等の構成要素を備えるか、他の動作機能を有する場合、類似の考察が適用される。いずれの場合でも、それらの任意の構成要素がいくつかの要素に分離されてもよく、2つ以上の構成要素が単一の要素に結合されてもよい。さらに、各構成要素は、対応する動作の実行を並行してサポートするために複製され得る。また、異なる構成要素間のあらゆる相互作用は、一般に(別段の指示がない限り)連続的である必要はなく、1つまたは複数の中間物を通じて直接的および間接的の両方であり得る点に留意されたい。

[0082]

さらに、LTE / LTE-アドバンスド規格に基づくワイヤレス通信ネットワークについて明示的に言及されているが、任意の特定のワイヤレス通信システムアーキテクチャまたはプロトコルの実装形態に限定されることは本出願人の意図ではないことが理解されるべきである。この点に関して、適切な簡単な修正形態で、スモールノードの動的な起動/非活動化のための提案された方法が、展開異種性を特徴とする任意の他のワイヤレス通信ネットワーク(たとえば、2Gおよび3Gワイヤレス通信ネットワーク)にも適用され得ることを提供することも可能である。

10

20

30

40

【図1】

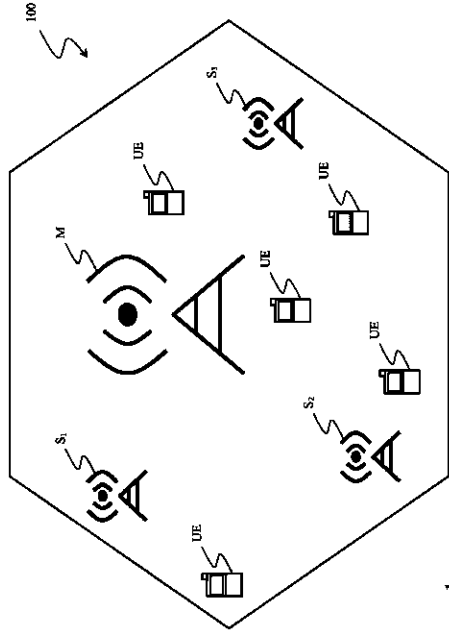


Figure 1

【図3】

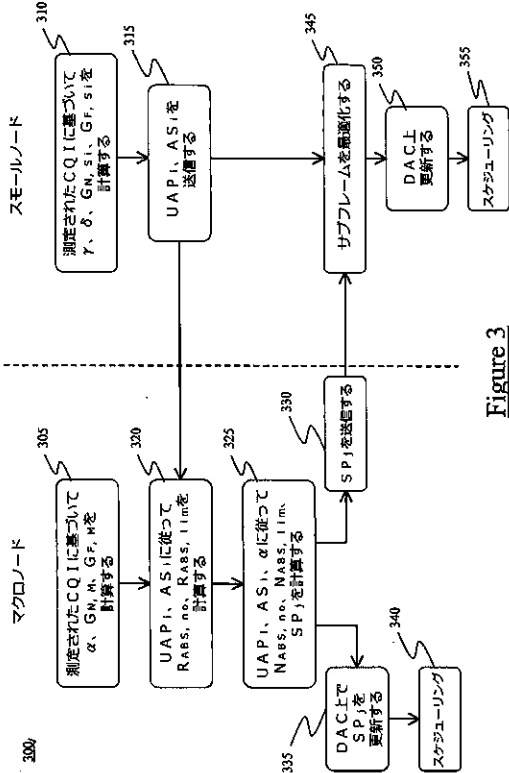


Figure 3

【図2】

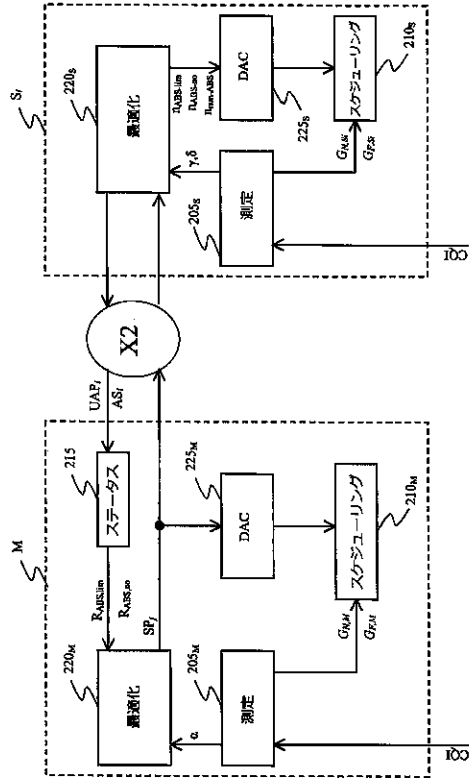


Figure 2

[ 國際調查報告 ]

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/077349

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
INV. H04W52/34 ADD. H04W52/14 H04W52/44 H04W52/24 H04W72/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04W		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 811 795 A1 (NTT DOCOMO INC [JP]) 10 December 2014 (2014-12-10) paragraph [0005] - paragraph [0008] paragraph [0031] - paragraph [0046] paragraph [0055] claims 1-11 figures 6,7A-7C,8A-(b,9A-9b,10A-10C -----	1-14
A	WO 2013/137795 A1 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]) 19 September 2013 (2013-09-19) claims 1-41 figures 2-7 paragraphs [0008], [0009], [0013] paragraph [0044] - paragraph [0046] paragraphs [0058], [0063] ----- -/--	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"B" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 14 August 2015		Date of mailing of the international search report 24/08/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer van der Pol, Edwin

1



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
**PCT/EP2014/077349**

<b>(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
<b>Category*</b>	<b>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</b>	<b>Relevant to claim No.</b>
A	US 2014/254537 A1 (KIM EUNSUN [KR] ET AL) 11 September 2014 (2014-09-11) figures 10-14 claims 1-14  -----	1-14

1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/077349

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2811795	A1	10-12-2014	CN 104106292 A	15-10-2014
			EP 2811795 A1	10-12-2014
			JP 2013157815 A	15-08-2013
			US 2014355470 A1	04-12-2014
			WO 2013115037 A1	08-08-2013
-----				
WO 2013137795	A1	19-09-2013	CN 104170446 A	26-11-2014
			EP 2826289 A1	21-01-2015
			US 2015016387 A1	15-01-2015
			WO 2013137795 A1	19-09-2013
-----				
US 2014254537	A1	11-09-2014	US 2014254537 A1	11-09-2014
			US 2014286283 A1	25-09-2014
			US 2014293820 A1	02-10-2014
			US 2014301332 A1	09-10-2014
			WO 2013062354 A2	02-05-2013
			WO 2013062355 A1	02-05-2013
			WO 2013062356 A2	02-05-2013
			WO 2013062362 A1	02-05-2013
-----				

## フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW)GH GM(KE, LR, LS, MW)MZ, NA, RW(SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM)ZW, EA(A)AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM, EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RQ, RS, SE, SI, SK, SM)TR, OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW)KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG, AE, AG, AL, AM, AQ, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DQ, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GQ, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, N, NQ, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RQ, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(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 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・カルーゾ 16, ウニベルシタ・ディ・ピサーディ パルティメント・ディ・インジェグネリア・デル・インフォルマツィオーネ

(72) 発明者 ヴィルディス, アントニオ

イタリア国 56122 ピサ, ヴィア・カルーゾ 16, ウニベルシタ・ディ・ピサーディ パルティメント・ディ・インジェグネリア・デル・インフォルマツィオーネ

Fターム(参考) 5K067 AA03 AA43 DD17 DD43 EE02 EE10 EE54 GG03 JJ22

## 【要約の続き】

力でデータ送信が許可される通常送信サブフレーム( $N_{non-ABS}$ )の数とを備える、サブフレームパターン( $SP_j$ )を決定するステップ(220<sub>M</sub>, 325)であって、マクロノード(M)の電力消費( $P_{ABS}$ ,  $P_{non-ABS}$ )と、マクロノード(M)に関連付けられるデータトラフィックと、データトラフィックおよびその干渉状況に従って少なくとも1つのスモールノードによって要求される非送信サブフレーム( $R_{ABS-n}$ )および限定送信サブフレーム( $R_{ABS-lim}$ )の最小数とに基づいて行われる、ステップと、サブフレームパターン( $SP_j$ )に従って、マクロノード(M)に関連付けられる第1のユーザ機器のグループ( $G_{N,M}$ )および第2のユーザ機器のグループ( $G_{F,M}$ )のユーザ機器(UE)にサービス提供するステップとを備える。