

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5411985号
(P5411985)

(45) 発行日 平成26年2月12日 (2014. 2. 12)

(24) 登録日 平成25年11月15日 (2013. 11. 15)

(51) Int. Cl. F I
 HO 4 W 28/16 (2009. 01) HO 4 W 28/16
 HO 4 W 24/10 (2009. 01) HO 4 W 24/10

請求項の数 14 (全 34 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-507596 (P2012-507596) | (73) 特許権者 | 000005108 |
| (86) (22) 出願日 | 平成22年4月29日 (2010. 4. 29) | | 株式会社日立製作所 |
| (65) 公表番号 | 特表2012-525744 (P2012-525744A) | | 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 |
| (43) 公表日 | 平成24年10月22日 (2012. 10. 22) | (74) 代理人 | 110000855 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/CN2010/072341 | | 特許業務法人浅村特許事務所 |
| (87) 国際公開番号 | W02010/124647 | (72) 発明者 | チア、ユンチェン |
| (87) 国際公開日 | 平成22年11月4日 (2010. 11. 4) | | 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 |
| 審査請求日 | 平成23年10月28日 (2011. 10. 28) | | 株式会社日立製作所 中央研究所内 |
| (31) 優先権主張番号 | 200910132283. 4 | (72) 発明者 | 藤嶋 堅三郎 |
| (32) 優先日 | 平成21年4月30日 (2009. 4. 30) | | 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 |
| (33) 優先権主張国 | 中国 (CN) | | 株式会社日立製作所 中央研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 吉内 英也 |
| | | | 中華人民共和国北京市海淀区中関村科学院 |
| | | | 南路2号融科资讯中心C座北楼301 日 |
| | | | 立中国研究開発有限公司内 |
| | | | 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 モバイル通信における基地局動的クラスタリングの設備と方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ネットワークを介して複数の基地局にリンクし、前記複数の基地局に対して動的クラスタリングを行い、クラスタリングされた複数の基地局が協調してモバイル端末にサービスを提供する通信制御装置であって、

複数の基地局にリンクし、前記各基地局からのモバイル端末に関するチャネル状態情報を受信するインターフェースと、

前記インターフェースから受信したモバイル端末のチャネル状態情報を記憶するメモリと、

前記メモリに記憶されたモバイル端末のチャネル状態情報に基づいて、前記各基地局に対して動的クラスタリングを行う制御部と、を含み、

前記通信制御装置が動的基地局クラスタリングを行う際に、

前記メモリから関連モバイル端末とすべての基地局とのチャネル状態情報を取り出してチャネル状態情報行列を構成し、

チャネル状態情報行列の中の各要素に基づいてそれぞれの二つの前記基地局間の干渉係数を計算して動的基地局クラスタリング図を構成し、

配置された前記各基地局のクラスタ内の基地局の数に基づいて、すべてのクラスタリング可能性のクラスタリングパラメータを得、

すべての前記基地局がある基地局クラスタリングに属するまで、絶えずに最小クラスタリングパラメータを有するクラスタリングを行い、それを有効クラスタリングとする可能

10

20

性を判断し、

クラスタリングの結果をすべての前記基地局に送信することを特徴とする通信制御装置。

【請求項2】

ネットワークを介して複数の基地局にリンクし、前記複数の基地局に対して動的クラスタリングを行い、クラスタリングされた複数の基地局が協調してモバイル端末にサービスを提供する通信制御装置であって、

複数の基地局にリンクし、前記各基地局からのモバイル端末に関するチャンネル状態情報を受信するインターフェースと、

前記インターフェースから受信したモバイル端末のチャンネル状態情報を記憶するメモリと、

前記メモリに記憶されたモバイル端末のチャンネル状態情報に基づいて、前記各基地局に対して動的クラスタリングを行う制御部と、を含み、

前記チャンネル状態情報は各モバイル端末が各基地局からのパイロット情報を受信して計算することにより生成されることを特徴とする通信制御装置。

【請求項3】

請求項2に記載の通信制御装置であって、

前記モバイル端末は各基地局との通信状態情報をチャンネル状態情報ベクトルの方式でサービス提供基地局に送信されることを特徴とする通信制御装置。

【請求項4】

ネットワークを介して複数の基地局にリンクし、前記複数の基地局に対して動的クラスタリングを行い、クラスタリングされた複数の基地局が協調してモバイル端末にサービスを提供する通信制御装置であって、

複数の基地局にリンクし、前記各基地局からのモバイル端末に関するチャンネル状態情報を受信するインターフェースと、

前記インターフェースから受信したモバイル端末のチャンネル状態情報を記憶するメモリと、

前記メモリに記憶されたモバイル端末のチャンネル状態情報に基づいて、前記各基地局に対して動的クラスタリングを行う制御部と、を含み、

前記メモリには、モバイル端末番号と、当該モバイル端末とすべての前記モバイル通信基地局との間のチャンネル状態情報と、当該モバイル端末とすべての前記基地局との間のサービス提供情報と、を含むチャンネル状態情報テーブルが記憶され、

前記制御部は、メモリに記憶されているモバイル端末のチャンネル状態情報テーブルに基づいて、各モバイル端末の最適な基地局クラスタリングを決定することを特徴とする通信制御装置。

【請求項5】

請求項4に記載の通信制御装置であって、

前記チャンネル状態情報テーブルに記憶されているチャンネル状態情報は最初のチャンネル状態情報であるか、あるいは最初のチャンネル状態情報の絶対値を取った簡単なチャンネル状態情報であることを特徴とする通信制御装置。

【請求項6】

請求項4に記載の通信制御装置であって、

前記通信制御装置のインターフェースは前記基地局からのチャンネル状態情報を受信すると、当該情報で前記チャンネル状態情報テーブルを更新することを特徴とする通信制御装置。

【請求項7】

請求項4に記載の通信制御装置であって、

動的クラスタリング操作の周期を決定するタイマーをさらに有し、

前記タイマーが時間切れになると、前記通信制御装置の制御部は動的基地局クラスタリングスケジューリングを行うことを特徴とする通信制御装置。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

請求項 2 に記載の通信制御装置であって、

前記基地局は一つあるいは複数の物理アンテナを有し、前記モバイル端末は前記基地局の一つあるいは複数の物理アンテナを介してパイロット情報を受信することを特徴とする通信制御装置。

【請求項 9】

ネットワークを介して複数の基地局にリンクし、前記複数の基地局に対して動的クラスタリングを行い、クラスタリングされた複数の基地局が協調してモバイル端末にサービスを提供する通信制御装置であって、

複数の基地局にリンクし、前記各基地局からのモバイル端末に関するチャンネル状態情報を受信するインターフェースと、

前記インターフェースから受信したモバイル端末のチャンネル状態情報を記憶するメモリと、

前記メモリに記憶されたモバイル端末のチャンネル状態情報に基づいて、前記各基地局に対して動的クラスタリングを行う制御部と、を含み、

前記基地局と通信接続を確立し、前記制御部が前記各基地局に対して動的クラスタリングを完了した後に、クラスタリング結果をすべての基地局に通知するシグナリングモジュールをさらに有することを特徴とする通信制御装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の通信制御装置であって、

前記基地局が前記クラスタリング結果を前記モバイル端末に送信すると、前記モバイル端末は対応するサービス提供基地局にメッセージを送信して複数基地局協調サービスをトリガーすることを特徴とする通信制御装置。

【請求項 11】

ネットワークを介して複数の基地局にリンクし、前記複数の基地局に対して動的クラスタリングを行い、クラスタリングされた複数の基地局が協調してモバイル端末にサービスを提供する通信制御装置であって、

複数の基地局にリンクし、前記各基地局からのモバイル端末に関するチャンネル状態情報を受信するインターフェースと、

前記インターフェースから受信したモバイル端末のチャンネル状態情報を記憶するメモリと、

前記メモリに記憶されたモバイル端末のチャンネル状態情報に基づいて、前記各基地局に対して動的クラスタリングを行う制御部と、を含み、

各基地局クラスタリングの基地局の数は静的あるいは動的に設定されることを特徴とする通信制御装置。

【請求項 12】

複数のモバイル端末と、各モバイル端末にサービスを提供する複数の基地局と、チャンネル状態情報テーブルを記憶するメモリを有し、基地局に対して制御を行う通信制御装置と、を含む通信システムの通信方法であって、

前記通信制御装置はすべての前記基地局から報告されたチャンネル状態情報を受信し、当該情報で前記チャンネル状態情報テーブルを更新するステップと、

動的クラスタリング操作タイマーが時間切れになると、前記通信制御装置は動的基地局クラスタリングスケジューリングをトリガーするステップと、

前記通信制御装置は前記チャンネル状態情報テーブルから前記モバイル端末と前記基地局とのチャンネル状態情報を取り出し、当該チャンネル状態情報に基づいて各端末に対する最適な基地局クラスタリングを決定するステップと、

前記通信制御装置はクラスタリングの結果をすべての前記基地局に送信し、前記基地局から前記モバイル端末に転送するステップと、

各基地局は前記クラスタリング結果に基づいて前記モバイル端末にサービスを行うステップと、を含むことを特徴とする通信方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の通信方法であって、

前記通信制御装置が動的基地局クラスタリングを行う際に、

前記チャンネル状態情報テーブルから関連モバイル端末とすべての基地局とのチャンネル状態情報を取り出してチャンネル状態情報行列を構成するステップと、

チャンネル状態情報行列の中の各要素に基づいてそれぞれの二つの前記モバイル通信基地局間の干渉係数を計算して動的基地局クラスタリング図を構成するステップと、

配置された前記各基地局クラスタ内の基地局の数に基づいて、すべてのクラスタリング可能性のクラスタリングパラメータを得るステップと、

すべての前記基地局がある基地局クラスタリングに属するまで、絶えずに最小クラスタリングパラメータを有するクラスタリングを行い、それを有効クラスタリングとする可能性を判断するステップと、

クラスタリングの結果をすべての前記基地局に送信するステップと、を含むことを特徴とする通信方法。

10

【請求項 1 4】

複数のモバイル端末と、各モバイル端末にサービスを提供する複数の基地局と、基地局に対して制御を行う通信制御装置と、を含む通信システムであって、

前記モバイル端末は各基地局との通信状態情報を周期的に前記基地局に送信し、

前記通信制御装置は、

複数の基地局にリンクし、前記各基地局からのモバイル端末に関するチャンネル状態情報を受信するインターフェースと、

前記インターフェースから受信したモバイル端末のチャンネル状態情報を記憶するメモリと、

前記メモリに記憶されているモバイル端末のチャンネル状態情報に基づいて、前記各基地局に対して動的クラスタリングを行う制御部と、を含み、

前記チャンネル状態情報は各モバイル端末が各基地局からのパイロット情報を受信して計算することにより生成されることを特徴とする通信システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はモバイル通信ネットワークにおいてサービスを提供する設備と方法に関し、特にモバイル通信システムにおいて、集中クラスタサーバを利用して基地局の動的クラスタリングを行い、高効率な複数基地局協調サービスをサポートする設備と方法に関する。ここで言うモバイル通信ネットワークとは複数基地局協調サービスをサポートするモバイル通信システムである。

30

【背景技術】

【0002】

マルチポイント協調伝送 / 受信 (Coordinated multi-point transmission / reception (COMP)) はモバイルネットワークにおいて高速データサービスのカバー範囲を拡張し、セル周辺のスループットを向上し、システムの平均スループットを向上するための非常に有効な方法であることがすでに認められている。マルチポイント協調伝送 / 受信において、協力に参加するすべてのネットワークノードに対してクラスタリングを行う必要があり、各クラスタの中のネットワークノードはいくつかの端末にマルチポイント協調サービスを提供する。図 1 は従来のモバイルネットワークにおける簡単な複数基地局協調サービスシーンである。図 1 において、二つの基地局 1 と基地局 2 が協調して端末 1 と端末 2 に対して同時にサービスを行う。実際の応用においては、二つ以上の基地局が二つ以上の端末に対して同時にサービスを行うこともある。

40

【0003】

3GPP は国際標準化組織で、第二世代および第三世代モバイル通信ネットワークのシステムアーキテクチャーと規格を開発し、これらの規格は現在すでにエアインターフェー

50

スが配置されているネットワークに応用されている。現在、3 G P Pは第四世代モバイル通信ネットワークに向けたロングタームエボリューションアドバンスド (Long Term Evolution - Advanced, L T E - advanced) の制定に取りかかっている。L T E - advancedの規格制定過程において、マルチポイント協調伝送と受信はすでに複数基地局協調サービスに採用されている。

【 0 0 0 4 】

図2は従来の技術における集中制御する複数基地局協調サービスシステムフレームである。ここでは3 G P P標準化組織によって制定されたL T E - advancedネットワークを応用例とする。ここに関わる設備と方法はその他の複数基地局協調サービスをサポートするモバイルネットワークに応用することができる。この代表的なフレームにおいて、モバイルセルラーネットワークは少なくとも複数の基地局から構成される。複数の基地局が一つ (実際の応用においては複数でもよい) の基地局制御サーバに接続し、基地局制御サーバは複数基地局協調サービスのキーパラメータの協議を行う。アクセス網は基地局制御サーバおよび基地局をモバイルネットワークゲートウェイに接続する。モバイルネットワークゲートウェイはインターネットまたはその他のサーバに接続し、モバイルアクセスネットワーク全体のエンドノードとして、少なくともその他のサーバとインターネットからの情報をすべてのモバイル端末に提供するとともに、少なくともすべてのモバイル端末のネットワークの登録、セキュリティ、費用計算などを行う。

【 0 0 0 5 】

複数基地局協調サービスは多くの長所があるが、各基地局がそれぞれ各自で動的に最適な基地局クラスタを選択すると、すべての基地局の間で多くのデータおよびチャネル状態情報を共有する必要がある。その結果、基地局間の通信負担が非常に重くなり、同時に最適なクラスタを選択するために基地局において複雑なアルゴリズムを実現しなければならない。また、最適な基地局クラスタを選択するために、基地局の間および基地局と端末との間で多くの情報を共有し、これはシグナリングとリソースを大量に消費することになり、モバイルネットワークの効率を低下させる。

【 0 0 0 6 】

他の観点から見ると、図3に示すような複数基地局協調サービスにおいて静的基地局クラスタを設置すると、シグナリングとリソースの消費を節約することができる。しかし、モバイルネットワークにおけるモバイル端末の位置とサービスチャネル状況は常に変化しているため、静的な最適基地局クラスタを選択してすべての複数基地局協調伝送の需要を満たすことは難しい。ただ簡単な静的基地局クラスタを設置すると、複数基地局協調サービスを利用してエアインターフェースの利用率を向上させることができなくなり、複数基地局協調サービスは何の意味もなくなってしまう。

【 0 0 0 7 】

図3は従来の複数基地局協調サービスにおける静的クラスタリングの例示である。図において、ネットワークに複数の基地局1～30が配置され、静的に複数の基地局クラスタに分けられ、それぞれのクラスタ内に三つの基地局がある。複数基地局協調サービスを行う場合、あるクラスタ内の三つの基地局のみが協調することができ、クラスタを跨った協調サービスは行うことができない。このようにする利点は基地局の動的クラスタリングによる消費を軽減することができる。しかし、その性能は最適に達することができない。あるモバイル端末が同一の基地局クラスタ内のいくつかの基地局間のセル周辺に位置する場合、複数基地局協調サービスから恩恵を受けることができる。そして、あるモバイル端末が二つの基地局の結合する周辺、例えば図3における基地局2と基地局4の隣接するセル周辺に位置する場合、静的クラスタリング規則により、基地局2と基地局4は複数基地局協調サービスを行うことができないため、この二つの基地局に充分なりソースと良好なチャネル品質があったとしても、モバイル端末はこのようなサービスを受けることができない。これらはいずれも基地局の無線エアインターフェースリソースを最適に利用することには不利である。

【 0 0 0 8 】

要するに、複数基地局協調伝送をサポートするモバイルネットワークにおいて、より簡単に消耗の少ない動的基地局クラスタリング選択の解決方法が必要である。当該解決方法は最適な基地局クラスタリング結果をより速く見つける必要があるとともに、基地局クラスタリングを計算するためのシグナリングとリソースの消耗を減少する必要がある。

【0009】

特許文献1および特許文献2において、複数の無線ノードから構成されたクラスタが通信相手ノードと通信を行う前にお互いに通信してマルチノード協調通信について協議するが、これらのノードはいずれも端末ノードであり、モバイル通信基地局はクラスタリングに参加しない。

【0010】

特許文献3において、二つあるいは複数の基地局からのアンテナユニットはマルチアンテナのアレイを構成するが、当該特許において、基地局クラスタはすでに確立されており、具体的なクラスタリング方法については言及されていない。

【0011】

特許文献4において、二つの送信ノードが協調して一つの受信ノードと通信を行うが、クラスタリングアルゴリズムの具体的な内容については言及されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特許WO2008/157147A1

【特許文献2】特許US2008/0014884A1

【特許文献3】特許US2008/0206006A1

【特許文献4】特許US2008/003022A3

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は通信制御装置、通信制御方法およびシステムを提供し、モバイル通信システムにおいて、動的クラスタリングを利用して高効率な複数基地局協調サービスを提供する。

【発明の効果】

【0014】

本発明は端末と各基地局との通信状態に基づいて最適な基地局クラスタリングを選択し、基地局クラスタリングを計算するためのシグナリングとリソースの消耗を減少することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】従来の簡単な複数基地局協調サービスシーンである。

【図2】従来の集中制御する複数基地局協調サービスシステムフレームである。

【図3】従来の複数基地局協調サービスにおける静的クラスタリングの例示である。

【図4】本発明における集中動的クラスタリングをサポートする複数基地局協調サービスシステムである。

【図5】チャンネル状態情報の推定に用いられるパイロット情報のパケットフォーマットである。

【図6】動的クラスタリングのシグナリングフローチャートである。

【図7】本発明の集中クラスタリングサーバにおける動的クラスタリングのフローチャートである。

【図8】本発明における動的クラスタリング後に、端末からトリガーされた複数基地局協調サービスの代表的なシグナリングフローチャートである。

【図9】本発明における動的クラスタリング後に、基地局からトリガーされた複数基地局協調サービスの代表的なシグナリングフローチャートである。

【図10】本発明における基地局間のシグナリングの基本フォーマットである。

10

20

30

40

50

【図 1 1】本発明における基地局の間で協調伝送を協議するリクエストシグナリングの X 2 A P フィールドの実現例である。

【図 1 2】本発明における基地局の間で協調伝送を協議する応答シグナリングの X 2 A P フィールド実現例である。

【図 1 3】本発明におけるシングルアンテナ基地局の内部構造である。

【図 1 4】本発明におけるマルチアンテナ基地局の内部構造の例示である（二本のアンテナ）。

【図 1 5】本発明における集中クラスタリングサーバの内部の代表的な構造である。

【図 1 6】本発明における集中クラスタリングサーバの内部の情報フローチャートである。

【図 1 7】本発明の集中クラスタリングサーバにおけるチャンネル状態情報テーブルの代表的な構造である。

【図 1 8】本発明の集中クラスタリングサーバにおけるチャンネル状態情報テーブルの一つの実現例である。

【図 1 9】本発明における動的クラスタリングアルゴリズムに用いられる干渉関係図の一つの実現例である。

【図 2 0】本発明の通信制御システムにおける一部のモバイル端末の移動後の実現例である。

【図 2 1】本発明の通信制御システムにおける一部のモバイル端末の移動後のチャンネル状態情報テーブルである。

【図 2 2】本発明における動的クラスタリングアルゴリズムの優越性対比図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、3 G P P L T E - A 通信システムに基づいて実施例について説明する。本発明はその他の複数基地局協調サービスをサポートするモバイル通信ネットワークにも応用可能である。

【0017】

図 4 は本発明における集中動的クラスタリングをサポートする複数基地局協調サービスシステムのフレーム図である。図 2 における 3 G P P 標準化組織によって制定された L T E - advanced ネットワークに基づいた応用例であり、本発明の集中クラスタリングサーバはネットワークの中に独立設置された集中クラスタリングサーバ 9 でもよく、あるいは既存の基地局制御サーバに追加設置された動的クラスタリング機能を有する基地局制御サーバ 8 でもよい。本発明の後述に言及される集中クラスタリングサーバはこのような二つの設置状況を含む。本発明において、従来の基地局に対するアップグレードは、いずれも基本的なシングル基地局無線サービスあるいは複数基地局協調無線サービスをサポートする必要がある。図 4 に示すように、基地局は各端末からのチャンネル状態情報ベクトルを受信し、それを集中クラスタリングサーバに送信するか、またはチャンネル状態情報を簡単なチャンネル状態情報に転換して集中クラスタリングサーバに送信する。集中クラスタリングサーバは各基地局からの各端末のチャンネル状態情報を利用して各基地局に対してクラスタリングを行い、クラスタリング結果を各基地局に送信する。また、基地局は当該動的クラスタリング結果に基づいて現在の基地局クラスタ内のその他の基地局と協議し、複数基地局協調無線サービスを実現する。

【0018】

図 5 はチャンネル状態情報の推定に用いられるパイロット情報のパケットフォーマットである。シングルアンテナ基地局（図における基地局 1）に対しては、下り制御チャンネルに既知の予め定義されたパイロット_1 5 0 1 を周期的に加える必要があり、端末はパイロット_1 5 0 1 中の情報を利用して当該基地局との間のチャンネル状態情報を計算することができる。その他のエアインターフェースリソースは下りデータ 5 0 2 の伝送に用いられる。マルチアンテナ基地局（図における実例は二本のアンテナ基地局 1 と 2 である）に対しては、選択可能な汎用パイロット番号 5 0 3 を加えると同時に、アンテナポー

10

20

30

40

50

ト情報504、汎用パイロット情報505を加えることができる。また、それぞれのアンテナのパイロット₂₁506およびパイロット₂₂506に対しては別々に伝送し、端末はパイロット₂₁506およびパイロット₂₂506における情報を利用して当該マルチアンテナ基地局の各アンテナ間のチャンネル状態情報を計算することができる。

【0019】

パイロット情報の内容は予めすべての端末と基地局に共有する既知のトレーニングシーケンスである。端末がある基地局から送信されたチャンネル推定に用いられるパイロット情報を受信すると、受信したパイロット情報とすでに共有しているパイロットを比較する。無線チャンネルを経由して伝送されたパイロット内容と端末ローカルの既知のパイロット内容は一般的に差があり、端末はその差を比較することによりチャンネル状態情報を推定する。得られたチャンネル状態情報には少なくとも端末から基地局までの間のチャンネル減衰状況と位相偏位状況が含まれている。

10

【0020】

図6は動的クラスタリングのシグナリングフローチャートである。まず、すべての端末 $1 - m$ は各自のサービス提供基地局 $1 - n$ からのパイロット情報を周期的に受信する(ステップ601)。その後、端末は各基地局に対応するチャンネル状態情報 h_{ij} (h_{ij} は基地局 i と端末 j の間のチャンネル状態情報を表す)の計算を始める(ステップ602)。ここでのチャンネル状態情報は一般的に複素数形に表れるが、パイロット情報に基づいてチャンネル状態情報を計算することは本分野の技術者の周知の技術であるため、ここでは詳細な説明を省略する。続いて、各端末 j は自分のチャンネル状態情報ベクトル $[h_{1j}, h_{2j}, \dots, h_{nj}]$ を生成し、各自のサービス提供基地局に報告する(ステップ603)。その中、いくつかのチャンネル状態情報 h_{ij} は0である。そして、すべての基地局は集中クラスタリングサーバにそれぞれのチャンネル状態情報を報告し(ステップ604)、報告されたチャンネル状態情報は最初のチャンネル状態情報であってもよく、簡単なチャンネル状態情報であってもよい。ここでの簡単なチャンネル状態情報は最初のチャンネル状態情報に対して絶対値を取った後の状態情報である。報告されたチャンネル状態情報を受信した後に、集中クラスタリングサーバはまずチャンネル状態情報テーブルを更新する(ステップ605)。動的クラスタリングのタイマーが時間切れになると、動的クラスタリングスケジューリングを行う(ステップ606)。スケジューリング終了後に、集中クラスタリングサーバはスケジューリングの結果をすべての基地局に送信する(ステップ607)。基地局は現在のクラスタの状況を自セル内のすべての端末にブロードキャストする(ステップ608)。端末あるいは基地局が複数基地局協調サービスの利用をトリガーするとき、現在のクラスタリング状況に従う(ステップ609)。その後、端末は各基地局の周期的にブロードキャストするパイロット情報に基づいてチャンネル状態情報を計算し、引き続き次回のクラスタリングのためにチャンネル状態情報を提供する。

20

30

【0021】

図7は本発明の集中クラスタリングサーバにおける動的クラスタリングのフローチャートである。集中クラスタリングサーバ(通信制御装置)は基地局からのすべての簡単なチャンネル状態情報を受信し、チャンネル状態情報テーブルを更新する(ステップ701)。クラスタリングスケジューリングを行う必要がある場合、集中クラスタリングサーバはチャンネル状態情報テーブルに基づいて数式(1)のようなチャンネル状態情報行列を構成する(ステップ702)。

40

【数 1】

$$\begin{array}{cccc}
 H_{11}^* & H_{21}^* & \cdots & H_{n1}^* \\
 H_{12}^* & H_{22}^* & \cdots & H_{n2}^* \\
 \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\
 H_{1n}^* & H_{2n}^* & \cdots & H_{nn}^*
 \end{array} \quad \cdots (1)$$

10

式において、 H_{xy}^* は基地局 y からサービスを受けるすべてのモバイル端末と基地局 x との間の簡単なチャンネル状態情報のまとめである。

【0022】

当該まとめの方法はいろいろある。例えば、それぞれの複数基地局サービスタイムスロットに対して動的クラスタリングスケジューリングを行う場合、

$$H_{xy}^* = |h_{xj}|$$

になり、 h_{xj} は現在の基地局 y からサービスを受けるモバイル端末 j と基地局 x との間のチャンネル状態情報である。

【0023】

動的クラスタリングスケジューリングの周期が複数の複数基地局サービスタイムスロットである場合、 H_{xy}^* はこの周期内の基地局 y からサービスを受けるすべてのモバイル端末と基地局 x との間のチャンネル状態情報の絶対値の平均値あるいは重み付き平均値を取ることができる。

20

【0024】

集中クラスタリングサーバはチャンネル状態情報行列に基づいて各基地局間の相手基地局がサービス提供を行う端末に対する干渉係数 w_{xy} を数式(2)によって計算し、

【数 2】

$$w_{xy} = |H_{xy}^*|^2 + |H_{yx}^*|^2 \quad \cdots (2)$$

30

基地局干渉関係図を構成する(ステップ703)。当該干渉関係図は無向グラフであり、グラフの中のノードの数は動的クラスタリングスケジューリングに参加する基地局の数と一致し、各ノードはその中の一つの基地局に対応する。ノード間の辺の重みは対応する二つの基地局間の干渉係数 w_{xy} である。

【0025】

各クラスタの基地局の数に基づいてすべてのクラスタリングパラメータ Li を計算し、すべてのクラスタリング可能性をクラスタリングパラメータによって大から小の順で未スケジューリングリストに配列する(ステップ704)。ある基地局クラスタリング可能性

40

に対応するクラスタリングパラメータ Li の計算は数式(3)の原則にしたがう。

【数 3】

$$Li = \sum_{ab} w_{ab} \quad \cdots (3)$$

式において、 w_{ab} は数式(2)で定義された基地局間の干渉係数であり、その中の一つの基地局(a あるいは b)は現在の基地局クラスタに属し、他方の基地局は現在の基地局ク

50

ラスタに属しない。

【 0 0 2 6 】

各基地局クラスタ内の基地局の数は集中クラスタリングサーバにおいて予め設定してもよく、ある原則にしたがって動的に決定をしてもよい。

【 0 0 2 7 】

そして、動的クラスタリングスケジューリングを開始する。当該スケジューリングの基準は、同一基地局クラスタ内のすべての基地局間の干渉係数 $w_{x,y}$ は複数基地局協調サービスのチャネルゲインに貢献する。しかし、二つの基地局が同一の基地局クラスタ内でない場合、その二つの基地局間の干渉係数 $w_{x,y}$ は複数基地局協調サービスのチャネル干渉に貢献することになる。例えば、ある h_{xy}^* に対して、基地局 y と基地局 x が同一の基地局クラスタ内にある場合、基地局 y と基地局 x は複数基地局協調サービスを行うことが可能であり、基地局 y がサービス提供を行うすべてのモバイル端末と基地局 x との間のすべてのチャネルゲインはいずれも協調サービスのチャネルゲインとすることができる。基地局 y と基地局 x が同一の基地局クラスタ内でない場合、基地局 y と基地局 x は複数基地局協調サービスを行うことができず、基地局 y がサービス提供を行うすべてのモバイル端末と基地局 x との間のすべてのチャネルゲインはこの二つの基地局の各自に行われる協調サービスに対してはいずれもチャネル干渉になる。そのため、動的基地局クラスタリングの目標は最適なクラスタリング方法を見つけて、各基地局クラスタ間のチャネル干渉を最低にし、チャネルゲインを最大にすることである。

【 0 0 2 8 】

基本的なスケジューリングプロセスは下記の通りである。

【 0 0 2 9 】

第一のステップ 7 0 5 : 未クラスタリング集合 E をすべての基地局ノードに初期化し、クラスタリング済み基地局集合 U を空集合 に初期化する。

【 0 0 3 0 】

第二のステップ 7 0 6 : 現在最小クラスタリングパラメータ L_i を有するクラスタリング集合 を選択し、

【数 4】

$$\theta \in U \quad \dots \quad (4)$$

であるかをチェックし、結果が「はい」の場合は第三のステップ 7 0 7 に進み、結果が「いいえ」の場合は第五のステップに進む。

【 0 0 3 1 】

第三のステップ 7 0 7 : $E = E -$ 、 $U = U +$ 。

【 0 0 3 2 】

第四のステップ 7 0 8 : 現在最小クラスタリングパラメータを有するクラスタリング集合 を有効クラスタリングとする。

【 0 0 3 3 】

第五のステップ 7 0 9 : 最初の未スケジューリングリストから現在最小クラスタリングパラメータを有するクラスタリング集合 を削除する。

【 0 0 3 4 】

第六のステップ 7 1 0 : $E =$ あるいは未クラスタリング集合 E 中の残りの基地局の数が現在設定された基地局クラスタ内の基地局の数より小さいかを判断し、結果が「はい」の場合は第七のステップに進み、結果が「いいえ」の場合は第二のステップ 7 0 6 に戻る。

【 0 0 3 5 】

第七のステップ 7 1 1 : クラスタリングスケジューリングを終了し、クラスタリング結

10

20

30

40

50

果をすべての基地局に送信する。

【 0 0 3 6 】

図 8 は本発明における動的クラスタリング後に、端末からトリガーされた複数基地局協調サービスの代表的なシグナリングフローチャートである。ある時刻に基地局の動的クラスタリング結果がすでに集中クラスタリングサーバを経由してすべての基地局に送信されると(ステップ 8 0 1)、基地局は動的基地局クラスタリング結果を対応する端末に送信する(ステップ 8 0 2)。端末が現在のクラスタの複数基地局協調サービスの使用を決定すると(ステップ 8 0 3)、端末は対応するサービス提供基地局にメッセージを送信して複数基地局協調サービスをトリガーする(ステップ 8 0 4)。サービス提供基地局は関連する認可などを行うステップを選択することができる(ステップ 8 0 5)。このステップにおいて、端末は周期的に現在の基地局クラスタ内のすべての基地局との間のチャンネル状態情報をサービス提供基地局に報告する(ステップ 8 0 6)。サービス提供基地局は当該端末に対して複数基地局協調サービスを行うことができると判断すると、現在の基地局クラスタ内のその他の基地局と協調伝送を協議する(ステップ 8 0 7)。協議が成功すると、サービス提供基地局は協調伝送のキーパラメータを当該端末に通知し(ステップ 8 0 8)、現在の基地局クラスタ内のすべての基地局は協議結果に基づいてリソースの配分と関連設定を行う(ステップ 8 0 9)。このようにして複数基地局協調サービスは現在の基地局クラスタ内のすべての基地局と対応する端末との間で行われる(ステップ 8 1 0)。また、基地局はさらに次回の動的クラスタリングスケジューリングのために集中クラスタリングサーバに簡単なチャンネル状態情報を周期的に報告する必要がある(ステップ 8 1 1)。

10

20

【 0 0 3 7 】

図 9 は本発明における動的クラスタリング後に、基地局からトリガーされた複数基地局協調サービスの代表的なシグナリングフローチャートである。ある時刻に基地局の動的クラスタリング結果がすでに集中クラスタリングサーバを経由してすべての基地局に送信されると(ステップ 9 0 1)、基地局は動的基地局クラスタリング結果を対応する端末に送信することを選択する(ステップ 9 0 2)。サービス提供基地局が現在のクラスタの複数基地局協調サービスの使用を決定すると(ステップ 9 0 3)、サービス提供基地局は対応する端末にメッセージを送信して複数基地局協調サービスをトリガーする(ステップ 9 0 4)。このステップにおいて、端末は周期的に対応するサービス提供基地局に現在の基地局クラスタ内のすべての基地局との間のチャンネル状態情報を報告する(ステップ 9 0 5)。サービス提供基地局は当該端末に対して複数基地局協調サービスを行うことができると判断すると、現在の基地局クラスタ内のその他の基地局と協調伝送を協議する(ステップ 9 0 6)。協議が成功すると、サービス提供基地局は協調伝送のキーパラメータを当該端末に通知し(ステップ 9 0 7)、現在の基地局クラスタ内のすべての基地局は協議結果に基づいてリソースの配分と関連設定を行う(ステップ 9 0 8)。このようにして複数基地局協調サービスが現在の基地局クラスタ内のすべての基地局と対応する端末との間で行われる(ステップ 9 0 9)。また、基地局はさらに次回の動的クラスタリングスケジューリングのために集中クラスタリングサーバに簡単なチャンネル状態情報を周期的に報告する必要がある(ステップ 9 1 0)。

30

40

【 0 0 3 8 】

図 1 0 は本発明における基地局間のシグナリングの基本フォーマットである。当該シグナリングは S C T P / I P データパケットであり、I P v 4 でもよく、I P v 6 でもよい。汎用 I P パケットヘッド 1 0 0 1 において、送信先アドレスは送信先基地局の I P v 4 / I P v 6 アドレス 1 0 0 2 であり、送信元アドレスは送信元基地局の I P v 4 / I P v 6 アドレス 1 0 0 3 である。汎用 I P パケットヘッド 1 0 0 1 の後ろは汎用 S C T P パケットヘッドである。最後は 3 G P P X 2 A P プロトコルに適合するメッセージ本体 1 0 0 5 である。

【 0 0 3 9 】

図 1 1 は本発明における基地局の間で協調伝送を協議するリクエストシグナリングの X

50

2 A Pフィールド1 0 0 5の実現例である。備えるべき情報ユニットは以下のようなものが含まれる。1)メッセージ種別ユニット1 1 0 1。当該ユニットの値は3 G P Pなど標準化組織によって定義され、複数基地局協調リクエスト機能を識別できる必要がある。2)サービス提供基地局の端末に対応するX 2 A Pプロトコル番号1 1 0 2。当該番号はサービス提供基地局から送信先基地局の方向へ唯一に一つの端末を識別することができる。3)送信先基地局番号1 1 0 3。4)送信先基地局の関連セルID 1 1 0 4。5)複数基地局協調サービスリクエスト種別1 1 0 5(開始、終了など)。6)リクエスト報告の内容1 1 0 6。当該フィールドは3 2ビットのビットシーケンスで、各ビットは一つの情報内容に対応し、ビットの数値が1である場合、送信先基地局が応答メッセージに対応情報を加える必要があることを示す(例えば、第一のビットはプリコーディングオプションに対応し、第二のビットは協調サービスの出力パワーに対応し、第三のビットは変調速度に対応するなど)。7)送信先基地局と対応する端末との間のチャネル状態情報1 1 0 8。オプション情報は以下のようなものが含まれる。1)送信先基地局とサービス提供基地局間の情報報告周期1 1 0 7。2)その他のいくつかのオプション情報1 1 0 9。

【0 0 4 0】

図1 2は本発明における基地局の間で協調伝送を協議する応答シグナリングのX 2 A Pフィールド実現例である。備えるべき情報ユニットは以下のようなものが含まれる。1)メッセージ種別ユニット1 2 0 1。当該ユニットの値は3 G P Pなど標準化組織によって定義され、複数基地局協調リクエスト機能を識別できる必要がある。2)サービス提供基地局の端末に対応するX 2 A Pプロトコル番号1 2 0 2。当該番号はサービス提供基地局から送信先基地局の方向へ唯一に一つの端末を識別することができる。3)送信先基地局の端末に対応するX 2 A Pプロトコル番号1 2 0 3。当該番号は送信先基地局からサービス提供基地局の方向へ唯一に一つの端末を識別することができる。4)送信先基地局の関連セルID 1 2 0 4。5)複数基地局協調サービスリクエスト種別1 2 0 5(開始、終了など)は、X 2 A Pリクエストメッセージの中の対応する情報ユニットの内容と同じである必要がある。6)応答報告の内容1 2 0 6。当該フィールドは3 2ビットのビットシーケンスで、各ビットは一つの情報内容に対応し、ビットの数値が1である場合、送信先基地局が応答メッセージに対応情報を加えたことを示し、X 2 A Pリクエストメッセージの中の対応する情報ユニットの内容と同じである必要がある。オプション情報は以下のようなものが含まれる。1)送信先基地局と送信元基地局間の情報報告周期1 2 0 7。2)プリコーディングオプション1 2 0 8。3)協調伝送のパワー1 2 0 9。4)変調速度1 2 1 0。5)その他のいくつかのオプション情報1 2 1 1。

【0 0 4 1】

図1 3は本発明におけるシングルアンテナ基地局の内部構造である。基地局の内部構造は主に、高周波モジュール1 3 2 2と、ベースバンドモジュール1 3 0 7と、上位レイヤシグナリングおよび制御部1 3 0 8と、アクセス網に接続しているネットワークインターフェースモジュール1 3 0 9と、複数基地局サービスおよび集中クラスタリングサーバとの通信を制御する複数基地局サービス制御ユニット1 3 1 1と、集中クラスタリングサーバと通信を行うネットワークモジュール1 3 1 0と、チャネル状態情報行列1 3 2 5と、プリコーディングオプション1 3 2 6と、チャネル推定ユニット1 3 1 8と、を含む。高周波モジュール1 3 2 2には少なくとも一本の物理アンテナ1 3 0 1と、一つあるいは複数の高周波多重化部1 3 0 2と、一つあるいは複数のRF部1 3 0 3と、が含まれる。高周波モジュール1 3 2 2の下り部分は、協調プリコーディングユニット1 3 0 4と、下りパイロット生成ユニット1 3 0 5と、少なくとも一つのマルチレイヤマッピングユニット1 3 0 6と、下り時分割制御ユニット1 3 1 9と、送信周波数制御部分1 3 1 4と、を含む。高周波モジュール1 3 2 2の下り部分は協調デコーディングユニット1 3 2 1と、上りトレーニングシーケンス分析ユニット1 3 0 5と、少なくとも一つのマルチレイヤデマッピングユニット1 3 1 6と、上り時分割制御ユニット1 3 2 0と、を含む。ベースバンド部分は少なくとも一つのチャネルコーディングと変調モジュール1 3 1 2と少なくとも一つのチャネルデコーディングと復調モジュール1 3 1 3を含む。

【 0 0 4 2 】

図 1 4 は発明におけるマルチアンテナ基地局の内部構造の例示である（二本のアンテナ）。基地局の内部構造は主に、高周波モジュール 1 4 2 4 と、ベースバンドモジュール 1 4 1 0 と、上位レイヤシグナリングおよび制御部 1 4 1 1 と、アクセス網に接続しているネットワークインターフェースモジュール 1 4 1 2 と、複数基地局サービスおよび集中クラスタリングサーバとの通信を制御する複数基地局サービス制御ユニット 1 4 1 4 と、集中クラスタリングサーバと通信を行うネットワークモジュール 1 4 1 3 と、チャンネル状態情報行列 1 4 2 5 と、プリコーディングオプション 1 4 2 6 と、チャンネル推定ユニット 1 4 2 0 と、を含む。高周波モジュール 1 4 2 4 には、少なくとも二本の物理アンテナ 1 4 0 1 および 1 4 0 2 と、一つあるいは複数の高周波多重化部 1 4 0 3 と、一つあるいは複数の RF 部 1 4 0 4 と、が含まれる。高周波モジュール 1 4 2 4 の下り部分は、少なくとも一つの協調プリコーディングユニット 1 4 0 5 と、少なくとも二つの下りパイロット生成ユニット 1 4 0 7 および 1 4 0 8 と、少なくとも一つのマルチレイマッピングユニット 1 4 0 9 と、少なくとも一つの共通パイロット生成ユニット 1 4 0 6 と、少なくとも二つの下り時分割制御ユニット 1 4 2 1 と、送信周波数制御部分およびマルチアンテナ制御部分 1 4 1 6 と、を含む。高周波モジュール 1 4 2 4 の下り部分は、少なくとも一つの協調デコーディングユニット 1 4 2 3 と、少なくとも二つの上りトレーニングシーケンス分析ユニット 1 4 1 7 および 1 4 1 8 と、少なくとも一つのマルチレイマッピングユニット 1 4 1 9 と、少なくとも二つの下り時分割制御ユニット 1 4 2 2 と、を含む。ベースバンド部分は少なくとも二つのチャンネルコーディングと変調モジュール 1 4 2 7 と少なくとも二つのチャンネルデコーディングと復調モジュール 1 4 1 5 を含む。

【 0 0 4 3 】

図 1 5 は本発明における集中クラスタリングサーバ、即ち通信制御装置の内部の代表的な構造である。ネットワークインターフェースは、入力ラインインターフェース（input line interface）1 5 0 1 と出力ラインインターフェース（output line interface）1 5 0 3 を含む。同時に、ネットワークインターフェースは受信バッファ（receiving buffer）1 5 0 2 と送信バッファ（sending buffer）1 5 0 4 をさらに含み、各受信バッファはいずれも入力ラインインターフェース 1 5 0 1 および内部バス（internal bus）1 5 1 4 に接続し、各送信バッファはいずれも出力ラインインターフェース 1 5 0 3 および内部バス 1 5 1 4 に接続する。内部バス 1 5 1 4 はさらに少なくともプロセッサ（processor）1 5 0 5 と、プログラムメモリ（program memory）1 5 0 6 およびデータメモリ（data memory）1 5 1 1 に接続する。プログラムメモリ 1 5 0 6 にはプロセッサ 1 5 0 5 によって実行される機能モジュールが保存されており、少なくともパケット送受信部 1 5 1 0 と、主に動的基地局クラスタリングのスケジューリングを制御するクラスタリング制御部（clustering control module）1 5 0 7 と、複数基地局協調サービス及びクラスタリング信号制御部 1 5 0 8（COMP signaling control module）と、その他のモジュールの起動を選択するための基本制御部（basic control routine）1 5 0 9 と、を含む。データメモリ 1 5 1 1 には本発明において新たに加えられたチャンネル状態情報テーブル 1 5 1 2（Channel Status Information Table）およびその他のいくつかのデータ情報 1 5 1 3 を保存する。

【 0 0 4 4 】

本発明のプログラムメモリ 1 5 0 6 に新たに追加されたモジュールは主にクラスタリング制御部 1 5 0 7 で、クラスタリング制御部 1 5 0 7 の具体的な役割は以下の通りである。

【 0 0 4 5 】

1. 各基地局からのチャンネル状態情報の報告を受信すると、報告されたチャンネル状態情報でチャンネル状態情報テーブル 1 5 1 2 を更新する。基地局からの報告が最初のチャンネル状態情報であれば、クラスタリング制御部 1 5 0 7 は当該最初のチャンネル状態情報を簡単なチャンネル状態情報に転換し、その後チャンネル状態情報テーブル 1 5 1 2 に保存する。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

2. 動的クラスタリングスケジューリングタイマーを確保し、当該タイマーが時間切れになると、新たに動的クラスタリングスケジューリングを行う。

【0047】

3. 基地局クラスタ内の基地局数が設定されており、当該数の大きさはプロバイダーによる手動設定でもよく、あるいは他の方法による動的設定でもよい。

【0048】

4. 動的クラスタリングスケジューリングを行う際に、図7に示す方法に従ってスケジューリングを行う。

【0049】

5. スケジューリング終了後に、スケジューリングの結果をすべての基地局に送信する。

10

【0050】

6. クラスタリング制御部1507が複数基地局協調サービス及びクラスタリング信号制御部1508を介してその他のネットワーク設備と通信する方法は図6に示す通りである。

【0051】

また、プログラムメモリ1506に新しい複数基地局協調サービス及びクラスタリング信号制御部1508を追加して、その他のネットワーク設備とのシグナリング通信を確保する。複数基地局協調サービス及びクラスタリング信号制御部1508は少なくとも各基地局からの報告をクラスタリング制御部1507に転送する必要がある、さらにクラスタリング制御部1507の動的基地局クラスタリングスケジューリング結果をすべての基地局に送信する必要がある。

20

【0052】

本発明のデータメモリ1511に新たに追加されたモジュールは主にチャンネル状態情報テーブル1512である。当該テーブルの詳細は図17に示す通りであり、端末1701と、各基地局の情報1702、例えばチャンネル状態情報、サービス提供基地局などを含む。クラスタリング制御部1507は各基地局からの報告を受信してからそれをまとめて、当該テーブルを更新する。同時に、クラスタリング制御部1507はテーブルの中の内容を参考にして動的基地局クラスタリングスケジューリングも行う。

【0053】

図16は本発明における集中クラスタリングサーバの内部の情報フローチャートである。各基地局からの周期的な簡単なチャンネル状態情報1601は先ず入力ラインインターフェース1501および入力バッファ1502に受信され、バス1514を介してパケット送受信部1510に到達する。そして、パケット送受信部1510はチャンネル状態情報1601を複数基地局協調サービス及びクラスタリング信号制御部1508に転送する。セッション制御後に、当該情報はクラスタリング制御部1507に送信され、その後チャンネル状態情報テーブル1512に保存される。動的クラスタリングスケジューリングを行う必要がある場合、クラスタリング制御部1507はチャンネル状態情報テーブル1512から現在のチャンネル状態情報1601を取得し、動的クラスタリングスケジューリングを行い、基地局クラスタリングの結果1602を複数基地局協調サービス及びクラスタリング信号制御部1508に転送する。セッション制御後に、当該情報はパケット送受信部1510に送信され、出力ラインインターフェース1503および出力バッファ1504を介して、最終的にネットワークを通して基地局クラスタリングの結果1602をすべての基地局に送信する。集中クラスタリングサーバの中のすべてデータとシグナリングフローはいずれもプロセッサ1505により基本制御部1509を通じて制御し、データあるいは制御バス1514によって転送される。

30

40

【0054】

図17は本発明の集中クラスタリングサーバにおけるチャンネル状態情報テーブル1512の代表的な構造である。当該テーブルは集中クラスタリングサーバのデータメモリ1511のなかに存在する。チャンネル状態情報テーブル1512の各行1706はいずれも端

50

末の番号 1701 を含む一つのモバイル端末に対応し、当該端末には複数のテーブル項目 1702 が含まれており、各基地局とのチャンネル状態情報およびサービス関係を表す。各テーブル項目 1702 にはいずれも簡単なチャンネル状態情報 1704、および当該端末と対応する基地局とのサービス提供関係 1705 が含まれている。

【0055】

ここでは四つの基地局と五つのモバイル端末からなる簡単な応用実例を挙げてみる。各基地局が一本のアンテナしかないとする、同一の時間に一つの端末にしかサービスを提供することができない。同時に、基地局と集中クラスタリングサーバとの間のネットワークが各タイムスロットまでの精確な動的基地局クラスタリングスケジューリングを十分サポートできると仮定する。

【0056】

図 18 は本発明の集中クラスタリングサーバにおけるチャンネル状態情報テーブル 1512 (図 17) の一つの実現例である。各行 1806 はいずれも端末の番号 1801 を含む一つのモバイル端末に対応し、当該端末には複数のテーブル項目 1802 が含まれており、各基地局とのチャンネル状態情報およびサービス提供関係を表す。各テーブル項目 1802 にはいずれも簡単なチャンネル状態情報 1804、および当該端末と対応する基地局とのサービス提供関係 1805 が含まれている。

【0057】

ある一つのタイムスロットにおいて、基地局 17 が端末 12 のみにサービスを提供するとする。この場合、図 18 のチャンネル状態情報テーブル 1512 の中の内容に基づいて生成される簡単なチャンネル状態情報行列 H は次の通りである。

```
2.0  0.4  0  0.9
0    2.4  0.7  0
0    0.9  2.2  0
0.8  0    1.6  2.5
```

【0058】

この行列に基づいて、図 19 に示すような干渉関係図を生成することができる。図 19 は本発明にける動的クラスタリングアルゴリズムに用いられる干渉関係図の一つの実現例である。生成された干渉関係図は無向グラフであり、各ノード 1901 は一つの基地局に対応し、それぞれの二つのノード間の辺 1902 は二つの基地局の間の干渉関係に対応し、その重み (weight) は二つの基地局の干渉係数 1903 である。当該干渉関係図は集中クラスタリングサーバのクラスタリング制御部 1507 によって現在のチャンネル状態情報テーブル 1512 の中の内容に基づいて生成される。図 19 におけるすべての干渉係数 1903 の計算結果は次の通りである。

$W_{12}=0.16$; $W_{13}=0$; $W_{14}=1.45$;
 $W_{23}=1.3$; $W_{24}=0$; $W_{12}=1.45$

【0059】

各基地局クラスタ内の基地局数が 2 であるとする。この場合、各基地局クラスタの可能性のクラスタリングパラメータ L_i の計算結果は表 1 に示す通りである (小から大の順に配列する)。

【表 1】

| Nodes permutation | L i |
|-------------------|------|
| 2,3 | 1.61 |
| 1,4 | 1.61 |
| 1,2 | 2.75 |
| 3,4 | 2.75 |
| 1,3 | 3.36 |
| 2,4 | 3.36 |

10

【 0 0 6 0 】

最終的に図 7 に示された方法に従って、集中クラスタリングサーバは二つの基地局クラスタ（{ 2, 3 } と { 1, 4 }）を選択して最終結果とする。

【 0 0 6 1 】

より多い数（ p とする）の基地局クラスタに対するクラスタリングパラメータ L_i の計算は図 7 に示された方法と同じである。このように生成されたクラスタリング可能性は

$$C_n^p$$

20

個あり、選択方法も図 7 に示された方法と同じである。

【 0 0 6 2 】

本発明において、図 7 に示すチャンネル状態情報に基づいて基地局に対して動的クラスタリングを行う方法はその他の方法を採用することができる。例えば、集中クラスタリングサーバは以下の方法に基づいてクラスタリングを行うことができる。

【 0 0 6 3 】

ステップ 1：集中クラスタリングサーバはチャンネル状態情報テーブルからすべての簡単なチャンネル状態情報を取り出す。

30

【 0 0 6 4 】

ステップ 2：各基地局においてサービス提供を受けるすべての端末のその他の基地局に対する簡単なチャンネル状態情報に対してそれぞれ $S_{x,y}$ を求める（ $S_{x,y}$ は基地局 y の基地局 x におけるすべての端末に対する簡単なチャンネル状態情報の和を表す）。

【 0 0 6 5 】

ステップ 3：サービス提供を受ける端末の数に応じて、すべての基地局を並べて未クラスタリング基地局集合 E を構成し、クラスタリング済み基地局集合 U を空集合に初期化する。

【 0 0 6 6 】

ステップ 4：現在の数（ p とする）の基地局クラスタに対して、サービス提供を受ける端末の数が最も多い基地局から $p - 1$ 個の最大 $S_{x,y}$ の基地局を選択して有効基地局クラスタを形成し、当該基地局クラスタ内の p 個の基地局を未クラスタリング集合 E から削除し、クラスタリング済み集合 U に追加する。

40

【 0 0 6 7 】

ステップ 5：現在の未クラスタリング集合 E が空集合あるいは現在の未クラスタリング集合 E 中の残りの基地局の数が各基地局クラスタの基地局の数より小さい場合はステップ 6 に進み、そうでない場合はステップ 4 に戻る。

【 0 0 6 8 】

ステップ 6：クラスタリングアルゴリズムを終了し、クラスタリング結果をすべての基

50

地局に送信する。

【0069】

また、例えば、集中クラスタリングサーバは以下の方法に基づいてクラスタリングを行うこともできる。

【0070】

ステップ1：集中クラスタリングサーバはチャンネル状態情報テーブルからすべての最初のチャンネル状態情報を取り出す。

【0071】

ステップ2：各端末に対して、端末とその他の非サービス提供基地局とのチャンネル状態情報に基づいて、現在の端末に対して複数基地局協調サービスを行う無線利用率が最高である $p-1$ 個の非サービス提供基地局を選択して現在の端末の一時的最適クラスタリングとする。無線利用率を計算するときに、最初のチャンネル状態情報における減衰とチャンネル偏位情報に基づいて、先ず複数基地局協調サービス伝送行列を推算し、その後伝送行列に基づいて当該一時的クラスタリング内のすべての基地局が現在の端末に対してサービスを行う無線利用率を計算し、和を求める。

10

【0072】

ステップ3：すべての基地局を未クラスタリング基地局集合Eに構成し、クラスタリング済み基地局集合Uを空集合に初期化し、すべての端末を端末集合Wに構成する。

【0073】

ステップ4：先ず端末集合Wの中のすべての端末の一時的最適クラスタリングが最も多く重なるクラスタリングを取り出して現在の有効クラスタリングとし、当該基地局クラスタ内の p 個の基地局を未クラスタリング集合Eから削除し、クラスタリング済み集合Uに追加し、最後に現在のクラスタを一時的最適クラスタリングとして選択したすべての端末を端末集合Wから削除する。

20

【0074】

ステップ5：現在の未クラスタリング集合Eが空集合であるか、あるいは現在の未クラスタリング集合Eの中の残りの基地局の数が各基地局クラスタの基地局の数より小さい場合、あるいは端末集合Wが空集合である場合は、ステップ7に進み、そうでない場合はステップ6に進む。

【0075】

ステップ6：端末集合Wの中のすべての端末の一時的最適クラスタリングが最も多く重なるクラスタリングを取り出すことができる場合はステップ4に戻り、最も多く重なる一時的最適クラスタリング選択が二つあるいは二つ以上 (T 個あるとする) がある場合は、各クラスタリング選択に対応する端末の無線利用率の和を求め (S_t だとし、 t は現在の T 個の一時的最適クラスタリング選択の中の一つである)、最大 S_t を有する一時的最適クラスタリング選択 t を取り出して、現在の最も多く重なるクラスタリングとし、ステップ4に戻る。

30

【0076】

ステップ7：クラスタリングアルゴリズムを終了し、クラスタリング結果をすべての基地局に送信する。

40

【0077】

以下、本発明の他の状況、即ち、通信制御システムにおいて一部の端末が移動する場合について説明する。

【0078】

図20は本発明の通信制御システムにおける一部のモバイル端末の移動後の実現例である。図21は本発明の通信制御システムにおける一部のモバイル端末の移動後のチャンネル状態情報テーブルである。

【0079】

あるタイムスロットにおいて、図20に示すように、上述の実施例における端末1は移動せず、端末2と端末3および端末4がそれぞれある位置まで移動したとすると、チャネ

50

ル状態情報テーブルは図 2 1 に示す内容に変わる。基地局 1 7 は端末 1 2 にしかサービスを提供せず、現在の基地局クラスタリングの形式は図 1 8 の内容に基づいて動的クラスタリングを行った結果である。この場合、現在のチャンネル状態情報テーブル図 2 1 の内容に基づいて生成される簡単なチャンネル状態情報行列 H は次の通りである。

2.0 0.4 0 0.9
 0.8 1.9 0.5 0.2
 0.3 0 2.6 0.6
 0.1 0.5 0.7 2.1

【 0 0 8 0 】

この行列に基づいて、図 1 9 に示すような干渉関係図を生成することができる。図 1 9 は本発明にける動的クラスタリングアルゴリズムに用いられる干渉関係図の一つの実現例である。生成された干渉関係図は無向グラフであり、各ノード 1 9 0 1 は一つの基地局に対応し、それぞれの二つのノード間の辺 1 9 0 2 は二つの基地局 7 の間の干渉関係に対応し、その重み (weight) は二つの基地局の干渉係数 1 9 0 3 である。当該干渉関係図は集中クラスタリングサーバの中のクラスタリング制御部 1 5 0 7 によって現在のチャンネル状態情報テーブル 1 9 1 2 の中の内容に基づいて生成される。図 1 9 の中のすべての現在の干渉係数 1 9 0 3 の計算結果は次の通りである。

$W_{12} = 0.80$; $W_{13} = 0.09$; $W_{14} = 0.82$;
 $W_{23} = 0.25$; $W_{24} = 0.29$; $W_{34} = 0.85$

【 0 0 8 1 】

各基地局クラスタ内の基地局数が 2 であるとする。この場合、ある基地局クラスタの可能性のクラスタリングパラメータ L_i の計算結果は表 2 に示す通りである (小から大の順で配列する)。

【表 2】

| Nodes permutation | L_i |
|-------------------|-------|
| 1, 2 | 1.45 |
| 3, 4 | 1.45 |
| 1, 4 | 2.03 |
| 2, 3 | 2.03 |
| 1, 3 | 2.72 |
| 2, 4 | 2.72 |

【 0 0 8 2 】

最終的に図 7 に示された方法に従って、集中クラスタリングサーバは二つの基地局クラスタ ({ 1, 2 } と { 3, 4 }) を選択して最終結果とする。

【 0 0 8 3 】

そのため、このような状況において、端末 1 が位置を変更せず、即ち静止状態であっても、動的基地局クラスタリングは変更されてしまう。本発明における動的基地局クラスタリング方法は現在のネットワークの中のすべての基地局と端末との間の無線リンクの干渉に基づくため、ある端末の無線チャンネル状態は変化しないが、ある端末の無線チャンネル状況は変化するとき、クラスタリングの結果が影響を受けることもある。すべての端末の位置が変化しなくても、周囲の環境に変化が生じた場合 (例えば、いくつかの端末の周辺が一時的に現れた障害物によって関連基地局とのチャンネル状況に影響が生じる)、無線チャンネル状況に変化が生じ、クラスタリングの結果も多かれ少なかれ影響を受けることになる。しかし、本発明における動的基地局クラスタリング方法は常に現在のチャンネル状態において最適なクラスタリング方法を見つけることができる。

【 0 0 8 4 】

図 2 2 は本発明における動的クラスタリングアルゴリズムの優越性対比図である。横軸 2 2 0 2 は受信信号対雑音比 S N R で、単位は d B であり、縦軸 2 2 0 1 は現在のシステムの平均容量で、単位は bit / s / Hz である。図には曲線が四本あり、理論上最適な曲線は最も上にある一本 2 2 0 3 であり、当該理論値は次のシャノンチャネル式によって計算される。

チャンネル容量 / 周波数幅 = $\log (1 + \text{信号対干渉比})$ 。

【 0 0 8 5 】

曲線 2 2 0 4 は本発明による動的クラスタリングが行われた後に、複数基地局協調サービスを行うときの平均性能であり、曲線 2 2 0 5 は静的クラスタリングを行うときの複数基地局協調サービスの平均性能であり、曲線 2 2 0 6 は複数基地局協調サービスを行わないときの平均性能である。

10

【 0 0 8 6 】

本発明における動的クラスタリング方法は静的クラスタリング方法に比べて性能が明らかに向上しており、より理論的理想値に接近し、クラスタリングアルゴリズムも非常に簡単である。曲線 2 2 0 4、2 2 0 5 および 2 2 0 6 は複数の基地局と複数の端末のネットワークにおいて、大量のシミュレーションを行って得られた統計分布結果である。

【 0 0 8 7 】

本発明のモバイル端末は携帯電話でもよく、あるいは無線オンライン機能を有するノートパソコンでもよく、その他の無線通信機能を有する通信設備でもよい。

(本発明の優位性)

20

【 0 0 8 8 】

(1) 現在のネットワークにおける最適な基地局クラスタリング組み合わせを動的に探し出す。

(2) 動的クラスタリングスケジューリングに用いるパラメータは各端末からネットワーク側に報告される基本的なチャンネル状態情報であり、従来の端末を変更せずに本発明におけるシステムと方法をサポートすることができる。

(3) モバイル通信基地局から集中クラスタリングサーバに報告される情報は簡略化されたチャンネル状態情報であるため、通信のバンド幅を節約できる。

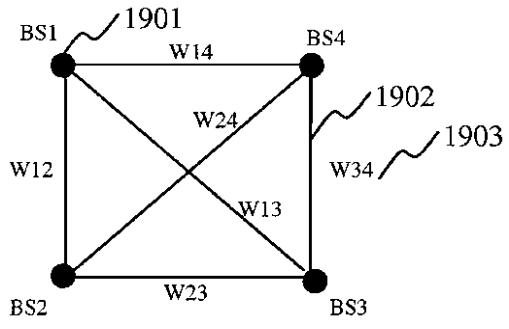
(4) すべてのスケジューリングはいずれも簡略化された実数チャンネル状態情報に基づいて行われる計算であり、計算の方法はいずれも四則演算および平方演算であり、計算量が非常に少なく、且つハードウェアの実現に非常に適合するため、通信タイムスロットの粒度ごとの動的クラスタリングスケジューリングが可能である。

30

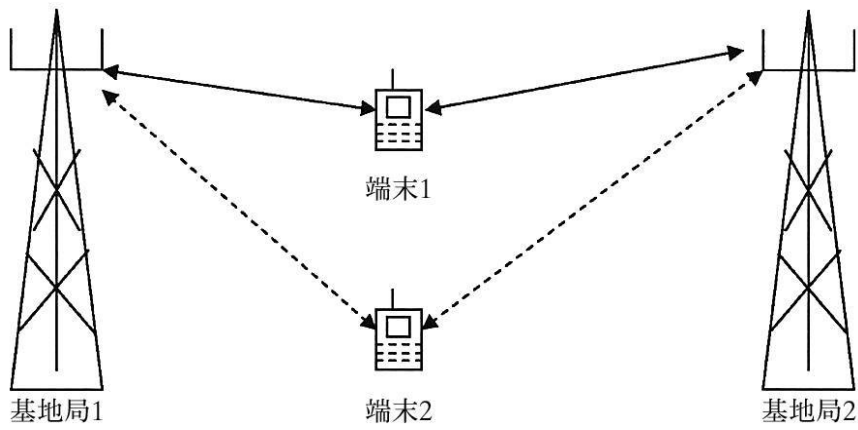
(5) クラスタリングの方法は様々な基地局クラスタの大きさに適用する。

(6) 従来のモバイル通信基地局と端末に対する変更が非常に小さい。

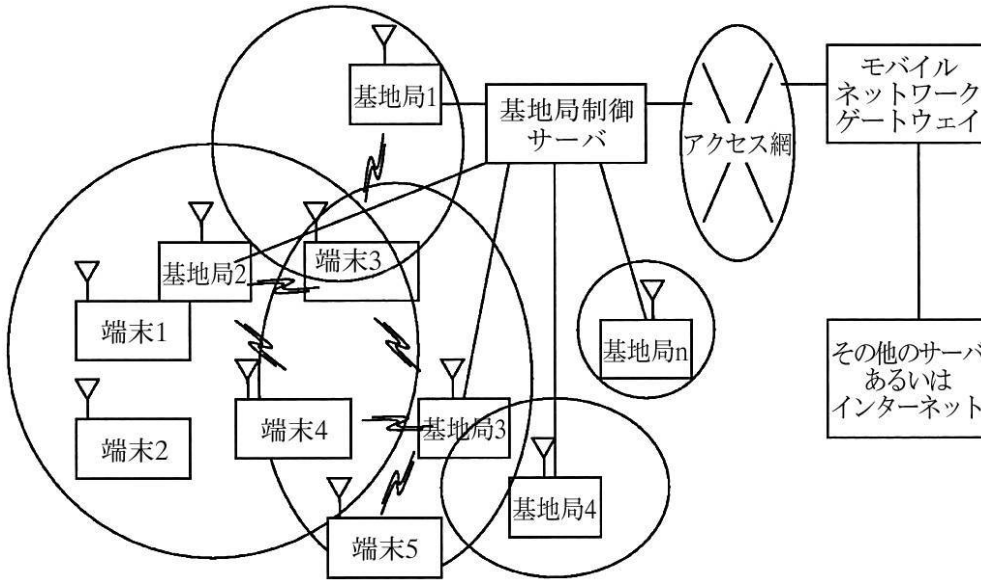
【 図 1 9 】



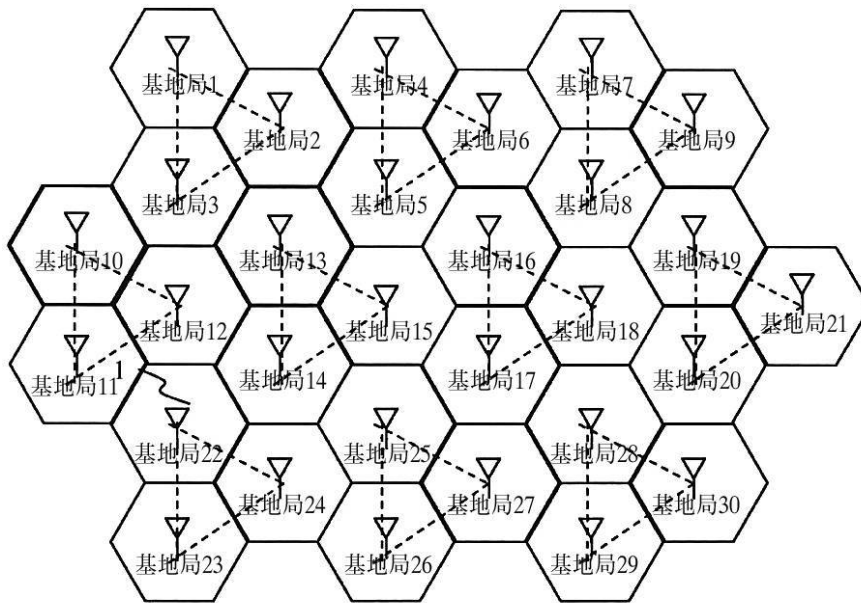
【 図 1 】



【 図 2 】

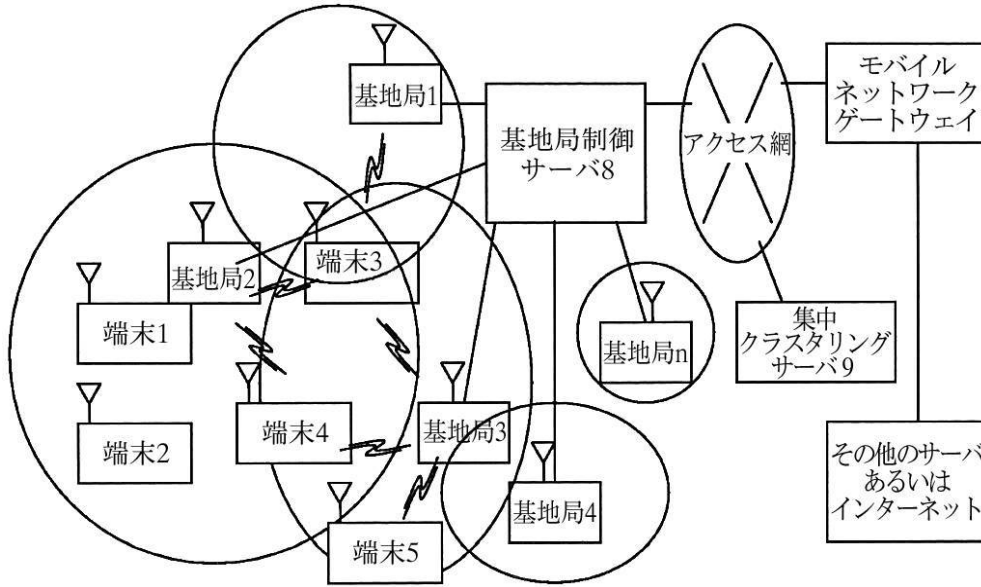


【 図 3 】

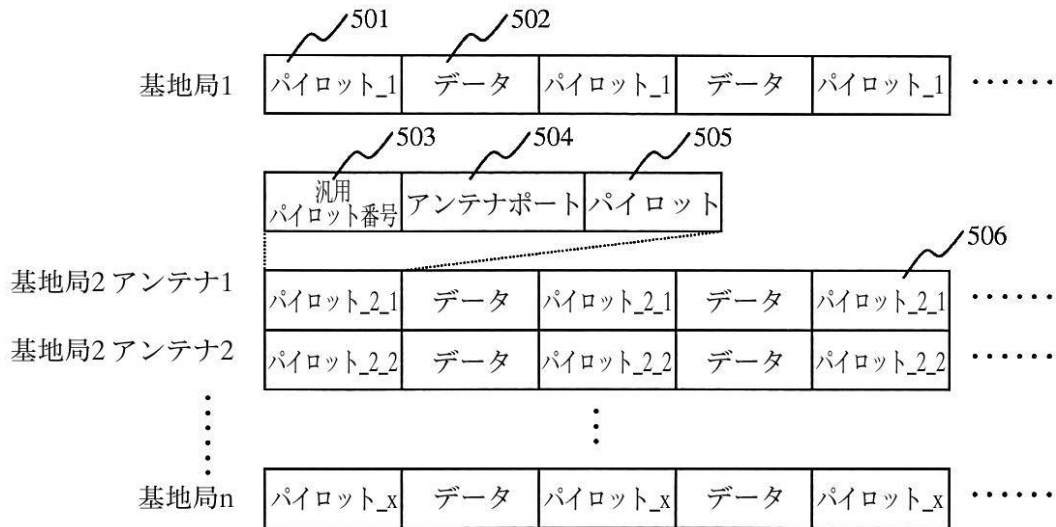


----- 同一の協調サービスクラスタ内の基地局間のインターフェース

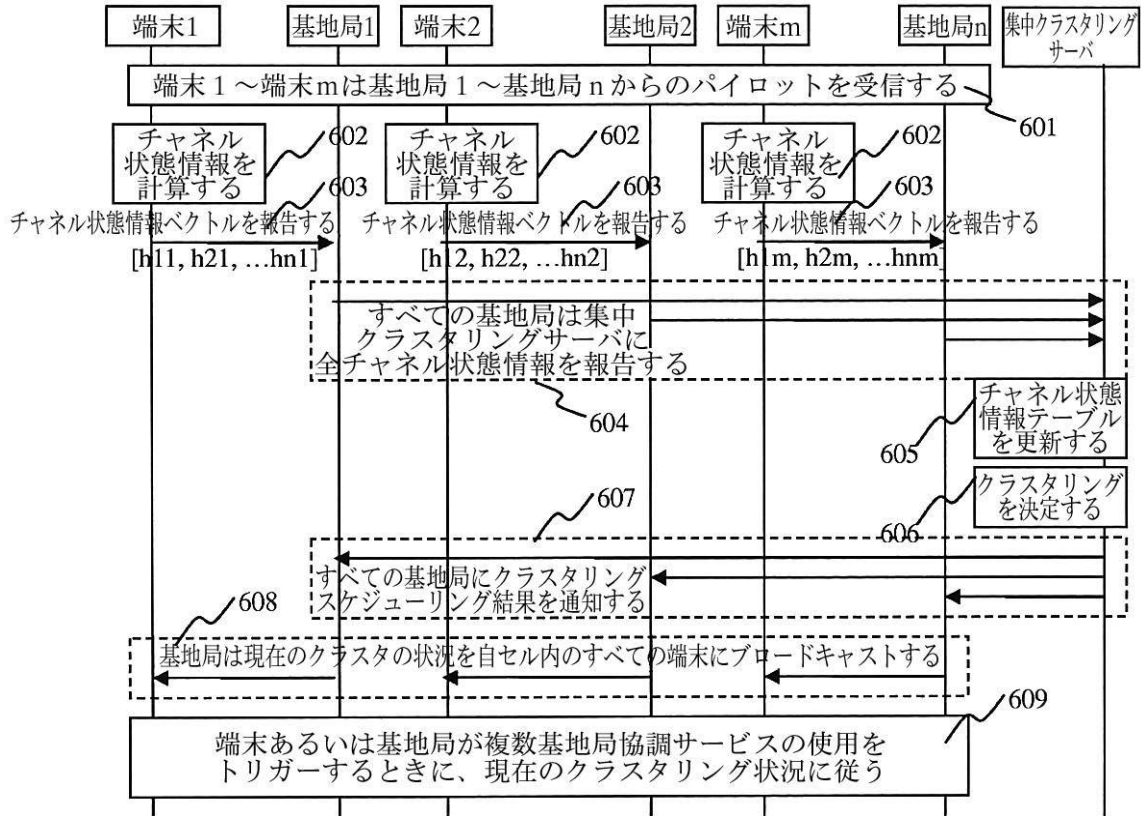
【図4】



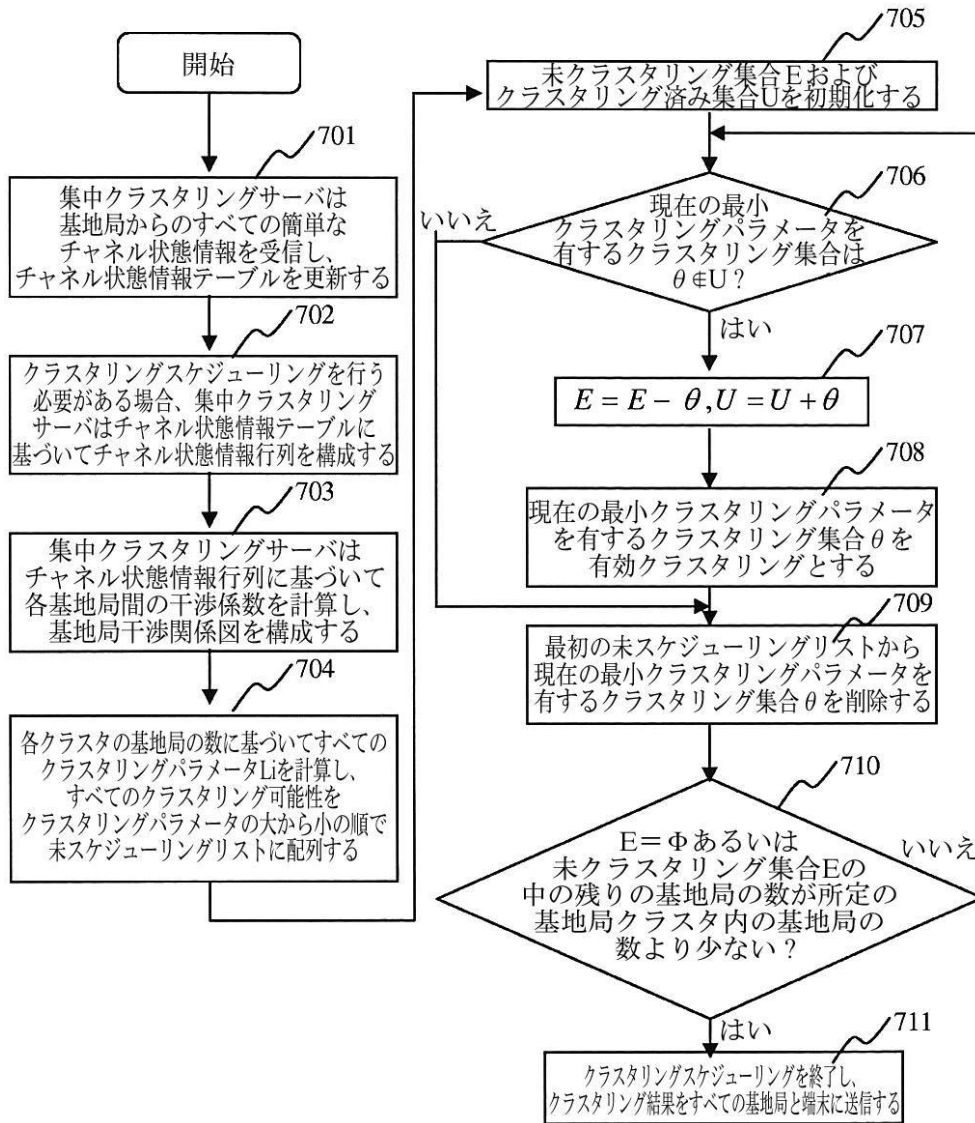
【図5】



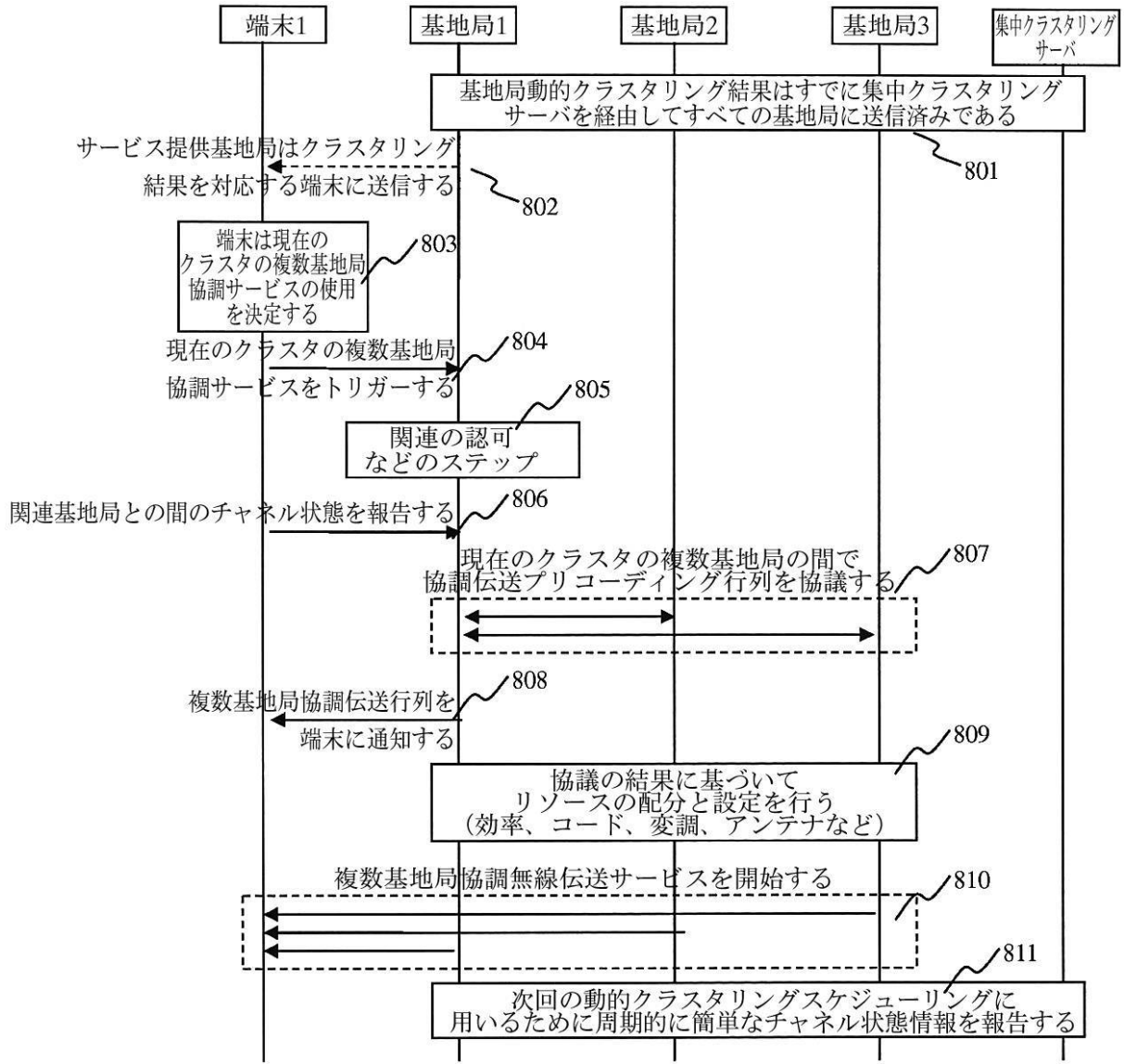
【図6】



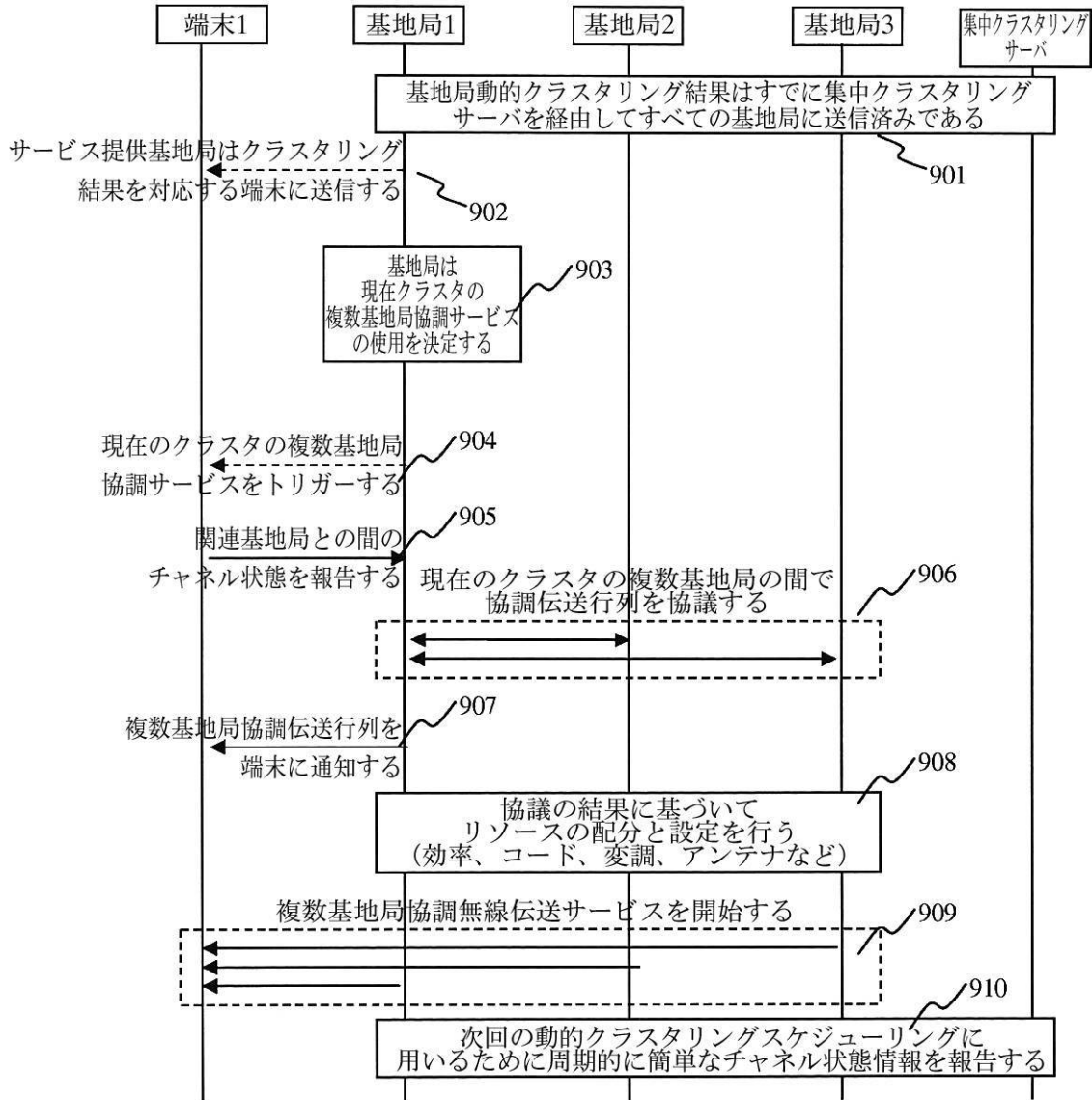
【図7】



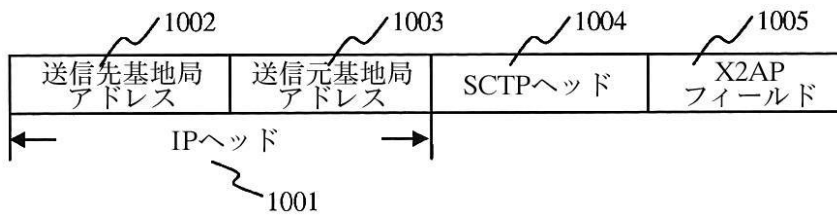
【図8】



【図9】



【図10】



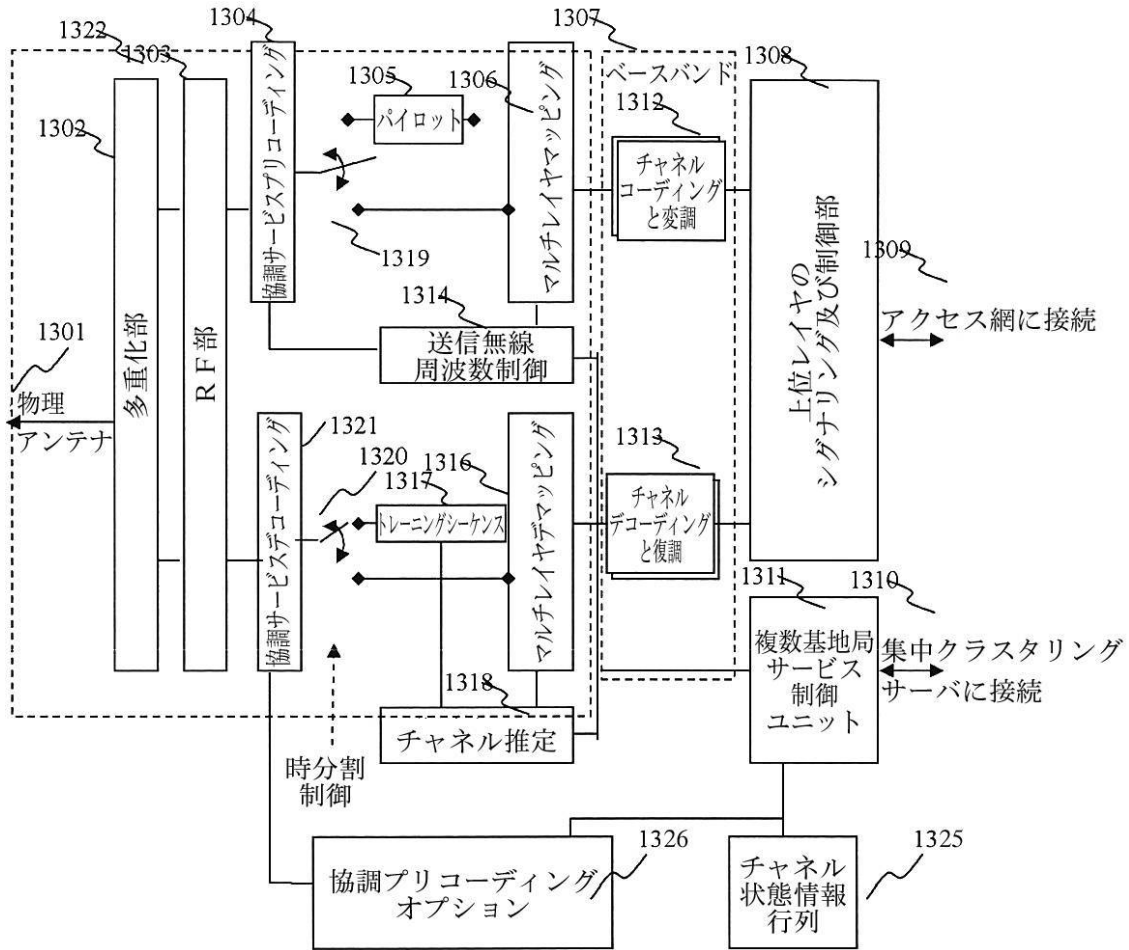
【図 11】

| 情報ユニット | 必須/ オプション | 情報ユニットの 基本内容及び 代表的な数値 | 追加説明 |
|---|--------------|--------------------------------|---|
| メッセージ種別 1101 | 必須 | 複数基地局協調リクエスト | |
| サービス提供基地局の 端末に対応する X2AP プロトコル番号 1102 | 必須 | 整数 (1..4095,...) | 当該番号はサービス提供基地局から 送信先基地局の方向へ唯一に一つの 端末を識別できる |
| 送信先基地局番号 1103 | 必須 | 整数 (1..4095,...) | |
| 送信先基地局の 関連セルID 1104 | 必須 | 整数 (1..4095,...) | |
| 複数基地局 サービスリクエスト 種別 1105 | 必須 | 列挙値 (開始、停止、...) | |
| リクエスト報告の内容 1106 | 必須 | ビットシーケンス (語長(32)) | 各識別ビットは一つの関連情報 ユニットを表示し、これらの リストされた情報ユニットは、 送信先基地局がサービス提供基地局 に報告して協議する必要がある。例えば、 第一のビット=プリデコーディングオプション 第二のビット=協調サービスの出力パワー 第三のビット=変調速度 など |
| 報告周期 1107 | オプション | 列挙値 (1000ms, 2000ms, , ...) | |
| 送信先基地局と端末との 間のチャンネル状態情報 1108 | 必須 | 量子化後の チャンネル状態値 | |
| その他のオプション情報 1109 | オプション | | |

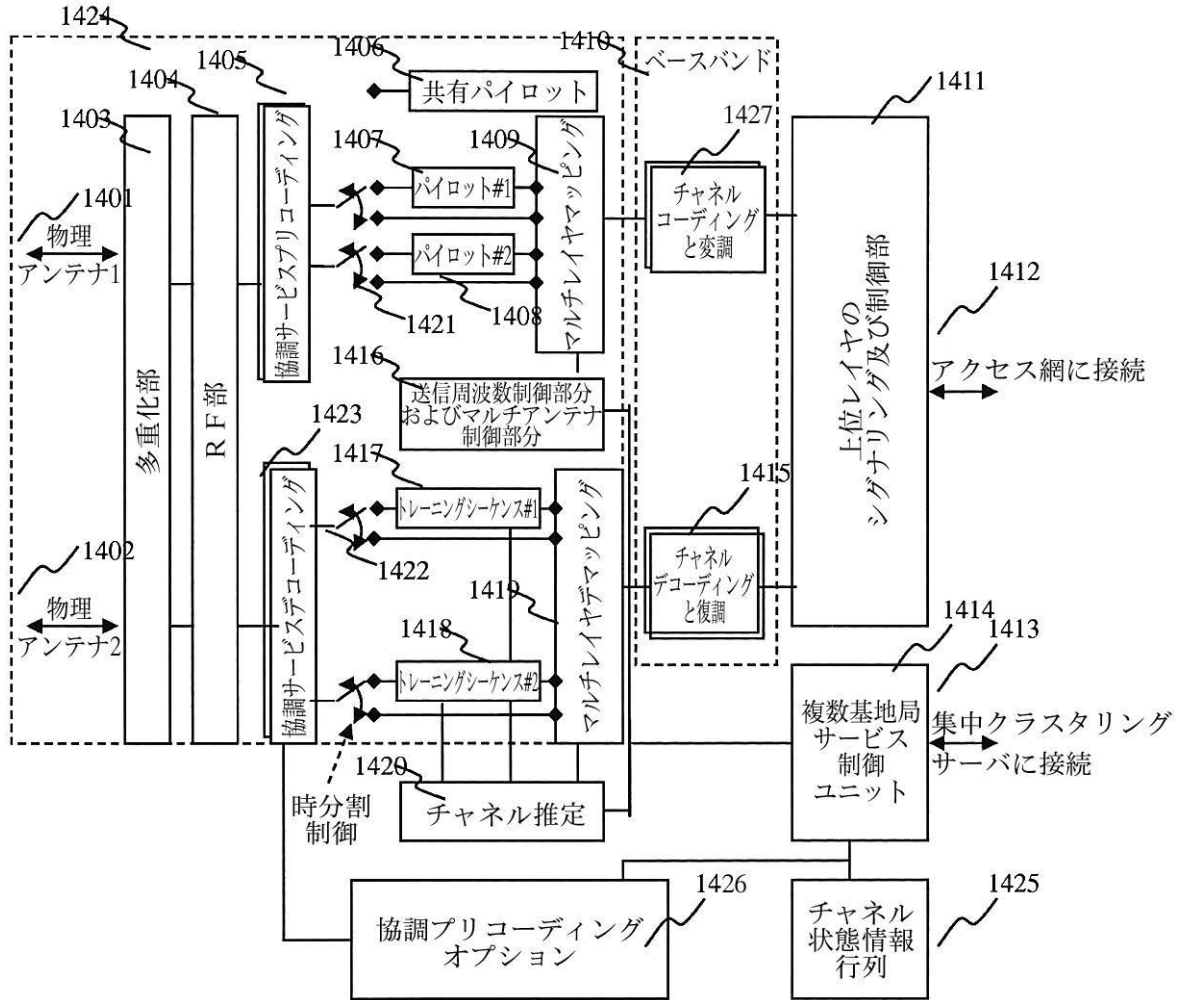
【図12】

| 情報ユニット | 必須/ オプション | 情報ユニットの 基本内容及び 代表的な数値 | 追加説明 |
|---|---------------|---------------------------------|---|
| メッセージ種別 | 1201 必須 | 複数基地局 協調応答 | |
| サービス提供基地局の 端末に対応するX2AP プロトコル番号 | 1202 必須 | 整数 (1..4095,...) | 当該番号はサービス提供基地局から 送信先基地局の方向へ唯一に一つの 端末を識別できる |
| 送信先サービス 提供基地局の 端末に対応する X2APプロトコル番号 | 1203 必須 | 整数 (1..4095,...) | 当該番号は送信先基地局から サービス提供基地局の方向へ 唯一に一つの端末を識別できる |
| 送信先基地局の 関連セルID | 1204 必須 | 整数 (1..4095,...) | 送信先基地局によって 割り当てられる |
| 複数基地局サービス リクエスト種別 | 1205 必須 | 列挙値 (開始、停止、...) | X2APリクエストメッセージの中の 対応する情報ユニットの内容と 同じである必要がある |
| 応答報告の内容 | 1206 必須 | ビットシーケンス (語長(32)) | X2APリクエストメッセージの中の 対応する情報ユニットの内容と 同じである必要がある |
| 報告周期 | 1207 オプション | 列挙値 (1000ms, 2000ms, , ...) | |
| プリコーディング オプション | 1208 オプション | 協調伝送の プリコーディング オプション | |
| 協調伝送のパワー | 1209 オプション | Power allocated in Target BS | |
| 変調速度 | 1210 オプション | 64QAM, 16QAM, QPSK..... | |
| その他のオプション情報 | 1211 オプション | | |

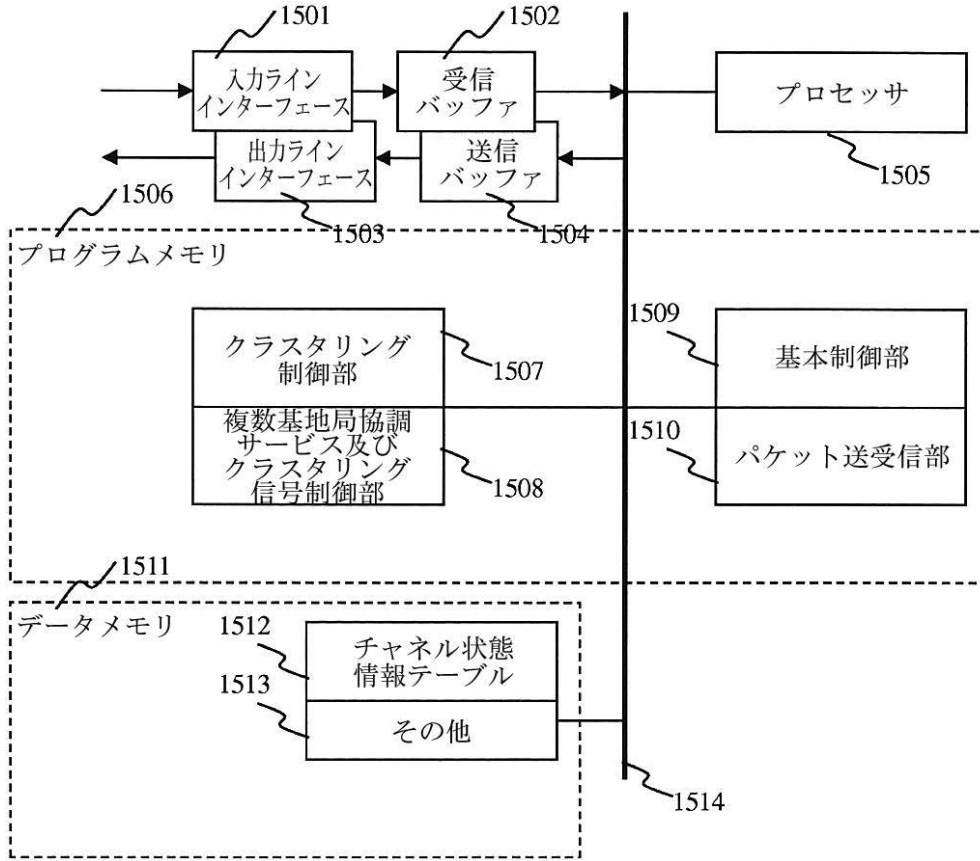
【図13】



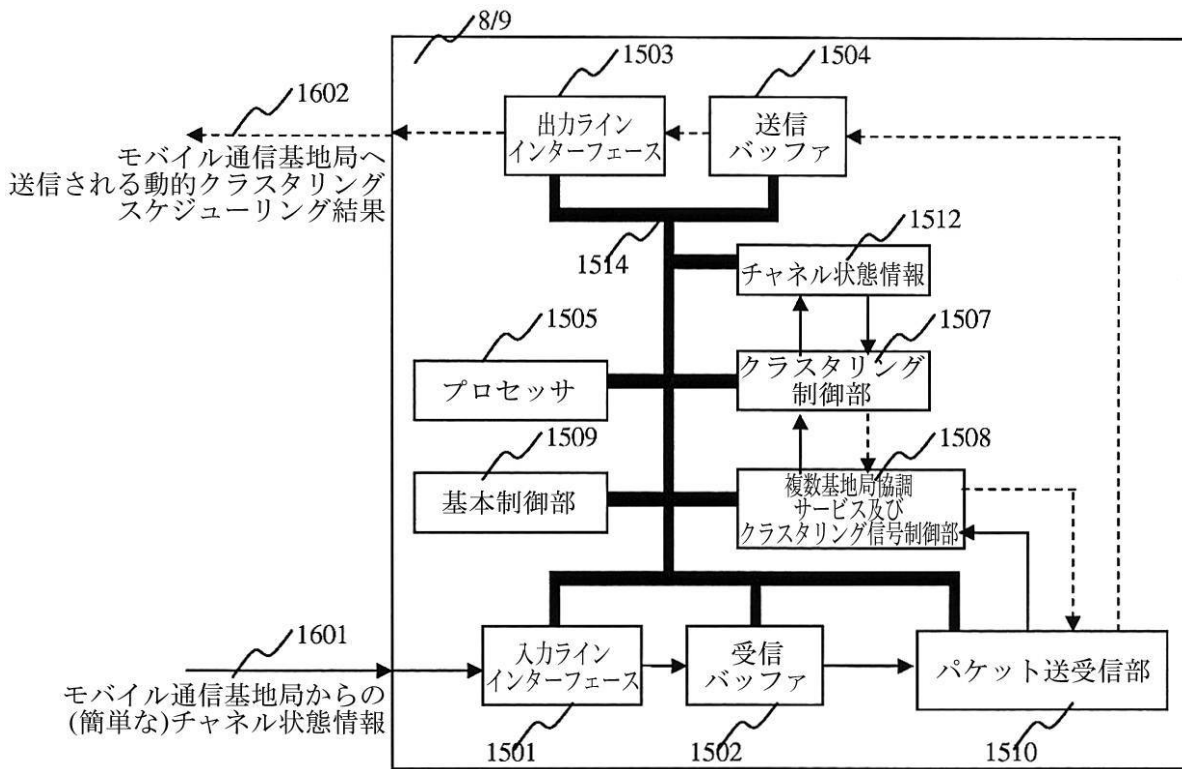
【図14】



【図15】



【図16】



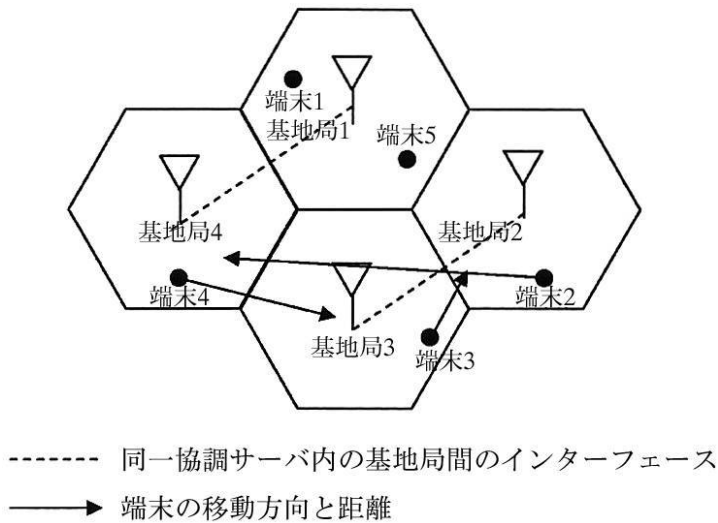
【図17】

| 端末 | 1701 基地局1 | | 1702 基地局2 | | | | 基地局m | |
|------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか？ (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか？ (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか？ (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか？ (1/0) |
| | lh1xl | | lh2xl | | lhycl | | lhmxl | |
| 端末1 | h11 | 1/0 | h21 | 1/0 | | | hm1 | 1/0 |
| 端末2 | h12 | 1/0 | h22 | 1/0 | | | hm2 | 1/0 |
| 端末3 | h13 | 1/0 | h23 | 1/0 | | | hm3 | 1/0 |
| | | | | | | | | |
| 端末n | h1n | 1/0 | h2n | 1/0 | | | hmn | 1/0 |

【図18】

| 端末 | 1801 BS1 | | 1802 BS2 | | BS3 | | BS4 | |
|-----|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか？ (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか？ (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか？ (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか？ (1/0) |
| 端末1 | 2.0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0. | 0.9 | 0 |
| 端末2 | 0 | 0 | 2.4 | 1 | 0.7 | 0 | 0 | 0 |
| 端末3 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 2.2 | 1. | 0 | 0 |
| 端末4 | 0.8 | 0 | 0 | 0. | 1.6 | 0 | 2.5 | 1 |
| 端末5 | 1.2 | 1 | 0 | 0 | 1.3 | 0 | 0 | 0 |

【図20】



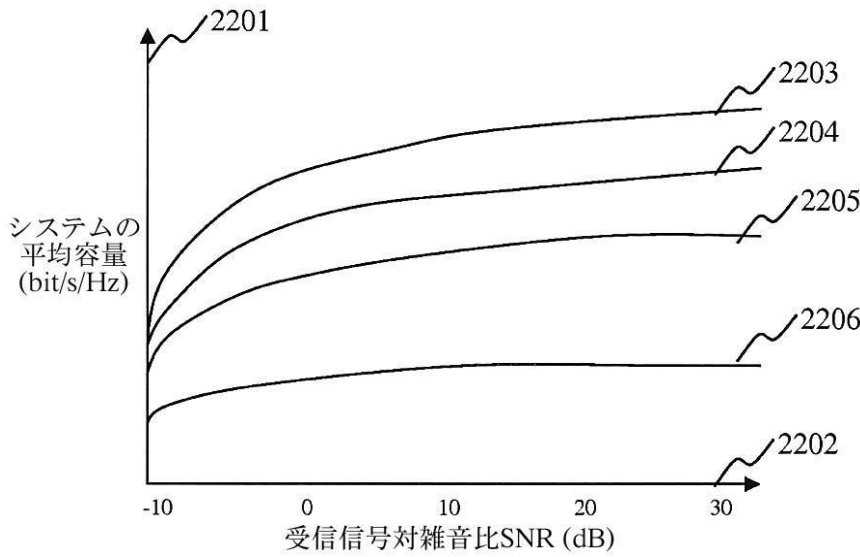
【図 2 1】

1801 1802

| 端末 | BS1 | | BS2 | | BS3 | | BS4 | |
|-----|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
| | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか? (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか? (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか? (1/0) | チャンネル状態情報 | サービス提供基地局であるか? (1/0) |
| 端末1 | 2.0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0.9 | 0 |
| 端末2 | 0.1 | 0 | 0.5 | 0 | 0.7 | 0 | 2.1 | 1 |
| 端末3 | 0.8 | 0 | 1.9 | 1 | 0.5 | 0 | 0.2 | 0 |
| 端末4 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 2.6 | 1 | 0.6 | 0 |
| 端末5 | 1.2 | 1 | 0 | 0 | 1.3 | 0 | 0 | 0 |

1803 1804 1805 1806

【図 2 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 ヤン、ボン
中華人民共和国北京市海淀区中関村科学院南路2号融科资讯中心C座北楼301 日立中国研究開発
有限公司内
- (72)発明者 マ、ユエンチェン
中華人民共和国北京市海淀区中関村科学院南路2号融科资讯中心C座北楼301 日立中国研究開発
有限公司内
- (72)発明者 ガン、ルー
中華人民共和国北京市海淀区中関村科学院南路2号融科资讯中心C座北楼301 日立中国研究開発
有限公司内
- (72)発明者 チョウ、シェン
中華人民共和国北京市海淀区 清華大学内
- (72)発明者 ニウ、ジシェン
中華人民共和国北京市海淀区 清華大学内
- (72)発明者 ゴン、チェ
中華人民共和国北京市海淀区 清華大学内

審査官 望月 章俊

- (56)参考文献 LG Electronics , Dynamic Cell Clustering for CoMP , 3GPP R1-090657 , 3GPP , 2009年 2
月 9日

- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04W4/00 - H04W99/00

H04B7/24 - H04B7/26