

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5610074号
(P5610074)

(45) 発行日 平成26年10月22日 (2014. 10. 22)

(24) 登録日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)

(51) Int. Cl. F I
 HO 4W 16/08 (2009. 01) HO 4W 16/08
 HO 4W 28/16 (2009. 01) HO 4W 28/16

請求項の数 9 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2013-517037 (P2013-517037)	(73) 特許権者	000005223
(86) (22) 出願日	平成22年6月30日 (2010. 6. 30)		富士通株式会社
(65) 公表番号	特表2013-534107 (P2013-534107A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公表日	平成25年8月29日 (2013. 8. 29)	(74) 代理人	100107766
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/059319		弁理士 伊東 忠重
(87) 国際公開番号	W02012/000551	(74) 代理人	100070150
(87) 国際公開日	平成24年1月5日 (2012. 1. 5)		弁理士 伊東 忠彦
審査請求日	平成25年3月25日 (2013. 3. 25)	(74) 代理人	100192636
前置審査			弁理士 加藤 隆夫
		(72) 発明者	アガルワル・ラジニ
			イギリス国, エイチエイ6 1ディーエイチ, ノースウッド, ジャスミン クローズ 11番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー効率の良いモバイルオーバーレイネットワークの遷移メカニズム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の数の無線局がアクティブな第1の状態と第2の別の数の無線局がアクティブな第2の状態との間の切り替えを有する通信ネットワーク内のセルのクラスタの方法であって、前記第2の状態は、前記第1の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とし、状態間の遷移は送信パラメータ調整を用いて実行され、前記送信パラメータ調整は複数の無線局で時間的に協調して1又は複数のステップで行われ、

前記方法は、先ず、遷移により生成されると期待されるユーザ機器のハンドオーバーの数に従って、遷移のステップ数及び/又はステップサイズを決定するステップ、を有する方法。

【請求項 2】

送信パラメータ調整の少なくとも1つのステップの後に、時間遅延が続き、ユーザ機器のハンドオーバーを可能にし、前記時間遅延は、ステップ変化の結果として期待される全ての前記ユーザ機器のハンドオーバーのためのハンドオーバー処理を完了するために必要な合計時間より多いか又はそれに等しい、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

調整される前記送信パラメータは、送信電力及び/又はアンテナダウンチルトを含み、送信電力及びアンテナダウンチルトは送信パラメータ調整の別個のステップで調整される、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項 4】

次に、前記第2の状態と第3の状態との間で切り替えるステップを更に有し、前記第3の状態は、更に別の数の無線局がアクティブであり、前記第3の状態は、前記第1及び第2の状態と同じ地理的カバレッジだが更に異なる容量を提供することを目的とし、前記第2及び第3の状態間の遷移は送信パラメータ調整を用いて実行され、前記送信パラメータ調整は複数の無線局で行われ、該無線局に対して時間的に協調される、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

高容量状態と低容量状態との間の遷移又はその逆では、両方の状態でアクティブなマクロ無線局及び高容量状態でのみアクティブなマイクロ無線局は、自身の送信パラメータを調整し、全てのマクロ無線局は自身の送信パラメータを一緒に調整し、全てのマイクロ無線局は自身のパラメータを一緒に調整する、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項6】

2つの状態間の遷移に対する送信パラメータ調整は、それぞれ各マイクロ無線局若しくはマクロ無線局の全ての送信パラメータ調整のための第1の段階及び各マクロ無線局若しくはマイクロ無線局の全ての送信パラメータ調整のための第2の段階の2つの連続する段階で実行され、高要求状態への切り替えにおいて、各マイクロ無線局は前記第1の段階で調整され、低要求状態への切り替えにおいて、各マクロ無線局は前記第1の段階で調整される、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

20

無線局を含む通信ネットワークであって、前記通信ネットワーク内の無線局のクラスタは、第1の数の無線局がアクティブな第1の状態と第2の別の数の無線局がアクティブな第2の状態との間で切り替えるよう動作可能であり、前記第2の状態は、前記第1の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とし、前記無線局は、送信パラメータ調整を用いて状態間の遷移を実行するよう制御され、前記送信パラメータ調整は複数の無線局で時間的に協調して1又は複数のステップで行われ、先ず、遷移により生成されると期待されるユーザ機器のハンドオーバーの数に従って、遷移のステップ数及び/又はステップサイズが決定される、通信ネットワーク。

【請求項8】

通信ネットワーク内の無線局のクラスタ内の無線局であって、前記クラスタは、第1の数の無線局がアクティブな第1の状態と第2の別の数の無線局がアクティブな第2の状態との間で切り替えるよう動作可能であり、前記第2の状態は、前記第1の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とし、前記無線局は、送信パラメータ調整を用いて状態間の遷移を実行するプロセッサを有し、前記送信パラメータ調整が前記クラスタ内の他の無線局と時間的に協調して1又は複数のステップで行われるよう時間指定され、先ず、遷移により生成されると期待されるユーザ機器のハンドオーバーの数に従って、遷移のステップ数及び/又はステップサイズが決定される、無線局。

30

【請求項9】

協調を制御する装置であって、第1の数の無線局がアクティブな第1の状態と第2の別の数の無線局がアクティブな第2の状態との間の切り替えを協調することにより、通信ネットワークの無線局のクラスタにおける遷移を制御するよう動作可能であり、前記第2の状態は、前記第1の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とし、前記協調を制御する装置は、前記無線局に送信パラメータ調整を用いて状態間の遷移を実行するよう指示するプロセッサを有し、指示された送信パラメータ調整は、複数の無線局で時間的に協調して1又は複数のステップで行われ、先ず、遷移により生成されると期待されるユーザ機器のハンドオーバーの数に従って、遷移のステップ数及び/又はステップサイズが決定される、協調を制御する装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、無線通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

本発明は、無線通信システムに関する。3GPP LTE、WCDMA、802.16e-2005及び802.16mを含むシステムに基づくCDMA又はOFDMAのような無線ネットワークの計画は、主としてネットワークの地理的カバレッジ及び容量（データスループット）に基づく。高密度の加入者を有する領域、例えば密集した都市、都市又は郊外では、容量は、提供されるセル半径、したがってセルサイト密度の決定的要因になる場合が多い。したがって、単一の無線局（又は基地局又は中継局）により提供されるセル半径は、該無線局によりサポートできる実際の無線カバレッジよりも小さい可能性がある。しかしながら、一時的なトラフィック負荷の変動及び他の要因は、カバレッジに影響を与えずに、低トラフィック要求の時間中に幾つかの無線局をオフに切り替えることを可能にする。幾つかの無線局を周期的にオフに切り替えることは、全ての無線局が送信しているときに濃密なレイヤが、幾つかの無線局がオフに切り替えられているときに、例えば低無線サービス要求のときに希薄なレイヤが見えるので、オーバーレイ技術又はスキームと称される。

10

【0003】

このようなオーバーレイスキームをサポートするよう計画されたネットワークは、電力消費の節約をもたらし、それによりカーボンフットプリントや事業者の運営費（OPEX）の削減をもたらす。よって、オーバーレイネットワーク技術は、節電の目的でモバイルブロードバンド業界で広く提案され議論されている。事業者を利用可能なリソースに依存して多数の異なる構成を実施することが可能である。このような構成の一例を図1に示す。図は、2つの異なる状態にあるネットワーク1を示す。左は、低容量状態を示す。この低容量状態は、左側の時間図に示したハイライトした時間において実施され、幾つかの無線局2のみがアクティブになり、より大きいセル3を生じる。アクティブな無線局2の各々は、セル3を生じる。図中、アクティブな無線局は、非アクティブな無線局4よりも大きく示される。高要求の時間には、ネットワークは対応する時間図と共に右に示す高容量状態に切り替えられ、セルサイズが縮小される。全ての無線局2、4がアクティブであり、全て同じサイズを有するよう示され、セル3を生じている。2つの状態間の遷移で、セルサイズは、本例では1000mから433mに縮小する。

20

30

【0004】

図1の例示的なシナリオは、時間図に示すように、24時間の期間に渡るトラフィック要求が1日のうちの12時間では所与の閾を超えるが残りの12時間の期間では閾より低い場合を考慮している。上述のような容量の制約された展開では、トラフィックが特定の閾より低くなる期間中にトラフィック要求を満たしたまま、カバレッジに影響を与えずに特定の無線局をオフに切り替えることが可能である。対比を目的として、両状態でオンのままである無線局を「マクロ」無線局と称し、高容量状態（高いトラフィック要求の間）のみオンのままである無線局をマイクロ無線局と称する。したがって、オーバーレイネットワークの2つのティア（又はレイヤ）が形成される。高容量状態では全ての無線局がオンであり、低容量状態ではマクロ無線局のみがオンである。

40

【0005】

留意すべき点は、本例では、図1のマクロ無線局のカバレッジが、マイクロ無線局がオンのままの間はマイクロ無線局のカバレッジと同様だが、マイクロ無線局がオフに切り替えられたときにはネットワーク全体のカバレッジを維持するために増大することである。

【0006】

R3-092787, Huawei, ZTE, China Unicom, "Discussion on Gradually Cell Switch off/on", 3GPP TSG-RAN WG3#65bis, October 2009は、オーバーレイスキームに関し、セルがオフに切り替えられる段階の間の遷移では、遷移中のユーザ機器のセル間ハンドオーバを制御するために、送信電力を引き上げる又は引き下げるという概念を提供している。しかしながら、発明者等は、遷移の実際の実装が、セルを

50

オン又はオフに切り替える電力パラメータの制御された調整より多くの入力を必要とすることを理解した。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、エネルギー効率の良いモバイルオーバーレイネットワークの遷移メカニズムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の実施形態は、第1の数の無線局がアクティブな第1の状態と第2の別の数の無線局がアクティブな第2の状態との間の切り替えを有する通信ネットワーク内のセルのクラスタにおける自動状態遷移の方法を提供する。当該方法は、前記第2の状態は、前記第1の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とし、状態間の遷移は送信パラメータ調整を用いて実行され、前記送信パラメータ調整は複数の無線局で行われ、該無線局に対して時間的に協調される。

【0009】

省エネルギーオーバーレイネットワークの実際の実装の主な特徴は、セルのクラスタ（又はグループ）内の1又は複数の無線局（一般的に等価な用語により、無線基地局、基地局、BS又はeNBとも称されるが、中継局も含む）がオン又はオフに切り替えられる遷移である。発明者は、遷移において、1つより多い無線局がその送信パラメータを調整すべきこと、及び無線局における調整が協調されるべきこと、例えば協調ステップが複数の無線局で行われるようにすること（しかしながら各ステップは1つの無線局のみで行われても良い）を理解している。例えば、少なくともクラスタ内の、オン又はオフに切り替えている無線局の近隣の無線局は、切り替えと協調してそれら自身の無線パラメータを適応させなければならない。

【0010】

遷移中、ネットワーク内の無線伝搬特性は変化し、これはクラスタ内のユーザ機器（UE）に無線リンク障害又は呼のドロップを生じる可能性がある。さらに、遷移は利用可能な無線局の数の変化を有するので、アクティブUEの移動状態（移動状態は多くの他の状況でハンドオーバをトリガする）に関係なく、クラスタ内のハンドオーバ（HO）アクティビティに望ましくない制御されないサージをもたらす得る。以上に鑑み、発明者は、無線局の協調が有利であることに気付いた。したがって、無線局における送信パラメータ調整の特定の相対タイミングが定められる。この協調は、無線リンクが遷移中に維持されること、遷移中にマイクロからマクロ無線局へ又はその逆に移動している全てのUEに対してハンドオーバが成功することを保証することを目的としている。

【0011】

本発明の実施形態は、遷移メカニズムのためのソリューションを提供する。該ソリューションは、クラスタ内のオフからオンへの（低状態から高状態への）又はオンからオフへの（高状態から低状態への）遷移に対する自動及び協調パラメータ調整を含み、UEによりeNBへ報告がカバレッジを失わず又は無線リンク障害（Radio Link Failure: RLF）を経験しないこと、及びUEがHOに関連するRLF又はRACH衝突を経験することなく円滑なハンドオーバを実行することを目的とする。これらは以下に詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0012】

本発明の実施形態の好適な特徴は、単なる例として添付の図面を参照して以下に説明される。

【図1】低容量状態及び高容量状態におけるオーバーレイネットワークの概念を示す。

【図2A】本発明の簡易な一般的な実施形態をフローチャートの形式で示す。

【図2B】本発明の簡易な一般的な実施形態をフローチャートの形式で示す。

10

20

30

40

50

【図 2 C】本発明の簡易な一般的な実施形態をフローチャートの形式で示す。

【図 3】本発明の異なる実施形態をフローチャートの形式で示す。

【図 4】無線局の SON サーバを有する LTE の例の概略図である。

【図 5】MME / S - GW の SON サーバを有する LTE の例の概略図である。

【図 6】マイクロモードからマクロモードへの遷移中の、SON サーバとクラスタ内の全ての無線局との間のシグナリングを示す。

【図 7】第 1 のオプションに従う、マイクロモードからマクロモードへの遷移中の、無線基地局におけるイベントシーケンスを示す。

【図 8】第 2 のオプションに従う、マイクロモードからマクロモードへの遷移中の、無線基地局における別のイベントシーケンスを示す。

10

【図 9】マクロモードからマイクロモードへの遷移中の、SON サーバとクラスタ内の全ての無線局との間のシグナリングを示す。

【図 10】第 1 のオプションに従う、マクロモードからマイクロモードへの遷移中の、無線基地局におけるイベントシーケンスを示す。

【図 11】第 2 のオプションに従う、マクロモードからマイクロモードへの遷移中の、無線基地局における別のイベントシーケンスを示す。

【図 12】状態遷移中の近隣無線局のカバレッジを示す地理的図及びグラフである。

【図 13】第 1 のオプションに従う、状態遷移を示す 2 つの地理図と対応するグラフである。

【発明を実施するための形態】

20

【0013】

< 定義 >

用語「クラスタ」は、ここでは、この本願明細書で議論される状態遷移の目的で集合的に及び望ましくは独立して検討されるネットワーク内の少なくとも 2 つの無線局のグループを有する。したがって、最も単純な実施形態では、2 つの無線局を含むクラスタが提供され、一方の無線局はオフに切り替えられ、他方は 2 状態の間の調整された遷移において自身の無線パラメータを適応する。

【0014】

専門的な読者は、2 つの状態間の地理的カバレッジに幾つかの軽微な変更が存在し得ること、しかし 2 つの状態間の主要な変化は、所与の地理的領域、したがって UE 通信をサポートする能力において多数のアクティブな無線局に存在することを理解するだろう。本願明細書で言及される UE は、モバイル又は固定電話、PDA、ラップトップコンピュータ及び / 又は無線リンクを介してセルを提供する無線局により供される他の装置であり得る。

30

【0015】

2 つの状態間の遷移は、送信パラメータが調整される 1 又は複数の個々の協調ステップを有し得る。遷移中の協調ステップの数は、遷移により生成されることが期待される UE ハンドオーバーの期待数により決定され得る。したがって、ハンドオーバーの数が利用可能なアップリンク / ダウンリンク (UL / DL) により処理される程十分低いと期待される場合、送信パラメータを調整する際の協調ステップの数は、理論的には 1 まで減少され得る。高容量状態への遷移では、この単一のステップは、幾つかの無線局における協調送信パラメータを調整する一部として、オンに切り替えられる少なくとも 1 つの無線局が関与する。或いは、無線局をオンに切り替える特定のステップは、協調されなくても良い (例えば、何からかの理由で、UE ハンドオーバーを生じない場合)。低容量状態への遷移では、少なくとも 1 つの無線局がオフに切り替えられる。オンに切り替える遷移とは対照的に、オフへの切り替えは、協調されない可能性がある。大多数の例では、オフへの切り替えは、協調パラメータ調整の 1 又は複数のステップの後に行われ、オフに切り替えられる無線局に属する全ての UE が事前にハンドオーバーできるようにする。

40

【0016】

遷移における各ステップは、カバレッジ調整量の点で他と同じサイズであり得るが、最

50

後のオフに切り替えるステップ又は最初のオンに切り替えるステップを除いて良い。(上述のような)別個のオフへの切り替えステップは、オフに切り替えている基地局に依然として属しているUEの強制ハンドオーバーにより進められ得る。したがって、オフへの切り替えは、必ずしも無線局間で協調されない低容量状態への遷移で唯一のステップであり得る。しかしながら、上述のように、オンへの切り替えステップは、恐らく、直ちにUEハンドオーバーをトリガし、協調される可能性が高い。

【0017】

影響を受けるリング内のアクティブなUEの数が非常に小さい場合(UE分布プロファイルにより決定され、以下に詳細に議論される)、所与のステップは他のステップより遙かに大きい。これは、アクティブなUEの数に対する処理を適応することにより、より速い状態遷移を可能にするという利点を有する。

10

【0018】

ステップの(時間)間隔は、所与のステップで、全てのアクティブモードUEがハンドオーバー手順を完了するのに必要な予測時間に基づき定められ得る。しかしながら、ステップサイズは期待されるハンドオーバー数を制限するように制御されるので、ステップ間隔は、実際には異なるステップ間で一定で良い。

【0019】

所望のステップ間隔を達成するために、望ましくは少なくとも1ステップの遷移パラメータ調整の後に、時間遅延「t」が続く。この遅延は、オフに切り替えるステップを除き、各ステップに提供され得る。このように、時間遅延は、次のステップが行われる前に期待されるUEハンドオーバーのために十分なハンドオーバー時間を可能にするために用いることができるので、非常に有利である。発明者は、このような時間同期無しに、無線カバレッジが期待通り又は計画通りに変化せず、したがってUEの無線リンク障害(Radio Link Failure)を生じる可能性があり、QoSに影響を与え得ることを理解した。

20

【0020】

「t」の値は、一定であるか、実施される各ステップに対して個々に設定されても良く、望ましくは期待される又はステップ変化の結果として開始される全てのハンドオーバーのためのハンドオーバー処理を完了するのに必要な合計時間より大きいか若しくはそれに等しい。例えば、3GPP-LTEの場合には、ハンドオーバー処理は、S1又はX2インタフェースを介して各UEについて生じ得る。「t」は、HOのための測定を報告するHOイベントからの時間、Time to Trigger、HO Command&Acknowledgement、Target eNBへのStatus/Resource転送、及び最後にSource eNBでリソースが解放されるまでの時間を有し得る。

30

【0021】

各ステップで調整され得る送信パラメータは、送信電力、アンテナダウンチルト(単にチルト又はアンテナチルトとも称される)、パワーオン/オフ、及びアンテナ高さ及びアンテナ方位角のような他の適切な送信パラメータを有する。これらの内の最後の2つは、以下の理由から詳細に検討されない。

(1) 高さ及び/又は方位角は遠隔に調整できない。ソフトウェアコマンド(又は電気信号)がモータを作動できる(線形又は角度に関する機械的動きを生じる)としても、可動部分が故障する可能性が高く、それらの調整は常に推奨されない。

40

(2) 現在、アンテナの高さも方位角も、状態間の遷移では十分であり、両者とも電力及び/又はチルト調整と一緒に実行される必要がない。

【0022】

多くの実施形態では、送信電力及びアンテナダウンチルトの両方が調整される。無線局でこれら2つのパラメータを同時に(つまり、単一のステップで)調整することは可能だが、これは、カバレッジに与える可能性のある全体的な影響により(制御されないハンドオーバーをトリガする可能性がある)、通常不利である。したがって、望ましくは、送信電力及びチルトは、望ましくは上述のような遅延により分けられた、送信パラメータ調整の連続するステップで調整される。送信電力及びアンテナチルトは、どちらの順序で調整さ

50

れても良い。

【0023】

本発明の実施形態は、2つより多くの状態（又はレイヤ）間を切り替え可能な通信ネットワークのクラスタに拡張できる。これにより、全ての無線局は、最高状態（最も高い容量要求を有する状態）でアクティブであり、より低い状態では無線局サイトの密度は低減する。これは、トラフィック要求の変化に関してネットワーク構成を適応するより高い柔軟性を可能にすることにより、エネルギー節約の更なる最適化を提供できる可能性がある。したがって、本発明の実施形態による方法は、第2の状態と第3の状態の間で切り替えるステップを有し、第3の状態では、更に異なる数の無線局がアクティブである。第3の状態は、第1及び第2の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とする。第2の状態と第3の状態の間の遷移は、再び、送信パラメータ調整を用いて実行され、複数の無線局で行われ、これら全ての無線局について時間的に協調される。専門的な読者は、如何なる2状態間の切り替えも、第1及び第2の状態間の切り替えと同様に実行されることを理解するだろう。

10

【0024】

容量の昇順/降順で検討され得る2つより多い状態が存在する場合、連続的でない状態間の切り替えを行うことも可能である。つまり、 $m > 1$ のとき、「 n 」から「 $n + m$ 」へ又は「 n 」から「 $n - m$ 」への状態変化が可能である。このような変化は、トラフィック負荷により決定でき、トラフィック負荷（容量要求）の変化が緩やかでなく急激なときに生じ得る。

20

【0025】

上述のように、状態間の遷移では、両状態でオンのままである無線局を「マクロ」無線局と称し、高容量状態（高いトラフィック要求の間）のみオンのままである無線局をマイクロ無線局と称する。高容量状態を「マイクロモード」と称し（マイクロ無線局がアクティブであるため）、低容量状態をマクロモードと称する（マクロ無線局のみがアクティブであるため）。以下の説明は、各クラスタ内の複数のマクロ無線局及び複数のマイクロ無線局に関する。しかし、専門的な読者は、実際には単一のマクロ無線局と単一のマイクロ無線局がクラスタ内にあっても良いことを理解するだろう。唯一の要件は、少なくとも1つのマイクロ無線局と少なくとも1つのマクロ無線局がクラスタ内にあれば良いことである。

30

【0026】

したがって、LTE用語を用いると、所与のeNBは、状態 n （最も高い容量の状態）及び状態 $n - 1$ でマクロeNBとして動作するが、状態 $n - 2$ ではマイクロeNBになる。これは、状態が減ると、クラスタ内のアクティブなeNBの数も減るからである。このマクロ無線局としての動作からマイクロ無線局としての動作への切り替えは、クラスタ内の無線局毎に全ての状態について定められたパラメータにより決定される。望ましくは、パラメータの値は、クラスタ内の無線局毎に独立に定めることができ、eNB（又は別の用語では無線局）が切り替えによる影響を受けないように、つまり特定の遷移の間にマクロ又はマイクロ無線局としても動作しないようにすることが可能である。

40

【0027】

好都合なことに、クラスタ内の全てのマクロ無線局は、自身の送信パラメータと一緒に（少なくとも1ステップで）調整し、全てのマイクロ無線局は自身の送信パラメータと一緒に（少なくとも1ステップで）調整する。したがって、調整は並列であり、少なくとも実質的に同時である。上述の時間遅延は、関与する無線局間で調整を実際に同期するのを保証するのに助けるために用いることができる。多くの実施形態では、最後のオン/オフへの切り替えステップを含む各送信パラメータ調整ステップは、各種類の無線局により一緒に実行される。

【0028】

幾つかの好適な実施形態では、2状態間の遷移のための送信パラメータ調整は、連続的な協調された段階で実行され、第1の段階は、各（1より多く存在する場合）マイクロ無

50

線局又はマクロ無線局の全ての送信パラメータ調整のためであり、第2の段階は、各マクロ無線局又はマイクロ無線局の全ての送信パラメータ調整のためである。望ましくは、より高い要求状態への切り替えでは、各マイクロ無線局の送信が第1の段階で調整され、より低い要求状態への切り替えでは、各マクロ無線局の送信が第1の段階で調整される。これは、遷移中にUEが転送する無線局の容量が最初に増大することを可能にする。さらに、これは、カバレッジの変化により無線リンク障害が発生し得る前に、遷移中に、UEハンドオーバを完了させることを可能にする。

【0029】

他の好適な実施形態では、マクロ及びマイクロ無線局は、自身の送信パラメータを一緒に調整する。例えば、両方の種類の無線局は、先ず送信電力を（例えば、1又は複数のステップで）調整し、次にアンテナチルトを（再び1又は複数のステップで）調整する。上述の時間遅延は、関与する無線局間で調整を実際に同期するのを保証するために用いることができる。

10

【0030】

望ましくは、クラスタは、協調サーバ又は望ましくは所与の時間に無線局の送信パラメータを調整するよう無線局にシグナリングすることにより、遷移中にクラスタ内の無線局の切り替え動作を協調する他の協調エンティティへのアクセスを有する。このシグナリングの開始は、トリガに回答しても良い。協調サーバは、一部の又は全部の無線局からUE分布プロファイル（後に詳述する）を要求しても良く、無線局にステップ間隔を指示しても良い。

20

【0031】

方法は、トラフィック負荷又はトラフィック要求が特定の閾と交差することにより、又は他の適切なトリガにより開始されても良い。望ましくは、方法は、遷移処理を取り消すことにより任意の時点で中止されても良い。この動作は、例えばトリガが無効になった場合に適する。例えば、トラフィック負荷又はトラフィック要求は、遷移処理中に特定の閾を逆方向に横切り得る。このような中止の可能性の利点は、誤ったトリガの場合に回答時間を最小化できることである。これは、方法が更なる調整を行う前に行うことができれば、最適に実施できる。遷移処理の取り消しは、中止までに行われた動作の逆の動作を、望ましくは逆の順序で実行するステップを含む。

【0032】

本発明の更なる態様の実施形態は、第1の数の無線局がアクティブな第1の状態と第2の別の数の無線局がアクティブな第2の状態との間で切り替えられる無線局のクラスタを含む通信ネットワークに関する。第2の状態は、第1の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とし、無線局は、送信パラメータ調整を用いて状態間の遷移を実行するよう動作可能であり、送信パラメータ調整は、複数の無線局で行われ、該無線局に対して時間的に協調される。

30

【0033】

本発明の更に別の態様の実施形態は、通信ネットワーク内の無線局のクラスタ内の無線局に関する。クラスタは、第1の数の無線局がアクティブな第1の状態と第2の別の数の無線局がアクティブな第2の状態との間で切り替えるよう動作可能であり、第2の状態は、第1の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とし、無線局は、送信パラメータ調整を用いて状態間の遷移を実行する制御機能を有し、送信パラメータ調整がクラスタ内の他の無線局と協調して行われるよう時間指定される。クラスタは、望ましくは無線局の送信パラメータを調整するよう無線局にシグナリングすることにより、遷移中にクラスタ内の全ての無線局の動作を協調する協調エンティティを有しても良い。無線局は、マイクロ無線局として又はマクロ無線局として又はその両方として（上述のように異なる状態遷移において）動作できる。

40

【0034】

本発明の更なる態様の実施形態は、第1の数の無線局がアクティブな第1の状態と第2の別の数の無線局がアクティブな第2の状態との間の切り替えを協調することにより、通

50

信ネットワークの無線局のクラスタにおける遷移を制御するよう動作可能な協調エンティティに関する。第2の状態は、第1の状態と同じ地理的カバレッジだが異なる容量を提供することを目的とし、協調エンティティは、無線局に送信パラメータ調整を用いて状態間の遷移を実行するよう指示する機能を有し、指示された送信パラメータ調整は、複数の無線局で行われ、該無線局に対して時間的に協調される。

【0035】

協調エンティティは、メモリと、例えば遷移の起動の閾を横切ったか否かを計算するために用いられる計算機（プロセッサ）とを有し得る。協調エンティティは、任意的に、無線局から（各無線局のトラフィックアクティビティ及び各無線局により供されているアクティブなUEの地理的分布のような）データを受信する受信機と、（ネットワーク内の無線局の位置に従って）無線局に命令を供給する送信機と、を有する。計算機は、各無線局により供されているアクティブなUEの地理的分布が入手できる場合にはこの地理的分布を用いて、無線局へステップパラメータを送信するために、ステップサイズ及びステップ毎の時間遅延を決定する。

10

【0036】

上述の態様のうちのいずれか及び全部の特徴及び望ましい特徴は結合されても良い。

【0037】

本発明の実施形態によると、1又は複数の無線局がオン又はオフに切り替えられるとき、所望の無線局カバレッジを達成するために、送信電力及びアンテナダウンチルトのような無線パラメータは、オン/オフ遷移中に少なくとも1つの他の無線局に対して調整される。調整は、関与する無線局間で協調される。

20

【0038】

図2及び3は、本発明の簡易な一般的な実施形態を示す。図2A、2B、2Cは、2つの無線局BS1及びBS2の関与するシナリオを示し、単一の協調送信パラメータ調整を有する単純な遷移を示す。

【0039】

ここで、BS2はオフ又はオンに切り替えられ、BS1はBS2と同時に自身の送信パラメータを調整する。BS2は、高容量状態でのみ送信するマイクロ無線局として動作する。BS1は、BS2と協調して自身の送信を調整するマクロ無線局として動作する。BS1における送信パラメータ調整は、例えばアンテナチルト又は送信電力であって良い。BS2における送信パラメータ調整も、アンテナチルト又は送信電力であって良く、送信電力をオンに切り替えるステップを含む。

30

【0040】

図2Aで、BS2において電源がオンに切り替えられ、実質的に同時にBS1において送信パラメータ調整が行われ、単一の協調ステップで高容量への遷移が行われる。代替として、図2Bは、協調されていない別個のオンへの切り替えを示し、その後、BS1及びBS2で単一の協調送信パラメータ調整ステップが行われ、高容量への遷移が行われる。図2Cは、単一の協調されたステップで低容量への遷移を示す。その後、オフへの切り替えステップが続く。

【0041】

図3も、2つの無線局BS1及びBS2のシナリオを示す。ここで、パラメータの調整は、BS1が調整を終えるまで、BS2が自身のパラメータを調整するのを待つよう協調される。このシナリオは、複数のステップでの調整を含む（これらのステップの少なくとも1つの他のステップに対するタイミングは、予め定められる）。各協調ステップの後に個々の時間遅延が続き、UEハンドオーバを可能にする。個々のステップは、送信電力及び/又はアンテナダウンチルトの調整を含み得る。しかしながら、BS2がマイクロ無線局として動作する場合、BS2について示されたステップのうちの1つ又は前のステップ/次のステップは、状態間遷移の間に無線局のオン/オフへの切り替えを生じる。

40

【0042】

本発明の実施形態のオーバーレイネットワーク構成が用いられるシナリオは、特に、通信

50

事業者が単一のRAT (Radio Access Technology) でモバイルサービスを提供するライセンスを有し、近隣セルの調整無しに異なる容量を提供するために (非干渉周波数帯域である) 直交リソースが利用できない場合に適する。

【0043】

ネットワーク通信事業者が既に技術「X」(例えばWCDMA)を通じてモバイルサービスを提供している場合、彼らは既にサービスが提供されているエリアで100%のカバレッジを有する可能性がある。通信事業者が後に技術「Y」(例えばLTE Rel-9)を通じてモバイルサービスを提供するためにスペクトルを取得し、したがって1つより多いRAT技術でサービスを提供するライセンスを取得した場合、取得したスペクトルは「X」のために用いられているものと異なる可能性が非常に高い。容量を拡張するために、「オーバレイネットワーク」は、技術「Y」で展開され得る。このように、2つのネットワーク「X」及び「Y」が共存し、互いに干渉しない。このような場合には、通信事業者が技術「Y」の無線局(eNB又は他の用語では基地局)をオフに切り替えたい場合、容量は影響を受けるが、カバレッジは調整も計画も無しに「X」を通じて依然として維持される。したがって、省エネルギーのためのオフへの切り替えは、カバレッジを維持するための調整無しに実施できる。

10

【0044】

ネットワーク通信事業者が技術「X」のみを通じてモバイルサービスを提供するライセンスを有すると仮定する。しかしながら、十分なスペクトル(例えば30MHz)のライセンスを有するならば、通信事業者は、そのスペクトルを、帯域幅20MHzの「A」と(直交する)帯域幅10MHzの「B」の2つのキャリアに分けることができる。さらに、通信事業者は、幾つかのeNBが「A」で動作し、完全なカバレッジを提供し、幾つかのeNBが「B」で動作し、完全な又は一部のカバレッジを提供し、既に「A」で動作しているeNBにより提供されている容量に追加するようにネットワークを計画しても良い。再び、これは、オーバレイネットワーク(ここでは「B」)が存在する又は存在しないとき、完全なカバレッジがネットワークの少なくとも一部(ここでは「A」)により提供されているオーバレイネットワークに似ている。これは、直交周波数リソースにより2者間に干渉が存在しないためである。したがって、再び、「B」のeNBのオフへの切り替えは、カバレッジを維持するために調整を行うことなく、容易に実施される。

20

【0045】

上述の2つの例は例えば状態遷移中にカバレッジを維持するために必ずしも複数の無線局のパラメータ調整による利益を引き出さないので、本発明の実施形態は必ずしも上述の2つの例に適用されない。

30

【0046】

<状態間遷移のトリガ>

本発明の実施形態によるオーバレイネットワークにおける状態間の遷移は、無線パラメータが関連する状態の動作に適應されるよう、トラフィック要求の時間的変動に依存して動的にトリガされる。解決策は、次の動作を実行するエンティティによる。

(1) マイクロ マクロ遷移のトリガが適用される時点を決定する。

(2) 上述のような遷移がUEのサービス品質に最小限の影響しか与えないよう又は如何なる影響も与えないように、無線基地局とシグナリングメッセージを交換する。

40

【0047】

このようなエンティティは、以下では、LTE用語を用いて「SON (Self Optimising Network) サーバ」と称されるが、この用語は限定的と見なされるべきではない。SONサーバは、1つのeNBセット(単一のクラスタ)又は複数のeNBセット(1つより多いクラスタ)の協調を担うことができる。厳密に言うと、SONサーバは、1又は複数のクラスタに関しては中央エンティティと考えられ得るが、ネットワーク全体に関して又は省エネルギーのオフへの切り替え/オーバレイ手順を用いるネットワークの一部に関しては必ずしも中央エンティティではない。SONサーバは、ネットワークの無線基地局のうちの1つに又はOAM若しくはMME/S-GWのような別の中央ネットワークエンテ

50

ィティ内に存在しても良い。これらの例は、3GPP Rel 9に基づくシステムに関し、図4及び5に示される。これらの図では、SONサーバとeNBとの間で示されたインタフェースを介して情報交換が行われる。

【0048】

図4は、LTEの例を示し、SONサーバは無線基地局内にある（分散型構成）。SONサーバとSONサーバを含まない無線局との間の通信は、無線局間のX2インタフェースを介する。（オフへの切り替えが行われる）ネットワーク内には「x」個のクラスタが存在し、各クラスタは多数のeNBを含む。1つのオプションとして、各クラスタから1つのeNBが、マスタとして指名され、（自身のeNBとしての機能に加えて）そのeNBのクラスタのためにSONサーバの機能を実行する。別のオプションとして、x個のクラスタから1つのeNBが、マスタとして指名され、（自身のeNBとしての機能に加えて）そのeNBが属するクラスタ及び幾つかの近隣クラスタのためにSONサーバの機能を実行する。任意のオプションの選択は、通常、クラスタのサイズ、バックホール容量、実装の複雑性のような要因及び他のネットワーク要因に依存する。

10

【0049】

図5は、LTEの例を示し、SONサーバはMME/S-GW内にある（集中型/ハイブリッド構成）。したがって、SONサーバと全ての無線局との間の通信は、S1インタフェースを介する。

【0050】

遷移の前に、送信電力及びアンテナダウンチルトのような関連する無線パラメータは、全ての適用可能な動作状態について全ての無線局について初期化される。これは、ネットワークが、オン/オフ遷移の前及び後の両方でネットワークの無線及びカバレッジ要件を満たせることを保証する。したがって、本発明の実施形態によるオーバレイスキームの異なる状態のパラメータは、予め定められる。所定値に到達するメカニズムは、従来知られている。例えば、1つの適切な方法は、全ての状態におけるトライアル動作である。別の方法は、十分に正確な予測を生成できるようネットワークに対して較正された無線計画/最適化ツールを用いるものである。

20

【0051】

<クラスタの説明>

所与のネットワーク領域内のトラフィック負荷は、空間又は時間領域で均一ではない。例えば、自動車道、劇場、学校、商業複合施設等の存在は、ネットワーク領域内のトラフィック負荷に影響を与えるだろう。本発明の実施形態のオーバレイメカニズムは、近隣のeNBがカバレッジの変化を補償する間、少数のeNBがオフ又はオンに切り替えることによる。したがって、このオーバレイメカニズムは、個々のeNBではなくeNBのグループに適用される必要がある。しかしながら、トラフィック負荷の空間的及び時間的変動のために、オン/オフ遷移をネットワーク全体に適用することは、最適ではなく、実現可能な解決策でもない。したがって、ネットワークは、小さいクラスタ（eNBのグループ）に分解され、小さいクラスタは、該クラスタを構成する全てのeNBの間で事実上相関するトラフィック負荷を有すると考えられる。これらのクラスタは、（オーバレイスキームを実施するために必要な近隣eNBの数に基づき）最小サイズの粒度を有する。しかしながら、eNBの数には上限がない。

30

40

【0052】

クラスタの最小サイズは、ネットワーク内の無線局の密度及び一般的なネットワーク計画コンセプトにより決定される。例えば、無線局が互いに非常に近い（例えば、密集した都市環境にある）場合、オフにされる各無線局について、影響を受けるカバレッジを補償するには2又は3個の近隣無線局だけで十分であり、したがって、最小クラスタサイズは3個の無線局だけの小さいもので良い。しかしながら、サイト間距離が比較的長い場合（例えば、郊外のシナリオでは）、オフに切り替えられている個々の無線局のカバレッジを補償するために、最大6個の無線局が必要であっても良い。このような場合には、最小クラスタサイズは約7個以上の無線局になるだろう。

50

【 0 0 5 3 】

さらに、これらのクラスタを固定的にしておく理由はない。一例として、平日には地域が「x」個のクラスタ（必ずしも同じサイズではない）に分解され、終末には同一の地域が異なる数の「y」個のクラスタ（再び必ずしも同じサイズではない）に分解されても良い。

【 0 0 5 4 】

協調状態遷移プロセスは、所与のクラスタ内の全ての無線局に適用される。しかしながら、各クラスタは、個々の又は共通のSONサーバにより独立して扱われる。

【 0 0 5 5 】

したがって、用語「クラスタ」は、少なくともネットワークの一部を示し、希にネットワーク全体が単一のクラスタとして扱われる場合には、ネットワーク全体を示す。

10

【 0 0 5 6 】

< オーバレイネットワークにおける動作状態 >

上述のように、クラスタ内の無線基地局は、所定の送信電力及びアンテナダウンチルトパラメータを有する任意の適用可能な状態で動作できる。例えば、「n」個の状態で作動作するクラスタでは、電力及びダウンチルトパラメータは、n番目の状態でアクティブなeNBの各々について、以下に示す表1のように定めることができる。最小状態はn = 1により表される。

【 0 0 5 7 】

[表 1] 無線局の状態とクラスタの状態のマトリックス

20

【 表 1 】

クラスタ状態→		状態 1	状態 2	...	状態 n - 1	状態 n
クラスタ内の無線局の状態	BS1	アクティブ	アクティブ	...	アクティブ	アクティブ
	BS2	オフ	アクティブ	...	アクティブ	アクティブ
	:
	:
	:
	BS'x'	オフ	オフ	...	アクティブ	アクティブ
	BS'x+1'	オフ	オフ	...	オフ	アクティブ

30

【 0 0 5 8 】

表1は、「n」個の異なる状態で動作するクラスタ内の「x + 1」個の無線局（ラベル「BS」により示す）の状態マトリックステーブルを示す。クラスタの任意の状態で作動作する無線局は、その状態の有効なパラメータ（つまり、送信電力及びアンテナチルト）を有しない。しかしながら、（切り替えられたオフ状態へ又はオフ状態からの）遷移を目的として、このような無線局のパラメータ値は、オフへの切り替えの直前又は直後に異なる値に変更される必要がある。

40

【 0 0 5 9 】

したがって、表2は、パラメータ値 $P_{a, b}$ 、 $T_{a, b}$ を示す。ここで、パラメータ送信電力及びアンテナチルトに対して、それぞれ、最初の添え字「a」は無線局IDを示し、2番目の添え字「b」はクラスタ状態IDを示す。b = 0 のとき、遷移手順中に、オフに切り替えられる直前又はオンに切り替えられた直後に無線局により想定されるパラメータ値を示すことに留意する。

【 0 0 6 0 】

[表 2] クラスタ状態に対する無線局のパラメータ値

【表 2】

クラスタ状態→	状態 1	状態 2	...	状態 n-1	状態 n	
無線局の パラメータ値	BS1	$P_{1,1} T_{1,1}$	$P_{1,2} T_{1,2}$	...	$P_{1,n-1} T_{1,n-1}$	$P_{1,n} T_{1,n}$
	BS2	$P_{2,0} T_{2,0}$	$P_{2,2} T_{2,2}$	...	$P_{2,n-1} T_{2,n-1}$	$P_{2,n} T_{2,n}$
	:
	:
	:
	BS'x'	$P_{x,1} T_{x,1}$	$P_{x,0} T_{x,0}$	...	$P_{x,n-1} T_{x,n-1}$	$P_{x,n} T_{x,n}$
	BS'x+1'	$P_{x+1,0} T_{x+1,0}$	$P_{x+1,0} T_{x+1,0}$	...	$P_{x+1,0} T_{x+1,0}$	$P_{x+1,n} T_{x+1,n}$

10

【0061】

表 1 及び表 2 に基づき、異なる無線局状態のパラメータ調整の 2 つの例を、クラスタの容量が減少するときの状態遷移の異なる例について以下に示す。逆は、遷移が低容量から高容量状態へのときに適用される。

(1) 「2」から「1」へのクラスタ状態遷移

a) BS 1: $P_{1,2} T_{1,2}$ $P_{1,1} T_{1,1}$

b) BS 2: $P_{2,2} T_{2,2}$ $P_{2,0} T_{2,0}$ オフ

c) BS 'x' & 'x+1': 参加しない (オフに切り替えられたまま)

20

(2) 「n」から「2」へのクラスタ状態遷移

a) BS 1: $P_{1,n} T_{1,n}$ $P_{1,2} T_{1,2}$

b) BS 2: $P_{2,n} T_{2,n}$ $P_{2,2} T_{2,2}$

c) BS 'x': $P_{x,n} T_{x,n}$ $P_{x,0} T_{x,0}$ オフ

d) BS 'x+1': $P_{x+1,n} T_{x+1,n}$ $P_{x+1,0} T_{x+1,0}$ オフ

オーバレイネットワークにおいて 2 状態のクラスタを考える場合、このクラスタでは $n = 2$ であり、つまりクラスタは 2 つの状態でのみ動作する。状態 1 及び状態 2 は次の通りである。

・状態 1 では、クラスタ内の幾つかの無線基地局がアクティブモードであり、その数を「x」とする。このような無線局の 1 つは、送信電力 P_1 及びアンテナダウンチルト T_1 で動作する。

30

・状態 2 では、クラスタ内の全ての無線基地局がアクティブモードであり、その数を「y」とする。 $y > x$ であり、(より高い容量の状態であり) 送信電力 P_2 及びアンテナダウンチルト T_2 で動作する。

【0062】

基地局 BS 1、つまり $i = 1$ は状態 1 及び 2 の両方でアクティブのままであり (マクロ)、基地局 BS 2、つまり $i = 2$ は状態 2 のみでアクティブのままである (マイクロ)。このようなシナリオでは、無線局の無線パラメータは、以下のように影響を受ける。

・状態 2 状態 1 の遷移中

BS 2 は無線パラメータを $P_{2,2}$ から $P_{2,0}$ へ及び $T_{2,2}$ から $T_{2,0}$ へ変更し、オフに切り替える。

40

【0063】

BS 1 は無線パラメータを $P_{1,2}$ から $P_{1,1}$ へ及び $T_{1,2}$ から $T_{1,1}$ へ変更し、アクティブのままである。

・状態 1 状態 2 の遷移中

非アクティブな無線基地局 BS 2 は、オンに切り替わり、無線パラメータを $P_{2,0}$ から $P_{2,2}$ へ及び $T_{2,0}$ から $T_{2,2}$ へ変更する。

【0064】

アクティブな無線基地局 BS 1 は、無線パラメータを $P_{1,1}$ から $P_{1,2}$ へ及び $T_{1,1}$ か

50

ら T 1 2 へ変更する。

【 0 0 6 5 】

したがって、2つの状態しか存在しない場合、マクロ e N B は、状態 $n = 2$ から $n = 1$ へ遷移し、これらの状態に対応する値は表 2 に示される。したがって、B S 1 は P 1 2 から P 1 1 へ変化する。

【 0 0 6 6 】

しかしながら、マイクロ e N B は、(オフに切り替わるので) 状態 $n = 1$ では全く動作しない。状態 0 は、次のような区別を定める。つまり、状態 0 は、e N B が、 $n = 1$ に対応する値で動作中かアクティブのままではなく、オフに切り替わることを示す。マクロ e N B の状態 0 に対して定められた値は、状態 2 の値と同じか (つまり、オフに切り替える前のパラメータ調整がない)、又は状態 $n = 2$ の値と異なっても良い。したがって、本例では、B S 2 は P 2 2 から P 2 0 に変更する。

【 0 0 6 7 】

B S 2 の状態 2 におけるパラメータ値は、「 N / A 」と見なされても良い。同様に、B S 1 の状態 0 におけるパラメータ値は、「 N / A 」である。

【 0 0 6 8 】

オンに切り替える必要のある無線局は、その最終動作の状態、直接オンに切り替えることができないかも知れない。これは、無線局は、アクティブになると直ぐに、該無線局によりサポートできるよりも多い数の U E によりハンドオーバの試みが行われ得るからである。

【 0 0 6 9 】

したがって、状態 0 に対して指定されたパラメータ値は、オフに切り替わった無線局が最初に適用すべき (電力及びダウンチルトの) 値を表す。その後、最終的な値 (つまり、状態 2 における値) が単一又は複数のステップで達成される。留意すべき点は、マイクロ無線局は状態 0 でアクティブではないので、状態 1 に対して定められる値は存在しないことである。しかしながら、(オン / オフ切り替えを除く) 状態 0 のパラメータ値を状態 2 (マイクロ動作) のパラメータ値と同じにすることは依然として可能である。この場合には、オフに切り替えられた無線局では (電力送信及び / 又はダウンチルトの点で) 調整が必要ない。

【 0 0 7 0 】

マクロ基地局は、状態 1 及び 2 の両方でアクティブなので、これらの状態の有効なパラメータを保持しているが、(オフに切り替えないので) 状態 0 については保持していない。

【 0 0 7 1 】

同様の用語を用い、遷移に 1 つのステップのみが含まれ、B S 1 がマクロ e N B であり、B S 2 がマイクロ e N B である場合、遷移は単一の協調ステップで次のように生じる。

B S 1: P 1 2 P 1 1

B S 2: P 2 2 P 2 0 オフに切り替える

理論上は、P 2 2 = P 2 0 が可能であり、この場合には、B S 2 の遷移は P 2 2 オフに切り替えるように見える。

【 0 0 7 2 】

しかしながら、殆どの環境では、余分なステップ P 2 0 (P 2 2 と同じ値であっても同じ値でなくても良い) が必要であり、オフへの切り替えが生じる前にハンドオーバの時間遅延がある。

【 0 0 7 3 】

B S 2 の唯一のステップとして P 2 2 オフへの切り替えを用いることは、B S 2 がハンドオーバを可能にするためにオンのままである必要がないので、ハンドオーバのための時間遅延を持たせない。

【 0 0 7 4 】

この用語は、2つより多い状態の動作を特徴付けるのにも適する。例えば、B S 1 が状

10

20

30

40

50

態 1、2、3 でアクティブであり、BS 2 が状態 2、3 でアクティブであり、BS 3 が状態 3 のみでアクティブであるような、クラスタ内に 3 つの動作状態を有するシナリオでは、eNB に適用される状態及び N/A は以下の通りである。

BS 1 : 状態 0 で N/A、3 2 1 に遷移。

BS 2 : 状態 1 で N/A、3 2 0 に遷移。

BS 3 : 状態 2 及び 1 で N/A、3 0 に遷移。

【0075】

次の章では、オーバーレイネットワークにおいてある状態から別の状態への遷移を実施する 1 つの提案されるソリューションを詳細に説明する。上述のように、この処理は、クラスタと称される、ネットワークの全部又は一部を形成する基地局グループ（セル）に適用できる。

10

【0076】

<低容量状態へのオン オフモード（状態 n 状態 n - 1）遷移のメカニズム>

この遷移は、トラフィック/スループット要求が設定された閾より下に落ちて、クラスタ内の幾つかの無線基地局をオフに切り替えるトリガが起こった結果として生じる。基本的に、クラスタ内の全ての無線局についてトラフィックアクティビティがモニタ及び統合され、全システムトラフィック要件が遷移後に満たされることを保証する。

【0077】

<SONサーバのフロー>

「SONサーバ」は、1 又は複数のクラスタのトラフィックアクティビティを監視及び記録し、遷移の瞬間を決定し、図 6 に示したフローのように遷移をトリガする。図 6 は、マイクロ マクロモード遷移中の SONサーバのシグナリングフローを示す。

20

【0078】

ステップ 6 . 1 : SONサーバは、1 又は複数のクラスタの全ての無線基地局（eNB）からの現在のトラフィックアクティビティを連続的に監視する。このような負荷情報を収集するシグナリングメッセージは、固有の又は標準に準拠した実装であって良い。

【0079】

例えば、3GPP Rel 9 に基づくシステムは、X 2 又は S 1 インタフェースを介して eNB の「Load Reporting」機能を用いることができる。「Load Reporting」は、無線リソース（PRBGRUL/DL&PRBnon-GBRUL/DL）について又はトランスポート層の負荷（UL/DLTNLoad: low, mid, high, overload）について実行できる。

30

【0080】

ステップ 6 . 2 : SONサーバは、条件（Transition Instant==True）を調べる。偽の場合、論理はステップ 1 に戻る。真の場合、SONサーバは、遷移が適用できるクラスタ内のマクロ及びマイクロモード無線基地局（eNB）を特定する。任意で、SONサーバは、遷移のクラスタ状態も特定する。

【0081】

SONサーバは、マクロ又はマイクロモードの状態を適用することを、クラスタ内の無線基地局（eNB）に通知する。任意で、SONサーバは、UE 分布を報告するよう要求する。この要求は、「マイクロ」とされた基地局に対して示される。任意で、SONサーバは、遷移のクラスタ状態もシグナリングする。

40

【0082】

ステップ 6 . 4 : （オプション）SONサーバは、「マイクロ」とされた基地局から UE 分布プロファイルを受信する。

【0083】

ステップ 6 . 5 : （オプション）SONサーバは、m 個のステップのステップサイズプロファイル（x 1 . . . x m）dB（電力）及び（y 1 . . . y m）度（チルト）及びステップ間の時間間隔（遅延）（t 1 . . . t m）を、「マイクロ」及び「マクロ」基地局へシグナリングする。

【0084】

50

任意で、SONサーバは、全てのステップの固定ステップサイズ及びステップ間隔を送信しても良い。留意すべき点は、このシグナリングが用いられない場合、ステップサイズ及びステップ間隔の値は、例えば基地局により所定の既定値に設定できることである。

【0085】

<ステップ6～9は、オプション1及びオプション2に記載される以下の2つの変形により実施され得る>

[オプション1]

ステップ6.6: SONサーバは、時点 T_{s1} でマイクロ マクロモード遷移のパラメータ調整を実行することを、マクロeNBに通知する。時点は、OFDMAに基づくシステムの場合の「フレーム番号」を含む任意の形式で示すことができる。

10

【0086】

ステップ6.7: SONサーバは、時点 T_{s1} から時間($t_1 + t_2 \dots t_l$)の間、待つ。ここで、 $1 < m$ はマクロ遷移の時間間隔の数である。

【0087】

ステップ6.6: SONサーバは、時点 T_{s2} でマイクロ マクロモード遷移のパラメータ調整を実行することを、マイクロeNBに通知する。時点は、OFDMAに基づくシステムの場合の「フレーム番号」を含む任意の形式で示すことができる。

【0088】

ステップ6.9: SONサーバは、時点 T_{s1} から時間($t_1 + t_2 \dots t_m$)の間、待つ。

20

【0089】

[オプション2]

ステップ6.6a: SONサーバは、時刻 T_{s1} でマイクロ マクロモード遷移のパラメータ調整を実行することを、マクロ及びマイクロeNBに通知する。時点は、OFDMAに基づくシステムの場合の「フレーム番号」を含む任意の形式で示すことができる。

【0090】

ステップ6.7a: SONサーバは、時点 T_{s1} から時間($t_1 + t_2 \dots t_m$)の間、待つ。

【0091】

ステップ6.8a: Void

30

ステップ6.9a: Void

(以下のステップは、上述のどちらのオプションにも適用される)

ステップ6.9.5: SONサーバは、ステップ6.3の後及びステップ6.10の前の任意の時点でオフへの切り替え手順を取り消すために、マクロ及び/又はマイクロ基地局にシグナリングする。つまり、ステップ2の遷移状態がオフへの切り替え手順の課程中に逆である場合、SONサーバは、このステップを用いて、基地局がオフへの切り替え手順全体を行うことなく、オン状態である元の状態に戻れるようにする。これにより、遷移(オン オフ オン)時間を短縮し、アクティブUEに良好なQoE(Quality of Experience)をもたらす。

【0092】

40

ステップ6.10: SONサーバは、「マイクロ」基地局から、オフへの切り替え時点を指示する信号を受信する。

【0093】

eNBのフロー

マイクロ マクロモード遷移中の無線基地局(ここではeNBと称する)端におけるイベントの対応するフローは、オプション1について図7に、オプション2について8に、対応するステップと一緒に示す。

【0094】

図7は、オプション1に従うマイクロ マクロモード遷移中の無線基地局(eNB)のフローを示す。

50

【 0 0 9 5 】

[オプション 1]

ステップ 7.1 : (オプション) マイクロモード eNB は、SON サーバから UE 分布プロファイルを報告するよう要求を受信する。

【 0 0 9 6 】

ステップ 7.2 : (オプション) マイクロモード eNB は、SON サーバからの要求に
10 応答して、アクティブ UE の分布プロファイルを送信する。

【 0 0 9 7 】

ステップ 7.3 : (オプション) マイクロ及びマクロモード eNB は、パラメータ調整
の m 個のステップのステップサイズプロファイル (x 1 . . . x m) dB 及び (y 1 . . . y m) 度、並びに各々連続する調整間に適用するステップ間隔プロファイル (t 1 . . . t m) を受信する。

【 0 0 9 8 】

ステップ 7.4 : マクロモード eNB は、SON サーバから信号を受信し、マイクロ
マクロモード遷移の無線パラメータを調整し、時点 T s 1 で調整を開始する。

【 0 0 9 9 】

ステップ 7.5 : マクロ及びマイクロモード eNB は、遷移の結果として急に生じると
20 予測されるハンドオーバの数に対応するために、最適化を適用する。このような最適化は、固有の又は標準に準拠した実装であって良い。

【 0 1 0 0 】

例えば、3GPP Rel 9 に基づく eNB は、ハンドオーバパラメータ値を、例えば
ハンドオーバのトリガイベントの特定の閾値を最適化できる。このような最適化は、Mobility Robustness Optimization と称される。適用可能ならば、最適化は、マクロ及び
マイクロモード eNB の両方に対して実行する必要がある。

【 0 1 0 1 】

同様に、3GPP Rel 9 に基づく eNB は、利用可能な RACH プリアンブルシー
ケンスの数を増大させることにより RACH 最適化を実行し、ハンドオーバ中の衝突の
可能性を最小化できる。これは、マクロモード eNB に対してのみ必要である。

【 0 1 0 2 】

さらに、マクロモード eNB は、変更の設定を実行し、マクロからマイクロ eNB への
30 UE による後続の HO の試みをブロックする。

【 0 1 0 3 】

ステップ 7.6 : 目標送信電力値がマクロ及びマイクロモード動作と異なる場合、マク
ロモード eNB は、送信電力を「 x j 」 dB だけ増大させ、時間期間「 t j 」の間待ち、
目標送信電力値に達するまで処理を繰り返す。「 x j 」及び「 t j 」の値は、SON サー
バによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j は、j 番目のステッ
プを表す。

【 0 1 0 4 】

ステップ 7.7 : 自動ハンドオーバは、ステップ 7.6 の結果として、マイクロ eNB
からマクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。
40

【 0 1 0 5 】

ステップ 7.8 : 自動セル再選択は、ステップ 7.6 の結果として、マイクロ eNB から
マクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【 0 1 0 6 】

ステップ 7.9 : マクロモード eNB は、アンテナダウンチルトを「 y j 」度だけ減少
させ、時間期間「 t j 」の間待ち、目標ダウンチルト値に達するまで処理を繰り返す。「
y j 」及び「 t j 」の値は、SON サーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定
値である。添え字 j は、j 番目のステップを表す。

【 0 1 0 7 】

ステップ 7.10 : 自動ハンドオーバは、ステップ 7.7 の結果として、マイクロ eNB
50

B からマクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

【0108】

ステップ 7.11 : 自動セル再選択は、ステップ 7.9 の結果として、マクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【0109】

ステップ 7.12 : マクロモード eNB は、SONサーバから信号を受信し、マクロ マクロモード遷移の無線パラメータを調整し、時点 T_{s2} で調整を開始する。

【0110】

ステップ 7.13 : 目標送信電力値がマクロ及びマクロモード動作と異なる場合、マクロモード eNB は、送信電力を「 x_j 」dB だけ減少させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標送信電力値に達するまで処理を繰り返す。「 x_j 」及び「 t_j 」の値は、SONサーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j は、 j 番目のステップを表す。

10

【0111】

ステップ 7.14 : 自動ハンドオーバは、ステップ 7.13 の結果として、マクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

【0112】

ステップ 7.15 : 自動セル再選択は、ステップ 7.13 の結果として、マクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【0113】

20

ステップ 7.16 : マクロモード eNB は、アンテナダウンチルトを「 y_j 」度だけ増大させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標ダウンチルト値に達するまで処理を繰り返す。「 y_j 」及び「 t_j 」の値は、SONサーバによりシグナリングされるか、又は予め定められる。添え字 j は、 j 番目のステップを表す。

【0114】

ステップ 7.17 : 自動ハンドオーバは、ステップ 7.16 の結果として、マクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

【0115】

ステップ 7.18 : 自動セル再選択は、ステップ 7.16 の結果として、マクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

30

【0116】

ステップ 7.19 : マクロ eNB は、全ての接続中の UE をマクロ eNB へ強制的にハンドオーバする。遅延は、ハンドオーバ手順が全ての要求された UE について完了したことを意味するので、強制 HO を開始する前に遅延を設定する必要はない。さらに、強制ハンドオーバは、関与する無線局（アンカ及びターゲット）により開始され制御される。したがって、マクロ無線局は、残りの接続中 UE がハンドオーバするのに要するだけ多くの又は少ない時間しか要しない。これは、最終ステップでは、もはやカバレッジに影響がなく、異なるマクロ基地局がクラスタ内で異なる時点でオフに切り替える場合に、各マクロ基地局がオフに切り替える前にその全ての UE をマクロ基地局にハンドオーバする限り、動作に影響を与えないからである。

40

【0117】

唯一の望ましい特徴は、マクロ基地局が SONサーバに、自身のオフへの切り替え時点を通知するので、サーバが、遷移手順が完了したか（クラスタ内の全てのマクロ局から確認を受信したとき）否かを知ることができる点である。これは、SONサーバが、取り消しコマンドを発行するか否かを決定でき、次のサイクルで逆の遷移手順を呼び出すことができる。

【0118】

ステップ 7.19.5 : マクロ及び/又はマクロ基地局は、ステップ 1 の後及びステップ 2.1 の前の段階でオフへの切り替え手順を取り消すための信号を受信する。このような場合には、マクロ及び/又はマクロ基地局は、オフへの切り替え手順の更なるステッ

50

プを放棄する。さらに、マクロ及びマイクロ基地局は、「取り消し」信号が受信されたときに対応する段階で、2.3.2章(オプション1)で定めたように「オンへの切り替え手順」を開始する。

【0119】

ステップ7.20: マイクロeNBは、オフへの切り替えの時点をしグナリングする。

【0120】

ステップ7.21: マイクロeNBは、自身のデジタル/無線処理及び送信回路を非アクティブにすることにより、オフに切り替わる。

【0121】

図8は、オプション2に従うマクロ マクロモード遷移中の無線基地局(eNB)のシグナリングフローを示す。

10

【0122】

[オプション2]

ステップ8.1: (オプション)マイクロモードeNBは、SONサーバからUE分布プロファイルを報告するよう要求を受信する。

【0123】

ステップ8.2: (オプション)マイクロモードeNBは、SONサーバからの要求に回答して、アクティブUEの分布プロファイルを送信する。

【0124】

ステップ8.3: (オプション)マクロ及びマクロモードeNBは、パラメータ調整のステップサイズプロファイル($x_1 \dots x_m$)dB及び($y_1 \dots y_m$)度、並びに各々連続する調整間に適用するステップ間隔プロファイル($t_1 \dots t_m$)を受信する。

20

【0125】

ステップ8.4: マクロ及びマイクロモードeNBは、SONサーバから信号を受信し、時間 T_{s1} でマクロ マクロモード遷移の無線パラメータを調整する。

【0126】

ステップ8.5: マクロ及びマイクロモードeNBは、遷移の結果として急に生じると予測されるハンドオーバーの数に対応するために、最適化を適用する。このような最適化は、前述のように固有の又は標準に準拠した実装であって良い。

30

【0127】

さらに、マクロモードeNBは、変更の設定を実行し、マクロからマイクロeNBへのUEによる後続のHOの試みをブロックする。

【0128】

ステップ8.6: 目標送信電力値がマクロ及びマイクロモード動作と異なる場合、以下により、マクロ及びマイクロモードeNBにより同時に送信電力調整が実行される。
 ・マクロモードeNBは、送信電力を「 x_j 」dBだけ増大させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、送信電力に達するまで処理を繰り返す。
 ・マイクロモードeNBは、送信電力を「 x_j 」dBだけ減少させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、送信電力に達するまで処理を繰り返す。

40

【0129】

「 x_j 」及び「 t_j 」の値は、SONサーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j は、 j 番目のステップを表す。

【0130】

ステップ8.7: 自動ハンドオーバーは、ステップ8.6の結果として、マイクロeNBからマクロeNBへ、影響を受けるアクティブモードUEにより実行される。

【0131】

ステップ8.8: 自動セル再選択は、ステップ8.6の結果として、マイクロeNBからマクロeNBへ、影響を受けるアイドルモードUEにより実行される。

【0132】

50

ステップ 8.9 : マクロ及びマイクロモード eNB により、以下により、同時にアンテナダウンチルト調整が実行される。

- ・マクロモード eNB は、アンテナダウンチルトを「 y_j 」度だけ増大させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標アンテナダウンチルト値に達するまで処理を繰り返す。
- ・マイクロモード eNB は、アンテナダウンチルトを「 y_j 」度だけ減少させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標アンテナダウンチルト値に達するまで処理を繰り返す。

【0133】

「 y_j 」及び「 t_j 」の値は、SONサーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j は、 j 番目のステップを表す。

【0134】

ステップ 8.10 : 自動ハンドオーバーは、ステップ 8.9 の結果として、マイクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

【0135】

ステップ 8.11 : 自動セル再選択は、ステップ 8.9 の結果として、マイクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【0136】

ステップ 8.12 : マイクロ eNB は、全ての接続中の UE をマクロ eNB へ強制的にハンドオーバーする。遅延は、ハンドオーバー手順が全ての要求された UE について完了したことを意味するので、強制 HO を開始する前に遅延を設定する必要はない。さらに、強制ハンドオーバーは、関与する無線局（アンカ及びターゲット）により開始され制御される。したがって、マイクロ無線局は、残りの接続中 UE がハンドオーバーするのに要するだけ多くの又は少ない時間しかかからない。これは、最終ステップでは、もはやカバレッジに影響がなく、異なるマイクロ基地局がクラスタ内で異なる時点でオフに切り替える場合に、各マイクロ基地局がオフに切り替える前にその全ての UE をマクロ基地局にハンドオーバーする限り、動作に影響を与えないからである。

【0137】

唯一の望ましい特徴は、マイクロ基地局が SONサーバに、自身のオフへの切り替え時点を通知するので、サーバが、遷移手順が完了したか（クラスタ内の全てのマイクロ局から確認を受信したとき）否かを知ることができる点である。これは、SONサーバが、取り消しコマンドを発行するか否かを決定でき、次のサイクルで逆の遷移手順を呼び出すことができる。

【0138】

ステップ 8.12.5 : マクロ及び/又はマイクロ基地局は、ステップ 1 の後及びステップ 14 の前の段階でオフへの切り替え手順を取り消すための信号を受信する。このような場合には、マクロ及び/又はマイクロ基地局は、オフへの切り替え手順の更なるステップを放棄する。さらに、マクロ及びマイクロ基地局は、「取り消し」信号を受信されたときに対応する段階で、2.3.2 章（オプション 2）で定めたように「オンへの切り替え手順」を開始する。

【0139】

ステップ 8.13 : マイクロ eNB は、オフへの切り替えの時点をシグナリングする。

【0140】

ステップ 8.14 : マイクロ eNB は、自身のデジタル/無線処理及び送信回路を非アクティブにすることにより、オフに切り替わる。

【0141】

<マクロ マイクロモード遷移のメカニズム（状態 n 状態 $n+1$ ）>

この遷移は、トラフィック/スループット要求が設定された閾より上に上昇し、クラスタ内の幾つかの又は全ての無線基地局をオンに切り替えるトリガが起こった結果として生じる。クラスタ内の全ての基地局についてトラフィックアクティビティがモニタ及び統合され、全システムトラフィック要件が遷移後に満たされることを保証する。

【0142】

10

20

30

40

50

< SONサーバのフロー >

「SONサーバ」は、1又は複数のクラスタのトラフィックアクティビティを監視及び記録し、遷移の瞬間を決定し、図9に示したフローのように遷移をトリガする。

【0143】

図9は、オプション1及び2に対応するオフ オンの切り替え遷移中のSONサーバのフローを示す。

【0144】

ステップ9.1: SONサーバは、1又は複数のクラスタの全ての無線基地局 (eNB)からの現在のトラフィックアクティビティを連続的に監視する。このような負荷情報を収集するシグナリングメッセージは、固有の又は標準に準拠した実装であって良い。

10

【0145】

例えば、3GPP Rel 9に基づくシステムは、X2又はS1インタフェースを介してeNBの「Load Reporting」機能を用いることができる。「Load Reporting」は、無線リソース (PRBGRUL/DL&PRBnon-GBRUL/DL)について又はトランスポート層の負荷 (UL/DLTNLoad: low, mid, high, overload)について実行できる。

【0146】

ステップ9.2: SONサーバは、条件 (Transition Instant==True)を調べる。偽の場合、ステップ1へ。真の場合、SONサーバは (任意で) 遷移のクラスタ状態を特定し、ステップ3へ。

【0147】

ステップ9.3: SONサーバは、以下を通知する。

- ・クラスタ内のオフに切り替わった (マイクロ) 無線基地局 (eNB) に、オンへの切り替え手順の準備をするよう通知する。
- ・クラスタ内のマクロeNBに、 (マイクロeNBの) オンへの切り替え手順の準備をするよう通知する。

20

【0148】

任意で、SONサーバは、UE分布を報告するよう要求する。この要求は、「マクロ」とされた基地局に対して示される。任意で、SONサーバはまた、オフに切り替わった基地局及びマクロ基地局の両方に遷移のクラスタ状態をシグナリングする。

【0149】

ステップ9.4: (オプション) SONサーバは、「マクロ」とされた基地局からUE分布プロファイルを受信する。

30

【0150】

ステップ9.5: SONサーバは、全てのマクロ及びマイクロモードeNBから、オンへの切り替え初期化の完了メッセージを受信する。オンへの切り替えステップはハンドオーバをトリガする。このステップの後に明確に定められた時間遅延はないが、Ts (開始の時間) は、このような遅延を意味し、以下の基準に基づき定められる。

(1) 全てのeNBが、SONサーバに、オンへの切り替えの準備が完了したことを示している。

(2) UEがマクロからマイクロeNBへのハンドオーバを完了するのに要する時間。これは、新しいカバレッジリング (オフへの切り替え手順と異なり、マイクロeNBに接続されたままの全てのUEはハンドオーバされる) 及び (可能な場合) UE分布プロファイルに基づき予測される。

40

【0151】

ステップ9.6: (オプション) SONサーバは、m個のステップのステップサイズプロファイル (x1 . . . xm) dB及び (y1 . . . ym) 度及びステップ間の時間間隔 (遅延) (t1 . . . tm) を、「マイクロ」及び「マクロ」基地局へシグナリングする。

【0152】

任意で、SONサーバは、全てのステップの固定ステップサイズ及びステップ間隔を送

50

信しても良い。留意すべき点は、このシグナリングが用いられない場合、ステップサイズ及びステップ間隔の値は、例えば基地局により所定の既定値に設定できることである。

【0153】

<ステップ9.7~9.9は、オプション1及びオプション2に記載される以下の2つの変形により実施され得る>

[オプション1]

ステップ9.7:SONサーバは、時点 T_{s1} でマクロ マイクロモード遷移のパラメータ調整を実行することを、マイクロ無線基地局(eNB)に通知する。時点は、OFDMAに基づくシステムの場合の「フレーム番号」を含む任意の形式で示すことができる。

【0154】

ステップ9.8:SONサーバは、時間($t_1 + t_2 + \dots + t_l$)の間待つ。ここで、 $l < m$ 、 l はマイクロeNBによるパラメータ調整のステップ数である。

【0155】

ステップ9.9:SONサーバは、時点 T_{s2} でマクロ マイクロモード遷移のパラメータ調整を実行することを、マクロeNBに通知する。時点は、OFDMAに基づくシステムの場合の「フレーム番号」を含む任意の形式で示すことができる。

【0156】

ステップ9.7.5:SONサーバは、ステップ9.3の後及びステップ9.10の前の任意の時点でオンへの切り替え手順を取り消すために、マクロ及び/又はマイクロ基地局にシグナリングする。つまり、ステップ2の遷移状態がオンへの切り替え手順の課程中に逆である場合、SONサーバは、このステップを用いて、基地局がオンへの切り替え手順全体を行うことなく、オフ状態である元の状態に戻れるようにする。これにより、遷移(オフ オン オフ)時間を短縮し、良好なエネルギー効率をもたらす。

【0157】

ステップ9.10:時点 T_{s1} から時間($t_1 + t_2 \dots + t_m$)の後、オンへの切り替え手順が完了する。

【0158】

[オプション2]

ステップ9.7a:SONサーバは、以下を同時に通知する。

・マイクロeNBに、マクロ マイクロモード遷移のパラメータ調整を実行するよう通知する。

・マクロeNBに、マクロ マイクロモード遷移のパラメータ調整を実行するよう通知する。

【0159】

時点 T_s でパラメータ調整を開始するよう通知する。時点は、OFDMAに基づくシステムの場合の「フレーム番号」を含む任意の形式で示すことができる。

【0160】

ステップ9.7.5a:SONサーバは、ステップ3の後及びステップ8の前の任意の時点で、オンへの切り替え手順を取り消すために、マクロ及び/又はマイクロ基地局にシグナリングしても良い。つまり、ステップ2の遷移状態がオンへの切り替え手順の課程中に逆である場合、SONサーバは、このステップを用いて、基地局がオンへの切り替え手順全体を行うことなく、オフ状態である元の状態に戻れるようにする。これにより、遷移(オフ オン オフ)時間を短縮し、良好なエネルギー効率をもたらす。

【0161】

ステップ9.8a:時点 T_{s1} から時間($t_1 + t_2 \dots + t_m$)の後、オンへの切り替え手順が完了する。

【0162】

ステップ9.9a:Void

ステップ9.10a:Void

<eNBのフロー>

10

20

30

40

50

マイクロ マクロモード遷移中の無線基地局（ここでは eNB と称する）端におけるイベントの対応するフローは、オプション 1 について図 10 に、オプション 2 について図 11 に、対応するステップと一緒に示す。

【0163】

図 10 は、オプション 1 に従うマイクロ マクロモード遷移中の無線基地局（eNB）のフローを示す。

【0164】

[オプション 1]

ステップ 10.1：マイクロモード又はオフに切り替わった eNB は、SONサーバからオンへの切り替え手順の準備をするための信号を受信する。マクロモード eNB は、SONサーバからオンへの切り替え手順の準備をするための信号を受信し、（オプション）UE 分布プロファイルを要求する。

10

【0165】

ステップ 10.2：マイクロモード eNB は、状態 0 に適用する無線パラメータ値でオンに切り替わり、上述のように幾つかの UE をマイクロ eNB にハンドオーバーするようトリガする。

【0166】

ステップ 10.3：（オプション）マクロモード eNB は、SONサーバからの要求に回答して、アクティブ UE の分布プロファイルを送信する。

20

【0167】

ステップ 10.4：マクロ及びマイクロモード eNB は、遷移の結果として急に生じると予測されるハンドオーバーの数に対応するために、最適化を適用する。このような最適化は、前述のように固有の又は標準に準拠した実装であって良い。

【0168】

ステップ 10.5：マイクロ及びマクロモード eNB は、オンへの切り替えの準備の完了をシグナリングする。

【0169】

ステップ 10.6：（オプション）マイクロ及びマクロモード eNB は、パラメータ調整のステップサイズプロファイル（ $x_1 \dots x_m$ ）dB 及び（ $y_1 \dots y_m$ ）度、並びに各々連続する調整間に適用するステップ間隔プロファイル（ $t_1 \dots t_m$ ）を受信する。

30

【0170】

ステップ 10.7：（オプション）マイクロモード eNB は、SONサーバから、マイクロ マクロモード遷移の無線パラメータを調整するための信号を受信し、調整を開始する時点 T_{s1} も受信する。

【0171】

ステップ 10.8：マイクロモード eNB は、アンテナダウンチルトを「 y_j 」度だけ減少させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標ダウンチルト値に達するまで処理を繰り返す。「 y_j 」及び「 t_j 」の値は、SONサーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j はステップ数（ $1 \sim n$ ）を表す。

40

【0172】

ステップ 10.9：自動ハンドオーバーは、ステップ 10.8 の結果として、マイクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

【0173】

ステップ 10.10：自動セル再選択は、ステップ 10.8 の結果として、マイクロ eNB からマクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【0174】

ステップ 10.11：マイクロモード eNB は、送信電力を「 x_j 」dB だけ増加させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、送信電力に達するまで処理を繰り返す。「 x_j 」及び「 t_j 」の値は、SONサーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え

50

字 j はステップ数 ($1 \sim n$) を表す。

【 0 1 7 5 】

ステップ 1 0 . 1 2 : 自動ハンドオーバーは、ステップ 1 0 . 1 1 の結果として、マクロ eNB からマイクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

【 0 1 7 6 】

ステップ 1 0 . 1 3 : 自動セル再選択は、ステップ 1 0 . 1 1 の結果として、マクロ eNB からマイクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【 0 1 7 7 】

ステップ 1 0 . 1 4 : マクロモード eNB は、SON サーバから、マクロ マイクロモード遷移の無線パラメータを調整するための信号を受信し、パラメータ調整を開始する時点 $T_s 2$ も受信する。

10

【 0 1 7 8 】

ステップ 1 0 . 1 5 : マクロモード eNB は、アンテナダウンチルトを「 y_j 」度だけ減少させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標ダウンチルト値に達するまで処理を繰り返す。「 y_j 」及び「 t_j 」の値は、SON サーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j はステップ数 ($n + 1 \sim m$) を表す。

【 0 1 7 9 】

ステップ 1 0 . 1 6 : 自動ハンドオーバーは、ステップ 1 0 . 1 5 の結果として、マクロ eNB からマイクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

【 0 1 8 0 】

20

ステップ 1 0 . 1 7 : 自動セル再選択は、ステップ 1 0 . 1 5 の結果として、マクロ eNB からマイクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【 0 1 8 1 】

ステップ 1 0 . 1 8 : 目標送信電力値がマクロ及びマイクロモード動作と異なる場合、マイクロモード eNB は、送信電力を「 x_j 」dB だけ減少させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標送信電力値に達するまで処理を繰り返す。「 x_j 」及び「 t_j 」の値は、SON サーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j は、 j 番目のステップを表す。

【 0 1 8 2 】

ステップ 1 0 . 1 9 : 自動ハンドオーバーは、ステップ 1 0 . 1 8 の結果として、マクロ eNB からマイクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

30

【 0 1 8 3 】

ステップ 1 0 . 2 0 : 自動セル再選択は、ステップ 1 0 . 1 8 の結果として、マクロ eNB からマイクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【 0 1 8 4 】

ステップ 1 0 . 2 0 . 5 : マクロ及び/又はマイクロ基地局は、ステップ 1 の後及び $T_s 1$ から時間 ($t_1 + t_2 \dots t_l$) 後にオンへの切り替え手順が完了するまでの任意の段階で、オンへの切り替え手順を取り消すための信号を受信し得る。このような場合には、マクロ及び/又はマイクロ基地局は、オンへの切り替え手順の更なるステップを放棄する。さらに、マクロ及びマイクロ基地局は、「取り消し」信号が受信されたときに対応する段階で、2 . 2 . 2 章 (オプション 1) で定めたように「オフへの切り替え手順」を開始する。

40

【 0 1 8 5 】

図 1 1 は、オプション 2 に従うマクロ マイクロモード遷移中の無線基地局 (eNB) のフローを示す。

【 0 1 8 6 】

[オプション 2]

ステップ 1 1 . 1 : マイクロモード又はオフに切り替わった eNB は、SON サーバからオンへの切り替え手順の準備をするための信号を受信する。マクロモード eNB は、SON サーバからオンへの切り替え手順の準備をするための信号を受信し、(オプション)

50

UE分布プロファイルを要求する。

【0187】

ステップ11.2：マイクロモードeNBは、状態0に適用する無線パラメータ値でオンに切り替わる。

【0188】

ステップ11.3：（オプション）マクロモードeNBは、SONサーバからの要求に
応答して、アクティブUEの分布プロファイルを送信する。

【0189】

ステップ11.4：マクロ及びマイクロモードeNBは、遷移の結果として急に生じると予測されるハンドオーバーの数に対応するために、最適化を適用する。このような最適化は、前述のように固有の又は標準に準拠した実装であって良い。

10

【0190】

ステップ11.5：マクロ及びマクロモードeNBは、オンへの切り替えの準備の完了をシグナリングする。

【0191】

ステップ11.6：（オプション）マクロ及びマクロモードeNBは、パラメータ調整のステップサイズプロファイル（ $x_1 \dots x_m$ ）dB及び（ $y_1 \dots y_m$ ）度、並びに各々連続する調整間に適用するステップ間隔プロファイル（ $t_1 \dots t_m$ ）を受信する。

【0192】

20

ステップ11.7：（オプション）マクロ及びマクロモードeNBは、SONサーバから、マクロ マイクロモード遷移の無線パラメータを調整するための信号を受信し、調整を開始する時点 T_{s1} も受信する。

【0193】

ステップ11.8：マクロ及びマイクロモードeNBにより、以下により、同時にアンテナダウンチルト調整が実行される。

- ・マクロモードeNBは、アンテナダウンチルトを「 y_j 」度だけ減少させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標アンテナダウンチルト値に達するまで処理を繰り返す。

- ・マイクロモードeNBは、アンテナダウンチルトを「 y_j 」度だけ増大させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、目標アンテナダウンチルト値に達するまで処理を繰り返す。

30

【0194】

「 y_j 」及び「 t_j 」の値は、SONサーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j は、 j 番目のステップを表す。

【0195】

ステップ11.9：自動ハンドオーバーは、ステップ11.8の結果として、マイクロeNBからマクロeNBへ、影響を受けるアクティブモードUEにより実行される。

【0196】

ステップ11.10：自動セル再選択は、ステップ11.8の結果として、マイクロeNBからマクロeNBへ、影響を受けるアイドルモードUEにより実行される。

【0197】

40

ステップ11.11：目標送信電力値がマクロ及びマイクロモード動作と異なる場合、以下により、マクロ及びマイクロモードeNBにより同時に送信電力調整が実行される。

- ・マクロモードeNBは、送信電力を「 x_j 」dBだけ減少させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、送信電力に達するまで処理を繰り返す。

- ・マイクロモードeNBは、送信電力を「 x_j 」dBだけ増大させ、時間期間「 t_j 」の間待ち、マクロモードeNBにより送信電力が達成されるまで処理を繰り返す。

【0198】

「 x_j 」及び「 t_j 」の値は、SONサーバによりシグナリングされるか、又は所定の固定値である。添え字 j は、 j 番目のステップを表す。

【0199】

50

ステップ 1 1 . 1 2 : 自動ハンドオーバーは、ステップ 1 1 の結果として、マクロ eNB からマイクロ eNB へ、影響を受けるアクティブモード UE により実行される。

【 0 2 0 0 】

ステップ 1 1 . 1 3 : 自動セル再選択は、ステップ 1 1 の結果として、マクロ eNB からマイクロ eNB へ、影響を受けるアイドルモード UE により実行される。

【 0 2 0 1 】

ステップ 1 1 . 1 3 . 5 : マクロ及びノ又はマイクロ基地局は、ステップ 1 の後及び T_{s1} から時間 $(t_1 + t_2 \dots t_l)$ 後にオンへの切り替え手順が完了するまでの任意の段階で、オンへの切り替え手順を取り消すための信号を受信し得る。このような場合には、マクロ及びノ又はマイクロ基地局は、オンへの切り替え手順の更なるステップを放棄する。さらに、マクロ及びマイクロ基地局は、「取り消し」信号が受信されたときに対応する段階で、2 . 2 . 2 章 (オプション 2) で定めたように「オフへの切り替え手順」を開始する。

【 0 2 0 2 】

< 本発明の実施形態の主な特徴 >

< UE 分布プロファイル >

用語「UE 分布プロファイル」は、単にアクティブモード UE を表すので、より正確には用語「アクティブ UE 分布プロファイル」であって良い。分布プロファイルは、絶対位置又は相対位置又はセル内の全てのアクティブモード UE のサービングセルからの距離を表す。これを表すある方法は、信号強度 $(RSRQ / RSRP)$ の観点である。このような UE 分布プロファイルの使用は、状態遷移の各ステップについてハンドオーバー手順の見込み数を決定するためである。

【 0 2 0 3 】

図 1 2 は、高容量から低容量状態への遷移中である 2 つの近隣 eNB を示す。eNB は、先ず、マイクロ eNB の外側の輪とマクロ eNB の内側の輪として示される同様のカバレッジエリアで開始する。次に、遷移ステップにより、マクロ eNB のカバレッジエリアは増大し、同時にマイクロ eNB のカバレッジエリアは減少する。これは同心円状の輪により示される。第 1 のステップで、カバレッジがシフトし、マイクロ eNB カバレッジの最も外側の同心円状の輪が除去され、マクロ eNB の追加カバレッジの第 1 の同心円状の輪が追加される。UE「D」は、このカバレッジシフトエリア内に居るので、マイクロ eNB からマクロ eNB へハンドオーバーする。第 2 のステップで、UE「C」及び UE「B」がカバレッジシフトエリア内に居る。UE「C」は、マイクロ eNB から遠いので、UE「B」より早くハンドオーバーし得る。したがって、UE「D」、「C」及び「B」は、それらのマイクロ eNB からの距離に基づく順番で、ハンドオーバーを実行する。留意すべき点は、距離は、ハンドオーバーシーケンスの順序を説明するための単なる例として用いられることである。ハンドオーバーシーケンスは、無線局からの UE 分布プロファイルを送信の角度又は局所的なシャドウイングの影響等のような他のパラメータによっても影響を受け得る。留意すべき点は、UE「A」は、依然として、オフに切り替わるマイクロ eNB に対して強制ハンドオーバー手順を行う必要があることである。マクロ eNB は、強制ハンドオーバーの前にもカバレッジを有すると考えられる。ハンドオーバーが自動的にトリガされない唯一の理由は、UE「A」に対してカバレッジがマクロ及びマイクロ eNB の両方により提供されるが、マイクロ eNB からの信号強度が、マクロ eNB よりも強いことである。したがって、強制ハンドオーバーの必要がある。

【 0 2 0 4 】

マイクロ eNB の周りの最も外側の同心円状の輪の半径内に居る全ての UE は、第 1 のステップ中の UE「D」と同時に、近隣のマクロ eNB (ターゲット無線局) への HO を実行できる。ハンドオーバーは、アンカ eNB により制御される。ステップサイズは、同時ハンドオーバーの数を制限するために制御される必要がある。実際に、UE は、それらが eNB から同一半径に居ないときでも、同時にハンドオーバーをトリガする。UE の eNB に対する実際の位置 (距離、角度、高さ) は、信号強度に影響を与える多くの要因のうちの

10

20

30

40

50

ほんの1つに過ぎない。

【0205】

信号強度(LTEではRSRP/RSRQ)は、UEによりeNBへ報告される1つのパラメータである。このパラメータに基づき、eNBによりハンドオーバの決定が行われる。概して、近隣(ターゲット)eNBにハンドオーバを要求するために、(アンカ)eNBにより異なる基準が用いられ得る。このような基準は、通常、ハンドオーバパラメータの形式でネットワークに対して予め設定される。

【0206】

図12の地理的図形の右に示したグラフは、アンカeNB(本例ではマイクロeNB)からの信号強度及びターゲットeNB(本例ではマクロeNB)からの信号強度を時間に対してUE毎にプロットしたグラフである。地理的図形内の同心円状の輪により示した2つのステップでの遷移による信号強度の変化は、説明を簡単にするため、一定の傾きで示される。専門的な読者は、送信パラメータ調整ステップにおける2つの異なる送信電力の間の変化が、ステップの変化ではなく徐々に増大又は減少することを含むことを理解するだろう。2つの異なるアンテナチルト値の間の変化にも同様のことが言える。代替として、ステップ変化又は傾きの中断(時間遅延を含む)は、送信パラメータ調整により提供される。

10

【0207】

所与の例では、任意のUEについて、ターゲットeNBの信号強度がアンカeNBの信号強度を所与のマージンだけ超えると、UEはターゲットeNBへハンドオーバする。留意すべき点は、ハンドオーバに用いられる基準には他の条件を用いても良いこと、このような基準は通常ネットワークに予め設定されることである。ハンドオーバの条件の他の例は、ターゲットeNBからの信号強度が絶対閾を超えること、又はアンカeNBからの信号強度が絶対閾より下に低下することであって良い。

20

【0208】

アイドルモードUE(現在使用されていない)は、ハンドオーバ手順を行っていないが、「セル再選択手順(Cell Reselection Procedure: CRS)」と呼ばれる別の手順に従うので、検討する必要がない。CRS手順は、任意のUL又はDLシグナリングを含まないので、UL/DL制御プレーンリソースに制約を課さない。したがって、この処理はステップサイズを決定するときに検討する必要がない。

30

【0209】

<「x」dB及び「y」度のステップ>

「x」dB及び「y」度のステップを定める目的は、eNBの送信パラメータの変化が、結果として該eNB及び近隣eNBの無線カバレッジの変化をもたらすことである。したがって、これは、カバレッジの影響を受ける領域内のアクティブUEのうちの幾つかが、自身の無線リンクを維持するために、呼をドロップすることなく、ハンドオーバする必要のある状況を生成する。したがって、1又は複数のeNBの送信パラメータの変化に対して、ハンドオーバアクティビティの増大するバーストが予測される。所要のハンドオーバ数は、所与の変化に対して十分大きいと、遷移中に、幾つかのUEは呼のドロップ又はRLF(radio link failures、無線リンク障害)を経験し得る。ステップサイズ「x」dB及び「y」度は、ステップ変化毎のハンドオーバ数の制御を提供する。

40

【0210】

ステップサイズは、クラスタ又はクラスタグループに対して固定値に予め設定されても良い。最小ステップサイズは、製品仕様に応じる。例えば、所与のアンテナが2度の分解能で「+-10度」の遠隔ダウンチルト調整に対応する場合、ステップサイズ「y」は2度より小さくできない。

【0211】

幾つかの例では、ステップサイズを最小分解能の値に設定することは、オン オフの切り替え手順の遷移時間の増大をもたらし得る。これは、より大きなステップサイズを定めることにより回避でき、ステップの増大又は減少毎のハンドオーバ数の制御は維持した

50

ままである。期待されるハンドオーバー数を推定するために、サービング eNB に対するアクティブモード UE の分布に関する情報を用いることができる。この分布を決定する単純な方法は、UE 測定、例えば CQI を、遷移の時の、サービングセルからの各アクティブモード UE の距離を推定する基準として用いることである。この情報は、SON サーバにより、オン オフ又はオフ オンへの遷移の最適ステップサイズを決定するために利用され得る。

【0212】

<ステップ調整間の時間間隔「t」>

オン オフ又はオフ オンへの切り替え遷移中、ダウンチルト及び電力のような送信パラメータは、クラスタ内の複数の eNB により増大及び/又は減少される。上述のように、送信パラメータのこの変化は、クラスタのカバレッジプロパティに影響を与える。無線カバレッジ及びアクティブモード UE の QoE が遷移中に維持されるためには、各反復（電力又はチルトのステップ変化）は、遷移が完了するまで、クラスタの eNB 間で調整される。協調又は（幾つかの環境では）同期は、パラメータ、任意の 2 つの連続するステップ調整の開始時点間のオフセットのような固定時間遅延である時間間隔「t」を用いることにより達成できる。

10

【0213】

「t」の値は、期待される又はステップ変化の結果として開始される全てのハンドオーバーのためのハンドオーバー処理を完了するのに必要な合計時間より大きいか若しくはそれに等しい。例えば、3GPP-LTE の場合には、ハンドオーバー処理は、S1 又は X2 インタフェースを介して各 UE について生じ得る。「t」は、HO のための測定を報告する HO イベントからの時間、Time to Trigger、HO Command&Acknowledgement、Target eNB への Status/Resource 転送、及び最後に Source eNB でリソースが解放されるまでの時間を有し得る。

20

【0214】

<パラメータ調整を開始する時点 T_s>

信号がパラメータ調整の準備及び開始のために SON サーバにより複数の eNB へ送信されるとき、信号は、（X2 又は S1 インタフェースの場合のように）IP ネットワークを介して送信されても良い。したがって、メッセージは、eNB により異なる時点で受信され得る。これは、再び、2.4.2 章で述べた理由で、同期を用いる必要がある。パラメータ「パラメータ調整を開始する時点」、「T_{s1}」又は「T_{s2}」の使用は、遷移手順がクラスタ内の全ての eNB について同期して同時に開始することを保証できる。

30

【0215】

<「取り消し」コマンドのオプション>

オン オフ遷移又はその逆のトリガ条件が遷移課程中の逆である場合、遷移処理を中止させ、元の状態に戻ることは有利である。これは、トリガ条件が遷移課程中の逆である場合に、SON サーバにより eNB に対して発行される「取り消し」コマンドを定めることにより達成できる。

【0216】

<オプション 1 及びオプション 2 の選択>

オン オフ又はオフ オン遷移のために設けられた 2 つのオプションは、無線パラメータ調整段階で主に異なる。無線パラメータ調整は、オプション 2 で、マイクロ及びマクロモード eNB に対して同期をとられる。利点は、遷移の応答時間が速く、したがって省エネルギーの更なる最適化の可能性があることである。しかしながら、マイナス面は、ダウンチルトが、マイクロ マクロ（又はその逆）に移っている UE にとって更に速いハンドオーバーである。ハンドオーバーのためにシステムで追加制御が必要な場合、無線パラメータ調整はマイクロ及びマクロレイヤで順次生じるので、オプション 1 が用いられて良い。これにより、自然ハンドオーバーレートを減速させる。図 12 に、既に議論した速いハンドオーバーを提供する第 2 のオプションを示す。グラフから分かるように、マイクロ eNB 及びマクロ eNB は、それらの送信パラメータを一緒に調整する。

40

50

【 0 2 1 7 】

図 1 3 に、遅いハンドオーバーを提供する第 1 のオプションを示す。この図は、図 1 2 と類似しており、基本的説明については図 1 2 に関連する前の段落を参照のこと。ここで、マクロ eNB は、第 1 の段階で 1 又は複数の無線パラメータを調整する。第 1 の段階が完了すると、マイクロ eNB は第 2 の次の段階で 1 又は複数の無線パラメータを調整する。左にある地理的図形は、第 1 の段階を示し、マクロ eNB がそのカバレッジを広げていることを示す。対応するグラフは、2 つのステップで、マクロ eNB 信号強度が増大し、UE D 及び UE C のハンドオーバーが生じていることを示す。UE A 及び UE B は影響を受けない。

【 0 2 1 8 】

第 2 の段階で、マイクロ eNB が自身の無線パラメータを調整すると、その信号強度が減少し、UE B のハンドオーバーを生じる。読者は、マイクロ eNB の外側の同心円状の輪に居る UE D は、マクロ eNB に既にハンドオーバーされているので、この段階の第 1 のステップがハンドオーバーを生じないことを理解するだろう。第 2 のステップで、UE B 及び UE C はハンドオーバーする。最後のステップは、マイクロ eNB を非アクティブにする（オフに切り替える）。このステップの直前に、UE A はマクロ eNB にハンドオーバーしなければならない。

【 0 2 1 9 】

幾つかの本発明の実施形態は、代替として、交互であるが重なり合う、マイクロ及びマクロ eNB の調整を提供し得る。マクロ eNB と同様のステップ変化が、マイクロ eNB のステップ変化と交互に生じ得る。再び代替として、マクロ eNB の電力調整の次にマイクロ eNB の電力調整が続き、次にマクロ eNB のチルト調整の次にマイクロ eNB のチルト調整が続いても良い。このような実施形態は、実装の複雑性を増大させ得るので、おそらく上述のオプション 1 及び 2 よりも利点が少ない。

【 0 2 2 0 】

< クラスタ状態情報をシグナリングするオプション >

クラスタが $x \rightarrow y$ 、ここで $|x - y| = m$ 且つ $m > 1$ である状態を変化するシナリオでは、無線局が目標状態 $x + 1$ 又は $x + m$ のパラメータを調整するか否かを知る方法がない。同じ問題は、オフへの切り替え手順にも存在する。

【 0 2 2 1 】

したがって、システムが上述のシナリオに対応する場合、SONサーバから全てのマクロ及びマイクロ無線局へのシグナリングメッセージ「クラスタ状態」のオプションが上述の問題を回避する。つまり、「クラスタ状態」は、無線局が遷移のために準備しなければならない状態の値を示す。

【 0 2 2 2 】

< 主な革新的なコンセプト >

本発明の実施形態は、オン/オフへの切り替えシグナリングメカニズムに、主に以下を新たに提供する。

- ・状態間の遷移のための、SONサーバ（又は他の対応するエンティティ）と無線局との間のシグナリング手順。

- ・送信電力及びアンテナダウンチルトの増大調整及び増加の時間間隔のために、ステップサイズ「 x 」dB 及び「 y 」度。これらは、各ステップ変化で期待される又は推定されたハンドオーバー数に基づき、ステップ毎に適応できる（つまり、適応ステップサイズを提供する）。これは、速いオン→オフ遷移時間を可能にし、良好なエネルギー効率をもたらすと同時に、同時ハンドオーバー数を注意深く制御する。

- ・遷移のトリガが遷移課程中の逆である場合に、「取り消し」コマンドを発行することにより、オン→オフ又はオフ→オン手順を反転させる SONサーバの能力。これは、システムの安定性を向上させ、良好なエネルギー効率及びシステム性能の可能性を与える。

< 本発明の実施形態の利点 >

- ・実施形態は、遷移中に UE に信頼できるリンク及び十分なカバレッジを提供すること

10

20

30

40

50

を目的とするので、UE に対する信頼できるサービス品質。

【0223】

・実施形態は、遷移中に移動しているUEのRACH障害又は衝突の可能性を最小化するので、安定したシステム性能。

【0224】

・本発明の実施形態の遷移メカニズムは、任意のサイズのクラスタに適用できるので、スケーラブルなソリューション。

【0225】

・速い遷移時間及びより制御されたハンドオーバを可能にするために、遷移中の電力及び/又はダウンチルト調整のためのスケーラブルなステップ及びステップ間の間隔による性能効率の損失を有しない、省エネルギーの向上。

10

【0226】

実施形態はソリューションの実現のために分散型及び集中型アプローチの両方を可能にするので、実装の柔軟性。

【0227】

本発明の実施形態の種々の特徴は、ハードウェア、1若しくは複数のプロセッサで動作するソフトウェアモジュールとして又は他の適切な技術で実施されてもよい。ある態様の特徴は、他の態様の特徴に適用されても良い。

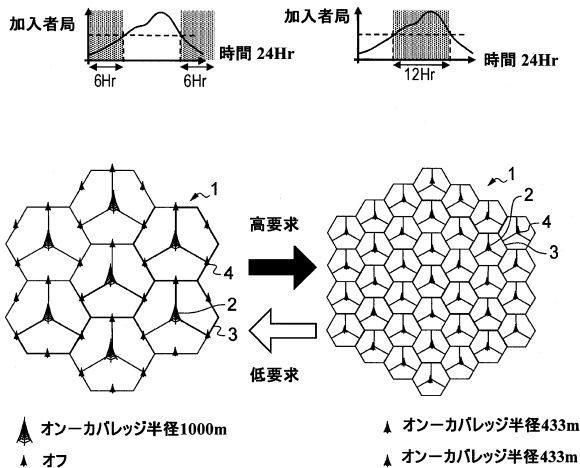
【0228】

本発明は、上述の任意の方法を実行するコンピュータプログラム又はコンピュータプログラムプロダクト、及び上述の任意の方法を実行するプログラムを格納しているコンピュータ可読媒体も提供する。本発明を実施するコンピュータプログラムは、(非一時的)コンピュータ可読媒体に格納されてもよい。或いは、例えば、インターネットウェブサイトから提供されるダウンロード可能なデータ信号のような信号形式又は任意の他の形式であってもよい。

20

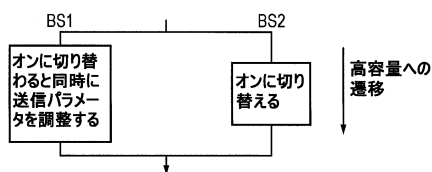
【図1】

低容量状態及び高容量状態におけるオーバレイネットワークの概念を示す。



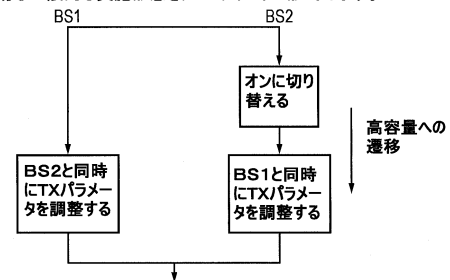
【図2A】

本発明の簡易な一般的な実施形態をフローチャートの形式で示す。



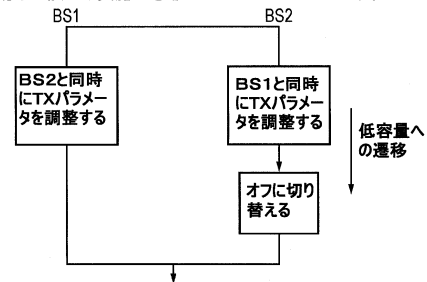
【図2B】

本発明の簡易な一般的な実施形態をフローチャートの形式で示す。



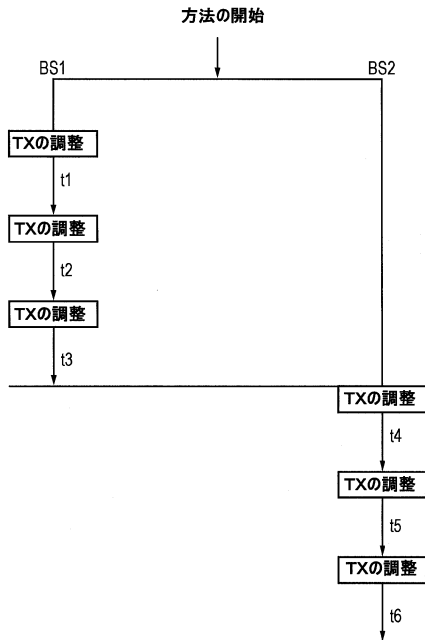
【図2C】

本発明の簡易な一般的な実施形態をフローチャートの形式で示す。



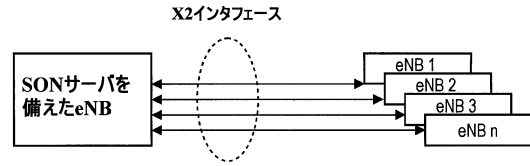
【図3】

本発明の異なる実施形態をフローチャートの形式で示す。



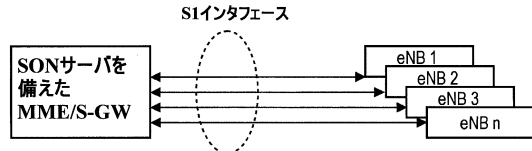
【図4】

無線局のSONサーバを有するLTEの例の概略図である。



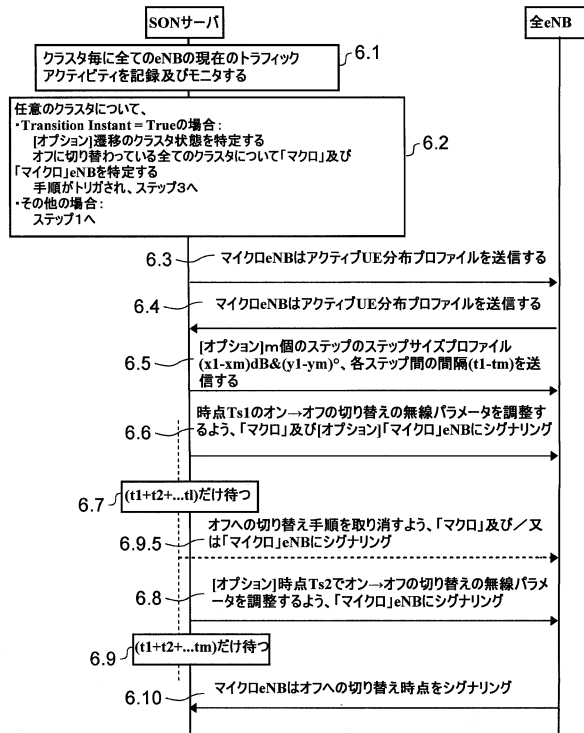
【図5】

MME/S-GWのSONサーバを有するLTEの例の概略図である。



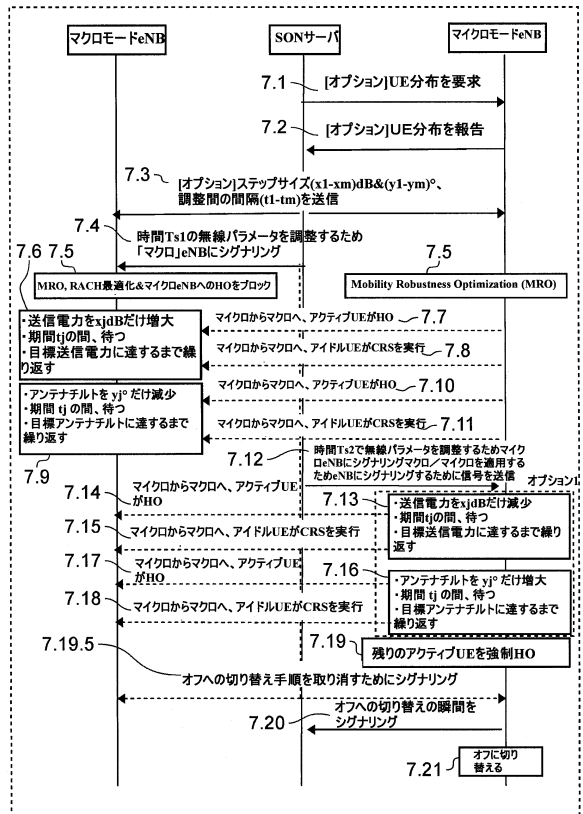
【図6】

マイクロモードからマクロモードへの遷移中の、SONサーバとクラスタ内の全ての無線局との間のシグナリングを示す。



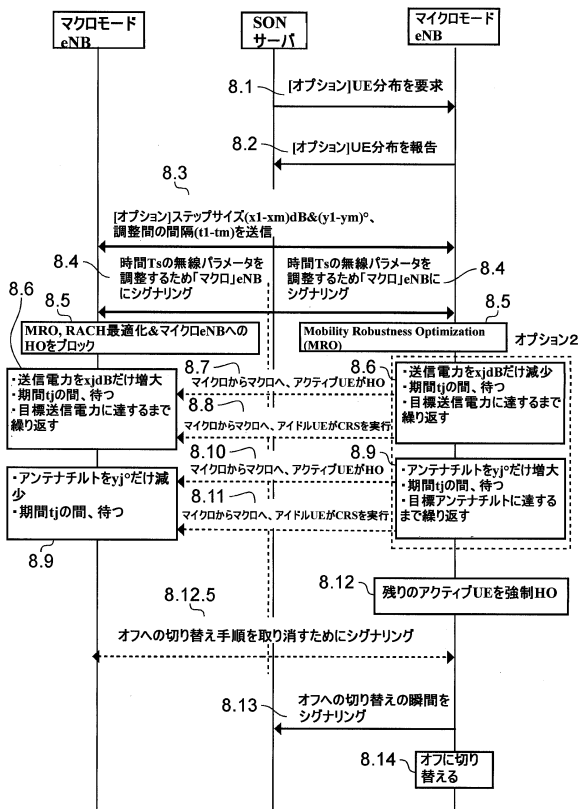
【図7】

第1のオプションに従う、マイクロモードからマクロモードへの遷移中の、無線基地局におけるイベントシーケンスを示す。



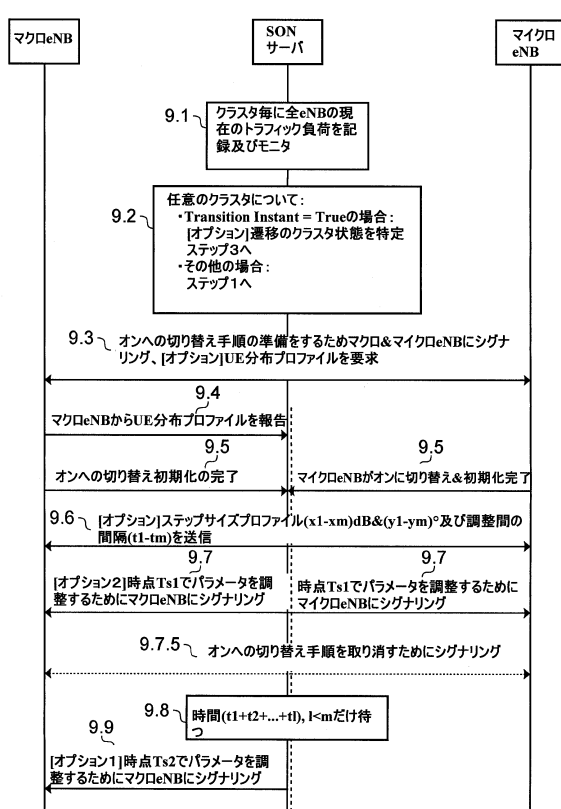
【図 8】

第2のオプションに従う、マイクロモードからマクロモードへの遷移中の、無線基地局における別のイベントシーケンスを示す。



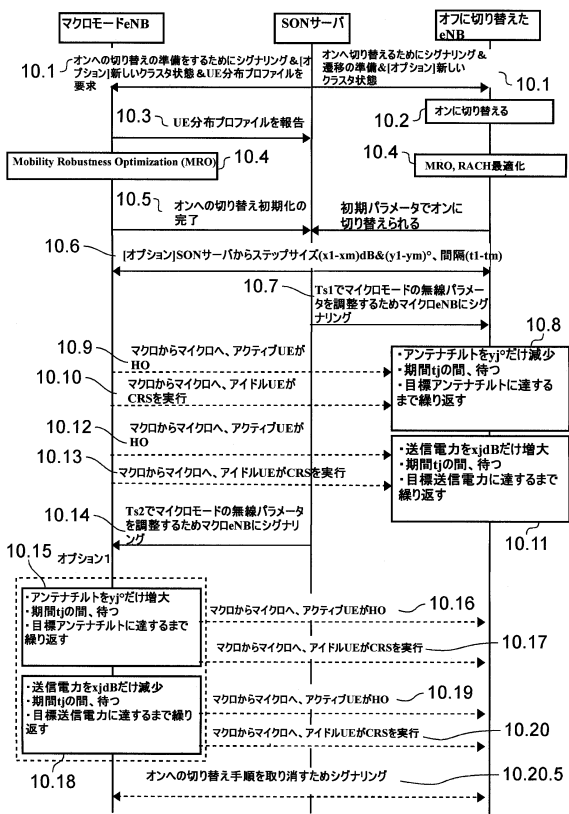
【図 9】

マクロモードからマイクロモードへの遷移中の、SONサーバとクラスタ内の全ての無線局との間のシグナリングを示す。



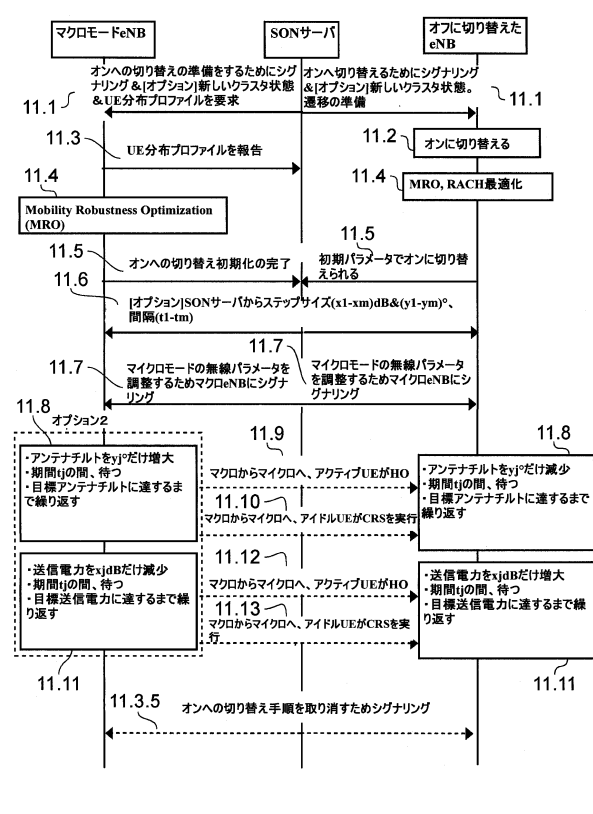
【図 10】

第1のオプションに従う、マクロモードからマイクロモードへの遷移中の、無線基地局におけるイベントシーケンスを示す。



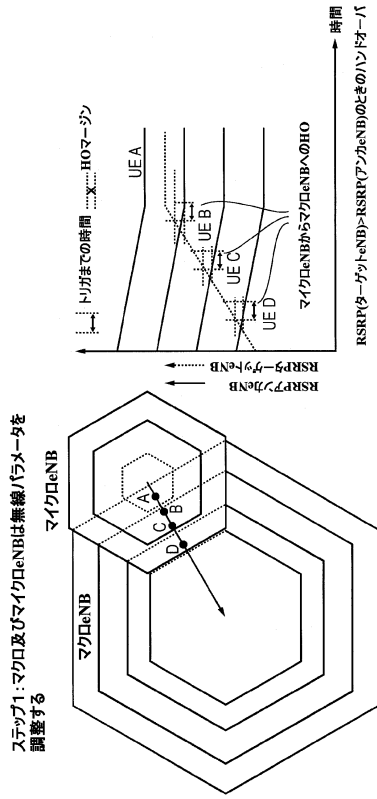
【図 11】

第2のオプションに従う、マクロモードからマイクロモードへの遷移中の、無線基地局における別のイベントシーケンスを示す。



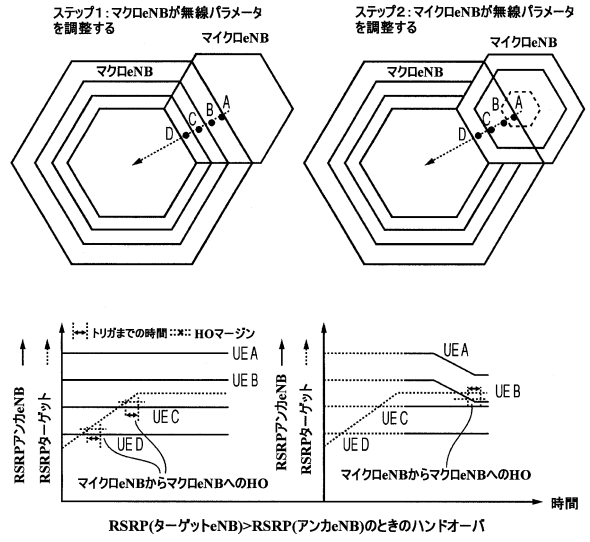
【図12】

状態遷移中の近隣無線局のカバレッジを示す地理的図及びグラフである。



【図13】

第1のオプションに従う、状態遷移を示す2つの地理図と対応するグラフである。



フロントページの続き

(72)発明者 パワー・ケヴィン
イギリス国, ユービー7 9エフディー, ウエスト ドレートン ミドルセックス, パーク ロッ
ジ アヴェニュー 1番, アーリントン ハウス, フラット 3号

審査官 伊東 和重

(56)参考文献 特開2006-352477(JP, A)
国際公開第2009/115554(WO, A1)
NEC, Adding high-level description of the capacity-limited network use case to ESM, 3G
PP TSG-SA5 (Telecom Management), 3GPP, 2010年 5月14日, S5-101495

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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