

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5140151号
(P5140151)

(45) 発行日 平成25年2月6日 (2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日 (2012.11.22)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 W 24/02 (2009.01) HO 4 Q 7/00 2 4 1

HO 4 W 36/08 (2009.01) HO 4 Q 7/00 3 0 6

HO 4 W 92/20 (2009.01) HO 4 Q 7/00 6 9 2

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2010-511501 (P2010-511501)	(73) 特許権者	598036300
(86) (22) 出願日	平成19年6月15日 (2007.6.15)		テレフオンアクチーボラゲット エル エ
(65) 公表番号	特表2010-531086 (P2010-531086A)		ム エリクソン (パブル)
(43) 公表日	平成22年9月16日 (2010.9.16)		スウェーデン国 ストックホルム エスー
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/055960		1 6 4 8 3
(87) 国際公開番号	W02008/151674	(74) 代理人	100076428
(87) 国際公開日	平成20年12月18日 (2008.12.18)		弁理士 大塚 康德
審査請求日	平成22年2月18日 (2010.2.18)	(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 重複セルを発見する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の基地局（102乃至122）を含む通信ネットワーク（100）における重複セルを発見する方法であって、個別基地局（102）が実行するステップが、
前記個別基地局の関連セルの範囲にある端末の集合を決定するステップ（602）と、
前記個別基地局の関連セルの前記範囲にある前記端末の集合に関する情報を伴うメッセージを他の基地局に送信するステップ（604）と、
前記他の基地局の関連セルの範囲にある端末の集合に関する情報を伴うメッセージを前記他の基地局から受信するステップ（606）と、
前記他の基地局から受信する前記他の基地局の端末の集合と前記個別基地局自体の端末の集合との共通部分を計算するステップ（608）と、
前記対応する共通部分の端末数が所定レベルに等しいか、または所定レベルを超えれば、セルを重複していると分類するステップ（610乃至614）とを含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記基地局から前記他の基地局に送信する前記メッセージが前記基地局の範囲にある前記端末の集合の表現（140）を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記端末の集合をブルームフィルタ（140、310）に符号化することを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記基地局（１０２）が管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける前記基地局の隣接基地局に前記メッセージを送信することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記他の基地局から受信する端末の集合に関する情報を前記基地局の関連セルの前記範囲にある前記端末の集合に関する情報と集約するステップ（７１４）と、

管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける前記基地局の隣接基地局（１１０）にこの集約情報を送信するステップ（７１６）とを含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

10

【請求項 6】

前記他の基地局から受信するブルームフィルタを前記基地局の関連セルの前記範囲にある前記端末の集合を表現する前記ブルームフィルタと集約するステップ（７１４）と、

管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける前記基地局の隣接基地局にこの集約情報を送信するステップ（７１６）を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

前記基地局（１０２）が前記基地局の関連セルの範囲にある前記端末の集合を定期的（７０２）に決定し（７０６）、タイムスタンプ付きの前記端末の集合に関する前記情報を地域要約テーブルに格納することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 8】

前記関連セルの範囲に現在ある端末を表現する新規ブルームフィルタを前記地域要約テーブルに格納する前記ブルームフィルタと比較するステップ（７０８）と、

前記新規ブルームフィルタが前記地域要約テーブルに格納する前記ブルームフィルタと相違すれば（７１０）、

管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける前記基地局の隣接基地局に前記新規ブルームフィルタを送信するステップ（７１６）と、

前記新規の、タイムスタンプ付きブルームフィルタにより前記地域要約テーブルの前記情報に上書きするステップ（７１２）と

を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

30

【請求項 9】

基地局自体のセルと重複する他の基地局（１０４乃至１２２）のセルを発見する通信ネットワーク（１００）の基地局（１０２）であって、前記発見処理において個別基地局（１０２）が、

前記個別基地局の関連セルの範囲にある端末（１２４、１２６）集合を決定し（６０２）、

前記個別基地局の関連セルの前記範囲にある前記端末（１２４、１２６）集合に関する情報を伴うメッセージを前記他の基地局に送信し（６０４）、

前記他の基地局の関連セルの範囲にある端末（１２４、１２８）集合に関する情報を伴うメッセージを前記他の基地局（１０４）から受信し（６０６）、

40

前記他の基地局から受信する前記他の基地局の端末の集合と前記個別基地局自体の端末の集合との共通部分（１２４）を計算し（６０８）、

前記対応する共通部分の端末数が所定レベルに等しいか、または所定レベルを超えれば、セルを重複していると分類する（６１０乃至６１４）

ことを特徴とする基地局（１０２）。

【請求項 10】

前記個別基地局（１０２）から前記他の基地局に送信する前記メッセージが前記個別基地局の範囲にある前記端末の集合の表現（１４０）を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の基地局（１０２）。

50

【請求項 1 1】

前記端末の集合をブルームフィルタ（１４０、３１０）に符号化することを特徴とする請求項 1 0 に記載の基地局（１０２）。

【請求項 1 2】

前記基地局が管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける前記基地局の隣接基地局（１１０）に前記メッセージを送信する（６０４、７１６）ことを特徴とする請求項 9 乃至請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の基地局（１０２）。

【請求項 1 3】

前記他の基地局から受信する端末の集合に関する情報を前記基地局の関連セルの前記範囲にある前記端末の集合に関する情報と集約し（７１４）、管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける前記基地局の隣接基地局（１１０）にこの集約情報を送信する（７１６）ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の基地局（１０２）。

10

【請求項 1 4】

前記他の基地局から受信するブルームフィルタを前記基地局の関連セルの前記範囲にある前記端末の集合を表現する前記ブルームフィルタと集約し（７１４）、管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける前記基地局の隣接基地局（１１０）にこの集約情報を送信する（７１６）ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の基地局（１０２、３０６）。

【請求項 1 5】

複数の基地局（１０２乃至１２２）を含む通信ネットワーク（１００）であって、個別基地局が前記個別基地局自体のセルと重複する他の基地局のセルを発見するようにし、前記発見処理において、前記基地局が、

20

前記基地局の関連セルの範囲にある端末（１２４、１２６）集合を決定（６０２）し、前記基地局の関連セルの前記範囲にある前記端末（１２４、１２６）集合に関する情報を伴うメッセージを前記他の基地局に送信し（６０４）、

前記他の基地局の関連セルの範囲にある端末（１２４、１２８）集合に関する情報を伴うメッセージを前記他の基地局（１０４）から受信（６０６）し、

前記他の基地局から受信する前記他の基地局の端末の集合と前記基地局自体の端末集合との共通部分（１２４）を計算（６０８）し、

前記対応する共通部分の端末数が所定レベルに等しいか、または所定レベルを超えれば、セルを重複していると分類する（６１０乃至６１４）ことを特徴とするネットワーク（１００）。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【０００１】**

本発明は一般に無線アクセスネットワークに関し、特に例えばハンドオーバー処理を容易にすることに使用する重複セルの発見方法に関する。

【背景技術】**【０００２】**

セルラ通信システムは複数の無線基地局（ＲＢＳ）、即ち端的には互いに距離を保ち、地理的エリアにおいて無線通信を提供する、複数のセルを形成する基地局（ＢＳ）を含む。移動電話機（即ちユーザ装置－ＵＥ）のような移動通信ユニットは無線チャネルを介して、ユーザ装置が現在位置するセルの基地局と通信する。ユーザ装置は移動するので、ユーザ装置と基地局（サービス提供基地局）間の距離は増すことがあり、従って信号は通信を維持するには弱くなりすぎる。ネットワークからのサポートがなければ、ユーザ装置または基地局のいずれかが受信する信号レベルが弱小化するため、接続は終了することになる。

40

【０００３】

通信を維持するために、ハンドオーバーと呼ぶ処理を実装する。この処理では、ユーザ装置へのサービス提供（即ち、無線通信チャネルの提供）をあるセルから別のセル（セルは

50

同一基地局によりまたは別の基地局により形成することができる)へハンドオーバーする。接続の継続性を維持するために、ハンドオーバー処理を重複セル間で実行する。2つのセルを重複すると分類するためには、2つのセルは要求条件の集合を満たさねばならず、その最も基本的なものはそれぞれのサービスエリアが重複しなければならないことである。

【0004】

ハンドオーバーを達成するためには、汎用移動通信システム(UMTS)における各セルは重複セルリストを持ち、このリストはシステム内およびシステム間双方のハンドオーバー処理を可能にする。それ故、特定リストの重複セルは同一または異なる周波数で動作する同一ネットワークに属しうるか、または別の事業者が所有する異なる移動ネットワークに属しうるか、またはGSMネットワークのような異なるシステムの一部でさえありうる。

10

【0005】

既知の解決策では、重複セルリストはネットワーク計画処理の産物である。これらのリストは無線ネットワークコントローラ(RNC)において静的に構成するが、無線ネットワークコントローラは無線基地局(RBS)の大きな集合(通常数百)を制御するエンティティである。複数のRNCおよび複数のRBSは汎用地上無線アクセスネットワーク(UTRAN)のエンティティである。想定されるのは、移動通信ネットワークのさらなる開発と共に、複数のRNCを除去し、その機能を分割し、UTRANの複数のRBSおよびその他のエンティティに分散しうることである。これらのリストの構成が静的で、一元化された計画処理の結果であり続けることになるならば、そのような手法は予期しない出来事または障害の場合に素早く反応し、重複セルリストを速く再構成するネットワークの能力を制約することになる。注意しなければならないのは、たとえサービス範囲の問題が生じなくとも、重複セルリストの再構成処理は障害後に必要であることである。複数のRBSがそのそれぞれの重複セルリストを再構成し、能率的ハンドオーバーをサポートし、呼の切断を避けることを、障害の結果として表れる新規ネットワークトポロジは必要とする。

20

【0006】

重複セルを発見する方法は存在し、その幾つかをその不利な点と共に以下で考察する。

【0007】

アドホックネットワークのトポロジ発見に基づく既知の方法、例えば、2000年8月11日の移動およびアドホックネットワーク並びにコンピューティング、2000、Mob i HOC 2000、第1回アニュアルワークショップ、ページ145-146におけるR. クッドゥハリー(R. Chpudhury)他著「移動エージェントを使用するアドホック無線ネットワークにおけるトポロジー発見の分散機構(“A distributed mechanism for topology discovery in ad hoc wireless networks using mobile agents”)」において開示される移動エージェントをベースにした解決策、またはT. クラウセン(Ed.) (T. Clausen(Ed.))他著「最適化リンク状態ルーティングプロトコル(olsr) (“Optimized link state routing protocol(olsr)”」、RFC3626、ネットワーク作業グループ、2003年10月、において開示されるプロアクティブ・ルーティング・プロトコルに含まれるトポロジ発見処理がある。これらの方法が想定するのは、トポロジにおいて2つの隣接するノードが互いの範囲にある2つのノードであることである。とはいえUMTSのようなセルラネットワークの隣接基地局は互いの範囲内にないことがある。

30

40

【0008】

UMTSネットワークには重複するセルを発見する他の方法が存在する。現在の技術では、RNCは端末に周波数内符号探索の実行を依頼することができる。この方法では、端末はセル間のサービス範囲の重複を発見することはできるが、この手順は端末として同一周波数で動作するセルに限られる。結果として、このような手順は別の周波数で動作するUMTSセルも、システム間セル(例えば、GSMセル)も発見することができない。

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従って、重複セルの発見方法の改善、特に分散環境において実装することができ、特にセル障害の状況においてハンドオーバーの高い品質を保証すべく十分速い方法は有利であろう。従って、本発明は好ましくは上述の1つまたは複数の不利な点を一つずつ、または任意の組み合わせで軽減、緩和または除去することを追求する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第1の態様によれば、複数の基地局を含む通信ネットワークにおける重複セルを発見する方法を提供する。個別基地局が実行するステップは個別基地局の関連セルの範囲にある端末の集合を決定するステップおよび個別基地局の関連セルの範囲にある端末の集合に関する情報を伴うメッセージを他の基地局に送信するステップを含む。本方法はまた他の基地局の関連セルの範囲にある端末の集合に関する情報を伴うメッセージを前記他の基地局から受信するステップを含む。個別基地局は前記他の基地局から受信する他の基地局の端末の集合と個別基地局自体の端末の集合との共通部分を計算し、対応する共通部分が所定レベルに等しいか、または所定レベルを超えれば、セルを重複していると分類する。好ましくは、共通部分の計算は前記基地局と関連する各セルについて実行する。

10

【0011】

好ましくは、基地局から前記他の基地局に送信するメッセージは基地局の範囲にある端末の集合の表現を含み、端末の集合をブルームフィルタに符号化することがさらに好ましい。

20

【0012】

メッセージの送信が引き起こすトラフィックを削減するために、基地局は管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける基地局の隣接基地局にメッセージを送信する。本方法は基地局の関連セルの範囲にある端末の集合に関する情報と前記他の基地局から受信する端末の集合に関する情報との集約をさらに含む。管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける基地局の隣接基地局に、この集約情報を次いで送信する。

【0013】

好ましくは、本方法は基地局の関連セルの範囲にある端末の集合を表現するブルームフィルタと前記他の基地局から受信するブルームフィルタとの集約を含む。管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける基地局の隣接基地局に、この集約情報を次いで送信する。

30

【0014】

基地局は基地局の関連セルの範囲にある端末の集合を定期的に決定し、端末の集合に関するタイムスタンプ付き情報を地域要約テーブルに格納する。地域要約テーブルに格納する端末を表現するブルームフィルタを関連セルの範囲に現在ある端末を表現するブルームフィルタと比較する。新規ブルームフィルタ（即ち、関連セルの範囲に現在ある端末を表現する）が地域要約テーブルに格納するブルームフィルタと相違すれば、本方法は管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける基地局の隣接基地局に新規ブルームフィルタを送信するステップを含む。基地局はまた新規の、タイムスタンプ付きブルームフィルタを地域要約テーブルの情報に上書きする。

40

【0015】

あるいは管理オーバーレイのスパニングツリーに沿う隣接基地局へのメッセージの送信に代わり、前記メッセージを全ての他の基地局に送信する。

【0016】

本発明の第2の態様によれば、基地局自体のセルと重複する他の基地局のセルを発見するようにする通信ネットワークの基地局を提供する。基地局は基地局の関連セルの範囲にある端末の集合を決定し、基地局の関連セルの範囲にある端末の集合に関する情報を伴うメッセージを他の基地局に送信するようにする。基地局はまた前記他の基地局からメッセ

50

ージを受信するようにし、本メッセージは他の基地局の関連セルの範囲にある端末の集合に関する情報を含む。最後に、基地局は前記他の基地局から受信する他の基地局の端末の集合と基地局自体の端末の集合との共通部分を計算し、対応する共通部分が所定レベルに等しいか、または所定レベルを超えれば、セルを重複していると分類するようにする。

【0017】

本発明の第3の態様によれば、複数の基地局を含む通信ネットワークを提供し、個別基地局は個別基地局自体のセルと重複する他の基地局のセルを発見するようにする。基地局は基地局の関連セルの範囲にある端末の集合を決定し、個別基地局の関連セルの範囲にある端末の集合に関する情報を伴うメッセージを他の基地局に送信するようにする。基地局はまた他の基地局の関連セルの範囲にある端末の集合に関する情報を伴うメッセージを前記他の基地局から受信するようにする。最後に、基地局は前記他の基地局から受信する他の基地局の端末の集合と基地局自体の端末の集合との共通部分を計算し、前記対応する共通部分が所定レベルに等しいか、または所定レベルを超えれば、セルを重複していると分類するようにする。

10

【0018】

本発明のさらなる特徴は従属請求項において請求する通りである。

【0019】

性能に関して、本発明はノード障害および回復のような外部の出来事に対する短い反応時間の便益をもたらす。さらに、本方法のトラフィックおよび計算オーバーヘッドはネットワークの規模およびネットワークの端末数の双方に比例する。本発明のその他の便益は自動構成を含み、これは運用経費（OPEX）の削減、堅牢性の強化およびスケーラビリティの増大（非集中化による）につながる。本解決策はまた他の既知の解決策に比し、外部の出来事に対する比較的速い反応の便益をもたらす、本解決策はまた無線アクセス技術に対して中立であり、GSMまたはUMTSのような現在の無線ネットワーク並びに将来世代のネットワークにおける本解決策の実装を許容する。

20

【0020】

図面を伴う以下の詳細な説明から、本発明はより完全に理解および認識されよう。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は本発明の一実施形態における無線通信ネットワークを図示する図である。

30

【図2】図2は本発明の一実施形態において使用するブルームフィルタの概念を図示する。

【図3】図3は本発明の一実施形態におけるブルームフィルタの伝送および集約を図示する図である。

【図4】図4は本発明の一実施形態の通信ネットワークにおける重複セルの発見方法を表す擬似符号を図示する。

【図5】図5は本発明の一実施形態の通信ネットワークにおける重複セルの発見方法を表す擬似符号を図示する。

【図6】図6は本発明の一実施形態の通信ネットワークにおける重複セルの発見方法を図示する図である。

40

【図7】図7は本発明の一実施形態の通信ネットワークにおける重複セルの発見方法を図示する図である。

【図8】図8は本発明の一実施形態の通信ネットワークにおける重複セルの発見方法を図示する図である。

【図9】図9は本発明の一実施形態におけるネットワークの3つのグラフを図示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

端末が基地局のセルの範囲内にあると本発明において記述する場合、このことは、基地局によりサービスを受けていることよりも、一層広く理解されなければならない。既知の

50

UMTS 解決策の特定のケースでは、所与の端末に接続する RBS（無線基地局）のみが端末の記録を保持する（即ち、この基地局がサービス提供基地局である）。範囲内にその端末を伴う全てのその他の RBS では、その特定の端末の信号を受信するが、復号および記録をしない。それ故、本発明の実装は複数の RBS において動作する処理への一定の変化を意味する。本発明のコンテキストでは、サービス提供基地局の概念を保存するが、基地局はサービス提供基地局でない基地局の無線範囲内の端末からの信号もまた復号する。

【0023】

図1を参照して、本発明の一実施形態の無線通信ネットワーク100を提示する。図は、それぞれが3つの120度のセル130乃至セル134を持つ複数の基地局102乃至基地局122を示す。図はまたネットワーク100の幾つかのセルの無線サービス範囲内に分散する端末124乃至端末128を示す。簡明さのため、図は、本発明の理解に不可欠でないものを除いた要素および線により非常に概略的方法で本発明を提示する。

10

【0024】

本発明の一実施形態では、ネットワークの各基地局102乃至基地局122は基地局の関連セルの範囲に現在ある端末を知る（端末をUMTSのコンテキストではユーザ装置（UE）とも呼ぶ）。

【0025】

個別基地局102の動作を図6乃至図8を参照して説明することにする。個別基地局102は個別基地局の関連セルの範囲にある端末124、端末126の集合を定期的に決定する、602、102、706。基地局は1つまたは複数の関連セルを持つことができる。図1に図示するように、基地局102乃至基地局122のそれぞれは3つのセル130乃至セル134を持ち、それぞれは地理的エリアの120度のセクションをサービス範囲とする、とはいえサービス角度範囲の他の配置も可能である。

20

【0026】

基地局102は基地局の範囲の端末の集合に関する情報を伴うメッセージを他の基地局に送りつける（604）。最も一般的な状況では、メッセージは基地局の範囲の端末124、端末126のリストを含む。基地局はまた他の基地局104乃至基地局122から類似の情報を受信する（606、802）。一度基地局102がこの情報を受け取ると、基地局は他の基地局から受信する他の基地局の端末の集合と基地局自体の端末の集合との共通部分を計算する（608、806）。好ましい実施形態では、一定の所定レベルを超える別の基地局の端末の集合と基地局の端末の集合との共通部分を基地局102が見つけると何時でも、2つの対応するセル間にサービス範囲の重複があると結論する。あるいは、さらに少し厳しい基準を適用することができ、重複があると結論するためには、見つけた共通部分は前記所定レベルを超えなければならない。

30

【0027】

図1に図示する実施形態では、基地局102はその無線範囲内に端末124および端末126を持ち、基地局104はその無線範囲内に端末124および端末128を持つ（即ちさらに正確には、セル150およびセル160内にそれぞれ。）これら2つの集合の共通部分は端末124である。

【0028】

実際にこの解決策を実装するためには、基地局は基地局がサービス提供基地局である端末からだけでなく、また基地局の無線範囲内にある他の端末からの信号を見なければ（復号しなければ）ならない。

40

【0029】

本発明の好ましい実施形態では、基地局102乃至基地局122は基地局の範囲の端末のリストよりむしろ、基地局の範囲の端末の集合の表現を含むメッセージを送信する。端末の集合をブルームフィルタに符号化するのもまた好ましい。

【0030】

ブルームフィルタ

ブルームフィルタは集合をビットアレイで表すメモリの能率的な方法であり、要素が集

50

合のメンバであることの是非を試験する目的を持つ。より正確には、ブルームフィルタはサイズ m （即ち、 $m \times 1$ のマトリックス）のビットアレイであり、 k の異なるハッシュ関数を含む。アレイの全ビットの初期値を0に設定する。ハッシュ関数のそれぞれの結果はアレイのビットの1つの値の1への変化であり、これが意味するのはこれらの関数のそれぞれが m のアレイ位置の1つにキーの値を対応づけることである。フィルタに要素を加えるために、要素のキー（例えば、要素のID）を k のハッシュ関数のそれぞれによりハッシュし、各ハッシュ関数は1に設定するアレイ位置を作成する。別の要素をフィルタに加えるために、以前の要素を加えるステップの過程で修正するアレイを使用する。

【0031】

図2a)を参照して、ブルームフィルタの演算例を図示する。この例で、20のバイナリー位置を持つアレイ202を図示する。最初に、全ての位置は値「0」を持つ。この実施形態のブルームフィルタは3つのハッシュ関数 h_1 、 h_2 、 h_3 を持つ。この実施形態ではユーザ装置のID204である要素のキーに関するハッシュ関数 h_1 の演算はアレイの位置番号1の値を「1」に設定することになる。同じUEIDに関するハッシュ関数 h_2 の演算はアレイの位置番号7の値を「1」に設定することになり、ハッシュ関数 h_3 の場合、アレイの位置番号11の値を「1」に設定する。図2b)は第2の要素206の集合への追加を図示する。ハッシュ関数 h_1 、 h_2 、 h_3 はアレイにおいて「1」を生成する。とはいえ起こりうるのは、2つ以上の要素を集合に加えるために、ハッシュ関数 h_2 が「1」を生成した、この例で図示するのと同じアレイの位置、位置番号7に、ハッシュ関数が「1」を再度生成することである。これは誤った実在性となることがあり、これを後に簡単に考察する。

【0032】

要素がブルームフィルタにより表現する集合のメンバであるかを試験するために、ブルームフィルタのキーを k のハッシュ関数のそれぞれによりハッシュし、 k のアレイ位置を取得する。これらの位置のいずれかがビット値「0」を持てば、要素は集合には存在しない。全てが値「1」を持てば、要素は集合に一定の確率により存在する。誤った実在性と呼ぶ、要素が集合に存在しないかもしれない理由は他の要素の挿入過程において、同じビットを「1」に設定したかもしれないからである。

【0033】

要するに、一方の誤った実在性の確率と他方のフィルタサイズおよびハッシュ関数の数の関係は、所与のビットアレイに要約する要素数が多ければ、それだけ誤った実在性の確率が大きいというようなものである。さらに所与の要素数について、得られるブルームフィルタが誤った実在性に対し妥当に低い確率を示すように、アレイサイズとハッシュ関数の数の対を決定することができる。

【0034】

ブルームフィルタの興味のある特性は、2つの集合の結合ブルームフィルタを各集合のブルームフィルタ間のブーリアン和として計算することができることである。同様に、2つの集合の共通部分ブルームフィルタは各集合のブルームフィルタ間のブーリアン積である。

【0035】

2つの集合間の決定論的共通部分を計算する基本的手法では、 m および n が両集合のサイズであり、通信ネットワークの実施形態では2つのセルの範囲内の2つの端末の集合である、 $O(m \times n)$ の演算を要する。しかしながら好ましい実施形態では、第2のこれらの集合をブルームフィルタとして（図3のブルームフィルタ310乃至ブルームフィルタ316のように）表現し、これら2つの集合間の確率論的共通部分の計算は $O(k \times m)$ の演算を要する。この共通部分の計算を実行するために、 k がハッシュ関数の数であるブルームフィルタに対するメンバシップについて第1の集合の m の要素のそれぞれを試験することが必要である。

【0036】

トラフィックオーバーヘッドの削減

好ましい実施形態では、ブルームフィルタ140、ブルームフィルタ310乃至ブルームフィルタ316に符号化する端末の集合を管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い前記管理オーバーレイにおける基地局の隣接基地局に基地局102、基地局302乃至基地局308により送信する。オーバーレイネットワークはバーチャルネットワークであり、ある共通の目的の遂行に互いにアクセスできることに同意した1つまた複数のネットワークのノードのサブ集合である。管理オーバーレイは管理業務を遂行するために構築するオーバーレイネットワークである。基地局102はブルームフィルタ140を基地局110に送信するが、それはこの基地局が管理オーバーレイにおける隣接基地局であるからである。図1の破線は要約（即ち、セルの無線範囲内の端末の集合を表現するブルームフィルタ）のフローの方向を図示する。このフローは管理オーバーレイに沿い移動する。注意しなければならないのは、管理オーバーレイにおける隣接基地局は地理的に隣接基地局でなくとも良いこと

10

【0037】

メッセージの交換に関係するトラフィックを削減するために、基地局は基地局自体の端末の集合に関する情報と前記他の基地局から受信する（802）、端末の集合に関する情報との集約を実行する（714）。この集約情報を次いで管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い基地局の隣接基地局に送信する（716）。

【0038】

要約を送信し、それを地域要約テーブルに格納する集約処理を図3を参照して説明する。基地局（ノード）302、基地局（ノード）304および基地局（ノード）308は管理オーバーレイにより基地局306と接続する。ネットワークの基地局のそれぞれがそれ自体の要約（ブルームフィルタ）を管理オーバーレイにおける基地局（ノード）の隣接基地局に送信するので、基地局302はそのブルームフィルタ310を基地局306に送信する。同様に、基地局304はそのブルームフィルタ312を基地局306に送信し、基地局308はそのブルームフィルタ316を基地局306に送信する。基地局306は受信する要約310、要約312、要約316をそれ自体の要約314と集約し（714）、それを地域要約テーブル318に格納する。基地局306は2つの他の隣接基地局からのブルームフィルタとそれ自体のブルームフィルタ314の結合を表すブルームフィルタを基地局の隣接基地局302、隣接基地局304および隣接基地局308のそれぞれに送信する。図3に図示する例では、基地局306はブルームフィルタ310、ブルームフィルタ312およびブルームフィルタ314の結合を基地局308に送信する。以前に記述したように、ブルームフィルタの興味ある特性は、2つの集合の結合ブルームフィルタを各集合のブルームフィルタ間のブーリアン和として計算することができることである。また重要であるのは、得られる結合ブルームフィルタは結合前のブルームフィルタのいずれかが認識した入力をお互に認識するであろうことである。同様に、基地局306はブルームフィルタ312、ブルームフィルタ314およびブルームフィルタ316の結合を基地局302に向けて送信し、基地局304に向けてブルームフィルタ310、ブルームフィルタ314およびブルームフィルタ316の結合を送信する。

20

30

【0039】

種々のノード（基地局）からのメッセージを集約する714ことにより、基地局間で交換するメッセージ数を削減する。さらにブルームフィルタの結合を使用する集約を実行する714ことにより、これらのメッセージサイズを一定に保つ。各ノードがその端末の集合を独立に同報通報する方式に比し、両方策は共にトラフィックのオーバーヘッドを削減する。

40

【0040】

共通部分の計算

一度基地局102がその関連するセルの無線範囲内の端末の集合を表すブルームフィルタおよび他の基地局から受信する対応するブルームフィルタを得ると、基地局102は端末の集合の共通部分を計算する（608、806）。

【0041】

50

本発明の実施形態の説明では、ブルームフィルタ 1 4 0、ブルームフィルタ 3 1 0 乃至ブルームフィルタ 3 1 6 を使用してユーザ装置の集合を表すが、想定されるのは、この発明の代替実施形態では集合のその他の表現をブルームフィルタの代わりに使用することができることである。さらに別の代替実施形態では、集合の端末リストをノード間で送信し、共通部分を計算し、重複セルを特定するために使用することができる。

【0 0 4 2】

機能的には、本方法の目的は接続マトリックスにより表すグラフを構築することである。

【0 0 4 3】

【数 1】

$$Overlap_{ij}(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } |U_i(t) \cap U_j(t)| \geq H, H \in N \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

10

【0 0 4 4】

上式で、 $U_i(t)$ は時間 t におけるセル i 内部の $U E$ (複数) の集合であり、 H は共通部分 $U_i(t) \cap U_j(t)$ の最小端末数であり、従って 2 つのセル i およびセル j を重複すると呼ぶ。閾値 H は振動を回避するヒステリシスとして役立ち、その最適値は実験的に決定しなければならない。

【0 0 4 5】

方法を駆動する原則は脱集中化であり、重複するセルのトポロジおよび確率論的表現並びに端末の集合の集約の迅速な更新を達成し、計算およびトラフィックのオーバーヘッドを削減する。

20

【0 0 4 6】

本方法を実行する各ノード 1 0 2 乃至ノード 1 2 2 はスパニングツリーに沿い 2 つの方法で情報を配布する。まず好ましい実施形態では、ノードは定期的にその端末の集合の要約を管理オーバーレイにおけるノードの隣接ノードに送信する (6 0 4)。これらの隣接ノードは次いでこの情報をその隣接ノードの要約と共に集約し (7 1 4)、得られる要約を同様に送信する (7 1 6)。要約は好ましい実施形態では基地局 1 0 2 のセル 1 5 0 の範囲にある端末 1 2 4、端末 1 2 6 の集合を表すブルームフィルタ 1 4 0、ブルームフィルタ 3 1 0 乃至ブルームフィルタ 3 1 6 である。ブルームフィルタを作成するアルゴリズムをこれらの要約の作成並びに集約 (7 1 4) 処理に使用する。

30

【0 0 4 7】

図 3 を参照して、ノード (基地局) 3 0 6 はその隣接ノードから受信する要約に関する情報を地域要約テーブル 3 1 8 に保持し、関連するセルの範囲に現在ある端末を表現するブルームフィルタを地域要約テーブル 3 1 8 に格納するブルームフィルタと比較する (7 1 0)。新規ブルームフィルタが地域要約テーブル 3 1 8 に格納するブルームフィルタと相違すれば (7 1 0)、基地局 3 0 6 は管理オーバーレイのスパニングツリーに沿い基地局の隣接基地局に新規ブルームフィルタを送信する (7 1 6)。さらに、基地局 3 0 6 は新規ブルームフィルタにより地域要約テーブルの情報に上書きする (7 1 2)。新たに加えたブルームフィルタにタイムスタンプする。これが意味するのは、基地局 3 0 6 は新規ブルームフィルタが変化した場合にのみ新規ブルームフィルタを配布することであり、これはトラフィックを削減する方法である。

40

【0 0 4 8】

個々の基地局がその隣接基地局から受信した要約に応じて、個々の基地局は隣接基地局からの要約とその端末の共通部分を計算する (6 0 8、8 0 6)。次いで、個々の基地局は前記隣接基地局に共通部分を返送し (8 1 6)、前記隣接基地局は次いでそれ自体の要約テーブルを使用してその情報を前記個々の基地局と重複していることがあり得る基地局に向けてルーティングする。

【0 0 4 9】

50

これら2つの処理は共に重複するセルを有する他の基地局を基地局が検出するように考察する。ソフトな状態概念を使用すると、全ての基地局の状態は終了するが、これは重複が消滅する場合を本方法が扱うことを可能にする。

【0050】

好ましい実施形態では、本方法は伝送サービスを提供する管理オーバーレイにおいて動作する。このオーバーレイはスパニングツリーのトポロジを持つ。全基地局を相互に接続する既存IPベースの管理ネットワークの上にこのようなツリーを構築するのに利用できる多くのプロトコルが存在するが、それらはこの発明の一部ではなく、本明細書では考察しないことにする。

【0051】

図4および図5に図示する擬似符号および図6乃至図8に図示するフローチャートを参照して、個々の基地局に実装する本方法の実施形態を以下で考察する。

[要約テーブル]

これは要約を送信したノードのIDにより指標付けするUE（即ち端末）の集合を要約する、受信するブルームフィルタのテーブルである。ノードjにおける要約テーブル318を擬似符号で S_j と表す。

[前回制御サイクルの要約テーブル]

このテーブルは管理オーバーレイにおける各隣接基地局から送信する前回の要約を保持し、前回の要約に何も変化しなかった場合に要約の集約を回避する。ノードjにおける前回の制御サイクルの要約テーブルを擬似符号で S'_j と表す。

[重複セルテーブル]

これは地域セル（例えば、図1のセル150およびセル160）と現在重複するセルの集合である。挿入する場合、集合の各要素にタイムスタンプする。ノードjのこの集合を擬似符号で O_j と表す。

[範囲にあるユーザ装置の集合]

これは所与の時間における所与のノード内のUEの集合である。擬似符号で、セルjおよび時間tについて $U_j(t)$ と表す。

[管理オーバーレイにおける隣接基地局の集合]

これはUMTSの隣接セルの概念と必ずしも関係しない管理オーバーレイにおける隣接基地局の集合である。擬似符号で、ノードjについて K_j と表す。

【0052】

メッセージタイプ

[要約メッセージ]

このメッセージはUEの集合の要約を通信するのに使用する要素集合 $sum(node_id, bloom_filter, time_stamp)$ である。

[UEリストメッセージ]

このメッセージはUEの明確な集合を通信するのに使用する要素集合 $ue(forwarding_node, source, set_of_UE_ids)$ である。

[重複メッセージ]

これは確認した重複関係を通信する対 $overlap(node_id, boolean)$ である。

[擬似コード]

図4および図5は重複セルの発見法(DOC(discovering of overlapping cells) method)の一実施形態の擬似コードを示す。擬似コードを2つの処理で構成し、2つの処理はネットワークの各ノード（無線基地局）において非同期で、独立に動作する。DOC処理1は方法の地域制御サイクルを記述し、このサイクルを各ノードで定期的に行う。

【0053】

図4のDOC処理1は τ 秒毎に実行されるループである。まず、範囲にある端末124、端末126の集合を決定し(706)、ブルームフィルタに符号化し、要約テーブルに

10

20

30

40

50

挿入する（ライン6乃至ライン10）。ライン11乃至ライン17は集約714および転送処理を記述する。スパニングツリーの各隣接基地局kについて、ノードは前回の制御サイクル以来変化した要約テーブルにおけるこれらの記入を集約し（714）、変化が生じていれば集約をkに送信する（ライン21乃至ライン22）。次に、要約テーブルの状態を蓄積する（ライン18）。最後に、ノードは最近リフレッシュした重複セルの集合からこれらの記入を除去する（ライン19乃至ライン21）。

【0054】

図5のDOC処理2は、ノードがノードのFIFO入力待ち行列から受信するブルームフィルタ（要約）を含むメッセージのノードの処理を記述する。ブルームフィルタ（要約メッセージ）を含むメッセージを受信すると、ノードはノードの端末の集合と受信した要約間の共通部分を計算する（608、806）。共通部分が十分大きければ（610、810）、その場合要約を送信した隣接ノードに共通部分集合を返信する（ライン3乃至ライン11）、（816）。共通部分集合（UEリストメッセージ）を有するメッセージを受信すると、ノードは受信した共通部分集合とノードの要約テーブルの要約のそれぞれとの間の確率論的共通部分を計算する。UEリストは共通部分自体であるが、この演算ではUEリストを要約テーブルのブルームフィルタと再度交わせ、UEリストをさらに小さな部分に分解し、各部を正しい宛先に向けてルーティングする。各場合について得られる共通部分集合が十分大きければ（810）、ノードはこの共通部分集合を対応する隣接ノードに送信する（ライン13乃至ライン20）、（816）。また好ましい実施形態では、ノードは受信した共通部分集合とノードの端末の集合間の決定論的共通部分を計算する。これを行うのは、誤った実在性の影響を削減し、本方法の精度を改善するためである。この共通部分が十分大きければ、ブルームフィルタ（要約）を含む受信したメッセージの作成元に重複メッセージを返送する。さらに、ノードはブルームフィルタ（要約）を含むメッセージの作成元をノードの重複セルの集合に追加する（ライン21乃至ライン23）。重複メッセージを受信すると、ノードは重複メッセージの作成元をノードの重複セルの集合に追加する（ライン25）。

【0055】

このアルゴリズムの制御パラメータは制御間隔 τ 、ブルームフィルタのパラメータkおよびm、2つのセルが重複していると考える共通部分閾値H並びにノードの状態変数の終了後の生存時間（ t_{tl} ）である。アルゴリズムの実装では地域要約が古すぎる場合、地域要約を再度計算する。同様に、古すぎる重複もまた消去する。重複がなお存在すれば、重複を処理の過程で更新し、重複が存在しなければ（例えば、セルの衝突）、重複は発見されないだろうし、重複セルリストは更新することになる。

【0056】

以上で説明した本方法は、セル間のサービス範囲の重複を検出し、連続的に探知する新しい確率論的方法である。そうすることにより、本方法は重複セルの分散グラフを維持する。隣接セルとして構成するために、2つのセルは少なくとも重複していなければならない。それ故自動隣接セル構成法を開発するために、このグラフは極めて重要である。ブルームフィルタおよび集約技術を使用して、この方法は低いトラフィック並びに計算オーバーヘッドを示し、ネットワークサイズおよび端末数に関して比例する。

【0057】

本発明は、アクセスネットワークのデバイスにおいて典型的に利用できる端末に関する情報を使用する。それ故本発明の展開は管理プレーンに限定することができ、制御プレーンまたはネットワークデバイスおよびユーザ装置の無線能力への変更を必要としない。以上の仮定と要求条件を与えれば、本方法はUMTS、GSMネットワーク並びに隣接セルの非中央化構成を実装する将来世代ネットワークにおいても動作するであろう。

【図 2】

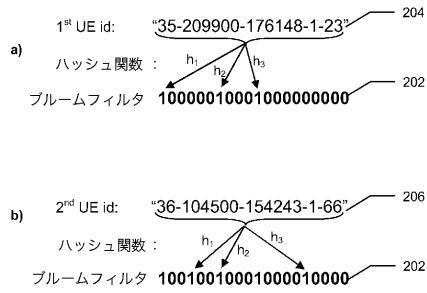


FIG. 2

【図 6】

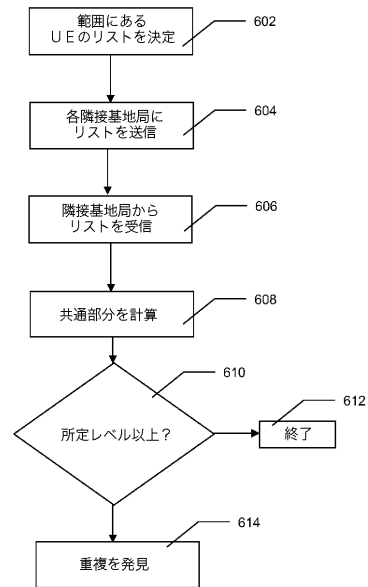


FIG. 6

【図 7】

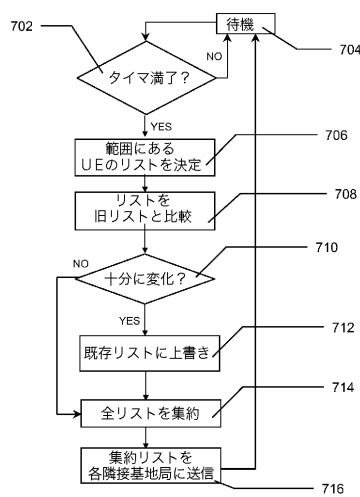


FIG. 7

【図 8】

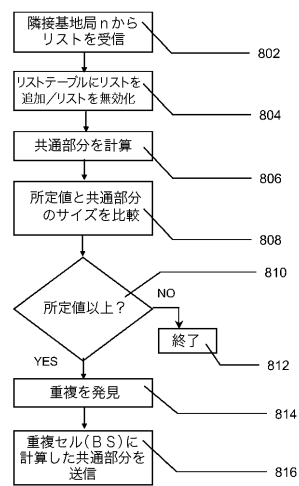


FIG. 8

【図 1】

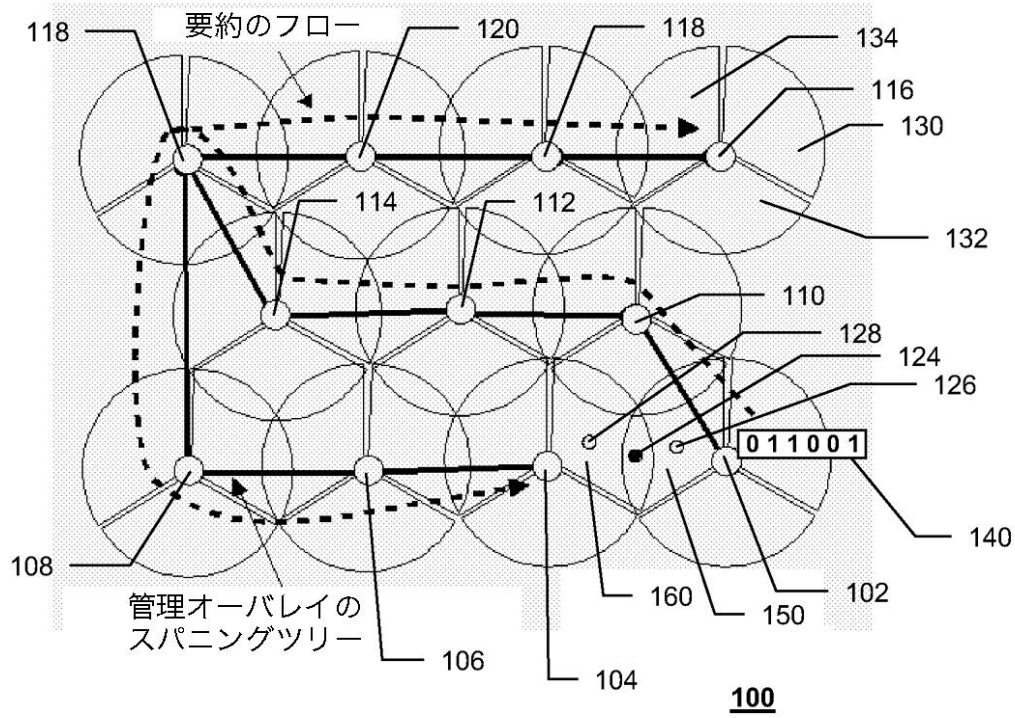
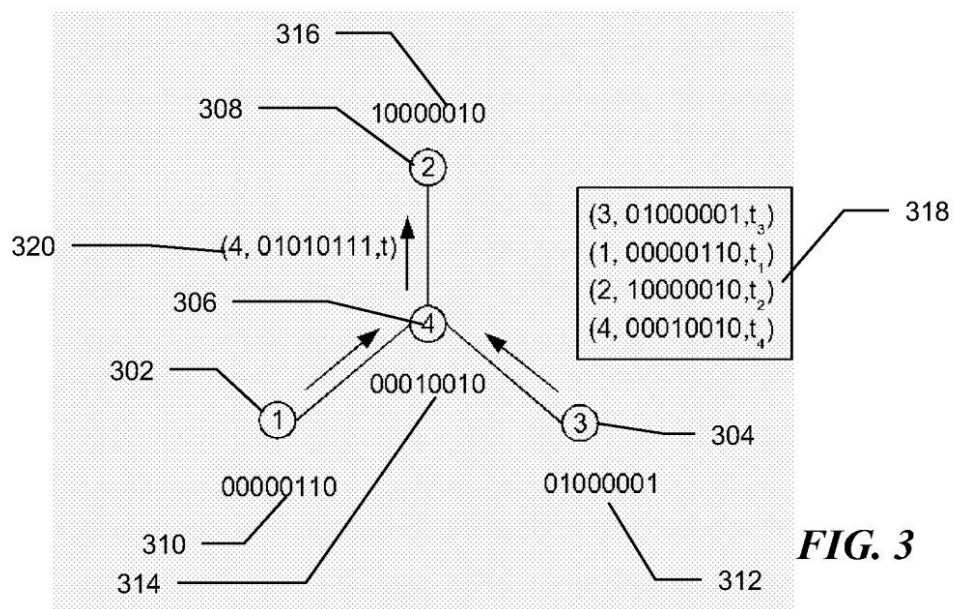


FIG. 1

【図 3】



【図 4】

DOC 処理 1 制御サイクル

```

1:  $O_j = \{\}$ ; //  $j$  における重複セルテーブル
2:  $S_j = \{\}$ ; // 現在の制御サイクルに対する  $j$  における要約テーブル
3:  $S'_j = \{\}$ ; // 前回の制御サイクルに対する  $j$  における要約テーブル
4: loop every  $\tau$  seconds
5:   hash  $U_j(t_{current})$  in a Bloom filter  $b$ ;
6:   if  $(j, b', t) \in S_j$  then
7:     if  $(b' \neq b) \vee (t + ttl < t_{current})$  then
8:       put  $(j, b, t_{current})$  in  $S_j$ ;
9:   else
10:    put  $(j, b, t_{current})$  in  $S_j$ ;
11:   for all  $k \in K_j$  do
12:      $b' = 0$ ; // array of zeros
13:     for all  $(l, b_l, t) \in S_j \mid l \neq k$  do
14:       if  $(l, b_l, t) \notin S'_j$  then
15:          $b' = b' \vee b_l$ ;
16:       if  $b' \neq 0$  then
17:         send  $sum(j, b', t)$  to  $k$ ;
18:    $S'_j = S_j$ ;
19:   for all  $(o, t) \in O_j$  do
20:     if  $t + ttl < t_{current}$  then
21:       remove  $(o, t)$  from  $O_j$ ;

```

FIG. 4

【図 5】

DOC 処理2 入力メッセージの処理

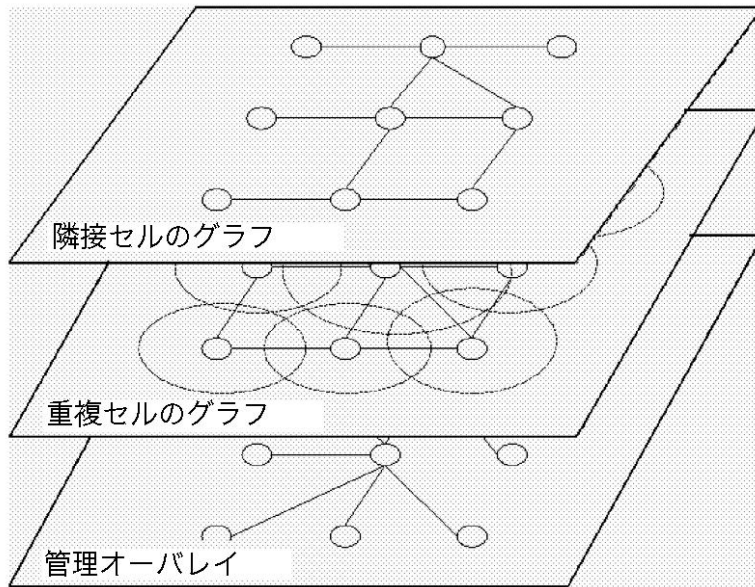
```

1: loop
2:   wait for next message  $m$ ;
3:   if  $m$  is  $sum(k, b, t)$  then
4:     put  $(k, b, t)$  in  $S_j$ ;
5:      $M = \{\}$ ; //A set of UEs
6:     for all  $ue \in U_j(t_{current})$  do
7:       hash  $ue$  into Bloom filter  $h$ ;
8:       if  $(h \wedge b) = h$  then
9:          $M = M \cup \{ue\}$ ;
10:    if  $|M| \geq H \mid H > 0$  then
11:      send  $ue(j, j, M)$  to  $k$ ;
12:   else if  $m$  is  $ue(k, o, M)$  then
13:     for all  $(l, b, t)$  in  $S_j \mid l \neq j, l \neq k$  do
14:        $M' = \{\}$ ;
15:       for all  $ue \in M$  do
16:         hash  $ue$  into Bloom filter  $h$ ;
17:         if  $(h \wedge b) = h$  then
18:            $M' = M' \cup \{ue\}$ ;
19:       if  $|M'| \geq H \mid H > 0$  then
20:         send  $ue(j, o, M')$  to  $l$ ;
21:     if  $|M \cap U_j(t_{current})| \geq H \mid H > 0$  then
22:       send  $overlap(j, true)$  to  $k$ ;
23:     put  $(k, t_{current})$  in  $O_j$ ;
24:   else if  $m$  is  $overlap(k, true)$  then
25:     put  $(k, t_{current})$  in  $O_j$ ;

```

FIG. 5

【図 9】

**FIG. 9**

フロントページの続き

- (72)発明者 バリオシアン, ハビアー
アイルランド国 アスローン, アイリッシュタウン セントラル 42
(72)発明者 スタドラー, ロルフ
スウェーデン国 ストックホルム エスー112 45, アルベテルガタン 15

審査官 東 昌秋

- (56)参考文献 特開2007-89135 (JP, A)
国際公開第2006/098665 (WO, A1)
特開2006-352806 (JP, A)
英国特許出願公開第2399990 (GB, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04W 4/00-99/00
H04B 7/24- 7/26