

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5349669号
(P5349669)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int.Cl. F I
HO 4W 84/20 (2009.01) HO 4W 84/20
HO 4W 16/14 (2009.01) HO 4W 16/14
HO 4W 52/02 (2009.01) HO 4W 52/02

請求項の数 21 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-245586 (P2012-245586)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成24年11月7日(2012.11.7)		株式会社東芝
(62) 分割の表示	特願2010-115551 (P2010-115551) の分割		東京都港区芝浦一丁目1番1号
原出願日	平成22年5月19日(2010.5.19)	(74) 代理人	100108855
(65) 公開番号	特開2013-59090 (P2013-59090A)		弁理士 蔵田 昌俊
(43) 公開日	平成25年3月28日(2013.3.28)	(74) 代理人	100109830
審査請求日	平成24年11月7日(2012.11.7)		弁理士 福原 淑弘
(31) 優先権主張番号	0908615.8	(74) 代理人	100088683
(32) 優先日	平成21年5月19日(2009.5.19)		弁理士 中村 誠
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100095441
			弁理士 白根 俊郎
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の通信ノードを持つ無線ネットワークにおいてチャンネルにアクセスする方法であって、

使用可能な第1のチャンネルを識別すること、

リーダーノード、及び前記複数の通信ノードの少なくとも一つを具備し、前記第1のチャンネルの利用を管理するコグニティブネットワークを形成すること、

前記第1のチャンネルがもはや使用可能でない場合に、使用可能な第2のチャンネルを識別することを含む前記リーダーノードにより前記コグニティブネットワークを管理すること

、
前記第2のチャンネルが識別されると該第2のチャンネルに切り替えること、

前記第2のチャンネルへの切り替えに伴い前記コグニティブネットワークを管理するためのさらなるリーダーノードを選択すること、を含み、前記さらなるリーダーノードは、クレジット機構に基づいて前記複数の通信ノードの少なくともいずれかから選択される、方法。

【請求項2】

前記管理することは、前記第1のチャンネルがもはや使用可能でない場合を判定するために前記第1のチャンネルを監視することをさらに含む請求項1の方法。

【請求項3】

前記クレジット機構は、前記複数の通信ノードの各々がリーダーノードとして選択され

る機会が均等になるようにする請求項 1 の方法。

【請求項 4】

前記クレジット機構は、前記コグニティブネットワークにアソシエーションする場合に、前記複数の通信ノードの少なくともいずれかが及び前記リーダーノードのそれぞれにクレジットポイントを割り当てることに基づく請求項 3 の方法。

【請求項 5】

前記第 1 のチャンネルを監視する際に、前記割り当てられたクレジットポイントを変更することをさらに具備する請求項 4 の方法。

【請求項 6】

前記複数の通信ノードの少なくともいずれかのうち、最も低いクレジットポイントを持つものを前記さらなるリーダーノードとして選択する請求項 4 又は 5 の方法。

10

【請求項 7】

前記第 2 のチャンネルに切り替えることは、前記第 1 のチャンネルがもはや使用可能でない場合を判定したときに前記複数の通信ノードに警告メッセージを送信することを含む請求項 1 乃至 6 のいずれかの方法。

【請求項 8】

使用可能なチャンネルを識別することは、前記チャンネルのチャンネル品質を判定することを含む請求項 1 乃至 7 のいずれかの方法。

【請求項 9】

前記第 1 のチャンネルの使用はチャンネルアクセススキームにより管理される請求項 1 乃至 8 のいずれかの方法。

20

【請求項 10】

前記チャンネルアクセススキームは搬送波感知多重アクセススキームを含む請求項 9 の方法。

【請求項 11】

通信装置以外と少なくとももう一台の通信装置を有する無線ネットワークにおいて、チャンネルにアクセスするための前記通信装置であって、

該通信装置及び前記少なくとももう一台の追加の通信装置は、リーダーモードとノーマルモードのいずれかで動作し、

前記無線ネットワークにおいて使用可能な第 1 のチャンネルを識別する手段と、

30

前記第 1 のチャンネルの利用を管理するための、前記通信装置及び前記少なくとももう一台の通信装置を有するコグニティブネットワークを形成するための手段と、

前記通信装置を前記リーダーモードに切り替えるモード切り替え手段と、

第 2 のチャンネルに切り替わると前記リーダーモードで動作する前記少なくとも一台の追加の通信装置を選択するための選択手段と、を具備し、

前記リーダーモードで動作する場合に、前記コグニティブネットワークを管理し、前記第 1 のチャンネルがもはや使用可能でない場合に使用可能な第 2 のチャンネルを識別し、前記第 2 のチャンネルが識別されると該第 2 のチャンネルに切り替え、

前記第 2 のチャンネルへの切り替えに伴い、クレジットスキームに基づいて複数の前記通信装置の少なくともいずれかから前記コグニティブネットワークを管理するためのさらなるリーダーノードを選択する通信装置。

40

【請求項 12】

前記リーダーモードで動作する場合に、前記第 1 のチャンネルがもはや使用可能でない場合を判定するために前記第 1 のチャンネルを監視する請求項 11 の装置。

【請求項 13】

前記選択手段は、前記コグニティブネットワーク内の前記通信装置のそれぞれが前記リーダーノードとして動作する機会を均等にする請求項 11 の装置。

【請求項 14】

リーダーモードで動作する場合、前記コグニティブネットワークにおける前記少なくとも一台の追加の通信装置のそれぞれに、前記クレジットスキームによりクレジットポイン

50

トを割り当てる請求項 1 3 の装置。

【請求項 1 5】

リーダーモードで動作する場合、前記第 1 のチャンネルが監視されると前記割り当てたクレジットポイントを変更する請求項 1 4 の装置。

【請求項 1 6】

前記選択手段は、最も低いクレジットポイントを持ち前記リーダーモードで動作する前記少なくとも一台の追加の通信装置を選択する請求項 1 4 又は 1 5 の装置。

【請求項 1 7】

前記リーダーモードで動作する場合、前記第 1 のチャンネルがもはや使用可能でない場合を判定すると、前記コグニティブネットワーク内の前記少なくともいずれかの通信装置に警告メッセージを送信する請求項 1 1 乃至 1 6 のいずれかの装置。

10

【請求項 1 8】

前記使用可能なチャンネルの識別手段は、前記チャンネルのチャンネル品質を判定する請求項 1 1 乃至 1 7 のいずれかの装置。

【請求項 1 9】

前記リーダーモードで動作する場合、チャンネルアクセススキームにより前記第 1 のチャンネルの使用を管理する請求項 1 1 乃至 1 8 のいずれかの装置。

【請求項 2 0】

前記チャンネルアクセススキームは搬送波感知多重アクセススキームを含む請求項 1 9 の装置。

20

【請求項 2 1】

前記モード切り替え手段は、前記リーダーモードで動作する前記少なくとも一台の追加の通信装置が選択されると、前記ノーマルモードに切り替える請求項 1 1 乃至 2 0 のいずれかの装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

この発明の実施形態は、コグニティブ無線ネットワークにおいて通信チャンネルにアクセスする方法及び装置に関する。

【背景技術】

30

【0 0 0 2】

従来、通信周波数スペクトルへのアクセスは規制及び制限の対象であった。これは、技術的及び法的な様々な理由によるものであり、特に、ある無線通信が別の無線通信に干渉するという形態を回避する必要性によるものである。スペクトルへのアクセスに高い需要が無く、異なる通信用途のためにスペクトルの「区間」を細かくすることに技術的な制限があった過去において、規制は比較的厳格であった。近年、この規制はいくぶん緩和された。

【0 0 0 3】

通信スペクトルの自由化に関するポリシーが種々の機関、特に合衆国連邦通信委員会（FCC）によって策定された（非特許文献 1 参照）。

40

【0 0 0 4】

スペクトル規制の自由化、融通性のあるスペクトルポリシーの導入及びコグニティブ無線の出現に伴い、スペクトルの（免許を持つ）プライマリユーザーと（無免許の）コグニティブなセカンダリユーザーによる効率的なスペクトル利用のコーポラティブセンシング及びコラボレーションに関する様々な提案がなされた。これの例は、非特許文献 2 乃至 4 から理解される。

【0 0 0 5】

背景として、コグニティブ無線とは、特定周波数スペクトルの免許を持つユーザーに干渉せずに有効な通信を確立するために、分散方式のネットワーク又は特に無線ノードのいずれかが、送信又は受信の特性を管理するパラメータを変化させることができる、という

50

無線通信技術の分野である。このパラメータの変更は、無線周波数スペクトル、ユーザー挙動及びネットワーク状態から作られる条件のような外部及び内部無線環境のいくつかの要素のアクティブなモニタリングに基づくことができる。

【 0 0 0 6 】

非特許文献 5 乃至 7 で述べられる通り、コグニティブ無線、スペクトルアジャイル無線、又は 8 0 2 . 2 2 W R A N において、スペクトルの不連続部分は、「流通市場機構(secondary market mechanism)」によって管理されるものと規定されている。

【 0 0 0 7 】

特に、いわゆる流通市場機構に関連するコグニティブ無線のコンテキストにおいて、2 つのユーザーグループが考えられる。すなわち、

プライマリユーザー (P U) - スペクトルの免許を持つユーザー、又は当該スペクトル帯域について高優先順位を持つものと認められたユーザー、及び

セカンダリユーザー (S U) - オポチュニスティックなユーザー、又は P U がスペクトルを利用していない場合、一時的にスペクトルにアクセスする「コグニティブな」ユーザーである。

【 0 0 0 8 】

P U ユーザー装置と S U ユーザー装置との間の分割のこの概念を使用するのは、従来技術に関して本発明の実施形態を明確に説明するためであり、この区別が明確に又は暗示的になされないでコグニティブ無線の実際の実施が行われ得ることを理解されたい。事実、後述するように、P U と S U との区別は、クレームされた発明に不可欠な要点ではない。

【 0 0 0 9 】

使用可能なスペクトルのチャンネルにセカンダリユーザーを導入するために現在採用される基本のアプローチは、プライマリに干渉せずに、利用可能スペクトルをオポチュニスティックに用いることである。免許を持つプライマリのユーザー (P U) が使用していないときには、セカンダリユーザー (S U ノード) は当該スペクトルを使用し又はアクセスすることを許されるが、P U が到達するとすぐに退出すべきである。ダイナミックな状況において、すべてのチャンネルは、干渉によるチャンネル劣化又はプライマリユーザーの到着による呼終了に影響され得る。したがって、S U ノードは、周期的に使用スペクトルを監視し、伝送に利用可能な空きチャンネルを捜す。

【 0 0 1 0 】

プライマリユーザーが必要とするチャンネルが空になるとすぐに、セカンダリユーザーはこの次の空きチャンネルをスキャンし、通信を再開するために当該空きチャンネルに切り替える。あるいは、英国特許出願 G B 2 4 4 9 2 2 4 A に記載されるように、あらかじめ特定された緊急退避経路を使用してもよい。このアプローチにおいて、通信を行いたいセカンダリノードは、空きチャンネルをオポチュニスティックに用いる。該ノードは、利用可能な複数の空きチャンネルからいずれかのチャンネルを選ぶことができる。

【 0 0 1 1 】

実際のスキャン処理がどのように実現されるかについて述べた様々な提案がある。そのような例が (非特許文献 8 乃至 1 0) に記載されている。

【 0 0 1 2 】

何らかの特定の実装に用いられるスキャン機構を選択することは、この開示の範囲外である。

【 0 0 1 3 】

スキャン処理は、分散方式又は集中化方式によって実行することができる。インフラストラクチャーベースのセカンダリネットワークでは、通常、アクセスポイント/コントローラーがスキャン処理を実行する。対照的に、アドホックネットワークでは、スキャンは分散方式で実行され、S U ノードが P U を感知すると、それぞれが個別に空のスペクトルをスキャンして通信を終了する。すべてのノード上でスキャン処理を個々に実行することは、電池残量の累積的な消費が、集中化アプローチの場合よりも高くなる結果となる。最終結果として、スペクトルリソースを効率的に使用することができないかもしれない。ま

10

20

30

40

50

た、個別のスキャン及び通信の終了が、進行中の通信の混乱を招くかもしれない。

【 0 0 1 4 】

様々な標準化団体がオポチュニスティックなスペクトルアクセスに注目しており、この分野を導いている。規格策定開示の最も良く確立されているソースは、IEEEによる一連の802ネットワーク標準規格である。

【 0 0 1 5 】

802.11h: このIEEE802.11(TM)修正条項は、欧州における5GHz帯動作の規定要件を満たすために用いられる送信電力制御(TPC)及びダイナミック周波数選択(DFS)の機構を提供する、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)規格に対する拡張を規定する。この改訂で規定されたDFSの機構は、インフラストラクチャーベースのネットワーク単独向のためのものである。

10

【 0 0 1 6 】

802.22WG: 802.22は、割当てられたテレビ周波数スペクトルのホワイトスペース(まだ用いられないチャンネル)を利用するワイヤレスリージョナルエリアネットワーク(WRAN)構築のための規格確立に向けて努力しているIEEE802LAN/MAN規格委員会の新規のワーキンググループである。スペクトルの使用は、伝送を行っているあらゆるTVチャンネルに干渉しないように、オポチュニスティックな方法になるであろう。

【 0 0 1 7 】

特許文献1には、複数のシステム又はチャンネルによって通信し、パーソナルエリアネットワーク(PAN)リンクのような短距離リンクによって通信する複数の通信装置を含む通信ネットワークについて記載されている。チャンネルへのアクセスを管理するために、各装置は、あらかじめ記憶されたスキャンリスト及びコーポラティブスキャンを用いる。コーポラティブスキャンは、短距離リンクを通じてバッテリー消費を削減し、又は性能を向上させるために、複数装置間でスキャンリストを仕切ることを含んでいる。

20

【 0 0 1 8 】

米国特許出願US2008/0039105A1は、複数装置ネットワークにおいて通信のチャンネルを決定することに関する。セカンダリ通信システムの動作中に、複数のローカライズされたノードによってセルが形成され、保護されるか回避されなければならないセル周波数内の他のノードにアラートを行う。セル内のすべてのノードは、すべての利用可能な周波数の種々のサブセットを監視し、受け入れ可能な周波数及び保護された周波数に関する情報を低消費電力の短距離通信を通じて互いに共有する。各ノードは、通信に利用可能なチャンネルのリストを作り、単一のノードを選んで、コントローラーにこの情報を伝える。

30

【 0 0 1 9 】

特許文献2には、802.11hに準拠したネットワークの動作チャンネルの管理について記載されている。単一のアクセスポイントに実装される場合、干渉が最小となるようにネットワークがチャンネル上で動作するようシステムは動作チャンネルを自律的に調整する。キャンパス又は都市セッティングのアクセスノードで展開する場合、システムは、19dBの幅で各802.11クラスタによって実現される、干渉の平均削減率を持つ安定した干渉最小化周波数再使用パターンに迅速に収斂させる。(装置密度が増加すると、干渉の期待削減率は、特定伝播環境及びネットワークトポロジの関数である干渉削減の厳密なゲインとともに増加する。)

40

干渉の削減は、当該アルゴリズムを実装していないが、エンハンスドアクセスポイントの存在下で動作するレガシーシステムによっても実現される。ネットワークに新規のアクセスポイントが加えられる場合、該ネットワークは自動的に準最適な周波数再使用パターンに収斂させる。これは、アクセスノード間のメッセージパッシング、既存の802.11プロトコルの調整、ユーザーガイダンスなしで達成され、先行して生成されるか外的に生成された環境又はネットワークについての知識を必要とせず、アクセスノードにおける最小の追加計算複雑性で達成される。上記刊行物に記載されたダイナミック周波数選択(

50

D F S) の機構は、インフラストラクチャーベースのネットワークに関して、干渉情報の交換にゲーム理論アプローチを用いる。

【 0 0 2 0 】

特許文献 3 は、無線ステーションにコンテンツをブロードキャストする無線通信システムにおいて割当周波数スペクトルの未使用の一部を用いる方法について検討している。第 1 の無線ステーションは、派生干渉レベルを他の無線ステーションにおいて許容できる最大限度以下に維持しながら、アイドルのブロードキャストチャンネルで第 2 の無線ステーションと通信することができる。無線ステーションで測定される干渉レベル情報を用いることにより、無線ステーションは、確立チャンネル上の別の無線ステーションと、1 つ又は複数のブロードキャストチャンネル上の後の通信について交渉することができる。無線ステーションは、ブロードキャストチャンネルに対応し、無線ステーションによってさらに処理されるタイムスライスにブロードキャストコンテンツを受信することができる。そうでなければ無線ステーションは、対応する時間を利用して、対応チャンネルの干渉レベルを測定するか、別の無線ステーションにデータを送信し又は別の無線ステーションからデータを受信することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 2 1 】

【特許文献 1】米国特許出願 US 2 0 0 8 / 0 0 8 1 6 7 5 A 1

【特許文献 2】米国特許出願 US 2 0 0 8 / 0 1 0 2 8 4 9 A 1

【特許文献 3】米国特許出願 US 2 0 0 6 / 0 0 8 4 4 4 4 A 1

20

【非特許文献】

【 0 0 2 2 】

【非特許文献 1】" Spectrum Policy Task Force , " ET Docket No. 02 - 135 , Nov 2002

【非特許文献 2】" Collaborative Spectrum Sensing for Opportunistic Access in Fading Environments , " (A . Ghasemi , E . Sousa , 1st IEEE Conference on Dynamic Spectrum Access Network (DySPAN) , Nov . 2005)

30

【非特許文献 3】" Cooperative Sensing among Cognitive Radios , " (S . Mishra , A . Sahai , R . Brodersen , International Conference on Communications (ICC) , June 2006)

【非特許文献 4】" Cooperative Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks , " (G . Ganesan , Y . Li , 1st IEEE Conference on Dynamic Spectrum Access Network (DySPAN) , Nov . 2005)

【非特許文献 5】" The Spectrum Framework Review " (OFCOM , Nov 2004 [www . ofcom . org . uk / consult / condocs / sfr / sfr から入手可能])

40

【非特許文献 6】" Spectrum Policy Task Force Report " (Technical Report , FCC , ET Docket 02 - 135 , Nov 2004)

【非特許文献 7】" Facilitating opportunities for flexible , efficient , and reliable spectrum use employing cognitive radio technologies " (FCC , ET Docket 03 - 108 , Dec 2003)

【非特許文献 8】" On Detecting White Space Spectra for Spectral Scavenging in Cognitive R

50

ad ios , ” (F . H a r r i s , W i r e l e s s P e r s o n a l C o m m u n i c a t i o n s , v o l . 4 5 , p p 3 2 5 - 3 4 2 , 2 0 0 8)

【非特許文献9】”Candidate Spectral Estimation for Cognitive Radio,” (M. Rojas, M. Lagunas, A. Perez, Proc. of the 11th WSEAS Intl. Conference on Communications, Jul 2007)

【非特許文献10】”Spectrum Scanning and Reserve Channel Methods for Link Maintenance in Cognitive Radio Systems,” (S. Subramani, S. Armour, D. Kaleshi, Z. Fan, IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), May 2008)

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

従来の技術は、セカンダリネットワークのバッテリー消費を最適化するものではなく、チャンネルスイッチオーバー時のシームレスな通信を可能にするものではない。

【課題を解決するための手段】

【0024】

20

大まかに言えば、この発明の実施形態は、本方法を用いる各ノードが、この分野における様々な既存の研究に見られるような個別のプライマリ検出及びスキャンあるいは異なるノードによるコーポラティブスキャンを実行する必要性なしでスペクトルを効果的に利用することができるように、ノードによる使用のためにチャンネルを選択する方法を提供する。

【0025】

この発明の第1の態様において、複数の通信ノードを持つ無線ネットワークにおいてチャンネルにアクセスする方法であって、使用可能な第1のチャンネルを識別すること、リーダーノード及び前記複数の通信ノードの少なくともいずれかを具備し前記第1のチャンネルの利用を管理するコグニティブネットワークを形成すること、前記第1のチャンネルがもはや使用可能でない場合に、使用可能な第2のチャンネルを識別することを含み、前記リーダーノードにより前記コグニティブネットワークを管理すること、及び、前記第2のチャンネルが識別されると該第2のチャンネルに切り替えること、を具備する方法が提供される。

30

【0026】

複数の通信ノード間で単一の通信チャンネルの使用を管理することの利点は、ネットワークにおけるすべての通信ノードが同じチャンネルで通信することができ、これにより無線ネットワークのメンテナンスを単純化することができることである。更に、リーダーノードによるコグニティブネットワークの管理は、各ノードが個別のプライマリ検出及びスキャンを実行する必要性をなくす。これには、従来技術で適用された方法と比較し、セカンダリネットワーク全体のバッテリー消費を著しく削減することができるという利点がある。

40

【0027】

前記管理することは、前記第1のチャンネルがもはや使用可能でない場合を判定するために前記第1のチャンネルを監視することをさらに含んでもよい。

【0028】

上記態様の一実施形態において、本方法は、前記第2のチャンネルへの切り替えに伴い前記コグニティブネットワークを管理するためのさらなるリーダーノードを選択することをさらに具備してもよい。

【0029】

コグニティブネットワークを管理する、さらなるリーダーノードを選択することには、リーダーノードのタスクを複数の通信ノード間で共有することができるという利点がある

50

。

【0030】

前記さらなるリーダーノードは、前記複数の通信ノードの各々がリーダーノードとして選択される機会を均等に kredit 機構に基づいて、前記複数の通信ノードの少なくともいずれかから選定されてもよい。これは、事実上、ネットワークにおけるすべての通信ノードが、それらのリソースの使用状況における公平な節約を享受することを可能にする。

【0031】

前記 kredit 機構は、前記複数の通信ノードの少なくともいずれか及び前記リーダーノードそれぞれに kredit ポイントを割り当てることに基づいてもよい。

10

【0032】

この発明のさらなる実施形態において、方法は、前記第1のチャンネルを監視する際に、前記割り当てられた kredit ポイントを変更することをさらに具備してもよい。

【0033】

前記複数の通信ノードの少なくともいずれかのうち、最も低い kredit ポイントを持つものを前記さらなるリーダーノードとして選択してもよい。

【0034】

前記第2のチャンネルへの切り替えは、前記第1のチャンネルがもはや使用可能でない場合が判定されると、前記複数の通信ノードに警告メッセージを送信することを含んでもよい。

20

。

【0035】

前記使用可能なチャンネルを識別することは、前記チャンネルのチャンネル品質を判定することを含んでもよい。

【0036】

前記第1のチャンネルの使用はチャンネルアクセススキームにより管理してもよい。前記チャンネルアクセススキームの例は、搬送波感知多重アクセス (CSMA : Carrier Sense Multiple Access) スキームを含む。

【0037】

リーダーノードによる集中化アプローチで上記方法の各ステップを実行することについて、認識される利点は、あらゆるノード上で個別にチャンネル識別が実行される従来技術とは対照的に、無線ネットワークの過度の電力消費を削減できることである。さらに認識される利点は、前記第1のチャンネルから前記第2のチャンネルへの切り替え時にシームレスな通信を可能にすることである。

30

【0038】

この発明の第2の態様において、少なくとも一台の通信装置が追加される無線ネットワークにおいてチャンネルにアクセスするための通信装置であって、該通信装置及び前記少なくとも一台の追加の通信装置は、リーダーモードとノーマルモードの間で動作し、前記無線ネットワークにおいて使用可能な第1のチャンネルを識別する手段と、前記通信装置及び前記少なくとも一台の追加の通信装置を具備し前記第1のチャンネルの利用を管理するコグニティブネットワークを形成するための手段と、前記通信装置を前記リーダーモードに切り替えるモード切り替え手段と、を具備し、前記リーダーモードで動作する場合に、前記コグニティブネットワークを管理し、前記第1のチャンネルがもはや使用可能でない場合に使用可能な第2のチャンネルを識別し、前記第2のチャンネルが識別されると該第2のチャンネルに切り替える通信装置が提供される。

40

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】この発明の実施形態による無線通信ネットワークの概要図を示す図である。

【図2】図1に示されたネットワークの無線通信ステーションの概要図を示す図である。

【図3】この発明の実施形態によるコグニティブ無線が用いられるスペクトル部分のチャンネル予約配置を示す図である。

50

【図4】この発明の実施形態によりセカンダリユニットのチャンネルを識別し、当該識別されたチャンネルを利用し、プライマリユニットによるチャンネルの再利用時に当該チャンネルから切断する方法の段階を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

本発明の具体的な実施形態を添付の図面に基づいてさらに詳細に説明する。これはあくまで一例であり、保護を求める範囲の何らかの限定を提示するものと見られるべきでないことを理解されたい。

【0041】

実施形態の説明では、いくつかの点を想定している。

10

【0042】

第1に、セカンダリネットワークにおけるすべてのノードは、例えばCSMA（搬送波感知多重アクセス方式）のような何らかのアクセス機構を用いて、単一の空きチャンネルで通信する。当技術において、CSMAとは、確率的な媒体アクセス制御（MAC）プロトコルであることが知られており、ノードは、周波数スペクトルのような共有の伝送媒体上に送信する前に、他のトラフィックが無いことを確認する。

【0043】

第2に、プライマリ検出は、例えばSINR（Signal to Interference plus Noise Ratio）しきい値に基づく。しかしながら、このアプローチを置換することができる他の様々な方法が存在することを理解されたい。

20

【0044】

第3に、この発明の実施形態は、協力的なタスクに関してユーザーが自発的にネットワークをセットアップするよう展開することができる。

【0045】

第4に、この発明の実施形態は、主として小規模から中規模のネットワークを対象とするが、これに限定されない。大規模なネットワークについては、ブリッジネットワークを通じて接続された異なるチャンネルにおけるノードのクラスタを含むように、原理を拡張してもよい。

【0046】

この発明の実施形態を実行するために、図1にコグニティブ無線ネットワークを示し、図2にステーション（セカンダリユニットとして動作）を示す。

30

【0047】

この発明は、図1に示されるような無線通信ネットワーク10を具備する具体的な実施形態に関して説明される。このネットワークは、利用可能スペクトルにおいて定義されたチャンネルによって通信することが可能ないくつかの無線通信ステーション20を具備する。この発明の特定の実施形態において、チャンネルは、周波数として、スペクトルで定義される。しかし、以下の説明及びこの発明の態様に関する上記説明から、チャンネルは、時間、コード、空間又は任意のそれらの組み合わせのような何らかの適切な手段により媒体で定義されてもよい。

【0048】

40

図2に示されるように、無線通信ステーション20は、それぞれ既知の形式のハードウェアで実装される。図2は、通信能力を備える汎用コンピュータによって実装されるものとして無線通信ステーション20を示している。この場合、通信能力はハードウェアによって提供され、該ハードウェアは、ソフトウェアによって構成される。より詳しくは、ステーション20は、ワーキングメモリ32及びバス34と通信するプロセッサ30を具備する。大容量記憶装置（他の記憶装置でも足りるが、ここでは磁気記憶装置としている）36は、データ及び/又はプログラムの、即時の使用ではなく長期記憶のために提供される。媒体アクセスコントローラ38は、アンテナ40に接続され、ステーション20に無線通信媒体へのアクセスを提供する。媒体アクセスコントローラは、通信媒体、すなわち利用可能な無線周波スペクトルへのステーションによるアクセスを管理し、空きチャンネル

50

をスキャンしアクセスするような機能、データの組立て及び伝送のような他の機能を含む。

【 0 0 4 9 】

通常、ステーション 2 0 は、オーディオビジュアル出力デバイス 4 4 及びユーザー操作入力デバイス 4 6 をさらに具備する。

【 0 0 5 0 】

ワーキングメモリ 3 2 と大容量記憶装置 3 6 の間で、ステーション 2 0 は、下記に述べるこの発明の具体的な実施形態によってプロセッサ 3 0 が、無線スペクトルへのアクセスを提供するようにステーション 2 0 を構成することを可能にする、実行可能プログラムを記憶する。

10

【 0 0 5 1 】

この例において、コグニティブなユーザー（オポチュニスティックなユーザー）が利用可能なスペクトルは、別個の周波数帯に分割された広帯域スペクトルを包含する。これらの周波数帯は、等しい幅である必要はない。上述の不連続な周波数帯域をセンスし処理するために、チャンネルは、検出及びセンシングに関して最小の分解能の、平等なサブチャンネルに都合よく分割される。図 3 において、これらのチャンネルは C_n と指定される（ただし、 n は整数）。

【 0 0 5 2 】

また、先の例は、周波数帯に分割された広帯域スペクトルを利用しているが、媒体及び技術の実装の種類を考慮して、利用可能な媒体の何らかの適切な細区分を用いることができることを理解されたい。

20

【 0 0 5 3 】

本開示は、電力レベル又は干渉温度（interference temperature）をセンスし、又は検出する何らかの特定の方法に限定されず、したがって、この機能についての本装置の詳細な説明は、本明細書では細かく記載していないことを理解されたい。したがって、任意の既知の方法又は未だ考案されていない何らかの方法によって Q o S 及び他の同じような基準を決定することも、依然として本発明の範囲内である。

【 0 0 5 4 】

ここで、使用可能なスペクトルにおけるチャンネル C_n にアクセスする S U の一般的な概念について図 3 を参照しながら説明する。図のように、時刻 T_1 において、チャンネル C_1 、 C_3 、 C_4 及び C_6 は P U によって占有されており、チャンネル C_2 及び C_5 は、S U による伝送に利用可能な空きチャンネル（あるいはスペクトルホール）である。時刻 T_2 において、S U は、チャンネル C_2 を占有し、P U がこれを再要求するまで、このチャンネルでの送信を開始する。時刻 T_3 において、P U がチャンネル C_2 を再要求し、S U は、次の空きチャンネル（この例では C_5 ）をスキャンし、通信を再開するためにそのチャンネルに切り替える。

30

【 0 0 5 5 】

本発明の実施形態に係る基本的特徴は、プライマリユーザーによる使用のためのチャンネル条件によってセカンダリネットワークが管理され、セカンダリネットワークのすべてのノードは、例えば C S M A アクセスを用いて 1 つの空きチャンネルで通信し、プライマリをセンシングすると、セカンダリネットワーク全体が下記で述べるように「リーダー」ノードによって「スキャンされた」次の空きチャンネルに切り替わることである。

40

【 0 0 5 6 】

空きチャンネルで動作するコグニティブなセカンダリネットワークは、ネットワーク形成及び通信に関して以下の方法を用いる。

【 0 0 5 7 】

1 . セカンダリネットワークの形成

図 4 を参照すると、コグニティブなセカンダリノード 5 0 又は 5 2 がコグニティブなセカンダリネットワークを形成しようとする場合、空きチャンネルをスキャンする（S 1 - 2）空きチャンネルを検出すると（S 1 - 4）、自身が「リーダー」ノードであると宣言し（

50

S 1 - 6)、周期的にビーコンを送信し始める (S 1 - 8)。このビーコンは空きチャネルの周波数に送信され、当該ネットワーク内のノードの数、ノードのステータス、リーダーノード 5 4 と通信するための T D M A アクセススロットを与えるネットワークスコアテーブルにおける位置についての情報を含んでいる。

【 0 0 5 8 】

2 . 既存のセカンダリネットワークへの加入

コグニティブなセカンダリノード 5 2 が既存のセカンダリネットワークに加入しようとする場合、スペクトルをスキャンし、「リーダー」ノード 5 4 から送信されたビーコンをリスンする (S 1 - 7)。セカンダリネットワークを検出すると、該ノードは、「リーダー」ノードとのアソシエーションによりネットワークに加入する (S 1 - 1 4)。

10

【 0 0 5 9 】

3 . リーダーノードのタスク (S 1 - 1 8)

リーダーノードは、以下を含むいくつかのタスクを行なうように構成される。

【 0 0 6 0 】

a . 当該ネットワーク内のノードの数、ノードのステータス、リーダーノードと通信するための T D M A アクセススロットを提供するネットワークスコアテーブルにおけるノードの位置のような情報を提供する周期的なビーコン送信。次の段落で説明するように、ネットワークスコアテーブルは、プライマリ検出時に新しいリーダーを任命するための公平なクレジット機構を提供する。

【 0 0 6 1 】

b . 新規ノードネゴシエーション

c . 当該ネットワークに関係するすべてのノードについてのネットワークスコアテーブルの維持

d . P U がチャネルを再要求しようとするかどうか判定するプライマリ検出のためのスペクトルセンシング。これは、周期的に、あるいはヒストリックデータに基づいて行なうことができる。何らかの特定の実装に用いられるセンシング機構を選択することは、この開示の範囲外である。

20

【 0 0 6 2 】

e . プライマリの信号を検出すると (S 1 - 2 0)、リーダーは以下のステップを実行する。

30

【 0 0 6 3 】

i . チャネルの終了及び別の利用可能な空きチャネルへの切り替えを準備させるために、ネットワーク内のすべてのノードに「警告」メッセージをブロードキャストする (S 1 - 2 2)。

【 0 0 6 4 】

i i . 新しいリーダーを任命する (S 1 - 2 4、S 1 - 2 6)。

【 0 0 6 5 】

i i i . 新たに任命されたリーダーがリーダーシップアポイントメントを受理すると (S 1 - 2 8)、現在のリーダーは、新たな空きチャネルをスキャンする (S 1 - 3 0)。

【 0 0 6 6 】

i v . 新たに検出された空きチャネルのチャネル番号 / 周波数をネットワーク内のノードにブロードキャストする (S 1 - 3 4)。新しいリーダーが任命され、新たに検出されたチャネルのチャネル番号がブロードキャストされると、自身を通常の S U ノードに切り替える (S 1 - 3 6)。図 4 に示すように、新たに任命されたリーダーを含むすべての S U は、新しいチャネルに切り替える (S 1 - 3 8、S 1 - 4 0)。チャネル / 周波数切り替えに関する情報をノードが受信しない場合、該ノードは、再スキャンを行ってネットワークを見つけ、再加入 (rejoin) する必要がある。

40

【 0 0 6 7 】

f . その後、新たに任命されたリーダーは、ビーコンを周期的に送信する (S 1 - 4 4)

50

【 0 0 6 8 】

4 . ノード動作

セカンダリネットワークにおけるノードは、リーダーから与えられたコマンドに従って応じる。例えば、リーダーが「警告」メッセージをブロードキャストする場合、該ネットワーク内のノードは、いかなる進行中の通信も一時的にサスペンドし、新しいネットワークへの切り替えが完了すると通信を再開する。これは、進行中の通信が放棄されないという点で有利である。よって、新しいネットワークへの切り替え時に、通信を再確立する必要がない。

【 0 0 6 9 】

新しいネットワークへの切り替えが完了すると (S 1 - 4 0)、ノードの各々は、タイムリー (T D M A) に (又はランダムバックオフによって)、新しいチャネルへの切り替えの成功を通知するためにリーダーにメッセージを送信する (S 1 - 4 4)。

10

【 0 0 7 0 】

5 . 公平なクレジット機構を用いて新しいリーダーを任命

新しいリーダーは、コグニティブネットワークにおけるすべてのノードがリソース使用の公平な節約を享受するようリーダータスク実行の責務がノード間で平等に共有されることを可能にする、公平なクレジット機構で任命される。ここで、一例として、公平なクレジット機構について説明する。

【 0 0 7 1 】

ネットワークの初期の形成においては、自薦のリーダー (ノード 1) が表 1 に示されるようなスコアテーブルを生成し保持する。先のセクション 3 で説明したように、スコアテーブルはリーダーノードによって維持され更新される。

20

【 0 0 7 2 】

単純化のために、3つのノードがこの例において示される。しかし、当業者は、任意の数のノードがネットワークに加入してもよいことを理解するであろう。また、スコアテーブルのサイズはネットワークにおけるノードの数に従う。

【 0 0 7 3 】

この例において検討すると、N 1 は空きチャネル (C 2) を占有し、ビーコン信号を周期的に送信する。N 1 は先のセクション 3 で規定したリーダーの責務を引き受けることにより + A ポイントを得る。この例において、「 A 」は数値 1 0 としている。N 2 はビーコン信号を受信し、N 1 主導の空きチャネルの存在を知らされている。続いて、N 2 は接続をネゴシエーションし、ネットワークに加入する。したがって、N 2 は、 A という、低いスコアを受け取る。表 1 に示すように、残りのセカンダリユーザーは、ネットワークに加入すると - A のスコアを受け取る。

30

【 0 0 7 4 】

プライマリを検出すると現在のリーダーノード N 1 は新しいネットワークに切り替え、テーブルをスキャンし、最低のスコアを持つノードを新しいネットワークの新しいリーダーに任命する。2つ以上のノードが同じスコアを持つという事象では、ノード間で最初のエントリーのノードを次のリーダーに任命する。従って、表 1 の例では、表において最低のスコアを持つ最初のエントリーノードである N 2 が新しいネットワークのリーダーノードとして任命される。

40

【表 1】

スキャン番号	リーダーノード	N1	N2	N3	N4
1	N1	10	-10	不在	不在
2	N2	10-10=0	-10+10=0	不在	不在
3	N1	0+10=10	0-10=-10	不在	不在
4	N2	10-10=0	-10+10=0	0-10=-10	不在
5	N3	0-10=-10	0-10=-10	-10+10=0	不在
6	N1	-10+10=0	-10-10=-20	0-10=-10	不在
7	N2	0-10=-10	-20+10=-10	-10-10=-20	-10
8	N3	-10-10=-20	-10-10=-20	-20+10=-10	-10-10=-20
9	N1	-20+10=-10	-20-10=-30	-10-10=-20	-20-10=-30
10	N2	-10-10=-20	-30+10=-20	-20-10=-30	-30-10=-40
11	N4	-20-10=-30	-20-10=-30	-30-10=-40	-40+10=-30
12	N3	-30-10=-40	-30-10=-40	-40-10=-50	-30-10=-40

表 1. スコアテーブル

【 0 0 7 5 】

6. チャネルのスキャン及び切り替え

リーダーノードは、チャネルの SINR を監視することによりスペクトルにおいて利用可能な空きチャネルをスキャンする。本質的に、リーダーノードは、空きチャネルそれぞれの SINR を 3 つのレベルすなわち「HIGH」、「MOD」及び「LOW」に類別する。続いてリーダーノードは、SINR アクティビティが「LOW」であるチャネルを選択する。SINR レベルの定義は表 2 で与えられる。

【表 2】

SINR レベル	定義
HIGH	SINR アクティビティが上位限界値より高ければ、そのチャネルはプライマリによって頻繁に用いられると見なす。よって、セカンドリのスキャンモードはこのチャネルに切り替えない。
MOD	SINR アクティビティが下位限界値と上位限界値の間にある場合、当該チャネルは理想的ではないが、それでも伝送のために潜在的に用いられ得るものと見なす。この状況において、リーダーノードが当面の間このチャネルで動作し、SINR レベルが「LOW」のチャネルをスキャンし続けてもよい。リーダーノードが中程度のアクティビティチャネルで動作する場合、その動作は、ネットワークのステータスの更新のために周期的なビーコン送信することに制限されるものとする。事実上、これは、アクティブな通信のチャネルを与えない。しかしながら、上記の制限は、スペクトルが動作している規制ポリシーに従うものであることを理解されたい。
LOW	SINR アクティビティが下位限界値未満である場合、チャネルは空であると思なされる。よって、リーダーノードは、そのようなチャネルを伝送のために選択することができる。

表 2. SINR レベルの定義

【 0 0 7 6 】

ここで、表 3 を参照しながらスキャン及びチャネル切替え処理の例を説明する。

【表 3】

スキャン番号	ネットワーク内のノード	リーダーノード	C1 - SINR	C2 - SINR	C3 - SINR	C4 - SINR	選択されたチャンネル	動作中/拒否
1	N1, N2	N1	HIGH	HIGH	MOD	LOW	C4	動作中
2	N1, N2	N2	HIGH	HIGH	MOD	HIGH	C3	拒否
3	N1, N2	N2	HIGH	HIGH	LOW	MOD	C3	動作中
4	N1, N2, N3	N1	LOW	HIGH	HIGH	MOD	C1	動作中
5	N1, N2, N3	N3	HIGH	LOW	MOD	MOD	C2	動作中

表 3

10

【 0 0 7 7 】

表 3 に示すように、最初は、2つのノード（N 1 及び N 2 ）がネットワーク中に存在する。プライマリが検出されると、リーダーノード（N 1 ）は、スペクトルにおいて利用可能なチャンネルをスキャンする。表 3 は、スキャンが行なわれた後にリーダーノードによって収集された情報の集計を示している。本実施形態の詳細な説明における、単純性及び明瞭さのために、4つのチャンネル（C 1 から C 4 ）のみが表 3 に示される。

【 0 0 7 8 】

スキャン 1 において、リーダーノード N 1 は、チャンネル C 4 の S I N R アクティビティが「 L O W 」であることを根拠に、通信の確立のためにチャンネル C 4 を選択する。したがって、コグニティブネットワークのノードは、P U がこの C 4 に入るまで、このチャンネルを利用する。

20

【 0 0 7 9 】

P U が C 4 に入ると、新しいネットワークに切り替えるための手順が実行される。表 3 （スキャン 2 ）に示すように、リーダーノードの責務は、上述のクレジット機構によって N 1 から N 2 に渡される。したがって、プライマリが検出されると、N 2 は、通信を確立できる適切なチャンネルをスキャンする。表 3 に示すように、ネットワークを切り替えられることが可能なチャンネルは、C 3 （S I N R レベル = 「 M O D 」）のみである。ここで、C 4 は現在のところ P U によって占有されていることから、C 4 の S I N R レベルは「 H I G H 」であることが理解される。表 2 の定義によれば、このチャンネルの通信における通信は拒否されるので、N 2 はビーコンメッセージの送信に制限される。N 2 は、「 L O W 」の S I N R レベルを持つ利用可能チャンネルをスキャンし続ける。

30

【 0 0 8 0 】

スキャン 3 において、C 3 の S I N R レベルは「 L O W 」に変わり、この時点で当該チャンネルの通信が可能である。

【 0 0 8 1 】

スキャン 4 において、この時点では C 3 の S I N R が「 H I G H 」であることから、ネットワークは C 1 （「 L O W 」 S I N R ）に切り替えられる。この間、N 3 が当該ネットワークに加入する。スキャン 5 において、ネットワークは C 2 に切り替えられ、先の段落で述べたクレジット機構により N 3 が新しいリーダーとして任命される。

40

【 0 0 8 2 】

先の例では、空きチャンネルのアクティビティの評価のための基準としての S I N R しきい値の使用について説明した。しかしながら、空きチャンネルのアクティビティを評価するのに任意の適切な方法を用いてもよいことを当業者は即座に理解するであろう。

【 0 0 8 3 】

まとめると、この発明の実施形態は、従来技術に対して次の利点を提供する。

【 0 0 8 4 】

1 . セカンダリネットワークのノードは、C S M A アクセスによって単一チャンネルで動作する。このためネットワークのメンテナンスは容易である。

【 0 0 8 5 】

50

2. チャネルスキャンは1つのセカンダリノード（リーダーノード）によって行なわれ、プライマリーユーザーがチャネルに入るときに限り、該チャネルスキャンは引き起こされる。これは、各セカンダリノードが独自にチャネルスキャンを行なう従来技術と比較してネットワークのセカンダリノード群全体のバッテリー消費が著しく削減される点で有利である。

【0086】

3. 「警告」メッセージを受信するとノード通信は休止され、新しいチャネルへの切り替えによって再開される。これによりシームレスな通信が可能である。

【0087】

4. すべてのノードは、公平なクレジット機構に基づいてリーダーシップがノード間で共有されることから各自のリソースの公平な節約を享受する。

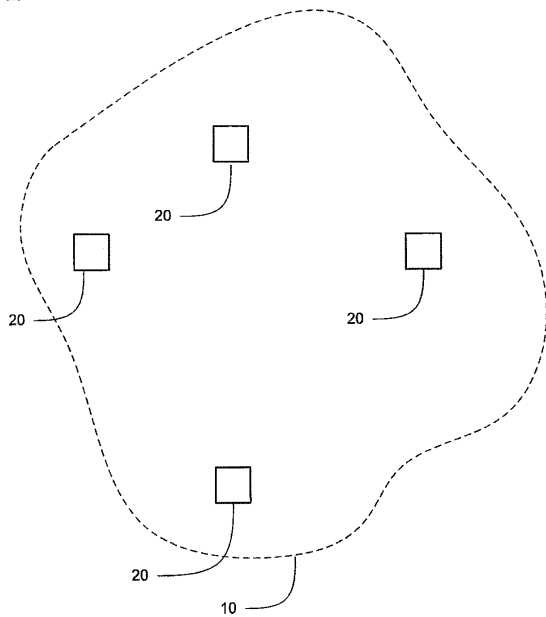
10

【0088】

この発明の実施形態の先の詳細な説明は、熟練した読み手を対象に提供したが、この発明の範囲に対する何らかの制限を強制するものとして読まれるべきではないことを理解されたい。この発明は、明細書に添付された特許請求の範囲によって特徴づけられるものと見なされるべきであり、（拘束されるものではないが）サポートする詳細な説明を参酌して解釈されるものと見なされるべきである。

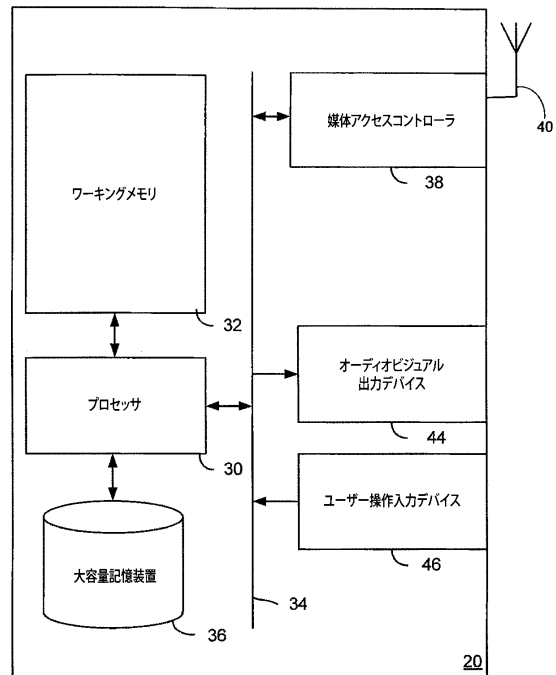
【図1】

図1



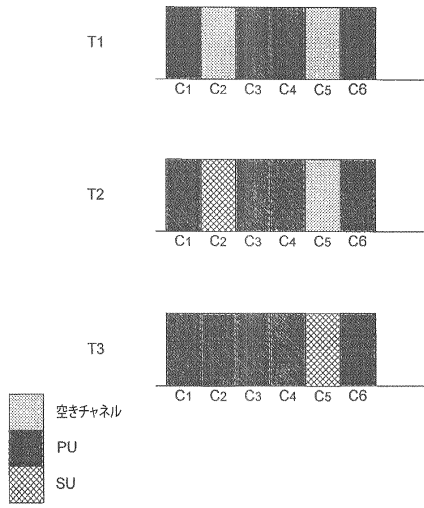
【図2】

図2

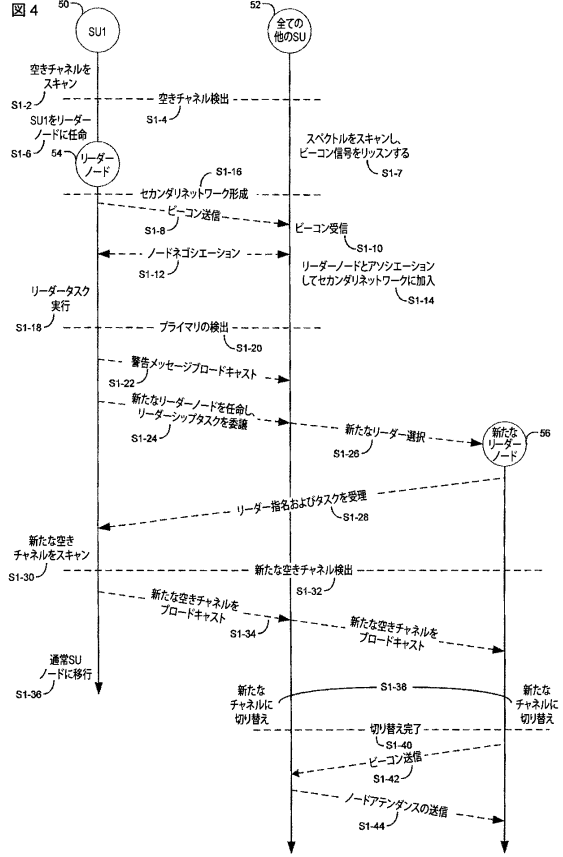


【図3】

図3



【図4】



フロントページの続き

- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 サデア・クアドリ
イギリス国、 ビーエス1・4エヌデー、 ブリストル、 クウィーンスクエア 32
- (72)発明者 ゾン・ファン
イギリス国、 ビーエス1・4エヌデー、 ブリストル、 クウィーンスクエア 32

審査官 高橋 真之

- (56)参考文献 特開2005-223865(JP,A)
特開2007-135217(JP,A)
国際公開第2006/067922(WO,A1)
特表2008-508790(JP,A)

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