

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-29177

(P2012-29177A)

(43) 公開日 平成24年2月9日(2012.2.9)

(51) Int.Cl.
H04W 16/14 (2009.01)

F I
H04Q 7/00 210

テーマコード (参考)
5K067

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-167634 (P2010-167634)
(22) 出願日 平成22年7月26日 (2010.7.26)

(71) 出願人 301022471
独立行政法人情報通信研究機構
東京都小金井市貫井北町4-2-1
(74) 代理人 100116850
弁理士 廣瀬 隆行
(72) 発明者 スン チェン
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立
行政法人情報通信研究機構内
(72) 発明者 チャン ハグエン
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立
行政法人情報通信研究機構内
(72) 発明者 デメシ ヨハネス アレムスグド
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立
行政法人情報通信研究機構内

最終頁に続く

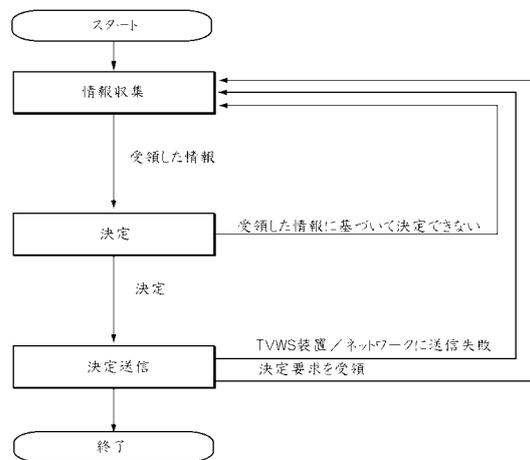
(54) 【発明の名称】 コグニティブ無線システムの共存マネージャー

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、複数のセカンダリユーザーを含むネットワークが共存していても、干渉を回避することができる無線通信システム及び無線通信方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明は、コグニティブ無線におけるスペクトル処理方法に関する。まず、インターネットの共存マネージャー (CM) が、アプリケーションサービスアクセスポイント (A-SAP) を介して接続されたデータベースから、センシング情報及び前記インターネットの共存マネージャー (CM) とトランスポートサービスアクセスポイント (T-SAP) を介して接続された第1のセカンダリユーザー (1, 1) 及び第2のセカンダリユーザー (2, 1) に関する情報を取得する。この情報に基づいてCMがスペクトルを決定して送信する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

インターネットの共存マネージャー（CM）が、アプリケーションサービスアクセスポイント（ASAP）を介して接続されたデータベースから、センシング情報及び前記インターネットの共存マネージャー（CM）とトランスポートサービスアクセスポイント（T-SAP）を介して接続された第1のセカンダリユーザー及び第2のセカンダリユーザーに関する情報を取得する情報収集工程と、

前記インターネットの共存マネージャー（CM）が、前記情報収集工程で収集したセンシング情報、前記第1のセカンダリユーザー及び第2のセカンダリユーザー（2, 1）に関する情報を用いて、前記第1のセカンダリユーザー（1, 1）及び第2のセカンダリユーザー（2, 1）に干渉なく利用できるスペクトルを詮索し、前記第1のセカンダリユーザー（1, 1）及び第2のセカンダリユーザー（2, 1）に干渉なく利用できるスペクトルが見出された場合はスペクトルを決定するとともに、前記第1のセカンダリユーザー（1, 1）及び第2のセカンダリユーザー（2, 1）に干渉なく利用できるスペクトルが見出されない場合は前記情報収集工程に戻って改めて情報を取得し、改めて取得した情報に基づいて前記決定を行う、決定工程と、

前記インターネットの共存マネージャー（CM）が、決定したスペクトルに関する情報を前記第1のセカンダリユーザー（1, 1）及び第2のセカンダリユーザー（2, 1）に送信する決定送信工程と、

を含む、

コグニティブ無線におけるスペクトル処理方法。

【請求項 2】

前記センシング情報は、現時点で利用できるチャンネルに関する情報を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第1のセカンダリユーザー（1, 1）及び第2のセカンダリユーザー（2, 1）に関する情報は、前記第1のセカンダリユーザー（1, 1）及び第2のセカンダリユーザー（2, 1）の位置に関する情報を含む、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コグニティブ無線システムの共存マネージャーを用いた無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムでは、通信デバイスに対して周波数を割り当てることで、その通信デバイスの通信（通信サービス）を可能にしている。しかし、現在では、最新のアプリケーションやサービスに対して周波数を割り当てることは困難である。その理由は、規制団体などによって各種のサービスに対して所定の周波数帯域が既に割り当てられているために、スペクトラムが飽和状態にあるためである。この飽和状態とは対照的に、実際には、スペクトラムには占有されていない周波数帯域があり、スペクトラムに事実上かかる負荷はそれほど大きくはない。

【0003】

そこで、米連邦通信委員会（FCC）は、2002年に、スペクトラムポリシータスクフォース（SPTF）が用意した文書を公表した。この文書は、無線スペクトラムの効率的な利用に関するものである。具体的には、ライセンスされていない無線サービスが上述したような占有されていないスペクトラムにアクセスすることを許容することで、無線スペクトラムの効率的な利用が可能になるというものである。

【 0 0 0 4 】

占有されていないスペクトラムを利用する無線技術としては、コグニティブ無線技術がある。コグニティブ無線技術を利用したコグニティブ無線通信システムでは、まず、プライマリユーザーが一時的に利用していないスペクトラムを、セカンダリユーザーが特定する。ここで、プライマリユーザーとは、スペクトラムの利用についてライセンスがなされているユーザーである。続いて、セカンダリユーザーは、特定した無線スペクトラムを利用して通信を開始する。これにより、無線スペクトラムの効率的な利用が可能になる。

【 0 0 0 5 】

しかし、セカンダリユーザーが複数存在する場合、各セカンダリユーザーがスペクトラムを特定して通信を開始した場合、複数のセカンダリユーザー間で互いに干渉が生じるという問題がある。特に、複数のセカンダリユーザーが互いに異なるネットワークに属する場合や、互いに異なる通信プロトコルを用いる場合に、上述した問題は顕著となる。

【 0 0 0 6 】

上述した問題を解決するために、例えば、IEEEの標準化グループは、互いに異なる複数の無線ネットワークが共存することをどのように管理するかについて研究している。そのような共存に関するこれまでの研究の成果としては、複数の無線ネットワーク間における情報交換を考慮して協働的な方法又は非協働的な方法によって共存を実現可能にするというものが挙げられる。ただし、そのような研究の対象は、主として、互いに異なる複数のプライマリユーザー用ネットワーク（レガシー無線ネットワークともいう）である。ここで、互いに異なる複数のレガシー無線ネットワークの共存の一例としては、IEEE 802.11によるネットワークとIEEE 802.15によるネットワークがある。したがって、セカンダリユーザーを含むネットワークが他のネットワークと共存することについては、十分に研究がなされていない。

【 0 0 0 7 】

ここで、複数のセカンダリユーザー用ネットワークの共存を実現させることを考える場合、レガシー無線ネットワーク同士の共存とは別の要件を考慮する必要があると考えられる。具体的には、以下の点を考慮しなければならない、共存を実現させることは容易ではない。

【 0 0 0 8 】

第1に、セカンダリユーザー用ネットワークの共存を実現させるためには、プライマリユーザーのネットワークに対する干渉を考慮しなければならない。通常、各セカンダリユーザーは、プライマリユーザーが一時的に利用していないスペクトラムにアクセスするように構成されている。そのため、複数のセカンダリユーザーが同じスペクトラムにアクセスするという事態が生じる。そして、そのような事態が生じると、プライマリユーザーに対しても干渉が生じる可能性がある。

【 0 0 0 9 】

第2に、セカンダリユーザー用ネットワークの共存が実現されとしても、セカンダリユーザー用ネットワークを再構成しなければならない可能性があり、そのような再構成のスキームを考慮しなければならない。

【 0 0 1 0 】

第3に、スペクトラムへのアクセスを決定するのに必要な情報を入手可能に（又はアクセス可能に）する必要がある点を考慮しなければならない。例えば、コグニティブ無線通信システムでは、アクセス決定に必要な情報として、センシング情報と規制情報との2つがある。しかしながら、非特許文献1によれば、規制情報は、センシング情報とは異なる場所に格納される。このように、アクセスの決定に必要な情報が複数であり、個別のデータベースに格納されているような場合には、複数の情報を入手可能に構成するのは容易ではない。

【 先行技術文献 】

10

20

30

40

50

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】“SECOND REPORT AND ORDER AND MEMORANDUM OPINION AND ORDER”, FCC (米連邦通信委員会), 文書番号 FCC 08-260, 2008年11月14日

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、複数のセカンダリユーザーを含むネットワークが共存していても、干渉を回避することができる無線通信システム及び無線通信方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、コグニティブ無線におけるスペクトル処理方法に関する。まず、インターネットの共存マネージャー(CM)が、アプリケーションサービスアクセスポイント(A-SAP)を介して接続されたデータベースから、センシング情報及び前記インターネットの共存マネージャー(CM)とトランスポートサービスアクセスポイント(T-SAP)を介して接続された第1のセカンダリユーザー(1,1)及び第2のセカンダリユーザー(2,1)に関する情報を取得する。

【0014】

次に、インターネットの共存マネージャー(CM)が、前記情報収集工程で収集したセンシング情報、前記第1のセカンダリユーザー(1,1)及び第2のセカンダリユーザー(2,1)に関する情報を用いて、前記第1のセカンダリユーザー(1,1)及び第2のセカンダリユーザー(2,1)に干渉なく利用できるスペクトルを詮索し、前記第1のセカンダリユーザー(1,1)及び第2のセカンダリユーザー(2,1)に干渉なく利用できるスペクトルが見出された場合はスペクトルを決定するとともに、前記第1のセカンダリユーザー(1,1)及び第2のセカンダリユーザー(2,1)に干渉なく利用できるスペクトルが見出されない場合は前記情報収集工程に戻って改めて情報を取得し、改めて取得した情報に基づいて前記決定を行う。

20

【0015】

その後、前記インターネットの共存マネージャー(CM)が、決定したスペクトルに関する情報を前記第1のセカンダリユーザー(1,1)及び第2のセカンダリユーザー(2,1)に送信する。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、複数のセカンダリユーザーを含むネットワークが共存していても、干渉を回避することができる無線通信システム及び無線通信方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、本発明の方法を説明するためのフローチャートである。

40

【図2】図2は、共存マネージャー基本構成を示す図である。

【図3】図3は、コグニティブ無線の実装系の例を示す図である。

【図4】図4は、この方法を実現するための共存管理のための工程を説明するための図である。

【図5】図5は、本発明のインターフェースの参照モデルを模式的に示す。

【図6】図6は、本発明のコグニティブ無線通信システムの構成の一例を模式的に示すブロック図である。

【図7】図7は、図6における共存マネージャー(CM)が実行する共存管理処理の手順を示すフローチャートである。

【図8】図8は、図6に示す無線通信システムの別の例の構成を模式的に示すブロック図

50

である。

【図 9】図 9 は，図 6 に示す無線通信システムのさらに別の例の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 10】図 10 は，図 6 に示す無線通信システムのさらにまた別の例の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 11】図 11 は，シミュレーション結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下，本発明の方法について説明する。図 1 は，本発明の方法を説明するためのフローチャートである。図 1 に示されるように本発明の方法は，情報を利用可能なスペクトルを決定するための情報を取得する情報取得工程と，得られた情報に基づいて S U が利用可能なスペクトルを決定する決定工程と，決定した情報を S U に送信する送信工程とを含む。

【0019】

図 1 に示されるように，まず，インターネットの共存マネージャー（C M）が，アプリケーションサービスアクセスポイント（A - S A P）を介して接続されたデータベースから，センシング情報及び前記インターネットの共存マネージャー（C M）とトランスポートサービスアクセスポイント（T - S A P）を介して接続された第 1 のセカンダリユーザー（1，1）及び第 2 のセカンダリユーザー（2，1）に関する情報を取得する。

【0020】

次に，インターネットの共存マネージャー（C M）が，前記情報収集工程で収集したセンシング情報，前記第 1 のセカンダリユーザー（1，1）及び第 2 のセカンダリユーザー（2，1）に関する情報を用いて，前記第 1 のセカンダリユーザー（1，1）及び第 2 のセカンダリユーザー（2，1）に干渉なく利用できるスペクトルを詮索し，前記第 1 のセカンダリユーザー（1，1）及び第 2 のセカンダリユーザー（2，1）に干渉なく利用できるスペクトルが見出された場合はスペクトルを決定するとともに，前記第 1 のセカンダリユーザー（1，1）及び第 2 のセカンダリユーザー（2，1）に干渉なく利用できるスペクトルが見出されない場合は前記情報収集工程に戻って改めて情報を取得し，改めて取得した情報に基づいて前記決定を行う。

【0021】

その後，前記インターネットの共存マネージャー（C M）が，決定したスペクトルに関する情報を前記第 1 のセカンダリユーザー（1，1）及び第 2 のセカンダリユーザー（2，1）に送信する。

【0022】

次に，上記の方法を実現するための共存マネージャー（C M）について説明する。共存マネージャー（C M）が存在するため，コグニティブ無線通信を行うことができる。そして，ライセンスを受けていないセカンダリユーザーが複数存在しても，干渉を起こす異なるコグニティブ無線通信を実現できる。このためには，各要素間で情報を交換できなければならない。図 2 は，共存マネージャー（C M）の参照モデルを示す図である。

【0023】

図 2 に示されるように共存マネージャー（C M）の基本機能は，M - S A P，T - S A P，A - S A P である。すなわち，共通マネージャーが様々な要素に対するサービスアクセスポイントとして機能するため，セカンダリユーザーネットワーク / 装置に利用可能なスペクトルを把握して，利用することができる。

【0024】

ふたつのセカンダリユーザー（S U）ネットワークを管理する工程の例は，以下のとおりである。図 3 は，コグニティブ無線の実装系の例を示す図である。図 3 に示される通り，第 1 のセカンダリユーザー（1，1）及び第 2 のセカンダリユーザー（2，1）は，それぞれ共存マネージャー（C M）を有する。これら 2 つの共存マネージャー（C M）は，2 つの機能を実現する。すなわち，C M は，S U ネットワーク（又は S U 装置）から情報を取得するとともに，S U ネットワーク（又は S U 装置）へ指令を送信する。スペ

10

20

30

40

50

クトル利用データベースやレギュレーションデータベースは、インターネットを介して利用可能となっている。さらに、共存マネージャー（CM）もインターネットを介してアクセス可能となっている。インターネットの共存マネージャー（CM）の機能は、データベースにアクセスすることと、共存に関する示唆や決定及び再構築に関する指令を出すものを含む。これら3つの装置には、IPアドレスを用いてアクセスできるようにされている。

【0025】

SU(1,1)及びSU(2,1)は、ライセンスユーザであるから、ある周波数帯を通してインターネットにアクセスできる。それゆえ、第1のセカンダリユーザ(1,1)の共存マネージャー(CM)及び第2のセカンダリユーザ(2,1)の共存マネージャー(CM)は、それぞれのSUネットワーク又はSU装置に関する情報を、インターネットの共存マネージャー(CM)に送信できる。インターネットの共存マネージャー(CM)は、共存状態の情報、指令及び再構築命令を、SU(1,1)のCM及びSU(2,1)のCMを介して、SU(1,1)及びSU(2,1)に送信する。このようにして、SUネットワーク又はSU装置は、共存を実現するために、タイムスロット割り当て率や共存のための送信出力といったオペレーション条件を再構築することができる。この特徴は、SUネットワークのRAT(ラジオアクセス技術)によらないものであり、それゆえ異なるネットワーク間における情報交換や情報の調整を行うことができる。

10

【0026】

図4は、この方法を実現するための共存管理のための工程を説明するための図である。

20

【0027】

第1の情報収集工程

第1のセカンダリユーザ(SU)ネットワークが通信を始める前に、第1のセカンダリユーザ(1,1)の共存マネージャー(CM)がインターネットの共存マネージャー(CM)とコンタクトする。そして、第1のセカンダリユーザ(1,1)の共存マネージャー(CM)がインターネットの共存マネージャー(CM)に対して、その位置情報、及び情報収集における希望するスペクトル使用領域に関する情報を提供する。

【0028】

一方、インターネットの共存マネージャー(CM)は、利用可能なチャネルに関する除法をレギュレーションデータベースから読み出すほか、利用可能なスペクトルに関する情報をスペクトル利用データベースから読み出す。利用可能なスペクトルに関する情報には、セカンダリユーザネットワークのリストが含まれていてもよい。

30

【0029】

第1の決定工程

情報収集工程に続き、インターネットの共存マネージャー(CM)は、第1の決定工程に進む。決定工程では、利用可能なスペクトルを決定する。情報収集工程で入手し記憶した情報を読み出して、インターネットの共存マネージャー(CM)は、スペクトルの利用可能性について検討し、利用できるスペクトルを決定する。

【0030】

第1の情報送信工程

インターネットの共存マネージャー(CM)は、セカンダリユーザ(SU)ネットワークが共存しているか否か決定する。この決定方法は、公知である。1つのセカンダリユーザ(SU)ネットワークのみが存在し、SUネットワークが共存する問題がない場合、インターネットの共存マネージャー(CM)は、スペクトル利用の許可に関する情報を第1のセカンダリユーザ(1,1)の共存マネージャー(CM)に送信する。

40

【0031】

さらに、インターネットの共存マネージャー(CM)は、その第1のセカンダリユーザ(1,1)ネットワークを、スペクトル利用データベースに登録する。このような登録作業は、この情報送信工程にて完了する。

【0032】

50

第2の情報収集工程

第2のセカンダリユーザー（SU）ネットワークが通信を始める際に、第2のセカンダリユーザー（2, 1）の共存マネージャー（CM）は、インターネットの共存マネージャー（CM）にコンタクトをとる。

【0033】

第2の決定工程

次に、インターネットの共存マネージャー（CM）は、利用可能なスペクトルを決定する。

【0034】

第2の情報送信工程

もしも共存に関する問題がある場合、インターネットの共存マネージャー（CM）は、第2のセカンダリユーザー（2, 1）の共存マネージャー（CM）に対し、解決方法を提供する。

【0035】

第3の情報収集工程

インターネットの共存マネージャー（CM）から提供された解決方法が、第2のセカンダリユーザー（SU）ネットワークに受け入れられないと、第2のセカンダリユーザー（2, 1）の共存マネージャー（CM）が判断した場合、第2のセカンダリユーザー（2, 1）の共存マネージャー（CM）はインターネットの共存マネージャー（CM）に対し、別の解決方法を提供するように要求する。この要求がなされた場合、インターネットの共存マネージャー（CM）は、改めて情報を収集する。

【0036】

第3の決定工程

次に、インターネットの共存マネージャー（CM）は、上記とは別の共存に関する決定を行う。その決定に従って、そのCMは、共存に関する新たな解決方法を求める。

【0037】

第3の情報送信工程

インターネットの共存マネージャー（CM）は、第1のセカンダリユーザー（1, 1）の共存マネージャー（CM）及び第2のセカンダリユーザー（2, 1）の共存マネージャー（CM）に対し、再構築指令を出す。

【0038】

図5に、本発明のインターフェイスの参照モデルを模式的に示す。図5は、2つのセカンダリユーザーが共存する例である。

【0039】

インターネットの共存マネージャー（CM）は、アプリケーションサービスアクセスポイント（A-SAP）を介して、データベースと接続されている。データベースは、レギュレーションデータベース及びスペクトル利用データベースを含む。一方、インターネットの共存マネージャー（CM）は、輸送サービスアクセスポイント（T-SAP）を介して、輸送システムと接続されている。輸送システムの例は、インターネットである。なお、

【0040】

第1のセカンダリユーザー（1, 1）は、第1のセカンダリユーザー（1, 1）の共存マネージャー（CM）を有する。そして、このCMは、メディアサービスアクセスポイント（M-SAP）を介して、TVBD装置又はネットワークを含む第1のSUネットワークと接続されている。また、このCMは、輸送サービスアクセスポイント（T-SAP）を介して、輸送システムと接続されている。なお、TVBDは、テレビバンド装置の略であり、ホワイトスペースを利用するための無線機である。

【0041】

第2のセカンダリユーザー（2, 1）も、第1のセカンダリユーザー（1, 1）と同様の構成を有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

第1のセカンダリユーザー(1, 1)の共存マネージャー(CM)及び第2のセカンダリユーザー(2, 1)の共存マネージャー(CM)は、輸送サービスアクセスポイント(T-SAP)を介して、インターネットの共存マネージャー(CM)にアクセスできるようにされており、プロトコルスタックを利用できるようにされている。

【 0 0 4 3 】

図6は、本発明の無線通信システムの構成の一例を模式的に示すブロック図である。図6に示す無線通信システム1は、例えば、コグニティブ無線通信システムであり、レガシー無線ネットワークとしてのプライマリユーザー用ネットワーク10と、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20(以下、第1ネットワーク20ともいう)と、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30(以下、第2ネットワーク30ともいう)とを含んでいる。なお、無線通信システム1は、コグニティブ無線通信システムに限られることはなく、動的にアクセス可能なネットワークを含むものであればいかなるシステムであってもよい。

10

【 0 0 4 4 】

プライマリユーザー用ネットワーク10には、1つ以上のプライマリユーザー11が属する。プライマリユーザー11としては、無線通信可能に構成されたデバイスであればいかなるものであってもよく、例えば、IEEE 802.11やIEEE 802.15に準拠したデバイスであればよい。また、プライマリユーザー用ネットワーク10でプライマリユーザー11が通信可能なエリアは、基地局(ベースステーション)12によって定まる。

20

【 0 0 4 5 】

第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20には、1つ以上の第1のセカンダリユーザー21が属する。第1のセカンダリユーザー21としては、無線通信可能に構成されたデバイスであればいかなるものであってもよいが、好ましくは、コグニティブ無線通信可能に構成されたデバイスである。また、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20で第1のセカンダリユーザー21が通信可能なエリアは、基地局(ベースステーション)22によって定まる。

【 0 0 4 6 】

第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30には、1つ以上の第2のセカンダリユーザー31が属する。第2のセカンダリユーザー31としては、無線通信可能に構成されたデバイスであればいかなるものであってもよいが、好ましくは、コグニティブ無線通信可能に構成されたデバイスである。また、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30で第2のセカンダリユーザー31が通信可能なエリアは、基地局(ベースステーション)32によって定まる。

30

【 0 0 4 7 】

また、無線通信システム1は、さらに、データベース40と、共存マネージャー(CM)50とを含む。

【 0 0 4 8 】

データベース40は、無線通信の制御に必要な情報を格納するためのものであり、基地局12, 22, 32などからアクセス可能な位置に配置されている。データベース40は、通信可能に構成されたデータアーカイブ(DA)であってもよい。好ましくは、データベース40は、IEEE 1900.6で規定されるデータアーカイブであるか、又はFCIによって規定された規制情報の格納場所(regulatory repository)であり、より好ましくは、データベース40は、コグニティブ無線通信の制御に必要なセンシング情報(ホワイトスペースに関する情報)と規制情報の双方を記憶したデータベース(ホワイトスペースセンシングデータベース(WSD))である。また、好ましくは、データベース40は、共存マネージャー(CM)50が解釈可能なプリミティブ及びデータフォーマットで情報を記憶している。また、好ましくは、データベース40は、共存マネージャー(CM)50からもアクセス可能な位置に配置されている。

40

50

【 0 0 4 9 】

共存マネージャー（CM）50は、上述した共存問題を解決するための新規なデバイスであり、具体的にはロジカル要素である。共存マネージャー（CM）は、図6に示す例では、スタンドアロン型のものであり、無線通信システム1の任意の位置に設置されている。なお、共存マネージャー（CM）50は、スタンドアロン型のものに限られることはなく、例えば、共存マネージャー（CM）50は、プライマリーユーザー11やセカンダリーユーザー21, 31に搭載されていてもよいし、基地局12, 22, 32に搭載されていてもよい。ただし、共存マネージャー（CM）50は、プライマリーユーザー11やセカンダリーユーザー21, 32と通信可能なエリア内に設置される。また、本態様では、共存マネージャー（CM）は、基地局22や基地局32と通信可能であり、これにより、基地局22や基地局32を介してデータベース40から情報を取得可能となっている。なお、図6に示す例では、共存マネージャー（CM）50は、セカンダリーユーザー用ネットワーク20, 30の双方で通信可能に設置されて、中心的な制御を行うことができるように構成されている。しかし、共存マネージャー（CM）の設置は、これに限られることはなく、例えば、各ネットワークに分配的に又は分散的に設置されてもよく、この場合には、複数の共存マネージャー（CM）の間で情報交換可能に構成される（図8, 図9参照）。なお、複数のネットワークの全てに共存マネージャー（CM）を設置しなくてもよい。

10

【 0 0 5 0 】

共存マネージャー（CM）50を無線通信システム1に設置することにより、複数のセカンダリーユーザーによるスペクトラム利用を管理して、互いの干渉を回避するとともに、プライマリーユーザーに対する干渉も回避することができるようになる。これを実現するために、共存マネージャー（CM）50は、以下の複数の機能のうち、少なくともいくつかの機能を有するように構成されている。

20

【 0 0 5 1 】

第1に、共存マネージャー（CM）50は、データベース40にアクセスすることが可能に構成されている。本態様では、共存マネージャー（CM）50は、基地局22や基地局32を介してデータベース40にアクセスすることとなる。

【 0 0 5 2 】

これにより、共存マネージャー（CM）50は、データベース40からセンシング情報を取得することができる。ここで、センシング情報は、所定のエリアにおけるスペクトラムの利用状況に関する情報を含んでいる。特に、本態様では、センシング情報は、セカンダリーユーザーの互いに異なる複数のネットワークが無線環境を共有しようとしている特定のエリアにおけるスペクトラムの利用状況に関する情報を含んでいる。また、共存マネージャー（CM）50は、データベース40からセンシング情報を取得することができる。ここで、規制情報は、例えば、どの周波数が利用されていないのかに関する情報、又は利用可能な周波数に関する情報（例えば、利用可能なチャンネルのリスト）を含む。

30

【 0 0 5 3 】

第2に、共存マネージャー（CM）50は、1つ以上のプライマリーユーザーに関する情報を保持する。ここで、プライマリーユーザーに関する情報としては、スペクトラム利用状況に関する情報やMACに関する情報が含まれる。好ましくは、プライマリーユーザーに関する情報には、プライマリーユーザーの地理上の位置に関する情報と、プライマリーユーザーの無線受信機の地理上の位置に関する情報とを含む。すなわち、共存マネージャー（CM）50は、プライマリーユーザーの地理上の位置に関する情報と、プライマリーユーザーの無線受信機の地理上の位置に関する情報とを保持することが好ましい。そして、共存マネージャー（CM）50は、プライマリーユーザーに関する情報を用いて、プライマリーユーザーが保護されるような要件として、セカンダリーユーザーに求められる要件を導き出す。

40

【 0 0 5 4 】

第3に、共存マネージャー（CM）50は、複数のセカンダリーユーザー用ネットワー

50

ク（例えば，第1及び第2ネットワーク20，30）に関する情報を保持可能に構成されている。ここで，セカンダリユーザー用ネットワークに関する情報は，各ネットワークのPHYに関する情報と，MACに関する情報と，チャンネル利用状況に関する情報とを含む。好ましくは，セカンダリユーザー用ネットワークに関する情報は，PHY層やMAC層より高い層の情報を含む。

【0055】

第4に，共存マネージャー（CM）50は，利用可能なチャンネル（つまり，スペクトラム機会）に関する情報を保持可能に構成されている。利用可能なチャンネルに関する情報は，例えば，プライマリーユーザーが現在利用していないチャンネルであって，セカンダリユーザーがアクセス可能なチャンネルに関する情報である。利用可能なチャンネルに関する情報は，データベース40からのセンシング情報から取得することが可能である。また，利用可能なチャンネルに関する情報は，データベース40からの規制情報から取得可能である。なお，FCCによれば，デバイスがテレビ用ホワイトスペースを利用する場合，各デバイスはデータベースをチェックして，アクセス可能な利用されていないチャンネルを特定することが求められている。

10

【0056】

第5に，共存マネージャー（CM）50は，保持している情報に基づいて，又はアルゴリズムに従うことで，共存ルール（例えばポリシー情報）とパラメータを生成することが可能に構成されている。このパラメータは，セカンダリユーザーのネットワークに対して，該パラメータに応じた再構成を実行するように促すための情報である。例えば，共存マネージャー（CM）50は，チャンネル情報（例えば，RSSIといったチャンネル情報）に基づいて，セカンダリユーザーに対して，送信出力の変更，パケットサイズの変更，チャンネル利用状況の変更などを促す。すなわち，共存マネージャー（CM）50は，セカンダリユーザー用ネットワークに関する情報を用いることで，互いに異なるセカンダリユーザー用ネットワークをコーディネートすることが可能である。また，共存ルールは，各セカンダリユーザーが遵守することで，共存の秩序を守るための情報である。

20

【0057】

具体的には，共存マネージャー（CM）は，対象となるネットワークに干渉が生じる場合には，第2のネットワークの共存を可能にするための共存ルールを所定のデータベースから取得し，データベースから取得した共存ルールから，第2のネットワーク及び第3のネットワークの共存に必要な制御メッセージと，第2のネットワーク及び第3のネットワークの少なくとも一方を再構築するために必要なパラメータ及びルールとを生成する。ここで，所定のデータベースとは，共存マネージャー（CM）50に設けられた記憶装置に記憶されているものであってもよいし，他のソースに記憶されているものであってもよい。そして，共存マネージャー（CM）50は，生成した情報（制御メッセージ，パラメータ，及びルール）を対応するセカンダリユーザーに送信（提供）する。なお，複数のネットワークを対象とする場合には，少なくとも1つのネットワークに属するセカンダリユーザーに，共存マネージャー（CM）50が生成した情報が提供される。これにより，干渉の発生をより確実に抑えることができる。

30

40

【0058】

具体的には，このコーディネートのために，共存マネージャー（CM）50は，セカンダリユーザー用ネットワークのパラメータ（例えば，送信出力，占有周波数，データレート，パケットサイズ）を調整したり，共存ルールを新たに設定したりする。

【0059】

好ましくは，共存マネージャー（CM）50は，セカンダリユーザーの送信品質を示す数値を，プライマリーユーザーに対するネガティブな干渉の値で割り算したものを共存品質（QoC）として定義し，この共存品質の値を共存時におけるパフォーマンスの判断基準として用いて，送信出力に関するパラメータやタイムスロットの割り当てに関するパラメータの調整を行う。このようにすることで，スペクトラムの利用効率と，プライ

50

マリーユーザーに対する干渉の度合いの双方を評価した上でパラメータを調整することができる。そして、第1のセカンダリユーザーと第2のセカンダリユーザーは、スペクトラムホールドを、割り当てられたタイムスロット内で（つまり、時分割で）利用する。これにより、無線通信システム1において複数のネットワークが共存してもそのパフォーマンスを高めることができる。

【0060】

上述したように共存マネージャー（CM）50を構成することにより、無線通信システム1では、複数のセカンダリユーザーが干渉するのを回避するための管理が実現される。特に、共存マネージャー（CM）50がパラメータの調整や共存ルールの設定などを行うことにより、複数のネットワークがスペクトラム機会を共有する際の最適化を行って

10

【0061】

続いて、共存マネージャー（CM）50が実行するネットワーク管理処理について図7を用いて詳細に説明する。このネットワーク管理処理によって、複数のネットワークの共存が管理される。

【0062】

図7は、図6における共存マネージャー（CM）50によって実行されるネットワーク管理処理の手順を示すフローチャートである。図7に示すような処理は、例えば、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20が、特定されているスペクトラム機会（スペクトラムホール）の利用を開始している場合に、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30が、同じスペクトラムホールにアクセス可能であることに起因して、共存状態が生じるときに特に有効である。なお、図7に対応するプログラム（アルゴリズム）は、例えば記録媒体に記録されており、このプログラムを共存マネージャー（CM）50が読み出して実行することにより、図7に対応する処理が行われる。

20

【0063】

図7において、まず、ステップS110では、共存マネージャー（CM）50は、図6に示したような専用の制御チャンネルを介して、利用可能なチャンネル（スペクトラム機会）のリストを入手する。ここで、なお、専用の制御チャンネルは、専用の周波数によって実現されるものであってもよいし、特定されているスペクトラム機会を用いて実現してもよい。

30

【0064】

ここで、利用可能なチャンネルとは、プライマリーユーザー用ネットワーク10が一時的に利用していないチャンネルである。そして、利用可能なチャンネルは、共存マネージャー（CM）50が、データベース40にアクセスしてセンシング情報及び/又は規制情報入手することで特定可能である。なお、テレビ用ホワイトスペースに関しては、FCCで規定される規制情報データベースが、特定位置で利用されていないチャンネルに関する情報を保持することとなっている。そのため、共存マネージャー（CM）は、プライマリーユーザー用ネットワーク10の地理上の位置に基づいて利用可能なチャンネルを確認することができる。同様に、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20も、上記特定されたスペクトラムホール（利用可能なチャンネルのリスト）とその利用状況に関する情報を確認することができる。

40

【0065】

ステップS120では、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20はスペクトラムホールの利用を既に開始している場合において、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30がスペクトラムホールを利用しようとしているときは、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30は、共存マネージャー（CM）50に対して、利用可能なチャンネルについての問い合わせをする。つまり、共存マネージャー（CM）50は、利用可能なチャンネルについての問い合わせを第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30から受ける。

50

【 0 0 6 6 】

ここで、複数の利用可能なチャネルのうち、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20が利用していないチャネルがある場合（ステップS130でYES）、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30は、そのチャネルを利用してビーコン又はテスト信号を、パイロット信号（pilot tone）として送信する（ステップS140）。

【 0 0 6 7 】

共存マネージャー（CM）50は、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20に対して既にアクセスしているので、共存マネージャー（CM）50は、第1のセカンダリユーザー21に対して問い合わせをすることが可能である。そこで、ステップS150では、共存マネージャー（CM）50は、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20に対して問い合わせを行う。ここで、問い合わせる内容は、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20がビーコンやテスト信号をセンシングした際に、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30が干渉を検出（センシング）したかどうかに関するものである。なお、問い合わせることに代えて、共存マネージャー（CM）50は、干渉警報があるかどうかを確認してもよい。

10

【 0 0 6 8 】

上述した問い合わせに対して、共存マネージャー（CM）50は、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20が干渉を受けた旨を受信した場合（ステップS160でYES）、共存マネージャー（CM）50は、セカンダリユーザー用ネットワーク20、30の再構成を提案する（ステップS200）。このような再構成の提案は、共存マネージャー（CM）50がセカンダリユーザー用ネットワーク20、30に対して、制御メッセージ、再構成パラメーター、及びルールを送信することによって実現することができる。

20

【 0 0 6 9 】

第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20に干渉がない旨を共存マネージャー（CM）50が受信した場合（ステップS160でNO）、共存マネージャー（CM）50は、同じ周波数帯に共存する2つのネットワーク20、30がプライマリーユーザー用ネットワーク10に対して干渉を生成する可能性があることを容認するかどうかを確認する（ステップS170）。

【 0 0 7 0 】

干渉の可能性がある場合（ステップS170でYES）、共存マネージャー（CM）50は、セカンダリユーザー用ネットワーク20、30のパラメーターに基づいて再構成を提案する（ステップS200）。

30

【 0 0 7 1 】

一方、干渉の可能性がない場合（ステップS170でNO）、共存マネージャー（CM）50は、2つのセカンダリユーザー用ネットワーク20、30の共存を実現することが可能となる。具体的には、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30は、当該ネットワーク30が利用する周波数帯（例えば、テレビ用ホワイトスペースの周波数帯）を共存マネージャー（CM）50に登録する（ステップS190）。これにより、本処理が終了する。

40

【 0 0 7 2 】

なお、ステップS200において再構成が提案されたセカンダリユーザー用ネットワーク20、30が再構築を終了した場合には、本処理は、ステップS120に戻り、その後の処理が実行される。

【 0 0 7 3 】

上述した処理によれば、プライマリーユーザー用ネットワーク10で利用されていないスペクトラム（つまり、スペクトラム機会又はスペクトラムホール）が特定されている場合に、2つのセカンダリユーザー用ネットワーク20、30が、その特定されているスペクトラムホールにおいて共存することができる。言い換えると、共存マネージャー（CM）50は、少なくとも、セカンダリユーザー用ネットワーク20、30の共存を管理

50

することで、プライマリユーザー用ネットワーク10を保護するように(つまり、干渉が生じないように)機能する。

【0074】

また、上述した処理によれば、第1のセカンダリユーザー用ネットワーク20に干渉が生じないように、第2のセカンダリユーザー用ネットワーク30が管理される。これにより、複数のネットワークの共存を確実に行うことができる。さらに、上述した処理によれば、第1ネットワーク20及び第2ネットワーク30の双方がスペクトラム利用の可能性が有る場合、双方のネットワークに属する共存マネージャー(CM)50は、プライマリユーザーに対する干渉の可能性が確認され、そして、干渉の可能性が有る場合、共存マネージャー(CM)50は、第1ネットワーク20や第2ネットワーク30に属するデバイスに再構成の提案に関する情報(制御メッセージ、パラメーター、及びルール)を送信する。これにより、プライマリユーザーへの干渉を確実に抑制することができる。

10

【0075】

なお、上述した処理は、共存マネージャー(CM)50がセカンダリユーザー用ネットワーク20、30を管理するときの一例にすぎない。なお、上述した処理は、複数のセカンダリユーザー用ネットワークが存在する場面において適用することができる。また、共存マネージャー(CM)50は、互いに異なるアルゴリズム(プログラム)を利用可能に構成されていてもよいし、複数のアルゴリズム(プログラム)を利用して上述した処理を実現可能に構成されていてもよい。

【0076】

続いて、本発明の一実施態様を説明する。

20

【0077】

本実施態様では、無線技術を農村地域で適用した場合に相当する。農村地域では、長距離におよぶ地域エリアネットワーク(RAN)によって、インターネットアクセスが農村地域内の各家庭に供給されている。ここで、インターネットアクセスは、例えば、テレビ用ホワイトスペースを利用して、基地局(ベースステーション)とカスタマー構内設備(CPE)とを介して行われる。

【0078】

上述したようなインターネットアクセスに係るサービスは、例えば、IEEE802.22のテレビ用ホワイトスペース(TVWS)基準に準拠させることで実現可能である。

30

【0079】

一方で、各家庭内では、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)によって、家庭内での無線アクセスが実現されており、また、それにより、テレビ用ホワイトスペースを利用したアドホック型のネットワークが形成されている。

【0080】

したがって、2種類の無線サービスが同じテレビ用ホワイトスペースを利用していることとなり、互いに干渉が生じることが考えられる。そして、干渉が生じた場合、2種類のシステム(ネットワーク)のスループットが低下し、結果として、ユーザーはパフォーマンスに満足することができない状態となる。

40

【0081】

そこで、本実施態様では、上述したような2種類の無線サービスが存在する位置に、共存マネージャー(CM)を独立したデバイスとして設置する。なお、共存マネージャー(CM)は、WLANのアクセスポイントに設けられてもよいし、カスタマー構内設備(CPE)に設けられてもよい。

【0082】

そして、共存マネージャー(CM)は、スペクトラムの利用状況に関する情報、サービスタイプに関する情報、クオリティオブサービス(QoS)に関する情報といった情報を双方の無線ネットワークから入手する。また、共存マネージャー(CM)は、データベースにアクセスして、セカンダリユーザーの地理上の位置に関する情報、プライマリユ

50

ーザー地理上の位置に関する情報，及び伝播環境に関する情報などを入手している。そして，共存マネージャー（CM）は，これらの入手した情報を用いて，各ネットワークの干渉に関する数値を見積もるとともに，双方のネットワークに対して，再構成を提案する旨の情報を送出する。再構成は，双方のネットワークについて，送信出力，変調，データレート，クオリティオブサービス（QoS）などのパラメーターを調整することによって実施される。調整に際しては，双方のネットワークが互いに干渉することがない状態で共存することができるようにする必要がある。そのために，共存マネージャー（CM）は，制御メッセージ，パラメーター，及びルールを設定する。上述したようにすることで，ユーザーは，同時に双方のネットワークからサービスを受けることができるようになる。

【0083】

本発明は，無線ネットワーク（第1のネットワーク）がテレビ用ホワイトスペースを利用するようにセットアップされている場面において，他のサービスが同じ周波数帯を利用して他のネットワーク（第2ネットワーク）をセットアップしようとするときに有効である。このような場面では，第2のネットワークの共存マネージャー（CM）が，まず，第1のネットワークに属するデバイスの共存マネージャー（CM）と通信を行って，スペクトラム利用状況に関する情報を入手する。なお，共存マネージャー（CM）間の通信は，専用チャネルを利用することによって，又はビーコンを用いた手法を利用することによって実現される。続いて，第2のネットワークに属するデバイスは，利用されていないスペクトラムを特定して，その特定したスペクトラムを利用して，パイロット信号を送出する。その後，第1のネットワークに属するデバイスの各共存マネージャー（CM）は，第1のネットワークでの干渉が検出された場合にはその旨を第2のネットワークに属するデバイスの共存マネージャー（CM）に対して通知する。一方，干渉が検出されない場合には，双方のネットワークに属する共存マネージャー（CM）は，プライマリーユーザー（例えば，テレビの無線受信機）の情報が格納されているデータベースを確認することになる。

【0084】

また，好ましい実施態様では，複数の共存マネージャー（CM）を，無線通信システムにおいて分散配置されるように設置される。例えば，各無線通信機器に共存マネージャー（CM）を設置する。これにより，無線通信デバイスの全てが共存マネージャー（CM）の機能をもつこととなる。また，別の例では，図8～図60に示すように，セカンダリーユーザー用ネットワークの各々の基地局（又はアクセスポイント）に共存マネージャー（CM）を搭載してもよい。図8に示す例では，共存マネージャー（CM）は，セカンダリーユーザー用ネットワークやそのネットワークに属するデバイスに対してアクセスのサービスを提供したり，コマンドやメッセージを送信したりする。図9に示す例では，2つの共存マネージャー（CM）が情報交換を行うことで，各共存マネージャー（CM）は，共存に必要な決定処理を行うことが可能となっている。図60に示す例は，一方の共存マネージャー（CM）が情報収集と共存ルールを設定し，それらの情報をもう一方の共存マネージャー（CM）に供給する。そして，情報を受けた共存マネージャー（CM）は，共存に必要な決定処理を行う。決定処理で決定された情報にしたがって，各セカンダリーユーザーは動作する。このように，複数の共存マネージャー（CM）が1つの共存マネージャー（CM）の複数の機能を分散的に有していてもよい。したがって，図60に示す例は，一例に過ぎず，他の方法で共存マネージャー（CM）の機能を分散させてもよい。

【0085】

上述した態様では，共存マネージャー（CM）が2つのセカンダリーユーザー用ネットワークが共存できるように，パラメーター等の調整を行うことが可能に構成されている。本実施例では，2つのセカンダリーユーザーが時分割でスペクトラムホールを利用する場合に関して，各セカンダリーユーザーに対してタイムスロットを割り当てたときのシミュレーションを行った。

【0086】

図11は，本発明の実施例で得られたシミュレーション結果を示すグラフである。ここ

10

20

30

40

50

で、図 1 1 における横軸は、スペクトラムホールを利用する時間を 1 としたときの一方のセカンダリユーザー（第 1 のセカンダリユーザー）に割り当てたタイムスロット t_1 に対応している。なお、もう一方のセカンダリユーザー（第 2 のセカンダリユーザー）に割り当てられるタイムスロット t_2 は、1 から t_1 を減算すればよい（つまり、 $t_2 = 1 - t_1$ ）。図 1 1 における縦軸は、共存品質（QoC）の数値を示している。また、図 1 1 において、曲線 A は、2 つのセカンダリユーザーの送信出力を共に 1 であるとした場合に対応しており、曲線 B は、第 1 のセカンダリユーザーの送信出力を 0.5 とし、もう一方のセカンダリユーザー（第 2 のセカンダリユーザー）の送信出力を 1.5 とした場合に対応しており、曲線 C は、第 1 のセカンダリユーザーの送信出力を 0.5 とし、もう一方のセカンダリユーザー（第 2 のセカンダリユーザー）の送信出力を 1.5 とした場合に対応している。

10

【0087】

図 1 1 から、割り当てるタイムスロットや送信出力によって、共存品質（QoC）の値が変動することが分かる。そこで、本発明の好ましい態様では、共存マネージャー（CM）50 は、共存品質（QoC）の値を共存時におけるパフォーマンスの判断基準として用いて、送信出力に関するパラメータやタイムスロットの割り当てに関するパラメータの調整を行う。具体例を挙げると、共存品質の値（QoC）が最大化されるように、第 1 のセカンダリユーザーの送信出力値が高くなるように調整するとともに、第 2 のセカンダリユーザーのタイムスロットが長くなるように調整する。ただし、第 1 のセカンダリユーザーの送信出力値と第 2 のセカンダリユーザーの送信出力値の和が一定であるとしている。なお、第 2 のセカンダリユーザーの送信出力値が高くなるように調整するとともに、第 1 のセカンダリユーザーのタイムスロットが長くなるように調整してもよい。このようにすることで、スペクトラムの利用効率と、プライマリーユーザーに対する干渉の度合いの双方を評価した上でパラメータ等を調整することができる。そして、第 1 のセカンダリユーザーと第 2 のセカンダリユーザーは、スペクトラムホールを、割り当てられたタイムスロット内で（つまり、時分割で）利用する。これにより、無線通信システム 1 において複数のネットワークが共存してもそのパフォーマンスを高めることができる。

20

【産業上の利用可能性】

30

【0088】

本発明は、無線通信システム及び無線通信方法に適用することができる。

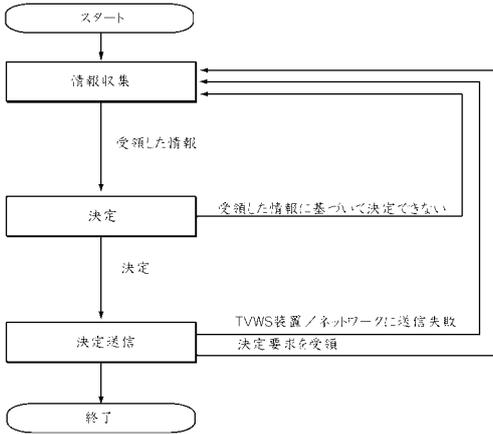
【符号の説明】

【0089】

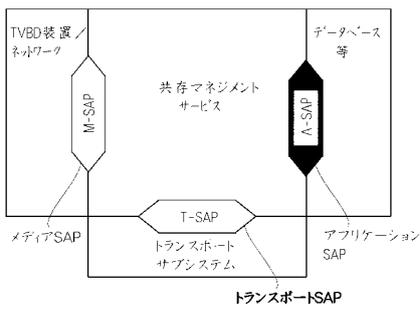
- 1 無線通信システム
- 10 プライマリーユーザー用ネットワーク
- 11 プライマリーユーザー
- 12 基地局
- 20 第 1 のセカンダリユーザー用ネットワーク
- 21 第 1 のセカンダリユーザー
- 22 基地局
- 30 第 2 のセカンダリユーザー用ネットワーク
- 31 第 2 のセカンダリユーザー
- 32 基地局
- 40 データベース

40

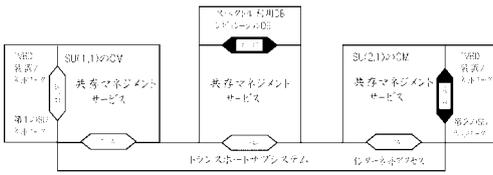
【図1】



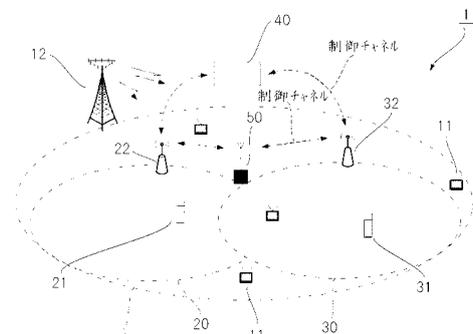
【図2】



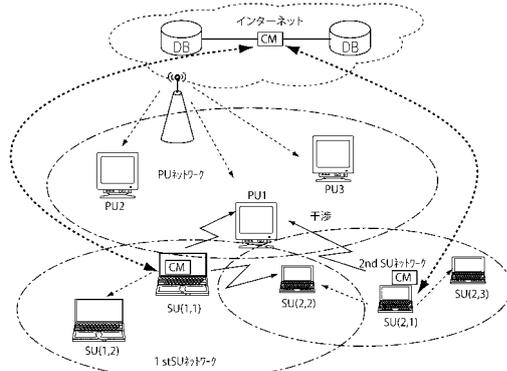
【図5】



【図6】



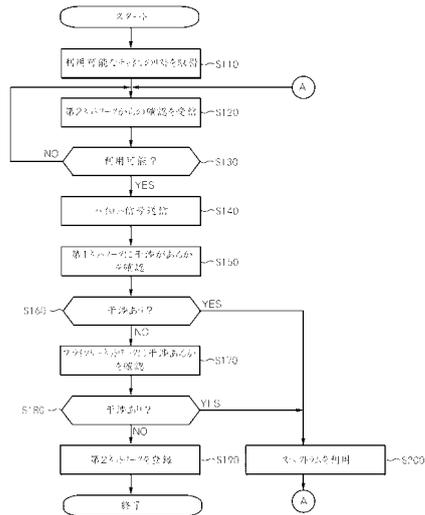
【図3】



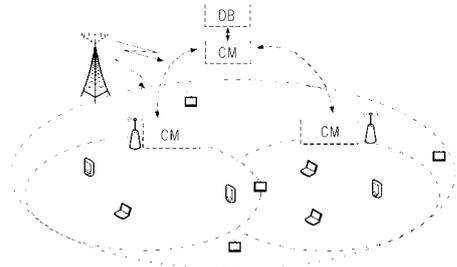
【図4】



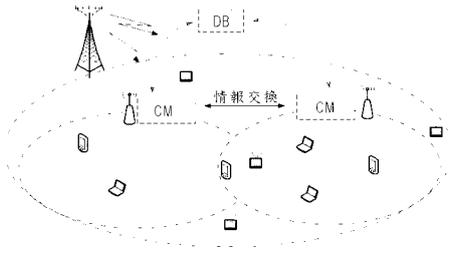
【図7】



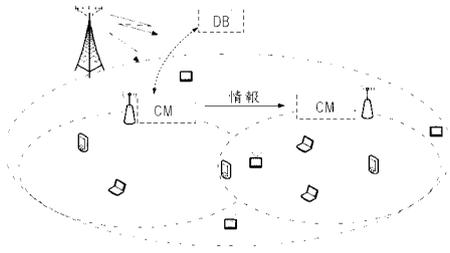
【図8】



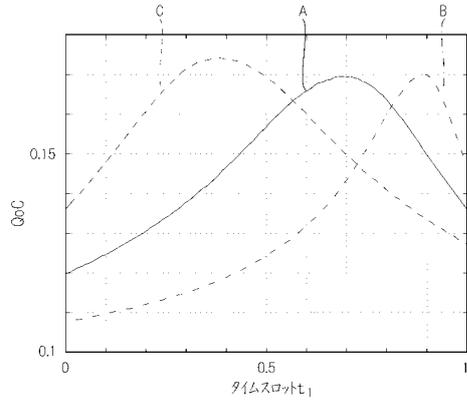
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

特許法第30条第1項適用申請有り 社団法人電子情報通人学会発行 電子情報通信学会技術研究報告 ソフトウェア無線 信学技報 Vol.109 No.442, 第69ページ~第72ページ, 発行日2010年2月24日 1 〔刊行物等〕社団法人電子情報通信学会・ソフトウェア無線研究会(SR)ホームページのトップページ(URL:<http://www.ieice.or.jp/cs/sr/jpn/>; 掲載年月日平成22年2月24日) 〔刊行物等〕 当該発明の文書による発表日のスケジュールが記載された電子情報通信学会研究会発表申込システム研究会開催スケジュール<http://www.ieice.org/ken/program/> 掲載年月日平成22年2月24日 〔刊行物等〕 当該論文が公開された電子情報通信学会研究会発表申込システム講演論文詳細ページ(<http://www.ieice.org/ken/paper/201003034aVe/>; 掲載年月日平成22年2月24日)

(出願人による申告) 総務省委託「電波資源拡大のための研究開発」の一環, 産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(72)発明者 原田 博司

東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内

Fターム(参考) 5K067 AA03 BB21 DD43 EE02 EE16 HH21