

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4222143号
(P4222143)

(45) 発行日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(24) 登録日 平成20年11月28日(2008.11.28)

(51) Int.Cl.		F I		
HO4W 72/04	(2009.01)	HO4L 12/28	300B	
HO4W 84/12	(2009.01)	HO4L 12/28	307	
HO4W 74/08	(2009.01)			

請求項の数 21 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2003-281586 (P2003-281586)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成15年7月29日 (2003.7.29)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2005-51522 (P2005-51522A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成17年2月24日 (2005.2.24)	(74) 代理人	100093241
審査請求日	平成18年6月30日 (2006.6.30)		弁理士 官田 正昭
		(74) 代理人	100101801
			弁理士 山田 英治
		(74) 代理人	100086531
			弁理士 澤田 俊夫
		(72) 発明者	森岡 裕一
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		審査官	矢頭 尚之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のチャネルが用意されている通信環境下において複数の通信局によりネットワークを形成する無線通信システムであって、

各通信局は、自己の受信に最適となるビーコン送信チャネル上でビーコンを送信するとともに、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルを利用してデータ送信を行なう、ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】

各通信局は、自己の受信に最適として決定したビーコン送信チャネル上で既存の局のビーコン送信タイミングが既に設定されている場合には、時間的に重ならないように自己のビーコン送信タイミングを決定する、ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

【請求項3】

各通信局は、他局のビーコン送信タイミングの到来に伴い該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なう、ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

【請求項4】

各通信局は、自局のビーコン送信に伴い優先送信期間を獲得する、ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

【請求項5】

10

20

各通信局は、他局のビーコン送信タイミングに伴い該他局のビーコン送信チャンネルに移行してビーコンの受信を行なった後、当該他局に与えられている優先送信期間中であっても、当該他局がデータ送信を行なうチャンネル以外のチャンネル上でのデータ送信動作が許容される、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の無線通信システム。

【請求項 6】

データ送信元の通信局はデータ送信先の通信局のビーコン送信チャンネル上で送信要求パケット R T S を送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケット C T S を受信したことに応答してデータ送信を開始する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

10

【請求項 7】

データ送信元の通信局は、自局のビーコン送信チャンネル上で、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャンネルを明記したビーコンを送信し、

該ビーコンを受信した周辺局は所定期間の当該ビーコン送信チャンネル上でのデータ送信を差し控える、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 8】

データ送信元の通信局は、自局のビーコン送信チャンネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャンネルが一致する場合には、送信要求パケット R T S の送信を省略し、

データ送信先の通信局は、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャンネルを明記したビーコンを受信したことに応答して確認通知パケット C T S を送信する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

20

【請求項 9】

複数のチャンネルが用意された無線通信環境下で動作する無線通信装置であって、

各チャンネルにおいて無線データを送受信する通信手段と、

前記通信手段におけるデータ送受信のチャンネルを設定するチャンネル設定手段と、

前記通信手段におけるデータ送受信のタイミングを制御する通信制御手段と、

前記通信手段を介して送信する自局のビーコン信号を生成するビーコン生成手段と、

前記通信手段により受信した周辺局のビーコン信号を解析するビーコン解析手段とを備え、

30

前記チャンネル設定手段は、前記複数のチャンネルの中から自己のビーコン送信チャンネルを決定するとともに、データ送信時にはデータ送信先の通信局のビーコン送信チャンネルをデータ送信チャンネルとして設定する、

ことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 10】

前記チャンネル設定手段は、前記複数のチャンネルのうち自局にとって最も通信品質のよい又は受信に適したチャンネルを自局のビーコン送信チャンネルとして決定する、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 11】

前記通信制御手段は、自局のビーコン送信チャンネル上で既存の局のビーコン送信タイミングが既に設定されている場合には、時間的に重ならないように自己のビーコン送信タイミングを決定する、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

40

【請求項 12】

前記チャンネル設定手段は、自局のビーコン送信タイミングが近づいたことに応答して、該自局のビーコン送信チャンネルを送信チャンネルに設定し、

前記通信制御手段は、該自局のビーコン送信タイミングの到来に応答してビーコン送信動作の制御を行なう、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 13】

50

前記チャネル設定手段は、周辺局のビーコン送信タイミングが近づいたことに応答して、該周辺局のビーコン送信チャネルを受信チャネルに設定し、

前記通信制御手段は、該周辺局のビーコン送信タイミングの到来に応答してその受信動作の制御を行なう、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 14】

前記通信制御手段は、自局のビーコン送信に伴い優先送信期間を獲得する、ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 15】

前記通信制御手段は、他局のビーコン送信タイミングに伴い該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なった後、当該他局に与えられている優先送信期間中であっても、当該他局がデータ送信を行なうチャネル以外のチャネル上でのデータ送信動作を行なう、

10

ことを特徴とする請求項 14 に記載の無線通信装置。

【請求項 16】

前記通信制御手段は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネル上で送信要求パケット R T S を送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケット C T S を受信したことに応答してデータ送信を開始する、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 17】

20

前記ビーコン生成手段はデータ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを生成し、

前記通信制御手段は該ビーコンを自局のビーコン送信チャネル上で送信する、ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 18】

前記通信制御手段は、自局のビーコン送信チャネル上で、自局宛の送信要求パケット R T S 又は自局を送信先として明記したビーコンを受信したことに応答して、確認通知パケットを返す、

ことを特徴とする請求項 17 に記載の無線通信装置。

【請求項 19】

30

前記通信制御手段は、他局宛の送信要求パケット R T S 又は他局を送信先として明記したビーコンを受信したことに応答して、当該受信チャネル上で所定時間のデータ送信を差し控える、

ことを特徴とする請求項 17 に記載の無線通信装置。

【請求項 20】

複数のチャネルが用意された線通信環境下で動作する無線通信方法であって、データ送受信のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、

データ送受信のタイミングを制御する通信制御ステップと、

自局のビーコン信号を生成するビーコン生成ステップと、

周辺局からの受信ビーコン信号を解析するビーコン解析ステップとを備え、

40

前記チャネル設定ステップでは、前記複数のチャネルの中から自己のビーコン送信チャネルを決定するとともに、データ送信時にはデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルをデータ送信チャネルとして決定する、

ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項 21】

複数のチャネルが用意された無線通信環境下で動作するための処理をコンピュータ・システム上で実行するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムであって、前記コンピュータ・システムに対し、

データ送受信のチャネルを設定するチャネル設定手順と、

データ送受信のタイミングを制御する通信制御手順と、

50

自局のビーコン信号を生成するビーコン生成手順と、
周辺局からの受信ビーコン信号を解析するビーコン解析手順を実行させ、
前記チャンネル設定手順では、前記複数のチャンネルの中から自己のビーコン送信チャンネルを決定するとともに、データ送信時にはデータ送信先の通信局のビーコン送信チャンネルをデータ送信チャンネルとして決定する、
ことを特徴とするコンピュータ・プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線LAN(Local Area Network)のように複数の無線局間で相互に通信を行なう無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムに係り、特に、制御局となる装置を特に配置せずにアドホック(Ad-hoc)通信により無線ネットワークが構築される無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムに関する。

10

【0002】

さらに詳しくは、本発明は、複数のチャンネルが用意されている通信環境下において、近隣の無線システムが干渉し合うことなく特定の制御局の存在なしに自律分散型の無線ネットワークを形成する無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムに係り、特に、各通信局が自己のビーコン送信用チャンネルとデータ送信用のチャンネルを適宜決定してマルチチャンネル自律分散型の無線ネットワークを形成する無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムに関する。

20

【背景技術】

【0003】

複数のコンピュータを接続してLANを構成することにより、ファイルやデータなどの情報の共有化、プリンタなどの周辺機器の共有化を図ったり、電子メールやデータ・コンテンツの転送などの情報の交換を行なったりすることができる。

【0004】

従来、光ファイバーや同軸ケーブル、あるいはツイストペア・ケーブルを用いて、有線でLAN接続することが一般的であったが、この場合、回線敷設工事が必要であり、手軽にネットワークを構築することが難しいとともに、ケーブルの引き回しが煩雑になる。また、LAN構築後も、機器の移動範囲がケーブル長によって制限されるため、不便である。

30

【0005】

そこで、有線方式によるLAN配線からユーザを解放するシステムとして、無線LANが注目されている。無線LANによれば、オフィスなどの作業空間において、有線ケーブルの大半を省略することができるので、パーソナル・コンピュータ(PC)などの通信端末を比較的容易に移動させることができる。

【0006】

近年では、無線LANシステムの高速化、低価格化に伴い、その需要が著しく増加してきている。特に最近では、人の身の回りに存在する複数の電子機器間で小規模な無線ネットワークを構築して情報通信を行なうために、パーソナル・エリア・ネットワーク(PAN)の導入の検討が行なわれている。例えば、2.4GHz帯や、5GHz帯など、監督官庁の免許が不要な周波数帯域を利用して、異なった無線通信システムが規定されている。

40

【0007】

無線ネットワークに関する標準的な規格の1つにIEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers)802.11(例えば、非特許文献1を参照のこと)や、HiperLAN/2(例

50

えば、非特許文献2又は非特許文献3を参照のこと)やIEEE 302.15.3、Bluetooth通信などを挙げることができる。IEEE 802.11規格については、無線通信方式や使用する周波数帯域の違いなどにより、IEEE 802.11a規格、IEEE 802.11b規格...などの各種無線通信方式が存在する。

【0008】

無線技術を用いてローカル・エリア・ネットワークを構成するために、エリア内に「アクセス・ポイント」又は「コーディネータ」と呼ばれる制御局となる装置を1台設けて、この制御局の統括的な制御下でネットワークを形成する方法が一般的に用いられている。

【0009】

アクセス・ポイントを配置した無線ネットワークでは、ある通信装置から情報伝送を行なう場合に、まずその情報伝送に必要な帯域をアクセス・ポイントに予約して、他の通信装置における情報伝送と衝突が生じないように伝送路の利用を行なうという、帯域予約に基づくアクセス制御方法が広く採用されている。すなわち、アクセス・ポイントを配置することによって、無線ネットワーク内の通信装置が互いに同期をとるという同期的な無線通信を行なう。

10

【0010】

ところが、アクセス・ポイントが存在する無線通信システムで、送信側と受信側の通信装置間で非同期通信を行なう場合には、必ずアクセス・ポイントを介した無線通信が必要になるため、伝送路の利用効率が半減してしまうという問題がある。

【0011】

20

これに対し、無線ネットワークを構成する他の方法として、端末同士が自律的に無線通信を行なう「アドホック(Ad-hoc)通信」が考案されている。とりわけ近隣に位置する比較的少数のクライアントで構成される小規模無線ネットワークにおいては、特定のアクセス・ポイントを利用せずに、任意の端末同士が直接非同期の無線通信を行なうことができるアドホック通信が適当であると思料される。

【0012】

ところで、パーソナル・コンピュータ(PC)などの情報機器が普及し、オフィス内に多数の機器が混在する作業環境下では、通信局が散乱し、複数のネットワークが重なり合って構築されていることが想定される。このような状況下では、単一チャネルを使用した無線ネットワークの場合、通信中に他のシステムが割り込んできたり、干渉などにより通信品質が低下したりしても、事態を修復する余地はない。

30

【0013】

このため、従来の無線ネットワーク・システムでは、他のネットワークとの共存のために周波数チャネルをあらかじめ複数用意しておき、アクセス・ポイントとなる無線通信装置において利用する周波数チャネルを1つ選択して動作を開始する方法が一般に採用されている。

【0014】

このようなマルチチャネル通信方式によれば、通信中に他のシステムが割り込んできたり、干渉などにより通信品質が低下したりしたときに、利用する周波数チャネルを切り替えることにより、ネットワーク動作を維持し、他のネットワークとの共存を実現することができる。

40

【0015】

例えば、IEEE 802.15.3の高速無線PANシステムにおいても、システムで利用可能な周波数チャネルが複数用意され、無線通信デバイスは電源投入後に周囲にピコネット・コーディネータ(PNC)としてビーコン信号を送信しているデバイスの有無を確認するため、すべての利用可能なチャネルにわたってスキャン動作を行なうことで利用する周波数チャネルを選択する、というアルゴリズムが採用されている。

【0016】

制御局を配置しない自律分散型のアドホック・ネットワークにおいては、近隣で稼働中の異なる無線ネットワークとの干渉を極力抑えるために、周波数チャネルに関するリソー

50

ス管理は重要である。しかしながら、ネットワークで使用する周波数チャネルを一斉に切り替えるためには、コーディネータあるいはアクセス・ポイントと呼ばれる代表局が各端末局に利用チャネルの指示を行なう必要がある。言い換えれば、アドホック・ネットワークにおいて周波数チャネルを切り替えることは困難である。

【 0 0 1 7 】

複数の周波数チャネルを使い分けるために、HyperLAN/2を例にとると、一斉にチャネルを切り替える方法が考えられている。例えば、中央制御局であるAP（基地局）が、周波数チャネルを変更する旨を繰り返し報知し、あるタイミングで、APと、APに接続しているMT（移動局）が一斉にチャネルを切り替える。切り替えるべきか否かの判断はAP主導により決定される。判断する上での情報は、具体的には、（1）APの指示により、接続中のMTが通信を一時的に休止し、別の周波数チャネルをスキャンしてチャネル品質評価をし、その結果をAPに報告する、（2）APの指示により、APが一時的に報知チャネルの送信を停止し、接続中のMTが現在使用中の周波数チャネルをスキャン並びにチャネル品質評価をし、その結果をAPに報告するなどの処理手順を踏むことで集積している。

10

【 0 0 1 8 】

また、Bluetooth通信においては、マスターと呼ばれる中央制御局が基準となってランダムに周波数ホッピングすることで各周波数チャネルを公平に利用する方法が採られている。ネットワークを構成するためにはマスターと呼ばれる中央制御局の存在が必須で、周波数チャネルのホッピング・パターンと時間軸方向の同期の基準になっている。マスターが消失した場合は、それまで形成されたネットワークは一旦切断状態となり、新たなマスターを選択する処理が必要になる。

20

【 0 0 1 9 】

また、IEEE 802.11系の無線LANシステムにおいては、最初にアクセス・ポイントが設定した周波数チャネルを利用してネットワークが形成されるので、基地局を配置せずアドホック・ネットワークを構築することが困難である。他の周波数チャネルで動作するAPに収容されている無線通信装置（端末）と通信を行なう場合には、AP同士を例えば有線LANのケーブルなどで接続しておかなければならない。つまり、収容されたAP同士が接続されていなければ、物理的に隣接して存在する無線通信装置（端末）同士が異なるAPに収容されていても通信が行なえない。

30

【 0 0 2 0 】

また、IEEE 802.15.3の高速無線PANシステムにおいても、最初にすべての周波数チャネルのスキャンを行ない、周辺に存在するコーディネータの探索を行なうことは可能であるが、一旦特定の周波数チャネルでの運用が開始されてしまうと、他の周波数チャネルの利用状況を把握することができない。このため、近隣に利用している周波数チャネルの異なるピコネットが存在しても、そのピコネットに接続されている無線通信装置との通信が行なえない。

【 0 0 2 1 】

このように従来の無線通信方式では、周波数チャネル切り替えのタイミング、参入している端末が相互に同期して周波数チャネル切り替え動作を開始するためにメッセージ交換などによって実現するセットアップ処理、周波数チャネル切り替えを決定するための調停処理などといった複雑な機構が必要になる。また、制御を主体的に行なう、IEEE 802.11やHyperLAN/2におけるAP、Bluetooth通信におけるマスターといった中央制御局の存在が必須である。仮にAPやマスターなどの中央制御局が消失した場合には、その代わりになる中央制御局を選択する何らかのプロトコル処理若しくは人為的な設定変更作業が必要になり、その処理の間は通信が途絶えるという問題点がある。

40

【 0 0 2 2 】

また、自チャネルの干渉は測定だけでなく隣接チャネルを使用した場合の干渉を測定して周波数チャネルを決定する無線通信システムについても提案がなされているが（例えば

50

、特許文献1を参照のこと)、これは基地局の介在によりマルチチャンネルが実現されるシステムである。

【0023】

例えば、通信局が自局にとって最適なチャンネルでビーコンを送信することによって、トラフィック受信チャンネルを指定するという方法が考えられる。しかしながら、自局にとって最適なチャンネルでも、そのビーコンを受信する通信局にとっては干渉を受けているチャンネルである可能性がある。例えば、一方の局のビーコン送信チャンネルが他方の局では干渉チャンネル若しくは通信品質が劣化し使用不能なチャンネルであった場合には、これらの通信局は、仮に他のチャンネル上では通信し合うことができたとしても、お互いの存在を永遠に認識することができないというデッドロックの状態に陥ってしまう。

10

【0024】

【特許文献1】特開平6-37762号公報

【非特許文献1】International Standard ISO/IEC 8802-11:1999(E) ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications

【非特許文献2】ETSI Standard ETSI TS 101 761-1 V1.3.1 Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Data Link Control (DLC) Layer; Part 1: Basic Data Transport Functions

20

【非特許文献3】ETSI TS 101 761-2 V1.3.1 Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Data Link Control (DLC) Layer; Part 2: Radio Link Control (RLC) sublayer

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0025】

本発明のさらなる目的は、複数のチャンネルが用意されている通信環境下において、通信局同士が干渉し合うことなく適当なアドホック・ネットワークを好適に形成することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

30

【0026】

本発明のさらなる目的は、特定の制御局を必要としない自律分散型の無線ネットワークにおいて、複数の周波数チャンネルを効果的に利用してチャンネル・アクセスを行なうことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

【0027】

本発明のさらなる目的は、各通信局が互いの存在を認識できないというデッドロック状態を回避して、自律分散型のマルチチャンネル無線ネットワークを形成することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0028】

本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、その第1の側面は、複数のチャンネルが用意されている通信環境下において、制御局を配置せずに複数の通信局によりアドホック通信に基づくネットワークを形成する無線通信システムであって、

各通信局は、自己の受信に最適となるビーコン送信チャンネル上でビーコンを送信するとともに、データ送信先の通信局のビーコン送信チャンネルを利用してデータ送信を行なう、ことを特徴とする無線通信システムである。

50

【 0 0 2 9 】

但し、ここで言う「システム」とは、複数の装置（又は特定の機能を実現する機能モジュール）が論理的に集合した物のことを言い、各装置や機能モジュールが単一の筐体内にあるか否かは特に問わない。

【 0 0 3 0 】

自律分散型の無線通信システムでは、各通信局は伝送フレーム周期内でビーコン情報を報知するとともに、他局からのビーコン信号のスキャン動作を行なうことによりネットワーク構成を認識することができる。ところが、マルチチャネルを利用する自律分散型ネットワークの場合、伝送フレームが周波数軸上に利用チャネル数分だけ多重化された構成となっているため、通信局は他の通信のビーコン送信タイミングにおいて同じチャネル上に移行していなければビーコンを受信することはできず、新規参入局は自局のビーコン送信タイミングや送信チャネルを決定することが困難である。

10

【 0 0 3 1 】

また、通信局が自局にとって最適なチャネルであっても、通信相手となる他局にとっては干渉を受けているチャネルである可能性がある。例えば、一方の局のビーコン送信チャネルが他方の局では干渉チャネル若しくは通信品質が劣化し使用不能なチャネルであった場合には、これらの通信局は、仮に他のチャネル上では通信し合うことができたとしても、お互いの存在を永遠に認識することができないというデッドロックの状態に陥ってしまう。

20

【 0 0 3 2 】

本発明では、各通信局は、自局にとって最も通信品質の良いチャネルをビーコン送信チャネルに選択し、このチャネル上で自局のビーコン送信タイミングを配置してビーコン送信を行なうようにする。自己のビーコン送信チャネル上で既存の局のビーコン送信タイミングが既に設定されている場合には、時間的に重ならないように自己のビーコン送信タイミングを決定する。ビーコン情報には、例えば各チャネルにおいて被っている干渉情報などが記載される。また、通信局は、他局のビーコン送信タイミングに伴い該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なう。

【 0 0 3 3 】

一方、通信局がデータを送信するときには、自局のビーコン送信チャネルとは無関係に、データ送信先となる通信局において良好な通信品質を持ち受信に適したチャネルを利用してデータ送信を行なう。各通信局においてどのチャネルの通信品質がよいかは、その局がどのチャネルを用いてビーコン送信を行なっているかによって簡単に判別することができる。

30

【 0 0 3 4 】

このように各通信局は自己の干渉状況のみに依存してビーコン送信チャネルを決定し、これが自局のトラフィックを受信するためのチャネルとして周知化されることから、マルチチャネル自律分散型の通信環境下における各通信局における制御が容易となる。

【 0 0 3 5 】

ここで、各通信局は、自局のビーコン送信タイミングに伴い優先送信期間を獲得するようにしてもよい。

40

【 0 0 3 6 】

また、各通信局は、他局のビーコン送信タイミングに伴い該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なった後、当該ビーコン送信チャネル上で当該他局に与えられている優先送信期間中であっても、それ以外のチャネル上でのデータ送信動作が許容される。

【 0 0 3 7 】

例えば、ある通信局がビーコン送信後に獲得した優先送信期間を利用して、送信先の通信局のビーコン送信チャネルを利用してデータ送信を行なう。そして、優先期間中に、他局のビーコン受信タイミングが近づくと、送信を一時停止し、そのビーコン送信予定チャネルへ移行する。移行先のチャネルでは他局が優先送信期間を利用するが、自局が利用し

50

ていたチャンネルと異なる場合には元のチャンネルに戻ってデータ送信動作を引き続き行なうことができる。

【0038】

したがって、本発明によれば、各通信局は自律分散的に通信チャンネルを決定し、干渉を効率的に避けることができる他、複数チャンネルを有効利用することにより大幅に通信容量を向上することができる。

【0039】

また、本発明に係る自律分散型の無線通信システムでは、各チャンネル上においてビーコン送信タイミング直後に配置される優先送信期間以外の期間ではCSMA/CAに基づくランダム・アクセスが行なうことができる。このとき、衝突を回避し通信品質を向上させる手段としてRTS/CTS方式を採用することができる。

10

【0040】

このような場合、データ送信元の通信局はデータ送信先の通信局のビーコン送信チャンネル上で送信要求パケットRTSを送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始するようにすればよい。

【0041】

また、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局からは隠れ端末となる通信局が存在することを想定して、RTS信号の送信に先駆けて、自局のビーコン送信チャンネル上で、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャンネルを明記したビーコンを送信するようにしてもよい。このようなビーコンを受信した周辺局は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャンネル、すなわちRTS/CTS手続に基づくデータ伝送が行なわれるチャンネル上で所定時間のデータ送信を差し控えることにより、干渉を回避するようにする。

20

【0042】

このとき、データ送信元のビーコン送信チャンネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャンネルが一致する場合には、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャンネルを明記したビーコンを擬似的なRTS信号であるとみなす。また、データ送信先の通信局は、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャンネルを明記したビーコンを受信したことに応答してCTS信号を返すことにより、データ送信を開始することができる。このようにして、RTS信号の送信手続(RTS信号の再送)を省略することにより、マルチチャンネルにおけるRTS/CTS手続のオーバーヘッドを軽減することができる。

30

【0043】

また、本発明の第2の側面は、複数のチャンネルが用意され、特定の制御局を配置しない無線通信環境下で自律分散的に動作するための処理をコンピュータ・システム上で実行するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムであって、

データ送受信のチャンネルを設定するチャンネル設定ステップと、

データ送受信のタイミングを制御する通信制御ステップと、

自局のビーコン信号を生成するビーコン生成ステップと、

周辺局からの受信ビーコン信号を解析するビーコン解析ステップとを備え、

前記チャンネル設定ステップでは、前記複数のチャンネルの中から自己のビーコン送信チャンネルを決定するとともに、データ送信時にはデータ送信先の通信局のビーコン送信チャンネルをデータ送信チャンネルとして決定する、

40

ことを特徴とするコンピュータ・プログラムである。

【0044】

本発明の第2の側面に係るコンピュータ・プログラムは、コンピュータ・システム上で所定の処理を実現するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムを定義したものである。換言すれば、本発明の第2の側面に係るコンピュータ・プログラムをコンピュータ・システムにインストールすることによってコンピュータ・システム上では協働的作用が発揮され、無線通信装置として動作する。このような無線通信装置を複数起動して無線ネットワークを構築することによって、本発明の第1の側面に係る無線通信システムと同様の作用効果を得ることができる。

50

【発明の効果】

【0045】

本発明によれば、複数のチャネルが用意されている通信環境下において、通信局同士が干渉し合うことなく適当なアドホック・ネットワークを好適に形成することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

【0046】

また、本発明によれば、特定の制御局（アクセス・ポイント、基地局、マスター局など）を必要としない自律分散型の無線ネットワークにおいて、複数の周波数チャネルを効果的に利用してチャネル・アクセスを行なうことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

10

【0047】

また、本発明によれば、各通信局が互いの存在を認識できないというデッドロック状態を回避して、自律分散型のマルチチャネル無線ネットワークを形成することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

【0048】

また、本発明によれば、自律分散型のマルチチャネル無線ネットワークにおいて、各通信局が効率よく周波数配置を行ない柔軟な干渉回避を行なうことによりシステム全体のスループットが向上するとともに、近隣の他の無線システムへの影響を低減することができる。また、複数チャネルを同時に利用することができるので、この点でもシステム全体のスループットを向上させることができる。

20

【0049】

本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0050】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳解する。

【0051】

本発明において想定している通信の伝搬路は無線であり、且つ複数の周波数チャネルからなる伝送媒体を用いて、複数の通信局間でネットワークを構築する。また、本発明で想定している通信は蓄積交換型のトラヒックであり、パケット単位で情報が転送される。

30

【0052】

本発明に係る無線ネットワーク・システムは、コーディネータを配置しない自律分散型のシステム構成であり、緩やかな時分割多重アクセス構造を持った伝送（MAC）フレームにより複数のチャネルを効果的に利用した伝送制御が行なわれる。また、各通信局は、CSMA（Carrier Sense Multiple Access：キャリア検出多重接続）に基づくアクセス手順に従い直接非同期的に情報を伝送するアドホック通信を行なうこともできる。

【0053】

40

このように制御局を特に配置しない無線通信システムでは、各通信局はビーコン情報を報知することにより、近隣（すなわち通信範囲内）の他の通信局に自己の存在を知らしめるとともに、ネットワーク構成を通知する。また、ある通信局の通信範囲に新規に参入する通信局は、ビーコン信号を受信することにより、通信範囲に突入したことを検知するとともに、ビーコンに記載されている情報を解読することによりネットワーク構成を知ることができる。また、通信局は伝送フレーム周期の先頭でビーコンを送信するので、各通信局が利用する各チャネルにおける伝送フレーム周期はビーコン間隔によって定義される。

【0054】

各無線通信装置は、利用可能なチャネルのうち1つを自己のビーコン信号の送信に用いる基準チャネルとして任意に決定し、基準チャネル上で所定の伝送フレーム周期を規定す

50

る。この基準チャンネルは、自局にとって通信品質が良好であるなど自局を基準にしてマルチチャンネルの中から選択される。このような場合、自局にとって最適なチャンネルでも、そのビーコンを受信する通信局にとっては干渉を受けているチャンネルである可能性がある。本実施形態では、各通信局のビーコン送信チャンネルが最も受信に適していることから、データ送信先の通信局のビーコン送信チャンネルを利用してデータ送信を行なうことで、干渉を回避し、良好な通信品質を得るようにしている。この仕組みの詳細については後述に譲る。

【 0 0 5 5 】

以下に説明する各通信局での処理は、基本的に、本発明に係るアドホック・ネットワークに参入するすべての通信局で実行される処理である。但し、場合によっては、ネットワークを構成するすべての通信局が、以下に説明する処理を実行するとは限らない。

10

【 0 0 5 6 】

図 1 には、本発明の一実施形態に係る無線通信システムを構成する通信装置の配置例を示している。この無線通信システムでは、特定の制御極を配置せず、各通信装置が自立分散的に動作し、アドホック・ネットワークが形成されている。同図では、通信装置 # 0 から通信装置 # 6 までが同一空間上に分布している様子を表わしている。

【 0 0 5 7 】

また、同図において、各通信装置の通信範囲を破線で示してあり、その範囲内にある他の通信装置と互いに通信ができるのみならず、自己の送信した信号が干渉する範囲として定義される。すなわち、通信装置 # 0 は近隣にある通信装置 # 1、# 4、と通信可能な範囲にあり、通信装置 # 1 は近隣にある通信装置 # 0、# 2、# 4、と通信可能な範囲にあり、通信装置 # 2 は近隣にある通信装置 # 1、# 3、# 6、と通信可能な範囲にあり、通信装置 # 3 は近隣にある通信装置 # 2、と通信可能な範囲にあり、通信装置 # 4 は近隣にある通信装置 # 0、# 1、# 5、と通信可能な範囲にあり、通信装置 # 5 は近隣にある通信装置 # 4、と通信可能な範囲にあり、通信装置 # 6 は近隣にある通信装置 # 2、と通信可能な範囲にある。

20

【 0 0 5 8 】

ある特定の通信装置間で通信を行なう場合、通信相手となる一方の通信装置からは聞くことができるが他方の通信装置からは聞くことができない通信装置、すなわち「隠れ端末」が存在する。

30

【 0 0 5 9 】

図 2 には、本発明の一実施形態に係る無線ネットワークにおいて通信局として動作する無線通信装置の機能構成を模式的に示している。図示の無線通信装置は、複数のチャンネルが用意されている通信環境下において、同じ無線システム内では効果的にチャンネル・アクセスを行なうことにより、他の無線システムと干渉し合うことなく適当なアドホック・ネットワークを形成することができる。

【 0 0 6 0 】

無線通信装置 1 0 0 は、インターフェース 1 0 1 と、データ・バッファ 1 0 2 と、中央制御部 1 0 3 と、ビーコン生成部 1 0 4 と、制御信号生成部 1 0 5 と、無線送信部 1 0 6 と、タイミング制御部 1 0 7 と、チャンネル設定部 1 0 8 と、アンテナ 1 0 9 と、無線受信部 1 1 0 と、制御信号解析部 1 1 1 と、ビーコン解析部 1 1 2 と、情報記憶部 1 1 3 とで構成される。

40

【 0 0 6 1 】

インターフェース 1 0 1 は、この無線通信装置 1 0 0 に接続される外部機器（例えば、パーソナル・コンピュータ（図示しない）など）との間で各種情報の交換を行なう。

【 0 0 6 2 】

データ・バッファ 1 0 2 は、インターフェース 1 0 1 経由で接続される機器から送られてきたデータや、無線伝送路経由で受信したデータをインターフェース 1 0 1 経由で送出する前に一時的に格納しておくために使用される。

【 0 0 6 3 】

50

中央制御部 103 は、無線通信装置 100 における一連の情報送信並びに受信処理の管理と伝送路のアクセス制御（マルチチャネルにおけるスキャン設定やチャネル設定など）を一元的に行なう。

【0064】

ビーコン生成部 104 は、近隣にある無線通信装置との間で周期的に交換されるビーコン信号を生成する。

【0065】

無線通信装置 100 が無線ネットワークを運用するためには、各チャネルにおける通信品質を確認し、自局にとって最も良好なチャネルをビーコン送信用の基準チャネルに設定する。そして、自局のビーコン送信チャネル上で、既存の局がある場合には時間的に重ならないように、既存の局がない場合には任意のタイミングで自己のビーコン送信スロット位置を決定する。各チャネルの通信品質や、自局のビーコン送信チャネルやその他のビーコン送信に関する情報は、情報記憶部 113 に格納される。ビーコン信号の構成については後述する。

10

【0066】

制御信号生成部 105 は、データ送信に先立ち、必要に応じて送信要求（RTS：Request to Send）信号や確認通知（CTS：Clear to Send）信号などの制御情報（後述）を生成する。マルチチャネル通信環境下での RTS / CTS 通信方式については後に詳解する。

【0067】

無線送信部 106 は、データ・バッファ 102 に一時格納されているデータやビーコンを無線送信するために、所定の変調処理を行なう。

20

【0068】

アンテナ 109 は、他の無線通信装置宛に信号を選択された周波数チャネル上で無線送信し、あるいは他の無線通信装置から送られる信号を収集する。本実施形態では、単一のアンテナを備え、送受信をともに並行しては行なえないものとする。また、同時刻に複数の周波数チャネルをハンドルすることはできないものとする。

【0069】

無線受信部 110 は、所定の時間に他の無線通信装置から送られてきた情報やビーコンなどの信号を受信処理する。無線送信部 106 及び無線受信部 110 における無線送受信方式は、例えば無線 LAN に適用可能な、比較的期才距離の通信に適した各種の通信方式を適用することができる。具体的には、UWB 方式、OFDM 方式、CDMA 方式などを採用することができる。

30

【0070】

タイミング制御部 107 は、無線信号を送信並びに受信するためのタイミングの制御を行なう。例えば、自局のビーコン送信チャネル上で規定した伝送フレーム周期の先頭における自局のビーコン送信タイミングや、各チャネルにおけるスキャン動作周期、各チャネルにおける周辺局からのビーコン受信タイミングなどを制御する。

【0071】

チャネル設定部 108 は、マルチチャネル方式の無線信号を実際に送受信するチャネルを選択する。具体的には、用意されている複数の周波数チャネルのうち、最も良好なチャネル干渉を自局のビーコン送信用チャネルとして設定するとともに、データ送信時には送信先となる通信局が受信に適したチャネル（すなわち当該受信局のビーコン送信チャネル）をデータ送信用チャネルとして逐次的に設定する。

40

【0072】

どのチャネルが自局においてトラフィックの受信に最適であるかどうかは、例えば各チャネルをスキャン動作する際などに通信品質を計測することによって判断することができる。また、各チャネルの状態は時々刻々と変動することから、チャネル設定部 108 は、チャネルの状態が所定値以上変化したとき、あるいは所定の周期毎に自局のビーコン送信チャネルを再設定するようにしてもよい。なお、チャネルの通信品質の計測方法やビーコ

50

ン送信チャネルの再設定は本発明の要旨には直接関連しないので、本明細書中ではこれ以上説明しない。

【 0 0 7 3 】

制御信号解析部 1 1 1 は、周辺の無線通信装置から送られてきた R T S 信号や C T S 信号などの制御情報を解析する。

【 0 0 7 4 】

ビーコン解析部 1 1 2 は、周辺局から受信したビーコン信号を解析し、近隣の無線通信装置の存在などを解析する。例えば、周辺局のビーコン送信チャネルやその受信タイミングや、受信ビーコンに記載されているチャネル干渉情報などの情報は近隣装置情報として情報記憶部 1 1 3 に格納される。

【 0 0 7 5 】

情報記憶部 1 1 3 は、中央制御部 1 0 3 において実行される一連のアクセス制御動作などの実行手順命令（スキャン設定やチャネル設定などを行なうプログラム）や、自己のビーコン送信タイミングやビーコン送信チャネル、他の通信局のビーコン送信タイミングやビーコン送信チャネルなどのマルチチャネル情報、近隣装置情報、自局や周辺局の各チャネルにおける干渉情報などを蓄えておく。

【 0 0 7 6 】

本実施形態では、通信局として動作する無線通信装置 1 0 0 は、複数のチャネルが用意されている通信環境下において、特定の制御局を配置せずにアドホック・ネットワーク環境下で、緩やかな時分割多重アクセス構造を持った伝送（M A C）フレームにより複数のチャネルを効果的に利用した伝送制御、又は C S M A / C A に基づくランダム・アクセスなどの通信動作を行なう。

【 0 0 7 7 】

各通信局は、自局の通信品質に基づいてビーコン送信用のチャネルを決定し、ビーコン情報を報知することにより、近隣（すなわち通信範囲内）の他の通信局に自己の存在を知らしめるとともに、ネットワーク構成を通知する。また、ある通信局の通信範囲に新規に参入する通信局は、ビーコン信号を受信することにより、通信範囲に突入したことを検知するとともに、ビーコンに記載されている情報を解読することによりネットワーク構成を知ることができる。

【 0 0 7 8 】

本実施形態に係る各通信局のビーコン送信手順について、図 3 を参照しながら説明する。但し、ここではまず特定のチャネル上での動作に限定して言及する。

【 0 0 7 9 】

ビーコンで送信される情報が 1 0 0 バイトであるとする、送信に要する時間は 1 8 マイクロ秒となる。4 0 ミリ秒に 1 回の送信なので、通信局毎のビーコンのメディア占有率は 2 2 2 2 分の 1 と十分小さい。

【 0 0 8 0 】

各通信局は、周辺で発信されるビーコンを聞きながら、ゆるやかに同期する。新規に通信局が現われた場合、新規通信局は既存の通信局のビーコン送信タイミングと衝突しないように、自分のビーコン送信タイミングを設定する。

【 0 0 8 1 】

周辺に通信局がない場合、通信局 0 1 は適当なタイミングでビーコンを送信し始めることができる。ビーコンの送信間隔は 4 0 ミリ秒である（前述）。図 2 中の最上段に示す例では、B 0 1 が通信局 0 1 から送信されるビーコンを示している。

【 0 0 8 2 】

以降、通信範囲内に新規に参入する通信局は、既存のビーコン配置と衝突しないように、自己のビーコン送信タイミングを設定する。このとき、各通信局はビーコン送信の直後に優先利用領域（T G P）を獲得することから、1 つのチャネル上では各通信局のビーコン送信タイミングは密集しているよりも伝送フレーム周期内で均等に分散している方が伝送効率上より好ましい。したがって、本実施形態では、基本的に自身が聞こえる範囲でビ

10

20

30

40

50

ーコン間隔が最も長い時間帯のほぼ真中でビーコンの送信を開始するようにしている。但し、各通信局のビーコン送信タイミングを集中して配置し、残りの伝送フレーム周期では受信動作を停止して装置の消費電力を低減させるという利用方法もある。

【 0 0 8 3 】

例えば、図 3 中の最上段に示すように、通信局 0 1 のみが存在するネットワーク状態において、新たな通信局 0 2 が現われたとする。このとき、通信局 0 2 は、通信局 0 1 からビーコンを受信することによりその存在とビーコン位置を認識し、図 3 の第 2 段目に示すように、通信局 0 1 のビーコン間隔のほぼ真中に自己のビーコン送信タイミングを設定して、ビーコンの送信を開始する。

【 0 0 8 4 】

さらに、新たな通信局 0 3 が現われたとする。このとき、通信局 0 3 は、通信局 0 1 並びに通信局 0 2 のそれぞれから送信されるビーコンの少なくとも一方を受信し、これら既存の通信局の存在を認識する。そして、図 3 の第 3 段目に示すように、通信局 0 1 及び通信局 0 2 から送信されるビーコン間隔のほぼ真中のタイミングで送信を開始する。

【 0 0 8 5 】

以下、同様のアルゴリズムに従って近隣で通信局が新規参入する度に、ビーコン間隔が狭まっていく。例えば、図 3 の最下段に示すように、次に現われる通信局 0 4 は、通信局 0 2 及び通信局 0 1 がそれぞれが設定したビーコン間隔のほぼ真中のタイミングでビーコン送信タイミングを設定し、さらにその次に現われる通信局 0 5 は、通信局 0 2 及び通信局 0 4 がそれぞれが設定したビーコン間隔のほぼ真中のタイミングでビーコン送信タイミングを設定する。

【 0 0 8 6 】

但し、帯域（伝送フレーム周期）内がビーコンで溢れないように、ミニマムのビーコン間隔 B_{min} を規定しておき、 B_{min} 内に 2 以上のビーコン送信タイミングを配置することを許容しない。例えば、40 ミリ秒の伝送フレーム周期でミニマムのビーコン間隔 B_{min} を 2.5 ミリ秒に規定した場合、電波の届く範囲内では最大で 16 台の通信局までしか収容できないことになる。

【 0 0 8 7 】

図 4 には、1 チャネル上におけるビーコン送信タイミングの一例を示している。但し、同図に示す例では、40 ミリ秒からなる伝送フレーム周期における時間の経過を、円環上で時針が右回りで運針する時計のように表している。

【 0 0 8 8 】

図 4 に示す例では、通信局 0 から通信局 F までの合計 16 台の通信局がネットワークのノードとして構成されている。図 3 を参照しながら説明したように、既存の通信局が設定したビーコン間隔のほぼ真中のタイミングで新規参入局のビーコン送信タイミングを順次設定していくというアルゴリズムに従って、ビーコン配置が行なわれたものとする。 B_{min} を 2.5 ミリ秒と規定した場合には、これ以上の通信局は該ネットワークに参入できない。

【 0 0 8 9 】

IEEE 802.11 方式などの場合と同様に、本実施形態においても複数のパケット間隔を定義する。ここでのパケット間隔の定義を、図 5 を参照して説明する。ここでのパケット間隔は、Short Inter Frame Space (SIFS) と Long Inter Frame Space (LIFS) を定義する。プライオリティが与えられたパケットに限り SIFS のパケット間隔で送信を許容し、それ以外のパケットは LIFS + ランダムに値を得るランダムバックオフのパケット間隔だけメディアがクリアであることを確認した後に送信を許容する。ランダムバックオフ値の計算方法は既存技術で知られている方法を適用する。

【 0 0 9 0 】

さらに本実施形態においては、上述したパケット間隔である「SIFS」と「LIFS + バックオフ」の他、「LIFS」と「FIFS + バックオフ」(FIFS: Far I

10

20

30

40

50

nter Frame Space)を定義する。通常は「SIFS」と「LIFS+バックオフ」の packets 間隔を適用するが、ある通信局に送信の優先権が与えられている時間帯においては、他局は「FIFS+バックオフ」の packets 間隔を用い、優先権が与えられている局はSIFSあるいはLIFSでの packets 間隔を用いるというものである。

【0091】

各通信局はビーコンを一定間隔で送信しているが、ビーコンを送信した後しばらくの間は、該ビーコンを送信した局に送信の優先権を与えられる。図6には、ビーコン送信局に優先権が与えられる様子を示している。この優先区間をTransmission Guaranteed Period (TGP)と定義する。また、TGP以外の区間をFairly Access Period (FAP)と定義する。図7には、伝送フレーム周期の構成を示している。同図に示すように、各通信局からのビーコンの送信に続いて、そのビーコンを送信した通信局のTGPが割り当てられ、TGPの長さ分だけ時間が経過するとFAPになり、次の通信局からのビーコンの送信でFAPが終わる。なお、ここではビーコンの送信直後からTGPが開始する例を示したが、これには限定されるものではなく、例えば、ビーコンの送信時刻から相対位置(時刻)でTGPの開始時刻を設定してもよい。

【0092】

ここで、packets 間隔について再度考察すると、下記のようなになる。各通信局は、FAPにおいてはLIFS+バックオフの間隔での送信を行なう。また、ビーコン並び自局のTGP内でのpacketsの送信に関しては、SIFS間隔での送信を許容する。また、自局のTGP内でのpacketsの送信に関してはLIFSの間隔での送信をも許容する。さらに、他局のTGP内でのpacketsの送信に関してはFIFS+バックオフの間隔での送信とすることになる。IEEE 802.11方式においては、常にpackets 間隔としてFIFS+バックオフがとられていたが、本例の構成によれば、この間隔を詰めることができ、より効果的なpackets 伝送が可能となる。

【0093】

上記では、TGP中の通信局にのみ優先送信権が与えられるという説明を行なったが、TGP中の通信局に呼び出された通信局にも優先送信権を与える。基本的にTGPにおいては、送信を優先するが、自通信局内に送信するものはないが、他局が自局宛てに送信したい情報を保持していることが判っている場合には、その「他局」宛てにページング(Paging)メッセージあるいはポーリング(Polling)メッセージを投げたりしてもよい。

【0094】

逆に、ビーコンを送信したものの、自局には何も送信するものがない場合でかつ他局が自局宛てに送信したい情報を保持していることを知らない場合、このような通信局は、何もせず、TGPで与えられた送信優先権を放棄し、何も送信しない。すると、LIFS+バックオフあるいはFIFS+バックオフ経過後に他局がこの時間帯でも送信を開始する。

【0095】

図7に示したようにビーコン送信した直後にTGPが続くという構成を考慮すると、各通信局のビーコン送信タイミングは密集しているよりも伝送フレーム周期内で均等に分散している方が伝送効率上より好ましい。したがって、本実施形態では、基本的に自身が聞こえる範囲でビーコン間隔が最も長い時間帯のほぼ真中でビーコンの送信を開始するようにしている。但し、各通信局のビーコン送信タイミングを集中して配置し、残りの伝送フレーム周期では受信動作を停止して装置の消費電力を低減させるという利用方法もある。

【0096】

図8には、ビーコン信号フォーマットの構成例を示している。同図に示すように、ビーコン信号は、当該信号の存在を知らしめるためのプリアンプルに、ヘディング、パイロード部PSDUが続いている。ヘディング領域において、該packetがビーコンである旨を示す情報が掲載されている。また、PSDU内にはビーコンで報知したい以下の情報が記

10

20

30

40

50

載されている。

【0097】

T X . A D D R : 送信局 (T X) の M A C アドレス

T O I : T B T T オフセット・インジケータ (T B T T O f f s e t I n d i c a t o r)

N B O I : 近隣ビーコンのオフセット情報 (N e i g h b o r B e a c o n O f f s e t I n f o r m a t i o n)

T I M : トラフィック・インジケーション・マップ (T r a f f i c I n d i c a t i o n M a p)

P A G E : ページング (P a g i n g)

10

【0098】

T I M とは、現在この通信局がどの通信局宛てに情報を有しているかの報知情報であり、T I M を参照することにより、受信局は自分が受信を行なわなければならないことを認識することができる。また、P a g i n g は、T I M に掲載されている受信局のうち、直後のT G P において送信を予定していることを示すフィールドであり、このフィールドで指定された局はT G P での受信に備えなければならない。

【0099】

ビーコンには上記以外のフィールド (E T C フィールド) も用意されている。E T C フィールドは、用意されている各周波数チャネルにおいて干渉を受けている度合いすなわち干渉度レベル (I n t L C H) を記述するフィールドを含んでいてもよい。

20

【0100】

また、通信局は、これからR T S / C T S 手続に基づいてデータ送信を行なおうとする際に、E T C フィールドを使ってデータ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記するようにしてもよい。C S M A / C A に基づくランダム・アクセスを行なう際にR T S / C T S 手続により通信品質を維持することができるが、この点については後述に譲る。

【0101】

N B O I は、近隣の通信局のビーコン配置を記述した情報である。本実施形態では、各チャネルにおいて伝送フレーム周期内に最大16個のビーコンを配置することができることから、N B O I を各ビーコン位置に相当する16ビット長のフィールドとして構成し、受信できたビーコンの配置に関する情報をビットマップ形式で記述する。そして、自局のビーコン送信タイミングを基準として、各通信局からのビーコン受信タイミングの相対位置に対応するビットに1を書き込み、ビーコンを受信しないタイミングの相対位置に対応するビット位置は0のままとする。本実施形態では、利用可能な周波数チャネル毎にN B O I 情報が用意される。

30

【0102】

図9には、N B O I の記述例を示している。同図に示す例では、図3に示した通信局0が、「通信局1並びに通信局9からのビーコンが受信可能である」旨を伝えるN B O I フィールドが示されている。受信可能なビーコンの相対位置に対応するビットに関し、ビーコンが受信されている場合にはマーク、受信されていない場合にはスペースを割り当てる。なお、これ以外の目的で、ビーコンが受信されていないタイミングに対応するビットに関してマークを行なうようにしてもよい。

40

【0103】

各通信局はお互いのビーコン信号を受信し、その中に含まれるN B O I の記述に基づいて、使用可能な各周波数チャネル上でビーコンの衝突を回避しながら自己のビーコン送信タイミングを配置したり他局からのビーコン受信タイミングを検出したりすることができる。

【0104】

図10には、ある周波数チャネル上において、新規参入局がN B O I の記述に基づいて既存のビーコンとの衝突を回避しながら自己のビーコン送信タイミングを配置する様子を

50

示している。同図の各段では、通信局 S T A 0 ~ S T A 2 の参入状態を表している。そして、各段の左側には各通信局の配置状態を示し、その右側には各局から送信されるビーコンの配置を示している。

【 0 1 0 5 】

図 1 0 上段では、通信局 S T A 0 のみが存在している場合を示している。このとき、S T A 0 はビーコン受信を試みるが受信されないため、適当なビーコン送信タイミングを設定して、このタイミングの到来に应答してビーコンの送信を開始することができる。ビーコンは 4 0 ミリ秒 (伝送フレーム) 毎に送信されている。このとき、S T A 0 から送信されるビーコンに記載されている N B O I フィールドのすべてのビットが 0 である。

【 0 1 0 6 】

図 1 0 中段には、通信局 S T A 0 の通信範囲内で S T A 1 が参入してきた様子を示している。S T A 1 は、ビーコンの受信を試みると S T A 0 のビーコンが受信される。さらに S T A 0 のビーコンの N B O I フィールドは自局の送信タイミングを示すビット以外のビットはすべて 0 であることから、上述した処理手順に従って S T A 0 のビーコン間隔のほぼ真中に自己のビーコン送信タイミングを設定する。

【 0 1 0 7 】

S T A 1 が送信するビーコンの N B O I フィールドは、自局の送信タイミングを示すビットと S T A 0 からのビーコン受信タイミングを示すビットに 1 が設定され、それ以外のビットはすべて 0 である。また、S T A 0 も、S T A 1 からのビーコンを認識すると、N B O I フィールドの該当するビット位置に 1 を設定する。

【 0 1 0 8 】

図 1 0 の最下段には、さらにその後、通信局 S T A 1 の通信範囲に S T A 2 が参入してきた様子を示している。図示の例では、S T A 0 は S T A 2 にとって隠れ端末となっている。このため、S T A 2 は、S T A 1 が S T A 0 からのビーコンを受信していることを認識できず、右側に示すように、S T A 0 と同じタイミングでビーコンを送信し衝突が生じてしまう可能性がある。

【 0 1 0 9 】

N B O I フィールドはこの現象を回避するために用いられる。まず、S T A 1 のビーコンの N B O I フィールドは自局の送信タイミングを示すビットに加え、S T A 0 がビーコンを送信しているタイミングを示すビットにも 1 が設定されている。そこで、S T A 2 は、隠れ端末である S T A 0 が送信するビーコンを直接受信はできないが、S T A 1 から受信したビーコンに基づいて S T A 0 のビーコン送信タイミングを認識し、このタイミングでのビーコン送信を避ける。

【 0 1 1 0 】

そして、図 1 1 に示すように、このとき S T A 2 は、S T A 0 と S T A 1 のビーコン間隔のほぼ真中にビーコン送信タイミングを定める。勿論、S T A 2 の送信ビーコン中の N B O I では、S T A 2 と S T A 1 のビーコン送信タイミングを示すビットを 1 に設定する。このような N B O I フィールドの記述に基づくビーコンの衝突回避機能により、隠れ端末すなわち 2 つ先の隣接局のビーコン位置を把握しビーコンの衝突を回避することができる。

【 0 1 1 1 】

このように、自律分散型の無線通信システムでは、各通信局は伝送フレーム周期内でビーコン情報を報知するとともに、他局からのビーコン信号のスキャン動作を行なうことにより 1 チャネル上でのネットワーク構成を認識することができる。

【 0 1 1 2 】

ところが、本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型ネットワークの場合、図 4 に示したような伝送フレームが周波数軸上に利用チャネル数分だけ配置された構成となっている (図 1 2 を参照のこと) 。また、本実施形態では、各通信局は、単一のアンテナを備え、送受信をともに並行しては行なえず、且つ、同時刻に複数の周波数チャネルをハンドルすることはできないということを想定している (前述) 。このため、通信局は他の通信の

10

20

30

40

50

ビーコン送信タイミングにおいて同じチャンネル上に移行していなければビーコンを受信することはできず、すべてのチャンネル上においてネットワーク構成を把握することは困難である。

【 0 1 1 3 】

また、通信局が自局にとって最適なチャンネルであっても、通信相手となる他局にとっては干渉を受けているチャンネルである可能性がある。例えば、一方の局のビーコン送信チャンネルが他方の局では干渉チャンネル若しくは通信品質が劣化し使用不能なチャンネルであった場合には、これらの通信局は、仮に他のチャンネル上では通信し合うことができたとしても、お互いの存在を永遠に認識することができないというデッドロックの状態に陥ってしまう。

10

【 0 1 1 4 】

そこで、本実施形態では、各通信局は、自局にとって最も通信品質の良いチャンネルをビーコン送信チャンネルに選択する一方、データを送信するときには、自局のビーコン送信チャンネルとは無関係に、データ送信先となる通信局において良好な通信品質を持ち受信に適したチャンネルを利用してデータ送信を行なう。

【 0 1 1 5 】

各通信局においてどのチャンネルの通信品質がよいかは、その局がどのチャンネルを用いてビーコン送信を行なっているかによって簡単に判別することができる。各通信局は自己の干渉状況のみに依存してビーコン送信チャンネルを決定し、これが自局のトラフィックを受信するためのチャンネルとして周知化されることから、マルチチャンネル自律分散型の通信環境下における各通信局における制御が容易となる。

20

【 0 1 1 6 】

ここで、図 1 3 に示すような干渉環境下で 2 台以上の通信局が配置されている状態について考察してみる。

【 0 1 1 7 】

各通信局は、自局における干渉状況のみを考慮して、最も通信品質の良いチャンネルを自局のビーコン送信チャンネルとして設定する。図示の例では、通信局 # 2 はチャンネル # 4 で、通信局 # 3 はチャンネル # 1 でそれぞれ干渉を受けている。そこで、データ受信時の干渉を避けるために、通信局 # 2 はチャンネル # 3 で、通信局 # 3 はチャンネル # 2 でそれぞれビーコンを送信することによって、自局宛てにトラフィックを送信する場合はそれらのチャンネルで送るように周辺局に指示することができる。

30

【 0 1 1 8 】

さらに、通信局 # 1 はチャンネル # 1 での干渉は受けていないので、チャンネル # 1 を利用して自局ビーコンを送信し、周波数の効率的な再利用を行なっている。同様に、通信局 # 4 はチャンネル # 4 での干渉は受けていないので、チャンネル # 4 を利用して自局ビーコンを送信し、周波数の効率的な再利用を行なっている。トラフィックを受信するチャンネルでビーコンを送信することによって、その帯域を利用することを宣言し、他システムからの干渉を低減させる効果も期待できる。

【 0 1 1 9 】

図 1 4 には、各チャンネル上において各通信局がビーコン送信並びにデータ送信を行なう様子を示している。但し、図示の例では、各通信局は自局のビーコン送信タイミングの直後に優先送信期間 T G P を獲得するものとする。

40

【 0 1 2 0 】

各通信局は、自局において最も通信品質の良いチャンネルを自局のビーコン送信チャンネルとして設定する。図示の例では、通信局 # 1 はチャンネル # 1 を、通信局 # 2 はチャンネル # 3 を、通信局 # 3 はチャンネル # 2 を、通信局 # 4 はチャンネル # 4 を、それぞれ時局のビーコン送信チャンネルとして設定している。

【 0 1 2 1 】

各通信局は、自局のビーコン送信チャンネル上で自局のフレーム周期の先頭でビーコンを送信するので、伝送フレーム周期はビーコン間隔によって定義されることになる。伝送フ

50

レーン周期は複数（図示の例では5個）のロットで構成され、自局のビーコン送信チャンネル上では先頭のビーコン送信ロットが配置される他に、他のチャンネル上では自己の受信ロットや周辺局からのビーコン受信ロットなどが配置される。

【0122】

各通信局は、それぞれ時局のビーコン送信チャンネル上で決まったビーコン・ロットに、時間的に他のビーコンとは重ならないようなタイミングで、ビーコンを送信する。また、各通信局は、他局のビーコン送信タイミングの到来に伴い、当該他局のビーコン送信チャンネルに移行してビーコンの受信を行なう。

【0123】

通信局は、例えば起動時におけるスキャン動作により、各チャンネル上で他局のビーコン信号を受信し、これらのビーコン送信チャンネルやビーコン送信タイミングを獲得することができる。また、通信局は、自局のビーコン送信チャンネルやそれ以外の通信可能な（干渉を受けていない）チャンネル上で所定の間隔でスキャン動作を行ない、他局のビーコン送信チャンネルやビーコン送信タイミングなどの近隣情報を常時更新するようにしてもよい。なお、スキャン動作の手順自体は本発明の要旨に直接関連しないので、本明細書中ではこれ以上説明しない。

10

【0124】

各通信局はビーコン送信に引き続いて、優先送信期間TGPを獲得することができる（図7を参照のこと）。優先送信権を得た通信局は、受信側の最適チャンネル（すなわち受信側のビーコン送信チャンネル）へ移行し、トラフィックの送信を開始する。

20

【0125】

データ送信中の通信局は、優先送信期間中に他局のビーコン送信タイミングが近づくと、データ送信動作を一旦停止し、そのビーコンの受信のためにビーコン送信予定チャンネルへ移行する。そして、ビーコンを送信した他局が引き続いて優先送信期間TGPを獲得することになる。

【0126】

本実施形態では、ある通信局の優先送信期間中であっても、この優先送信に利用されている以外のチャンネル上では、その他のデータ送信動作が許容される。すなわち、ビーコンを送信した通信局がTGPとして利用するチャンネルが、現在自通信局が利用しているチャンネルと異なれば、ビーコン受信後も引き続きそのチャンネルを利用できる。

30

【0127】

図14に示す例では、通信局#1は、ビーコン送信に伴って獲得した自己の優先送信期間において、データ送信先の通信局#2のビーコン送信チャンネルであるチャンネル#3を利用してデータ送信動作を行なう。

【0128】

その後、送信データを送り終わる前に、他の通信局#3のビーコン送信タイミングが近づいてきたので、データ送信動作を一旦停止して、ビーコン送信予定チャンネルであるチャンネル#2に移行して、通信局#3のビーコンを受信する。通信局#3は、ビーコン送信に伴って獲得した優先送信期間において、データ送信先の通信局#4のビーコン送信チャンネルであるチャンネル#4を利用してデータ送信動作を行なう。

40

【0129】

このとき、通信局#1は、通信局#3が優先送信期間として利用するチャンネル#4が、現在自局が利用しているチャンネル#3と異なることから、ビーコン受信後も引き続きそのチャンネルを利用することができる。すなわち、通信局#1は、通信局#3のビーコンを受信した後、チャンネル#3上で引き続き優先送信期間を得て、通信局#2へのデータ送信動作を再開する。

【0130】

他局のビーコン送信チャンネルに移行してビーコンの受信を行なった後、他局がデータ送信を行なうチャンネル以外であればどのチャンネルであっても、データ送信動作が継続されることになる。本実施形態では、図14に示したように、他局のビーコン受信前に使用して

50

いたチャネルをそのまま使う場合は、特に通信局間で新たなネゴシエーションを行なうことなしにデータ送信が可能となる。但し、他局のビーコン受信前に使用していたチャネル以外を使う場合は、通信が可能なチャネルが複数ある場合、事前に送信側受信側が同じチャネルを利用する必要があり、送信前に何らかの形で利用チャネルをネゴシエーションする必要はある。

【0131】

したがって、本発明によれば、各通信局は自律分散的に通信チャネルを決定し、干渉を効率的に避けることができる他、複数チャネルを有効利用することにより大幅に通信容量を向上することができる。

【0132】

また、本発明に係る自律分散型の無線通信システムでは、各チャネル上においてビーコン送信タイミング直後に配置される優先送信期間以外の期間ではCSMA/CAに基づくランダム・アクセスが行なうことができる。このとき、衝突を回避し通信品質を向上させる手段としてRTS/CTS方式を採用することができる。

【0133】

この場合、正味の情報の送信に先立ち、送信元通信局はRTS (Request to Send: 送信要求) を送信し、受信先通信局がこのRTSを受信してデータを受信可能であれば、その応答としてCTS (Clear to Send: 受信準備完了) を返す。そして、RTS/CTSの情報交換により送受信局間でコネクションが確立した後にデータ伝送を実行する。

【0134】

ここで、RTS/CTSの情報交換を利用した一般的なデータ送受信シーケンスについて図15を参照しながら説明する。但し、同図に示す例は、特定のチャネル上で送信元通信局#1から受信先通信局#2へデータ伝送が行なわれる場合のシーケンスである。また、通信局#0は通信局#2にとって隠れ端末であり、通信局#3は通信局#1にとって隠れ端末となる。

【0135】

まず、通信局#1から通信局#2へデータを送信するに先立ち、通信局#1においてチャネルが空き状態であることを検出した後に、所定のプリアンプル信号P(131)と、RTS信号(132)を送信する。

【0136】

ここで、RTS信号には、CTSを受信するまでの時間情報が記載され、このRTS信号を受信できた周辺局は、その期間は信号の送信を停止することで衝突回避動作を行なう。図示の例では、通信局#0は通信局#1のRTS信号を受信したことによって、その受信時刻情報から、自己からの送信を控える時間(送信待機期間)を設定する動作を行なう。一方、通信局#3は隠れ端末であるからRTS信号を受信することはできない。

【0137】

さらに、通信局#2はRTS信号を受信できて、なお且つその後のデータ受信が可能であれば、所定のプリアンプル信号P(133)と、CTS信号(134)を返信する。

【0138】

CTS信号には、データの受信が終了するまでの時間情報が記載され、このCTS信号を受信できた周辺局は、その期間は信号の送信を停止することで衝突回避動作を行なう。図示の例では、通信局#3は通信局#2のCTS信号を受信したことによって、その受信時刻情報から、自己からの送信を控える時間(送信待機期間)を設定する動作を行なう。

【0139】

このように送受信局の一方にとって隠れ端末となる通信局であっても、RTS又はCTS信号のうちいずれかを受信することによって所定時間だけ送信動作を行なわないことにより、干渉が回避され、通信品質が維持される。

【0140】

そして、このCTS信号を受信できた通信局#1では、CTS信号で記載された時間に

10

20

30

40

50

わたり、所定のプリアンブル信号 P (1 3 5) とデータ D a t a (1 3 6) の送信処理を行なうとともに、通信局 # 2 では、同時にデータ D a t a (1 3 6) の受信動作を行なう。

【 0 1 4 1 】

このとき、通信局 # 0 では、通信局 # 1 からのデータ通信が行なわれることを、データ D a t a (1 3 6) のヘッダ情報 H e a d (図示しない) から把握し、このデータ通信持続時間にわたり、通信局 # 1 宛ての送信が行なわない制御を行なうようにしても良い。

【 0 1 4 2 】

この他に必要に応じて、データの受信が正しく行なわれたか否かを A C K 情報 (図示しない) として、無線通信装置 # 2 から無線通信装置 # 1 に返送するようにしても良い。

10

【 0 1 4 3 】

次いで、本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型の無線ネットワークへの R T S / C T S 方式の適用例について、図 1 6 を参照しながら説明する。

【 0 1 4 4 】

既に述べたように、本実施形態では、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルに移行してデータ送信動作を行なう。このため、データ送信先の通信局にとって隠れ端末となる周辺局が移行先のチャネルが干渉チャネルとなっている場合には、移行先のチャネルで送信する R T S 信号を聞きとれないという、マルチチャネル固有の隠れ端末問題が生じる。

【 0 1 4 5 】

そこで、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局からは隠れ端末となる通信局が存在することを想定して、R T S 信号の送信に先駆けて、自局のビーコン送信チャネル上で、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを送信する。

20

【 0 1 4 6 】

このビーコン信号は擬似的に R T S 信号としての役割を果たす。隠れ端末は、元のチャネル上で擬似 R T S 信号を受信したことに応答して、所定時間だけデータ送信動作を差し控えることにより、干渉を回避することができる。

【 0 1 4 7 】

その後、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルに移行して送信要求パケット R T S を送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケット C T S を受信したことに応答してデータ送信を開始する。

30

【 0 1 4 8 】

図 1 7 には、本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型の無線ネットワークへ R T S / C T S 方式を適用した他の例を示している。

【 0 1 4 9 】

本実施形態では、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルに移行してデータ送信動作を行なうことに伴う隠れ端末問題を回避するために、R T S 信号の送信に先駆けて、自局のビーコン送信チャネル上で、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンとともに送信する。

40

【 0 1 5 0 】

このとき、データ送信元のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルが一致する場合には、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを擬似的な R T S 信号であるとみなす。

【 0 1 5 1 】

また、データ送信先の通信局は、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを受信したことに応答して、正規の R T S 信号の到来を待つことなく、C T S 信号を返すことにより、データ送信を開始することができる。

【 0 1 5 2 】

このようにして、R T S 信号の送信手続 (R T S 信号の再送) を省略することにより、

50

マルチチャネルにおける R T S / C T S 手続のオーバーヘッドを軽減することができる。

【 0 1 5 3 】

図 1 8 ~ 図 2 0 には、本実施形態に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置 1 0 0 が通信局として自律動作するための処理手順をフローチャートの形式で示している。但し、無線通信局 1 0 0 は、図示しないスキャン動作などにより、周辺局のビーコン送信チャネルやビーコン送信タイミングなどの近隣局情報を既に獲得しているものとする。図示の通り、通信局は、送信要求に依存しない定常動作モード、ビーコン送信をトリガとした送信開始モード、並びに送信継続モードを持つ。このような処理手順は、実際には、中央制御部 1 0 3 が情報記憶部 1 1 3 に格納されている実行命令プログラムを実行するという形態で実現される。

10

【 0 1 5 4 】

定常動作モード下では、ビーコン送信タイミングが到来するまでの間、周辺局のビーコン送信タイミングが到来すると（ステップ S 1 6 ）、その周辺局のビーコン送信チャネルへ移行して、ビーコンの受信を行なう（ステップ S 1 7 ）。

【 0 1 5 5 】

そして、自局のビーコン送信タイミングが到来すると（ステップ S 1 ）、通信プロトコルの上位層（例えば、インターフェース 1 0 1 経由で接続される外部機器）からの送信要求があるかどうかをチェックする（ステップ S 2 ）。送信要求がない場合には、自己に最適となるビーコン送信チャネル上でビーコンの送信を行なう（ステップ S 1 3 ）。

【 0 1 5 6 】

一方、上位層からの送信要求がある場合には、R T S / C T S 手続のために、自局のビーコン送信チャネル上で、データ送信先となる通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを所定のビーコン送信タイミングで送信する（ステップ S 3 ）。

20

【 0 1 5 7 】

次いで、送信開始モードに遷移し、自局のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネル（すなわちデータ伝送に用いられるチャネル）が一致するかどうかをチェックする（ステップ S 4 ）。

【 0 1 5 8 】

ここで、互いのビーコン送信チャネルが一致しない場合には、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルへ移行してから（ステップ S 1 4 ）、R T S 信号を送信する（ステップ S 1 5 ）。一方、互いのビーコン送信チャネルが一致する場合には、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを擬似的な R T S 信号であるとみなし、正規の R T S 信号の送信並びにチャネル移行動作が省略される。そして、データ送信先の通信局から C T S 信号されるまで待機する（ステップ S 5 ）。

30

【 0 1 5 9 】

ここで、所定時間内に C T S 信号を受信することができなかった場合には（ステップ S 6 ）、ステップ S 1 5 へ進んで、R T S 信号の再送を行なう。

【 0 1 6 0 】

一方、所定時間内に C T S 信号を無事受信することができた場合には、上位層から要求されているデータ送信を実行する（ステップ S 7 ）。そして、上位層からの送信要求がさら

40

【 0 1 6 1 】

また、送信要求が継続する場合には、送信継続モードに遷移する。そして、自局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕があるかどうかをチェックする（ステップ S 9 ）。余裕がない場合には、ステップ S 1 に戻り、定常動作モード下でのビーコン送受信動作を行なう。

【 0 1 6 2 】

自局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕がある場合には、さらに周辺局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕があるかどうかをチェックする（ステップ S 1 0 ）。余裕が

50

ない場合には、当該周辺局のビーコン送信チャンネルへ移行してビーコンを受信する（ステップ S 1 6）。

【 0 1 6 3 】

そして、自局のビーコン送信チャンネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャンネルが一致するかどうかをチェックする（ステップ S 1 7）。互いのビーコン送信チャンネルが一致しない場合には、ステップ S 1 5 へ進んで、R T S 信号の再送を行なう。また、互いのビーコン送信チャンネルが一致する場合には、ステップ S 1 に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

【 0 1 6 4 】

自局並びに周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がある場合には（ステップ S 1 0 10）、ステップ S 1 5 へ進んで、R T S 信号の再送を行なう。

【 0 1 6 5 】

また、周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がない場合には（ステップ S 9 ）、ステップ S 1 に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

【 0 1 6 6 】

[追 補]

以上、特定の実施形態を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施形態の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈するべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した 20 特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 1 6 7 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の一実施形態に係る無線通信システムを構成する通信装置の配置例を示した図である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の一実施形態に係る無線通信装置の機能構成を模式的に示した図である。

【 図 3 】 図 3 は、本実施形態に係る各通信局のビーコン送信手順を説明するための図である。

【 図 4 】 図 4 は、1 チャンネル上におけるビーコン送信タイミングの一例を示した図である 30

。【 図 5 】 図 5 は、パケット間隔の定義を説明するための図である。

【 図 6 】 図 6 は、ビーコン送信局に優先権が与えられる様子を示した図である。

【 図 7 】 図 7 は、伝送フレーム周期の構成を示した図である。

【 図 8 】 図 8 は、ビーコン信号フォーマットの構成例を示した図である。

【 図 9 】 図 9 は、N B O I の記述例を示した図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、ある周波数チャンネル上において、新規参入局が N B O I の記述に基づいて既存のビーコンとの衝突を回避しながら自己のビーコン送信タイミングを配置する様子を示した図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、新規参入局が受信したビーコン情報に基づいて隠れ端末のビーコン 40 送信タイミングを避けながら自己のビーコン送信タイミングを配置する様子を示した図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、自律分散型のマルチチャンネル無線通信システムの伝送フレーム構成を模式的に示した図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、各通信局がトラフィックを受信するチャンネルを利用して自局のビーコンを送信する様子を示した図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、各チャンネル上において優先送信期間 T G P を利用して各通信局がビーコン送信並びにデータ送信を行なう様子を示した図である。

【 図 1 5 】 図 1 5 は、R T S / C T S 方式の動作シーケンスを示した図である。

【 図 1 6 】 図 1 6 は、本発明に係るマルチチャンネル自律分散型の無線ネットワークへ R T 50

S / C T S 方式を適用した例を示した図である。

【図 1 7】図 1 7 は、本発明に係るマルチチャネル自律分散型の無線ネットワークへ R T S / C T S 方式を適用した他の例を示した図である。

【図 1 8】図 1 8 は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置 1 0 0 が通信局として自律動作するための処理手順を示したフローチャートである。

【図 1 9】図 1 9 は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置 1 0 0 が通信局として自律動作するための処理手順を示したフローチャートである。

【図 2 0】図 2 0 は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置 1 0 0 が通信局として自律動作するための処理手順を示したフローチャートである。

10

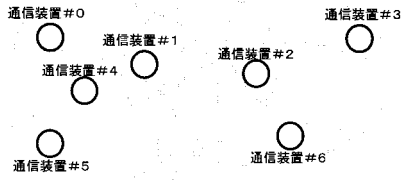
【符号の説明】

【 0 1 6 8 】

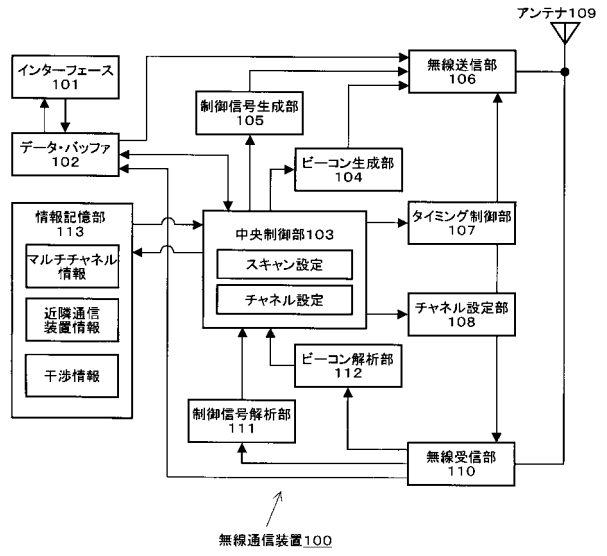
- 1 0 0 ... 無線通信装置
- 1 0 1 ... インターフェース
- 1 0 2 ... データ・バッファ
- 1 0 3 ... 中央制御部
- 1 0 4 ... ビーコン生成部
- 1 0 5 ... 制御信号生成部
- 1 0 6 ... 無線送信部
- 1 0 7 ... タイミング制御部
- 1 0 8 ... チャンネル設定部
- 1 0 9 ... アンテナ
- 1 1 0 ... 無線受信部
- 1 1 1 ... 制御信号解析部
- 1 1 2 ... ビーコン解析部
- 1 1 3 ... 情報記憶部

20

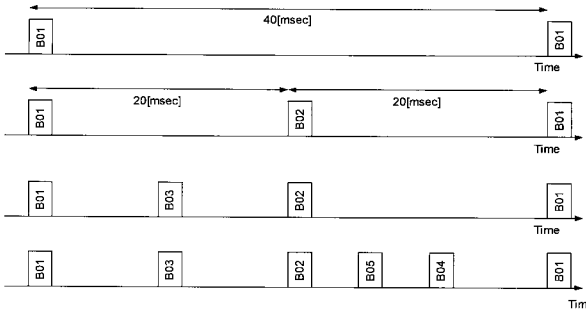
【図1】



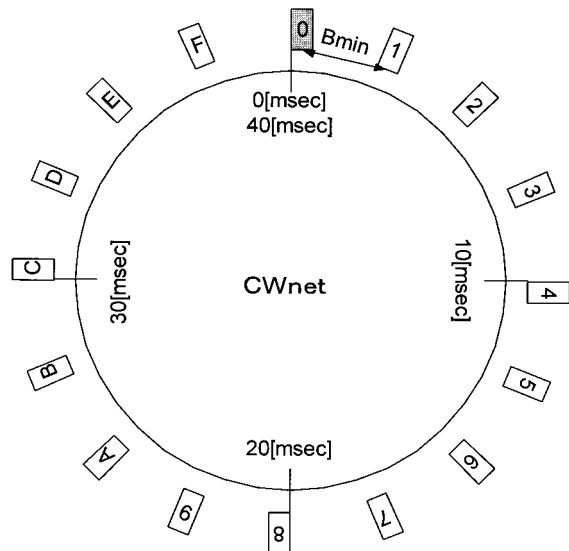
【図2】



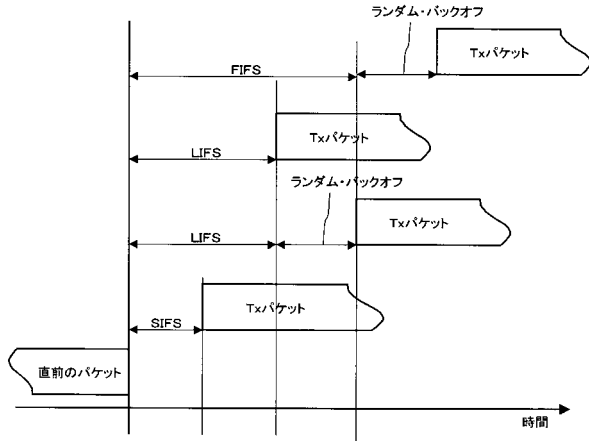
【図3】



【図4】



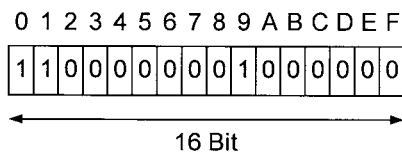
【図5】



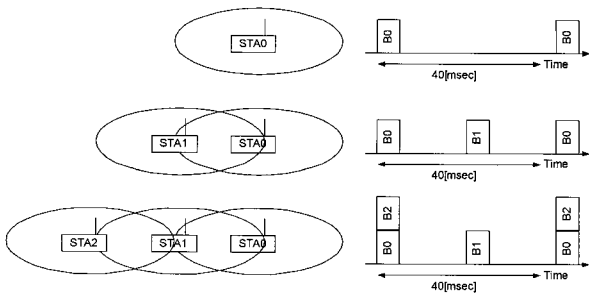
【図6】



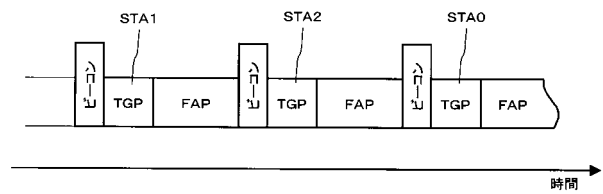
【図9】



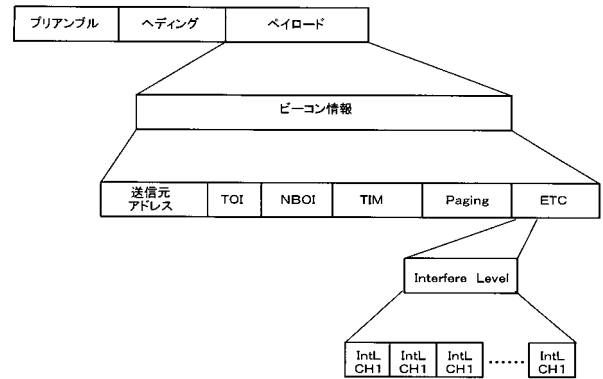
【図10】



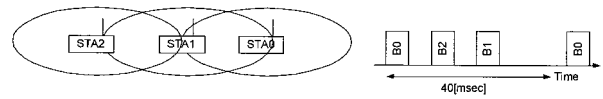
【図7】



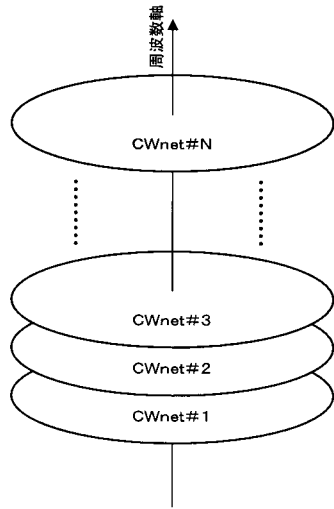
【図8】



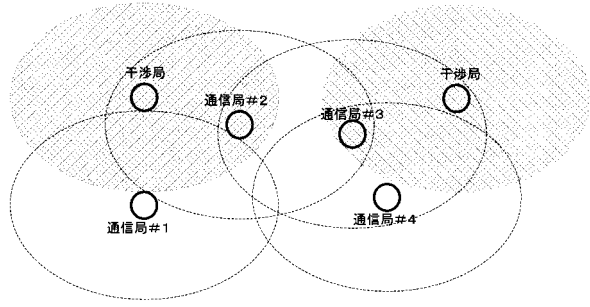
【図11】



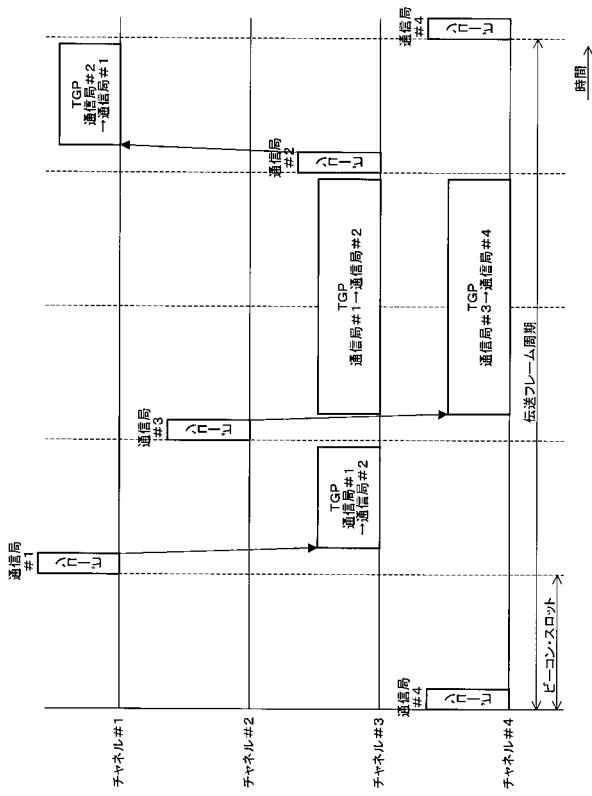
【 図 1 2 】



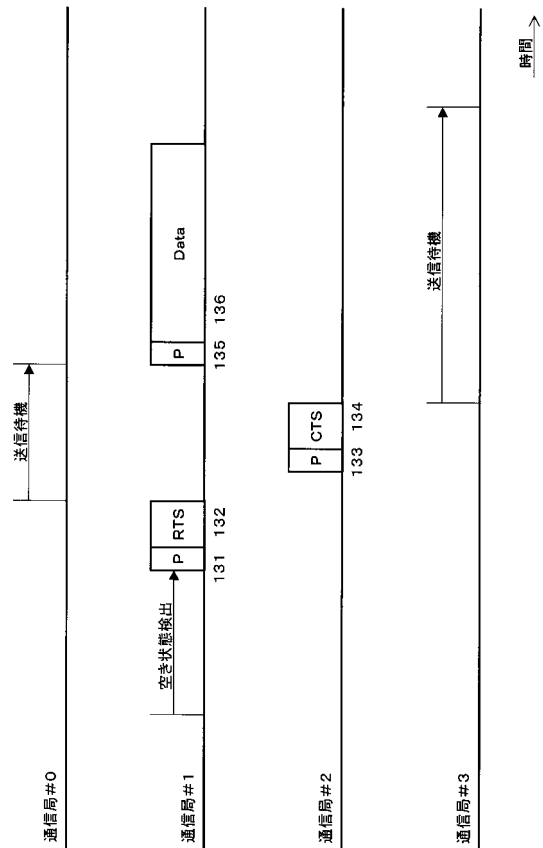
【 図 1 3 】



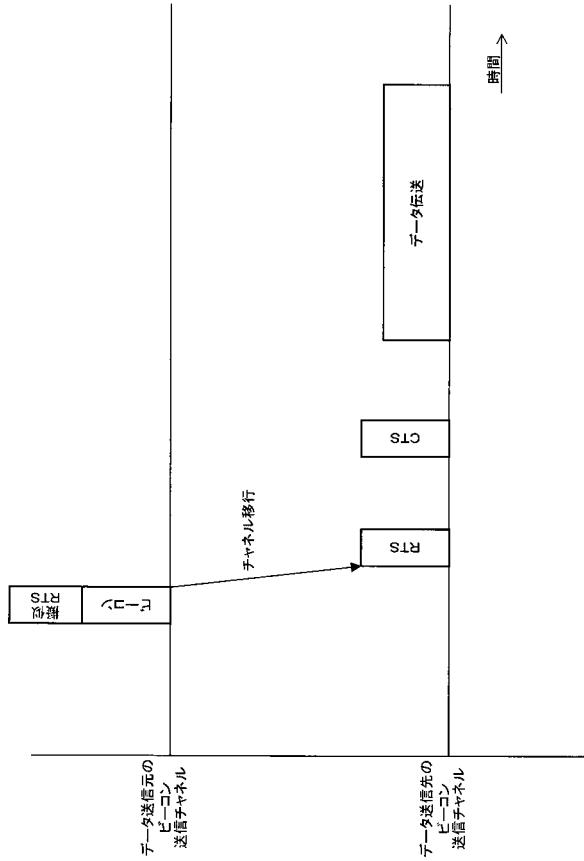
【 図 1 4 】



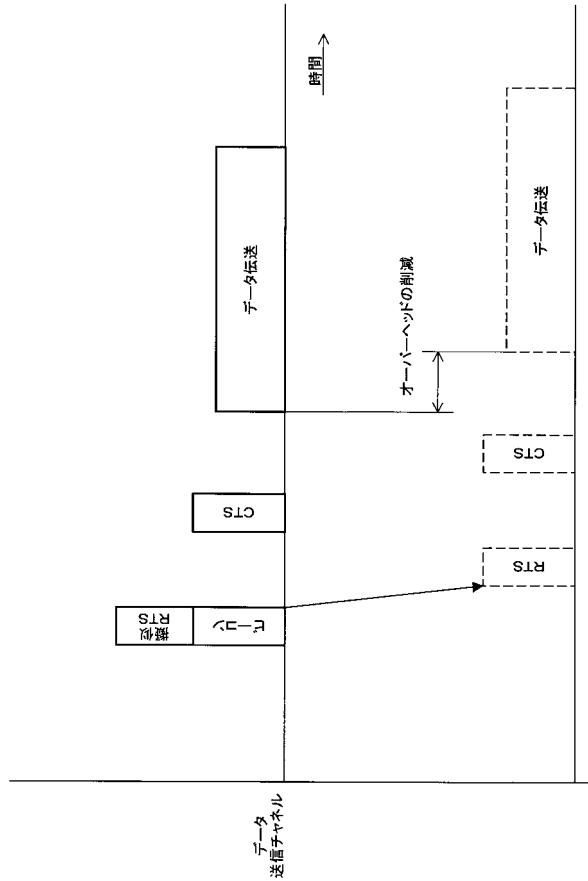
【 図 1 5 】



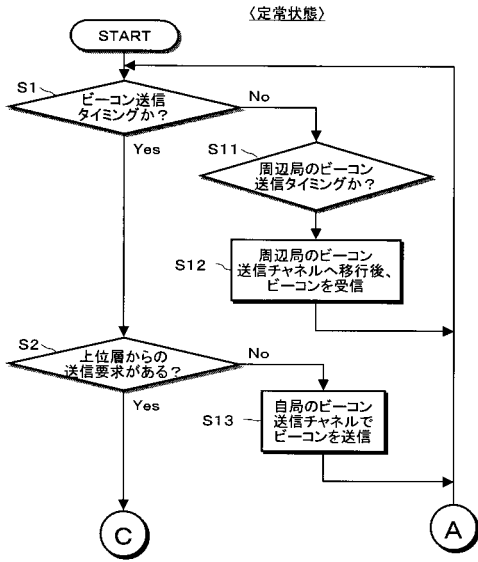
【図16】



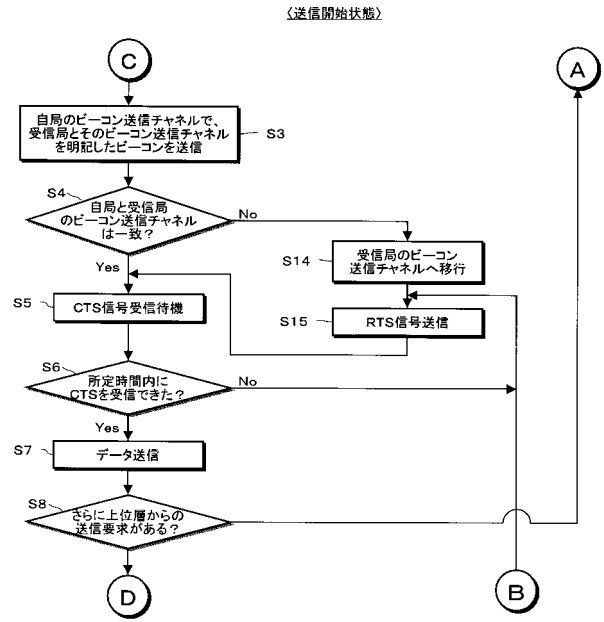
【図17】



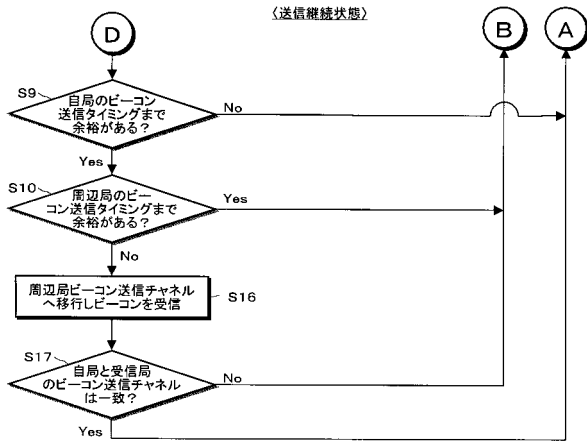
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-8588(JP,A)
特開2002-158667(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/28-46