

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-545249

(P2009-545249A)

(43) 公表日 平成21年12月17日(2009.12.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 56/00 (2009.01)	HO4Q 7/00 461	5K067
HO4W 72/04 (2009.01)	HO4Q 7/00 547	
HO4W 84/18 (2009.01)	HO4Q 7/00 546	
HO4W 84/12 (2009.01)	HO4Q 7/00 633	
	HO4Q 7/00 630	

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-521927 (P2009-521927)
 (86) (22) 出願日 平成19年7月23日 (2007.7.23)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年3月23日 (2009.3.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/074099
 (87) 国際公開番号 W02008/014208
 (87) 国際公開日 平成20年1月31日 (2008.1.31)
 (31) 優先権主張番号 11/459,389
 (32) 優先日 平成18年7月24日 (2006.7.24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

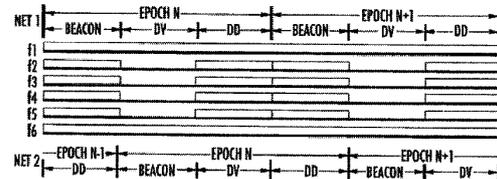
(71) 出願人 594071675
 ハリス コーポレイション
 Harris Corporation
 アメリカ合衆国 フロリダ 32919
 メルバーン, ウェスト・ナサ・ブルバード
 1025
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100135105
 弁理士 渡邊 直満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 TDMAメッシュネットワークを同期させるシステム及び方法

(57) 【要約】

通信システムは、複数の無線ノードにより形成される複数の時分割多重アクセス (TDMA) メッシュネットワークを有する。各TDMAメッシュネットワーク内のそれぞれ複数の無線ノードは、プライマリ及び少なくとも1つのセカンダリ周波数で通信し、プライマリ周波数を使用したビーコン間隔とプライマリ及びセカンダリ周波数の双方を使用したデジタルデータ間隔と少なくとも分割されるTDMAエポックを使用する送信機及び受信機を有する。無線ノードは、各TDMAメッシュネットワークのTDMAエポックの開始が同じTDMAエポック期間又はその整数倍を有するように、相互に同期する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の無線ノードをそれぞれ有する複数の時分割多重アクセス (TDMA) メッシュネットワークと、

プライマリ及び少なくとも1つのセカンダリ周波数で通信し、前記プライマリ周波数を使用したビーコン間隔と前記プライマリ及びセカンダリ周波数の双方を使用したデジタルデータ間隔とに少なくとも分割されるTDMAエポックを使用する送信機及び受信機を有する各TDMAメッシュネットワーク内のそれぞれ複数の無線ノードと

を有し、

前記無線ノードは、各TDMAメッシュネットワークのTDMAエポックの開始が同じTDMAエポック

10

期間又はその整数倍を有するように、相互に同期する通信システム。

【請求項 2】

前記TDMAメッシュネットワークに共通であり、相互に衝突しない各TDMAメッシュネットワークのビーコンを送信するように動作可能であるゲートウェイ無線ノードを更に有する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 3】

前記ゲートウェイ無線ノードは、TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて別々のビーコンを送信する送信機を更に有する、請求項 2 に記載の通信システム。

【請求項 4】

20

前記TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて共通である見せかけのノードを更に有し、

1つのTDMAメッシュネットワークでのTDMAエポックの開始は、他のTDMAメッシュネットワークの推測されるTDMAエポックの開始に基づく所望のオフセット時である、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 5】

時分割多重アクセス (TDMA) メッシュネットワークを同期させる方法であって、

複数の無線ノードをそれぞれ有する複数のTDMAメッシュネットワーク内でプライマリ周波数と少なくとも1つのセカンダリ周波数とを割り当て、前記プライマリ周波数を使用したビーコン間隔と前記プライマリ及びセカンダリ周波数の双方を使用したデジタルデータ間隔とに少なくとも分割されるTDMAエポックを使用して相互に通信し、

30

各TDMAメッシュネットワークのTDMAエポックの開始を重複させることにより、前記複数のTDMAメッシュネットワークを相互に同期させ、各TDMAメッシュネットワークが同じTDMAエポック期間又はその整数倍を有する方法。

【請求項 6】

前記TDMAメッシュネットワークに共通であり、相互に衝突しない各TDMAメッシュネットワークのビーコンを送信するように動作可能であるゲートウェイ無線ノードを確立することを更に有する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

第 1 及び第 2 のTDMAメッシュネットワークの間に前記ゲートウェイ無線ノードを形成することを更に有する、請求項 6 に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて別々のビーコンを送信する送信機を有する無線機として前記ゲートウェイ無線ノードを形成することを更に有する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記複数のTDMAメッシュネットワークのそれぞれについて共通である見せかけのノードを形成することを更に有し、

TDMAエポックの開始は、1つのTDMAメッシュネットワークの推測されるTDMAエポックの開始に基づく所望のオフセット時である、請求項 5 に記載の方法。

50

【請求項 10】

TDMAメッシュネットワークのビーコン送信が他のTDMAメッシュネットワークのビーコン送信と衝突しないように、TDMAメッシュネットワーク内のビーコン間隔を、他のTDMAメッシュネットワークのデジタルデータ間隔内に入るように形成することを更に有する、請求項 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、通信分野に関し、特にメッシュネットワークでの通信に関する。

【背景技術】

10

【0002】

メッシュネットワークは、ノード間でデータと音声と命令とをルーティングし、接続の成功が確立されるまで、1つのノードから他のノードに“ホップ”することにより、連続的な接続を可能にし、妨げられたパスの周りで再構成を可能にする。ノードが壊れた場合であっても、又は接続が悪い場合であっても、ネットワークが無線であれ、有線であれ、ソフトウェアの相互作用であれ、メッシュネットワークは依然として動作する。このことにより、安価なピアネットワークノードが同じネットワークの他のノードにバックホールサービスを提供することが可能になり、高コストのネットワークインフラへのアクセスを共有することにより、メッシュネットワークを拡張することが可能になる。

【0003】

20

無線メッシュネットワークは、無線ノードを使用して無線ローカルエリアネットワークで実施される。この形式のメッシュネットワークは分散化されており、しばしばアドホックで動作する。無線ノードはリピータとして動作し、近くの無線ノードから他のピアにデータを送信し、長距離に及び得るメッシュネットワークを形成する。アドホックネットワークでは、ノードが脱落すると、隣接は他のルートを発見する。ノードは固定でも移動体でもよく、移動体装置は、当業者に既知の移動体アドホックネットワーク (MANET: mobile ad-hoc network) を形成する。

【0004】

メッシュネットワークは、動的なルーティング機能を使用する。ルーティングアルゴリズムは、データが宛先への適切で典型的には最速のルートを取ること確保する。いくつかの移動体メッシュネットワークは、複数の固定の基地局を有してもよく、“カットスルー (cut through)” の高帯域地上波リンクが、固定の基地局又はインターネットを含む他のサービスへのゲートウェイとして動作する。最小の基地局インフラのみでメッシュネットワークを拡張することが可能である。また、メッシュネットワークで使用可能な多くの異なる形式のルーティングプロトコル (例えば、非限定的な例として、Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV)、Dynamic Source Routing (DSR)、Optimized Link State Routing protocol (OLSR) 及び Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA)) が存在する。

30

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0005】

多くのメッシュネットワークは、時分割多重アクセス (TDMA: Time Division Multiple Access) プロトコルを使用して動作する。TDMAメッシュネットワークの構成に応じて、構成された帯域の大部分又は過半数が浪費され得る。多くのメッシュネットワークは、ネットワーク制御間隔として動作可能なビーコン間隔についてのプライマリ周波数と、デジタルデータ (DD: digital data) 間隔についての複数の (場合によっては4つ以上の) セカンダリ周波数とを使用する。多くのセカンダリ周波数は、未使用になる可能性があるため、前述のように、構成された帯域の大部分又は過半数が浪費され得る。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

50

通信システムは、複数の時分割多重アクセス (TDMA) メッシュネットワークを有する。それぞれが複数の無線ノードを有する。各TDMAメッシュネットワーク内のそれぞれ複数の無線ノードは、プライマリ及び少なくとも1つのセカンダリ周波数で通信し、プライマリ周波数を使用したビーコン間隔とプライマリ及びセカンダリ周波数の双方を使用したデジタルデータ間隔と少なくとも分割されるTDMAエポック (epoch) を使用する送信機及び受信機を有する。無線ノードは、各TDMAメッシュネットワークのTDMAエポックの開始が同じTDMAエポック期間又はその整数倍を有するように、相互に同期する。

【0007】

更に他の態様では、ゲートウェイ無線ノードがTDMAメッシュネットワークに共通であり、相互に衝突しない各TDMAメッシュネットワークのビーコンを送信するように動作可能である。ゲートウェイ無線ノードは、メンバであるTDMAメッシュネットワークのそれぞれについて別々のビーコンを送信する送信機を更に有する。見せかけのノードもTDMAメッシュネットワークについて共通でもよく、TDMAメッシュネットワークでのこのTDMAエポックの開始は、1つの他のTDMAメッシュネットワークの推測されるTDMAエポックの開始に基づく所望のオフセット時である。

10

【0008】

更に他の態様では、TDMAメッシュネットワーク内のビーコン間隔は、各TDMAメッシュネットワークのビーコン送信が衝突しないように、他のTDMAメッシュネットワークのデジタルデータ間隔内に入る。他のTDMAメッシュネットワークのビーコン間隔に対応して、デジタルデータ間隔の間にビーコン間隔についてチャンネル予約が確立され、何らかの無線ノードが他のTDMAメッシュネットワークからのビーコン送信と衝突するデジタルデータ送信又はビーコン送信を行うことから回避してもよい。他のTDMAメッシュネットワークのデジタルデータ間隔及びデジタル音声間隔内に入るように、TDMAメッシュネットワークのビーコン間隔を形成することも可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明での使用のために変更可能な通信システムの例のブロック図

【図2】単一のTDMAメッシュネットワークでの周波数使用を示すグラフ

【図3】本発明の非限定的な例に従ってネット1及びネット2として記載の2つのTDMAメッシュネットワークでの“帯域排除 (bandwidth scavenging)”としての周波数使用の重複を示す、図1に類似するグラフ

30

【図4】ネット1、ネット2及びネット3として記載の3つのTDMAメッシュネットワークでの“帯域排除”としての周波数使用の重複を示す他のグラフ

【図5】Non-expressサービス品質 (QoS) TDMAチャンネル割り当てを示し、また、ノードにより送信されてTDMAネットワークを横断するときどのようにデータパケットがソースノードAから宛先ノードEに移動し得るかを示す図

【図6】Expressサービス品質及びエンドツーエンド待ち時間 (ETEL) を示す図

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の他の目的、特徴及び利点は、添付図面を踏まえて考慮されると、以下の本発明の詳細な説明から明らかになる。

40

【0011】

異なる実施例について、添付図面を参照して以下に詳細に説明する。添付図面には本発明の好ましい実施例が図示されている。多くの異なる形式が提示可能であり、記載の実施例はここに示す実施例に限定するものとして解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施例は、この開示が十分且つ完全であり、当業者に本発明の範囲を十分に伝えるために提供されている。

【0012】

本発明の非限定的な例によれば、チャンネル浪費は、非限定的な例の第2のTDMAメッシュネットワークがセカンダリ周波数のデジタルデータの使用について第1のTDMAメッシュネ

50

ットワークの未使用のTDMAセカンダリ周波数を使用することができることを認識することにより、TDMAメッシュネットワーク通信システムで克服可能である。実際に、システム及び方法は、第1のTDMAメッシュネットワークにより使用されていないセカンダリ周波数チャンネルの一部を“排除(scavenge)”することができ、これにより、チャンネル浪費を低減することができる。

【0013】

本発明で使用可能であり、本発明での使用に変更可能な通信システムの例は、図1に関して示される。

【0014】

このようなシステム及び方法で使用され得る無線機の例は、Florida州MelbourneのHarris Corporationにより製造及び販売されているFalconTMIII無線機である。典型的には比較的標準的なプロセッサ及びハードウェアコンポーネントで実装され得るソフトウェア定義の無線機を含み、異なる無線機が使用され得ることがわかる。1つの特定の種類のソフトウェア無線機は、Joint Tactical Radio (JTR)であり、無線機が使用する通信波形を実装する何らかの適切な波形ソフトウェアモジュールと共に、比較的標準的な無線機及び処理ハードウェアを有する。JTR無線機はまた、ソフトウェア通信アーキテクチャ(SCA: software communications architecture)仕様(www.jtrs.saalt.mil参照)に準拠するオペレーティングシステムソフトウェアを使用する。この仕様の全てが参照として取り込まれる。SCAは、異なる製造者及び開発者がそれぞれのコンポーネントを単一の装置に容易に統合可能なように、どのようにハードウェア及びソフトウェアコンポーネントが相互運用するかを指定するオープンアーキテクチャフレームワークである。

【0015】

Joint Tactical Radio System (JTRS) ソフトウェアコンポーネントアーキテクチャ(SCA: Software Component Architecture)は、ソフトウェア定義の無線機(SDR: Software Defined Radio)を実装するために、しばしばCommon Object Request Broker Architecture (CORBA)に基づく一式のインタフェース及びプロトコルを規定する。部分的には、JTRS及びそのSCAは、一群のソフトウェア再プログラム可能無線機で使用される。従って、SCAは、ソフトウェア再プログラム可能デジタル無線機を実装するための特定の一式の規則、方法及び設計基準である。

【0016】

JTRS SCA仕様は、JTRS Joint Program Office (JPO)により発行されている。JTRS SCAは、異なるJTRS SCAの実装の間でアプリケーションソフトウェアの移植性を提供し、商業規格を利用して開発コストを低減し、設計モジュールを再利用する機能を通じて新しい波形の開発時間を低減し、発展する商用フレームワーク及びアーキテクチャを基礎とするように構成されている。

【0017】

JTRS SCAは、実装を独立にすることを目的としたシステム仕様ではないが、所望のJTRSの目的を実現するためにシステムの設計を制約する一式の規則である。JTRS SCAのソフトウェアフレームワークは、動作環境(OE: Operating Environment)を規定し、アプリケーションがその環境から使用するサービス及びインタフェースを指定する。SCA OEは、関連する基板サポートパッケージで、コアフレームワーク(CF: Core Framework)と、CORBAミドルウェアと、Portable Operating System Interface (POSIX)に基づくオペレーティングシステム(OS: Operating System)とを有する。JTRS SCAはまた、アプリケーションソフトウェアコンポーネントの間でアプリケーションプログラムインタフェース(API: application programming interface)を規定するビルディングブロック構造(API Supplementに規定される)を提供する。

【0018】

JTRS SCAコアフレームワーク(CF)は、埋め込み式分散型コンピュータ通信システムでソフトウェアアプリケーションコンポーネントの開発、管理、相互接続及び相互通信を提供するオープンソフトウェアインタフェース及びプロファイルの基本的な“コア”のセ

ットを規定するアーキテクチャ概念である。インタフェースはJTRS SCA仕様で規定され得る。しかし、開発者は、そのうちのいくつかを実装してもよく、いくつかは非コアアプリケーション（すなわち、波形等）により実装されてもよく、いくつかはハードウェア装置プロバイダにより実装されてもよい。

【 0 0 1 9 】

説明の目的のみで、本発明の非限定的な例に従って“帯域排除（bandwidth scavenging）”を組み込み得る通信システムの例の簡単な説明について、図1に示す非限定的な例に関して説明する。通信システム50のこのハイレベルなブロック図は、基地局部分52と、本発明で使用されるように変更され得る無線メッセージ端末とを有する。基地局部分52は、無線リンクでVHFネット64又はHFネット66に音声又はデータを通信及び送信するVHF無線機60及びHF無線機62を有する。VHFネット64及びHFネット66のそれぞれは、複数のそれぞれのVHF無線機68及びHF無線機70と、無線機68、70に接続されたパーソナルコンピュータワークステーション72とを有する。アドホック通信ネットワーク73は、図示のように様々な構成要素と相互運用可能である。従って、HF又はVHFネットワークは、インフラのないアドホック通信ネットワークとして動作可能なHF及びVHFネット部分を有することがわかる。UHF無線機及びネット部分は図示されてないが、これらが含まれてもよい。

10

【 0 0 2 0 】

HF無線機は、非限定的な例として、復調回路62aと、適切な畳み込みエンコーダ回路62bと、ブロックインタリーバ62cと、データランダム化回路62dと、データ及びフレーム化回路62eと、変調回路62fと、照合フィルタ回路62gと、適切なクランプ装置（clamping device）を備えたブロック又はシンボル等化回路62hと、デインタリーバ及びデコーダ回路62iと、モデム62jと、電力適合回路62kとを有し得る。ボコーダ回路62lは、デコード及びエンコード機能と、記載の様々な回路又は別の回路の組み合わせでもよい変換ユニットとを組み込んでよい。前記及び他の回路は、本発明に必要な何らかの機能と、当業者に示唆される他の機能とを実行するように動作する。全てのVHF移動体無線機と送受信局とを含み、他の図示の無線機も同様の機能回路を有してもよい。

20

【 0 0 2 1 】

基地局部分52は、PABX82に接続する公衆交換電話網（PSTN：public switched telephone network）80への陸線接続を有する。衛星地上局のような衛星インタフェース84はPABX82に接続し、PABX82は無線ゲートウェイ86a、86bを形成するプロセッサに接続する。これらは、それぞれVHF無線機60又はHF無線機62に相互接続する。プロセッサは、ローカルエリアネットワークを通じてPABX82及び電子メールクライアント90に接続する。無線機は、適切な信号生成器及び変調器を有する。

30

【 0 0 2 2 】

Ethernet/TCP-IPローカルエリアネットワークは“無線”メールサーバとして動作してもよい。電子メールメッセージは、第2世代プロトコル/波形としてのSTANAG-5066を使用して、無線リンク及びローカル無線ネットワークで送信され得る。STANAG-5066の開示の全てが参照として取り込まれる。当然に、第3世代相互運用規格のSTANAG-4538が好ましく、STANAG-4538の開示の全てが参照として取り込まれる。相互運用規格のFED-STD-1052も従来の無線装置で使用され得る。FED-STD-1052の開示の全てが参照として取り込まれる。本発明で使用され得る装置の例は、Florida州MelbourneのHarris Corporationにより製造される異なる無線ゲートウェイ及び無線機を有する。この装置には、非限定的な例として、RF5800、5022、7210、5710、5285並びにPRC117及び138シリーズの装置が含まれ得る。

40

【 0 0 2 3 】

これらのシステムは、RF-5710A高周波数（HF）モデムで、及びSTANAG4539として知られるNATO規格で動作可能であり、STANAG4539の開示の全てが参照として取り込まれる。STANAG4539は、9,600bpsまでのレートでの長距離HF無線回路の伝送を提供する。モデム技術に加えて、これらのシステムは、STANAG4538又はSTANAG5066のようなストレスのある戦術的なチャンネルに設計されてこれに適した一連のデータリンクプロトコルを使用する無線電子

50

メールプロダクトを使用し得る。STANAG4538及びSTANAG5066の開示の全てが参照として取り込まれる。また、無線機をISBモードに設定してHFモデムを固定データレートに設定して、19,200bpsほどの大きさの固定の非適応的データレートを使用することも可能である。符号合成技術及びARQを使用することも可能である。

【0024】

以下に、本発明の“帯域排除 (bandwidth scavenging)”の少なくとも1つの非限定的な例の詳細な説明が続く。多くのメッシュネットワークが時分割多重アクセス (TDMA) プロトコルを使用して動作することがわかる。TDMAメッシュネットワークの構成に応じて、構成された帯域の大部分又は過半数が浪費され得る。最大で可能な理論上のチャンネル利用を考えても、このことが当てはまり得る。

10

【0025】

典型的には、TDMAメッシュネットワークは、プライマリ及びセカンダリ周波数を使用して、また、ネットワーク制御間隔 (場合によってはデジタル音声 (DV: digital voice) 間隔及びデジタルデータ (DD: digital data) 間隔) として動作可能なビーコン間隔に分割されるTDMAエポック (epoch) を使用して、相互に通信する複数の無線ノードを有する。この説明の目的で、TDMAメッシュネットワークは、割り当てられたスロットの間にノードがデータを実際に送信する前に割り当てられたチャンネル時間のスロットを使用する。どのようにTDMAチャンネル割り当て機構が動作するかについての詳細は、何らかのアルゴリズムが特定のノードがデータを送信し得るチャンネル時間の潜在的に反復するスロットを割り当てるために使用されることで十分であるため、詳細には説明しない。典型的には、TDMAチャンネル時間割り当てアルゴリズムは、チャンネル時間をブロックに分割する。各ブロックがエポックである。ブロックは、データを送信するためにノードにより使用されるスロットに再分割される。送信されるデータが等時性ストリームを構成することを仮定する。これは、大部分のデータが、宛先ノードへの配信のためにソースノードで繰り返し生成及び提示されることを意味する。典型的には、データは時間に依存し、特定の時間制約内に配信されなければならない。複数の周波数がプライマリ周波数と複数のセカンダリ周波数 (非限定的な例では、場合によっては4つのセカンダリ周波数まで) とを使用して単一のTDMAメッシュネットワークに割り当てられてもよい。

20

【0026】

TDMAメッシュネットワークについて図2に示すように、デジタルデータ間隔のみが、実際にいくつかのセカンダリ周波数を使用する。ビーコン及びデジタル音声間隔の間の全てのセカンダリ周波数は未使用である。割り当てられた周波数のこれらの未使用の部分は、無駄なチャンネル時間、又は簡単にチャンネル浪費と呼ばれ得る。ビーコン、デジタル音声及びデジタルデータ間隔の相対サイズに応じて、また、何個のセカンダリ周波数が割り当てられるかに応じて、割り当てられた帯域の過半数がチャンネル浪費を構成し得る。

30

【0027】

当然に、チャンネル浪費を最小化するようにTDMAメッシュネットワークを構成することも可能である。例えば、TDMAメッシュネットワークは、プライマリ周波数のみを使用してセカンダリ周波数を使用せずに構成されてもよく、これはチャンネル浪費を生じない。しかし、何らかのセカンダリ周波数が割り当てられると常に、チャンネル浪費が生じる。この場合であっても、何らかのビーコン及びデジタル音声間隔のサイズを犠牲にしてデジタルデータ間隔の相対サイズを最大化することにより、チャンネル浪費が最小化され得る。不都合なことに、どのくらいチャンネル浪費が制限され得るかを制限する実用的な制約が存在する。

40

【0028】

ビーコン間隔サイズは、典型的にはTDMAメッシュネットワークのノード数 (例えば、典型的には無線ノード、しばしば移動体アドホックネットワーク (MANET) の場合の移動体又は固定ノード) により決定される。多くのノードは大きいビーコン間隔を意味する。デジタル音声又はビデオ間隔サイズは、同時に生じるデジタル音声及びビデオサービスについて予想ピークの要件により決定される。これらのデジタル音声及びビデオ間隔は、通常では、提供の失敗を犠牲にした予想ピークのニーズの下に、及びちょうどその領域のユー

50

ザにより最も必要になったときにデジタル音声又はビデオの動作が失敗することを犠牲にしたピークのニーズの下に低減され得る。

【0029】

チャネル浪費に対する対策は、第2のTDMAメッシュネットワーク（例えば図3で“ネット2”と呼ばれる）が、第1（“ネット1”）のTDMAメッシュネットワークのセカンダリ周波数の未使用のTDMA部分を使用できることを認識することにより（そのセカンダリ周波数のデジタルデータ使用のため）、実現される。実際に、システムは、第1のTDMAメッシュネットワークにより使用されていないセカンダリ周波数チャネルの一部を排除し、これによってチャネル浪費を低減し得る。

【0030】

記載の“帯域排除”の例が図3に図示されている。例えば、第6の周波数 f_6 は、第2のTDMAメッシュネットワークのプライマリ周波数として割り当てられて使用される。そのエポックの開始は、第1のTDMAメッシュネットワークのエポックの開始からオフセットされ、これにより、第2のTDMAメッシュネットワークでのデジタルデータのセカンダリ周波数のTDMA使用が第1のTDMAメッシュネットワークのセカンダリ周波数の使用マップの未使用の部分に入る。この非限定的な例では、チャネル浪費は約50%だけ低減されている。

【0031】

本発明の非限定的な例によれば、記載の“帯域排除”は以下のような複数の機能を必要とすることがわかる。

【0032】

1. 第2のTDMAメッシュネットワークのプライマリ周波数に新しい現在未使用の周波数を割り当てる。

【0033】

2. 第1のTDMAメッシュネットワークのエポックの開始から第2のTDMAメッシュネットワークのエポックの開始をオフセットし、これにより、第2のTDMAメッシュネットワークのセカンダリ周波数の使用が第1のTDMAメッシュネットワークのセカンダリ周波数の使用マップの未使用の部分に入る。

【0034】

3. 重複する動作の間に、エポックの開始のオフセットを維持する。

【0035】

プライマリ周波数のような新しい現在未使用の周波数を割り当てること（前記の番号1）は、TDMAメッシュネットワークの初期構成中に行われてもよく、本発明の非限定的な例に従って自動“帯域排除”を可能にする構成を介して自動的に実現されてもよい。

【0036】

初期のエポックのオフセットの開始を確立すること（前記の番号2）は、最小のステップで実現可能である。TDMAメッシュネットワーク（例えば第2のTDMAメッシュネットワーク）が他のメッシュネットワーク（例えば第1のTDMAメッシュネットワーク）を知り、他のメッシュネットワークと帯域排除を実行しようとする、第1のTDMAメッシュネットワークの無線機又は無線ノードを知った第2のTDMAメッシュネットワークの無線機又は無線ノードは、人工の又は“見せかけの（phantom）”無線機又はノードを生成する。そのエポックの開始は、第1のTDMAメッシュネットワークの推測されるエポックの開始に基づく所望のオフセット時である。この“見せかけの”ノードは、第2のTDMAメッシュネットワークのノードのネットワーク同期アルゴリズム（すなわち、エポック同期、ピーコン同期又は平滑化（smoothing）アルゴリズム）に含まれる。この“見せかけの”ノードを含める効果は、第2のTDMAメッシュネットワークのエポックの開始を所望のオフセットに次第に系統的に移動させることである。初期のエポックのオフセットの開始を確立する他のアルゴリズムも可能である。

【0037】

オフセットが最初に実現された後にエポックの開始のオフセットを維持すること（前記の番号2）も最小のステップを要する。ネットワーク同期アルゴリズムの“見せかけの”

10

20

30

40

50

ノードが継続され得る。

【0038】

記載の“帯域排除”アルゴリズムは、重複するTDMAメッシュネットワークの構成にかかわらず柔軟である。これは、ビーコン間隔中にプライマリ周波数のみがTDMAメッシュネットワークにより使用され得るからである。従って、TDMAメッシュネットワークのセカンダリ周波数マップのビーコン間隔部分は、通常では他のTDMAメッシュネットワークによる使用に利用可能である。その結果、重複するTDMAメッシュネットワークのデジタル音声間隔が除去されたときであっても、記載の“帯域排除”が使用可能になる。

【0039】

この形式のシステムの拡張も可能である。その共存構成の一部として、TDMAメッシュネットワークは、有効帯域を拡張するため、又は全体の使用帯域を節約するため、他のTDMAメッシュネットワークに直面したときに、記載の“帯域排除”に自動的に移行するように構成されてもよい。

【0040】

他の拡張は、2つより多くのTDMAメッシュネットワークを重複させるために帯域排除を使用することである。3つのTDMAメッシュネットワークについてのこの例が図4に図示されている。図4は図3と類似する図を示すが、第3のTDMAメッシュネットワーク“ネット3”を示している。第3のTDMAメッシュネットワークは、そのプライマリ周波数 f_7 を割り当て、そのデジタルデータのセカンダリ周波数の使用が第1及び第2のTDMAメッシュネットワークのセカンダリ周波数使用マップの未使用の部分と重複する又は未使用の部分に入

10

20

【0041】

いくつかの例では、利用可能な未使用のセカンダリ周波数の間隔は小さすぎて、交互の第3のTDMAメッシュネットワークのデジタルデータ間隔に適合しない。これは重要な欠点ではなく、考えられる代替の機構がこの状況に対処することができる。

【0042】

記載の“帯域排除”は、多くのRF通信装置に関係する。全体の無線機又は無線ノードの帯域を拡張し、デジタルデータ間隔の間にセカンダリ周波数を使用するために、複数のセカンダリ周波数が使用され得る。その結果、これらの周波数は、デジタル音声、デジタル

30

【0043】

本発明の非限定的な例によれば、TDMA形式の方式はまた、TDMAメッシュネットワークの無線周波数対時間使用の特性に粗く（coarse-grained fashion）適用可能であり、各TDMAメッシュネットワークのセカンダリ周波数の使用を他のものに対して適切にオフセットすることにより、これらのTDMAメッシュネットワークが相互のセカンダリ周波数の未使用部分を“排除”することを可能にする。本発明の非限定的な例によれば、帯域排除は、無線ノード又は無線機のセカンダリ周波数の別法では浪費部分の再利用を実現するために、TDMAメッシュネットワークで使用される。

40

【0044】

TDMAメッシュネットワークアーキテクチャは、異なる形式で構成可能であり、示される非限定的な例でのTDMAエポックは、ビーコン間隔及びデジタルデータ間隔としてのネットワーク制御間隔を有することがわかる。複数のビーコンとしてのネットワーク制御間隔は、プライマリ周波数のみを使用する。デジタルデータ間隔は、TDMAチャンネル割り当てを介してプライマリ周波数とセカンダリ周波数との双方を使用する。

【0045】

何らかのセカンダリ周波数の使用が相互に入り込む（すなわち重複しない）という要件を低減することが可能である。複数のTDMAメッシュネットワークが同期するべきであるこ

50

とがわかる。セカンダリ周波数の使用が重複しないことは、望ましく適しているが、厳密には必要ではない。従って、重複しないセカンダリ周波数の使用は、一般的なメッシュネットワーク間同期の例として示され得る。

【0046】

本発明の非限定的な例によれば、“見せかけのノード”の同期アルゴリズムは、複数の移動体、アドホック及びTDMAメッシュネットワークの間での同期を可能にする。更に、“帯域排除”がネットワーク間同期を実現し得る複数の方法が存在する。見せかけのノードの同期は単にその1つである。

【0047】

“見せかけのノード”の同期アルゴリズムは、本発明の非限定的な例に従って前述した“帯域排除”と独立して、複数の移動体、アドホック、メッシュネットワークの間の同期を実現して維持する。従って、この形式の“見せかけのノード”の同期アルゴリズムは、互いにかみ合うTDMAメッシュネットワークの同期を“帯域排除”するために有用になり得るだけでなく、複数のメッシュネットワークが他の理由で（例えば、ゲートウェイノードの仕事をするため、又は同じ場所で同じ周波数での複数のTDMAメッシュネットワークの共存及び相互運用性を簡単にするため）同期するべきである場合にも有用になり得る。

10

【0048】

1つの非限定的な例は、典型的にはビーコン間隔とデジタル音声間隔とデジタルデータ間隔とを有するTDMAエポックを使用して通信する2つの高性能TDMAメッシュネットワークの間のゲートウェイである。ゲートウェイノードは、双方のTDMAメッシュネットワークのメンバでもよい。ゲートウェイノードは、2つのビーコン（2つのTDMAメッシュネットワークのそれぞれに1つ）を送信するはずである。しかし、2つのTDMAメッシュネットワークが同期していない場合、問題が生じ得る。例えば、場合によっては2つのビーコン送信のビーコン送信時間が重複する。ゲートウェイノード（典型的には無線ノード）に2つの独立した無線機を含めることはコストの点で魅力がないため、ゲートウェイノードは、2つのビーコンのうち一方を送信することができる。更に、ゲートウェイが1つのノードに2つの独立した無線機を有する場合であっても、双方のTDMAメッシュネットワークが同じ周波数で動作している場合には、単一のビーコンのみが同時に送信される。そうでない場合、衝突が生じ、ノードがいずれのビーコンも正確に受信しないという結果になる。2つの重複するTDMAメッシュネットワークが同じエポック期間又はその整数倍を有することで、ゲートウェイノードの動作を簡単にするために同期され得る。このネットワーク間ゲートウェイ機能は、相互運用性の例である。

20

30

【0049】

共存は、システムが複数のTDMAメッシュネットワークの動作を同期させようとし得る場合の他の例である。各TDMAメッシュネットワークのビーコン間隔が同じ場所にあるTDMAメッシュネットワークのデジタルデータ間隔内に、あるネットワークでは、デジタル音声及び/又はデジタルデータ間隔内に入り、それにより、各TDMAメッシュネットワークのビーコン送信が他のTDMAメッシュネットワークのビーコン送信と衝突しないことが望ましい。TDMAメッシュネットワークは、他のTDMAメッシュネットワークのビーコン間隔に対応するデジタルデータ間隔の間に人工的な予約を行ってもよい。その結果、2つのTDMAメッシュネットワークは、何らかのこれらのノードが他のTDMAメッシュネットワークのビーコン送信と衝突するデジタルデータ送信又はビーコン送信を行うことを回避する。TDMAメッシュネットワークが确实且つロバストに機能し続けるために、そのビーコン送信の多くは、TDMAメッシュネットワークの隣接ノードにより正確に受信されなければならない。この場合、これらの“人工的”なTDMAチャネル予約が他のTDMAメッシュネットワークのビーコン間隔に関して静止するような同期が必要である。

40

【0050】

“見せかけのノード同期”は、同期が望ましい理由に完全に無関係に、潜在的に複数のTDMAメッシュネットワークの間で同期を実現し、同期を維持するための簡単且つロバスト

50

な技術である。

【0051】

エンドツーエンド待ち時間を最小化する問題も本発明の非限定的な例に従って対処される。無線(OTA: over-the-air)ヘッダ、フレーム間間隔、周期的冗長検査(CRC: cyclic redundancy check)、トレーラ、スタッフビット(stuff bit)等に要する時間は、典型的には無視されることがわかる。

【0052】

サービス品質(QoS)パラメータは、データ通信ネットワークを通じてリアルタイムデータを配信するときに最適化され、典型的には、エンドツーエンド待ち時間とジッタとスループットと信頼性とを有する。以下の説明は、エンドツーエンド待ち時間に焦点を当てる。

10

【0053】

エンドツーエンド待ち時間は、ソースノードから宛先ノードにデータパケットを配信するために要する時間として規定され得る。エンドツーエンド待ち時間はまた、データパケットがソースノードのスタックのデータ通信レイヤに提示されたときから、データパケットが宛先ノードのスタックのデータ通信レイヤに渡されるときまでの期間として規定され得る。エンドツーエンドのジッタは、エンドツーエンド待ち時間の分散として規定され、典型的には待ち時間の標準偏差として表現され得る。

【0054】

マルチホップ、アドホック、無線データ通信ネットワークでは、一般的に、パケットはソースノードから宛先ノードに横断するときに、複数回送信される(すなわち、複数ホップを取る)。この説明の目的で、TDMAメッシュネットワークは、割り当てられたスロットの間にノードがデータを実際に送信する前に割り当てられたチャンネル時間のスロットを使用する。どのようにTDMAチャンネル割り当て機構が動作するかについての詳細は、何らかのアルゴリズムが特定のノードがデータを送信し得るチャンネル時間の反復するスロットを割り当てるために使用されることで十分であるため、詳細には説明しない。典型的には、TDMAチャンネル時間割り当てアルゴリズムは、チャンネル時間をブロックに分割する。各ブロックがエポックである。ブロックは、データを送信するためにノードにより使用されるスロットに再分割される。送信されるデータが等時性ストリームを構成することを仮定する。これは、大部分のデータが、宛先ノードへの配信のためにソースノードで繰り返し生成及び提示されることを意味する。典型的には、データは時間に依存し、特定の時間制約内に配信されなければならない。

20

30

【0055】

例えば、データパケットがソースノードから宛先ノードにTDMAメッシュネットワークを横断するときに、何らかのノードの系列により送信される。例えば、この系列は、宛先ノードEへのノードA、B、C及びDを有する。ノードAはソースノードである。説明の例で、システムは、各送信データパケットがそれぞれのホップの宛先ノードにより成功して受信されることを仮定する。

【0056】

図5は、Non-express QoS(Quality of Service)TDMAチャンネル割り当てアルゴリズムに基づいて、TDMAメッシュネットワークを横断する各ノードにより送信されるときに、どのように特定のデータパケットがソースノードAから宛先ノードEに移動し得るかを示すタイミングチャートである。TDMAメッシュネットワークを通じて等時性データストリームを伝達する各ノードは、各TDMAエポックで繰り返すTDMAアルゴリズムによりスロットを許可されている。TDMAエポックNの間に、ソースノードAは、第1のTDMAエポックの間にデータパケットをノードBに送信する。次に、TDMAエポックN+1の間に、ノードBはデータパケットをノードCに送信し、ノードCはそれをノードDに送信する。最後に、TDMAエポックN+2の間に、ノードDはデータパケットをノードE(最終の宛先)に送信する。データパケットの横断についてのエンドツーエンド無線(OTA: over-the-air)待ち時間は、まさに2つのTDMAエポックより下である。OTA待ち時間は、スタック処理時間と、ソース及び宛先ノ

40

50

ード内でスタックが上/下に進む時間と、データパケットがソースノードのキューでソースノードの割り当てられた送信時間の到達を待機する時間とのいずれも有さない。これは、図5及び6のTDMAエポックNの最初の‘A’チャンネル時間の割り当てとして図示されている。

【0057】

システムは、記載のExpressサービス品質(QoS)アルゴリズムで横断するルートを通じて適合するホップ待ち時間を分析し、エンドツーエンド待ち時間を低減する。エンドツーエンドOTAルート横断待ち時間は、図6に示す各TDMAエポック内でデータストリームのルートに参加する各ノードへの送信割り当てを並び替えるようにTDMAチャンネル時間割り当てアルゴリズムを変更することにより、実質的に低減可能である。

10

【0058】

最小のエンドツーエンド待ち時間は、中継されるQoSデータパケットが受信された後に、システムが待ち時間を最小化しようとするデータストリームの次のホップの送信機会(TxOp)ができるだけ早く(理想的には受信に続くデータスロットで)生じるときに実現され得る。TxOpの系列としてみなされるときに、最適のQoS TxOpの系列は、ソースノードから宛先ノードに対して、ホップ毎に1つのTxOpでエポックの一連の隣接する時間的に連続するTxOpを有する。どのようにホップ待ち時間が適合するか注目し、エポック内でのチャンネル時間の割り当ての結果の系列を最適に並び替えることにより、図6に示すエンドツーエンド待ち時間がエポックの半分未満に低減される。

【0059】

20

最小のOTAエンドツーエンド待ち時間を実現するために、Express QoS割り当てアルゴリズムは、ルートを横断する系列の(すなわち、ソースノードから宛先ノードへのエポックデータ間隔で順次に)エポック内で各ノードの反復する送信時間を並び替えることができる。このことは、エンドツーエンドOTA待ち時間の低減の過半数を提供する。

【0060】

更に、Express QoS割り当てアルゴリズムは、ルート系列のそれぞれの割り当てをルート系列のその隣接の割り当てにできるだけ近く配置することができる。割り当てられたスロットの並び替えほど重要ではないが、このことは、エンドツーエンドOTA待ち時間の更なる低減を提供し、長いルートが単一のエポック内に適合することを可能にする。

【0061】

30

Express QoSがエンドツーエンド待ち時間を低減可能にするために、Express QoSがルートを通じた複数のノードでの割り当ての選択肢を有するように、十分なチャンネル時間(すなわち、スロット)が利用可能であり、未割り当てであるべきである。Express QoSがスロットの選択肢が多く利用可能であるほど、エンドツーエンド待ち時間を最小化することが可能である。

【0062】

Express QoS割り当てアルゴリズムは、ソースから宛先への横断ルートの空間的範囲を通じてローカルノードのチャンネル時間割り当てを調整し得る。このことは、何らかのノード間通信を必要とする。典型的には、隣接ノード間での通信が必要になり、ルートに沿った隣接する周辺を超えた通信は必要ない。

40

【0063】

無線TDMAメッシュネットワークでの全二重動作は、典型的には2つのデータストリーム(進行方向毎に1つ)を生成することにより実現されることがわかる。一方の方向の最適なスロット割り当て系列は反対方向の最悪の割り当てになるため、記載のExpress QoSは、各方向にチャンネル割り当ての異なる並び替えを必要とする。

【0064】

記載のExpress QoSは、無線TDMA“マルチホップ”メッシュネットワークを通じて進むQoSデータストリームに属するパケットにより受ける待ち時間を実質的に低減し得る。記載のこの改善したQoS待ち時間は、双方向リアルタイム音声のような要求の厳しいQoSに敏感な用途にも適用可能である。

50

【 0 0 6 5 】

予想され得る待ち時間の改善を定量化及び特徴付けるために、ネットワークの一方の端から反対の端までの直径“D”の無線TDMAメッシュネットワークを通じて移動するパケットの予想待ち時間について検討する。全ての場合に、各ホップで、TDMAエポックのデジタルデータ間隔内の送信スロットの配置は、TDMAチャンネル割り当てアルゴリズムの動作の詳細に完全に依存する。多くのアルゴリズムが可能である。しかし、ルートを横断するパケットにより受ける待ち時間を最小化するために、アルゴリズムがルートを通じた相対スロット位置を明示的に最適化しなければ、データパケットがランダムスロット配置により予想される約0.5TDMAエポック未満の“平均の”ホップ毎の横断待ち時間を実現することを期待する理由は存在しない。しかし、記載のExpress QoS TDMAチャンネル割り当てアルゴリズムを使用して、全ての割り当てが単一のエポック内に適合可能であることを仮定して、OTAデータ伝送時間ほど小さいホップ毎の横断待ち時間が実現可能である。図6に示すように、記載のExpress QoSを使用して、データパケットは、単一のエポック未満で全体ルートを横断し得る。

10

【 0 0 6 6 】

Express QoSは、TDMAアルゴリズムに待ち時間最小化の拡張を追加して、マルチホップTDMAメッシュネットワークを通じたルートに沿ってエンドツーエンド待ち時間を最小化するためのTDMAチャンネル割り当てアルゴリズムの拡張である。

【 0 0 6 7 】

同様の無線(OTA)パケットデータでOptimized Link State Routing(OLSR)を使用し、リンクステート・ルーティングアルゴリズムを交換することも可能である。

20

【 0 0 6 8 】

OLSRは、複数のOLSR処理(MOP:multiple OLPS process)(波形毎に各ノードで別々のOLSR処理)を実行することにより、異なる無線範囲を有する複数の波形を処理するように適合され得る。各OLSR処理は、異なる波形を使用して、独立したセットのHELLO及びTCメッセージ送信を実行し得る。各OLSR処理は、通常のOLSRのように、その波形の範囲に基づいて、ネットワーク接続性のモデルを構築し得る。

【 0 0 6 9 】

各OLSR処理は、その波形の伝導性についてルーティングテーブルを構成し、単一の合成ルーティングテーブルが波形ルーティングテーブルの集合から構築され得る。何のルーティング基準又は基準の組み合わせが最適化されるかに応じて、様々な合成ルーティングテーブルを構成することが可能である。最小のホップ数、最小のエンドツーエンド待ち時間、最大のデータスループット、輻輳回避、最小の電力消費、最高の信頼性(最小の脱落パケット等)、及び最小の使用帯域の組み合わせを含み、考えられるルーティング基準が最適化され得る。

30

【 0 0 7 0 】

帯域及び計算上の犠牲を低減することも可能である。波形毎に各ノードで並行のOLSR処理を実行する代わりに、単一のOLSR処理のみが各ノードで実行される。この単一のOLSR処理は、波形毎に1ホップ隣接のHELLOメッセージの別々の独立したセットを交換するように変更される。HELLOメッセージは、その波形について1ホップ隣接の情報のみを交換する。各ノードは、波形毎に2ホップ隣接を構築し得る。

40

【 0 0 7 1 】

OLSRステートテーブルは、1ホップ隣接毎のリンクステート情報を波形で分離するように拡張され得る。波形毎の各ノードの1ホップ隣接は、単一のTCメッセージで分配される。このことは、各ノードに対して、波形毎の接続性のネットワークトポロジモデルを構築するために必要な情報を提供する。この複数波形ネットワークトポロジは、自分の合成ルートテーブルを構築する。この改良は、波形毎に独立したHELLOメッセージを保持しつつ、MOPの複数のOLSR処理を単一のOLSR処理に合併する。波形毎に別々のTCメッセージを送信する代わりに、各波形の1ホップ隣接が単一のTCメッセージに含まれる。波形毎の別々のOLSR処理と波形毎の別々のTCメッセージデータストリームの処理との計算上及びメモ

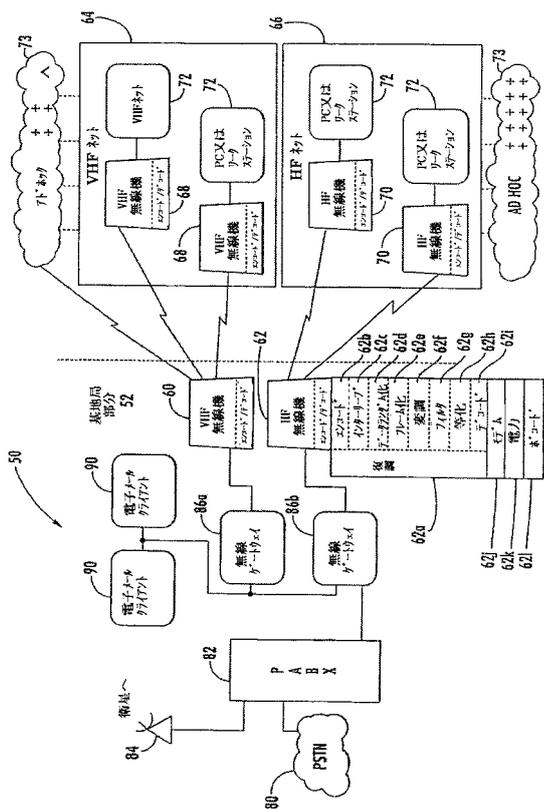
50

りの負荷と共に、消費される帯域はかなり低減される。

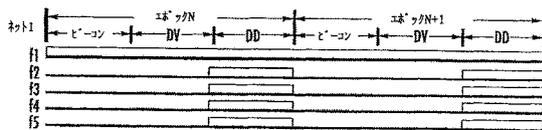
【 0 0 7 2 】

また、OLSRメッセージは、最長範囲の波形でもよく、そうでなくてもよい“基本”波形のみを使用して送信されてもよい。基本波形での各受信OLSRパケットの受信特性は記録される。観測されたOLSRパケット受信特性及び異なる波形の前に特徴付けられた相対性能に基づくヒューリスティックが、非基本波形毎に各ノードの1ホップ隣接の接続性を予測するために使用される。また、各ノードのTCメッセージの生成前の代わりに、各ノードのTCメッセージの受信後に、受信特性対1ホップ隣接の推測を実行することも可能である。

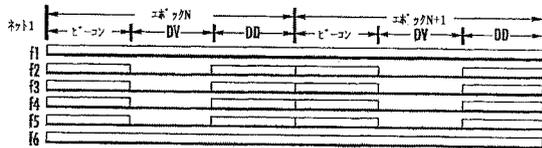
【 図 1 】



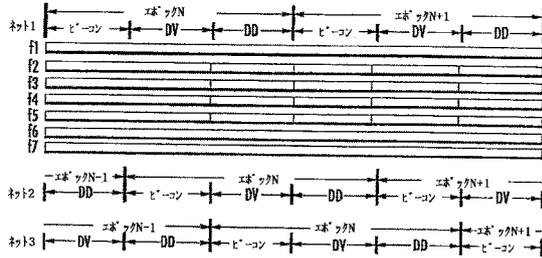
【 図 2 】



【 図 3 】



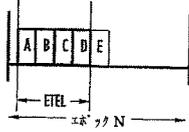
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 手続補正書 】

【 提出日 】平成20年5月23日(2008.5.23)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】全文

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

複数の無線ノードをそれぞれ有する複数の時分割多重アクセス (TDMA) メッシュネットワークと、

プライマリ及び少なくとも1つのセカンダリ周波数で通信し、前記プライマリ周波数を使用したビーコン間隔と前記プライマリ及びセカンダリ周波数の双方を使用したデジタルデータ間隔とに少なくとも分割されるTDMAエポックを使用する送信機及び受信機を有する各TDMAメッシュネットワーク内のそれぞれ複数の無線ノードと

を有し、

前記無線ノードは、各TDMAメッシュネットワークのTDMAエポックの開始が同じTDMAエポック期間又はその整数倍を有するように、相互に同期し、

前記TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて共通である見せかけのノードを更に有し、

1つのTDMAメッシュネットワークでのTDMAエポックの開始は、他のTDMAメッシュネットワークの推測されるTDMAエポックの開始に基づく所望のオフセット時である通信システム

。

【 請求項 2 】

前記TDMAメッシュネットワークに共通であり、相互に衝突しない各TDMAメッシュネット

ワークのビーコンを送信するように動作可能であるゲートウェイ無線ノードを更に有する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 3】

前記ゲートウェイ無線ノードは、TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて別々のビーコンを送信する送信機を更に有する、請求項 2 に記載の通信システム。

【請求項 4】

時分割多重アクセス (TDMA) メッシュネットワークを同期させる方法であって、

複数の無線ノードをそれぞれ有する複数のTDMAメッシュネットワーク内でプライマリ周波数と少なくとも 1 つのセカンダリ周波数とを割り当て、前記プライマリ周波数を使用したビーコン間隔と前記プライマリ及びセカンダリ周波数の双方を使用したデジタルデータ間隔とに少なくとも分割されるTDMAエポックを使用して相互に通信し、

各TDMAメッシュネットワークのTDMAエポックの開始を重複させることにより、前記複数のTDMAメッシュネットワークを相互に同期させ、前記複数のTDMAメッシュネットワークのそれぞれについて共通である見せかけのノードを形成し、TDMAエポックの開始が、1つのTDMAメッシュネットワークの推測されるTDMAエポックの開始に基づく所望のオフセット時になることにより、各TDMAメッシュネットワークが同じTDMAエポック期間又はその整数倍を有する方法。

【請求項 5】

前記TDMAメッシュネットワークに共通であり、相互に衝突しない各TDMAメッシュネットワークのビーコンを送信するように動作可能であるゲートウェイ無線ノードを確立することを更に有する、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

第 1 及び第 2 のTDMAメッシュネットワークの間に前記ゲートウェイ無線ノードを形成することを更に有する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて別々のビーコンを送信する送信機を有する無線機として前記ゲートウェイ無線ノードを形成することを更に有する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

TDMAメッシュネットワークのビーコン送信が他のTDMAメッシュネットワークのビーコン送信と衝突しないように、TDMAメッシュネットワーク内のビーコン間隔を、他のTDMAメッシュネットワークのデジタルデータ間隔内に入るように形成することを更に有する、請求項 4 に記載の方法。

【手続補正書】

【提出日】平成21年3月23日(2009.3.23)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の無線ノードをそれぞれ有する複数の時分割多重アクセス (TDMA) メッシュネットワークと、

プライマリ及び少なくとも 1 つのセカンダリ周波数で通信し、前記プライマリ周波数を使用したビーコン間隔と前記プライマリ及びセカンダリ周波数の双方を使用したデジタルデータ間隔とに少なくとも分割されるTDMAエポックを使用する送信機及び受信機を有する各TDMAメッシュネットワーク内のそれぞれ複数の無線ノードと

を有し、

前記無線ノードは、各TDMAメッシュネットワークのTDMAエポックの開始が同じTDMAエポ

ック期間又はその整数倍を有するように、相互に同期し、

第2のネットワークのノードを知り、前記TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて共通である見せかけのノードを更に有し、

1つのTDMAメッシュネットワークでのTDMAエポックの開始は、他のTDMAメッシュネットワークの推測されるTDMAエポックの開始に基づく所望のオフセット時である通信システム。

【請求項2】

前記TDMAメッシュネットワークに共通であり、相互に衝突しない各TDMAメッシュネットワークのビーコンを送信するように動作可能であるゲートウェイ無線ノードを更に有する、請求項1に記載の通信システム。

【請求項3】

前記ゲートウェイ無線ノードは、TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて別々のビーコンを送信する送信機を更に有する、請求項2に記載の通信システム。

【請求項4】

時分割多重アクセス(TDMA)メッシュネットワークを同期させる方法であって、

複数の無線ノードをそれぞれ有する複数のTDMAメッシュネットワーク内でプライマリ周波数と少なくとも1つのセカンダリ周波数とを割り当て、前記プライマリ周波数を使用したビーコン間隔と前記プライマリ及びセカンダリ周波数の双方を使用したデジタルデータ間隔とに少なくとも分割されるTDMAエポックを使用して相互に通信し、

各TDMAメッシュネットワークのTDMAエポックの開始を重複させることにより、前記複数のTDMAメッシュネットワークを相互に同期させ、前記複数のTDMAメッシュネットワークのそれぞれについて共通である見せかけのノードを形成し、TDMAエポックの開始が、1つのTDMAメッシュネットワークの推測されるTDMAエポックの開始に基づく所望のオフセット時になることにより、各TDMAメッシュネットワークが同じTDMAエポック期間又はその整数倍を有する方法。

【請求項5】

前記TDMAメッシュネットワークに共通であり、相互に衝突しない各TDMAメッシュネットワークのビーコンを送信するように動作可能であるゲートウェイ無線ノードを確立することを更に有する、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

第1及び第2のTDMAメッシュネットワークの間に前記ゲートウェイ無線ノードを形成することを更に有する、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記TDMAメッシュネットワークのそれぞれについて別々のビーコンを送信する送信機を有する無線機として前記ゲートウェイ無線ノードを形成することを更に有する、請求項5に記載の方法。

【請求項8】

TDMAメッシュネットワークのビーコン送信が他のTDMAメッシュネットワークのビーコン送信と衝突しないように、TDMAメッシュネットワーク内のビーコン間隔を、他のTDMAメッシュネットワークのデジタルデータ間隔内に入るように形成することを更に有する、請求項4に記載の方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2007/074099
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04Q7/36 H04J4/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04J H04Q		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 650 901 A (SONY CORP [JP]) 26 April 2006 (2006-04-26) paragraph [0001] - paragraph [0002] paragraph [0011] - paragraph [0012] paragraph [0086] - paragraph [0088] paragraph [0112] - paragraph [0116] paragraph [0217] - paragraph [0221] paragraph [0244] - paragraph [0262] paragraph [0280] - paragraph [0298] figures 1,2,26,29	1-10
A	EP 1 662 730 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 31 May 2006 (2006-05-31) abstract paragraph [0001] - paragraph [0002] paragraph [0006] - paragraph [0015] paragraph [0025] - paragraph [0056] figures 2-6	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 5 December 2007		Date of mailing of the international search report 17/12/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Chauvet, Christophe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2007/074099

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1650901	A	26-04-2006	WO 2005011200 A1	03-02-2005
			KR 20060063897 A	12-06-2006
			US 2006251098 A1	09-11-2006
EP 1662730	A	31-05-2006	CN 1780200 A	31-05-2006
			KR 20060059003 A	01-06-2006
			US 2006114866 A1	01-06-2006

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1 . E T H E R N E T

(72)発明者 ルドニック, ウィリアム, エム.

アメリカ合衆国 1 4 5 3 4 ニューヨーク州 ピッツフォード キャンブリック サークル 2
0

Fターム(参考) 5K067 AA21 BB04 BB21 CC02 CC04 DD27 DD30 DD34 DD51 EE02
EE25 FF02 FF32 GG03 HH22 JJ11 JJ21