

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5149908号
(P5149908)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013. 2. 20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012. 12. 7)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 W 72/08	(2009. 01)	HO 4 Q 7/00	5 5 4
HO 4 W 72/04	(2009. 01)	HO 4 Q 7/00	5 4 6
HO 4 W 52/26	(2009. 01)	HO 4 Q 7/00	4 4 1

請求項の数 3 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2009-533476 (P2009-533476)	(73) 特許権者	500575824
(86) (22) 出願日	平成19年10月16日 (2007. 10. 16)		ハネウェル・インターナショナル・インコ ーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2010-507347 (P2010-507347A)		アメリカ合衆国ニュージャージー州079 62-2245, モーリスタウン, コロン ビア・ロード 101, ピー・オー・ボッ クス 2245
(43) 公表日	平成22年3月4日 (2010. 3. 4)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/081492	(74) 代理人	100140109
(87) 国際公開番号	W02008/097384		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開日	平成20年8月14日 (2008. 8. 14)	(74) 代理人	100089705
審査請求日	平成22年9月30日 (2010. 9. 30)		弁理士 社本 一夫
(31) 優先権主張番号	11/550, 009	(74) 代理人	100075270
(32) 優先日	平成18年10月17日 (2006. 10. 17)		弁理士 小林 泰
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動的自動再構成可能な時分割多元接続

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ネットワーク (10) を動的に再構成する方法であって、

ノード (102) のメディアアクセス制御層 (180) において、前記ネットワーク中の前記ノードから送信用データパケット (355) を受信するステップであって、前記メディアアクセス制御層が、時分割多元接続に利用可能であるものと、

アプリケーションが要求するサービス品質に基づいて前記データパケットに対するスロット割り当てを決定するステップであって、前記アプリケーションが要求するサービス品質が、前記データパケットによって要求されるスロット数 (n_s)、アプリケーション指定のデータ転送速度、アプリケーション指定の遅延要件、アプリケーション指定の予約された再試行数及びアプリケーションに関連する前記データパケットに対する優先順位の値のうち、少なくとも1つに基づいて決定されるものと、

前記ネットワーク中の別のノードから現在のデータ転送速度でデータパケット (355) を受信するステップと、

前記受信データパケットの送信機 (112) が、最大の電力で送信しているか決定するステップと、

前記受信信号電力が、信頼性のある検出電力の閾値よりも小さいか決定するステップと、

肯定的な決定に基づいて前記受信データパケットの前記送信機にパケットエラーを送信するステップと、を含む方法。

【請求項 2】

前記送信機が、前記パケットエラーに基づいて前記現在のデータ転送速度で前記データパケットを再送信せず、更に、

メッセージ認証コードに対するハッシュキーに基づいて前記データパケットのインテグリティ検査を実施するステップと、

高度な暗号化の標準規格に基づいて前記データパケットを暗号化するステップと、指数加重移動平均計算に基づいて前記送信電力を適応的に制御するステップを含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

スロット割り当てを決定するステップが、

十分な帯域幅が、データ転送速度に対し利用可能か決定するステップと、

スーパーフレーム (330) ごとに要求されるスロット数 (n_s) を決定するステップと、

スロットの継続時間 T_{s10t} を計算するステップと、

所望のタイムスロットを決定するために所望の時間時期 t_n を計算するステップと、

前記所望のタイムスロットに最も近いタイムスロットを検索するステップと、

前記検索に基づいて前記タイムスロットを割り当てるステップと、を含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本アプリケーションは、名称「決定論的電力認識無線ネットワーク」を有する（本明細書においては、「021出願」としても参照されている）2006年5月1日出願された米国特許出願第11/381,021（代理人番号H0008251-5601）と関連する。021出願を参照によって本明細書に援用する。

【背景技術】

【0002】

典型的な商用規格 (COTS) 無線装置は、電気磁気干渉 / 無線通信周波数の妨害、多くの航空宇宙アプリケーションの環境及び必要条件を満たさない。これらの COTS 無線製品は、あらゆる動作のシナリオに対し、それらを構成するために人間の多大な介入を必要とする。米国電気電子技術学会 (IEEE) 802.11 及び IEEE 802.15.4 を含む広範囲に利用される無線技術は、チャンネルアクセスに対する衝突回避を用いたキャリア感知多重アクセス (CSMA/CA) 技法を使用する。CSMA/CA 技法は、様々な予測不可能なトラフィックに対し適していることが知られているが、トラフィックが予測可能か又は規則的であるとき、それらはコントロールオーバーヘッドに悩ませられる。更に、現在の 802.11 及び 802.15.4 は、CSMA/CA の確率的な性質及び無線ノード間において優先順位付けを有しないことから、サービス品質 (QoS) の保証を有しない。IEEE 標準規格 802.11e は、802.11 に対する QoS の拡張を含む。802.11e においては、トラフィックの優先順位は、トラフィックカテゴリ (複数) (TC) によって差別化され、QoS は、2つの動作モードである (1) 機能向上した分散調整機能 (EDCF) 及び (2) ハイブリッドコーディネート機能 (HCF) によって管理される。802.11e が、大きなコントロールオーバーヘッドの対価でより高い優先順位のトラフィックにより良好な媒体アクセス確率を提供しても、それはまだアプリケーションに QoS の保証を提供しない。

【0003】

多くの航空宇宙アプリケーションにおいては、映像、音声、センサー / 作動装置データ及び実時間制御信号などのデータトラフィックは、予測可能か又は規則的である。更に、制御信号及びセンサー / 作動装置のデータなどのデータトラフィックの中には通常、いくつかのタイプの保証された QoS を要求するものもある。

【0004】

ネットワークスループットを最大化し、ネットワークエネルギー消費を最小化するためにリソースのユーザを最適化することは難しい。ネットワークの規模が増大するに従って最適解の計算は、法外に複雑になる。無線時分割多元接続（T D M A）技術、例えばブルートゥース及び低エネルギー適応クラスターリング階層（L E A C H）の中には、ランダムなデータトラフィックの一般的適用から始まり、スループット若しくは省エネルギー又はその双方のいずれかに対し、リソースを最適化するものもある。計算可能にするためにブルートゥース及びL E A C Hは、それらのアプリケーションに制限を設ける仮定をする。

【 0 0 0 5 】

例えばブルートゥースは、クラスターにおいて8つのアクティブなノードに限定される。L E A C Hは、無線センサーネットワーク向けのエネルギー効率的なプロトコルであって、C S M A、T D M A及び符号分割多重接続（C D M A）の混合である。

【 0 0 0 6 】

L E A C Hにおいては、広告フェーズ及びクラスター設定フェーズは、C S M Aを使用し、スケジュール生成及びデータ送信は、T D M Aを使用する。1つのクラスター内部のノードは、近くのクラスターの信号衝突を避けるために、近くのクラスターのC D M Aコードと異なるC D M Aコードを使用し、相互に通信を実施する。アルゴリズムの複雑さに加えてL E A C Hは、ノードそれぞれが先験的にネットワークに関するクラスターの最適な平均の数を知っていると仮定する。この仮定は、L E A C Hがネットワークトポロジーの動的な変更を適用することを不可能にする。

【 0 0 0 7 】

T D M A技術に関するデータ転送速度適応は、検出されたパケットエラーに基づいて実行される。送信機は、一定数の成功送信後、更に大きな送信速度に切り替え、固定数の連続失敗後、より小さな速度に変更する。このパケットエラー法は、更に大きなデータ転送速度の定期的な試みから失敗が存在するため、リソースを浪費する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 米国出願特許第 1 1 / 3 8 1 , 0 2 1

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、ノードのメディアアクセス制御層において、ネットワーク中のノードから送信用データパケットを受信し、アプリケーションが要求するサービス品質に基づいてデータパケットに対するスロット割り当てを決定することによって、ネットワークを動的に再構成するための方法を記載する。アプリケーションが要求するサービス品質は、データパケットによって要求されるスロット数、アプリケーション指定のデータ転送速度、アプリケーション指定の遅延要件、アプリケーション指定の予約された再試行数及びアプリケーションに関連するデータパケットに対する優先順位の値のうち、少なくとも1つに基づいて決定される。メディアアクセス制御層は、時分割多元接続に利用可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 A 】 本発明による動的自動再構成可能時分割多元無線接続管理ネットワークの実施形態のブロック図である。

【 図 1 B 】 本発明による動的自動再構成可能時分割多元無線接続管理ネットワークの実施形態のブロック図である。

【 図 2 A 】 本発明による動的自動再構成可能時分割多元無線接続管理ネットワークにおいてインターフェース接続されるノードの一実施形態のブロック図である。

【 図 2 B 】 本発明による動的自動再構成可能時分割多元無線接続管理ネットワークにおいてインターフェース接続されるノードの一実施形態のブロック図である。

【図 3】本発明による通信プロトコルスタックの一実施形態のブロック図である。

【図 4】本発明による動的自動再構成可能時分割多元無線接続管理ネットワークに関する基本システムの作動手順のための流れ図を示す。

【図 5】図 5 は本発明によるスーパーフレーム及びスロット継続時間構造のブロック図である。図 5 i は、本発明によるスロットの継続時間構造である。

【図 6】例示的な物理層コンバージェンスプロシージャのフレーム形式である。

【図 7】本発明によるネットワークを管理するための方法の流れ図である。

【図 8】本発明によるデータパケット用スロットの割り当てを決定するための一実施形態の方法の流れ図である。

【図 9】本発明によるデータサービス品質に基づいてデータ用スロットを割り当てるための一実施形態の方法の流れ図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

一般的な実践に従って、記載されている様々な特徴を、拡大するように描かずに、本発明に関連する特徴を強調するように描く。参照文字は、図面及びテキストを通し同様の要素を示す。

【0012】

以下の詳細な記載においては、本明細書の一部を形成する添付の図面を参照し、本発明において実践され得る特定の例示される実施形態を図示することによって示す。当業者が本発明を実施可能なようにこれらの実施形態を十分詳細に記載するので、別の実施形態を利用可能で本発明の範囲から逸脱せずに論理的、機械的及び電氣的な変更ができることを理解できるだろう。したがって、以下詳細な記載を限定する意味に取らないことである。

20

【0013】

図 1 A は、本発明による動的自動再構成可能な時分割多元無線接続管理ネットワーク (10) の実施形態のブロック図である。本明細書においては、「ネットワーク (10)」としても参照されている動的自動再構成可能な時分割多元無線接続 (D A - T D M A) 管理ネットワーク (10) は、本明細書において、「ネットワークノード (102 ~ 108)」としても参照されている複数のネットワークノード (102 ~ 108) と無線通信するアクセスノード (100) を含む。ネットワーク (10) は、スター型トポロジーで構成される。アクセスノード (100) は、1つ以上のプロセッサ (114)、受信機 (110) 及び送信機 (112) を含む。この実施形態の一実装においては、受信機 (110) 及び送信機 (112) は、送受信機などの一装置である。この実施形態の別の実装においては、ネットワークノード (102 ~ 108) は、センサーを含む。更にこの実施形態の別の実装においては、プロセッサ (124) のうち少なくとも1つは、021 出願に記載されているような電力意識プロセッサである。

30

【0014】

ネットワークノード (102 ~ 108) は、1つ以上のプロセッサ (124)、受信機 (120) 及び送信機 (122) を含む。ネットワークノード (102 ~ 108) それぞれは、少なくとも1つのタイプの物理層にインターフェース接続する。この実施形態の一実装においては、受信機 (120) 及び送信機 (122) は、「トランシーバー」として参照されている一装置である。この実施形態の別の実装においては、ネットワークノード (102 ~ 108) は、センサーを含む。更にこの実施形態の別の実装においては、少なくともプロセッサ (124) の1つは、021 出願に記載されているような電力意識プロセッサである。

40

【0015】

制限ではなく例として用語「無線通信」は、IEEE 801.11、IEEE 801.15、IEEE 801.16 及び 802.15.4a を含む無線通信標準規格を実装された様々な装置及びコンポーネントを介し無線接続を含む。ネットワークノード (100 ~ 108) は、データパケットにおいてデータを送信する。またリンクノードは、無線接続が情報交換において使用される「通信可能に接続されるノード」としても本明細書におい

50

て参照されている。

【0016】

この実施形態一実装においては、1つ以上のネットワークノード(102~108)は、ネットワークノード(102~108)のローカル環境が提供する環境パラメータを検出する無線センサーである。この実施形態の別の実装においては、無線DA-TDMA管理ネットワーク(10)は、センサーノードを有さない無線ローカルエリアネットワーク(LAN)である。

【0017】

図1Bは、本発明による動的自動再構成可能な時分割多元無線接続(DA-TDMA)管理ネットワーク(11)の実施形態のブロック図である。無線DA-TDMA管理ネットワーク(11)は、「ネットワーク(11)」としても本明細書において参照されているメッシュ型ネットワークトポロジとして構成される。DA-TDMA管理ネットワーク(11)は、それぞれ通信可能に、図(111)によって一般に示される複数のネットワークノードのうち重複のないサブセットと接続される複数のアクセスノード(100)、(400)及び(500)を含む。重複のないサブセットは一般に、図(101)、(401)及び(501)によって表される。サブセット(101)は、ネットワークノード(102)、(104)及び(108)を含む。サブセット(401)は、ネットワークノード(402)、(404)及び(408)を含む。サブセット(501)は、ネットワークノード(502)、(504)及び(508)を含む。サブセット(101)、(401)及び(501)は、相互に重複しないので各ネットワークノード(102)、(104)、(108)、(402)、(404)、(408)、(502)、(504)及び(508)は、1つのアクセスノード(100)、(400)又は(500)だけによって制御される。

【0018】

アクセスノード(100)、(400)及び(500)は、図1Aを参照し、前述されているような1つ以上のプロセッサ(114)、受信機(110)及び送信機(112)を含む。ネットワークノード(102)、(104)、(108)、(402)、(404)、(408)、(502)、(504)及び(508)は、図1Aを参照し、前述されているような1つ以上のプロセッサ(124)、受信機(120)及び送信機(122)を含む。

【0019】

ネットワークノード(102)、(104)、(108)、(402)、(404)、(408)、(502)、(504)及び(508)は、少なくとも1つのタイプの物理層とインターフェース接続される。メディアアクセス制御層は、ネットワークノード(102)、(104)、(108)、(402)、(404)、(408)、(502)、(504)及び(508)並びにアクセスノード(100)、(400)及び(500)それぞれの中に存在する。

【0020】

図1Bに示されているように、ネットワーク(11)中のアクセスノード(100)、(400)及び(500)それぞれは、第1の周波数でネットワーク(11)中の他のアクセスノード(100)、(400)及び(500)と通信可能に接続するためにルーター(113)、(413)及び(513)それぞれを含む。アクセスノード(100)、(400)及び(500)それぞれは、第2の周波数で複数のネットワークノード(111)を重複のないサブセット(101)、(401)及び(501)それぞれのうち1つと通信可能に接続される。この様にして、メッシュ型ネットワークのメディアアクセス制御は、TDMA及び周波数分割多元接続(FDMA)の組み合わせによって制御される。

【0021】

この実施形態の一実装においては、ネットワーク(11)中のアクセスノード(100)、(400)及び(500)それぞれは、他のアクセスノード(ルーター(113)、(413)及び(513)それぞれを介し)、一周波数で重複のないサブセット(101

）、（４０１）及び（５０１）と通信可能に接続される。この様にしてメッシュ型ネットワークのメディアアクセス制御は、ＦＤＭＡを用いずにＴＤＭＡによって制御される。複数のアクセスノードが単一のアクセスノードに低減される場合、ネットワークノードすべてがサブセット（１１１）にあって、ネットワーク（１１）は、ネットワーク（１０）のスター型トポロジ構成に低減される。

【００２２】

この実施形態の別の実装においては、１つ以上のネットワークノード（１０２）、（１０４）、（１０８）、（４０２）、（４０４）、（４０８）、（５０２）、（５０４）及び（５０８）は、ネットワークノード（１０２～１０８）のローカル環境から環境パラメータを検出する無線センサーである。更にこの実施形態の別の実装においては、無線Ｄ

10

【００２３】

ＤＡ－ＴＤＭＡ管理ネットワーク（１０）及び（１１）は、オンボードエンターテインメントを含む航空宇宙アプリケーション、知的エンジン制御装置、ケーブル交換及びその他に適用可能である。ＤＡ－ＴＤＭＡ管理ネットワーク（１０）及び（１１）は、コントロールオーバーヘッドを低減し、スループットを向上させた保証されるサービス品質を提供し、エネルギー消費量を低減する。またＤＡ－ＴＤＭＡ管理ネットワーク（１０）は、ＭＡＣ層に８０２．１１、８０２．１５．４の無線通信などの管理情報ベース（ＭＩＢ）インタラクションを介し、基本的な物理層のタイプを自動的に検出し、異なる物理層上で

20

【００２４】

図２Ａは、本発明による動的自動再構成可能な時分割多元無線接続管理ネットワーク（１０）にインターフェース接続されたノード（１２）の一実施形態のブロック図である。メディアアクセス制御層（８０）は、米国電気電子技術学会８０２．１１標準規格に従って実装されるハードウェアを含む１つ以上の物理的な装置（９０）、米国電気電子技術学会８０２．１５．４の標準規格に従って実装されるハードウェアを含む１つ以上の物理的な装置（９１）及び他の標準規格に従って実装されるハードウェアを含む１つ以上の物理的な装置（９２）と物理メディアアクセス制御（ＰＨＹ－ＭＡＣ）インターフェース（８１）を介して通信可能に接続される。

30

【００２５】

メディアアクセス制御層（８０）は、サービス品質を有するＤＡ－ＴＤＭＡメディアアクセス制御及び「ＴＤＭＡ（８２）」としても本明細書において参照されているデータ転送速度適応機能部（８２）を含む。またメディアアクセス制御層（８０）は、適用電力制御機能部（８４）及び暗号化機能部（８３）を含む。メディアアクセス制御層（８０）は、メッシュ型ネットワークのネットワーク形成及び移動性管理コントローラー（９５）及び「コントローラー（９５）」としても本明細書において参照されているコントローラーと通信可能に接続される。

【００２６】

メディアアクセス制御層（８０）は、「ＴＣＰ／ＩＰ層（６０）」としても本明細書において参照されている送信制御プロトコル（ＴＣＰ）／インターネットプロトコル（ＩＰ）層（６０）と通信可能に接続される。伝送制御プロトコルＴＣＰ／ＩＰ層（６０）は、アプリケーション層（５０）と通信可能に接続される。

40

【００２７】

図２Ａに示されているように、メディアアクセス制御層は、時分割多元接続に利用可能である。メディアアクセス制御層（８０）は、アプリケーションが要求するサービス品質に基づいてスーパーフレーム中のスロットにデータパケットを割り当てる。アプリケーションが要求するサービス品質は、データパケットによって要求されるスロット数、アプリケーション指定のデータ転送速度、アプリケーション指定の遅延要件、アプリケーション指定の予約された再試行数及びアプリケーションに関連するデータパケットに対する優先

50

順位の値のうち、少なくとも１つに基づいて決定する。

【 0 0 2 8 】

この実施形態の一実装においては、適用電力制御機能部（８４）は、メディアアクセス制御層（８０）に含まれない。この実施形態の別の実装においては、暗号化機能部（８３）は、メディアアクセス制御層（８０）に含まれない。更にこの実施形態の別の実装においては、適用電力制御機能部（８４）及び暗号化機能部（８３）は、メディアアクセス制御層（８０）に含まれない。更にこの実施形態の別の実装においては、０２１出願に記載されている電力意識機能部は、メディアアクセス制御層（８０）に含まれる。この実施形態の別の実装においては、暗号化機能部は、０２１出願に記載されているアプリケーション層（５０）に存在する。ネットワーク（１０）及び（１１）の実施形態の一実装においては、アクセスノード及びネットワークノードは、図２Ａのネットワークにおいて示されているように物理的な装置と他のノードとインターフェース接続する。

10

【 0 0 2 9 】

図２Ｂは、本発明による動的自動再構成可能な時分割多元無線接続管理ネットワークでインターフェース接続されるノード（１３）の一実施形態のブロック図である。ノード（１３）のインターフェースは、ノード（１３）が、ＣＳＭＡ及び／又はＴＤＭＡ機能部を有するという点でノード（１２）のインターフェースと異なる。メディアアクセス制御層（８６）は、図２Ａを参照し、前述されているような１つ以上の物理的な装置（９０）、（９１）、（９２）と物理メディアアクセス制御（ＰＨＹ－ＭＡＣ）インターフェース（８８）を介して通信可能に接続される。メディアアクセス制御層（８６）は、サービス品質を用いたＤＡ－ＴＤＭＡメディアアクセス制御及び（「ＴＤＭＡ（８２）」としても本明細書において参照されている）データ転送速度適応機能部（８２）、適用電力制御機能部（８４）及び図２Ａを参照し、前述されているような暗号化機能部（８３）を含む。メディアアクセス制御層（８６）は、ＴＤＭＡ（８２）を介しコントローラー（９５）に通信可能に接続される。

20

【 0 0 3 0 】

またメディアアクセス制御層（８６）は、「ＣＳＭＡ（８７）」としても本明細書において参照されているキャリア感知多重アクセスメディアアクセス制御機能部（８７）も含む。メディアアクセス制御層（８６）は、「コントローラー（９６）」としても本明細書に参照されているアドホック／インフラストラクチャネットワーク形成及び移動性管理コントローラー（９６）と通信可能に接続される。メディアアクセス制御層（８６）は、伝送制御プロトコルＴＣＰ／ＩＰ層（６０）通信可能に接続される。ＴＣＰ／ＩＰ層（６０）は、アプリケーション層（５０）と通信可能に接続される。

30

【 0 0 3 1 】

この実施形態の別の実装においては、メディアアクセス制御層（８６）は、ＴＤＭＡ又はＣＳＭＡを利用可能である。メディアアクセス制御層（８９）は、データパケットを暗号化し、指数加重移動平均計算に基づいた送信電力を適用可能なように制御し、及び／又はデータ転送速度を適用可能なように制御する。

【 0 0 3 2 】

この実施形態の一実装においては、適用電力制御機能部（８４）は、メディアアクセス制御層（８６）に含まれない。この実施形態の別の実装においては、暗号化機能部（８３）は、メディアアクセス制御層（８６）に含まれない。更にこの実施形態の別の実装においては、適用電力制御機能部（８４）及び暗号化機能部（８３）は、メディアアクセス制御層（８６）に含まれない。更にこの実施形態の別の実装においては、０２１出願に記載されている電力意識機能部は、メディアアクセス制御層（８６）に含まれる。この実施形態の別の実装においては、暗号化機能部は、０２１出願に記載されているようなアプリケーション層（５０）の中に存在する。ネットワーク（１０）及び（１１）の実施形態の一実装においては、アクセスノード及びネットワークノードは、図２Ｂに示されている物理的な装置及びネットワーク中の他のノードとインターフェース接続する。ネットワーク（１０）及び（１１）の実施形態の別の実装においては、ネットワーク（１０）又は（１１）

40

50

）中のいくつかのノードは、物理的な装置とインターフェース接続し、図 2 A に示されているようなネットワーク（10）又は（11）中の他のノードとインターフェース接続し、一方で他のノードは、図 2 B に示されているようなネットワーク中の物理的な装置及び他のノードとインターフェース接続する。

【0033】

図 3 は、本発明による通信プロトコルスタック（130）及び（140）の一実施形態のブロック図である。ソフトウェア（220）は、（図 1 A の）アクセスノード（100）中のプロセッサ（114）によって実行されるとき、プロセッサ（114）にソフトウェア（220）によって実行されるように本明細書において記載されている処理を実行させる適切なプログラム命令を含む。そのようなプログラム命令は、（その 1 つだけが図 3 に示されている）の 1 つ以上の品目の記憶媒体（215）にストアされるか又は別の方法で具現化される。

【0034】

ソフトウェア（121）は、（図 1 A の）ネットワークノード（102～108）中のプロセッサ（124）によって実行されるとき、プロセッサ（124）にソフトウェア（121）によって実行されるように本明細書において記載されている処理を実行させる適切なプログラム命令を含む。そのようなプログラム命令は、（その 1 つだけが図 3 に示されている）の 1 つ以上の品目の記憶媒体（115）にストアされるか又は別の方法で具現化される。メディアアクセス層（180）及び（280）は、図の 2 A と 2 B のメディアアクセス層（80）及び（86）とそれぞれ同等である。

【0035】

図の 1 A 及び 1 B のアクセスノード（100）、（400）及び（500）に関する通信プロトコルスタックを一般に（140）として示す。また通信プロトコルスタック（140）は、「アクセスノードプロトコルスタック（140）」としても本明細書において参照されている。図 1 A のネットワークノード（102～108）又は図 1 B のネットワークノード（102）、（104）、（108）、（402）、（404）、（408）、（502）、（504）及び（508）のための通信プロトコルスタックを一般に、（130）として示す。また通信プロトコルスタック（130）は、「ネットワークノードプロトコルスタック（130）」としても本明細書において参照されている。ネットワークノードプロトコルスタック（130）及びアクセスノードプロトコルスタック（140）双方は、システムレベル（複数）（350）を含む。システムレベル（350）のうちいくつかのレベルは、本発明を強調するために本明細書に例示されない。ネットワークノードとアクセスノードとの間の無線通信リンクは一般に、ネットワークノードプロトコルスタック（130）及びアクセスノードプロトコルスタック（140）に接続する二方向矢印（25）によって示される。またリンクされたノードは、無線通信リンク（25）が情報交換に使用される「通信可能に接続されるノード」としても本明細書において参照されている。

【0036】

ネットワークノードプロトコルスタック（130）のシステムレベル（350）は、アプリケーション層（150）、伝送制御プロトコル（TCP）層（160）、インターネットプロトコル（IP）層（170）及びメディアアクセス制御（MAC）層（180）を含む。それが配置されるネットワークノード（102～108）の送信電力制御装置（TPC）プロトコル層（160）は、送信電力レベルを制御する。またアプリケーション層（150）は、「ユーザレベル（150）」としても本明細書において参照されている。メディアアクセス制御層（180）、ネットワークノード（102）、（104）、（108）、（402）、（404）、（408）、（502）、（504）及び（508）のアプリケーション層（150）と通信する。

【0037】

メディアアクセス制御層（180）は、暗号化プロトコル（183）、TDMA プロトコル（187）、適用電力制御プロトコル（184）、スロット割り当てプロトコル（1

10

20

30

40

50

92) 及びデータ転送速度(DR)順応プロトコル(190)を含む。この実施形態の一実装においては、1つ以上の暗号化プロトコル(183)、適用電力制御プロトコル(184)及びスロット割り当てプロトコル(192)は、メディアアクセス制御層(180)に含まれない。

【0038】

この実施形態の別の実装においては、アプリケーション層(150)は、021出願に記載されているようなアクセスノード(100)から受信される電源制御装置を送信しているパケットを処理するための電力意識モジュール(155)を含む。更にこの実施形態の別の実装においては、メディアアクセス制御層(180)は、021出願に記載されているようなネットワークノード(102~208)それぞれにおいて様々なシステムレベル(350)に対し、プロトコルに依存しないインターフェースを提供するコールバック装置(185)を含む。

10

【0039】

アクセスノードプロトコルスタック(140)のシステムレベル(350)は、アプリケーション層(250)、伝送制御プロトコル(TCP)層(260)、インターネットプロトコル(IP)層(270)及びメディアアクセス制御(MAC)層(280)を含む。送信電力制御装置(TPC)のプロトコル層(256)は、アクセスノード(100)、(400)及び(500)の送信電力レベルを制御する。またアプリケーション層(250)は、「ユーザレベル(250)」としても本明細書において参照されている。

【0040】

20

メディアアクセス制御層(280)は、暗号化プロトコル(283)、TDMAプロトコル(287)、適用電力制御プロトコル(284)、スロット割り当てプロトコル(292)及びデータ転送速度(DR)順応プロトコル(290)を含む。この実施形態の一実装においては、1つ以上の暗号化プロトコル(283)、適用電力制御プロトコル(284)及びスロット割り当てプロトコル(292)は、メディアアクセス制御層(280)に含まれない。メディアアクセス制御層(180)及び(280)のプロトコルを更に詳細に後述する。

【0041】

この実施形態の別の実装においては、アプリケーション層(250)は、021出願に記載されているような(図示されない)電力意識モジュールを含む。更にこの実施形態の別の実装においては、メディアアクセス管理層(280)は、021出願に記載されているようなコールバック装置(285)を含む。

30

【0042】

この実施形態の一実装においては、アクセスノードプロトコルスタック(140)は、ネットワークノードプロトコルスタック(130)と同一である。同様にこの実施形態のいくつかの実装の中には、1つ以上のアプリケーション層(250)のにおいては、送信制御プロトコル(TCP)層(260)、インターネットプロトコル(IP)層(270)、メディアアクセス制御(MAC)層(280)が、それぞれアプリケーション層(150)、送信制御プロトコル(TCP)層(160)、インターネットプロトコル(IP)層(170)及びメディアアクセス制御(MAC)層(180)のうち、1つ以上が同一であるものもある。

40

【0043】

航空宇宙アプリケーションに最もよく適合させるために、DA-TDMAプロトコル(287)及び(187)は、(表1にまとめられる)3つのQoSカテゴリを提供するためにカスタム設計される。QoSカテゴリ「高」は、迅速な応答が大きいデータ量より重大である実時間制御信号や作動装置/センサーデータなどのような決定論的アプリケーションのためのものである。決定論的アプリケーションは、データパケットのアプリケーション指定の周期性及び各データパケットに対するアプリケーション指定の再試行数を指定し、アプリケーションのライフサイクルを通してそれらのスロットを予約する。またアプリケーションは、アプリケーションに関連する優先順位の値も指定し、高いQoSのため

50

にデータパケットを割り当てるために使用される。この実施形態の一実装においては、予約されたタイムスロット数が選択された高いQoS閾値を超えている場合、データパケットは、高いQoSを割り当てられる。

【0044】

中間のQoSカテゴリは、スロットリソースが要求に応じて割り当てられる音声や映像データトラフィックなどのような実時間アプリケーションの関するものである。実時間アプリケーションは、アプリケーション指定のデータ転送速度、アプリケーション指定の遅延要件及びそのようなデータパケットに対するアプリケーション指定の予約された再試行数を指定する。D A - T D M Aメディアアクセス制御層は、アプリケーション要件及びアプリケーションに関連する優先順位の値に従ったスロット割り当てを実行する。

10

【0045】

低いQoSカテゴリは、データが最大の遅延期間内に送信される限り、待ち時間が重大でないインターネット閲覧及び電子メールなどのような非実時間アプリケーションに対するものである。非実時間、非決定論的アプリケーションは、最大の遅延要件及び予約された再試行数を指定する。

表1．QoSカテゴリ

【0046】

【表1】

QoS 分類	名前	アプリケーション	説明	入力パラ メーター
高	決定論的	エンジン制御信号、アクチュエーター／センサーデータなどのような高速度応答アプリケーション	データパケットの周期性が、アプリケーションによって直接指定される。必要な場合、再試行は、スロットタイムが許可する限り実行され得る。	スーパーフレームにおけるスロット数
中間	実時間	音声、映像など	再試行がスロットそれぞれにおいて予約されている。再試行数は、アプリケーションによって指定される。その欠点は、帯域幅浪費である。その利点は、データ転送速度及び遅延要件双方が保証されることである。	データ転送速度、遅延要件、予約された再試行数
低	非実時間	インターネット閲覧、電子メールなど	1つのACKがスロットそれぞれにおいて予約されている。再試行が、後に続く利用可能なスロットにおいて実行される。アクセスノードは、必要とされる次のスーパーフレームに更なるスロットを割り当てる。データ速度は平均して保証され得る。	最大の遅延及び再試行数

20

30

40

【0047】

図4は、本発明によるネットワーク(10)に対する基本的なシステムの動作手順に関する流れ図(400)を示す。流れ図(400)に関する記載は、ネットワーク(11)を含む他のネットワークの実施形態に適用可能である。矢印の方向は、信号の送信方向を表す。時間は垂直下向き方向に進行する。ラベル(114)、(110)/(112)、(120)/(122)及び(124)の垂線は、図1に示されているようなアクセスノ

50

ード(100)のプロセッサ(114)、アクセスノード(100)の受信機/送信機(110/112)、ネットワークノード(102~108)の受信機/送信機(120/122)及びネットワークノード(102~108)のプロセッサ(124)をそれぞれ示している。例示的な図1のネットワークノード(108)及びネットワーク(10)のアクセスノード(100)を参照し、流れ図(400)を記載する。例示的なこの事例においては、アクセスノード(100)において生成される信号は、送信機(112)からネットワークノード(108)中の受信機(120)に送信される。ネットワークノード(108)において生成される信号は、送信機(122)からアクセスノード(100)中の受信機(110)に送信される。

【0048】

10

アクセスノード(100)は、無線標識(ビーコン)信号(300)を定期的にブロードキャストする。一連のブロードキャストビーコン信号の期間は、スーパーフレームを定義する。電源投入時、ネットワークノード(108)は、ブロードキャストビーコン信号(300)を検索し、受信機(120)において信号(300)を検出し、アクセスノードクロックとネットワークノード(108)を同期する。ビーコン信号(300)は、アクセスノード(100)と通信可能に接続されるネットワークノード(102~108)すべてに対するスロット割り当て情報を有する。

【0049】

ネットワークノード(108)がネットワーク(10)に参加したとき、それは、競合期間(CP)の間、タイムスロットをランダムに選択し、アクセスノード(100)に関連リクエスト(302)を送信する。この実施形態の一実装においては、新しいネットワークノード(108)は、最初のネットワークアクセスを取得するためにSlotted Aloha技法を実装する。関連リクエスト(302)を受信すると、アクセスノード(100)は、ネットワークノード(108)を認証し、ネットワークノード(108)に関連応答メッセージ(304)を送信する。ネットワークノード(108)が、ネットワーク(10)に参加することを許容されなかった場合、アクセスノード(100)はまた、ネットワークアドレスをネットワークノード(108)に割り当てる。

20

【0050】

ネットワークノード(108)におけるプロセッサ(124)のようなネットワークノードホストが、アクセスノード(100)に送信するためのデータ(306)を有するとき、ネットワークノード(108)は最初に、競合期間の間、アクセスノード(100)にスロットリクエストメッセージ(308)を送信する。アクセスノード(100)はその後、ビーコン信号(310)を介しスロット割り当て情報(310)を返送する。ネットワークノード(108)は、割り当てられたスロットを認識し、スーパーフレームの割り当てられたスロットにデータ(306)を送信する。

30

【0051】

同様に、アクセスノード(100)が、ネットワークノード(108)にデータ(314)を送信するとき、それは最初に、データ(314)を受信するためにネットワークノードに関する割り当てられたスロット情報(312)をネットワークノード(108)に送信する。割り当てられたスロット情報(312)は、ビーコン信号(300)にて送信される。その後、データ(314)は、アクセスノード(100)からネットワークノード(108)に割り当てられたスロットに送信され、ネットワークノード(108)は、割り当てられたタイムスロットでデータを読み取る。

40

【0052】

ネットワークノード(108)が、ネットワーク(10)に退出するとき、プロセッサ(124)は、アクセスノード(100)に関連解除リクエスト(316)を送信する。アクセスノード(100)はその後、ネットワークノード(108)中のプロセッサ(124)に関連解除応答(318)を送信する。その後、ネットワークノード(108)が停止する。

【0053】

50

図5は、本発明によるスーパーフレーム(330)及びスロット継続時間構造(331)のブロック図である。スーパーフレーム(330)は、ビーコン(335)、非競合期間(CFP)(340)及び競合期間(CP)(345)を含む。非競合期間(340)においては、タイムスロットは、割り当てられたネットワークノードのために予約されているが、競合期間においては、タイムスロットがノードすべてに対し開放されている。この実施形態の一実装においては、非競合期間及び競合期間は、交互である。

【0054】

図5iは、本発明によるスロット継続時間の構造(331)である。スロット継続時間の構造(331)は、スロット継続時間の構造(331)の各終わりにおける2つのガードタイム(350)、データパケット(355)及び確認ウィンドウ(360)を含む。ガードタイム(350)は、スーパーフレーム時間及びシステム周波数トレランスによって決定される。データパケット継続時間は、現在のデータ転送速度及びデータパケット(355)のサイズによって決定される。また確認機能パケット(360)の継続時間は、データ転送速度及び確認パケットサイズによって決定される。

【0055】

スロット継続時間「 T_{slot} 」は、

【0056】

【数1】

$$T_{slot} = T_{Guard} + T_{packet} + T_{ACK} + T_{Guard} \quad (1)$$

【0057】

として計算され、ここで「 T_{Guard} 」はガードタイムであって、「 T_{packet} 」はデータパケット継続時間であって、「 T_{ACK} 」は確認機能パケットの継続時間である。異なる物理層、異なるデータ転送速度及び異なる変調タイプに関して、スロット計算が変化する。

【0058】

図6は、例示的な物理層コンバージェンスプロシージャ(PLCP)のフレーム形式である。データ転送速度54Mbpsを有する物理層コンバージェンスプロシージャ(PLCP)フレームの形式として構成されるこの例示的なデータパケットを参照し、例示的なタイムスロット計算を記載する。この実施形態の一実装においては、1534バイトのデータパケットは、米国電気電子技術学会802.11g標準規格に従う54Mbpsのデータ転送速度を有する。

【0059】

1つのPSDUパケット1534バイトに対するスロット継続時間は、以下のように計算される。

【0060】

【数2】

$$T_{packet} = T_{preamble} + T_{signal} + T_{sym} \times \left\lceil \frac{16 + 6 + PSDU \times 8}{N_{DBPS}} \right\rceil$$

【0061】

ここで「 $T_{preamble} = 16 \mu s$ 」は、プリアンブル時間、

「 $T_{signal} = 4 \mu s$ 」は、信号期間、

「 $T_{sym} = 4 \mu s$ 」は、符号期間、

「 $N_{DBPS} = 216$ 」は、符号毎のデータビット数である。

表記

【0062】

【数 3】
 $\lceil x \rceil$

【0063】

は、「 x 」以上の最小の整数である。したがってパケット継続時間は、「 $T_{packet} = 248 \mu s$ 」として計算される。同一の論理によって、ACK (14 バイト) 継続時間は、「 $T_{ACK} = 24 \mu s$ 」として計算される。

【0064】

スーパーフレーム継続時間が、300 ms に設定された場合、最大周波数オフセットレランスは、30 ppm であって、最悪の場合の時間オフセットは、9 μs である。いくつかの安全域を提供するために、ガードタイムは、「 $T_{guard} = 10 \mu s$ 」として選択される。すべての値を方程式 (1) に代用すると、1534 バイトの1つのデータパケット及び14 バイトの1つの確認機能パケットによって要求されるスロット継続時間は、292 μs である。

【0065】

図7は、本発明によるネットワークを動的に再構成するための方法 (700) の流れ図である。図7に示されている方法 (700) の特定の実施例を本明細書においては、図1A 及び3を参照し、前述されているアクセスノード (100) のアクセスノードプロトコルスタック (140) 及びネットワークノード (102 ~ 108) のネットワークノードプロトコルスタック (130) によって実装されるものとして記載する。図7に示されている方法 (700) の特定の実施例を図5 及び5iを参照し、本明細書において前述されているスーパーフレーム (330) に実装されるものとして記載する。プログラム命令を含むプログラム製品が、アクセスノード (100) 中のソフトウェア (220) 及びネットワークノード (102 ~ 208) 中のソフトウェア (121) において具現化される。プログラム命令は、アクセスノード (100) 及びネットワークノード (102 ~ 108) それぞれのプロセッサ (114) 及び (124) が、アクセスノードプロトコルスタック (140) 及びネットワークノードプロトコルスタック (130) それぞれにおけるプロトコルによって実行される記載された機能を実行させるよう作動する。そのようなプログラム命令は、記憶媒体 (115) の1つ以上の品目にストアされるか又は別の方法で具現化される。

【0066】

ブロック (702) において、ネットワーク中のノードから送信用データパケットが、ノードのメディアアクセス制御層において受信される。メディアアクセス制御層は、時分割多元接続に利用可能である。この実施形態の一実装においては、メディアアクセス制御層は、時分割多元接続及びキャリア感知マルチアクセスに利用可能である。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワーク (10) 中のネットワークノード (102) から送信されるデータパケット (355) は、ネットワークノード (102) のメディアアクセス制御層 (180) においてネットワークノード (102) のアプリケーション層 (150) から受信される。

【0067】

ブロック (704) において、スーパーフレーム中のデータパケットに対するスロット割り当てが、アプリケーションが要求するサービス品質に基づいて決定される。アプリケーションが要求するサービス品質は、データパケットによって要求されるスロット数、アプリケーション指定のデータ転送速度、アプリケーション指定の遅延要件及びアプリケーション指定の予約された再試行数及び/又はアプリケーションに関連するデータパケットに対する優先順位の値に基づいて決定される。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード (102) 中のプロセッサ (124) は、スーパーフレーム (330) 中のデータパケット (355) に対するスロット割り当てを決定するためにメディアアクセス制御層 (180) においてソフトウェア (121) を実行する。更に、スロット割り当ての決定に関する詳細を図8 及び9の方法 (800) 及び (900) を参照し、そ

10

20

30

40

50

れぞれ後述する。この実施形態の一実装においては、スロット割り当ては、IEEE 802.11 標準規格、IEEE 802.15.4 標準規格及び IEEE 802.11 標準規格と IEEE 802.15.4 標準規格との組み合わせの 1 つによるデータパケット用チャンネルへのアクセスを提供する。

【0068】

ブロック(706)において、データパケットは、ネットワーク中の別のノードから現在のデータ転送速度で受信される。例示的なこの実施形態の実装においては、データパケット(355)は、現在のデータ転送速度でネットワーク(10)のアクセスノード(100)中の送信機(112)から送信され、ネットワーク(10)のネットワークノード(102)中の受信機(120)において受信される。

10

【0069】

ブロック(708)において、プロセッサは、受信データパケットの送信機が最大の電力で送信しているか決定される。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)のプロセッサ(124)は、ブロック(706)において受信データパケット(355)を送信した送信機(112)が、最大の電力で送信しているか決定するためのソフトウェア(121)をメディアアクセス制御層(180)において実行する。

【0070】

ブロック(710)において、プロセッサは、受信信号電力が信頼性のある検出電力の閾値よりも小さいか決定する。この実施形態の一実装においては、信頼性のある検出電力の閾値は、受信機の感度である。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)のプロセッサ(124)は、受信信号電力がネットワークノード(102)中の受信機(120)の信頼性のある検出電力の閾値よりも小さいか決定するためのソフトウェア(121)をメディアアクセス制御層(180)において実行する。

20

【0071】

ブロック(712)において、ノードは、ブロック(708)及び(710)において実行される肯定的な決定に基づいて受信データパケットの送信機にパケットエラーを送信する。データパケットの送信機は、パケットエラーに基づいて現在のデータ転送速度でデータパケットを再送しない。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)の受信機(120)は、ブロック(708)及び(710)において実行された肯定的な決定に基づいてアクセスノード(100)における受信機(110)にパケットエラーを送信する。パケットエラーがアクセスノード(100)において受信された後、アクセスノード(100)中の送信機(112)は、ネットワークノード(102)に現在のデータ転送速度でデータパケットを再送しない。この実施形態の一実装においては、ブロック(706)～ブロック(712)の処理は、図3に示されているデータ転送速度適応プロトコル(190)及び(290)によって実装される処理を鳥瞰する。

30

【0072】

ブロック(714)において、ノードは、メッセージ認証コードに対するハッシュキーに基づいてデータパケットの整合性(インテグリティ)検査を実行する。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)中のプロセッサ(124)は、メッセージ認証コードに対するハッシュキーに基づいてデータパケット(355)のインテグリティ検査を実行するためのソフトウェア(121)をメディアアクセス制御層(180)において実行する。

40

【0073】

ブロック(716)において、ノード中のプロセッサは、高度な暗号化の標準規格に基づいてデータパケットを暗号化する。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)中のプロセッサ(124)は、高度な暗号化の標準規格に基づいてデータパケット(355)を暗号化するためのソフトウェア(121)をメディアアクセス制御層(180)において実行する。この実施形態の一実装においては、ブロック(714)～ブロック(716)の処理は、図3に示されている暗号化プロトコル(18

50

3) 及び(283)によって実装される処理を鳥瞰する。

【0074】

ブロック(718)において、ノード中のプロセッサは、指数加重移動平均計算に基づいて送信電力を適用可能なように制御する。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)のプロセッサ(124)は、送信電力を適用可能なように制御するために指数加重移動平均計算を実行する。この実施形態の一実装においては、ブロック(718)の処理は、図3に示されている適用電力制御プロトコル(184)及び(284)によって実装される処理を鳥瞰する。

【0075】

図8は、本発明によるデータパケットに対するスロット割り当てを決定するための方法(800)の一実施形態の流れ図である。図8に示されている方法(800)の特定の実施形態を本明細書においては、図1A及び3を参照し、前述されているようなアクセスノード(100)中のアクセスノードプロトコルスタック(140)及びネットワークノード(102~108)中のネットワークノードプロトコルスタック(130)によって実装されるものとして記載する。図8に示されている特定の実施形態の方法(800)を本明細書においては、図5及び5iを参照し、前述されているスーパーフレーム(330)によって実装されるものとして記載する。プログラム命令を含むプログラム製品は、アクセスノード(100)中のソフトウェア(220)及びネットワークノード(102~208)中のソフトウェア(121)において具現化される。プログラム命令は、アクセスノード(100)及びネットワークノード(102~108)それぞれのプロセッサ(114)及び(124)が、アクセスノードプロトコルスタック(140)及びネットワークノードプロトコルスタック(130)それぞれにおけるプロトコルによって実行される記載された機能を実行させるよう作動する。そのようなプログラム命令は、記憶媒体(115)の1つ以上の品目にストアされるか又は別の方法で具現化される。この実施形態の一実装においては、方法(800)は、図3に示されているスロット割り当てプロトコル(192)及び(292)並びにTDM Aプロトコル(187)及び(287)において実装される処理を鳥瞰する。

【0076】

ブロック(802)において、ノードは、アプリケーションに関連付けられた優先順位の値に基づいてアプリケーションに優先順位を付ける。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)は、アプリケーションに関連する優先順位の値に基づいてアプリケーションに優先順位を付ける。

【0077】

ブロック(804)において、ノードは、アプリケーションによって予約されたスロット数が、最も高いサービス品質及びアプリケーションに関連する優先順位の値に基づいた閾値を超えると、高いサービス品質を割り当てる。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)のプロセッサ(124)は、アプリケーションによって予約されたスロット数が、サービス閾値の最も高い品質を超えると、データパケット(355)及びアプリケーションに関連する優先順位の値に基づいて高いサービス品質を割り当てるためのソフトウェア(121)を実行する。

【0078】

ブロック(806)において、ノードは、データパケットが、アプリケーション指定のデータ転送速度、アプリケーション指定の遅延要件及びアプリケーション指定の予約された再試行数を示す情報を含むとき、中間のサービス品質を割り当てる。例示的なこの実施形態の実装においては、データパケット(355)が、アプリケーション指定のデータ転送速度、アプリケーション指定の遅延要件及びアプリケーション指定の予約された再試行数を示す情報を含むとき、ネットワークノード(102)中のプロセッサ(124)は、データパケット(355)に中間のサービス品質を割り当てるためのソフトウェア(121)を実行する。

【0079】

ブロック(808)において、ノードは、データパケットが、アプリケーション指定の最大遅延及びアプリケーション指定の予約されていない再試行数を示す情報を含むとき、低いサービス品質を割り当てる。例示的なこの実施形態の実装においては、データパケット(355)が、アプリケーション指定の最大の遅延及びアプリケーション指定の予約されていない再試行数を示す情報を含むとき、ネットワークノード(102)のプロセッサ(124)は、低いサービス品質をデータパケット(355)に割り当てるためのソフトウェア(121)を実行する。

【0080】

ブロック(810)において、ノードは、割り当てられたサービス品質のレベルに基づいてデータパケットにスロットを割り当てる。データパケットは、保証が要求された場合、保証されるサービス品質で送信される。例示的なこの実施形態の実装においては、ネットワークノード(102)中のプロセッサ(124)は、データパケット(355)などのデータパケットに対し割り当てられたサービス品質レベルに基づいたスロットを割り当てるためのソフトウェア(121)を実行する。

【0081】

図9は、本発明によるデータのサービス品質に基づいて、データに対しスロットを割り当てるための方法(900)の一実施形態の流れ図である。図9の流れ図は、図8を参照し、前述されている方法(800)を実施するために要求されるステップに関する更なる詳細を示している。図9に示されている特定の実施形態の方法(900)を本明細書においては、図1A及び3を参照し、前述されているようなアクセスノード(100)中のアクセスノードプロトコルスタック(140)及びネットワークノード(102~108)中のネットワークノードプロトコルスタック(130)において実装されるものとして記載する。図9に示されている特定の実施形態の方法(900)を本明細書においては、図5及び5iを参照し、前述されているスーパーフレーム(330)において実装されるものとして記載する。プログラム命令を含むプログラム製品は、アクセスノード(100)のソフトウェア(220)及びネットワークノード(102~208)のソフトウェア(121)において具現化される。プログラム命令は、アクセスノード(100)及びネットワークノード(102~108)それぞれのプロセッサ(114)及び(124)が、アクセスノードプロトコルスタック(140)及びネットワークノードプロトコルスタック(130)それぞれにおけるプロトコルによって実行される記載された機能を実行させるよう作動する。そのようなプログラム命令は、記憶媒体(115)の1つ以上の品目にストアされるか又は別の方法で具現化される。

【0082】

ブロック(902)において、ノード(102)において送信用データパケット(355)は、アプリケーション層(50)からメディアアクセス制御層(80)において受信される。ブロック(904)において、ネットワークノード(102)中のプロセッサ(124)は、サービス品質が高いか決定するためのソフトウェア(121)を実行する。決定論的カテゴリである高いサービスカテゴリの品質に関して、スロット割り当ては、アプリケーション指定のデータパケットの長さ及びパケット周期性に基づいて計算される。アプリケーションは、アプリケーションに関連する優先順位の値に従って優先順位を付けられる。高い優先順位の値を有するアプリケーションは、スロットを最初に予約する権利を有する。等しい優先順位を有するアプリケーションは、スロットを予約するためのランダムな順位付けを使用する。一旦、データパケット(355)に対するサービス品質が高いことが決定されると、ネットワークノード(102)中のプロセッサ(124)は、データパケット(355)が、更に高い優先順位のスロット割り当てと競合するか決定するためのソフトウェア(121)を実行する(ブロック(906))。競合が存在する場合、データパケット(355)は、サービスに対して拒否される(ブロック(908))。競合が存在しない場合、データパケット(355)は、アプリケーションで指定される計算されたデータパケットの長さ及びパケットの周期性に基づくスロット割り当てを与えられ(ブロック(910))、データパケットは、割り当てられたタイムスロットにお

いて送信される（ブロック（９５４））。

【００８３】

データパケット（３５５）に対するサービス品質が高くなかった場合、ブロック（９１２）において、ネットワークノード（１０２）中のプロセッサ（１２４）は、サービス品質が中間であるか決定するためのソフトウェア（１２１）を実行する。中間のサービスカテゴリ品質は、実時間カテゴリである。データパケットが、中間のサービス品質カテゴリに収まることを要求する場合、ネットワークノード（１０２）中のプロセッサ（１２４）は、十分な帯域幅が所望のデータ転送速度に対し利用可能か決定するためのソフトウェア（１２１）を実行する（ブロック（９１４））。

【００８４】

十分な帯域幅が存在しない場合、データパケット（３５５）は、サービスに対して拒否される（ブロック（９１６））。十分な帯域幅が存在する場合、ネットワークノード（１０２）中のプロセッサ（１２４）は、カウンタを０に設定し（ブロック（９１８））、パケット（３５５）に対するブロック（９２０）におけるデータスーパーフレーム（３３０）ごとに要求されるスロット数「 n_s 」を決定する。実時間のアプリケーションに関して、遅延要件は通常、重要である。スロットの最小数「 N_m 」は、

【００８５】

【数４】

$$N_m = \left\lceil \frac{SF}{delay} \right\rceil$$

【００８６】

として計算され、ここで「 SF 」は、スーパーフレーム継続時間であって、表記「 $delay$ 」は、アプリケーションの遅延要件を意味する。アプリケーションが要求するデータ転送速度は、「 R_{req} 」によって表され、最大パケットサイズは、「 max_Packet_size 」によって表わされる。スーパーフレーム（３３０）あたりのパケット数「 N_p 」は、

【００８７】

【数５】

$$N_p = \left\lceil R_{req} \times SF / max_Packet_size \right\rceil$$

【００８８】

として計算される。スーパーフレーム（３３０）あたりのスロット数は、「 N_m 」及び「 N_p 」の最も大きい数、すなわち「 $n_s = \max\{N_m, N_p\}$ 」である必要がある。

ブロック（９２２）において、プロセッサ（１２４）は、図５、５ｉ及び６を参照し、前述されているようにスロット継続時間を計算する。その後、プロセッサ（１２４）は、利用可能なスロット位置を検索し（ブロック（９２４））、スロット位置が検索されるか決定する（ブロック（９２６））。プロセッサ（１２４）は、

【００８９】

【数６】

$$t_x = t_1 + (n-1) \frac{SF}{n_s}, \quad n = 2, 3, \dots, n_s$$

【００９０】

として所望の時間時期又は n 番目のスロット位置の最初の開始時刻点「 t_n 」を計算する。ここで「 t_1 」は、第１のスロット位置の最初の開始時刻点である。

プロセッサ（１２４）は、利用可能な時間単位セット内で所望のスロット位置に最も

10

20

30

40

50

近いタイムスロットを検索する。スロット位置が首尾よく検索された場合、データパケット(355)は、スロットに割り当てられ(ブロック(928))、データパケット(355)が、割り当てられたタイムスロットで送信される(ブロック(954))。中間のサービス品質のサービスの一実装においては、再試行は、あらゆるスロットにおいて予約される。

【0091】

スロット位置が首尾よく検索されなかった場合、プロセッサ(124)は、カウンターの値が、事前に選定されたカウンターの限界を超えていないか決定する(ブロック(934))。一定数の失敗スロットが割り当てられた後、アプリケーションは、要求されたサービスが提供され得ないことが通知される。かくしてカウンターの値が、事前に選定されたカウンターの限界を超えている場合、データパケット(355)は、サービスに拒否される(ブロック(936))。カウンターの値が、事前に選定されたカウンターの限界を超えていない場合、プロセッサ(124)は、スロット数「 n_s 」を増やし(ブロック(932))、カウンターは、1つ増加され(ブロック(930))、処理の流れは、(ブロック(922))に戻って進行する。本サイクルは、データパケットが、ブロック(928)においてスロットを割り当てられるか又はブロック(936)においてサービスを拒否されるまで継続する。

【0092】

データパケット(355)に対するサービス品質が高でもなく、中間でもなかった場合、ブロック(938)において、ネットワークノード(102)中のプロセッサ(124)は、サービス品質が低いかに決定するためのソフトウェア(121)を実行する。この実施形態の一実装においては、プロセッサは、データパケット(355)に対するサービス品質が高くも中間でもない場合、デフォルトによって低いサービス品質としてデータパケット(355)を処理する。低いサービス品質のカテゴリは、非実時間のサービス品質である。サービス品質が低い場合、プロセッサ(124)は、スーパーフレーム(330)あたりのスロット数 n_s を決定し、

【0093】

【数7】

$$n_s = \lceil data_size / max_Packet_size \rceil$$

【0094】

である(ブロック(940))。表記「 $data_size$ 」は、アプリケーションのデータサイズを示す。

ブロック(942)において、プロセッサ(124)は、図5、5i及び6を参照し、前述されているようなスロット継続時間を計算する。ブロック(944)において、プロセッサ(124)は、スーパーフレーム(330)において利用可能な時間単位でタイムスロットを検索し、スロット位置が検索されるか決定する(ブロック(948))。スロット位置が首尾よく検索された場合、データパケット(355)がタイムスロットで割り当てられ(ブロック(952))、データパケット(355)が、割り当てられたタイムスロットで送信される(ブロック(954))。スロット位置が首尾よく検索されなかった場合、割り当てられていないスロットは、次のスーパーフレーム(330)に遅延される(ブロック(950))。

【0095】

低い品質サービスのサービスに関し、再試行は、あらゆるスロットにおいて予約されない。各アプリケーションに対して1つの送信だけが1つのスロットにおいて実行される。送信が失敗した場合、再試行は、利用可能な次のスロットにおいて実行される。スーパーフレーム(330)それぞれにおける再試行の合計数は、次のスーパーフレーム(330)において補償される。残りの割り当てられていない時間単位及び予約された競合期間は、ランダムアクセスに使用される。

【 0 0 9 6 】

新しく更に高いレベルのアプリケーションに対応するために不十分なタイムスロットが存在するとき、優先順位に基づいた先取りは、既存の低い優先順位のアプリケーションを先取りするために使用される。この実施形態の一実装においては、アプリケーションそれぞれの優先順位は、0 ~ 7 の値によって指定される。値 7 は最も高い優先順位に対応し、値 0 は最も低い優先順位に対応する。先取りは、新しいアプリケーションの優先順位が、1 つ又は複数の既存アプリケーションのそれよりも高い場合にだけ発生し、更に低い優先順位のアプリケーションは、合計のタイムスロットは、新しいアプリケーションに必要なタイムスロットに等しいか又は多い。先取りが発生するとき、最も低い優先順位を有する最小数のアプリケーションは壊され、新しいアプリケーションが確立される。

10

【 0 0 9 7 】

更に、図 3 のメディアアクセス制御層 (1 8 0) 及び (2 8 0) における適用電力制御プロトコル (1 8 4) 及び (2 8 4) に関する詳細それぞれをここで記載する。リソースの浪費を低減し、システムスループットを改善するために、適用電力制御プロトコル (1 8 3) 及び (2 8 3) は、信号強度補完を有するパケットエラー法を使用する。異なる送信速度において、一定のビット誤り率 (B E R) を用いた必要な S N 比 (S N R) は異なる。一般に更に大きいデータ転送速度は、更に大きい受信信号電力を要求する。例えばデータ転送速度 5 4 M b p s に対する信頼性のある検出電力の閾値は、約 - 7 0 d B m であるが、データ転送速度 1 M b p s に対する信頼性のある検出電力の閾値は、約 - 9 1 d B m である。

20

【 0 0 9 8 】

送信機は、送信者が最大の電力で送信していて、受信信号電力が、一定のデータ転送速度「 r_m 」の信頼性のある検出電力の閾値よりも更に小さい時、データ転送速度「 r_m 」及びそれ以上を試みない。このようにして「 r_m 」に等しいか又はより大きいデータ転送速度を試みることによる失敗が排除される。以下の方程式における電力レベルは、d B 単位である。送信機は、データパケット及びその変流器電力「 P_{Tx} 」に関する情報を送出する。データパケットを受信後、受信機は、受信信号強度 R S S を測定し、経路損失を「 $PL = P_{Tx} - RSS$ 」として見積もる。

【 0 0 9 9 】

チャンネルの経路損失は、平均「 μ_{PL} 」及び「 σ_{PL} 」の標準偏差を有する対数正規分布に従う。「 RSS_{min} 」は、受信機における最小限要求される受信信号の強度である。99%の信用レベルを伴う「 RSS_{min} 」よりも小さい受信信号を防ぐために、次の送信に対する最適な送信電力「 P_{Txopt} 」は、

30

【 0 1 0 0 】

【 数 8 】

$$P_{Txopt} = \mu_{PL} + RSS_{min} + 3\sigma_{PL}$$

【 0 1 0 1 】

として計算される。受信機において、n 番目の受信パケットの経路損失は

40

【 0 1 0 2 】

【 数 9 】

$$PL(n) = P_{Tx}(n) - RSS(n)$$

【 0 1 0 3 】

として計算される。指数加重移動平均 (E W M A) 法を使用し、n 個の受信パケット後の平均の経路損失「 $PL_ave(n)$ 」は

【 0 1 0 4 】

【数 1 0】

$$PL_ave(n) = \alpha PL_ave(n-1) + (1-\alpha) PL(n)$$

【0 1 0 5】

として再帰的に見積もられる。同一の論理によって、経路損失変化の見積りは、

【0 1 0 6】

【数 1 1】

$$PL_var(n) = \beta PL_var(n-1) + (1-\beta)[PL(n) - PL_ave(n)]^2$$

10

【0 1 0 7】

である。「 α 」及び「 β 」が増加するにつれ、見積り変化は減少し、モデルの適用速度は、更に遅くなる。通常、パラメーター「 α 」及び「 β 」は、0.7 ~ 0.9の間で選択される。n番目の受信パケット後の最適な送信電力は、

【0 1 0 8】

【数 1 2】

$$P_{TxOpt}(n) = PL_ave(n) + RSS_{min} + 3\sqrt{PL_var(n)}$$

20

【0 1 0 9】

として計算される。受信機は、最適な送信電力「 $P_{TxOpt}(n)$ 」を送信機に送出し、送信機は、次の送信においては送信電力「 $P_{TxOpt}(n)$ 」を設定する。経路損失がより更に広範囲で変化するとき、緩衝値

【0 1 1 0】

【数 1 3】

$$3\sqrt{PL_var(n)}$$

【0 1 1 1】

もまたパケット損失を保護するように十分大きい。経路損失がほとんど変化しないとき、
緩衝値

30

【0 1 1 2】

【数 1 4】

$$3\sqrt{PL_var(n)}$$

【0 1 1 3】

は小さく、いくらかの送信電力が節約される。

更に、図3のメディアアクセス制御層(180)及び(280)において暗号化プロトコル(183)及び(283)に関する詳細それぞれをここで記載する。傍受、スプーフィング、マスカレード及びリブレイアタックを防ぐために、D A - T D M Aにおけるセキュリティは、3つのセキュリティコンポーネントであるキー管理、インテグリティ及び暗号化によって保証される。

40

【0 1 1 4】

システム(10)及び(11)中のノードは、D A - T D M Aシステムにおいて使用される3つのキーである共有秘密鍵、認証キー及び暗号化キーを実装する。共有秘密鍵は、ハードウェア初期化の間、ノード(100)及びネットワークノード(102 ~ 508)双方にアクセスするために手動で配布される。アクセスノード(100)によってブロードキャストされるサービスの広告及びネットワークノード(102 ~ 508)からの関連リクエストに対する2つのセキュリティオプションがある。

50

【0115】

第1のオプションは、オープンなシステムであって、そこではインテグリティチェックも暗号化も存在しない。このオープンなシステムの利点は、その単純性である。しかし、オープンなシステムは、傍受、マスカレード及び介入者攻撃に影響されやすい。それは、低いセキュリティ要件を有するアプリケーションにおいて使用される。

【0116】

広告及び初期接続に対する第2のセキュリティオプションは、セキュアなシステムであって、インテグリティチェックが、(メッセージ認証コード用ハッシュキー)HMACを使用し実行され、そこでは暗号化は、高度な暗号化の標準規格(AES)を介し実行される。初期にセキュア接続をする間、HMACインテグリティチェック及びAES暗号化双方に使用されるキーは、共有秘密鍵である。HMACは、基本的な反復暗号ハッシュ関数である。HMACのために評判がよい候補となるハッシュ関数は、SHA-1、MD-5及びR1PEMD-128/160である。MD-5単独で衝突検索攻撃の犠牲となることが見つけられたとしても、MD-5を用いたHMACは、この衝突検索攻撃に対し脆弱ではない。SHA-1が広く許容されたハッシュ関数であるため、SHA-1を用いたHMAC、すなわちHMAC-SHA1は、セキュアなシステムにおいてインテグリティチェックのために使用される。

【0117】

各セッション内で使用される認証キー「 K_A 」及び暗号化キー「 K_E 」は、当技術分野で知られているようなDiffie-Hellman交換を使用し、導出される。Diffie-Hellman交換によって、2人のユーザは、セキュアでないチャンネル上のメッセージを介し秘密鍵を導出できる。Diffie-Hellman交換プロトコルは、アクセスノード及びネットワークノード双方においてハードコードされる2つのシステムパラメーター「 p 」及び「 g 」を有する。パラメーター「 p 」は、素数であって、パラメーター「 g 」は「 p 」よりも小さい整数である。

【0118】

ネットワークノードから関連リクエストを受信後、アクセスノードは、私的乱数値「 a 」を生成し、共有乱数値「 $r_a = g^a \bmod p$ 」をネットワークノードに送信する。またネットワークノードは、私的乱数「 b 」も生成し、アクセスノードに共有乱数「 $r_b = g^b \bmod p$ 」を送信する。アクセスノードは、その秘密鍵を「 $(r_b)^a \bmod p$ 」として導出し、ネットワークノードは、秘密鍵を「 $(r_a)^b \bmod p$ 」として計算する。アクセスノード及びネットワークノード双方によって導出される秘密鍵が、同一のキー、すなわち「 $k = (g^b \bmod p)^a \bmod p = (g^a \bmod p)^b \bmod p$ 」であることが知られている。HMACインテグリティチェック及びAES暗号化が、Diffie-Hellmanメッセージ交換において実行されることによって本システムは、介入者の攻撃から自動的に保護される。

【0119】

アプリケーションのデータパケットに関するインテグリティチェック及び暗号化双方は、対称鍵暗号を使用する。またデータパケットに対するインテグリティチェックは、認証セッションキー「 K_A 」を用いたHMAC-SHA1も使用する。暗号化は、暗号化セッションキー「 K_E 」を用いたAESを使用し実行される。ブロックAESは、CTR(カウンター)モードを使用し、ストリームAESに変換される。フレームカウンターは、指示の送信及び受信双方のために使用される。セッションは、カウンターのロールオーバーで強制終了される。

【0120】

かくして図3に記載されているようなネットワークプロトコルスタック(130)又は(140)を含むシステム(10)及び(11)は、4つの主要な高いスループットの利点である保証されたサービス品質、様々な物理的なプラットフォーム上の自動適用及びシームレスな動作及び効率的なエネルギー保持を有する。

【0121】

10

20

30

40

50

例示的なネットワーク(10)及び(11)などの無線DA-TDMA管理ネットワークは、仮想的なキャリア感知機能を回避するために、決定論的スロットスケジューリングを使用し、それによってコントロールオーバーヘッドを大きく低減する。ネットワーク中のノード数が、一定の境界レベルに増加するにつれて、総合的なCSMAのスループットは低下する。しかし、TDMAのスループットは、ノード数が増加するにつれて減少しない。そのような動的TDMAは、802.11eに関し平均しておよそ20%スループットを改善する。

【0122】

競合を基本とするCSMAのMACシステムにおいては、QoSは保証され得ない。DA-TDMAは、決定論的MACアルゴリズムであって、QoSが保証される。例示的なネットワーク(10)及び(11)のようなDA-TDMAネットワークは、802.11及び802.15.4無線通信などの異なる物理層プラットフォーム上で実行するメディアアクセス制御層を含む。無線DA-TDMA管理ネットワークは、新しい物理的なハードウェア技術が無線通信インターフェースコンバージェンスのわずかな修正を用いて開発されているので新しいプラットフォームに適用可能である。

【0123】

802.11及び802.15.4無線ネットワークにおいては、MAC層における4つの主なエネルギーの浪費源である、衝突、オーバーヒアリング、コントロールオーバーヘッド及びアイドルリスニングが存在する。衝突は、データパケットが別のデータパケットで破壊され、再送信が実行される必要があるとき発生する。そのため衝突は、エネルギー消費及び応答待ち時間双方を増大させる。オーバーヒアリングは、ノードが別のノードを目標とするデータパケットを受信する必要があるとき発生する。またコントロールメッセージは、コントロールオーバーヘッドと呼ばれている帯域幅及びエネルギーも消費する。アイドルリスニングは、可能なトラフィック用のチャンネルをリスニングするためのノードを要求し、実際に送信されない。現在の802.11プロトコルにおけるオーバーヒアリング及びアイドルリスニング問題を軽減するために、無線DA-TDMA管理ネットワークは、ピーコンの間だけ目を覚ましているタイムスロットを割り当てられるノードを含む。ノードは、スーパーフレームの休止の間、スリープモードに設定される。そのためオーバーヒアリング及びアイドルリスニングは、記載されている本提案の無線DA-TDMA管理ネットワークにおいて完全に回避される。ノードがピーコン信号を見失った場合、ノードは、次のピーコン信号を受信するまでリスニングし続ける。記載されているこの無線DA-TDMA管理ネットワークにおいては、仮想的な感知は必要とされず、そのためRTS及びCTS制御オーバーヘッドは節約される。DA-TDMAは、CSMAのような競合を基本とするMACではないので、衝突は、DA-TDMAにおけるスケジューリングを介し排除される。したがってDA-TDMAは、現在の802.11及び802.15.4において使用されるCSMAよりもエネルギー効率が良好である。更に、記載されているこの無線DA-TDMA管理ネットワークの密接続適用型の送信電力制御装置はまた、様々な時間で変化するチャネル環境下において送信電力の節約を支援する。

【0124】

本明細書に記載されている速度適用及び送信電力制御装置は、第1の目的が、電力を変更することによって所与の範囲に対し、電力を最小化することである一方で、第2の目的が、所与の範囲を取得するためにデータ転送速度を最大化するような異なる2つの目的を達成する。TPCアルゴリズムに関する制約は、アプリケーションによるデータ転送速度に対するQoSの要求を達成する一方で送信電力を最小化することである。この様にして速度適応及びTPCは、相互に尊重する役割を果たす。

【0125】

本明細書に記載されている実施形態は、複数のタイプの物理層を支援可能であって、自下層の物理層を自動的に検出可能であって、その物理層に対し適切なスーパーフレーム構造を使用できる。更に、本明細書に記載されている実施形態は、必要に応じて低い優先順位のアプリケーションに割り当てられているスロットを取り除くことによって、高い優先

順位のアプリケーションの帯域幅要件を満たし得る。更に、本明細書に記載されている実施形態は、必要な物理層パラメーターがアクセス可能であって制御可能である限り、標準又は独自の任意の物理層においてメディアアクセス制御層を実行できる。

【 0 1 2 6 】

特定の実施形態を本明細書において例示され記載されているが、同一目的を達成するために計算される任意の処理が、示されている特定の実施形態に代用され得ることが当業者に十分に理解されよう。本出願は、本発明の任意の適用物又は変形物が範囲内にあることを意図している。したがって本発明が、請求項及びその同等物によってのみ限定されることを明確に意図している。

【 符号の説明 】

10

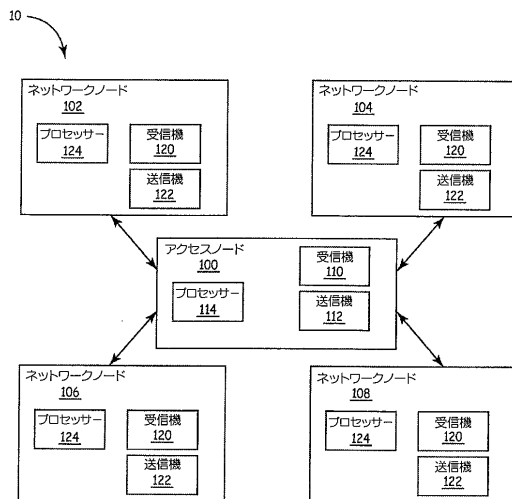
【 0 1 2 7 】

1 2	ノード	
1 3	ノード	
5 0	アプリケーション層	
6 0	T C P / I P 層	
8 0	メディアアクセス制御層	
8 1	物理メディアアクセス制御インターフェース	
8 2	データ転送速度適応機能部	
8 3	暗号化機能部	
8 4	適用電力制御機能部	20
8 6	メディアアクセス制御層	
8 7	キャリア感知多重アクセスメディアアクセス制御機能部	
8 8	物理メディアアクセス制御 (P H Y - M A C) インターフェース	
9 6	アドホック / インフラストラクチャネットワーク移動性管理コントローラー	
1 0 0	アクセスノード	
1 0 2	ネットワークノード	
1 0 3	ネットワークノード	
1 0 4	ネットワークノード	
1 0 6	ネットワークノード	
1 0 8	ネットワークノード	30
1 1 0	受信機	
1 1 2	送信機	
1 1 4	プロセッサ	
1 1 5	記憶媒体	
1 2 0	受信機	
1 2 1	ソフトウェア	
1 2 2	送信機	
1 2 4	プロセッサ	
1 5 0	アプリケーション層	
1 6 0	T C P 層	40
1 7 0	I P 層	
1 8 0	メディアアクセス制御層	
1 8 3	暗号化プロトコル	
1 8 4	適用電力制御プロトコル	
1 8 5	コールバック装置	
1 8 7	時分割多元接続プロトコル	
1 9 0	データ転送速度適用プロトコル	
1 9 2	スロット割り当てプロトコル	
2 2 0	ソフトウェア	
2 5 0	アプリケーション層	50

260 TCP層
 270 IP層
 280 メディアアクセス制御層
 283 暗号化プロトコル
 284 適用電力制御プロトコル
 285 コールバック装置
 287 時分割多元接続プロトコル
 290 データ転送速度適用プロトコル
 292 スロット割り当てプロトコル
 350 システムレベル(複数)

10

【図1A】



【図1B】

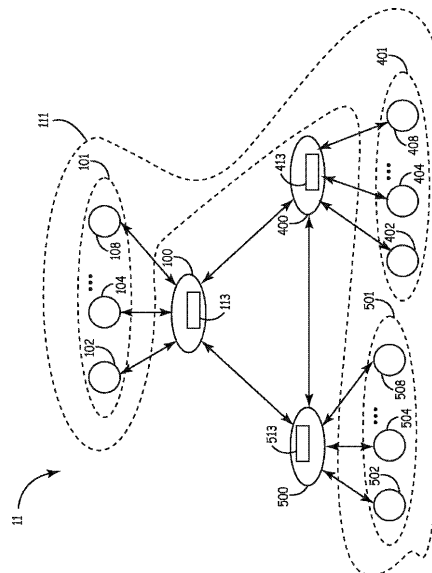
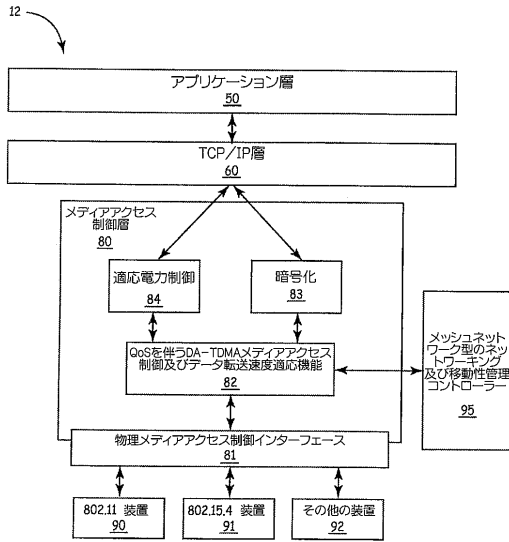
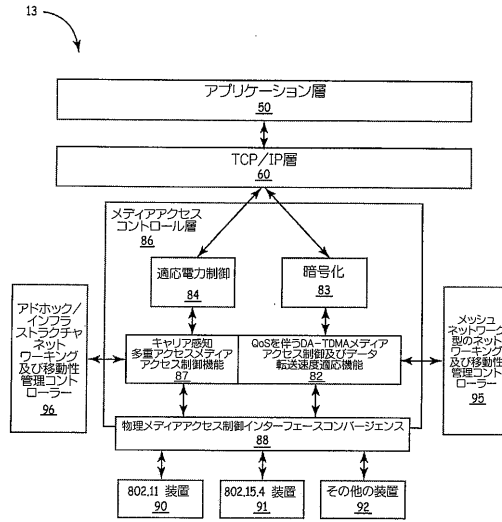


FIG. 1B

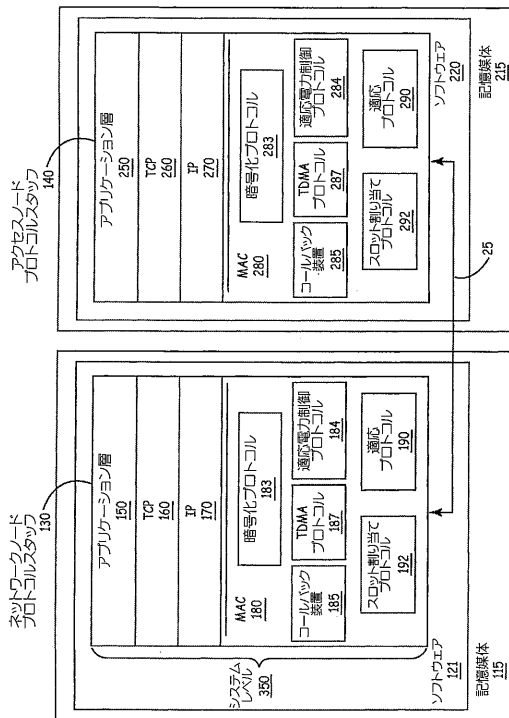
【図 2 A】



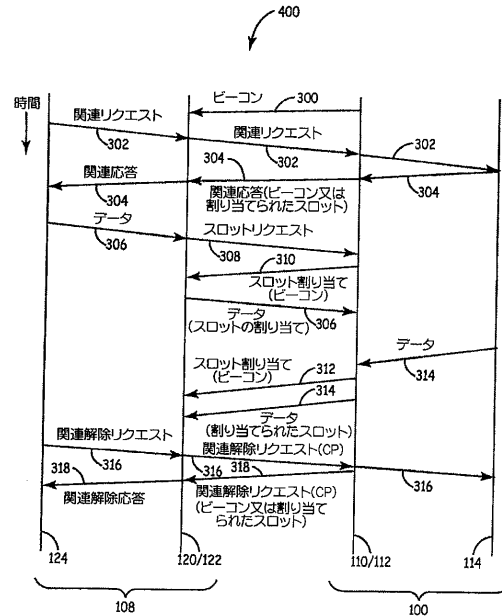
【図 2 B】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

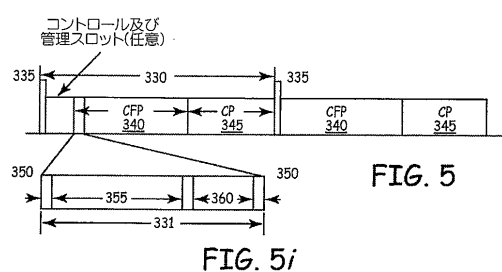
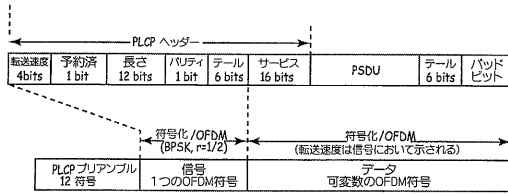


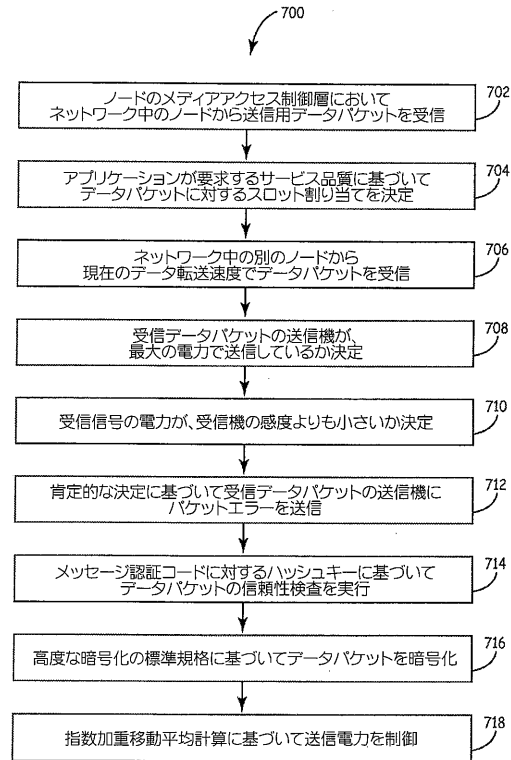
FIG. 5

FIG. 5i

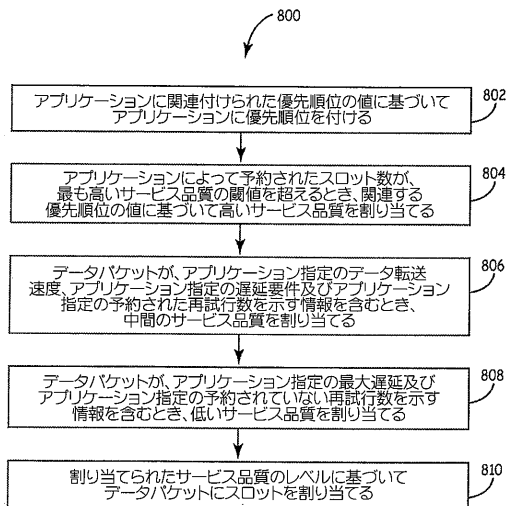
【図 6】



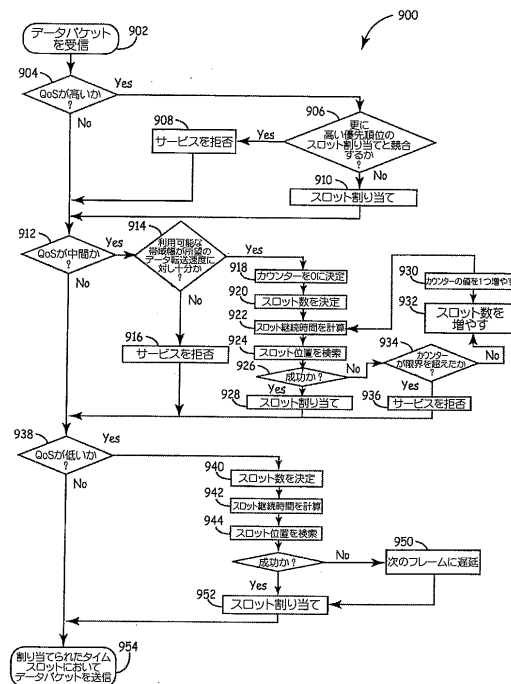
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100107696
弁理士 西山 文俊
- (72)発明者 ロイ, アローク
アメリカ合衆国メリーランド州 2 0 8 7 8 - 2 2 9 2 , ゲーザーズバーグ, ポストウィック・レイ
ン 4 0 1
- (72)発明者 ゼン, ドンソン
アメリカ合衆国メリーランド州 2 0 8 7 4 , ジャーマンタウン, ブロムフィールド・ロード 1 4
0 3 5
- (72)発明者 マハセナン, アルン・ヴィ
インド国カルナータカ州 5 6 0 0 7 6 パンガロール, パンナーガッタ・ロード 1 5 1 / 1
- (72)発明者 コレ, ヴィナヤク・エス
インド国カルナータカ州 5 8 0 0 7 8 パンガロール, ラマンナ・ロード, メイン 2 2 ビー, ナ
ンバー 3 6

審査官 山中 実

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 0 6 / 0 9 5 3 2 3 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 0 5 / 0 5 5 5 3 3 (W O , A 1)
特開 2 0 0 1 - 1 1 1 5 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 0 9 5 5 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 5 / 0 0 6 1 5 0 (W O , A 1)
特開 2 0 0 2 - 0 2 7 5 3 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 4 4 7 1 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 3 8 8 1 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04B 7/24- 7/26
H04W 4/00-99/00
H04J 3/00