

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5974226号
(P5974226)

(45) 発行日 平成28年8月23日 (2016. 8. 23)

(24) 登録日 平成28年7月29日 (2016. 7. 29)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4W 28/08	(2009.01)	HO4W	28/08		
HO4W 72/04	(2009.01)	HO4W	72/04	1 1 1	
HO4W 84/18	(2009.01)	HO4W	84/18	1 1 0	

請求項の数 30 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2015-534448 (P2015-534448)	(73) 特許権者	507293480
(86) (22) 出願日	平成24年9月29日 (2012. 9. 29)		アダプティブ スペクトラム アンド シ
(65) 公表番号	特表2015-534772 (P2015-534772A)		グナル アライメント インコーポレイ
(43) 公表日	平成27年12月3日 (2015. 12. 3)		テッド
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/058157		アメリカ合衆国 94065 カリフォル
(87) 国際公開番号	W02014/051630		ニア州 レッドウッド シティ ツイン
(87) 国際公開日	平成26年4月3日 (2014. 4. 3)		ドルフィン ドライブ 333
審査請求日	平成27年5月26日 (2015. 5. 26)	(74) 代理人	110000877
			龍華国際特許業務法人
		(74) 代理人	100083806
			弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100111235
			弁理士 原 裕子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線インターフェースを介して複数のブロードバンド接続を集約するための最適化コントロールシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

システムにより具現化される命令を実行するためのプロセッサ及びメモリと、
複数の無線トランシーバと、

前記システムを通じて2つ以上の無線通信ノードと互いにインターフェース接続するためのトラフィックコーディネータであって、前記無線通信ノードの各々が前記システムから独立したWAN (wide Area Network) バックホール接続へのアクセスを有するトラフィックコーディネータと、

第1の複数の無線トランシーバを介して確立される第1の無線通信ノードとの1つ以上の無線通信インターフェースであって、前記第1の無線通信ノードは第1のWANバックホール接続へのアクセスを有する無線通信インターフェースと、

第2の複数の無線トランシーバを介して確立される第2の無線通信ノードとの1つ以上の無線通信インターフェースであって、前記第2の無線通信ノードは前記第1のWANバックホール接続とは異なる第2のWANバックホール接続へのアクセスを有する無線通信インターフェースと、

前記システムを介するトラフィックフロー及び前記システムが動作する無線環境に関する情報を受信するコントロールモジュールであって、WAN接続及びWANバックホール接続との第1及び第2の無線通信インターフェースの接続の形成及び継続を制御するコマンドを発行し、前記無線通信インターフェースに関する構成及びリソース割り当てのための命令を更に提供するコントロールモジュールと

10

20

を備える、システム。

【請求項 2】

前記コントロールモジュールはBACKシステム(Broadband Access point Control Keeper system)内で具現化され、前記BACKシステムは前記第1の無線通信ノードにおける設定を制御し、前記第2の無線通信ノードにおける設定を制御し、又は前記第1及び第2の無線通信ノードの両方における設定を制御し、

前記設定は、

各第1又は第2の無線通信インターフェースに影響を与える無線リンク接続設定、

前記各第1又は第2の無線通信インターフェースに影響を与えるチャンネル割り当て、

各第1又は第2のWANバックホール接続に影響を与えるブロードバンド接続設定、

STA(network stations)、AP(network Access Points)、及び前記各第1又は第2のWANバックホール接続へのアクセスが提供される前記STA及び/又はAPにおけるブロードバンドバックホール接続の間の接続割り当て、

データパケットのフローに対するIP(Internet Protocol)アドレス割り当て、

フローの各第1及び第2のサブセットに対するIPアドレス割り当て、

データパケットのフローに対するQoS(Quality of Service)分類、

フローの各第1及び第2のサブセットに対するQoS分類、

データパケットのフロー、フローの各第1及び第2のサブセット、又は両方に対するQoSスロットルパラメータ、

利用可能なWANバックホール接続によるフローの各第1及び第2のサブセット及び利用可能なWANバックホール接続におけるタイムスロットのルーティング、

データパケットのフロー、フローの各第1及び第2のサブセット、又は両方に影響を与えるロードバランシングパラメータ、及び

前記第1の無線通信ノード、前記第2の無線通信ノード又は前記第1及び第2の無線通信ノードの両方により処理される全てのトラフィックに対するフェアネス基準

から選択される、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記第1の無線通信ノードは無線AP(wireless Access Point)内で具現化され、前記無線APは、通信可能にインターフェース接続される1つ以上のノードのためにLAN(Local Area Network)を確立し、

前記システムは、前記LAN内のノードと通信し且つ前記ノードを制御し、

前記システムは、前記LAN内の前記ノードとの通信及び制御を介して前記第1のWANバックホール接続へのアクセスを確立する、請求項1に記載のシステム。

【請求項 4】

前記第2の無線通信ノードは第2の無線AP内で具現化され、前記第2の無線APは、通信可能にインターフェース接続される1つ以上のノードのために第1のLANとは異なる第2のLANを確立し、

前記システムは、前記第2のLAN内のノードと通信し且つ前記ノードを制御しつつ、同時に前記第1のLAN内の前記ノードと通信し且つ前記ノードを制御し、

前記システムは、前記第2のLAN内のノードとしての参加を介して前記第2のWANバックホール接続へのアクセスを確立する、請求項3に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第1の無線通信ノードは、ネットワークルータ内で具現化され、

前記ネットワークルータは、前記第1のWANバックホール接続への接続を確立し、

前記システムは、前記ネットワークルータとの前記第1の無線通信インターフェースを介して前記第1のWANバックホール接続へのアクセスを確立する、請求項1に記載のシ

10

20

30

40

50

ステム。

【請求項 6】

前記第 1 の無線通信ノードは、前記第 1 の W A N バックホール接続に直接インターフェース接続されるモデム内で具現化され、

前記システムは、前記モデムを介して前記第 1 の W A N バックホール接続へのアクセスを確立する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記第 1 の無線通信ノードは L A N (L o c a l A r e a N e t w o r k) 内でピアノードとして動作する無線ステーション内で具現化され、前記ピアノードは前記 L A N を介して前記第 1 の W A N バックホール接続へのアクセスを有し、

前記第 1 の無線通信インターフェースは、前記ピアノードとのピアツーピア接続を含み、

前記システムは、前記ピアノードとの前記ピアツーピア接続を介して前記第 1 の W A N バックホール接続へのアクセスを確立する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記システムに対する前記コントロールモジュールの機能が、

リモートサーバ、

前記第 1 の無線通信装置、

前記第 2 の無線通信装置、

前記第 1 の無線通信ノード、

前記第 2 の無線通信ノード、

ルータ、

スイッチ、及び

ブロードバンド集約装置

を含むリストから選択される 1 つ以上の物理的装置に分散される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記第 1 の無線通信ノード及び前記第 2 の無線通信ノードの各々が、

セルラ電話互換装置、

3 G (t h i r d g e n e r a t i o n) 互換装置、

4 G (f o u r t h g e n e r a t i o n) 互換装置、

L T E (L o n g T e r m E v o l u t i o n) 互換装置、

W i F i アクセスポイント、

W i F i ステーション、

モデム、

ルータ、

ゲートウェイ、

D S L (D i g i t a l S u b s c r i b e r L i n e) C P E (C u s t o m e r P r e m i s e s E q u i p m e n t) モデム、

宅内電力線装置、

H P N A (H o m e P h o n e l i n e N e t w o r k A l l i a n c e) ベースの装置、

宅内同軸分配装置、

G . h n 互換装置、

宅内計測通信装置、

前記 L A N と通信可能にインターフェース接続される宅内機器、

無線フェムトセル基地局、

無線ピコセル基地局、

無線スモールセル基地局、

無線互換基地局、

10

20

30

40

50

無線移動装置リピータ、
 無線移動装置基地局、
 イーサネットゲートウェイ、
 前記LANに接続されるコンピュータ装置、
 ホームプラグ装置、
 IEEE P1901標準互換アクセスBPL (Broadband over Power Line) 装置、
 イーサネット接続コンピュータ周辺装置、
 イーサネット接続ルータ、
 イーサネット接続無線ブリッジ、
 イーサネット接続ネットワークブリッジ、及び
 イーサネット接続ネットワークスイッチ
 を含む装置のグループから選択される、請求項1に記載のシステム。

10

【請求項10】

前記システムを介するデータパケットのフローは、フローの第1のサブセットが前記第1のWANバックホール接続を介してルーティングされ且つフローの第2のサブセットが第2のWANバックホール接続を介してルーティングされるように、前記システムの前記トラフィックコーディネータにより管理される、請求項1に記載のシステム。

【請求項11】

前記システムを介するデータパケットのフローが前記トラフィックコーディネータにより管理されることは、フローの各第1又は第2のサブセットを伝達するために前記各第1又は第2のWANバックホール接続のタイムスロットを分配することによりデータパケットのフローを管理することを含む、請求項10に記載のシステム。

20

【請求項12】

データパケットのフローの各第1又は第2のサブセットは、アプリケーションと関係付けられるトラフィック、インターフェースと関係付けられるトラフィック、サービス指定と関係付けられるトラフィック、及びQoS (Quality of Service) レベル、フロー又はタグと関係付けられるトラフィック

30

に基づいて前記第1又は第2のWANバックホール接続の1つにより提供されるように前記システムの前記トラフィックコーディネータにより割り当てられる、請求項10に記載のシステム。

【請求項13】

前記システムとの前記第1及び第2の無線通信インターフェースは周波数分割多重化され、前記第1及び第2の無線通信インターフェースの各々が前記システムにより管理される別個の周波数バンドと関係付けられ、

前記システムは、前記システムにより管理される前記周波数バンドを使用して、各第1及び第2のWANバックホール接続へ、前記第1及び第2の無線通信インターフェースを介する集約化WANバックホール接続を提供する、請求項1に記載のシステム。

40

【請求項14】

前記システムとの前記第1及び第2の無線通信インターフェースは時分割多重化され、前記第1及び第2の無線通信インターフェースの各々が前記システムにより管理される非重複タイムスロットと関係付けられ、

前記システムは、前記システムにより管理される前記非重複タイムスロットを使用して、各第1及び第2のWANバックホール接続へ、前記第1及び第2の無線通信インターフェースを介する集約化WANバックホール接続を提供する、請求項1に記載のシステム。

【請求項15】

フローの第1のサブセットが前記第1のWANバックホール接続を介してルーティングされ且つフローの第2のサブセットが前記第2のWANバックホール接続を介してルーテ

50

イングされるように、パケットのフローを管理することは、

前記第1のWANバックホール接続により伝達されるタイムスロットにフローの第1のサブセットを割り当てること、及び

前記第2のWANバックホール接続により伝達されるタイムスロットにフローの第2のサブセットを割り当てること

を含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項16】

前記第1及び第2のWANバックホール接続とは異なる対応する第3、第4及び/又は第5のWANバックホール接続へのアクセスを有する対応する第3、第4及び/又は第5の無線通信ノードとの第3、第4及び/又は第5の無線通信インターフェースを更に備え

10

、
前記システムは、

(a) 各第1、第2、第3、第4及び/又は第5のWANバックホール接続との全ての利用可能な無線通信インターフェースを介する接続の性能を測定し、

(b) データパケットのフローを提供するために2つ以上の利用可能なWANバックホール接続を選択する

ためのバックホール評価モジュールを更に備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項17】

(a) 全ての利用可能な無線通信インターフェースを介する接続性の性能を測定し、

(b) 以下の、

20

評価された無線通信インターフェースと関係付けられるWANバックホール接続タイプのプレファレンス、

前記システムと提供中のWANバックホール接続との間のノードホップの数、

評価された無線通信インターフェースの評価された信号強度、

評価された無線通信インターフェース、対応するWANバックホールインターフェース、又はこれら両方における評価されたトラフィック輻輳、及び

評価された無線通信インターフェース、対応するWANバックホールインターフェース、又はこれら両方における評価された利用可能な容量

に基づいて、データパケットのフローを提供するために2つ以上の利用可能な無線通信インターフェースを選択する

30

ためのバックホール評価モジュールを更に備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項18】

前記システムから前記WANバックホールと通信し且つ前記WANバックホールを制御する手段を更に備える、請求項17に記載のシステム。

【請求項19】

第1の無線通信ノードとの1つ以上の無線通信インターフェースを確立するステップであって、前記第1の無線通信ノードは第1のWAN(Wide Area Network)バックホール接続へのアクセスを有するステップと、

第2の無線通信ノードとの1つ以上の無線通信インターフェースを確立するステップであって、前記第2の無線通信ノードは前記第1のWANバックホール接続とは異なる第2のWANバックホール接続へのアクセスを有するステップと、

40

前記無線通信インターフェースに関する構成及びリソース割り当てのための命令を発行するステップと、

複数のネットワーク要素又は管理システムからトラフィック及び無線環境に関する情報を収集して分析するステップと、

収集した情報及び分析に基づいてWAN接続及びWANバックホール接続との第1及び第2の無線通信インターフェースの接続の確立及び継続を制御するステップと

を含む、方法。

【請求項20】

フローの第1のサブセットが前記第1のWANバックホール接続を介して送信され且つ

50

フローの第2のサブセットが前記第2のWANバックホール接続を介して送信されるように、データパケットのフローが管理され、

前記WAN接続及び前記WANバックホール接続に対するスケジューリング及びルーティング命令を提供するためにコマンドが発行される、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

スケジューリングアルゴリズム、ロードバランシングアルゴリズム、又はこれら両方によって第1及び第2のWANバックホール接続の各々を介するデータパケットのフローを最適化するステップ

を更に含む、請求項19に記載の方法。

【請求項22】

決定されたスケジューリング及びロードバランシングストラテジーの遂行として構成パラメータを実装するために、前記第1の無線通信ノード又は第2の無線通信ノード又はこれら両方に構成命令を発行するステップ

を更に含む、請求項19に記載の方法。

【請求項23】

前記構成命令は、前記第1の無線通信ノード又は前記第2の無線通信ノード又はこれら両方から取得した1つ以上の性能測定基準に少なくとも部分的に基づく、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記構成命令を発行することは、測定された性能を改善するために前記構成命令を反復して発行することを含み、

複数の反復の各々は、

(a) 前記第1の無線通信ノード又は前記第2の無線通信ノード又はこれら両方から1つ以上の性能測定基準を取得すること、

(b) 取得した性能測定基準を評価すること、

(c) 更新されたスケジューリング及びロードバランシングストラテジーの遂行として更新された構成パラメータを決定すること、及び

(d) 前記更新された構成パラメータを実装するために、前記第1の無線通信ノード又は前記第2の無線通信ノード又はこれら両方に更新された構成命令を発行すること

を少なくとも含む、請求項22に記載の方法。

【請求項25】

前記複数の反復の各々は、履歴トラフィックデータの評価を更に含む、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

前記構成命令を発行することは、

利用可能な性能チューニングパラメータ、

利用可能な履歴トラフィックデータ、

地理的位置認識マップ内の利用可能な履歴無線リンク性能データ、

地理的位置認識マップ内の利用可能な性能及び三角測量データ、

利用可能な選択的QoS (Quality of Service) パラメータ、

基礎無線ネットワークポロジに関する利用可能な情報、

無線ネットワークにおける干渉に関する利用可能な情報、

1つ以上の信頼性目標への偏向、及び

集約化WANバックホール接続に参加する装置に対する利用可能な報酬及びインセンティブ

の1つ以上に基づく評価を含む、請求項19に記載の方法。

【請求項27】

前記構成命令を発行することは、WANバックホール接続へのアクセスを有する無線通信ノードとの無線通信インターフェースをユーザが許可することに基づいて集約化WANバックホール接続内のデータパケットのフローに対して増加帯域幅を割り当てることを含

10

20

30

40

50

む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 28】

プロセッサによって実行されると前記プロセッサに以下の動作を実行させる命令が記憶された一時的でないコンピュータ可読記憶媒体であって、

前記動作は、

第 1 の無線通信ノードとの第 1 の無線通信インターフェースを確立することであって、前記第 1 の無線通信ノードは第 1 の W A N (W i d e A r e a N e t w o r k) バックホール接続へのアクセスを有すること、

第 2 の無線通信ノードとの第 2 の無線通信インターフェースを確立することであって、前記第 2 の無線通信ノードは前記第 1 の W A N バックホール接続とは異なる第 2 の W A N バックホール接続へのアクセスを有すること、

フローの第 1 のサブセットが第 1 の W A N バックホール接続を介して送信され且つフローの第 2 のサブセットが第 2 の W A N バックホール接続を介して送信されるように、データパケットのフローを管理すること、

複数のネットワーク要素又は管理システムからトラフィック及び無線環境に関する情報を収集して分析すること、及び

収集した情報及び分析に基づいて W A N 接続及び W A N バックホール接続への前記第 1 及び第 2 の無線通信インターフェースの接続の確立及び継続を制御すること

を含む、一時的でないコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 29】

前記 W A N 接続及び前記 W A N バックホール接続に対するスケジューリング及びルーティング命令を提供するためにコマンドが発行される、請求項 28 に記載の一時的でないコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 30】

決定されたスケジューリング及びロードバランシングストラテジーの遂行として構成パラメータを実装するために、前記第 1 の無線通信ノード又は第 2 の無線通信ノード又はこれら両方に構成命令を発行することを更に含み、

前記構成命令を発行することは、

(a) 前記第 1 の無線通信ノード又は前記第 2 の無線通信ノード又はこれら両方から 1 つ以上の性能測定基準を取得すること、

(b) 取得した性能測定基準を評価すること、

(c) 更新されたスケジューリング及びロードバランシングストラテジーの遂行として更新された構成パラメータを決定すること、及び

(d) 前記更新された構成パラメータを実装するために、前記第 1 の無線通信ノード又は前記第 2 の無線通信ノード又はこれら両方に更新された構成命令を発行すること

を少なくとも含む、請求項 28 に記載の一時的でないコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載の主題は、概して、コンピューティングの分野に関し、より詳細には、無線インターフェースを介して複数のブロードバンド接続を集約するための最適化コントロールシステムを実装及び使用するための装置、システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

(著作権表示)

本特許文書の開示の一部は著作権によって保護される資料を含んでいる。著作権者は、特許文献又は特許開示が特許商標庁の特許出願又は記録に現れるものについては、何人によるこれらの複製に対して異議を持たないが、それ以外はどのようなものであっても全ての著作権を保有する。

【0003】

背景欄で検討される主題は、単に背景欄で言及された結果として先行技術であるとみなされるべきではない。同様に、背景技術の欄で言及される又は背景技術の欄の主題と関係付けられる課題は、先行技術で以前に認識されていたと推定されるべきではない。背景技術の欄における主題は単に異なる手法を表しているに過ぎず、それら自体は請求項に記載の主題の実施形態に対応してもよい。

【0004】

コンピュータネットワークにおいて、WAP（無線アクセスポイント；wireless access point）は、Wi-Fi、Bluetooth（登録商標）又は他の関連する標準を用いて無線装置が有線ネットワークに接続できるようにする装置である。無線アクセスポイントは、通常、ルータに接続され、又はルータ自身として動作する。

10

【0005】

無線アクセスポイントはありふれているが、従来から提供されているこのような無線アクセスポイントは最も効率のよいやり方で動作することができず、様々なやり方で改善され得る。

【0006】

従って、現行技術は、本明細書に記載の無線インターフェースを介して複数のブロードバンド接続を集約するための最適化コントロールシステムを実装及び使用するための装置、システム及び方法から利益を得るであろう。

【図面の簡単な説明】

20

【0007】

実施形態は、限定的ではなく、例示目的で示されており、以下の詳細な説明を参照して図面と併せて検討すればより完全に理解され得る。

【図1】実施形態が動作可能な例示的なアーキテクチャを示す。

【図2A】実施形態が動作し、設置され、統合され、又は構成され得るシステムの図表現を示す。

【図2B】実施形態が動作し、設置され、統合され、又は構成され得るシステムの代替的な図表現を示す。

【図2C】実施形態が動作し、設置され、統合され、又は構成され得るシステムの代替的な図表現を示す。

30

【図2D】実施形態が動作し、設置され、統合され、又は構成され得るシステムの代替的な図表現を示す。

【図3A】記載された実施形態による無線インターフェースを介して複数のブロードバンド接続を集約するための最適化コントロールシステムを実装及び使用するための方法を示すフローチャートである。

【図3B】実施形態が動作し得るBACK制御プレーンの代替的な図表現を示す。

【図3C】実施形態が動作し得る無線通信インターフェースの代替的な図表現を示す。

【図4】一実施形態に従うコンピュータシステムの例示的態様で機械の図表現を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

40

本明細書には、無線インターフェースを介して複数のブロードバンド接続を集約するための最適化コントロールシステムを実装及び使用するための装置、システム及び方法が記載される。

【0009】

一実施形態によれば、例示的なシステムは、システムにより具現化される命令を実行するためのプロセッサ及びメモリと、複数の無線トランシーバと、システムを介して2つ以上の無線通信ノードとインターフェース接続するトラフィックコーディネータであって、無線通信ノードの各々がシステムから独立したWAN（wide Area Network）バックホール接続へのアクセスを有するトラフィックコーディネータと、第1の複数の無線トランシーバを介して確立される第1の無線通信ノードとの第1の無線通信イン

50

ターフェースであって、第1の無線通信ノードは第1のWANバックホール接続へのアクセスを有する第1の無線通信インターフェースと、第2の複数の無線トランシーバを介して確立される第2の無線通信ノードとの第2の無線通信インターフェースであって、第2の無線通信ノードは第1のWANバックホール接続とは異なる第2のWANバックホール接続へのアクセスを有する第2の無線通信インターフェースと、システム内のトラフィックフロー及びシステムが動作する無線環境に関する情報を受信するコントロールモジュールであって、WAN接続及びWANバックホール接続との第1及び第2の無線通信インターフェースの接続の形成及び持続を制御するコマンドを発行し、無線通信インターフェースに関する構成及びリソース割り当てのための命令を更に提供するコントロールモジュールとを含んでもよい。

10

【0010】

以下の記載において、様々な実施形態の完全な理解を提供するために、特定のシステム、言語、構成要素等の例として多くの特定の詳細が説明される。しかしながら、当業者には、こうした特定の詳細は開示された実施形態を実施するために必ずしも用いなくてもよいことが明白であろう。他の例では、開示された実施形態を不必要に不明確にするのを避けるために、周知の材料又は方法は詳細に記載されていない。

【0011】

図面に描かれた及び本明細書に記載された様々なハードウェア構成要素に加えて、実施形態は以下に記載される様々な動作を更に含む。このような実施形態に従って記載された動作は、ハードウェア要素によって実行され、又は命令と共にプログラミングされた汎用若しくは専用プロセッサに動作を実行させるために使用可能な機械実行可能命令で具現化されてもよい。代替的に、コンピュータプラットフォームの1つ以上のプロセッサ及びメモリを介して本明細書に記載される動作を実行するソフトウェア命令を含むソフトウェア及びハードウェアの組み合わせによって実行されてもよい。

20

【0012】

また、実施形態は、本明細書に記載の動作を実行するためのシステム又は装置に関する。開示されたシステム又は方法は要求される目的のために専用に構築されてもよく、又はコンピュータに記憶されるコンピュータプログラムによって選択的に起動又は再構成される汎用コンピュータを備えてもよい。このようなコンピュータプログラムは、限定されないが、フロッピー（登録商標）ディスク、光学ディスク、フラッシュ、NAND、SSD (solid state drive)、CD-ROM及び磁気光学ディスクを含む任意の種類ディスク、各々がコンピュータシステムバスに結合されるRAM (random access memor)、EPROM、EEPROM、磁気若しくは光学カード、又は一時的でない電子命令を記憶するのに適した任意の種類媒体等の一時的でないコンピュータ可読記憶媒体 (non-transitory computer readable storage medium) に記憶されてもよい。一実施形態では、命令が記憶された一時的でないコンピュータ可読記憶媒体は、装置内の1つ以上のプロセッサに本明細書に記載の方法及び動作を実行させる。別の実施形態では、このような方法及び動作を実行するための命令は、後で実行するために一時的でないコンピュータ可読媒体に記憶される。

30

40

【0013】

本明細書に提示されるアルゴリズム及びディスプレイは、本質的に特定のコンピュータ又は他の装置に関連せず、特定のプログラミング言語を参照して記載された実施形態でもない。本明細書に記載の実施形態の教示を実装するために様々なプログラミング言語が使用されてもよいことが理解されるであろう。

【0014】

図1は、実施形態が動作可能な例示的なアーキテクチャ100を示す。スプリッタを含み又は含まなくてもよい非対称型デジタル加入者回線 (Asymmetric Digital Subscriber Line; ADSL) システム (デジタル加入者回線 (DSL) の一態様) は、全てボンディング (bonding) 有り及び無しで、ADSL

50

1 (G.992.1)、ADSL-Lite (G.992.2)、ADSL2 (G.992.3)、ADSL2-Lite G.992.4、ADSL2+ (G.992.5) 及び G.993.x の新たな超高速デジタル加入者回線 (Very-high-speed Digital Subscriber Line) 又は超高速ビット速度デジタル加入者回線 (Very high-bitrate Digital Subscriber Line; VDSL) 標準、並びに G.991.1 及び G.991.2 の SHDSL (Single-Pair High-speed Digital Subscriber Line) 標準、及び/又は G.997.1 標準 (別名、G.ploam) 等の様々な適用可能な標準に従って動作する。

【0015】

本明細書に記載の実施形態によれば、住宅消費者及び企業消費者を含むエンドユーザ消費者は、インターネットサービスプロバイダ (ISP) 等のサービスプロバイダに又は複数の加入者への1つ以上のデータ接続、音声接続、映像接続、及び移動装置接続を提供するサービスプロバイダにワイドエリアネットワーク (WAN) バックホール接続を経由してインターネットに接続してもよい。このようなサービスプロバイダは、例えばアナログ電話サービス (例えば、POTS (Plain Old Telephone Service)) を伝達するのに従来利用された銅ツイストペア電話回線を少なくとも部分的に介してインターネット帯域幅を加入しているエンドユーザに提供するデジタル加入者回線 (DSL) インターネットサービスプロバイダ、例えば「ケーブル」テレビ信号を伝達するのに従来利用された同軸ケーブルを少なくとも部分的に介してインターネット帯域幅をエンドユーザに提供する同軸ケーブルインターネットサービスプロバイダ、又は顧客宅内で終端する光ファイバケーブルを介してインターネット帯域幅をエンドユーザに提供する光ファイバインターネットサービスプロバイダを含んでもよい。アナログ電話ベースの接続を介してアナログ信号としてインターネット帯域幅を提供する ISP、一方向又は双方向衛星接続を介してインターネット帯域幅を提供する ISP、及びエンドユーザの宅内に商用電源 (例えば、電気) を提供するのに従来利用された電力線等の電力線を少なくとも部分的に介してインターネット帯域幅を提供する ISP、又はホットスポットにおける無線 (例えば、WiFi) 接続等の無線チャネル又は WiMax、3G/4G、LTE 等の技術及び標準を介する移動データ接続を少なくとも部分的に介してインターネット帯域幅を提供する ISP 等の他の変種も存在する。

【0016】

開示された機能を実行する際に、システムは、アクセスノード (Access Node; AN) で利用可能な様々な動作データ (性能データを含む) を利用してもよい。

【0017】

図1において、ユーザの端末装置 102 (例えば、加入者宅内機器 (Customer Premises Equipment; CPE) 装置又は遠隔端末装置、ネットワークノード、LAN装置等) はホームネットワーク 104 に結合され、次にネットワーク終端 (Network Termination; NT) 装置 108 に結合される。DSL トランシーバ装置 (ADSL Transceiver Unit; TU) が更に描かれている (例えば、DSL ループ又は回線における変調を行う装置)。一実施形態では、NT 108 は、TU R (TU Remote) 122 (例えば、ADSL 又は VDSL 標準の1つに定義されたトランシーバ) 又は任意の他の適切なネットワーク終端モデム、トランシーバ若しくは他の通信装置を含む。NT 装置 108 は、管理エンティティ (Management Entity; ME) 124 も含む。管理エンティティ 124 は、任意の適用可能な標準及び/又は他の基準に従って要求されるように実行可能な、ファームウェア又はハードウェアにおけるマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、又は回路状態マシン等の任意の適切なハードウェア装置であり得る。管理エンティティ 124 は、特に、管理情報ベース (Management Information Base; MIB) において動作データを収集及び記憶する。MIB は、管理者コンソール/プログラムに提供するためにネットワーク装置から情報を集めるために使用される簡易ネットワーク

10

20

30

40

50

管理プロトコル (Simple Network Management Protocol ; SNMP)、アドミニストレーションプロトコル等のネットワーク管理プロトコルを介して、又は通信ネットワーク要素間で応答及びコマンドをプログラミングするために使用される周知のコマンド言語である TL 1 コマンドを介してアクセス可能な各 ME によって維持される情報のデータベースである。

【 0 0 1 8 】

システム内の各 TU - R 1 2 2 は、中央局 (Central Office ; CO) 又は他の中央の場所における TU - C (TU Central) に結合されてもよい。 TU - C 1 4 2 は、中央局 1 4 6 におけるアクセスノード (Access Node ; AN) 1 1 4 に設置される。同様に、管理エンティティ 1 4 4 は、 TU - C 1 4 2 に関する動作データの MIB を維持する。当業者には理解されるように、アクセスノード 1 1 4 は、ブロードバンドネットワーク 1 0 6 又は他のネットワークに結合されてもよい。 TU - R 1 2 2 及び TU - C 1 4 2 は、 ADSL の場合には、 DSL ベース通信以外の他の通信サービスを伝達し得る電話回線等のツイストペア回線であり得る ループ 1 1 2 によって互いに結合される。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示されている複数のインターフェースは、動作データを決定及び収集するために使用される。 Q インターフェース 1 2 6 は、事業者のネットワーク管理システム (Network Management Station ; NMS) 1 1 6 とアクセスノード 1 1 4 における ME 1 4 4 との間のインターフェースを提供する。 G . 9 9 7 . 1 標準で特定されるパラメータは、 Q インターフェース 1 2 6 に適用される。管理エンティティ 1 4 4 でサポートされる近端パラメータは TU - C 1 4 2 から得られ、一方で、 TU - R 1 2 2 からの遠端パラメータは UA インターフェース上の 2 つのインターフェースのいずれによっても得られてもよい。インジケータビット及び EOC メッセージは、組み込みチャネル 1 3 2 を使用して送信され且つ PMD (Physical Media Dependent) 層で提供されてもよく、 ME 1 4 4 において要求される TU - R 1 2 2 のパラメータを生成するために使用されてもよい。代わりに、 OAM (Operations , Administration and Management) チャネル及び適切なプロトコルが、管理エンティティ 1 4 4 によって要求された場合に TU - R 1 2 2 からパラメータを取得するために使用されてもよい。同様に、 TU - C 1 4 2 からの遠端パラメータは、 U インターフェース上の 2 つのインターフェースによって得られてもよい。 PMD 層で提供されるインジケータビット及び EOC メッセージは、 NT 装置 1 0 8 の管理エンティティ 1 2 4 において要求される TU - C 1 4 2 のパラメータを生成するために使用されてもよい。代わりに、 OAM チャネル及び適切なプロトコルが、管理エンティティ 1 2 4 によって要求された場合に TU - C 1 4 2 からパラメータを取得するために使用されてもよい。

【 0 0 2 0 】

(ループ 1 1 2 と呼ばれる) U インターフェースにおいて、 TU - C 1 4 2 (U - C インターフェース 1 5 7) に 1 つ及び TU - R 1 2 2 (U - R インターフェース 1 5 8) に 1 つの 2 つの管理インターフェースが存在する。インターフェース 1 5 7 は、 TU - C の近端パラメータを提供して TU - R 1 2 2 が U インターフェース / ループ 1 1 2 を介して取得する。同様に、 U - R インターフェース 1 5 8 は、 TU - R の近端パラメータを提供して TU - C 1 4 2 が U インターフェース 1 1 2 を介して取得する。適用されるパラメータは、使用されるトランシーバ標準 (例えば、 G . 9 9 2 . 1 又は G . 9 9 2 . 2) に依存してもよい。 G . 9 9 7 . 1 標準は、 U インターフェースを横断する選択的な OAM (Operation , Administration , and Maintenance) 通信チャネルを特定する。このチャネルが実装されると、 TU - C 及び TU - R のペアは、物理層の OAM メッセージを搬送するためにそれを使用してもよい。従って、このようなシステムの TU トランシーバ 1 2 2 及び 1 4 2 は、各々の MIB に維持される様々な動作データを共有する。

【0021】

複数の代替的な実施形態により様々な選択的な場所で動作する装置170が図1内に描かれている。例えば、一実施形態によれば、装置170は、LAN等のホームネットワーク104内に設置される。一実施形態では、装置170は、CPE（顧客宅内）モデム等のDSLモデムとして動作する。別の実施形態では、装置170は、コントローラカードとして又は図示のようにホームネットワーク104に結合されるユーザの端末装置102（例えば、CPE装置（Customer Premises Equipment；顧客宅内設備）又は遠隔端末装置、ネットワークノード、LAN装置103等）内のチップセットとして動作する。別の実施形態では、装置170は、ユーザの端末装置102とDSL回線又はループとの間に接続される離れた物理的に異なるスタンドアロン装置として動作する。一実施形態では、装置170は、アクセスポイント（AP）内、無線アクセスポイント（WAP）内、又はルータ（例えば、WiFiルータ又は他の無線技術ルータ）内で動作する。一実施形態では、装置170は、本明細書に記載のようにBroadband AP Control Keeper又は「BACK」を具現化する。

10

【0022】

本明細書で用いられる用語「ユーザ」、「加入者」及び/又は「顧客」は、通信サービス及び/又は設備が任意の種類の子サービスプロバイダによって提供され及び/又は潜在的に提供可能な人物、事業及び/又は組織を意味する。更に、用語「顧客宅内」は、通信サービスがサービスプロバイダによって提供されている場所を意味する。例えば、DSLサービスを提供するために使用される例示的な公衆交換電話網（Public Switched Telephone Network；PSTN）に対して、顧客宅内は、電話回線のネットワーク終端（NT）の近くに設置され及び/又はそれと関係付けられる。例示的な顧客宅内は、住居又はオフィスビルを含む。

20

【0023】

本明細書で使用される用語「サービスプロバイダ」は、通信サービス及び/又は通信設備を提供、販売、供給、修理、及び/又は維持する任意の種類の実態を意味する。例示的なサービスプロバイダは、電話事業会社、ケーブル事業会社、無線事業会社、インターネットサービスプロバイダ、又はブロードバンド通信サービスプロバイダと独立して若しくは共にブロードバンド通信サービス（DSL、DSLサービス、ケーブル等）を診断又は改良するサービスを提供し得る任意のサービスを含む。

30

【0024】

更に、本明細書で使用される用語「DSL」は、例えば、非対称DSL（Asymmetric DSL；ADSL）、高速DSL（High-speed DSL；HDSL）、対称DSL（Symmetric DSL；SDSL）、及び/又は超高速/超高ビットレートDSL（Very high-speed/Very high-bit-rate DSL；VDSL）等の任意の種類及び/又は変種のDSL技術を意味する。一般に、このようなDSL技術は、例えば、ADSLモデムに関してITU（International Telecommunications Union）標準G.992.1（別名、G.dmt）、ADSL2モデムに関してITU（International Telecommunications Union）標準G.992.3（別名、G.dmt.bis又はG.dmt.bis）、ADSL2+モデムに関してITU標準G.992.5（別名、G.adsl2plus）、VDSLモデムに関してITU標準G.993.1（別名、G.vdsl）、VDSL2モデムに関してITU標準G.993.2、ハンドシェイクを実装するモデムに関してITU標準G.994.1（G.hs）、及び/又はDSLモデムの管理に関してITU標準G.997.1（別名、G.ploam）標準等の適用可能な標準に従って実装される。

40

【0025】

例示的なデジタル加入者回線（Digital Subscriber Line；DSL）設備、DSLサービス、DSLシステム及び/又はDSLサービス配給のための通

50

常のツイストペア銅電話回線の使用に関してDSLモデム及び/又はDSL通信サービスと顧客との接続が言及されているが、本明細書に開示の通信システムに対して伝送媒体を特性化し及び/又は試験するための開示の方法及び装置は、多くの他の種類及び/又は型の通信設備、サービス、技術及び/又はシステムに適用可能であり得ることが理解されるべきである。例えば、他の種類のシステムは、無線分散システム、有線又はケーブル分散システム、同軸ケーブル分散システム、極超短波(UHF)/超短波(VHF)無線周波システム、衛星又は他の地球外システム、セルラ分散システム、ブロードバンド電力線システム及び/又は光ファイバネットワークを含む。更に、こうした装置、システム及び/又はネットワークの組み合わせが使用されてもよい。例えば、バランコネクタ(balun connector)によってインターフェース接続されるツイストペア及び同軸ケーブルの組み合わせ、又は光ネットワーク装置(Optical Network Unit; ONU)におけるリニア光電接続を有するアナログファイバからの銅接続等の任意の他の物理チャネル継続(physical-channel-continuing)の組み合わせが使用されてもよい。

【0026】

本明細書において、「に結合される」、「と共に結合される」、「に接続される」、「と共に接続される」等の表現は、2つの要素及び/又はコンポーネント間の接続を記述するために使用されており、互いに直接的、又は間接的、例えば、1つ以上の介在要素を介して又は有線/無線接続を介しての結合/接続を意味することが意図されている。「通信システム」への言及は、適用可能な場合、任意の種類の子システムへの言及を含むことが意図されている。

【0027】

図2は、バス215通信手段を介して相互接続されるこのようなシステム200の様々な構成要素を含む、実施形態が動作し、設置され、統合され、構成され得るシステム200の図表現を示す。

【0028】

一実施形態によれば、このようなシステム200は、システム200によって具現化される命令を実行するためのプロセッサ290及びメモリ295を含む。このような実施形態では、システム200は、システム200を介して、2つ以上の無線通信ノード299A及び299Bを互いにインターフェース接続するトラフィックコーディネータ220及びアンテナ211A及び211B又は複数の無線トランシーバ211を更に含む。ここで、無線通信ノードの各々はシステム200から独立したWAN(wide Area Network)バックホール接続298A及び298Bへのアクセスを有する。例えば、無線通信ノード299A及び299Bは、要素297により記されるように間接的にインターフェース接続されるように描かれており、別の言い方をすれば、互いと直接的に通信するのではなく、システム200として本明細書に記載の仲介手段を介して通信することにより互いとインターフェース接続される。この実施形態では、記載された無線通信ノード299A及び299Bの各々は、要素298A及び298Bにより描かれたWANバックホールへのアクセスを有する。特に、WANバックホール298A及び298B接続は、システム200に依存することなく各無線通信ノード299A及び299Bにアクセス可能であり、それによりWANバックホール298A及び298Bはシステム200から独立していると言える。

【0029】

このような実施形態では、システム200は、第1の複数の無線トランシーバ211又はアンテナ211Aを介して確立される第1の無線通信ノード299Aとの第1の無線通信インターフェース212Aであって、第1の無線通信ノードは第1のWANバックホール接続298Aへのアクセスを有する第1の無線通信インターフェース212Aと、第2の複数の無線トランシーバ211又はアンテナ211Bを介して確立される第2の無線通信ノード299Bとの第2の無線通信インターフェース211Bであって、第2の無線通信ノードは第1のWANバックホール接続298Aとは異なる第2のWANバックホール

10

20

30

40

50

接続 298B へのアクセスを有する第 2 の無線通信インターフェース 212B とを更に含む。

【0030】

このような実施形態によれば、システム 200 は、システム 200 が動作するシステム 200 及び無線環境 250 を介してトラフィックフロー 221 に関する情報 222 を受信するコントロールモジュール 260 を更に含む。

【0031】

このような実施形態によれば、コントロールモジュール 260 は、WAN 接続及び WAN バックホール接続（例えば、298A 及び 298B）との第 1 及び第 2 の無線通信インターフェースの接続（例えば、無線通信インターフェース 212A 及び 212B）の形成及び持続を制御するコマンド 223 を発行する。また、コントロールモジュール 260 は、WAN 接続及び WAN バックホール接続（例えば、298A 及び 298B）に対するスケジューリング及びルーティング命令 224（又は、所定の実施形態による最適化又は構成命令）を更に提供する。

【0032】

一実施形態によれば、システム 200 は、「Broadband Access point Control Keeper system」、「B.A.C.K. システム」、「BACK システム」、又は「BACK 装置」を具現化する。一実施形態によれば、図 1 の装置 170 で描かれた装置又は BACK 装置は、このようなシステム 200 内で具現化される。

【0033】

一実施形態によれば、コントロールモジュール 260 はこのような BACK システム内で具現化される。ここで、BACK システムは、第 1 の無線通信ノード 299A における設定を制御し、第 2 の無線通信ノード 299B における設定を制御し、又は第 1 及び第 2 の無線通信ノード 299A 及び 299B における設定を制御する。ここで、設定は、それぞれ第 1 又は第 2 の第 1 の無線通信インターフェース 212A 又は 212B に影響を与える無線リンク設定；それぞれ第 1 又は第 2 の第 1 の無線通信インターフェース 212A 又は 212B に影響を与えるチャネル割り当て；それぞれ第 1 又は第 2 の WAN バックホール接続 298A 又は 298B に影響を与えるブロードバンド接続設定；ネットワークステーション（STA）、ネットワークアクセスポイント（AP）、及びそれぞれ第 1 又は第 2 の WAN バックホール接続 298A 又は 298B へのアクセスが提供される STA 及び / 又は AP におけるブロードバンドバックホール接続の間の接続割り当て；データパケット 221 のフローに対する IP（Internet Protocol）アドレス割り当て；データパケット 221 のフローの第 1 及び第 2 のサブセットに対する IP アドレス割り当て；データパケット 221 のフローに対する QoS（Quality of Service）分類；フローのそれぞれ第 1 及び第 2 のサブセットに対する QoS 分類；データパケットのフロー、フロー 221 のそれぞれ第 1 及び第 2 のサブセット、又は両方に対する QoS スロットルパラメータ；利用可能なバックホール接続 298A 及び 298B によるそれぞれ第 1 及び第 2 のフロー 221 のサブセット及び利用可能な WAN バックホール接続 298A 及び 298B におけるタイムスロットのルーティング；データパケット 221 のフロー、それぞれ第 1 及び第 2 のフロー 221 のサブセット、又は両方に影響を与えるロードバランシングパラメータ；及び第 1 の無線通信ノード 299A、第 2 の無線通信ノード 299B 又は第 1 及び第 2 の無線通信ノード 299A 及び 299B の両方により処理される全てのトラフィックに対するフェアネス基準、から選択される。

【0034】

一実施形態によれば、第 1 の無線通信ノード（299A）はネットワークルータ内で具現化され、ネットワークルータは第 1 の WAN バックホール接続 298A との接続を確立し、更にシステム 200 はネットワークルータとの第 1 の無線通信インターフェース 212A を介して第 1 の WAN バックホール接続 298A へのアクセスを確立する。

【0035】

－実施形態によれば、第1の無線通信ノード(299A)は第1のWANバックホール接続298Aと直接的にインターフェース接続されたモデム内で具現化され、システム200はモデムを介して第1のWANバックホール接続298Aへのアクセスを確立する。

【0036】

－実施形態によれば、システム200を介するデータパケットのフローは、フローの第1のサブセット(例えば、221の一部であって全てではない)が第1のWANバックホール接続298Aを介してルーティングされ且つフローの第2のサブセットが第2のWANバックホール接続298Bを介してルーティングされるように、システム200のトラフィックコーディネータ220により管理される。

【0037】

別の実施形態によれば、システム200を介するデータパケット221のフローがトラフィックコーディネータ220により管理されることは、フロー221の第1又は第2のサブセットの各々を伝達するために第1又は第2のWANバックホール接続298A Bのタイムスロットを分配することによりデータパケット221のフローを管理するトラフィックコーディネータ220を構成する。

【0038】

別の実施形態によれば、データパケット221のフローの第1又は第2のサブセットの各々が、アプリケーションに関係付けられたトラフィック、インターフェースに関係付けられたトラフィック、サービス指定に関係付けられたトラフィック、及びQoS(Quality of Service)レベル、フロー又はタグに関係付けられたトラフィックに基づいて第1又は第2のWANバックホール接続298A Bの一方により提供されるようにシステム200のトラフィックコーディネータ220により分配される。

【0039】

別の実施形態によれば、システム200との第1及び第2の無線通信インターフェース212A Bは周波数分割多重化され、第1及び第2の無線通信インターフェース212A Bの各々がシステム200により管理される別個の周波数バンドと関係付けられる。例えば、別個の周波数バンドは、システム200のトラフィックコーディネータ220により指示されてもよい。このような実施形態では、システム200は、第1及び第2の無線通信インターフェース211A Bを介する集約化WANバックホール接続を、システム200により管理される周波数バンドを使用して第1及び第2のWANバックホール接続298A Bの各々に更に提供する。時分割とは異なり、周波数チャネルは、少なくともロールオフで、ある程度重複してもよい。

【0040】

別の実施形態によれば、システム202との第1及び第2の無線通信インターフェース212A Bは時分割多重化され、第1及び第2の無線通信インターフェース212A Bの各々がシステムにより管理される非重複タイムスロットと関係付けられる。このような実施形態によれば、システム200は、第1及び第2の無線通信インターフェース212A Bを介する集約化WANバックホール接続を、システム200により管理される非重複タイムスロットを使用して第1及び第2のWANバックホール接続298A Bの各々に更に提供する。

【0041】

－実施形態によれば、このようなタイムスロットは、互いに厳密に非重複化されており、重複し得る周波数チャネルを有する周波数多重化とは区別される。－実施形態によれば、非重複タイムスロットは、各々がそれらの間に少なくとも何らかの保護時間を有するようにより更に特徴付けられる。

【0042】

－実施形態によれば、パケット221のフローは、フローの第1のサブセット221を第1のWANバックホール接続298Aにより伝達されるタイムスロットに割り当てることにより、及びフローの第2のサブセット221を第2のWANバックホール接続298Bにより伝達されるタイムスロットに割り当てることにより更に管理される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

図 2 B は、実施形態が動作し、設置され、統合され、又は構成され得るシステム 2 0 1 の代替的な図表現を示す。

【 0 0 4 4 】

一実施形態によれば、第 1 の無線通信ノード（例えば、図 2 A における 2 9 9 A ）は無線アクセスポイント（無線 A P ） 2 9 3 A 内で具現化され、無線 A P 2 9 3 A はそこに通信可能にインターフェース接続される 1 つ以上のノード 2 9 2 A 、 2 9 2 B 、 2 9 2 C のためにローカルエリアネットワーク（ L A N ） 2 8 5 A を確立し、更にシステム 2 0 1 は L A N 2 8 5 A 内でノード 2 9 2 A と通信し且つ制御する。このような実施形態では、システム 2 0 1 は、 L A N 2 8 5 A 内でノード 2 9 2 A との通信及び制御を介して第 1 の W A N バックホール接続 2 9 8 A へのアクセスを確立する。

10

【 0 0 4 5 】

図 2 C は、実施形態が動作し、設置され、統合され、又は構成され得るシステム 2 0 2 の代替的な図表現を示す。

【 0 0 4 6 】

一実施形態によれば、第 2 の無線通信ノード（例えば、図 2 A における 2 9 9 B ）は第 2 の無線 A P 2 9 3 B 内で具現化され、第 2 の無線 A P 2 9 3 B はそこに通信可能にインターフェース接続される 1 つ以上のノード 2 9 2 D 、 2 9 2 E 、 及び 2 9 2 F のために第 1 の L A N 2 8 5 A とは異なる第 2 の L A N 2 8 5 B を確立し、更にシステム 2 0 2 は第 2 の L A N 2 8 5 B 内でノード 2 9 2 D と通信し且つ制御しつつ、同時に L A N 2 8 5 A 内でノード 2 9 2 A と通信し且つ制御する。このような実施形態では、システム 2 0 2 は、第 2 の L A N 2 8 5 B 内でノード（ 2 9 2 D F の 1 つ ）としての参加を介して第 2 の W A N バックホール接続 2 9 8 B へのアクセスを確立する。

20

【 0 0 4 7 】

一実施形態によれば、第 1 の無線通信ノード（例えば、図 2 A の 2 9 9 A 又は図 2 C の 2 9 3 A ）はローカルエリアネットワーク（ L A N ） 2 8 5 A 内でピアノードとして動作する無線ステーション内で具現化され、ピアノードは L A N 2 8 5 A を介して第 1 の W A N バックホール接続 2 9 8 A へのアクセスを有し、更に第 1 の無線通信インターフェース 2 1 2 A はピアノードとのピアツーピア接続である。このような実施形態では、システム 2 0 2 は、ピアノード（例えば、 L A N 2 8 5 A 内のノードとして動作する無線アクセスポイント 2 9 3 A ）とのピアツーピア接続を介して第 1 の W A N バックホール接続 2 9 8 A へのアクセスを確立する。

30

【 0 0 4 8 】

一実施形態によれば、システム 2 0 0 のためのコントロールモジュール 2 6 0 の機能性は、リモートサーバ、第 1 の無線通信装置（例えば、図 2 A の 2 9 9 A 又は図 2 C の 2 9 3 A ）、第 2 の無線通信装置（例えば、要素 2 9 9 B 又は 2 9 3 B ）、第 1 の無線通信ノード 2 9 2 A 、第 2 の無線通信ノード 2 9 2 B 、ルータ、スイッチ、及びブロードバンド集約装置を含むリストから選択される 1 つ以上の物理装置に分散される。

【 0 0 4 9 】

一実施形態によれば、第 1 の無線通信ノード 2 9 2 A 及び第 2 の無線通信ノード 2 9 2 B は、セルラ電話互換装置、 3 G (t h i r d g e n e r a t i o n) 互換装置、 4 G (f o u r t h g e n e r a t i o n) 互換装置、 L T E (L o n g T e r m E v o l u t i o n) 互換装置、 W i F i アクセスポイント、 W i F i ステーション、モデム、ルータ、ゲートウェイ、 D S L (D i g i t a l S u b s c r i b e r L i n e) C P E (C u s t o m e r P r e m i s e s E q u i p m e n t) モデム、宅内電力線装置、 H P N A (H o m e P h o n e l i n e N e t w o r k A l l i a n c e) ベースの装置、宅内同軸分配装置、 G . h n 互換装置、宅内計測通信装置、 L A N と通信可能にインターフェース接続された宅内装置、無線フェムトセル基地局、無線ピコセル基地局、無線スモールセル基地局、無線互換基地局、無線移動装置リピータ、無線移動装置基地局、イーサネット（登録商標）ゲートウェイ、 L A N に接続されたコンピュータ装

40

50

置、ホームプラグ装置、IEEE P1901標準互換アクセスBPL(Broadband over Power Line)装置、イーサネット接続コンピュータ周辺装置、イーサネット接続ルータ、イーサネット接続無線ブリッジ、イーサネット接続ネットワークブリッジ、及びイーサネット接続ネットワークスイッチを含む装置のグループから選択される。

【0050】

図2Dは、実施形態が動作し、設置され、統合され、又は構成され得るシステム203の代替的な図表現を示す。

【0051】

一実施形態によれば、このようなシステム203は第3の無線通信ノード292Gに第3の無線通信インターフェース212Cを提供する第3の無線トランシーバを更に含み、第3の無線通信ノード292Gは第1及び第2のWANバックホール接続298A Bとは異なる第3のWANバックホール接続298Cへのアクセスを有する。

【0052】

一実施形態によれば、システム203は、バックホール評価モジュール265を更に含む。一実施形態では、バックホール評価モジュール265は、以下の動作を行うように動作可能である。即ち、(a)第1、第2及び第3のWANバックホール接続(298A、298B及び298C)の各々との第1、第2及び第3の無線通信インターフェース(212A、212B及び212C)を介する接続の性能を測定するように動作可能であり、(b)データパケット221のフローを提供するために2つ以上の利用可能なWANバックホール接続(212A、212B、及び212C)を選択するように更に動作可能である。関連する実施形態によれば、システム203は、第1及び第2のWANバックホール接続とは異なる対応する第3、第4及び/又は第5のWANバックホール接続へのアクセスを有する対応する第3、第4、及び/又は第5の無線通信ノードとの第3、第4及び/又は第5の無線通信インターフェースを更に含み、システムは、(a)第1、第2、第3、第4及び/又は第5のWANバックホール接続の各々との全ての利用可能な無線通信インターフェースを介する接続の性能を測定し、(b)データパケットのフローを提供するために利用可能なWANバックホール接続の2つ以上を選択するためのバックホール評価モジュール265を更に含む。5つより多くのこのようなインターフェース及びWANバックホール接続が実現可能であり、この例示に記載の5つより少なくとも同様である。

【0053】

別の実施形態によれば、バックホール評価モジュール265は、以下の動作を行うように動作可能である。即ち、(a)全ての利用可能な無線通信インターフェース212A-Cを介する接続性の性能を測定するように動作可能であり、及び(b)評価された無線通信インターフェースと関係付けられるWANバックホール接続タイプのプレファレンスに基づいてデータパケット221のフローを提供するために2つ以上の利用可能な無線通信インターフェース212A-Cを選択するように更に動作可能であり(例えば、速度、輻輳等に関わらず、LTE、3G、4G等に対してWi-Fiが好ましい等、所定の接続タイプが他に対して好ましいものと指定されてもよい)、システムとサービスしているWANバックホール接続との間のノードホップの数に基づいて2つ以上の利用可能な無線通信インターフェース212A-Cを選択するように更に動作可能であり(例えば、間接接続があまり好ましくない場合がある等)、評価された無線通信インターフェース212A-Cの評価された信号強度に基づいて2つ以上の利用可能な無線通信インターフェース212A-Cを選択するように更に動作可能であり、評価された無線通信インターフェース212A-C、対応するWANバックホールインターフェース298A-C、又は両方における評価されたトラフィック輻輳に基づいて選択されるように更に動作可能であり、評価された無線通信インターフェース212A-C、対応するWANバックホールインターフェース298A-C、又は両方における評価された利用可能な容量に基づいて選択されるように更に動作可能である。

【0054】

10

20

30

40

50

別の実施形態によれば、システム203は、システム203からWANバックホール(任意の298A-C)と通信し且つ制御するための手段を含む。例えば、無線又はWiFi接続が制御及び操作されるのと同様にWANバックホール接続を制御及び操作するように、無線コントロールシステムと併せて、DSMシステム、DSM管理システム、管理装置等が利用されてもよく、それにより更なる全体の信号及び接続の強化がもたらされる。

【0055】

図3Aは、記載された実施形態による無線インターフェースを介して複数のブロードバンド接続を集約するための最適化コントロールシステムを実装及び使用するための方法300を示すフローチャートである。方法300は、ハードウェア(例えば、回路、専用論理、プログラム可能論理、マイクロコード等)、ソフトウェア(例えば、インターフェース接続、管理、受信、制御、分析、収集、生成、監視、診断又は何らかのこれらの組み合わせ等の様々な動作を行うために処理装置で実行される命令)を含み得る処理論理によって行われてもよい。一実施形態では、方法300は、図1の要素170又は図2Aのシステム200(例えば、BACKシステム)に描かれている及び全体に記載されているような装置を介して実行又は調整される。以下にリストされたブロック及び/又は動作の一部は所定の実施形態によれば選択的である。提示されたブロックは明確のために番号が付されているのであって、様々なブロックが行われなければならない動作の順番を規定することを意図したものではない。

【0056】

方法300は第1の無線通信ノードとの第1の無線通信インターフェースを確立するための処理論理により開始し、ここで第1の無線通信ノードは第1のWAN(Wide Area Network)バックホール接続へのアクセスを有する(ブロック305)。

【0057】

ブロック310において、処理論理は第2の無線通信ノードとの第2の無線通信インターフェースを確立し、ここで第2の無線通信ノードは第1のWANバックホール接続とは異なる第2のWANバックホール接続へのアクセスを有する。

【0058】

ブロック315において、処理論理は、フローの第1のサブセットが第1のWANバックホール接続を介して送信され、フローの第2のサブセットが第2のWANバックホール接続を介して送信されるように、データパケットのフローを管理する。

【0059】

ブロック320において、処理論理は、複数のネットワーク要素又は管理システムからトラフィック及び無線環境に関する情報を収集して分析する。例えば、ネットワーク要素又は管理システムは、上記のように、任意のノード、無線通信ノード、ピアノード、ルータ等であってもよい。

【0060】

ブロック325において、処理論理は、収集した情報及び分析に基づいてWAN接続及びWANバックホール接続との第1及び第2の無線通信インターフェースの接続の確立及び継続を制御する。

【0061】

先の方法300の別の実施形態によれば、WAN接続及びWANバックホール接続に対するスケジューリング及びルーティング命令を提供するためにコマンドが発行される。

【0062】

方法の更に別の実施形態では、スケジューリングアルゴリズム、ロードバランシングアルゴリズム、又はその両方によって第1及び第2のWANバックホール接続のそれぞれを介するデータパケットのフローを最適化することを含む更なる動作が存在する。

【0063】

例えば、多数のノード又はステーション(STA)の各々が、WiFiプロバイダ又は消費者のいずれかによって選択される効用関数(utility function)を提供されてもよい。多数のアクセスポイント(AP)の各々が、バックホールプロバイダ

10

20

30

40

50

により変化し得るバックホール容量を提供されてもよい。

【0064】

一実施形態によれば、アルゴリズムは、短い時間スケールで STA_k が AP_i に接続するのに費やす時間のフラクシオンを変化させるであろう。これがスケジューリング決定である。一実施形態では、フラクシオンは、各 STA に対して1より小さくなるように全ての AP にわたって合計しなくてはならない。各 STA から各 AP へのリンク容量が存在する。こうしたリンク容量は、集合的に実現可能でなくてはならない。各 STA から AP へのスルーputは、スケジューリング決定及びリンク容量の積である。

【0065】

一実施形態によれば、このような $BACK$ システムは、総スルーputの関数として STA ごとに1つ、効用関数の合計を最大化する（例えば、その STA に対する AP ごとのリンクスルーputの合計）。この最適化は、複数の制約の下で実行されてもよい。上記のスケジューリング制約及びリンク容量制約に加えて、別の制約は、各 AP に接続される全ての STA にわたるスルーputの合計がその AP のバックホール容量よりも大きくてはならないということであり得る。

【0066】

フェアネスは、 STA に対する効用関数の選択を介して制御され得る。例えば、比例フェアネス (*proportional fairness*) は、対数効用関数を用いることにより取得され得る。更に、各効用関数の前に重みが導入され得る。こうした重みは、請求額の差（例えば、一部のユーザはより大きく重み付けされたプレファレンスのためにより多くを支払う）、又は建物内のユーザ、通りすがりのユーザ、品質保証の様々な程度のユーザ等を含む、多数の QoS クラスから導かれ得る。また、こうした重みは、所与のアプリケーションフローに対する並列 TCP セッションの数を反映することもできる。

【0067】

フェアネス制御の側面により考慮される別の問題は、単一の AP を用いて STA が受信するレート及び多数の AP を用いるときに受信するレートの間の関係である。こうした2つのレートの間の割合は、記載された $BACK$ システムによって制御されてもよい。

【0068】

この問題は、（タイムスロットごとに）近似的に短い時間スケールで、又は目標平衡のための長い時間スケールで解決され得る。それは様々なやり方で解決され得るが、拡張情報の使用及びプロバイダ支援制御プレーンの制御は、この問題を解決する効率を劇的に改善することができる。更に、（複数の）バックホールプロバイダが最適化に参加する場合、 $\{B_i\}$ も変数になる。

【0069】

このような $BACK$ システムはこうした最適化されたベクトルを各 STA 及び AP に直接中継してもよく、それから設備は、総トラフィックができるだけ接近して最適スケジュール及びスルーputに一致するように経路及びタイムスロットを各伝送に割り当てる。

【0070】

代替的に、 $BACK$ システムは、最適解に近似するようにリンクパラメータ及び容量を間接的に割り当ててもよい。異なるソース/宛先アドレス、又は異なるフロー（即ち、ビデオストリーミング）が異なる経路に割り当てられてもよい。或いは、フローが複数のフラグメントに分けられて、各データフラグメントが送られる経路及びスロットを決定するトラックファイルが $BACK$ により作成されてもよい。

【0071】

各 STA が一度に1つの AP にのみスケジューリングされる特別な場合には、この問題の解決は、 AP を切り替えることになる。上記の問題定式化を解決することに加えて、我々は解決方法に2つの追加要素を更に課すことができる。即ち、ランダム化とヒステリシスである。

【0072】

ランダム化によって、各 STA は、同時切り替えの可能性が小さくなるように、所定の

10

20

30

40

50

確立である A P から別の A P に切り替えることを決定する。

【 0 0 7 3 】

ヒステリシスによって、A P 1 にスケジューリングされた S T A から A P 2 にスケジューリングされた S T A に切り替えることは、ノイズ誘導フリップフロップ又は A P 間のスラッシング状態を回避するために、数タイムスロット内で A P 1 に戻る可能性が低くなることを意味する。

【 0 0 7 4 】

別の実施形態によれば、方法は、決定されたスケジューリング及びロードバランシングストラテジーの遂行として構成パラメータを実装するために、第 1 の無線通信ノード又は第 2 の無線通信ノード又は両方に、最適化又は構成命令（例えば、図 2 A の要素 2 2 4 ）を発行するための動作を更に含む。

10

【 0 0 7 5 】

別の実施形態によれば、最適化命令は、第 1 の無線通信ノード又は第 2 の無線通信ノード又は両方から取得した 1 つ以上の性能測定基準に少なくとも部分的に基づく。

【 0 0 7 6 】

別の実施形態によれば、最適化命令を発行することは、測定された性能を改善するために最適化命令を反復して発行することを含み、複数の反復の各々は、少なくとも以下の (a) ~ (d) を含む。即ち、(a) 第 1 の無線通信ノード又は第 2 の無線通信ノード又は両方から 1 つ以上の性能測定基準を取得すること、(b) 取得した性能測定基準を評価すること、(c) 更新されたスケジューリング及びロードバランシングストラテジーの遂行として更新された構成パラメータを決定すること、及び (d) 更新された構成パラメータを実装するために第 1 の無線通信ノード又は第 2 の無線通信ノード又は両方に更新された最適化命令を発行することを含む。

20

【 0 0 7 7 】

関連する実施形態によれば、複数の反復の各々は、履歴トラフィックデータの評価を更に含む。

【 0 0 7 8 】

一実施形態では、最適化命令を発行することは、利用可能な性能チューニングパラメータ、利用可能な履歴トラフィックデータ、地理的位置認識マップ内の利用可能な履歴無線リンク性能データ、地理的位置認識マップ内の利用可能な性能及び三角測量データ、利用可能な選択的 Q o S (Q u a l i t y o f S e r v i c e) パラメータ、基礎無線ネットワークトポロジに関する利用可能な情報、無線ネットワークにおける干渉に関する利用可能な情報、1 つ以上の信頼性目標への偏向、及び集約化 W A N バックホール接続に参加する装置に対する利用可能な報酬及びインセンティブの 1 つ以上に基づく評価を含む。

30

【 0 0 7 9 】

別の実施形態によれば、最適化命令を発行することは、W A N バックホール接続へのアクセスを有する無線通信ノードとの無線通信インターフェースをユーザが許可することに基づいて集約化 W A N バックホール接続内のデータパケットのフローに対して増加帯域幅を割り当てることを含む。

【 0 0 8 0 】

一実施形態によれば、装置のプロセッサ、システム、B A C K 装置、又は本明細書に記載の動作の他の互換可能な実施形態によって実行されると、装置に以下の動作を実行させる命令が記憶された一時的でないコンピュータ可読記憶媒体が存在する。即ち、動作は、第 1 の無線通信ノードとの第 1 の無線通信インターフェースを確立することであって、第 1 の無線通信ノードは第 1 の W A N (W i d e A r e a N e t w o r k) バックホール接続へのアクセスを有すること；第 2 の無線通信ノードとの第 2 の無線通信インターフェースを確立することであって、第 2 の無線通信ノードは第 1 の W A N バックホール接続とは異なる第 2 の W A N バックホール接続へのアクセスを有すること；フローの第 1 のサブセットが第 1 の W A N バックホール接続を介して送信され、フローの第 2 のサブセットが第 2 の W A N バックホール接続を介して送信されるように、データパケットのフローを

40

50

管理すること；複数のネットワーク要素又は管理システムからトラフィック及び無線環境に関する情報を収集して分析すること；及び収集した情報及び分析に基づいてWAN接続及びWANバックホール接続との第1及び第2の無線通信インターフェースの接続の確立及び継続を制御することを含む。

【0081】

図3Bは、実施形態が動作し得るBACK制御プレーン399（例えば、システム、BACK装置、又はBACKシステム等）の代替的な図表現を示す。例示的な物理アーキテクチャが描かれているが、この例示の記載よりも多くのAP及びSTAが存在してもよい。

【0082】

－実施形態によれば、このようなBACKシステム又はBACK制御プレーン399が、先に説明された方法を実装する。例えば、このようなシステムは、スマートフォン、タブレット、ラップトップ、デスクトップ、ゲームコンソール、及びISMバンドを送受信するインターネットTVセット等のステーション(STA)、及び1つの側ではSTAとのエアインターフェース接続を有すると共に、他の側ではイーサネット、DSL、ファイバ、ケーブル、残りのインターネットへの他の接続手段へのバックホール接続を有するアクセスポイント(AP)を含む、複数のブロードバンドバックホール接続を介して接続される多数のIEEE802.11装置を制御する。STA及びAPは、Super Wi-Fi及びマルチユーザMIMO等の先進Wi-Fi技術により通信してもよい。

10

【0083】

－実施形態によれば、各STAは、多数のAP及び関連するブロードバンドバックホールリンクと接続することができる。以下の行列により定義される4つの動作モードが存在し、表1で以下に示される頭字語は適用可能な接続タイプを表現している。

20

【0084】

【表1】

	多数のAPとの時分割多重接続	多数のAPとの同時接続
各STAから多数のAPへの直接接続	D-TM	D-S
各STAが他のSTAそれからAPに接続する間接接続	I-TM	I-S

30

【0085】

I-TM及びI-Sモードにおいて、例えば、802.11におけるアドホックモードを介して又はデュアルラジオにより、複数のSTA間のマルチホップ無線接続が要求される。また、方法は、複数のAPにそれらの間でマルチホップネットワークを形成することを可能にし、それにより一部のバックホール容量のボトルネックがAPのより長い経路を介してルーティングされ得る。例えば、2.4GHzリンクが、5GHzで40MHzチャネルを介してバックホールされ得る。

40

【0086】

D-TM及びI-TMモードにおいて、任意の所与の時間において各STAは単一のAPにのみ接続するが、時間tに依存するスケジューリングベクトルS(t)に従って、経時的に多数のAP間で切り替わる。例えば、S(100)=[1 0]及びS(101)=[0 1]である。

【0087】

D-S及びI-Sモードにおいて、各STAは同時に多数のAPに接続し、時間tに依

50

存するロードバランシングベクトル $S(t)$ に従って、トラフィックがそれらの間で広がる。例えば、 $S(100) = [0.8 \ 0.2]$ 及び $S(101) = [0.5 \ 0.5]$ である。なお、TMモードにおいて、 S は二値ベクトルであり、Sモードにおいて、 S は実ベクトルである。

【0088】

どのモードが動作中であるかは、所与のシステムにおいて利用可能な接続管理及び無線のタイプに部分的に依存する。記載された方法の一部は全てのモードに適用されるが、それ以外は特に所定のモードを目標としてもよい。

【0089】

記載されたBACK制御プレーン399を有するアーキテクチャ301によれば、それぞれ要素381、382、383及び384として記載された4つの異なるブロードバンドバックホール接続1-4が提供される。各々是对応するアクセスポイントと接続し、ここでブロードバンドバックホール#1の接続381は要素371においてAP1と接続し、ブロードバンドバックホール#2の接続382は要素372においてAP2と接続し、ブロードバンドバックホール#3の接続383は要素373においてAP3と接続し、ブロードバンドバックホール#4の接続384は要素374においてAP4と接続する。要素361におけるSTA1及び要素362におけるSTA2として描かれている2つのステーションが存在する。様々なアクセスポイントとステーションとの間で無線インターフェース接続が描かれている。ここでAP1 371はSTA1 361と接続し、AP2 372はSTA1 361及びAP3 373の双方と接続し、AP3 373はAP2 372（及び要素383におけるブロードバンドバックホール#3）のみと接続し、AP4 374はSTA2 362（及び要素384におけるブロードバンドバックホール#4）のみと接続し、最後のSTA2はSTA1 361及びAP4 374の両方と接続する。

【0090】

このようなマルチAPアーキテクチャは実際に実現可能である。制御オーバーヘッドは許容できるものであり、パケット遷移及びハンドオフの管理が可能であり、TCP等の上位レイヤとの相互作用が実行可能であり、セキュリティも維持できるので、マルチホームのブロードバンドアクセスが使用可能になる。残念ながら、従来のシステムは、巨大スケールシステムの高性能に必要な自動化管理及び制御機能を解決していなかった。

【0091】

BACK(Broadband AP Control Keeper)により具現化される制御プレーンは、無線及びバックホール環境の測定値、各仮想リンクの容量、及び各STAの負荷を入力する。その後、BACKシステムは、アルゴリズムを用いて最適制御パラメータ設定を決定して、リアルタイム性能と共に長期アーキテクチャの最適化をもたらす。

【0092】

所定の実施形態によれば、BACKシステム制御は、APにより使用されるWiFiチャンネルの選択等のリンク設定を含む。チャンネル選択は、BACK制御外のAPと共にBACK制御下にあるAPからの干渉を回避するように行われる。目標は、干渉が最小のチャンネルを使用することであり、干渉はチャンネル上のトラフィックレベルだけでなく受信信号レベルにより決定される。チャンネル選択は、いずれも干渉に影響する多数のチャンネル割り当て及びトラフィック負荷の決定を行うBACKシステムにより実装される。

【0093】

所定の実施形態によれば、BACKシステム制御は、接続制御を更に含む。例えば、各STAは、時分割多重接続又は同時接続を用いて、直接又は間接的に複数のバックホール経路に接続することができる。数十ミリ秒だけの接続期間が実用的であり、BACKは、干渉を回避するために選択される多くのAP及びSTAに多くの短い持続時間タイムスロットを有するようにスケジューリングベクトル $S(t)$ を割り当てることができる。或いは、単純なロードバランシングベクトル $S(t)$ により、又は単純なメイン及びバックア

10

20

30

40

50

ップ経路により、又は時刻 (t i m e - o f - d a y) 等のゆっくりとだけ変化する S (t) により、静的接続が割り当てられてもよい。

【 0 0 9 4 】

所定の実施形態によれば、B A C Kシステム制御は、リアルタイムトラフィックの制御を更に含む。バックホールリンクへの各無線接続は、仮想インターフェースと考えられ得る。B A C Kによって決定される最適なトラフィック割り当てにより異なるインターフェースを介して、異なるI Pアドレス、フロー、又は個別のパケットでさえルーティングされる。

【 0 0 9 5 】

制御領域の各々が他に影響を与える。個別の問題は切り離せないで、これらはB A C Kシステムによって集合的に最適化されてもよい。

10

【 0 0 9 6 】

一実施形態によれば、最適化することは以下の目標 (a) ~ (c) を考慮に入れる。即ち、(a) システム全体の効率が、エンドツーエンドで、エアインターフェース及びブロードバンドバックホールを含む、マルチホールのロードバランシング、(b) 個々のS T A及びパレート最適の効率がこれらの中でトレードオフする個別性能最大化、及び(c) バックホール容量割り当て、エアインターフェース容量割り当て、及び異なるクラスのユーザに対するQ o Sのフェアネスである。

【 0 0 9 7 】

従来の不満足な解決策の設計上のボトルネックが解消される。例えば、以下の(a) ~ (f) が提供される。即ち、(a) 「報復 (t i t f o r t a t) 」等のインセンティブ機構、(b) 代替経路選択の安定性及びエンドツーエンド経路の信頼性、(c) S T A及びA Pの間で要求されるメッセージ受け渡し及び無線通信ノードを切り替える時間の最小化、(d) バックホール容量の測定、(e) 時間変動環境におけるエアインターフェースの測定、(f) 異なる位置における異なるS T A及びA Pからの及びこれらへの電波損失の測定であり、このような測定はG P S又は三角測量からのS T A位置データを利用することができる。

20

【 0 0 9 8 】

例えば、以下の(a) ~ (e) を通じて、上記の問題を解決するための効果的な手段として、透過的及び最適化された制御プレーンが提供される。即ち、(a) 反復的且つ予測可能なパターンを形成することが多く、将来のトラフィックの事後評価に利用され得る長期トラフィックパターンの活用、(b) ブロードバンドトラフィック、容量、及び近隣位置情報等のバックホールで収集されるものを含むI S P測定値の活用、(c) 結合バックホール容量及びマルチA Pスケジューリング設計の活用、(d) 制御プレーン決定のアンカーとして、B A C Kになるための、所定のD S LバックホールシステムにおけるR T等のバックホール制御点の活用、及び(e) 位置情報、地理マップ、及び異なる場所への電波損失を含む無線環境である。

30

【 0 0 9 9 】

また、B A C K制御プレーン3 9 9は、L T Eネットワークの状態を報告するためにL T E及び/又はW i F iゲートウェイに接続し、L T EとW i F i接続との動的選択を可能にすることができる。これは、セルラ無線ネットワークがセルサイズの減少の傾向を継続するとき特に起こり得るシナリオである。また、L T E / W i F iゲートウェイに接続されると、制御システムは、ルーティングされるL T E及びW i F iエアインターフェーストラフィックの混合のために、最も輻輳が少なく且つ最も利用可能な容量を有する、最良バックホールリンクを選択することができる。

40

【 0 1 0 0 】

ステーションツーステーション (S t a t i o n - t o - S t a t i o n) 、ピアツーピア (p e e r - t o - p e e r) アーキテクチャによって、S T Aにより間接アーキテクチャが形成され、マルチホップエアインターフェースS T A - S T Aネットワークをもたらす。我々は、これをピアリング (p e e r i n g) 関係と呼んでいる。ピアリング関

50

係の形成は、以下の要因 (a) ~ (c) に基づく。即ち、(a) 「強い S T A 」と称される、反対は「弱い S T A 」である、一部の S T A が高速バックホールを有する A P への高速接続を有する性能、ここで強い S T A は弱い S T A を助けるピアになることができ、(b) 助ける側のピアとしてこのアーキテクチャに参加する S T A が月々の請求書のクレジット又は「報復」ストラテジーにより報酬を受ける経済、及び (c) 高レベルのセキュリティ、例えば、メッセージに対する強力な暗号化を有する S T A のみが他の S T A を中継ピアとして使用することができ、ユーザが信頼されている S T A のみが中継ピアとして動作することができるセキュリティである。

【 0 1 0 1 】

ピアリング関係を最適化するための様々な手法が存在する。しかしながら、オーバーヘッドを最小化するために、2つの特定の手法、即ち予約及び事前構成が特に提案される。

10

【 0 1 0 2 】

オーバーヘッド、不安定性、及びパケット遷移を大幅に減らすワンホップ中継として特定のピアリング S T A の予約を利用することは、リアルタイムで S T A を動的に検索することと関係付けられる機構である。より一般的には、一部の S T A はマルチテナントビルディングで電源が切られ得ることを考慮すれば、各 S T A は、例えば、「3」のデフォルト長を有する、ピアリング S T A として選択の降順で S T A のランク付けされた順番リストを有する。それはリスト上の第 1 の S T A から下がって行き、それが利用可能でない場合、2番目等へと行く。

【 0 1 0 3 】

20

固定ピアリング経路の事前構成は、長い時間スケール、例えば、週及び月にわたる性能測定に基づいてオフラインで行われ、例えば、毎月、又はピアリング S T A が例えば 1 週間継続して電源が切られている場合、更新され得る。

【 0 1 0 4 】

マルチ A P アクセス制御に関して、制御最適化の定式化及び解決策が提案される。第 1 に、以下の表記を用いる問題の定式化を紹介する。

【 0 1 0 5 】

各 S T A は k でインデックス化され、効用関数 $U_{k i}$ は W i F i プロバイダ又は消費者のいずれかにより選択される。

【 0 1 0 6 】

30

各 A P は i でインデックス化され、バックホール容量 $B_{i j}$ はバックホールプロバイダによって変化し得る。

【 0 1 0 7 】

$S_{k i}$: 短い時間スケールで S T A k が A P i に接続するのに費やす時間のフラクションである。これらは、各無線インターフェースに対して k ごとに 1 より小さくなるように i を合計しなければならない。

【 0 1 0 8 】

$C_{i j}$: A P i と関係付けられる S T A のための容量領域であり、これは全ての $S_{k i}$ の関数である。

【 0 1 0 9 】

40

$C_{k i}$: S T A k から A P i へのリンク容量である。全ての k に対する $C_{k i}$ の組は、容量領域 $C_{i j}$ の範囲内になければならない。P H Y 及び M A C 層の多くの要因に加えて、隠れノードの存在のようなトポロジにより、厳密なトレードオフは複雑で有り得る。

【 0 1 1 0 】

$X_{k i}$: S T A k から A P i へのスループットである。それは $S_{k i}$ 及び $C_{k i}$ の積である。

【 0 1 1 1 】

直接最適化変数は $S_{k i}$ 、S T A 及び A P ペアごとのスケジューリング/ロードバランシング要因である。これらの多くは 0 であってもよい。同様に、 $S_{k i}$ は $C_{k i}$ を

50

駆動し、これもまた A P に対するチャネル割り当てのような他の要因により影響を受ける。これらは、X_k i を集合的に決定する。

【 0 1 1 2 】

次に、所与の i に対する全ての k を合計した X_k i は、A P I に対するバックホール容量 B_i よりも小さくしなければならない。

【 0 1 1 3 】

所与の k に対する全ての i を合計した X_k i は、S T A k に対する効用関数への入力である。

【 0 1 1 4 】

【表 2】

10

次の条件で最大化する	$\sum_k U_k (y_k),$ $\sum_i X_{ki} = y_k,$ $\sum_k X_{ki} \leq B_i,$ $X_{ki} = S_{ki} * C_{ki},$ $\sum_i S_{ki} \leq 1, \text{ 及び}$ Capacity region	All k, All i, All (k, i) All i, 及び All i
	C_i({S_ki}_k) において {C_ki}_k,	

20

【 0 1 1 5 】

この問題は様々なやり方で解決され得るが、プロバイダ支援制御プレーンの制御及び拡張情報は、この問題を解決する効率を劇的に改善できることが分かる。

【 0 1 1 6 】

この問題は、(タイムスロットごとに)近似的に短い時間スケールで、又は目標平衡のための長い時間スケールで解決され得る。(複数の)バックホールプロバイダが最適化に参加する場合、{ B_i } も変数になる。S モードではなく T M モードが使用される場合、S_k i は整数である必要がある。この問題の解決は、A P を切り替えることになる。上記の問題定式化を解決することに加えて、我々はアルゴリズムに 2 つの追加要素を更に課すことができる。

30

【 0 1 1 7 】

上記の最適化を解くことは、S_k i、又は同等に、各 S T A k に対して 1 つの S_k ベクトルを選択する手法を提供する。これは、短い時間スケール最適化である。

【 0 1 1 8 】

より長い時間スケール最適化において、遅いリンクはジョブを完了するのにより長くかかるので、タイムスロット { t } のウィンドウに対する y_k (t) の合計が十分に大きいという制約を実行することもできる。

【 0 1 1 9 】

フェアネスは、効用関数 U_k の選択を介して制御され得る。例えば、y_k に対する比例フェアネスは、対数効用関数 U_k = log (y_k) を用いることにより取得され得る。一般に、アルファフェア (alpha - fair) 効用関数 [1 2] が使用可能であり、より大きなアルファはより多くのフェア割り当てをもたらす。

40

【 0 1 2 0 】

更に、各効用関数の前に重みが導入され得る。例えば、U_k = w_k * log (y_k) であり、ここで重み { w_k } は S T A k の相対的重要性を反映する。これは、請求額の差 (一部のユーザがより多く支払う)、又は建物内のユーザ、通りすがりのユーザ、品質保証の様々な程度のユーザを含む、多数の Q o S クラスから導かれ得る。また、こうした重みは、以下のセクション D で更に検討されるように、所与のアプリケーションフローに対する並列 T C P セッションの数を反映することもできる。

50

【 0 1 2 1 】

フェアネス制御にとって重要な別の問題は、単一の A P を用いて S T A が受信するレート及び多数の A P を用いるときに受信するレートの間の関係である。こうした 2 つのレートの間の割合は合理的でなければならない。ここにフェアネスを組み込むための 2 つの手法がある。即ち、(a) y_{k} の効用関数を考察する代わりに、この割合の効用関数を用い、(b) 一般化されたアルファフェア効用関数 [1 2] を用い、ここで各 S T A はプレファレンスパラメータ q_{k} を有し、このパラメータは S T A k が多数の A P を用いずに受信する通常レートである。

【 0 1 2 2 】

この手順は X_{ki} 、S T A k から A P i へのスループット、及び S_{ki} 、スケジューリング/ロードバランシング要因を最適化する。B A C K はこうした最適化されたベクトルを各 S T A 及び A P に直接中継してもよく、それから設備は、総トラフィックができるだけ接近して X_{ki} 及び S_{ki} に一致するように経路及びタイムスロットを各伝送に割り当てる。

10

【 0 1 2 3 】

或いは、B A C K 制御プレーン 3 9 9 は、最適解に近似するようにリンクパラメータ及び容量を間接的に割り当ててもよい。異なるソース/宛先アドレス、又は異なるフロー（即ち、ビデオストリーミング）が異なる経路に割り当てられてもよい。或いは、フローが複数のフラグメントに分けられて、各データフラグメントが送られる経路及びスロットを決定するトラックファイルが B A C K により作成されてもよい。

20

【 0 1 2 4 】

S T A からの測定の精度及び粒度についての実際の制約の下、S T A からの測定はマルチ A P アーキテクチャにおいて困難な問題である。従って、データをより効率的に収集するために B A C K システムを用いて制御プレーンを実行するサービスプロバイダの能力を使用する方法が提案される。

【 0 1 2 5 】

バックホール容量値 $\{ B_{i} \}$ の測定は、バックホール I S P のデータ及び速度テストを介して実行され得る。これは、時刻 (time - o f - d a y)、 $S(t)$ の長い時間スケール最適化に依存して最適 A P に接続することを可能にする。

【 0 1 2 6 】

エアインターフェース容量領域 $\{ C_{i} \}$ の測定は、時間変動エアインターフェース状態を含むのでより困難になり、一般に、容量領域は、A P が互いに十分に近いときに結合される。B A C K は、容量領域をより正確に推定するのを支援するために、異なる負荷条件下で各 A P に接続される S T A に対するスループットベクトル等のデータを収集する。エアインターフェース容量は、各リンクで、各 S T A に対して測定される。接続速度のカウント、既存のトラフィックスループットのパッシブカウント、及び遅延とスループットを測定するアクティブプロービングテストを含む、大規模データベースがポピュレートされる。

30

【 0 1 2 7 】

上記の測定のどちらのタイプにおいても、本発明は、即時測定の必要性を少なくするために履歴時刻データを取り入れる。マルチテナントビルディング等の所定の配置シナリオでは、各平日（金曜日を除く）が 2 4 時間周期で使用される顕著な反復パターンを表し、各曜日も異なる週（休日を除く）にわたってこのようなパターンを表すことをデータが示す。スライディング時間ウィンドウを介するデータを用いて、 $\{ B_{i} \}$ 及び $\{ C_{i} \}$ は両方とも、各日の各時間の間に前もって近似予測され得る。

40

【 0 1 2 8 】

また、連続してエラーを減少し又は性能を改善するために、最適化及び測定手順は反復して実行されてもよい。

【 0 1 2 9 】

エアインターフェース及びバックホールが互換装置で結合して最適化されるように、無

50

線接続と有線バックホールの結合設計が提案される。上記の最適化の問題において、 $\{B_i\}$ が最良の $\{X_k\}$ 、そして達成可能な最良の目的関数値を制約することを観測することによって、機会を見い出だすことができる。

【0130】

しかしながら、 $\{B_i\}$ は同時に全て増加させることができない。例えば、DSLバックホールにおいて、動的スペクトル管理イベント(DSM)方法は、DSL容量領域の境界で異なる点を選ぶことによりバックホールリンクの間のトレードオフを変化させる。この開示における結合設計の下、STAトラフィックの高い要求を有するAPは、DSMにおいて高い優先度を与えられるので、こうしたAPにおけるボトルネック制約が緩和されるであろう。どのAPの容量を増加させるべきか容易に判断するための1つの手法は、最適ラグランジュの未定乗数法又は最適化問題における B_i 制約の各々に対応する緩み(slackness)を考察することである。逆に、(容量領域の限界に達するため)一部の B_i を更に容易に増加させることができなければ、STA-APピアリング関係は、そのボトルネックを介して通過するトラフィックを回避するために再度最適化される。

10

【0131】

関連する困難な問題は、他に使用されるWiFiを開放するインセンティブ機構のそれである。本明細書における方法は、「報復」機構を利用するように提案される。例えば、クレジットのユニットが各STAとして提供され、又はAPが1つの期間、例えば、1時間にわたりトラフィックを中継するように開放される。次に、例えば、1日の移動ウィンドウにわたって、各STA及びAPが、他のSTA及びAPにそのトラフィックの中継を支援することを求める、マルチAP共有に参加する立場にあるために、最少量のクレジット、例えば、10ユニットを累積していなければならない。

20

【0132】

また、多くのクレジットはマルチAP共有に参加するための「チケット」を有するより長い期間をもたらす、スケールを構築することも可能である。異なる容量でSTA及びAPに対して正規化するために、クレジットは中継トラフィック対直接トラフィックのパーセンテージに比例して与えることもできる。

【0133】

本明細書に記載の方法の組み合わせは、各STAとアクセスネットワークの境界、例えば、ブロードバンドネットワークゲートウェイ(BNG)との間の多数の「エンドツーエンド」経路を効果的にもたらず。インターネットを介する残りの経路はIP等のプロトコルによって決定され且つメトリック及びバックボーンネットワーク状態により影響を受けるが、上記のアクセスネットワーク部分が性能のボトルネックである場合が多い。従って、アクセスネットワーク内のマルチホーミング(multi-homing)機能の制御は、最適化の導入及びより大きな動作効率のために極めて有益である。

30

【0134】

マルチホーミング制御は、性能調整に、例えば、最適ルートを決定するためのDSLバックホールトラフィックデータの使用に有益である。マルチホーミング制御は、QoS(及び収益ベース)の差別化、例えば、ルートの異なる接続、トラフィッククラス、又は異なる経路を介するパケットに役立つ。アクセスネットワークに対して、システムは、帯域幅全体を増加させるために複数のTCP接続を用いてTCPトラフィックフローを最適化することもできる。これは、3つのレベルの粒度にわたり、即ち、パケットごとに、TCP接続ごとに、及びアプリケーションフローごとにフェアネスを導入して効率を最大化することを意味する。これは、プロバイダ又はポリシーマネージャによって設定されるポリシーに従うことができる。

40

【0135】

また、マルチホーミング制御は、ロードバランシング、例えば、複数のルートの動的割り当てにも有益である。重ねて、ルート及びタイムスロット割り当ては、異なる時刻及び曜日における履歴トラフィックパターンに基づき得る。マルチホーミング制御が信頼性に

50

において有益である。マルチAPアーキテクチャは、重大な輻輳又は設備故障の場合に代替経路を提供するマルチホーミングを効果的に使用可能にする。特に、ノードディスジョイント経路 (node-disjoint paths) が、WiFiエインターフェース及びバックホールから見つけ出され、それにより多数のセッションが故障時のバックアップのための所与のノードディスジョイント経路を共有することができる。

【0136】

図3Cは、実施形態が動作し得る無線通信インターフェースの代替的な図表現302を示す。より詳細には、(i)要素396における多数のアクセスポイント対アクセスポイント (Multiple AP AP) インターフェース、(ii)要素397におけるステーション対ステーション間接インターフェース (STA STA Indirect) 、及び(iii)要素398におけるステーション対アクセスポイント直接インターフェース (STA AP Direct) を含む、様々な無線通信インターフェースのタイプが更に詳細に示される。

10

【0137】

無線通信インターフェースは、STA-AP direct 398を含む、多数のタイプの任意の結合であってもよい。ここで、STA (例えば、STA1 361) はアクセスポイント (例えば、この例示のAP2 372) に接続し、これは同様に要素396におけるWANバックホールMultiple AP-APに接続する。従って、このような例示によれば、STA1 361は第1のアクセスポイント (Multiple AP-AP 396の一部であるAP2 372) に接続し、第1のアクセスポイント (AP2 372) は第2のアクセスポイント (Multiple AP-AP 396を介するAP2 373) に接続し、第2のAPはWANバックホール (要素383におけるブロードバンドバックホール#3) に接続する。

20

【0138】

STA-STA Indirect 397の例では、ステーションSTA1 361は第2のステーションSTA2 362に接続し、第2のステーションSTA2 362はアクセスポイント (AP4 373) に接続し、これはWANバックホール (要素384におけるブロードバンドバックホール#4) に接続する。

【0139】

図4は、一実施形態によるコンピュータシステムの例示的な形態におけるマシン400の図表示を示す。この中で、本明細書に記載の1つ以上の方法をマシン/コンピュータシステム400に実行させる命令セットが実行されてもよい。代替的な実施形態では、マシンは、LAN (Local Area Network)、イントラネット、エクストラネット、又はインターネットで他のマシンと接続 (ネットワーク化) されてもよい。マシンは、クライアントサーバ型ネットワーク環境におけるサーバ又はクライアントマシンの能力で、ピアツーピア (又は分散型) ネットワーク環境におけるピアマシンとして、オンデマンドサービス環境内のサーバ又は一連のサーバとして動作してもよい。マシンの所定の実施形態は、パーソナルコンピュータ (PC)、タブレットPC、セットトップボックス (STB)、PDA (Personal Digital Assistant)、携帯電話、ウェブ装置、サーバ、ネットワークルータ、スイッチ若しくはブリッジ、コンピュータシステム、又はマシンによって行われる行動を特定する命令セット (連続的又はそれ以外) を実行することができる任意のマシンの形態であってもよい。更に、単一のマシンのみが示されているが、用語「マシン」は、本明細書で検討された1つ以上の方法を実行するための命令のセット (又は複数のセット) を個別に又は共同で実行するマシン (例えば、コンピュータ) の集合を含むようにも解釈される。

30

40

【0140】

例示のコンピュータシステム400は、プロセッサ402、メインメモリ404 (例えば、読み出し専用メモリ (read-only memory; ROM)、フラッシュメモリ、SDRAM (synchronous DRAM) 若しくはRDRAM (Rambus DRAM) 等のダイナミックランダムアクセスメモリ (dynamic rand

50

om access memory ; DRAM)、フラッシュメモリ、スタティックランダムアクセスメモリ (static random access memory ; SRAM)、揮発性ではあるが高データ速度のRAM等のスタティックメモリ)、及び二次メモリ418を含み、これらはバス430を介して互いに通信する。メインメモリ404は、トラフィックコーディネータ424と共にコマンド及び命令も含む。メインメモリ404及びそのサブ要素(例えば、423及び424)は、本明細書で検討された方法を実行するために処理論理426及びプロセッサ402と連動して動作可能である。

【0141】

コントロールモジュール435は、先に記載されたように、ソフトウェア422に加えてトラフィックコーディネータ424と共にコマンド及び命令423と併せて動作するように更に描かれている。

10

【0142】

プロセッサ402は、マイクロプロセッサ又は中央処理装置等の1つ以上の汎用処理装置を表す。より詳細には、プロセッサ402は、CISC (complex instruction set computing) マイクロプロセッサ、RISC (reduced instruction set computing) マイクロプロセッサ、VLIW (very long instruction word) マイクロプロセッサ、他の命令セットを実装するプロセッサ、又は命令セットの組み合わせを実装するプロセッサであってもよい。また、プロセッサ402は、特定用途向け集積回路 (application specific integrated circuit ; ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (field programmable gate array ; FPGA)、デジタル信号プロセッサ (digital signal processor ; DSP)、又はネットワークプロセッサ等の1つ以上の専用処理装置であってもよい。プロセッサ402は、本明細書に記載の動作及び機能を実行するための処理論理426を実行するように構成される。

20

【0143】

コンピュータシステム400は、ネットワークインターフェースカード408を更にも含んでもよい。また、コンピュータシステム400は、ユーザインターフェース410 (ビデオディスプレイ装置、液晶ディスプレイ (liquid crystal display ; LCD)、又は陰極線管 (cathode ray tube ; CRT) 等)、英数字入力装置412 (例えば、キーボード)、カーソル制御装置414 (例えば、マウス)、及び信号生成装置416 (例えば、統合スピーカ) を含んでもよい。コンピュータシステム400は、周辺装置436 (例えば、無線又は有線通信装置、メモリ装置、記憶装置、オーディオ処理装置、ビデオ処理装置等) を更にも含んでもよい。

30

【0144】

二次メモリ418は、本明細書に記載の1つ以上の方法又は機能を具現化する1つ以上の命令 (例えば、ソフトウェア422) が記憶される一時的でないマシン可読又はコンピュータ可読記憶媒体431を含んでもよい。また、ソフトウェア422は、コンピュータシステム400による実行中にメインメモリ404内及び/又はプロセッサ402内に、完全に又は少なくとも部分的に更に存在してもよい。また、メインメモリ404及びプロセッサ402はマシン可読記憶媒体を構成する。更に、ソフトウェア422は、ネットワークインターフェースカード408を介してネットワーク420上で送信され又は受信されてもよい。

40

【0145】

本明細書に開示の主題は例示目的で特定の実施形態に関して記載されているが、請求項に記載の実施形態は明示的に列挙された開示の実施形態に限定されないことが理解されるべきである。反対に、本開示は当業者には明らかなように様々な修正及び類似の構成を含むことが意図されている。従って、添付の請求項の範囲は、このような修正及び類似の構成の全てを包含するように最も広い解釈に一致するべきである。上記の説明は例示であって非限定目的であることが理解されるべきである。上記の説明を読んで理解すれば他の多

50

くの実施形態が当業者には明らかになるであろう。したがって、本開示の主題の範囲は、添付の請求項を参照して、このような請求項に与えられる均等物の完全な範囲と共に決定されるべきである。

【 図 1 】

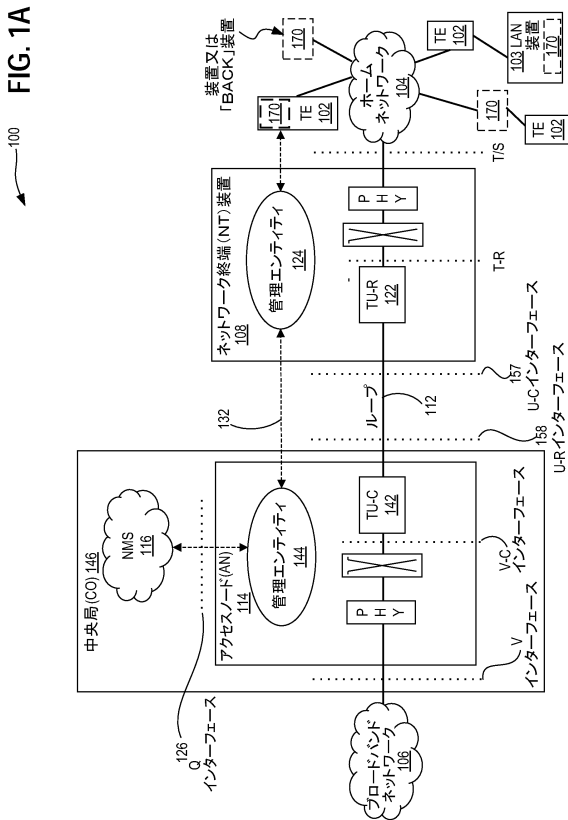


FIG. 1A

【 図 2 A 】

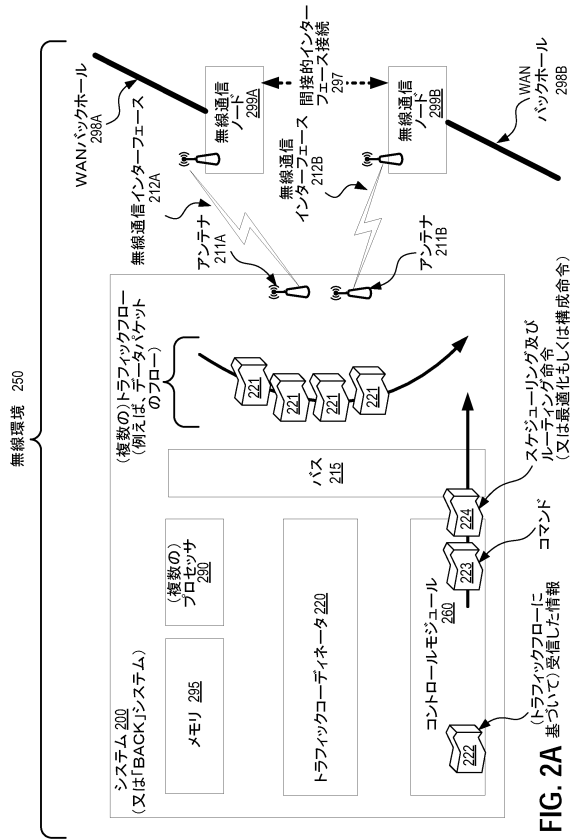


FIG. 2A

FIG. 2A 基づいて受信した情報 (トラフィックフローに コマンド スケジューリング及び ルーティング命令 (又は最適化もしくは構成命令))

【図 2 B】

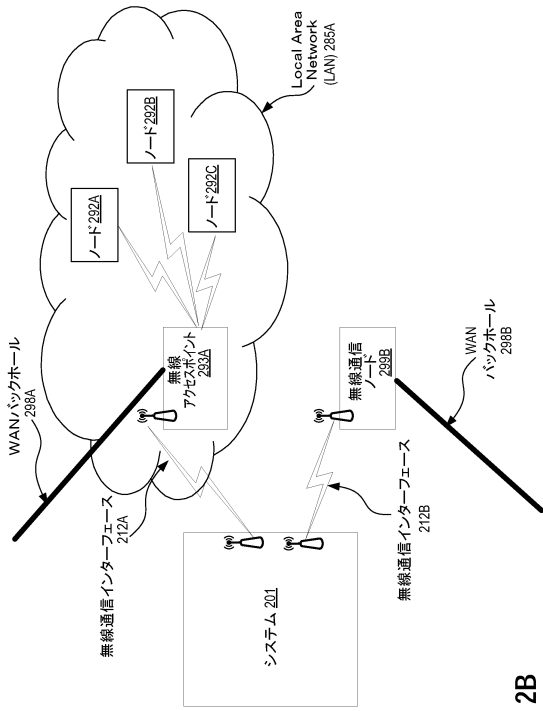


FIG. 2B

【図 2 C】

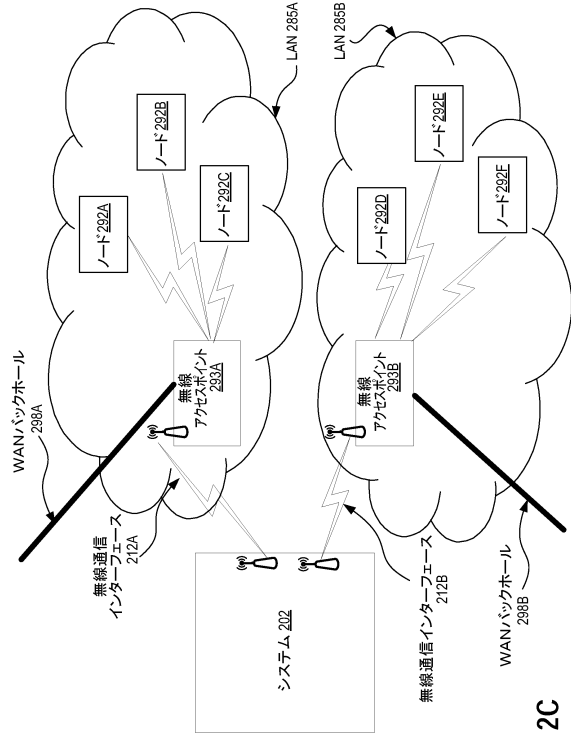


FIG. 2C

【図 2 D】

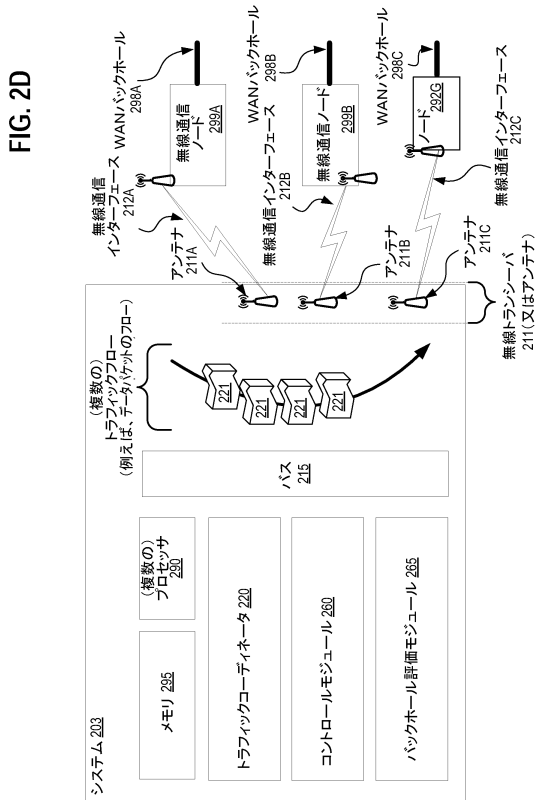


FIG. 2D

【図 3 A】

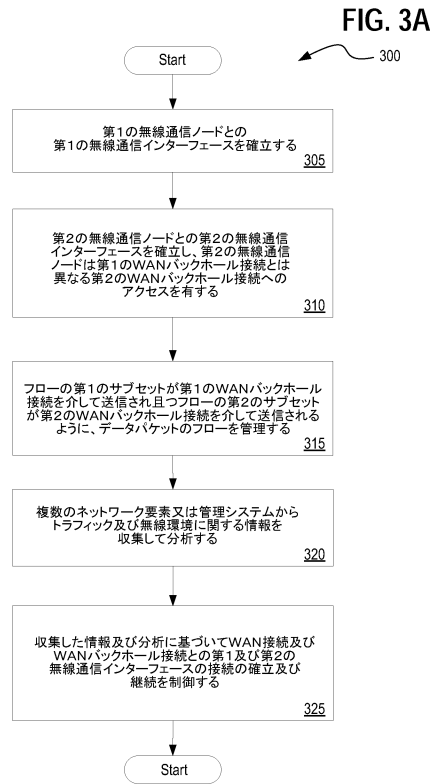
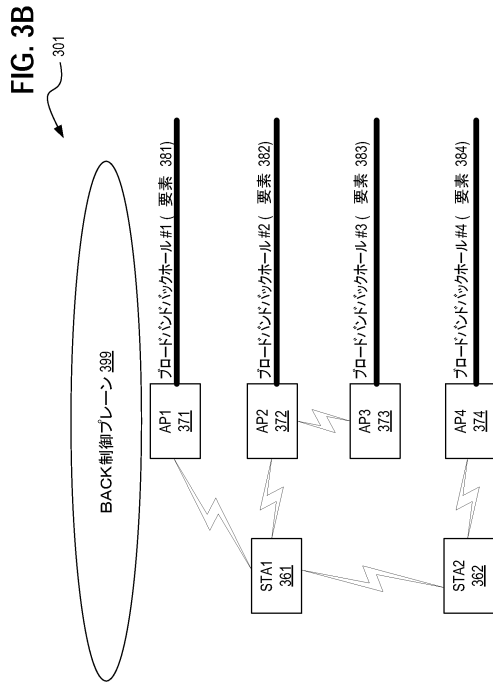
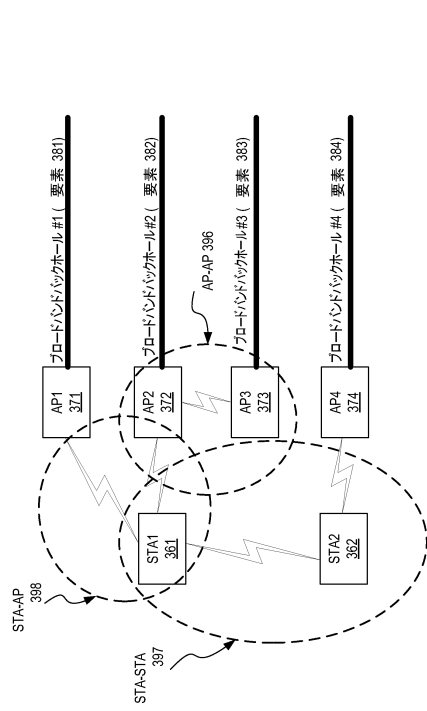


FIG. 3A

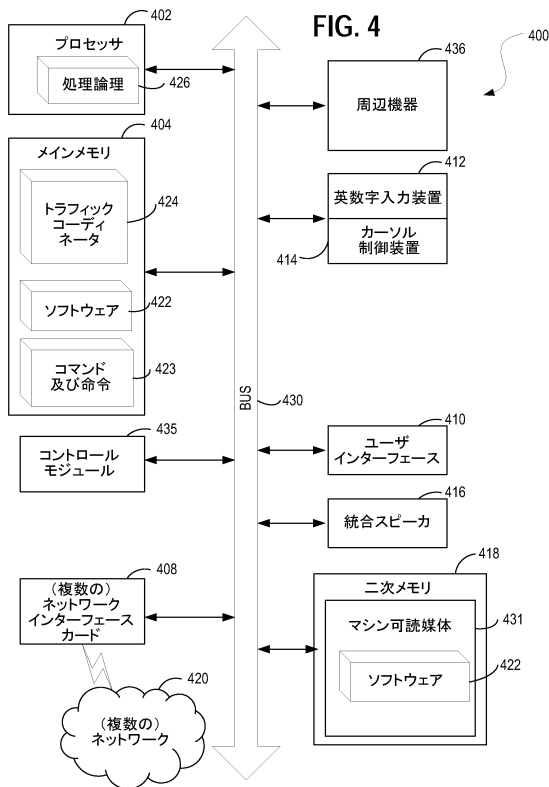
【 図 3 B 】



【 図 3 C 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 カーベッツ、 ケネス
アメリカ合衆国 07853 ニュージャージー州 ロングバレー オールド ファーマーズ ロ
ード 150
- (72)発明者 チャン、 ムン
アメリカ合衆国 08540 ニュージャージー州 プリンストン ストーン クリフ ロード
300

審査官 齋藤 浩兵

- (56)参考文献 特表2014-504116(JP,A)
特表2010-537571(JP,A)
特表2012-532522(JP,A)
特表2011-525310(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0280819(US,A1)
米国特許第06542500(US,B1)
国際公開第2013/085485(WO,A1)
特表2013-516848(JP,A)
国際公開第2012/132416(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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