

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6839859号  
(P6839859)

(45) 発行日 令和3年3月10日 (2021.3.10)

(24) 登録日 令和3年2月18日 (2021.2.18)

(51) Int. Cl. F I  
H O 4 L 12/721 (2013.01) H O 4 L 12/721 Z

請求項の数 21 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2018-527975 (P2018-527975)	(73) 特許権者	518183309
(86) (22) 出願日	平成28年11月25日 (2016.11.25)		ボルタ ネットワークス, インコーポレ
(65) 公表番号	特表2018-535619 (P2018-535619A)		イテッド
(43) 公表日	平成30年11月29日 (2018.11.29)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/063788		446, ブルックライン, ハーバード
(87) 国際公開番号	W02017/091820		アベニュー 51, ユニット 2
(87) 国際公開日	平成29年6月1日 (2017.6.1)	(74) 代理人	100078282
審査請求日	令和1年11月22日 (2019.11.22)		弁理士 山本 秀策
(31) 優先権主張番号	62/259,934	(74) 代理人	100113413
(32) 優先日	平成27年11月25日 (2015.11.25)		弁理士 森下 夏樹
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100181674
早期審査対象出願			弁理士 飯田 貴敏
		(74) 代理人	100181641
			弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワークルーティングシステムおよび技法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ネットワーク内の階層トポロジアドレス指定および階層再帰ルーティングのためのシステムであって、前記システムは、

ネットワークプロトコルスタック内のネットワーク層によってカプセル化される2つ以上のルーティング層で動作する複数のルーティングデバイスを備え、

各ルーティング層内において前記ルーティングデバイスの個別のグループは、個別の階層トポロジで組織化され、各トポロジは、複数のレベルを含み、前記レベルは、少なくとも、第1のレベルと、第2のレベルとを含み、前記第1のレベルは、前記ルーティングデバイスの個別のグループの第1のサブセットを含み、前記第2のレベルは、前記ルーティングデバイスの個別のグループの第2のサブセットを含み、前記第1のレベル内の各ルーティングデバイスは、前記第2のレベル内の1つ以上のルーティングデバイスに直接接続され、前記階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、前記個別のルーティング層のアドレススペース内の階層アドレスを有し、前記階層アドレスは、前記個別のルーティング層に対応する前記階層トポロジ内における前記個別のルーティングデバイスの個別の場所に対応し、

各層に対応する前記個別の階層トポロジ内において、前記第1のレベル内の各ルーティングデバイスの前記階層アドレスは、前記第2のレベル内の対応するルーティングデバイスの前記階層アドレスを含み、

前記ルーティングデバイスのそれぞれは、パケットの宛先アドレスのプレフィックスに

基づいて、前記2つ以上のルーティング層を介して、再帰ワンホップルーティングを行い、前記ネットワークを通して前記パケットをルーティングするように動作可能である、システム。

【請求項2】

前記ネットワーク層は、インターネットプロトコル（IP）層である、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

ルータのうちの少なくとも1つは、前記ネットワーク層内の第2のエンドポイントモジュールとネットワーク接続を確立するように動作可能な第1のエンドポイントモジュールに接続され、前記第1および第2のエンドポイントモジュールの間でルーティングされるパケットは、前記再帰ワンホップルーティングを介して、前記ネットワークを通してルーティングされる、請求項1に記載のシステム。

10

【請求項4】

前記第1および第2のエンドポイントモジュールは、前記第1のエンドポイントモジュールの第1の一意のネットワーク識別子（ID）および前記第2のエンドポイントモジュールの第2の一意のネットワーク識別子（ID）を使用して、前記ネットワーク層内で前記ネットワーク接続を確立する、請求項3に記載のシステム。

【請求項5】

第1のルーティング層に対応する前記階層トポロジの前記第1のレベル内の第1の特定のルーティングデバイスは、前記ネットワーク接続が確立されることに先立って、前記第1のエンドポイントモジュールに直接接続され、前記第1の特定のルーティングデバイスは、前記ネットワーク接続が確立されることに先立って、前記第1のルーティング層の前記アドレススペース内の階層アドレスを前記第1のエンドポイントモジュールに割り当て、第2の特定のルーティングデバイスは、前記ネットワーク接続が確立された後に、前記第1のルーティング層の前記アドレススペース内の前記第1のエンドポイントモジュールの前記階層アドレスを変更し、前記ネットワークは、前記第1のエンドポイントモジュールの前記階層アドレスの前記変更の前および後に途切れることなく前記ネットワーク接続を維持する、請求項4に記載のシステム。

20

【請求項6】

前記ネットワークと1つ以上の外部ネットワークとの間でパケットをルーティングするように動作可能なゲートウェイデバイスをさらに備え、前記ゲートウェイデバイスは、前記パケットをルーティングするために前記ネットワーク層内で一意のネットワーク識別子（ID）を使用する、請求項1に記載のシステム。

30

【請求項7】

前記一意のネットワークIDは、インターネットプロトコル（IP）アドレスおよび/または媒体アクセス制御（MAC）アドレスである、請求項6に記載のシステム。

【請求項8】

各ルーティングデバイスは、ネットワーク転送プレーンを実装し、1つ以上の遠隔ネットワークルーティングプレーンと通信する、請求項1に記載のシステム。

【請求項9】

各ルーティングデバイスはさらに、1つ以上の遠隔ネットワークサービスプレーンと通信する、請求項8に記載のシステム。

40

【請求項10】

特定のルーティング層に対応する前記階層トポロジ内の前記ルーティングデバイスは、前記特定のルーティング層に対応する前記ルーティングデバイスの前記階層トポロジの変化に応答して、前記階層アドレスをそれら自体に自律的に再び割り当てる、請求項1に記載のシステム。

【請求項11】

各層に対応する前記個別の階層トポロジ内において、前記第1のレベル内の各ルーティングデバイスの前記階層アドレスは、プレフィックスとして前記第2のレベル内の前記対

50

応するルーティングデバイスの前記階層アドレスを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 1 2】

ネットワークプロトコルスタック内のネットワーク層によってカプセル化される 2 つ以上のルーティング層で動作する複数のルーティングデバイスを含むネットワーク内の階層トポロジアドレス指定および階層再帰ルーティングのための方法であって、各ルーティング層内において前記ルーティングデバイスの個別のグループは、個別の階層トポロジで組織化され、各トポロジは、複数のレベルを含み、前記レベルは、少なくとも、第 1 のレベルと、第 2 のレベルとを含み、前記第 1 のレベルは、前記ルーティングデバイスの個別のグループの第 1 のサブセットを含み、前記第 2 のレベルは、前記ルーティングデバイスの個別のグループの第 2 のサブセットを含み、前記第 1 のレベル内の各ルーティングデバイスは、前記第 2 のレベル内の 1 つ以上のルーティングデバイスに直接接続され、前記階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、前記個別のルーティング層のアドレススペース内の階層アドレスを有し、

10

前記方法は、前記ルーティングデバイスによって、パケットの宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、前記 2 つ以上のルーティング層を介して、再帰ワンホップルーティングを行い、前記ネットワークを通して前記パケットをルーティングすることを含み、

特定のルーティング層を通す特定のパケットの前記再帰ワンホップルーティング中、前記特定のルーティング層の前記アドレススペース内の各ルーティングデバイスの前記階層アドレスは、前記特定のルーティング層に対応する特定の階層トポロジ内における前記個別のルーティングデバイスの個別の場所に対応し、前記特定の階層トポロジの前記第 1 のレベル内の各ルーティングデバイスの前記階層アドレスは、前記特定の階層トポロジの前記第 2 のレベル内の対応するルーティングデバイスの前記階層アドレスを含む、方法。

20

【請求項 1 3】

前記ネットワーク層は、インターネットプロトコル (IP) 層である、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

ルータのうちの少なくとも 1 つは、前記ネットワーク層内の第 2 のエンドポイントモジュールとネットワーク接続を確立するように動作可能な第 1 のエンドポイントモジュールに接続され、前記第 1 および第 2 のエンドポイントモジュールの間でルーティングされるパケットは、前記再帰ワンホップルーティングを介して、前記ネットワークを通してルーティングされる、請求項 1 2 に記載の方法。

30

【請求項 1 5】

前記第 1 および第 2 のエンドポイントモジュールは、前記第 1 のエンドポイントモジュールの第 1 の一意のネットワーク識別子 (ID) および前記第 2 のエンドポイントモジュールの第 2 の一意のネットワーク識別子 (ID) を使用して、前記ネットワーク層内で前記ネットワーク接続を確立する、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記特定のルーティング層に対応する前記特定の階層トポロジの前記第 1 のレベル内の第 1 の特定のルーティングデバイスは、前記ネットワーク接続が確立されることに先立って、前記第 1 のエンドポイントモジュールに直接接続され、前記第 1 の特定のルーティングデバイスは、前記ネットワーク接続が確立されることに先立って、前記特定のルーティング層の前記アドレススペース内の階層アドレスを前記第 1 のエンドポイントモジュールに割り当て、第 2 の特定のルーティングデバイスは、前記ネットワーク接続が確立された後に、前記特定のルーティング層の前記アドレススペース内の前記第 1 のエンドポイントモジュールの前記階層アドレスを変更し、前記ネットワークは、前記第 1 のエンドポイントモジュールの前記階層アドレスの前記変更の前および後に途切れることなく前記ネットワーク接続を維持する、請求項 1 5 に記載の方法。

40

【請求項 1 7】

前記ネットワークはさらに、前記ネットワークと 1 つ以上の外部ネットワークとの間でパケットをルーティングするように動作可能なゲートウェイデバイスを含み、前記ゲート

50

ウェイデバイスは、前記パケットをルーティングするために前記ネットワーク層内で一意のネットワーク識別子（ＩＤ）を使用する、請求項１２に記載の方法。

【請求項１８】

前記一意のネットワークＩＤは、インターネットプロトコル（ＩＰ）アドレスおよび／または媒体アクセス制御（ＭＡＣ）アドレスである、請求項１７に記載の方法。

【請求項１９】

各ルーティングデバイスは、ネットワーク転送プレーンを実装し、１つ以上の遠隔ネットワークルーティングプレーンと通信する、請求項１２に記載の方法。

【請求項２０】

各ルーティングデバイスはさらに、１つ以上の遠隔ネットワークサービスプレーンと通信する、請求項１９に記載の方法。

10

【請求項２１】

前記特定のルーティング層に対応する前記特定の階層トポロジ内の前記ルーティングデバイスは、前記特定のルーティング層に対応する前記ルーティングデバイスの前記階層トポロジの変化に応答して、前記階層アドレスをそれら自体に自律的に再び割り当てる、請求項１２に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

（関連出願への相互参照）

20

本出願は、Attorney Docket No. VNW - 001PRで2015年11月25日に提出された米国仮特許出願第62/259,934号に対して優先権、およびその利益を主張する。上記文献は、適用可能な法律によって許可される最大限までここで参照することによって本明細書において援用される。

【０００２】

（発明の分野）

本開示は、概して、ネットワークルーティングを改良するための技法に関する。本明細書に説明されるいくつかの実施形態は、具体的には、ノード内通信を管理するために一時的ノードアドレスとともに単一ホップルーティングを使用することに関する。

【背景技術】

30

【０００３】

（背景）

現在のインターネットアーキテクチャは、自律的異種ネットワークの大規模セットの上に技術非依存性抽象化を提供する「ネットワーク層」を含む、異なる機能の層の周囲に構築される。インターネットプロトコル（ＩＰ）は、そのような抽象化を達成するための１つの機構である。しかしながら、インターネットプロトコルの「最善努力」サービスモデルの制限は、インターネットが、セキュリティ、管理可能性、無線ネットワーク、モビリティ、およびその他等の新しい要件を満たすために効果的に拡張することを妨げている。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

（発明の要約）

現在のインターネットアーキテクチャの１つの欠点は、それが実際のアドレスをエンドポイントモジュール（例えば、サーバまたはクライアントデバイス等のエンドポイントデバイス、仮想マシン等のエンドポイントデバイス上で実行するアプリケーション等）にエクスポートすることである。インターネット全体でエンドポイントモジュールの実際のアドレス（例えば、ＩＰアドレス）をエクスポートすることは、これらのモジュールのモビリティを阻止する傾向がある。例えば、ケーブルオペレータＡによって提供されるＩＰアドレスに結合するボイスオーバーＩＰ（VoIP）アプリケーションを使用するクライア

50

ントは、概して、ネットワークアドレス登録およびアプリケーションコネクティビティを妨害することなく、（ＩＰアドレスが割り当てられる）ケーブルオペレータＡのサブネットの外側に移動することができない。

【０００５】

現在のインターネットアーキテクチャに関する別の問題は、それがトランスポートおよびルーティング／中継を２つの別個の層に分割し、ルーティングテーブルの増大を引き起こす傾向がある層の数を人工的に限定することによって、同一の範囲の機能を人工的に単離することである。本問題は、大量のトラフィックが、そのような大規模ルーティングテーブルを保持することが可能なネットワークデバイスに転送され、単にヘアピン接続を介してネットワークの中へ返送される、データセンタおよびモバイルネットワークで特に問題となる。トラフィックが１つのソースからネットワークデバイス（例えば、ルータ）の中へ入り、Ｕターンを行い、それが来た同一の道を戻る、本シナリオは、極めて一般的であり、高度に非効率的である。

【０００６】

本発明者らは、インターネットプロトコルが常駐する「ネットワーク層」によってカプセル化される（それよりも低い）１つ以上の層内で階層トポロジアドレス指定および再帰ルーティングを使用することによって、インターネット（またはデータセンタ等のその部分）の性能が増進され得ることを認識して理解している。ネットワーク層の下方で階層トポロジアドレス指定および再帰ルーティングを使用することは、現在のインターネットアーキテクチャを留保するインターネットの他の部分との互換性を維持しながら、エンドポイントモジュールのモビリティの増加およびルーティングテーブルのサイズの縮小につながり得る。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本開示のある側面によると、ネットワーク内の階層トポロジアドレス指定および階層再帰ルーティングのためのシステムは、階層トポロジで組織化される複数のルーティングデバイスを含んでもよく、トポロジは、複数のレベルを含む、ルーティング層を形成し、レベルは、第１のレベルと、第２のレベルとを含み、第１のレベルは、ルーティングデバイスの第１のサブセットを含み、第２のレベルは、ルーティングデバイスの第２のサブセットを含み、第１のレベル内の各ルーティングデバイスは、１つ以上のエンドポイントモジュールに、および第２のレベル内の１つ以上のルーティングデバイスに直接接続され、階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、階層トポロジ内に個別のルーティングデバイスの場所に基づく階層アドレスを有する。階層トポロジ内のルーティングデバイスのそれぞれは、再帰ワンホップルーティングを行い、ネットワークを通してパケットをルーティングするように動作可能であり、第１のルーティングデバイスが特定のパケットに再帰ワンホップルーティングを行うことは、少なくともパケットの宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、第１のルーティングデバイスのネットワークポートを選択することによって、宛先アドレスは、第１のレベル内の第２のルーティングデバイスの階層アドレスである、ことと、パケットを選択されたネットワークポートに直接接続されるルーティングデバイスに転送することとを含む。

【０００８】

いくつかの実施形態では、ルーティング層は、ネットワークプロトコルスタック内のネットワーク層の下方にある。いくつかの実施形態では、ネットワーク層は、インターネットプロトコル（ＩＰ）層である。いくつかの実施形態では、エンドポイントモジュールは、ネットワーク層内の第２のエンドポイントモジュールとネットワーク接続を確立するように動作可能な第１のエンドポイントモジュールを含み、第１および第２のエンドポイントモジュールの間でルーティングされるパケットは、再帰ワンホップルーティングを介して、ネットワークを通してルーティングされる。いくつかの実施形態では、第１および第２のエンドポイントモジュールは、第１のエンドポイントモジュールの第１の一意のネットワーク識別子（ＩＤ）および第２のエンドポイントモジュールの第２の一意のネットワ

ーク識別子 ( I D ) を使用して、ネットワーク層内でネットワーク接続を確立する。いくつかの実施形態では、第 1 のレベル内の特定のルーティングデバイス R 1 は、ネットワーク接続が確立されることに先立って、第 1 のエンドポイントモジュールに直接接続され、特定のルーティングデバイス R 1 は、ネットワーク接続が確立されることに先立って、階層アドレスを第 1 のエンドポイントモジュールに割り当て、特定のルーティングデバイス R 2 は、ネットワーク接続が確立された後に、第 1 のエンドポイントモジュールの階層アドレスを変更し、ネットワークは、第 1 のエンドポイントモジュールの階層アドレスの変更の前および後に途切れることなくネットワーク接続を維持する。

【 0 0 0 9 】

いくつかの実施形態では、本システムはさらに、ネットワークと 1 つ以上の外部ネットワークとの間でパケットをルーティングするように動作可能なゲートウェイデバイスを含み、ゲートウェイデバイスは、パケットをルーティングするためにネットワーク層内で一意のネットワーク識別子 ( I D ) を使用する。いくつかの実施形態では、一意のネットワーク I D は、インターネットプロトコル ( I P ) アドレスおよび / または媒体アクセス制御 ( M A C ) アドレスである。いくつかの実施形態では、階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、ネットワーク転送プレーンを実装し、1 つ以上の遠隔ネットワークルーティングプレーンと通信する。いくつかの実施形態では、各ルーティングデバイスはさらに、1 つ以上の遠隔ネットワークサービスプレーンと通信する。

【 0 0 1 0 】

いくつかの実施形態では、階層トポロジ内のルーティングデバイスは、ルーティングデバイスの階層トポロジの変化にตอบสนองして、階層アドレスをそれら自体に自律的に再び割り当てる。

【 0 0 1 1 】

本開示の別の側面によると、ネットワーク内の階層トポロジアドレス指定および階層再帰ルーティングのための方法が提供される。ネットワークは、階層トポロジで組織化される複数のルーティングデバイスを含む。トポロジは、第 1 のレベルと、第 2 のレベルとを含む、複数のレベルを含む、ルーティング層を形成する。第 1 のレベルは、ルーティングデバイスの第 1 のサブセットを含み、第 2 のレベルは、ルーティングデバイスの第 2 のサブセットを含む。第 1 のレベル内の各ルーティングデバイスは、1 つ以上のエンドポイントモジュールに、および第 2 のレベル内の 1 つ以上のルーティングデバイスに直接接続される。階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、階層トポロジ内に個別のルーティングデバイスの場所に基づく階層アドレスを有し、階層トポロジ内のルーティングデバイスのそれぞれは、再帰ワンホップルーティングを行い、ネットワークを通してパケットをルーティングするように動作可能である。本方法は、少なくともパケットの宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、第 1 のルーティングデバイスのネットワークポートを選択することであって、宛先アドレスは、第 1 のレベル内の第 2 のルーティングデバイスの階層アドレスである、ことと、パケットを選択されたネットワークポートに直接接続されるルーティングデバイスに転送することとを含む、第 1 のルーティングデバイスによって特定のパケットに再帰ワンホップルーティングを行うことを含む。

【 0 0 1 2 】

いくつかの実施形態では、ルーティング層は、ネットワークプロトコルスタック内のネットワーク層の下方にある。いくつかの実施形態では、ネットワーク層は、インターネットプロトコル ( I P ) 層である。いくつかの実施形態では、エンドポイントモジュールは、ネットワーク層内の第 2 のエンドポイントモジュールとネットワーク接続を確立するように動作可能な第 1 のエンドポイントモジュールを含み、第 1 および第 2 のエンドポイントモジュールの間でルーティングされるパケットは、再帰ワンホップルーティングを介して、ネットワークを通してルーティングされる。いくつかの実施形態では、第 1 および第 2 のエンドポイントモジュールは、第 1 のエンドポイントモジュールの第 1 の一意のネットワーク識別子 ( I D ) および第 2 のエンドポイントモジュールの第 2 の一意のネットワーク識別子 ( I D ) を使用して、ネットワーク層内でネットワーク接続を確立する。いく

10

20

30

40

50

つかの実施形態では、第1のレベル内の特定のルーティングデバイスR1は、ネットワーク接続が確立されることに先立って、第1のエンドポイントモジュールに直接接続され、特定のルーティングデバイスR1は、ネットワーク接続が確立されることに先立って、階層アドレスを第1のエンドポイントモジュールに割り当て、特定のルーティングデバイスR2は、ネットワーク接続が確立された後に、第1のエンドポイントモジュールの階層アドレスを変更し、ネットワークは、第1のエンドポイントモジュールの階層アドレスの変更の前および後に途切れることなくネットワーク接続を維持する。

【0013】

いくつかの実施形態では、ネットワークはさらに、ネットワークと1つ以上の外部ネットワークとの間でパケットをルーティングするように動作可能なゲートウェイデバイスを含み、ゲートウェイデバイスは、パケットをルーティングするためにネットワーク層内で一意のネットワーク識別子(ID)を使用する。いくつかの実施形態では、一意のネットワークIDは、インターネットプロトコル(IP)アドレスおよび/または媒体アクセス制御(MAC)アドレスである。いくつかの実施形態では、階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、ネットワーク転送プレーンを実装し、1つ以上の遠隔ネットワークルーティングプレーンと通信する。いくつかの実施形態では、各ルーティングデバイスはさらに、1つ以上の遠隔ネットワークサービスプレーンと通信する。

【0014】

いくつかの実施形態では、階層トポロジ内のルーティングデバイスは、ルーティングデバイスの階層トポロジの変化にตอบสนองして、階層アドレスをそれら自体に自律的に再び割り当てる。

【0015】

本明細書に説明される主題の1つ以上の実施形態の詳細が、付随する図面および以下の説明に記載される。主題の他の特徴、側面、および利点が、説明、図面、ならびに請求項から明白になるであろう。いくつかの実施形態に関する動機および/またはいくつかの実施形態の利点の説明を含む、前述の発明の概要は、読者が本開示を理解することを支援することを意図し、請求項のうちのいずれの範囲もいかにようにも限定しない。

本願明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

(項目1)

ネットワーク内の階層トポロジアドレス指定および階層再帰ルーティングのためのシステムであって、前記システムは、

階層トポロジで組織化された複数のルーティングデバイスを備え、前記トポロジは、複数のレベルを含むルーティング層を形成し、前記レベルは、第1のレベルと、第2のレベルとを含み、前記第1のレベルは、前記ルーティングデバイスの第1のサブセットを含み、前記第2のレベルは、前記ルーティングデバイスの第2のサブセットを含み、前記第1のレベル内の各ルーティングデバイスは、1つ以上のエンドポイントモジュールに、および前記第2のレベル内の1つ以上のルーティングデバイスに直接接続され、前記階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、前記階層トポロジ内に個別のルーティングデバイスの場所に基づく階層アドレスを有し、

前記階層トポロジ内の前記ルーティングデバイスのそれぞれは、再帰ワンホップルーティングを行い、前記ネットワークを通してパケットをルーティングするように動作可能であり、第1のルーティングデバイスが特定のパケットに前記再帰ワンホップルーティングを行うことは、

少なくとも前記パケットの宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、前記第1のルーティングデバイスのネットワークポートを選択することであって、前記宛先アドレスは、前記第1のレベル内の第2のルーティングデバイスの階層アドレスである、ことと、

前記パケットを前記選択されたネットワークポートに直接接続されたルーティングデバイスに転送することと

を含む、システム。

(項目2)

10

20

30

40

50

前記ルーティング層は、ネットワークプロトコルスタック内のネットワーク層の下にある、項目 1 に記載のシステム。

(項目 3)

前記ネットワーク層は、インターネットプロトコル (IP) 層である、項目 2 に記載のシステム。

(項目 4)

前記エンドポイントモジュールは、前記ネットワーク層内の第 2 のエンドポイントモジュールとネットワーク接続を確立するように動作可能な第 1 のエンドポイントモジュールを含み、前記第 1 および第 2 のエンドポイントモジュールの間でルーティングされるパケットは、前記再帰ワンホップルーティングを介して、前記ネットワークを通してルーティングされる、項目 2 に記載のシステム。

10

(項目 5)

前記第 1 および第 2 のエンドポイントモジュールは、前記第 1 のエンドポイントモジュールの第 1 の一意のネットワーク識別子 (ID) および前記第 2 のエンドポイントモジュールの第 2 の一意のネットワーク識別子 (ID) を使用して、前記ネットワーク層内で前記ネットワーク接続を確立する、項目 4 に記載のシステム。

(項目 6)

前記第 1 のレベル内の特定のルーティングデバイス R 1 は、前記ネットワーク接続が確立されることに先立って、前記第 1 のエンドポイントモジュールに直接接続され、前記特定のルーティングデバイス R 1 は、前記ネットワーク接続が確立されることに先立って、階層アドレスを前記第 1 のエンドポイントモジュールに割り当て、特定のルーティングデバイス R 2 は、前記ネットワーク接続が確立された後に、前記第 1 のエンドポイントモジュールの前記階層アドレスを変更し、前記ネットワークは、前記第 1 のエンドポイントモジュールの前記階層アドレスの前記変更の前および後に途切れることなく前記ネットワーク接続を維持する、項目 5 に記載のシステム。

20

(項目 7)

前記ネットワークと 1 つ以上の外部ネットワークとの間でパケットをルーティングするように動作可能なゲートウェイデバイスをさらに備え、前記ゲートウェイデバイスは、前記パケットをルーティングするために前記ネットワーク層内で一意のネットワーク識別子 (ID) を使用する、項目 2 に記載のシステム。

30

(項目 8)

前記一意のネットワーク ID は、インターネットプロトコル (IP) アドレスおよび / または媒体アクセス制御 (MAC) アドレスである、項目 7 に記載のシステム。

(項目 9)

前記階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、ネットワーク転送プレーンを実装し、1 つ以上の遠隔ネットワークルーティングプレーンと通信する、項目 1 に記載のシステム。

(項目 10)

各ルーティングデバイスはさらに、1 つ以上の遠隔ネットワークサービスプレーンと通信する、項目 9 に記載のシステム。

40

(項目 11)

前記階層トポロジ内の前記ルーティングデバイスは、前記ルーティングデバイスの前記階層トポロジの変化にตอบสนองして、前記階層アドレスをそれら自体に自律的に再び割り当てる、項目 1 に記載のシステム。

(項目 12)

階層トポロジで組織化された複数のルーティングデバイスを含むネットワーク内の階層トポロジアドレス指定および階層再帰ルーティングのための方法であって、前記トポロジは、複数のレベルを含むルーティング層を形成し、前記レベルは、第 1 のレベルと、第 2 のレベルとを含み、前記第 1 のレベルは、前記ルーティングデバイスの第 1 のサブセットを含み、前記第 2 のレベルは、前記ルーティングデバイスの第 2 のサブセットを含み、前

50



記第 1 のレベル内の各ルーティングデバイスは、1 つ以上のエンドポイントモジュールに、および前記第 2 のレベル内の 1 つ以上のルーティングデバイスに直接接続され、前記階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、前記階層トポロジ内に個別のルーティングデバイスの場所に基づく階層アドレスを有し、前記階層トポロジ内の前記ルーティングデバイスのそれぞれは、再帰ワンホップルーティングを行い、前記ネットワークを通してパケットをルーティングするように動作可能であり、前記方法は、

第 1 のルーティングデバイスによって、特定のパケットに再帰ワンホップルーティングを行うことを含み、前記行うことは、

少なくとも前記パケットの宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、前記第 1 のルーティングデバイスのネットワークポートを選択することであって、前記宛先アドレスは、前記第 1 のレベル内の第 2 のルーティングデバイスの階層アドレスである、ことと、

前記パケットを前記選択されたネットワークポートに直接接続されたルーティングデバイスに転送することと

を含む、方法。

(項目 1 3 )

前記ルーティング層は、ネットワークプロトコルスタック内のネットワーク層の下にある、項目 1 2 に記載の方法。

(項目 1 4 )

前記ネットワーク層は、インターネットプロトコル ( I P ) 層である、項目 1 3 に記載の方法。

(項目 1 5 )

前記エンドポイントモジュールは、前記ネットワーク層内の第 2 のエンドポイントモジュールとネットワーク接続を確立するように動作可能な第 1 のエンドポイントモジュールを含み、前記第 1 および第 2 のエンドポイントモジュールの間でルーティングされるパケットは、前記再帰ワンホップルーティングを介して、前記ネットワークを通してルーティングされる、項目 1 3 に記載の方法。

(項目 1 6 )

前記第 1 および第 2 のエンドポイントモジュールは、前記第 1 のエンドポイントモジュールの第 1 の一意のネットワーク識別子 ( I D ) および前記第 2 のエンドポイントモジュールの第 2 の一意のネットワーク識別子 ( I D ) を使用して、前記ネットワーク層内で前記ネットワーク接続を確立する、項目 1 5 に記載の方法。

(項目 1 7 )

前記第 1 のレベル内の特定のルーティングデバイス R 1 は、前記ネットワーク接続が確立されることに先立って、前記第 1 のエンドポイントモジュールに直接接続され、前記特定のルーティングデバイス R 1 は、前記ネットワーク接続が確立されることに先立って、階層アドレスを前記第 1 のエンドポイントモジュールに割り当て、特定のルーティングデバイス R 2 は、前記ネットワーク接続が確立された後に、前記第 1 のエンドポイントモジュールの前記階層アドレスを変更し、前記ネットワークは、前記第 1 のエンドポイントモジュールの前記階層アドレスの前記変更の前および後に途切れることなく前記ネットワーク接続を維持する、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 1 8 )

前記ネットワークはさらに、前記ネットワークと 1 つ以上の外部ネットワークとの間でパケットをルーティングするように動作可能なゲートウェイデバイスを含み、前記ゲートウェイデバイスは、前記パケットをルーティングするために前記ネットワーク層内で一意のネットワーク識別子 ( I D ) を使用する、項目 1 3 に記載の方法。

(項目 1 9 )

前記一意のネットワーク I D は、インターネットプロトコル ( I P ) アドレスおよび / または媒体アクセス制御 ( M A C ) アドレスである、項目 1 8 に記載の方法。

(項目 2 0 )

前記階層トポロジ内の各ルーティングデバイスは、ネットワーク転送プレーンを実装し

10

20

30

40

50

、 1 つ以上の遠隔ネットワークルーティングプレーンと通信する、項目 1 2 に記載の方法。

（項目 2 1）

各ルーティングデバイスはさらに、 1 つ以上の遠隔ネットワークサービスプレーンと通信する、項目 2 0 に記載の方法。

（項目 2 2）

前記階層トポロジ内の前記ルーティングデバイスは、前記ルーティングデバイスの前記階層トポロジの変化に応答して、前記階層アドレスをそれら自体に自律的に再び割り当てる、項目 1 2 に記載の方法。

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施形態のある利点が、付随する図面と併せて解釈される、以下の説明を参照することによって理解され得る。図面では、同様の参照文字は、概して、異なる図の全体を通して同一の部分を目指す。また、図面は、必ずしも縮尺通りではなく、代わりに、概して、本発明のいくつかの実施形態の原理を例証することに重点が置かれている。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】図 1 は、いくつかの実施形態による、ネットワークのブロック図である。

【図 2】図 2 は、いくつかの実施形態による、階層再帰ネットワークのブロック図である。

。

【図 3】図 3 は、いくつかの実施形態による、階層再帰ネットワークのエッジルータによって行われるルーティング方法を図示するフローチャートである。

【図 4】図 4 は、いくつかの実施形態による、階層再帰ネットワークのコアルータによって行われるルーティング方法を図示するフローチャートである。

【図 5】図 5 は、いくつかの実施形態による、データセンタ内でパケットをルーティングするために好適な図 2 の階層再帰ネットワークの例示的実装の概略図である。

【図 6】図 6 は、いくつかの実施形態による、ネットワークシステムのブロック図である。

。

【図 7】図 7 は、いくつかの実施形態による、図 6 のネットワークシステムの別のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

（詳細な説明）

図 1 を参照すると、ネットワーク 1 0 0 は、ゲートウェイ 1 1 5 および 1 2 5 を介して通信可能に結合される、ネットワーク 1 1 0 および 1 3 0 を含んでもよい。ネットワーク 1 3 0 は、階層再帰ネットワーク（HRN）1 4 0 と、HRN 1 4 0 に接続されるエンドポイントモジュール 1 5 0 とを含む。いくつかの実施形態では、ネットワーク 1 3 0 はまた、ゲートウェイ 1 2 5 も含む。HRN の好適なトポロジおよび HRN 内で使用するために好適なルーティング技法を含む、HRN 1 4 0 のいくつかの実施形態の特徴が、以下に説明される。加えて、エンドポイントモジュール 1 6 0 は、ネットワーク 1 1 0 に結合され、ネットワーク 1 1 0、ゲートウェイ（1 1 5、1 2 5）、および HRN 1 4 0 を介して、エンドポイントモジュール 1 5 0 と通信することができる。

【 0 0 1 9 】

エンドポイントモジュール（1 5 0、1 6 0）は、エンドポイントデバイス（例えば、サーバコンピュータ、ラップトップコンピュータ、デスクトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、スマートフォン等）、またはエンドポイントデバイス上で実行するアプリケーション（例えば、仮想マシン）であってもよい。エンドポイントデバイスのいくつかの実施形態が、以下でさらに詳細に説明される。各エンドポイントモジュールは、少なくとも 1 つの一意のネットワーク識別子（「ネットワーク ID」）、例えば、インターネットプロトコル（IP）アドレス、媒体アクセス制御（MAC）アドレス等を割り当てられてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

ネットワーク 1 1 0 は、任意の好適なタイプの 1 つ以上の通信ネットワークを含んでもよい。通信ネットワークのいくつかの実施例は、ローカルエリアネットワーク（「LAN」）、広域ネットワーク（「WAN」）、例えば、インターネット（またはその一部）等を含む。通信ネットワークは、有線および/または無線ネットワークを含んでもよい。ネットワーク 1 1 0 は、任意の好適なルーティング技法（例えば、リンク状態ルーティング、距離ベクトルルーティング等）を使用して、ルーティングを行ってもよい。いくつかの実施形態では、ネットワーク 1 1 0 は、データパケットがアドレス指定されるエンドポイントモジュールのネットワーク ID に基づいて、データパケットをルーティングする。上記で議論されるように、エンドポイントモジュールの一意のネットワーク ID に基づいてルーティングを行うことは、モバイルエンドポイントモジュール（1 5 0、1 6 0）が場所を変更するときにコネクティビティの損失につながり得、また、非常に大規模なルーティングテーブルおよび関連付けられるルーティング非効率性につながり得る。

10

## 【 0 0 2 1 】

ゲートウェイ（1 1 5、1 2 5）は、パケットがアドレス指定されるエンドポイントモジュールのネットワーク ID に基づいて、ネットワーク（例えば、ネットワーク 1 1 0 およびネットワーク 1 3 0）の間でパケットをルーティングしてもよい。ゲートウェイ 1 1 5 がエンドポイントモジュール 1 6 0 のうちの 1 つのネットワーク ID にアドレス指定されるパケットを受信するとき、ゲートウェイ 1 1 5 は、そのエンドポイントモジュール 1 6 0 にルーティングするためにパケットをネットワーク 1 1 0 に転送する。ゲートウェイ 1 1 5 が、エンドポイントモジュール 1 5 0 のうちの 1 つのネットワーク ID にアドレス指定されるパケットを受信するとき、ゲートウェイ 1 1 5 は、階層再帰ネットワーク 1 4 0 を介してエンドポイントモジュール 1 5 0 にルーティングするためにパケットをゲートウェイ 1 2 5 に（またはそれに向けて）転送する。ゲートウェイ 1 2 5 がエンドポイントモジュール 1 5 0 のうちの 1 つのネットワーク ID にアドレス指定されるパケットを受信するとき、ゲートウェイ 1 2 5 は、そのエンドポイントモジュール 1 5 0 にルーティングするためにパケットを HRN 1 4 0 に転送する。ゲートウェイ 1 2 5 がエンドポイントモジュール 1 6 0 のうちの 1 つのネットワーク ID にアドレス指定されるパケットを受信するとき、ゲートウェイ 1 2 5 は、ネットワーク 1 1 0 を介してエンドポイントモジュール 1 6 0 にルーティングするためにパケットをゲートウェイ 1 1 5 に（またはそれに向けて）転送する。ゲートウェイの例示的実装が、図 6 および 7 を参照して以下に説明される。

20

30

## 【 0 0 2 2 】

階層再帰ネットワーク 1 4 0 では、ネットワークデバイス（例えば、ルータ）は、階層トポロジ（例えば、ツリー）で物理的に組織化され、トポロジ内のそれらの場所に対応する階層アドレスを割り当てられる。ネットワークデバイスは、階層アドレスをそれら自体に自律的に割り当ててもよく、および/または階層アドレスは、ユーザ（例えば、ネットワーク管理者）によってネットワークデバイスに割り当てられてもよい。HRN 1 4 0 内で、ネットワークデバイスは、再帰ルーティングプロトコルを使用することができる。いくつかの実施形態では、ルーティングプロトコルは、IS - IS 等の既存のプロトコルを使用して実装される。再帰ルーティングプロトコルを使用して、コアルータ（例えば、エンドポイントデバイス 1 5 0 に直接接続されないルータ）は、パケットの宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、HRN 1 4 0 内でパケットを転送する方法を判定することができる。エッジルータ（例えば、エンドポイントデバイス 1 5 0 に直接接続されるルータ）は、パケットの宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、パケットをコアルータに転送する方法を判定することができる。再帰ルーティングプロトコルが使用されるとき、特定のエンドポイントモジュールに接続されるエッジルータのみが、そのエンドポイントモジュールのアドレスのためのルーティングテーブル項目を維持する。したがって、プレフィックススペースの再帰ルーティングは、HRN 1 4 0 内のネットワークデバイスによって維持されるルーティングテーブルのサイズを大いに縮小することができる。

40

## 【 0 0 2 3 】

50

階層再帰ネットワーク 140 では、エッジルータは、階層アドレスをエンドポイントモジュールに割り当てることができ、ネットワークレジストラは、エンドポイントモジュールの一意のネットワーク ID とそれらの対応する階層アドレスとの間のマッピングを維持することができる。ネットワークレジストラは、集中または分散されることができる。エンドポイントモジュールがネットワーク内の異なる場所に物理的に移動するとき、モジュールは、その一意のネットワーク ID を維持するが、ネットワークから新しい階層アドレスを受信することができる。したがって、ネットワーク層内のコネクティビティは、エンドポイントモジュールが移動するにつれて維持されることができ、それによって、エンドポイントモジュールのモビリティの増加を促進する。

#### 【0024】

階層再帰ネットワーク 140 のいくつかの実装が、図 2 - 5 を参照して以下に説明される。図 2 の実施例では、ネットワーク 140 は、3 つのレベルで組織化されたネットワークデバイス（例えば、ルーティングデバイス）とともに、階層トポロジ（具体的には、ツリートポロジ）を有する。第 1 の（最低）レベルは、エッジルータ（「ER」）210 を含む。各エッジルータ 210 は、多くのエンドポイントモジュール 150 に接続されてもよいが、図 2 の実施例では、2 つだけのエンドポイントモジュール 150 a および 150 b が示されている。第 2 の（中間）レベルは、コアルータ（「CR」）220 を含む。第 2 のレベル内のコアルータ 220 のそれぞれは、第 1 のレベル内の 1 つ以上のエッジルータ 210 に接続されてもよい。第 3 の（最高）レベルは、コアルータ（「CR」）230 を含む。第 3 のレベル内のコアルータ 230 のそれぞれは、第 2 のレベル内の 1 つ以上のコアルータ 220 に、および 1 つ以上のゲートウェイ 125 に接続されてもよい。

#### 【0025】

図 2 の実施例では、ネットワークデバイス（210、220、230）は、階層トポロジで組織化されるだけでなく、トポロジ内のそれらの場所に対応する階層アドレスも割り当てられる。例えば、エッジルータ 210 c は、アドレス 1.1.3 を割り当てられ、エッジルータ 210 c に接続される全てのエンドポイントモジュール 150 は、エッジルータ 210 c のアドレスに合致する、1.1.3 のプレフィックスを伴うアドレスを割り当てられる。同様に、コアルータ 220 a は、アドレス 1.1 を割り当てられ、1.1 のプレフィックスを伴うアドレスを割り当てられた全てのエッジルータ 210（すなわち、ER 210 a、210 b、および 210 c）は、CR 220 a に接続される。さらに、コアルータ 230 a は、アドレス 1 を割り当てられ、1 のプレフィックスを伴うアドレスを割り当てられた全てのコアルータ 220（すなわち、CR 220 a、220 b、および 220 c）は、CR 230 a に接続される。（図 2 の実施例では、第 1 のレベル内のエッジルータ 210 のうちのいくつかは、第 2 のレベル内の 1 つを上回るコアルータ 220 に接続され、第 2 のレベル内のコアルータ 220 のうちのいくつかは、第 3 のレベル内の 1 つを上回るコアルータ 230 に接続される。ネットワーク 140 内のこれらの冗長リンクは、耐故障性および負荷バランスを促進することができる。加えて、これらの冗長リンクは、ネットワーク 140 の階層トポロジに干渉すること、ネットワークの階層アドレス指定方式に干渉することもない。）

#### 【0026】

ネットワークデバイス 210 - 230 およびエンドポイントモジュール 150 がトポロジ内のそれらの場所に対応する階層アドレスを伴って階層トポロジで組織化されると、ネットワークデバイスは、再帰ワンホップルーティングを使用して、ネットワーク 140 を通してデータパケットを効率的にルーティングすることができる。ネットワーク 140 内で、再帰ルーティングプロトコルは、以下の条件によって特徴付けられてもよい。

#### 【0027】

（1）特定のエッジルータ 210 から、そのエッジルータに接続されるエンドポイントモジュール 150 にローカルパケットを転送するタスクを除いて、各ネットワークデバイス 210 - 230 は、パケットがルーティングされているエンドポイントモジュール 150 のアドレスのプレフィックスに基づいて、各パケットをそのルーティングパス内の次の

10

20

30

40

50

ホップに転送することができる。

【 0 0 2 8 】

( 2 ) エンドポイントモジュール 1 5 0 に接続されるエッジルータ 2 1 0 は、そのエンドポイントモジュール 1 5 0 の全階層アドレスのためのルーティングテーブル項目を維持するが、ネットワーク 1 4 0 内のいかなる他のエッジルータ 2 1 0 も、そのエンドポイントモジュール 1 5 0 の全階層アドレスのためのルーティングテーブル項目を維持するように要求されない。

【 0 0 2 9 】

ここで、ネットワーク 1 4 0 によって行われる登録動作の実施例が説明される。一実施形態では、エンドポイントモジュール 1 5 0 の階層アドレスは、一時的エイリアスとしてネットワーク 1 4 0 のレジストラによって維持される。ネットワーク 1 4 0 に接続するために、エンドポイントモジュール 1 5 0 は、エンドポイントモジュール 1 5 0 が接続されるエッジルータ 2 1 0 を介して、ネットワークレジストラに登録し、登録情報（例えば、エンドポイントモジュールの一時的エイリアス（階層アドレス）および一意のネットワーク ID）は、同一の登録サービスを提供する他のネットワークデバイスに配布される。例えば、ネットワーク 1 4 0 に接続するために、エンドポイントモジュール 1 5 0 a は、1 . 1 . 3 のアドレスを有する、エッジルータ 2 1 0 c に登録する。レジストラは、階層アドレス指定方式に準拠する一時的エイリアス（階層アドレス）、すなわち、プレフィックスとしてエッジルータ 2 1 0 c のアドレスを含む階層アドレスをエンドポイントモジュール 1 5 0 a に割り当てる。図 2 の実施例では、エンドポイントモジュール 1 5 0 a に割り

【 0 0 3 0 】

登録の前述の実施例では、エンドポイントモジュール 1 5 0 a は、単一のエッジルータ 2 1 0 c に登録する。いくつかの実施形態では、エンドポイントモジュール 1 5 0 は、1 つ以上のエッジルータ 2 1 0 に登録することができる。複数のエッジルータへのエンドポイントモジュール 1 5 0 の冗長登録および接続は、ネットワークの回復力を増加させることができ、また、負荷バランスを促進し得る。エンドポイントモジュール 1 5 0 が複数のエッジルータ 2 1 0 に登録するシナリオでは、エンドポイントモジュールは、複数の一意のネットワーク ID（登録毎に 1 つ）および複数の階層アドレス（エッジルータ毎に 1 つ）を割り当てられてもよい。

【 0 0 3 1 】

ここで、ネットワーク 1 4 0 によって行われるルーティング動作の実施例が、説明される。図 2 を参照すると、エンドポイントモジュール 1 5 0 b は、アドレス N . 2 . 1 . 7 6 を割り当てられており、アドレス N . 2 . 1 を割り当てられたエッジルータ 2 1 0 p に接続される。エンドポイントモジュール 1 5 0 a へのパケットの伝送を開始するために、エンドポイントモジュール 1 5 0 b は、ネットワーク層パケット  $P_{NL}$  をエンドポイントモジュール 1 5 0 a の一意のネットワーク ID にアドレス指定し、パケットをネットワーク層におけるエッジルータ 2 1 0 p に転送する。エッジルータ 2 1 0 p は、エンドポイントモジュール 1 5 0 a の場所（例えば、エンドポイントモジュール 1 5 0 a が接続されるエッジルータ 2 1 0 のアドレス）についてレジストラにクエリを行う。エッジルータ 2 1 0 p は、エンドポイントモジュール 1 5 0 a がアドレス 1 . 1 . 3 を伴うエッジルータ（2 1 0 c）に接続されていることを示す、応答をレジストラから受信する。

【 0 0 3 2 】

ルーティング実施例を継続すると、エッジルータ 2 1 0 p は、パケットの宛先アドレス 1 . 1 . 3 に合致する項目について、そのルーティングテーブルをチェックする。この場合、エッジルータ 2 1 0 p からプレフィックス「1」で始まる任意のアドレスへのルーティングのみが、コアルータ 2 2 0 i を通る。したがって、パケットの宛先アドレス「1 . 1 . 3」は、エッジルータのルーティングテーブル内の項目「1 . x . x」に合致し、エッジルータ 2 1 0 p は、合致するテーブル項目に対応するポートを介して、パケットをコアルータ 2 2 0 i に転送する。

## 【 0 0 3 3 】

ルーティング実施例を継続すると、コアルータ 2 2 0 i は、パケットの宛先アドレス 1 . 1 . 3 に合致する項目について、そのルーティングテーブルをチェックする。この場合、アドレス 1 . 1 . 3 は、コアルータ 2 2 0 a、2 2 0 b、および 2 2 0 c を介して到達可能であるため、ルーティングテーブルは、コアルータ 2 2 0 a に対応する項目「1 . 1 . x」、コアルータ 1 . 2 に対応する項目「1 . x . x」、およびコアルータ 1 . 3 に対応する別の項目「1 . x . x」を含んでもよい。コアルータ 2 2 0 i は、合致する項目の間で選択する任意の好適な技法（例えば、ルーティングメトリック、等価コストマルチパス選択等）を使用してもよい。本実施例の目的のために、コアルータ 2 2 0 i は、宛先アドレス 1 . 1 . 3 の最も長いプレフィックス部分に合致し、パケットをコアルータ 2 2 0 a に転送するため、テーブル項目「1 . 1 . x」を選択する。

10

## 【 0 0 3 4 】

ルーティング実施例を継続すると、コアルータ 2 2 0 a は、パケットの宛先アドレス 1 . 1 . 3 に合致する項目について、そのルーティングテーブルをチェックする。この場合、アドレス 1 . 1 . 3 は、エッジルータ 2 1 0 c を介して、かつコアルータ 2 3 0 a を介して到達可能である。上記で議論されるように、コアルータ 2 2 0 i は、合致する項目の間で選択する任意の好適な技法を使用してもよい。本実施例の目的のために、コアルータ 2 2 0 a は、宛先アドレス 1 . 1 . 3 全体に合致し、パケットをエッジルータ 2 1 0 c に転送するため、テーブル項目「1 . 1 . 3」を選択する。

## 【 0 0 3 5 】

20

ルーティング実施例を継続すると、パケットは、エンドポイントモジュール 1 5 0 a が接続されるエッジルータ（2 1 0 c）に到達している。パケットの宛先アドレスがエッジルータ 2 1 0 c のアドレスに合致することを判定した後、エッジルータ 2 1 0 c は、時間的エイリアス（階層アドレス）がエンドポイントモジュール 1 5 0 a の一意のネットワーク ID にすでに割り当てられているかどうかを判定するように、レジストラをチェックする。上記で説明されるように、レジストラは、時間的エイリアス 1 . 1 . 3 . 1 0 をエンドポイントモジュール 1 5 0 a に割り当てている。したがって、エッジルータは、エンドポイントモジュールの時間的エイリアスに合致する項目について、そのルーティングテーブルをチェックし、合致するテーブル項目の中の情報を使用して、パケットをエンドポイントモジュール 1 5 0 a に転送する。

30

## 【 0 0 3 6 】

前述の実施例が実証するように、ネットワーク 1 4 0 内で、各エンドポイントモジュールの一意のネットワーク ID は、エンドポイントモジュールが接続されるエッジルータにローカルの意味のみを有する。加えて、エンドポイントモジュール 1 5 0 a からエンドポイントモジュール 1 5 0 b への任意の応答パケットが、受信されたパケットと同一の再帰ホップ毎のルーティングを使用して返されることができる。さらに、ネットワークデバイスのうちのいずれも、次のホップのためのみに、エンドポイントモジュールの全アドレスの項目を有する必要はない。加えて、ネットワーク 1 4 0 内の層の数は、実際には無限であり、好適な基準に基づいて人工的に判定され、したがって、ネットワーク設計の融通性を提供することができる。

40

## 【 0 0 3 7 】

ここで、ネットワーク 1 4 0 によって行われるネットワーク再組織化動作の実施例が、説明される。新しいネットワークデバイスまたはルーティング層がネットワーク 1 4 0 に追加されるとき、ネットワークは、そうすることがいかなるコネクティビティも妨害しないため、ネットワークデバイスを自律的に再アドレス指定する。ファイアウォール等のいかなる特殊ネットワークデバイスも追加することなく、異なる意図がネットワーク内の異なる点において施行され得るため、本アーキテクチャは、ホストコネクティビティがネットワーク層アドレス指定によって束縛されず、セキュリティを施行するため、ネットワーク内のエンドポイントモジュール（例えば、サービス、ホスト等）のためのモビリティを提供する。

50

## 【 0 0 3 8 】

たとえルーティングデバイスが階層トポロジの異なるレベルで組織化されたとしても、ネットワーク 140 内の全てのルーティングデバイスが同一のルーティングプロトコルによって統制される単一のルーティング層内にある、いくつかの実施例が説明されている。いくつかの実施形態では、ネットワーク 140 内の異なるルーティングデバイスは、異なるルーティングプロトコルによって統制され得る、異なるルーティング層の中に含まれてもよい。

## 【 0 0 3 9 】

図 3 を参照すると、エッジルータ 210 は、階層再帰ネットワーク内でパケットをルーティングするルーティング方法 300 を行ってもよい。ステップ 305 では、エッジルータは、パケットを受信する。エッジルータは、エッジルータに接続されるエンドポイントモジュール 150 から、またはエッジルータに接続されるコアルータ 220 から、パケットを受信してもよい。いくつかの実施形態では、エッジルータは、それがエンドポイントモジュール 150 から、またはコアルータからパケットを受信したかどうかを判定してもよく、パケットのさらなる処理を促進するように、パケットを提供したデバイスのタイプを示すデータを記憶してもよい。例えば、エッジルータは、パケットを受信したポートに基づいて（例えば、エッジルータが、エンドポイントモジュールに接続されるそのポートのうちのいずれか、およびコアルータに接続されるそのポートのうちのいずれかを示す、データへのアクセスを有し得るため）、パケットのタイプに基づいて（例えば、エンドポイントモジュールが、概して、一意のネットワーク ID にアドレス指定されるネットワーク層パケットを送信する一方で、コアルータが、概して、ネットワーク内の階層アドレスにアドレス指定される階層再帰ルーティングパケットを送信するため）パケットを提供したデバイスのタイプを判定してもよい。

## 【 0 0 4 0 】

ステップ 310 では、エッジルータは、パケットがネットワーク内の宛先デバイスの階層アドレスを含むかどうかを判定する。いくつかの実施形態では、エッジルータは、パケットのコンテンツを調査することによって、本判定を行う。例えば、パケットのタイプは、パケットが階層アドレスを含有するかどうかを示してもよい。いくつかの実施形態では、エッジルータは、パケットを送信したデバイスのタイプに基づいて、本判定を行う。例えば、エッジルータは、コアルータから受信されるパケットが宛先デバイスの階層アドレスを含み、エンドポイントモジュールから受信されるパケットがそのようなアドレスを含まないことを判定してもよい。

## 【 0 0 4 1 】

ステップ 315 では、パケットが宛先デバイスの階層アドレスを含むことを判定した後、エッジルータは、（例えば、ルーティングテーブル内の宛先デバイスの階層アドレスを調べ、パケットの宛先アドレスがエッジルータの独自のアドレスのテーブル項目に合致することを判定することによって）それが宛先デバイスであるかどうかを判定する。

## 【 0 0 4 2 】

パケットの宛先アドレスがエッジルータのアドレスに合致する場合、エッジルータは、ステップ 320 に進む。ステップ 320 では、エッジルータは、パケットから宛先エンドポイントモジュールの一意のネットワーク ID を抽出し、宛先エンドポイントモジュールの時間的エイリアス（階層アドレス）を判定する。代替として、有効時間的エイリアスが宛先エンドポイントモジュールの一意のネットワーク ID に現在割り当てられていない場合、エッジルータは、エンドポイントモジュールの時間的エイリアスを割り当て、エッジルータは、項目が、エンドポイントモジュールの時間的エイリアスをエンドポイントモジュールが接続されるエッジルータポートにマップするように、項目をそのルーティングテーブルに追加する。

## 【 0 0 4 3 】

ステップ 325 では、エッジルータは、パケットをエンドポイントモジュールに転送する。本転送動作を行うために、エッジルータは、ルーティングテーブル内のエンドポイン

10

20

30

40

50

トモジュールの時間的エイリアス（またはそのサフィックス）を調べ、ルーティングテーブル内の合致する項目の中のデータに基づいて、エンドポイントモジュールに接続されるエッジルータポートを識別し、識別されたポートを介してパケットをエンドポイントモジュールに転送してもよい。

【 0 0 4 4 】

ステップ 3 1 0 に戻ると、パケットがネットワーク内の宛先デバイスの階層アドレスを含まない場合、エッジルータは、ステップ 3 3 0 に進む。ステップ 3 3 0 では、エッジルータは、パケットから宛先デバイスの一意的ネットワーク ID を抽出し、そのネットワーク ID を有するエンドポイントモジュールがネットワーク内にあるかどうかを判定する。いくつかの実施形態では、エッジルータは、そのネットワーク ID を有するエンドポイントモジュールがネットワーク上に登録しているかどうかを判定するように、ネットワークレジストラにクエリを行うことによって、本判定を行う。

10

【 0 0 4 5 】

宛先エンドポイントモジュールがネットワーク上に登録されていない場合、エッジルータは、ステップ 3 5 0 に進む。ステップ 3 5 0 では、エッジルータは、階層ネットワークの外側でパケットをルーティングする準備をする。例えば、エッジルータは、宛先エンドポイントモジュールがネットワークの外側にあることを示す、特別階層アドレス（「X」）を伴うラップパにパケットをラップしてもよい。ステップ 3 6 0 では、エッジルータは、宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、パケットをパケットの宛先アドレスのための次のホップに転送する。宛先アドレスが特別階層アドレス X であるシナリオでは、エッジルータは、パケットを第 2 のルーティングレベル内のコアルータに転送し、コアルータは、ネットワークの外側にルーティングするために、パケットをゲートウェイ 1 2 5 に再帰的に転送する。上記で説明されるように、エッジルータは、パケットのルートに沿って 1 つ以上の潜在的な次のホップを識別するために、ルーティングテーブルを使用してもよく、ルーティングテーブルが複数の潜在的な次のホップを識別する場合に、次のホップを選択するために任意の好適な基準を使用してもよい。

20

【 0 0 4 6 】

ステップ 3 3 0 に戻って、宛先エンドポイントモジュールがネットワーク上で登録される場合、エッジルータは、ステップ 3 3 5 に進む。本シナリオでは、エッジルータは、エッジルータに接続されるエンドポイントモジュールからパケットを受信し、ステップ 3 3 5、3 4 0、および 3 6 0 では、エッジルータは、階層再帰ネットワーク 1 4 0 を通したルーティングのためにパケットを準備し、宛先エンドポイントモジュールに向けたそのルート上でパケットを次のホップに転送する。

30

【 0 0 4 7 】

より具体的には、ステップ 3 3 5 では、エッジルータは、宛先エンドポイントモジュールが接続されるエッジルータの階層アドレスを判定する。いくつかの実施形態では、エッジルータは、宛先エンドポイントモジュールが登録されるエッジルータのアドレスについてネットワークレジストラにクエリを行うことによって、本判定を行う。ステップ 3 4 0 では、エッジルータは、宛先エンドポイントモジュールが接続されるエッジルータのアドレスを伴うラップパにパケットをラップする。ステップ 3 6 0 では、エッジルータは、宛先アドレスのプレフィックスに基づいて、パケットをパケットの宛先アドレスのための次のホップに転送する。宛先アドレスが、宛先エンドポイントモジュールが接続されるエッジルータのアドレスであるシナリオでは、ソースエッジルータは、パケットを第 2 のルーティングレベル内のコアルータに転送し、コアルータは、パケットを宛先エッジルータに再帰的に転送する。上記で説明されるように、エッジルータは、パケットのルートに沿って 1 つ以上の潜在的な次のホップを識別するために、ルーティングテーブルを使用してもよく、ルーティングテーブルが複数の潜在的な次のホップを識別する場合に、次のホップを選択するために任意の好適な基準を使用してもよい。

40

【 0 0 4 8 】

図 4 を参照すると、コアルータ（2 2 0、2 3 0）は、階層再帰ネットワーク内でパケ

50



ットをルーティングするルーティング方法 400 を行ってもよい。ステップ 405 では、コアルータは、パケットを受信する。コアルータは、ネットワークに接続されるゲートウェイ 125 から、別のコアルータから、またはエッジルータからパケットを受信してもよい。いくつかの実施形態では、コアルータは、それが (1) ゲートウェイ、または (2) コアルータもしくはエッジルータからパケットを受信したかどうかを判定してもよい。

#### 【0049】

後者の場合、コアルータは、単純にステップ 410 に進む。前者の場合、コアルータは、パケットから宛先エンドポイントモジュールの一意のネットワーク ID を抽出し、一意のネットワーク ID がネットワーク上に登録されているかどうかを判定し、該当する場合、宛先エンドポイントモジュールが接続されるエッジルータの階層アドレスを識別するよう

10

#### 【0050】

ステップ 410 では、コアルータは、パケットの宛先アドレスがコアルータのアドレスであるかどうかを判定する。該当する場合、コアルータは、ステップ 415 においてパケットを処理する。別様に、コアルータは、ステップ 420 に進む。ステップ 420 では、コアルータは、パケットの階層アドレスに基づいて、宛先エンドポイントモジュールへのそのルート上でパケットを次のホップに転送する。上記で説明されるように、コアルータは、パケットのルートに沿って 1 つ以上の潜在的な次のホップを識別するために、ルーテ

20

#### 【0051】

いくつかの実施形態では、階層再帰ネットワーク 140 は、データセンタでパケットルーティングを行うために使用されることができる。図 2 を参照すると、エッジルータ 210 は、トップオブラックスイッチ (TOR) であることができ、コアルータ 220 は、ファブリックスイッチであることができ、コアルータ 230 は、スパインであることができる。エンドポイントモジュール 150 は、サーバまたはサーバ上で実行するアプリケーション (例えば、仮想マシン) であることができる。図 5 はさらに、データセンタ環境で有益であり得る論理ネットワーク構築物が、図 2 の階層再帰ネットワーク 140 を使用して実装され得る方法を図示する。図 5 の実施例では、鎖線の垂直構造は、ルーティングデバ

30

#### 【0052】

図 5 の実施例では、水平構造 510 - 540 は、データセンタにおける通信を促進し得る、論理ネットワーク構築物を表す。具体的には、ネットワーク構築物は、複数のサービス/テナントプロセス間通信 (IPC) ファブリック 510 (例えば、データセンタのサービス/テナントにつき 1 つのサービス/テナント IPC ファブリック)、データセンタ間 IPC ファブリック 520 (2 つ以上のデータセンタを接続する)、データセンタ内 IPC ファブリック 530 (例えば、物理的データセンタにつき 1 つのデータセンタ内 IPC ファブリック)、および複数のシム IPC データファブリック 540 (例えば、物理的データセンタ内の低減したブロードキャストドメイン) を含む。

40

#### 【0053】

図 6 を参照すると、ネットワークシステム 600 が示されている。図 1 ならびに 2 のゲートウェイ (115、125)、エッジルータ 210、および/またはコアルータ (22

50

0、230)は、例えば、ネットワークシステム600の実施形態を使用して、実装されてもよい。

【0054】

ネットワークシステム600は、転送プレーン612、ルーティングコンポーネント(ルーティングプレーン616)、およびネットワークシステムによるパケットサービスならびに転送を提供するサービシングコンポーネント(サービスプレーン614)を提供する。ネットワークシステム600は、例えば、サービスプロバイダネットワークまたはデータセンタ内の展開が可能な高性能ルータであってもよい。また、転送プレーン612は、専用転送集積回路によって提供されてもよく、(例えば、3段階Closスイッチファブリック等の多段スイッチファブリックを経由して、またはマルチシャールータを経由して)分散されてもよく、純粹なルーティングならびに他のネットワークサービス(例えば、ファイアウォールおよびディープパケットインスペクション処理)に関連する処理に適応してもよい。ともに、ルーティングプレーン616および転送プレーン612は、高性能ルータとして動作してもよい。

10

【0055】

いくつかの実施形態では、ネットワークシステム600は、転送プレーン612、サービシングプレーン614、およびルーティングプレーン616のうちの2つ以上が、同一のデバイスの中に統合されるのではなく、異なるデバイスを使用して実装されるように分散される。いくつかの実施形態では、各エッジルータ210およびコアルータ(220、230)は、転送プレーン612を実装してもよく、サービシングプレーンおよびルーティングプレーンは、転送プレーンから遠隔に位置してもよい。いくつかの実施形態では、ネットワークシステム600は、転送プレーン612(もしくは転送コンポーネント630)につき1つ以上のルーティングプレーン612(もしくはルーティングエンジン628)を含んでもよい。このようにしてプレーンを分離することは、エッジおよびコアルータ上の計算負担を低減させ、それによって、ネットワークの速度および効率を増進し得る。

20

【0056】

代替として、サービシングプレーン614は、共有された協調様式でルーティングコンポーネントの転送プレーン612を使用するよう、(例えば、サービスカードを介して)ネットワークデバイス内に緊密に統合されてもよい。いくつかの実施形態では、サービシングプレーンは、フロー制御ユニット620によってサービスプレーン614に送信されるパケットにセキュリティ動作を行ってもよい。例えば、着信パケットフローのパケットが(例えば、ネットワークデバイス600のインターフェースカード794を介して)ネットワークデバイス600によって受信され、通常はパケットルーティングに使用される転送プレーン612に注入されるとき、転送プレーン612のフロー制御ユニット620は、パケットを分析し、分析に基づいて、(1)サービスプレーン614の1つ以上のサービスカード624を通してパケットを送信するか、もしくは(2)パケットを転送コンポーネント630に直接送信するかどうかを判定してもよい。

30

【0057】

セキュリティプレーン614内のサービスカード624は、侵入検出および防止(IDP)分析、ウイルススキャン、ディープパケットインスペクション、または暗号化等の種々のタイプの処理をパケットに行うように、ネットワークデバイス600のバックプレーンもしくは他の相互接続に沿ってインストールされてもよい。いくつかの実施形態では、サービスカード624は、例えば、ボイスオーバーIP(VoIP)コール設定のために、アプリケーション層ゲートウェイ(ALG)およびプロトコルプロキシソフトウェアアプリケーションを提供してもよい。

40

【0058】

サービスカード624は、フローテーブルの中へのフィルタの動的インストール/転送プレーン612のフロー制御ユニット620内のフローテーブル(図示せず)からのフィルタの除去のためのコマンドを発行してもよい。パケットが転送コンポーネント630に

50

よって処理されるとき、転送コンポーネント 630 は、パケットに合致した動的フィルタに従って、適切なアクションを適用してもよい。ネットワークデバイス 600 がフィルタによって規定されるように転送プレーン 612 内で適用し得る例示的アクションは、速度制限、待ち行列、ルーティング、ファイアウォール（すなわち、パケットをブロックまたはドロップする）、計数、ネットワークアドレス変換（NAT）、サービスの品質（QoS）、シーケンス番号調節、または他のタイプのアクションを含む。

#### 【0059】

このようにして、典型的にはセキュリティデバイスによって行われるアクションおよび典型的にはルータによって行われるアクションは、ネットワークデバイス 600 内のパケット転送を合理化するように、共有転送プレーン 612 内で統合された様式で組み合わせられることができる。代替として、いくつかの実施形態では、サービスプレーン 614 は、ネットワークデバイス 600 の中に含まれなくてもよい。

#### 【0060】

ネットワークデバイス 600 は、ルーティングプレーン 616 を提供するルーティングエンジン 628 と、転送プレーン 612 内の下流転送コンポーネント 630 を含む。ルーティングエンジン 628 は、主に、ネットワーク（例えば、ネットワーク 140）およびネットワークデバイス 600 が接続される他のネットワークエンティティのトポロジを反映するように、ルーティング情報ベース（RIB）632 を維持する責任がある。例えば、ルーティングエンジン 628 は、ピアルータと通信し、ネットワークおよび他のネットワークエンティティのトポロジを正確に反映するように RIB 632 を周期的に更新する、ルーティングプロトコルの実行のための動作環境を提供してもよい。

#### 【0061】

RIB 632 によると、転送コンポーネント 630 は、ネットワーク宛先（例えば、階層ネットワークアドレスまたはそのプレフィックス）を、具体的な次のホップおよびネットワークデバイス 600 の出力インターフェースカードの対応するインターフェースポートと関連付ける、転送情報ベース（FIB）634 を維持する。ルーティングエンジン 628 は、ルート選択を行い、選択されたルートに基づいて FIB 634 を生成するように RIB 632 を処理してもよい。パケットを転送するとき、転送コンポーネント 630 は、パケットを転送する次のホップおよび出力インターフェースを最終的に選択するように、パケットのヘッダ内の情報（例えば、宛先エンドポイントモジュールの階層ネットワークアドレスまたはそのプレフィックス）に基づいて、ネットワークデバイス 600 のルーティングテーブルをトラバースする。

#### 【0062】

図 7 を参照すると、ネットワークデバイス 600 の論理コンポーネントが、下層物理実装にかかわらず、モジュールの間の論理相互作用を図示するように示されている。ネットワークデバイス 600 は、ルーティングエンジン 628 と、転送エンジン 786 とを含む、制御ユニット 782 を含んでもよい。上記で説明されるように、ルーティングエンジン 628 は、主に、ルーティング情報ベース（RIB）632 を維持する責任がある。ルーティングエンジン 628 はまた、ルーティング動作を行うルーティングプロトコル 789 も含む。RIB 632 によると、転送エンジン 786 の転送コンポーネント 630 は、ネットワーク宛先（例えば、階層ネットワークアドレスまたはそのプレフィックス）を具体的な次のホップおよび対応するインターフェースポートと関連付ける、転送情報ベース（FIB）634 を維持する。

#### 【0063】

ネットワークデバイス 600 は、ネットワークリンクを介してパケットを受信および送信する、インターフェースカード 794a - 794n（「IFC794」）を含む。IFC794 は、いくつかのインターフェースポートを介してネットワークリンクに結合されてもよい。概して、転送エンジン 786 のフロー制御ユニット 620 は、フィルタ設定に従って、IFC794 から受信されたあるパケットをサービスカード 624a - 624m（「サービスカード 624」）に中継してもよい。サービスカード 100 は、フロー制御

ユニット 6 2 0 からパケットを受信し、パケット内の情報に従ってサービスを選択的に提供し、転送コンポーネント 6 3 0 による転送のために、パケットまたは任意の応答パケットを制御ユニット 7 8 2 に中継してもよい。

【 0 0 6 4 】

一実施形態では、転送エンジン 7 8 6 およびルーティングエンジン 6 2 8 のそれぞれは、1 つ以上の専用データ処理装置を含んでもよく、データ通信チャネルによって通信可能に結合されてもよい。データ通信チャネルは、高速ネットワーク接続、バス、共有メモリ、または他のデータ通信機構であってもよい。転送エンジン 7 8 6、ルーティングエンジン 6 2 8、または両方は、図 6 に関して上記で説明されるデータ構造および組織化を利用してよい。例えば、図 6 のルーティングプレーン 6 1 6 は、ルーティングエンジン 6 2 8 に対応してもよく、図 6 の転送プレーン 6 1 2 は、転送エンジン 7 8 6 に対応してもよく、図 1 のインターフェースカード 7 9 4 およびサービスプレーン 1 4 は、サービスカード 6 2 4 に対応してもよい。

【 0 0 6 5 】

ネットワークデバイス 6 0 0 はさらに、制御ユニット 7 8 2 を収納するためのシャーシ（図示せず）を含んでもよい。シャーシは、I F C 7 9 4 およびサービスカード 6 2 4 を含む、カードのセットを受信するためのいくつかのスロット（図示せず）を有する。各カードは、バス、バックプレーン、または他の電気通信機構を介して、カードを制御ユニット 7 8 2 に電氣的に結合するためのシャーシの対応するスロットの中に挿入されてもよい。

【 0 0 6 6 】

サービスカード 6 2 4 は、処理されたパケットを中継してもよい、またはパケットを制御ユニット 7 8 2 に中継してもよい。制御ユニット 7 8 2 は、F I B 6 3 4 に従ってパケットを転送してもよい。転送コンポーネント 6 3 0 は、合致するフィルタによって規定されるように、制御ユニット 7 8 2 によって転送コンポーネント 6 3 0 に中継されるパケットに 1 つ以上のアクションを適用してもよい。例えば、転送コンポーネント 6 3 0 は、速度制限、待ち行列、パケットミラーリング、ルーティング、ファイアウォール（すなわち、パケットをブロックまたはドロップする）、計数、ロギング、ネットワークアドレス変換（N A T）、シーケンス番号調節、サービスの品質（Q o S）、または他のタイプのアクションを行ってもよい。

【 0 0 6 7 】

ネットワークデバイス 6 0 0 の機能は、1 つ以上のデータ処理装置を用いて、コンピュータ可読記憶媒体からフェッチされる命令を実行することによって実装されてもよい。「データ処理装置」という用語は、一例として、プログラマブルプロセッサ（例えば、汎用または専用マイクロプロセッサ）、システムオンチップ、または前述の複数のものもしくは組み合わせを含む、データを処理するためのあらゆる種類の装置、デバイス、およびマシンを包含する。本装置は、専用論理回路、例えば、F P G A（フィールドプログラマブルゲートアレイ）またはA S I C（特定用途向け集積回路）を含むことができる。概して、プロセッサは、コンピュータ可読記憶媒体で命令およびデータを受信するであろう。そのような媒体の実施例は、ランダムアクセスメモリ（R A M、読取専用メモリ（R O M）、不揮発性ランダムアクセスメモリ（N V R A M）、電氣的消去可能プログラマブル読取専用メモリ（E E P R O M）、フラッシュメモリ、および同等物を含む。

【 0 0 6 8 】

エンドポイントデバイス（1 5 0、1 6 0）は、命令に従ってアクションを実施するための 1 つ以上のデータ処理装置と、命令およびデータを記憶するための 1 つ以上のメモリデバイスとを含み得る、コンピュータを含んでもよい。概して、コンピュータはまた、データを記憶するための 1 つ以上の大容量記憶デバイス、例えば、磁気、光磁気ディスク、もしくは光ディスクを含む、またはそれらからデータを受信する、もしくはそれらにデータを転送する、または両方を行うように動作可能に結合されるであろう。しかしながら、コンピュータは、そのようなデバイスを有する必要はない。また、コンピュータは、エン

ドポイントデバイス、例えば、いくつか例を挙げると、携帯電話、携帯情報端末（PDA）、モバイルオーディオもしくはビデオプレーヤ、ゲームコンソール、全地球測位システム（GPS）受信機、またはポータブル記憶デバイス（例えば、ユニバーサルシリアルバス（USB）フラッシュドライブ）に組み込まれることができる。コンピュータプログラム命令およびデータを記憶するために好適なデバイスは、一例として、半導体メモリデバイス、例えば、EPROM、EEPROM、およびフラッシュメモリデバイス、磁気ディスク、例えば、内蔵ハードディスクまたはリムーバブルディスク、光磁気ディスク、およびCD-ROMならびにDVD-ROMを含む、全ての形態の不揮発性メモリ、媒体、およびメモリデバイスを含む。プロセッサおよびメモリは、専用論理回路によって補完される、またはその中に組み込まれることができる。

10

#### 【0069】

（いくつかの実施形態のさらなる説明）

本明細書に説明される技法は、デジタル電子回路で、またはコンピュータハードウェア、ファームウェア、ソフトウェアで、もしくはそれらの組み合わせで実装されることができる。本技法は、コンピュータプログラム製品、すなわち、データ処理装置、例えば、プログラマブルプロセッサ、コンピュータ、または複数のコンピュータによる実行のため、もしくはそれらの動作を制御するために、情報キャリアで、例えば、機械可読記憶デバイスまたは非一過性の記憶媒体で明白に具現化される、コンピュータプログラムとして実装されることができる。コンピュータプログラムは、コンパイラ型またはインタープリタ型言語を含む、任意の形態のプログラミング言語で書かれることができ、独立型プログラムとして、またはコンピューティング環境で使用するために好適なモジュール、コンポーネント、サブルーチン、もしくは他のユニットとしてを含む、任意の形態で展開されることができる。コンピュータプログラムは、1つのコンピュータ上で、または1つの場所にある、もしくは複数の場所にわたって分散されて通信ネットワークによって相互接続される、複数のコンピュータ上で実行されるように展開されることができる。

20

#### 【0070】

本発明のある実施形態が、上記で説明された。しかしながら、本発明は、これらの実施形態に限定されず、むしろ、本明細書に明白に説明されたもののへの追加および修正もまた、本発明の範囲内に含まれる意図であることが明白に留意される。また、本明細書に説明される種々の実施形態の特徴は、相互排他的ではなく、本発明の精神ならびに範囲から逸脱することなく、たとえ種々の組み合わせおよび順列が本明細書で明白にされなかったとしても、そのような組み合わせおよび順列の中に存在し得ることを理解されたい。実際に、本明細書に説明されたものの変形例、修正、および他の実装が、本発明の精神ならびに範囲から逸脱することなく、当業者に想起されるであろう。したがって、本発明は、先行する例証的説明のみによって定義されるものではない。

30

#### 【0071】

本明細書は多くの具体的実装詳細を含有するが、これらは、任意の発明または請求され得るものの範囲への制限として解釈されるべきではなく、むしろ、特定の発明の特定の実施形態に特有の特徴の説明として解釈されるべきである。別個の実施形態の文脈において本明細書に説明される、ある特徴はまた、単一の実施形態では組み合わせで実装されることもできる。逆に、単一の実施形態の文脈において説明される種々の特徴はまた、複数の実施形態で別個に、または任意の好適な副次的組み合わせで実装されることもできる。また、特徴が、ある組み合わせで作用するものとして上記に説明され、さらに、そのようなものとして最初に請求され得るが、請求される組み合わせからの1つ以上の特徴は、ある場合では、組み合わせから削除されることができ、請求される組み合わせは、副次的組み合わせまたは副次的組み合わせの変形例も対象とし得る。

40

#### 【0072】

同様に、動作が特定の順序で図面に描写されているが、これは、望ましい結果を達成するために、そのような動作が示される特定の順序で、もしくは連続的順序で実施されることが、または全ての例証される動作が実施されることを要求するものとして理解されるべき

50

ではない。ある状況では、マルチタスキングおよび並列処理が、有利であり得る。また、上記に説明される実施形態における種々のシステムコンポーネントの分離は、全ての実施形態におけるそのような分離を要求するものとして理解されるべきではなく、説明されるプログラムコンポーネントおよびシステムは、概して、単一のソフトウェア製品の中とともに統合され得る、または複数のソフトウェア製品にパッケージ化され得ることを理解されたい。

#### 【0073】

(専門用語)

本明細書に使用される語句および専門用語は、説明の目的のためであり、限定的と見なされるべきではない。

10

#### 【0074】

本明細書および請求項で使用されるような用語「約」、語句「～にほぼ等しい」、および他の類似する語句(例えば、「Xは約Yの値を有する」または「XはYにほぼ等しい」)は、1つの値(X)が別の値(Y)の事前判定された範囲内であることを意味すると理解されるべきである。事前判定された範囲は、別様に示されない限り、 $\pm 20\%$ 、 $10\%$ 、 $5\%$ 、 $3\%$ 、 $1\%$ 、 $0.1\%$ 、または $0.1\%$ 未満であり得る。

#### 【0075】

本明細書および請求項で使用されるような不定冠詞「a」ならびに「an」は、明確に反対に示されない限り、「少なくとも1つ」を意味すると理解されるべきである。本明細書および請求項で使用されるような語句「および/または」は、そのように結合された要素、すなわち、ある場合には結合的に存在し、他の場合には離散的に存在する要素の「いずれか一方または両方」を意味すると理解されるべきである。「および/または」を用いて列挙された複数の要素は、同様に、すなわち、そのように結合された要素のうちの「1つ以上」として解釈されるべきである。具体的に識別されるそれらの要素に関連するか、もしくは無関係であるかどうかにかかわらず、「および/または」節によって具体的に識別される要素以外の他の要素も、随意に存在し得る。したがって、非限定的実施例として、「～を備える」等の非制約言語と併用されるとき、「Aおよび/またはB」の言及は、一実施形態では、Aのみ(随意に、B以外の要素を含む)を指し、別の実施形態では、Bのみ(随意に、A以外の要素を含む)、さらに別の実施形態では、AおよびBの両方(随意に、他の要素を含む)等を指し得る。

20

30

#### 【0076】

本明細書および請求項で使用されるように、「または」は、上記に定義されるような「および/または」と同一の意味を有すると理解されるべきである。例えば、リスト内の項目を分離するとき、「または」もしくは「および/または」は、包括的であるとして、すなわち、いくつかの要素またはそのリストのうちの少なくとも1つ(但し、1つを上回るものも含む)および随意に付加的な列挙されていない項目の包含として解釈されるものとする。「～のうちの1つのみ」もしくは「～のうちの厳密に1つ」、または請求項において使用されるとき、「～から成る」等明確に反対に示される用語のみが、いくつかの要素またはそのリストのうちの厳密に1つの要素の包含を指すであろう。概して、使用されるような用語「または」は、「いずれか」、「～のうちの1つ」、「～のうちの1つのみ」、または「～のうちの厳密に1つ」等の排他性の用語によって先行されると、排他的代替物(すなわち、「両方ではないが一方または他方」)を示すものとしてのみ解釈されるものとする。「～から本質的に成る」は、請求項で使用されるとき、特許法の分野で使用されるようなその通常の意味を有するものとする。

40

#### 【0077】

本明細書および請求項で使用されるように、1つ以上の要素のリストに関する語句「少なくとも1つ」は、要素のリスト内の要素のうちのいずれか1つ以上から選択される少なくとも1つの要素を意味すると理解されるべきであるが、必ずしも要素のリスト内に具体的に列挙されるあらゆる要素のうちの少なくとも1つを含むわけではなく、要素のリスト内の要素の任意の組み合わせを除外するわけではない。本定義はまた、具体的に識別され

50

るそれらの要素に関連するか、または無関係であるかどうかにかかわらず、語句「少なくとも１つ」が指す要素のリスト内で具体的に識別される要素以外の要素が随意に存在し得ることを可能にする。したがって、非限定的実施例として、「ＡおよびＢのうちの少なくとも１つ」（もしくは同等に「ＡまたはＢのうちの少なくとも１つ」、もしくは同等に「Ａおよび／またはＢのうちの少なくとも１つ」）は、一実施形態では、いかなるＢも存在しない（および随意に、Ｂ以外の要素を含む）、随意に、１つを上回るＡを含む、少なくとも１つのＡを指し、別の実施形態では、いかなるＡも存在しない（および随意に、Ａ以外の要素を含む）、随意に、１つを上回るＢを含む、少なくとも１つのＢを指し、さらに別の実施形態では、随意に、１つを上回るＡを含む、少なくとも１つのＡ、ならびに随意に、１つを上回るＢを含む（および随意に、他の要素を含む）、少なくとも１つのＢ等を指し得る。

10

【００７８】

「～を含む」、「～を備える」、「～を有する」、「～を含有する」、「～を伴う」、およびそれらの変形例の使用は、その後に列挙される項目および付加的項目を包含するように意図されている。

【００７９】

請求項要素を修正するための請求項における「第１」、「第２」、「第３」等の序数用語の使用は、それ自体では、１つの請求項要素の別のものに対する任意の優先順位、優先度、もしくは順序、または方法の行為が実施される時間的順序を含意しない。序数用語は、単に、ある名称を有する１つの請求項要素を（序数用語の使用がなければ）同一の名称を有する別の要素と区別し、請求項要素を区別するために、標識として使用される。

20

【００８０】

（均等物）

このようにして本発明の少なくとも１つの実施形態のいくつかの側面を説明してきたが、種々の改変、修正、および改良が当業者に容易に想起されるであろうことを理解されたい。そのような改変、修正、および改良は、本開示の一部であることを意図し、本発明の精神および範囲内であることを意図している。故に、前述の説明および図面は、一例にすぎない。

【図 1】

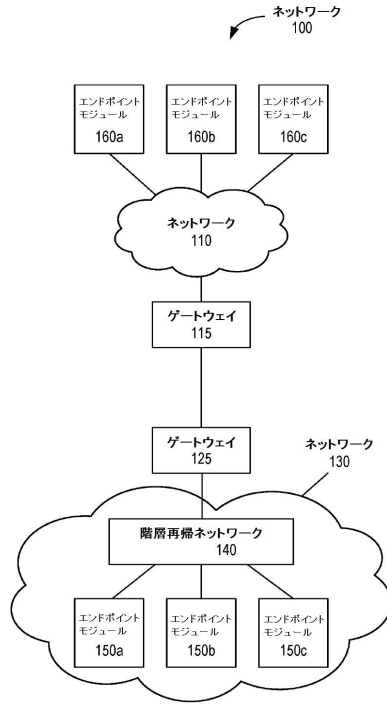


FIG. 1

【図 2】

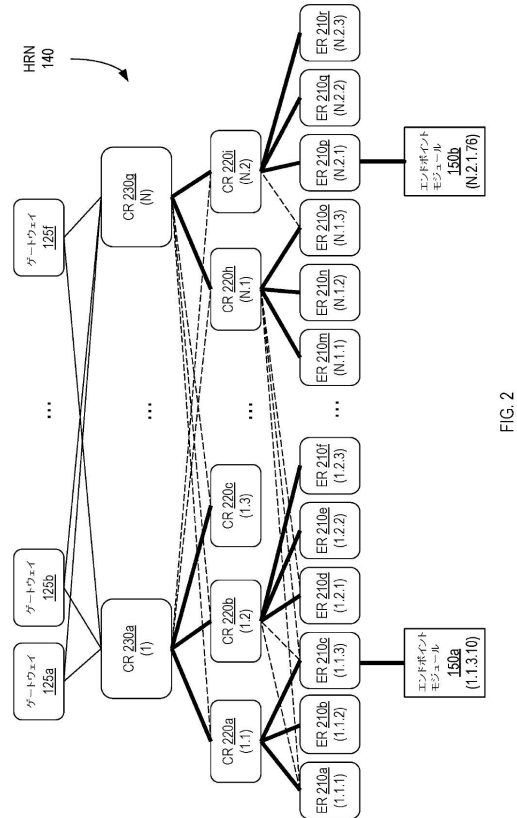


FIG. 2

【図 3】

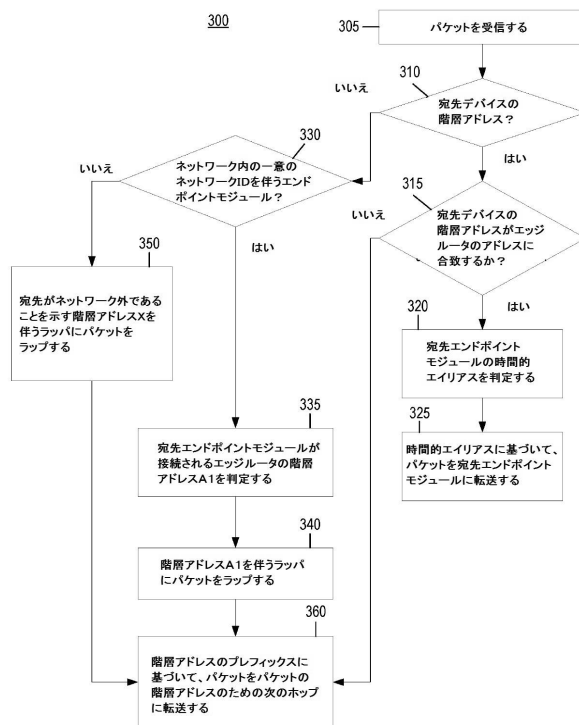


FIG. 3

【図 4】

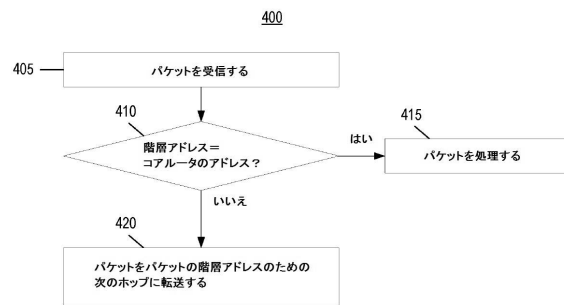


FIG. 4



【図 5】

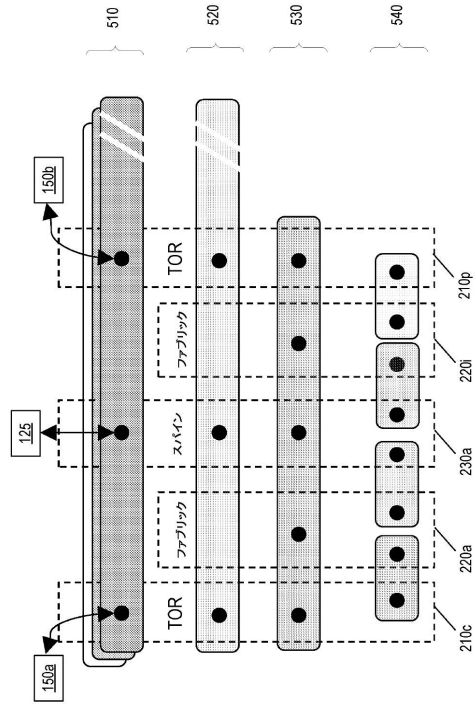


FIG. 5

【図 6】

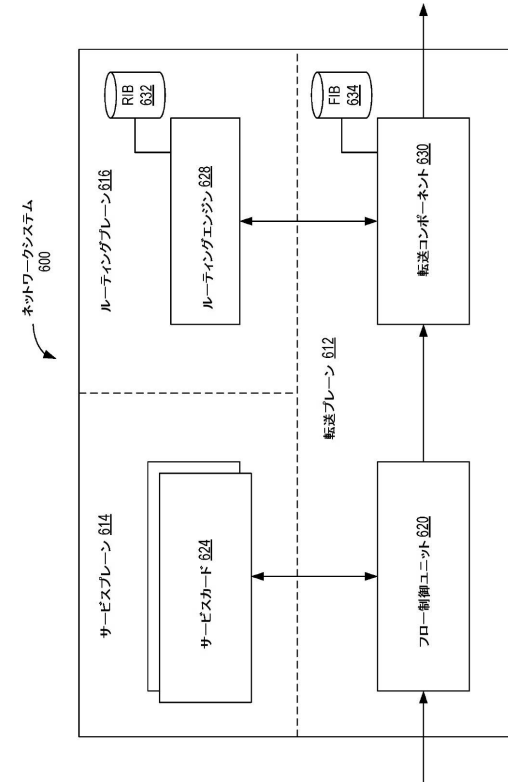


FIG. 6

【図 7】

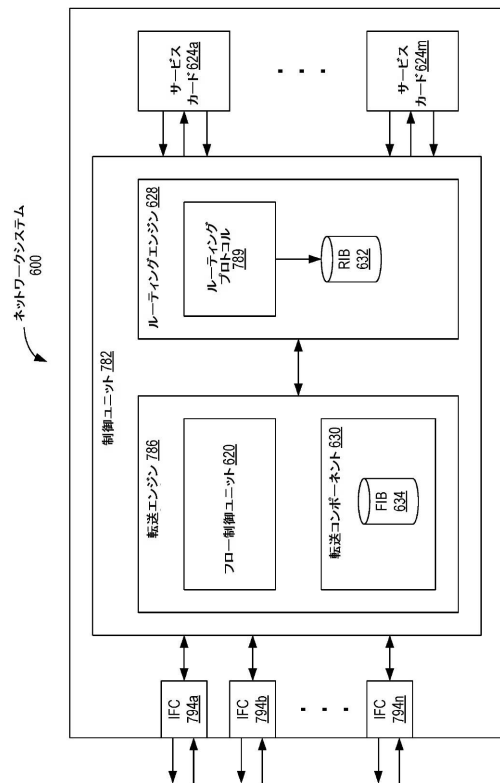


FIG. 7

---

フロントページの続き

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 ボクダノヴィッチ, イヴァン ディーン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02446, ブルックライン, ハーバード アベニュー  
51, ユニット 2

(72)発明者 クロス, マルク スーニェ

スペイン国 08015 パルセロナ, カレル デ ピラマリ 72-74

審査官 大石 博見

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0108597(US, A1)

特開2008-306585(JP, A)

特開2004-282694(JP, A)

特開平07-007523(JP, A)

米国特許出願公開第2015/0263952(US, A1)

米国特許出願公開第2012/0044837(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/721