

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6967657号

(P6967657)

(45) 発行日 令和3年11月17日(2021. 11. 17)

(24) 登録日 令和3年10月27日(2021. 10. 27)

(51) Int. Cl. F I
H04L 12/70 (2013.01)
H04L 12/70 B
H04L 12/70 D

請求項の数 27 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2020-503036 (P2020-503036)	(73) 特許権者	508041127
(86) (22) 出願日	平成30年7月25日 (2018. 7. 25)		シスコ テクノロジー、インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2020-529762 (P2020-529762A)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95
(43) 公表日	令和2年10月8日 (2020. 10. 8)		134-1706, サンノゼ, ウェスト・
(86) 国際出願番号	PCT/US2018/043618		タスマン・ドライブ 170
(87) 国際公開番号	W02019/027749	(74) 代理人	100079108
(87) 国際公開日	平成31年2月7日 (2019. 2. 7)		弁理士 稲葉 良幸
審査請求日	令和2年2月25日 (2020. 2. 25)	(74) 代理人	100109346
(31) 優先権主張番号	15/664, 869		弁理士 大貫 敏史
(32) 優先日	平成29年7月31日 (2017. 7. 31)	(74) 代理人	100117189
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 江口 昭彦
		(74) 代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アドレス空間統合を通じた仮想化されたネットワーク機能

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のカスタマエッジルータのうちの1つである第1のカスタマエッジルータにおいて
アドレス変換を提供する方法であって、

前記第1のカスタマエッジルータにより、前記第1のカスタマエッジルータと1つ以上の
統合ルータ内の各統合ルータとの間のトンネルを確立することと、

前記第1のカスタマエッジルータにより、プライベートIPアドレスのパブリックIP
アドレスへの変換であるネットワークアドレス変換(NAT)を第1のデータパケットに
ついて行って、NAT後の第1のデータパケットを生成することと、

前記第1のカスタマエッジルータにより、前記1つ以上の統合ルータから、前記NAT
後の第1のデータパケットの送信先とすべき第1の統合ルータを選択することと、

前記第1のカスタマエッジルータにより、前記第1のカスタマエッジルータと前記第1
の統合ルータとの間で確立されたトンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、前記NAT
後の第1のデータパケットをカプセル化することと、

前記第1のカスタマエッジルータにより、カプセル化された前記NAT後の第1のデー
タパケットを、前記第1の統合ルータへ前記トンネルを通じて送信することと、

を含む方法。

【請求項 2】

請求項1の方法であって、前記パブリックIPアドレスは、前記第1のカスタマエッジ
ルータのデバイスアドレスである、方法。

10

20

【請求項 3】

請求項 2 の方法であって、前記デバイスアドレスは、前記第 1 の統合ルータの機能 I P アドレス空間内の個別の I P アドレスである、方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項の方法であって、前記第 1 のカスタマエッジルータ及び前記第 1 の統合ルータは、第 1 キャリアにより提供され、前記第 1 のカスタマエッジルータと前記第 1 の統合ルータとの間の前記トンネルは、前記第 1 キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立される、方法。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項の方法であって、前記第 1 のカスタマエッジルータ及び前記第 1 の統合ルータは、第 1 キャリアにより提供され、前記第 1 のカスタマエッジルータと前記第 1 の統合ルータとの間の前記トンネルは、第 2 キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立される、方法。

10

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項の方法であって、前記第 1 のカスタマエッジルータにより、前記プライベート I P アドレスから前記パブリック I P アドレスへの前記 N A T の記録をメンテナンスすること、をさらに含む、方法。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項の方法であって、前記オーバーレイ情報は、オーバーレイヘッダを含み、前記オーバーレイヘッダは、前記第 1 のカスタマエッジルータと前記第 1 の統合ルータとの間の前記トンネルを確立するために使用される、前記第 1 のカスタマエッジルータのポートアドレス及び前記第 1 の統合ルータのポートアドレスを含む、方法。

20

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項の方法であって、

前記第 1 のカスタマエッジルータにより、前記第 1 のカスタマエッジルータと前記第 1 の統合ルータとの間で確立された前記トンネルを通じて、第 2 のデータパケットを受信することと、

前記第 1 のカスタマエッジルータにより、前記第 2 のデータパケットからオーバーレイ情報を除去して、逆カプセル化された第 2 のデータパケットを生成することと、

前記第 1 のカスタマエッジルータにより、前記逆カプセル化された第 2 のデータパケットについて逆 N A T を行うことと、

30

逆 N A T 後の前記逆カプセル化された第 2 のデータパケットにおいて特定された宛先アドレスへの伝達のために、逆 N A T 後の前記逆カプセル化された第 2 のデータパケットを転送することと、

をさらに含む、方法。

【請求項 9】

アドレス変換を提供するように構成される、複数のカスタマエッジルータのうちの 1 つであるカスタマエッジルータであって、

命令群を記憶するように構成されるメモリと、

前記命令群を実行するように構成されるプロセッサと、を備え、前記命令群の実行によって、前記プロセッサに、

40

前記カスタマエッジルータと 1 つ以上の統合ルータとの間のオーバーレイネットワークであって、前記カスタマエッジルータと前記 1 つ以上の統合ルータの各々との間のそれぞれのトンネルを含む前記オーバーレイネットワークを確立することと、

プライベート I P アドレスのパブリック I P アドレスへの変換であるネットワークアドレス変換 (N A T) を第 1 のデータパケットについて行って、N A T 後の第 1 のデータパケットを生成することと、

前記 N A T 後の第 1 のデータパケットを送信するための適切なトンネルを選択することと、

選択された前記トンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、前記 N A T 後の第 1 のデー

50

タパケットをカプセル化することと、

カプセル化された前記N A T後の第1のデータパケットを、選択された前記トンネルを通じて送信することと、

を行わせる、カスタマエッジルータ。

【請求項10】

請求項9のカスタマエッジルータであって、前記パブリックI Pアドレスは、前記カスタマエッジルータのデバイスアドレスである、カスタマエッジルータ。

【請求項11】

請求項10のカスタマエッジルータであって、前記デバイスアドレスは、前記1つ以上の統合ルータの機能I Pアドレス空間内の個別のI Pアドレスである、カスタマエッジルータ。

10

【請求項12】

請求項9～11のいずれか1項のカスタマエッジルータであって、前記カスタマエッジルータ及び前記1つ以上の統合ルータは、第1キャリアにより提供され、前記カスタマエッジルータと前記1つ以上の統合ルータの各々との間の前記それぞれのトンネルは、前記第1キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立される、カスタマエッジルータ。

【請求項13】

請求項9～11のいずれか1項のカスタマエッジルータであって、前記カスタマエッジルータ及び前記1つ以上の統合ルータは、第1キャリアにより提供され、前記カスタマエッジルータと前記1つ以上の統合ルータの各々との間の前記それぞれのトンネルのうちの少なくとも1つのトンネルは、第2キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立される、カスタマエッジルータ。

20

【請求項14】

請求項9～13のいずれか1項のカスタマエッジルータであって、前記オーバーレイ情報は、オーバーレイヘッダを含み、前記オーバーレイヘッダは、前記カスタマエッジルータのポートアドレス及び前記トンネルが確立される統合ルータのポートアドレスを含む、カスタマエッジルータ。

【請求項15】

請求項9～14のいずれか1項のカスタマエッジルータであって、前記命令群の実行によって、前記プロセッサに、

30

選択された前記トンネルを通じて第2のデータパケットを受信することと、

前記第2のデータパケットからオーバーレイ情報を除去して、逆カプセル化された第2のデータパケットを生成することと、

前記逆カプセル化された第2のデータパケットについて逆N A Tを行うことと、

逆N A T後の前記逆カプセル化された第2のデータパケットにおいて特定された宛先アドレスへの伝達のために、逆N A T後の前記逆カプセル化された第2のデータパケットを転送することと、

を行わせる、カスタマエッジルータ。

【請求項16】

40

命令群を記憶した非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、カスタマエッジルータのプロセッサによる実行に応じて、前記プロセッサに、

前記カスタマエッジルータと1つ以上の統合ルータとの間のオーバーレイネットワークであって、前記カスタマエッジルータと前記1つ以上の統合ルータの各々との間のそれぞれのトンネルを含む前記オーバーレイネットワークを確立することと、

プライベートI PアドレスのパブリックI Pアドレスへの変換であるネットワークアドレス変換(N A T)を第1のデータパケットについて行って、N A T後の第1のデータパケットを生成することと、

前記N A T後の第1のデータパケットを送信するための適切なトンネルを選択することと、

50

選択された前記トンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、前記N A T後の第1のデータパケットをカプセル化することと、

カプセル化された前記N A T後の第1のデータパケットを、選択された前記トンネルを通じて送信することと、

を行わせる、非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体。

【請求項17】

請求項16の非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、前記パブリックI Pアドレスは、前記カスタマエッジルータのデバイスアドレスであり、前記デバイスアドレスは、前記1つ以上の統合ルータの機能I Pアドレス空間内の個別のI Pアドレスである、非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体。

10

【請求項18】

請求項16又は17の非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、前記カスタマエッジルータ及び前記1つ以上の統合ルータは、第1キャリアにより提供され、前記カスタマエッジルータと前記1つ以上の統合ルータの各々との間の前記それぞれのトンネルは、前記第1キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立される、非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体。

【請求項19】

請求項16又は17の非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、前記カスタマエッジルータ及び前記1つ以上の統合ルータは、第1キャリアにより提供され、前記カスタマエッジルータと前記1つ以上の統合ルータの各々との間の前記それぞれのトンネルのうち少なくとも1つのトンネルは、第2キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立される、非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体。

20

【請求項20】

請求項16～19のいずれか1項の非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、前記プロセッサによる実行に応じて、前記プロセッサに、

選択された前記トンネルを通じて第2のデータパケットを受信することと、

前記第2のデータパケットからオーバーレイ情報を除去して、逆カプセル化された第2のデータパケットを生成することと、

前記逆カプセル化された第2のデータパケットについて逆N A Tを行うことと、

逆N A T後の前記逆カプセル化された第2のデータパケットにおいて特定された宛先アドレスへの伝達のために、逆N A T後の前記逆カプセル化された第2のデータパケットを転送することと、

30

を行わせる命令群、をさらに記憶した、非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体。

【請求項21】

複数のカスタマエッジルータのうちの1つである第1のカスタマエッジルータにおいてアドレス変換を提供するための装置であって、

前記第1のカスタマエッジルータにより、前記第1のカスタマエッジルータと1つ以上の統合ルータ内の各統合ルータとの間のトンネルを確立するための手段と、

前記第1のカスタマエッジルータにより、プライベートI PアドレスのパブリックI Pアドレスへの変換であるネットワークアドレス変換(N A T)を第1のデータパケットについて行って、N A T後の第1のデータパケットを生成するための手段と、

40

前記第1のカスタマエッジルータにより、前記1つ以上の統合ルータから、前記N A T後の第1のデータパケットの送信先とすべき第1の統合ルータを選択するための手段と、

前記第1のカスタマエッジルータにより、前記第1のカスタマエッジルータと前記第1の統合ルータとの間で確立されたトンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、前記N A T後の第1のデータパケットをカプセル化するための手段と、

前記第1のカスタマエッジルータにより、カプセル化された前記N A T後の第1のデータパケットを、前記第1の統合ルータへ前記トンネルを通じて送信するための手段と、

を備える装置。

【請求項22】

50

請求項 2 1 に記載の装置であって、請求項 2 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の方法を実装するための手段、をさらに備える、装置。

【請求項 2 3】

コンピュータにより実行された場合に、前記コンピュータに、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項の方法のステップ群を遂行させる命令群、を含む、コンピュータプログラム、コンピュータプログラムプロダクト又はコンピュータ読取可能な媒体。

【請求項 2 4】

請求項 1 の方法であって、
前記第 1 のカスタマエッジルータにより、前記 N A T に基づく N A T 記録と、仮想ルーティング及び転送（V R F）テーブルをメンテナンスすること
をさらに含む、方法。

10

【請求項 2 5】

請求項 9 のカスタマエッジルータであって、前記命令群の実行によって、前記プロセッサに、
前記 N A T に基づく N A T 記録と、仮想ルーティング及び転送（V R F）テーブルをメンテナンスすること、
を行わせる、カスタマエッジルータ。

【請求項 2 6】

請求項 1 6 の非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、前記プロセッサによる実行に応じて、前記プロセッサに、
前記 N A T に基づく N A T 記録と、仮想ルーティング及び転送（V R F）テーブルをメンテナンスすること、
を行わせる命令群、をさらに記憶した、非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体。

20

【請求項 2 7】

請求項 2 1 に記載の装置であって、請求項 2 4 に記載の方法を実装するための手段、をさらに備える、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、概して、ネットワーク通信に関連する。

30

【背景技術】

【0 0 0 2】

現在、企業及びその他のエンティティの間で、クラウドアーキテクチャに対する動きが強まっている。その動きの 1 つの帰結として、企業顧客は、ネットワークサービスプロバイダに、コネクティビティサービス及びセキュリティサービス（例えば、セキュアなコネクティビティ及びデータの送信、並びにファイアウォールサービスなど）といった、より管理されたサービス群を求めている。

【0 0 0 3】

本開示において請求される主題は、上述したような環境において不利を解決し又はそこでのみ動作する実施形態には限定されない。むしろ、この背景は、本開示において説明されるいくつかの実施形態を實踐し得る 1 つの例示的な技術領域を単に示すために提供されている。

40

【発明の概要】

【0 0 0 4】

本発明の複数の観点が独立請求項において提示されており、好適な特徴が従属請求項において提示されている。ある観点の特徴は、各観点単独で、又は他の観点との組合せで適用されてよい。

【0 0 0 5】

いくつかの例によれば、複数のカスタマエッジルータのうちのカスタマエッジルータにおいて、仮想化されたキャリアグレードネットワークアドレス変換（C G N）を提供する

50

方法が説明される。複数のカスタマエッジルータのうちの第1のカスタマエッジルータにおいて仮想化されたCGNを提供する例示的な方法は、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記第1のカスタマエッジルータと1つ以上の統合ルータ内の各統合ルータとの間のトンネルを確立することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、プライベートIPアドレスのパブリックIPアドレスへの変換であるネットワークアドレス変換(NAT)を第1のデータパケットについて行って、NAT後の第1のデータパケットを生成することと、を含み得る。上記方法は、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記1つ以上の統合ルータから、上記NAT後の第1のデータパケットの送信先とすべき第1の統合ルータを選択することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記第1のカスタマエッジルータと上記第1の統合ルータとの間で確立されたトンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、上記NAT後の第1のデータパケットをカプセル化することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、カプセル化された上記NAT後の第1のデータパケットを、上記第1の統合ルータへ上記トンネルを通じて送信することと、をも含み得る。

10

【0006】

上記実施形態の目的及び利点は、少なくとも特許請求の範囲において特に摘示された要素、特徴及び組合せによって実現され及び達成されるであろう。前述した概略的な説明及び以下の詳細な説明の双方は、例として与えられており、説明用のものであって、請求項に記載した通りの発明を制限するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0007】

20

本開示の前述の及び他の特徴は、添付図面と併せて見ることで、以下の説明及び添付の特許請求の範囲からより十分に明らかとなるであろう。これら図面が本開示に係るいくつかの実施形態のみを描いており、したがってそのスコープを限定するものとみなされるべきではないと理解しながら、本開示を、次の添付図面の使用を通して、追加的な具体例及び詳細と共に記述する：

【図1】本開示のアーキテクチャが動作し得る環境及びデバイスの概要を示している。

【図2】図1のアーキテクチャにおける例示的なアドレス空間管理を示している。

【図3】図1のアーキテクチャにおける選択されたデバイスの例示的なアドレス及び機能割当てを示している。

【図4】例示的なネットワークトラフィックフローを示すシーケンス図である。

30

【図5】例示的な帰りのネットワークトラフィックフローを示すシーケンス図である。

【図6】NATと共にデータパケットを送信する例示的な処理を示すフロー図である。

【図7】NAT後のデータパケットに対応する帰りのデータパケットを送信する例示的な処理を示すフロー図である。

【図8】仮想化されたネットワーク機能をアドレス空間統合を通じて提供するために使用され得るエッジネットワークデバイスの環境を示している。 全ては、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って構成されている。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下の詳細な説明では、その一部をなす添付図面への参照がなされる。図中で、文脈による別段の叙述がない限り、類似の符号は典型的に類似のコンポーネントを識別する。詳細な説明、図面及び特許請求の範囲に記述した例示的な実施形態は、限定を意味するものではない。ここで提示される主題の精神及びスコープから逸脱することなく、他の実施形態が利用されてもよく、及び他の変更がなされてもよい。ここで広く記述され図面に示される通りの本開示の複数の観点を、多岐にわたる様々な構成で配置し、代用し、組合せ、分離し及び設計することができ、その全てはここで明示的に予期される。

40

【0009】

本開示は、とりわけ、1つ以上の管理されたサービス（互換可能に、“ネットワーク機能”又は“機能”としてここで言及される）に複数の分散ネットワークノードが参加し及びそれらを有効化することを可能にすることに関連する、方法、装置、システム、デバイ

50

ス及び／又はコンピュータプログラムプロダクトに広く着目しており、それらは、典型的には少数の集中化された大規模ネットワーク機器を用いて達せられるであろう。

【0010】

上で議論したように、企業は、彼らのネットワークサービスプロバイダに、より管理されたサービスを求めている。管理されたサービスを企業へ提供するにあたり、ネットワークサービスプロバイダ（互換可能に、“ネットワークキャリア”又は“キャリア”としてここで言及される）は、少数の集中化されたネットワークノード又は統合ノードを含む統合レイヤを採用するかもしれない。ネットワークサービスプロバイダは、統合レイヤの一方の側に企業顧客を配置し、統合レイヤの他方の側にインターネットといった企業顧客の外部のネットワーク基盤を配置し得る。ネットワークサービスプロバイダは、統合レイヤを通じて、企業顧客と企業顧客の外部のネットワーク基盤との間の全てのネットワークトラフィックを案内し得る。即ち、キャリアネットワークを出入りする全てのネットワークトラフィックは、統合レイヤ内の上記少数の集中化された統合ノードを通過する。

10

【0011】

例えば、キャリアは、統合レイヤ内に少数の集中化されたピアルータ又はプロバイダエッジルータ（互換可能に、“統合ノード”又は“統合ルータ”としてここで言及される）を採用してよく、キャリアネットワークのパブリックエッジかその近傍に上記少数の集中化された統合ルータを配置し得る。また、キャリアは、企業顧客がキャリアネットワークへ接続する当該キャリアネットワークのエッジに、複数のルータ（例えば、カスタマエッジルータ）を採用して管理し得る。例えば、カスタマエッジルータは、企業顧客の多様なロケーション又は構内に位置してもよい。カスタマエッジルータは、キャリアのプロバイダエッジ、例えば統合ルータへ接続され、キャリアの最終地点であり得る。キャリアは、統合ルータを用いてパブリックアドレスを広告し、そのようにしてネットワークトラフィックを統合ルータを通じてキャリアネットワークへ案内し得る。キャリアは、統合ルータとカスタマエッジルータとの間の適切なルーティングを提供し得る。キャリアネットワークに出入りする全てのネットワークトラフィックは上記少数の集中化された統合ルータを通過するために、キャリアは、上記少数の集中化された統合ルータにおいて管理されたサービスを提供し得る。キャリアは、帰りのネットワークトラフィックのルートを制御する（例えば、より多くのネットワークトラフィックにキャリアネットワークを通過させる）こともできる。

20

30

【0012】

しかしながら、少数の集中化された統合ルータを用いることは、その少数のノードが非常に大規模な、恐らくは膨大な量の情報をメンテナンスしなければならないというスケーラビリティの課題を呈する。例えば、キャリアは、キャリアグレードネットワークアドレス変換（CGN）を統合ルータにおいて提供して、キャリアネットワークに出入りするネットワークトラフィックを統合ルータを通じて案内し及び制御し得る。CGNは、キャリアが、カスタマエッジルータ（例えば、企業顧客）にプライベートアドレスを提供し、カスタマエッジルータから少数の統合ルータへネットワークトラフィックを引き入れ、統合ルータにおいてプライベートネットワークアドレスを統合ルータのパブリックアドレス（例えば、統合ルータにより広告されたパブリックアドレス）へ変換することのできるアプローチである。統合ルータは、カスタマエッジルータへの帰りのネットワークトラフィックについて“逆の”変換を行ってもよい。このことは、非常に多くのネットワークアドレス（例えばネットワークノード）のために統合ルータがCGNを提供するであろうことから、上記少数の統合ルータが非常に大規模な、恐らくは膨大な量の状態情報をメンテナンスすることを要し得る。これがスケーラビリティの課題を呈し得る。加えて、統合ルータは数百又は数千の顧客にサービス中であり得ることから、統合ルータの障害が重大なインパクトを与える（例えば、非常に多くのネットワークノードに影響する）かもしれない。

40

【0013】

本開示は、概して、典型的には少数の集中化された統合ノードを用いて達せられるであろう1つ以上のネットワーク機能に任意の数の分散されたネットワークノードが参加し及

50

びそれらを有効化することについて記述する。いくつかの実施形態において、複数のカスタマエッジルータが、分散処理とキャリアネットワークドメインをまたいだアドレス空間統合との組合せを使用してよく、その中で、ネットワーク機能を伝達するために当該ネットワーク機能が仮想化された形で提供される。

【0014】

一例を提供する目的のために、仮想化されたネットワーク機能の一例として、CGN機能が説明されるであろう。ファイアウォール、コンテンツ検査及びフィルタリング、並びに顧客構内機器（CPE）などといった他のネットワーク機能が、CGNに関してここで説明される仮想化された形で同様に提供されてもよいことを、当業者は理解するであろう。そうしたネットワーク機能の他の例は、1つ以上のVPNとの間でパケットをトランスポートする際の、仮想プライベートネットワーキング（VPN）及び関連付けられるアドレスマッピングを含んでもよい。

10

【0015】

いくつかの実施形態において、仮想化されたCGN機能は、統合プラットフォームレイヤと、機能エンドポイントレイヤと、統合又は機能的インターネットプロトコル（IP）アドレス空間とを含むアーキテクチャ上で提供され得る。統合プラットフォームレイヤは、1つ以上の統合ルータを含み得る。統合プラットフォームレイヤは、機能エンドポイントレイヤからのトンネルを終端し、外部ネットワーク（例えば、インターネット）と仮想化されたCGN機能を実行するデバイスとの間のゲートウェイとして動作し得る。また、統合プラットフォームレイヤは、統合IPアドレス空間を広告してもよい。広告される統合IPアドレス空間は、機能エンドポイントレイヤが仮想化CGN機能を提供するキャリアネットワーク上にあるように見えるように、機能エンドポイントレイヤに対し帰りのルーティング可能性を提供し得る。

20

【0016】

機能エンドポイントレイヤは、ネットワークアドレス変換（NAT）を行って仮想化CGNキャリアネットワーク（例えば、仮想化CGNドメイン）をまとめて形成するデバイス群を含み得る。仮想化CGNキャリアネットワークは、統合プラットフォームレイヤを通じてアクセス可能であり得る。機能エンドポイントレイヤは、1つ以上のカスタマエッジルータを含み得る。各カスタマエッジルータは、統合プラットフォームレイヤ内の各統合ルータへのトンネルを確立して、オーバーレイネットワークを確立し得る。

30

【0017】

統合IPアドレス空間は、例えばキャリアネットワークに面する接続に対する個別のIPアドレスとして、機能エンドポイントレイヤ内のカスタマエッジルータへ割り当てられ得る。カスタマエッジルータが複数のキャリアネットワーク内に所在する例では、統合IPアドレス空間は、論理ループバックアドレスとしてカスタマエッジルータへ割り当てられ得る。統合IPアドレス空間は、キャリアにより割り当てられ、統合プラットフォームレイヤ内の統合ルータから広告され得る。いくつかの実施形態において、統合IPアドレス空間は、キャリアに非依存であってもよい。このアーキテクチャの1つの利益は、機能エンドポイント内のカスタマエッジルータがどのキャリアドメイン（例えば、キャリアネットワーク）に所在してもよく、仮想化CGN機能を提供（管理）するキャリアに論理的に紐付けられ得ることである。

40

【0018】

いくつかの実施形態において、各統合ルータは、統合IPアドレス空間を広告し得る。統合IPアドレス空間は、カスタマエッジルータへ割り当てられたIPアドレスを含む。各カスタマエッジルータは、自身に割り当てられたIPアドレスを用いてNATを行う。各カスタマエッジルータは、各統合ルータとトンネルを確立し得る。トンネルを確立するために適したプロトコルは、例によれば、GRE（Generic Routing Encapsulation）、IPsec（Internet Protocol Security）、L2TP（Layer 2 Tunneling Protocol）及びその他のものを含む。

【0019】

50

N A Tの対象であるデータパケット（例えば、ネットワークトラフィック）（例えば、企業顧客からのネットワークトラフィック）を受信すると、カスタマエッジルータは、当該カスタマエッジルータに割り当てられた I Pアドレスを用いて当該データパケットの N A Tを行い、特定の統合ルータへのトンネルのオーバーレイ情報と共に N A T後のデータパケットをカプセル化し、カプセル化されたデータパケットをそのトンネルを通じて特定の統合ルータへ送信し得る。トンネルの他端では、上記特定の統合ルータが、オーバーレイ情報を除去し、データが受信されたトンネルの記録をメンテナンスし、逆カプセル化されたデータパケットを特定の宛先へ転送し得る。例えば、上記特定の統合ルータは、データパケットが受信されたトンネルの記録を、ルーティングテーブル内でメンテナンスしてもよい。

10

【0020】

いくつかの実施形態において、カスタマエッジルータは、V P Nマッピングを行い得る。例えば、V P Nからデータパケットを受信する場合、データパケットの N A Tを行う際に、カスタマエッジルータは、当該データパケットに関連付けられている V P Nを識別し得る。追加的に又は代替的に、カスタマエッジルータは、具体的な V P Nの範囲内でどのアドレスがルーティングされるべきかを識別する V R F（Virtual Routing & Forwarding）テーブルをメンテナンスしてもよい。例えば、カスタマエッジルータは、ルートを区別する主体が V P Nを識別するための、ルートターゲットを記憶してもよい。データパケットについて行われる N A Tは、上記特定の統合ルータが V P N情報を記憶しないように、V P Nルーティングを解決し得る。本開示の実施形態は、企業がプロバイダ（例えば、Verizon又はComcast）へのデータリンクを獲得し、及びプロバイダエッジルータよりもむしろカスタマエッジルータを介して V P Nサービスを取得し得るような配置を提供し得る。

20

【0021】

統合ルータは、帰りのデータパケット（例えば、帰りのネットワークトラフィック）を受信すると、当該帰りのデータパケット内のアドレッシング情報に基づいて、特定の（例えば、正確な）カスタマエッジルータへ帰りのデータパケットを転送し得る。例えば、帰りのデータパケット内で特定された宛先アドレスが、統合 I Pアドレス空間におけるアドレスのそれであり得る。これは帰りのデータパケットであるため、帰りのデータパケット内のソース及び宛先アドレスは、もとの N A T後のデータパケット内のソース及び宛先アドレスの“逆”であり得る。即ち、もとの N A T後のソースアドレスが今や帰りのデータパケット内の宛先アドレスであり、もとの宛先アドレスが今や帰りのデータパケット内のソースアドレスである。統合ルータは、N A T後のデータパケットを受信したトンネルの前回メンテナンスした記録に基づいて、特定のカスタマエッジルータ及び当該特定のカスタマエッジルータとの間で確立したトンネルを識別し得る。統合ルータは、識別したカスタマエッジルータへのトンネルのオーバーレイ情報と共に帰りのデータパケットをカプセル化し、カプセル化した帰りのデータパケットを、識別したカスタマエッジルータへそのトンネルを通じて送信し得る。トンネルの他端では、上記特定のカスタマエッジルータが、オーバーレイ情報を除去し、帰りのデータパケットの逆変換（例えば、逆 N A T）を行い、逆カプセル化され逆変換された帰りのデータパケットを特定された宛先へ転送し得る。

30

【0022】

いくつかの実施形態において、カスタマエッジルータは、帰りのデータパケットを受信して逆 N A Tを行う際に、追加的に V P Nマッピングを行ってもよい。例えば、N A Tテーブルによって、どの V P Nへ帰りのデータパケットが案内されるべきかが識別され得る。その V P Nの V R Fテーブルは、V P Nの範囲内でどこへ帰りのデータパケットがルーティングされるべきかを識別してもよい。

40

【0023】

上述したように、いくつかの実施形態において、上記アーキテクチャは、ネットワークトラフィックの N A Tを各カスタマエッジルータが行うことを可能にし、統合ルータを N A T機能への入口及び出口地点として使用し、及び、各カスタマエッジルータと統合ルータとの間のトンネルを用いるオーバーレイネットワークにおいてネットワークトラフィック

50

をルーティングすることにより、仮想的なC G N機能の構築のために提供される。上記アーキテクチャにより提供される1つの利益は、スケーリングのこういった課題も大いに最小限に抑えられることである。例えば、仮想C G Nのスケールは、ネットワークトラフィックの量及び／又はいずれか1つの統合ルータによりサポートされ得るトンネルの数により制限され得ることから、そのスケールの課題は、追加的な統合ルータの周囲でカスタマエッジルータをクラスタリングすることにより容易に解決され得る。

【0024】

そのうえ、各カスタマエッジルータはN A T機能を行っていることから、各カスタマエッジルータは、当該カスタマエッジルータにより行われるネットワークトラフィックのN A Tについての状態情報をメンテナンスする。統合ルータは、N A Tの状態情報をメンテナンスしない。N A T機能を実行する多くのカスタマエッジルータが存在するかもしれず、各カスタマエッジルータが単一の顧客にサービスしているため、統合ルータ及びいずれかのカスタマエッジルータの障害が影響するのは、たかだか障害の起きたルータによりメンテナンスされている状態情報である。したがって、1つの利益は、障害によるインパクトが小さくなる可能性が高い（例えば、影響するのは少数のネットワークノードである）という点において、ここで説明したアーキテクチャの回復力が非常に高いことである。

【0025】

本開示の実施形態について、添付図面を参照しながら説明する。

【0026】

図1は、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って配置される、本開示のアーキテクチャが動作し得る環境100及びデバイスの概要を示している。環境100は、機能プロバイダドメイン102、ネットワークプロバイダドメイン104及び106、並びに外部ネットワーク108を含み得る。機能プロバイダドメイン102、ネットワークプロバイダドメイン104及びネットワークプロバイダドメイン106は、Verizon、AT&T、Sprint及びComcastなどといったキャリアにより提供され管理されるキャリアネットワークであり得る。外部ネットワーク108は、企業顧客の外部にある、インターネット及び1つ以上の接続パブリックネットワークなどといった任意のネットワーク基盤を含み得る。機能プロバイダドメイン102、ネットワークプロバイダドメイン104及び106、並びに外部ネットワーク108は、通信リンク110a~110eにより互いに論理的に接続され得る。通信リンク110a~110eは、プロバイダ間（例えば、キャリア間）リンクであってよい。

【0027】

機能プロバイダドメイン102は、統合プラットフォームレイヤの機能性を提供し得る。機能プロバイダドメイン102は、統合ルータ102a及び102bといった、少数のネットワーク機器を含み得る。統合ルータ102a及び102bは、キャリアネットワーク（例えば、機能プロバイダドメイン102）のパブリックエッジに又はその近傍に位置し得る。機能プロバイダドメイン102は、ネットワークプロバイダドメイン104及び106と外部ネットワーク108との間のゲートウェイを動作させ又は当該ゲートウェイとして機能し得る。

【0028】

ネットワークプロバイダドメイン104及び106は、ネットワークアドレス変換（N A T）の機能性を提供し得る。ネットワークプロバイダドメイン104及び106は、企業顧客がキャリアネットワークへ接続する場所であるキャリアネットワーク（例えば、それぞれネットワークプロバイダドメイン104及びネットワークプロバイダドメイン106）のエッジに位置し又は配置される、カスタマエッジルータといった複数のネットワーク機器を各々含み得る。図示したように、ネットワークプロバイダドメイン104は、キャリアネットワーク（例えば、ネットワークプロバイダドメイン104）の企業顧客エッジに位置し又は配置されるカスタマエッジルータ104a及び104bを含み得る。ネットワークプロバイダドメイン106は、キャリアネットワーク（例えば、ネットワークプロバイダドメイン106）の企業顧客エッジに位置し又は配置されるカスタマエッジルー

タ 1 0 6 a 及び 1 0 6 b を含み得る。

【0029】

いくつかの実施形態において、ネットワークプロバイダドメイン 1 0 4 は、機能プロバイダドメイン 1 0 2 との間でオーバレイネットワークを確立し得る。例えば、各カスタマエッジルータ 1 0 4 a、1 0 4 b、1 0 6 a 及び 1 0 6 b は、機能プロバイダドメイン内の各統合ルータ 1 0 2 a 及び 1 0 2 b へのトンネルを確立するように構成され得る。確立されたトンネルは、N A T の実行位置（例えば、機能を実行するカスタマエッジルータ 1 0 4 a、1 0 4 b、1 0 6 a 及び 1 0 6 b）を統合地点（例えば、統合ルータ 1 0 2 a 及び 1 0 2 b）へ結び付け又は接続して、論理的なリファレンス及び接続を重畳する形で提供する。図示したように、カスタマエッジルータ 1 0 4 a と統合ルータ 1 0 2 a との間でトンネル 1 1 2 a が確立され、カスタマエッジルータ 1 0 4 a と統合ルータ 1 0 2 b との間でトンネル 1 1 2 b が確立され、カスタマエッジルータ 1 0 4 b と統合ルータ 1 0 2 a との間でトンネル 1 1 2 c が確立され、カスタマエッジルータ 1 0 4 d と統合ルータ 1 0 2 b との間でトンネル 1 1 2 d が確立され、カスタマエッジルータ 1 0 6 a と統合ルータ 1 0 2 a との間でトンネル 1 1 2 e が確立され、カスタマエッジルータ 1 0 6 a と統合ルータ 1 0 2 b との間でトンネル 1 1 2 f が確立され、カスタマエッジルータ 1 0 6 b と統合ルータ 1 0 2 a との間でトンネル 1 1 2 g が確立され、カスタマエッジルータ 1 0 6 d と統合ルータ 1 0 2 b との間でトンネル 1 1 2 h が確立され得る。いくつかの実施形態において、トンネル以外の抽象化の仕組みが、ネットワークプロバイダドメイン 1 0 4 と機能プロバイダドメイン 1 0 2 との間の論理的なリファレンス及び接続を提供するために使用されてもよい。

【0030】

いくつかの実施形態において、機能プロバイダドメイン 1 0 2 並びにネットワークプロバイダドメイン 1 0 4 及び 1 0 6 は、単一の又は同一のキャリアにより提供されてもよい。即ち、機能プロバイダドメイン 1 0 2 並びにネットワークプロバイダドメイン 1 0 4 及び 1 0 6 は、単一のキャリアにより提供され及び管理されるキャリアネットワークであってもよい。例えば、2つのロケーション（第1のロケーション及び第2のロケーション）を有する企業が、自身のネットワークを管理する（例えば、C G Nを含む管理されたサービスを企業顧客へ提供する）ために、Verizonといったキャリアと契約していてもよい。Verizonは、自身のネットワークで双方の企業顧客のロケーションをサポートすることが可能であり得る（例えば、第1の企業顧客ロケーションにサービスするネットワークプロバイダドメイン 1 0 4 及び第2の企業顧客ロケーションにサービスするネットワークプロバイダドメイン 1 0 6）。即ち、Verizonは、双方の企業顧客ロケーションをサポートするために十分なネットワーク回線を有し得る。結果として、機能プロバイダドメイン 1 0 2 並びにネットワークプロバイダドメイン 1 0 4 及び 1 0 6 は、Verizonネットワークであってもよい。Verizonは、第1の企業顧客ロケーションにカスタマエッジルータ 1 0 4 a 及び 1 0 4 b を配置し、第2の企業顧客ロケーションにカスタマエッジルータ 1 0 6 a 及び 1 0 6 b を配置し得る。Verizonは、N A T 機能性を行うように各カスタマエッジルータ 1 0 4 a、1 0 4 b、1 0 6 a 及び 1 0 6 b を管理して、仮想的な C G N を提供し得る。即ち、カスタマエッジルータ 1 0 4 a、1 0 4 b、1 0 6 a 及び 1 0 6 b は、仮想化された C G N キャリアネットワークをまとめて形成するように構成され得る。

【0031】

いくつかの実施形態において、1つ以上のネットワークプロバイダドメイン（例えば、ネットワークプロバイダドメイン 1 0 4 及び／又はネットワークプロバイダドメイン 1 0 6）は、機能プロバイダドメイン 1 0 2 を提供するキャリアとは異なるキャリアにより提供されてもよい。即ち、機能プロバイダドメイン 1 0 2 は、第1のキャリアにより提供され及び管理される第1のキャリアネットワークであってもよく、1つ以上のネットワークプロバイダドメイン（例えば、ネットワークプロバイダドメイン 1 0 4 及び／又はネットワークプロバイダドメイン 1 0 6）は、第2のキャリアにより提供され及び管理される第2のキャリアネットワークであってもよい。上のVerizonの例を続けると、Verizonは、第

1の企業顧客ロケーションをサポートすることが可能であり得るが、第2の企業顧客ロケーションについてはそうではない。即ち、Verizonは、第1の企業顧客ロケーションをサポートする基盤（例えば、ネットワーク回線）を有し得るが、第2の企業顧客ロケーションをサポートする基盤を欠いている（有しない）。この例では、Verizonは、第2の企業顧客ロケーションをサポートする基盤を有するキャリアから、必要なネットワーク回線を借り受けてもよい。例えば、Comcastが第2の企業顧客ロケーションをサポートする基盤を有するものとする、Verizonは第2の企業顧客ロケーションをサポートする基盤を有するために必要なネットワーク回線をComcastから借り受けてもよい。結果として、機能プロバイダドメイン102及びネットワークプロバイダドメイン104が第1の顧客ロケーションにサービスするVerizonネットワーク、ネットワークプロバイダドメイン106が第2の企業顧客ロケーションにサービスするComcastネットワークであり得る。Verizonは、第2の企業顧客ロケーションをサポートするためにComcastネットワーク回線を借り受けているだけである。Verizonは、第1の企業顧客ロケーション及び第2の企業顧客ロケーションの双方において、企業顧客ネットワークを管理している。したがって、Verizonは、第1の企業顧客ロケーションにカスタマエッジルータ104a及び104bを配置し、第2の企業顧客ロケーションにカスタマエッジルータ106a及び106bを配置し得る。カスタマエッジルータ106a及び106bはVerizonにより管理されるVerizonルータであるものの、カスタマエッジルータ106a及び106bは、Comcastネットワーク回線へ接続される。Verizonは、NAT機能性を行うように各カスタマエッジルータ104a、104b、106a及び106bを管理して、仮想的なCGNを提供し得る。即ち、カスタマエッジルータ104a、104b、106a及び106bは、仮想化されたCGNキャリアネットワークをまとめて形成するように構成され得る。

【0032】

本開示のスコープから逸脱することなく、図1に対し修正、追加又は省略がなされてよい。例えば、2つのプロバイダエッジルータを含むことが示されているものの、機能プロバイダドメイン102は、異なる数の統合ルータ含んでもよい。他の例として、2つのカスタマエッジルータを含むことが示されているものの、ネットワークプロバイダドメイン104及び／又は106の各々又は双方は、数百のカスタマエッジルータなど、任意の数のカスタマエッジルータを含んでもよい。また別の例として、企業顧客のロケーションの数に基づいて、数十又は恐らくは数百といったように、異なる数のネットワークプロバイダドメインが存在してもよい。そのうえ、機能プロバイダドメインのためにキャリアネットワークを提供するキャリアに加えて、複数のキャリアがネットワークプロバイダドメインのいくつかのためにキャリアネットワークを提供していてもよい。

【0033】

図2は、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って配置される、図1のアーキテクチャにおける例示的なアドレス空間管理を示している。図2のアーキテクチャは、図1のアーキテクチャと実質的には同様であり、追加的な詳細を伴う。図1のコンポーネントと同じラベルを付した図2のコンポーネントについては、簡明さのために、あらためて説明しない。より具体的には、図2は、統合プラットフォームレイヤの統合されたIPアドレス空間の、個別のパブリックIPアドレスとしての機能エンドポイントレイヤへの例示的な割当てを示している。個別のパブリックIPアドレスは、統合されたIPアドレス空間内の特定のIPアドレスである。いくつかの実施形態において、機能プロバイダドメイン102を提供するキャリアは、機能プロバイダドメイン102内の複数の統合ルータ（例えば、統合ルータ102a及び102b）へ統合されたIPアドレス空間を割り当て得る。統合されたIPアドレス空間は、キャリアに属するパブリックIPアドレス群のブロックであり得る。キャリアは、当該キャリアが機能プロバイダドメイン102を通じて管理している各カスタマエッジルータ（例えば、カスタマエッジルータ104a、104b、106a及び106b）に、統合されたIPアドレス空間からの特定のホストIPアドレスを割り当て得る。機能エンドポイントレイヤ内の各カスタマエッジルータは、割り当てられたホストIPアドレスを用いてNATを行うように構成され得る。

【0034】

あらためて図2に示した上のVerizonの例を参照すると、統合されたIPアドレス空間11.1.1.0/24は、Verizonに属するパブリックIPアドレスのブロックであり得る。Verizonは、パブリックIPアドレスのこのブロックを統合ルータ102a及び102bに割り当て得る。Verizonは、Verizonの管理されるサービスの提供先である企業顧客に、パブリックIPアドレスのブロック11.1.1.0/24を配布し得る。図示したように、Verizonは、パブリックIPアドレス11.1.1.1/32をカスタマエッジルータ104aに、パブリックIPアドレス11.1.1.2/32をカスタマエッジルータ104bに、パブリックIPアドレス11.1.1.3/32をカスタマエッジルータ106aに、パブリックIPアドレス11.1.1.4/32をカスタマエッジルータ106bに割り当て得る。Comcastがネットワークプロバイダドメイン106を提供している上の例においても、Verizonは、カスタマエッジルータ106a及び106bに統合IPアドレス空間のうちの特定のパブリックIPアドレスを割り当ててよく、なぜならこれらルータはVerizonにより管理されるからである。

10

【0035】

図3は、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って配置される、図1のアーキテクチャにおける選択されたデバイスの例示的なアドレス及び機能割当てを示している。カスタマエッジルータ104aは、統合ルータ102aへのトンネル112aを確立し得る。例えば、トンネル112aは、カスタマエッジルータ104aにてポートアドレス13.1.1.1へ、統合ルータ102aにてポートアドレス15.1.1.1へ論理的に接続され得る。トンネル112aは、オーバレイを提供する。プロバイダエッジルータ102aは、機能プロバイダドメイン102に割り当てられた統合IPアドレス空間を公に広告するように構成され得る。例えば、プロバイダエッジルータ102は、外部ネットワーク108へIPアドレスプレフィクス11.1.1.0/24を広告し得る。カスタマエッジルータ104aは、カスタマエッジルータ104へ割り当てられた特定のホストIPアドレスを用いて、データパケットのNATを行うように構成され得る。特定のホストIPアドレスは、統合IPアドレス空間に含まれるパブリックIPアドレスである。例えば、カスタマエッジルータ104aは、ホストIPアドレス11.1.1.1/32を用いてNATを行い得る。自身のホストアドレスを用いてNATを行い、統合ルータ102aへのオーバレイを用いることで、異なるキャリアにより回線が提供されている例においてさえ、カスタマエッジルータ104aが帰りのネットワークトラフィックの可視性を保っておくことが可能となる。即ち、帰りのネットワークトラフィックがカスタマエッジルータ104aへ戻ってくることができる。

20

30

【0036】

図4は、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って配置される、例示的なネットワークトラフィックフローを示すシーケンス図である。図示したように、ネットワークトラフィックフローは、例えばクライアントデバイス402であるソースから、例えばクライアントデバイス404である宛先へのフローであり得る。クライアントデバイス402は、プライベートIPアドレス10.1.1.1を有し、クライアントデバイス404は、プライベートIPアドレス12.1.1.1を有し得る。クライアントデバイス402は、ソースIPアドレス10.1.1.1:05及び宛先IPアドレス12.1.1.1を特定するデータパケット406を（例えば、ポート：05より）送出し又は送信し得る。データパケット406は、他の情報をも含み得る。

40

【0037】

カスタマエッジルータ104aは、データパケット406を受信し、データパケット406についてNATを行うと決定し得る。例えば、カスタマエッジルータ104aは、論理的構成及び／又は1つ以上の適用可能なポリシーに基づいて、NATを行うという決定をしてよい。データパケット406についてNATを行うと決定すると、カスタマエッジルータ104aは、プライベートソースIPアドレス10.1.1.1:05を、カスタマエッジルータ104aに割り当てられたデバイスIPアドレスであるパブリックIPアドレス11.1.1.1へ変換し得る。NAT後のデータパケットは、新たなソースIPアドレス11.1.1.1及

50

び宛先 I P アドレス 12.1.1.1 を特定し得る。カスタマエッジルータは、プライベート I P アドレス 10.1.1.1:05 からパブリック I P アドレス 11.1.1.1 へのマッピングの記録を、例えば N A T マッピングテーブル内でメンテナンスし得る。

【0038】

追加的に又は代替的に、カスタマエッジルータ 104 a は、仮想ルーティング及び転送 (V R F) テーブルをメンテナンスしてもよい。例えば、カスタマエッジルータ 104 a に関連付けられている企業は、各々それ自体の V R F を有する複数の V P N を運用し得る。どの V P N からデータパケットが受信されたかに基づいて、カスタマエッジルータ 104 a は、そのデータパケットがどの V P N に属するかを識別するエントリを N A T テーブル内に生成し得る。図 4 に示したように、データパケット 406 は、VPN_1 から入来し得る。カスタマエッジルータ 104 a は、VPN_1 用の V R F テーブル内に、アドレス 10.1.1.1 向けのデータパケットがカスタマエッジルータ 104 a の Interface_1 から出力されるべきであることを識別するエントリを追加的に生成し得る。

10

【0039】

いくつかの実施形態において、所与の顧客に、ある範囲のアドレスが、当該顧客の 1 つ以上の V P N がそのアドレス範囲内の特定の I P アドレスを付与され得るように割り当てられてもよい。これら及び他の実施形態において、上記アドレス範囲は、組織が利用し得る数の V P N をカバーし得る。

【0040】

そして、カスタマエッジルータ 104 a は、N A T 後のデータパケットが統合ルータ 102 a へ送信されるべきであると判定し得る。例えば、カスタマエッジルータ 104 a は、論理的構成及び／又は 1 つ以上の適用可能なポリシーに基づいて、N A T 後のデータパケットを受信すべき適切な統合ルータを選択し得る。統合ルータ 102 a を選択すると、カスタマエッジルータ 104 a は、トンネル 112 a に対応する (それを識別する) オーバレイ情報と共に N A T 後のデータパケットをカプセル化し得る。例えば、オーバレイ情報は、トンネル 112 a のソースポートアドレス 13.1.1.1 及びトンネル 112 a の宛先ポートアドレス 15.1.1.1 を特定するオーバレイヘッダを含み得る。カプセル化された N A T 後のデータパケット 408 は、ソース I P アドレス 11.1.1.1 及び宛先 I P アドレス 12.1.1.1 を特定し、ソースポートアドレス 13.1.1.1 及び宛先ポートアドレス 15.1.1.1 を特定するオーバレイヘッダを含み得る。カスタマエッジルータ 104 a は、カプセル化された N A T 後のデータパケット 408 をトンネル 112 a を通じて統合ルータ 102 a へ送信し得る。カプセル化された N A T 後のデータパケット 408 は、他の情報をも含み得る。

20

30

【0041】

統合ルータ 102 a は、カプセル化された N A T 後のデータパケット 408 を、例えばトンネル 112 a の他端において受信し得る。統合ルータ 102 a は、カプセル化された N A T 後のデータパケット 408 からオーバレイヘッダ、ソースポートアドレス 13.1.1.1 及び宛先ポートアドレス 15.1.1.1 を除去して、逆カプセル化されたデータパケット 410 を生成し得る。逆カプセル化されたデータパケット 410 は、ソース I P アドレス 11.1.1.1 及び宛先 I P アドレス 12.1.1.1 を特定し得る。オーバレイヘッダから、統合ルータ 102 a は、カプセル化された N A T 後のデータパケット 408 の受信元であるトンネルとして、トンネル 112 a を識別し得る。統合ルータ 102 a は、カプセル化された N A T 後のデータパケット 408 がトンネル 112 a を通じて受信されるという記録を、例えばルーティングテーブル内でメンテナンスし得る。例えば、その記録は、I P アドレス 11.1.1.1 (例えば、逆カプセル化されたデータパケット 410 において特定されたソース I P アドレス) が I P アドレス 13.1.1.1 (例えば、オーバレイヘッダ内で特定されたソースポートアドレス) へルーティングされることを示し得る。統合ルータ 102 a は、この記録を用いて、帰りのネットワークトラフィックをカスタマエッジルータ 104 a へ正確にルーティングし得る。統合ルータ 102 a は、逆カプセル化されたデータパケット 410 を、クライアントデバイス 404 へその経路上で送信し得る。例えば、逆カプセル化されたデータパケット 410 は、その宛先のクライアントデバイス 404 へ外部ネットワーク 10

40

50

8を通じて送信されてもよい。

【0042】

図5は、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って配置される、例示的な帰りのネットワークトラフィックフローを示すシーケンス図である。帰りのネットワークトラフィックフローは、例えばクライアントデバイス404であるクライアントデバイスから、例えばクライアントデバイス402であるクライアントデバイスへのフローであり得る。例えば、帰りのネットワークフローは、以前に送信されたデータパケット、又はクライアントデバイス402からクライアントデバイス404へのデータパケットに対する応答であり得る。クライアントデバイス404は、プライベートIPアドレス12.1.1.1を有し、クライアントデバイス402は、プライベートIPアドレス10.1.1.1を有し得る。クライアントデバイス404は、ソースIPアドレス12.1.1.1及び宛先IPアドレス11.1.1.1を特定するデータパケット502を送出し又は送信し得る。データパケット502は、他の情報をも含み得る。

10

【0043】

統合ルータ102aは、例えば、外部ネットワーク108を通じてデータパケット502を受信し得る。統合ルータ102aは、対応する機能エンドポイントレイヤ内のカスタマエッジルータといったネットワーク機器へデータパケット502が転送されるべきであると判定し得る。統合ルータ102aは、データパケット502内で特定された宛先IPアドレスに基づいて、その判定を行い得る。例えば、統合ルータ102aは、データパケット502内で特定された宛先IPアドレス11.1.1.1が統合ルータ102aに割り当てられた統合IPアドレス11.1.1.0/24内の個別のパブリックIPアドレスであると判定し得る。統合ルータ102aは、データパケット502内で特定された宛先IPアドレス及び自身のルーティングテーブルに基づいて、データパケット502を転送すべき適切なトンネルを識別し得る。例えば、統合ルータ102aは、自身のルーティングテーブルから、IPアドレス11.1.1.1（例えば、データパケット502において特定された宛先IPアドレス）がポートアドレス13.1.1.1で確立されたトンネルを通じて転送されるべきであることを判定し得る。統合ルータ102aは、データパケット502を、トンネル112a（例えば、ポートアドレス13.1.1.1へのトンネル）に対応する（それを識別する）オーバーレイ情報と共にカプセル化し得る。例えば、オーバーレイ情報は、トンネル112aのソースポートアドレス15.1.1.1及びトンネル112aの宛先ポートアドレス13.1.1.1を特定するオーバーレイヘッダを含み得る。カプセル化されたデータパケット504は、ソースIPアドレス12.1.1.1及び宛先IPアドレス11.1.1.1を特定し、ソースポートアドレス15.1.1.1及び宛先ポートアドレス13.1.1.1を特定するオーバーレイヘッダを含み得る。統合ルータ102aは、カプセル化されたデータパケット504をトンネル112aを通じてカスタマエッジルータ104aへ送信し得る。カプセル化されたデータパケット504は、他の情報をも含み得る。

20

30

【0044】

カスタマエッジルータ104aは、カプセル化されたデータパケット504を、例えばトンネル112aの他端において受信し得る。カスタマエッジルータ104aは、カプセル化されたデータパケット504からオーバーレイヘッダ、ソースポートアドレス15.1.1.1及び宛先ポートアドレス13.1.1.1を除去して、データパケット504を逆カプセル化し得る。カスタマエッジルータ104aは、逆カプセル化されたデータパケットについて逆NATを行うと決定し得る。例えば、カスタマエッジルータ104aは、逆カプセル化されたデータパケット内で特定された宛先IPアドレスに基づいて、逆NATを行うことを決定し得る。カスタマエッジルータ104aは、自身のNATテーブルから、プライベートIPアドレス10.1.1.1:05がパブリックIPアドレス11.1.1.1（例えば、逆カプセル化されたデータパケット内で特定された宛先IPアドレス）へ変換されたと判定し得る。カスタマエッジルータ104aは、逆カプセル化されたデータパケット内のパブリック宛先IPアドレス11.1.1.1をプライベートIPアドレス10.1.1.1:05へ逆変換して、逆NAT後のデータパケット506を生成し得る。逆NAT後のデータパケット506は、ソースI

40

50

Pアドレス12.1.1.1及び新たな宛先IPアドレス10.1.1.1:05を特定し得る。逆NAT後のデータパケット506は、他の情報をも含み得る。カスタマエッジルータ104aは、逆NAT後のデータパケット506を、逆NAT後のデータパケット506内で特定された宛先アドレス（例えば、クライアントデバイス402）へその経路上で送信し得る。

【0045】

追加的に又は代替的に、カスタマエッジルータ104aは、宛先アドレス10.1.1.1:05がVPN_1に関連付けられていることをNATテーブルから観測し得る。カスタマエッジルータ104aは、したがって、VPN_1に関連付けられるVRFテーブルにおいてアドレス10.1.1.1:05をルックアップし得る。これら及び他の実施形態において、カスタマエッジルータ104aは、逆NAT後のデータパケット506を、VRFテーブルに基づいてルーティングし得る（例えば、パケットをInterface_1を通じてルーティングし得る）。

10

【0046】

図6は、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って配置される、NATと共にデータパケットを送信する例示的な処理を示すフロー図600である。例示的な処理及び方法は、ブロック602、604、605、606、608、610及び／又は610のうちの1つ以上により示した通りの1つ以上の動作、機能又はアクションを含んでよく、いくつかの実施形態では、図8のエッジネットワークデバイス802といったネットワークノードにより実行され得る。また、ブロック602～612に記述した動作は、エッジネットワークデバイス802のメモリ814及び／又はデータストレージ816といったコンピュータ読取可能な媒体内のコンピュータ実行可能な命令群として記憶されてもよい。

20

【0047】

フロー図600に示したように、NATと共にデータパケットを送信する例示的な処理は、ブロック602（「データパケットを受信」）で開始し、カスタマエッジルータといったネットワーク機器が処理すべきデータパケットを受信し得る。例えば、カスタマエッジルータは、キャリアにより管理されているキャリアネットワークのエッジに位置してよく、NAT機能性を提供するように構成され得る。カスタマエッジルータは、ネットワーク機能レイヤにおいて仮想化されたCGNドメインを共同して提供する複数のデバイスのうちの1つであってもよい。

【0048】

ブロック602に続いてブロック604（「NATを実行」）が行われてよく、カスタマエッジルータは、受信したデータパケットについてNATを行い得る。例えば、カスタマエッジルータは、受信したデータパケット内で特定されたソースIPアドレスを自身のパブリックIPアドレス（例えば、カスタマエッジルータに割り当てられたパブリックIPアドレス）へ変換し得る。

30

【0049】

ブロック604に続いてブロック605（「VRFをメンテナンス」）が行われてよく、カスタマエッジルータは、上記データパケット向けの特定のVPNの範囲内のアドレスマッピング及び／又はルーティングの記録をメンテナンスし得る。例えば、データパケットが所与のVPN内のコンピューティングデバイスから受信された場合、そのコンピューティングデバイスのアドレスがVRF内のエントリとして追加され得る。

40

【0050】

ブロック605に続いてブロック606（「NATレコードをメンテナンス」）が行われてよく、カスタマエッジルータは、プライベートIPアドレスからパブリックIPアドレスへの上記アドレス変換の記録（例えば、マッピング）をメンテナンスし得る。例えば、カスタマエッジルータは、NATテーブルの上記アドレス変換のレコードをメンテナンスし得る。他の例として、カスタマエッジルータは、データパケットが属するVPNを上記アドレス変換のレコード内に含めてもよい。

【0051】

ブロック606に続いてブロック608（「NAT後のデータパケット用のトンネルを

50

判定」)が行われてよく、カスタマエッジルータは、N A T後のデータパケットを転送するために適切なトンネルを選択し得る。例えば、カスタマエッジルータは、N A T後のデータパケットを受信すべき適切な統合ルータを選択し得る。適切な統合ルータは、カスタマエッジルータのネットワーク機能レイヤに対応する、統合プラットフォームレイヤ内の統合ルータであり得る。カスタマエッジルータは、対応する統合プラットフォームレイヤ内の統合ルータへのそれぞれのトンネルを確立済みであってよい。

【0052】

ブロック608に続いてブロック610(「N A T後のデータパケットをオーバーレイ情報と共にカプセル化」)が行われてよく、ネットワークノードは、選択したトンネルに対応するオーバーレイ情報と共にN A T後のデータパケットをカプセル化し得る。オーバーレイ情報は、カスタマエッジルータのポートアドレス及び選択したトンネルの確立に使用された統合ルータのポートアドレスを含み得る。

10

【0053】

ブロック610に続いてブロック612(「カプセル化されたN A T後のデータパケットをトンネルを通じて送信」)が行われてもよく、カスタマエッジルータは、カプセル化されたN A T後のデータパケットを選択したトンネルを通じて送信し得る。選択されたトンネルの他端にある統合ルータは、カプセル化されたN A T後のデータパケットからオーバーレイ情報を除去し、逆カプセル化されたN A T後のデータパケットを特定された宛先へ転送し得る。統合ルータは、カプセル化されたN A T後のデータパケットが受信されたルート(例えば、トンネル)の記録をメンテナンスし得る。例えば、その記録は、除去されたオーバーレイ情報において特定されているソースI Pアドレス及び逆カプセル化されたN A T後のデータパケット内で特定されているソースI Pアドレスを含んでもよい。

20

【0054】

当業者は、上記の及び他の処理並びにここで開示した方法について、処理及び方法において行われる機能が異なる順序で実装されてもよいことを理解するであろう。さらに、概説したアクション及び動作は単に例として提供されており、アクション及び動作のいくつかは、オプションであってもよく、開示した実施形態の本質を損なうことなく、より少ないアクション及び動作へと組み合わされてもよく、又は追加的なアクション及び動作へ拡張されてもよい。

【0055】

図7は、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って配置される、N A T後のデータパケットに対応する帰りのデータパケットを送信する例示的な処理を示すフロー図700である。例示的な処理及び方法は、ブロック702、704、706及び/又は708のうちの1つ以上により示した通りの1つ以上の動作、機能又はアクションを含んでよく、いくつかの実施形態では、図8のエッジネットワークデバイス802といったネットワークノードにより実行され得る。また、ブロック702~708に記述した動作は、エッジネットワークデバイス802のメモリ814及び/又はデータストレージ816といったコンピュータ読取可能な媒体内のコンピュータ実行可能な命令群として記憶されてもよい。

30

【0056】

フロー図700に示したように、N A T後のデータパケットに対応する帰りのデータパケットを送信する例示的な処理は、ブロック702(「データパケットを受信」)で開始し、統合ルータといったネットワーク機器が処理すべきデータパケットを受信し得る。例えば、統合ルータは、キャリアネットワークのパブリックエッジかその近傍に位置してよく、ネットワークトラフィックを仮想C G Nの機能性を提供しているであろうカスタマエッジルータへ案内するように構成され得る。統合ルータは、統合プラットフォームレイヤ内の複数のデバイスのうちの1つであってよい。統合ルータは、受信したデータパケットの宛先I Pアドレスから、そのデータパケットが統合プラットフォームレイヤに対応する機能エンドポイントレイヤ内のカスタマエッジルータへ転送されるべきであることを判定し得る。

40

50

【0057】

ブロック702に続いてブロック704（「当該データパケットのためのトンネルを判定」）が行われてもよく、統合ルータは、データパケットを適切なカスタマエッジルータへ向けて転送するためのトンネルを識別し得る。例えば、統合ルータは、受信したデータパケット内で特定された宛先IPアドレス及び自身のルーティングテーブルに基づいて、トンネルを識別し得る。統合ルータは、機能エンドポイントレイヤからNAT後のデータパケットが受信されるトンネルを識別するエントリを有するルーティングテーブルをメンテナンスし得る。

【0058】

ブロック704に続いてブロック706（「データパケットをオーバーレイ情報と共にカプセル化」）が行われてよく、統合ルータは、識別したトンネルに対応するオーバーレイ情報と共にデータパケットをカプセル化し得る。オーバーレイ情報は、統合ルータのポートアドレス及び識別したトンネルの確立に使用されたカスタマエッジルータのポートアドレスを含み得る。

【0059】

ブロック706に続いてブロック708（「カプセル化されたデータパケットをトンネルを通じて送信」）が行われてもよく、統合ルータは、カプセル化されたデータパケットを識別したトンネルを通じて送信し得る。識別されたトンネルの他端にあるカスタマエッジルータは、カプセル化されたデータパケットからオーバーレイ情報を除去し得る。カスタマエッジルータは、逆カプセル化されたデータパケットについて逆NATを行うと決定し得る。例えば、カスタマエッジルータは、逆カプセル化されたデータパケット内で特定された宛先IPアドレスが自身のデバイスアドレス（例えば、当該カスタマエッジルータのパブリックデバイスアドレス）であると判定し、そのことから、逆カプセル化されたデータパケットを正確に適切な宛先へ転送するために逆NATを行うことを決定し得る。カスタマエッジルータは、自身のNATテーブルから正確な宛先IPアドレス（例えば、プライベートIPアドレス）を識別し、逆カプセル化されたデータパケット内で特定された宛先IPアドレスについて逆NATを行って、逆NAT後のデータパケットを生成し得る。カスタマエッジルータは、プライベートIPアドレスから自身のデバイスアドレス（例えば、当該カスタマエッジルータのパブリックIPアドレス）への変換のマッピングを識別するエントリを有するNATテーブルをメンテナンスし得る。カスタマエッジルータは、逆NAT後のデータパケットを、逆NAT後のデータパケット内で特定された宛先アドレスへその経路上で転送し得る。

【0060】

追加的に又は代替的に、カスタマエッジルータは、帰りのデータパケットに関連付けられているVPNを識別してもよく、そのVPN向けのVRFテーブル内でルックアップを行って、帰りのデータパケットがどこでルーティングされるべきかを判定してもよい。

【0061】

図8は、ここで説明される少なくともいくつかの実施形態に従って配置される、仮想化されたネットワーク機能をアドレス空間統合を通じて提供するために使用され得るエッジネットワークデバイス802の環境800を示している。図示したように、エッジネットワークデバイス802は、他のエッジネットワークデバイス804、806及び808との通信のための複数の潜在的な接続を含み得る。例えば、エッジネットワークデバイス802は、ネットワークA860を用いてエッジネットワークデバイス804と、ネットワークB870を用いてエッジネットワークデバイス806と、及び／又は、ネットワークC880を用いてエッジネットワークデバイス808と通信し得る。エッジネットワークデバイス802、804、806及び808は、図1～図5の統合ルータ102a及び102b、並びにカスタマエッジルータ104a、104b、106a及び106bと同等であり又は匹敵し得る。環境800は、例えば外部ネットワークドメインをまたいでエッジネットワークデバイス802へ通信可能に連結され得るクライアントデバイス850を追加的に含み得る。

10

20

30

40

50

【0062】

いくつかの実施形態において、エッジネットワークデバイス802は、ネットワークA接続820、ネットワークB接続830及びネットワークC接続840を含み得る。ネットワークC接続840の下に楕円で示したように、いかなる数の追加的な又は他の潜在的な接続が含まれてもよい。これら及び他の実施形態において、エッジネットワークデバイス802は、1つ以上の潜在的な接続に対する接続のための複数の回路を含んでもよい。例えば、エッジネットワークデバイス802は、ネットワークA接続820のための回路A822及び回路B824と、ネットワークB接続830のための回路A832及び回路B834と、ネットワークC接続840のための回路A842及び回路B844とを含み得る。これら及び他の実施形態において、エッジネットワークデバイス802は、エッジネットワークデバイス802により記憶されている1つ以上のポリシーに基づいて、上記回路のうちの1つ以上に沿ってトラフィックをルーティングするように構成され得る。

10

【0063】

いくつかの実施形態において、エッジネットワークデバイス802は、多様な接続の1つ以上の特性を監視するように構成されてもよい。例えば、エッジネットワークデバイス802は、エッジネットワークデバイス802からエッジネットワークデバイス804、806及び／又は808への多様な通信リンクのジッタ、レイテンシ、損失及び／又は帯域幅を監視してもよい。また、これら及び他の実施形態において、エッジネットワークデバイス802は、多様な通信リンクのセキュリティ特性を監視し及び／又は記憶してもよい。例えば、ネットワークA860上のリンク862及び864は、第1レベルのセキュリティであるとは見なされ、ネットワークB870上のリンク872及び874は、第2レベルのセキュリティであるとは見なされ、ネットワークC880上のリンク882及び884は、第3レベルのセキュリティであるとは見なされてもよい。いくつかの実施形態において、リンク862、864、872、874、882及び／又は884のうちの1つ以上は、GREトンネル、IPsecトンネル、L2TPトンネル及び／又はその他といったトンネルであってもよい。

20

【0064】

いくつかの実施形態において、エッジネットワークデバイス802は、トラフィックのソースに基づいて、多様なリンクへトラフィックをルーティングするように構成されてもよい。例えば、1つ以上のポリシーが、ある事業経営部門からのトラフィックがネットワークB接続830に沿ってルーティングされるべきであることを示してもよく、一方で他の経営部門についてのトラフィックは任意のリンクに沿ってルーティングされてもよい。

30

【0065】

いくつかの実施形態において、エッジネットワークデバイス802は、プロセッサ812、メモリ814、記憶デバイス816及び／又は通信デバイス818を含み得る。概して、プロセッサ812は、多様なコンピュータハードウェア又はソフトウェアモジュールを含む任意の適した特殊目的の若しくは汎用目的のコンピュータ、コンピューティングエンティティ又は処理デバイスを含んでよく、任意の適用可能なコンピュータ読取可能な記憶媒体に記憶された命令群を実行するように構成され得る。例えば、プロセッサ812は、プログラム命令群を解釈し及び／若しくは実行し並びに／又はデータを処理するように構成される、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、DSP (digital signal processor)、ASIC (application-specific integrated circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) 又は任意の他のデジタル若しくはアナログ回路を含み得る。

40

【0066】

図8では単一のプロセッサとして示されているものの、プロセッサ812は、本開示において説明した任意の数の動作を個別に又はまとめて実行するように構成される、任意の数のネットワーク又は物理的位置に分散された任意の数のプロセッサを含んでよい。いくつかの実施形態において、プロセッサ812は、プログラム命令群を解釈し及び／若しくは実行し、並びに／又は、メモリ814、記憶デバイス816、若しくはメモリ814及び記憶デバイス816内に記憶されたデータを処理し得る。いくつかの実施形態において

50

、プロセッサ 8 1 2 は、データストレージ 8 1 6 からプログラム命令群を取得し、それらプログラム命令群をメモリ 8 1 4 へロードし得る。プログラム命令群がメモリ 8 1 4 へロードされた後、プロセッサ 8 1 2 は、それらプログラム命令群を実行し得る。

【0067】

メモリ 8 1 4 及び記憶デバイス 8 1 6 は、コンピュータ読取可能な記憶媒体、又は、コンピュータ実行可能な命令群若しくはデータ構造を担持し若しくは記憶するための 1 つ以上のコンピュータ読取可能な記憶媒体を含み得る。そうしたコンピュータ読取可能な記憶媒体は、プロセッサ 8 1 2 といった汎用目的の又は特殊目的のコンピュータによりアクセスされ得るいかなる利用可能な媒体であってもよい。いくつかの実施形態において、エッジネットワークデバイス 8 0 2 は、メモリ 8 1 4 及び記憶デバイス 8 1 6 のいずれかを含んでもよく又は含まなくてもよい。

10

【0068】

限定ではなく例によれば、そうしたコンピュータ読取可能な記憶媒体は、非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体を含み、当該記憶媒体は、所望のプログラムコードをコンピュータ実行可能な命令群若しくはデータ構造の形式で担持し若しくは記憶するために使用され、汎用目的の若しくは特殊目的のコンピュータによりアクセスされ得る、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read-Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory)、又は、他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージ若しくは他の磁気記憶デバイス、フラッシュメモリデバイス (例えば、ソリッドステートメモリデバイス) 若しくは任意の他の記憶媒体を含む。上記の組合せもまた、コンピュータ読取可能な記憶媒体の範囲に含まれ得る。コンピュータ実行可能な命令群は、例えば、プロセッサ 8 1 2 に、ある動作又は動作の集合を行わせるように構成される命令群及びデータを含み得る。

20

【0069】

通信デバイス 8 1 8 は、情報を送信し若しくは受信するように構成される、任意のコンポーネント、デバイス、システム又はそれらの組合せを含み得る。いくつかの実施形態において、通信デバイス 8 1 8 は、他のロケーション、同一のロケーション、又は同一システム内の他のコンポーネントでさえあり得る他のデバイスと通信し得る。例えば、通信デバイス 8 1 8 は、モデム、(無線若しくは有線の) ネットワークカード、光通信デバイス、無線周波数トランスデューサ、超音波トランスデューサ、赤外線通信デバイス、ワイヤレス通信デバイス (アンテナなど)、及び/若しくはチップセット (例えば、Bluetooth デバイス、8 0 2 _ 6 デバイス (例えば、MAN (Metropolitan Area Network))、WiFi デバイス、WiMax デバイス、セルラ通信施設若しくはその他) など、並びに/又はそれらの組合せを含み得る。通信デバイス 8 1 8 は、本開示において説明したネットワーク及び/又は何らかの他のデバイス若しくはシステムとの間でデータを交換することを可能にし得る。例えば、通信デバイス 8 1 8 は、エッジネットワークデバイス 8 0 2 がエッジネットワークデバイス 8 0 4、8 0 6 及び 8 0 8 のうちの任意の 1 つ以上といった他のシステムと通信することを可能にし得る。

30

【0070】

本開示の範囲から逸脱することなく、図 8 の環境 8 0 0 に対し修正、追加又は省略がなされてよい。例えば、特定の数のエッジネットワークデバイス 8 0 2、8 0 4、8 0 6 及び 8 0 8 を含むものとして示されているものの、環境 8 0 0 は、いかなる数のエッジネットワークデバイスを含んでもよい。他の例として、3 つの通信ネットワーク (ネットワーク A 8 6 0、ネットワーク B 8 7 0 及びネットワーク C 8 8 0) を含むものとして示されているものの、いかなる数の通信ネットワークが利用されてもよい。

40

【0071】

上で示したように、本開示において説明した実施形態は、ここでより詳細に議論したような多様なコンピュータハードウェア又はソフトウェアモジュールを含む、特殊目的の又は汎用目的のコンピュータ (例えば、図 8 のプロセッサ 8 1 2) の使用を含み得る。さら

50

に、上で示したように、本開示において説明した実施形態は、コンピュータ実行可能な命令群若しくはデータ構造を担持し又は記憶するためのコンピュータ読取可能な媒体（例えば、図8のメモリ814）を用いて実装され得る。

【0072】

いくつかの例によれば、複数のカスタマエッジルータのうちのカスタマエッジルータにおいて、仮想化されたキャリアグレードネットワークアドレス変換（CGN）を提供する方法が説明されている。複数のカスタマエッジルータのうちの第1のカスタマエッジルータにおいて仮想化されたCGNを提供する例示的な方法は、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記第1のカスタマエッジルータと1つ以上の統合ルータ内の各統合ルータとの間のトンネルを確立することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、プライベートIPアドレスのパブリックIPアドレスへの変換であるネットワークアドレス変換（NAT）を第1のデータパケットについて行って、NAT後の第1のデータパケットを生成することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記1つ以上の統合ルータから、上記NAT後の第1のデータパケットの送信先とすべき第1の統合ルータを選択することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記第1のカスタマエッジルータと上記第1の統合ルータとの間で確立されたトンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、上記NAT後の第1のデータパケットをカプセル化することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、カプセル化された上記NAT後の第1のデータパケットを、上記第1の統合ルータへ上記トンネルを通じて送信することと、を含み得る。いくつかの例において、上記パブリックIPアドレスは、上記第1のカスタマエッジルータのデバイスアドレスであってもよい。他の例において、上記デバイスアドレスは、上記第1の統合ルータの機能IPアドレス空間内の個別のIPアドレスであってもよい。

【0073】

さらなる例によれば、上記第1のカスタマエッジルータと上記第1の統合ルータは、第1キャリアにより提供されてもよく、上記第1のカスタマエッジルータと上記第1の統合ルータとの間の上記トンネルは、上記第1キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立されてもよい。いくつかの例において、上記第1のカスタマエッジルータと上記第1の統合ルータは、第1キャリアにより提供されてもよく、上記第1のカスタマエッジルータと上記第1の統合ルータとの間の上記トンネルは、第2キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立されてもよい。他の例において、上記方法は、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記プライベートIPアドレスから上記パブリックIPアドレスへの上記NATの記録をメンテナンスすること、をさらに含んでもよい。さらなる例において、上記オーバーレイ情報は、オーバーレイヘッダを含んでもよく、上記オーバーレイヘッダは、上記第1のカスタマエッジルータと上記第1の統合ルータとの間の上記トンネルを確立するために使用される、上記第1のカスタマエッジルータのポートアドレス及び上記第1の統合ルータのポートアドレスを含む。

【0074】

他の例によれば、上記方法は、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記第1のカスタマエッジルータと上記第1の統合ルータとの間で確立された上記トンネルを通じて、第2のデータパケットを受信することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記第2のデータパケットからオーバーレイ情報を除去して、逆カプセル化された第2のデータパケットを生成することと、上記第1のカスタマエッジルータにより、上記逆カプセル化された第2のデータパケットについて逆NATを行うことと、逆NAT後の上記逆カプセル化された第2のデータパケットにおいて特定された宛先アドレスへの伝達のために、逆NAT後の上記逆カプセル化された第2のデータパケットを転送することと、を含んでもよい。

【0075】

他の例によれば、仮想化されたCGNを提供するように構成されるカスタマエッジルータが説明されている。例示的なカスタマエッジルータは、命令群を記憶するように構成されるメモリと、当該命令群を実行するように構成されるプロセッサとを含み得る。上記命

令群の実行は、上記プロセッサに、上記カスタマエッジルータと1つ以上の統合ルータとの間のオーバーレイネットワークであって、上記カスタマエッジルータと上記1つ以上の統合ルータの各々との間のそれぞれのトンネルを含む上記オーバーレイネットワークを確立することと、プライベートIPアドレスのパブリックIPアドレスへの変換であるネットワークアドレス変換（NAT）を第1のデータパケットについて行って、NAT後の第1のデータパケットを生成することと、上記NAT後の第1のデータパケットを送信するための適切なトンネルを選択することと、選択された上記トンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、上記NAT後の第1のデータパケットをカプセル化することと、カプセル化された上記NAT後の第1のデータパケットを、選択された上記トンネルを通じて送信することと、を行わせ得る。いくつかの例において、上記パブリックIPアドレスは、上記カスタマエッジルータのデバイスアドレスであってもよい。他の例において、上記デバイスアドレスは、上記1つ以上の統合ルータの機能IPアドレス空間内の個別のIPアドレスであってもよい。

10

【0076】

いくつかの例によれば、上記カスタマエッジルータ及び上記1つ以上の統合ルータは、第1キャリアにより提供されてもよく、上記カスタマエッジルータと上記1つ以上の統合ルータの各々との間の上記それぞれのトンネルは、上記第1キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立されてもよい。他の例によれば、上記カスタマエッジルータ及び上記1つ以上の統合ルータは、第1キャリアにより提供されてもよく、上記カスタマエッジルータと上記1つ以上の統合ルータの各々との間の上記それぞれのトンネルは、上記第2キャリアにより提供されるネットワーク回線を用いて確立されてもよい。さらなる例によれば、上記オーバーレイ情報は、オーバーレイヘッダを含んでもよく、上記オーバーレイヘッダは、上記カスタマエッジルータのポートアドレス及び上記トンネルが確立される統合ルータのポートアドレスを含む。

20

【0077】

いくつかの例によれば、上記命令群の実行は、上記プロセッサに、選択された上記トンネルを通じて第2のデータパケットを受信することと、上記第2のデータパケットからオーバーレイ情報を除去して、逆カプセル化された第2のデータパケットを生成することと、上記逆カプセル化された第2のデータパケットについて逆NATを行うことと、逆NAT後の上記逆カプセル化された第2のデータパケットにおいて特定された宛先アドレスへの伝達のために、逆NAT後の上記逆カプセル化された第2のデータパケットを転送することと、を行わせ得る。

30

【0078】

他の例によれば、カスタマエッジルータのプロセッサによる実行のための命令群を記憶した非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体が説明されている。命令群を記憶した例示的な非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体は、カスタマエッジルータのプロセッサによる実行に応じて、上記プロセッサに、上記カスタマエッジルータと1つ以上の統合ルータとの間のオーバーレイネットワークであって、上記カスタマエッジルータと上記1つ以上の統合ルータの各々との間のそれぞれのトンネルを含む上記オーバーレイネットワークを確立することと、プライベートIPアドレスのパブリックIPアドレスへの変換であるネットワークアドレス変換（NAT）を第1のデータパケットについて行って、NAT後の第1のデータパケットを生成することと、上記NAT後の第1のデータパケットを送信するための適切なトンネルを選択することと、選択された上記トンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、上記NAT後の第1のデータパケットをカプセル化することと、カプセル化された上記NAT後の第1のデータパケットを、選択された上記トンネルを通じて送信することと、を行わせ得る。さらなる例において、上記パブリックIPアドレスは、上記カスタマエッジルータのデバイスアドレスであってもよく、上記デバイスアドレスは、上記1つ以上の統合ルータの機能IPアドレス空間内の個別のIPアドレスであってもよい。

40

【0079】

50

いくつかの例において、上記例示的な非一時的なコンピュータ読取可能な記憶媒体は、上記カスタマエッジルータの上記プロセッサによる実行に応じて、上記プロセッサに、選択された上記トンネルを通じて第2のデータパケットを受信することと、上記第2のデータパケットからオーバーレイ情報を除去して、逆カプセル化された第2のデータパケットを生成することと、上記逆カプセル化された第2のデータパケットについて逆NATを行うことと、逆NAT後の上記逆カプセル化された第2のデータパケットにおいて特定された宛先アドレスへの伝達のために、逆NAT後の上記逆カプセル化された第2のデータパケットを転送することと、を行わせる命令群、をも記憶し得る。

【0080】

要するに、いくつかの例において、第1のカスタマエッジルータにおいて、仮想化されたキャリアグレードネットワークアドレス変換（CGN）を提供する方法は、上記第1のカスタマエッジルータと1つ以上の統合ルータ内の各統合ルータとの間のトンネルを確立することと、ネットワークアドレス変換（NAT）を第1のデータパケットについて行って、NAT後の第1のデータパケットを生成することと、上記1つ以上の統合ルータから、上記NAT後の第1のデータパケットの送信先とすべき第1の統合ルータを選択することと、上記第1のカスタマエッジルータと第1の統合ルータとの間で確立されたトンネルに対応するオーバーレイ情報と共に、上記NAT後の第1のデータパケットをカプセル化することと、カプセル化された上記NAT後の第1のデータパケットを、上記第1の統合ルータへ上記トンネルを通じて送信することと、を含み得る。

【0081】

本開示において使用したところでは、“モジュール”又は“コンポーネント”との用語は、コンピュータシステムの、当該モジュール若しくはコンポーネントのアクションを実行するように構成される固有のハードウェア実装、並びに／又は、汎用ハードウェア（例えば、コンピュータ読取可能な媒体、処理デバイスなど）により記憶され及び／若しくは実行され得るソフトウェアオブジェクト若しくはソフトウェアルーチンへの言及であり得る。いくつかの実施形態において、本開示において説明した様々なコンポーネント、モジュール、エンジン及びサービスは、コンピューティングシステム上で稼働するオブジェクト又は処理（例えば、別々のスレッド群）として実装されてもよい。本開示において説明したシステム及び方法のいくつかは、（汎用ハードウェアにより記憶され及び／又は実行される）ソフトウェアで実装されるものとして広く説明されているものの、固有のハードウェア実装、ファームウェア実装又はそれらの任意の組合せもまた可能であり予期される。本説明において、“コンピューティングエンティティ”とは、本開示において前に説明したようないかなるコンピューティングシステムであってもよく、コンピュータシステム上で稼働するいかなるモジュール若しくはモジュール群の組合せであってもよい。

【0082】

本開示及び添付の特許請求の範囲（例えば、添付の特許請求の範囲の本文）において使用した用語は、概して、「オープン」な用語として意図されている（例えば、“含む（including）”との用語は、“含むが限定はされない（including, but not limited to）”として解釈されるべきであり、“有する（having）”との用語は、“少なくとも含む（having at least）”として解釈されるべきであり、“含む（includes）”との用語は、“含むが限定はされない（includes, but not limited to）”として解釈されるべきである、など）。

【0083】

加えて、導入した請求項の事項に特定の数が意図される場合、そうした意図は、請求項において明示的に記載されるはずであり、そうした記載が無ければそうした意図は存在しない。例えば、理解を助けるためにいうと、以下の添付の特許請求の範囲は、請求項の事項を導入するために、“少なくとも1つ”及び“1つ以上”という前置された句の使用を含むかもしれない。しかしながら、そうした句の使用は、同じ請求項が前置句“1つ以上”又は“少なくとも1つ”及び“a”又は“an”といった不定冠詞を含む場合であっても、不定冠詞“a”又は“an”による請求項の事項の導入がそのように導入される請求項の

事項を含む具体的な請求項を、当該事項を1つだけ含む実施形態に限定することを示唆するものとして解釈されるべきではない（例えば、“a”及び／又は“an”は、“少なくとも1つ”又は“1つ以上”を意味するものとして解釈されるべきである）；同じことが、請求項の事項を導入するために使用される定冠詞の使用にも当てはまる。

【0084】

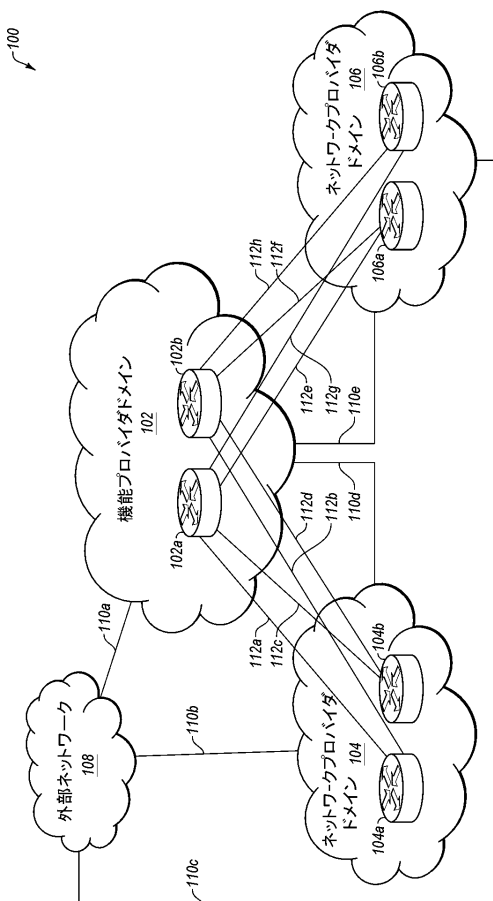
加えて、導入される請求項の事項で特定の数が明示的に記載されているとしても、当業者は、そうした事項が少なくとも記載された数あることを意味するものとして解釈されるべきであることを認識するであろう（例えば、他の修飾子無しでの“2つの事項”というそのままの記載は、少なくとも2つの事項又は2つ以上の事項を意味する）。さらに、“A、B及びCなどのうちの少なくとも1つ”又は“A、B及びCなどのうちの1つ以上”に類似する慣例が使用された例では、概して、そうした構文は、Aのみ、Bのみ、Cのみ、A及びB共に、A及びC共に、B及びC共に、又は、A、B及びC共に、などを含むものと意図される。

【0085】

本開示に記載した全ての例及び条件的な言い回しは、本開示及び技術を進展させるために発明者により寄与される概念を理解することにおいて読み手を助ける教育上の目的のために意図されており、そうした具体的に記載された例及び条件への限定ではないものとして解釈されるべきである。本開示の実施形態を詳細に説明したが、本開示の精神及びスコープから逸脱することなく、多様な変更、代用及び変形がここになされ得るであろう。

10

【図1】



【図2】

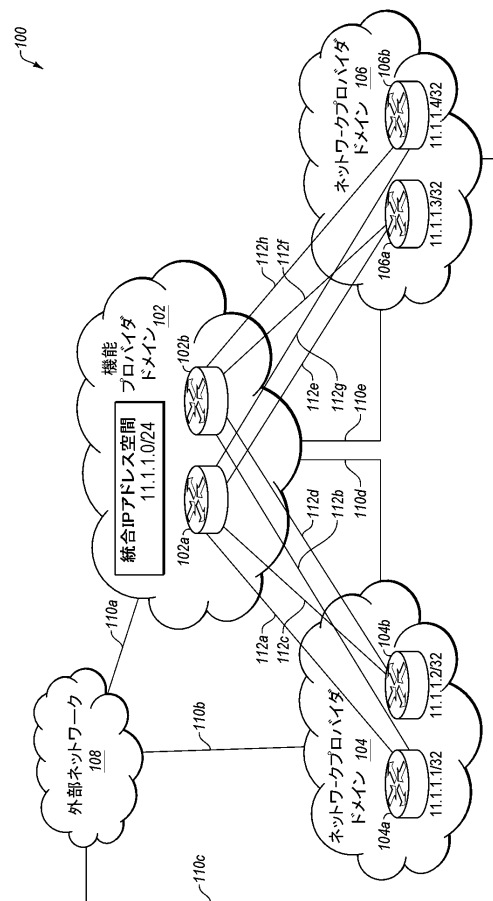
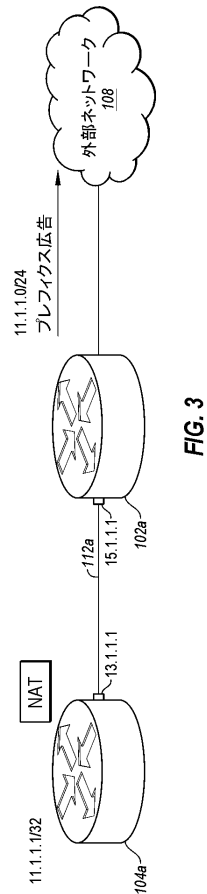


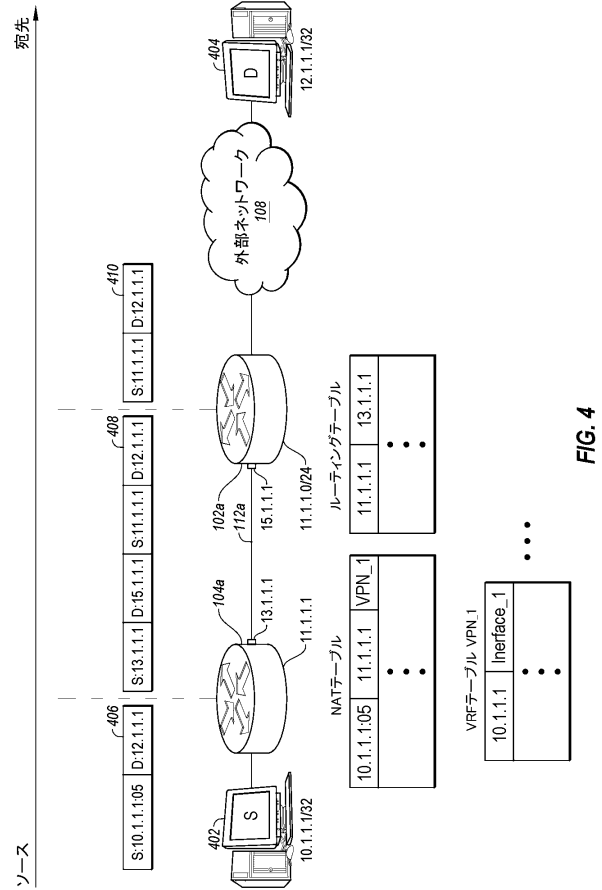
FIG. 1

FIG. 2

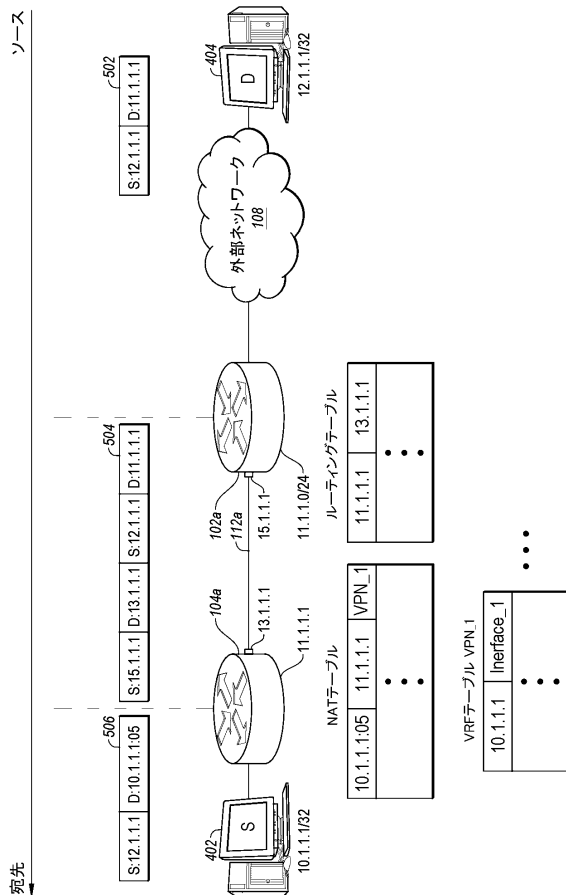
【図 3】



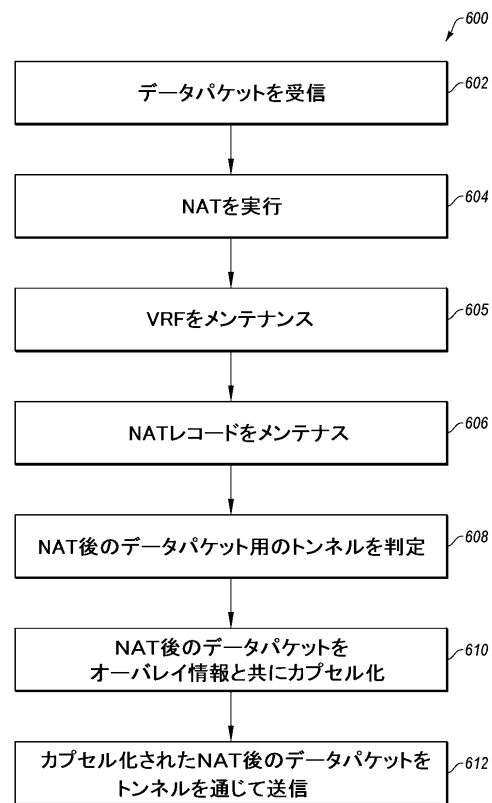
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

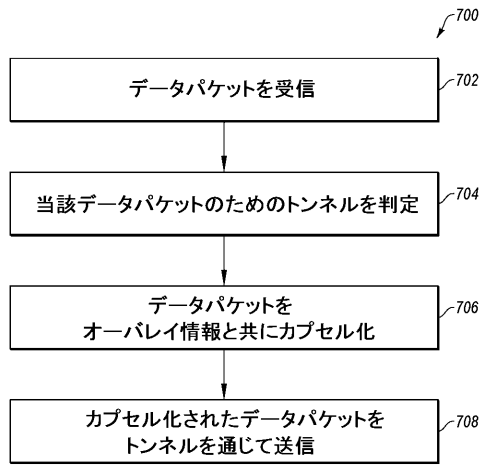


FIG. 7

【図 8】

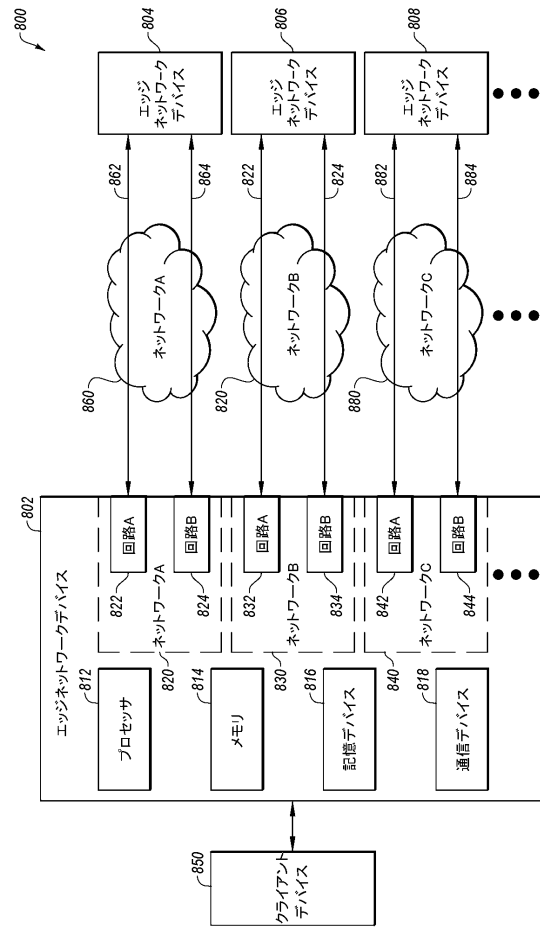


FIG. 8

フロントページの続き

(74)代理人 100140431

弁理士 大石 幸雄

(72)発明者 ラザ, サイド カリド

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94539, フリーモント, ナパホ ウェイ 760

(72)発明者 アッターワラ, ムルトゥザ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95616, デイビス, ハーベスト ストリート 1782

審査官 羽岡 さやか

(56)参考文献 特開2003-244251 (JP, A)

特開2014-187614 (JP, A)

特開2012-191453 (JP, A)

米国特許出願公開第2014/0280884 (US, A1)

Y. Cui et al., Lightweight 4over6: An Extention to the Dual-Stack Lite Architectue; rfc7596.txt, IETF RFC, Internet Engineering Task Force, 2015年07月31日, <https://tools.ietf.org/html/rfc7596>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00-12/955