

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7174033号

(P7174033)

(45)発行日 令和4年11月17日(2022.11.17)

(24)登録日 令和4年11月8日(2022.11.8)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 L 45/42 (2022.01)

H 0 4 L 45/42

H 0 4 L 41/40 (2022.01)

H 0 4 L 41/40

請求項の数 18 (全23頁)

(21)出願番号	特願2020-501356(P2020-501356)	(73)特許権者	503433420
(86)(22)出願日	平成30年6月20日(2018.6.20)		華為技術有限公司
(65)公表番号	特表2020-526989(P2020-526989 A)		HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.
(43)公表日	令和2年8月31日(2020.8.31)		中華人民共和国 518129 広東省深
(86)国際出願番号	PCT/CN2018/091976		▲チェン▼市龍崗区坂田 華為総部▲ベ
(87)国際公開番号	WO2019/011114		ン▼公楼
(87)国際公開日	平成31年1月17日(2019.1.17)		Huawei Administrat
審査請求日	令和2年2月13日(2020.2.13)		ion Building, Banti
審判番号	不服2022-3962(P2022-3962/J1)		an, Longgang Distri
審判請求日	令和4年3月16日(2022.3.16)		ct, Shenzhen, Guang
(31)優先権主張番号	201741025136		dong 518129, P.R. C
(32)優先日	平成29年7月14日(2017.7.14)		hina
(33)優先権主張国・地域又は機関	インド(IN)	(74)代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 I P V 6 トンネルのためのセグメントルーティングを確立するための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パス計算要素(PCE)により、第1のパス計算要素通信プロトコル(PCEP)メッセージを生成するステップであり、前記第1のPCEPメッセージは、明示的経路オブジェクト(ERO)を含み、前記EROは、指示情報及び複数のセグメント識別子(SID)を含み、前記指示情報は、前記SIDのそれぞれがそれぞれパス内のノードのIPv6(Internet Protocol version 6)プレフィックスであることを示すために使用され、前記EROは、複数のIPv6用セグメントルーティング(SRv6)明示的経路オブジェクト(ERO)サブオブジェクトを含み、前記複数のSRv6 EROサブオブジェクトのそれぞれは、前記指示情報と、前記複数のSIDのうち1つとを搬送するために使用される、ステップと、

10

前記PCEにより、前記SID及び前記指示情報に従って第1のパス計算クライアント(PCC)から第2のPCCへのIPv6フォワーディングプレーン用セグメントルーティング(SRv6)パスを確立するために、前記第1のPCEPメッセージを前記第1のPCCに送信するステップとを含む方法。

【請求項 2】

前記第1のPCEPメッセージを生成する前に、当該方法は、
前記PCEにより、前記第1のPCCから第2のPCEPメッセージを受信するステップと、
前記PCEにより、第3のPCEPメッセージを前記第1のPCCに送信するステップと
を含み、前記第2のPCEPメッセージ及び前記第3のPCEPメッセージは、前記第1のPCCと前記PCEとの間にSRv6可能なPCEPセッションを設定するために使用され、前記第2のP

20

CEPメッセージ及び前記第3のPCEPメッセージのそれぞれは、SRv6-CAPABILITYタイプ長値(TLV)フィールドを搬送し、前記第2のPCEPメッセージで搬送される前記SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、前記第1のPCCがSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用され、前記第3のPCEPメッセージで搬送される前記SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、前記PCEがSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用される、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記第1のPCEPメッセージは、PATH-SETUP-TLVフィールドを更に含み、
前記PATH-SETUP-TLVフィールドのタイプフィールドは、前記SR-IPv6パスがSRv6技術により確立されることを示す、請求項1又は2に記載の方法。

10

【請求項4】

前記第1のPCEPメッセージは、PCInitiateメッセージ又はパス計算応答(PCRep)メッセージである、請求項1乃至3のうちいずれか1項に記載の方法。

【請求項5】

第1のパス計算クライアント(PCC)により、パス計算要素(PCE)から第1のパス計算要素通信プロトコル(PCEP)メッセージを受信するステップであり、前記第1のPCEPメッセージは、明示的経路オブジェクト(ERO)を含み、前記EROは、指示情報及びセグメント識別子(SID)フィールドを含み、前記SIDフィールドは、複数のSIDを含み、前記指示情報は、前記複数のSIDのそれぞれがそれぞれパス内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、前記EROは、複数のIPv6用セグメントルーティング(SRv6)明示的経路オブジェクト(ERO)サブオブジェクトを含み、前記複数のSRv6 EROサブオブジェクトのそれぞれは、前記指示情報と、前記複数のSIDのうち1つとを搬送するために使用される、ステップと、

20

前記第1のPCCにより、前記SID及び前記指示情報に従って前記第1のPCCから第2のPCCへのIPv6フォワーディングプレーン用セグメントルーティング(SRv6)パスを確立するステップと

を含む方法。

【請求項6】

前記第1のPCEPメッセージを受信する前に、当該方法は、
前記第1のPCCにより、第2のPCEPメッセージを前記PCEに送信するステップと、
前記第1のPCCにより、前記PCEから第3のPCEPメッセージを受信するステップと
を更に含み、前記第2のPCEPメッセージ及び前記第3のPCEPメッセージは、前記第1のPCCと前記PCEとの間にSRv6可能なPCEPセッションを設定するために使用され、前記第2のPCEPメッセージ及び前記第3のPCEPメッセージのそれぞれは、SRv6-CAPABILITYタイプ長値(TLV)フィールドを搬送し、前記第2のPCEPメッセージで搬送される前記SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、前記第1のPCCがSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用され、前記第3のPCEPメッセージで搬送される前記SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、前記PCEがSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用される、請求項5記載の方法。

30

【請求項7】

前記第1のPCEPメッセージは、PATH-SETUP-TLVフィールドを更に含み、
前記PATH-SETUP-TLVフィールドのタイプフィールドは、前記SR-IPv6パスがSRv6技術により確立されることを示す、請求項5又は6に記載の方法。

40

【請求項8】

前記第1のPCEPメッセージは、PCInitiateメッセージ又はパス計算応答(PCRep)メッセージである、請求項5乃至7のうちいずれか1項に記載の方法。

【請求項9】

パス計算要素(PCE)であって、
プロセッサと、前記プロセッサに結合されたトランシーバとを含み、
前記プロセッサは、第1のパス計算要素通信プロトコル(PCEP)メッセージを生成するよ

50

うに構成され、前記第1のPCEPメッセージは、明示的経路オブジェクト(ERO)を含み、前記EROは、指示情報及びセグメント識別子(SID)フィールドを含み、前記SIDフィールドは、複数のSIDを含み、前記指示情報は、前記複数のSIDのそれぞれがそれぞれパス内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、前記EROは、複数のIPv6用セグメントルーティング(SRv6)明示的経路オブジェクト(ERO)サブオブジェクトを含み、前記複数のSRv6 EROサブオブジェクトのそれぞれは、前記指示情報と、前記複数のSIDのうち1つとを搬送するために使用され、

前記トランシーバは、前記SID及び前記指示情報に従って第1のパス計算クライアント(PCC)から第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(SRv6)パスを確立するために、前記第1のPCEPメッセージを前記第1のPCCに送信するように構成される、PCE。

10

【請求項 10】

前記第1のPCEPメッセージを生成する前に、前記トランシーバは、

前記第1のPCCから第2のPCEPメッセージを受信し、

第3のPCEPメッセージを前記第1のPCCに送信するように更に構成され、

前記第2のPCEPメッセージ及び前記第3のPCEPメッセージは、前記第1のPCCと当該PCEとの間にSRv6可能なPCEPセッションを設定するために使用され、前記第2のPCEPメッセージ及び前記第3のPCEPメッセージのそれぞれは、SRv6-CAPABILITYタイプ長値(TLV)フィールドを搬送し、前記第2のPCEPメッセージで搬送される前記SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、前記第1のPCCがSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用され、前記第3のPCEPメッセージで搬送される前記SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、当該PCEがSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用される、請求項9に記載のPCE。

20

【請求項 11】

前記第1のPCEPメッセージは、PATH-SETUP-TLVフィールドを更に含み、

前記PATH-SETUP-TLVフィールドのタイプフィールドは、前記SR-IPv6パスがSRv6技術により確立されることを示す、請求項9又は10に記載のPCE。

【請求項 12】

前記第1のPCEPメッセージは、PCInitiateメッセージ又はパス計算応答(PCRep)メッセージである、請求項9乃至11のうちいずれか1項に記載のPCE。

【請求項 13】

30

第1のパス計算クライアント(PCC)であって、

プロセッサと、前記プロセッサに結合されたトランシーバとを含み、

前記トランシーバは、パス計算要素(PCE)から第1のパス計算要素通信プロトコル(PCEP)メッセージを受信するように構成され、前記第1のPCEPメッセージは、明示的経路オブジェクト(ERO)を含み、前記EROは、指示情報及びセグメント識別子(SID)フィールドを含み、前記SIDフィールドは、複数のSIDを含み、前記指示情報は、前記複数のSIDのそれぞれがそれぞれパス内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、前記EROは、複数のIPv6用セグメントルーティング(SRv6)明示的経路オブジェクト(ERO)サブオブジェクトを含み、前記複数のSRv6 EROサブオブジェクトのそれぞれは、前記指示情報と、前記複数のSIDのうち1つとを搬送するために使用され、

40

前記プロセッサは、前記SID及び前記指示情報に従って前記第1のPCCから第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(SRv6)パスを確立するように構成される、PCC。

【請求項 14】

前記トランシーバは、

第2のPCEPメッセージを前記PCEに送信し、

前記PCEから第3のPCEPメッセージを受信するように更に構成され、

前記第2のPCEPメッセージ及び前記第3のPCEPメッセージは、前記第1のPCCと前記PCEとの間にSRv6可能なPCEPセッションを設定するために使用され、前記第2のPCEPメッセージ及び前記第3のPCEPメッセージのそれぞれは、SRv6-CAPABILITYタイプ長値(TLV)フィールドを搬送し、前記第2のPCEPメッセージで搬送される前記SRv6-CAPABILITY

50

TLVフィールドのタイプフィールドは、前記第1のPCCがSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用され、前記第3のPCEPメッセージで搬送される前記SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、前記PCEがSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用される、請求項 1 3 に記載のPCC。

【請求項 1 5】

前記第1のPCEPメッセージは、PATH-SETUP-TLVフィールドを更に含み、

前記PATH-SETUP-TLVフィールドのタイプフィールドは、前記SR-IPv6パスがSRv6技術により確立されることを示す、請求項 1 3 又は 1 4 に記載のPCC。

【請求項 1 6】

前記第1のPCEPメッセージは、PCInitiateメッセージ又はパス計算応答(PCRep)メッセージである、請求項 1 3 乃至 1 5 のうちいずれか 1 項に記載のPCC。

10

【請求項 1 7】

請求項 9 乃至 1 2 のうちいずれか 1 項に記載のパス計算要素(PCE)と、

請求項 1 3 乃至 1 6 のうちいずれか 1 項に記載のパス計算クライアント(PCC)とを含むシステム。

【請求項 1 8】

命令を記憶するコンピュータ読み取り可能記憶媒体であって、前記命令がプロセッサ上で実行されたとき、前記プロセッサは、請求項 1 乃至 8 のうちいずれか 1 項の方法を実行することが可能になる、コンピュータ読み取り可能記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0 0 0 1】

[関連出願への相互参照]

この出願は、2017年7月14日にインド特許庁に出願された「A METHOD FOR ESTABLISHING SEGMENT ROUTING FOR IPV6 TUNNEL」という名称のインド特許出願第IN201741025136号に対する優先権を主張し、その全内容を参照により援用する。

【0 0 0 2】

[技術分野]

ここに記載される本開示は、一般的に、セグメントルーティングに関し、より詳細には、パス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)を使用することにより、IPv6フォワーディングプレーン用セグメントルーティング(Segment Routing for IPv6 forwarding plane, SRv6)をサポートするための機構に関する。

30

【背景技術】

【0 0 0 3】

セグメントルーティング(Segment Routing, SR)技術は、ソースルーティング及びトンネリングパラダイムを利用する。これは、いずれかのヘッドエンドノード、すなわち、ソースノードが、ラベル配布プロトコル(Label Distribution Protocol, LDP)又はリソース予約プロトコル・トラフィックエンジニアド(Resource Reservation Protocol-Traffic engineered, RSVP-TE)のような、マルチプロトコルラベルスイッチング(Multiprotocol Label Switching, MPLS)ネットワークにおけるホップ毎のシグナリングプロトコルに依存することなく、パスを選択することを可能にする。各パスは、リンクステートルーティングプロトコルにより広告される「セグメント」の集合として指定される。セグメントルーティングされたパスは、IGPショーテストパスツリー(Shortest Path Tree, SPT)、明示的な構成を含む様々な機構から導出でき、或いは、パス計算要素(Path Computation Element, PCE)により計算できる。このようなパスは、適切なネットワーク計画ツールにより選択されてもよく、或いは、入口ノード上で提供されてもよい。

40

【0 0 0 4】

SRアーキテクチャの紹介のために、インターネットエンジニアリングタスクフォース(I

50

Internet Engineering Task Force, IETF)ネットワークワーキンググループのインターネットドラフト「Segment Routing Architecture」(draft-filsfils-rtgwg-segment-routing-00)に参照が行われる。draft-filsfils-rtgwg-segment-routing-00は、「IGPセグメント又はIGP SID」を、リンクステートルーティングプロトコルにより広告される1つの情報、例えば、IGPプレフィックス又はIGP隣接関係に付随するセグメントとして定義する。いくつかのタイプのセグメントが定義される。IGPノードセグメント(IGP-Node Segment)は、特定のルータ(例えば、ループバック)を識別するIGPプレフィックスセグメント(IGP-Prefix Segment)を表す。「ノードセグメント(Node Segment)」又は「Node-SID」という用語がしばしば略語として使用される。IGP隣接セグメント(IGP-Adjacency Segment)又は隣接セグメント(Adjacency Segment)又はAdj-SIDは、一方

10 向の隣接関係又は一方の隣接関係の集合に付随するIGPセグメントを表す。隣接セグメント(Adjacency Segment)は、それを広告するノードにとってローカルである。ノードセグメント及び隣接セグメントの双方は、SRトラフィックエンジニアリング(SR Traffic Engineering, SR-TE)のために使用できる。

【0005】

SRは、中間システム・ツー・中間システム(Intermediate System-to-Intermediate System, IS-IS)及びオープンショールテストパスファースト(Open Shortest Path First, OSPF)プロトコルへの拡張を使用することにより実行されてもよい。セグメントルーティングは、MPLSデータプレーン又はIPv6データプレーンで動作でき、セグメントルーティングは、レイヤ3仮想プライベートネットワーク(Layer 3 virtual private network, L3VPN)、仮想プライベートワイヤサービス(Virtual Private Wire Service, (V PWS)、仮想プライベートLANサービス(VPLS)及びイーサネットVPN(Ethernet VPN, EVPN)を含む、MPLSの複数のサービス機能と統合する。

20

【0006】

SRアーキテクチャは、変更なしでMPLSフォワーディングプレーンに適用でき、この場合、SRパスはMPLSラベルスイッチングパス(Label Switching Path, LSP)に対応する。SRは、インターネットドラフト[I D.ietf-6man-segment-routing-header]において指定されるように、セグメントルーティングヘッダ(Segment Routing Header, SRH)を使用してIPV6フォワーディングプレーンに適用される。

【0007】

また、IETFインターネットドラフトdraft-ietf-isis-segment-routing-extensions、例えば、draft-ietf-isis-segment-routing-extensions-00、「IS-IS Extensions for Segment Routing」を参照する。さらに、セグメントルーティングのためのOSPF拡張(OSPF Extensions)については、IETFインターネットドラフトdraft-ietf-ospf-segment-routing-extensions、例えば、draft-ietf-ospf-segment-routing-extensions-00、「OSPF Extensions for Segment Routing」を参照する。

30

【0008】

また、IETFインターネットドラフトdraft-ietf-pce-segment-routing-09、「PCEP Extensions for Segment Routing」、2017年4月を参照し、これは、MPLSデータプレーンによりセグメントルーティングをサポートするためのセグメントルーティングについての更なる詳細を提供する。この文書は、セグメント識別子(Segment Identifier, SID)とSIDに関連付けられたノード/隣接識別子(node/adjacency identifier, NAI)とを搬送可能な「SR-EROサブオブジェクト」により示される新たなEROサブオブジェクトを定義する。SR可能なPCEPスピーカ(すなわち、PCC及びPCE)は、このようなEROサブオブジェクトを生成及び/又は処理できる。

40

【0009】

したがって、draft-ietf-pce-segment-routing-09は、ステートフルPCEがトラフィックエンジニアリング(Traffic Engineering, TE)パスを計算して開始することを可能にし、PCCがSRネットワークにおける特定の制約及び最適化基準に従ったパスを要求することを可能にする、MPLSフォワーディングプレーンのためのSR-TE 1spをサポートするた

50

めのパス計算要素プロトコル(Path Computation Element Protocol, PCEP)拡張への拡張を指定する。

【 0 0 1 0 】

IETFインターネットドラフトdraft-ietf-6man-segment-routing-header-06, 「IPv6 Segment Routing Header (SRH)」は、新たなタイプのルーティング拡張ヘッダ(Routing Extension Header)の追加によってセグメントルーティングがIPv6データプレーンに適用できることを開示する。

【 0 0 1 1 】

しかし、これらの文書のどれも、IPv6データプレーン/フォワーディングプレーンのためのセグメントルーティング(SR)に基づいてSRv6トンネルを確立するための機構を定義していない。

10

【 0 0 1 2 】

したがって、IPv6のためのセグメントルーティングをサポートするために、PCE管理のソフトウェア定義ネットワーク(Software Defined Network, SDN)における機構に対する差し迫った必要性が存在する。

【発明の概要】

【 0 0 1 3 】

この概要は、セグメントルーティングトンネルを確立するための方法に関連する概念を紹介するために提供され、これは以下の詳細な説明で更に説明される。

【 0 0 1 4 】

20

本開示の目的は、IPv6データプレーンに基づいてPCE管理のSDNによりセグメントルーティングトンネルを確立するためのPCEP拡張を提供することである。IPv6用セグメントルーティング(Segment Routing for IPv6, SRv6)トンネルは、PCCにおいて構成でき、或いはPCEにより開始できる。

【 0 0 1 5 】

本開示の他の目的は、SR-PCE-CAPABILITY TLVにおける新たなフラグビットを介して、PCEPセッション初期化(Initialization)段階中にIPv6 SR-Pathをサポートするその能力を示すPCC又はPCEを提供することである。

【 0 0 1 6 】

したがって、本発明の第1の態様では、通信ネットワークにおいてデータパケットを送信するための方法が提供される。当該方法は、パス計算要素(path computation element, PCE)により、第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを生成するステップであり、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用される、ステップと、PCEにより、SID及び指示情報に従って第1のパス計算クライアント(path computation client, PCC)から第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(segment routing for IPv6, SRv6)トンネルを確立するために、第1のPCEPメッセージを第1のPCCに送信するステップとを含む。

30

40

【 0 0 1 7 】

第1の態様の1つの実現方式では、第1のPCEPメッセージを生成する前に、当該方法は、PCEにより、第1のPCCから第2のPCEPメッセージを受信するステップと、PCEにより、第3のPCEPメッセージを第1のPCCに送信するステップとを含み、第2のPCEPメッセージ及び第3のPCEPメッセージは、第1のPCCとPCEとの間にSRv6可能なPCEPセッションを設定するために使用され、第2のPCEPメッセージ及び第3のPCEPメッセージのそれぞれは、SRv6-CAPABILITYタイプ長値(Type Length Value, TLV)フィールドを搬送し、SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプ(Type)フィールドは、PCE及び第1のPCCの双方がSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用される。

【 0 0 1 8 】

50

したがって、本発明の第2の態様では、通信ネットワークにおける方法が提供される。当該方法は、第1のパス計算クライアント(path computation client, PCC)により、パス計算要素(path computation element, PCE)から第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを受信するステップであり、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用される、ステップと、第1のPCCにより、SID及び指示情報、SID及び指示情報に従って第1のPCCから第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(segment routing for IPv6, SRv6)トンネルを確立するステップとを含む。

10

【0019】

第2の態様の1つの実現方式では、第1のPCEPメッセージを受信する前に、当該方法は、第1のPCCにより、第2のPCEPメッセージをPCEに送信するステップと、第1のPCCにより、PCEから第3のPCEPメッセージを受信するステップとを含み、第2のPCEPメッセージ及び第3のPCEPメッセージは、第1のPCCとPCEとの間にSRv6可能なPCEPセッションを設定するために使用され、第2のPCEPメッセージ及び第3のPCEPメッセージのそれぞれは、SRv6-CAPABILITYタイプ長値(Type Length Value, TLV)フィールドを搬送し、SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプ(Type)フィールドは、PCE及び第1のPCCの双方がSRv6フォワーディングをサポートすることを示すために使用される。

【0020】

20

重要なことに、SIDフィールド及び指示情報は、SR IPv6のための可変長SIDをサポートする明示的経路オブジェクト(Explicit Route Object, ERO)サブオブジェクトにより搬送できる。本出願におけるEROサブオブジェクトはまた、SRv6-EROサブオブジェクトとしても認識できる。指示情報は、SR IPv6のための可変長SIDをサポートするように修正されたビット、すなわち、SRv6-EROサブオブジェクトの1ビットとすることができる。これは、SIDが古いサブオブジェクトにおける4バイトとは異なり、可変長(すなわち、IPv6プレフィックスを符号化するための16バイト)であることを示す。EROサブオブジェクトは、PCEからPCCへの明示的なパスを伝達するために、PCUpdメッセージ、PCInitiateメッセージ及びPCRepメッセージのうち少なくとも1つ以上で搬送できる。

【0021】

30

任意選択で、PCInitiateメッセージ又はPCRepメッセージとすることができる第1のPCEPメッセージはまた、PATH-SETUP-TLVフィールドを含み、PATH-SETUP-TLVフィールドのタイプフィールドは、トンネルがSRv6技術により確立されることを示す。PCReqメッセージとすることができる第2のPCEPメッセージはまた、SRv6-CAPABILITYタイプ長値(Type Length Value, TLV)フィールドを含み、SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、第1のPCCがSRv6フォワーディングをサポートすることを示す。PCRepメッセージとすることができる第3のPCEPメッセージはまた、SRv6-CAPABILITYタイプ長値(Type Length Value, TLV)フィールドを含み、SRv6-CAPABILITY TLVフィールドのタイプフィールドは、PCEがSRv6フォワーディングをサポートすることを示す。

40

【0022】

任意選択で、PCCは、リンクステートデータベース(Link-State-Database, LSDB)を更新するためのパス計算レポート(Path Computation Report, PCRpt)メッセージをPCEに送信するように構成される。PCEは、パス計算要素プロトコルリンクステート(path computation element protocol link state, PCEPLS)又はボーダークロウエープロトコルリンクステート(Border Gateway Protocol link state, BGPLS)又は内部ゲートウェイプロトコル(Interior Gateway Protocol, IGP)又はこれらのいずれかの組み合わせを通じて、IPv6 LSDBを決定する。PCEは、上記のパスを変更し、更新メッセージ(PCUpd)メッセージをPCCに送信するように構成される。

【0023】

50

最初に、PCC及びPCEの双方は、PCEPセッション中にSRv6能力を確立するために、オープン(Open)メッセージを通じてSRv6能力TLVを交換できる。例として、PCCは、まず、SRv6セッションを確立できることを示すために、オープンメッセージをPCEに送信する。応答として、PCEは、これもSRv6セッションを確立できることを示すために、オープンメッセージをPCCに送信する。PCCにより送信されるPCRptメッセージ及び/又はPCReqメッセージで搬送される経路記録オブジェクト(Route Record object, RRO)は、PCCからPCEへの実際のパスを伝達する。

【0024】

したがって、従来技術では、フォワーディングノードはSRv6トンネルパスを計算できるが、それはイントラエリアに限定され、最適なインターエリア/インターASトンネルは設定できない。本発明の様々な実施形態では、PCEは、イントラエリア、インターエリア及びインターAS SRv6トンネルを最適に設定し得る。したがって、たとえフォワーディングネットワークがMPLSをサポートしないとしても、セグメントルーティングトンネル設定はPCEによってIPv6データプレーンにより達成できる。

【0025】

第1の実現方式に関して上述した様々な選択肢及び好ましい実施形態はまた、他の実施形態に関しても適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0026】

添付の図面を参照して、詳細な説明が記載される。図面において、参照番号の左端の数字は、参照番号が最初に現れる図面を識別する。同様の特徴及び構成要素を示すために、同じ数字が図面を通じて使用される。

【図1】本発明の第1の実施形態に従って、PCCにおける或いはPCEにより開始されたIPv6データプレーンに基づくセグメントルーティングトンネル(Segment Routing tunnel based on IPv6 data-plane, SRv6)を確立するための方法のプロセスフローを示す。

【図2】本発明の第1の実施形態による、PCCにおけるSRv6トンネル構成のフローチャート図を示す。

【図3】本発明の第2の実施形態による、PCEにより開始されたSRv6トンネルのフローチャート図を示す。

【図4】本対象物の実施形態による、PCEによるSRv6トンネル設定の概略を示す。

【図5】本対象物の実施形態による、SRv6パケットフォワーディングの概略を示す。

【図6】本対象物の実施形態による、SRv6能力TLVのフォーマットを示す。

【図7】本対象物の実施形態による、パス設定タイプTLV(PSTタイプ2が追加される)を示す。

【図8】本対象物の実施形態による、SRv6明示的経路オブジェクト(Explicit Route Object, ERO)サブオブジェクトを示す。

【図9】本対象物の実施形態による、SRv6経路記録オブジェクト(Route Record object, RRO)サブオブジェクトを示す。

【図10】本対象物の実施形態によるPCEの概略図を示す。

【図11】本対象物の実施形態によるPCEの概略図を示す。

【図12】本対象物の実施形態によるPCCの概略図を示す。

【図13】本対象物の実施形態によるPCCの概略図を示す。

【0027】

添付の図面は、出願の概念を例示する目的のためのものであり、縮尺通りではないことがあることが理解されるべきである。

【発明を実施するための形態】

【0028】

当該出願は、プロセス、装置、システム、合成物、コンピュータ読み取り可能記憶媒体又はプログラム命令が光若しくは電子通信リンク上で送信されるコンピュータネットワークのようなコンピュータ読み取り可能媒体として、多くの方法で実現できる。この明細書

10

20

30

40

50

では、これらの実現方式、又は当該出願が採用し得るいずれかの他の形式は、技術と呼ばれてもよい。一般的に、開示のプロセスのステップの順序は、出願の範囲内で変更されてもよい。

【0029】

当該出願の1つ以上の実施形態の詳細な説明が、当該出願の原理を例示する添付の図面と共に以下に提供される。当該出願は、このような実施形態に関して記載されているが、当該出願は、実施形態に限定されない。当該出願の範囲は、特許請求の範囲によりのみ限定され、当該出願は、多くの代替、修正及び均等物を含む。当該出願の完全な理解を提供するために、以下の説明において多くの具体的な詳細が示される。これらの詳細は、例示の目的で提供されており、当該出願は、これらの具体的な詳細の一部又は全部がなくても、特許請求の範囲に従って実施され得る。明確性の目的で、当該出願に関する技術分野において既知の技術的資料は、当該出願が不必要に不明瞭にならないように詳細には記載されていない。

10

【0030】

以下の詳細な説明では、当該出願の完全な理解を提供するために、多くの具体的な詳細が示される。しかし、本出願は、これらの具体的な詳細なしに実施され得ることが当業者により理解される。他の例では、周知の方法、手順及び構成要素、モジュール、ユニット及び/又は回路は、当該出願を不明瞭にしないように詳細には記載されていない。

【0031】

当該出願の実施形態は、この点に関して限定されないが、例えば、「処理」、「計算」、「算出」、「決定」、「確立」、「分析」、「検査」等のような用語を利用する議論は、コンピュータのレジスタ及び/又はメモリ内で物理(例えば電子)量として表されるデータを、コンピュータのレジスタ及び/又はメモリ、又は動作及び/又はプロセスを実行するための命令を記憶し得る他の情報非一時的記憶媒体内の物理量として同様に表される他のデータに操作及び/又は変換する、コンピュータ、計算プラットフォーム、計算システム又は他の電子計算デバイスの動作及び/又はプロセスを示してもよい。

20

【0032】

当該出願の実施形態は、この点に関して限定されないが、ここで使用される「複数(plurality)」及び「複数(a plurality)」は、例えば、「複数(multiple)」又は「2つ以上」を含んでもよい。「複数(plurality)」又は「複数(a plurality)」という用語は、2つ以上の構成要素、デバイス、要素、ユニット、パラメータ等を記述するために、明細書を通じて使用されてもよい。明示的に記載されない限り、ここに記載の方法の実施形態は、特定の順序又はシーケンスに制限されない。さらに、記載の方法の実施形態又はその要素のいくつかは、同時に、同じ時点に、或いは並行して発生又は実行できる。

30

【0033】

本発明の実施形態は、パス計算要素プロトコル(Path Computation Element Protocol, PCEP)拡張を使用することにより、IPv6データプレーンに基づくセグメントルーティングトンネルを設定するための方法を教示する。パス通信計算要素プロトコル(PCEP)は、パス通信クライアント(Path Computation Client, PCC)及びパス計算要素(Path Computation Element, PCE)上で動作し、PCCとPCE間の通信を確立する。PCEは、ネットワークグラフに基づいてネットワークパス又は経路を計算し、計算上の制約を適用できる。

40

【0034】

PCEPを拡張することにより、IPv6データプレーンに基づくセグメントルーティングトンネルを確立するための方法についての態様が記載されるが、本出願は、如何なる数の異なる計算システム、環境及び/又は構成で実現されてもよく、実施形態は、以下の例示的なシステム、デバイス/ノード/装置及び方法の状況において記載される。

【0035】

次に、本開示の実施形態について、例示的な図及び1つ以上の例を用いて説明する。しかし、このような例示的な図及び例は、本開示をより良く理解するための説明目的で提供

50

されており、本開示の範囲に対する限定として解釈されるべきではない。

【0036】

当該方法は、PCC及びPCEを含むシステムに適用され、PCC及びPCEは、PCEPを実行し、互いに通信する。

【0037】

IETFインターネットドラフト文書(RFC5440), 「Path Computation Element (PCE) Communication Protocol (PCEP)」は、PCCとPCEとの間、又は1対のPCEの間の通信のためのPCEPを記述する。本発明では、SRネットワークにおける基本的なPCEP動作は、インターネットドラフト文書、draft-ietf-pce-segment routingにおけるものに従う。PCEにより計算されたSR-IPv6 LSPは、以下の形式のうち1つで表されることができ

10

【0038】

- ネットワークノード/リンクを表すIPv6プレフィックスの順序集合
- IPv6 SIDの順序集合
- IPv6プレフィックス及びIPv6 SIDの双方の順序集合

本発明は、IPv6 SID(IPv6アドレス)を搬送するように、I-D.ietf-pce-segment-routingで定義される「SR-EROサブオブジェクト」を拡張する。SRH可能なPCEPスピーカは、このようなEROサブオブジェクトを生成及び/又は処理できるべきである。SR-EROサブオブジェクトを含むEROは、[RFC5440]で定義されたPCEPパス計算応答(PCEP Path Computation Reply, PCRep)メッセージ、インターネットドラフト文書I-D.ietf-pce-pce-initiated-lspで定義されたPCEP LSP開始要求メッセージ(PCEP LSP Initiate Request message, PCInitiate)、及びステートフルPCE[I-D.ietf-pce-stateful-pce]で定義されたPCEP LSP更新要求(PCEP LSP Update Request, PCUpd)及びPCEP LSP状態レポート(PCEP LSP State Report, PCRpt)メッセージに含まれるPCEPパスに含まれることができる。

20

【0039】

本発明で指定される拡張は、SRHパスをサポートするように、既存のPCEP仕様を補完する。したがって、PCEPメッセージ(例えば、パス計算要求、パス計算応答、パス計算レポート、パス計算更新、パス計算開始等)は、IETFインターネットドラフト文書(RFC5440)、インターネットドラフトI-D.ietf-pce-stateful-pce、インターネットドラフトI-D.ietf-pce-pce-initiated-lsp及びいずれかの他の適用可能なPCEP仕様に従ってフォーマットされなければならない。

30

【0040】

本発明は、以下の用語を使用し、これらは以下の通りである。

【0041】

PCC:パス計算クライアント;パス計算がパス計算要素により実行されることを要求するいずれかのクライアントアプリケーション

PCE:パス計算要素;ネットワークグラフに基づいてネットワークパス又は経路を計算し、計算上の制約を適用できるエンティティ(構成要素、アプリケーション又はネットワークノード)

40

PCEP:パス計算要素プロトコル

SR:セグメントルーティング

SID:セグメント識別子

SRv6:IPv6フォワーディングプレーン用セグメントルーティング。SRv6はまた、SR-IPv6として命名されることもできる

SRH:IPv6セグメントルーティングヘッダ

SRHパス:IPv6セグメント(IPv6 SRドメイン内のパスを表すIPv6 SIDのリスト)

本発明の実施形態によるパス計算クライアント(Path Computation Client, PCC)及びPCEは、プロセッサと、メモリと、メモリ及びトランシーバをそれぞれ結合する相互接続機構を含む。プロセッサは、1つ以上のマイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、

50

マイクロコントローラ、デジタルシグナルプロセッサ、中央処理装置、状態マシン、論理回路及び/又は動作命令に基づいて信号を操作するいずれかのデバイスとして実現されてもよい。他の機能の中でも、少なくとも1つのプロセッサは、メモリに記憶されたコンピュータ読み取り可能命令を取り出して実行し、本発明の方法を実現するように構成される。

【0042】

メモリは、例えば、スタティックランダムアクセスメモリ(static random access memory, SRAM)及びダイナミックランダムアクセスメモリ(dynamic random access memory, DRAM)のような揮発性メモリ、及び/又は読み取り専用メモリ(read only memory, ROM)、消去可能プログラム可能ROM、フラッシュメモリ、ハードディスク、光ディスク及び磁気テープのような不揮発性メモリを含む、当技術分野において既知のいずれかのコンピュータ読み取り可能媒体を含んでもよい。

10

【0043】

パス計算要素(Path Computation Element, PCE)及びPCCは、送受信ユニット及び処理ユニットを含む。送受信ユニットは、本発明の方法における受信及び送信動作を実行するために使用され、処理ユニットは、本発明の方法における送受信動作を除く他の動作を実行するために使用される。例えば、PCEの処理ユニットは、第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを生成するように構成され、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、PCEの送受信ユニットは、SID及び指示情報に従って第1のパス計算クライアント(path computation client, PCC)から第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(segment routing for IPv6, SRv6)トンネルを確立するために、第1のPCEPメッセージを第1のパス計算クライアントPCCに送信するように構成される。他の例では、PCCの送受信ユニットは、パス計算要素(path computation element, PCE)から第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを受信するように構成され、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、PCCの処理ユニットは、SID及び指示情報に従って第1のPCCから第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(segment routing for IPv6, SRv6)トンネルを確立するように構成される。

20

30

【0044】

本発明がPCC又はPCEとして実現されることを考慮して、本対象物について説明するが、PCC又はPCEはまた、ラップトップコンピュータ、デスクトップコンピュータ、ノートブック、ワークステーション、メインフレームコンピュータ、サーバ、ネットワークサーバ等のような様々な計算システムにおいて実現されてもよいことが理解され得る。PCC又はPCEは、上記/以下で併せてユーザとして呼ばれる1つ以上のユーザデバイス(図示せず)、又はユーザデバイスに存在するアプリケーションを通じて、複数のユーザによりアクセスされてもよいことが理解される。PCC又はPCEの例は、ルータ、スイッチ、SDN内のコントローラ、ポータブルコンピュータ、パーソナルデジタルアシスタント、ハンドヘルドデバイス及びワークステーションを含んでもよいが、これらに限定されない。PCC及びPCEは、ネットワークを通じて互いに通信可能に結合される。

40

【0045】

本発明では、SRv6トンネルをサポートするために、PCEPは、IPv6能力(オープンオブジェクト(Open Object)/オープンメッセージ)、IPv6プレフィックスSRスタック(SR-Stack)(SR-EROサブオブジェクト内)及び新たなパス設定タイプ(path-setup-type)(RP/SRPオブジェクト内)をサポートするように拡張される。これらの拡張によって、PCCはトンネルを作成でき、或いは、PCEはSRv6に基づくトンネル(例えば、IETF draft-ietf-6ma

50

n-segment-routing-header-06で定義されたSRH技術に基づくIPv6トンネル)を作成するための要求をPCCに送信できる。

【0046】

SRネットワークにおいて、SRパスの入口ノードは、SID(すなわち、SRH-IPv6の場合のIPv6プレフィックス)のリストで構成されるSRヘッダ(SR header, SRH)を用いて、全ての発信パケットに添付する。ヘッダは、パスの入口ノードから出口ノードにパケットを案内するための全ての必要な情報を有するので、シグナリングプロトコルの必要性は存在しない。本発明は、IPv6フォワーディングプレーンのためのSRパスに対する拡張を記述する。SRパス(すなわち、EROオブジェクト)は、SIDの順序集合で構成される。PCC又はPCEは、SR-PCE-CAPABILITY TLVフォーマット内の新たなフラグを介して、PCEPセッション初期化(Initialization)段階中にIPv6 SRパスをサポートするためのその能力を示す。

10

【0047】

図1を参照すると、図1は、本発明の実施形態に従って、PCCにおける或いはPCEにより開始されたIPv6データプレーン上のセグメントルーティングトンネル(Segment Routing tunnel over an IPv6 data-plane, SRv6)を確立するための方法のプロセスフローを示す。1つの方法では、PCCがトンネルを構成したとき、PCEが第1のPCEPメッセージを送信する前に、PCCから第2のPCEPメッセージを受信し、第2のPCEPメッセージは、PCReq MESSAGEとすることができる。そして、PCEは、第3のPCEPメッセージをPCCに送信する。第3のPCEPメッセージは、PCRep MESSAGEである。

【0048】

20

当該実施形態では、当該方法100は、SRv6トンネルを通じて通信ネットワークにおいてデータパケットを送信するための以下のステップを含む。

【0049】

ステップ102:パス計算要素(path computation element, PCE)により、第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを生成し、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用される。任意選択で、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びSIDフィールドを搬送するためのEROオブジェクトを含むことができる。指示情報はビットでもよいが、本発明はこれに限定されない。

30

【0050】

ステップ103:PCEにより、SID及び指示情報に従って第1のパス計算クライアント(path computation client, PCC)から第2のPCCへのSRv6トンネルを確立するために、第1のPCEPメッセージを第1のPCCに送信する。

【0051】

ステップ104:第1のパス計算クライアント(path computation client, PCC)により、パス計算要素(path computation element, PCE)から第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを受信し、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用される。

40

【0052】

ステップ105:第1のPCCにより、SID及び指示情報に従って第1のPCCから第2のPCCへのIPv6フォワーディングプレーン用セグメントルーティング(segment routing for IPv6 forwarding plane, SR-IPv6)トンネルを確立する。

【0053】

本発明の様々な実施形態では、第1のPCEPメッセージは、パス計算開始(Path Computation Initiate, PCInitiate)メッセージから選択でき、第2のPCEPメッセージは、パ

50

ス計算要求メッセージ(Path Computation Request, PCReq)から選択でき、第3のPCEPメッセージは、パス計算応答メッセージ(Path Computation Reply, PCRep)から選択できる。PCEPメッセージはまた、更新メッセージ(update message, PCUpdPCU pd)又はLSP状態レポート(LSP State Report, PCRpt)からも選択できる。

【0054】

図2を参照すると、図2は、PCCにより開始されたSRv6トンネルを構成するための方法200のフローチャート図を示す。これは、以下のステップを示す。

【0055】

ステップ300:オープンメッセージ内のSRv6 PCE能力TLVの交換により、SRv6可能なPCEPセッションを確立する。

10

【0056】

ステップ301:PCCは、パス設定タイプ(Path-setup-type)SRv6(すなわち、PST=2)でトンネルを構成する。

【0057】

ステップ302:PCCは、パス計算要求(Path Computation Request, PCReq)メッセージをPCEに送信する。

【0058】

ステップ303:PCEは、SRv6パス設定タイプ(すなわち、PST=2)に基づいてパスを計算した後に、パス計算応答(Path Computation response, PCRep)メッセージをPCCに送信する。

20

【0059】

ステップ304:PCCは、トンネルを代理するために、パス計算レポート(Path Computation Report, PCRpt)メッセージをPCEに送信し、トンネル状態は、BFD又はOAM機構による接続性検査から導出される。

【0060】

ステップ305:PCEはパスを修正し、パス計算更新(Path Computation Update, PCUpd)メッセージをPCCに送信する。

【0061】

図3は、PCEにより開始されたSRv6トンネルを構成するための方法300のフローチャート図を示す。本発明の第2の実施形態による、PCEにより開始されたSRv6トンネルのフローチャート図である。これは、以下のステップを示す。

30

【0062】

ステップ400:オープンメッセージ内のSRv6 PCE能力TLVの交換により、SRv6可能なPCEPセッションを確立する。

【0063】

ステップ401:PCEは、パス設定タイプ(path-setup-type)SRv6(すなわち、PST=2)でトンネルを構成し、SRv6パス設定タイプ(すなわち、PST=2)に基づいてパスを計算する。

【0064】

ステップ402:PCEは、パス開始トンネル要求(Path Initiate tunnel request, PCI initiate)メッセージをPCCに送信する。

40

【0065】

ステップ403:PCCは、トンネルを代理するために、パス計算レポート(Path Computation Report, PCRpt)メッセージをPCEに送信し、トンネル状態は、BFD又はOAM機構による接続性検査から導出される。

【0066】

ステップ404:PCEは、パスを修正し、パス計算更新(Path Computation Update, PCUpd)メッセージをPCCに送信する。

【0067】

PCEによるSRv6トンネルの設定が図4に示される。PCEは、第1のPCEPメッセージを第1のPCCノード(入口ノード)に送信する。メッセージは、図8に示すフォーマットに従っ

50

てEROを含む。

【 0 0 6 8 】

本対象物の実施形態による、SRv6データプレーンに基づくSRv6パケットフォワーディングの概略を示す図5を参照する。図面に示すように、入口において、PCCは、SRv6 IPv6プレフィックスSID(SRv6 IPv6 Prefix SIDS)をSRv6次ヘッダリスト(SRv6 Next Headers List)としてダウンロードする。各通過ノードにおいて、宛先アドレス(Destination Address, DA)が更新される。PCEは、SRv6 EROで入口ノードを更新する。入口においてパケットを受信すると、SRv6 EROをSRv6次ヘッダとして適用し、パケットをAに転送し、DA[1A1](すなわち、次ヘッダの下からのもの)である。Aでは、DAは[A2B1]に更新され、パケットはBに転送される。Bでは、DAは[B2C1]に更新され、パケットはCに転送される。Cでは、DAは[C2D1]に更新され、パケットはE(すなわち、最終宛先)に転送される。

10

【 0 0 6 9 】

当該実施形態では、第1のPCEPメッセージを生成する前に、SRv6可能なPCEPセッションが、オープン(OPEN)メッセージによりPCCとPCEとの間に確立される。本発明では、SRv6-PCE-CAPABILITY TLVが導入されるが、それはPCEPスピーカのSR IPv6能力を交換するために、オープン(OPEN)オブジェクトに関連付けられた任意選択のTLVである。PCE及びPCCは、SRv6可能なPCEPセッションを確立するために、オープンメッセージを交換する。PCC又はPCEは、オープンメッセージにおいてSRv6-PCE-CAPABILITY TLVを符号化しなければならない。PCCとPCEとの間のPCEPセッションが確立されたとき、双方のPCEPスピーカは、SRH特有の機能をサポートするためのこれらの能力を示すために、これらの能力を交換する。

20

【 0 0 7 0 】

図6は、本対象物の実施形態による、SRv6能力TLVの更新されたフォーマットを示す。このTLVは、IPv6データプレーンに基づくSRのためのものであり、TE既存のものはSR-TEのためのものではない。SRv6-PCE-CAPABILITY TLVのフォーマットが図面に示される。TLVタイプのコードポイントは、IANAにより定義されるTBDである。TLV長は4オクテットであり、可変長である。32ビットの値は以下のようにフォーマットされる。MAX-SLは「最大SID深さ(Maximum SID Depth)」であり、(1オクテット)フィールド(MSD)は、PCCがMPLSラベルとして課すことができるSIDの最大数を指定する。「SRH MSD」の(2オクテット)フィールド(SRH MSD)は、PCCがSRHの次ヘッダとして課すことができるSIDの最大数を指定する。「フラグ」フィールドは1オクテット長であり、本発明は以下のフラグを定義する。

30

【 0 0 7 1 】

Lフラグ:PCCは、MSDに制限を課さないことを示すために、このフラグを1に設定する。

【 0 0 7 2 】

SR能力の交換は、従来技術のインターネットdraft-ietf-pce-segment-routingに記載のものと同一である。したがって、簡潔性を維持するために、同じことはここでは繰り返さない。

【 0 0 7 3 】

当該実施形態では、PCEは、PCEPLS/BGPLS/IGPプロトコルを介してIPv6 LSDBを取得する。IPv6PrefixSIDは、それぞれのIPv6隣接関係のためにIGPにより広告される。PCC及びPCEは、PCCがリンクステートデータベース(Link-State-Database, LSDB)をPCEに更新できるように、BGPLS/IGP又はPCEPLS(能力)を有さなければならない。PCEは、受信したLSDBに基づいてネットワークトポロジを更新し、パスを計算するためにこれを使用する。

40

【 0 0 7 4 】

当該実施形態では、PCEは、PCRep内に(すなわち、PCReqメッセージがPCCからPCEに送信される場合)、PCUpd内に(すなわち、LSPがPCCからPCEに代理される場合)、PCInitiate内に(すなわち、トンネルがPCEにより開始される場合)、SRv6_EROを符号化する

50

。PCCは、PCRpt内に(すなわち、Path計算レポートがPCCからPCEに送信される場合)、SRv6_RROを符号化する。

【0075】

本発明の一実施形態では、IPv6によってトンネルを設定するために、SRH技術がSRv6に基づくトンネル設定をサポートするためにPCEにより利用される。PCCは、パス設定タイプ(path-setup-type)SRv6(すなわち、PST=2)でトンネルを設定する。PATH-SETUP-TYPE(2)は、PATH-SETUP-TYPE TLVで定義される。図7は、パス設定タイプTLV(PSTタイプ2が追加される)のフォーマットを示す。このTLVは、インターネットドラフト文書 draft-ietf-pce-lsp-setup-typeで指定されたように、RP/SRPオブジェクト内に符号化され、SRPオブジェクトは、PCUpd(PCEからのトランザクションを識別するため)及びPCRpt(すなわち、PCEから受信したトランザクションと照合するため)メッセージ内に符号化できる。

10

【0076】

図8及び9を参照すると、図8及び9は、本発明の実施形態による、SRv6明示的経路オブジェクト(Explicit Route Object, ERO)サブオブジェクト及びSRv6経路記録オブジェクト(Route Record object, RRO)サブオブジェクトをそれぞれ示し、これによると、SIDはセグメント識別子(Segment Identifier)であり、ノード又は隣接識別子(Node or Adjacency Identifier, NAI)は、SIDに関連付けられたNAIを含む。

【0077】

当該実施形態では、SR-ERO/SR-RROサブオブジェクトは、SR IPv6のための可変長SIDをサポートするように修正される。指示情報、すなわち、ビット(I)が導入され、これは、SIDが古いサブオブジェクトにおける4バイトとは異なり、可変長(すなわちIPv6プレフィックスを符号化するための16バイト)であることを示す。EROオブジェクトは、PCEからPCCに明示的なパス(explicit-path)を伝達するために、PCUpd、PCInitiate又はPCRepメッセージ内に符号化される。RROオブジェクトは、PCCからPCEへの実際のパス(actual-path)を伝達するために、PCRptメッセージ内に符号化される。RROオブジェクトはまた、PCReqメッセージ内にも符号化できる。

20

【0078】

一実施形態では、IPv6 SIDをサポートするために、指示情報、すなわち、新たなビット(I)が既存のSR-EROサブオブジェクトに設定される。Iビットが設定される場合、SR-EROサブオブジェクトは、32ビットのヘッダに続いてIPv6 SID及びIPv6 SIDに関連付けられたNAIで構成される。Iビットが設定される場合、長さフィールドは、インターネットドラフト文書I-D.ietf-pce-segment-routingで定義されているものとは異なり、可変である。SR-EROサブオブジェクトフォーマットは図9に示されており、SR-EROサブオブジェクト内のフィールドは以下の通りである。

30

【0079】

・インターネットドラフト文書I-D.ietf-pce-segment-routingで定義された「L」フラグ

・インターネットdraft-ietf-pce-segment-routingで定義されたタイプ

・長さ(Length)は、L、タイプ(Type)及び長さ(Length)フィールドを含む、オクテット単位のサブオブジェクトの合計の長さを含む。長さは4の倍数でなければならない。上記のように、SR-EROサブオブジェクトは少なくともSID又はNAIを有さなければならない。長さは、それらがヌルでない場合にのみSID又はNAIを考慮に入れるべきである。SID又はNAIフィールドがヌルであるか否かを示すために使用されるフラグについて、以下に説明する。

40

【0080】

・SIDタイプ(ST)は、オブジェクトボディに含まれるSIDに関連付けられた情報のタイプを示す。ST値は、draft-ietf-pce-segment-routingで定義される。SRHパスの場合、有効なST値は2及び4である。

【0081】

50

フラグは、SIDに関するいずれかの追加情報を搬送するために使用される。本発明の実施形態では、新たなビット(I)が定義される。

【0082】

M:このビットが設定されるとき、SID値は[RFC5462]で指定されたMPLSラベルスタックエントリを表し、ラベル値のみがPCEにより指定される。

【0083】

I:このビットが設定されるとき、SID値は[I-D.ietf-6man-segment-routing-header]で指定されたIPv6 SRHスタックエントリを表す。Mビットが設定される場合、Iビットは設定されてはならず、その逆も同様であり、そうでない場合、PCEスピーカは、Error-Type=10(「無効なオブジェクトの受信」)及びError Value=TBD(「不良のSIDフォーマット」)を有するPCErrメッセージを送信しなければならない。

10

【0084】

他のビットは、draft-ietf-pce-segment-routingで定義された通りである。

【0085】

当該実施形態では、ERO処理は、定義された新たなフラグビット(I)及び可変SID(すなわち、PrefixSID)のための処理を除き同じままであり、PCEスピーカがPrefixSIDをサポートしない場合、これはError-Type=4(サポートされていないオブジェクト)及びError-Value=2(サポートされていないオブジェクトタイプ)を有するPCErrメッセージを送信しなければならない。Mビットが設定される場合、Iビットは設定されてはならず、その逆も同様であり、そうでない場合、PCEスピーカは、Error-Type=10(「無効なオブジェクトの受信」)及びError-Value=TBD(「不良のSIDフォーマット」)を有するPCErrメッセージを送信しなければならない。

20

【0086】

SRHをサポートするために、SR-EROサブオブジェクトのみが変更され、他のRRO関連のサブオブジェクト及び処理は、インターネットドラフトI-D.ietf-pce-segment-routingで指定された通りに従わなければならない。SRIPv6-EROサブオブジェクトは、32ビットのヘッダに続いて可変(SID)PrefixSID及びPrefixSIDに関連付けられたNAIで構成される。

【0087】

当該実施形態では、SR PCEP能力をサポートしないPCEスピーカは、SR-EROを認識できないか、或いは、新たな(I)フラグを有するSR-RROサブオブジェクトは、[RFC5440]に従って、Error-Type=4(サポートされていないオブジェクト)及びError-Value=2(サポートされていないオブジェクトタイプ)を有するPCEPエラーを送信しなければならない。

30

【0088】

したがって、本発明の注目すべき特徴のいくつかは、以下の通りである。

【0089】

・SRv6能力TLVが、PCEPセッション中に交換されるオープンメッセージに導入される。

【0090】

・ビット(I)として表現される指示情報が、SR-ERO及びSR-RROサブオブジェクトにおいて定義される。

40

【0091】

・PATH-SETUP-TYPE(2)がIPv6 SR(SRv6)に基づくトンネル設定をサポートするために導入される。

【0092】

PCEPを拡張することによりipv6セグメントルーティング(ipv6 segment routing, srv6)トンネルを確立するための方法についての実現方式が、構造的特徴及び/又は方法に特有の言語で記載されているが、添付の特許請求の範囲は、記載の特定の特徴又は方法に必ずしも限定されないことが理解されるべきである。むしろ、PCEPを拡張することによりipv6セグメントルーティング(ipv6 segment routing, srv6)トンネルを確立するた

50

めの方法の実現方式の例として、特定の特徴及び方法が開示されている。

【 0 0 9 3 】

本発明の実施形態は、ネットワークにおけるPCEを提供する。図10は、本発明の実施形態によるPCEの概略図である。PCEの他の部分は、PCEの既存の技術を参照でき、本発明では説明しない。

【 0 0 9 4 】

図10に示すように、PCEは、送受信ユニット1001及び処理ユニット1002を含む。送受信ユニット1001は、図1～3に示す方法100、200又は300においてPCEにより実行される受信動作及び送信動作を実行するように構成され、処理ユニット1002は、方法100、200又は300における受信動作及び送信動作を除く他の動作を実行するように構成される。例えば、処理ユニット1002は、第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを生成するように構成され、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、送受信ユニット1001は、SID及び指示情報に従って第1のパス計算クライアント(path computation client, PCC)から第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(segment routing for IPv6, SRv6)トンネルを確立するために、第1のPCEPメッセージを第1のPCCに送信するように構成される。詳細な説明は、上記の方法の実施形態を参照し、詳細は、ここでは再び説明しない。

【 0 0 9 5 】

図1～図3に示す方法に対応して、本発明の実施形態は、PCE600を更に提供する。図11に示す概略図を参照すると、PCEは、プロセッサ501、メモリ502、トランシーバ503及びバスシステム504を含んでもよく、

バスシステム504は、プロセッサ501、メモリ502及びトランシーバ503を接続するように構成され、

トランシーバ503は、図1～3に示す方法100、200又は300においてPCEにより実行される受信動作及び送信動作を実行するように構成され、

メモリ502は、プログラム命令及びデータを記憶するように構成され、

プロセッサ501は、メモリ502に記憶されたプログラム命令及びデータを読み取り、方法100、200又は300における受信動作及び送信動作を除く他の動作を実行するように構成される。例えば、プロセッサ501は、第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを生成するように構成され、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、トランシーバ503は、SID及び指示情報に従って第1のパス計算クライアント(path computation client, PCC)から第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(segment routing for IPv6, SRv6)トンネルを確立するために、第1のPCEPメッセージを第1のPCCに送信するように構成される。詳細な説明は、上記の方法の実施形態を参照し、詳細は、ここでは再び説明しない。

【 0 0 9 6 】

図12に示すように、PCCは、送受信ユニット3001及び処理ユニット3002を含む。送受信ユニット3001は、図1～3に示す方法100、200又は300においてPCCにより実行される受信動作及び送信動作を実行するように構成され、処理ユニット3002は、方法100、200又は300における受信動作及び送信動作を除く他の動作を実行するように構成される。例えば、送受信ユニット3001は、パス計算要素(path computation element, PCE)から第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを受信するように構成され、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SI

Dフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、処理ユニット3002は、SID及び指示情報に従って第1のPCCから第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(segment routing for IPv6, SRv6)トンネルを確立するように構成される。詳細な説明は、上記の方法の実施形態を参照し、詳細は、ここでは再び説明しない。

【0097】

図1～図3に示す方法に対応して、本発明の実施形態は、PCC600を更に提供する。図13に示す概略図を参照すると、PCC600は、プロセッサ601、メモリ602、トランシーバ603及びバスシステム604を含んでもよく、

バスシステム604は、プロセッサ601、メモリ602及びトランシーバ603を接続するように構成され、

トランシーバ603は、図1～3に示す方法100、200又は300においてPCEにより実行される受信動作及び送信動作を実行するように構成され、

メモリ602は、プログラム命令及びデータを記憶するように構成され、

プロセッサ601は、メモリ602に記憶されたプログラム命令及びデータを読み取り、方法100、200又は300における受信動作及び送信動作を除く他の動作を実行するように構成される。例えば、トランシーバ603は、パス計算要素(path computation element, PCE)から第1のパス計算要素通信プロトコル(path computation element communication protocol, PCEP)メッセージを受信するように構成され、第1のPCEPメッセージは、指示情報及びセグメント識別子(segment identifier, SID)フィールドを含み、SIDフィールドは、複数のSIDを含み、指示情報は、複数のSIDのそれぞれがそれぞれトンネル内のノードのIPv6プレフィックスであることを示すために使用され、プロセッサ601は、SID及び指示情報に従って第1のPCCから第2のPCCへのIPv6用セグメントルーティング(segment routing for IPv6, SRv6)トンネルを確立するように構成される。詳細な説明は、上記の方法の実施形態を参照し、詳細は、ここでは再び説明しない。

【0098】

本発明のプロセッサは、1つ以上のマイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、マイクロコントローラ、デジタルシグナルプロセッサ、中央処理装置、状態マシン、論理回路及び/又は動作命令に基づいて信号を操作するいずれかのデバイスとして実現されてもよい。他の機能の中でも、少なくとも1つのプロセッサは、メモリに記憶されたコンピュータ読み取り可能命令を取り出して実行し、本発明の方法を実現するように構成される。

【0099】

システムが提供され、当該システムは、上記のPCEのうちいずれか1つによるPCEと、上記のPCCのうちいずれか1つによるPCCとを含む。

【0100】

実現方式の上記の説明から、当業者は、実施形態における方法の一部又は全部のステップが、ユニバーサルハードウェアプラットフォームに加えてソフトウェアにより実現されてもよいことを明らかに理解し得る。このような理解に基づいて、本発明の技術的解決策は本質的に、或いは従来技術に寄与する部分は、ソフトウェアプロダクトの形式で実現されてもよい。ソフトウェアプロダクトは、読み取り専用メモリ(英語:read-only memory, 略称ROM)、RAM、磁気ディスク又は光ディスクのような記憶媒体に記憶されてもよく、コンピュータデバイス(パーソナルコンピュータ、サーバ又はメディアゲートウェイのようなネットワークデバイスでもよい)に、本発明の実施形態又は実施形態のいくつかの部分に記載される方法を実行するように命令するためのいくつかの命令を含む。

【0101】

この明細書における実施形態は、全て累進的な方式で記載されており、実施形態における同一又は類似の部分については、これらの実施形態に参照が行われてもよく、各実施形態は、他の実施形態との相違に焦点を当てている点に留意すべきである。特に、ネットワークデバイス及びシステムの実施形態は、基本的には、方法の実施形態と同様であり、したがって、簡単に記載されており、関連する部分については、方法の実施形態における部

分的な説明に参照が行われてもよい。記載のネットワークデバイスの実施形態は、単なる例示である。別個の部分として記載されたユニットは、物理的に分離されていてもよく或いは分離されていなくてもよく、ユニットとして表示された部分は、物理的ユニットでもよく或いは物理的ユニットでなくともよく、1つの位置に位置してもよく、或いは、複数のネットワークユニットに分散してもよい。モジュールの一部又は全ては、実施形態の解決策の目的を達成するために、実際のニーズに従って選択されてもよい。当業者は、創造的取り組みなしに、本発明の実施形態を理解して実現し得る。

【 0 1 0 2 】

上記の説明は、本発明の単なる任意選択の実施形態であり、本発明の保護範囲を限定することを意図するものではない。当業者は、本発明の原理から逸脱することなく、特定の改善及び洗練を行ってもよく、改善及び洗練は、本発明の保護範囲内に入るものとする点に留意すべきである。

10

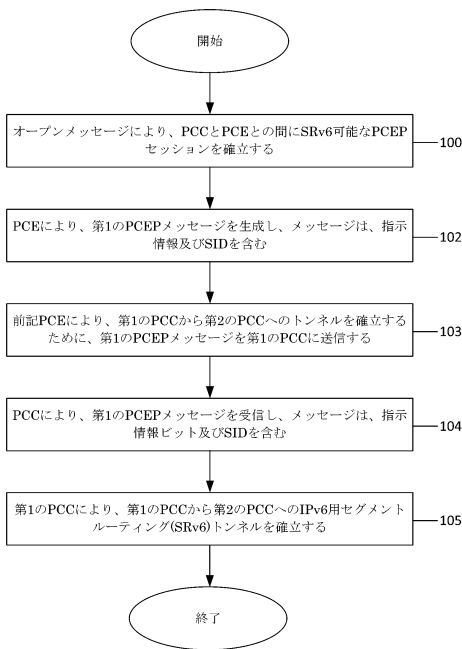
20

30

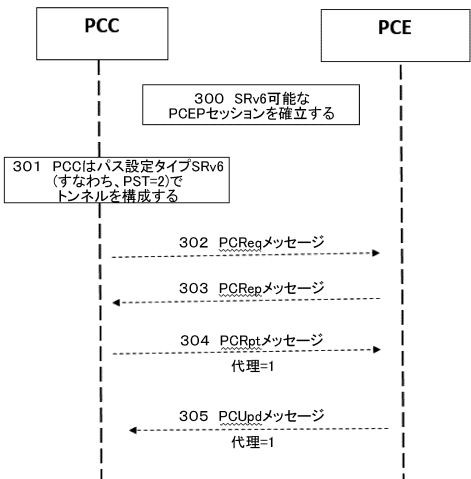
40

50

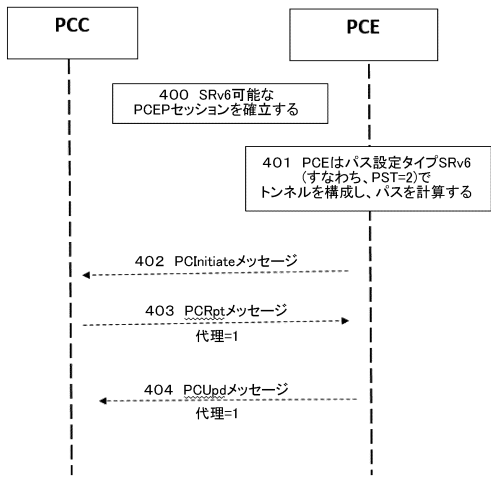
【図面】
【図 1】



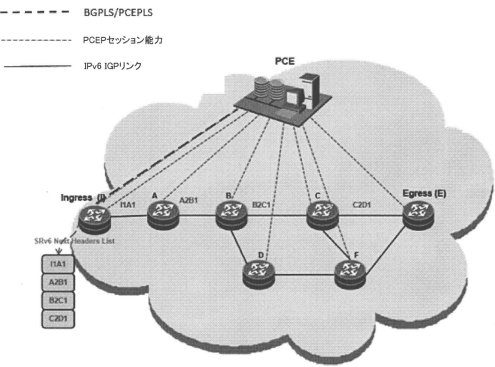
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

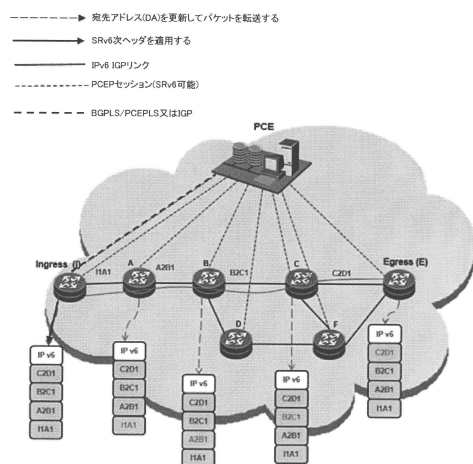
20

30

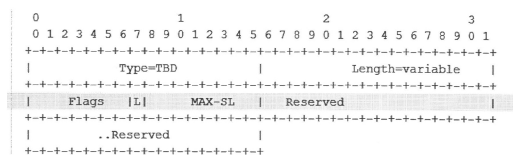
40

50

【图 5】

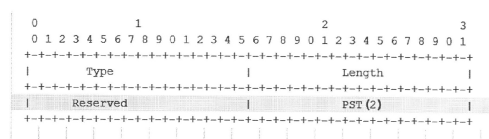


【 図 6 】

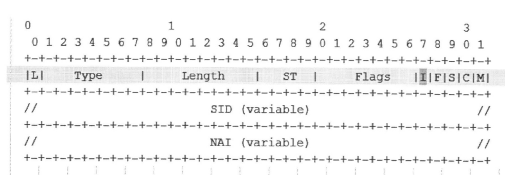


10

【圖 7】

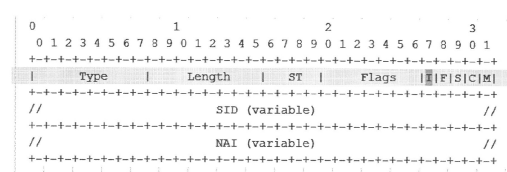


【圖 8】

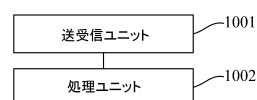


20

【图 9】



【 10 】

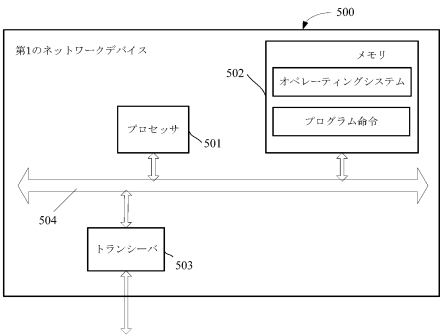


30

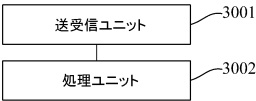
40

50

【図 1 1】

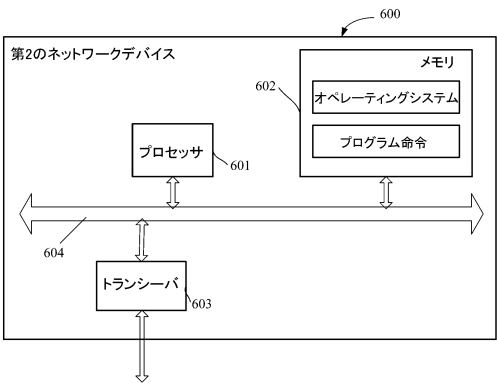


【図 1 2】



10

【図 1 3】



20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦

(74)代理人 100135079
弁理士 宮崎 修

(72)発明者 ネギ, マヘンドラ シング
インド国 カルナータカ州 560037 バンガロール クンダラハリ・ヴィレッジ ケーエヌオー
1540 エスワイエヌオー 37, 46, 45/3, 45/4 イーティーシー

(72)発明者 カラドハラン, プレジース
インド国 カルナータカ州 560037 バンガロール クンダラハリ・ヴィレッジ ケーエヌオー
1540 エスワイエヌオー 37, 46, 45/3, 45/4 イーティーシー

(72)発明者 ホワーン, ウオミン
インド国 カルナータカ州 560037 バンガロール クンダラハリ・ヴィレッジ ケーエヌオー
1540 エスワイエヌオー 37, 46, 45/3, 45/4 イーティーシー

合議体

審判長 ▲吉▼田 耕一

審判官 中野 裕二

審判官 石井 則之

(56)参考文献 KUKREJA NAVIN ET AL, Demonstration of SDN - based orchestration for multi-domain Segment Routing networks, 2016 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRANSPARENT OPTICAL NETWORKS (ICTON), IEEE, 2016年 7月10日, 1-4, URL, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7550671>
E. Rosen et al, The BGP Tunnel Encapsulation Attribute, draft-ietf-idr-tunnel-encaps-06, The BGP Tunnel Encapsulatation Attribute draft-ietf-idr-tunnel-encaps-06, 2017年 6月14日, 1-21, URL, <https://tools.ietf.org/pdf/draft-ietf-idr-tunnel-encaps-06.pdf>
A. SGAMBELLURI ET AL, SDN and PCE implementations for segment routing, 2015 20TH EUROPEAN CONFERENCE ON NETWORKS AND OPTICAL COMMUNICATIONS, 米国, IEEE, 2015年06月01日, pages 1-4

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04L45/42
H04L41/40