

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6589060号
(P6589060)

(45) 発行日 令和1年10月9日(2019.10.9)

(24) 登録日 令和1年9月20日(2019.9.20)

(51) Int.Cl. F I
H04L 12/717 (2013.01) H04L 12/717

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2018-527106 (P2018-527106)	(73) 特許権者	517385553
(86) (22) 出願日	平成28年11月24日(2016.11.24)		ニュー・エイチ・3・シー・テクノロジー
(65) 公表番号	特表2018-535616 (P2018-535616A)		ズ・カンパニー・リミテッド
(43) 公表日	平成30年11月29日(2018.11.29)		NEW H3C TECHNOLOGIE
(86) 国際出願番号	PCT/CN2016/107037		S CO., LTD.
(87) 国際公開番号	W02017/088780		中華人民共和国、310052 チェジャ
(87) 国際公開日	平成29年6月1日(2017.6.1)		ン、ハンジョウ、ビンジアン・ディストリ
審査請求日	平成30年5月25日(2018.5.25)		クト、チャンヘ・ロード、466
(31) 優先権主張番号	201510854463.9	(74) 代理人	110001195
(32) 優先日	平成27年11月27日(2015.11.27)		特許業務法人深見特許事務所
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)	(72) 発明者	李 晶 林
			中華人民共和国100085北京市海淀区
			上地信息産業基地創業路2号東方電子大厦
			211室

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソフトウェア定義ネットワークのエントリ生成およびパケット転送

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ソフトウェア定義ネットワーク(SDN)コントローラに適用される転送エントリ生成方法であって、

SDNネットワークトポロジーに基づいてトラフィックフローに対して複数の転送経路を算出することと、

前記各転送経路に対して、最大流量レートおよび前記最大流量レートに対応する流量レート識別子を確定することと、

前記トラフィックフローの packets 特徴情報と、前記各転送経路の流量レート識別子と、入口ノードの各前記転送経路での出力ポートとに基づいて、複数の入口フローエントリを生成することと、

前記トラフィックフローの packets 特徴情報と、前記各転送経路の流量レート識別子と、各中間ノードの各前記転送経路での出力ポートとに基づいて、各前記中間ノードに対応する中間フローエントリを生成することと、

前記トラフィックフローの packets 特徴情報と、出口ノードが前記トラフィックフローを送信する出力ポートとに基づいて、出口フローエントリを生成することと、

生成された入口フローエントリ、前記各転送経路の最大流量レートおよび前記各転送経路の流量レート識別子を前記入口ノードに送信し、対応する前記中間フローエントリを各転送経路における前記中間ノードに送信し、前記出口フローエントリを前記出口ノードに送信することを含むことを特徴とする転送エントリ生成方法。

10

20

【請求項 2】

各前記入口フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、パケット特徴情報と流量レート識別子とを含み、動作指令セットは、入口ノードの各転送経路での出力ポートと、流量レート識別子を追加する動作と、流量レート識別子が付加されたパケットを入口ノードの各転送経路での出力ポートを介して送信する動作とを少なくとも含み、

各前記中間フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、パケット特徴情報と流量レート識別子とを含み、動作指令セットは、少なくとも、転送経路における中間ノードの出力ポートと、流量レート識別子が付加されたパケットを転送経路における中間ノードの出力ポートを介して送信する動作とを含み、

前記出口フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、パケット特徴情報を含み、動作指令セットは、少なくとも、出口ノードの出力ポートと、流量レート識別子を除去する動作と、流量レート識別子が除去されたパケットを出口ノードの出力ポートを介して送信する動作とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

SDN ネットワークトポロジに基づいてトラフィックフローに対して複数の転送経路を算出することは、

前記入口ノードから送信された前記トラフィックフローの最初のパケットを受信することと、

前記トラフィックフローのSDN ネットワークトポロジ内での出口ノードを確定することと、

20

前記SDN ネットワークトポロジに基づいて、前記トラフィックフローの、前記入口ノードと前記出口ノードとの間における複数の転送経路を算出することを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

SDN ネットワークトポロジに基づいてトラフィックフローに対して複数の転送経路を算出することは、

予め設定されたフロー特徴リストに基づいて前記トラフィックフローの入口ノードおよび前記トラフィックフローの出口ノードを確定し、自身が維持するSDN 転送ドメインのネットワークトポロジおよびリンク状態に基づいて、前記トラフィックフローの、前記入口ノードと前記出口ノードとの間における複数の転送経路を算出することを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 5】

前記各転送経路の最大流量レートおよび前記各転送経路の流量レート識別子を確定することは、

各前記転送経路における各リンクの帯域幅に基づいて、前記各転送経路の最大流量レートを確定することと、

前記各転送経路の最大流量レートについて順番をつけることと、

前記順番に従って、前記各転送経路の流量レート識別子を設定することを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 6】

ソフトウェア定義ネットワーク(SDN)コントローラに適用される転送エントリ生成装置であって、

SDN ネットワークトポロジに基づいてトラフィックフローに対して複数の転送経路を算出する転送経路算出ユニットと、

前記各転送経路の最大流量レートおよび前記各転送経路の前記最大流量レートに対応する流量レート識別子を確定するレート識別子設定ユニットと、

前記トラフィックフローのパケット特徴情報と、前記各転送経路の流量レート識別子と、入口ノードの各前記転送経路での出力ポートとに基づいて、複数の入口フローエントリを生成し、前記トラフィックフローのパケット特徴情報と、前記各転送経路の流量レート識別子と、各中間ノードの各前記転送経路での出力ポートとに基づいて、前記中間ノード

50

に対応する中間フローエントリを生成し、前記トラフィックフローの packets 特徴情報と、出口ノードが前記トラフィックフローを送信する出力ポートとに基づいて、出口フローエントリを生成するフローエントリ生成ユニットと、

生成された入口フローエントリ、前記各転送経路の最大流量レートおよび前記各転送経路の流量レート識別子を前記入口ノードに送信し、対応する前記中間フローエントリを各転送経路における前記中間ノードに送信し、前記出口フローエントリを前記出口ノードに送信する送信ユニットとを備えることを特徴とする転送エントリ生成装置。

【請求項 7】

各前記入口フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、packets 特徴情報と流量レート識別子とを含み、動作指令セットは、入口ノードの各転送経路での出力ポートと、流量レート識別子を追加する動作と、流量レート識別子が付加された packets を入口ノードの各転送経路での出力ポートを介して送信する動作とを少なくとも含み、

10

各前記中間フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、packets 特徴情報と流量レート識別子とを含み、動作指令セットは、少なくとも、転送経路における中間ノードの出力ポートと、流量レート識別子が付加された packets を転送経路における中間ノードの出力ポートを介して送信する動作とを含み、

前記出口フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、packets 特徴情報を含み、動作指令セットは、少なくとも、出口ノードの出力ポートと、流量レート識別子を除去する動作と、流量レート識別子が除去された packets を出口ノードの出力ポートを介して送信する動作とを含むことを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

20

【請求項 8】

前記入口ノードから送信された前記トラフィックフローの最初の packets を受信する受信ユニットをさらに備え、

前記転送経路算出ユニットは、前記トラフィックフローの SDN ネットワークトポロジー内での出口ノードを確定し、前記 SDN ネットワークトポロジーに基づいて、前記トラフィックフローの、前記入口ノードと前記出口ノードとの間における複数の転送経路を算出することを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

【請求項 9】

前記転送経路算出ユニットは、予め設定されたフロー特徴リストに基づいて前記トラフィックフローの入口ノードおよび前記トラフィックフローの出口ノードを確定し、自身が維持する SDN 転送ドメインのネットワークトポロジーおよびリンク状態に基づいて、前記トラフィックフローの、前記入口ノードと前記出口ノードとの間における複数の転送経路を算出することを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

30

【請求項 10】

前記レート識別子設定ユニットは、各前記転送経路における各リンクの帯域幅に基づいて、前記各転送経路の最大流量レートを確定し、前記各転送経路の最大流量レートについて順番をつけ、前記順番にしたがって前記各転送経路の流量レート識別子を設定することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の装置。

【請求項 11】

SDN スイッチング機器に適用される packets 転送装置であって、
第 1 packets および複数の入口フローエントリを受信する受信ユニットと、
受信された複数の前記入口フローエントリをフローテーブルに配置する処理ユニットと

40

各転送経路の最大流量レートおよび各前記転送経路の前記最大流量レートに対応する流量レート識別子を受信する流量レート確定ユニットであって、前記第 1 packets のトラフィックフローの流量レートを測定し、前記測定された流量レートと各転送経路の最大流量レートとを比較し、測定された流量レートよりも大きい最大流量レートに対応する転送経路の流量レート識別子を選択する流量レート確定ユニットと、

前記第 1 packets の packets 特徴情報と選択された流量レート識別子とに基づいて、前記複数の入口フローテーブルエントリから整合した入口フローエントリを見つけ、前記整

50

合した入口フローエントリに基づいて、前記第1パケットに対して前記選択された流量レート識別子を追加する転送ユニットと、

前記選択された流量レート識別子が付加された前記第1パケットを、前記整合した入口フローエントリの出力ポートを介して送信する送信ユニットとを備え、

前記複数の入口フローエントリの整合規則は、同じ第1パケット特徴情報と、異なる流量レート識別子とを有し、前記第1パケット特徴情報は、前記第1パケットが属するトラフィックフローに関連することを特徴とするパケット転送装置。

【請求項12】

前記受信ユニットは、複数の中間フローエントリと流量レート識別子が付加された第2パケットとを受信し、前記複数の中間フローエントリの整合規則は、同じ第2パケット特徴情報と、異なる流量レート識別子とを有し、前記第2パケット特徴情報は、前記第2パケットが属するトラフィックフローに関連し、

10

前記フローエントリ処理ユニットは、複数の前記中間フローエントリを前記フローテーブルに配置し、

前記転送ユニットは、前記第2パケットのパケット特徴情報と前記第2パケットに付加された流量レート識別子とに基づいて、整合した前記中間フローエントリを見つけ出し、

前記送信ユニットは、流量レート識別子が付加された前記第2パケットを、前記整合した中間フローエントリの出力ポートを介して送信することを特徴とする請求項11に記載の装置。

【請求項13】

20

前記受信ユニットは、出口フローエントリと流量レート識別子が付加された第3パケットとを受信し、前記出口フローエントリの整合規則のパケット特徴情報は、前記第3パケットが属するトラフィックフローに関連し、

前記フローエントリ処理ユニットは、受信された出口フローエントリを前記フローテーブルに配置可能であり、

前記転送ユニットは、前記第3パケットのパケット特徴情報と、前記第3パケットに付加された流量識別子とに基づいて、前記フローテーブルにおいて、整合した前記出口フローエントリを見つけ出し、前記第3パケットに付加された流量レート識別子を除去し、

前記送信ユニットは、前記流量レート識別子が除去された第3パケットを、前記出口フローエントリの出力ポートを介して送信することを特徴とする請求項11に記載の装置。

30

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

パケットがソースサイトからネットワークを介して宛先サイトに到着する手順は、本質的にパケットがルーティングして転送される手順である。途中で経由する転送ノードは、ルータ、スイッチであってもよい。理論的には、間接的に接続されたネットワークポロジ内のソースサイトと宛先サイトとの間に複数の転送経路が存在可能であるが、パケットを伝送するために、これらの複数の転送経路のうちの1つしかソースサイトと宛先サイトとの間の転送経路として選択され得ない。

【0002】

40

レイヤ3転送を実行するIP (internet protocol) ネットワークを例にすると、2台のルータの間には、異なる転送経路が存在する。動的ルーティングプロトコルによれば、2台のルータの間のアドレッシング転送のために、ルータのリンクパラメータ (例えば、リンクタイプ、帯域幅など) でコスト (cost) が最も低い1つの最短経路により1つの最適なルートを生成し、または、コストが同じである幾つかの経路により等価ルートを生成する。

【図面の簡単な説明】

【0003】

【図1】本発明の実施例によるSDNコントローラが転送エントリを生成するフローチャートである。

50

【図2】本発明の実施例によるSDNネットワークの模式図である。

【図3】図2におけるSDNネットワーク内のSDNスイッチング機器がフローエントリに基づいてトラフィックフローについて異なる転送経路を選択する処理手順図である。

【図4】本発明の実施例によるSDNコントローラの構成の模式図である。

【図5】本発明の実施例によるSDNスイッチング機器の構成の模式図である。

【図6】本発明の実施例によるSDNコントローラの模式図である。

【図7】本発明の実施例によるSDNスイッチング機器の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0004】

説明の簡潔さおよび直観のために、以下、いくつかの代表的な実施例を記載することによって、本発明の技術案を説明する。しかしながら、全ての実施形態はここには示されていない。実施例における多くの詳細は、本発明の技術案を理解することを助けるためにのみ使用され、本発明の技術案は、実施されるとき、これらの詳細に限定されなくてもよい。本発明の技術案を不必要に不明瞭にすることを避けるために、一部の実施形態は詳細に説明されておらず、アーキテクチャのみが示されている。以下、「含む」は、「...を含むが、これに限定されない」ことを意味し、「...に基づく」は、「少なくとも...に基づくが、...のみに基づくことに限定されない」ことを意味する。明細書および特許請求の範囲における「含む」は、ある程度で少なくとも含むことを指すが、「含む」の前に言及される特徴に加えて、他の特徴も存在してもよいと理解すべきである。

【0005】

本発明の実施例によるSDN(Software Defined Network)コントローラが転送エントリを生成する流れは、図1に示される。

【0006】

ステップ101では、SDNネットワークトポロジーに基づいてトラフィックフローに対して複数の転送経路を算出する。

【0007】

ステップ102では、各転送経路の最大流量レートおよび各転送経路の流量レート識別子を確定する。

【0008】

ステップ103では、トラフィックフローの packets 特徴情報と、各転送経路の流量レート識別子と、入口ノードの各転送経路での出力ポートとに基づいて、入口フローエントリを生成する。

【0009】

ステップ104では、トラフィックフローの packets 特徴情報と、各転送経路の流量レート識別子と、各中間ノードの各転送経路での出力ポートとに基づいて、各中間ノードの中間フローエントリを生成する。

【0010】

ステップ105では、トラフィックフローの packets 特徴情報と、出口ノードがトラフィックフローを送信する出力ポートとに基づいて、出口フローエントリを生成する。

【0011】

ステップ106では、生成された入口フローエントリ、各転送経路の最大流量レートおよび各転送経路の流量レート識別子を入口ノードに送信し、対応する中間フローエントリを各転送経路における中間ノードに送信し、出口フローエントリを出口ノードに送信する。

【0012】

トラフィックフローの packets 特徴情報とは、SDN転送ドメイン内で当該トラフィックフローの packets を転送するための識別子を指す。トラフィックフローの入口機器は、当該トラフィックフローの packets をSDNドメインにアクセスする第1のSDNスイッチング機器であり、当該 packets における情報を利用して当該 packets に対応する packets 特徴情報を確定し、packets 特徴情報を packets に追加する。このように、転送経路に

10

20

30

40

50

おける後続のSDNスイッチング機器は、当該パケットを解析する必要はなく、直接に当該パケットに追加されたパケット特徴情報およびトラフィックフローの流量レートに基づいて転送を行なう。

【0013】

流量レート識別子は、ある流量レートに対応する予め設定された識別子であり、例えば、「00」が5Mに対応し、「01」が10Mに対応し、「10」が15に対応するといったことを予め設定する。

【0014】

図1に示す方法に基づいて、SDNコントローラは、SDNネットワーク内のトラフィックフローの各転送経路および各転送経路の流量レートに基づいて、入口ノードおよび中間ノードに対してフローエントリを生成する。このように、トラフィックフローの転送経路における入口ノードおよび中間ノードは、これらのフローエントリに基づいて経路を選択して転送する。

10

【0015】

図2に示すように、SDNネットワークは、open flowプロトコルを実行しているSDNコントローラ201およびSDNスイッチング機器211~216からなる。SDNスイッチング機器212およびSDNスイッチング機器216は、それぞれホスト221およびホスト222が接続される。

【0016】

SDNスイッチング機器211は、ホスト221がホスト222に送信したパケットを受信したとき、フローエントリを整合していなければ、デフォルトフローエントリに基づいて最初のパケットをSDNコントローラ201に送信する。SDNコントローラ201は、SDNネットワークトポロジおよびリンク状態に基づいて、以下の3つの転送経路を算出する。

20

【0017】

第1転送経路：SDNスイッチング機器212 -> SDNスイッチング機器211 -> SDNスイッチング機器213 -> SDNスイッチング機器216。

【0018】

第2転送経路：SDNスイッチング機器212 -> SDNスイッチング機器211 -> SDNスイッチング機器214 -> SDNスイッチング機器215 -> SDNスイッチング機器213 -> SDNスイッチング機器216。

30

【0019】

第3転送経路：SDNスイッチング機器212 -> SDNスイッチング機器214 -> SDNスイッチング機器215 -> SDNスイッチング機器216。

【0020】

他のSDNスイッチング機器は、他のトラフィックフローの最初のパケットを受信したとき、ローカルのフローテーブルにおいて対応するフローエントリを整合していなければ、最初のパケットをSDNコントローラに送信し、SDNコントローラは、最初のパケットのサービス特徴情報、SDNネットワークトポロジおよびリンク状態に基づいて、これらのトラフィックフローの最初のパケットに基づいて利用可能な複数の転送経路を算出する。

40

【0021】

SDNコントローラ201は、SDNスイッチング機器211~216によって転送されたトラフィックフローの最初のパケットに基づいて転送経路の算出をトリガすることに加えて、さらに、予め配置されたフロー特徴リスト、SDNネットワークトポロジおよびリンク状態に基づいて、フロー特徴リストにおける各トラフィックフローに対して複数の転送経路を算出する。

【0022】

従来のレイヤ3転送ネットワークでは、パケットの転送はルート算出によって得られた最短経路および等価経路に沿って実行される。ルート算出によって得られたこれらの転送

50

経路には障害が発生しない限り、ルートは再収束しない。たとえ最短経路または等価経路に輻輳があっても、他の転送経路を選択することもできない。これに対し、本発明の図2に示すSDNネットワークは、パケットが属するトラフィックフローの流量レートに基づいて転送経路を動的に選択することができ、最短経路、等価経路、コストが最短経路よりも大きくまたはコストが等価経路よりも大きい転送経路によってパケットを転送することができ、経路輻輳を回避することができる。

【0023】

図2に示すSDNネットワーク内の各スイッチング機器は、open flowなどのSDNネットワークプロトコルに加えて、IPプロトコル、MPLSプロトコルなどのレイヤ3転送プロトコル、または、イーサネット（登録商標）プロトコルまたはVPLSプロトコルなどのレイヤ2転送プロトコルをも実行するが、それらのプロトコルに限定されない。

10

【0024】

SDNコントローラ201は、それぞれ3つの転送経路の転送経路毎の各リンクの最大帯域幅に基づいて、3つの転送経路の最大流量レートを算出する。仮にSDNコントローラ201が算出した上記3つの転送経路の最大流量レートは、順に5M、10M、15Mであるとする。

【0025】

SDNコントローラ201は、対応する流量レート識別子「00」、「01」および「10」を3つの転送経路の最大流量レートに割り当てる。SDNコントローラ201は、レート識別子を割り当てる際に、最大流量レートについて高から低へまたは低から高への順に割り当ててもよく、直接に対応する流量レート識別子を各転送経路の最大流量レートに割り当ててもよく、本発明は、それを限定しない。同様に、本発明は、流量レート識別子のフォーマットをも限定しない。

20

【0026】

SDNコントローラ201は、第1転送経路におけるSDNスイッチング機器212に接続されるSDNスイッチング機器211のポートに基づいて、SDNスイッチング機器212の第1転送経路における出力ポートを確定し、トラフィックフローのパケット特徴情報、第1転送経路における流量レート識別子00およびSDNスイッチング機器212の第1転送経路における出力ポートに基づいて、第1の入口フローエントリを生成する。ただし、整合規則(match field)は、トラフィックフローのパケット特徴情報と流量レート識別子00とを含み、動作指令セット(instruction)は、第1転送経路におけるSDNスイッチング機器212の出力ポート、流量レート識別子00を追加する動作動作と、流量レート識別子00が追加されたパケットを第1転送経路におけるSDNスイッチング機器212の出力ポートを介して転送する動作(action)とを含む。

30

【0027】

SDNコントローラ201は、第1転送経路におけるSDNスイッチング機器211に接続されるSDNスイッチング機器213のポートに基づいて、第1転送経路におけるSDNスイッチング機器211の出力ポートを確定し、トラフィックフローのパケット特徴情報、第1転送経路における流量レート識別子00および第1転送経路におけるSDNスイッチング機器211の出力ポートに基づいて、SDNスイッチング機器211の第1の中間フローエントリを生成する。ただし、整合規則には、トラフィックフローのパケット特徴情報と流量レート識別子00とが記録されており、動作指令セットには、第1転送経路におけるSDNスイッチング機器211の出力ポートと、流量レート識別子00を追加する動作動作と、流量レート識別子00が付加されたパケットを第1転送経路におけるSDNスイッチング機器211の出力ポートを介して送信する動作とが含まれる。

40

【0028】

SDNコントローラ201は、第1転送経路におけるSDNスイッチング機器213に接続されるSDNスイッチング機器216のポートに基づいて、第1転送経路におけるS

50

SDNスイッチング機器213の出力ポートを確定し、トラフィックフローの packets 特徴情報、第1転送経路における流量レート識別子00および第1転送経路におけるSDNスイッチング機器213の出力ポートに基づいて、SDNスイッチング機器213の中間フローエントリを生成する。ただし、整合規則には、トラフィックフローの packets 特徴情報と流量レート識別子00とが記録されており、動作指令セットには、第1転送経路におけるSDNスイッチング機器213の出力ポートと、流量レート識別子00を追加する動作動作と、流量レート識別子00が付加された packets を第1転送経路におけるSDNスイッチング機器213のポートを介して送信する動作とが含まれる。

【0029】

SDNコントローラ201は、第2転送経路におけるSDNスイッチング機器212に接続されるSDNスイッチング機器211のポートに基づいて、第2転送経路におけるSDNスイッチング機器212の出力ポートを確定し、トラフィックフローの packets 特徴情報、第2転送経路における流量レート識別子01および第2転送経路におけるSDNスイッチング機器212の出力ポートに基づいて、入口フローエントリを生成する。ただし、整合規則は、トラフィックフローの packets 特徴情報と流量レート識別子01とを含み、動作指令セットは、第2転送経路におけるSDNスイッチング機器212の出力ポート、流量レート識別子01を追加する動作と、流量レート識別子01が付加された packets を第2転送経路におけるSDNスイッチング機器212の出力ポートを介して送信する動作とを含む。

【0030】

SDNコントローラ201が第2転送経路および第3転送経路における中間ノードとしての他のSDNスイッチング機器に対して中間フローエントリを生成する方式は、SDNコントローラ201が第1転送経路におけるSDNスイッチング機器211及び213に対して中間フローエントリを生成する方式と同じである。

【0031】

SDNコントローラ201は、SDNスイッチング機器216がホスト222に packets を送信するポートを出力ポートと確定し、トラフィックフローの packets 特徴情報およびSDNスイッチング機器216が packets を送信する出力ポートに基づいて、出口フローエントリを生成する。ただし、整合規則は、トラフィックフローの packets 特徴情報を含み、動作指令セットは、SDNスイッチング機器216が packets を送信する出力ポートと、流量レート識別子を除去する動作動作と、流量レート識別子が除去された packets を出力ポートを介して送信する動作とを含む。

【0032】

3つの転送経路は、異なる最大流量レートを有する。SDNコントローラ201は、転送経路毎の流量レート識別子を整合規則の1つとして入口ノードに対して入口フローエントリを生成し、各転送経路における中間ノードに対して中間フローエントリを生成する必要がある。これによって、入口ノードおよび中間ノードは、トラフィックフローの変化する流量レートに基づいて転送経路を選択する。出口ノードが packets を宛先ホストに送信するときに、流量レートに基づいて転送経路を選択する必要はない。SDNコントローラ201は、出口ノードに対して出口フローエントリを生成し、トラフィックフローの packets 特徴情報を整合規則として、3つの転送経路で転送されるトラフィックフローの packets の全てを出口フローエントリと整合させることで、さらに、SDNスイッチング機器上の転送チップのエントリ記憶リソースを節約する。

【0033】

SDNコントローラ201は、open flowプロトコル packets のカスタマイズフィールドを介して各転送経路の最大流量レートおよび各転送経路の流量レート識別子を付加し、トラフィックフローの入口ノード、すなわち、SDNスイッチング機器212に送信する。

【0034】

SDNコントローラ201は、第1転送経路に基づいて生成した入口フローエントリを

10

20

30

40

50

SDNスイッチング機器212に送信し、第1転送経路に基づいて生成した中間フローエントリをそれぞれSDNスイッチング機器211および213に送信し、第2転送経路に基づいて生成した入口フローエントリをSDNスイッチング機器212に送信し、第2転送経路に基づいて生成した中間フローエントリをそれぞれ対応するSDNスイッチング機器211、214、215および213に送信し、第3転送経路に基づいて生成した入口フローエントリをSDNスイッチング機器212に送信し、第3転送経路に基づいて生成した中間フローエントリをそれぞれ対応するSDNスイッチング機器DN214および215に送信し、生成した出口フローエントリをSDNスイッチング機器216に送信する。図2におけるSDNネットワーク内のSDNスイッチング機器がフローエントリに基づいてトラフィックフローに対して異なる転送経路を選択する処理手順は、図3に示される。

10

【0035】

処理手順301の部分では、SDNスイッチング機器212は、ホスト221がトラフィックフローをホスト222に送信する入口機器として、トラフィックフローの流量レートを周期的に測定する。

【0036】

処理手順302の部分では、SDNスイッチング機器212は、トラフィックフローの流量レートが6Mであると測定したとき、SDNスイッチング機器は、トラフィックフローの流量レート6Mと3つの転送経路の最大流量レートとを比較し、最大流量レートが10Mの第2の転送経路の流量レート識別子01を選択する。

20

【0037】

処理手順303の部分では、SDNスイッチング機器212は、トラフィックフローの packets 特徴情報および流量レート識別子01に基づいて、ローカルのフローテーブルにおいて検索を行い、第2転送経路に基づいて生成した入口フローエントリを見つけた。SDNスイッチング機器212は、整合した入口フローエントリの指令動作セットに基づいて、パケットに対して流量レート識別子01を追加し、かつ、流量レート識別子01が付加されたパケットを第2転送経路におけるポートを介して送信する。このように、SDNスイッチング機器212は、流量レート識別子01が付加されたパケットを第2転送経路におけるSDNスイッチング機器211に送信する。

【0038】

30

処理手順302および303によって、SDNスイッチング機器212は、転送経路の選択を完成し、かつ、パケットを介して流量レート識別子を付加し、選択された転送経路における中間ノードに対して経路選択の流量レート情報を提供する。

【0039】

処理手順304の部分では、SDNスイッチング機器211は、流量レート識別子01が付加されたパケットを受信し、ローカルフローテーブルにおいて検索を行い、第2転送経路に基づいて生成した中間フローエントリを検索する。SDNスイッチング機器211は、整合した中間フローエントリの指令動作セットに基づいて、流量レート識別子01が付加されたパケットを第2転送経路におけるポートを介して送信する。このように、SDNスイッチング機器211は、流量レート識別子01が付加されたパケットを第2転送経路におけるSDNスイッチング機器214に送信する。その後、第2転送経路におけるSDNスイッチング機器215および213は、同じ方式で、各自のローカルフローテーブルにおいて整合した中間フローエントリを検索し、整合した中間フローエントリの動作指令セットに基づいて、流量レート識別子01が付加されたパケットを送信する。このようにして、トラフィックフローのパケットは、第2転送経路上において、入口ノードSDNスイッチング機器212および中間ノードとしてのSDNスイッチング機器211、214、213および215を介して出口ノードとしてのSDNスイッチング機器216へ送信される。

40

【0040】

処理手順304によって、中間ノードとしてのSDNスイッチング機器は、パケットに

50

付加された流量レート識別子動作と、パケット特徴情報に整合した中間フローエントリとに基づいて、転送を完成することで、流量レートに基づいて経路選択を行なう。

【 0 0 4 1 】

処理手順 3 0 5 の部分では、SDNスイッチング機器 2 1 6 は、流量レート識別子 0 1 が付加されたパケットを受信し、パケットのパケット特徴情報に基づいてトラフィックフローの出口フローエントリを整合し、整合した出口フローエントリの動作指令セットに基づいて、流量レート識別子 0 1 が除去されたパケットをホスト 2 2 2 に送信する。

【 0 0 4 2 】

トラフィックフローの入口ノードは、サービス流量レートが変化したことを検出したとき、入口ノード、中間ノードおよび出口ノードは、上記処理手順 3 0 1 ~ 3 0 5 に従って繰り返して実行する。

【 0 0 4 3 】

SDNスイッチング機器 2 1 2 は、トラフィックフローの流量レートが 3 Mであると新たに測定したとき、SDNスイッチング機器は、トラフィックフローの流量レート 3 Mと 3 つの転送経路の最大流量レートとを比較し、最大流量レートが 5 Mの第 1 の転送経路の流量レート識別子 0 0 を選択する。SDNスイッチング機器 2 1 2 は、トラフィックフローのパケット特徴情報および流量レート識別子 0 0 に基づいて、ローカルのフローテーブルにおいて検索を行い、第 1 転送経路に基づいて生成した入口フローエントリを検索する。SDNスイッチング機器 2 1 2 は、整合した入口フローエントリの指令動作セットに基づいて、パケットに対して流量レート識別子 0 0 を追加し、かつ、流量レート識別子 0 0 が付加されたパケットを第 1 転送経路におけるポートを介して送信する。このように、SDNスイッチング機器 2 1 2 は、流量レート識別子 0 0 が付加されたパケットを第 1 転送経路における中間ノードとしてのSDNスイッチング機器 2 1 1 に送信する。同様な方式により、第 1 転送経路における中間ノードとしてのSDNスイッチング機器 2 1 1 および 2 1 3 は、流量レート識別子 0 0 およびパケット特徴情報を整合する中間フローエントリに基づいて、第 1 転送経路上においてトラフィックフローのパケットを出口ノードとしてのSDNスイッチング機器 2 1 6 に転送する。SDNスイッチング機器 2 1 6 は、整合した出口フローエントリに基づいて、流量レート識別子 0 0 が除去されたパケットをホスト 2 2 2 に送信する。

【 0 0 4 4 】

若し、トラフィックフローの流量レートが増大し、SDNスイッチング機器 2 1 2 は、トラフィックフローの流量レートが 1 2 Mであると測定したとき、SDNスイッチング機器は、最大流量レートが 1 5 Mの第 3 の転送条経路の流量レート識別子 1 0 を選択する。SDNスイッチング機器 2 1 2 は、トラフィックフローのパケット特徴情報および流量レート識別子 1 0 に基づいて、ローカルのフローテーブルにおいて検索を行い、第 3 転送経路に基づいて生成した入口フローエントリを検索する。SDNスイッチング機器 2 1 2 は、整合した入口フローエントリの指令動作セットに基づいて、パケットに対して流量レート識別子 1 0 を追加し、かつ、流量レート識別子 1 0 が付加されたパケットを第 3 転送経路におけるポートを介して送信する。このように、SDNスイッチング機器 2 1 2 は、流量レート識別子 1 0 が付加されたパケットを第 3 転送経路におけるSDNスイッチング機器 2 1 4 に送信する。第 3 転送経路における他の中間ノード 2 1 5 および 2 1 3 が中間フローエントリに基づいてパケットを転送する方式は、同じであるため、ここでは再び述べない。流量レート識別子 1 0 が付加されたパケットをSDNスイッチング機器 2 1 6 に転送したとき、SDNスイッチング機器 2 1 6 は、整合した出口フローエントリに基づいて、流量レート識別子 1 0 が除去されたパケットをホスト 2 2 2 に送信する。

【 0 0 4 5 】

SDNスイッチング機器 2 1 2 は第 1 の測定周期を完成する前に、トラフィックフローのパケットの欠落を回避するために、最大流量レート 1 5 Mを有する第 3 転送経路を選択してトラフィックフローのパケットを転送する。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

SDNスイッチング機器212は、何れかの測定周期においてトラフィックフローの流量レートが3つの転送経路のうちの最大流量レートを超過していると確定したとき、第3転送経路、すなわち、最大流量レートが最高値の転送経路を選択する。

【0047】

SDNスイッチング機器216は、ホスト222がホスト221に送信した送信パケットを受信し、流量レート識別子を付加せず、以前の出口フローエントリを整合しない。SDNスイッチング機器216は、当該パケットを最初のパケットとしてSDNコントローラ201に送信する。SDNコントローラ201は、複数の転送経路を算出して入口フローエントリ、中間フローエントリおよび出口フローエントリを生成し、それぞれ生成した入口フローエントリ、中間フローエントリおよび出口フローエントリ(図示せず)を入口ノードSDNスイッチング機器216、中間ノードおよび出口ノード211に送信する。

10

【0048】

ホスト221がホスト222に送信するパケットのソースアドレス情報および宛先アドレス情報と、ホスト222がホスト221に送信するパケットのソースアドレス情報および宛先アドレス情報とは、例えば、MACアドレスまたはIPアドレスまたはMPLSラベルが逆である。ホスト221がホスト222に送信するパケットの転送経路における中間ノードの中間フローエントリの整合アイテムのソースアドレス情報および宛先アドレス情報と、ホスト222がホスト221に送信するパケットの転送経路における中間ノードの中間フローエントリの整合アイテムのソースアドレス情報および宛先アドレス情報とは、逆である。SDNスイッチング機器211および216が全て他の転送経路における中間ノードとされ得るとき、SDNスイッチング機器211および216は、SDNコントローラ201が生成した中間フローエントリを受信する。このように、SDNスイッチング機器211~216は、各トラフィックフローの変化する流量レートに基づいて転送経路を動的に選択するように、入口フローエントリ、中間フローエントリおよび出口フローエントリを記憶する。

20

【0049】

図4に示すように、本発明の実施例によるSDNコントローラは、記憶モジュール401と、受信モジュール402と、転送経路算出モジュール403と、レート識別子設定モジュール404と、フローエントリ生成モジュール405と、送信モジュール406とを含む。

30

【0050】

転送経路算出モジュール403は、記憶モジュール401に記憶される予め配置されたフロー特徴リストと、収集されたSDNネットワークポロジーおよびリンク状態に基づいて、フロー特徴リストにおけるトラフィックフローに対して複数の転送経路を算出する。または、受信モジュール402は、トラフィックフローの最初のパケットを受信し、転送経路算出モジュール403は、受信モジュール402が受信した入口ノードからのトラフィックフローの最初のパケットに基づいて、収集したSDNネットワークポロジーおよびリンク状態に基づいて、当該トラフィックフローのSDNネットワークポロジー内の出口ノードを確定し、入口ノードと出口ノードとの間の当該トラフィックフローの複数の転送経路を算出する。これと同様な方式により、転送経路算出モジュール403は、SDNネットワークポロジーに基づいて、トラフィックフローに対して複数の転送経路を算出する。

40

【0051】

レート識別子設定モジュール404は、各転送経路の最大流量レートおよび各転送経路の流量レート識別子を確定する。例えば、レート識別子設定モジュール404は、トラフィックフローの各転送経路での各リンクの帯域幅に基づいて、各転送経路の最大流量レートを確定し、各転送経路の最大流量レートについて順番をつけ、当該順番に従って各転送経路の流量レート識別子を設定する。

【0052】

フローエントリ生成モジュール405は、トラフィックフローのパケット特徴情報と、

50

トラフィックフローの各転送経路の流量レート識別子と、入口ノードの各転送経路での出力ポートとに基づいて、複数の入口フローエントリを生成し、トラフィックフローの packets 特徴情報と、各転送経路の流量レート識別子と、各中間ノードの各転送経路での出力ポートとに基づいて、各中間ノードの各中間フローエントリを生成し、トラフィックフローの packets 特徴情報と、出口ノードがトラフィックフローを送信する出力ポートとに基づいて、出口フローエントリを生成する。

【0053】

送信モジュール406は、生成した複数の入口フローエントリ、各転送経路の最大流量レートおよび各転送経路の流量レート識別子を入口ノードに送信し、各中間フローエントリを対応する中間ノードに送信し、出口フローエントリを出口ノードに送信する。

10

【0054】

フローエントリ生成モジュール405が生成したトラフィックフローの各入口フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、パケット特徴情報と流量レート識別子とを含み、動作指令セットは、少なくとも、入口ノードの各転送経路での出力ポートと、流量レート識別子を追加する動作動作と、流量レート識別子が付加されたパケットを経路上の入口ノードの出力ポートを介して転送する動作とを含む。

【0055】

フローエントリ生成モジュール405が生成したトラフィックフローの各中間フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、パケット特徴情報と流量レート識別子とを含み、動作指令セットは、少なくとも、転送経路における中間ノードの出力ポートと、流量レート識別子が付加されたパケットを転送経路における中間ノードの出力ポートを介して送信する動作とを含む。

20

【0056】

フローエントリ生成モジュール405が生成したトラフィックフローの出口フローエントリにおいて、整合規則は、少なくとも、パケット特徴情報と流量レート識別子とを含み、動作指令セットは、少なくとも、出口ノードの出力ポート、流量レート識別子を除去する動作動作と、流量レート識別子が除去されたパケットを出口ノードの出力ポートを介して送信する動作とを含む。

【0057】

図5に示すように、本発明の実施例によるSDNスイッチング機器は、受信モジュール501と、転送モジュール502と、送信モジュール503と、フローエントリ処理モジュール504と、流量レート確定モジュール505とを含む。

30

【0058】

転送モジュール502は、受信モジュール501から受信された第1パケットに基づいてフローテーブルにおいて整合エントリを検索しなかったとき、ローカルフローテーブルのデフォルトフローエントリに基づいて、受信されたパケットを送信モジュール503を介してSDNコントローラに送信することにより、パケットが属するトラフィックフローに対して複数の転送経路を算出し且つ各転送経路に基づいて対応する入口フローエントリ、出口フローエントリおよび中間フローエントリを生成することをSDNコントローラに要求する。本実施例では、受信モジュール501は、SDNコントローラがopen flow プロトコルパケットのカスタマイズフィールドによって付加された各転送経路の最大流量レートおよび各転送経路の流量レート識別子を受信する。受信モジュール501は、SDNコントローラがopen flow プロトコルパケットによって送信された複数の入口フローエントリを受信することができ、これらの入口フローエントリの整合規則は、同じ第1パケット特徴情報と、異なる流量レート識別子とを有し、前記第1パケット特徴情報は、前記第1パケットが属するトラフィックフローに関連する。処理モジュール504は、受信された入口フローエントリをローカルフローテーブルに配置する。流量レート確定モジュール505は、パケットが属するトラフィックフローの流量レートを周期的に測定し、測定した流量レートと各転送経路の最大流量レートとを比較し、測定した流量レートよりも大きい最大流量レートに対応する転送経路の流量レート識別子を選択する。

40

50

転送モジュール502は、パケットのパケット特徴情報と、選択された流量レート識別子とに基づいて、ローカルフローテーブルにおいて検索を行い、整合した入口フローエントリに基づいて、第1パケットに対して、選択された流量レート識別子を追加し、かつ、送信モジュール503により、選択した流量レート識別子が付加された第1パケットを、整合した入口フローエントリにおける出力ポートから送信する。

【0059】

これ以外、受信モジュール501は、さらに、SDNコントローラがopen flowプロトコルパケットによって送信された複数の中間フローエントリを受信し、これらの中間フローエントリの整合規則は、同じ第2パケット特徴情報と、異なる流量レート識別子とを有する。フローエントリ処理モジュール504は、受信した中間フローエントリをローカルフローテーブルに配置する。受信モジュール501は、付加流量レート識別子の第2パケットを受信し、当該第2パケットは、第2パケット特徴情報に関するトラフィックフローに属する。転送モジュール502は、第2パケットのパケット特徴情報および第2パケットに付加した流量レート識別子に基づいて、ローカルフローテーブルにおいて、整合した中間フローエントリを検索する。送信モジュール503は、付加流量レート識別子の第2パケットを、整合した中間フローエントリにおける出力ポートを介して送信する。

10

【0060】

受信モジュール501は、さらに、SDNコントローラがopen flowプロトコルパケットによって送信した出口フローエントリを受信することができ、当該出口フローエントリの整合規則は、第3パケット特徴情報を含む。受信モジュール501は、流量レート識別子が付加された第3パケットを受信し、当該第3パケットは、第3パケット特徴情報に関するトラフィックフローに属する。転送モジュール502は、ローカルフローテーブルにおいて、流量レート識別子が付加された第3パケットの特徴情報を整合する出口フローエントリを検索し、前記第3パケットに付加した流量レート識別子を除去する。送信モジュール503は、整合した出口フローエントリの出力ポートを介して送信する。

20

【0061】

図6は、本発明の実施例によるSDNコントローラの模式図である。図6に示すように、当該SDNコントローラは、プロセッサ611と、メモリ614と、ネットワーク通信インターフェース613と、相互接続機構610とを含む。

30

【0062】

プロセッサ611は、単一のプロセッサであってもよく、複数のプロセッサの集合であってもよい。プロセッサ611は、複数の処理コアを含んでもよい。プロセッサ611は、1つの機器に設けられてもよく、複数の機器に分布されてもよい。

【0063】

ネットワーク通信インターフェース613は、ある通信プロトコルを使用して、有線接続または無線接続を介して他のネットワーク機器と通信する。

【0064】

各モジュールは、相互接続機構610を介して情報相互作用を行なう。

メモリ614は、各種のデータおよび機器読み取り可能な指令を記憶するためのものである。図6に示すように、メモリ614は、記憶モジュール601と、受信モジュール602と、転送経路算出モジュール603と、レート識別子設定モジュール604と、フローエントリ生成モジュール605と、送信モジュール606とを含む。これらのモジュールは、機器読み取り可能な指令として機能し、プロセッサ611がこれらの指令を実行する時に、図4の対応するモジュールと同様な機能を完成するようにする。ここでは、再び述べない。

40

【0065】

図7は、本発明の実施例によるSDNスイッチング機器の模式図である。図7に示すように、当該SDNスイッチング機器は、転送ユニット710と、記憶ユニット720と、プロセッサ730と、ネットワーク通信インターフェース740動作と、相互接続機構7

50

50とを含む。

【0066】

転送ユニット710は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) またはFPGA (Field-Programmable Gate Array) などのチップによって実現される。転送ユニット710は、受信モジュール711と、転送モジュール712と、送信モジュール713と、フローエントリ処理モジュール714と、流量レート確定モジュール715とを含む。転送ユニット710のこれらのモジュールは、図5の対応するモジュールと同様な機能を有する。ここでは、再び述べない。

【0067】

プロセッサ730は、単一のプロセッサであってもよく、複数のプロセッサの集合であってもよい。プロセッサ730は、複数の処理コアを含んでもよい。

【0068】

ネットワーク通信インターフェース740は、ある通信プロトコルを使用して、有線接続または無線接続を介して他のネットワーク機器と通信する。

【0069】

転送ユニット710、記憶ユニット720、プロセッサ730およびネットワーク通信インターフェース740の間は、相互接続機構750によって相互作用を行なう。

【0070】

本願の実施例による有利な技術的效果としては、SDNコントローラが、SDNネットワーク内のトラフィックフローの各个転送経路および各転送経路の流量レートに基づいて、転送経路における入口ノードおよび中間ノードに対してフローエントリを生成することにより、トラフィックフローの転送経路における入口ノードおよび中間ノードがこれらのフローエントリおよびトラフィックフローの流量レートに基づいて、経路選択を動的に選択して転送することで、SDNネットワーク内のリンク帯域幅の利用率および流量転送成功率を向上させる。

【0071】

説明すべきこととしては、上記各流れおよび各構成図における全てのステップおよびモジュールが必要であるというわけではなく、実際のニーズに応じて一部のステップまたはモジュールを省略することができる。各ステップの実行順序は、固定ではなく、ニーズに応じて調整することができる。各モジュールの分割は、使用される機能分割の説明の便宜のためだけである。実際に実施する際に、1つのモジュールが複数のモジュールに分けられて実現されてもよく、複数のモジュールの機能も同一のモジュールによって実現されてもよく、これらのモジュールが同一の機器に位置してもよく、異なる機器に位置してもよい。また、上記の説明における「第1」、「第2」の使用は、ただ同一意味を有する2つのオブジェクトを区別し易くするだけであり、実質的な相違点を有することを意味しない。

【0072】

図におけるモジュールは、専用ハードウェア (例えば、FPGAまたはASICなどの専用プロセッサ) または機器読み取り可能な指令を実行するハードウェアによって実現されてもよい。機器読み取り可能な指令は、コンピュータ上のオペレーティングシステムなどが説明される動作の一部または全てを完成するために、不揮発性のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶されてもよい。不揮発性のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、コンピュータ内の拡張プレートに設けられたメモリに挿入されてもよく、または、コンピュータに接続された拡張ユニットに設けられたメモリに書き込まれてもよい。拡張プレートまたは拡張ユニットに実装されているCPUなどは、指令に基づいて、実際の動作の一部または全部を実行することができる。

【0073】

不揮発性のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、フレキシブルディスク、ハードディスク、光磁気ディスク、光ディスク (例えば、CD-ROM、CD-R、CD-RW、

10

20

30

40

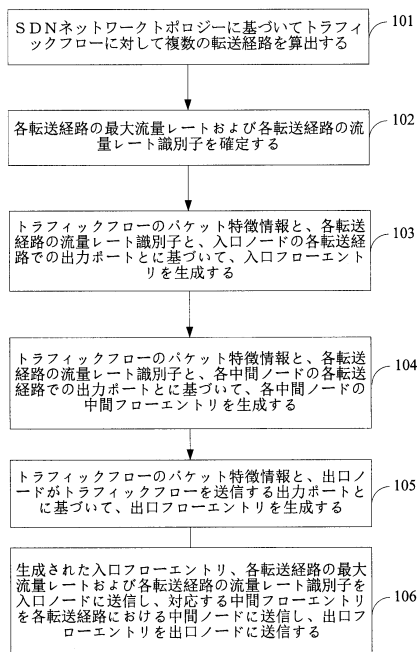
50

DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW)、磁気テープ、不揮発性の記憶カードおよびROMを含む。あるいは、通信ネットワークを介して、サーバコンピュータから機器読み取り可能な指令をダウンロードすることができる。

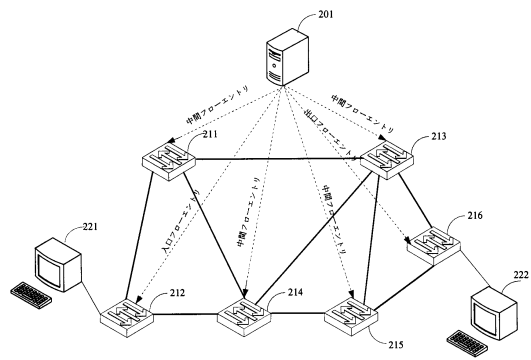
【0074】

このように、請求項の範囲は、以上に説明した例における実施形態に限定されるべきではなく、明細書を1つの整体として最も広い解釈が与えられるべきである。

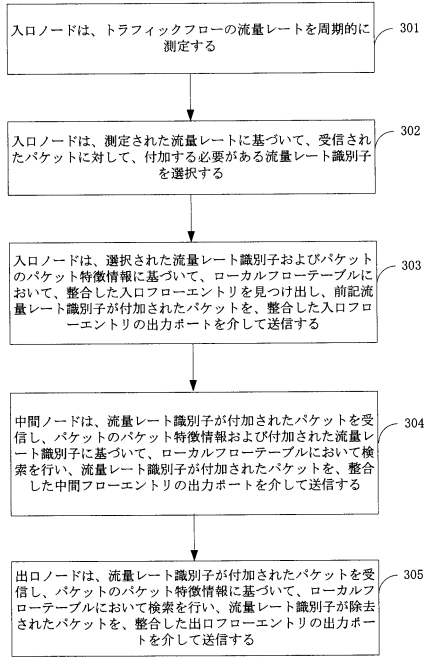
【図1】



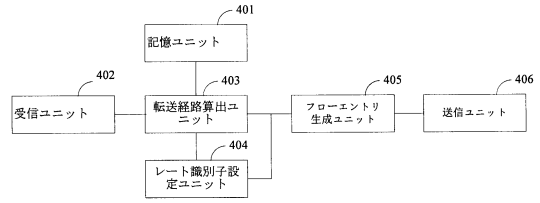
【図2】



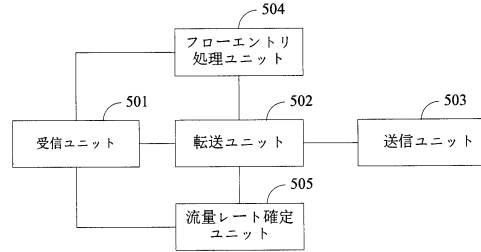
【図3】



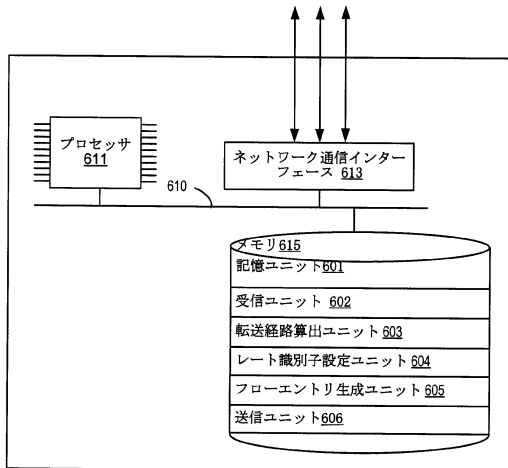
【図4】



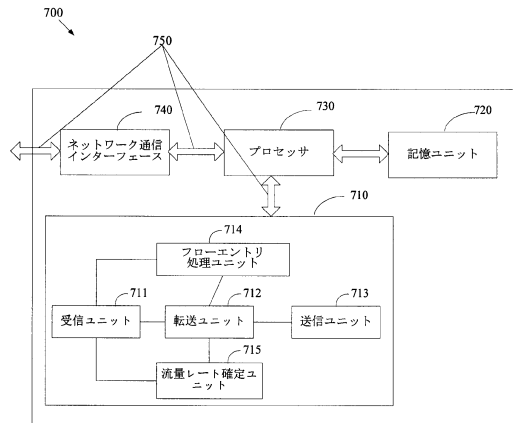
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

審査官 羽岡 さやか

(56)参考文献 国際公開第2013/105551(WO, A1)
特開2015-103854(JP, A)
米国特許出願公開第2014/0376383(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/00 - 12/955