

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6718397号
(P6718397)

(45) 発行日 令和2年7月8日(2020.7.8)

(24) 登録日 令和2年6月16日(2020.6.16)

(51) Int.Cl. F I
H O 4 L 12/865 (2013.01) H O 4 L 12/865

請求項の数 15 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-22470 (P2017-22470) (22) 出願日 平成29年2月9日(2017.2.9) (65) 公開番号 特開2018-129726 (P2018-129726A) (43) 公開日 平成30年8月16日(2018.8.16) 審査請求日 平成31年1月16日(2019.1.16)</p> <p>(出願人による申告)平成28年度 国立開発研究法人 情報通信研究機構「欧州との連携による情報指向ネット ワーキングに関する実証的研究開発」副題「革新的なア プリケーションとグローバルな実証による I C N の深化 」委託研究、産業技術力強化法第 1 9 条の適用を受ける 特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000208891 K D D I 株式会社 東京都新宿区西新宿二丁目 3 番 2 号 (74) 代理人 100076428 弁理士 大塚 康德 (74) 代理人 100115071 弁理士 大塚 康弘 (74) 代理人 100112508 弁理士 高柳 司郎 (74) 代理人 100116894 弁理士 木村 秀二 (74) 代理人 100130409 弁理士 下山 治 (74) 代理人 100134175 弁理士 永川 行光</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ルータ装置及びその制御方法、並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンテンツを 1 つ以上のセグメントに分割して転送するコンテンツ・セントリック・ネットワークにおけるルータ装置であって、

前記ルータ装置のインタフェースから送信されるパケットのバッファリングに用いられ、パケットの送信の優先度として、それぞれ異なる優先度に対応する複数のキューと、

前記複数のキューのうちで、前記インタフェースからの送信対象のパケットを格納するキューを決定する決定手段であって、前記送信対象のパケットを格納するキューを、当該パケットに含まれるセグメントが、順に転送される 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する、前記決定手段と、

前記送信対象のパケットを、前記複数のキューのうちで、前記決定手段によって決定されたキューに格納する格納手段と、

を備えることを特徴とするルータ装置。

【請求項 2】

前記決定手段は、前記送信対象の パケットを格納するキューを、当該パケットに含まれるセグメントのセグメント名であって階層構造を有するコンテンツ名から定められたセグメント名に基づいて、当該セグメントが、順に転送される 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のルータ装置。

【請求項 3】

前記決定手段は、前記セグメント名からセグメント番号を取得し、取得したセグメント番号に基づいて、前記送信対象の packets を格納するキューを、当該 packets に含まれるセグメントが、順に転送される 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する

ことを特徴とする請求項 2 に記載のルータ装置。

【請求項 4】

前記決定手段は、前記送信対象の packets を格納するキューを、前記セグメント番号が低いほど、高い優先度に対応するキューに決定することにより、当該 packets に含まれるセグメントが、順に転送される 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する

ことを特徴とする請求項 3 に記載のルータ装置。

【請求項 5】

前記決定手段は、前記インタフェースから順に送信される packets のうち、共通するプレフィックスを有するセグメント名であって階層構造を有するコンテンツ名から定められたセグメント名を含む packets をカウントして得られるカウント値に基づいて、前記送信対象の packets を格納するキューを、当該 packets に含まれるセグメントが、順に転送される 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のルータ装置。

【請求項 6】

前記決定手段は、前記送信対象の packets を格納するキューを、前記カウント値が低いほど、高い優先度に対応するキューに決定することにより、当該 packets に含まれるセグメントが、順に転送される 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する

ことを特徴とする請求項 5 に記載のルータ装置。

【請求項 7】

前記決定手段は、

前記セグメント名からセグメント番号を取得し、取得したセグメント番号に基づいて、packets の送信の優先度に対応するクラス値を決定するクラス値決定手段と、

前記決定されたクラス値に基づいて、前記複数のキューのうちで、前記送信対象の packets を格納するキューを決定することにより、当該 packets に含まれるセグメントが、順に転送される 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定するキュー決定手段と、を備える

ことを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載のルータ装置。

【請求項 8】

前記クラス値決定手段は、前記セグメント名からセグメント番号を取得し、前記クラス値を、前記セグメント番号が低いほど、高い優先度に対応する値に決定する

ことを特徴とする請求項 7 に記載のルータ装置。

【請求項 9】

前記クラス値決定手段は、前記セグメント名からセグメント番号を取得し、前記セグメント番号の逆数を、前記クラス値として決定する

ことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載のルータ装置。

【請求項 10】

前記クラス値決定手段は、前記セグメント名に前記セグメント番号が含まれていない場合、前記クラス値を、予め定められたデフォルト値に決定する

ことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載のルータ装置。

【請求項 11】

前記クラス値決定手段は、前記セグメント名に前記セグメント番号が含まれていない場合、前記インタフェースから順に送信される packets のうち、共通するプレフィックスを

10

20

30

40

50

有するセグメント名を含むパケットをカウントして得られるカウント値に基づいて、前記クラス値を決定する

ことを特徴とする請求項8又は9に記載のルータ装置。

【請求項12】

前記クラス値決定手段は、前記クラス値を、前記カウント値が低いほど、高い優先度に対応する値に決定する

ことを特徴とする請求項11に記載のルータ装置。

【請求項13】

前記キュー決定手段は、前記クラス値を、前記複数のキューにそれぞれ対応する複数の閾値と比較することで、前記送信対象のパケットを格納するキューを決定することにより、当該パケットに含まれるセグメントが、順に転送される1つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する

10

ことを特徴とする請求項7から12のいずれか1項に記載のルータ装置。

【請求項14】

コンテンツを1つ以上のセグメントに分割して転送するコンテンツ・セントリック・ネットワークにおけるルータ装置の制御方法であって、

前記ルータ装置は、前記ルータ装置のインタフェースから送信されるパケットのバッファリングに用いられ、パケットの送信の優先度として、それぞれ異なる優先度に対応する複数のキューを備え、前記制御方法は、

前記複数のキューのうちで、前記インタフェースからの送信対象のパケットを格納するキューを決定する決定工程であって、前記送信対象のパケットを格納するキューを、当該パケットに含まれるセグメントが、順に転送される1つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する、前記決定工程と、

20

前記送信対象のパケットを、前記複数のキューのうちで、前記決定工程で決定されたキューに格納する格納工程と、

を含むことを特徴とするルータ装置の制御方法。

【請求項15】

請求項14に記載のルータ装置の制御方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンテンツを1つ以上のセグメントに分割して転送する、コンテンツ・セントリック・ネットワーク(CCN)におけるルータ装置及びその制御方法、並びにプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

コンテンツがネットワーク上のいずれのサーバに保存されているかをクライアント装置に意識させずに、コンテンツ名に基づいて、コンテンツの配信要求メッセージのルーティング及びクライアント装置へコンテンツの配信を行うネットワークが提案されている。特許文献1及び非特許文献1には、そのようなネットワークの1つとして、コンテンツ・セントリック・ネットワーク(CCN: Content-Centric Network)が示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-277234号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】V. Jacobson, et al., "Networking named content", in Proc. of AC

50

M CoNEXT, 2009.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

CCNでは、スループットが重視される、多数のパケットの転送を要するロングフローのトラフィック（例えば動画コンテンツのダウンロード）や、低遅延が重視される、少数のパケットの転送を要するショートフローのトラフィック（例えば制御メッセージの転送）のような、様々な種類のトラフィックが混在しうる。このようなロングフローとショートフローとが混在すると、ルータ装置において、ロングフローによってショートフローが抑圧され、ショートフローに転送遅延が生じる場合がある。また、このような転送遅延を避けるためにショートフローを優先し過ぎると、異なる種類のトラフィック間でパケット転送の公平性に問題が生じる。

10

【0006】

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものである。本発明は、CCNのルータ装置において、異なる種類のトラフィック間でパケット転送の公平性を維持しつつ、少数のパケットの転送を要するトラフィックに生じる転送遅延を削減するための技術を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様の係るルータ装置は、コンテンツを1つ以上のセグメントに分割して転送するコンテンツ・セントリック・ネットワークにおけるルータ装置であって、前記ルータ装置のインタフェースから送信されるパケットのバッファリングに用いられ、パケットの送信の優先度として、それぞれ異なる優先度に対応する複数のキューと、前記複数のキューのうち、前記インタフェースからの送信対象のパケットを格納するキューを決定する決定手段であって、前記送信対象のパケットの優先度を、当該パケットに含まれるセグメントが、順に転送される1つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する、前記決定手段と、前記送信対象のパケットを、前記複数のキューのうちで、前記決定手段によって決定されたキューに格納する格納手段と、を備えることを特徴とする。

20

【発明の効果】

30

【0008】

本発明によれば、CCNのルータ装置において、異なる種類のトラフィック間でパケット転送の公平性を維持しつつ、低遅延が重視されるトラフィックに生じる転送遅延を削減することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】一実施形態に係るコンテンツ配信ネットワークの構成例を示す図

【図2】一実施形態に係るルータ装置3の構成例を示すブロック図

【図3】一実施形態に係る転送処理部30の構成例を示すブロック図

【図4】一実施形態に係る送信処理部33の構成例を示すブロック図

40

【図5】一実施形態に係る転送処理部30によって実行される転送制御の処理手順を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の例示的な実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の各図においては、実施形態の説明に必要な構成要素については図から省略する。

【0011】

<CCN>

図1は、本実施形態に係る、サーバ装置からクライアント装置へコンテンツを配信するためのネットワークの構成例を示す図である。本実施形態では、コンテンツ配信ネットワ

50

ーク10には、コンテンツを取得するクライアント装置1と、クライアント装置1からの要求に応じてコンテンツを配信するサーバ装置2とが接続されている。コンテンツ配信ネットワーク10は、種々のパケット（後述するInterestパケット及びDataパケット）のルーティングを行う複数のルータ装置3で構成されている。

【0012】

本実施形態では、コンテンツ配信ネットワーク10は、コンテンツ・セントリック・ネットワーク（CCN：Content-Centric Network）で構成される。CCNでは、コンテンツは、チャンクと呼ばれる1つ以上のセグメント（断片）に分割されて転送され、各セグメントには固有の名前が付けられる。例えば、コンテンツ名が“/example.com/sample”のコンテンツが10個のセグメントに分割される場合、これら10個のセグメントの名前（セグメント名）は、例えば、“/example.com/sample/1”～“/example.com/sample/10”である。

10

【0013】

クライアント装置1は、CCNを介してコンテンツを取得する場合、コンテンツの配信を要求する要求メッセージであるInterestパケットを送信し、当該パケットに対する応答として、対応する名前のコンテンツを含むDataパケット（Content Objectパケット）を受信する。取得対象のコンテンツが複数のセグメントに分割されている場合には、クライアント装置1は、分割されたセグメント単位で、各セグメントを含むDataパケットを取得することによって、コンテンツを取得する。

【0014】

ルータ装置3は、複数のネットワークインタフェース（以下、インタフェース）を備え、インタフェース間でInterestパケット及びDataパケットの転送を行う。CCNでは、Dataパケットの転送を行った各ルータ装置3は、当該Dataパケットに含まれるセグメント（又はコンテンツ）を保存できる。ルータ装置3は、自装置が保持しているセグメントを要求するInterestパケットをクライアント装置1から受信すると、当該Interestパケットをサーバ装置2に向けて転送せず、自装置が保持するセグメントを、当該Interestパケットの送信元のクライアント装置1に向けて送信できる。

20

【0015】

ここで、CCNのルータ装置3の動作の具体例について説明する。ルータ装置3は、Interestパケット及びDataパケットの転送のためのデータ構造として、CS（Content Store）、PIT（Pending Interest Table）、FIB（Forwarding Information Base）を管理する。CSは、自装置が保持しているセグメント（又はコンテンツ）を示す情報である。PITは、転送したInterestパケットが要求するセグメント（又はコンテンツ）の名前と、転送したInterestパケットを受信したインタフェース（即ち、Interestパケットに対応するDataパケットの転送先とすべきインタフェース）との関係を示す情報である。FIBは、セグメント（又はコンテンツ）の名前のプレフィックスと、Interestパケットの転送先とすべきインタフェースとの関係を示す情報である。

30

【0016】

CCNで使用されるコンテンツの名前は階層構造を有している。このため、複数の名前を1つの名前に集約してFIBに格納できる。例えば、セグメント名“/kddi.com/sample/1”又は“/kddi.com/sample/2”を含むInterestパケットの転送経路を示すエントリとして、これらのプレフィックスである“/kddi.com/sample/”に対応するエントリのみをFIBに格納できる。このようにして、FIBのエントリ数を抑制することが可能である。

40

【0017】

ルータ装置3は、Interestパケットを受信すると、まずCSを検索し、当該Interestパケットが要求するセグメント（又はコンテンツ）がCSに保存されているか否かを判定する。保存されている場合には、ルータ装置3は、CSに保存されているセグメントを、当該Interestパケットの送信元のクライアント装置1に向けて送信する。一方、保存されていない場合には、次にPITを検索し、受信したInterestパケットと同じセグメントを要求するInterestパケットを既に転送し、当該セグメントの受信待ちの状態であるかを判定

50

する。受信待ちの状態であると、ルータ装置3は、受信したInterestパケットを転送せず、当該Interestパケットを受信したインタフェースを、当該Interestパケットが要求するセグメントに関連付けるように、PITを更新する。一方、受信待ちの状態でなければ、ルータ装置3は、FIBに基づいて、受信したInterestパケットの転送先とすべきインタフェースを判定し、判定したインタフェースから当該Interestパケットを転送(送信)するとともに、PITを更新する。

【0018】

また、ルータ装置3は、セグメント(又はコンテンツ)を含むDataパケットを受信すると、PITに基づいて、当該Dataパケットの転送先とすべきインタフェースを判定する。ルータ装置3は、判定したインタフェースからDataパケットを送信することで当該Dataパケットを転送するとともに、当該Dataパケットに含まれるセグメントに関する情報をPITから削除する。更に、ルータ装置3は、転送したDataパケットに含まれるセグメント(又はコンテンツ)をCSに保存することで、CSを更新する。このように、CCNでは、ルータ装置3がキャッシュ機能を具備することで、セグメント(又はコンテンツ)の要求に対してルータ装置3が応答することが可能となっている。

【0019】

<ルータ装置による転送制御の概要>

CCNでは、様々な種類のトラフィックが混在して転送されることが想定される。例えば、動画コンテンツのダウンロードのように、スループットが重視されるトラフィック(以下、「スループット志向のトラフィック」と称する。)と、制御メッセージの転送のように、低遅延が重視されるトラフィック(以下、「低遅延志向のトラフィック」と称する。)とが混在する。一般に、スループット志向のトラフィックは、多数のパケット(セグメント)の転送を要し、比較的長いフロー(ロングフロー)を生じさせる一方、低遅延志向のトラフィックは、比較的短いフロー(ショートフロー)で完了する傾向がある。

【0020】

このような2種類のトラフィックが混在している場合、CCNのルータ装置3は、スループット志向のトラフィックに対応する多数のパケットをキューに溜めこんでしまう状況が起こりうる。その結果、低遅延志向のトラフィックに、スループット志向のトラフィックの影響に起因した遅延が生じうる。具体的には、低遅延志向のトラフィックに対応するパケットがルータ装置3のキューに格納された後、当該キューから取り出されて転送されるまでの遅延時間(転送遅延)が増大する。また、スループット志向のトラフィックに対応する多数のパケットに起因してルータ装置3のキューに溢れが生じ、パケットロスが発生した場合、とりわけ低遅延志向のトラフィックに悪影響が生じる。

【0021】

上述のような状況に対処するためには、例えば、ルータ装置3が、スループット志向のトラフィックよりも低遅延志向のトラフィックを優先して転送することが考えられる。しかし、低遅延志向のトラフィックを優先し過ぎた場合、異なる種類のトラフィック間でパケット転送の公平性に問題が生じる。

【0022】

そこで、本実施形態では、ルータ装置3において、異なる種類のトラフィック間でパケット転送の公平性を維持しつつ、低遅延が重視される、少数のパケットの転送を要するトラフィックに生じる転送遅延を削減するように、パケットの転送制御を行う。具体的には、ルータ装置3は、トラフィックの種類によらず、インタフェースから順に送信される1つ以上のセグメントのうち、転送される順番が早いセグメントほど優先的にインタフェースから送信されるように、パケットの転送制御を行う。

【0023】

このような転送制御を実現するために、ルータ装置3は、インタフェースからのパケットの送信の優先度として、それぞれ異なる優先度に対応する複数のキューを、インタフェースごとに備える。これら複数のキューは、インタフェースから送信されるパケットのバッファリングに用いられる。ルータ装置3は、コンテンツ(又は制御メッセージ)を分割

10

20

30

40

50

して得られ、順に転送される1つ以上のセグメントのうちの1つを含むパケットを、ネットワークを介して受信すると、CS、PIT及びFIBに基づく上述の処理により、当該パケットを送信する送信インタフェース(送信IF)を決定する。

【0024】

ルータ装置3は、送信IFを決定した後、複数のキューのうちで、当該送信IFからの送信対象のパケットを格納するキューを決定する。その際、ルータ装置3は、送信対象のパケットを格納するキューを、当該パケットに含まれるセグメントが、順に転送される1つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する。更に、ルータ装置3は、送信対象のパケットを、複数のキューのうちで、決定したキューに格納する。

10

【0025】

複数のキューに格納されている複数のパケットは、複数のキューに対応する優先度に基づいて、スケジューラによってキューから取り出され、送信IFから(送信先に向けて)送信される。

【0026】

<ルータ装置の構成>

次に、図2、図3及び図4を参照して、上述の転送制御を実現するための、ルータ装置3の具体的な構成例について説明する。

【0027】

図2は、ルータ装置3の構成例を示すブロック図である。ルータ装置3は、転送処理部30及びインタフェース部31を備える。インタフェース部31は、それぞれネットワークに接続された複数のインタフェースを備える。本実施形態では、一例として、インタフェース部31は3つのインタフェース(IF1~IF3)を備える。

20

【0028】

転送処理部30は、複数のインタフェース(IF1~IF3)間で、パケット(Interestパケット及びDataパケット)の転送処理を行う。例えば、転送処理部30は、IF1によってパケットが受信されると、IF2及びIF3のうちで当該パケットを送信するインタフェースを決定し、決定したインタフェースに対応する複数のキュー(図3のQ1~Q3)のいずれかに格納する。更に、転送処理部30は、複数のキューに格納されたパケットを、所定のスケジューリングアルゴリズムに従って取り出して、対応するインタフェースから送信することで、パケットの転送を行う。

30

【0029】

図3は、転送処理部30の構成例を示すブロック図である。転送処理部30は、送信IF決定部32と、インタフェース部31に含まれる複数のインタフェース(IF1~IF3)に対してそれぞれ設けられた、複数の送信処理部33a, 33b, 33cとを備える。送信処理部33aはIF1、送信処理部33bはIF2、送信処理部33cはIF3に対してそれぞれ設けられている。後述する図4に示すように、送信処理部33a, 33b, 33cは、それぞれ、送信対象のパケットのバッファリングに用いられる複数のキューを有している。

【0030】

インタフェース部31に含まれる複数のインタフェースのいずれかのインタフェースによってパケットが受信されると、送信IF決定部32は、CS、PIT及びFIBに基づく上述の処理により、当該パケットを送信するインタフェース(送信IF)を決定する。送信IF決定部32は、送信処理部33a, 33b, 33cのうちで、決定した送信IF(IF1~IF3のいずれか)に対応する送信処理部へ、送信対象のパケットを出力する。送信処理部33a, 33b, 33cは、以下で説明するように、送信IF決定部32から出力されたパケットの送信処理を行う。

40

【0031】

図4は、送信処理部33の構成例を示すブロック図である。なお、以下では、送信処理部33と表記した場合、送信処理部33a, 33b, 33cのそれぞれを示すものとする

50

。本実施形態では、送信処理部 33a, 33b, 33c は同様の構成を有し、同様の処理を行う。図 4 に示すように、送信処理部 33 は、クラス値決定部 41、キュー決定部 42、キュー格納部 43、複数のキュー 44、及びスケジューラ 45 を備える。なお、クラス値決定部 41 及びキュー決定部 42 は、格納制御部 40 を構成する。

【0032】

複数のキュー 44 は、対応するインタフェースからのパケットの送信の優先度制御に利用される、それぞれ異なった優先度に対応する複数のキューである。複数のキュー 44 は、送信対象のパケットを、対応するインタフェースから出力（送信）するまでバッファリングするために用いられる。本実施形態では、複数のキュー 44 として、Q1 ~ Q3 の 3 つのキューが設けられる例を示しており、Q3、Q2 及び Q1 の順に優先度が高くなるように、各キューの優先度が予め設定されている。即ち、Q1 に格納されたパケットが、最も優先してインタフェースから送信される。なお、送信処理部 33a, 33b, 33c にそれぞれ設けられるキューの数は異なってもよい。

10

【0033】

送信処理部 33 では、送信 IF 決定部 32 からのパケット（Interest 又は Data パケット）は、クラス値決定部 41（格納制御部 40）及びキュー格納部 43 へ入力される。なお、このパケットは、コンテンツ（又は制御メッセージ）を分割して得られる、1 つ以上のセグメントのうちの 1 つのセグメントを含んでいる。なお、この 1 つ以上のセグメントは、セグメント番号が付与されている場合には、セグメント番号の順で転送される。

【0034】

クラス値決定部 41 は、入力されたパケットからセグメント番号を取得し、取得したセグメント番号に基づいてクラス値 C を決定（演算）する。クラス値決定部 41 は、パケットのクラス値 C を、当該パケットに含まれるセグメントが、1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメント（転送の初期のセグメント）であるほど、高い優先度に対応するクラス値に決定する。

20

【0035】

クラス値決定部 41 は、例えば、セグメント番号の逆数をクラス値 C として決定することで、上述のようなクラス値の決定を実現できる。この場合、クラス値 C は、セグメント番号が低いほど、高い優先度に対応する値に決定される。

【0036】

あるいは、Q1 ~ Q3 が、セグメント番号についてのそれぞれ異なる範囲と予め対応付けられている場合には、クラス値決定部 41 は、送信対象のパケットから取得したセグメント番号が属するセグメント番号の範囲に基づいて、クラス値を決定（又は、パケットを格納するキューを決定）してもよい。例えば、セグメント番号が 1 ~ 10 の範囲である場合には、クラス値 C を、最も高い優先度に対応する（Q1 に対応する）値に決定する。セグメント番号が 11 ~ 20 の範囲である場合には、クラス値 C を、次に高い優先度に対応する（Q2 に対応する）値に決定する。また、セグメント番号が 21 以上の範囲である場合には、クラス値 C を、最も低い優先度に対応する（Q3 に対応する）値に決定する。

30

【0037】

キュー決定部 42 は、クラス値決定部 41 により決定されたクラス値 C に基づいて、対応するパケットを格納するキューを決定する。具体的には、キュー決定部 42 は、クラス値 C を、Q1 ~ Q3 にそれぞれ対応する所定の閾値 C_{th1} ~ C_{th3} と比較することで、Q1 ~ Q3 のいずれかを、パケットの格納先として決定する。この場合、 $C > C_{th1}$ である場合には Q1、 $C_{th1} > C > C_{th2}$ である場合には Q2、 $C_{th2} > C > C_{th3}$ である場合には Q3 を、パケットの格納先として決定できる。

40

【0038】

ここで、一例として、セグメント名 “/a/1” のセグメントを含むパケット（パケット 1）、及びセグメント名 “/b/10” のセグメントを含むパケット（パケット 2）の、2 つのパケットが受信された場合について説明する。なお、 $C_{th1} = 1/2$ 、 $C_{th2} = 1/5$ 、 $C_{th3} = 0$ とし、クラス値 C は、パケットから取得されるセグメント番号の逆数と

50

して決定されるものとする。この場合、クラス値決定部 4 1 は、パケット 1 については、セグメント番号は 1 であるため、クラス値を $C = 1$ 、パケット 2 については、セグメント番号は 10 であるため、クラス値を $C = 1 / 10$ と決定する。また、キュー決定部 4 2 は、パケット 1 については、 $C > C_{th1}$ であるため、Q 1 を格納先として決定し、パケット 2 については、 $C_{th2} > C > C_{th3}$ であるため、Q 3 を格納先として決定する。

【 0 0 3 9 】

なお、受信したパケット（に含まれるセグメントのセグメント名）にセグメント名が存在しない場合には、クラス値決定部 4 1 は、以下のようにクラス値 C を決定できる。例えば、クラス値決定部 4 1 は、受信したパケットのクラス値 C を、予め定められたデフォルト値に決定する。この場合、パケットが優先して転送されるようにするために意図的にセグメント番号を付与せずにパケットを送信する不正を防止するために、デフォルト値は比較的大きな値に予め定められてもよい。

10

【 0 0 4 0 】

あるいは、クラス値決定部 4 1 は、“ /a/b/d ” 及び “ /a/b/e ” のように共通する（同一の）プレフィックスを有するセグメント名のセグメントを含むパケットの数をカウントし、得られるカウント値をセグメント番号の代わりに使用してもよい。この場合、カウント値が低いほど、クラス値 C は、高い優先度に対応する値に決定される。

【 0 0 4 1 】

キュー格納部 4 3 は、受信したパケットを、Q 1 ~ Q 3 のうち、キュー決定部 4 2 によって決定されたキューに格納する。上述の例では、キュー格納部 4 3 は、パケット 1 を Q 1 に、パケット 2 を Q 3 に格納する。

20

【 0 0 4 2 】

このように、格納制御部 4 0（クラス値決定部 4 1 及びキュー決定部 4 2）は、送信対象のパケットを格納するキューを、当該パケットに含まれるセグメントが、順に転送される 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメントであるほど、高い優先度に対応するキューに決定する。また、キュー格納部 4 3 は、複数のキュー 4 4（Q 1 ~ Q 3）のうち、格納制御部 4 0 によって決定されたキューに、送信対象のパケットを格納する。

【 0 0 4 3 】

格納制御部 4 0 は、パケットの格納先のキューを、当該パケットに含まれるセグメントのセグメント名に基づいて決定できる。例えば、格納制御部 4 0 は、セグメント名からセグメント番号を取得し、取得したセグメント番号に基づいて、格納先のキューを決定する。その場合、格納制御部 4 0 は、格納先のキューを、セグメント番号が低いほど、高い優先度に対応するキューに決定してもよい。あるいは、格納制御部 4 0 は、対応する送信 I F から順に送信されるパケットのうち、共通するプレフィックスを有するセグメント名を含むパケットをカウントして得られるカウント値に基づいて、格納先のキューを決定する。その場合、格納制御部 4 0 は、カウント値が低いほど、高い優先度に対応するキューに決定してもよい。これにより、それぞれ異なる優先度に対応する複数のキュー 4 4（Q 1 ~ Q 3）を利用して、送信 I F から転送される順番が早いセグメントほど優先的に送信 I F から送信が行われるように、各セグメントを含むパケットの転送制御を行うことが可能になる。

30

40

【 0 0 4 4 】

スケジューラ 4 5 は、Q 1 ~ Q 3 に格納されたパケットを、各キューに対応する優先度に基づいて取り出して、対応するインタフェース（送信 I F）から送信する。なお、スケジューラ 4 5 によるパケットのスケジューリングには任意のアルゴリズムを採用できる。

【 0 0 4 5 】

< 転送制御の手順 >

次に、図 5 を参照して、ルータ装置 3（転送処理部 3 0）によって実行される転送制御の具体的な処理手順について説明する。なお、図 5 に示す各ステップの処理は、ハードウェア若しくはソフトウェア、又はそれらの組み合わせによって、ルータ装置 3 において実

50

現されてもよい。ソフトウェアによって実現される場合、ルータ装置 3 が備える 1 つ以上の CPU 等のプロセッサ（図示せず）が、ROM 等の記憶装置（図示せず）に格納された制御プログラムを読み出して実行することによって各ステップの処理が実現されてもよい。

【 0 0 4 6 】

転送処理部 3 0（送信 I F 決定部 3 2）は、インタフェース部 3 1 に含まれる複数のインタフェースのいずれかのインタフェースによってパケット（Interest パケット又は Data パケット）が受信されると、S 1 で、当該パケットを送信するインタフェース（送信 I F）を決定する。送信 I F の決定は、C S、P I T 及び F I B に基づく上述の処理により行われる。

10

【 0 0 4 7 】

次に、転送処理部 3 0（送信処理部 3 3）は、S 2 で、送信 I F からの送信対象のパケットに含まれるセグメントのセグメント名を取得し、S 3 で、当該セグメント名にセグメント番号が存在するか否かを判定する。転送処理部 3 0 は、セグメント名にセグメント番号が存在する場合には、処理を S 4 へ進める。S 4 で、転送処理部 3 0 は、セグメント番号に基づいて（例えば、セグメント番号の逆数を求めることによって）クラス値 C を決定し、処理を S 6 へ進める。

【 0 0 4 8 】

一方、セグメント名にセグメント番号が存在しない場合には、処理を S 5 へ進める。S 5 で、転送処理部 3 0 は、クラス値 C をデフォルト値に決定し、処理を S 6 へ進める。なお、S 5 では、上述のように、送信 I F から送信されるパケットのうち、共通する（同一の）プレフィックスを有するセグメント名のセグメントを含むパケットの数をカウントし、得られるカウント値に基づいて、クラス値 C を決定してもよい。その場合、クラス値 C は、カウント値が低いほど、高い優先度に対応する値に決定されうる。

20

【 0 0 4 9 】

S 6 で、転送処理部 3 0 は、決定したクラス値 C を閾値 C t h 1 ~ C t h 3 と比較することで、受信したパケットの格納先のキューを Q 1 ~ Q 3 から決定する。その後、S 7 で、転送処理部 3 0 は、決定したキューにパケットを格納し、処理を終了する。

【 0 0 5 0 】

以上説明したように、本実施形態によれば、ルータ装置 3 において、インタフェースからの送信対象のパケットに含まれるセグメントが、分割された 1 つ以上のセグメントのうちで転送される順番が早いセグメント（転送の初期のセグメント）であるほど、より優先的にパケットの転送が行われる。これにより、少数のセグメントの転送を要するトラフィックにルータ装置において生じる転送遅延を削減することが可能になる。また、多数のセグメントの転送を要するトラフィックに対して、少数のセグメントの転送を要するトラフィックを過度に優先することもないため、異なる種類のトラフィック間でパケット転送の公平性を維持することが可能である。このように、本実施形態によれば、異なる種類のトラフィック間でパケット転送の公平性を維持しつつ、低遅延が重視される、少数のパケットの転送を要するトラフィックに生じる転送遅延を削減することが可能になる。

30

【 0 0 5 1 】

なお、本実施形態に係るルータ装置 3 は、コンピュータをルータ装置 3 として機能させるためのコンピュータプログラムにより実現することができる。当該コンピュータプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記憶されて、又は、ネットワーク経由で配布が可能なものである。

40

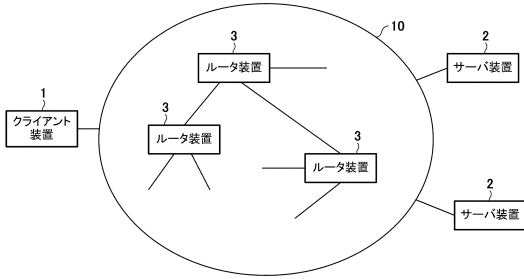
【符号の説明】

【 0 0 5 2 】

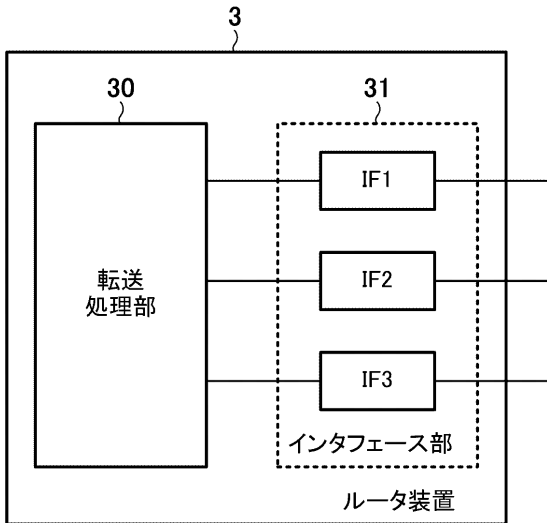
1：クライアント装置、2：サーバ装置、3：サーバ装置、3 0：転送処理部、3 1：インタフェース部、3 2：送信 I F 決定部、3 3（3 3 a, 3 3 b, 3 3 c）：送信処理部、4 0：格納制御部、4 1：クラス値決定部、4 2：キュー決定部、4 3：キュー格納部、4 4：キュー（Q 1 ~ Q 3）、4 5：スケジューラ

50

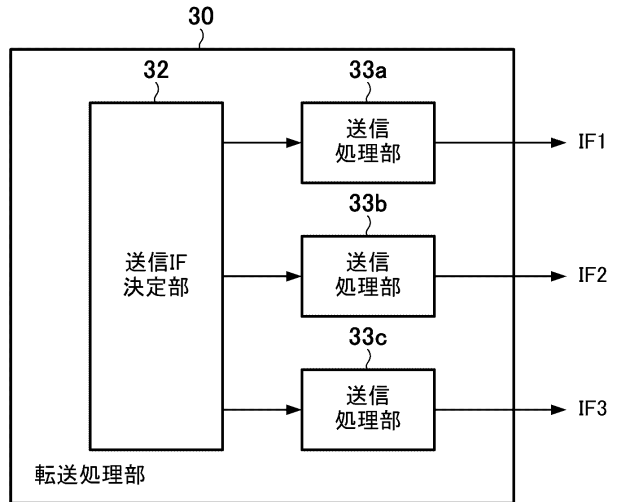
【図1】



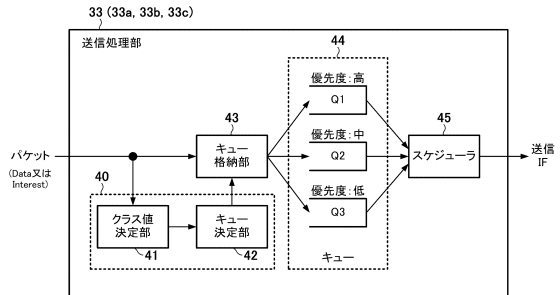
【図2】



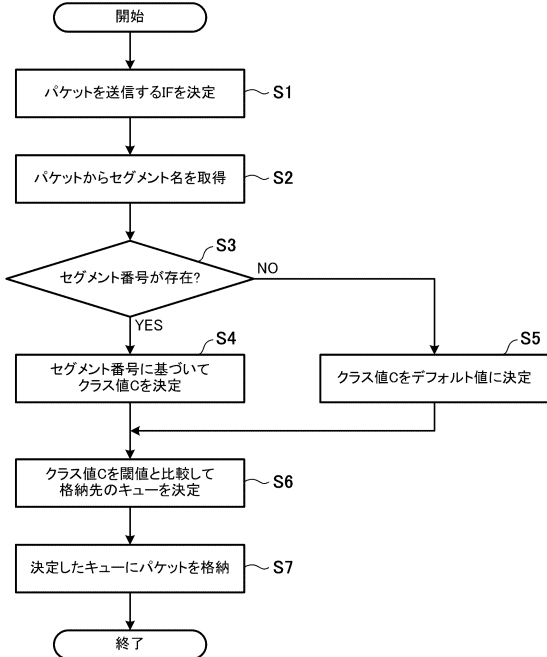
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(74)代理人 100131886

弁理士 坂本 隆志

(74)代理人 100170667

弁理士 前田 浩次

(74)代理人 100166660

弁理士 吉田 晴人

(72)発明者 植田 一暁

埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社KDDI総合研究所内

(72)発明者 田上 敦士

埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社KDDI総合研究所内

審査官 野元 久道

(56)参考文献 国際公開第2016/170559(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/865