

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6699065号
(P6699065)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月7日(2020.5.7)

(51) Int.Cl.

F 1

H04L 12/70 (2013.01)
H04L 12/741 (2013.01)H04L 12/70 1000Z
H04L 12/741

請求項の数 26 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-517076 (P2017-517076)
 (86) (22) 出願日 平成27年9月22日 (2015.9.22)
 (65) 公表番号 特表2017-530645 (P2017-530645A)
 (43) 公表日 平成29年10月12日 (2017.10.12)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/051530
 (87) 國際公開番号 WO2016/053693
 (87) 國際公開日 平成28年4月7日 (2016.4.7)
 審査請求日 平成30年9月21日 (2018.9.21)
 (31) 優先権主張番号 62/057,290
 (32) 優先日 平成26年9月30日 (2014.9.30)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
 (31) 優先権主張番号 14/678,687
 (32) 優先日 平成27年4月3日 (2015.4.3)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73) 特許権者 508140877
レベル スリー コミュニケーションズ,
エルエルシー
アメリカ合衆国, コロラド州 80021
, ブルームフィールド, エルドラド ブー
ルバード 1025
(74) 代理人 110000877
龍華国際特許業務法人
(72) 発明者 セラ、ウィリアム、トーマス
アメリカ合衆国, コロラド州 80021
, ブルームフィールド, エルドラド ブー
ルバード 1025 レベル スリー コ
ミュニケーションズ, エルエルシー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ネットワークパフォーマンスを測定するためのパケットサンプリング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a 1) 第1ルーティングデバイスでパケットを受信する段階と、
 (a 2) 前記第1ルーティングデバイスによって、前記パケットを検査して、前記パケットが特定のネットワークサービス又はアプリケーションと関連することを判定する段階と、
 (b) 前記パケットが特定のネットワークサービスまたはアプリケーションに関連するとの判定に基づいて、前記第1ルーティングデバイスによって、前記パケットがサンプリングされるべきであることを、判定する段階と、

(c) 前記第1ルーティングデバイスが、前記パケットに関連する第1情報を記憶することによって、前記パケットをサンプリングする段階であって、前記第1情報は、パケット識別情報およびタイムスタンプを有する、段階と、

(d 1) 前記第1ルーティングデバイスによって、前記第1情報を測定サーバに送信する段階と、

(d 2) 前記第1ルーティングデバイスによって、前記パケットを送信する段階の前に、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連して、前記パケットに前記第1ルーティングデバイスにより、サンプリングヘッダを追加する段階であって、前記サンプリングヘッダは、前記パケットを一意に識別する段階と、

(e) 前記第1ルーティングデバイスによって、ルーティング情報に従って、前記パケットを宛先に向けて送信する段階と、

10

20

(f) 第 2 ルーティングデバイスで、前記パケットを受信する段階と、
 (g) 前記サンプリングヘッダにおける値の判定に基づいて、前記第 2 ルーティングデバイスで、前記パケットがサンプリングされるべきであることを判定する段階と、

(h) 前記第 2 ルーティングデバイスが、前記パケットに関連する第 2 情報を記憶することによって、前記パケットをサンプリングする段階であって、前記第 2 情報は、パケット識別情報およびタイムスタンプを有する、段階と、

(i) 前記第 2 ルーティングデバイスによって、前記測定サーバに前記第 2 情報を送信する段階と、

(j) 前記測定サーバによって、前記第 1 情報及び前記第 2 情報に基づいて、パフォーマンスの測定値を判定する段階と

10

を備える、

ネットワークパフォーマンスを測定する方法。

【請求項 2】

前記第 2 ルーティングデバイスによって、前記第 2 情報を前記測定サーバに送信する段階の前に、前記パケットから、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連する前記サンプリングヘッダを除去する段階を備え、

前記第 1 ルーティングデバイスによって、前記パケットがサンプリングされるべきであることを前記判定する段階は、前記検査に基づく、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 ルーティングデバイスで、前記パケットがサンプリングされるべきであることを前記判定する段階は、

前記パケットのヘッダの値を検出する段階

を有する、

請求項 1 または 2 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記パケットの前記ヘッダの値を前記検出する段階は、

送信元アドレス、宛先アドレス、送信元ポート、宛先ポート、パケットシーケンス番号、及びプロトコルバージョンのうちの少なくとも 1 つの値を検出する段階

を有する、

請求項 3 に記載の方法。

30

【請求項 5】

前記第 1 ルーティングデバイス及び前記第 2 ルーティングデバイスで、前記パケットがサンプリングされるべきであることを判定する段階は、

(a) 前記パケットの少なくとも一部分に対してハッシュ関数を実行する段階と、

(b) 前記ハッシュ関数の計算結果が条件を満たすことを、判定する段階と
 を有する、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 情報は、前記パケットの少なくとも一部分を含む、

40

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記パケットの前記少なくとも一部分は、

ヘッダの一部分及びペイロードの一部分のうちの少なくとも 1 つ
 を含む、

請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記測定値は、

待機時間、スループット、ジッタ、パケットレート、及びフレームレートのうちの少なくとも 1 つ

50

を含む、

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

ネットワークパフォーマンス測定システムであって、

(a)

(i) パケットを受信し、

(i i) 前記パケットを検査して、前記パケットが特定のネットワークサービス又はアプリケーションと関連することを判定し、

(i i i) 前記パケットがサンプリングされるべきであることを判定し、

(i v) 前記パケットに関連する第 1 情報を記憶することによって、前記パケットをサンプリングし、前記第 1 情報はパケット識別情報及びタイムスタンプを有し、

(v) 前記第 1 情報を測定サーバに送信し、

(v i) 前記パケットを送信する前に、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連して、前記パケットにサンプリングヘッダを追加し、

(v i i) ルーティング情報に従って、前記パケットを宛先に向けて送信する、

よう構成される、第 1 ルーティングデバイスと、

(b)

(i) 第 2 ルーティングデバイスで前記パケットを受信し、

(i i) 前記パケットがサンプリングされるべきであることを判定し、

(i i i) 前記パケットに関連する第 2 情報を記憶することによって、前記パケットをサンプリングし、前記第 2 情報はパケット識別情報及びタイムスタンプを有し、

(i v) 前記第 2 情報を前記測定サーバに送信する、

よう構成される、第 2 ルーティングデバイスと、

(c) 前記第 1 情報及び前記第 2 情報に基づいて、パフォーマンスの測定値を判定する、前記測定サーバであって、前記サンプリングヘッダが、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連する前記パケットを一意に識別し、前記第 2 ルーティングデバイスは、前記サンプリングヘッダの値を判定することにより、前記パケットがサンプリングされるべきであることをさらに判定する、前記測定サーバと

を備える、

システム。

30

【請求項 10】

前記第 1 ルーティングデバイスは、

前記第 2 ルーティングデバイスによって、前記第 2 情報を前記測定サーバに送信する段階の前に、前記パケットから、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連する前記サンプリングヘッダを除去し、

前記パケットがサンプリングされるべきであるとの前記判定は、前記検査に基づく、

請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記第 1 ルーティングデバイス及び前記第 2 ルーティングデバイスはさらに、

前記パケットのヘッダの値を検出することによって、前記パケットがサンプリングされるべきであることを判定する、

請求項 9 又は 10 に記載のシステム。

40

【請求項 12】

前記パケットのヘッダの値を前記検出することは、

送信元アドレス、宛先アドレス、送信元ポート、宛先ポート、パケットシーケンス番号、及びプロトコルバージョンのうちの少なくとも 1 つの値を検出することを有する、

請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記第 1 ルーティングデバイス及び前記第 2 ルーティングデバイスはさらに、前記パケ

50

ットの少なくとも一部分に対してハッシュ関数を実行することと、前記ハッシュ関数の計算結果が条件を満たすことを、判定することによって、前記パケットがサンプリングされるべきであることを、判定する、

請求項 9 から 12 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 14】

前記第 1 情報は、前記パケットの少なくとも一部分を含む、

請求項 9 から 13 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 15】

前記パケットの前記少なくとも一部分は、

ヘッダの一部分及びペイロードの一部分のうちの少なくとも 1 つ
を含む、

請求項 14 に記載のシステム。

10

【請求項 16】

前記測定値は、

待機時間、スループット、ジッタ、パケットレート、及びフレームレートのうちの少なくとも 1 つ

を備える、

請求項 9 から 15 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 17】

少なくとも 1 つのコンピューティングデバイスによって実行されたときに、前記少なくとも 1 つのコンピューティングデバイスに、ネットワークパフォーマンスを測定するための動作を実行させるためのコンピュータプログラムであって、

20

前記動作は、

(a1) 第 1 ルーティングデバイスでパケットを受信することと、

(a2) 前記第 1 ルーティングデバイスによって、前記パケットを検査して、前記パケットが特定のネットワークサービス又はアプリケーションと関連することを判定することと、

(b) 前記第 1 ルーティングデバイスによって、前記パケットがサンプリングされるべきであることを判定することと、

(c) 前記第 1 ルーティングデバイスが、前記パケットに関連する第 1 情報を記憶することによって、前記パケットをサンプリングすることであって、前記第 1 情報はパケット識別情報及びタイムスタンプを含むことと、

(d1) 前記第 1 ルーティングデバイスによって、前記第 1 情報を測定サーバに送信することと、

(d2) 前記第 1 ルーティングデバイスによって、前記パケットを送信する前に、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連して、前記パケットにサンプリングヘッダを追加することと、

(e) 前記第 1 ルーティングデバイスによって、ルーティング情報に従って、前記パケットを宛先に向けて送信することと、

(f) 第 2 ルーティングデバイスで前記パケットを受信することと、

40

(g) 前記第 2 ルーティングデバイスで、前記パケットがサンプリングされるべきであることを判定することと、

(h) 前記第 2 ルーティングデバイスが、前記パケットに関連する第 2 情報を記憶することによって、前記パケットをサンプリングすることであって、前記第 2 情報はパケット識別情報及びタイムスタンプを含むことと、

(i) 前記第 2 ルーティングデバイスによって、前記測定サーバに前記第 2 情報を送信することと、

(j) 前記測定サーバによって、前記第 1 情報及び前記第 2 情報に基づいて、パフォーマンスの測定値を判定することと

を有し、

50

(k) 前記サンプリングヘッダが、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連する前記パケットを一意に識別し、前記パケットがサンプリングされるべきであることを、前記第2ルーティングデバイスで前記判定することは、前記サンプリングヘッダの値を判定することを含む、

コンピュータプログラム。

【請求項18】

前記動作は、

前記第2ルーティングデバイスによって、前記第2情報を前記測定サーバに送信する前に、前記パケットから、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連する前記サンプリングヘッダを除去することと、を有し、

10

前記第1ルーティングデバイスによって、前記パケットがサンプリングされるべきであることを前記判定することは、前記検査に基づく、

請求項17に記載のコンピュータプログラム。

【請求項19】

前記第1ルーティングデバイス及び前記第2ルーティングデバイスで、前記パケットがサンプリングされるべきであることを前記判定することは、

前記パケットのヘッダの値を検出すること

を有する、

請求項17又は18に記載のコンピュータプログラム。

【請求項20】

20

前記パケットのヘッダの値を前記検出することは、

送信元アドレス、宛先アドレス、送信元ポート、宛先ポート、パケットシーケンス番号、及びプロトコルバージョンのうちの少なくとも1つの値を検出すること

を有する、

請求項19に記載のコンピュータプログラム。

【請求項21】

前記第1ルーティングデバイス及び前記第2ルーティングデバイスで、前記パケットがサンプリングされるべきであることを判定することは、

(a) 前記パケットの少なくとも一部分に対してハッシュ関数を実行することと、

(b) 前記ハッシュ関数の計算結果が条件を満たすことを判定することと

30

を有する、

請求項17から20のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【請求項22】

前記第1情報は、前記パケットの少なくとも一部分を含む、

請求項17から21のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【請求項23】

前記パケットの前記少なくとも一部分は、

ヘッダの一部分及びペイロードの一部分のうちの少なくとも1つを含む、

請求項22に記載のコンピュータプログラム。

40

【請求項24】

前記測定値は、

待機時間、スループット、ジッタ、パケットレート、及びフレームレートのうちの少なくとも1つ

を含む、

請求項17から23のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【請求項25】

ネットワークパフォーマンス測定システムであって、

(a) コンピュティングデバイスと、

(b) データベースと、

50

(c)

(i) 特定の基準を満たすと判定されたパケットをサンプリングし、

(i i) 前記コンピューティングデバイスに、前記サンプリングされたパケットを識別する情報と、いつ個々の第 1 及び第 2 ルーティングデバイスが前記サンプリングされたパケットを受信したかを示すタイムスタンプとの両方を送信するように、

前記第 1 ルーティングデバイス及び前記第 2 ルーティングデバイスに命令する構成モジュールと、

(d) 情報及びタイムスタンプを受信し、前記データベースに前記情報及び前記タイムスタンプを記憶する、

前記コンピューティングデバイスに実装されたパケットサンプリングモジュールと、

10

(e)

(i) 前記第 1 ルーティングデバイスから受信した第 1 情報及び前記第 2 ルーティングデバイスから受信した第 2 情報の、両方が共通のパケットを表すことを判定するべく、前記データベースに問い合わせ、

(i i) パフォーマンスの測定値を判定するべく、前記データベースに記憶され、いつ前記個々の第 1 及び第 2 ルーティングデバイスが前記共通のパケットを受信したかを示す、第 1 タイムスタンプ及び第 2 タイムスタンプを比較する、

トラフィック分析モジュールと

を備え、

前記トラフィック分析モジュールは、前記データベースへの前記問い合わせを実行して、前記第 1 ルーティングデバイスから受信された第 1 情報、及び前記第 2 ルーティングデバイスから受信された第 2 情報の両方が、前記共通のパケットを表すことを判定し、前記共通のパケットは、特定のネットワークサービスまたはアプリケーションに関連してあり

20

前記共通のパケットは、前記第 1 ルーティングデバイスにより追加されたサンプリングヘッダを有し、前記サンプリングヘッダは、前記共通のパケットがサンプリングされるべきであることを前記第 2 ルーティングデバイスに示す値を含む、

システム。

【請求項 2 6】

前記第 1 ルーティングデバイスによって、前記特定のネットワークサービス又は前記アプリケーションに関連して前記共通のパケットに追加される前記サンプリングヘッダは、前記サンプリングされたパケットを識別する前記情報及び前記タイムスタンプを前記コンピューティングデバイスへ送信する前に、前記第 2 ルーティングデバイスによって、前記共通のパケットから除去される、請求項 2 5 に記載のシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

実施形態は、概してネットワークサービスに関連する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

ネットワークは、特性及びパフォーマンスの保証を規定するサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象であるクライアント間に接続を提供し得る。例えば、クライアントは、規定された専用帯域幅で、仮想イーサネット (登録商標) 接続を確立し得る。

40

【0 0 0 3】

ネットワークはまた、サービスのパフォーマンスに関連する、統計、レポート、及び他の情報をクライアントに提供し得る。例えば、クライアントは、どれくらいトラフィックがネットワークによって遅延させられているか、サービスは SLA を満たしているか否か、ネットワークはボトルネックを発生させているか否か等を、知ることを望み得る。一般的に、ネットワーク接続のエンドポイントは、エンド・ツー・エンドネットワークメトリック (例を挙げると、応答時間、スループット、ジッタ) を測定し得る。しかしながら、

50

エンドポイントからのネットワークパフォーマンスを測定することによって、クライアントは、パスのどの部分が遅延を発生させているのか、又は使用されている特定のサービスが満足のいくように機能しているか否か、把握し得ない。

【0004】

トラフィックパフォーマンス（応答時間、スループット、ジッタ）を推定するべく、多くのユーティリティそれ自体は、トラフィックを監視しない。代わりに、それらは、通常のネットワークトラフィックと一緒に流れる追加のパケットを送信し、どうやってネットワークがそれらのパケットを送信しているか測定する。

【0005】

このことは、いくつか利点を有し得る一方で、ネットワークは異なる様で異なるパケットを処理し得るので、常に正確ではあり得ない。また、追加のパケットを送信することによって、これらユーティリティがネットワークに追加の負荷を与え、そのパフォーマンスに影響を与える。また、これらのユーティリティは、そのネットワークコンポーネントを通じて流れるトラフィック全体を測定する。しかしながら、従来のアプローチは、アプリケーション毎又はサービス毎の基準でネットワークパフォーマンスを測定することが不可能である。

【発明の概要】

【0006】

上記にかんがみて、ネットワークアプリケーションメトリックを個別に推定するために、改善したメカニズムを提供することは、有利であろう。

【0007】

一実施形態では、ネットワークは、ネットワークアプリケーション及びサービスを提供し、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリックを推定する。一実施形態では、第1ルーティングデバイスがパケットを受信し、パケットがサンプリングされるべきであることを判定する。第1ルーティングデバイスは、パケットに関連する第1情報を記憶することによって、パケットをサンプリングし、測定サーバに第1情報を送信する。第1ルーティングデバイスは、ルーティング情報に従って宛先に向かって、パケットを送信する。第2ルーティングデバイスは、パケットを受信し、パケットがサンプリングされるべきであることを判定する。第2ルーティングデバイスは、パケットに関連する第2情報を記憶すること、及び測定サーバに第2情報を送信することによって、パケットをサンプリングする。測定サーバは、第1情報及び第2情報に基づいて、測定値を判定する。

【0008】

方法及びコンピュータ可読媒体の実施形態もまた、開示される。

【0009】

様々な実施形態の構造及び動作と同様に、さらなる実施形態及び特徴が、添付図面を参照して、以下に詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

添付図面は、本明細書に組み込まれ、明細書の一部分を形成する。

【0011】

【図1】例示の実施形態に係る、ネットワークアプリケーションを提供するためのネットワーク環境を図示するダイアグラムを示す。

【0012】

【図2】例示の実施形態に係る、個々のアプリケーション及びサービスについてのネットワークメトリックを推定するための測定サーバを組み込んでいる、ネットワーク環境を図示するダイアグラムを示す。

【0013】

【図3】例示の実施形態に係る、エッジルーティングデバイスでパケットをカプセル化することによって、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリック

10

20

30

40

50

を推定するための方法を説明するフロー チャートである。

【0014】

【図4】例示の実施形態に係る、エッジルーティングデバイスでカプセル化されたパケットを受信することによって、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリックを推定するための方法を説明するフロー チャートである。

【0015】

【図5】例示の実施形態に係る、エッジルーティングデバイスでハッシュ関数を適用することによって、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリックを推定するための方法を説明するフロー チャートである。

【0016】

図面では、同様の参照番号は、概して、同一又は類似の要素を示す。さらに、概して、参照番号の左端の桁は、その参照番号が最初に現れる図面を識別する。

【発明を実施するための形態】

【0017】

実施形態では、ネットワークは、ネットワークアプリケーション及びサービスを提供し、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリックを推定する。

【0018】

図1は、例示の実施形態に係る、ネットワークアプリケーションを提供するためのネットワーク環境100を図示するダイアグラムを示す。

【0019】

ネットワーク環境100は、ネットワーク120を通じて通信する、例示的なエンドポイント110及び112を備える。ネットワーク120は、エッジルーティングデバイス122及び124を備える。エンドポイント110及び112は、ネットワーク120にアクセスするべく、それぞれエッジルーティングデバイス122及び124と通信する。

【0020】

例示的なエンドポイント110及び112は、ネットワーク120のサービスを利用する、1又は複数のクライアントコンピューティングデバイスであり得る。エンドポイント110及び112は、例として、ローカルエリアネットワーク(LAN)、コンピュータ、モバイルデバイス、サーバ、クラスタ等であり得る。ある例では、エンドポイント110及び112は、それら自体がネットワークであり得、図1の破線矢印によって図示されたように、相互に通信するためのトランジットネットワークとして、ネットワーク120を使用し得る。

【0021】

ネットワーク120は、例えば、パーソナルコンピュータ、サーバ、モバイルデバイス、ローカルエリアネットワーク(LAN)等のような、クライアントコンピューティングデバイス間でデータを送信するように構成される、ネットワークであり得る。一実施形態では、ネットワーク120は、ワイドエリアネットワーク(WAN)又はメトロポリタンエリアネットワーク(MAN)である。一実施形態では、ネットワーク120は、例えば、仮想イーサネット(登録商標)接続、仮想ローカルエリアネットワーク(VLAN)、仮想プライベートネットワーク(VPN)等のような、仮想ネットワーキングサービスを提供する。例えば、ネットワーク120は、遠隔地のクライアント間のデータ通信のための専用帯域幅を、仮想回路に提供し得る。ネットワーク120は、任意のポイントツーポイント、ポイントツーマルチポイント、又はマルチポイントツーマルチポイントの、ネットワーキングプロトコルを利用し得る。使用されるネットワークアクセスプロトコルは、例えば、イーサネット(登録商標)、非同期転送モード(ATM)、高レベルデータリンク制御(HDLC)、フレームリレー、同期光ネットワーキング(SONET) / 同期デジタル階層(SDH)、インターネットプロトコル(IP)、送信制御プロトコル(TCP)、ユーザデータグラムプロトコル(UDP)、マルチプロトコルラベルスイッチング(MPLS)等を含み得る。

【0022】

10

20

30

40

50

ネットワーク 120 は、複数のエンドポイント間のネットワーク通信を提供する。一実施形態では、ネットワーク 120 は、サービス料を取って複数のエンドポイントに、設定可能データ通信サービスを、提供する。

【0023】

本明細書で適用されるように、「ルーティングデバイス」の用語は、ネットワークレイヤルータ及びデータリンクレイヤスイッチの両方を含む。ルーティングデバイス 122 及び 124 は、例えば、仮想イーサネット（登録商標）接続、MPLS トンネリング、VLAN ルーティング、サービスレベルアグリーメント（SLA）等のような、接続サービスを提供するように構成され得る。接続サービスは、地理的に異なる少なくとも 2 つのコンピュータからの接続を提供し得る。ネットワーク 120 は、特定のレベルの帯域幅、待機時間、又はジッタのような、特定のレベルのサービスで、接続を提供し得る。

10

【0024】

例示的なエッジルーティングデバイス 122 及び 124 は、ネットワーク 120 へ入る、エンドポイント 110 及び 112 についての入口ポイントである。ネットワーク 120 は、複数のエンドポイント間でデータを送信する複数の追加のルーティングデバイス、及び他のネットワーク要素を備え得る。一実施形態では、ネットワーク 120 は、ネットワーク 120 によって提供されるサービスのパフォーマンスを説明する測定値を、収集し、提供する。ネットワークマネージャーは、例えば、スループット、パケット損失、待機時間等のような、ネットワーク 120 がクライアントに提供するサービスのパフォーマンスに関連する統計を、クライアントに提供することが望ましいと見出しえる。一実施形態では、これら統計は、サービス毎を基準に収集される。例えば、クライアントは、エンドポイント 110 及び 112 間の仮想イーサネット（登録商標）接続を取得し得る。ネットワーク 120 は、接続のパフォーマンスを評価し、どれくらい良好にサービスが機能しているかをクライアントに報告するべく、仮想イーサネット（登録商標）接続に関連するトラフィックの測定を必要とし得る。このように、ネットワーク 120 は、特定のサービスを提供するときに、どれくらい良好にネットワーク 120 が機能しているかを、クライアントに知らし得る。

20

【0025】

図 2 は、例示の実施形態に係る、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリックを推定するための測定サーバを組み込んでいるネットワーク環境 100 を図示するダイアグラムを示す。

30

【0026】

測定サーバ 230 は、ネットワークサービスに関連する統計を測定するようにネットワークルーティングデバイスを構成し、これらと通信し得る。例えば、測定サーバ 230 は、特定のサービスに関連するパケットについての情報を通信するようにネットワークルーティングデバイスを構成する。一実施形態では、測定サーバ 230 は、サービスパケットに関連する識別情報と、パケットが特定のエッジルータに到着した時刻を示すタイムスタンプと、を通信するようにエッジルータを構成する。測定サーバ 230 は、次に、サービスのネットワークメトリックを判定するべく、この情報を使用し得る。

【0027】

40

一実施形態では、測定サーバ 230 は、構成モジュール 232 と、パケットサンプリングモジュール 234 と、パケットデータベース 236 と、トラフィック分析モジュール 238 とを備える。

【0028】

構成モジュール 232 は、パケットをサンプリングし、測定サーバ 230 にサンプリングされたパケットを送信するようにルーティングデバイス 122 及び 124 に命令し、これらを構成する。例えば、構成モジュールは、特定の基準を満たすと判定されたパケットをサンプリングするようにルーティングデバイスに命令し得る。構成モジュール 232 はまた、サンプリングされたパケットを識別する情報と、いつ個々のルーティングデバイスがサンプリングされたパケットを受信したかを示すタイムスタンプと、を測定サーバ 23

50

0に送信するように、ルーティングデバイスを構成し得る。

【0029】

パケットサンプリングモジュール234は、サービスパケットに関連する識別情報と、タイムスタンプとを受信し、パケットデータベース236に情報及びタイムスタンプを記憶する。

【0030】

トラフィック分析モジュール238は、ネットワークパフォーマンス及び統計を判定するべく、受信されたサンプリングパケット情報を分析する。例えば、トラフィック分析モジュール238は、パケットデータベース236に、同じパケットに対応する情報について問い合わせ得る。トラフィック分析モジュール238は、次に、パフォーマンスの測定値を判定するべく、パケットの入口及び出口のタイムスタンプを比較し得る。

10

【0031】

ある例では、ネットワーク120は、エンドポイント110及び112間に仮想イーサネット（登録商標）接続サービスを確立する。測定サーバ230は、パケットの識別情報及びいフルーティングデバイスがパケットを受信したかのタイムスタンプを送信するよう、エッジルーティングデバイス122及び124を構成し得る。例えば、ルーティングデバイス122がエンドポイント110からエンドポイント112に向かうパケットを受信したとき、ルーティングデバイス122は、測定サーバ120にパケットについての識別情報及びタイムスタンプを送信し得る。このように、測定サーバ230は、パケットがネットワーク120に入った時刻を把握し得る。測定サーバ230はまた、同じパケットについての識別情報及びいフルーティングデバイスがネットワーク120からの出口ポイントでパケットを受信したかのタイムスタンプを送信するよう、エッジルーティングデバイス122及び124を構成し得る。このように、測定サーバ230は、パケットがネットワーク120を出た時刻を把握し得る。測定サーバ230は、次に、サービスに関連するメトリックを測定するべく、タイムスタンプ情報を使用し得る。

20

【0032】

測定サーバ230は、パケットを識別し、タイムスタンプを押すようにルーティングデバイスを構成するべく、様々な技術を使用し得る。一実施形態では、測定サーバ230は、パケットを一意に識別するサンプリングヘッダにより、ネットワーク120に入るサービスパケットをカプセル化するようエッジルーティングデバイスを構成する。ルーティングデバイスは、次に、測定サーバ210に、パケット及びタイムスタンプ情報を送信する。パケットが、ネットワーク120の出口にあるエッジルーティングデバイスに到達したとき、ルーティングデバイスはサンプリングヘッダを認識し、識別情報及びタイムスタンプ情報を送信する。

30

【0033】

別の実施形態では、測定サーバ230は、サービスパケットに対してハッシュ関数を適用するようルーティングデバイスを構成する。ルーティングデバイスは、1又は複数の既定の値をハッシュとするパケットについての識別情報及びタイムスタンプ情報を送信し得る。ハッシュ関数は同じパケットについて同じ値を与えるであろうから、エッジルーティングデバイスはネットワーク120のエッジポイントで、同じパケットをサンプリングし得る。一実施形態では、エッジルーティングデバイスは、例えば、送信元及び宛先のアドレス及びポート、ペイロードの一部分、パケットシーケンス番号等のような、ルートの間に変化しないサービスパケットの一部分に対してハッシュ関数を適用する。

40

【0034】

述べたように、エッジルーティングデバイスから測定サーバに通信されたサンプリングデータは、パケット識別情報及びタイムスタンプを含む。パケット識別情報は、パケットを他のパケットと区別する、パケットの任意の一部分を含み得る。一実施形態では、識別情報はエッジルーティングデバイスが追加のヘッダを適用することによって、適用される。一実施形態では、識別情報は、ヘッダの一部分、ペイロードの一部分、又はこれらの任意の組み合わせのような、パケットの一部分である。識別情報は、パケットを一意に識別

50

し得、又し得ない、つまり、2つのパケットが同じ識別情報を有することが、可能であり得る。

【0035】

入口及び出口ポイントのエッジルーティングデバイスは、任意のネットワークについてのパフォーマンス統計を取得するべく、任意に定義され得る。例えば、ネットワーク管理者は、パフォーマンス統計が望まれるネットワーク又はネットワークの一部分を定義し、それに応じてエッジルーティングデバイスを構成し得る。

【0036】

図3は、例示の実施形態に係る、エッジルーティングデバイスで、パケットをカプセル化することによって、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリックを推定するための方法300を説明するフローチャートである。

10

【0037】

段階302で、ネットワーク入口ポイントのエッジルーティングデバイスは、ネットワークに入るパケットを受信する。ルーティングデバイスは、パケットがサンプリングされるべきか否かを判定するべく、パケットのヘッダを検査する。ルーティングデバイスは、例えば、（特定のハッシュ又はモジュラス値を有するような）基準を満たしている、特定のアドレス、ネットワークプロトコルへの又はそこからのパケットを選択すること、又はランダムにそれらを選択することのような任意のメカニズムを使用して、パケットがサンプリングされるべきか否かを判定し得る。一実施形態では、ルーティングデバイスは、規定されたネットワークサービス又はアプリケーションと関連するパケットを選択するよう構成される。

20

【0038】

段階304及び310で示されるように、パケットがサンプリングされるべきでない場合は、ルーティングデバイスは、ルートに沿って次のホップにパケットを転送する。段階306で示されるように、パケットがサンプリングされるべき場合は、ルーティングデバイスは、サンプリングヘッダによりパケットをカプセル化する。サンプリングヘッダは、ネットワークの終端の出口でパケットがサンプリングされるべきであるという、別のルーティングデバイスのための指標として機能し得る。ルーティングデバイスは、識別子を生成し、サンプリングヘッダ内に含め得、パケットについての識別子を含み得る。別の例では、サンプリングヘッダは、パケットがサンプリングされるべきことを示す値を含む、ルーティングデバイスは他のパケットデータを識別情報として使用する。

30

【0039】

段階308で、ルーティングデバイスは、測定サーバに、パケット識別情報及びタイムスタンプを含むサンプリングデータを送信する。最後に、段階310で、ルーティングデバイスは、ルートの次のホップへ、カプセル化されたパケットを転送する。

【0040】

図4は、例示の実施形態に係る、エッジルーティングデバイスでカプセル化されたパケットを受信することによって、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリックを推定するための方法400を説明するフローチャートである。

40

【0041】

段階402で、ネットワーク出口ポイントのエッジルーティングデバイスは、ネットワーク内の別の要素からパケットを受信する。ルーティングデバイスは、パケットがサンプリングヘッダを含むか否かを判定することによって、パケットがサンプリングされるべきか否かを判定するべく、パケットのヘッダを検査する。

【0042】

段階404及び410に示されるように、パケットがサンプリングされるべきでない場合は、ルーティングデバイスは宛先エンドポイントに向けて、パケットを転送する。段階406で示されるように、パケットがサンプリングされるべき場合は、ルーティングデバイスは、パケットからサンプリングヘッダを取り除く。

【0043】

50

段階 408 で、ルーティングデバイスは、測定サーバに、パケット識別情報及びタイムスタンプを含むサンプリングデータを送信する。方法 300 を参照して上部で説明されたように、測定サーバはまた、ルーティングデバイスの入口ポイントからサンプリングデータを受信したので、測定サーバは、ネットワークを通ってのパケット横断のタイミングに関連する情報。

【 0044 】

最後に、段階 410 で、ルーティングデバイスは宛先エンドポイントに向けて、パケットを転送する。

【 0045 】

図 5 は、例示の実施形態に係る、エッジルーティングデバイスでハッシュ関数を適用することによって、個々のアプリケーション及びサービスについてネットワークメトリックを推定するための方法 500 を説明するフローチャートである。 10

【 0046 】

段階 502 で、エッジルーティングデバイスはパケットを受信し、パケットの少なくとも一部分に対してハッシュ関数を適用する。ハッシュ関数は、同じパケットが異なるエッジルーティングデバイスで同じハッシュ結果を含むように、ルートのホップをまたがって変化しないパケットの任意の一部分に適用され得る。

【 0047 】

段階 504 で、ルーティングデバイスはハッシュ関数の計算結果に基づいて、パケットがサンプリングされるべきか否かを判定する。ルーティングデバイスは、ハッシュ関数の計算結果が 1 又は複数の規定された値、又は値の範囲を有するパケットをサンプリングするように構成され得る。 20

【 0048 】

段階 508 で示されるように、パケットがサンプリングされるべきでない場合は、ルーティングデバイスは、ルートに沿って次のホップに又は宛先エンドポイントに、パケットを転送する。段階 506 で説明されるように、パケットがサンプリングされるべき場合は、ルーティングデバイスは、測定サーバに、パケット識別情報及びタイムスタンプを含むサンプリングデータを送信する。

【 0049 】

段階 508 で示されるように、最後に、ルーティングデバイスは、ルートに沿って次のホップに又は宛先エンドポイントにパケットを転送する。 30

【 0050 】

【 結論 】

測定サーバ 230 は、永続的メモリを有する任意の記憶タイプの構造化メモリであり得る。複数の例では、測定サーバは、ネットワーク 120 の一部分であり得、又はネットワーク 120 と通信する別個のシステムであり得る。

【 0051 】

図 1 及び 2 のブロック及びモジュールのそれぞれは、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はそれらの任意の組み合わせに実装され得る。

【 0052 】

図 1 及び 2 のブロック及びモジュールのそれぞれは、同じ又は異なるコンピューティングデバイスに、実装され得る。そのようなコンピューティングデバイスは、パーソナルコンピュータ、モバイルフォンのようなモバイルデバイス、ワークステーション、埋め込みシステム、ゲームコンソール、テレビ、セットトップボックス、他のコンピューティングデバイスを含み得るが、限定されない。さらに、コンピューティングデバイスは、命令を実行及び記憶するためのプロセッサ、及び非一時的メモリを含むメモリを有するデバイスを含み得るが、限定されない。メモリは、データ及びプログラム命令を、有形のものとして具体化し得る。ソフトウェアは、1 又は複数のアプリケーション及びオペレーティングシステムを含み得る。ハードウェアは、プロセッサと、メモリと、グラフィカルユーザインターフェースディスプレイとを含み得るが、限定されない。コンピューティングデバイス 40

はまた、複数のプロセッサと、複数の共有又は別個のメモリコンポーネントとを備え得る。例えば、コンピューティングデバイスは、クラスタ化されたコンピューティング環境又はサーバーファームの、一部分又は全体であり得る。

【0053】

「(a)」、「(b)」、「(i)」、「(ii)」等のような識別子は、異なる要素又は段階について時々使用される。これら識別子は、明確性のために使用され、要素又は段階についての順序を、必ずしも指定するわけではない。

【0054】

本発明は、規定された機能及びそれらの関係の実装を図示する、機能的構成単位を用いて、上で説明された。これらの機能的構成単位の境界は、説明の利便性のために、本明細書では、任意に定義された。規定された機能及びそれらの関係が適切に実行される限りに、代替的な境界が定義され得る。

10

【0055】

複数の具体的な実施形態についての前述の説明は、本発明の一般的性質を十分に明らかにしているであろうから、当業者の技能の範囲内の知識を適用することによって、過度の実験無しに、本発明の一般的概念から逸脱すること無く、他人はそのような具体的な実施形態を容易に修正し、及び/又は様々な応用形態に適応させ得る。したがって、そのような適応及び修正は、本明細書に表された教示及び指導に基づいて、開示された実施形態の均等物の趣旨内及び範囲内であるよう意図されている。本明細書の語句又は用語は、説明を目的とするものであって制限するものではなく、これによって本明細書の語句又は用語は、教示及び指導を考慮して当業者により解釈されるべきであると理解されるべきである。

20

【0056】

本実施形態の広さ及び範囲は、上述の例のいずれによっても限定されるべきではないが、以下の請求項及びそれらと均等物に従ってのみ、定義されるべきである。

【図1】

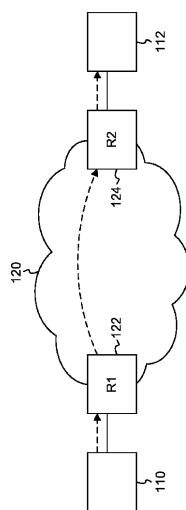
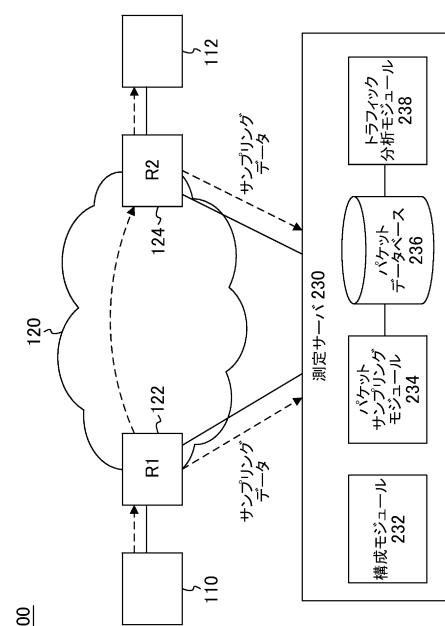


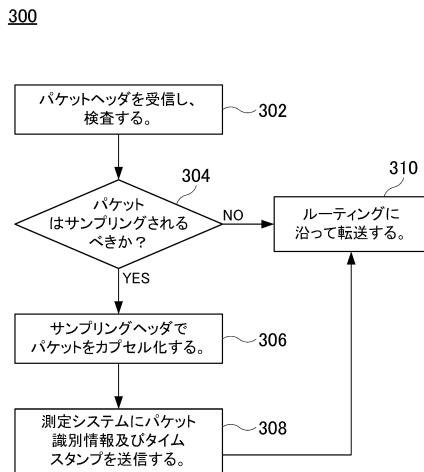
FIG. 1



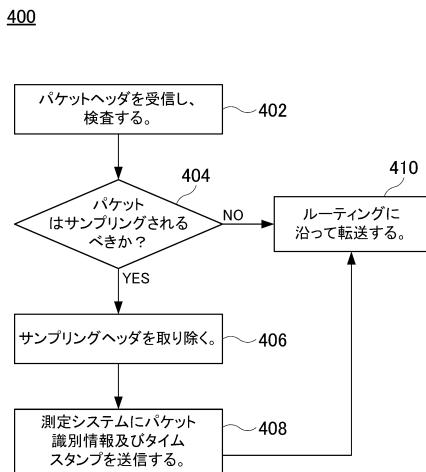
200

100

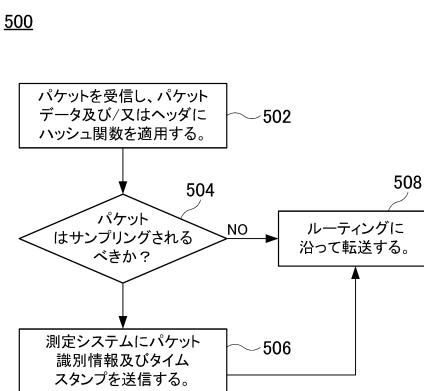
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 セラ、ジェイムス、マイケル

アメリカ合衆国、コロラド州 80021、ブルームフィールド、エルドラド ブールバード 1
025 レベル スリー コミュニケーションズ、エルエルシー内

審査官 中川 幸洋

(56)参考文献 特開2008-182433(JP,A)

特開2011-004333(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/70

H04L 12/741