

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7392825号
(P7392825)

(45)発行日 令和5年12月6日(2023.12.6)

(24)登録日 令和5年11月28日(2023.11.28)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 L 43/02 (2022.01)	H 0 4 L 43/02
H 0 4 L 47/22 (2022.01)	H 0 4 L 47/22
H 0 4 L 47/215 (2022.01)	H 0 4 L 47/215
H 0 4 L 43/0888(2022.01)	H 0 4 L 43/0888

請求項の数 8 (全30頁)

(21)出願番号	特願2022-504898(P2022-504898)	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(86)(22)出願日	令和2年3月5日(2020.3.5)	(74)代理人	100119677 弁理士 岡田 賢治
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/009529	(74)代理人	100160495 弁理士 畑 雅明
(87)国際公開番号	WO2021/176670	(74)代理人	100115794 弁理士 今下 勝博
(87)国際公開日	令和3年9月10日(2021.9.10)	(72)発明者	福井 達也 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
審査請求日	令和4年8月17日(2022.8.17)	(72)発明者	南 勝也 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ネットワーク管理システム、エッジ装置、ネットワーク管理装置、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ネットワークに接続する複数のエッジ装置、及び前記エッジ装置と接続するネットワーク管理装置を備えるネットワーク管理システムであって、

前記エッジ装置は、

ユーザ装置から入力されたパケットをトークンパケットアルゴリズムで前記ネットワークへ転送するシェーピング機能と、

前記シェーピング機能にトークンを供給するトークン供給量制御機能と、

前記トークン供給量制御機能が前記シェーピング機能に供給したトークン量を格納しておき、設定された通知周期毎に時刻と前記トークン量の合計から計算した瞬時スループット値が含まれるデータを前記ネットワーク管理装置に通知する通知機能と、

10

を有し、

前記ネットワーク管理装置は、

前記エッジ装置それぞれから前記データを取得する取得機能と、

前記時刻が同じである全ての前記データの前記瞬時スループット値を合算して前記ネットワーク内の前記時刻における瞬間トラフィック量とする管理機能と、

を有することを特徴とするネットワーク管理システム。

【請求項2】

前記トークン供給量制御機能は、

所定の制御期間毎に、前記入力されたパケットの量、前記入力されたパケットの転送先

20

までの前記ネットワークの遅延時間、及び前記入力されたパケットの通信フローが保証する通信遅延時間に基づいてトークン供給関数の更新を行い、前記シェーピング機能に供給されるトークンの量を前記トークン供給関数に従って変化させる遅延保証シェーピング制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載のネットワーク管理システム。

【請求項 3】

前記ネットワーク管理装置は、

それぞれの前記エッジ装置と前記ネットワークとの間の経路遅延を記憶する経路遅延データベースをさらに有し、

前記管理機能は、前記エッジ装置から取得した前記データの前記時刻のそれぞれに前記エッジ装置の経路遅延を加算して前記時刻とすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のネットワーク管理システム。

10

【請求項 4】

前記エッジ装置は、複数の前記シェーピング機能を有しており、

前記ネットワーク管理装置は、

2つの前記エッジ装置を結ぶ区間の区間遅延を記憶するトポロジデータベースと、

前記エッジ装置に接続された端末間の経路がフローとして登録されるルーティング情報データベースと、

前記フローと前記エッジ装置とトラヒック制御情報との関係が記憶されるトラヒック制御情報データベースと、

をさらに有し、

20

前記管理機能は、

前記データに含まれており、前記瞬時スループット値が前記シェーピング機能のうちのいずれを用いた値なのかの前記トラヒック制御情報を前記トラヒック制御情報データベースに照合し、前記フローを識別すること、

識別された前記フローを前記ルーティング情報データベースに照合して前記経路を取得すること、

取得された前記経路を前記区間を組み合わせることで表現すること、

前記データを組み合わせる前記区間の数だけ複製すること、

複製した前記データにそれぞれの前記区間を割り当てること、及び

前記トポロジデータベースが記憶する前記区間の前記区間遅延を参照し、複製した前記データに割り当てた前記区間にパケットが到達する到達時刻を、当該区間まで前記パケットが経由する前記区間の前記区間遅延を合計して算出すること

30

を行う区間データ変換部と、

前記区間毎に前記到達時刻が同じである前記データのスループット値を合算して区間別トラヒック量とする区間別トラヒック量推定部と、

を有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のネットワーク管理システム。

【請求項 5】

ネットワークに接続するエッジ装置であって、

ユーザ装置から入力されたパケットをトークンバケットアルゴリズムで前記ネットワークへ転送するシェーピング機能と、

40

前記シェーピング機能にトークンを供給するトークン供給量制御機能と、

前記トークン供給量制御機能が前記シェーピング機能に供給したトークン量を格納しておき、設定された通知周期毎に時刻と前記トークン量の合計から計算した瞬時スループット値が含まれるデータをネットワーク管理装置に通知する通知機能と、

を備えるエッジ装置。

【請求項 6】

ネットワークに配置された複数のエッジ装置と接続するネットワーク管理装置であって、それぞれ、ユーザ装置から入力されたパケットをトークンバケットアルゴリズムで前記ネットワークへ転送する、複数のシェーピング機能と、

前記シェーピング機能にトークンを供給するトークン供給量制御機能と、

50

前記トークン供給量制御機能が前記シェーピング機能に供給したトークン量を格納しておくメモリと、
 を有する前記エッジ装置それぞれから所定の通知周期毎に時刻と前記トークン量の合計から計算した瞬時スループット値が含まれるデータを取得する取得機能と、
2つの前記エッジ装置を結ぶ区間の区間遅延を記憶するトポロジデータベースと、
前記エッジ装置に接続された端末間の経路がフローとして登録されるルーティング情報データベースと、
前記フローと前記エッジ装置とトラヒック制御情報との関係が記憶されるトラヒック制御情報データベースと、

前記時刻が同じである全ての前記データの前記瞬時スループット値を合算して前記ネットワーク内の前記時刻における瞬間トラヒック量とする管理機能と、
 を有し、
 前記管理機能は、
前記データに含まれており、前記瞬時スループット値が前記シェーピング機能のうちのいずれを用いた値なのかの前記トラヒック制御情報を前記トラヒック制御情報データベースに照合し、前記フローを識別すること、
識別された前記フローを前記ルーティング情報データベースに照合して前記経路を取得すること、
取得された前記経路を前記区間を組み合わせることで表現すること、
前記データを組み合わせる前記区間の数だけ複製すること、
複製した前記データにそれぞれの前記区間を割り当てること、及び
前記トポロジデータベースが記憶する前記区間の前記区間遅延を参照し、複製した前記データに割り当てた前記区間にパケットが到達する到達時刻を、当該区間まで前記パケットが経由する前記区間の前記区間遅延を合計して算出すること
を行う区間データ変換部と、
前記区間毎に前記到達時刻が同じである前記データのスループット値を合算して区間別トラヒック量とする区間別トラヒック量推定部と、
 を有する
 ことを特徴とするネットワーク管理装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載のエッジ装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【請求項 8】

請求項 6 に記載のネットワーク管理装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ネットワーク内の瞬間的なトラヒック量を把握するネットワーク管理システム、エッジ装置、ネットワーク管理装置、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

ネットワークの瞬間的な輻輳を回避するために、エッジ装置にはネットワークへのパケット出力を調整する遅延保証シェーピング機能が備えられている（例えば、特許文献 1、2 を参照）。特許文献 1、2 の遅延保証シェーピング機能は、2 拠点間のパケット転送を行う際に、最短通信遅延を保証したい通信遅延に基づきシェーピング帯域を変化させている。この遅延保証シェーピング機能により、ネットワーク負荷を抑えながら通信遅延の保証をユーザに提供することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

20

30

40

50

【文献】特開2018-148453号公報

【文献】特開2019-118072号公報

【文献】特開2009-206698号公報

【非特許文献】

【0004】

【文献】Cisco Router - show interfaces <https://www.infraexpert.com/study/ciscorouter4.html> (2020年2月16日検索)

【文献】<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog41/application/files/5715/1685/7529/janog41-telemetry-02.pdf> (2020年2月16日検索)

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

遅延保証サービスを行うためには、ネットワーク内での瞬間輻輳による遅延揺らぎの発生を抑止しなければならないため、瞬間的なトラフィック変動を常に把握しておかなければならない。ネットワーク内のトラフィックを把握するために次のような手法が存在するが、いずれも課題を有している。

【0006】

(手法1)

20

非特許文献1は、一般的なネットワーク(NW)装置にはポートから送受信されるトラフィック量を5分おきなどの長い時間間隔で取得できる仕組みが具備されていることを開示する。本手法は、これを用いてトラフィック変動を把握する。しかしながら、非特許文献1の手法は、あくまでも平均流量を検出しているため、図1のように瞬間的なトラフィック量の変動を確認することは困難である。

【0007】

(手法2)

特許文献3は、図2のように、非特許文献1で取得した平均トラフィック量、及び各回線の帯域上限値をもとに最大短期変動トラフィック量を推定する方式を開示する。遅延保証サービスを提供するためには、特許文献1にあるように各回線に対してある程度のバースト転送(例えば、1Gbpsや10Gbpsといった非常に大きな値)を許容する必要がある。本方式では各回線の帯域上限値を用いており、その帯域上限値を1Gbpsや10Gbpsといった非常に大きな値に設定するため、最大短期変動トラフィック量を必要以上に大きく見積もることになる。このため、本方式も、瞬間的なトラフィック量の変動を確認することが困難である。

30

【0008】

(方式3)

非特許文献2は、NW装置でより短い時間粒度でトラフィック量を計測するテレメトリという仕組みを開示する。しかし、その時間粒度は1秒程度であり、ミリ秒オーダでのトラフィック量の変動を検知することは困難である。また、テレメトリ対応の装置をNW全体に展開する必要があり、既存のNWに導入することも困難である。

40

【0009】

本発明は、上記課題を解決するために、既存のネットワークに導入し、ネットワーク内の瞬間的なトラフィック変動を把握することができるネットワーク管理システム、エッジ装置、ネットワーク管理装置、及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明に係るネットワーク管理システムは、ネットワークの各エッジ装置から瞬時スループット値を取得し、同一ネットワークIDかつ同一時刻のスループット値を合算してネットワークトラフィック量とするネットワーク管理装置を導入

50

することとした。

【0011】

具体的には、本発明に係るネットワーク管理システムは、ネットワークに接続する複数のエッジ装置、及び前記エッジ装置と接続するネットワーク管理装置を備えるネットワーク管理システムであって、

前記エッジ装置は、

ユーザ装置から入力されたパケットをトークンバケットアルゴリズムで前記ネットワークへ転送するシェーピング機能と、

前記シェーピング機能にトークンを供給するトークン供給量制御機能と、

前記トークン供給量制御機能が前記シェーピング機能に供給したトークン量を格納しておき、設定された通知周期毎に時刻と前記トークン量の合計から計算した瞬時スループット値が含まれるデータを前記ネットワーク管理装置に通知する通知機能と、

を有し、

前記ネットワーク管理装置は、

前記エッジ装置それぞれから前記データを取得する取得機能と、

前記時刻が同じである全ての前記データの前記瞬間スループット値を合算して前記ネットワーク内の前記時刻における瞬間トラフィック量とする管理機能と、を有することを特徴とする。

なお、前記トークン供給量制御機能は、

所定の制御期間毎に、前記入力されたパケットの量、前記入力されたパケットの転送先までの前記通信ネットワークの遅延時間、及び前記入力されたパケットの通信フローが保証する通信遅延時間に基づいてトークン供給関数の更新を行い、前記シェーピング機能に供給されるトークンの量を前記トークン供給関数に従って変化させる遅延保証シェーピング制御を行うことを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係るエッジ装置は、ネットワークに接続する複数のエッジ装置であって、ユーザ装置から入力されたパケットをトークンバケットアルゴリズムで前記ネットワークへ転送するシェーピング機能と、

所定の制御期間毎に、前記入力されたパケットの量、前記入力されたパケットの転送先までの前記通信ネットワークの遅延時間、及び前記入力されたパケットの通信フローが保証する通信遅延時間に基づいてトークン供給関数の更新を行い、前記シェーピング機能に供給されるトークンの量を前記トークン供給関数に従って変化させるトークン供給量制御機能と、

設定された通知周期毎に時刻と瞬時スループット値が含まれるデータをネットワーク管理装置に通知する通知機能と、を備える。

【0013】

さらに、本発明に係るネットワーク管理装置は、ネットワークに配置された複数のエッジ装置と接続するネットワーク管理装置であって、

ユーザ装置から入力されたパケットをトークンバケットアルゴリズムで前記ネットワークへ転送するシェーピング機能と、

所定の制御期間毎に、前記入力されたパケットの量、前記入力されたパケットの転送先までの前記通信ネットワークの遅延時間、及び前記入力されたパケットの通信フローが保証する通信遅延時間に基づいてトークン供給関数の更新を行い、前記シェーピング機能に供給されるトークンの量を前記トークン供給関数に従って変化させるトークン供給量制御機能と、

を有する前記エッジ装置それぞれから所定の通知周期毎に時刻と瞬時スループット値が含まれるデータを取得する取得機能と、

前記時刻が同じである全ての前記データの前記瞬間スループット値を合算して前記ネットワーク内の前記時刻における瞬間トラフィック量とする管理機能と、

10

20

30

40

50

を有することを特徴とする。

【0014】

本発明の手法は、各エッジ装置が有するシェーピング機能を利用する。このシェーピング機能はミリ秒オーダーでパケット送信を制御している。本発明のネットワーク管理装置は、各エッジ装置から報告される制御期間毎のパケット送信量を合算し、これをネットワーク内の瞬間的なトラヒック量と推定する。本手法は、既存のネットワークに1つのネットワーク管理装置を追加し、各エッジ装置からネットワーク管理装置へパケット送信量を報告させるだけある。

【0015】

従って、本発明は、既存のネットワークに導入し、ネットワーク内の瞬間的なトラヒック変動を把握することができるネットワーク管理システム、エッジ装置、及びネットワーク管理装置を提供することができる。

10

【0016】

本発明に係るネットワーク管理システムの前記ネットワーク管理装置は、それぞれの前記エッジ装置と前記ネットワークとの間の経路遅延を記憶する経路遅延データベースをさらに有し、前記管理機能は、前記エッジ装置から取得した前記データの前記時刻のそれぞれに前記エッジ装置の経路遅延を加算して前記時刻とすることを特徴とする。

【0017】

本ネットワーク管理システムは、エッジ装置からネットワークまでの遅延時間を考慮することで、推定するネットワーク内の瞬間的なトラヒック量の精度が向上する。

20

【0018】

本発明に係るネットワーク管理システムの前記エッジ装置は、複数の前記シェーピング機能を有しており、

前記ネットワーク管理装置は、

2つの前記エッジ装置を結ぶ区間の区間遅延を記憶するトポロジデータベースと、

前記エッジ装置に接続された端末間の経路がフローとして登録されるルーティング情報データベースと、

前記フローと前記エッジ装置とトラヒック制御情報との関係が記憶されるトラヒック制御情報データベースと、

30

をさらに有し、

前記管理機能は、

前記データに含まれており、前記瞬時スループット値が前記シェーピング機能のうちのいずれを用いた値なのかの前記トラヒック制御情報を前記トラヒック制御情報データベースに照合し、前記フローを識別すること、

識別された前記フローを前記ルーティング情報データベースに照合して前記経路を取得すること、

取得された前記経路を前記区間を組み合わせることで表現すること、

前記データを組み合わせる前記区間の数だけ複製すること、

複製した前記データにそれぞれの前記区間を割り当てること、及び

40

前記トポロジデータベースが記憶する前記区間の前記遅延を参照し、複製した前記データに割り当てた前記区間にパケットが到達するまでの到達時間を、当該区間まで前記パケットが経路する前記区間の前記遅延を合計して算出すること

を行う区間データ変換部と、

前記区間毎に前記到達時刻が同じである前記データのスループット値を合算して区間別トラヒック量とする区間別トラヒック量推定部と、

を有することを特徴とする。

【0019】

本ネットワーク管理システムは、パケットの伝送経路の遅延も考慮することで、推定するネットワーク内の瞬間的なトラヒック量の精度が向上する。

50

【 0 0 2 0 】

本発明は、前記エッジ装置又は前記ネットワーク管理装置としてコンピュータを機能させるためのプログラムである。

【 0 0 2 1 】

本発明の装置はコンピュータとプログラムによっても実現でき、プログラムを記録媒体に記録することも、ネットワークを通して提供することも可能である。

【 0 0 2 2 】

なお、上記各発明は、可能な限り組み合わせることができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明は、既存のネットワークに導入し、ネットワーク内の瞬間的なトラフィック変動を把握することができるネットワーク管理システム、エッジ装置、ネットワーク管理装置、及びプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図 1】本発明の課題を説明する図である。

【図 2】本発明の課題を説明する図である。

【図 3】本発明に係るネットワーク管理システムを説明する図である。

【図 4】本発明に係るエッジ装置を説明する図である。

【図 5】本発明に係るエッジ装置が備えるトラフィック制御 ID 記録部を説明する図である。

【図 6】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部を説明する図である。

【図 7】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部の遅延パラメータテーブルを説明する図である。

【図 8】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部のテレメトリパラメータテーブルを説明する図である。

【図 9】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部のテレメトリ生成用メモリを説明する図である。

【図 10】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部が生成するテレメトリパケットを説明する図である。

【図 11】本発明に係るネットワーク管理装置を説明する図である。

【図 12】本発明に係るネットワーク管理装置が備えるテレメトリデータベースを説明する図である。

【図 13】本発明に係るネットワーク管理装置が備えるネットワークトラフィック量データベースを説明する図である。

【図 14】本発明に係るネットワーク管理システムを説明する図である。

【図 15】本発明に係るネットワーク管理装置を説明する図である。

【図 16】本発明に係るネットワーク管理装置が備える経路遅延データベースを説明する図である。

【図 17】本発明に係るネットワーク管理装置が備える経路遅延補正テレメトリデータベースが記憶する情報を説明する図である。

【図 18】本発明に係るネットワーク管理装置が備えるネットワークトラフィック量データベースが記憶する情報を説明する図である。

【図 19】本発明に係るネットワーク管理システムを説明する図である。

【図 20】本発明に係るネットワーク管理装置を説明する図である。

【図 21】本発明に係るネットワーク管理装置が備えるトポロジデータベースを説明する図である。

【図 22】本発明に係るネットワーク管理装置が備えるルーティング情報データベースを説明する図である。

【図 23】本発明に係るネットワーク管理装置が備えるトラフィック制御情報データベースを説明する図である。

10

20

30

40

50

【図24】本発明に係るネットワーク管理装置が備える区間データ変換部の動作を説明する図である。

【図25】本発明に係るネットワーク管理装置が備える区間データ変換後テレメトリデータベースを説明する図である。

【図26】本発明に係るネットワーク管理装置が備える区間別ネットワークトラフィック量データベースを説明する図である。

【図27】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部の動作を説明するフローチャートである。

【図28】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部の動作を説明するフローチャートである。

10

【図29】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部の動作を説明するフローチャートである。

【図30】本発明に係るエッジ装置が備える遅延保証シェーピング部の動作を説明するフローチャートである。

【図31】本発明に係るエッジ装置又はネットワーク管理装置を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

添付の図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下に説明する実施形態は本発明の実施例であり、本発明は、以下の実施形態に制限されるものではない。なお、本明細書及び図面において符号が同じ構成要素は、相互に同一のものを示すものとする。

20

【0026】

(実施形態1)

図3は、本実施形態のネットワーク管理システム301を説明する図である。ネットワーク管理システム301は、ネットワーク50に接続する複数のエッジ装置11、及びエッジ装置11と接続するネットワーク管理装置12を備える。図1では、エッジ装置11が7つ(#A~#G)であるが、エッジ装置11の数は7つに限定されない。ネットワーク50は複数の中継装置53を備える。図1では、中継装置53が4つ(#H~#K)であるが、中継装置53の数は4つに限定されない。エッジ装置11は、ユーザ装置(送信端末51又は受信端末52)と中継装置53とを接続する。

【0027】

30

ユーザ装置51は、ユーザが所有する装置であり、発生した送信したいデータを送信パケットとしてエッジ装置11に送信し、他方のユーザ装置52から送信された送信パケットをエッジ装置11から受信パケットとして受信する機能を有する。ここで、ユーザ装置(51、52)はサーバのような端末装置でもよいし、ユーザ宅内におかれるブロードバンドルータや、ONU(Optical Network Unit)のような終端装置でもよい。

【0028】

図4は、エッジ装置11を説明する図である。エッジ装置11はOLT(Optical Line Terminal)のような局内終端装置でもよいし、ユーザを収容するスイッチやルータのような通信装置でもよい。

40

【0029】

エッジ装置11は、時刻同期部21、受信部22、遅延保証シェーピング部23、管理データ送受信部24、トラフィック制御ID記録部25、及び送信部26を有する。時刻同期部21は、ネットワーク管理装置12と時刻同期を行う。受信部22は、ユーザ装置(送信端末51)からのパケットを受信する。受信部22は、ユーザ装置から送信されたパケットを受信するユーザ側受信部と、パケットがネットワーク50で優先的に転送されるように優先クラス情報を付与する優先情報付与部と、フロー情報テーブルの情報に基づきパケットを通信フロー毎にシェーピング部23に振り分けるフロー分離部と、を有している。

【0030】

50

遅延保証シェーピング部 2 3 は、付録に記載した手法でパケットの出力を制御する。送信部 2 6 は、遅延保証シェーピング部 2 3 が出力したパケットをネットワーク 5 0 内の中継装置 5 3 へ送信する。1 つのエッジ装置 1 1 は、複数の遅延保証シェーピング部 2 3 を有する。トラフィック制御 ID 記録部 2 5 は、遅延保証シェーピング部 2 3 を管理する ID を保持している。図 5 は、トラフィック制御 ID 記録部 2 5 が保持する内容を説明する図である。管理データ送受信部 2 4 は、遅延保証シェーピング部 2 3 が生成したテレメトリパケットをネットワーク管理装置 1 2 へ送信する。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、遅延保証シェーピング部 2 3 を説明する図である。遅延保証シェーピング部 2 3 は、

ユーザ装置から入力されたパケットをトークンバケットアルゴリズムで前記ネットワークへ転送するシェーピング機能 2 3 a と、

シェーピング機能 2 3 a にトークンを供給するトークン供給量制御機能 2 3 b と、

トークン供給量制御機能 2 3 b がシェーピング機能 2 3 a に供給したトークン量を格納しておき、設定された通知周期毎に時刻と前記トークン量の合計から計算した瞬時スループット値が含まれるデータをネットワーク管理装置に通知する通知機能 2 3 c と、を備える。

なお、本発明は、トークン供給量制御機能 2 3 b が一般的なシェーピング / ポリシングにおけるトークン供給を行うことで実現できるが、本実施形態ではトークン供給量制御機能 2 3 b が遅延保証シェーピングを実施することで説明する。

つまり、トークン供給量制御機能 2 3 b は、所定の制御期間毎に、前記入力されたパケットの量、前記入力されたパケットの転送先までの前記通信ネットワークの遅延時間、及び前記入力されたパケットの通信フローが保証する通信遅延時間に基づいてトークン供給関数の更新を行い、シェーピング機能 2 3 a に供給されるトークンの量を前記トークン供給関数に従って変化させる。

【 0 0 3 2 】

シェーピング機能 2 3 a とトークン供給量制御機能 2 3 b については、付録で説明する。

【 0 0 3 3 】

通知機能 2 3 c は、テレメトリパケット生成部 3 1、テレメトリパラメータテーブル 3 2、及びテレメトリ生成用メモリ 3 3 を備える。図 8 は、テレメトリパラメータテーブル 3 2 を説明する図である。テレメトリパラメータテーブル 3 2 の設定値は、作業等が予めテレメトリパラメータ設定部 3 2 a から設定しておいてもよい。

【 0 0 3 4 】

まず、供給トークン量通知受信手順を説明する。

遅延保証トークン供給部 4 9 は、遅延パラメータテーブル 4 7 に記載されたトークン供給周期 T_c 毎に、シェーピング機能 2 3 a に供給したトークン量をテレメトリパケット生成部 3 1 に通知する。テレメトリパケット生成部 3 1 は、通知されたトークン量をテレメトリ生成用メモリ 3 3 に格納する。図 9 は、テレメトリ生成用メモリ 3 3 を説明する図である。

【 0 0 3 5 】

次に、テレメトリパケット生成手順を説明する。

テレメトリパケット生成部 3 1 は、テレメトリパラメータテーブル 3 2 のテレメトリパケット生成周期毎に、テレメトリ生成用メモリ 3 3 に格納してあるトークン量をすべて読み出し、以下のようにテレメトリデータを生成する。

【 0 0 3 6 】

(A) テレメトリパラメータテーブル 3 2 のテレメトリパケット生成ルールが “ 最大値 ” である場合

テレメトリパケット生成周期 (通知周期) の間に受信した供給トークン量の最大値をトークン供給周期 (制御期間) で除算することによって求められるスループット値をテレメトリデータとする。

10

20

30

40

50

例えば、テレメトリパケット生成周期（通知周期）が1 [m s]、トークン供給周期（制御期間）が0.1 [m s]なので、トークン供給は図9の通り10回である。10回のうち、最大値は番号が7～9の300 [b y t e s]である。したがって、この通知周期における瞬間スループット値は、

瞬間スループット [b p s]

$$= 300 [b y t e s] \times 8 [b i t / b y t e] \div 0.1 [m s]$$

$$= 24000000 [b p s]$$

となる。

【0037】

(B) テレメトリパラメータテーブル32のテレメトリパケット生成ルールが“平均値”である場合

10

テレメトリパケット生成周期（通知周期）の間に受信した供給トークン量の平均値をトークン供給周期（制御期間）で除算することによって求められるスループット値をテレメトリデータとする。

例えば、テレメトリパケット生成周期（通知周期）が1 [m s]、トークン供給周期（制御期間）が0.1 [m s]なので、トークン供給は図9の通り10回である。10回のトークン量の合計は1900 [b y t e s]である。したがって、この通知周期における瞬間スループット値は、

瞬間スループット [b p s]

$$= 1900 [b y t e s] \times 8 [b i t / b y t e] \div 1 [m s]$$

$$= 15200000 [b p s]$$

となる。

【0038】

テレメトリパケット生成部31は、生成したテレメトリデータ、テレメトリパケット生成ルール、自身が属するエッジ装置11が接続するネットワーク50のID、自身が属するエッジ装置11のID、自身が属する遅延保証シェーピング部23のトラヒック制御ID、及び現在の時刻を、テレメトリパラメータテーブル32に記載されているデータフォーマットでテレメトリパケットを生成する。図10は、テレメトリパケットの例を説明する図である。

【0039】

30

テレメトリパケット生成部31は、送信先をテレメトリパラメータテーブル32に記載されているテレメトリパケット送信先（ネットワーク管理装置12）とし、送信元を自身が属するエッジ装置11として、当該テレメトリパケットを管理データ送受信部24に渡す。その後、テレメトリパケット生成部31はテレメトリ生成用メモリ33に格納されているデータをすべて消去する。

管理データ送受信部24は、当該テレメトリパケットを管理用回線に送信する。

【0040】

図11は、ネットワーク管理装置12を説明する図である。ネットワーク管理装置12は、

エッジ装置11それぞれからデータ（テレメトリパケット）を取得する取得機能61と、前記時刻が同じである全ての前記データの前記瞬間スループット値を合算して前記ネットワーク内の前記時刻における瞬間トラヒック量とする管理機能62と、を有する。

40

【0041】

取得機能61は、管理データ受信部61aとテレメトリデータベース61bを有する。管理機能62は、ネットワークトラヒック量推定部62aとネットワークトラヒック量データベース62bを有する。

【0042】

まず、テレメトリパケット受信手順を説明する。管理データ受信部61aは、各エッジ装置11から受信したテレメトリパケットのペイロード部をテレメトリデータベース61

50

bに記録する。図12は、テレメトリデータベース61bが記憶する情報を説明する図である。例えば、管理データ受信部61aは、時刻が1573435772.152であるテレメトリパケットを5つ受信している。そのうち、エッジ装置11#Aから受信したパケットには、

トラヒック制御ID = “ 1 ”、テレメトリ生成ルール = “ 最大値 ”、スループット = “ 24000000 [bps] ”、

エッジ装置11#Bから受信したパケットには、

トラヒック制御ID = “ 2 ”、テレメトリ生成ルール = “ 最大値 ”、スループット = “ 10400000 [bps] ”、

エッジ装置11#Cから受信したパケットには、

トラヒック制御ID = “ 1 ”、テレメトリ生成ルール = “ 最大値 ”、スループット = “ 52000000 [bps] ”、

が記載されていたことになる。また、エッジ装置11#Dからは2つのパケットを受信しており、それぞれ

トラヒック制御ID = “ 3 ”、テレメトリ生成ルール = “ 最大値 ”、スループット = “ 80000000 [bps] ”、

トラヒック制御ID = “ 4 ”、テレメトリ生成ルール = “ 最大値 ”、スループット = “ 32000000 [bps] ”、

が記載されていたことになる。

【0043】

次に、トラヒック量推定手順を説明する。トラヒック量推定部62aは、テレメトリデータベース61bからデータを読み出し、同一のネットワークIDが有する同一時刻のスループット値を合算してネットワーク50の瞬間トラヒック量とする。そして、トラヒック量推定部62aは、計算した瞬間トラヒック量をネットワークトラヒック量データベース62bに記録する。図13は、ネットワークトラヒック量データベース62bが記憶する情報を説明する図である。例えば、時刻が1573435772.152のとき、ネットワーク50内のトータルの瞬間トラヒック量は198400000 [bit/s]と推定していることになる。

【0044】

以上のように、本実施形態のネットワーク管理システム301は、既存のネットワークにネットワーク管理装置12を導入し、既存のエッジ装置11に通知機能23cを追加するだけで、ネットワーク50内の瞬間的なトラヒック変動を把握することができる。

【0045】

(実施形態2)

図14は、本実施形態のネットワーク管理システム302を説明する図である。ネットワーク管理システム302は、図3のネットワーク管理システム301のネットワーク管理装置12の代替としてネットワーク管理装置12aを備える。本実施形態では、図3のネットワーク管理システム301と異なる部分を説明する。

【0046】

図15は、ネットワーク管理装置12aを説明する図である。ネットワーク管理装置12aは、ネットワーク管理装置12に対して、

それぞれのエッジ装置11とネットワーク50との間の経路遅延を記憶する経路遅延データベース63をさらに有し、

管理機能62は、エッジ装置11から取得した前記データの前記時刻のそれぞれに前記エッジ装置の経路遅延を加算して前記時刻とする経路遅延補正部62cをさらに有することを特徴とする。

【0047】

図16は、経路遅延データベース63を説明する図である。経路遅延データベース63は、各エッジ装置11からネットワーク50までの経路遅延を記憶する。例えば、エッジ装置11#Aから出力されたパケットは1ミリ秒(ms)かかってネットワーク50へ到

10

20

30

40

50

達する。経路遅延データベース 6 3 が記憶する経路遅延は、ネットワークの設計時や構築時に作業者が登録してもよい。

【 0 0 4 8 】

ネットワーク管理装置 1 2 a は、次のように動作する。なお、テレメトリデータベース 6 1 b は、図 1 2 で説明した情報を前述のテレメトリパケット受信手順ですでに収集しているものとする。

ここでは、経路遅延補正手順を説明する。経路遅延補正部 6 2 c は、経路遅延データベース 6 3 から各エッジ装置 1 1 の経路遅延を読み出す。さらに、経路遅延補正部 6 2 c は、テレメトリデータベース 6 1 b からデータを読み出す。そして、経路遅延補正部 6 2 c は、経路遅延データベース 6 3 から読み出した経路遅延のうち、当該データのエッジ装置の ID に該当する経路遅延を、当該データに記録されている時刻に加算し、これを到達時刻としてデータを補正する。そして、経路遅延補正部 6 2 c は、補正したデータを経路遅延補正テレメトリデータベース 6 2 d に登録する。

10

【 0 0 4 9 】

図 1 7 は、経路遅延補正テレメトリデータベース 6 2 d が記憶する情報を説明する図である。この情報と図 1 2 のテレメトリデータベース 6 1 b が記憶する情報とを比較すると、各行のデータは時刻部分が補正されていることがわかる。例えば、第 1 行のデータは、テレメトリデータベース 6 1 b が記憶する情報では時刻 1 5 7 3 4 3 5 7 7 2 . 1 5 2 であるが、経路遅延補正テレメトリデータベース 6 2 d が記憶する情報ではエッジ装置 1 1 # A からネットワーク 5 0 までの経路遅延である 1 m s が加算されて到達時刻 1 5 7 3 4 3 5 7 7 2 . 1 5 3 となっている。

20

【 0 0 5 0 】

次に、トラヒック量推定手順を説明する。本実施形態のトラヒック量推定手順は、テレメトリデータベース 6 1 b からのデータではなく、経路遅延補正テレメトリデータベース 6 2 d からのデータを使用する。すなわち、トラヒック量推定部 6 2 a は、経路遅延補正テレメトリデータベース 6 2 d からデータを読み出し、同一のネットワーク ID が有する同一到達時刻のスループット値を合算して瞬間トラヒック量とする。そして、トラヒック量推定部 6 2 a は、計算した瞬間トラヒック量をネットワークトラヒック量データベース 6 2 b に記録する。

【 0 0 5 1 】

図 1 8 は、ネットワークトラヒック量データベース 6 2 b が記憶する情報を説明する図である。例えば、時刻（到達時刻）が 1 5 7 3 4 3 5 7 7 2 . 1 5 3 のとき、ネットワーク 5 0 内のトータルの瞬間トラヒック量は 5 2 0 0 0 0 0 0 [b i t / s] と推定していることになる。

30

【 0 0 5 2 】

以上のように、本実施形態のネットワーク管理システム 3 0 2 は、エッジ装置 1 1 からネットワーク 5 0 までの経路遅延を考慮しているため、実施形態 1 のネットワーク管理システム 3 0 1 より正確にネットワーク 5 0 内の瞬間的なトラヒック変動を把握することができる。

【 0 0 5 3 】

（実施形態 3）

図 1 9 は、本実施形態のネットワーク管理システム 3 0 3 を説明する図である。ネットワーク管理システム 3 0 3 は、図 3 のネットワーク管理システム 3 0 1 のネットワーク管理装置 1 2 の代替としてネットワーク管理装置 1 2 b を備える。本実施形態では、図 3 のネットワーク管理システム 3 0 1 と異なる部分を説明する。

40

【 0 0 5 4 】

図 2 0 は、ネットワーク管理装置 1 2 b を説明する図である。ネットワーク管理装置 1 2 b は、

2 つのエッジ装置 1 1 を結ぶ区間の区間遅延を記憶するトポロジデータベース 6 4 と、エッジ装置 1 1 に接続された端末間（ユーザ装置 5 1 ~ ユーザ装置 5 2）の経路がフロ

50

ーとして登録されるルーティング情報データベース65と、

前記フローとエッジ装置11とトラヒック制御情報との関係が記憶されるトラヒック制御情報データベース66と、
をさらに有する。

【0055】

図21は、トポロジデータベース64を説明する図である。トポロジデータベース64は、ネットワーク管理システム303内の各装置間の遅延時間である区間経路遅延情報を記憶する。例えば、エッジ装置11#Aから出力されたパケットは1ミリ秒(ms)かかってネットワーク50の中継装置53#Hへ到達する。また、例えば、ネットワーク50の中継装置53#Hから出力されたパケットは5ミリ秒(ms)かかってネットワーク50の中継装置53#Jへ到達する。トポロジデータベース64が記憶する経路遅延は、ネットワークの設計時や構築時に作業者が登録してもよい。

10

【0056】

図22は、ルーティング情報データベース65を説明する図である。ルーティング情報データベース65は、ユーザ装置間でパケットが転送される経路(ルーティング情報)をフローとして記憶する。例えば、送信端末51#1から受信端末52#1への転送経路は、エッジ装置11#A、中継装置53#H、中継装置53#J、エッジ装置11#Eである。また、例えば、送信端末51#5から受信端末52#5への転送経路は、エッジ装置11#D、中継装置53#I、中継装置53#H、中継装置53#J、中継装置53#K、エッジ装置11#Gである。これらの経路(ルーティング情報)は、例えば、Segment Routing等のプロトコルでネットワーク上のコントローラが指定したルーティングとすることができる。このため、ルーティング情報データベース65が記憶する経路(ルーティング情報)は、当該コントローラのルーティング指定結果を登録してもよい。

20

【0057】

図23は、トラヒック制御情報データベース66を説明する図である。トラヒック制御情報データベース66は、ルーティング情報データベース65が記憶するフローに対し、いずれのエッジ装置11でどのようなトラヒック制御(遅延保証シェーピング)を行うかを記憶する。例えば、IDが“0000”であるフローの場合、エッジ装置11#Aがトラヒック制御IDが“#1”の遅延保証シェーピングを行う。また、IDが“0004”であるフローの場合、エッジ装置11#Dがトラヒック制御IDが“#4”の遅延保証シェーピングを行う。トラヒック制御情報データベース66が記憶する情報は、ネットワークの設計時や構築時に作業者が登録してもよい。

30

【0058】

管理機能62は、区間データ変換部62e、区間データ変換後テレメトリデータベース62f、区間別ネットワークトラヒック量推定部62g、及び区間別ネットワークトラヒック量データベース62hを備える。図20では、管理機能62が、区間データ変換部62e、区間データ変換後テレメトリデータベース62f、及び区間別ネットワークトラヒック量データベース62hのみを備えているように記載されるが、図11や図15で説明したネットワークトラヒック量推定部62a、ネットワークトラヒック量データベース62b、経路遅延補正部62c、及び経路遅延補正テレメトリデータベース62dも備えていてもよい。

40

【0059】

ネットワーク管理装置12bは、次のように動作する。なお、テレメトリデータベース61bは、図12で説明した情報を前述のテレメトリパケット受信手順ですでに収集しているものとする。

区間データ変換部62eは、

テレメトリデータベース61bが記憶する前記データに含まれており、前記瞬時スループット値が前記シェーピング機能のうちのいずれを用いた値なのかの前記トラヒック制御情報をトラヒック制御情報データベース66に照合し、前記フローを識別すること、

50

識別された前記フローをルーティング情報データベース 6 5 に照合して前記経路を取得すること、

取得された前記経路を前記区間を組み合わせることで表現すること、

前記データを組み合わせた前記区間の数だけ複製すること、

複製した前記データにそれぞれの前記区間を割り当てること、及び

トポロジデータベース 6 4 が記憶する前記区間の前記遅延を参照し、複製した前記データに割り当てた前記区間にパケットが到達するまでの到達時間を、当該区間まで前記パケットが経由する前記区間の前記遅延を合計して算出することを行う。

そして、区間別ネットワークトラフィック量推定部 6 2 g は、前記区間毎に前記到達時刻が同じである前記データのスループット値を合算して区間別トラフィック量とする。

【 0 0 6 0 】

区間データ変換部 6 2 e が行う区間データ変換手順を図 2 4 から図 2 6 を用いて詳説する。まず、ステップ 1 にて、区間データ変換部 6 2 e は、それぞれのデータベースから次の情報を取得する。

ネットワークトポロジデータベース 6 4 から区間経路遅延情報を取得、

ルーティング情報データベース 6 5 から各フローのルーティング情報を取得、

トラフィック制御情報データベース 6 6 から各フローのネットワーク ID、エッジ装置 ID 及びトラフィック制御 ID を取得

【 0 0 6 1 】

次に、区間データ変換部 6 2 e は、ステップ 2 にて、テレメトリデータベース 6 1 b から 1 行ずつデータを読み出す。

区間データ変換部 6 2 e は、ステップ 3 にて、当該データのネットワーク ID、エッジ装置 ID 及びトラフィック制御 ID と、トラフィック制御情報データベース 6 6 からの情報とを照合し、当該データのフロー ID を識別する。

区間データ変換部 6 2 e は、ステップ 4 にて、識別したフロー ID とルーティング情報データベース 6 5 の情報とを照合し、当該データのルーティング情報（経路）を取得する。

区間データ変換部 6 2 e は、ステップ 5 にて、取得したルーティング情報から経路上にあるエッジ装置や中継装置を結ぶ区間を把握する。

区間データ変換部 6 2 e は、ステップ 6 にて、区間の数だけ当該データを複製し、これを各区間に割り当てる。

区間データ変換部 6 2 e は、ステップ 7 にて、複製した各区間のデータに対し、ネットワークトポロジデータベース 6 4 から取得した区間経路遅延情報を利用し、それぞれの区間に到達するまでの区間経路遅延を合計する。区間データ変換部 6 2 e は、この合計値を各区間のデータに記録されている時刻に加算し、これを到達時刻とする。

具体的には、区間 “ # H - > # J ” は、当該区間に到達する前に区間 “ # A - > # H ” を経由するので、ネットワークトポロジデータベース 6 4 から取得した区間経路遅延の 1 m s を時刻 1 5 7 3 4 3 5 7 7 2 . 1 5 2 に加算し、到達時刻 1 5 7 3 4 3 5 7 7 2 . 1 5 3 とする。同様に、区間 “ # J - > # E ” は、当該区間に到達する前に区間 “ # A - > # H ” と区間 “ # H - > # J ” を経由するので、ネットワークトポロジデータベース 6 4 から取得した区間経路遅延の 6 m s (1 m s + 5 m s) を時刻 1 5 7 3 4 3 5 7 7 2 . 1 5 2 に加算し、到達時刻 1 5 7 3 4 3 5 7 7 2 . 1 5 8 とする。

最後に、区間データ変換部 6 2 e は、ステップ 8 にて、得られたデータを区間データ変換後テレメトリデータベース 6 2 f に登録する。図 2 5 は、区間データ変換後テレメトリデータベース 6 2 f が記憶する情報を説明する図である。

【 0 0 6 2 】

続いて、区間別トラフィック量推定手順を説明する。区間別ネットワークトラフィック量推定部 6 2 g は、区間データ変換後テレメトリデータベース 6 2 f から同一の区間情報と到達時刻を有するデータを読み出し、これらのデータのスループット値を合算して区間別ネットワークトラフィック量とする。そして、区間別ネットワークトラフィック量推定部 6 2 g

10

20

30

40

50

は、計算した区間別ネットワークトラヒック量を区間別ネットワークトラヒック量データベース62hに記録する。

【0063】

図26は、区間別ネットワークトラヒック量データベース62hが記憶する情報を説明する図である。例えば、時刻(到達時刻)が1573435772.153のとき、ネットワーク50内のエッジ装置11#Aから中継装置53#Hの区間のトータルの瞬間トラヒック量は32000000 [bit/s]と推定していることになる。また、時刻(到達時刻)が1573435772.157のとき、ネットワーク50内の中継装置53#Hから中継装置53#Jの区間のトータルの瞬間トラヒック量は18800000 [bit/s]と推定していることになる。他の区間についても同様である。

10

【0064】

以上のように、本実施形態のネットワーク管理システム303は、経路遅延とルーティング情報を考慮しているため、ネットワーク50の各区間の瞬時トラヒック量を高い精度で推定することができる。

【0065】

(実施形態4)

エッジ装置11とネットワーク管理システム(12、12a、12b)はコンピュータとプログラムによっても実現でき、プログラムを記録媒体に記録することも、ネットワークを通して提供することも可能である。

図31は、システム100のブロック図を示している。システム100は、ネットワーク135へと接続されたコンピュータ105を含む。

20

【0066】

ネットワーク135は、データ通信ネットワークである。ネットワーク135は、プライベートネットワーク又はパブリックネットワークであってよく、(a)例えば或る部屋をカバーするパーソナル・エリア・ネットワーク、(b)例えば或る建物をカバーするローカル・エリア・ネットワーク、(c)例えば或るキャンパスをカバーするキャンパス・エリア・ネットワーク、(d)例えば或る都市をカバーするメトロポリタン・エリア・ネットワーク、(e)例えば都市、地方、又は国家の境界をまたいでつながる領域をカバーするワイド・エリア・ネットワーク、又は(f)インターネット、のいずれか又はすべてを含むことができる。通信は、ネットワーク135を介して電子信号及び光信号によって行われる。

30

【0067】

コンピュータ105は、プロセッサ110、及びプロセッサ110に接続されたメモリ115を含む。コンピュータ105が、本明細書においてはスタンドアロンのデバイスとして表されているが、そのように限定されるわけではなく、むしろ分散処理システムにおいて図示されていない他のデバイスへと接続されてよい。

【0068】

プロセッサ110は、命令にตอบสนองし且つ命令を実行する論理回路で構成される電子デバイスである。

【0069】

メモリ115は、コンピュータプログラムがエンコードされた有形のコンピュータにとって読み取り可能な記憶媒体である。この点に関し、メモリ115は、プロセッサ110の動作を制御するためにプロセッサ110によって読み取り可能及び実行可能なデータ及び命令、すなわちプログラムコードを記憶する。メモリ115を、ランダムアクセスメモリ(RAM)、ハードドライブ、読み出し専用メモリ(ROM)、又はこれらの組み合わせにて実現することができる。メモリ115の構成要素の1つは、プログラムモジュール120である。

40

【0070】

プログラムモジュール120は、本明細書に記載のプロセスを実行するようにプロセッサ110を制御するための命令を含む。本明細書において、動作がコンピュータ105或

50

いは方法又はプロセス若しくはその下位プロセスによって実行されると説明されるが、それらの動作は、実際にはプロセッサ 110 によって実行される。

【0071】

用語「モジュール」は、本明細書において、スタンドアロンの構成要素又は複数の下位の構成要素からなる統合された構成のいずれかとして具現化され得る機能的動作を指して使用される。したがって、プログラムモジュール 120 は、単一のモジュールとして、或いは互いに協調して動作する複数のモジュールとして実現され得る。さらに、プログラムモジュール 120 は、本明細書において、メモリ 115 にインストールされ、したがってソフトウェアにて実現されるものとして説明されるが、ハードウェア（例えば、電子回路）、ファームウェア、ソフトウェア、又はこれらの組み合わせのいずれかにて実現することが可能である。

10

【0072】

プログラムモジュール 120 は、すでにメモリ 115 へとロードされているものとして示されているが、メモリ 115 へと後にロードされるように記憶装置 140 上に位置するように構成されてもよい。記憶装置 140 は、プログラムモジュール 120 を記憶する有形のコンピュータにとって読み取り可能な記憶媒体である。記憶装置 140 の例として、コンパクトディスク、磁気テープ、読み出し専用メモリ、光記憶媒体、ハードドライブ又は複数の並列なハードドライブで構成されるメモリユニット、並びにユニバーサル・シリアル・バス（USB）フラッシュドライブが挙げられる。あるいは、記憶装置 140 は、ランダムアクセスメモリ、或いは図示されていない遠隔のストレージシステムに位置し、且つネットワーク 135 を介してコンピュータ 105 へと接続される他の種類の電子記憶デバイスであってよい。

20

【0073】

システム 100 は、本明細書においてまとめてデータソース 150 と称され、且つネットワーク 135 へと通信可能に接続されるデータソース 150 A 及びデータソース 150 B を更に含む。実際には、データソース 150 は、任意の数のデータソース、すなわち 1 つ以上のデータソースを含むことができる。データソース 150 は、体系化されていないデータを含み、ソーシャルメディアを含むことができる。

【0074】

システム 100 は、ユーザ 101 によって操作され、且つネットワーク 135 を介してコンピュータ 105 へと接続されるユーザデバイス 130 を更に含む。ユーザデバイス 130 として、ユーザ 101 が情報及びコマンドの選択をプロセッサ 110 へと伝えることを可能にするためのキーボード又は音声認識サブシステムなどの入力デバイスが挙げられる。ユーザデバイス 130 は、表示装置又はプリンタ或いは音声合成装置などの出力デバイスを更に含む。マウス、トラックボール、又はタッチ感応式画面などのカーソル制御部が、さらなる情報及びコマンドの選択をプロセッサ 110 へと伝えるために表示装置上でカーソルを操作することをユーザ 101 にとって可能にする。

30

【0075】

プロセッサ 110 は、プログラムモジュール 120 の実行の結果 122 をユーザデバイス 130 へと出力する。あるいは、プロセッサ 110 は、出力を例えばデータベース又はメモリなどの記憶装置 125 へともたすことができ、或いはネットワーク 135 を介して図示されていない遠隔のデバイスへともたすことができる。

40

【0076】

例えば、実施形態 1 から 3 で説明した動作を行うプログラムをプログラムモジュール 120 としてもよい。システム 100 をエッジ装置 11 又はネットワーク管理システム（12、12a、12b）として動作させることができる。

【0077】

用語「・・・を備える」又は「・・・を備えている」は、そこで述べられている特徴、完全体、工程、又は構成要素が存在することを指定しているが、1 つ以上の他の特徴、完全体、工程、又は構成要素、或いはそれらのグループの存在を排除してはいないと、解釈

50

されるべきである。用語「a」及び「an」は、不定冠詞であり、したがって、それを複数有する実施形態を排除するものではない。

【0078】

(他の実施形態)

なお、この発明は上記実施形態に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施可能である。要するにこの発明は、上位実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。

【0079】

(付録)

図6を用いて、遅延保証シェーピング部23の動作を説明する。図中の実線矢印はパケット転送の流れ、一点鎖線矢印は制御情報の流れ、破線矢印は管理情報の流れを示している。遅延保証シェーピング部23は、一般的な通信装置に具備されているシェーピング機能23a、トークン供給機能、メータリング機能、及びトークン供給量制御機能23bを備える。トークン供給機能、及びメータリング機能は、トークン供給量制御機能23bに含まれる。そして、トークン供給量制御機能に動的制御性を持たせ、トークン供給機能にトークン供給量制御機能の制御に従ってトークンを供給させている。

【0080】

シェーピング機能23aは、受信部22が受信したパケットをキュー41に一時保管し、遅延保証トークンバケツ42に入力されたトークン量に基づき、送信判定機能部43が当該パケットを送信部26へ出力する。つまり、シェーピング機能23aは、トークンバケツアルゴリズムでネットワーク50へパケットを出力する。

【0081】

トークン供給量制御機能23bは、

シェーピング部23に振り分けられたパケットをバイト量としてカウントしてトークン供給関数計算部48に通知するメータリング部44と、

トークン供給部49がシェーピング部23aに供給するトークン量を示すトークン供給量関数 $T_s(t)$ を更新してトークン供給部49に設定するトークン供給関数計算部48と、

設定された $T_s(t)$ に従いシェーピング部23aにトークン供給を行うトークン供給部49と、

フロー毎の通信情報(パケット転送先の装置、優先度、保証する通信遅延時間 D_d)、トークン供給関数計算部48とトークン供給部49の動作設定情報(トークン供給周期 T_c 、トークン供給関数更新周期 T_u 、トークン供給関数反映周期 T_r)、及びネットワーク50の遅延情報(ネットワーク遅延 D_r)が記載された遅延パラメータテーブル47と、を備える。

【0082】

図7は、遅延パラメータテーブル47を説明する図である。遅延パラメータテーブル47の設定値は、作業等が予め遅延パラメータ設定部47aから設定しておいてもよい。

フロー毎の通信情報は、例えば、通信フローの通番を示す通信フロー番号と、通信フローを識別するためのパケット情報(パケット識別子)を示す通信フロー識別子と、当該通信フローがどのユーザ収容装置に転送されるのかを示す転送先収容装置と、当該フローのNW内優先度と、通信フロー毎の要求遅延時間(通信フローが保証する通信遅延時間 D_d)と、が含まれる。

動作設定情報は、例えば、トークン供給周期 T_c とトークン供給関数更新周期 T_u とトークン供給関数反映周期 T_r とが含まれる。

遅延情報は、例えば、区間種類を示す区間種別と、具体的な区間箇所を示す区間名と、区間名に示す箇所において通信経路長や装置のスイッチング処理、パケット合流等で発生する最短通信遅延を意味する区間遅延情報と、が含まれ、これらからネットワーク遅延 D_r が計算される。

【0083】

10

20

30

40

50

トークン供給量制御機能 2 3 b は、シェーピング機能 2 3 a に供給するトークンの量をトークン供給関数 $T_s(t)$ に従って動的に変化させる。

具体的には、トークン供給量制御機能 2 3 b は、

所定の制御期間毎に、メータリング部 4 4 が測定したパケットの量、パケットの転送先までのネットワーク 5 0 の遅延時間 D_r 、及びパケットの通信フローが保証する通信遅延時間 D_d に基づきトークンの量と供給期間を計算し、トークン供給関数 $T_s(t)$ の更新を行う。

【 0 0 8 4 】

つまり、トークン供給関数計算部 4 8 が、予め与えられた通信経路の遅延情報に基づき前記パケットの転送先までの最短通信遅延を計算し、前記パケットのデータ量のメータリング結果と前記最短通信遅延と保証したい通信遅延時間に基づき、トークンパケットアルゴリズムで実装されたシェーピング部 2 3 a に供給されるトークン量を制御するためのトークン供給関数 $T_s(t)$ を生成する。そして、トークン供給部 4 9 が当該トークン供給関数 $T_s(t)$ に従いシェーピング部 2 3 a にトークンを供給する。

10

【 0 0 8 5 】

図 2 7 は、遅延保証シェーピング部 2 3 における設定処理フロー (S 1 0 0) を示したものである。予めユーザから受領したフロー情報を遅延パラメータテーブル 4 7 に登録する (ステップ S 1 0 1)。予め装置の計算能力や搭載チップ性能などから設計したトークン供給周期 T_c とトークン供給関数更新周期 T_u とトークン供給関数反映周期 T_r を遅延パラメータテーブル 4 7 に登録する (ステップ S 1 0 2)。予め測定または仕様や物理的距離から設計したネットワーク 5 0 内の区間別の遅延情報を遅延パラメータテーブル 4 7 に登録する (ステップ S 1 0 3)。本設定処理フローは、遅延保証シェーピング部 2 3 に対して、コンソール接続などを行って直接入力してもよいし、ネットワーク 5 0 を介してオペレーションシステムやコントローラ等から遠隔設定しても構わない。

20

【 0 0 8 6 】

図 2 8 は、受信部 2 2 と遅延保証シェーピング部 2 3 における静的動作設定処理フロー (S 1 1 0) を示したものである。例えば、図示しないフロー情報テーブルの情報に基づき、パケットへの優先情報の付与動作を設定する (ステップ S 1 1 1)。S 1 1 1 の具体的な動作としては、通信フロー識別子に記載されている識別子を有するパケットに対して、パケットの CoS (Class of Service) 領域や ToS (Type of Service) 領域の値を設定することを一例として想定している。例えば、図示しないフロー情報テーブルの情報に基づき、受信部 2 3 におけるフロー分離動作を設定する (ステップ S 1 1 2)。S 1 1 2 の具体的な動作としては、通信フロー識別子に記載されている識別子を有するパケットをどのシェーピング部 2 3 に振り分けるかを設定することを想定している。遅延パラメータテーブル 4 7 の情報に基づき、トークン供給関数計算部 4 8 におけるトークン供給関数更新周期を設定する (ステップ S 1 1 3)。遅延パラメータテーブル 4 7 の情報に基づき、トークン供給部 4 9 におけるトークン供給周期を設定する (ステップ S 1 1 4)。

30

【 0 0 8 7 】

図 2 9 は、遅延保証シェーピング部 2 3 のトークン供給関数計算部 4 8 が実行する通信フロー毎トークン供給関数 $T_s(t)$ 更新処理フロー (S 1 2 0) を示したものである。トークン供給関数計算部 4 8 は、

40

1 の制御期間におけるパケットの量で計算したトークンの 1 の供給期間と、1 の制御期間の後の制御期間におけるパケットの量で計算したトークンの後の供給期間とが重複する場合、前記 1 の供給期間と前記後の供給期間が重複する期間において、前記 1 の制御期間におけるパケットの量で計算したトークンの量に前記後の制御期間におけるパケットの量で計算したトークンの量を加算し、トークン供給関数を更新する。

【 0 0 8 8 】

本更新処理は、遅延パラメータテーブル 4 7 に設定されているトークン供給関数更新周期 (制御期間) 毎に実行する。今回処理実行時刻を t_now 、現在のトークン供給関数

50

を $now_Ts(t)$ 、前回処理実行時から今回処理実行時までメータリング部 44 から通知されたバイト量の合計を B_m 、遅延パラメータテーブル 47 に記載されているトークン供給周期を T_c 、トークン供給関数更新周期を T_u 、トークン供給関数反映周期を T_r 、対象通信フローの要求遅延時間を D_d 、対象通信フローの通信経路の遅延時間を D_r とする (ステップ S121)。

【0089】

要求遅延を満足しながら追加できる遅延時間である D_a を次の式で計算する (ステップ S122)。

$$D_a = D_d - D_r - T_u - T_r$$

【0090】

今回の処理実行で追加するトークン供給関数 $add_Ts(t)$ を次の式で計算する (ステップ S123)。

(1) t が $t_now + T_r < t < t_now + T_r + D_a$ の場合

$$add_Ts(t) = (B_m / D_a) \times T_c$$

(2) 上記以外の t の場合

$$add_Ts(t) = 0$$

【0091】

$add_Ts(t)$ が小数となっている場合には、 $add_Ts(t)$ の合計値が B_m と等しくなるように切り上げ又は切り捨てなどの正規化を行う (ステップ S124)。今回の処理実行で $Ts(t)$ として更新するトークン供給関数 $new_Ts(t)$ を次の式で計算する (ステップ S125)。

$$new_Ts(t) = now_Ts(t) + add_Ts(t)$$

【0092】

$new_Ts(t)$ を $t = t_now + T_r$ 以降の新たな $Ts(t)$ としてトークン供給部 49 に設定する (ステップ S126)。

【0093】

図 30 は、トークン供給部 49 が実行する通信フロー毎トークン供給処理フロー (S130) を示したものである。本更新処理は、遅延パラメータテーブル 47 に設定されているトークン供給周期毎に実行する。処理実行時刻を t_now とする (ステップ S131)。 $t = t_now$ における $Ts(t)$ の値の量のトークンを当該通信フローのシェーピング部 23a に供給する (ステップ S132)。

【符号の説明】

【0094】

11: エッジ装置

12、12a、12b: ネットワーク管理装置

21: 時刻同期部

22: 受信部

23: 遅延保証シェーピング部

23a: シェーピング機能

23b: トークン供給量制御機能

24: 管理データ送受信部

25: トラヒック成語 ID 記録部

26: 送信部

31: テレメトリパケット生成部

32: テレメトリパラメータテーブル

32a: テレメトリパラメータ設定部

33: テレメトリ生成用メモリ

41: キュー

42: 遅延保証トークンパケッ

43: 送信判定機能部

10

20

30

40

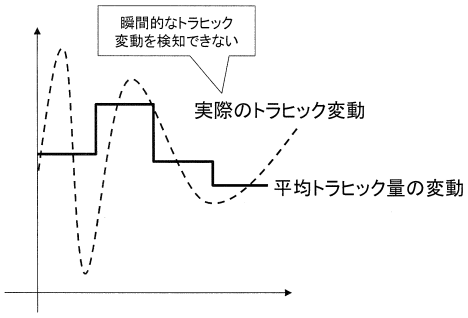
50

4 4	: メータリング部	
4 7	: 遅延パラメータテーブル	
4 7 a	: 遅延パラメータ設定部	
4 8	: 遅延保証トークン供給関数計算部	
4 9	: 遅延保証トークン供給部	
5 0	: ネットワーク	
5 1	: 送信端末 (ユーザ装置)	
5 2	: 受信端末 (ユーザ装置)	
5 3	: 中継装置	
6 1	: 取得機能	10
6 1 a	: 管理データ受信部	
6 1 b	: テレメトリデータベース	
6 2	: 管理機能	
6 2 a	: トラヒック量推定部	
6 2 b	: ネットワークトラヒック量データベース	
6 2 c	: 経路遅延補正部	
6 2 d	: 経路遅延補正テレメトリデータベース	
6 2 e	: 区間データ変換部	
6 2 f	: 区間データ変換後テレメトリデータベース	
6 2 g	: 区間別ネットワークトラヒック量推定部	
6 2 h	: 区間別ネットワークトラヒック量データベース	20
6 3	: 経路遅延データベース	
6 4	: ネットワークトポロジデータベース	
6 5	: ルーティング情報データベース	
6 6	: トラヒック制御情報データベース	
1 0 0	: システム	
1 0 1	: ユーザ	
1 0 5	: コンピュータ	
1 1 0	: プロセッサ	
1 1 5	: メモリ	
1 2 0	: プログラムモジュール	30
1 2 2	: 結果	
1 2 5	: 記憶装置	
1 3 0	: ユーザデバイス	
1 3 5	: ネットワーク	
1 4 0	: 記憶装置	
1 5 0	: データソース	
3 0 1 ~ 3 0 3	: ネットワーク管理システム	

【 図面 】

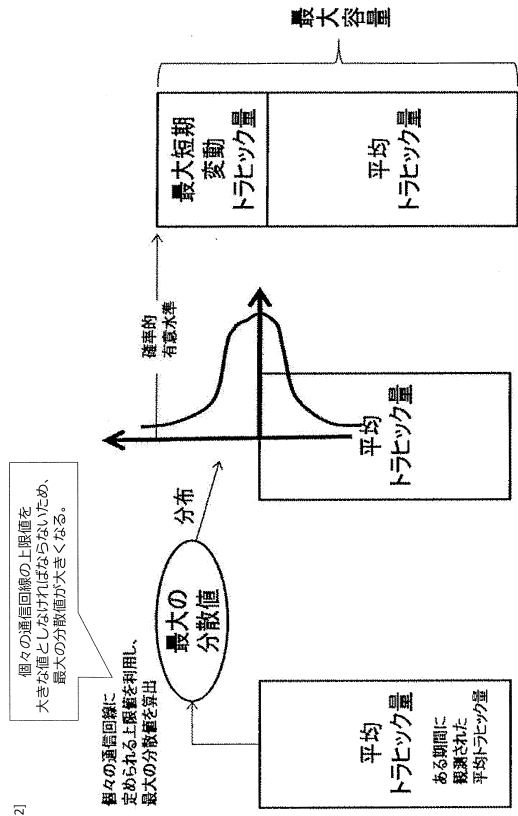
【 図 1 】

[1]



【 図 2 】

[2]



10

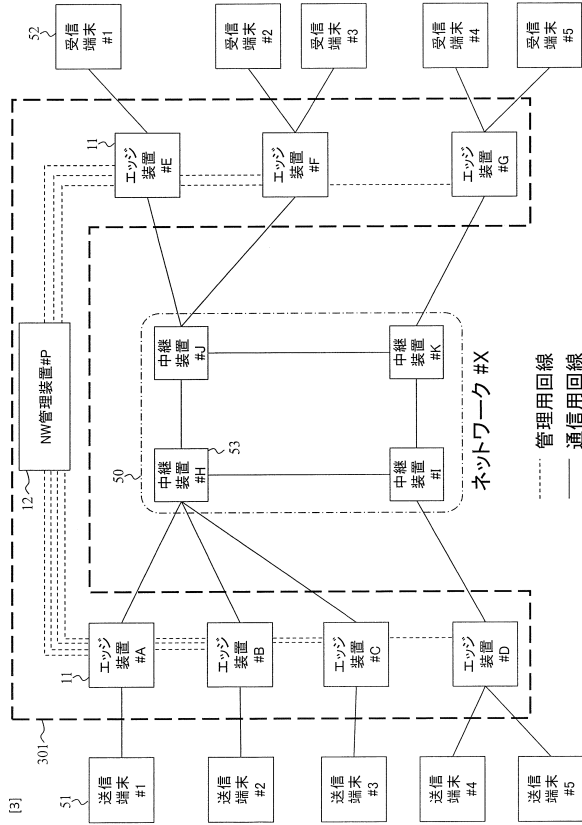
20

30

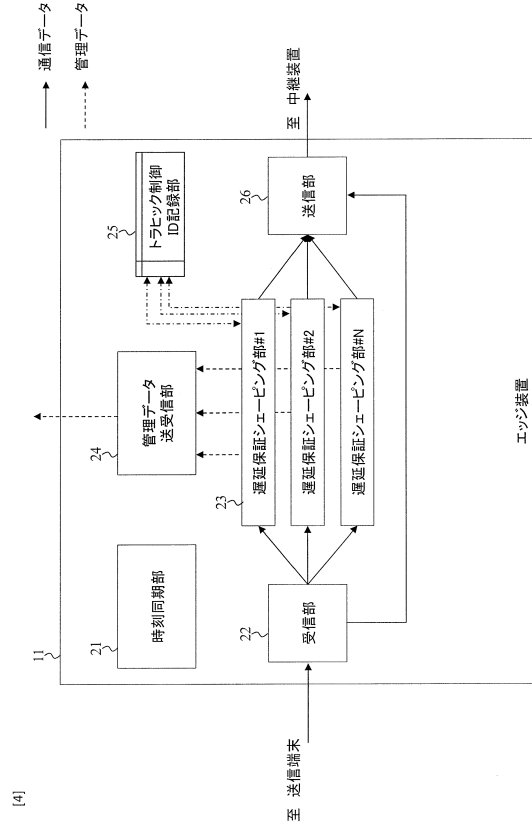
40

50

【図 3】



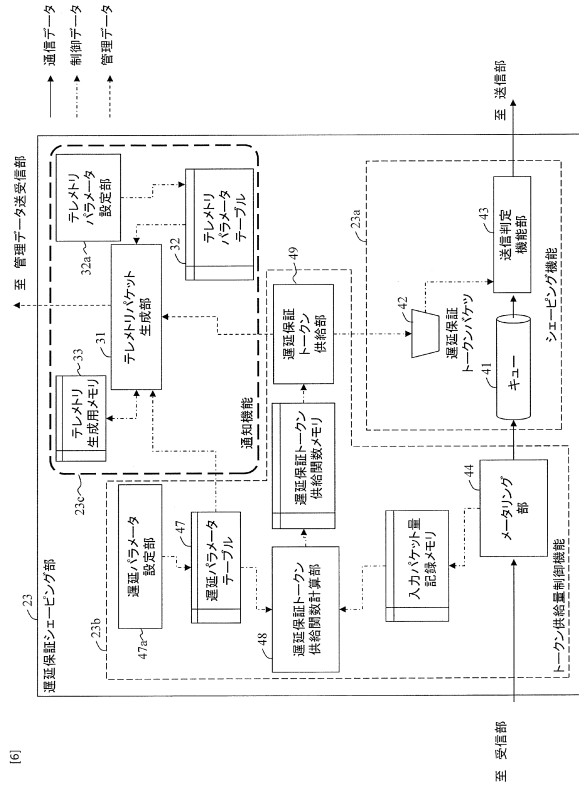
【図 4】



【図 5】

トラヒック制御	トラヒック制御ID
遅延保証シエーピング#1	#1
遅延保証シエーピング#2	#2
...	...
遅延保証シエーピング#N	#N

【図 6】



10

20

30

40

50

【図 7】

[7]

遅延パラメータテーブル

項目	値
最大遅延Dd[ms]	15
ネットワーク遅延Dr[ms]	5
トークン供給周期Tc[ms]	0.1
トークン供給関数更新周期Tu[ms]	0.5
トークン供給関数反映周期Tr[ms]	0.5

【図 8】

[8]

テレメトリパラメータテーブル

項目	値
テレメトリパケット生成周期	1[ms]
テレメトリパケット生成ルール	最大値
テレメトリパケット送信先	ネットワーク管理装置のIPアドレス
プロトコル	TCP
データフォーマット	JSON

10

【図 9】

[9]

テレメトリ生成用メモリ

番号	値[bytes]
0	100
1	100
2	100
3	100
4	200
5	200
6	200
7	300
8	300
9	300

【図 10】

送信先	NW管理装置#PのIPアドレス
送信元	エッジ装置#AのIPアドレス
ペイロード	TCPヘッダ <pre>{ "時刻":1573435772.152, "NW ID":"X", "エッジ装置ID":"A", "トラヒック制御ID":"#1", "テレメトリパケット生成ルール":"最大値", "テレメトリデータ":{ "0":24000000 } }</pre>

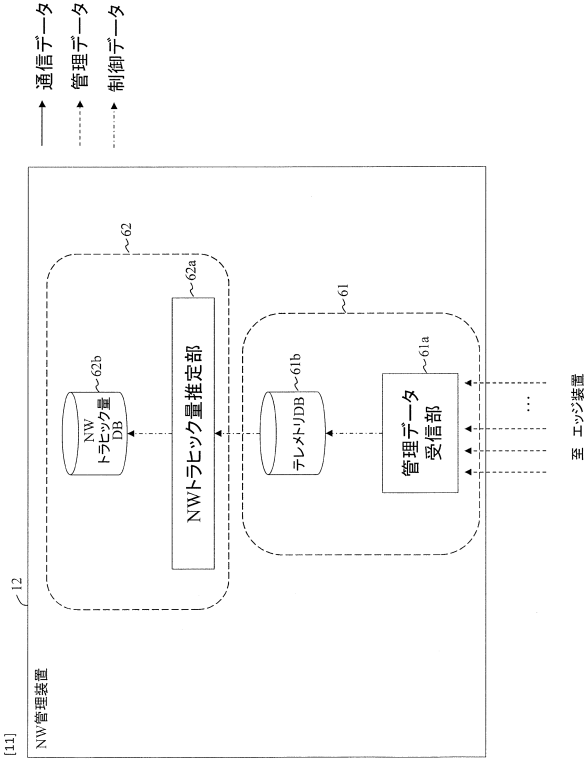
20

30

40

50

【図 1 1】



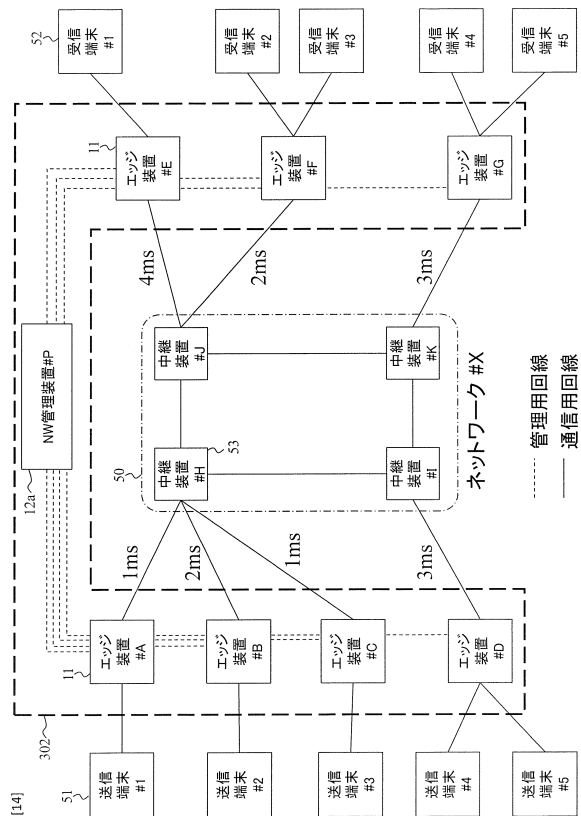
【図 1 3】

ネットワークID	時刻	NWトラヒック量
X	1573435772.152	198400000
X	1573435772.153	264000000
X	1573435772.154	460000000
X	1573435772.155	162000000
X	1573435772.156	380000000
...

【図 1 2】

時刻	ネットワークID	エッジ装置ID	トラヒック制御ID	テレメトリ生成ルール	スループット [bps]
1573435772.152	X	A	1	最大値	24000000
1573435772.152	X	B	2	最大値	10400000
1573435772.152	X	C	1	最大値	52000000
1573435772.152	X	D	3	最大値	80000000
1573435772.152	X	A	4	最大値	32000000
1573435772.153	X	B	1	最大値	80000000
1573435772.153	X	C	2	最大値	160000000
1573435772.153	X	D	3	最大値	160000000
1573435772.153	X	A	4	最大値	12000000
1573435772.154	X	B	1	最大値	24000000
1573435772.154	X	C	2	最大値	16000000
1573435772.154	X	D	3	最大値	80000000
1573435772.154	X	A	4	最大値	20000000
1573435772.155	X	B	1	最大値	32000000
1573435772.155	X	C	2	最大値	10000000
1573435772.155	X	D	3	最大値	40000000
1573435772.155	X	A	4	最大値	20000000
1573435772.156	X	B	1	最大値	60000000
1573435772.156	X	C	2	最大値	20000000
1573435772.156	X	D	3	最大値	32000000
1573435772.156	X	A	4	最大値	16000000
1573435772.157	X	B	1	最大値	12000000
1573435772.157	X	C	2	最大値	16000000
...

【図 1 4】



10

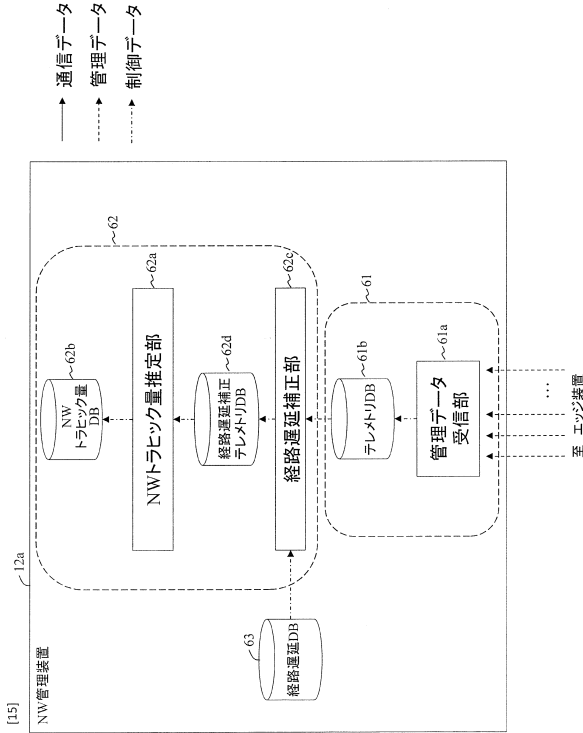
20

30

40

50

【図 15】



【図 16】

[16]

エッジ装置	ネットワークXまでの経路遅延
#A	1ms
#B	2ms
#C	1ms
#D	3ms
#E	4ms
...	...

10

20

【図 17】

[17]

到達時刻	ネットワークID	エッジ装置ID	トラヒック制御ID	テレメトリ生成ルール	スループット
1573435772.153	X	A	1	最大値	24000000
1573435772.154	X	B	2	最大値	10400000
1573435772.153	X	C	1	最大値	32000000
1573435772.155	X	D	3	最大値	80000000
1573435772.155	X	D	4	最大値	32000000
1573435772.154	X	A	1	最大値	32000000
1573435772.155	X	B	2	最大値	8000000
1573435772.154	X	C	1	最大値	32000000
1573435772.156	X	D	3	最大値	16000000
1573435772.156	X	D	4	最大値	12000000
1573435772.155	X	A	1	最大値	24000000
1573435772.156	X	B	2	最大値	16000000
1573435772.155	X	C	1	最大値	80000000
1573435772.157	X	D	3	最大値	320000000
1573435772.157	X	D	4	最大値	20000000
1573435772.156	X	A	1	最大値	32000000
1573435772.157	X	B	2	最大値	10000000
1573435772.156	X	C	1	最大値	40000000
1573435772.158	X	D	3	最大値	60000000
1573435772.158	X	D	4	最大値	20000000
1573435772.157	X	A	1	最大値	16000000
1573435772.158	X	B	2	最大値	32000000
1573435772.157	X	C	1	最大値	160000000
1573435772.159	X	D	3	最大値	16000000
1573435772.158	X	D	4	最大値	12000000
...	...	A

【図 18】

[18]

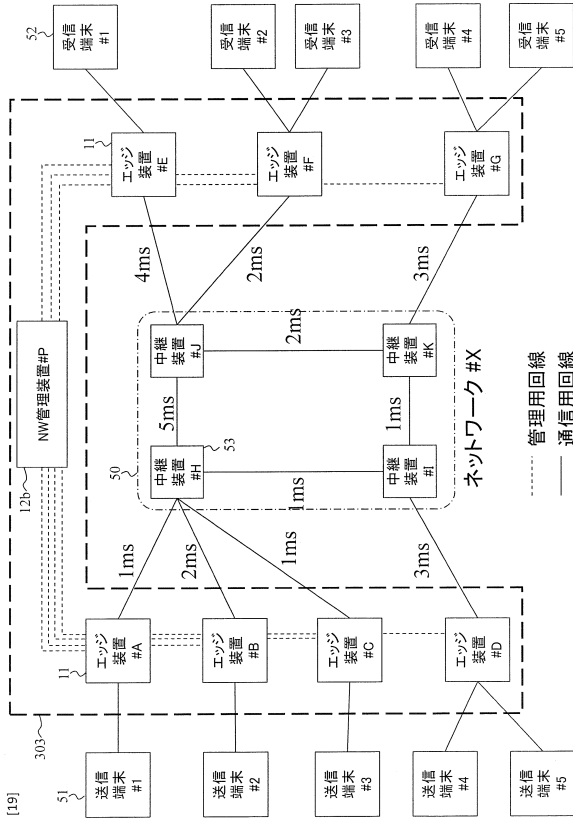
ネットワークID	時刻	NWTトラヒック量
X	1573435772.153	52000000
X	1573435772.154	94400000
X	1573435772.155	224000000
X	1573435772.156	260000000
X	1573435772.157	526000000
X	1573435772.158	128000000
...

30

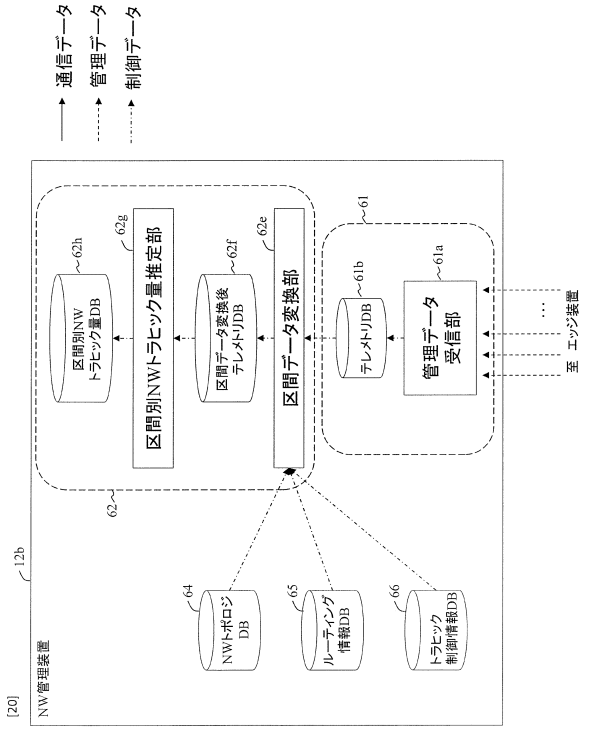
40

50

【図 19】



【図 20】



【図 21】

区間情報	区間経路遅延
#A~#H	1ms
#B~#H	2ms
#C~#H	1ms
#D~#I	3ms
#H~#I	1ms
#H~#J	5ms
#I~#K	1ms
#K~#J	2ms
...	...

【図 22】

フローID	フロー情報	ルーティング情報
0000	送信端末#1 ~ 受信端末#1	#A → #H → #J → #E
0001	送信端末#2 ~ 受信端末#2	#B → #H → #I → #K → #J → #F
0002	送信端末#3 ~ 受信端末#3	#C → #H → #J → #F
0003	送信端末#4 ~ 受信端末#4	#D → #I → #K → #G
0004	送信端末#5 ~ 受信端末#5	#D → #I → #H → #J → #K → #G
...

10

20

30

40

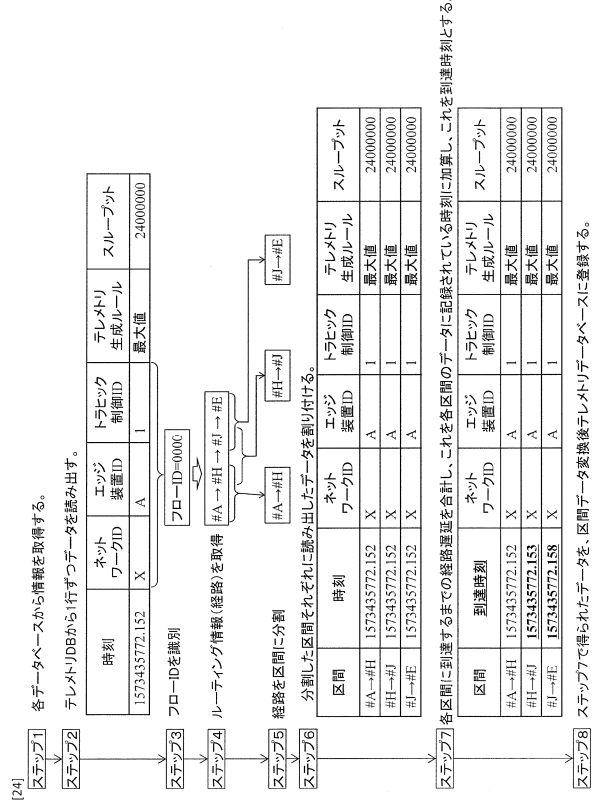
50

【図 2 3】

フローID	ネットワークID	トラヒック制御エッジ装置ID	トラヒック制御ID
0000	X	#A	#1
0001	X	#B	#2
0002	X	#C	#1
0003	X	#D	#3
0004	X	#D	#4
...

[23]

【図 2 4】



[24]

【図 2 5】

区間	到達時刻	スループット
#H→#I	1573435772.154	10400000
#H→#I	1573435772.155	8000000
#H→#I	1573435772.156	16000000
#H→#I	1573435772.157	10000000
#H→#I	1573435772.158	32000000
#H→#J	1573435772.153	24000000
#H→#J	1573435772.153	52000000
#H→#J	1573435772.154	32000000
#H→#J	1573435772.155	24000000
#H→#J	1573435772.155	80000000
#H→#J	1573435772.156	32000000
#H→#J	1573435772.156	40000000
#H→#J	1573435772.156	32000000
#H→#J	1573435772.157	16000000
#H→#J	1573435772.157	16000000
#H→#J	1573435772.157	12000000
#H→#J	1573435772.158	20000000
#H→#J	1573435772.159	20000000
#H→#J	1573435772.160	12000000
...

[25]

区間	到達時刻	スループット
#A→#H	1573435772.152	24000000
#A→#H	1573435772.153	32000000
#A→#H	1573435772.154	24000000
#A→#H	1573435772.155	32000000
#A→#H	1573435772.156	16000000
#B→#H	1573435772.152	10400000
#B→#H	1573435772.153	8000000
#B→#H	1573435772.154	16000000
#B→#H	1573435772.155	10000000
#B→#H	1573435772.156	32000000
#C→#H	1573435772.152	52000000
#C→#H	1573435772.153	20000000
#C→#H	1573435772.154	80000000
#C→#H	1573435772.155	40000000
#C→#H	1573435772.156	160000000
#D→#H	1573435772.152	80000000
#D→#H	1573435772.152	32000000
#D→#H	1573435772.153	160000000
#D→#H	1573435772.153	12000000
#D→#H	1573435772.154	320000000
#D→#H	1573435772.154	20000000
#D→#H	1573435772.155	60000000
#D→#H	1573435772.155	20000000
#D→#H	1573435772.156	160000000
#D→#H	1573435772.156	12000000

【図 2 6】

#H→#J区間

時刻	NWTトラヒック量
1573435772.153	76000000
1573435772.154	84000000
1573435772.155	104000000
1573435772.156	104000000
1573435772.157	188000000
1573435772.158	20000000
1573435772.159	20000000
1573435772.160	12000000
...	...

[26]

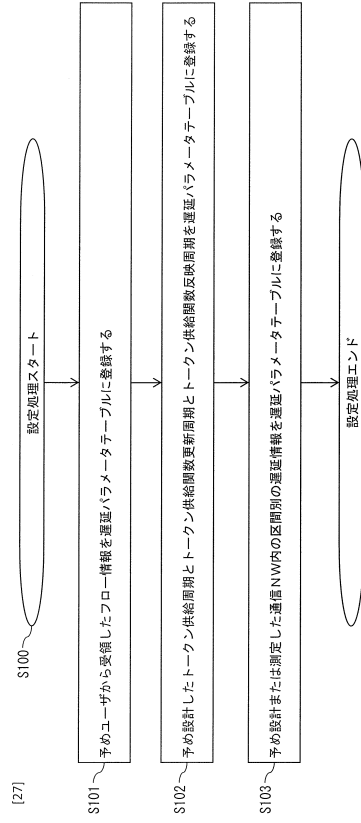
#A→#H区間

時刻	NWTトラヒック量
1573435772.152	24000000
1573435772.153	32000000
1573435772.154	24000000
1573435772.155	32000000
1573435772.156	16000000
...	...

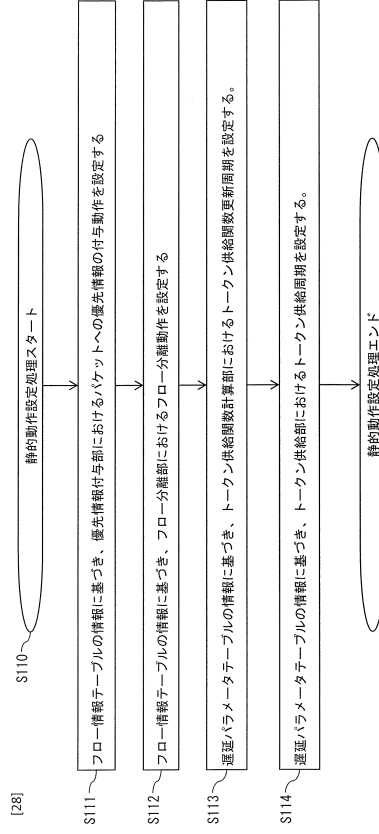
#D→#I区間

時刻	NWTトラヒック量
1573435772.152	112000000
1573435772.153	172000000
1573435772.154	340000000
1573435772.155	80000000
1573435772.156	172000000
...	...

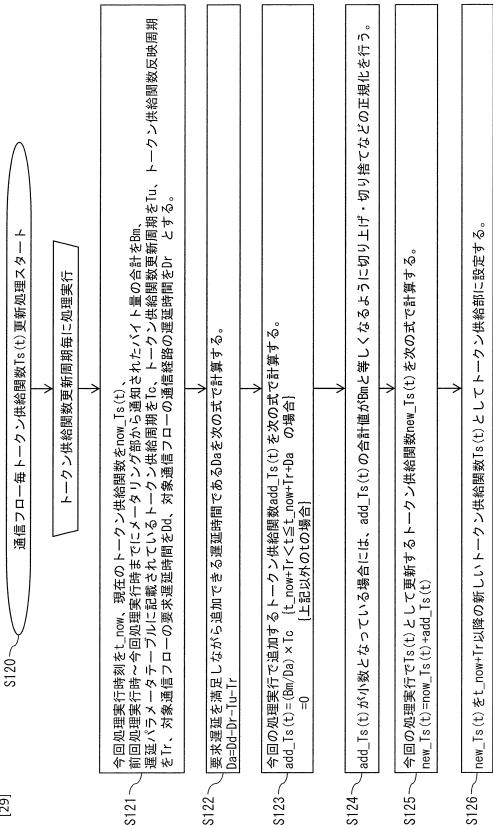
【図 27】



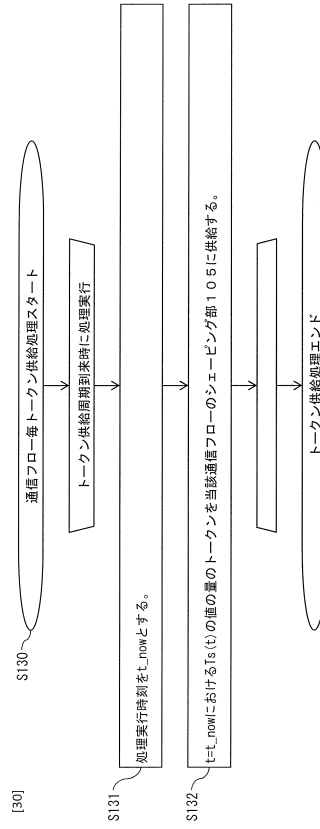
【図 28】



【図 29】

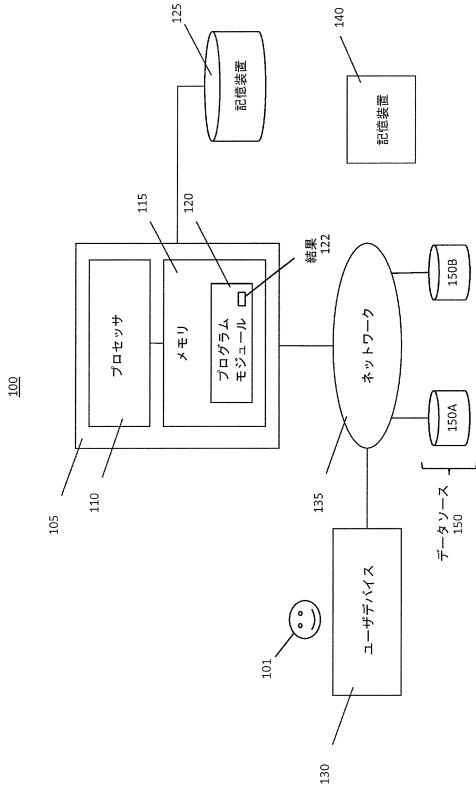


【図 30】



【 3 1 】

[31]



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 坂上 裕希

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 安藤 一道

(56)参考文献 特開2010-148023(JP,A)

特開2019-118072(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04L 43/02

H04L 47/22

H04L 47/215

H04L 43/0888