

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-127390

(P2016-127390A)

(43) 公開日 平成28年7月11日(2016.7.11)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO4L 12/28	(2006.01)	HO4L 12/28	200M		5K030
HO4L 12/70	(2013.01)	HO4L 12/70	Z		5K033

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2014-265797 (P2014-265797)
 (22) 出願日 平成26年12月26日 (2014.12.26)

(71) 出願人 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
 (74) 代理人 100103528
 弁理士 原田 一男
 (72) 発明者 尾上 浩一
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
 Fターム(参考) 5K030 GA11 HA08 HC01 HD03
 5K033 BA04 CB06 CC01 DA05 DB20
 EA02

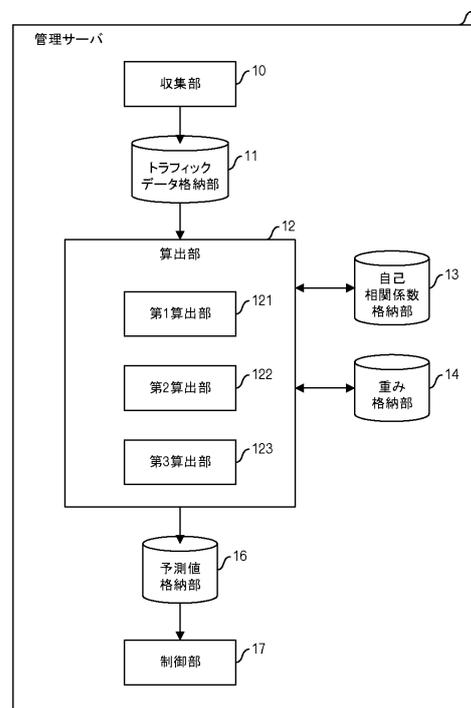
(54) 【発明の名称】 情報処理システム、情報処理システムの制御方法、管理装置の制御プログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 定常性を有するトラフィックについて、予測値をより高い精度で算出する。

【解決手段】 情報処理システムは、通信装置と、通信装置を管理する管理装置とを有する。管理装置は、通信装置から、通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について取得する取得部と、取得部が取得した、複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己相関係数を算出する第1算出部121と、第1算出部が算出した複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出する第2算出部122と、第2算出部が算出した複数の重みと、複数の時点についての通信量の情報とに基づき、複数の時点における通信量の加重平均を算出する第3算出部123とを有する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通信装置と、
前記通信装置を管理する管理装置と、
を有し、
前記管理装置は、
前記通信装置から、前記通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について
取得する取得部と、
前記取得部が取得した、前記複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己
相関係数を算出する第 1 算出部と、
前記第 1 算出部が算出した前記複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出する第
2 算出部と、
前記第 2 算出部が算出した前記複数の重みと、前記複数の時点についての通信量の情報
とに基づき、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出する第 3 算出部と、
を有する情報処理システム。

10

【請求項 2】

前記第 2 算出部は、
前記複数の自己相関係数の各々について、当該自己相関係数の絶対値が所定の閾値以上
であるか判断し、当該自己相関係数の絶対値が所定の閾値以上である場合、当該自己相関
係数の絶対値を重みに設定し、当該自己相関係数の絶対値が第 1 の値未満である場合、重
みを第 2 の値に設定する
請求項 1 記載の情報処理システム。

20

【請求項 3】

前記第 3 算出部は、
前記第 2 算出部が算出した前記複数の重みのいずれも前記第 2 の値である場合、前記複
数の重みの各々を 1 に設定して前記加重平均を算出する
請求項 2 記載の情報処理システム。

【請求項 4】

前記複数の時点の数を m とし、
 n を $n < m$ を満たす自然数とし、
ラグを表す自然数を k とし、
時点 n における通信量を v_n とし、
時点 n における重みを w_n とし、
前記複数の時点についての通信量の平均値を avg とすると、
前記第 3 算出部は、
前記第 1 算出部が算出した自己相関係数が 0 より大きい場合、 $w_{n-k} * v_k$ を算出し、前
記第 1 算出部が算出した自己相関係数が 0 より小さい場合、 $w_{n-k} * (2 * avg - v_k)$
を算出することにより、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出する
請求項 1 記載の情報処理システム。

30

【請求項 5】

前記第 1 算出部は、
前記複数の時点についての通信量の情報から階差データ列を生成し、生成された当該階
差データ列に基づき、複数の自己相関係数を算出する
請求項 1 記載の情報処理システム。

40

【請求項 6】

前記第 3 算出部が算出した前記加重平均に基づき、前記通信装置が実行する仮想オブジ
ェクトのマイグレーションを行う制御部
をさらに有する請求項 1 記載の情報処理システム。

【請求項 7】

通信装置を管理する管理装置の制御プログラムにおいて、

50

前記管理装置に、

前記通信装置から、前記通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について取得させ、

前記取得部が取得した、前記複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己相関係数を算出させ、

前記第1算出部が算出した前記複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出させ、

前記第2算出部が算出した前記複数の重みと、前記複数の時点についての通信量の情報とに基づき、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出させる、

管理装置の制御プログラム。

【請求項8】

通信装置と、前記通信装置を管理する管理装置とを有する情報処理システムにおいて、前記管理装置が、

前記通信装置から、前記通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について取得し、

前記取得部が取得した、前記複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己相関係数を算出し、

前記第1算出部が算出した前記複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出し、

前記第2算出部が算出した前記複数の重みと、前記複数の時点についての通信量の情報とに基づき、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出する、

処理を実行する、情報処理システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理システム、情報処理システムの制御方法、及び管理装置の制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

データセンタ内部等に構築された情報処理システムにおいては、複数の仮想オブジェクト（例えば、仮想マシンや仮想ルータ等）が複数の物理マシン上で実行される。そのため、特定の物理マシンに仮想オブジェクトが集中的に配置されると、物理マシンをつなぐネットワークのトラフィックが特定の経路に集中し、所望のスループットを得られなくなる場合がある。但し、ネットワークのトラフィックの予測値を求めることができれば、求めた予測値に応じて仮想オブジェクトのマイグレーション等を行うことで、トラフィックの偏りを解消することができる。

【0003】

ネットワークのトラフィックは基本的には時々刻々と変動するが、一定の周期で一定の変動を繰り返すような場合がある。時系列解析においては、変動の性質が時点に依存せず一定であるようなデータを、定常性（Stationarity）を有するデータと呼ぶ。より具体的には、（1）期待値 $E[v_t]$ が時点によらず（すなわち、任意の時間 t に関して）一定であるという条件、及び、（2）自己共分散 $C(v_t, v_{t+k})$ が時間差 k のみに依存するという条件、の両方を満たすデータが定常性を有するデータである。

【0004】

図1に、定常性を有するトラフィックの一例を示す。図1には、時点 t_1 から t_{12} までの間におけるトラフィック（単位は $Mbps$ （Mega bit per second））の時系列データが示されている。図1の例では、トラフィックは $100Mbps$ になった後に $300Mbps$ になり、 $300Mbps$ になった後に $100Mbps$ になるという変化を繰り返している。

【0005】

ここで、予測値の算出に単純移動平均（Simple Moving Average）を利用することを考える。時点 t_{12} において、時点 t_8 乃至 t_{12} におけるトラフィックの単純平均を時点 t_{13}

10

20

30

40

50

のトラフィックの予測値として算出すると、トラフィックの予測値は220Mbpsになる。また、仮に時点 t_{13} におけるトラフィックが100Mbpsであるとし、時点 t_{13} において、時点 t_9 乃至 t_{13} におけるトラフィックの単純平均を時点 t_{14} のトラフィックの予測値として算出すると、トラフィックの予測値は180Mbpsになる。時刻 t_{15} 以降の予測値も同様に単純移動平均で予測値を算出すると、トラフィックの予測値は180Mbps 或いは220Mbps になり、実際のトラフィックの変動を正確に予測することができない。

【0006】

定常性を有するトラフィックの予測に、単純移動平均以外の手法（例えば、加重平均（Weighted Average））を利用する技術も存在する。しかし、加重平均を利用する場合、何らかの方法で重みを適切に設定しなければ、予測値を高い精度で算出することはできない。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2008-311720号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従って、本発明の目的は、1つの側面では、定常性を有するトラフィックについて、予測値をより高い精度で算出するための技術を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る情報処理システムは、通信装置と、通信装置を管理する管理装置とを有する。そして、上で述べた管理装置は、通信装置から、通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について取得する取得部と、取得部が取得した、複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己相関係数を算出する第1算出部と、第1算出部が算出した複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出する第2算出部と、第2算出部が算出した複数の重みと、複数の時点についての通信量の情報とに基づき、複数の時点における通信量の加重平均を算出する第3算出部とを有する。

30

【発明の効果】

【0010】

1つの側面では、定常性を有するトラフィックについて、予測値をより高い精度で算出できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、定常性を有するトラフィックの一例を示す図である。

【図2】図2は、本実施の形態におけるシステム概要を示す図である。

【図3】図3は、監視の対象を示す図である。

【図4】図4は、第1の実施の形態における管理サーバの機能ブロック図である。

40

【図5】図5は、トラフィックデータ格納部に格納されるデータの一例を示す図である。

【図6】図6は、第1の実施の形態における管理サーバが実行する処理の処理フローを示す図である。

【図7】図7は、自己相関係数の算出について説明するための図である。

【図8】図8は、自己相関係数格納部に格納されるデータの一例を示す図である。

【図9】図9は、重み格納部に格納されるデータの一例を示す図である。

【図10】図10は、第1の実施の形態における管理サーバが実行する処理の処理フローを示す図である。

【図11】図11は、自己相関係数が負である場合に実行する処理について説明するための図である。

50

【図 1 2】図 1 2 は、予測値格納部に格納されるデータの一例を示す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、予測値に基づきトラフィックを制御する処理の処理フローである。

【図 1 4】図 1 4 は、第 2 の実施の形態における管理サーバの機能ブロック図である。

【図 1 5】図 1 5 は、第 2 の実施の形態における管理サーバが実行する処理の処理フローを示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、第 2 の実施の形態における管理サーバが実行する処理の処理フローを示す図である。

【図 1 7】図 1 7 は、予測値と実際のトラフィックとの誤差について説明するための図である。

【図 1 8】図 1 8 は、予測値と実際のトラフィックとの誤差について説明するための図である。

【図 1 9】図 1 9 は、予測値と実際のトラフィックとの誤差について説明するための図である。

【図 2 0】図 2 0 は、コンピュータの機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下で説明する実施の形態においては、予測値の算出に加重移動平均 (Weighted Moving Average) を利用し、且つ、加重移動平均の重みの算出に自己相関係数を利用することで、予測値をより正確に算出できるようにする。

【0013】

[実施の形態 1]

図 2 に、第 1 の実施の形態におけるシステムの概要を示す。本実施の形態における主要な処理を実行する管理サーバ 1 は、管理用の LAN (Local Area Network) である管理 LAN 7 に接続される。

【0014】

物理スイッチ 3 1 は管理 LAN 7 に接続され、物理スイッチ 3 1 はポート 3 1 A 及び 3 1 B を有する。物理スイッチ 3 2 はポート 3 2 A 及び 3 2 B を有し、ポート 3 2 A とポート 3 1 A とを接続するリンクによって物理スイッチ 3 2 と物理スイッチ 3 1 とが接続される。

【0015】

物理スイッチ 3 3 はポート 3 3 A 及び 3 3 B を有し、ポート 3 3 A とポート 3 1 B とを接続するリンクによって物理スイッチ 3 3 と物理スイッチ 3 1 とが接続される。

【0016】

物理サーバ 5 1 はポート 5 1 A を有し、VM (Virtual Machine) 5 1 1 と、VSW (Virtual Switch) 5 1 2 と、VR (Virtual Router) 5 1 3 とを実行する。物理サーバ 5 1 は、ポート 5 1 A とポート 3 2 B とを接続するリンクによって物理スイッチ 3 2 に接続される。VM 5 1 1 はポート (例えば仮想ポート) 5 1 1 A を有し、VSW 5 1 2 はポート (例えば仮想ポート) 5 1 2 A 乃至 5 1 2 C を有し、VR 5 1 3 はポート (例えば仮想ポート) 5 1 3 A 及び 5 1 3 B を有する。

【0017】

物理サーバ 5 2 はポート 5 2 A を有し、VM 5 2 1 と、VSW 5 2 2 と、VR 5 2 3 とを実行する。物理サーバ 5 2 は、ポート 5 2 A とポート 3 3 B とを接続するリンクによって物理スイッチ 3 3 に接続される。VM 5 2 1 はポート (例えば仮想ポート) 5 2 1 A を有し、VSW 5 2 2 はポート (例えば仮想ポート) 5 2 2 A 乃至 5 2 2 C を有し、VR 5 2 3 はポート (例えば仮想ポート) 5 2 3 A 及び 5 2 3 B を有する。

【0018】

なお、図 2 においては管理サーバ 1 及び物理スイッチ 3 1 のみが管理 LAN 7 に接続されているが、管理サーバ 1 及び物理スイッチ 3 1 以外の物理スイッチ及び物理サーバが管理 LAN 7 に接続されてもよい。また、図 2 に示したシステムにおいては中継装置として物理スイッチを利用するが、中継装置として物理ルータを利用するシステムであってもよ

10

20

30

40

50

い。

【0019】

本実施の形態においては、VM511のポート511A及びVM521のポート521A以外のポートにおけるトラフィックが管理サーバ1により監視される。具体的には、図3に示すように、管理サーバ1は、ポート31A及び31Bと、ポート32A及び32Bと、ポート33A及び33Bと、ポート51Aと、ポート512A乃至512Cと、ポート513A及び513Bと、ポート52Aと、ポート522A乃至522Cと、ポート523A及び523Bとを監視する。

【0020】

図4に、第1の実施の形態における管理サーバ1の機能ブロック図を示す。管理サーバ1は、収集部10と、トラフィックデータ格納部11と、算出部12と、自己相関係数格納部13と、重み格納部14と、予測値格納部16と、制御部17とを有する。算出部12は、第1算出部121と、第2算出部122と、第3算出部123とを有する。

10

【0021】

収集部10は、監視の対象であるポートから、定期的に（例えば10秒毎に）トラフィックデータを収集し、トラフィックデータ格納部11に格納する。算出部12における第1算出部121は、トラフィックデータ格納部11に格納されたトラフィックデータを用いて自己相関係数を算出し、自己相関係数を自己相関係数格納部13に格納する。算出部12における第2算出部122は、自己相関係数格納部13に格納された自己相関係数に基づき加重平均の重みを算出し、重み格納部14に格納する。算出部12における第3算出部123は、トラフィックデータ格納部11に格納されたトラフィックデータ、自己相関係数格納部13に格納された自己相関係数、及び重み格納部14に格納された重みに基づきトラフィックの予測値を算出し、予測値格納部16に格納する。制御部17は、予測値格納部16に格納された予測値に基づき、仮想オブジェクトのマイグレーションを制御する。

20

【0022】

図5に、トラフィックデータ格納部11に格納されるデータの一例を示す。図5の例では、各時点についてトラフィックの値が格納される。本実施の形態においては、トラフィックデータ格納部11には、監視の対象であるポート毎に、各時点についてのトラフィックの値が格納される。

30

【0023】

次に、図6乃至図13を用いて、管理サーバ1の動作について説明する。説明を簡単にするため、ここでは、特定の1ポートについて予測値を算出する場合の動作について説明する。

【0024】

まず、管理サーバ1における第1算出部121は、トラフィックデータ格納部11から、特定のポートについてトラフィックデータ列 $\{v_1, \dots, v_{m-1}, v_m\}$ を取得する（図6：ステップS1）。ここで、 m はトラフィックデータ列の長さを表す変数であり、 v_m は最新のトラフィック値である。 m の値は、管理者により予め設定される。 m の値を大きくすれば、より長い期間について平均を算出することができる。

40

【0025】

第1算出部121は、ラグを表す変数である k を $k=1$ に設定し（ステップS3）、 $k \leq n$ が成立するか判断する（ステップS5）。ここで、 n はラグ k の最大値を表す変数であり、管理者により、 $n < m$ となるように予め設定される。

【0026】

$k \leq n$ が成立する場合（ステップS5：Yesルート）、第1算出部121は、トラフィックデータ列 $\{v_1, \dots, v_m\}$ について、自己相関係数 $p(k)$ を算出し（ステップS7）、自己相関係数格納部13に格納する。ラグが k である場合、トラフィックデータ列 $\{v_1, \dots, v_{m-k}\}$ 及びトラフィックデータ列 $\{v_{k+1}, \dots, v_m\}$ から、以下の式により自己相関係数 $p(k)$ が算出される。

50

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$p(k) = \frac{\left((v_1 - \text{avg}(v))(v_{k+1} - \text{avg}(v)) + \dots + (v_{m-k} - \text{avg}(v))(v_m - \text{avg}(v)) \right)}{\left((v_1 - \text{avg}(v))^2 + \dots + (v_m - \text{avg}(v))^2 \right)}$$

【 0 0 2 8 】

ここで、 $\text{avg}(v)$ はトラフィックデータ列 $\{v_1, \dots, v_m\}$ の平均値を表し、上で述べたように、 k はラグを表す。算出される $p(k)$ は、 $-1 \leq p(k) \leq 1$ を満たす。

10

【 0 0 2 9 】

図 7 に示す例を用いて、自己相関係数の算出について具体的に説明する。図 7 の例においては、 $m = 5$ であり、 $k = 2$ であるとする。この場合、トラフィックデータ列 $\{v_1, v_2, v_3\}$ 及びトラフィックデータ列 $\{v_3, v_4, v_5\}$ から $p(2)$ が算出される。なお、 $k = 3$ である場合には、トラフィックデータ列 $\{v_1, v_2\}$ 及びトラフィックデータ列 $\{v_4, v_5\}$ から $p(3)$ が算出される。

【 0 0 3 0 】

図 8 に、自己相関係数格納部 1 3 に格納されるデータの一例を示す。図 8 の例では、 k の値毎に自己相関係数 $p(k)$ が格納される。本実施の形態においては、自己相関係数格納部 1 3 には、監視の対象である各ポートについて、 k の値毎に $p(k)$ の値が格納される。

20

【 0 0 3 1 】

図 6 の説明に戻り、第 2 算出部 1 2 2 は、 $|p(k)| \leq CS$ が成立するか判断する (ステップ S 9)。CS は、自己相関計数についての閾値であり、例えば 0.6 である。 $|p(k)| \leq CS$ が成立する場合 (ステップ S 9: Yes ルート)、第 2 算出部 1 2 2 は、重み w_k を $w_k = |p(k)|$ に設定し (ステップ S 1 1)、重み w_k を重み格納部 1 4 に格納する。 $|p(k)| \leq CS$ が成立しない場合 (ステップ S 9: No ルート)、第 2 算出部 1 2 2 は、重み w_k を $w_k = 0$ に設定し (ステップ S 1 3)、重み w_k を重み格納部 1 4 に格納する。

30

【 0 0 3 2 】

図 9 に、重み格納部 1 4 に格納されるデータの一例を示す。図 9 の例では、 k の値毎に重み w_k が格納される。本実施の形態においては、重み格納部 1 4 には、監視の対象である各ポートについて、 k の値毎に w_k の値が格納される。

【 0 0 3 3 】

そして、第 2 算出部 1 2 2 は、ラグ k を 1 インクリメントする (ステップ S 1 5)。そしてステップ S 5 の処理に戻る。

【 0 0 3 4 】

一方、 $k = n$ が成立しない場合 (ステップ S 5: No ルート)、処理は端子 A を介して図 1 0 のステップ S 1 7 に移行する。

40

【 0 0 3 5 】

図 1 0 の説明に移行し、第 3 算出部 1 2 3 は、全ての k ($k = 1, 2, \dots, n$) について $w_k = 0$ が成立するか判断する (ステップ S 1 7)。全ての k ($k = 1, 2, \dots, n$) について $w_k = 0$ が成立する場合 (ステップ S 1 7: Yes ルート)、第 3 算出部 1 2 3 は、予測値 v を $v = (v_1 + \dots + v_m) / m$ によって算出し (ステップ S 1 9)、予測値格納部 1 6 に格納する。すなわち、単純平均によって予測値 v を算出する。そして処理を終了する。

【 0 0 3 6 】

一方、全ての k ($k = 1, 2, \dots, n$) について $w_k = 0$ が成立するわけではない

50

場合（ステップ S 1 7 : N o ルート）、第 3 算出部 1 2 3 は、予測値 v を $v = 0$ に設定する（ステップ S 2 1）。

【 0 0 3 7 】

第 3 算出部 1 2 3 は、ラグを表す変数 k を $k = 1$ に設定し（ステップ S 2 3）、 $k = n$ が成立するか判断する（ステップ S 2 5）。 $k = n$ が成立する場合（ステップ S 2 5 : Y e s ルート）、第 3 算出部 1 2 3 は、 $p(k) > 0$ が成立するか判断する（ステップ S 2 9）。

【 0 0 3 8 】

$p(k) > 0$ が成立する場合（ステップ S 2 9 : Y e s ルート）、第 3 算出部 1 2 3 は、予測値 v を $v = v + w_{n-k} * v_k$ に設定する（ステップ S 3 1）。そしてステップ S 3 7 の処理に移行する。

10

【 0 0 3 9 】

$p(k) > 0$ が成立しない場合（ステップ S 2 9 : N o ルート）、第 3 算出部 1 2 3 は、 $p(k) < 0$ が成立するか判断する（ステップ S 3 3）。 $p(k) < 0$ が成立する場合（ステップ S 3 3 : Y e s ルート）、第 3 算出部 1 2 3 は、予測値 v を $v = v + w_{n-k} * (2 * a v g(v) - v_k)$ に設定する（ステップ S 3 5）。そしてステップ S 3 7 の処理に移行する。図 1 1 を用いて、ステップ S 3 5 の処理について説明する。図 1 1 に示すように、 $2 * a v g(v) - v_k$ は $a v g(v)$ より $(v_k - a v g(k))$ 小さい値であり、 v_k は $a v g(v)$ より $(v_k - a v g(k))$ 大きい値である。このようにすれば、自己相関係数が負である場合にはより小さな値が v に加算されるようになり、自己相関係数が正である場合にはより大きな値が v に加算されるようになる。

20

【 0 0 4 0 】

一方、 $p(k) < 0$ が成立しない場合（ステップ S 3 3 : N o ルート）、第 3 算出部 1 2 3 は、 k を 1 インクリメントする（ステップ S 3 7）。そしてステップ S 2 5 の処理に戻る。

【 0 0 4 1 】

そして、 $k = n$ が成立しないと判断された場合（ステップ S 2 5 : N o ルート）、第 3 算出部 1 2 3 は、予測値 v を $v = v / (w_1 + \dots + w_n)$ に設定し（ステップ S 2 7）、予測値 v を予測値格納部 1 6 に格納する。本処理は正規化に相当する。そして処理を終了する。

30

【 0 0 4 2 】

図 1 2 に、予測値格納部 1 6 に格納されるデータの一例を示す。図 1 2 の例では、各ポートについて、或る時点における予測値が格納される。本実施の形態においては、トラフィックデータ格納部 1 1 に新たな時点のトラフィックデータが格納される度に算出部 1 2 が処理を実行し、予測値格納部 1 6 に格納された予測値を更新する。

【 0 0 4 3 】

以上のように自己相関係数を算出すれば、自己相関係数は、トラフィックデータ列とトラフィックデータ列を時間シフトしたデータ列との類似の度合いを表す。そして、自己相関係数に基づき加重平均の重みを算出するので、元のトラフィックデータ列との類似度が高いデータ列の影響を強く受けようにすることができる。これにより、定常性を有するトラフィックについて、予測値をより高い精度で算出できるようになる。特に、自己相関係数の絶対値が閾値 CS より小さい場合にはその自己相関係数に対応するトラフィックを予測値の算出に利用しないので、予測値の精度が低下することを抑制できるようになる。

40

【 0 0 4 4 】

例えば図 1 の例において、 $m = 5$ 、 $n = 2$ 、 $CS = 0.6$ として、時点 t_6 におけるトラフィックを予測することを考える。この場合、トラフィックデータ列は $\{100, 300, 100, 300, 100\}$ であり、 $p(1) = -0.8$ 、 $p(2) = 0.6$ となり、 $w(1) = 0.8$ 、 $w(2) = 0.6$ となる。すると、予測値 v は、 $v = (w_1 * v_5 + w_2 * v_4) / (w_1 + w_2) = (0.8 * (2 * 180 - 100) + 0.6 * 300) / (0.8 + 0.6) = 277$ となる。よって、単純平均を利用する場合よりも予測値の精度が

50

向上する。

【0045】

次に、図13を用いて、予測値に基づきトラフィックを制御する処理について説明する。本処理は、例えば、予測値格納部16に格納された予測値が更新される度に実行される。

【0046】

まず、制御部17は、予測値格納部16から、各ポートについての予測値を読み出す(図13:ステップS41)。そして、制御部17は、ステップS41において読み出された予測値に応じて、仮想オブジェクトのマイグレーションを実行する(ステップS43)。そして処理を終了する。

10

【0047】

例えば、或るポート(ポートAとする)におけるトラフィックが他のポートにおけるトラフィックより極端に多い場合、ポートAを有する装置内の仮想オブジェクトを他の装置に移動することで、ポートAにおけるトラフィックを減らす。なお、場合によっては、仮想オブジェクトのマイグレーションが行われない場合もある。

【0048】

[実施の形態2]

第2の実施の形態においては、階差データ列を用いて算出した自己相関係数に基づき加重平均の重みを決定する方法について説明する。

【0049】

図14に、第2の実施の形態における管理サーバ1の機能ブロック図を示す。管理サーバ1は、収集部10と、トラフィックデータ格納部11と、算出部12と、自己相関係数格納部13と、重み格納部14と、階差データ列格納部15と、予測値格納部16と、制御部17とを有する。算出部12は、第1算出部121と、第2算出部122と、第3算出部123とを有する。第2の実施の形態における管理サーバ1は、第1の実施の形態の管理サーバ1とは階差データ列格納部15を有するという点で異なる。

20

【0050】

次に、図15乃至図19を用いて、管理サーバ1の動作について説明する。説明を簡単にするため、ここでは、特定の1ポートについて予測値を算出する場合の動作について説明する。

30

【0051】

まず、管理サーバ1における第1算出部121は、トラフィックデータ格納部11から、特定のポートについてトラフィックデータ列 $\{v_1, \dots, v_{m-1}, v_m\}$ を取得する(図15:ステップS51)。ここで、 m はトラフィックデータ列の長さを表す変数であり、 v_m は最新のトラフィック値である。 m の値は、管理者により予め設定される。

【0052】

第1算出部121は、ステップS51において取得したトラフィックデータ列から、階差データ列 $\{d_1, \dots, d_{m-1}\}$ を生成する(ステップS53)。なお、或るデータ列 $\{x_1, \dots, x_m\}$ についての階差データ列は、 $\{(x_2 - x_1), \dots, (x_m - x_{m-1})\}$ である。

40

【0053】

第1算出部121は、ラグを表す変数である k を $k=1$ に設定し(ステップS55)、 $k < n$ が成立するか判断する(ステップS57)。ここで、 n はラグ k の最大値を表す変数であり、管理者により、 $n < m$ となるように予め設定される。

【0054】

$k < n$ が成立する場合(ステップS57:Yesルート)、第1算出部121は、階差データ列 $\{d_1, \dots, d_{m-1}\}$ について、自己相関係数 $p(k)$ を算出し(ステップS59)、自己相関係数格納部13に格納する。

【0055】

第2算出部122は、 $|p(k)| < C$ が成立するか判断する(ステップS61)。

50

CSは、自己相関計数についての閾値である。 $|p(k)| < CS$ が成立する場合(ステップS61: Yesルート)、第2算出部122は、重み w_k を $w_k = |p(k)|$ に設定し(ステップS63)、重み w_k を重み格納部14に格納する。 $|p(k)| < CS$ が成立しない場合(ステップS61: Noルート)、第2算出部122は、重み w_k を $w_k = 0$ に設定し(ステップS65)、重み w_k を重み格納部14に格納する。

【0056】

そして、第2算出部122は、ラグ k を1インクリメントする(ステップS67)。そしてステップS57の処理に戻る。

【0057】

一方、 $k > n$ が成立しない場合(ステップS57: Noルート)、処理は端子Bを介して図16のステップS69に移行する。

10

【0058】

図16の説明に移行し、第3算出部123は、全ての k ($k = 1, 2, \dots, n$)について $w_k = 0$ が成立するか判断する(図16: ステップS69)。全ての k ($k = 1, 2, \dots, n$)について $w_k = 0$ が成立する場合(ステップS69: Yesルート)、第3算出部123は、予測値 v と v_m との差を表す v を $v = (d_1 + \dots + d_{m-1}) / (m - 1)$ によって算出し(ステップS71)、予測値 $v = v_m + v$ を予測値格納部16に格納する。すなわち、単純平均によって v を算出する。そして処理を終了する。

【0059】

一方、全ての k ($k = 1, 2, \dots, n$)について $w_k = 0$ が成立するわけではない場合(ステップS69: Noルート)、第3算出部123は、 v を $v = 0$ に設定する(ステップS73)。

20

【0060】

第3算出部123は、ラグを表す変数 k を $k = 1$ に設定し(ステップS75)、 $k > n$ が成立するか判断する(ステップS77)。 $k > n$ が成立する場合(ステップS77: Yesルート)、第3算出部123は、 $p(k) > 0$ が成立するか判断する(ステップS81)。

【0061】

$p(k) > 0$ が成立する場合(ステップS81: Yesルート)、第3算出部123は、 v を $v = v + w_{n-k} * d_k$ に設定する(ステップS83)。そしてステップS89の処理に移行する。

30

【0062】

$p(k) > 0$ が成立しない場合(ステップS81: Noルート)、第3算出部123は、 $p(k) < 0$ が成立するか判断する(ステップS85)。 $p(k) < 0$ が成立する場合(ステップS85: Yesルート)、第3算出部123は、 v を $v = v + w_{n-k} * (2 * avg(d) - d_k)$ に設定する(ステップS87)。そしてステップS89の処理に移行する。ここで、 $avg(d)$ は階差データ列 $\{d_1, \dots, d_{m-1}\}$ の平均値を表す。

【0063】

一方、 $p(k) < 0$ が成立しない場合(ステップS85: Noルート)、第3算出部123は、 k を1インクリメントする(ステップS89)。そしてステップS77の処理に戻る。

40

【0064】

そして、 $k > n$ が成立しないと判断された場合(ステップS77: Noルート)、第3算出部123は、 v を $v = v / (w_1 + \dots + w_n)$ に設定し(ステップS79)、予測値 $v = v_m + v$ を予測値格納部16に格納する。本処理は正規化に相当する。そして処理を終了する。

【0065】

たとえラフデータ列が定常性を有しないとしても、階差データ列が定常性を有する場合がある。従って、階差データ列の定常性を利用することで、予測値を高精度で算

50

出できるようになる。

【0066】

例えば図1の例において、 $m = 5$ 、 $n = 2$ 、 $CS = 0.6$ として、時点 t_6 におけるトラフィックを予測することを考える。この場合、階差データ列は $\{200, -200, 200, -200\}$ であり、 $p(1) = -0.8$ 、 $p(2) = 0.5$ となり、 $w_1 = 0.8$ 、 $w_2 = 0$ となる。すると、予測値 v は、 $v = v_5 + (w_1 * d_4 + w_2 * d_3) / (w_1 + w_2) = 100 + (0.8 * (2 * 0 - (-200)) + 0 * 200) / (0.8) = 300$ となる。よって、単純平均を利用する場合よりも予測値の精度が向上する。

【0067】

図17乃至図19を用いて、第2の実施の形態に基づき算出した予測値と実際のトラフィックとの誤差について説明する。

10

【0068】

図17に、トラフィックの変動の第1の例を示す。図17において、実線はトラフィックの実績値を表し、一点鎖線は単純平均に基づく予測値を表し、破線は第2の実施の形態に基づく予測値($m = 12$ 、 $n = 5$ 、 $CS = 0.6$ とする)を表す。

【0069】

実際のトラフィックは、 100Mbps になった後に 300Mbps になり、 300Mbps になった後に 100Mbps になるという変化を繰り返している。単純平均に基づく予測値は 100Mbps と 200Mbps との間の値になり、時間の経過とともに 200Mbps に収束する。第2の実施の形態に基づく予測値については、時点 t_5 までは予測誤差が比較的大きいものの、時点 t_6 以降は予測誤差が比較的小さくなる。

20

【0070】

図18に、トラフィックの変動の第2の例を示す。図18において、実線はトラフィックの実績値を表し、一点鎖線は単純平均に基づく予測値を表し、破線は第2の実施の形態に基づく予測値($m = 12$ 、 $n = 5$ 、 $CS = 0.6$ とする)を表す。

【0071】

実際のトラフィックは、 100Mbps になった後に 200Mbps になり、 200Mbps になった後に 300Mbps になり、 300Mbps になった後に 200Mbps になり、 200Mbps になった後に 100Mbps になるという変化を繰り返している。単純平均に基づく予測値は 100Mbps と 200Mbps との間の値になり、時間の経過とともに 200Mbps に収束する。第2の実施の形態に基づく予測値については、時点 t_7 までは予測誤差が比較的大きく、時点 t_4 においては予測誤差が 200Mbps に達する。しかしながら、時点 t_8 以降は予測誤差が比較的小さくなる。

30

【0072】

図19に、トラフィックの変動の第3の例を示す。図19において、実線はトラフィックの実績値を表し、一点鎖線は単純平均に基づく予測値を表し、破線は第2の実施の形態に基づく予測値($m = 12$ 、 $n = 5$ 、 $CS = 0.6$ とする)を表す。

【0073】

実際のトラフィックは、 300Mbps になった後に 0Mbps になり、 0Mbps の状態が1インターバル続き、その後に 300Mbps に戻るといった変化を繰り返している。単純平均に基づく予測値は、時点 t_4 までは徐々に減少し、時点 t_4 以降は 100Mbps と 150Mbps との間の値になり、時間の経過とともに 100Mbps に収束する。第2の実施の形態に基づく予測値については、時点 t_7 までは予測誤差が比較的大きく、時点 t_2 、時点 t_4 、時点 t_5 、及び時点 t_7 においては予測誤差が 300Mbps に達する。しかしながら、時点 t_8 以降は予測誤差が無くなる。

40

【0074】

このように、第2の実施の形態に予測値によれば、定常性を有するトラフィックについての予測値の精度を、時間の経過とともに高めることができるようになる。

【0075】

以上本発明の一実施の形態を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例

50

えば、上で説明した管理サーバ1の機能ブロック構成は実際のプログラムモジュール構成に一致しない場合もある。

【0076】

また、上で説明したデータ保持構成は一例であって、上記のような構成でなければならないわけではない。さらに、処理フローにおいても、処理結果が変わらなければ処理の順番を入れ替えることも可能である。さらに、並列に実行させるようにしても良い。

【0077】

なお、上ではトラフィックデータ列を利用する処理(図6及び図10)と階差データ列を利用する処理(図15及び図16)とを別々に説明したが、前者の処理と後者の処理とを連動して実行してもよい。例えば、ステップS17において全ての k ($k=1, 2, \dots, n$)について $w_k=0$ が成立すると判断された場合に、後者の処理を実行してもよい。

【0078】

なお、上で述べた管理サーバ1、物理サーバ51及び物理サーバ52は、コンピュータ装置であって、図20に示すように、メモリ2501とCPU(Central Processing Unit)2503とハードディスク・ドライブ(HDD:Hard Disk Drive)2505と表示装置2509に接続される表示制御部2507とリムーバブル・ディスク2511用のドライブ装置2513と入力装置2515とネットワークに接続するための通信制御部2517とがバス2519で接続されている。オペレーティング・システム(OS:Operating System)及び本実施例における処理を実施するためのアプリケーション・プログラムは、HDD2505に格納されており、CPU2503により実行される際にはHDD2505からメモリ2501に読み出される。CPU2503は、アプリケーション・プログラムの処理内容に応じて表示制御部2507、通信制御部2517、ドライブ装置2513を制御して、所定の動作を行わせる。また、処理途中のデータについては、主としてメモリ2501に格納されるが、HDD2505に格納されるようにしてもよい。本発明の実施例では、上で述べた処理を実施するためのアプリケーション・プログラムはコンピュータ読み取り可能なリムーバブル・ディスク2511に格納されて頒布され、ドライブ装置2513からHDD2505にインストールされる。インターネットなどのネットワーク及び通信制御部2517を経由して、HDD2505にインストールされる場合もある。このようなコンピュータ装置は、上で述べたCPU2503、メモリ2501などのハードウェアとOS及びアプリケーション・プログラムなどのプログラムとが有機的に協働することにより、上で述べたような各種機能を実現する。

【0079】

以上述べた本発明の実施の形態をまとめると、以下ようになる。

【0080】

本実施の形態の第1の態様に係る情報処理システムは、(A)通信装置と、(B)通信装置を管理する管理装置とを有する。そして、上で述べた管理装置は、(b1)通信装置から、通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について取得する取得部と、(b2)取得部が取得した、複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己相関係数を算出する第1算出部と、(b3)第1算出部が算出した複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出する第2算出部と、(b4)第2算出部が算出した複数の重みと、複数の時点についての通信量の情報とに基づき、複数の時点における通信量の加重平均を算出する第3算出部とを有する。

【0081】

定常性が有る通信量について自己相関係数を算出した場合、特定のラグについては自己相関係数が大きくなると考えられる。そこで、上で述べたようにすれば、例えば自己相関係数が大きい場合に重みを大きくできるので、予測値の精度を高められるようになる。

【0082】

また、上で述べた第2算出部は、(b3-1)複数の自己相関係数の各々について、当該自己相関係数の絶対値が所定の閾値以上であるか判断し、当該自己相関係数の絶対値が

10

20

30

40

50

所定の閾値以上である場合、当該自己相関係数の絶対値を重みに設定し、当該自己相関係数の絶対値が第1の値未満である場合、重みを第2の値に設定してもよい。このようにすれば、予測値の算出に寄与すると考えられる通信量と、予測値の算出に寄与しないと考えられる通信量との扱いを変えることができるようになる。

【0083】

また、上で述べた第3算出部は、(b4-1)第2算出部が算出した複数の重みのいずれも第2の値である場合、複数の重みの各々を1に設定して加重平均を算出してもよい。このようにすれば、定常性を有しない通信量については、単純平均と同じ値を算出できるようになる。

【0084】

また、複数の時点の数を m とし、 n を $n < m$ を満たす自然数とし、時点 n における通信量を v_n とし、時点 n における重みを w_n とし、複数の時点についての通信量の平均値を avg とすると、上で述べた第3算出部は、(b4-2)第1算出部が算出した自己相関係数が0より大きい場合、 $w_{n-k} * v_k$ を算出し、第1算出部が算出した自己相関係数が0より小さい場合、 $w_{n-k} * (2 * avg - v_k)$ を算出することにより、複数の時点における通信量の加重平均を算出してもよい。このようにすれば、加重平均が適切に算出されるようになる。

【0085】

また、上で述べた第1算出部は、(b2-1)複数の時点についての通信量の情報から階差データ列を生成し、生成された当該階差データ列に基づき、複数の自己相関係数を算出してもよい。複数の時点についての通信量が定常性を有しない場合であっても、階差データ列であれば定常性を有する場合がある。従って、上で述べたようにすれば、階差データ列の定常性を利用して高精度な予測値を算出できるようになる。

【0086】

また、上記管理装置は、(b5)第3算出部が算出した加重平均に基づき、通信装置が実行する仮想オブジェクトのマイグレーションを行う制御部をさらに有してもよい。このようにすれば、通信量に偏りが生じることを抑制できるようになる。

【0087】

また、上で述べた第2の値が0であってもよい。これにより、予測値の算出に寄与しないと考えられる通信量を完全に無視できるようになる。

【0088】

本実施の形態の第2の態様に係る、情報処理システムの制御方法は、通信装置と通信装置を管理する管理装置とを有する情報処理システムにおいて、管理装置が、(C)通信装置から、通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について取得し、(D)取得部が取得した、複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己相関係数を算出し、(E)第1算出部が算出した複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出し、(F)第2算出部が算出した複数の重みと、複数の時点についての通信量の情報とに基づき、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出する処理を含む。

【0089】

なお、上記方法による処理をコンピュータに行わせるためのプログラムを作成することができ、当該プログラムは、例えばフレキシブルディスク、CD-ROM、光磁気ディスク、半導体メモリ、ハードディスク等のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体又は記憶装置に格納される。尚、中間的な処理結果はメインメモリ等の記憶装置に一時保管される。

【0090】

以上の実施例を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

【0091】

(付記1)

通信装置と、

前記通信装置を管理する管理装置と、

を有し、

10

20

30

40

50

前記管理装置は、
 前記通信装置から、前記通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について取得する取得部と、
 前記取得部が取得した、前記複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己相関係数を算出する第1算出部と、
 前記第1算出部が算出した前記複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出する第2算出部と、
 前記第2算出部が算出した前記複数の重みと、前記複数の時点についての通信量の情報とに基づき、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出する第3算出部と、
 を有する情報処理システム。

10

【0092】

(付記2)

前記第2算出部は、
 前記複数の自己相関係数の各々について、当該自己相関係数の絶対値が所定の閾値以上であるか判断し、当該自己相関係数の絶対値が所定の閾値以上である場合、当該自己相関係数の絶対値を重みに設定し、当該自己相関係数の絶対値が第1の値未満である場合、重みを第2の値に設定する
 付記1記載の情報処理システム。

【0093】

(付記3)

前記第3算出部は、
 前記第2算出部が算出した前記複数の重みのいずれも前記第2の値である場合、前記複数の重みの各々を1に設定して前記加重平均を算出する
 付記2記載の情報処理システム。

20

【0094】

(付記4)

前記複数の時点の数を m とし、
 n を $n < m$ を満たす自然数とし、
 ラグを表す自然数を k とし、
 時点 n における通信量を v_n とし、
 時点 n における重みを w_n とし、
 前記複数の時点についての通信量の平均値を avg とすると、
 前記第3算出部は、

30

前記第1算出部が算出した自己相関係数が0より大きい場合、 $w_{n-k} * v_k$ を算出し、前記第1算出部が算出した自己相関係数が0より小さい場合、 $w_{n-k} * (2 * avg - v_k)$ を算出することにより、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出する

付記1記載の情報処理システム。

【0095】

(付記5)

前記第1算出部は、
 前記複数の時点についての通信量の情報から階差データ列を生成し、生成された当該階差データ列に基づき、複数の自己相関係数を算出する
 付記1記載の情報処理システム。

40

【0096】

(付記6)

前記第3算出部が算出した前記加重平均に基づき、前記通信装置が実行する仮想オブジェクトのマイグレーションを行う制御部
 をさらに有する付記1記載の情報処理システム。

【0097】

(付記7)

50

前記第 2 の値が 0 である
付記 2 記載の情報処理システム。

【 0 0 9 8 】

(付記 8)

通信装置を管理する管理装置の制御プログラムにおいて、
前記管理装置に、
前記通信装置から、前記通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について
取得させ、

前記取得部が取得した、前記複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己
相関係数を算出させ、

前記第 1 算出部が算出した前記複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出させ、
前記第 2 算出部が算出した前記複数の重みと、前記複数の時点についての通信量の情報
とに基づき、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出させる、
管理装置の制御プログラム。

10

【 0 0 9 9 】

(付記 9)

通信装置と、前記通信装置を管理する管理装置とを有する情報処理システムにおいて、
前記管理装置が、
前記通信装置から、前記通信装置のポートにおける通信量の情報を複数の時点について
取得し、

20

前記取得部が取得した、前記複数の時点についての通信量の情報に基づき、複数の自己
相関係数を算出し、

前記第 1 算出部が算出した前記複数の自己相関係数に基づき、複数の重みを算出し、
前記第 2 算出部が算出した前記複数の重みと、前記複数の時点についての通信量の情報
とに基づき、前記複数の時点における通信量の加重平均を算出する、
処理を実行する、情報処理システムの制御方法。

【 符号の説明 】

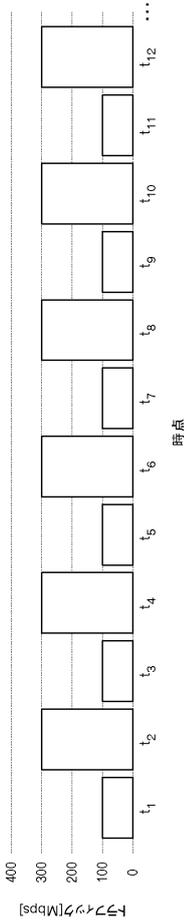
【 0 1 0 0 】

- 1 管理サーバ 3 1 , 3 2 , 3 3 物理スイッチ
- 5 1 , 5 2 物理サーバ 7 管理 LAN
- 5 1 1 , 5 2 1 VM 5 1 2 , 5 2 2 VSW
- 5 1 3 , 5 2 3 VR
- 3 1 A , 3 1 B , 3 2 A , 3 2 B , 3 3 A , 3 3 B , 5 1 A , 5 1 1 A , 5 1 2 A , 5 1
2 B , 5 1 2 C , 5 1 3 A , 5 1 3 B , 5 2 A , 5 2 1 A , 5 2 2 A , 5 2 2 B , 5 2 2
C , 5 2 3 A , 5 2 3 B ポート
- 1 0 収集部 1 1 トラフィックデータ格納部
- 1 2 算出部 1 2 1 第 1 算出部
- 1 2 2 第 2 算出部 1 2 3 第 3 算出部
- 1 3 自己相関係数格納部 1 4 重み格納部
- 1 5 階差データ列格納部 1 6 予測値格納部
- 1 7 制御部

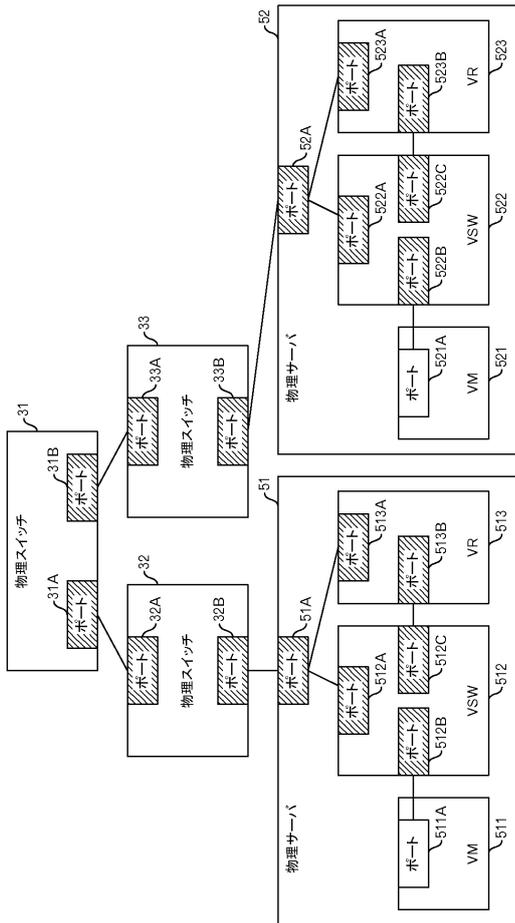
30

40

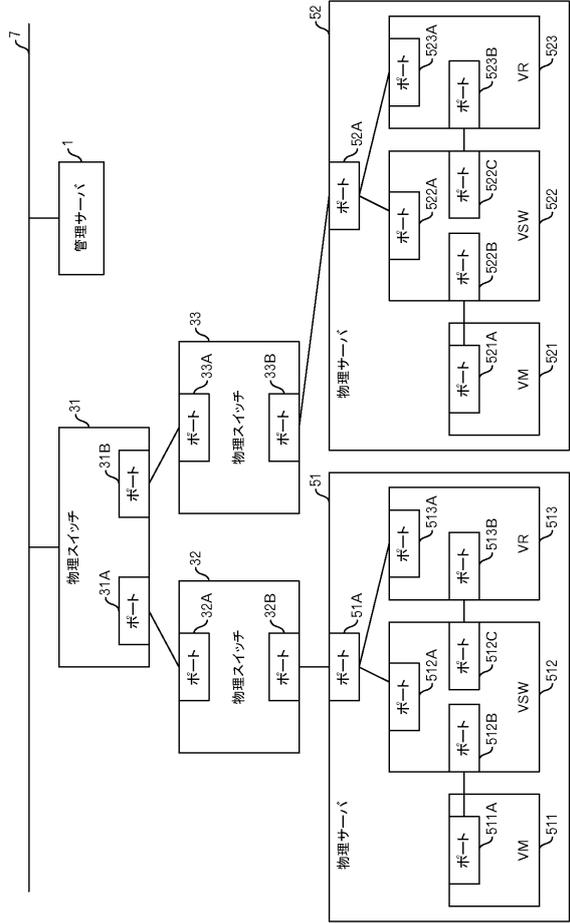
【図1】



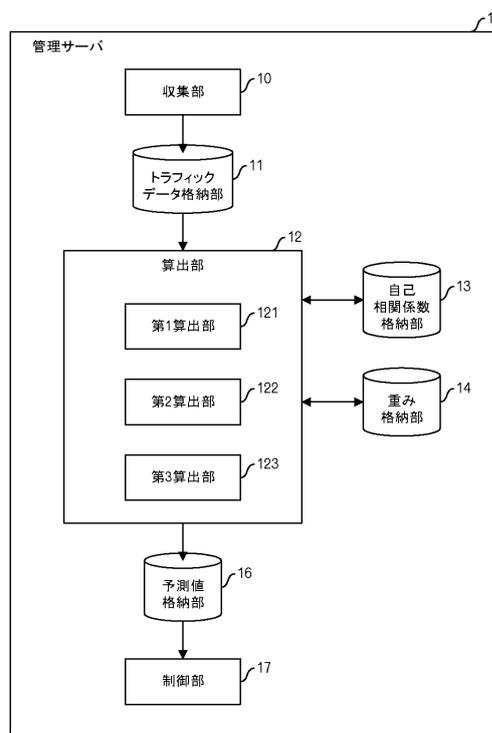
【図3】



【図2】



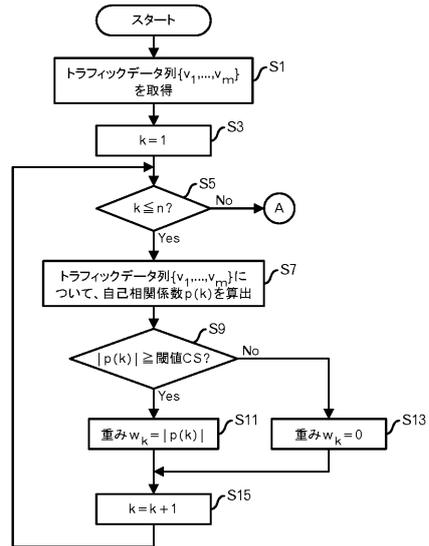
【図4】



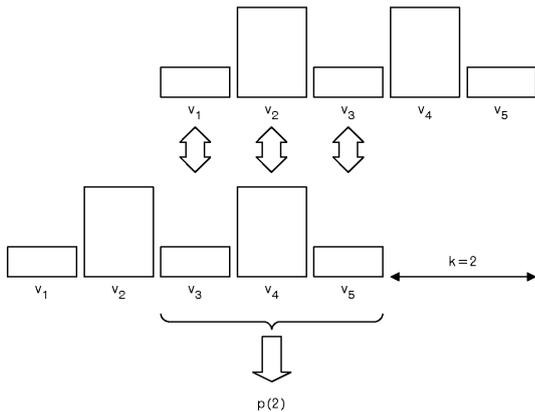
【 図 5 】

時点	ポートAの トラフィック
t_1	100
t_2	300
t_3	100
t_4	300
t_5	100
t_6	300
⋮	⋮

【 図 6 】



【 図 7 】



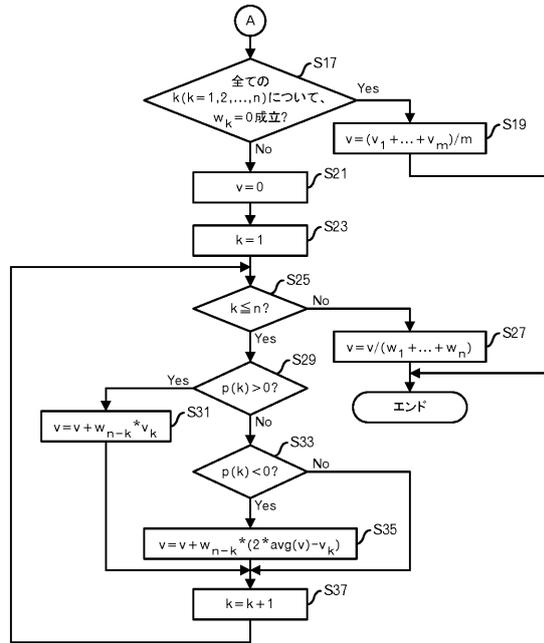
【 図 8 】

k	p(k)
1	0.11
2	0.62
3	-0.40
4	-0.28
5	0.06
⋮	⋮

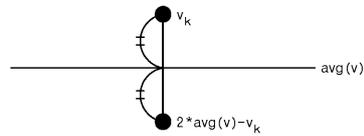
【図9】

k	w _k
1	0
2	0.62
3	0.40
4	0
5	0
⋮	⋮

【図10】



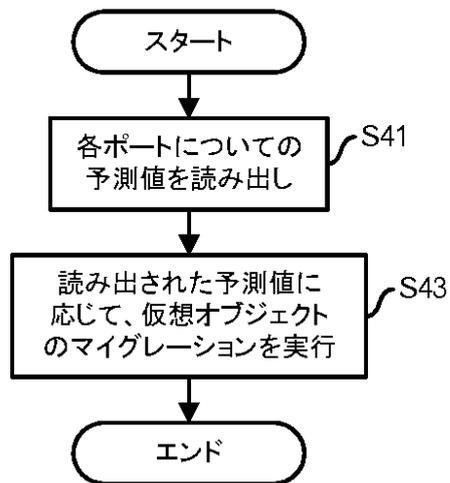
【図11】



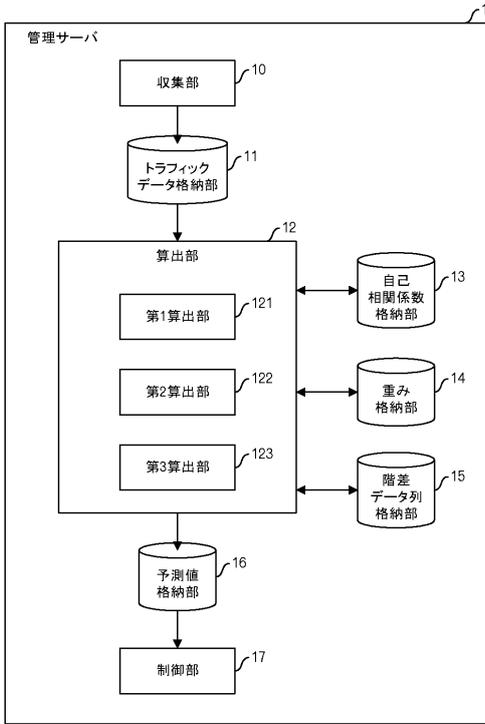
【図12】

ポート	予測値(t _x)
ポートA	300
ポートB	450
ポートC	120
ポートD	200
ポートE	100
⋮	⋮

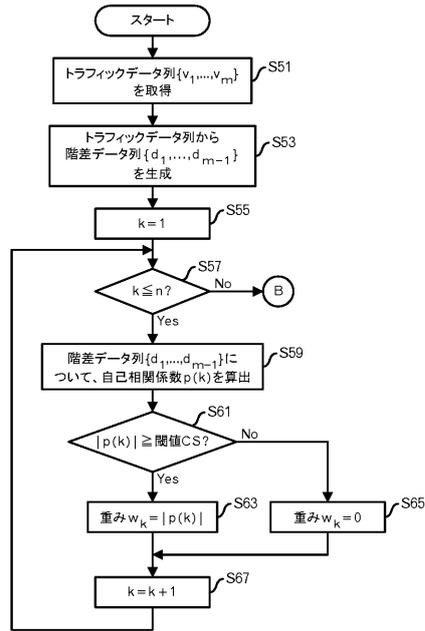
【図13】



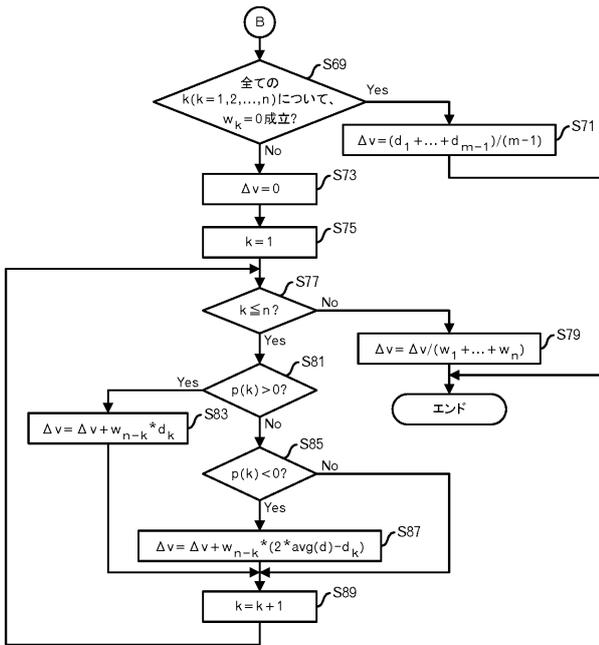
【図14】



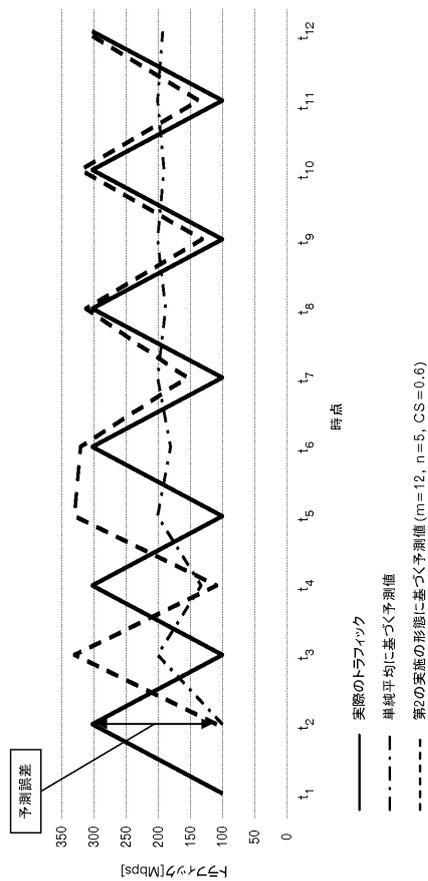
【図15】



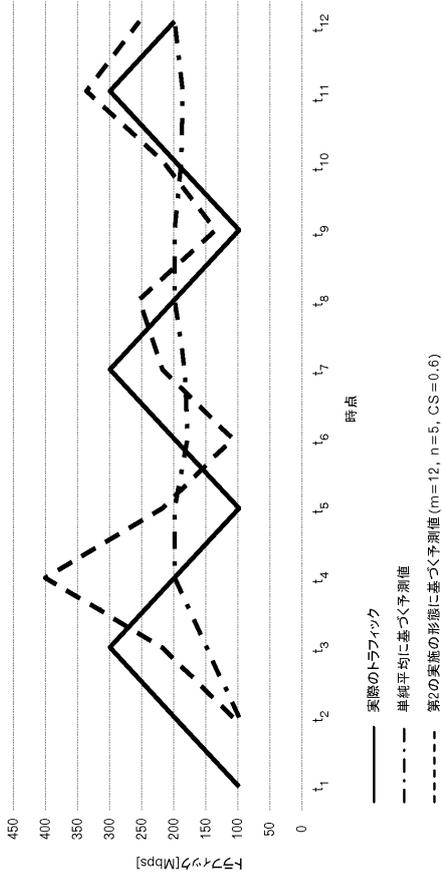
【図16】



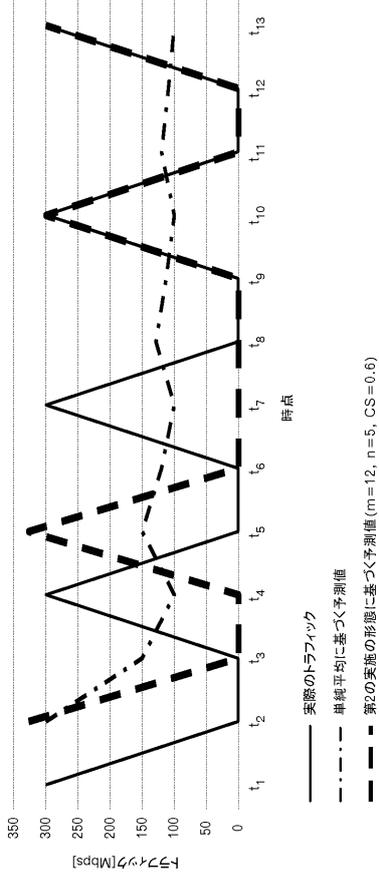
【図17】



【図 18】



【図 19】



【図 20】

