

(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2006-5437

(P2006-5437A)

(43) 公開日 平成18年1月5日(2006.1.5)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
H04L 12/56 (2006.01) H04L 12/56 100A 5K030
 H04L 12/56 200Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2004-176938 (P2004-176938)
 (22) 出願日 平成16年6月15日 (2004.6.15)

(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 100090516
 弁理士 松倉 秀実
 (74) 代理人 100113608
 弁理士 平川 明
 (74) 代理人 100105407
 弁理士 高田 大輔
 (74) 代理人 100089244
 弁理士 遠山 勉

最終頁に続く

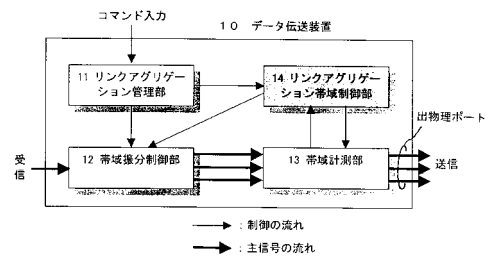
(54) 【発明の名称】 トラフィック分散制御装置

(57) 【要約】

【課題】リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートへの均等な（厳密には、ほぼ均等な）帯域分配を可能にする。

【解決手段】トラフィック分散制御装置としてのデータ伝送装置10は、リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、ハッシュ関数を用いて受信パケットの宛先アドレス及び送信元アドレスからハッシュ値を計算し、宛先の物理ポートを決定する装置であって、前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する計測手段13と、前記計数された出力流量について前記複数の物理ポート間の流量比を算出する算出手段14と、前記算出された流量比を前記複数の物理ポート間の帯域分配比率にフィードバックして前記宛先の物理ポートを決定するためのハッシュ値の個数割当ての変更を行う第1の制御手段12とを備える。

【選択図】 図8



本発明の一実施の形態のデータ伝送装置

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、ハッシュ関数を用いて受信パケットの宛先アドレス及び送信元アドレスからハッシュ値を計算し、宛先の物理ポートを決定するトラフィック分散制御装置であって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する計測手段と、

前記計数された出力流量について前記複数の物理ポート間の流量比を算出する算出手段と、

前記算出された流量比を前記複数の物理ポート間の帯域分配比率にフィードバックして前記宛先の物理ポートを決定するためのハッシュ値の個数割当ての変更を行う第 1 の制御手段と、

を備えるトラフィック分散制御装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 の制御手段は、前記流量比を前記帯域分配比率にフィードバックするとき、帯域分配比率フィードバック係数を用いてハッシュ値の個数割当てを再計算することにより、前記流量比の一部を前記帯域分配比率にフィードバックする

請求項 1 記載のトラフィック分散制御装置。

【請求項 3】

前記リンクアグリゲーションの論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うとき、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼する第 2 の制御手段を更に備える

請求項 1 記載のトラフィック分散制御装置。

20

【請求項 4】

リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、前記論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うトラフィック分散制御装置であって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する計測手段と、

前記計数された出力流量の合計と前記論理ポートの予め設定されている最大使用帯域との差から前記最大使用帯域の超過を計算し、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、前記出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼する制御手段と、

を備えるトラフィック分散制御装置。

30

【請求項 5】

トラフィック分散を行うためのハッシュ値毎に出力流量を計測する計測手段と、

計測されたハッシュ値対応の出力流量の比を算出する算出手段と、

算出された流量比に基づいてトラフィックが均等になるように、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポートに割当てるハッシュ値の組合せを調整する制御手段と、

を備えるトラフィック分散制御装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、広域 LAN (Local Area Network) サービスなどを提供する通信キャリア (通信事業者) 向けデータ伝送装置などで利用されるリンクアグリゲーションにおけるトラフィック分散制御技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般的に、企業などが各拠点間を接続するためのプライベートネットワークを構築する場合、専用線を用いて構築する方法、IP (Internet Protocol) を用いた IP - VPN (Virtual Private Network) により構築する方法、及び VLAN (Virtual Local Area

50

Network) を用いた広域 LAN サービスにより構築する方法がある。

【0003】

これらの構築方法の内、広域 LAN サービスはレイヤ 2 スイッチ装置で構築するため、専用線や IP - VPN に比較してコストが安く、かつ管理が容易なことから、現在急増している。VLAN を用いた広域 LAN サービスシステムの一例を図 1 に示す。この広域 LAN サービスシステムの構成において、参照数字 10 は通信キャリア向けデータ伝送装置としてのレイヤ 2 スイッチ装置である。

【0004】

広域 LAN サービスでは、主に企業の LAN 間を接続するため、100Mbps や 1Gbps 回線 (リンク) だけでなく、例えば 200Mbps や 300Mbps の伝送速度でのパケット流量を許容するなど、様々な顧客要求に対応しなければならない。これを解決するため、複数の物理ポート (物理リンク) を束ねて仮想的に単一のリンク (論理リンク) として扱うリンクアグリゲーション (Link Aggregation) が注目されている。

10

【0005】

リンクアグリゲーションは IEEE 802.3ad で規定されており、直接接続している対向の装置 (レイヤ 2 スイッチ装置) 間でイーサネットインターフェース (イーサネット: 登録商標) の複数の物理ポートを束ねて、論理的に単一の論理ポートに見せる技術である。複数の物理ポートを束ねることにより、論理ポートの帯域 (伝送帯域容量) を増やすことができ、同時に冗長性を確保している。

【0006】

ここで、物理ポートとは、ギガビットイーサネット (イーサネット: 登録商標) 及びファストイーサネット (イーサネット: 登録商標) などの物理的なポートのことである。また、論理ポートとは、複数の物理ポートを束ねた仮想ポートで、リンクアグリゲーションの構成単位である。

20

【0007】

例えば、図 2 に示すレイヤ 2 スイッチ装置 (装置 1, 2) 間接続において、400Mbps のユーザ使用帯域を提供する場合、100Mbps のファストイーサネット (イーサネット: 登録商標) の物理ポートでは 300Mbps の帯域が不足し、1Gbps のギガビットイーサネット (イーサネット: 登録商標) の物理ポートでは 600Mbps の帯域を無駄に使用してしまう。リンクアグリゲーションは 4 本の 100Mbps ファストイーサネット (イーサネット: 登録商標) の物理ポートを 1 本の論理ポートに束ねることによって 400Mbps の帯域を確保する。また、論理ポートを構成する物理ポートの一部が障害になっても残りの物理ポートで通信を継続できる。例えば、論理ポートを構成する 4 本の中の 1 本の物理ポートが障害になっても 300Mbps の帯域で通信することを可能にする。

30

【0008】

リンクアグリゲーションでは、論理ポートを構成する複数の物理ポートに均等にトラフィックを分散させるために、ハッシュ関数を用いて受信パケットの宛先アドレス及び送信元アドレスからハッシュ値を計算し、宛先ポート (物理ポート) を決定する。このように、現状のリンクアグリゲーションでは、宛先アドレス及び送信元アドレスを基に宛先ポートを決定しているが、宛先アドレス及び送信元アドレスによっては、トラフィックが分散されず、同一ポートに転送されることを免れない。

40

【0009】

ここで、ハッシュ関数とは、ドキュメントや数字などの文字列の羅列から一定長のデータに要約するための関数 (手順) であり、この関数を通して出力される値はハッシュ値または単にハッシュと称される。

【0010】

例えば、図 3 に示すように、ハッシュ関数が出力するハッシュ値を、宛先 MAC アドレス (DA) と送信元 MAC アドレス (SA) との和を物理ポート数 (N) で割った余りとする。ここでは、P1, P2, P3 の物理ポートが存在するので、物理ポート数は $N = 3$

50

である。送信元MACアドレスSA(A) : 00 - E0 - 00 - 00 - 11 - 01を有するLAN1収容の端末から宛先MACアドレスDA(X) : 00 - E0 - 00 - 00 - 11 - 02、DA(Y) : 00 - E0 - 00 - 00 - 11 - 03、及びDA(Z) : 00 - E0 - 00 - 00 - 11 - 04をそれぞれ有するLAN2収容の各端末へのパケット流量の比率を均等(DA(X) : 10Mbps、DA(Y) : 10Mbps、DA(Z) : 10Mbps)とする。更に、送信元MACアドレスSA(B) : 00 - E0 - 00 - 00 - 11 - 05を有するLAN1収容の端末から宛先MACアドレスDA(X)、DA(Y)、DA(Z)をそれぞれ有するLAN2収容の各端末へのパケット流量の比率を均等(DA(X) : 10Mbps、DA(Y) : 10Mbps、DA(Z) : 10Mbps)とする。

10

【0011】

図4に示すように、レイヤ2スイッチ装置(装置1)からの出力パケットは物理ポートP1、P2、P3に均等に分配される。しかし、送信元MACアドレスSA(A)から宛先MACアドレスDA(X)、DA(Y)、DA(Z)へのパケット流量をDA(X) : 20Mbps、DA(Y) : 5Mbps、DA(Z) : 5Mbpsとし、かつ送信元MACアドレスSA(B)から宛先MACアドレスDA(X)、DA(Y)、DA(Z)へのパケット流量をDA(X) : 5Mbps、DA(Y) : 5Mbps、DA(Z) : 20Mbpsとして、パケットの流量に偏りが生じると、図5に示すように、物理ポートP1にパケットが集中してしまう問題が発生する。

20

【0012】

一方、リンクアグリゲーションにおける帯域保証(QoS: Quality of Service)制御は、論理ポートを構成する物理ポート毎に行われるため、論理ポートの総帯域に対してQoS保証されないという問題がある。このため、リンクアグリゲーションを構成する全ての物理ポートに契約者(ユーザ)の契約帯域(例えば、30Mbps)を割当てて必要がある(図6参照)。

【0013】

これを解決するために、従来の物理ポートを構成する仮想パス毎にQoS制御を行う方法に対して、仮想パスの束について仮想パスの通信量の総和を監視して、予め設定された閾値と仮想パスの束に到達したセルの総和とを比較することで、仮想パスの束毎にQoS制御を行う技術が存在する(特許文献1参照)。

30

【0014】

この技術では、ATM通信において仮想パス毎に到達したセルの総和を監視し、予め定められた時間内に複数の仮想パスに到達したセル数の総和を計測する。また、契約に基づき予め設定された閾値を記憶しておき、この閾値と計測値とを比較する。比較結果に応じてセルの廃棄を制御するが、それでもセル廃棄が追いつかず仮想パスの束に到達したセル数の総和が最大使用帯域の契約に違反した場合には、該当する加入者装置に収容されている全ての仮想パスを遮断するようにしてもよいことが記載されている(図7参照)。

【0015】

上述した従来技術では、次の2つの問題がある。

(1)レイヤ2スイッチ装置において、複数の物理ポートを束ねてリンクアグリゲーションを構成しても各物理ポートに均等に帯域を分配できないので、複数の物理ポートの総合計帯域を提供できない。そのため、キャリアネットワークにおける重要な帯域リソースを有効に利用できていない。例えば、4本の100Mbpsファストイーサネット(イーサネット:登録商標)の物理ポートを1本に束ねて400Mbpsの論理ポートをユーザに提供しても、実際は、トラフィックの偏りのために均等に複数の物理ポートに帯域分配が行われず、確保できる帯域は400Mbpsにはなりえない。

40

【0016】

(2)レイヤ2スイッチ装置において、リンクアグリゲーションを設定しても物理ポート(仮想パス)単位でQoS保証をしているため、キャリアネットワークにおける重要な帯域リソースが無駄に消費されていた。そのため、リンクアグリゲーションなどの論理ポ

50

ート（仮想パスの束）単位にQoS制御をする方法が特許文献1で提案されているが、この文献では、契約者が最大使用帯域の制限に違反したときのパケット廃棄は提案されていないので、トラフィックがリンクアグリゲーションの最大使用帯域を超えるとQoS帯域内の通信が保証されない。このため、通信キャリアは信頼性の高い広域LANサービスを提供できない。

【特許文献1】特開平8-186568号公報

【特許文献2】特開平10-341235号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

本発明の課題は、リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートへの均等な（厳密には、ほぼ均等な）帯域分配を可能にする技術を提供することにある。

本発明の他の課題は、リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートへの均等な帯域分配を促進するために、契約者（ユーザ）が最大使用帯域の制限に違反したときのパケット廃棄を可能にする手法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記課題を解決するために、本発明の第1のトラフィック分散制御装置は、リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、ハッシュ関数を用いて受信パケットの宛先アドレス及び送信元アドレスからハッシュ値を計算し、宛先の物理ポートを決定するトラフィック分散制御装置であって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する計測手段と、

前記計数された出力流量について前記複数の物理ポート間の流量比を算出する算出手段と、

前記算出された流量比を前記複数の物理ポート間の帯域分配比率にフィードバックして前記宛先の物理ポートを決定するためのハッシュ値の個数割当ての変更を行う第1の制御手段とを備える。

【0019】

ここで、前記第1の制御手段は、前記流量比を前記帯域分配比率にフィードバックするとき、帯域分配比フィードバック係数を用いてハッシュ値の個数割当てを再計算することにより、前記流量比の一部を前記帯域分配比率にフィードバックする。

【0020】

また、前記リンクアグリゲーションの論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うとき、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼する第2の制御手段を更に備える。

【0021】

本発明の第2のトラフィック分散制御装置は、リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、前記論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うトラフィック分散制御装置であって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する計測手段と、

前記計数された出力流量の合計と前記論理ポートの予め設定されている最大使用帯域との差から前記最大使用帯域の超過を計算し、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、前記出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼する制御手段とを備える。

【0022】

本発明の第3のトラフィック分散制御装置は、トラフィック分散を行うためのハッシュ値毎に出力流量を計測する計測手段と、

計測されたハッシュ値対応の出力流量の比を算出する算出手段と、

算出された流量比に基づいてトラフィックが均等になるように、リンクアグリゲーション

10

20

30

40

50

ンを構成する複数の物理ポートに割当てるハッシュ値の組合せを調整する制御手段とを備える。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、リンクアグリゲーションの帯域分配に偏りが発生した場合でも、複数の物理ポートの使用帯域の比（流量比）をフィードバックして帯域分配比率を改善するので、リンクアグリゲーションのトラフィック分配が均等に行われるようになる。したがって、複数の物理ポートの総合計帯域を提供できるようになり、キャリアネットワークにおける重要な帯域リソースを有効に利用できる。

【0024】

また、本発明によれば、リンクアグリゲーションの総流量が最大使用帯域を超えた場合でも、リンクアグリゲーション構成物理ポートの流量が大きい方から均等にパケット廃棄でき、かつ既に通信中のトラフィックへの影響を最小限に抑制することができる。したがって、通信キャリアは信頼性の高い広域LANサービスを提供可能となる。

【0025】

本発明の他の課題、特徴及び利点は、図面及び併記の特許請求の範囲とともに取り上げられる際に、以下に記載される明細書を読むことにより明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、添付図面を参照して、本発明について更に詳細に説明する。図面には本発明の好ましい実施形態が示されている。しかし、本発明は、多くの異なる形態で実施されることが可能であり、本明細書に記載される実施形態に限定されると解釈されてはならない。むしろ、これらの実施形態は、本明細書の開示が徹底的かつ完全となり、当業者に本発明の範囲を十分に伝えるように提供される。

【0027】

[データ伝送装置の構成]

本発明の一実施の形態におけるデータ伝送装置の構成を示す図8を参照すると、トラフィック分散制御装置としてのデータ伝送装置（レイヤ2スイッチ装置）10は、リンクアグリゲーション管理部11、帯域振分制御部12、帯域計測部13、及びリンクアグリゲーション帯域制御部14から構成されている。なお、データ伝送装置10は各種テーブル及び各データの記憶領域を有する記憶部（図示省略）を備える。

【0028】

第1のデータ伝送装置10は、リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、ハッシュ関数を用いて受信パケットの宛先アドレス及び送信元アドレスからハッシュ値を計算し、宛先の物理ポートを決定するトラフィック分散制御装置であって、帯域計測部13は複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する。リンクアグリゲーション帯域制御部14は計数された出力流量について複数の物理ポート間の流量比を算出する。帯域振分制御部12は算出された流量比を複数の物理ポート間の帯域分配比率にフィードバックして宛先の物理ポートを決定するためのハッシュ値の個数割当ての変更を行う。

【0029】

ここで、帯域振分制御部12は、流量比を帯域分配比率にフィードバックするとき、帯域分配比フィードバック係数を用いてハッシュ値の個数割当てを再計算することにより、流量比の一部を帯域分配比率にフィードバックする。

【0030】

リンクアグリゲーション帯域制御部14は、リンクアグリゲーションの論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うとき、複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼する。

【0031】

10

20

30

40

50

また、リンクアグリゲーション帯域制御部 14 は、最大使用帯域を超過したパケットを廃棄するとき、ブロードキャストパケットの優先的な廃棄依頼を行う。

第 2 のデータ伝送装置 10 は、リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うトラフィック分散制御装置であって、帯域計測部 13 は複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する。リンクアグリゲーション帯域制御部 14 は計数された出力流量の合計と論理ポートの予め設定されている最大使用帯域との差から最大使用帯域の超過を計算し、複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼する。

【0032】

第 3 のデータ伝送装置 10 においては、帯域計測部 13 はトラフィック分散を行うためのハッシュ値毎に出力流量を計測する。リンクアグリゲーション帯域制御部 14 は計測されたハッシュ値対応の出力流量の比を算出する。帯域振分制御部 12 は算出された流量比に基づいてトラフィックが均等になるように、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポートに割当てるハッシュ値の組合せを調整する。

【0033】

上述した構成のデータ伝送装置 10 は、図 1 に示す広域 LAN サービスシステムにおいてレイヤ 2 スイッチ装置 10 として、企業の LAN 及び広域 LAN に論理的に配置される。図 8 に示すデータ伝送装置 10 において、帯域振分制御部 12 及び帯域計測部 13 はイーサネット(登録商標)及び対向のデータ伝送装置 10 とそれぞれインターフェースする。

【0034】

[データ伝送装置の動作]

次に、図 8 に示す本発明の一実施の形態のデータ伝送装置 10 における動作例を説明する。

【0035】

[第 1 及び第 2 の動作モードの概要]

図 8 及び図 9 を併せ参照すると、第 1 及び第 2 動作モードのデータ伝送装置 10 においては、リンクアグリゲーションの出力帯域(出力流量)をフィードバックして、帯域分配比を均等にする。

【0036】

データ伝送装置 10 においては、受信パケットの宛先アドレス(以下、単に DA と記載することもある)及び送信元アドレス(以下、単に SA と記載することもある)を利用して算出したハッシュ値を基に、固定的に出物理ポートを決定するのではなく、論理ポートを構成する複数の出物理ポートの流量比を加味して出物理ポートを決定することにより、出物理ポートの流量比を均等に保つ。

【0037】

また、データ伝送装置 10 においては、帯域分配比率へのフィードバック係数を使用することにより、帯域分配比率の大幅な変動を抑制する。

まず、データ伝送装置 10 においては、装置管理者からのコマンド入力によって予め要求された帯域分配比のフィードバック係数がリンクアグリゲーション管理部 11 で受け付けられて、リンクアグリゲーション管理部 11 から帯域振分制御部 12 に通知されかつ記録される。ここで、帯域分配比フィードバック係数とは、測定帯域の逆数の比率をハッシュ計算にフィードバックさせる割合である。例えば、帯域分配比フィードバック係数 = 1 とすると、100% フィードバックさせる。

【0038】

データ伝送装置 10 においては、受信側物理ポート(入力(入)物理ポート)と送信側リンクアグリゲーションの論理ポートとの間でパケットの双方向通信を行うために、帯域振分制御部 12 で装置内の MAC アドレス学習テーブルに DA を記録している。このため、物理ポート(入物理ポート)でパケットを受信すると、帯域振分制御部 12 は、パケッ

10

20

30

40

50

トヘッダから読み出したDAを基に、MACアドレス学習テーブルを検索して、リンクアグリゲーションの論理ポートを決定できる。

【0039】

次に、帯域振分制御部12は、SAとDAと論理ポートを構成する物理ポート数（アグリゲートポート数）とを基にハッシュ値を計算し、そのハッシュ値と論理ポートとを基にフォワーディングテーブルから出物理ポートを決定し、受信パケットを転送する。

【0040】

受信パケットが出物理ポートに到達すると、帯域計測部13は、パケットが出物理ポート対応に設けられている各送信キューに登録される際に、パケットの流量と出物理ポートに出力されるトラフィックの帯域とを計測している。帯域計測部13は、更に測定帯域（流量）の変化を検出し、リンクアグリゲーション帯域制御部14への測定帯域の通知が完了すると、受信したパケットを送信キューに登録する。送信キューに登録された受信パケットは、このキューに繋がられた（入力された）順番に装置外に出力される、つまり対向データ伝送装置に接続されたリンクに出力される。

10

【0041】

帯域計測部13から測定帯域の通知を受信したリンクアグリゲーション帯域制御部14は、論理ポートの構成物理ポート、つまりリンクアグリゲーションの論理ポートの構成要素である物理ポートの各測定帯域を読み出し、測定帯域の整数比を計算する。リンクアグリゲーション帯域制御部14はこの整数比を帯域振分制御部12に通知する。

【0042】

測定帯域比の通知を受信した帯域振分制御部12は、測定帯域比の逆数比の整数比、及びその整数比の合計を計算し、この結果に従いハッシュ値割当ての変更を行う。

20

通常、リンクアグリゲーションが一度構成されると、このようなハッシュ値の割当て変更による帯域分配の最適化は行われない。しかし、このデータ伝送装置10においては、図9中の(1)から(2)への状態変化に示すように、パケットの流量が最も多い物理ポートのハッシュ値の個数を最も減らし、流量の少ない物理ポートのハッシュ値の個数を増やすように計算する（第1の動作モード）。

【0043】

ここで、リンクアグリゲーション帯域制御部14から帯域振分制御部12に通知された測定帯域比に大きな偏りが有る場合、帯域振分制御部12で再計算したハッシュ値割当てにも大きく偏りができてしまう。帯域振分制御部12に到達する受信パケットのDA及びSAの組み合わせによって、ハッシュ値の割当てが多い物理ポートに多く転送されてしまい、急激にその物理ポートにトラフィックが集中してしまう状態が発生する。これを回避するために、帯域振分制御部12は帯域分配比のフィードバック係数が記録されていれば、帯域分配比フィードバック係数を用いてハッシュ値割当てを再計算する。図9中の状態(3)に示すように、図9中の状態(2)よりもハッシュ値の割当て個数が加減されている（第2の動作モード）。

30

【0044】

帯域振分制御部12は、リンクアグリゲーション制御テーブルとフォワーディングテーブルとにアクセスして、計算結果を書き込む。これ以降に、帯域振分制御部12に到達した受信パケットは新しい帯域分配比でリンクアグリゲーション構成物理ポートに分配される。

40

【0045】

これにより、この第1及び第2の動作モードを採るデータ伝送装置10では、偏りがあつた帯域を均等に分配することが可能となる。

[第3及び第4の動作モードの概要]

図8及び図10を併せ参照すると、第3及び第4の動作モードのデータ伝送装置10においては、リンクアグリゲーションの出力帯域（出力流量）をフィードバックして、QoS帯域内のパケット廃棄を均等にす。

【0046】

50

データ伝送装置 10 においては、総流量が論理ポートの最大使用帯域を超過した場合、リンクアグリゲーションの構成物理ポート単位で均等にパケット廃棄するのではなく、論理ポートを構成する出力流量の多い出物理ポートからパケット廃棄を行うことによって、出物理ポートへの分散トラフィックを均等に保つ。

【0047】

また、データ伝送装置 10 においては、片方向通信のために D A が学習されていないものを含むブロードキャストパケットを優先して廃棄することによって、通信中のトラフィックへの影響を最小限に抑制する。

【0048】

まず、データ伝送装置 10 においては、装置管理者のコマンド入力によって予め要求された論理ポートの最大使用帯域をリンクアグリゲーション管理部 11 で受け付け、その論理ポートの最大使用帯域をリンクアグリゲーション帯域制御部 14 で記録しておく。

10

【0049】

データ伝送装置 10 に到達したパケットを受信した場合、帯域振分制御部 12 にて受信パケットをリンクアグリゲーションの構成物理ポートに振り分け、帯域計測部 13 に通知する。帯域振分制御部 12 におけるここまでの処理は、上述した第 1 及び第 2 の動作モードと同様であるため詳細説明を割愛する。

【0050】

受信パケットが帯域振分制御部 12 から帯域計測部 13 に到達すると、帯域計測部 13 は受信したパケットの使用帯域を計測し、測定帯域の変化を検出して、測定帯域をリンクアグリゲーション帯域制御部 14 に通知する。

20

【0051】

測定帯域の通知を受けたリンクアグリゲーション帯域制御部 14 は、論理ポートを構成する物理ポートの測定帯域を読み出して測定帯域の合計を計算する。リンクアグリゲーション帯域制御部 14 は論理ポートの最大使用帯域と測定帯域の合計との差から最大使用帯域の超過を計算する。

【0052】

通常、廃棄帯域は、装置管理者がリンクアグリゲーションの構成物理ポート単位に設定し、自動で再設定されない。この動作モードでは、最大使用帯域を超過していれば、トラフィックの流量の最も多い物理ポートが最も多く流量廃棄されるように、各構成物理ポートの廃棄帯域を計算する。

30

【0053】

したがって、リンクアグリゲーション帯域制御部 14 は、図 10 中の (1) から (2) への状態変化に示すように、測定帯域の多い物理ポートは廃棄流量を増やし、測定帯域の少ない物理ポートは廃棄流量を減らすようにして構成物理ポートに廃棄帯域を割当てる (第 3 の動作モード)。

【0054】

また、このデータ伝送装置 10 では、通知された測定帯域にブロードキャストパケットを伝送するための帯域が含まれている場合は、ブロードキャストパケットの廃棄を優先するように計算する。

40

【0055】

通常、ブロードキャストパケット及びユニキャストパケットに関係なく均等に廃棄するが、この動作モードでは、リンクアグリゲーション帯域制御部 14 が帯域計測部 13 から通知された測定帯域から廃棄帯域を計算する際に、ブロードキャストパケットを優先して廃棄するように、ユニキャストパケットの廃棄帯域とブロードキャストパケットの廃棄帯域とを計算する。

【0056】

したがって、データ伝送装置 10 では、図 10 中の状態 (3) に示すように、ブロードキャストパケットを優先廃棄する処理を採る (第 4 の動作モード)。

この第 3 及び第 4 の動作モードを採るデータ伝送装置 10 では、廃棄帯域の計算を完了

50

したリンクアグリゲーション帯域制御部 14 は、この計算結果を帯域計測部 13 に通知する。廃棄帯域の通知を受けた帯域計測部 13 は送信キューに廃棄帯域を設定する。

【0057】

これ以降に、受信パケットが帯域振分制御部 12 から帯域計測部 13 に到達すると、帯域計測部 13 は受信パケットの DA を読み出してユニキャスト送信キュー及びマルチキャスト送信キューのいずれに受信パケットを登録するかを決定する。

【0058】

帯域計測部 13 は、DA がブロードキャストアドレスの場合は、受信パケットをマルチキャスト送信キューに登録する。各送信キューに登録された受信パケットは、通常、装置外へ出力されるが、出力パケット流量が各送信キューに設定されている廃棄帯域を超えた場合は廃棄される。

10

【0059】

これにより、この第3及び第4の動作モードを採るデータ伝送装置 10 では、QoS 帯域内でトラフィックを均等に分散することと、通信中のトラフィックへの影響を最小限に抑制することが可能となる。

【0060】

[第1及び第2の動作モードの具体例]

図 11 は図 8 に示すデータ伝送装置 10 をトラフィック分散制御装置 (装置 1) として適用したネットワーク (広域 LAN サービスシステム) の構成例を示す。

【0061】

このネットワーク構成では、企業ネットワーク LAN 1 と装置 1 間、及び企業ネットワーク LAN 2 と装置 2 (データ伝送装置) 間は、リンクアグリゲーション構成のないファストイーサネット (イーサネット: 登録商標) ポート (100 Mbps) でそれぞれ接続され、装置 1 と装置 2 間は、4 本のファストイーサネット (イーサネット: 登録商標) ポート (100 Mbps) にてリンクアグリゲーションを構成し、400 Mbps のリンクアグリゲーション論理ポートにて接続されているものとする。

20

【0062】

ここで、ネットワーク LAN 1 には、送信元 MAC アドレス SA: 00-E0-00-00-11-01 ~ 00-E0-00-00-11-80 が存在し、ネットワーク LAN 2 には、宛先 MAC アドレス DA: 00-E0-00-00-12-01 ~ 00-E0-00-00-12-80 が存在し、ネットワーク LAN 1 とネットワーク LAN 2 間は、既に双方向で通信している状態であり、装置 1 及び装置 2 のフォーワーディングテーブルには転送先の MAC アドレスが既に学習されているものとする。

30

【0063】

(第1の動作モード)

第1の動作モードでは、ネットワーク LAN 1 から装置 1 に転送されたパケットが、装置 1 のリンクアグリゲーション論理ポートを経由して装置 2 に接続されているネットワーク LAN 2 に送信される際、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポート全体にトラフィックが分散されるメカニズムを説明する。

【0064】

まず、図 11 に示す装置 1 (図 8 に示すデータ伝送装置 10) にイーサネット (登録商標) のネットワーク LAN 1 から到着した送信元 MAC アドレス SA: 00-E0-00-00-11-01 及び宛先 MAC アドレス DA: 00-E0-00-00-12-05 を持つパケットが、リンクアグリゲーション論理ポートを構成するいずれか1つの物理ポートに送信されるまでの動作を説明する。

40

【0065】

図 32 の処理フローに示すように、装置 1 において MAC アドレス学習済みのパケットを受信すると、帯域振分制御部 12 はパケットヘッダから送信元 MAC アドレス SA: 00-E0-00-00-11-01 及び宛先 MAC アドレス DA: 00-E0-00-00-12-05 を抽出する。また、帯域振分制御部 12 は、図 19 に示す MAC アドレス

50

学習テーブルからDA（学習済みMACアドレス）に対応する論理ポート番号「1」を抽出する。

【0066】

次に、帯域振分制御部12は、図20に示すリンクアグリゲーション制御テーブルから論理ポート番号「1」で使用するアグリゲートポート数「4」と分配アルゴリズム $F(DA + SA, n) = \text{Mod}(DA + SA, 4)$ とを得る。帯域振分制御部12はこれらの抽出情報を基にハッシュ値を計算する。ModはDAとSAとの和をアグリゲートポート数で割った余りを出力するハッシュ関数である。ここでは、 $DA = 00 - E0 - 00 - 00 - 12 - 05$ 、 $SA = 00 - E0 - 00 - 00 - 11 - 01$ 、アグリゲートポート数 = 4であるため、出力されるハッシュ値は「2」となる。

10

【0067】

次に、帯域振分制御部12は、図21に示すフォーディングテーブルから論理ポート番号「1」及びハッシュ値「2」を基に出物理ポート番号「P3」を決定し、パケットを帯域計測部13に転送する。

【0068】

帯域計測部13は、帯域振分制御部12で振り分けられた受信パケットを受け取ると、送信キューに受信パケットを入力した後、出物理ポート番号「P3」に順次出力する。その際、帯域計測部13はパケットの出力帯域の計測を行う（図12参照）。

【0069】

ここでは、装置1に到着した送信元MACアドレスSA：00 - E0 - 00 - 00 - 11 - 01及び宛先MACアドレスDA：00 - E0 - 00 - 00 - 12 - 05を持つパケットが、リンクアグリゲーション論理ポートを構成する1つの物理ポートP3に出力される動作を説明したが、他の送信元MACアドレス及び宛先MACアドレスを持つパケットも同様の動作により、リンクアグリゲーション論理ポートを構成するいずれか1つの物理ポートに出力されるとともにパケットの出力帯域の計測が行なわれるが、全く同様の動作であるためその説明は割愛する。

20

【0070】

次に、出力されたパケットの測定帯域が帯域計測部13からリンクアグリゲーション帯域制御部14に通知され、構成物理ポートの流量比がフィードバックされるまでの動作を説明する。

30

【0071】

図35の処理フローに示すように、出物理ポートP3の流量が変化した場合は、帯域計測部13は、図22に示すように、測定帯域に40Mbps、通知フラグに通知中（1）、及び読み出し済みフラグに読み出し未（0）を書き込んだ帯域通知データをリンクアグリゲーション帯域制御部14に通知する。

【0072】

図36の処理フローに示すように、測定帯域の通知を受けたリンクアグリゲーション帯域制御部14は、その帯域通知データから測定帯域（40Mbps）を読み出し、通知フラグを通知済み（0）、読み出し済みフラグを読み出し済み（1）に設定する。リンクアグリゲーション帯域制御部14は、出物理ポートP1、P2、P4についても同様にP1の測定帯域（30Mbps）、P2の測定帯域（20Mbps）、P4の測定帯域（10Mbps）を得る。

40

【0073】

次に、リンクアグリゲーション帯域制御部14は、構成物理ポートの測定帯域の整数比 $P1 : P2 : P3 : P4 = 3 : 2 : 4 : 1$ を計算する。この帯域制御部14は、この結果から図23に示すように、リンクアグリゲーション測定帯域比通知データ（記憶領域）の物理ポートP3の対応エリアに測定帯域比（4）、通知フラグに通知中（1）、読み出し済みフラグに読み出し未（0）を書き込む。また、帯域制御部14は物理ポートP1、P2、P4についても同様に書き込んだ後、そのリンクアグリゲーション測定帯域比通知データを帯域振分制御部12に通知する。

50

【 0 0 7 4 】

図 3 4 の処理フローに示すように、リンクアグリゲーション帯域制御部 1 4 から測定帯域比の通知を受けた帯域振分制御部 1 2 は、そのリンクアグリゲーション測定帯域比通知データの測定帯域比 (4) を読み出し、通知フラグに通知済み (0)、及び読み出し済みフラグに読み出し済み (1) を書き込む。帯域振分制御部 1 2 は物理ポート P 1, P 2, P 4 についても同様に読み出す。なお、図 3 4 の処理フローでは、帯域分配比フィードバック係数 (R) を使用することとしているが、ここでは設定されていないものとみなして処理を行う。帯域分配比フィードバック係数を使用した動作説明については後述する。

【 0 0 7 5 】

帯域振分制御部 1 2 は、リンクアグリゲーション測定帯域比通知データ (記憶領域) から読み出した物理ポート P 1, P 2, P 3, P 4 の測定帯域の比 $P 1 : P 2 : P 3 : P 4 = 3 : 2 : 4 : 1$ を基に、その逆数比 $1 / P 1 : 1 / P 2 : 1 / P 3 : 1 / P 4 = 1 / 3 : 1 / 2 : 1 / 4 : 1 / 1 = 4 : 6 : 3 : 1 2$ を計算して、アグリゲートポート数を 2 5、ハッシュ値を P 1 (0, 4 ~ 6)、P 2 (1, 7 ~ 1 1)、P 3 (2, 1 2 ~ 1 3)、P 4 (3, 1 4 ~ 2 4) として、図 2 4 に示すように、リンクアグリゲーション制御テーブル (図 2 0) のアグリゲートポート数とフォーディングテーブル (図 2 1) の出物理ポート番号とを更新する。フォーディングテーブルの更新後、各物理ポートの帯域分配の比率は、P 1 (1 6 %)、P 2 (2 4 %)、P 3 (1 2 %)、P 4 (4 8 %) となる (図 1 3 参照)。

【 0 0 7 6 】

以上説明したように、第 1 の動作モードを採ることによりデータ伝送装置 1 0 は、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポート全体にトラフィックを均等に分散することができる。

(第 2 の動作モード)

続いて、帯域振分制御部 1 2 が帯域分配比フィードバック係数 (2 0 %) を使用して流量比をフィードバックする動作を説明する。帯域分配比フィードバックとは、測定帯域比率の帯域分配比フィードバック係数 (2 0 %) 分を、現状使用している各物理ポートの帯域分配比率にフィードバックすることである。

【 0 0 7 7 】

まず、装置管理者からのコマンドによる帯域分配比フィードバック係数の設定処理を説明する。

図 3 1 の処理フローに示すように、リンクアグリゲーション管理部 1 1 は装置管理者からコマンド入力された論理ポート番号「 1 」の帯域分配比フィードバック係数 (2 0 %) を帯域振分制御部 1 2 に通知する。

【 0 0 7 8 】

図 3 3 の処理フローに示すように、帯域振分制御部 1 2 は図 2 5 に示す帯域分配比フィードバック係数データ (記憶領域) に帯域分配比フィードバック係数 (2 0 %) を保持 (格納) する。

【 0 0 7 9 】

これより説明する帯域分配比フィードバック係数を使用した流量比のフィードバック動作は帯域振分制御部 1 2 の動作であり、帯域計測部 1 3 及びリンクアグリゲーション帯域制御部 1 4 の動作については、上述した第 1 の動作モードで説明した内容と同様であるため、この説明を割愛する。

【 0 0 8 0 】

図 3 4 の処理フローに示すように、帯域振分制御部 1 2 は、帯域分配比フィードバック係数データを論理ポート番号「 1 」でインデックスして、帯域分配比フィードバック係数 (2 0 %) を読み出す。帯域分配比フィードバック係数が未設定 (0) でないので、測定帯域の逆数の整数比 $P 1 : P 2 : P 3 : P 4 = 4 : 6 : 3 : 1 2$ に帯域分配比フィードバック係数 (2 0 %) を反映する処理に移行する。

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

説明の簡便のため、帯域分配比フィードバック前のリンクアグリゲーション論理ポートを構成する4本の構成物理ポートの帯域分配比率は、P1(25%)、P2(25%)、P3(25%)、及びP4(25%)であるものとする。

【0082】

まず、帯域振分制御部12は、測定帯域の逆数の整数比 $P1 : P2 : P3 : P4 = 4 : 6 : 3 : 12$ を基に、P1の帯域分配比率 $X(P1) = P1の整数比 \times 100 / 整数比の総和 = 4 \times 100 / 25 = 16$ を求める。更に、帯域振分制御部12は、帯域分配比フィードバック係数(20%)を乗算して、P1のフィードバック比率 $X'(P1) = (16 \times 0.2) = 3.2$ を計算する。

【0083】

帯域振分制御部12は、この結果を現状のP1の帯域分配比率(25%)に加算し、 $Y(P1) = 3.2 + 25 = 28.2$ を計算する。また、P2, P3, P4についても同様に計算し、その比 $Y(P1 : P2 : P3 : P4) = 28.2 : 29.8 : 27.4 : 34.6$ を求める。

10

【0084】

さらに、分配比総和を100とした分配比 $Y'(P1) = Y(P1) \times 100 / Y(Px)$ の総和 $= 28.2 \times 100 / 120 = 23.5$ を計算する。P2, P3, P4についても同様に計算し、その比 $Y'(P1 : P2 : P3 : P4) = 23.5 : 24.8 : 22.8 : 28.8$ を求め、分配比総和を100とした整数比 $23 : 25 : 23 : 29$ を算出する。ここで説明した分配比総和100は、後述するリンクアグリゲーション制御テーブルに設定するアグリゲートポート数に該当する。

20

【0085】

ここでは、分配比総和を100として説明したが、分配比総和をいくらに設定しても動作可能である。分配比総和の数を大きくすればするほど、帯域分配を細かく制御できることとなる。

【0086】

次に、帯域振分制御部12は、図26に示すように、リンクアグリゲーション制御テーブルを論理ポート番号「1」でインデックスしアグリゲートポート数を前述した分配比総和100に更新する。また、帯域振分制御部12は、フォーディングテーブルを論理ポート番号「1」とハッシュ値とでインデックスし、P1(0, 4~25)、P2(1, 26~49)、P3(2, 50~71)、P4(3, 72~99)として物理ポートに割り付けるように更新する。更新後、各物理ポートの帯域分配の比率は、P1(23%)、P2(25%)、P3(23%)、及びP4(29%)となる(図14参照)。

30

【0087】

以上説明したように、第2の動作モードを採るデータ伝送装置10においては、帯域比の一部をフィードバックすることにより、極端なトラフィック移動を抑制することができる。

【0088】

[第3及び第4の動作モードの具体例]

図11は図8に示すデータ伝送装置10をトラフィック分散制御装置(装置1)として適用したネットワーク(広域LANサービスシステム)の構成例を示す。

40

【0089】

このネットワーク構成では、企業ネットワークLAN1と装置1間、及び企業ネットワークLAN2と装置2(データ伝送装置)間、リンクアグリゲーション構成のないファストイーサネット(イーサネット:登録商標)ポート(100Mbps)でそれぞれ接続され、装置1と装置2間は、4本のファストイーサネット(イーサネット:登録商標)ポート(100Mbps)にてリンクアグリゲーションを構成し、400Mbpsのリンクアグリゲーション論理ポートにて接続されているものとする。

【0090】

ここで、ネットワークLAN1には、送信元MACアドレスSA:00-E0-00-

50

00-11-01~00-E0-00-00-11-80が存在し、ネットワークLAN 2には、宛先MACアドレスDA:00-E0-00-00-12-01~00-E0-00-00-12-80)が存在し、ネットワークLAN1とネットワークLAN2間は、既に双方向で通信している状態であり、装置1及び装置2のフォワーディングテーブルには転送先のMACアドレスが既に学習されているものとする。

(第3の動作モード)

第3の動作モードでは、装置1と装置2とを接続するリンクアグリゲーション論理ポートの最大使用帯域が100Mbpsであるとき、ユーザが100Mbpsを超過したトラフィックを流した場合の packets 廃棄動作について説明する。

【0091】

まず、装置管理者からのコマンドによる最大使用帯域の設定処理を説明する。図37及び図40の処理フローに示すように、リンクアグリゲーション管理部11はコマンド入力された論理ポート番号「1」の最大使用帯域(100Mbps)をリンクアグリゲーション帯域制御部14に通知し、リンクアグリゲーション帯域制御部14はこの最大使用帯域(100Mbps)を図28に示す論理ポート最大使用帯域データ(記憶領域)に保持している。

【0092】

次に、トラフィックがリンクアグリゲーション論理ポートの最大使用帯域(100Mbps)を超過した場合の packets 廃棄動作について説明する。

装置1にて packets を受信した場合、 packets は帯域振分制御部12を経由し、帯域計測部13に到達するが、ここまでの各部の動作については上述した第1及び第2の動作モードと同様であるため、その説明は割愛する。

【0093】

その後、帯域計測部13は、帯域振分制御部12で振り分けられた受信 packets を受け取ると、図17に示すように、受信 packets ヘッダの宛先アドレスDAを読み出し、宛先MACアドレスDAが学習されているかを判定する。帯域計測部13は、学習されていない場合は、受信 packets をマルチキャスト送信キューに入れ、学習されている場合は、ユニキャスト送信キューに入れる。これらのキューに入った packets は、順次、出物理ポート番号「P3」に出力される。

【0094】

なお、この第3の動作モードの説明にあたり、装置1からのユニキャスト packets 及びマルチキャスト packets を合計した出力流量(測定帯域)は、P1, P2, P3, P4それぞれ50Mbps, 40Mbps, 30Mbps, 20Mbpsとし、マルチキャスト packets 分の出力帯域は0Mbpsとする。

【0095】

帯域計測部13は、図38の処理フローに示すように、構成物理ポートの流量が変化すると、図22に示す帯域通知データ(記憶領域)を物理ポート番号(1)でインデックスして測定帯域(50Mbps)を設定し、通知フラグに通知中(1)、読み出し済みフラグに読み出し未(0)に設定してリンクアグリゲーション帯域制御部14に測定帯域を通知する。帯域計測部13は、P2, P3, P4についても同様に測定帯域40Mbps, 30Mbps, 20Mbpsを設定し、通知フラグに通知中(1)を、かつ読み出し済みフラグに読み出し未(0)を設定する。

【0096】

また、帯域計測部13は、図27に示すマルチキャスト帯域通知データ(記憶領域)を物理ポート番号(1)でインデックスして測定帯域(0Mbps)を設定し、通知フラグに通知中(1)を、かつ読み出し済みフラグに読み出し未(0)を設定する。帯域計測部13は、P2, P3, P4についても同様に測定帯域0Mbps, 0Mbps, 0Mbpsを設定し、通知フラグに通知中(1)を、かつ読み出し済みフラグに読み出し未(0)を設定して、リンクアグリゲーション帯域制御部14にマルチキャスト分の測定帯域を通知する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 7 】

次に、図 4 1 の処理フローに示すように、測定帯域が通知されると、リンクアグリゲーション帯域制御部 1 4 は、測定帯域の総和 $50 + 40 + 30 + 20 = 140 \text{ Mbps}$ と最大使用帯域 100 Mbps とを比較し、流量超過（測定帯域の総和 > 最大使用帯域）と判断して、測定帯域が大きい順に廃棄率も大きくなる様に廃棄流量の計算を開始する。図 1 5 及び図 1 6 に計算過程を図示するとともに、以下に詳細な説明を行う。

【 0 0 9 8 】

まず、リンクアグリゲーション帯域制御部 1 4 は、図 4 2 の処理フローに示すように、構成物理ポートの中で測定帯域が 1 番目に大きいもの P 1 : 50 Mbps と 2 番目に大きいもの P 2 : 40 Mbps とを抽出する。1 番目に大きい測定帯域と 2 番目の測定帯域との測定帯域差 10 Mbps を計算する。 10

【 0 0 9 9 】

リンクアグリゲーション帯域制御部 1 4 は、図 4 2 の処理フローに従い、測定帯域差 $10 \text{ Mbps} < \text{流量超過} 0 \text{ Mbps}$ であるため、残りの流量超過 $40 - 10 = 30 \text{ Mbps}$ 、廃棄流量 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 10 Mbps , 0 Mbps , 0 Mbps , 0 Mbps 、廃棄後の測定帯域 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 40 Mbps , 40 Mbps , 30 Mbps , 20 Mbps を求める。

【 0 1 0 0 】

この帯域制御部 1 4 は、再度、1 番目に大きいもの P 1 : 40 Mbps 、P 2 : 40 Mbps と 2 番目に大きいもの P 3 : 30 Mbps とを抽出する。帯域制御部 1 4 は 1 番目に大きい測定帯域と 2 番目のものとの測定帯域差 10 Mbps を計算する。 20

【 0 1 0 1 】

また、帯域制御部 1 4 は、前述したものと同様に、測定帯域差 $10 \text{ Mbps} < \text{流量超過} 30 \text{ Mbps}$ であるため、残りの流量超過 $30 - 10 \times 2 = 10 \text{ Mbps}$ 、廃棄流量 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 20 Mbps , 10 Mbps , 0 Mbps , 0 Mbps 、廃棄後の測定帯域 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 30 Mbps , 30 Mbps , 30 Mbps , 20 Mbps を求める。

【 0 1 0 2 】

帯域制御部 1 4 は、再度、1 番目に大きいもの P 1 : 30 Mbps 、P 2 : 30 Mbps 、P 3 : 30 Mbps と 2 番目に大きいもの P 4 : 20 Mbps とを抽出する。1 番目に大きい測定帯域と 2 番目の測定帯域との測定帯域差 10 Mbps を計算する。 30

【 0 1 0 3 】

帯域制御部 1 4 は、図 4 2 の処理フローに従い、測定帯域差 10 Mbps 流量超過 10 Mbps であるため、流量超過 10 Mbps を P 1 , P 2 , P 3 で均等に廃棄することになり、廃棄流量 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 23.3 Mbps , 13.3 Mbps , 3.3 Mbps , 0 Mbps となる。また、廃棄後の測定帯域は P 1 : 26.7 Mbps 、P 2 : 26.7 Mbps 、P 3 : 26.7 Mbps 、P 4 : 20 Mbps となり、かつ残りの流量超過は 0 Mbps となるので、計算は終了する。

【 0 1 0 4 】

リンクアグリゲーション帯域制御部 1 4 は、この計算結果から図 2 9 に示すユニキャスト対応廃棄命令通知データ（記憶領域）を構成物理ポート番号でインデックスして廃棄流量 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 23.3 Mbps , 13.3 Mbps , 3.3 Mbps , 0 Mbps 、通知フラグに通知中（1）、かつ読み出しフラグに読み出し未（0）を設定し、帯域計測部 1 3 に廃棄命令を通知する。 40

【 0 1 0 5 】

図 3 9 の処理フローに示すように、廃棄命令の通知を受けた帯域計測部 1 3 は、ユニキャスト対応廃棄命令通知データを読み出し、通知フラグに通知済み（0）、かつ読み出しフラグに読み出し済み（1）を設定する。帯域計測部 1 3 は読み出した廃棄帯域をユニキャスト送信キューに設定する。

【 0 1 0 6 】

以上説明したように、第3の動作モードを採ることによりデータ伝送装置10においては、設定されたQoS帯域内で、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポート全体にトラフィックを均等に分散することができる。

(第4の動作モード)

次に、マルチキャストパケットが存在する場合のパケット廃棄動作について説明する。

【0107】

ここでも、リンクアグリゲーション論理ポートの最大使用帯域(100Mbps)を超過した場合のパケット廃棄動作について説明する。また、装置1にてパケットを受信した場合、パケットは帯域振分制御部12を経由し、帯域計測部13に到達して装置外に出力されるが、ここまでの動作については、上述した第1及び第2の動作モードと同様である

10

【0108】

なお、第4の動作モードの説明にあたり、装置1からのユニキャストパケット及びマルチキャストパケットを合計した測定帯域は、P1, P2, P3, P4それぞれ50Mbps, 40Mbps, 30Mbps, 20Mbpsとし、この中にマルチキャストパケット分の出力帯域10Mbps, 10Mbps, 10Mbps, 10Mbpsが含まれるものとする。

【0109】

帯域計測部13は、図38の処理フローに示すように、構成物理ポートの流量が変化すると、図22に示す帯域通知データ(記憶領域)を物理ポート番号(1)でインデックスして測定帯域50Mbpsを設定し、通知フラグに通知中(1)を、かつ読み出し済みフラグに読み出し未(0)を設定して、リンクアグリゲーション帯域制御部14に測定帯域を通知する。帯域計測部13はP2, P3, P4についても同様に測定帯域40Mbps, 30Mbps, 20Mbpsを設定し、通知フラグに通知中(1)を、かつ読み出し済みフラグに読み出し未(0)を設定する。

20

【0110】

また、帯域計測部13は、図27に示すマルチキャスト帯域通知データ(記憶領域)を物理ポート番号(1)でインデックスして測定帯域10Mbpsを設定し、通知フラグに通知中(1)を、かつ読み出し済みフラグに読み出し未(0)を設定する。帯域計測部13はP2, P3, P4についても同様に測定帯域10Mbps, 10Mbps, 10Mbpsを設定し、通知フラグに通知中(1)を、かつ読み出し済みフラグに読み出し未(0)を設定して、リンクアグリゲーション帯域制御部14にマルチキャストパケットの測定帯域を通知する。

30

【0111】

次に、図41の処理フローに示すように、測定帯域が帯域計測部13から通知されると、リンクアグリゲーション帯域制御部14は、測定帯域の総和 $50 + 40 + 30 + 20 = 140$ Mbpsと最大使用帯域100Mbpsとを比較し、流量超過(測定帯域の総和 > 最大使用帯域)と判断して、マルチキャストパケットを優先廃棄し、かつ測定帯域が大きい順に廃棄率も大きくなる様に廃棄流量の計算を開始する。図18に計算過程を図示するとともに、以下に詳細な説明を行う。

40

【0112】

リンクアグリゲーション帯域制御部14は、図42の処理フローに示すように、まず構成物理ポートの中で測定帯域が1番目に大きいものP1: 50Mbpsと2番目に大きいものP2: 40Mbpsとを抽出する。帯域制御部14は1番目に大きい測定帯域と2番目の測定帯域との測定帯域差10Mbpsを計算する。

【0113】

帯域制御部14は、図42の処理フローに従い、測定帯域差 10 Mbps < 流量超過 40 Mbpsであるため、残りの流量超過 $40 - 10 = 30$ Mbps、ユニキャストパケット分の廃棄流量 0 Mbps, 0 Mbps, 0 Mbps, 0 Mbps、マルチキャストパケット分の廃棄流量 10 Mbps, 0 Mbps, 0 Mbps, 0 Mbps、廃棄後の測定帯

50

域 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 4 0 M b p s , 4 0 M b p s , 3 0 M b p s , 2 0 M b p s
、廃棄後のマルチキャスト帯域 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 0 M b p s , 1 0 M b p s , 1
0 M b p s , 1 0 M b p s を求める。

【 0 1 1 4 】

帯域制御部 1 4 は、再度 1 番目に大きいもの P 1 : 4 0 M b p s 、 P 2 : 4 0 M b p s
と 2 番目に大きいもの P 3 : 3 0 M b p s とを抽出する。帯域制御部 1 4 は、抽出結果に
基づいて、1 番目に大きい測定帯域と 2 番目の測定帯域との測定帯域差 1 0 M b p s を計
算する。

【 0 1 1 5 】

帯域制御部 1 4 は、前述したものと同様に、測定帯域差 1 0 M b p s < 流量超過 3 0 M
b p s であるため、残りの流量超過 3 0 - 1 0 × 2 = 1 0 M b p s 、ユニキャストパケッ
ト分の廃棄流量 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 1 0 M b p s , 0 M b p s , 0 M b p s , 0 M
b p s 、マルチキャストパケット分の廃棄流量 1 0 M b p s , 1 0 M b p s , 0 M b p s
、 0 M b p s 、廃棄後の測定帯域 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 3 0 M b p s , 3 0 M b p s
、 3 0 M b p s , 2 0 M b p s 、廃棄後のマルチキャスト帯域 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 =
0 M b p s , 0 M b p s , 0 M b p s , 1 0 M b p s を求める。

【 0 1 1 6 】

帯域制御部 1 4 は、再度 1 番目に大きいもの P 1 : 3 0 M b p s , P 2 : 3 0 M b p s
、 P 3 : 3 0 M b p s と 2 番目に大きいもの P 4 : 2 0 M b p s とを抽出する。帯域制御
部 1 4 は、この抽出結果に基づいて、1 番目に大きい測定帯域と 2 番目の測定帯域との測
定帯域差 1 0 M b p s を計算する。

【 0 1 1 7 】

帯域制御部 1 4 は、図 4 2 の処理フローに従い、測定帯域差 1 0 M b p s 流量超過 1
0 M b p s であるため、流量超過 1 0 M b p s を P 1 , P 2 , P 3 で均等に廃棄すること
になり、ユニキャストパケット分の廃棄流量は P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 1 3 . 3 M b p
s , 3 . 3 M b p s , 0 M b p s , 0 M b p s 、かつマルチキャストパケット分の廃棄流
量は 1 0 M b p s , 1 0 M b p s , 3 . 3 M b p s , 0 M b p s となる。また、廃棄後の
測定帯域は P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 2 6 . 7 M b p s , 2 6 . 7 M b p s , 2 6 . 7 M
b p s , 2 0 M b p s 、かつ廃棄後のマルチキャスト帯域は P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 0
M b p s , 0 M b p s , 7 . 3 M b p s , 1 0 M b p s となり、計算は終了する。

【 0 1 1 8 】

帯域制御部 1 4 は、この計算結果から図 2 9 に示すユニキャスト対応廃棄命令通知デー
タ（記憶領域）と図 3 0 に示すマルチキャスト対応廃棄命令通知データ（記憶領域）とを
構成物理ポート番号でインデックスして、ユニキャストパケット分の廃棄流量 P 1 , P 2
、 P 3 , P 4 = 1 3 . 3 M b p s , 3 . 3 M b p s , 0 M b p s , 0 M b p s 、通知フラ
グに通知中（ 1 ） 、読み出しフラグに読み出し未（ 0 ） と、マルチキャストパケット分の
廃棄流量 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 = 1 0 M b p s , 1 0 M b p s , 3 . 3 M b p s , 0 M
b p s 、通知フラグに通知中（ 1 ） 、読み出しフラグに読み出し未（ 0 ） とを設定し、帯
域計測部 1 3 に廃棄命令を通知する。

【 0 1 1 9 】

図 3 9 の処理フローに示すように、リンクアグリゲーション帯域制御部 1 4 から廃棄命
令の通知を受けた帯域計測部 1 3 は、ユニキャスト対応廃棄命令通知データ（記憶領域）
を読み出し、通知フラグに通知済み（ 0 ）を、かつ読み出しフラグに読み出し済み（ 1 ）
を設定する。帯域計測部 1 3 は読み出した廃棄帯域をユニキャスト送信キューに設定する
。

【 0 1 2 0 】

また、帯域計測部 1 3 は、マルチキャスト対応廃棄命令通知データ（記憶領域）を読み
出し、通知フラグに通知済み（ 0 ）を、かつ読み出しフラグに読み出し済み（ 1 ）を設
定する。帯域計測部 1 3 は読み出した廃棄帯域をマルチキャスト送信キューに設定する。

【 0 1 2 1 】

10

20

30

40

50

以上説明したように、第4の動作モードを採ることによりデータ伝送装置10においては、既に通信中のトラフィックへの影響を最小限に抑制することができる。

[第1及び第2の動作モードの変形]

第1及び第2の動作モードの変形動作モードを採るデータ伝送装置10においては、上述した第1及び第2の動作モードのように、物理ポートに割当てハッシュ値の量(個数)を増減させるのではなく、ハッシュ値毎の出力流量を計測し、物理ポート毎に割当てハッシュ値の組合せを変更することにより、各物理ポートへの出力トラフィックを均等にする。

【0122】

ここでは、説明の簡便のため、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポートは、P1, P2, P3, P4の4本とし、使用するハッシュ値は1~16の16個とする。また、データ伝送装置10は図8に示す構成を採り、帯域振分制御部12で当初使用しているフォワーディングテーブルは、図43に示す内容とする。

【0123】

まず、帯域振分制御部12は、受信パケットから算出したハッシュ値を基に、フォワーディングテーブルをインデックスして出物理ポートを決定し、受信パケットを帯域計測部13に転送する。帯域計測部13によりハッシュ値毎に流量を計測するため、帯域振分制御部12は使用したハッシュ値をパケットに付加して転送する。

【0124】

受信パケットが物理ポートに到達すると、帯域計測部13は、物理ポートに出力されるトラフィックの帯域(流量)を計測するのではなく、物理ポート毎の帯域(流量)を計測すると共に、パケットに付加されたハッシュ値を抽出し、このハッシュ値毎に帯域(流量)を計測する。帯域測定結果(ハッシュ値対応帯域測定データ)の具体例を図44に示す。また、帯域計測部13は、その計測結果をリンクアグリゲーション帯域制御部14に通知する。

【0125】

リンクアグリゲーション帯域制御部14は、帯域計測部13から通知された測定結果を読み出し、測定帯域の整数比を計算する。具体的な帯域比算出結果(ハッシュ値対応帯域比データ)を図45に示す。リンクアグリゲーション帯域制御部14はこの帯域比算出結果のハッシュ値対応帯域比データを帯域振分制御部12に通知する。

【0126】

帯域振分制御部12は、通知された帯域比算出結果を基に、ポート毎の帯域比(流量比)を計算する。図45のハッシュ値対応帯域比データ例を基に算出した場合、ポート毎の帯域比は、図46に示すように、P1, P2, P3, P4 = 14, 6, 4, 10となる。

【0127】

帯域振分制御部12は、この帯域比が均等になるようハッシュの組合せを変更する。帯域比の総和は $14 + 6 + 4 + 10 = 34$ であるので、物理ポート1本当たりの帯域比は8または9となるのが適正である。帯域振分制御部12はこのような適正帯域比になるように算出する。

【0128】

具体的なハッシュ組合せ調整結果を図47に示す。帯域振分制御部12は、この物理ポート毎の割当てハッシュ値の内容に基づいて、図43に示すフォワーディングテーブルを設定する。

【0129】

以上説明したように、第1及び第2の動作モードの変形動作モードを採るデータ伝送装置10においては、物理ポートに割当てハッシュ値の組合せを調整することにより、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポート全体にトラフィックを均等に分散することが可能となる。

【0130】

[変形例]

10

20

30

40

50

上述した一実施の形態における処理はコンピュータで実行可能なプログラムとして提供され、CD-ROMやフレキシブルディスクなどの記録媒体、さらには通信回線を経て提供可能である。

【0131】

また、上述した一実施の形態における各処理はその任意の複数または全てを選択し組合せて実施することもできる。例えば、第1及び第2の動作モードと第3及び第4の動作モードとを組み合わせさせた処理を実行しても良い。このとき、第3及び第4の動作モードの廃棄優先処理を先行した後、第1及び第2の動作モードの均等分散処理を実行すると、時刻と共に変動している物理ポートへの入力トラフィックを勘案した場合には、一層均等化し易い利点がある。

10

【0132】

[その他]

(付記1) リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、ハッシュ関数を用いて受信パケットの宛先アドレス及び送信元アドレスからハッシュ値を計算し、宛先の物理ポートを決定するトラフィック分散制御装置であって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する計測手段と、

前記計数された出力流量について前記複数の物理ポート間の流量比を算出する算出手段と、

前記算出された流量比を前記複数の物理ポート間の帯域分配比率にフィードバックして前記宛先の物理ポートを決定するためのハッシュ値の個数割当ての変更を行う第1の制御手段と、

20

を備えるトラフィック分散制御装置。(1)

(付記2) 前記第1の制御手段は、前記流量比を前記帯域分配比率にフィードバックするとき、帯域分配比率フィードバック係数を用いてハッシュ値の個数割当てを再計算することにより、前記流量比の一部を前記帯域分配比率にフィードバックする

付記1記載のトラフィック分散制御装置。(2)

(付記3) 前記リンクアグリゲーションの論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うとき、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼する第2の制御手段を更に備える

30

付記1記載のトラフィック分散制御装置。(3)

(付記4) 前記第2の制御手段は、最大使用帯域を超過したパケットを廃棄するとき、ブロードキャストパケットの優先的な廃棄依頼を行う

付記3記載のトラフィック分散制御装置。

【0133】

(付記5) リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、前記論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うトラフィック分散制御装置であって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測する計測手段と、

40

前記計数された出力流量の合計と前記論理ポートの予め設定されている最大使用帯域との差から前記最大使用帯域の超過を計算し、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、前記出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼する制御手段と、

を備えるトラフィック分散制御装置。(4)

(付記6) 前記制御手段は、前記最大使用帯域を超過したパケットを廃棄する場合、ブロードキャストパケットの優先的な廃棄依頼を行う

付記5記載のトラフィック分散制御装置。

【0134】

(付記7) トラフィック分散を行うためのハッシュ値毎に出力流量を計測する計測手段

50

と、

計測されたハッシュ値対応の出力流量の比を算出する算出手段と、

算出された流量比に基づいてトラフィックが均等になるように、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポートに割当てられるハッシュ値の組合せを調整する制御手段と、
を備えるトラフィック分散制御装置。(5)

(付記8) リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、ハッシュ関数を用いて受信パケットの宛先アドレス及び送信元アドレスからハッシュ値を計算し、宛先の物理ポートを決定するトラフィック分散制御方法であって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測するステップと、

前記計数された出力流量について前記複数の物理ポート間の流量比を算出するステップと、

前記算出された流量比を前記複数の物理ポート間の帯域分配比率にフィードバックして前記宛先の物理ポートを決定するためのハッシュ値の個数割当ての変更を行うステップと

、

を備えるトラフィック分散制御方法。

【0135】

(付記9) 前記流量比を前記帯域分配比率にフィードバックするとき、帯域分配比フィードバック係数を用いてハッシュ値の個数割当てを再計算することにより、前記流量比の一部を前記帯域分配比率にフィードバックするステップを更に備える

付記8記載のトラフィック分散制御方法。

【0136】

(付記10) 前記リンクアグリゲーションの論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うとき、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼するステップを更に備える
付記8記載のトラフィック分散制御方法。

【0137】

(付記11) 最大使用帯域を超過したパケットを廃棄するとき、ブロードキャストパケットの優先的な廃棄依頼を行うステップを更に備える

付記10記載のトラフィック分散制御方法。

【0138】

(付記12) リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、前記論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うトラフィック分散制御方法であって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測するステップと、

前記計数された出力流量の合計と前記論理ポートの予め設定されている最大使用帯域との差から前記最大使用帯域の超過を計算し、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、前記出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼するステップと、

を備えるトラフィック分散制御方法。

【0139】

(付記13) 前記最大使用帯域を超過したパケットを廃棄する場合、ブロードキャストパケットの優先的な廃棄依頼を行うステップを更に備える

付記12記載のトラフィック分散制御方法。

【0140】

(付記14) トラフィック分散を行うためのハッシュ値毎に出力流量を計測するステップと、

計測されたハッシュ値対応の出力流量の比を算出するステップと、

算出された流量比に基づいてトラフィックが均等になるように、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポートに割当てられるハッシュ値の組合せを調整するステップと、

10

20

30

40

50

を備えるトラフィック分散制御方法。

【0141】

(付記15) リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、ハッシュ関数を用いて受信パケットの宛先アドレス及び送信元アドレスからハッシュ値を計算し、宛先の物理ポートを決定するトラフィック分散制御プログラムであって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測するステップと、

前記計数された出力流量について前記複数の物理ポート間の流量比を算出するステップと、

前記算出された流量比を前記複数の物理ポート間の帯域分配比率にフィードバックして前記宛先の物理ポートを決定するためのハッシュ値の個数割当ての変更を行うステップと

をトラフィック分散制御装置に実行させるプログラム。

【0142】

(付記16) リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートにトラフィックを分散させるために、前記論理ポートを単位として帯域保証を行う条件下でパケット廃棄を行うトラフィック分散制御プログラムであって、

前記複数の物理ポートのそれぞれからのパケットの出力流量を計測するステップと、

前記計数された出力流量の合計と前記論理ポートの予め設定されている最大使用帯域との差から前記最大使用帯域の超過を計算し、前記複数の物理ポートの出力流量を均等にするために、前記出力流量が最も多い物理ポートのパケット廃棄を優先して依頼するステップと、

をトラフィック分散制御装置に実行させるプログラム。

【0143】

(付記17) トラフィック分散を行うためのハッシュ値毎に出力流量を計測するステップと、

計測されたハッシュ値対応の出力流量の比を算出するステップと、

算出された流量比に基づいてトラフィックが均等になるように、リンクアグリゲーションを構成する複数の物理ポートに割当てられるハッシュ値の組合せを調整するステップと、

をトラフィック分散制御装置に実行させるプログラム。

【産業上の利用可能性】

【0144】

本発明は、近年注目を集め、かつ主に企業のLAN間を接続するためにQoS保証に関して企業内LANよりも高い信頼性が要求される広域LANサービスなどを提供する通信キャリア向けデータ伝送装置(レイヤ2スイッチ装置)に適用可能であり、リンクアグリゲーションの論理ポートを構成する複数の物理ポートへの均等な(厳密には、ほぼ均等な)帯域分配などを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【0145】

【図1】本発明の一実施の形態のデータ伝送装置を適用する広域LANサービスシステムの構成を示すブロック図。 40

【図2】従来技術におけるリンクアグリゲーションの論理ポートを説明するための図。

【図3】従来技術におけるリンクアグリゲーションのトラフィック均等分配例を説明するための図。

【図4】従来技術におけるハッシュ値によるトラフィック分散が均一になる場合を説明するための図。

【図5】従来技術におけるハッシュ値によるトラフィック分散が均一にならない場合を説明するための図。

【図6】従来技術におけるリンクアグリゲーションでの帯域保証を説明するための図。

【図7】従来のATM通信方式における仮想パスの廃棄制御を説明するための図。 50

- 【図 8】本発明の一実施の形態のデータ伝送装置の構成を示すブロック図。
- 【図 9】測定帯域のフィードバックによるトラフィック均等分配を説明するための図。
- 【図 10】測定帯域のフィードバックによるトラフィック均等廃棄を説明するための図。
- 【図 11】各動作モードにおけるネットワーク構成例を示す図。
- 【図 12】第 1 及び第 2 の動作モードにおける装置 1 の出物理ポート決定手法を説明するための図。
- 【図 13】第 1 及び第 2 の動作モードにおける装置 1 の測定帯域フィードバック後の出物理ポート決定手法を説明するための図。
- 【図 14】第 1 及び第 2 の動作モードにおける装置 1 の帯域分配比フィードバック係数を考慮した出物理ポート決定手法を説明するための図。 10
- 【図 15】第 3 及び第 4 の動作モードにおける装置 1 の最大使用帯域超過時のパケット廃棄量の計算手法を説明するための図。
- 【図 16】第 3 及び第 4 の動作モードにおける装置 1 の最大使用帯域超過時のパケット廃棄量の計算手法を説明するための図。
- 【図 17】第 3 及び第 4 の動作モードにおける装置 1 の出物理ポートのパケット廃棄を説明するための図。
- 【図 18】第 3 及び第 4 の動作モードにおける装置 1 の出物理ポートのパケット廃棄を説明するための図。
- 【図 19】MAC アドレス学習テーブルを説明するための図。
- 【図 20】リンクアグリゲーション制御テーブルを説明するための図。 20
- 【図 21】フォワーディングテーブルを説明するための図。
- 【図 22】帯域通知データを説明するための図。
- 【図 23】リンクアグリゲーション測定帯域比通知データを説明するための図。
- 【図 24】測定帯域の分配アルゴリズムへのフィードバックを説明するための図。
- 【図 25】帯域分配比フィードバック係数データを説明するための図。
- 【図 26】帯域分配比フィードバック係数を考慮した測定帯域の分配アルゴリズム更新を説明するための図。
- 【図 27】マルチキャスト帯域通知データを説明するための図。
- 【図 28】論理ポート最大使用帯域データを説明するための図。
- 【図 29】ユニキャスト対応廃棄命令通知データを説明するための図。 30
- 【図 30】マルチキャスト対応廃棄命令通知データを説明するための図。
- 【図 31】第 1 及び第 2 の動作モードにおけるリンクアグリゲーション管理部の処理フローを示す。
- 【図 32】第 1 及び第 2 の動作モードにおける帯域振分制御部の処理フロー（1 / 3）を示す。
- 【図 33】第 1 及び第 2 の動作モードにおける帯域振分制御部の処理フロー（2 / 3）を示す。
- 【図 34】第 1 及び第 2 の動作モードにおける帯域振分制御部の処理フロー（3 / 3）を示す。
- 【図 35】第 1 及び第 2 の動作モードにおける帯域計測部の処理フローを示す。 40
- 【図 36】第 1 及び第 2 の動作モードにおけるリンクアグリゲーション帯域制御部の処理フローを示す。
- 【図 37】第 3 及び第 4 の動作モードにおけるリンクアグリゲーション管理部の処理フローを示す。
- 【図 38】第 3 及び第 4 の動作モードにおける帯域計測部の処理フロー（1 / 2）を示す。
- 【図 39】第 3 及び第 4 の動作モードにおける帯域計測部の処理フロー（2 / 2）を示す。
- 【図 40】第 3 及び第 4 の動作モードにおけるリンクアグリゲーション帯域制御部の処理フロー（1 / 3）を示す。 50

【図 4 1】第 3 及び第 4 の動作モードにおけるリンクアグリゲーション帯域制御部の処理フロー（2 / 3）を示す。

【図 4 2】第 3 及び第 4 の動作モードにおけるリンクアグリゲーション帯域制御部の処理フロー（3 / 3）を示す。

【図 4 3】第 1 及び第 2 の動作モードの変形動作モードにおけるフォワーディングテーブルを説明するための図。

【図 4 4】第 1 及び第 2 の動作モードの変形動作モードにおけるハッシュ値対応帯域測定データを説明するための図。

【図 4 5】第 1 及び第 2 の動作モードの変形動作モードにおけるハッシュ値対応帯域比データを説明するための図。

【図 4 6】第 1 及び第 2 の動作モードの変形動作モードにおける物理ポート毎の帯域比データを説明するための図。

【図 4 7】第 1 及び第 2 の動作モードの変形動作モードにおけるポート毎の割当てハッシュ値を説明するための図。

【符号の説明】

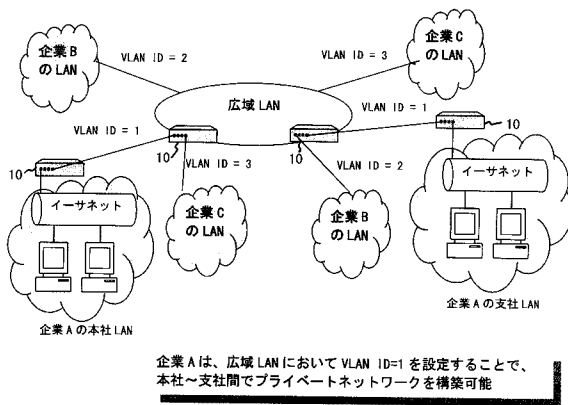
【 0 1 4 6 】

- 1 0 データ伝送装置
- 1 1 リンクアグリゲーション管理部
- 1 2 帯域振分制御部
- 1 3 帯域計測部
- 1 4 リンクアグリゲーション帯域制御部

10

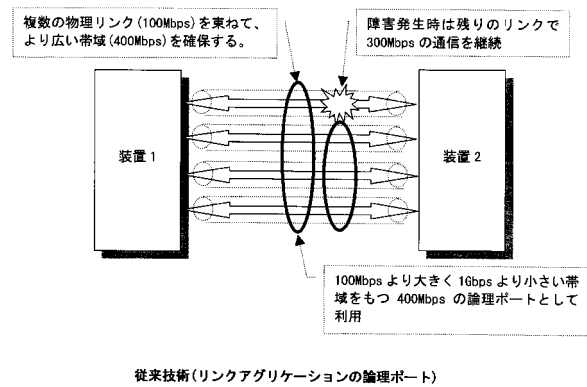
20

【図 1】

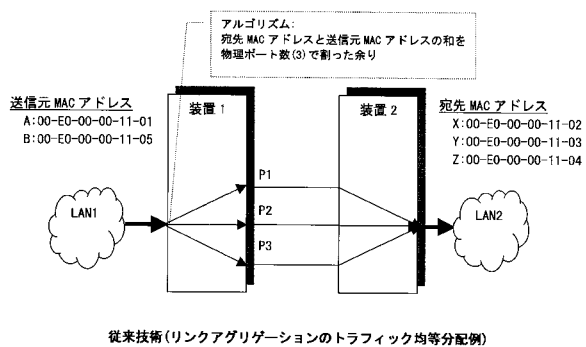


VLAN を用いた広域 LAN サービスシステム

【図 2】



【 図 3 】



【 図 5 】

送信元	宛先	ハッシュ値	宛先物理ポート	流量
A	X	0	P1	20Mbps
A	Y	1	P2	5Mbps
A	Z	2	P3	5Mbps
B	X	1	P2	5Mbps
B	Y	2	P3	5Mbps
B	Z	0	P1	20Mbps

P1の総流量	P2の総流量	P3の総流量
40Mbps	10Mbps	10Mbps

従来技術(ハッシュ値によるトラフィック分散が均一にならない場合)

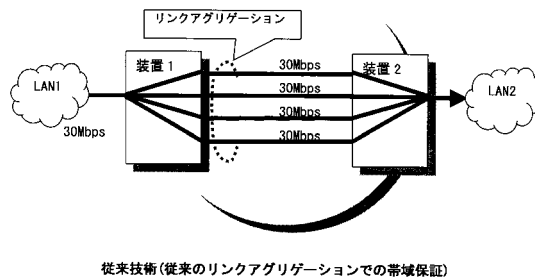
【 図 4 】

送信元	宛先	ハッシュ値	宛先物理ポート	流量
A	X	0	P1	10Mbps
A	Y	1	P2	10Mbps
A	Z	2	P3	10Mbps
B	X	1	P2	10Mbps
B	Y	2	P3	10Mbps
B	Z	0	P1	10Mbps

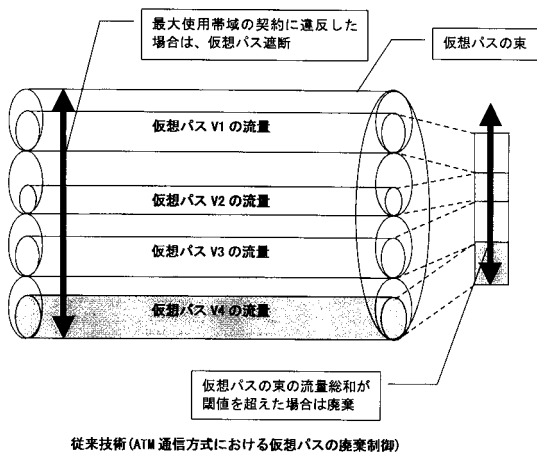
P1の総流量	P2の総流量	P3の総流量
20Mbps	20Mbps	20Mbps

従来技術(ハッシュ値によるトラフィック分散が均一になる場合)

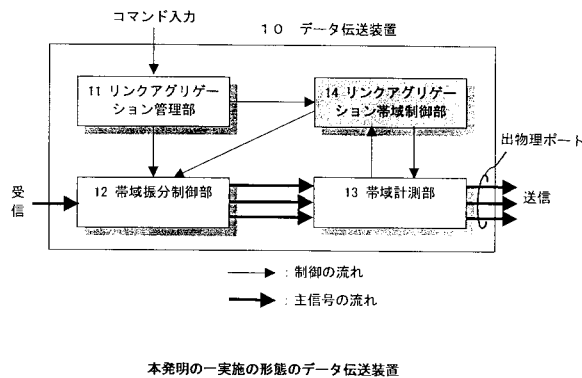
【 図 6 】



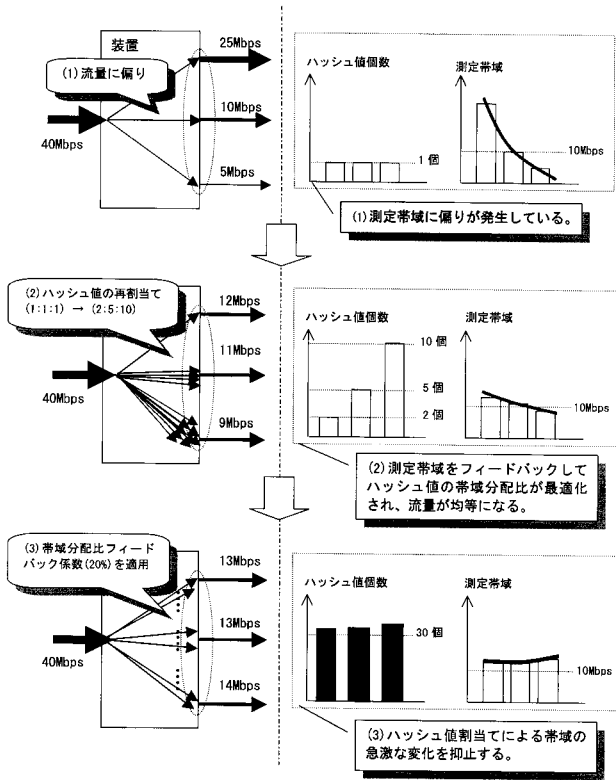
【 図 7 】



【 図 8 】

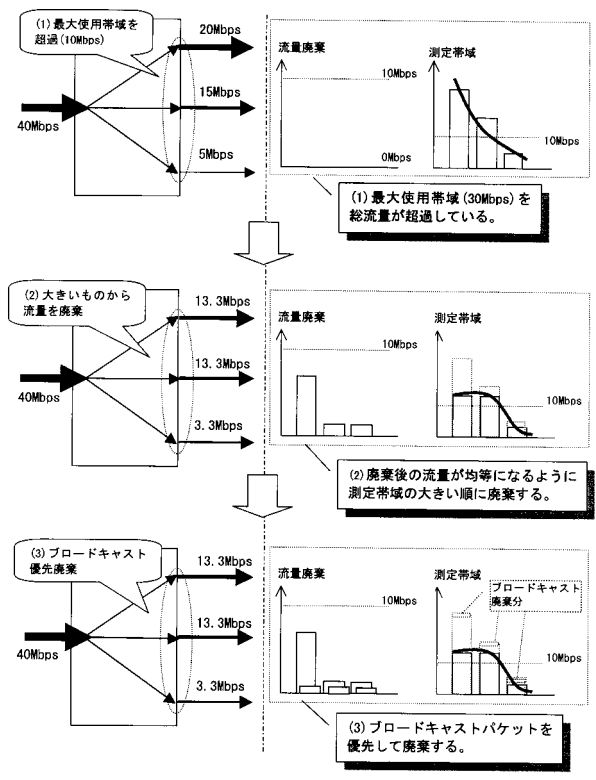


【 図 9 】



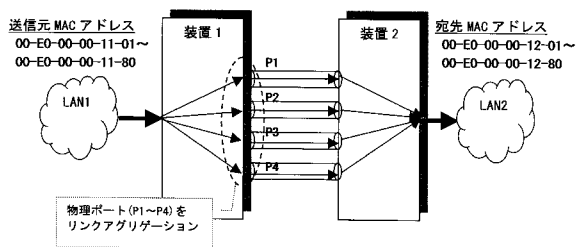
測定帯域のフィードバックによるトラフィック均等廃棄

【 図 10 】



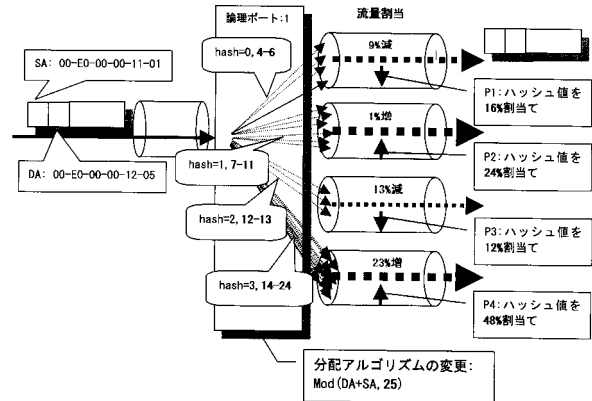
測定帯域のフィードバックによるトラフィック均等廃棄

【 図 11 】



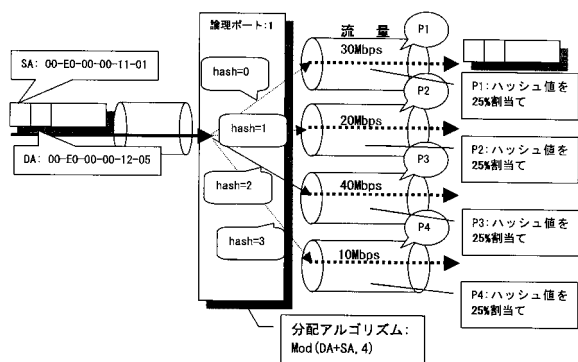
各動作モードにおけるネットワーク構成例

【 図 13 】



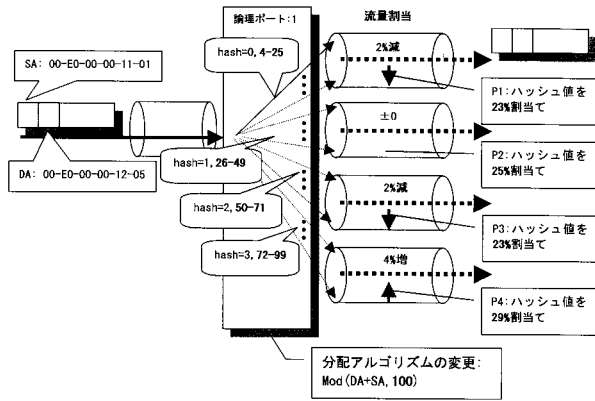
装置 1 の測定帯域フィードバック後の出物理ポート決定

【 図 12 】



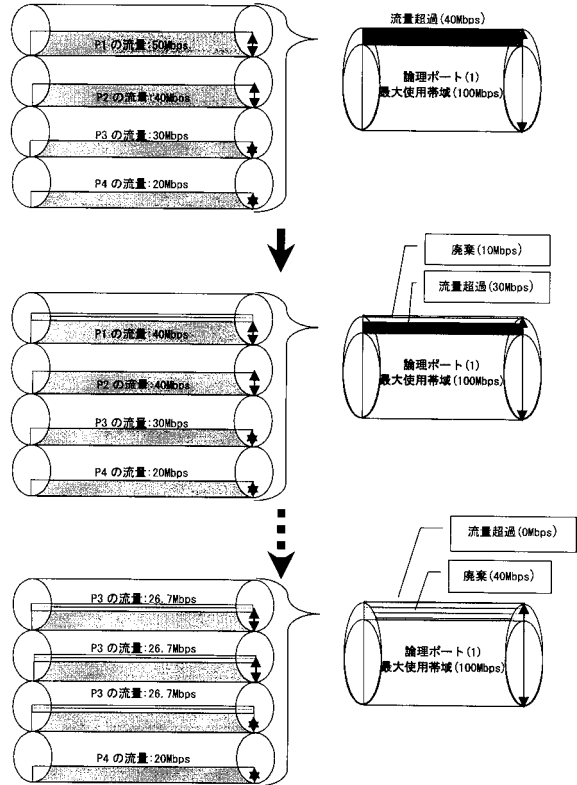
装置 1 の出物理ポート決定

【図14】



装置1の帯域分配比フィードバック係数を考慮した出物理ポート決定

【図15】



装置1の最大使用帯域超過時のパケット廃棄量の計算

【図16】

(1) 流量超過 40Mbps からスタート。

物理ポート	測定帯域 (U)	廃棄流量 (U)	流量超過
P1	50Mbps	0	40Mbps
P2	40Mbps	0	
P3	30Mbps	0	
P4	20Mbps	0	
Top1, 2 差分			10Mbps

(2) 測定帯域 (U) の Top-1 は P1、Top-2 は P2 なので、P1-P2 を P1 の廃棄流量とする。

物理ポート	測定帯域 (U)	廃棄流量 (U)	流量超過
P1	40Mbps	10Mbps	30Mbps
P2	40Mbps	0	
P3	30Mbps	0	
P4	20Mbps	0	
Top1, 2 差分			10Mbps

(3) 測定帯域 (U) の Top-1 は P1、P2、Top-2 は P3 なので、P1-P3 を P1, P2 の廃棄流量に追加する。

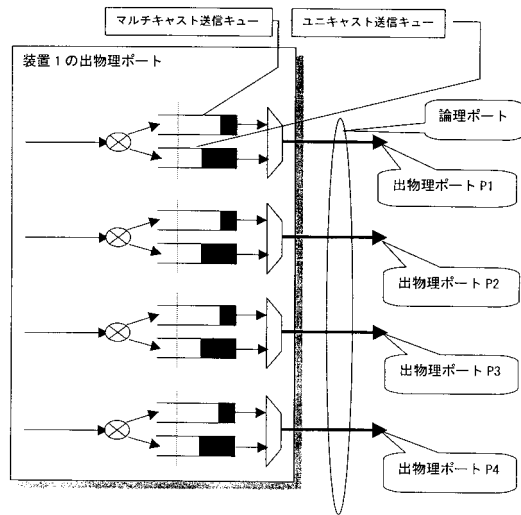
物理ポート	測定帯域 (U)	廃棄流量 (U)	流量超過
P1	30Mbps	20Mbps	10Mbps
P2	30Mbps	10Mbps	
P3	30Mbps	0	
P4	20Mbps	0	
Top1, 2 差分			10Mbps

(4) 測定帯域 (U) の Top-1 は P1, P2, P3、Top-2 は P4 である。P1-P4 が流量超過の残り (10Mbps) 以上なので 10Mbps を P1, P2, P3 に均等に配分して廃棄流量に加算する。

物理ポート	測定帯域 (U)	廃棄流量 (U)	流量超過
P1	26.7Mbps	23.3Mbps	0Mbps
P2	26.7Mbps	13.3Mbps	
P3	26.7Mbps	3.3Mbps	
P4	20Mbps	0	
Top1, 2 差分			

装置1の最大使用帯域超過時のパケット廃棄量の計算

【図17】



装置1の出物理ポートにおけるパケット廃棄

【 図 1 8 】

(1) 流量超過 40Mbps からスタート。

物理ポート	測定帯域 (U+M)	測定帯域 (M)	廃棄流量 (U)	廃棄流量 (M)	流量超過
P1	50Mbps	10Mbps	0	0	40Mbps
P2	40Mbps	10Mbps	0	0	
P3	30Mbps	10Mbps	0	0	Top1,2 差分 10Mbps
P4	20Mbps	10Mbps	0	0	

(2) 測定帯域 (U+M) の Top-1 は P1、Top-2 は P2 なので、P1-P2 を P1 の廃棄流量 (M) とする。まず、マルチキャストパケット分から廃棄流量 (M) 10Mbps を取る。

物理ポート	測定帯域 (U+M)	測定帯域 (M)	廃棄流量 (U)	廃棄流量 (M)	流量超過
P1	40Mbps	0	0	10Mbps	30Mbps
P2	40Mbps	10Mbps	0	0	
P3	30Mbps	10Mbps	0	0	Top1,2 差分 10Mbps
P4	20Mbps	10Mbps	0	0	

(3) 測定帯域 (U+M) の Top-1 は P1、Top-2 は P2 なので、P1-P2 を P1, P2 の廃棄流量に追加する。P1 は、マルチキャストパケットの測定帯域 (M) が 0 なのでユニキャストパケット分を取る。P2 は、マルチキャストパケット分を取る。

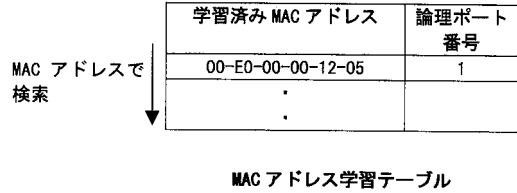
物理ポート	測定帯域 (U+M)	測定帯域 (M)	廃棄流量 (U)	廃棄流量 (M)	流量超過
P1	30Mbps	0	10Mbps	10Mbps	10Mbps
P2	30Mbps	0	0	10Mbps	
P3	30Mbps	10Mbps	0	0	Top1,2 差分 10Mbps
P4	20Mbps	10Mbps	0	0	

(4) 測定帯域 (U+M) の Top-1 は P1, P2, P3、Top-2 は P4 である。P1-P4 が流量超過の残り (10Mbps) 以上なので 10Mbps を P1, P2, P3 に均等に配分して廃棄流量に加算する。P3 はマルチキャストパケット分：廃棄流量 (M) に加算する。

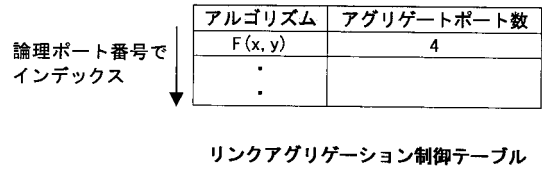
物理ポート	測定帯域 (U+M)	測定帯域 (M)	廃棄流量 (U)	廃棄流量 (M)	流量超過
P1	26.7Mbps	0	13.3Mbps	10Mbps	0Mbps
P2	26.7Mbps	0	3.3Mbps	10Mbps	
P3	26.7Mbps	7.7Mbps	0	3.3Mbps	Top1,2 差分 10Mbps
P4	20Mbps	10Mbps	0	0	

装置 1 の出物理ポートにおけるパケット廃棄

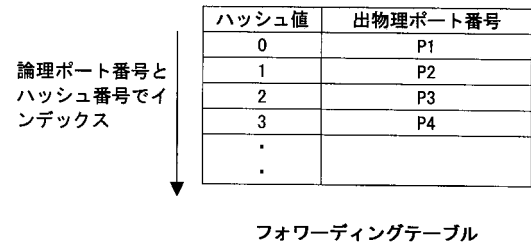
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



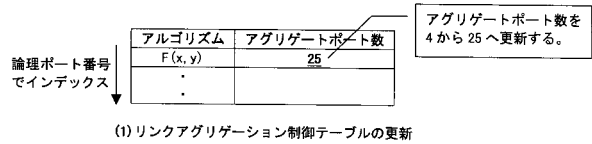
【 図 2 2 】

物理ポート番号でインデックス

測定帯域	通知	読み出し済み
30Mbps	1	0
20Mbps	1	0
40Mbps	1	0
10Mbps	1	0
⋮		

帯域通知データ

【 図 2 4 】

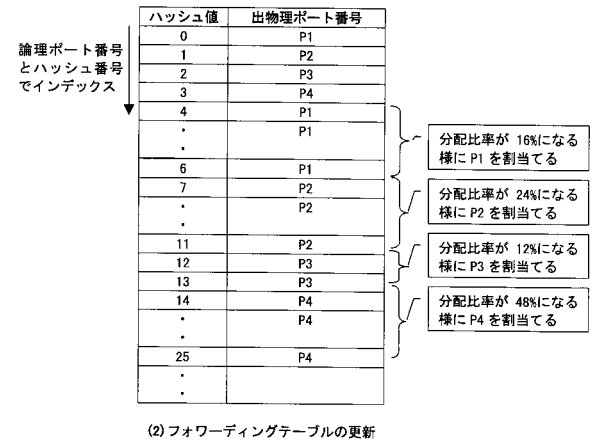


【 図 2 3 】

論理ポート番号と物理ポートでインデックス

物理ポート	測定帯域比	通知	読み出し済み
P1	3	1	0
P2	2	1	0
P3	4	1	0
P4	1	1	0
⋮			

リンクアグリゲーション測定帯域比通知データ



測定帯域の分配アルゴリズムへのフィードバック

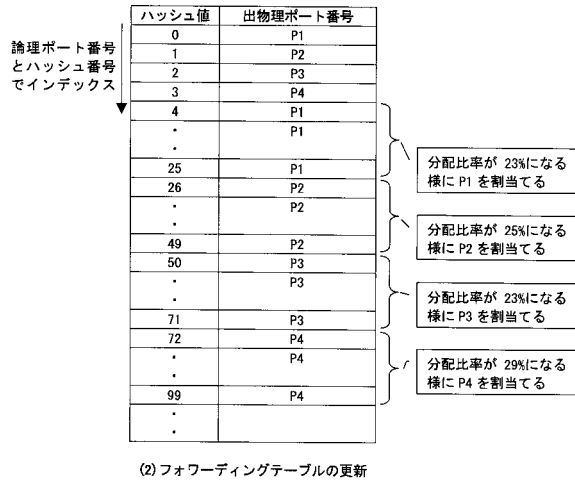
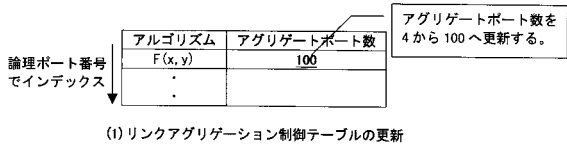
【 図 2 5 】

論理ポート番号でインデックス

帯域分配比フィードバック係数
20%
⋮

帯域分配比フィードバック係数データ

【図 26】



帯域分配比フィードバック係数を考慮した測定帯域の分配アルゴリズム更新

【図 27】

物理ポート番号 でインデックス	測定帯域	通知	読み出し済み
.	10Mbps	1	0
.	10Mbps	1	0
.	10Mbps	1	0
.	10Mbps	1	0
.	.	.	.

マルチキャスト帯域通知データ

【図 28】

論理ポート番号 でインデックス	最大使用帯域
.	100Mbps
.	.
.	.

論理ポート最大使用帯域データ

【図 29】

物理ポート番号 でインデックス	廃棄帯域 (U)	通知	読み出し済み
.	23. 3Mbps	1	0
.	13. 3Mbps	1	0
.	3. 3Mbps	1	0
.	.	.	.
.	.	.	.

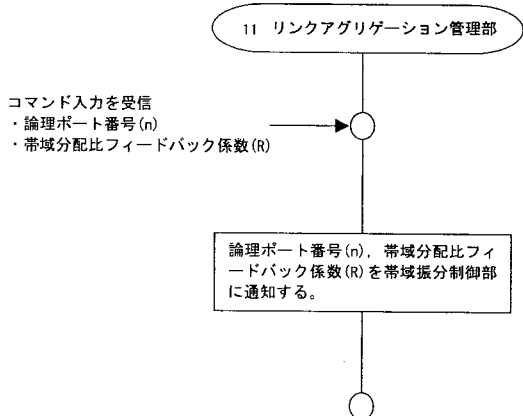
ユニキャスト対応廃棄命令通知データ

【図 30】

物理ポート番号 でインデックス	廃棄帯域 (M)	通知	読み出し済み
.	10Mbps	1	0
.	10Mbps	1	0
.	3. 3Mbps	1	0
.	.	.	.
.	.	.	.

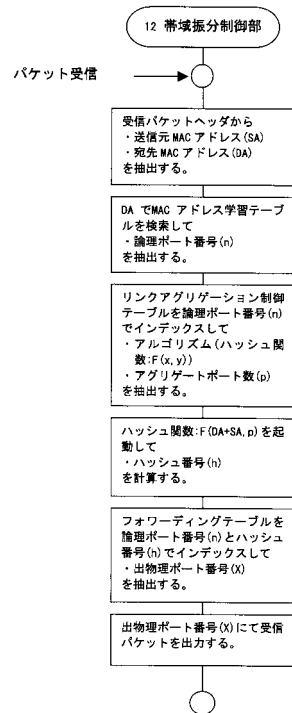
マルチキャスト対応廃棄命令通知データ

【図 31】



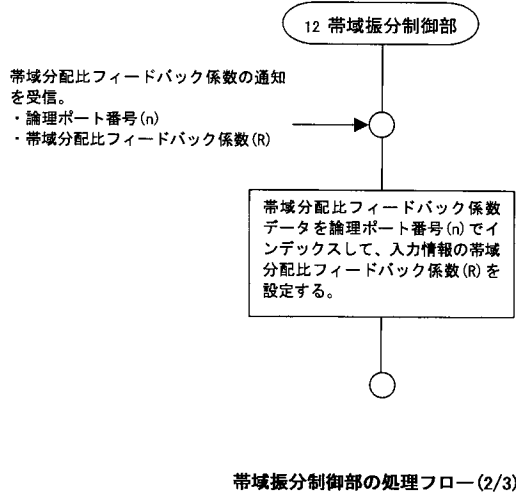
リンクアグリゲーション管理部の処理フロー

【図 32】

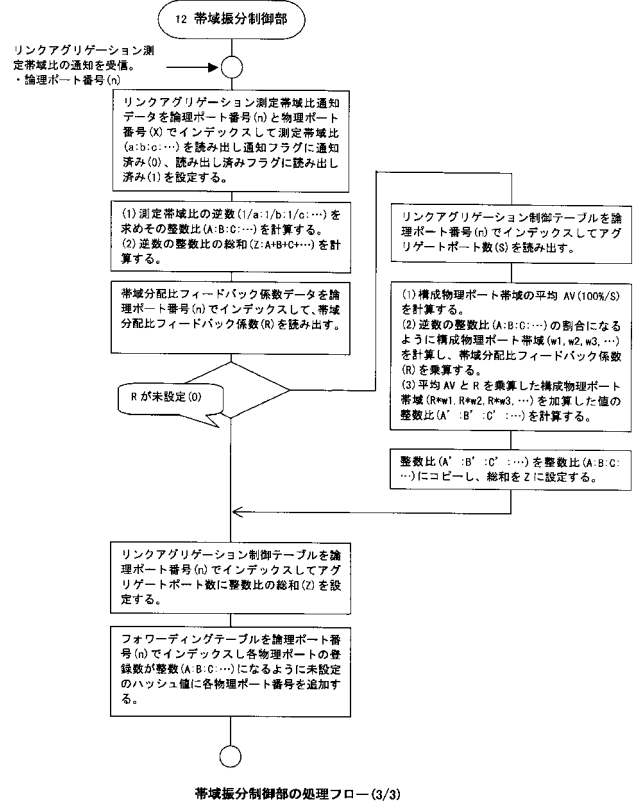


帯域振分制御部の処理フロー (1/3)

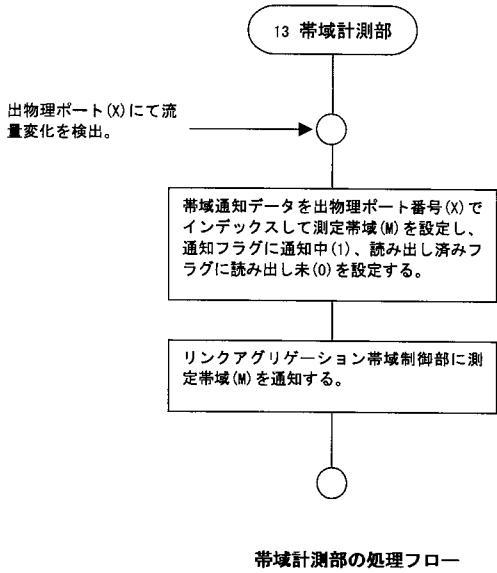
【 図 3 3 】



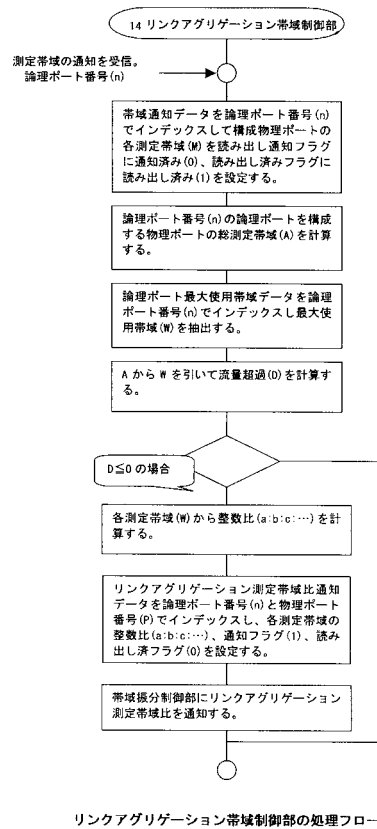
【 図 3 4 】



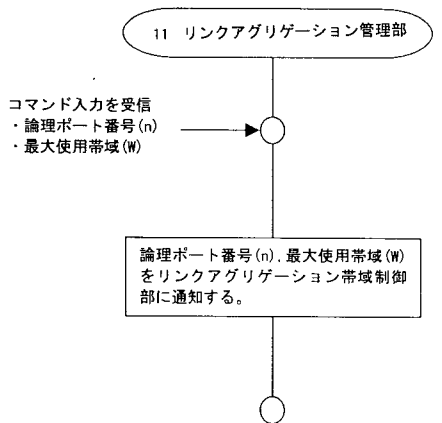
【 図 3 5 】



【 図 3 6 】

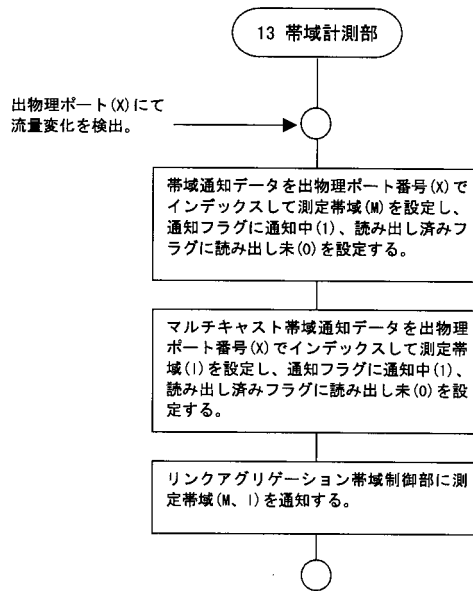


【 図 3 7 】



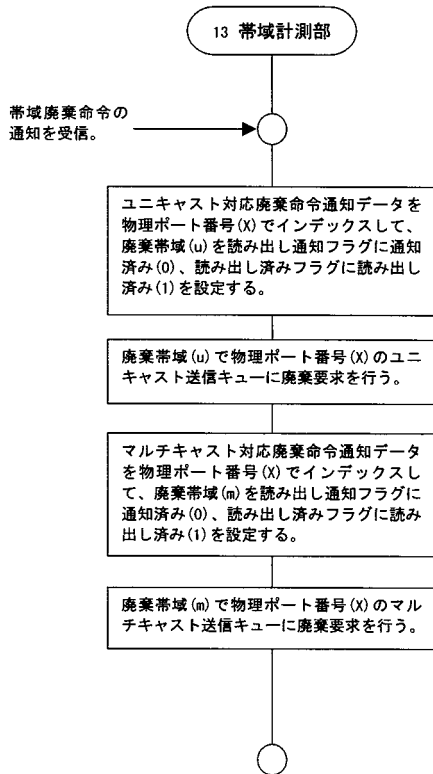
リンクアグリゲーション管理部の処理フロー

【 図 3 8 】



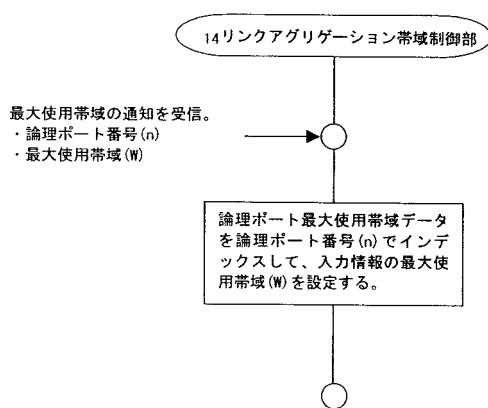
帯域計測部の処理フロー(1/2)

【 図 3 9 】



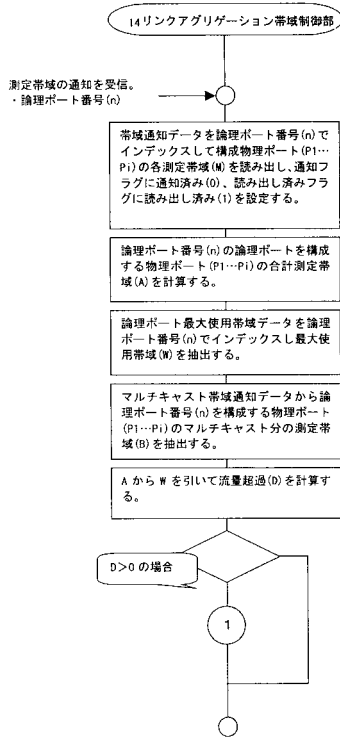
帯域計測部の処理フロー(2/2)

【 図 4 0 】



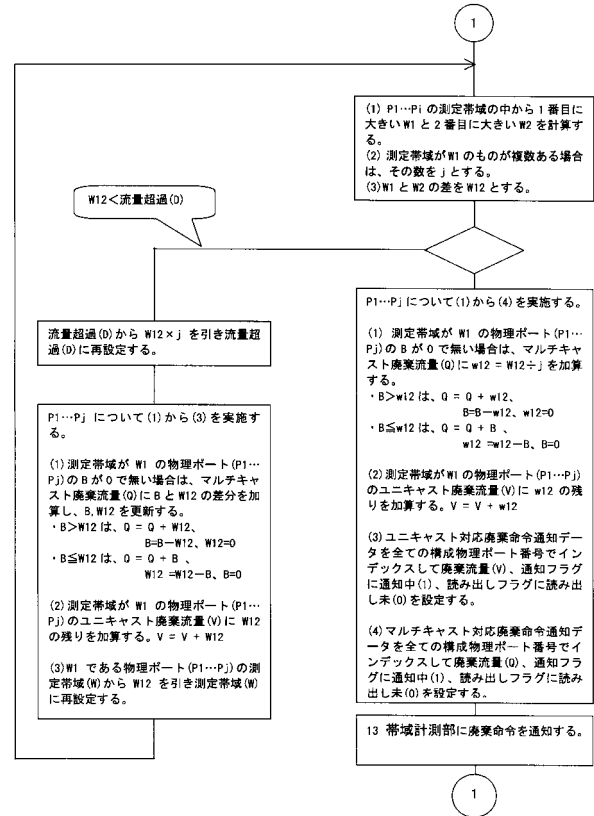
リンクアグリゲーション帯域制御部の処理フロー(1/3)

【 図 4 1 】



リンクアグリゲーション帯域制御部の処理フロー(2/3)

【 図 4 2 】



リンクアグリゲーション帯域制御部の処理フロー(3/3)

【 図 4 3 】

フォーワーディングテーブル (初期段階)

ハッシュ値	出物理ポート番号
1	P1
2	P1
3	P1
4	P1
5	P2
6	P2
7	P2
8	P2
9	P3
10	P3
11	P3
12	P3
13	P4
14	P4
15	P4
16	P4

【 図 4 4 】

ハッシュ値対応帯域測定データ

ハッシュ値	測定帯域[Mbps]
1	10
2	20
3	30
4	10
5	5
6	10
7	10
8	5
9	5
10	5
11	5
12	5
13	10
14	10
15	15
16	15

【 図 4 5 】

ハッシュ値対応帯域比データ

ハッシュ値	測定帯域比
1	2
2	4
3	6
4	2
5	1
6	2
7	2
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	2
14	2
15	3
16	3

【 図 4 7 】

ポート毎の割当てハッシュ値 (調整後)

物理ポート番号	割当てハッシュ値	予想帯域比
1	1, 2, 4	8
2	3, 5, 6	9
3	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	9
4	14, 15, 16	8

【 図 4 6 】

ポート毎の帯域比データ

物理ポート番号	測定帯域比
1	14
2	6
3	4
4	10

フロントページの続き

- (72)発明者 末次 孝博
神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目9番18号 富士通ネットワークテクノロジーズ株式会社内
- (72)発明者 木下 博
神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目9番18号 富士通ネットワークテクノロジーズ株式会社内
- (72)発明者 吉見 淳
神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目9番18号 富士通ネットワークテクノロジーズ株式会社内
- Fターム(参考) 5K030 HA08 HC01 HC20 JA07 JL04 LB06 LC01 MA04 MB09