

(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2009-239401
(P2009-239401A)

(43) 公開日 平成21年10月15日(2009. 10. 15)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H O 4 L 12/56 (2006.01) H O 4 L 12/56 Z 5 K O 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2008-79798 (P2008-79798)
(22) 出願日 平成20年3月26日 (2008. 3. 26)

(71) 出願人 504411166
アラクサラネットワークス株式会社
神奈川県川崎市幸区鹿島田890
(74) 代理人 100107010
弁理士 橋爪 健
(74) 代理人 100134061
弁理士 菊地 公一
(72) 発明者 石川 有一
神奈川県川崎市幸区鹿島田890 アラク
サラネットワークス株式会社内
Fターム(参考) 5K030 GA19 HA08 HB11 HD03 KA02
KA23 LA03 LE05 MA04

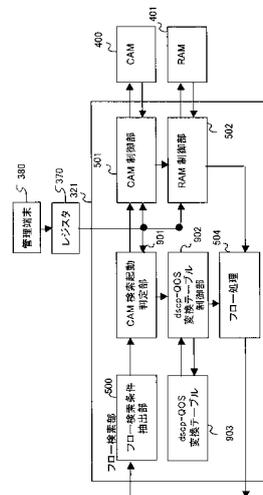
(54) 【発明の名称】 パケット転送装置

(57) 【要約】

【課題】フロー検索や経路検索の検索手段にCAMを用いるパケット転送装置において、消費電力を低減する。

【解決手段】検索手段を複数用意して、検索キーの条件に応じて消費電力を低減できる検索手段を選択する。例えば、通常はCAM400を含む検索手段とするが、DiffservのインテリアノードでTOSだけを参照してQoS判定する場合のように検索キーの条件が簡単な場合には、FFまたはRGFで構成されるdscp-QoSテーブル903を含む検索手段を使用して消費電力を低減する。CAM検索起動判定部901は、予め設定された設定情報に従い又は予め定められたヘッダ情報項目に従い、いずれの検索手段で処理するか判断する。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の入力回線と出力回線に接続され、各入力回線から受信したパケットをヘッダ情報によって特定される何れかの前記出力回線に転送するパケット転送装置であって、
前記入力回線を介してパケットを受信する受信回路と、
受信されたパケットのヘッダ情報に基づいて優先度を求めるフロー検索部と、
パケットを転送する中継部と、
前記中継部から転送されたパケットを、前記出力回線を介して出力する出力回路と
を備え、

前記フロー検索部は、

受信したパケットのヘッダ情報から抽出された、フローを識別するための複数のヘッダ情報項目を出力する第 1 処理、及び、受信したパケットのヘッダ情報から抽出された優先度を示すヘッダ情報項目を出力する第 2 処理のいずれかを、予め設定された設定情報に従い又はパケットのヘッダ情報の予め定められたヘッダ情報項目に従い実行する判定部と、

前記判定部から複数のヘッダ情報項目を入力し、該複数のヘッダ情報項目を検索キーにしてパケットのフローを識別し、予めフロー毎に指定された優先度を求める第 1 の検索手段と、

優先度を示すヘッダ情報項目に対応して、優先度が予め記憶された変換テーブルを有し、前記判定部から優先度を示すヘッダ情報項目を入力し、該優先度を示すヘッダ情報項目を検索キーにして前記変換テーブルを参照して優先度を求める、前記第 1 の検索手段よりも消費電力の少ない第 2 の検索手段と

を有し、

求められた優先度に従いパケットを転送制御する前記パケット転送装置。

【請求項 2】

前記優先度を示すヘッダ情報項目は、`dscp` 値 (`DiffServe Code Point`) である請求項 1 に記載のパケット転送装置。

【請求項 3】

前記第 1 の検索手段は、

ヘッダ情報のうちの予め定められた複数のヘッダ情報項目を含むエントリが複数記憶され、検索キーに一致するエントリのアドレスを出力するフロー検索テーブルと、

リードアドレスに対応して優先度が記憶され、前記フロー検索テーブルから出力されたアドレスに対応するリードアドレスに基づいて優先度を出力する優先度テーブルと
を有する請求項 1 に記載のパケット転送装置。

【請求項 4】

前記フロー検索テーブルは、`CAM` (`Content Addressable Memory`) で構成される請求項 3 に記載のパケット転送装置。

【請求項 5】

前記判定部が第 1 処理及び第 2 処理のいずれを実行するかを示す前記設定情報を設定するための設定インタフェース

をさらに備え、

前記判定部は、該設定情報に従い、第 1 の処理及び第 2 の処理のいずれかを実行する請求項 1 に記載のパケット転送装置。

【請求項 6】

フローリスト毎に、第 1 処理及び第 2 処理のいずれを実行するかが記憶された設定テーブルをさらに有し、

前記判定部は、前記設定テーブルを参照して、受信したパケットのフローリスト毎に第 1 処理及び第 2 処理のいずれかを実行する請求項 1 に記載のパケット転送装置。

【請求項 7】

前記フローリストは、入力回線、出力回線、入力仮想ネットワーク、出力仮想ネットワーク、論理的なインタフェースのいずれかである請求項 6 に記載のパケット転送装置。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記予め定められたヘッダ情報項目は、優先度を示すヘッダ情報項目の値を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のパケット転送装置。

【請求項 9】

前記予め定められたヘッダ情報項目は、IPv4のTOS (Type of Service) 若しくはIPv6のTC (Traffic Class) の全部若しくは一部、又は、MPLSのEXP (experimental bits)、又は、IEEE 802.1pのCOS (Class of Service) のうちいずれか一つの値であることを特徴とする請求項 8 に記載のパケット転送装置。

【請求項 10】

前記予め定められたヘッダ情報項目は、dscp値であり、
dscp値が0のとき前記第1の検索手段により優先度を求め、dscp値が0以外のとき前記第2の検索手段により優先度を求める請求項 8 に記載のパケット転送装置。

【請求項 11】

複数の入力回線と出力回線に接続され、各入力回線から受信したパケットをヘッダ情報によって特定される何れかの前記出力回線に転送するパケット転送装置であって、

前記入力回線を介してパケットを受信する受信回路と、

受信されたパケットのヘッダ情報に基づいて優先度を求めるフロー検索部と、

パケットを転送する中継部と、

前記中継部から転送されたパケットを、前記出力回線を介して出力する出力回路とを備え、

前記フロー検索部は、

受信したパケットのヘッダ情報から抽出された、フローを識別するための複数のヘッダ情報項目を出力する第1処理、及び、受信したパケットのヘッダ情報から抽出されたフローを示すヘッダ情報項目を出力する第2処理のいずれかを、該フローを示すヘッダ情報項目がパケットのヘッダ情報に設定されているか否かに従い実行する判定部と、

前記判定部から複数のヘッダ情報項目を入力し、該複数のヘッダ情報項目を検索キーにしてパケットのフローを識別し、予めフロー毎に指定された優先度を求める第1の検索手段と、

前記判定部からフローを示すヘッダ情報項目を入力し、フローを示すヘッダ情報項目に対応して、優先度が予め記憶された変換テーブルを参照して優先度を求める、前記第1の検索手段よりも消費電力の少ない第2の検索手段とを有し、

求められた優先度に従いパケットを転送制御する前記パケット転送装置。

【請求項 12】

前記フローを示すヘッダ情報項目は、少なくともIPv6のフローラベルを含むことを特徴とする請求項 11 に記載のパケット転送装置。

【請求項 13】

前記第1の検索手段は、複数のヘッダ情報項目に基づきフローを識別するためのフロー検索テーブルを有し、

該フロー検索テーブルはCAMで構成される請求項 11 に記載のパケット転送装置。

【請求項 14】

複数の入力回線と出力回線に接続され、各入力回線から受信したパケットをヘッダ情報によって特定される何れかの前記出力回線に転送するパケット転送装置であって、

前記入力回線を介してパケットを受信する受信回路と、

受信されたパケットの宛先アドレスに基づいて出力回線情報を求める経路検索部と、

出力回線情報に従いパケットを転送する中継部と、

前記中継部から転送されたパケットを、前記出力回線を介して出力する出力回路とを備え、

前記経路検索部は、

10

20

30

40

50

パケットの宛先アドレスに基づき、対応する出力回線情報を求める第1の検索手段と、
パケットの宛先アドレスに基づき、対応する出力回線情報を求める前記第1の検索手段
よりも消費電力の少ない第2の検索手段と、

受信したパケットの通信プロトコルに従い又は予め設定された設定情報に従い、前記第
1の検索手段及び前記第2の検索手段のいずれで出力回線情報を求めるか判定する判定部
と

を有する前記パケット転送装置。

【請求項15】

前記判定部が前記第1の検索手段及び前記第2の検索手段のいずれで出力回線情報を求
めめるかを示す前記設定情報を設定するための設定インタフェース

10

をさらに備える請求項14に記載のパケット転送装置。

【請求項16】

前記判定部は、受信したパケットの少なくともPPPのProtocolまたはEthernetのEther
TypeまたはIPのVersionのうちいずれ
か一つの値に応じて通信プロトコルを判断し、判断結果に従い第1及び第2の検索手段を
選択して経路検索を実施することを特徴とする請求項14に記載のパケット転送装置。

【請求項17】

前記第1の検索手段はCAM(Content Addressable Memory)を含み、

前記第2の検索手段はツリーテーブルを含む請求項14に記載のパケット転送装置。

20

【請求項18】

前記判定部は、

通信プロトコルがIPv6の場合、前記第1の検索手段により出力回線情報を求め、

通信プロトコルがIPv4の場合、前記第2の検索手段により出力回線情報を求める請
求項14に記載のパケット転送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パケット転送装置に関し、特に、ネットワークを構成するパケット転送装置
であって、省電力のためのパケットの検索方式を有するパケット転送装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber)、FTTH(Fiber To The Home)等のブロードバンドサービスの普及、および
これらのブロードバンドサービスを背景に促進された動画・音声等のストリーミング利用
、P2P(Peer to Peer)アプリケーションの台頭等により、インターネット
トラフィックは指数関数的に増大しており、この傾向は今後も継続するとみられている
(例えば、非特許文献1参照)。

このインターネットトラフィックの増大に対応できるネットワークを構築するためには
、高速大容量なルータまたはスイッチ等のパケット転送装置が必要となる。そこで、パケ
ット転送装置の高速化に対するボトルネックとなる処理と、その解決方法の一例を以下で
説明する。

40

パケット転送装置では、受信パケットのヘッダ情報に含まれる宛先IPアドレスや宛先
MACアドレスに基づいて受信パケットの出力回線を判定する経路検索や、より詳細なヘ
ッダ情報に基づいてパケットの転送可否を判定するフィルタリング、あるいはパケットの
転送優先度であるQoS(Quality of Service)を判定するフロー検
索を行うものがある。

【0003】

経路検索の場合、宛先IPアドレスや宛先MACアドレス毎にパケットの出力回線が登
録された、例えば数十万の経路エントリから構成される経路テーブルを受信パケット毎に

50

参照して、受信パケットの宛先IPアドレスまたは宛先MACアドレスに対応する出力回線を判定する。

フロー検索の場合は、宛先IPアドレス、宛先MACアドレスに加え、送信元IPアドレス、送信元MACアドレス、優先度が定義されたTOS (Type of Service)、通信用途を識別する送信元ポート、宛先ポート等、各種のヘッダ情報の組合せとして、パケットの種類であるフローが定義される。このフロー定義が登録されたフローエントリから構成されるフロー検索テーブルを受信パケット毎に参照して、受信パケットがあてはまるフローを識別し、フロー毎に予め設定されたフィルタリングによる転送可否や、QoSを判定する。

【0004】

これらの検索処理は、大容量のテーブル検索、あるいは多数の検索条件に基づくテーブル検索を必要とするため、パケット転送装置内の処理のうちでも特に負担の重い処理であり、パケット転送装置の高速化に対するボトルネックの一つとなっている。そこで、近年の高速大容量なパケット転送装置では、経路検索やフロー検索に高速な検索専用のデバイスであるCAM (Content Addressable Memory) を使用している。

【0005】

図19に、CAMによる検索処理の流れを示す。CAM400は、同一のビット長をもつ複数の検索エントリ1900~1909を有する。CAM400の検索エントリのビット長やエントリ数は、CAM400の用途に応じた構成で設定される。例えば、経路テーブルにCAM400を適用する場合には経路エントリのビット長とエントリ数を満たす構成で設定され、フロー検索テーブルにCAM400を適用される場合にはフローエントリのビット長とエントリ数を満たす構成で設定される。

検索エントリの「x」で表されたビットはマスクビットと呼ばれ、検索キー1910のビットが0、1いずれであっても一致と判定されるビットである。CAM400に、検索エントリと同一のビット長の検索キー1910が入力されると、検索キー1910に基づきCAM400の全ての検索エントリ1900~1909を同時に一致比較し、一致する検索エントリが存在した場合は、一致したことを示すヒット情報とヒットアドレス1911を出力する。検索エントリ1900~1909を逐次的に一致比較するのではなく、全ての検索エントリ1900~1909を同時に一致比較するので、高速に検索できる点が特徴である。なお、一致する検索エントリが複数存在した場合は、一致した検索エントリのうち最若番アドレスのヒットアドレスを出力する。また、一致する検索エントリが存在しない場合は、ヒット情報を出力しないことで、ノーヒットであることを示す。

【0006】

図19のCAM400の具体的な設定例の場合について、さらに詳細に説明する。検索エントリ1900はb2の値が検索キー1910と異なるので、不一致と判定される。検索エントリ1901はb2、b8の値が検索キー1910と異なるので、不一致と判定される。検索エントリ1902はb2の値が検索キー1910と異なるので、不一致と判定される。検索エントリ1903は検索キー1910と同一なので、一致と判定される。検索エントリ1904のb9はマスクビットなので検索キーのb9が0、1いずれであっても一致と判定され、その他のビットも全て検索キー1910と同一なので、一致と判定される。検索エントリ1905はb2の値が検索キー1810と異なるので、不一致と判定される。検索エントリ1906のb8、b9はマスクビットなので検索キーのb8、b9が0、1いずれであっても一致と判定され、その他のビットも全て検索キー1910と同一なので、一致と判定される。検索エントリ1907はb7の値が検索キー1910と異なるので、不一致と判定される。検索エントリ1908はb0の値が検索キー1910と異なるので、不一致と判定される。検索エントリ1909は全てのビットb0~b9がマスクビットなので、検索キーの全てのビットb0~b9が0、1いずれであっても一致と判定される。以上から、一致と判定される検索エントリはCAM400のアドレス3のエントリ1903、CAM400のアドレス4のエントリ1904、CAM400のアドレ

10

20

30

40

50

ス6のエントリ1906、CAM400のアドレスnのエントリ1909となり、一致する検索エントリが複数存在する。そのうち最若番アドレスの検索エントリはアドレス3の検索エントリ1903なので、ヒット情報とヒットアドレス3が出力される(1911)

【0007】

【非特許文献1】「情報通信のエネルギー問題 求められる通信インフラの省電力化」、小笠原、2006年6月、文部科学省 科学技術政策研究所 科学技術動向研究センター レポート、http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt063j/0606_03_feature_articles/0606fa_01/200606_fa01.html

【非特許文献2】「ネットワークノードにおける転送用データベース検索の省電力化方式」、奥他、2005年電子情報通信学会総合大会B-6-153

【非特許文献3】RFC2475、「An Architecture for Differentiated Services」、1998年12月

【非特許文献4】RFC2597、「Assured Forwarding PHB Group」、1999年6月

【非特許文献5】RFC2598、「An Expedited Forwarding PHB」、1999年6月

【非特許文献6】RFC3697、「IPv6 Flow Label Specification」、2004年3月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

インターネットトラフィックの指数関数的な増加を背景にパケット転送装置の消費電力は急増している上、今後見込まれるインターネットトラフィックの増大も含めて考えると、通信機器のエネルギー消費が将来的には社会的なエネルギー破綻を招く危険性が指摘されている。よって、パケット転送装置の消費電力の低減が強く求められることになる(例えば、非特許文献1参照)。

【0009】

しかし、パケット転送装置の高速化に不可欠であるCAMの消費電力は、一般的なメモリと比較して格段に高いという課題がある(例えば、非特許文献2参照)。従って、パケット転送装置の経路検索やフロー検索にCAMを用いると、パケット転送装置としての消費電力が増大してしまうという課題がある。CAMの低消費電力化についても、上述のCAM内部の検索方式から考えて、CAM内の全ての検索エントリに給電して、全ての検索エントリを検索キーと同時に一致比較する必要があるため、CAMの消費電力の劇的な低減は将来的にも難しいと考えられる。

また、非特許文献2では、検索対象とするCAMの物理Bankを限定する省電力化方式が提案されているが、物理Bankを備えないCAMには適用することができない。また物理Bankを備えるCAMであっても、この方式を用いた場合に低減できる消費電力量は、CAMの物理Bank数に制限されてしまい、物理Bank数が少ないCAMに対しては低減できる消費電力量も小さくなってしまふ。

本発明は、以上の点に鑑み、パケット転送装置の消費電力を低減することを目的とする。また、本発明は、複数の検索手段を備え、必要に応じて省電力と検索キーの観点から検索手段を選択することを目的のひとつとする。本発明は、CAMを用いるパケット転送装置において、フロー検索及び経路検索の消費電力を低減することを目的のひとつとする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

[適用例1]

10

20

30

40

50

適用例 1 のパケット転送装置は、複数の入力回線と出力回線に接続され、各入力回線から受信したパケットをヘッダ情報によって特定される何れかの出力回線に転送するパケット転送装置であって、パケットのヘッダ情報を検索キーとして該パケットが属するフローを検索するフロー検索部と、パケットに対して予めフロー毎に指定された転送制御を実施するための手段とを有し、さらに、上記フロー検索部は複数の検索手段を有し、検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択することにより検索に伴う消費電力を制御する消費電力制御手段を備える。さらに、検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択すると選択されたヘッダ情報項目に応じていずれかの検索手段を選択してフロー検索を実施することを上記消費電力制御手段とする。

適用例 1 のパケット転送装置によれば、フロー検索を実施する際に、消費電力は高いが検索キーとなるヘッダ情報のビット長、項目数等が多い検索手段と、消費電力は低いが検索キーとなるヘッダ情報のビット長、項目数等が少ない検索手段とを用意しておき、必要に応じて省電力と検索キーの観点から最適な検索手段を選択することができる。

検索キーとなるヘッダ情報のビット長、項目数等が少ない検索手段を選択した場合には、フローの設定に必要なビット数が減少する。従って、同一ビット容量の検索手段と比較すると、検索対象として設定できるフロー数を増加することもできる。

【 0 0 1 1 】

[適用例 2]

適用例 1 のパケット転送装置において、さらに、パケット転送装置の管理者が検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択する設定インタフェースを備える。

適用例 2 のパケット転送装置によれば、パケット転送装置の管理者の判断に基づいて、検索キーに含める最適なヘッダ情報項目と最適なフロー検索手段を選択することができる。

【 0 0 1 2 】

[適用例 3]

適用例 3 のパケット転送装置は、適用例 1 乃至適用例 2 のいずれかのパケット転送装置において、さらに、パケットの入力回線または出力回線または論理的な入力インタフェースまたは論理的な出力インタフェース毎に検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択する。

適用例 3 のパケット転送装置によれば、パケットの入力回線または出力回線または論理的な入力インタフェースまたは論理的な出力インタフェースというフロー定義のリストを設定する単位毎に最適なヘッダ情報項目と最適な検索手段を選択することができる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 4]

適用例 4 のパケット転送装置は、適用例 1 乃至 2 のいずれかのパケット転送装置において、さらに、パケットのヘッダ情報のうち少なくとも一つのヘッダ情報項目の値に応じて検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択する。

適用例 4 のパケット転送装置によれば、ヘッダ情報の一部で決まる条件に基づいて最適なヘッダ情報項目と最適な検索手段を選択することができる。

【 0 0 1 4 】

[適用例 5]

適用例 5 のパケット転送装置は、適用例 4 のパケット転送装置において、特に、優先度を示すヘッダ情報項目の値に応じて検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択する。

適用例 5 のパケット転送装置によれば、優先度がヘッダ情報として設定済のパケットに対しては、消費電力の低い小規模のテーブルでフロー検索を実施できる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 6]

適用例 6 のパケット転送装置は、適用例 5 のパケット転送装置において、特に、優先度を示すヘッダ情報項目として少なくとも IPv4 (Internet Protocol version 4) の TOS (Type of Service) または IPv6 (Internet Protocol version 6) の TC (Traffic

10

20

30

40

50

Class)の全部または一部、またはMPLS(Multiprotocol Label Switching)のEXP(experimental bits)またはIEEE802.1pのCOS(Class of Service)のうちいずれか一つの値に応じて検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択する。

適用例6の packets 転送装置によれば、IPv4のTOS(Type of Service)またはIPv6のTC(Traffic Class)の全部または一部、またはMPLSのEXP(experimental bits)またはIEEE802.1pのCOS(Class of Service)のうちいずれか一つのヘッダ情報として優先度が設定済の packets に対しては、消費電力の低い小規模のテーブルでフロー検索を実施できる。

10

【0016】

[適用例7]

適用例7の packets 転送装置は、適用例4の packets 転送装置において、特に、フローを示すヘッダ情報項目の値に応じて検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択する。

適用例7の packets 転送装置によれば、フローがヘッダ情報として設定済の packets に対しては、フロー検索を省略することができる。

【0017】

[適用例8]

適用例8の packets 転送装置は、適用例7の packets 転送装置において、特に、フローを示すヘッダ情報項目として少なくともIPv6のFL(Flow Label)の値に応じて検索キーに含めるヘッダ情報項目を選択する。

20

適用例8の packets 転送装置によれば、IPv6のFL(Flow Label)としてフローが設定済の packets に対しては、フロー検索を省略することができる。

【0018】

[適用例9]

適用例9の packets 転送装置は、複数の入、出力回線に接続され、各入力回線から受信した packets をヘッダ情報によって特定される何れかの出力回線に転送する packets 転送装置であって、各受信 packets のヘッダ情報のうち少なくとも packets の宛先情報を含むヘッダ情報項目を検索キーとして該 packets を転送する出力回線を判定する経路検索部を有し、上記経路検索部は複数の検索手段を有し、そのうちいずれかの検索手段を選択して経路検索を実施することにより検索に伴う消費電力を制御する。

30

適用例9の packets 転送装置によれば、経路検索を実施する際にも、消費電力は高いが検索性能が高速な検索手段と、消費電力は低い但検索性能が低速な検索手段とを用意しておき、必要に応じて省電力と検索性能の観点から最適な検索手段を選択することができる。

【0019】

[適用例10]

適用例10の packets 転送装置は、適用例9の packets 転送装置において、さらに、経路検索部が有する複数の検索手段のうちいずれかの検索手段を選択するかを packets 転送装置の管理者が設定する設定インタフェースを備える。

40

適用例10の packets 転送装置によれば、 packets 転送装置の管理者の判断に基づいて、最適な経路検索手段を選択することができる。

【0020】

[適用例11]

適用例11の packets 転送装置は、適用例9乃至10のいずれかの packets 転送装置において、さらに、通信プロトコルを示すヘッダ情報項目の値に応じていずれかの検索手段を選択して経路検索を実施する。

適用例11の packets 転送装置によれば、通信プロトコルに応じて最適な経路検索手段を選択することができる。

【0021】

50

[適用例 1 2]

適用例 1 2 のパケット転送装置は、適用例 1 1 のパケット転送装置において、特に、通信プロトコルを示すヘッダ情報項目として少なくとも PPP の Protocol または Ethernet (登録商標) の Ether Type または IP の VER (Version) のうちいずれか一つの値に応じていずれかの検索手段を選択して経路検索を実施する。

適用例 1 2 のパケット転送装置によれば、PPP の Protocol または Ethernet (登録商標) の Ether Type または IP の VER (Version) で定まる通信プロトコルに応じて最適な経路検索手段を選択することができる。

【 0 0 2 2 】

[適用例 1 3]

適用例 1 3 のパケット転送装置は、適用例 1 乃至適用例 1 2 のいずれかのパケット転送装置において、検索手段の一つに CAM (Content Addressable Memory) を含む。

一般に CAM の消費電力は高いという課題があるが、適用例 1 3 のパケット転送装置によれば、CAM 以外の消費電力の低い検索手段で検索可能な検索キーに対しては、CAM 以外の消費電力の低い検索手段を選択することにより消費電力を低減する効果が得られる。

本発明において、上述した種々の態様は、適宜、組み合わせたり、一部を省略したりして適用することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 1 の解決手段によると、

複数の入力回線と出力回線に接続され、各入力回線から受信したパケットをヘッダ情報によって特定される何れかの前記出力回線に転送するパケット転送装置であって、

前記入力回線を介してパケットを受信する受信回路と、

受信されたパケットのヘッダ情報に基づいて優先度を求めるフロー検索部と、

パケットを転送する中継部と、

前記中継部から転送されたパケットを、前記出力回線を介して出力する出力回路とを備え、

前記フロー検索部は、

受信したパケットのヘッダ情報から抽出された、フローを識別するための複数のヘッダ情報項目を出力する第 1 処理、及び、受信したパケットのヘッダ情報から抽出された優先度を示すヘッダ情報項目を出力する第 2 処理のいずれかを、予め設定された設定情報に従い又はパケットのヘッダ情報の予め定められたヘッダ情報項目に従い実行する判定部と、

前記判定部から複数のヘッダ情報項目を入力し、該複数のヘッダ情報項目を検索キーにしてパケットのフローを識別し、予めフロー毎に指定された優先度を求める第 1 の検索手段と、

優先度を示すヘッダ情報項目に対応して、優先度が予め記憶された変換テーブルを有し、前記判定部から優先度を示すヘッダ情報項目を入力し、該優先度を示すヘッダ情報項目を検索キーにして前記変換テーブルを参照して優先度を求める、前記第 1 の検索手段よりも消費電力の少ない第 2 の検索手段とを有し、

求められた優先度に従いパケットを転送制御する前記パケット転送装置が提供される。

【 0 0 2 4 】

本発明の第 2 の解決手段によると、

複数の入力回線と出力回線に接続され、各入力回線から受信したパケットをヘッダ情報によって特定される何れかの前記出力回線に転送するパケット転送装置であって、

前記入力回線を介してパケットを受信する受信回路と、

受信されたパケットのヘッダ情報に基づいて優先度を求めるフロー検索部と、

パケットを転送する中継部と、

前記中継部から転送されたパケットを、前記出力回線を介して出力する出力回路とを備え、

前記フロー検索部は、

受信したパケットのヘッダ情報から抽出された、フローを識別するための複数のヘッダ情報項目を出力する第1処理、及び、受信したパケットのヘッダ情報から抽出されたフローを示すヘッダ情報項目を出力する第2処理のいずれかを、該フローを示すヘッダ情報項目がパケットのヘッダ情報に設定されているか否かに従い実行する判定部と、

前記判定部から複数のヘッダ情報項目を入力し、該複数のヘッダ情報項目を検索キーにしてパケットのフローを識別し、予めフロー毎に指定された優先度を求める第1の検索手段と、

前記判定部からフローを示すヘッダ情報項目を入力し、フローを示すヘッダ情報項目に対応して、優先度が予め記憶された変換テーブルを参照して優先度を求める、前記第1の検索手段よりも消費電力の少ない第2の検索手段とを有し、

求められた優先度に従いパケットを転送制御する前記パケット転送装置が提供される。

【0025】

本発明の第3の解決手段によると、

複数の入力回線と出力回線に接続され、各入力回線から受信したパケットをヘッダ情報によって特定される何れかの前記出力回線に転送するパケット転送装置であって、

前記入力回線を介してパケットを受信する受信回路と、

受信されたパケットの宛先アドレスに基づいて出力回線情報を求める経路検索部と、出力回線情報に従いパケットを転送する中継部と、

前記中継部から転送されたパケットを、前記出力回線を介して出力する出力回路とを備え、

前記経路検索部は、

パケットの宛先アドレスに基づき、対応する出力回線情報を求める第1の検索手段と、

パケットの宛先アドレスに基づき、対応する出力回線情報を求める前記第1の検索手段よりも消費電力の少ない第2の検索手段と、

受信したパケットの通信プロトコルに従い又は予め設定された設定情報に従い、前記第1の検索手段及び前記第2の検索手段のいずれで出力回線情報を求めるか判定する判定部と

を有する前記パケット転送装置が提供される。

【発明の効果】

【0026】

本発明によると、パケット転送装置の消費電力を低減することができる。また、本発明によると、複数の検索手段を備え、必要に応じて省電力と検索キーの観点から検索手段を選択することができる。本発明によると、CAMを用いるパケット転送装置において、フロー検索及び経路検索の消費電力を低減することができる。本発明は、CAMの代わりにFFまたはRGFを検索手段とする場合、検索対象として設定できるフロー数を増加することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

1. 第1の実施の形態

まず、第1の実施の形態について説明する。

図1は、第1の実施の形態が適用されるネットワーク構成の一例である。

RFC2475(非特許文献3)に規定されるDSドメイン110を経由して、ユーザネットワーク100に配置されたゲートウェイルータ101からユーザネットワーク120に配置されたゲートウェイルータ121へのTCP/IP通信がなされているものとする。なお、L4プロトコルはTCPではなくUDP(User Datagram Protocol)などその他のプロトコルであっても構わない。また、DSドメイン110

10

20

30

40

50

は、Diff-serv (Differentiated Services) 機能が適用されるネットワークである。DSドメイン110は、例えば、バウンダリノード111、113と、インテリアノード112とを備える。また、ゲートウェイルータ101、121は、例えば、送信端末102、122が接続される。

【0028】

図2に、このIP通信のパケットヘッダを示す。IPv4通信の場合のパケットヘッダの構成はヘッダ260、IPv6通信の場合のパケットヘッダの構成はヘッダ270に示す通りである。

ユーザネットワーク100の送信端末102がゲートウェイルータ101を經由してDSドメイン110に出力したパケットを、DSドメイン110の入り口境界に配置されたバウンダリノード111が入力する。RFC2475によると、バウンダリノード111ではTCPヘッダ(L4ヘッダ部)240/IPヘッダ(L3ヘッダ部)220または230に基づいてフローを識別し、フロー毎に定義された優先度をIPヘッダ中のTOS222またはTC232の上位6ビットのdscp (DiffServ Code Point) として書き込む、マーキングと呼ばれる処理を行う。バウンダリノード111でdscpをマーキングされたパケットは、次にインテリアノード112に入力される。インテリアノード112では、バウンダリノード111でマーキングされたdscpのみに基づいてフローを識別して、dscpの優先度に従った優先制御を行う。インテリアノード112から出力されたパケットは、次にバウンダリノード113に入力される。バウンダリノード112では、TCP/IPヘッダに基づいてフローを識別して、フロー毎に定義された優先制御を実施し、ユーザネットワーク120に配置されたゲートウェイルータ121を經由して受信端末122に入力する。

【0029】

本実施の形態では、DSドメイン110内のインテリアノード112に対する実施の形態を説明する。

図3に、インテリアノード112として適用されるパケット転送装置300のブロック図を示す。なお、パケット転送装置300には、例えば、パケットをルーティング転送するルータまたはパケットをスイッチング転送するスイッチ等を適用できる。

パケット転送装置300は、パケット入力用の入力回線301と、パケットの受信処理を行うパケット受信回路310と、パケット出力用の出力回線302と、入力パケットに対するパケット検索部320と、パケットを出力回線番号に基づきスイッチングするパケット中継処理手段330と、出力パケットに対するパケット検索部340と、送信バッファ350からパケットを読み出してパケットの送信処理を行うパケット送信回路360と、管理端末380からの設定情報を一時的に蓄積するレジスタ370とを備える。また、パケット転送装置300は、CAM、RAM等のメモリを備える。メモリには、例えば、フロー検索テーブル、出力回線テーブル等が記憶される。なお、メモリの詳細については後述する。パケット検索部320は、出力回線302を識別するための出力回線番号を判定する経路検索部322と、フローを検索するフロー検索部321を備える。

【0030】

送信バッファ350は、優先度が定められた複数のキューを有し、フロー検索部321でのQoS判定結果に従ってパケットをキューに蓄積する。また、パケット転送装置300には管理端末380が接続されており、レジスタ370を經由してパケット転送装置300の管理と各種設定を行う。なお、図3において、入力回線301と出力回線302とがそれぞれ1回線ずつ図示されているが、ひとつのパケット受信回路に複数の回線が接続されていてもよい。また、パケット転送装置300は、入力回線、パケット受信回路、ヘッダ処理部(パケット検索部)、送信バッファ、パケット送信回路、出力回線をそれぞれ複数備えていても良い。出力側のパケット検索部340は、入力側のパケット検索部320と同様に、フロー検索部と経路検索部を有することができる。なお、出力側のパケット検索部340では、経路検索部は省略してもよい。

【0031】

10

20

30

40

50

送信端末 102、122 から送信されたパケットは入力回線のひとつを介してパケット受信回路 310 に入力される。パケット受信回路 310 は、入力されたパケットをバッファで一時的に蓄積する。また、内部ヘッダに、パケットを入力した入力回線 301 の番号を格納する。パケット受信回路 310 は、入力回線番号を含む内部ヘッダとパケットヘッダ 260 または 270 をパケット検索部 320 に送信する。

パケット検索部 320 のフロー検索部 321 は、内部ヘッダとパケットヘッダ 260 または 270 で、フロー検索テーブルを検索する。検索されたフロー毎に予め設定されたフィルタリングによる転送可否や QoS を判定して、判定結果をパケット受信回路 310 に返す。

【0032】

またパケット検索部 320 の経路検索部 322 は、内部ヘッダとパケットヘッダ 260 または 270 で、経路テーブルを検索する。検索された経路毎に予め設定されたパケットの出力回線番号を判定して、判定結果をパケット受信回路 310 に返す。

パケット受信回路 310 では、パケット検索部 320 でのフロー検索結果と経路検索結果を内部ヘッダに追加し、パケットヘッダ 260 または 270 と共にパケットをパケット中継処理手段 330 に転送する。フロー検索結果が、フィルタリングで転送しないと判定された場合は、パケット中継処理手段 330 にパケットを転送することなく、パケットを廃棄する。パケット中継処理手段 330 では、内部ヘッダの経路検索結果に含まれるパケットの出力回線番号に基づいて、パケットの出力回線を収容するパケット送信回路 360 に転送する。送信バッファ 350 では、内部ヘッダのフロー検索結果に含まれる QoS に従って送信バッファ 350 の所望のキューにパケットを蓄積する。パケット検索部 340 は、パケット送信回路 360 からの内部ヘッダ及びパケットヘッダに基づいて、フロー検索、経路検索を実行する。なお、経路検索は省略してもよい。パケット送信回路 360 は、送信バッファ 350 からパケットを読み出して出力回線 320 からパケットの送信処理を行う。

【0033】

パケット検索部 320 のフロー検索部 321 におけるフロー検索と、経路検索部 322 における経路検索では、検索を高速化するため検索専用のデバイス CAM 400 を使用する。図 4 に、CAM 400 とフロー検索部 321 および経路検索部 322 の接続形態として、(i) と (ii) の二種類を示す。本実施の形態は、(i)、(ii) の接続形態のいずれにも適用可能である。

図 4 の (i) では、二つの CAM 400 を用いる。フロー検索部 321 と CAM 400 - 1、経路検索部 322 ともうひとつの CAM 400 - 2 は互いに独立に接続されており、フロー検索部 321 と経路検索部 322 がそれぞれ CAM を占有して使用することができる。

図 4 の (ii) では、パケット検索部 320 は、CAM 制御調停部 323 をさらに備え、一つの CAM 400 を用いる。フロー検索部 321 からの検索要求と経路検索部 322 からの検索要求は、CAM 制御調停部 323 で調停されて、互いの検索要求が衝突することなく CAM 400 に検索要求がかかる。検索結果についても CAM 制御調停部 323 で判定が行われ、フロー検索部 321 からの検索要求に対する検索結果はフロー検索部 321 へ、経路検索部 322 からの検索要求に対する検索結果は経路検索部 322 へ返される。このように、(ii) ではフロー検索部 321 と経路検索部 322 が一つの CAM 400 を共有して使用することができる。

【0034】

(i) の場合は、CAM 400 を複数処理してしまうことによるコスト増を伴うが、検索速度は (ii) の場合の 2 倍となり、さらに、CAM 制御調停部 323 を必要としないメリットもある。(ii) 場合は、CAM 400 が一つで済むためにコストを低減できるが、検索速度は (i) の場合の半分となり、さらに、CAM 制御調停部 323 も必要とする。

図 5 に、CAM を使用する従来 of フロー検索部 1321 の構成の一例を示す。図 6 は、

10

20

30

40

50

フロー検索テーブルの構成例である。なお、図5に示す構成及び以下の説明は、本実施の形態の理解を補助するためのものであって、必ずしも従来技術を構成するものではない。

フロー検索部1321は、例えば、フロー検索条件抽出部500と、CAM制御部501と、RAM制御部502と、フロー処理判定部504を有する。CAM400には、フロー検索テーブルが記憶され、RAM401には、優先度テーブルが記憶されている。

【0035】

フロー検索部1321のフロー検索条件抽出部500は、パケット受信回路310から入力回線番号を含む内部ヘッダとパケットヘッダ260または270を受信し、このうちフロー検索に必要となる情報を抽出してCAM制御部501に送信する。例えば、CAM400で構成されたフロー検索テーブルが図6のように入力回線番号と、送信元MACアドレスと、宛先MACアドレスと、送信元IPアドレスと、宛先IPアドレスと、TOSと、送信元ポート番号と、宛先ポート番号をフロー検索条件とするフローエントリ601~608を含む場合、フロー検索条件抽出部500は内部ヘッダの入力回線番号と、パケットヘッダ260の送信元MACアドレスと、宛先MACアドレスと、送信元IPアドレスと、宛先IPアドレスと、TOSと、送信元ポート番号と、宛先ポート番号をCAM制御部501に送信する。

10

【0036】

図6において「d.c.」と記載されたフィールド項目はマスクビットで構成されており、フロー検索の一致判定に当該フィールドの値は用いられない。フィルタリング、QoSなど複数のフロー検索の用途がある場合、フロー検索テーブルは用途毎に独立に所持する。例えば、フィルタリング用のフロー検索テーブルとQoS用のフロー検索テーブルは独立に所持する。以下、QoS用のフロー検索テーブルの検索処理について説明する。

20

CAM制御部501は、フロー検索条件抽出部500から送信された入力回線番号を含む内部ヘッダとパケットヘッダ260または270をフロー検索テーブルのフォーマットに合わせて並べ替えた情報を検索キーとして、フロー検索テーブルを構成するCAM400に対する検索要求信号と共にCAM400へ送信する。CAM400は、CAM制御部501から送信された検索キーでフロー検索テーブルを検索し、検索キーに一致するフローエントリのアドレスをヒットアドレスとしてCAM制御部501に返す。CAM制御部501は、CAM400から送信されたヒットアドレスをRAM制御部502へ送信する。

30

RAM制御部502は、CAM制御部501から送信されたヒットアドレスから、これに対応してRAM401を参照する際のアドレスを計算して、計算されたアドレスをリードアドレスとしてRAM401に対しリード要求を行う。

【0037】

図7に、RAM401の優先度テーブル401の構成例を示す。

優先度テーブル401は、フローエントリ601~608に対応して、各フローエントリに一致したフローに対する優先度が設定された優先度エントリ701~703を有する。RAM401は、入力されたリードアドレスのエントリに設定されたデータ(優先度)をリードデータとして、RAM制御部502へ送信する。RAM制御部502は、RAM401から送信されたリードデータをフロー処理判定部504へ送信する。フロー処理判定部504は、リードデータからQoSの判定処理に必要な情報を抽出して、QoSの判定結果を得る。フロー処理判定部504は、QoSの判定結果をパケット受信回路310へ送信する。

40

なお、CAM400やRAM401に対するテーブル設定を可能とするため、フロー検索部321には管理端末380が接続されており、管理端末380からの設定情報は一時的にレジスタ370に蓄積される。レジスタ370から読み出された情報に従って、CAM400を制御するCAM制御部501がCAM400の管理と各種設定を行う。またRAMを制御するRAM制御部502がRAM401の管理と各種設定を行う。

【0038】

図9に、本実施の形態のフロー検索部321の構成図を示す。

50

本実施の形態のフロー検索部321は、図5に示されたCAMを使用するフロー検索部1321の構成に加えて、CAM検索起動判定部901と、dscp-QoS変換テーブル制御部902と、dscp-QoS変換テーブル903とをさらに備える。

図10に、dscp-QoS変換テーブル903の構成例を示す。

dscp-QoS変換テーブル903は、例えば、dscpから一意にQoSを判定するためのテーブルである。dscp-QoS変換テーブル903は、例えば、図10に示す通り、dscpの値0~63に対応して、各dscpをもつフローに対する優先度が設定された優先度エントリ1001~1003を有する。

dscpのとり値の範囲は、現在のヘッダ情報の仕様では0~63に限られるので、dscp-QoS変換テーブル903は最大64エントリを所持すれば良い。従って、大容量のCAMを使用する必要はなく、FF(Flip Flop)またはRGF(Register File)等、ビット容量の小さな物理デバイスで構成することができる。ビット容量が小さいので、参照される際の消費電力を抑えられる。なお、パケットのヘッダの拡張等によりdscpのビット数が変わる場合、又は、dscpに変わる値を用いる場合、dscp-QoS変換テーブルは、ビット数に応じたエントリ数を有することができる。

10

【0039】

また、dscp-QoS変換テーブル903に対し、dscpから一意に計算されるリードアドレスで1回リードアクセスすればQoSを判定できるので、検索性能の観点からもCAMに対し遜色のない性能が得られる。

20

dscpから一意にQoSを判定する場合のフロー検索にCAMを適用すると、図6を参照すれば分かるように、フロー検索の一致判定に含める必要のない入力回線、送信元MACアドレス、宛先MACアドレス、送信元IPアドレス、宛先IPアドレス、送信元ポート番号、宛先ポート番号のフィールドについてもマスクビットをxとして「d.c.」の設定をする必要があり、CAMのビット容量を無駄に浪費してしまう。

これに対しdscp-QoS変換テーブル903を適用すれば、図10を参照すると分かるように、フロー検索の一致判定に含める必要のないフィールドに対応する設定は必要ないので、dscp-QoS変換テーブル903のビット容量を無駄に浪費してしまうことはない。CAMのビット容量を無駄に消費せず、dscp-QoS変換テーブル903自体もビット容量の小さな物理デバイスで構成することができるので、フローエントリのビット使用効率が向上することとなり、検索対象として設定できるフロー数を増加することができる。

30

【0040】

図8に、CAM検索起動の可否に関する、ユーザインタフェース(管理端末)からの設定例を示す。CAM検索起動判定部901には管理端末380からレジスタ370を經由した設定が可能となっており、この設定に応じてCAM検索を起動するか、起動しないか選択可能となっている。図8は、装置設定としてQoSの検索時にCAM検索を起動せず、より消費電力の低い検索手段を選択する設定のための指示入力(またはコマンド)の例である。

CAM検索を起動する設定では、CAM検索起動判定部901は、受信したパケットのヘッダ情報から抽出された、フローを識別するための複数のヘッダ情報項目をCAM制御部501に出力する(第1処理)。

40

【0041】

CAM検索を起動しない設定では、CAM検索起動判定部901は、フロー検索条件抽出部500から送信されたパケットヘッダ260または270のうち、さらにdscpを抽出してdscp-QoS変換テーブル制御部902へ送信する(第2処理)。なお、フロー検索条件抽出部500の機能をCAM検索起動判定部901に含め、CAM検索を起動しない場合はCAM検索起動判定部901がヘッダ情報からdscpを抽出し、CAM検索を起動する場合はCAM検索起動判定部901が上述のフロー検索条件抽出部500と同様に検索キーを抽出するようにしてもよい。dscp-QoS変換テーブル制御部9

50

02では、CAM検索起動判定部901から送信されたdscpから、これに対応してdscp-QoS変換テーブル903を参照する際のアドレスを計算して、計算されたアドレスをリードアドレスとしてdscp-QoS変換テーブル903に対しリード要求を行う。

【0042】

dscp-QoS変換テーブル903は、リードアドレスのエントリに設定されたデータ(優先度)をリードデータとして、dscp-QoS変換テーブル制御部902へ送信する。dscp-QoS変換テーブル制御部902は、dscp-QoS変換テーブル903から送信されたリードデータをフロー処理判定部504へ送信する。フロー処理判定部504は、リードデータからQoSの判定処理に必要な情報を抽出して、QoSの判定結果を得る。

10

送信側のパケット検索部340でも、上述の受信側と同様に本実施の形態を適用することができる。受信側のパケット検索部320で出力回線番号、QoSを決定されたパケットは、出力回線番号に基づきパケット中継処理手段330によってスイッチングされ、パケット送信回路360に入力する。パケット送信回路360では、入力されたパケットをバッファで一時的に蓄積するとともに、出力回線番号を含む内部ヘッダとパケットヘッダ260または270をパケット検索部340に送信する。パケット検索部340では、前述の実施の形態と同様に本実施の形態を適用し、以下に示す効果を得ることができる。

【0043】

以上に示した第1の実施の形態によれば、Diffservのインテリアノード112においてdscpの優先度に従った優先制御を行う際に、消費電力は高いが検索キーとなるヘッダ情報のビット長、項目数等が多い第1の検索手段としてCAM400で構成されたフロー検索テーブルと、消費電力は低いが検索キーとなるヘッダ情報のビット長、項目数等が少ない第2の検索手段としてFFまたはRGFで構成されたdscp-QoS変換テーブル903を用意しておき、必要に応じて省電力と検索キーの観点から最適な検索手段を選択することができる。検索対象として設定できるフロー数を増加することができる。検索手段の選択は、パケット転送装置の管理者の判断に基づいて管理端末から装置設定として予め行うことができる。

20

【0044】

2. 第2の実施の形態

30

次に、第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態において、第1の実施の形態と同一の符号を有するブロックは基本的に同一の構成・作用を有するため、主に本実施の形態に特徴的な構成について説明し、第1の実施の形態と同様の点は、特に必要な場合を除き説明を省略する。第2の実施の形態のパケット転送装置300のブロック図は図3に示す通りであり、第1の実施の形態と同様である。

図12に、第2の実施の形態におけるフロー検索部321のブロック図を示す。

第2の実施の形態のフロー検索部321は、図9に示された第1の実施の形態のフロー検索部321に加えて、フローリスト毎省電力設定テーブル制御部1201と、フローリスト毎省電力設定テーブル1202とをさらに備える。

【0045】

40

フローリストとは、入力回線または出力回線、または論理的な入力インタフェースとして例えば入力VLAN(Virtual Local Area Network)、または論理的な出力インタフェースとして例えば出力VLANが共通するフローエントリの集合として構成されるリストである。例えば図6のフロー検出テーブルの場合、フローエントリ604~606は入力回線番号が10で共通しているので、一つのフローリストとみなせる。フロー定義はネットワークを使用するユーザ毎に設定するものであり、かつネットワークを使用するユーザは共通の入力回線または出力回線または入力VLANまたは出力VLANを使用する。従って、省電力設定を含むフロー定義の管理はフローリスト毎に行うのが望ましく、これを実現するためにフローリスト毎省電力設定テーブル1202を所持する。

50

【 0 0 4 6 】

フローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 に対するテーブル設定は、例えば、管理端末 3 8 0 から行う。管理端末 3 8 0 からの設定情報は一時的にレジスタ 3 7 0 に蓄積される。レジスタ 3 7 0 から読み出された情報に従って、フローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 を制御するフローリスト毎省電力設定テーブル制御部 1 2 0 1 が、フローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 の管理と各種設定を行う。

図 1 1 に、フローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 の構成及びユーザインタフェースからの設定例を示す。

図 1 1 は、入力回線 (i n p u t _ p o r t) 1、2、4、1 0 0 0 等からの入力パケットに対しては、Q o S の検索時に C A M 検索を起動せず、より消費電力の低い検索手段を選択し (省電力設定 o n)、一方、入力回線 3、5 等からの入力パケットに対しては、Q o S の検索時に C A M 検索を起動する (省電力設定 o f f) 設定例である。図 1 1 (a) は、ユーザインタフェースからの指示入力の例である。図 1 1 (b) は、フローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 の構成例であり、図 1 1 (a) の指示に従い設定された例である。

10

【 0 0 4 7 】

C A M 検索起動判定部 9 0 1 では、フロー検索条件抽出部 5 0 0 から送信された内部ヘッダの入力回線番号をフローリスト毎省電力設定テーブル制御部 1 2 0 1 へ送信する。なおフローリストを出力回線毎に構成する場合は、以下の説明で入力回線番号を出力回線番号と読み替えた処理を行う。同様に、フローリストを入力 V L A N、または出力 V L A N 毎などに構成する場合は、以下の説明で入力回線番号を入力 V L A N または出力 V L A N などと読み替えた処理を行う。

20

フローリスト毎省電力設定テーブル制御部 1 2 0 1 では、C A M 検索起動判定部 9 0 1 から送信された入力回線番号から、これに対応してフローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 を参照する際のアドレスを計算して、計算されたアドレスをリードアドレスとしてフローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 に対しリード要求を行う。フローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 は、リードアドレスのエントリに設定されたデータ (省電力設定情報) をリードデータとして、フローリスト毎省電力設定テーブル制御部 1 2 0 1 へ送信する。

【 0 0 4 8 】

フローリスト毎省電力設定テーブル制御部 1 2 0 1 は、フローリスト毎省電力設定テーブル 1 2 0 2 から送信されたリードデータを C A M 検索起動判定部 9 0 1 へ送信する。C A M 検索起動判定部 9 0 1 は、リードデータから C A M 検索起動の可否を判定する。C A M 検索起動判定部 9 0 1 は、例えば、省電力設定情報が o f f である場合 C A M 検索起動をすと判定し、一方、省電力設定情報が o n である場合には、C A M 検索起動しないと判定する。

30

C A M 検索を起動する場合には、フロー検索条件抽出部 5 0 0 から送信された内部ヘッダの入力回線と、パケットヘッダ 2 6 0 または 2 7 0 の送信元 M A C アドレスと、宛先 M A C アドレスと、送信元 I P アドレスと、宛先 I P アドレスと、T O S または T C と、送信元ポート番号と、宛先ポート番号を C A M 制御部 5 0 1 に送信して、上述の第 1 の実施の形態と同様に C A M 検索を起動して Q o S を判定する。

40

C A M 検索を起動しない場合には、C A M 検索起動判定部 9 0 1 は、フロー検索条件抽出部 5 0 0 から送信されたパケットヘッダ 2 6 0 または 2 7 0 のうち、さらに d s c p を抽出して d s c p - Q O S 変換テーブル制御部 9 0 2 へ送信し、上述の第 1 の実施の形態と同様に d s c p から Q o S を判定する。

【 0 0 4 9 】

以上に示した第 2 の実施の形態によれば、パケット転送装置の管理者の判断に基づいて、パケットの入力回線または出力回線または論理的な入力インタフェースとして例えば入力 V L A N または論理的な出力インタフェースとして例えば出力 V L A N 毎に、フロー検索部が有する複数の検索手段のうち C A M 検索または d s c p - Q O S 変換テーブル 9 0

50

3 を選択して Q o S を判定できる。

詳細なフロー定義に基づいて木目細かく Q o S 判定する必要があるユーザに対しては C A M 検索を実施し、 d s c p のみに基づいて簡易に Q o S 判定すれば良いユーザに対しては d s c p - Q O S 変換テーブル 9 0 3 に基づいて Q o S 判定する。これにより、 d s c p のみに基づいて簡易に Q o S 判定すれば良い場合には、 C A M 検索起動に伴う消費電力を抑えることができる。

【 0 0 5 0 】

3 . 第 3 の実施の形態

第 3 の実施の形態について説明する。第 3 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と同一の符号を有するブロックは基本的に同一の構成・作用を有するため、主に、本実施の形態に特徴的な構成について説明し、第 1 の実施の形態と同様の点は特に必要な場合を除き説明を省略する。第 3 の実施の形態のパケット転送装置 3 0 0 のブロック図は図 3 に示す通りであり、第 1 の実施の形態と同様である。

10

【 0 0 5 1 】

図 1 3 に、第 3 の実施の形態のフロー検索部 3 2 1 のブロック図を示す。

第 3 の実施の形態のフロー検索部 3 2 1 は、図 9 に示された第 1 の実施の形態のフロー検索部 3 2 1 において、 C A M 検索起動判定部 9 0 1 に d s c p 判定部 1 3 0 1 を備える。

D i f f s e r v では、マーキングされた d s c p の値と Q o S の関係は、 P H B (P e r H o p B e h a v i o r) として R F C 2 5 9 7 (A s s u r e d F o r w a r d i n g P H B G r o u p) および R F C 2 5 9 8 (A n E x p e d i t e d F o r w a r d i n g P H B) で定義されている。これらの R F C では、マーキングされた 0 以外の値をもつ d s c p に対する Q o S が定義されている。一方、マーキングがなされていない状態では d s c p は 0 であり、最低優先のベストエフォートとして扱われる。

20

そこで、 d s c p 判定部 1 3 0 1 では、フロー検索条件抽出部 5 0 0 から送信されたパケットヘッダ 2 6 0 または 2 7 0 の d s c p の値を判定する。 d s c p が 0 でない値の場合にはマーキング済と判断して、 C A M 検索を起動せず、 C A M 検索起動判定部 9 0 1 は、 d s c p を d s c p - Q O S 変換テーブル制御部 9 0 2 へ送信し、上述と同様に d s c p から Q o S を判定する。一方、 d s c p が 0 である場合は、マーキングが未実施の可能性があるため、 C A M 制御部 5 0 1 に内部ヘッダとパケットヘッダを出力した C A M 検索を起動して Q o S を判定する。

30

【 0 0 5 2 】

以上に示した第 3 の実施の形態によれば、 d s c p がマーキング未実施のパケットに対しては C A M 検索を起動して詳細なフロー定義に基づいて木目細かく Q o S 判定すると共に、 d s c p がマーキング済のパケットに対しては C A M 検索を起動せず、 d s c p のみに基づいて簡易に Q o S 判定することで、 C A M 検索起動に伴う消費電力を抑えることができる。

【 0 0 5 3 】

4 . 第 4 の実施の形態

第 4 の実施の形態について説明する。第 4 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と同一の符号を有するブロックは基本的に同一の構成・作用を有するため、特に必要な場合を除き説明を省略する。

40

【 0 0 5 4 】

図 1 4 に、第 4 の実施の形態のパケット転送装置が適用されるネットワーク構成図を示す。

ユーザネットワーク 1 0 0 とユーザネットワーク 1 2 0 は図 1 と同様の構成であるが、 I P v 6 で通信しているものとする。 I P v 6 ヘッダ 2 3 0 のフローラベル 2 3 3 はまだ具体的に定義されておらず、将来的に定義される計画も未定の状況である。従って、フローラベル 2 3 3 は一般的に未使用となっている。 R F C 3 6 9 7 (I P v 6 F l o w

50

Label Specification)によると、IPv6通信している送信端末102は、送信パケットを特定のフローとして扱う場合に限りフローラベル233を0でない値に設定し、フローラベル233を使用せずに通信する場合はフローラベル233として0を設定することとなっている。従って、送信端末102がフローラベル233を使用せずに通信している場合、そのフローラベル233は0となっている。

ユーザネットワーク100の送信端末102がゲートウェイルータ101を経由してキャリアネットワーク1400に出力したパケットは、キャリアネットワーク1400の入り口境界に配置されたエッジノード1401に入力される。

【0055】

キャリアネットワーク1401内では、エッジノード1401からコアノード1402を経由してエッジノード1403に至るまで統一的にフローを扱うものとする。エッジノード1401にパケットが入力すると、エッジノード1401でフロー検索して、入力パケットがあてはまるフローを識別する。

エッジノード1401への入力パケットのフローラベル233が0である場合、フロー検索の結果として識別されたフローを示すコードでフローラベル233を書き換える。フローラベルは20ビットあるので、およそ100万フローまでをフローラベルで識別することができる。また、フローラベルを書き換えたことを示すフローラベル書き換えフラグを、TCの未使用フィールドである最下位ビットに設定しておく。なお、フローラベル書き換えフラグの設定フィールドは、未使用のフィールドでさえあれば、TCの未使用フィールドでなくとも適宜のフィールドでも構わない。

【0056】

エッジノード1401への入力パケットのフローラベル233が0でない場合、フローラベルは使用されているので、フローラベルの書き換えは行わず、フローラベル書き換えフラグを設定しない。

エッジノード1401でフローラベル233の書き換えが行われた後、パケットはコアノード1402に入力され、フローラベル233に基づいたフロー検索が実行される。その後、パケットはエッジノード1403に入力し、フローラベル書き換えフラグが設定されている場合にはフローラベル値を0に書き戻した上でユーザネットワーク120のゲートウェイルータ121に入力する。フローラベル書き換えフラグが設定されていない場合には、フローラベル233を0に書き換えずそのままユーザネットワーク120のゲートウェイルータ121に入力する。

【0057】

第4の実施の形態のパケット転送装置は、例えば、コアノード1402として適用される。第4の実施の形態のパケット転送装置300のブロック図は図3に示す通りであり、第1の実施の形態と同様である。

図15に、第4の実施の形態で本発明を適用するフロー検索部321のブロック図を示す。

第4の実施の形態のフロー検索部321は、図9に示された第1の実施の形態のフロー検索部321に加えて、CAM検索起動判定部901にTC判定部(フラグ判定部)1501を備え、RAM制御部502にフローラベル判定部1502を備える。

TC判定部1501では、フロー検索条件抽出部500から送信されたパケットヘッダ260または270のフローラベル書き換えフラグであるTCの最下位ビットを参照する。

フローラベル書き換えフラグが設定されている場合には、CAM検索を起動せずフローラベル233をRAM制御部502に送信する。RAM制御部502は、CAM検索起動判定部901から送信されたフローラベル233から、これに対応してRAM401を参照する際のアドレスを計算して、計算されたアドレスをリードアドレスとしてRAM401に対しリード要求を行う。以下、第1の実施の形態に説明した場合と同様にしてQoSが判定される。

【0058】

10

20

30

40

50

一方、フローラベル書き換えフラグが設定されていない場合には、CAM検索を起動してQoSを判定する。

以上に示した第4の実施の形態によれば、送信端末102がフローラベル233を使用せずに通信している場合、エッジノード1401でフローラベル233にフローを示すコードを付与することで、CAM検索を起動せずにフローラベル233から直接RAMを参照するリードアドレスを得てQoSを判定できる。従って、CAM検索起動に伴う消費電力を抑えることができる。

また、IPv6のように長大な検索キーによるCAM検索では、CAMの検索性能が低下してしまうという課題がある（「IPv6対応高速フロー識別方式の検討」（石川、2002年9月、電子情報通信学会ソサイエティ大会）参照）。第4の実施の形態によれば、フローが集約されて特に高速な検索性能が求められるコアノード1402においてCAM検索を起動せずQoSを判定できるので、コアノード1402におけるIPv6のフロー検索性能の低下を防止する効果もある。

【0059】

5. 第5の実施の形態

第5の実施の形態について説明する。第5の実施の形態において、第1の実施の形態と同一の符号を有するブロックは基本的に同一の構成・作用を備えるため、特に必要な場合を除き説明を省略する。

第5の実施の形態のパケット転送装置300のブロック図は図3に示す通りであり、第1の実施の形態と同様である。

図16に、CAMを使用する従来経路検索部1322の構成の一例を示す。なお、図16に示す構成及び以下の説明は、本実施の形態の理解を補助するためのものであって、必ずしも従来技術を構成するものではない。

経路検索部1322の宛先IPアドレス抽出部1601は、パケット受信回路310からパケットヘッダ260または270を受信し、このうち経路検索に必要となる宛先IPアドレス225または236とIDバージョン値221または231とを抽出してCAM制御部501に送信する。

【0060】

CAM制御部501は、宛先IPアドレス抽出部1601から送信されたIPv4/IPv6を識別するIPバージョン値と宛先IPアドレス225または236を検索キーとして、経路テーブルを構成するCAM400に対する検索要求信号と検索キーをCAM400へ送信する。CAM400は、CAM制御部501から送信された検索キーで経路テーブルを検索し、検索キーに一致する経路エントリのアドレスをヒットアドレスとしてCAM制御部501に返す。CAM制御部501は、CAM400から送信されたヒットアドレスを出力回線テーブル制御部1602へ送信する。出力回線テーブル制御部1602は、CAM制御部501から送信されたヒットアドレスから、これに対応して出力回線テーブル1610を参照する際のアドレスを計算して、計算されたアドレスをリードアドレスとして出力回線テーブル1610に対しリード要求を行う。

【0061】

図17に、出力回線テーブル1610の構成図を示す。

出力回線テーブル1610は、経路エントリに対応して、各経路エントリに一致したパケットに対する出力回線情報（例えば出力回線番号）が設定された出力回線エントリ1611～1615を有する。出力回線テーブル1610は、リードアドレスのエントリに設定されたデータをリードデータとして、出力回線テーブル制御部1602へ送信する。

出力回線テーブル制御部1602は、出力回線テーブル1610から送信されたリードデータを出力回線判定部1603へ送信する。出力回線判定部1603は、リードデータから出力回線の判定処理に必要な情報を抽出して、出力回線の判定結果を得る。出力回線判定部1603は、出力回線の判定結果をパケット受信回路310へ送信する。

【0062】

なお、CAM400や出力回線テーブル1610に対するテーブル設定を可能とするた

10

20

30

40

50

め、経路検索部 1322 には管理端末 380 が接続されており、管理端末 380 からの設定情報は一時的にレジスタ 370 に蓄積される。レジスタ 370 から読み出された情報に従って、CAM 400 を制御する CAM 制御部 501 が CAM 400 の管理と各種設定を行う。また、出力回線テーブル 1610 を制御する出力回線テーブル制御部 1602 が出力回線テーブル 1610 の管理と各種設定を行う。

次に、CAM を使用しない場合の経路検索として代表的なツリー検索の概念について、図 17 を参照して説明する。ツリー検索の場合、宛先 IP アドレス 1710 の上位ビットから順に、ビットの値「0」と「1」に従ってツリーテーブル 1720 の分岐を辿っていく。なおツリーテーブルには一般に、SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory) のように容量の大きいメモリデバイスが適用される。図 17 の例では、宛先 IP アドレス 1710 の値 010...0 の値に従って、ツリーテーブル 1720 の分岐を太線に沿って順に辿っていく。

【0063】

図 17 の例では、宛先 IP アドレス 1710 の最初のビット b_0 は 0 であり、この値に対応するツリーテーブル 1720 のエントリを読み出すと、そこには次のビット b_1 の値に応じて、次にツリーテーブル 1720 を読み出す際のリードアドレスとして、 $b_1 = 0$ に対する ADR_{00} と $b_1 = 1$ に対する ADR_{01} が記載されている。宛先 IP アドレス 1710 の $b_1 = 1$ なので、次にツリーテーブル 1720 をリードアドレス ADR_{01} で読み出す。すると、そこには次のビット b_2 の値に応じて、各分岐を分岐の最終段まで辿ると、次にツリーテーブル 1720 を読み出す際のリードアドレスとして、 $b_2 = 0$ に対する ADR_{010} と $b_2 = 1$ に対する ADR_{011} が記載されている。宛先 IP アドレス 1710 の $b_2 = 0$ なので、次にツリーテーブル 1720 をリードアドレス ADR_{010} で読み出す。すると、以降、分岐が存在する限り同様の処理を繰り返す。図 17 の例では宛先 IP アドレス 1710 の最後のビット b_n に対する分岐まで存在するので、最後に $b_n = 0$ に対応してツリーテーブル 1720 をリードアドレス ADR_{0100} で読み出す。ここで分岐は終了して、出力回線を判定することができる。

【0064】

ツリーテーブル 1720 をリードアドレス ADR_{0100} のエントリを読み出すと、そこには出力回線テーブル 1610 の出力回線エントリ 1612 のアドレス ADR_1 が記載されている。次に、出力回線テーブル 1610 をリードアドレス ADR_1 で読み出すと、そこには宛先 IP アドレス 1710 に対する出力回線 1 が記載されていて、宛先 IP アドレス 1710 をもつパケットに対する出力回線を判定することができる。

このように、ツリー検索ではツリーの分岐の数だけツリーテーブルを読み出すこと必要なので、宛先 IP アドレスでチェックすべきビット数が長くなるほど検索性能が低下してしまう。従って、128 ビットの IP アドレスをもつ IPv6 よりも、32 ビットのより短い IP アドレスをもつ IPv4 に向けた検索方式である。

【0065】

図 18 に、本実施の形態の経路検索部 322 の構成図を示す。主に、本実施の形態に特徴的な構成について説明し、上述の経路検索部 1322 と同様の構成は同じ符号を付し説明を省略する。

第 5 の実施の形態の経路検索部 322 は、図 16 に示された CAM を使用する経路検索部 1322 に加えて、IPVER 判定部 1801 を有する CAM 検索起動判定部 901 と、ツリーテーブル制御部 1802 と、ツリーテーブル 1720 をさらに備える。上述の通り、IPv6 は IP アドレスが長大でツリー検索には向いていないので CAM 400 で検索することで検索性能を高速化し、IPv4 には CAM 400 よりも消費電力の低い SDRAM を用いたツリー検索を用いることで消費電力を低減する。

【0066】

なお、CAM 400 や出力回線テーブル 1610、ツリーテーブル 1720 に対するテーブル設定を可能とするため、経路検索部 322 には管理端末 380 が接続されており、管理端末 380 からの設定情報は一時的にレジスタ 370 に蓄積される。レジスタ 370

10

20

30

40

50

から読み出された情報に従って、CAM 400を制御するCAM制御部501がCAM 400の管理と各種設定を行う。また出力回線テーブル1610を制御する出力回線テーブル制御部1602が出力回線テーブル1610の管理と各種設定を行う。またツリーテーブル1720を制御するツリーテーブル制御部1802がツリーテーブル1720の管理と各種設定を行う。

【0067】

CAM検索起動判定部901では、宛先IPアドレス抽出部500から送信されたIPバージョン値221、231をIPVER判定部1801で判定する。

IPVER判定部1801で判定されたIPバージョンがIPv4の場合にはCAM検索を起動しないと判定し、宛先IPアドレス抽出部500から送信された宛先IPアドレス225を検索キーとして、ツリーテーブル制御部1802へ送信する。ツリーテーブル制御部1802は、CAM検索起動判定部901から送信された宛先IPアドレス225に従ってツリーテーブル1720を検索し、この宛先IPアドレス225に対応する出力回線テーブル1610を参照する際のリードアドレスを出力回線テーブル制御部1602へ送信する。

10

【0068】

一方、IPVER判定部1801で判定されたIPバージョンがIPv6の場合にはCAM検索を起動すると判定し、宛先IPアドレス抽出部500から送信された宛先IPアドレス236を検索キーとして、CAM制御部501へ送信する。CAM制御部501は、CAM検索起動判定部901から送信された宛先IPアドレス236を検索キーとして、経路テーブルを構成するCAM400に対する検索要求信号と検索キーをCAM400へ送信する。CAM400は、CAM制御部501から送信された検索キーで経路テーブルを検索し、検索キーに一致する経路エントリのアドレスをヒットアドレスとしてCAM制御部501に返す。CAM制御部501は、CAM400から送信されたヒットアドレスを出力回線テーブル制御部1602へ送信する。出力回線テーブル制御部1602は、CAM制御部501から送信されたヒットアドレスから、これに対応して出力回線テーブル1610を参照する際のリードアドレスを計算する。

20

【0069】

以上の処理により、IPv4、IPv6いずれの場合でも出力回線テーブル制御部1602は出力回線テーブル1610を参照する際のリードアドレスを得られる。出力回線テーブル制御部1602は、このリードアドレスで出力回線テーブル1610に対しリード要求を行う。出力回線テーブル1610は、リードアドレスのエントリに設定されたデータ(出力回線番号)をリードデータとして、出力回線テーブル制御部1602へ送信する。出力回線テーブル制御部1602は、出力回線テーブル1610から送信されたリードデータを出力回線判定部1603へ送信する。出力回線判定部1603は、リードデータから出力回線の判定処理に必要な情報を抽出して、出力回線の判定結果を得る。出力回線判定部1603は、出力回線の判定結果をパケット受信回路310へ送信する。

30

以上に示した第5の実施の形態によれば、IPv6はIPアドレスが長大でツリー検索には向いていないので、CAMで検索することで検索性能を高速化できる。同時にIPv4にはCAMよりも消費電力の低いSDRAMを用いたツリー検索を用いることで、消費電力を低減することができる。

40

【0070】

なお、IPバージョンによりCAM検索起動を判定する以外にも、第1の実施の形態のように管理端末380により予め設定された設定情報に従い、CAM検索起動と判定してもよい。また、第2の実施の形態のように、入力回線等のフローリスト毎にCAM起動をするか否かが設定されていてもよい。

以上、種々の実施例について説明したが、これらの実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成をとることができる。

【産業上の利用可能性】

【0071】

50

本発明は、例えば、ネットワークを構成するパケット転送装置に利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】DSドメインとしてのネットワーク構成例。

【図2】パケットヘッダの構成図。

【図3】パケット転送装置のブロック図。

【図4】パケット検索部とCAMの接続形態。

【図5】従来のCAMを使用したフロー検索部のブロック図。

【図6】CAMのフォーマット例。

【図7】RAMのフォーマット例。

10

【図8】QoS検索に対する本発明の設定例。

【図9】第1の実施の形態のフロー検索部のブロック図。

【図10】dscp-QoS変換テーブルのフォーマット構成図。

【図11】本発明のフローリストの設定例。

【図12】第2の実施の形態のフロー検索部のブロック図。

【図13】第3の実施の形態のフロー検索部のブロック図。

【図14】第4の実施の形態のネットワーク構成図。

【図15】本発明の第4の実施の形態のフロー検索部のブロック図。

【図16】従来のCAMを使用した経路検索部のブロック図。

【図17】ツリー検索の検索処理の流れ図。

20

【図18】本発明の第5の実施の形態の経路検索部のブロック図。

【図19】CAMの検索処理の流れ図。

【符号の説明】

【0073】

100 ユーザネットワーク

101 ユーザネットワーク100に配置されるゲートウェイルータ

102 ユーザネットワーク101内の送信端末

110 ユーザネットワーク100とユーザネットワーク120に接続されるDSドメイン

111 DSドメイン110の入り口境界に配置されるバウンダリノード

30

112 DSドメイン110に配置されるインテリアノード

113 DSドメイン110の出口境界に配置されるバウンダリノード

120 ユーザネットワーク

121 ユーザネットワーク120に配置されるゲートウェイルータ

122 ユーザネットワーク121内の送信端末

210 L2ヘッダ部

211 L2ヘッダ部210に含まれる宛先MACアドレス

212 L2ヘッダ部210に含まれる送信元MACアドレス

213 L2ヘッダ部210に含まれるイーサタイプ

220 IPv4パケットのL3ヘッダ部

40

221 L3ヘッダ部220に含まれるIPバージョン

222 L3ヘッダ部220に含まれるTOS(DSCP)

223 L3ヘッダ部220に含まれるL4プロトコル

224 L3ヘッダ部220に含まれる送信元IPアドレス

225 L3ヘッダ部220に含まれる宛先IPアドレス

240 L4ヘッダ部

241 L4ヘッダ部240に含まれる送信元ポート

242 L4ヘッダ部240に含まれる宛先ポート

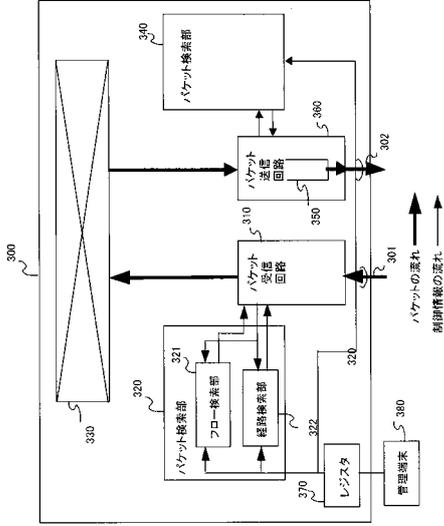
250 データ部

251 データ部250に含まれるデータ

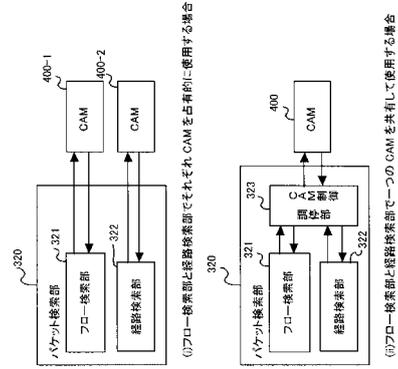
50

2 3 0	I P v 6 パケットの L 3 ヘッダ部	
2 3 1	L 3 ヘッダ部 2 3 0 に含まれる I P バージョン	
2 3 2	L 3 ヘッダ部 2 3 0 に含まれる T C (D S C P)	
2 3 3	L 3 ヘッダ部 2 3 0 に含まれるフローラベル	
2 3 4	L 3 ヘッダ部 2 3 0 に含まれる N H D	
2 3 5	L 3 ヘッダ部 2 3 0 に含まれる送信元 I P アドレス	
2 3 6	L 3 ヘッダ部 2 3 0 に含まれる宛先 I P アドレス	
3 0 0	パケット転送装置	
3 0 1	入力回線	
3 0 2	出力回線	10
3 1 0	パケット受信回路	
3 2 0	入力側のパケット検索部	
3 2 1	フロー検索部	
3 2 2	経路検索部	
3 2 3	C A M 制御調停部	
3 3 0	パケット中継処理手段	
3 4 0	出力側のパケット検索部	
3 5 0	送信バッファ	
3 6 0	パケット送信回路	
3 7 0	レジスタ	20
3 8 0	管理端末	
4 0 0	C A M	
5 0 0	フロー検索条件抽出部	
5 0 1	C A M 制御部	
5 0 2	R A M 制御部	
5 0 4	フロー処理判定部	
6 0 1 ~ 6 0 8	フローエントリ	
7 0 1 ~ 7 0 3	優先度エントリ	
9 0 1	C A M 検索起動判定部	
9 0 2	d s c p - Q O S 変換テーブル制御部	30
9 0 3	d s c p - Q O S 変換テーブル	
1 0 0 1 ~ 1 0 0 3	優先度エントリ	
1 2 0 1	フローリスト毎省電力設定テーブル制御部	
1 2 0 2	フローリスト毎省電力設定テーブル	
1 3 0 1	d s c p 判定部	
1 4 0 0	キャリアネットワーク	
1 4 0 1	キャリアネットワーク 1 4 0 0 の入り口境界に配置されるエッジノード	
1 4 0 2	キャリアネットワークに配置されるコアノード	
1 4 0 3	キャリアネットワーク 1 4 0 0 の出口境界に配置されるエッジノード	
1 4 1 0	キャリアネットワーク 1 4 0 0 内を転送される I P v 6 パケット	40
1 5 0 1	T C 判定部	
1 5 0 2	フローラベル判定部	
1 6 0 1	宛先 I P アドレス抽出部	
1 6 0 2	出力回線テーブル制御部	
1 6 0 3	出力回線判定部	
1 6 1 0	出力回線テーブル	
1 6 1 1 ~ 1 6 1 5	出力回線エントリ	
1 7 1 0	宛先 I P アドレス	
1 7 2 0	ツリーテーブル	
1 8 0 1	I P V E R 判定部	50

【 図 3 】



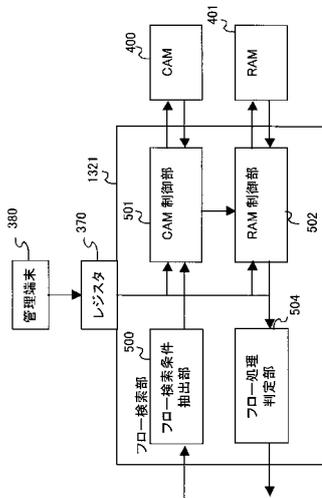
【 図 4 】



(a) フロー検索部と経路検索部でそれぞれ CAM を占有的に使用する場合

(b) フロー検索部と経路検索部で一つの CAM を共有して使用する場合

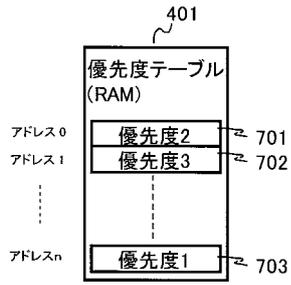
【 図 5 】



【 図 6 】

400		フロー検索テーブル(CAM)	
入力回線 1	送信元 MAC アドレス 1	宛先 MAC アドレス 1	送信元 IP アドレス 1
入力回線 2	送信元 MAC アドレス 2	宛先 MAC アドレス 2	送信元 IP アドレス 2
...
入力回線 n	送信元 MAC アドレス n	宛先 MAC アドレス n	送信元 IP アドレス n
...
入力回線 1	送信元 MAC アドレス 1	宛先 MAC アドレス 1	送信元 IP アドレス 1
...
入力回線 n	送信元 MAC アドレス n	宛先 MAC アドレス n	送信元 IP アドレス n

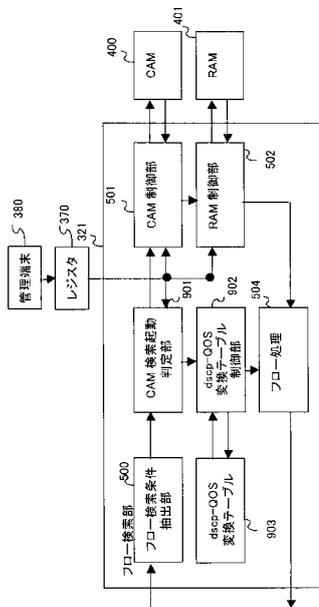
【 図 7 】



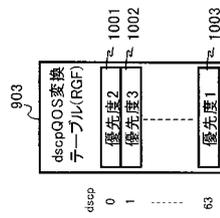
【 図 8 】

flow qos eco_on

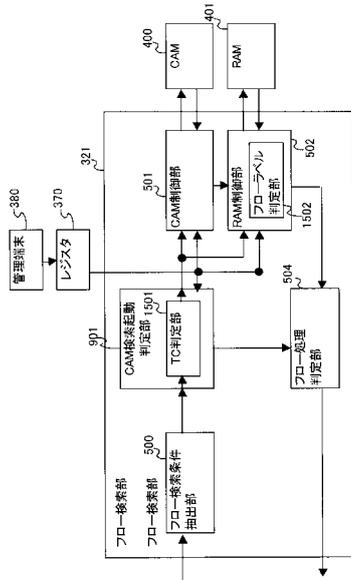
【 図 9 】



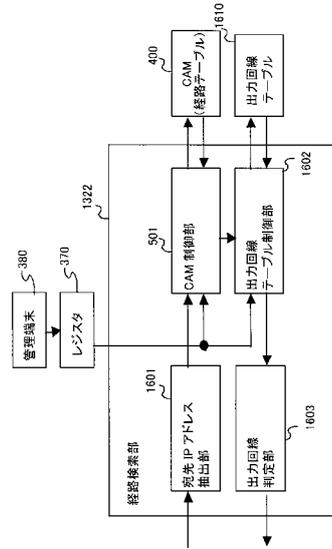
【 図 10 】



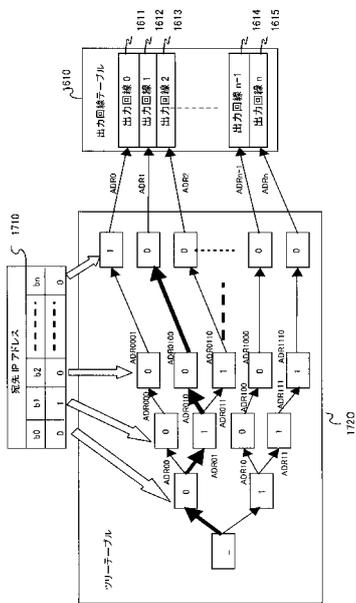
【図 15】



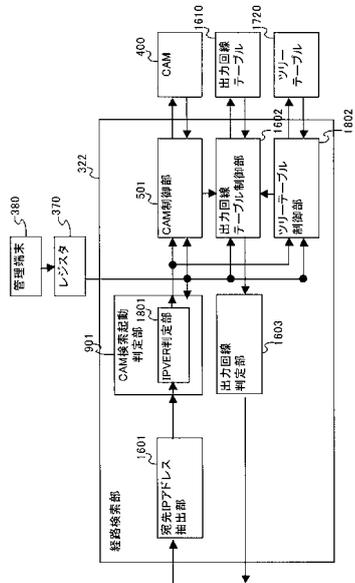
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

