

明 細 書

発明の名称： 通信装置及び通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、送信装置と受信装置との間でネットワークを介して行われる通信において、通信帯域を制御する技術に関する。

背景技術

[0002] 近年のネットワーク技術の進展により、インターネット等のネットワークを伝わるトラフィックは増加の一途を辿っている。インターネット等で使用されるIP（Internet Protocol）は、パケットを相手の装置に送信する役割を担う。IPにより実現される通信は、「信頼性のない通信」である。すなわち、IPは、データの到達や到達順序については保証していない。

[0003] TCP（Transmission Control Protocol）は、「信頼性のある通信」を実現するために用いられる。以下において、「信頼性のある通信」とは、送信データが、送信した順序どおりに過不足なく転送される通信を言うものとする。

[0004] TCPは、現在、トラフィックの大きい部分を占めているものの、その性能は、不安定で、ばらつきがあるのが実情である。動画等の映像配信サービス等を安定して供給するためには、TCP性能を安定させる必要がある。

[0005] TCP性能に係わる公知の技術の1つとして、TCP帯域制御技術が挙げられる。TCP帯域制御技術は、トラフィックを所定量以下に制限するものであり、基本的に、トラフィックの種類に応じて優先順位を付け、優先度の低いトラフィックを破棄することによりネットワークの輻輳を回避する技術である。

発明の開示

[0006] 従来技術によれば、TCPは、輻輳時にはフロー制御によりデータ送信速度を調整する機能を有する。この機能は、輻輳がある場合に動作し、送信データがパケット破棄されずに受信側の端末装置に届いている限り、性能を向

上させようとする。すなわち、通信の状態に応じて性能を向上させることはできるが、性能を適切な範囲に低く抑制する、といった制御をすることはできない。

[0007] ある通信が必要とする通信性能には、まず、アプリケーションやシステム管理者により決定される性能Aがある。そして、この性能Aを目標として実際の通信状況により動的に決定される性能Bがある。近年のトラフィック増加の傾向を鑑みると、例えば実際の通信状況が良好であり、性能Bが性能Aを上回る場合には、性能Bを下げ、また、性能Bを上げる必要のある場合には、性能Bを上げるように帯域を制御する必要がある。

[0008] 本発明は、帯域調整と高速化のバランスを考慮して、必要な性能が得られるよう帯域調整を行うことのできる技術を提供することを目的とする。

[0009] 上記課題を解決するために、開示の通信装置は、送信装置及び受信装置がネットワークを介して通信を行うときに、通信の帯域を制御する通信装置であって、前記送信装置から前記受信装置、及び前記受信装置から送信装置の2方向の通信のうち、少なくとも1方向の通信について帯域を測定する測定部と、通信に必要な帯域を示す目標帯域を含む帯域調整に係わる情報を記憶する記憶部と、前記記憶部から前記帯域を測定した方向の目標帯域を読み出し、前記測定部において測定した帯域と該読み出した目標帯域との比較に基づきパケットの送出間隔を調整することにより、帯域の抑制または促進を行う調整部とを備える構成とする。

[0010] 開示の通信装置によれば、通信が安定化し、パケットの再送を効果的に抑えることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施形態に係る帯域調整装置を有する通信システムを示す全体図である。

[図2]本実施形態に係る帯域調整装置の構成図である。

[図3]帯域調整中継部の構成図である。

[図4]本実施形態に係る帯域調整装置の帯域調整中継部がデータパケットの帯

域を測定する方法を説明する図である。

[図5] 本実施形態に係る帯域調整装置の帯域調整中継部がACKパケットの帯

域を測定する方法を説明する図である。

[図6] データパケット送信方向についての帯域抑制方法を説明する図である。

[図7] ACKパケット送信方向についての帯域抑制方法を説明する図である。

[図8] データパケット送信方向についての帯域の促進方法を説明する図である

[図9] ACKパケット送信方向についての帯域の促進方法を説明する図である

[図10] 受信したパケットの判別処理を示したフローチャートである。

[図11] 帯域測定処理を示したフローチャートである。

[図12] 帯域調整処理の割り込み処理を示したフローチャートである。

[図13] 帯域調整処理を示したフローチャートである。

[図14] データパケットをバッファリングする方法を説明する図である。

[図15] バッファリングしたACKパケットを利用する方法を説明する図であ

る。

[図16] データパケットのバッファリング処理を示したフローチャートである

[図17] ACKパケットのバッファリング処理を示したフローチャートである

[図18] バッファデータを破棄する処理を説明する図である。

[図19] データパケットの代理再送処理を示したフローチャートである。

[図20] ACKパケットの代理再送処理を示したフローチャートである。

[図21] データパケットの自動代理再送方法を説明する図である。

[図22] データパケットの自動代理再送処理を示したフローチャートである。

[図23] サービス通知情報の利用により帯域調整処理を分散させる方法を説明

する図である。

[図24] サービス通知情報の設定方法の一例を示す図である。

[図25] サービス通知情報の設定方法の他の例を示す図である。

[図26] セッション管理処理を示したフローチャートである。

[図27] サービス通知情報を用いたセッション管理処理を示したフローチャートである。

[図28] サービス通知フラグ処理を示したフローチャートである。

[図29] セッションテーブルの構造例を示す図である。

[図30] セッションテーブルデータの構造例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

〔構成〕

図1は、本実施形態に係る帯域調整装置を有する通信システムを示す全体図である。図1(a)に示す通信システムは、2台の端末装置2A及び端末装置(以下端末)4Bが、互いにネットワーク10を介して接続され、例えばTCP通信を用いた映像配信(動画配信)等の通信を行う。ネットワーク10の例としては、例えば、ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)、FTTx(Fiber To The x)等の有線アクセスネットワークや、HSPA(High Speed Packet Access)、WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)等の無線アクセスネットワークが挙げられる。端末2A、4Bは、例えば、ネットワーク10に接続された家庭用あるいは小規模オフィス用ネットワーク機器、パーソナルコンピュータ、携帯端末、ネットワーク接続用アダプタ等からなる。

[0013] 各端末2A、4Bは、それぞれ帯域調整装置1A、1Bを有し、帯域調整装置1A、1Bは、自装置が送受するパケットの帯域を、通信に応じた適切な値に調整する。以下の説明においては、データの送信側の装置には、符号に「A」を、受信側の装置には、符号に「B」を付すこととする。

[0014] 帯域調整装置1A、1Bは、TCP/IPパケットを観測可能な位置であれば、どのような場所であっても配置が可能である。図1(a)においては、送信端末及び受信端末内に帯域調整装置1A、1Bを備える構成を示す。

- [0015] 図 1 (b) は、本実施形態に係る帯域調整装置 1 を端末以外の装置に組み込んだ場合のシステム構成図である。図 1 (b) に示す例では、帯域調整装置 1 C は、中継装置 3 内に組み込まれ、端末 2 A と端末 4 B との間で送受されるパケットの帯域を、通信に応じた適切な値に調整する。
- [0016] ここで、中継装置 3 とは、部分的あるいは完全に TCP を認識し、TCP に係わる機能を提供するネットワーク機器をいい、ルータやブリッジ等だけでなく、例えば、プロキシサーバ、ロードバランサ、トラフィックシェーパー及び WAN (Wide Area Network) 最適化装置等も、中継装置に含まれる。
- [0017] また、図 1 (a) 及び図 1 (b) においては、本実施形態に係る帯域調整装置 1 の設置位置を説明するために、通信システムの構成を簡略化して帯域端末 2 A、4 B 及び中継装置 3 のみを示している。
- [0018] 以下においては、図 1 (b) の構成、すなわち、送信端末 2 A と受信端末 4 B との間のネットワーク 10 上に配置される中継装置 3 に本実施形態に係る帯域調整装置 1 が搭載されている場合を例に、帯域調整装置 1 が送信端末 2 A - 受信端末 4 B 間の通信帯域を調整する方法について、具体的に説明する。
- [0019] 図 2 は、本実施形態に係る帯域調整装置 1 の構成図である。図 2 に示す帯域調整装置 1 は、2 つの帯域調整中継部 11、12 と、セッションテーブル 13 とを有し、帯域調整中継部 11、12 は、それぞれ「他のモジュール 30、32」からパケットを受け取り、「他のモジュール 31、33」へとパケットを渡す。
- [0020] 図 2 に示す「他のモジュール 30 ~ 33」は、中継装置 3 内に備えられるネットワークデバイスドライバや他のプロトコルスタックであり、それぞれが TCP/IP パケットを含むパケットを処理する。
- [0021] 帯域調整装置 1 の帯域調整中継部 11、12 は、他のモジュール 30 ~ 33 との間でパケットの受け渡しを行う。帯域調整中継部 11、12 は、受け取ったパケットが TCP パケットである場合には、それぞれ送信端末 2 A から受信端末 4 B 及び受信端末 4 B から送信端末 2 A へと向かう方向の通信に

ついでに帯域調整を実施する。なお、図 2 や次に説明する図 3 においては、各通信方向を「A→B 方向」及び「B→A 方向」と記載している。

[0022] セッションテーブル 13 は、帯域調整中継部 11、12 が帯域調整の実施するときに必要な情報を格納する。セッションテーブル 13 の詳細については、後に図 29 及び図 30 を参照して詳しく説明する。

[0023] 送信端末 2A から受信端末 4B、及び受信端末 4B から送信端末 2A へと向かう両方向の packets が帯域調整装置 1 を通過する場合には、帯域調整装置 1 は、両方向の通信について帯域調整を行う。一方向の packets のみが帯域調整装置 1 を通過する場合には、帯域調整装置 1 は、帯域調整中継部 11、12 のうち、packets が通過している方の帯域調整中継部において帯域調整を行い、セッションテーブル 13 に必要な情報を格納する。他方の帯域調整中継部は、セッションテーブル 13 を参照して、帯域調整を行うことも可能である。

[0024] 図 3 は、帯域調整中継部の構成図である。図 3 に示す帯域調整中継部 11 は、packet 判別部 21、セッション管理部 22、受信帯域測定部 23、帯域調整部 24 及び送信帯域測定部 25 を有する。

[0025] なお、図 3 においては、A→B 方向の帯域調整中継部 11 の構成のみを示しているが、B→A 方向の帯域調整中継部 12 の構成は、図 3 に示す帯域調整中継部 11 の構成と同様であり、帯域調整中継部 11、12 は、セッションテーブル 13 及びバッファ部 14 を共有する。

[0026] packet 判別部 21 は、他のモジュール 30 から受け取った packets が、帯域調整の対象となる packet であるか否かを判別する。具体的には、TCP packet であるか否かを判別する。

[0027] セッション管理部 22 は、packet 判別部 21 において帯域調整の対象となる packet であると判別した場合に、TCP セッションの管理を行う。セッション管理部 22 は、TCP セッションの管理に必要な情報をセッションテーブル 13 に格納し、また、必要な情報をセッションテーブル 13 から取り出す等の処理を実行する。

- [0028] 受信帯域測定部 23 は、セッション管理部 22 が管理対象とするパケットの受信帯域を測定する。受信帯域測定部 23 は、測定した受信帯域をセッションテーブル 13 に格納するとともに、必要な場合には、受信したパケットをバッファ部 14 に格納する。
- [0029] 帯域調整部 24 は、セッションテーブル 13 に格納されている測定帯域等の情報に基づき、帯域の調整を行う。具体的には、通信に必要な帯域を示す目標帯域と、実際に測定した帯域との大小関係に応じて、パケットの送出間隔を長く、あるいは短くして、帯域調整を行う。パケットの送出間隔の調整方法については、後に図面を参照して詳しく説明する。
- [0030] 送信帯域測定部 25 は、帯域調整部 24 からの指示にしたがって他のモジュール 31 へと転送されるパケットや、パケット判別部 21 から他のモジュール 31 へと転送されるパケットの帯域を測定し、測定結果をセッションテーブル 13 に格納する。
- [0031] なお、通信システム内の動作の説明中の「送信」「受信」の表記と異なり、図 3 の受信帯域測定部 23、送信帯域測定部 25 の説明においては、「受信」及び「送信」の表記は、帯域調整装置 1 を主体としている。すなわち、受信帯域測定部 23 は、帯域調整装置 1 が他のモジュール 30 から「受信」したパケットを処理し、送信帯域測定部 25 は、帯域調整装置 1 が他のモジュール 31 に「送信」するパケットを処理しているため、このように表記している。
- [0032] 帯域調整部 24 は、反対方向の帯域調整中継部 12 の帯域調整部との間で、帯域調整に係わる情報を送受する。上記のとおり、一方の帯域調整中継部においては TCP パケットを送受しておらず、帯域測定を行っていない場合であっても、他方の帯域調整中継部がセッションテーブル 13 に格納した情報や、他方の帯域調整部から受信した制御情報に基づいて、帯域調整を行う。
- [0033] 図 1 ～図 3 に示すとおり、帯域調整装置 1 は、TCP 通信を監視して、帯域調整を行う。例えば Apache HTTP Server、Lighttpd、Squid cache、BitTor

rent等の一般的なサーバアプリケーションの多くは、TCP通信ごとに送信帯域を調整する機能（Bandwidth Throttling）を有している。しかし、このような公知のアプリケーションによる帯域調整技術では、高精度での帯域調整を期待できない。

[0034] すなわち、アプリケーションにより帯域調整を行ったとしても、オペレーティングシステムのスケジューリングに依存してトランスポート層（TCP等）、ネットワーク層（IP等）、デバイスドライバ等でバーストラフィックになる可能性がある。また、アプリケーションにて帯域調整を行うと、TCP層からネットワーク層にかけての状況が正確に把握できず、アプリケーションは、アプリケーションが期待する通信性能と、実際の通信性能の乖離を認識できず、実際の通信に応じた帯域調整をすることができない。例えば、帯域調整の対象とするデータであっても、どれだけのデータを実際に送信したか／受信したか／再送したか等の状況を実時間的に認識できない。このため、アプリケーションは、あくまでも「論理的に通信が必要とする通信性能」になるよう帯域調整を行うのみであり、実体に即した帯域調整は行えない。

[0035] これに対して、本実施形態に係る帯域調整装置1は、図1～図3に示すとおり、実際のTCP通信を監視して、これに即した帯域調整を行うことができる。アプリケーションによる帯域調整と比較しても、より高精度の帯域調整が可能である。

〔通信の方向〕

送信端末2A及び受信端末4Bは、それぞれ相手の端末宛にデータパケット及びACKパケットを送信する。図2及び図3に示す構成の帯域調整装置1は、帯域調整中継部11、12は、それぞれA→B方向及びB→A方向の通信を監視する。このため、通信経路上に設けられる帯域調整装置1は、データパケット及びACKパケットの両方のパケットを転送する場合だけでなく、データパケットまたはACKパケットのいずれか一方を転送する場合であっても帯域調整を行うことが可能である。例えば、帯域調整装置1を備え

る中継装置 3 が A→B 方向のデータパケットのみを中継し、ACK パケットについては他の経路を経由する場合であっても、帯域調整装置 1 の帯域調整中継部 11 のみがデータパケットを監視して、帯域調整を行う。

〔帯域測定〕

本実施形態に係る帯域調整装置 1 がデータパケットや ACK パケットを監視して通信帯域を測定する方法について、それぞれ図 4 及び図 5 を参照して説明する。

[0036] 図 4 は、本実施形態に係る帯域調整装置 1 の帯域調整中継部 11 がデータパケットの帯域を測定する方法を説明する図であり、図 5 は、帯域調整装置 1 の帯域調整中継部 12 が ACK パケットの帯域を測定する方法を説明する図である。図 4 や図 5 の上段はデータパケット DP の流れ、下段は ACK パケット AP の流れを示しており、以下においても同様である。

[0037] 図 4 及び図 5 に示す例では、帯域調整装置 1 は、中継装置 3 に組み込まれている場合を示し、以下の説明においても同様とする。以降においては、ネットワーク機器としての中継装置 3 を例に説明をするが、これに限定されるものではない。例えば、オペレーティングシステムの内部で TCP/IP を受け渡す部分でも、同様の機能を果たすことができ、以下に説明する各種処理は、ソフトウェア及びハードウェアとして組み込むことが可能である。

[0038] 中継装置 3 の帯域調整装置 1 内の受信帯域測定部 23 は、送信端末 2A が受信端末 4B に対して送信するデータパケット DP や、データパケット DP を受信した受信端末 4B が送信端末 2A に返す ACK パケット AP を監視して、通信帯域を測定する。

[0039] データパケットにより通信帯域を測定する場合は、図 4 に示すように、データパケットに含まれるシーケンス番号（図 4 の SEQ）とパケットのデータ長とを観測して、データ長の積算値を求めることにより、通信システムのうち、中継装置 3 の設置位置における送信帯域を測定する。

[0040] ACK パケットにより通信帯域を測定する場合は、図 5 に示すように、ACK パケットに含まれる ACK 番号（図 5 の ACK）に基づき ACK の増分

を計測することにより、通信システムのうち、中継装置 3 の設置位置における受信帯域を測定する。

- [0041] ACK パケットは、データパケットと比べてデータ長が小さく、また、データパケットのように、パケットごとにデータ長が大きく異なることがない。このため、ACK 番号のみを観測し、所定の期間内に中継装置 3 が中継する ACK パケットの増分を積算することにより、受信帯域を測定している。

〔帯域調整〕

図 4 や図 5 に示す方法で測定した通信帯域を利用して、帯域調整装置 1 の帯域調整部 24 は、中継装置 3 からパケット（データパケット DP や ACK パケット AP）を送出する時間間隔を調整することにより、帯域調整を行う。図 3 の説明においても述べたとおり、帯域調整部 24 は、測定した通信帯域に応じて、パケット送出手間間隔を空ける（時間間隔を長くする）処理、あるいはパケット送出手間間隔を詰める（時間間隔を短くする）処理のいずれを実行すべきかを決定する。

- [0042] 以下においては、パケット送出手間間隔を長くするよう帯域調整を行うことを「帯域の抑制」、パケット送出手間間隔を短くするよう帯域調整を行うことを「帯域の促進」と定義する。まず、本実施形態に係る帯域調整装置 1 による帯域の抑制方法について説明する。

- [0043] 図 6 は、データパケット送信方向についての帯域抑制方法を説明する図であり、図 7 は、ACK パケット送信方向についての帯域抑制方法を説明する図である。

- [0044] 中継装置 3 の帯域調整装置 1 内の帯域調整部 24 は、受信帯域測定部 23 において測定した通信帯域が通信に必要な帯域を示す目標帯域を上回る場合には、通信を制御して、帯域を抑制する。帯域の抑制方法には、データパケットの送信間隔を制御する方法と、ACK パケットの送信間隔を制御する方法とがある。

- [0045] 例えばデータパケットの送信間隔の制御に関しては、図 6 に示すように、帯域調整装置 1 の帯域調整部 24 は、送信端末 2A が送信したデータパケッ

トの帯域を抑制する制御を行う。具体的には、目標帯域に対して、シーケンス番号の単位時間当たりの増分が所定の範囲内に抑制されるよう、データパケットの転送間隔を制御する。これにより、送信端末 2 A がバーストラフィックを出すことがあっても、所定の帯域で受信端末 4 B にデータパケットを届けることができる。

[0046] 一方、ACKパケットの送信間隔の制御については、図 7 に示すように、帯域調整部 2 4 が、受信端末 4 B が送信した ACK パケットの帯域を抑制する制御を行う。具体的には、目標帯域に対して、ACK 番号の単位時間当たりの増分が所定の範囲内になるよう、ACK パケットの転送間隔を制御する。

[0047] 一般に、送信端末 2 A は、TCP 通信の初めのうちは、ウィンドウサイズ分のデータパケットをバーストラフィックとして送信するが、後続のデータパケット送信については、送信端末 2 A は、ACK パケットの受信帯域に応じた帯域で受信端末 4 B 宛のデータパケットを送出する。このため、上記のとおり ACK パケットの送出間隔を制御することにより、送信端末 2 A は、受信した ACK パケットの増分に応じてデータパケットを送信することとなり、これにより、データパケット送信方向についての帯域を調整することができる。

[0048] 次に、本実施形態に係る帯域調整装置 1 による帯域の促進方法について説明する。

[0049] 図 8 は、データパケット送信方向についての帯域の促進方法を説明する図であり、図 9 は、ACK パケット送信方向についての帯域の促進方法を説明する図である。

[0050] 中継装置 3 の帯域調整装置 1 内の帯域調整部 2 4 は、受信帯域測定部 2 3 において測定した通信帯域が上記目標帯域を下回る場合には、帯域を促進するように制御を行う。上記の帯域の抑制方法と同様に、帯域の促進方法には、データパケットの送信間隔を制御する方法と、ACK パケットの送信間隔を制御する方法とがある。

- [0051] データパケットの送信間隔の制御に関しては、図8に示すように、帯域調整装置1の帯域調整部24が、バッファ部14に送信端末2Aから受信したデータパケットをバッファリングしておき、バッファリングしておいたデータパケットを少なくとも1回受信端末4Bに送信する。バッファリングしておいたデータパケットの再送は、目標帯域に応じて、複数回行うこともある。
- [0052] 以下においては、帯域調整装置1がバッファリングしておいたデータパケットを受信端末4Bに送信することを、「データパケットの代理再送」とする。以下の説明においては、送信端末2AがTCPの再送機能によりデータパケットを再送することに対して、帯域調整装置1がデータパケットを再送することを、このように表すこととする。
- [0053] 代理再送されたデータパケットを受信した受信端末4Bは、データパケットに含まれるシーケンス番号を参照し、未受信のデータパケットと認識した場合には、代理再送されたデータパケットに対するACKパケットを返送する。このように、帯域の促進処理、すなわち、データパケットの代理再送により、中継装置3と受信端末4Bとの間で破棄されていたデータパケットに対するACKパケットが受信端末2Aから返送される。
- [0054] 更に、A→B方向の測定帯域（実際のデータパケットについての送信帯域）が目標帯域を下回る理由の1つとして、ACKパケットが送信端末2Aに十分に届いていないため、送信端末2Aからのデータパケットの送信が滞っていることが考えられる。上記の帯域の促進処理によれば、送信端末2Aは、代理再送されたデータパケットに対するACKパケットを受信すると、次に送信すべきデータパケットを送信するので、送信端末2Aによるデータパケットの送信を促すこととなる。
- [0055] このように、測定帯域が目標帯域を下回る場合にデータパケットの代理再送を行うことにより、受信端末4BからのACKの返送や送信端末2Aのデータパケットの送信が促され、滞っていた通信を促進させる効果が得られる。

- [0056] なお、代理再送されたデータパケットが受信端末 4 Bにおいて既に受信済であった場合には、受信端末 4 Bは、代理再送されたデータパケットを破棄するため、代理再送処理が、TCP 通信に悪影響を及ぼすことはない。
- [0057] また、従来のTCP改善方式によれば、送信端末に次のシーケンス番号のデータパケットの送信を促すために、中継装置が代理ACKパケットを送信することにより、送信帯域を増強している。これは、「Splitting TCP」や「TCP Spoofing」として公知のTCP中継技術である。これらの従来のTCP中継技術では、ALG (Application Level Gateway) 方式のTCP中継装置がスケラビリティに乏しいこと、TCP Splicingでは複雑な処理の実行が困難であること等の問題を解決している。
- [0058] しかし、公知技術であるので詳細な説明は割愛するが、Splitting TCPやTCP Spoofingでは、中継装置は、送信端末からのTCP通信を一度終了し、受信端末に対しては、新たなTCP通信を行う。これによれば、仮に、中継装置が代理で送信したACKパケットに対応するデータパケット（例えば、「ACK番号=10」のACKパケットに対して送信端末が送信する「シーケンス番号=10+1=11」のデータパケット）を受信端末が未受信であったとすると、この代理ACKパケット（ACK番号=10）は偽となる。偽の代理ACKパケットを受信した送信端末は、それ以前のデータ（シーケンス番号=10までのデータ）を破棄するので、中継装置が停止した場合やネットワークから除去された場合には、破棄されたデータを二度と回復することができない、という問題がある。
- [0059] これに対して、本実施形態に係る帯域調整装置 1によれば、データパケットを代理再送した場合であっても、送信端末 2 Aが代理再送されたデータパケットを破棄することがなく、中継装置 3がネットワークから除去された場合であっても、データが失われることがない、という利点を有する。
- [0060] ACKパケットの送信間隔の制御に関しては、図 9に示すように、帯域調整装置 1の帯域調整部 24が、バッファ部 14にACKパケットをバッファリングしておき、目標帯域に応じて、バッファリングしておいたACKパケ

ットを送信端末 2 A に送信する。バッファリングしておいた A C K パケットの再送は、目標帯域に応じて、複数回行うこともある。

[0061] 以下においては、帯域調整装置 1 がバッファリングしておいた A C K パケットを送信端末 2 A に送信することを、「A C K パケットの代理再送」とする。以下の説明においては、受信端末 4 B が A C K パケットを再送することに対して、帯域調整装置 1 が A C K パケットを再送することを、このように表すこととする。

[0062] 代理再送された A C K パケットを受信した送信端末 2 A は、A C K パケットに対応するデータパケットを送信する可能性がある。このように、測定帯域が目標帯域を下回る場合に A C K パケットの代理再送を行うことにより、送信端末 2 A によるデータパケットの送信が促され、滞っていた通信を促進させる効果が得られる。

[0063] ところで、T C P の輻輳制御技術の 1 つに、「Fast Recovery」がある。この技術によれば、送信端末 2 A が連続して 3 個の同じ A C K パケットを受信した場合には、送信端末 2 A は、パケット破棄は一時的なものであるとして、輻輳ウィンドウ (congestion window) サイズを縮小させることなく、データパケットを再送する。上記の A C K パケットの代理再送処理によれば、「Fast Recovery」によるデータパケットの再送機能が促され、これにより、送信端末 2 A の帯域を増強する効果が得られる。

[0064] なお、代理再送された A C K パケットが送信端末 2 A において既に受信済であったとしても、送信端末 2 A は、従来と同様に重複して受信した A C K パケットを処理するため、A C K パケットの代理再送が T C P 通信に悪影響を及ぼすことはない。

[0065] 図 8 及び図 9 を参照して説明したとおり、帯域の促進では、帯域調整装置 1 (を備える中継装置 3) が、送信端末 2 A や受信端末 4 B の代理でパケットを再送する。帯域調整装置 1 による代理再送の方が、T C P の再送機能によるパケット再送よりも早く実行されるため、経路上でパケット破棄が発生し、これにより通信が滞っているような場合には、かかる代理再送によって

、より迅速に通常の通信の状態へと復帰することが可能となる。

[0066] 図10～図13を参照して、本実施形態に係る帯域調整装置1が、送信端末2Aと受信端末4Bとの間で送受されるパケットを監視し、帯域の抑制または促進の帯域調整を行う方法について、フローチャートを参照して説明する。

[0067] 図10は、図3のパケット判別部21による受信したパケットの判別処理を示したフローチャートである。帯域調整装置1は、他のモジュール30、32からパケットを受信したことを契機として、図10に示す処理を開始する。

[0068] まず、ステップS1で、受信したパケットがTCPパケットであるか否かを判定し、TCPパケットである場合（ステップS1でyesの場合）には、ステップS2で、図3のセッション管理部22に受信したパケットを渡し、処理を終了する。ステップS1の判定において、受信したパケットがTCPパケットでないと判定した場合（ステップS1でnoの場合）には、ステップS3に進み、帯域調整装置1においては特に処理を行わず、パケットを中継し、処理を終了する。

[0069] ステップS1におけるパケットの判別は、実施例では、IPヘッダの所定のフィールドを参照することにより行っている。例えば、IPv4においては、プロトコル（Protocol）フィールドの値を参照し、IPv6においては、ネクストヘッダ（Next Header）フィールドの値を参照することにより、TCPパケットであるか否かを判別する。IPヘッダのフォーマットについては公知の技術であるので、詳細な説明は省略する。

[0070] 図10に示すとおり、実施例では、TCPパケットであるか否かを判定し、TCPパケットについては全て帯域調整の対象として処理を行っているが、これに限定されるものではない。例えば、ステップS1において、IPヘッダやTCPヘッダに含まれるIPアドレスやポート番号を参照し、IPアドレスやポート番号が所定の範囲に属する場合には、ステップS2に進み、帯域調整の対象パケットとする等の変形が可能である。所定の範囲のIPア

ドレスやポート番号を帯域調整の対象と判断することにより、特定の端末間の通信に対して積極的に帯域調整を行っていくことが可能となる。本発明は、セッションを識別する指標として使用可能な値及びセッションにおけるパケットの順序を示す値をパケット内に格納する通信プロトコルに対して一般に適用可能である。このような通信プロトコルとして、例えば I P s e c (Security Architecture for Internet Protocol) E S P (Encapsulating Security Payload)、R T P (Real-time Transport Protocol) 等が挙げられる。

[0071] 図 1 1 は、受信帯域測定部 2 3 による帯域測定処理を示したフローチャートである。図 1 0 のパケットの判別処理により帯域調整の対象とされたパケットは、図 3 のセッション管理部 2 2 に渡される。セッション管理部 2 2 は、必要な情報をセッションテーブル 1 3 に登録すると、パケットを受信帯域測定部 2 3 に渡す。帯域調整装置 1 の受信帯域測定部 2 3 は、セッション管理部 2 2 からパケットを受け付けると、図 1 1 に示す処理を開始する。

[0072] まず、ステップ S 1 1 で、パケットがデータパケットであるか否かを判定する。セッション管理部 2 2 から受け取ったパケットがデータパケットである場合（ステップ S 1 1 で y e s の場合）には、ステップ S 1 2 に進み、データパケットのシーケンス番号が過去に受信したパケットと重複するか否かによらずに、単位時間当たりに中継したデータ量を更新し、ステップ S 1 5 に進む。セッション管理部 2 2 から受け取ったパケットが A C K パケットである場合（ステップ S 1 1 で n o の場合）には、ステップ S 1 1 からステップ S 1 3 に進む。

[0073] ステップ S 1 3 で、受信パケットの A C K 番号が、最大 A C K 番号であるか否かを判定する。詳しくは後述するが、最大 A C K 番号とは、帯域調整装置 1 が受信した A C K パケットに含まれる A C K 番号のうち、値が最大のものをいい、ステップ S 1 3 の判定は、セッションテーブル 1 3 に保持されている最大 A C K 番号と受信パケットの A C K 番号とを比較することにより行う。受信したパケットの A C K 番号が最大である場合（ステップ S 1 3 で y

e s の場合) には、ステップ S 1 4 に進み、単位時間当たりの ACK 量を更新すると、ステップ S 1 5 に進む。受信したパケットの ACK 番号が最大でない場合 (ステップ S 1 3 で n o の場合) には、その ACK 番号の ACK パケットについては中継済であるとして、特に処理を行わず、ステップ S 1 5 に進む。

[0074] ステップ S 1 5 では、単位測定時間が経過したか否かを判定し、未だ単位測定時間が経過していない場合 (ステップ S 1 5 で n o の場合) は、特に処理を行わず、処理を終了する。単位測定時間とは、データパケットのデータ量や ACK パケットの ACK 量の測定を行うために予め定めておいた時間であり、セッションテーブル 1 3 に値が格納されている。詳しくは、図 3 0 を参照して説明する。

[0075] ステップ S 1 5 において、単位測定時間が経過したと判定した場合 (ステップ S 1 5 で y e s の場合) には、ステップ S 1 6 で、単位時間当たりのデータ量・ACK 量の最大値及び最小値を更新する。これとともに、それぞれステップ S 1 2 及びステップ S 1 4 で更新した単位時間当たりのデータ量・ACK 量の値をクリアし、処理を終了する。

[0076] 帯域調整部 2 4 は、目標帯域と、図 1 1 に示す帯域測定処理により求まる測定帯域との比較に基づき、帯域調整処理を実行する。帯域調整処理を実行する契機としては、例えば、帯域調整装置 1 が中継パケットを受信するタイミングや、定期的な割り込み処理のタイミングが挙げられる。実施例では、定期的な割り込み処理のタイミングで帯域調整を行うこととし、この場合の帯域調整処理について、図 1 2 を参照して説明する。

[0077] 図 1 2 は、帯域調整部 2 4 による帯域調整処理の割り込み処理を示したフローチャートである。上記のとおり、実施例では、帯域調整装置 1 は、所定の時間間隔で、定期的に図 1 2 に示す処理を開始する。

[0078] まず、ステップ S 2 1 で、割り込み処理を実行する割り込み周期の単位時間を経過したか否かを判定する。未だ割り込み処理の周期を経過していない場合 (ステップ S 2 1 で n o の場合) は、特に処理を行わず、処理を終了す

る。

[0079] 一方、割り込み処理の周期を経過している場合（ステップS 2 1でy e sの場合）には、ステップS 2 2に進み、帯域調整処理と、必要と判断した場合には、目標帯域を調整する処理を実行する。帯域調整処理及び目標帯域を調整する処理の詳細については、後述する。また、帯域調整処理の実行に際して必要な場合には、バッファ部 1 4にバッファリングしておいたパケットを利用する。バッファリング処理については、後述する。帯域調整処理を実行すると、処理を終了する。

[0080] 図 1 3 は、帯域調整部 2 4による帯域調整処理を示したフローチャートである。上記のとおり、定期的な割り込み処理や、中継パケットの受信を契機として、図 1 3 に示す処理を開始する。

[0081] まず、ステップS 3 1で、単位調整時間が経過したか否かを判定する。「単位調整時間」とは、中継装置 3 のデータ転送量を計測する時間をいう。未だ単位調整時間が経過していない場合（ステップS 3 1でn oの場合）は、ステップS 3 2に進み、保持している単位転送量をクリアすると、ステップS 3 3に進む。既に単位調整時間が経過している場合（ステップS 3 1でy e sの場合）は、特に処理を行わず、ステップS 3 3に進む。

[0082] ステップS 3 3で、図 3 のバッファ部 1 4にデータパケットがバッファリングされているか否かを判定する。バッファ部 1 4にデータパケットがバッファリングされている場合（ステップS 3 3でy e sの場合）には、ステップS 3 4に進み、更に、データパケットについての帯域と目標帯域とを比較する。具体的には、データパケットの単位転送量が、セッションテーブル 1 3から読み出した目標転送量を下回るか否かを判定する。ここで、「パケットの単位転送量」とは、受信帯域測定部 2 3が測定する、上記単位調整時間内に帯域調整装置 1 が転送したデータ量であって、図 1 1 の帯域測定処理において測定した方向についての転送データ量をいう。

[0083] ステップS 3 3で、バッファ部 1 4にデータパケットがバッファリングされていない場合（ステップS 3 3でn oの場合）は、ステップS 3 6に進む

。

- [0084] ステップS 3 4で、データパケットの単位転送量が目標転送量を下回る場合（ステップS 3 4でn o /抑制の場合）には、帯域の抑制を行い、ステップS 3 6に進む。上記のとおり、帯域の抑制処理では、目標転送量に対してデータパケットの単位転送量が所定の範囲内になるようにデータパケットの送出間隔を制御している。
- [0085] ステップS 3 4の判定において、データパケットの単位転送量が目標転送量を上回る場合（ステップS 3 4でy e s /促進の場合）には、ステップS 3 5に進み、帯域の促進を行う。上記のとおり、帯域の促進処理では、バッファ部 1 4にバッファリングしておいたデータパケットを、目標転送量に応じて転送する。
- [0086] 送信方向についての帯域制御処理を実行すると、ステップS 3 6以降の受信方向についての帯域制御処理を行う。ステップS 3 6～ステップS 3 8の処理については、バッファ部 1 4にA C Kパケットがバッファリングされている場合には、A C Kパケットの単位転送量と目標転送量との大小関係に応じて帯域の抑制や促進を行う処理であり、それぞれステップS 3 3～ステップS 3 5のデータパケットに対する処理と対応するものである。
- [0087] なお、図 1 2のステップS 2 1の割り込み周期は、図 1 3のステップS 3 1の単位調整時間よりも短い時間を設定する。これは、割り込み周期を単位調整時間よりも短く設定することで、帯域調整処理がなされない空白の期間を作らないためである。
- [0088] 以上説明したように、本実施形態に係る帯域調整装置 1によれば、帯域調整装置 1を通過するT C Pパケットの転送量を監視して帯域を求め、通信に必要な目標帯域を上回る場合には、パケット送出を制御して帯域を抑制する。求めた帯域が目標帯域を下回る場合には、バッファリングしておいたパケットを送信端末 2 Aや受信端末 4 Bに代わり再送（代理再送）して帯域の促進を行う。
- [0089] 従来のT C P通信の問題点の 1 つに、バーストラフィック、すなわち、

一時的にピークの高いトラフィックが発生することが挙げられる。バーストトラフィックが発生する原因は、例えば、セッション開始後は初期値で転送を開始し、「とりあえず」バーストトラフィックを送信してしまうためである。サービスを提供するサーバとユーザ間の通信では、サーバ側のネットワークに対して、ユーザ側のネットワークの方が低速なアクセスネットワークで接続されていることも多い。このような構成の下でサーバがバーストトラフィックを送信すると、ユーザ側では、バーストトラフィックを受けきれない可能性が高い。ユーザ側で受けきれないバーストトラフィックは、ユーザ側のアクセスネットワークの接続点でパケット破棄される可能性が高い。

[0090] また、TCP通信では、アプリケーションプログラムがデータを送信し、オペレーティングシステムの機構を使ってTCPやIPのプロトコルスタックが処理し、最後にネットワークドライバがデータを送信する。通常の計算機システムでは、アプリケーションプログラムやオペレーティングシステムは、時分割的なスケジューリングによって動作している。このため、送信データが各種プログラムを経由するごとにスケジューリングが入ることとなり、バースト的に処理されることとなる。負荷の高いサーバでは、この処理のバースト性が大きくなる傾向が強く、バーストトラフィックにつながることもある。

[0091] バーストトラフィックは、ネットワーク経路で輻輳の原因となり得る。特に、多くのTCPセッションを集約するルータ等では、常に輻輳が発生する危険がある。しかし、本実施形態に係る帯域調整装置1によれば、実際の帯域が目標帯域を上回る場合には、帯域の抑制を行う。これにより、バーストトラフィックを効果的に抑止することが可能となる。

[0092] 更には、帯域調整装置1は、自装置を通過するパケットの帯域を測定し、自装置を通過するパケットを制御している。従来のTFRC (TCP-Friendly Rate Control) 等のように、受信端末4Bがパケット破棄情報を通知したり、送信端末2Aが遅延をパケットごとに測定したりする必要がない。また、経路上に帯域調整装置1が配置されていれば、上記の帯域調整処理を実施す

ることが可能であるので、送信端末 2 A や受信端末 4 B は、必ずしも帯域調整装置 1 を備えている必要もない。

[0093] また、仮に、帯域調整のために、パケットに変更を加えてパケット長を変更するとすれば、帯域調整を行う装置においてパケットを作り直す必要があり、処理負荷の増大や、他のネットワーク機器への影響が懸念される。しかし、本実施形態に係る帯域調整方法では、パケットの転送間隔を制御しているのみであるため、このような問題も発生しない。

[0094] そして、本実施形態に係る帯域調整方法では、測定帯域が目標帯域を上回る場合・下回る通信について、帯域調整が必要と判断し、それぞれ帯域の抑制・促進を行う。帯域調整を実施する必要のない通信については、パケットを転送するのみである。このような方法で帯域調整を行っているため、中継装置 3 において帯域調整の必要な通信と帯域調整不要な通信とが競合することがあっても、帯域調整不要の通信の速度に悪影響を与えることもない。

〔バッファリング〕

上記の帯域調整処理の説明においても述べたとおり、本実施形態に係る帯域調整装置 1 は、バッファ部 1 4 にパケットをバッファリングしておくことにより、帯域の抑制や促進を行っている。次に、バッファリングしたパケットを利用する方法について説明する。

[0095] 図 1 4 は、データパケットをバッファリングする方法を説明する図である。

[0096] 図 1 4 に示すとおり、中継装置 3 に備えられる帯域調整装置 1 は、データパケットを図 3 のバッファ部 1 4 にバッファリングしておく。そして、バッファ部 1 4 にバッファリングしているデータパケットを複写し、複写したデータパケットを受信端末 4 B に送信する等の処理を実行する。

[0097] 帯域調整装置 1 がバッファ部 1 4 の空きを監視して、帯域調整装置 1 や中継装置 3 のメモリが枯渇したことを認識すると、データパケットをバッファリングせず破棄することとしてもよい。これは、破棄したデータパケットが受信端末 4 B まで届いていないような場合であっても、いずれ送信端末 2 A

がTCPの機能によりデータパケットの再送を行うため、通信上の問題は生じない。

[0098] ACPパケットについても同様のバッファリングを行う。データパケットのバッファリングと同様に、メモリの容量を超える場合にはACPパケットを破棄するとしても、受信端末4BがTCPの機能によりACPパケットの再送を行うため、通信上の問題は生じない。

[0099] 更に、帯域調整装置1が、バッファ部14へのパケットのバッファリング機能を利用して以下の処理を実行する構成とすることもできる。

[0100] 例えば、バッファリングするデータパケットやACPパケットを、シーケンス番号やACP番号順に並べてバッファリングすることもできる。例えばネットワークの経路により、受信端末4Bに到着する順序が入れ替わることがある。このような場合であっても、シーケンス番号やACP番号順にパケットを並べておくことで、帯域調整装置1を備えるネットワーク機器（実施例では中継装置3）において順序を修正することができる。

[0101] また、受信したパケットのシーケンス番号やACP番号等をバッファ部14に既にバッファリングしているパケットのそれと比較して、重複するパケットはバッファリングせずに破棄することもできる。パケットを受信する端末装置（受信端末4Bや送信端末2A）においては、重複するパケットを破棄する処理が不要となる。

[0102] 図15は、バッファリングしたACPパケットを利用する方法を説明する図である。

[0103] ACPパケットに関しては、更に、バッファリングしておくパケット数を1つに限定する構成とすることも可能である。帯域調整装置1が受信したACPパケットのうち、最大のACP番号をとるACPパケットをバッファリングしておく。TCPにおいては、最大のACP番号が分かれば、次に送信すべきデータパケットのシーケンス番号を判断可能であるためである。図15の例では、中継装置3の帯域調整装置1は、ACP番号が「5」のACPパケットAP（5）を受信端末4Bから受信すると、それまで

バッファ部 14 に保持していた ACK 番号「4」の ACK パケット AP (4) を破棄し、最大の ACK 番号を持つ ACK パケット (5) をバッファリングする。そして、この ACK パケット AP (5) を用いて、先述の帯域の促進処理を実行する。

[0104] パケットロス等により受信端末 4B においてデータパケットを受信していないような場合であっても、先述のとおり、帯域の促進処理を実行すること
で、安定した通信を供給することが可能となる。そこで、帯域調整装置 1 は、バッファリングする ACK パケット数が 1 のみであっても、実施例では、
バッファリングした ACK パケット (図 15 においては ACK パケット AP (5)) を複写して送信することにより、帯域調整を実行している。

[0105] ところで、ACK パケットは、受信端末 4B がデータパケットを受信していない期間についても、ある頻度 (例えば目標帯域) で送信端末 2A に返しておくことが望ましい。そこで、帯域調整装置 1 は、所定の頻度で送信端末 2A に ACK パケットが返るように、バッファ部 14 にバッファリングして
いる ACK パケットを複写し、送信する。バッファ部 14 から複写・送信がなされた ACK パケットは、受信端末 4B から送信され、送信端末 2A において
は重複して受信することになるが、送信端末 2A は、公知の IP ネットワークの仕様の範囲内で処理を行う。このため、このような ACK パケットの再送により通信に問題が発生することはない。

[0106] 次に、図 16 及び図 17 を参照しつつ、上記のバッファリング処理に関して、バッファ部 14 を構成するバッファメモリを管理する方法について説明する。バッファ部 14 は、セッションテーブル 13 により管理され、セッションの一方の方向ごと、すなわち、図 2 の A → B 方向及び B → A 方向のそれぞれについて用意したキュー (待ち行列) である。キューは、リンクトリスト等のデータ構造により実現される。リンクトリストについては、公知の技術であるので、説明は省略する。

[0107] 図 16 は、データパケットのバッファリング処理を示したフローチャートである。図 3 の帯域調整装置 1 の受信帯域測定部 23 は、データパケットを

セッション管理部 22 から受け取ると、図 16 に示す処理を開始する。

[0108] まず、ステップ S 4 1 で、受け取ったデータパケットのシーケンス番号と同一のシーケンス番号を有するデータパケットがキュー（バッファ部 14）に存在するか否かを判定する。同一のシーケンス番号を有するデータパケットが存在する場合（ステップ S 4 1 で y e s の場合）には、ステップ S 4 2 に進み、受け取ったデータパケットについては破棄し、処理を終了する。

[0109] ステップ S 4 1 の判定において、同一のシーケンス番号を有するデータパケットがない場合（ステップ S 4 1 で n o の場合）には、ステップ S 4 3 に進み、シーケンス番号が示す順序にしたがってデータパケットをキューに追加し、処理を終了する。

[0110] 図 17 は、ACK パケットのバッファリング処理を示したフローチャートである。図 3 の帯域調整装置 1 の受信帯域測定部 23 は、ACK パケットをセッション管理部 22 から受け取ると、図 17 に示す処理を開始する。図 17 においては、最大 ACK 番号をとる ACK パケットをバッファリングする処理を示す。

[0111] まず、ステップ S 5 1 で、受け取った ACK パケットの ACK 番号が、最大値をとるか否かを判定する。受け取った ACK パケットの ACK 番号が、これまでに受信した ACK パケットの中で最大値ではない場合（ステップ S 5 1 で n o の場合）には、ステップ S 5 2 に進み、受け取った ACK パケットについては破棄し、処理を終了する。

[0112] ステップ S 5 1 の判定において、受け取った ACK パケットの ACK 番号が最大値をとる場合（ステップ S 5 1 で y e s の場合）には、ステップ S 5 3 に進む。そして、帯域調整装置 1 が複数の ACK パケットを保持する構成をとる場合には、ACK 番号が示す順序にしたがって ACK パケットをキューに追加する。キューの長さが 1 であり、1 つの ACK パケットしか保持しない構成をとる場合には、キューに保持されている ACK パケットを破棄するとともに、受け取った新しい ACK パケットをキューに記憶し、処理を終了する。

- [0113] 図16や図17に示すバッファリング処理は、上記の帯域調整を行う際に実行される処理であるので、従来技術と異なり、送信端末2Aが継続的に過度の packets を送出し続けることがない。これにより、バッファリングする packets 数が増え続けることや、定常的に大きな値になることがない。
- [0114] 上記のとおり、実施例では、packets 用のバッファメモリは、あるセッションの通信方向ごと、すなわち、データ packets のバッファ用と ACK packets のバッファ用とで、少なくとも2個を用意する。それぞれのバッファメモリにバッファリングする packets 数は、目標帯域と、測定した帯域との差に依存する。例えばデータ packets のバッファリングする packets 数については、例えば、TCP通信の初期転送時のTCPウィンドウサイズの packets 数程度を設定する。バッファメモリの packets データを格納する領域を64キロバイト、初期転送時のTCPウィンドウサイズを1450バイトとすると、packets 数は、 $64\text{ KB} / 1450\text{ B} = 45$ packets 程度である。
- [0115] packets 用のバッファメモリには、packets のデータだけでなく、バッファ部14の管理を行うための管理情報を含むため、メモリ量は、packets 長より大きい。ここで、packets 当たり2キロバイト、1セッション当たり最大50 packets をバッファリングすると仮定すると、セッション当たり必要なメモリ量は100キロバイト、1万セッションでは、1ギガバイトとなる。
- [0116] 帯域調整処理により、目標帯域に応じて送信端末2Aからの送信帯域を制御しているため、実際には、1セッション当たりの平均バッファ量は、10 packets 以下となる。1ギガバイトのバッファメモリを用意すれば、10万セッションの同時中継であっても処理が可能である。
- [0117] 複数のセッションを同時に中継する場合に備えてバッファメモリの容量を確保しておいた場合であっても、バッファメモリが枯渇するケースも発生し得る。このような場合には、packets のバッファリングは行わずに、帯域調整処理を継続する。先述のとおり、送信端末2Aや受信端末4Bは、TCPの機能により packets の再送を行うため、メモリが枯渇した場合にはバッファ

ァリングを行わないこととしても、通信上の問題は発生しない。バッファメモリに一時的に過負荷がかかる可能性はあるものの、通信に悪影響を与えることなく、帯域調整処理を行うことができる。

[0118] 更には、実施例のように、帯域調整装置 1 を備えるネットワーク機器が中継装置 3 である場合には、バッファ部 14 に格納されているパケットのうち、バッファリングの不要なデータパケットを判断して破棄する構成とすることもできる。図 18 を参照して、バッファリングの不要なデータパケットを破棄する方法について具体的に説明する。

[0119] 図 18 は、バッファデータを破棄する処理を説明する図である。

[0120] 受信端末 4 B は、データパケットを受信すると、次に送信装置 2 A が送信すべきデータパケットのシーケンス番号を ACK 番号に含めて、ACK パケットを返送する。本実施形態に係る帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 は、ACK パケットを受信すると、バッファ部 14 のデータパケットのシーケンス番号を参照する。そして、受け取った ACK 番号と一致するシーケンス番号のデータパケットがバッファリングされている場合には、ACK パケットを中継せずに破棄するとともに、不要なデータパケットがバッファリングされていると判断する。そして、ACK 番号よりも古いデータパケットを破棄する。すなわち、次に送信端末 2 A が送信すべきパケットのシーケンス番号よりも小さいシーケンス番号をとるデータパケットを破棄する。

[0121] 更には、中継装置 3 は、以降に送信端末 2 A 側から到着したデータパケットのうち、ACK 番号よりも値の小さいシーケンス番号のデータパケットについては、バッファリング及び転送は不要と判断し、破棄する。

[0122] 図 18 に示す例では、帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 は、ACK 番号「5」の ACK パケット AP (5) を受信する。これは、受信装置 4 B においてはシーケンス番号「4」のデータパケット DP (4) を受信済であることを表す。したがって、中継装置 3 は、シーケンス番号が $5 - 1 = 4$ 以下のデータパケット DP (4)、DP (3) についてはバッファリング・転送は不要と判断し、破棄する。

[0123] このように、帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 において、ACK パケットの ACK 番号を参照して古いデータパケットを破棄することにより、中継装置 3 から受信端末 4 B までの無駄なトラフィックを削減するとともに、必要なバッファ量の節約に資する。

[0124] なお、先述のとおり、本実施形態に係る帯域調整装置 1 は、A→B 方向及び B→A 方向の 2 方向のうち、1 方向のパケットのみを中継する場合であっても帯域調整が可能である。しかし、図 18 に示すパケットを破棄する処理に関しては、ACK パケットすなわち B→A 方向の通信の状況に基づき、データパケットすなわち A→B 方向の通信を制御している。したがって、図 18 のパケット破棄の処理は、両方向の通信を監視している場合に適用可能である。

〔代理再送〕

帯域の促進処理の説明において、帯域調整装置 1 が送信端末 2 A や受信端末 4 B に代わりパケットを送信（代理再送）することについて述べた。ここでは、代理再送の具体的な方法及びその応用例について、詳しく説明する。

[0125] 図 19 は、データパケットの代理再送処理を示したフローチャートである。図 3 の帯域調整装置 1 の帯域調整部 24 は、例えば、図 13 に示す帯域調整処理を実行するとともに、図 19 に示すデータパケットの代理再送処理を実行する。

[0126] まず、ステップ S 61 で、測定帯域が目標帯域を下回っているか否かを判定する。測定帯域が目標帯域を下回る場合（ステップ S 61 で *yes* の場合）には、特に処理を行わず、処理を終了する。

[0127] 一方、測定帯域が目標帯域以上である場合（ステップ S 61 で *no* の場合）には、ステップ S 62 に進む。そして、セッションテーブル 13 で管理している ACK 番号の最大値または最大値よりも大きい値のシーケンス番号を有するデータパケットをバッファ部 14 から複写し、受信端末 4 B に送信し、処理を終了する。

[0128] 図 20 は、ACK パケットの代理再送処理を示したフローチャートである

。図 19 に示す処理と同様に、帯域調整部 24 は、図 13 に示す帯域調整処理を実行するときに、図 20 に示す ACK パケットの代理再送処理を併せて実行することもできる。

[0129] まず、ステップ S71 で、測定帯域が目標帯域を下回っているか否かを判定し、測定帯域が目標帯域を下回る場合（ステップ S71 で *yes* の場合）には特に処理を行わずに処理を終了する。これは、図 19 のステップ S61 で *yes* の場合と同様である。

[0130] 一方、測定帯域が目標帯域以上である場合（ステップ S71 で *no* の場合）には、ステップ S72 に進む。そして、セッションテーブル 13 で管理している ACK 番号の最大値を有する ACK パケットをバッファ部 14 から複製し、送信端末 2A に送信し、処理を終了する。

[0131] 帯域調整処理において、データパケットや ACK パケットの代理再送を行うことによる効果については、帯域調整処理の説明において述べたとおりである。

[0132] 更には、図 19 や図 20 に示すパケットの代理再送処理を利用して、帯域調整装置 1 においてデータパケットの再送の要否を判断し、必要と判断した場合にデータパケットを自動再送することも可能である。

[0133] 図 21 は、データパケットの自動代理再送方法を説明する図である。

[0134] 受信端末 4B から送信された ACK パケットを受信した（中継装置 3 の）帯域調整装置 1 は、受信した ACK パケットに対応するデータパケットをバッファ部 14 に保持している場合には、ACK パケットを送信端末 2A に転送することなく破棄するとともに、バッファリングしているデータパケットを受信端末 4B 宛に送信する。送信端末 2A が ACK パケットに含まれる ACK 番号にしたがって対応するデータパケットを送信する場合と比較すると、中継装置 3（の帯域調整装置 1）が ACK パケットに対応するデータパケットを送信しているので、ここでは、データパケットの「自動代理再送」と表現している。

[0135] 図 21 に示す例では、帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 は、ACK 番号

「5」のACKパケットAP（5）を受信する。帯域調整装置1は、バッファ部14にシーケンス番号「5」のデータパケットDP（5）をバッファリングしている場合には、ACKパケットを送信端末2Aに転送せず、バッファ部14のシーケンス番号「5」のデータパケットDP（5）を複写して、受信端末4Bに再送する。ACK番号「6」のACKパケットAP（6）を受信すると、シーケンス番号「6」のデータパケットDP（6）についても同様に自動再送する。

[0136] なお、先述のとおり、本実施形態に係る帯域調整装置1は、A→B方向及びB→A方向の2方向のうち、1方向のパケットのみを中継する場合であっても帯域調整が可能である。しかし、図21に示す自動代理再送処理に関しては、ACKパケットすなわちB→A方向の通信の状況に基づき、データパケットすなわちA→B方向の通信を制御している。したがって、自動代理再送処理は、両方向の通信を監視している場合に適用可能である。

[0137] 図22は、データパケットの自動代理再送処理を示したフローチャートである。図3の帯域調整部24は、反対方向の帯域調整部からACKパケットのACK番号を通知されたことを契機として、図22に示す処理を実行する。

[0138] まず、ステップS81で、反対方向の帯域調整部において受信したACKパケットのACK番号に対応する（すなわちACK番号と一致する）シーケンス番号のデータパケットがバッファ部14のキューに格納されているか否かを判定する。該当するデータパケットがキューにない場合（ステップS81でnoの場合）には、特に処理を行わず、処理を終了する。

[0139] ステップS81の判定において、該当するデータパケットがキューに格納されている場合（ステップS81でyesの場合）には、ステップS82に進む。そして、該当するデータパケットをバッファ部14から複写して、受信端末4Bに再送し、処理を終了する。

[0140] 帯域調整装置1を備える中継装置3において図21及び図22に示すデータパケットの自動代理再送を行うことで、中継装置3から送信端末2Aまで

の往復遅延時間、及び、トラフィックの節約が可能となる。

〔データパケットの自動冗送〕

帯域調整装置 1 のバッファリング機能を利用して、データパケットの冗送処理を実行することも可能である。すなわち、帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 から受信端末 4 B までの経路上において、パケット破棄の確率が高い場合には、中継装置 3 が、データパケットを所定の頻度で複写して重複送信（冗送）する。中継装置 3 は、パケット破棄の確率を、ACK パケットの受信状況により判断する。

[0141] 中継装置 3 は、冗送を含めた中継帯域（データパケット送信方向の帯域）と、受信帯域（ACK パケットの送信方向の帯域）とを観測した結果に応じて、冗送割合を調整することも可能である。例えば、冗送を含めた中継帯域に対して受信帯域が小さい場合には、中継装置 3 から送信されたデータパケットの破棄の確率が高いと判断して、冗送するデータパケットの割合を上げる等の処理を実行する。

[0142] このようなデータパケットの冗送処理により、パケット破棄の確率を低下させ、TCP 通信の性能を向上させることも可能である。

[0143] なお、先述のとおり、本実施形態に係る帯域調整装置 1 は、A→B 方向及び B→A 方向の 2 方向のうち、1 方向のパケットのみを中継する場合であっても帯域調整が可能である。しかし、上記のデータパケットの自動冗送処理に関しては、ACK パケットすなわち B→A 方向の通信の状況に基づき、データパケットすなわち A→B 方向の通信を制御している。したがって、自動冗送処理は、両方向の通信を監視している場合に適用可能である。

〔多重使用〕

上記の帯域調整機能を備えるネットワーク機器については、通信経路上に複数設置することも可能である。帯域調整装置 1 は、パケットの変更等を行っておらず、パケットの伝送間隔を目標帯域に応じて調整しているだけである。このため、通信経路上に帯域調整装置を複数配置し、各帯域調整装置 1 において帯域調整処理を実行する構成をとることが可能である。このように

、帯域調整装置 1 を多重使用する構成としても、パケットの変更は行っていないため、帯域調整装置 1 間で相互に悪影響を与えることがない。また、各帯域調整装置 1 が帯域調整処理を実行することで、各経路において通信が安定化することとなるため、1 台の帯域調整装置 1 のみで帯域調整を行う場合と比べて、更に高い効果が期待できる。

- [0144] なお、帯域調整装置 1 を多重使用し、各帯域調整装置 1 において上記バッファリング処理を行う場合には、目標帯域は、低目に設定しておくことが望ましい。経路上の複数箇所で行うことによる中継遅延の増加が予測されるためである。目標帯域を比較的低目に設定しておくことで、帯域の促進のためにバッファリングを行う頻度を低くすることができ、これにより、中継遅延の増加を効果的に抑制することができると見込まれる。

〔サービス通知〕

多くのセッションを管理することにより、帯域調整装置 1 のセッションテーブル 13 が一杯になると、帯域調整装置 1（を備える中継装置 3）は、あふれた TCP セッションに対しては、単にパケットの中継のみを行う。このため、あふれた TCP セッションについては帯域調整が実施されないこととなる。上述の帯域調整装置 1 の多重使用により、経路上に複数の帯域調整装置 1 が設けられているとしても、基本的には、先に伝送された TCP セッションに対して帯域調整処理を実施していくことになるため、最初の帯域調整装置 1 であふれた TCP セッションは、以降の帯域調整装置 1 においても帯域調整がなされない場合も考えられる。

- [0145] そこで、多重使用のシステム構成において、いずれかの帯域調整装置 1 において帯域調整処理がなされたパケットであるか否かを示す情報を、TCP パケットに含めることとすることができる。帯域調整装置 1 は、帯域調整処理が未実施のパケットに対して優先的に帯域調整処理を行っていく。経路上を伝送されるパケットが帯域調整処理済であるか否かを示す情報を、「サービス通知情報」とし、以下に、多重使用の構成において、サービス通知情報を参照して帯域調整処理を実施する方法について、具体的に説明することと

する。

[0146] 図 23 は、サービス通知情報の利用により帯域調整処理を分散させる方法を説明する図である。図 23 は、送信端末 2 A 及び受信端末 4 B が、2 台の中継装置 3 A、3 B を介して通信を行う場合を例示する。説明のため、送信端末 2 A－中継装置 3 A 間、中継装置 3 A－中継装置 3 B 間及び中継装置 3 B－受信端末 4 B 間の経路をそれぞれ経路 (a)、(b) 及び (c) とする。

[0147] 2 つのパケット P 1、P 2 が経路 (a) ～ (c) を経由して受信端末 4 B において受信されるまでの間に、帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 A、3 B が、パケット P 1、P 2 を中継する。各中継装置 3 A、3 B の帯域調整装置 1 A、1 B は、パケット P 1、P 2 のサービス通知情報を参照し、帯域調整処理が未実施のパケットに対して優先的に帯域調整を実施することにより、通信システム内で帯域調整処理の分散を行う。

[0148] 経路 (a) を経由して中継装置 3 A に到達したパケットには、いずれもサービス通知情報には帯域調整処理が「未実施」であることを示す値が格納されている。中継装置 3 A の帯域調整装置 1 A は、中継するパケット P 1、P 2 のうち、一部のパケット P 1 について帯域調整を行う。パケット P 2 についてはそのまま中継する。

[0149] 経路 (b) を経由して中継装置 3 B に到達したパケットのうち、パケット P 1 のサービス通知情報には、帯域調整処理が「済」であることを示す値が設定されているが、パケット P 2 のそれには、帯域調整処理が未実施であることを示す値が格納されている。そこで、中継装置 3 B の帯域調整装置 1 B は、パケット P 1、P 2 のサービス通知情報を参照して、帯域調整処理が未だなされていないパケット P 2 に対して優先的に帯域調整を行う。経路 (c) では、帯域調整されたパケット P 1、P 2 が伝送される。

[0150] 上記のとおり、経路上に複数の帯域調整装置 1 が設置されており、サービス通知情報を参照して、帯域調整処理が未実施のパケットを判断して優先的に帯域調整を行っていくことにより、帯域調整処理を分散させることができ

る。これにより、経路上を伝送されるパケットがいずれかの帯域調整装置 1 において帯域調整される可能性を高めることができる。

[0151] 次に、図 2 4 及び図 2 5 を参照して、サービス通知情報の設定例について説明する。

[0152] 図 2 4 は、サービス通知情報の設定方法の一例を示す図である。図 2 4 に示す例では、サービス通知情報を TCP ヘッダの予約ビットである 1 ビットを利用して、サービス通知フラグ f 1 を TCP パケットに付加する。サービス通知フラグ f 1 に、例えば「1」が格納されている場合にはそのパケットは帯域調整処理が済であり、「0」が格納されている場合には、未だ帯域調整処理がなされていないことを表すこととする。TCP ヘッダの他のフィールドについては、公知の技術であるので、説明を省略する。

[0153] TCP オプションの追加等を行わずに、図 2 4 に示すような方法でサービス通知フラグ f 1 を設定することで、パケットの変更を最小限に留めている。

[0154] 図 2 5 は、サービス通知情報の設定方法の他の例を示す図である。図 2 5 に示す例では、TCP ヘッダの Urgent (URG) フラグ f 2 に「0」が設定されているパケットに関しては、緊急ポインタ (Urgent Pointer) p のフィールドにサービス通知情報を設定している。ここでは、他のフィールドの説明については、図 2 4 の場合と同様に省略する。

[0155] TCP の仕様では、緊急ポインタ p は、URG フラグ f 2 に「1」が設定されている場合にのみ有効と定義されている。このため、上記のように、URG フラグ f 2 に 0 が設定されている場合、緊急ポインタ p は無視されることとなり、通常の TCP 通信に影響を与えることがない。

[0156] 帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 は、他の装置から受信した TCP パケットに対して帯域調整を行った場合には、図 2 4 や図 2 5 に例示するような TCP ヘッダの所定のフィールドのサービス通知フラグ (f 1 や f 2) に、帯域調整処理実施済であることを示す値、ここでは「1」を設定してから、TCP パケットを転送する。帯域調整処理が未実施であるパケットには「0

」が設定されているので、この所定のフィールドの値を参照することにより、各帯域調整装置 1 が、帯域調整処理の要否を判断する。

[0157] なお、サービス通知フラグは、経路上に設けられた複数の帯域調整装置 1 のうち、少なくとも 1 台の帯域調整装置 1 により帯域調整がなされたことを表す。すなわち、サービス通知フラグに実施済であることを示す「1」が格納されているパケットに対して、更に他の帯域調整装置 1 において帯域調整を実施し、上記の多重使用としてもよい。帯域調整装置 1 は、サービス通知フラグの値に係わらず、例えばセッションテーブル 13 の空きがある場合には、帯域調整の対象としてもよい。

[0158] また、上記のフラグの値は、一例であり、帯域調整実施済であることを表す値が「0」であり、未実施であることを表す値が「1」である等でもよい。

[0159] 以上説明したように、上記のサービス通知を行うことで、帯域調整装置 1 を多重使用する場合であっても、サービス通知フラグ等のサービス通知情報を参照して、帯域調整処理が未実施であることを示す情報が格納されているパケットに対して優先的に帯域調整を行う。結果として、通信システムに設けられた複数の帯域調整装置 1 のそれぞれに帯域調整処理が分散されることとなり、より多くのセッションに対して帯域調整処理を実施することが可能となる。

〔セッション管理〕

先に図 10 のパケット判別処理の説明においても述べたとおり、実施形態に係る帯域調整装置 1 は、TCP パケットであると判別したパケットを帯域の抑制及び促進の対象とする。帯域調整装置 1 は、「Per Flow Queuing」により、フロー単位で TCP 通信を識別し、TCP セッションごとにセッションを管理して、帯域調整等の処理を行う。図 3 を参照して説明したとおり、帯域調整装置 1 は、セッションテーブル 13 を用いて、TCP セッションを管理する。以下に、セッションの管理方法について具体的に説明する。

[0160] 図 26 は、図 3 のセッション管理部 22 によるセッション管理処理を示し

たフローチャートである。セッション管理部 22 は、受け付けたパケットが TCP パケットであると判断したパケット判別部 21 からパケットを受け取ったことを契機として、図 26 に示す処理を開始する。

[0161] まず、ステップ S91 で、セッション識別コードを計算する。セッション識別コードは、TCP パケットがいずれのセッションのものであるかを識別するための情報である。セッション識別コードの具体的な求め方については、後述する。

[0162] ステップ S92 で、ステップ S91 において求めたセッション識別コードが、セッションテーブル 13 に登録されているか否かを判定する。セッション識別コードが既にセッションテーブル 13 に登録されている場合（ステップ S92 において *yes* の場合）は、帯域調整装置 1 において帯域測定・帯域調整を行ったことのあるセッションであるので、新たな登録は不要であるので、ステップ S100 に進む。ステップ S100 では、パケットを受信帯域測定部 23 に転送し、処理を終了する。

[0163] ステップ S92 の判定において、ステップ S91 で求めたセッション識別コードがセッションテーブル 13 に未登録の場合（ステップ S92 において *no* の場合）は、セッションテーブル 13 への登録が必要であるので、ステップ S93 に進み、セッションテーブル 13 に空きがあるか否かを判定する。空きがある場合（ステップ S93 において *yes* の場合）は、ステップ S99 に進み、セッション登録処理を実行する。具体的には、セッション識別コードやセッションに応じた目標帯域、その他必要な情報をセッションテーブル 13 に登録し、ステップ S100 に進む。ステップ S100 の処理については上記のとおりである。

[0164] なお、ステップ S99 のセッション登録処理において、セッションテーブル 13 にセッションを登録するときに、目標帯域の初期値の設定を行う。初期値は、IP アドレスや TCP ポート番号の範囲等の条件に基づき、予め定義されている複数の値の中から所定の初期値を選択する構成としてもよい。

[0165] セッションテーブル 13 に空きがない場合（ステップ S93 において *no*

の場合)には、ステップS 9 3からステップS 9 4に進み、既存のセッション、すなわち、セッションテーブル1 3に登録されているセッションが有効であるか否かを判定する。有効でないセッションが含まれる場合(ステップS 9 4においてn oの場合)は、ステップS 9 4からステップS 9 8に進み、セッション終了処理を実行し、ステップS 9 9に進む。具体的には、パケットの送信先である端末に終了通知を送信するとともに、有効でないセッションをセッションテーブル1 3から削除して、ステップS 9 9に進む。ステップS 9 9以降の処理については、上記のとおりである。

[0166] セッションテーブル1 3に登録されているセッションが全て有効な場合(ステップS 9 4においてy e sの場合)は、ステップS 9 4からステップS 9 5に進む。そして、ステップS 9 5で、ステップS 9 1においてセッション識別コードを求めたパケットがF I NパケットまたはR S Tパケットであるか否かを判定する。ステップS 9 5においては、T C Pヘッダのコードビットを参照することにより判定を行う。

[0167] ステップS 9 5の判定において、パケットがF I NパケットまたはR S Tパケットである場合(ステップS 9 5においてy e sの場合)は、ステップS 9 5からステップS 9 7に進み、セッション終了処理を実行する。具体的には、パケットの送信先である端末に終了通知を送信するとともに、ステップS 9 1で求めたセッション識別コードを利用して、該当するセッションを取得し、セッションテーブル1 3から、該当するセッションに係わる情報を削除し、処理を終了する。

[0168] パケットがF I NパケットでもR S Tパケットでもない場合(ステップS 9 5においてn oの場合)は、ステップS 9 5からステップS 9 6に進み、帯域測定・帯域調整は行わずにそのままパケットを中継し、処理を終了する。

[0169] なお、ステップS 9 1で求めるセッション識別コードは、例えば、I Pアドレス及びT C Pポート番号の対を用いて算出する。I Pアドレス及びT C Pポートの対の長さは、I p v 4で1 0バイト、I P v 6で3 4バイトであ

り、ここから4バイト程度のセッション識別コードを生成する。図26のフローチャートの説明においても述べたとおり、セッションテーブル13の検索は、セッション識別コードを用いて行う。

[0170] 実施例では、セッションテーブル13の検索を効率よく行うため、公知のハッシュテーブルを利用している。この場合、セッション識別コードは、ハッシュ値である。

[0171] 具体的には、IPアドレスとTCPポート番号とからハッシュ値を求め、求めた値をセッション識別コードとする。ハッシュ値として適切なセッション識別コードを生成するために、例えば、チェックサム、CRC (Cyclic Redundancy Check) コード等を用いることで、生成されるコードの値を適度にばらつかせることができる。

[0172] あるいは、IPアドレス・TCPポート番号対の情報を、整数加算することにより得られる値をセッション識別コードとしてもよい。このようなコードの生成方法であっても、実用上は十分にコード値をばらつかせることができ、この場合、コード生成処理に要する時間は、1ギガヘルツで動作するマイクロプロセッサで処理した場合には、機械語命令が10命令程度で、10ナノ秒程度である。

[0173] 以上説明したように、本実施形態に係るセッション管理方法によれば、帯域調整装置1は、パケットを受信するごとに、セッション識別コードを求め、求めたセッション識別コードがセッションテーブル13に登録されているか否かの判定を行う。求めたセッション識別コードがセッションテーブル13に未登録である場合には、新たにセッションテーブル13への登録を行い、既に登録されている場合には、登録されている情報を利用して、帯域の測定や帯域調整を行う。このように、実施形態に係る帯域調整装置1は、TCPセッションが継続中であることを認識できれば、シーケンス番号やACK番号を追跡して帯域の測定・調整処理が可能であって、TCP通信の状態遷移を監視・追跡する必要がない。したがって、上記のセッションの管理方法を採用することで、帯域調整装置1にかかる負荷を軽減することができる。

〔セッションの監視・セッションの削除〕

T C P通信は、通常は、F I NパケットやR S Tパケットにより終了する。これは、図26のステップ95～ステップ97のとおりである。しかし、これ以外にも、端末（送信端末2Aや受信端末4B）の異常終了や、ネットワークの切断等の要因により、通信が正常に終了しないまま放置されることがある。通信が正常に終了せず、放置されている場合であっても、最終的には、端末のタイムアウトにより終了することもある。

[0174] そこで、図26のステップ94～ステップ98の処理のように、新たにセッションの登録を行うタイミングで、所定の期間以上に渡ってパケットが到着していないセッションについては、セッションテーブル13から情報を削除する。あるいは、所定の時間おきにセッションテーブル13を調べ、登録されているセッションの中で、所定の期間以上に渡ってパケットが到着していないものがある場合にはその情報を削除する。

[0175] このように、正常に終了できなかった通信が放置されていることを認識して、セッションテーブル13から登録されている情報を削除することで、セッションテーブル13の領域の無駄な使用を排除し、より多くのセッションについて帯域調整を行うことが可能となる。

[0176] また、帯域調整装置1は、新たにセッションの登録を行うタイミングや所定の期間以上に渡って監視をした結果、パケットが到着していないセッションを認識した場合は、セッションテーブル13から情報の削除を行うとともに、端末に対して通信を終了する旨の通知をし、通信終結処理を実行する。通信終結処理を実行するために、予めT C Pセッションの監視時間をタイマで設定しておく。設定した時間を経過したセッションがあれば、そのセッションに係わる情報のセッションテーブル13からの削除、及び端末への終了通知を行う。例えば、T C Pコマンドの1つである「R S T」を含むR S Tパケットを端末に送信することにより、終了通知を行う。R S Tパケットを受信した端末は、T C Pセッションの強制終了を実行する。

[0177] 以上のとおり、通信障害や端末における障害によりT C Pセッションが回

復不能となった場合には、サーバやクライアントの端末は、帯域調整装置 1 から受信した終了通知にしたがって、回復不能となった TCP セッションを強制終了させる。ウェブサーバを例に挙げると、10 万セッションを管理する必要がある。このため、障害からの回復が不能となったセッションについては強制終了させることで、大量のアクセスを抱えるサーバにかかる処理負荷を大きく軽減させることが可能となる。

〔サービス通知を行う場合のセッション管理〕

サービス通知情報を用いて、複数の帯域調整装置 1 の間で帯域調整処理を分散させることについては先に説明したとおりである。ここでは、セッションを管理するときにサービス通知情報を利用する方法について説明する。

[0178] 図 27 は、サービス通知情報を用いたセッション管理処理を示したフローチャートである。ここでは、サービス通知情報として、図 24 や図 25 に示すサービス通知フラグを用いる場合を示す。

[0179] 図 27 に示す一連の処理のうち、ステップ S91～ステップ S100 の処理については、それぞれ図 26 のステップ S91～ステップ S100 と同様であるため、ここでは説明を省略し、図 26 と異なる処理について説明する。

[0180] ステップ S90 で、パケット判別部 21 から受け取ったパケットの TCP ヘッダを参照して、サービス通知フラグに帯域調整が未実施であることを示す値が格納されている場合に、ステップ S91 に進み、上述のステップ S91 以降のセッション管理処理を実行する。サービス通知フラグに帯域調整処理済であることを示す値が格納されている場合には、セッション管理部 22 におけるセッション管理対象外のパケットであるとして、特に処理を行わず、処理を終了する。

[0181] ステップ S100 で、パケットを受信帯域測定部 23 に転送し、セッションの管理に関して実行すべき処理が完了すると、ステップ S101 で、サービス通知フラグに、帯域調整処理済であることを示す値を設定し、処理を終了する。

- [0182] 図28は、サービス通知フラグ処理を示したフローチャートである。図28は、図27のセッション管理処理のうち、ステップS90のサービス通知フラグチェック処理の詳細フローである。
- [0183] まず、ステップS111で、TCPヘッダのサービス通知フラグがオン、すなわち、サービス通知フラグに帯域調整処理が実施済であることを示す値が格納されているか否かを判定する。サービス通知フラグがオフ、すなわち、サービス通知フラグには帯域調整処理が未実施であることを示す値が格納されている場合（ステップS111においてnoの場合）は、図27のステップS91以降のセッション管理処理に進む。
- [0184] 一方、サービス通知フラグがオンである場合（ステップS111においてyesの場合）は、ステップS112に進み、セッションテーブル13に空きがあるか否かを更に判定する。セッションテーブル13に空きがある場合（ステップS112においてyesの場合）は、図27のステップS91以降のセッション管理処理に進む。
- [0185] セッションテーブル13に空きがない場合（ステップS112においてnoの場合）は、ステップS113に進み、帯域測定・帯域調整は行わずにそのままパケットを中継し、処理を終了する。
- [0186] なお、ステップS112のセッションテーブル13の空きの有無を判定する処理については、既に帯域調整処理がなされたパケットであっても（ステップS111でyesの場合であっても）、セッションテーブル13に空きがあれば、帯域調整の実施が可能と判断し、図27のステップS91以降のセッション管理処理を実行するためである。
- [0187] また、ステップS112では、セッションテーブル13に新たに1セッション分の情報を登録するだけの空きがあるか否かを判定しているが、これに限定されるものではない。例えば、所定の割合やしきい値を設定しておき、セッションテーブル13の空きが所定の割合やしきい値を下回るか否かを判定する構成としてもよい。
- [0188] このように、サービス通知フラグを参照し、予め処理対象のパケットであ

ると判断した場合にステップS 9 1以降のセッション管理処理を実行する。言い換えると、帯域調整装置 1 にとっては非処理対象のパケットについてはステップ 9 1 以降のセッション管理処理を不要と判断し、処理を行わない。これにより、帯域調整装置 1 にかかる負荷を軽減する効果が得られる。

〔活性挿入・活性除去〕

先に図 2 6 等の説明においても述べたとおり、帯域調整装置 1 は、TCP パケットを受信したことを契機として、セッションテーブル 1 3 に情報を登録し、帯域の測定・帯域調整を開始する。すなわち、帯域調整装置 1 は、帯域調整のために TCP 通信の「SYN」から「FIN/RST」までの状態遷移を監視することが不要である。

[0189] このため、あるセッションの最中に帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 をネットワークに挿入した場合であっても、受信した TCP パケットから帯域調整を行うことが可能となる。また、中継装置 3 が通信を中継中に帯域調整装置 1 を備える中継装置 3 をネットワークから除去した場合や中継装置 3 が障害等により停止した場合であっても、上記バッファリング処理を行っているため、TCP 通信に悪影響を与えずに済む。

[0190] ここでは、セッションの最中に帯域調整装置 1 を通信システムに設置することを「活性挿入」、セッションの最中に帯域調整装置 1 を通信システムから除去することを「活性除去」とする。

[0191] 本実施形態に係る帯域調整装置 1 が活性挿入及び活性除去可能なことにより、通信システムを運用する観点からも、効果を有する。

〔セッションテーブル〕

上記の TCP セッション管理方法においても述べたとおり、帯域調整装置 1 は、受信したパケットについて帯域調整を行うに当たり、セッションテーブル 1 3 にセッションに係わる情報を登録する。ここでは、図 2 9 及び図 3 0 を参照して、セッションテーブル 1 3 のデータ構造等について説明する。

[0192] 図 2 9 は、セッションテーブル 1 3 の構造例を示す図である。図 2 9 に示すセッションテーブル 1 3 は、送信端末 2 A から受信端末 4 B の方向及び逆

方向の双方向のセッション情報を格納したハッシュテーブル（一次元配列）であり、インデックスと対応付けてセッションテーブルデータを格納する。

[0193] 実施例では、ハッシュキーコードをテーブルの大きさで剰余をとった値をハッシュテーブルのインデックスとすることにより、セッション情報の識別を可能としている。かかるインデックスの求め方については、公知の技術を用いている。ハッシュキーコードは、上述のとおり、IPアドレス及びTCPポート番号の対から求める。

[0194] 図30は、セッションテーブルデータの構造例を示す図である。ハッシュテーブルのインデックスと対応付けられるセッションテーブルデータは、セッションごとに設けられ、管理情報D1、反対方向のセッション情報の場所を指示するデータD2、パケットの送信元及び送信先のIPアドレスやTCPポート番号に係わるデータD3、時刻データD4（D4-1とD4-2）、単位時間D5、測定帯域データD6、目標帯域データD7、中継帯域データD8、シーケンス番号に係わるデータD9、ACK番号に係わるデータD10及びパケットのバッファデータD11を含む。

[0195] 管理情報D1は、帯域調整装置1のセッション管理部22がセッションテーブル13の管理に用いる情報である。

[0196] 反対方向のセッション情報の場所を指示するデータD2は、図30に示すセッション情報と対をなすセッション情報のセッションテーブル13上の場所、すなわち図29の「インデックス」を格納する。帯域調整装置1のセッション管理部22等の各部は、データD2を用いて、セッションテーブル13上の反対方向のセッション情報にアクセスする。データD2は、反対方向のトラフィックを中継しない場合には、無効である。

[0197] パケットの送信元及び送信先のIPアドレスやTCPポート番号に係わるデータD3は、ハッシュキーコード（セッション識別コード）、送信IPアドレス、受信IPアドレス、送信ポート番号及び受信ポート番号を含む。

[0198] なお、データD3には、送信元及び送信先のIPアドレスやTCPポート番号が格納されており、実施例では、IPアドレス及びTCPポート番号の

対を利用して、ハッシュ子キーコードであるセッション識別コードを求めている。このため、反対方向のセッション情報の場所を指示するデータD2については、データD3を用いて、IPアドレスとTCPポート番号の送信／受信を入れ替えて算出することも可能である。ただし、データD2の領域に予め求めた値を格納しておくことで、ハッシュコード生成に要する時間を節約できる。

[0199] 時刻データD4は、セッション開始時刻、データパケット中継時刻及びACKパケット中継時刻等の、帯域調整に係わる各種の時刻情報を含む。例えば、マイクロ秒単位の時刻数値や、J i f f y等のオペレーティングシステムの最小タイマ割り込みで計時する時刻値等の一般的な時刻値を使用する。例えば、現在時刻とセッション開始時刻との差からセッション継続時間が得られ、得られたセッション継続時間を用いて、上記セッションの削除処理等を行う。

[0200] 単位時間D5は、帯域調整装置1を備えるネットワーク機器（上記の例では中継装置3）や端末等における内部時刻の単位時間の長さを表す数値である。単位時間は、セッションごとに異なる場合があるので、実施例では、セッションごとに設定している。

[0201] 測定帯域データD6は、受信帯域測定部23において測定した帯域を格納し、それぞれ単位時間当たりの測定データ量、最大測定データ量、最小測定データ量、ACK量、最大ACK量及び最小ACK量を含む。単位時間当たりの測定データ量及びACK量は、単位時間D5の期間内に受信帯域測定部23が計測したトラフィック量であり、それぞれの最大値及び最小値には、過去の最大値及び最小値を記録する。

[0202] 目標帯域データD7には、単位時間に中継すべきデータパケットやACKパケットの増分の総量を表す情報、すなわち、目標帯域が格納される。目標帯域データD7の各項目の値は、セッション管理部22が、新たにセッションテーブル13に情報を登録するときに、所定の初期値を格納し、例えば反対方向の通信帯域の測定結果等に応じて、値を変更する。帯域の測定方法に

において説明したとおり、単位時間当たりの転送可能データ量は、データ量の積算である。これに対し、単位時間当たりの転送可能ACK量は、ACKパケット長の増分ではなく、ACKの増分である。

[0203] 中継帯域データD8は、帯域調整部24の帯域調整により中継されるパケットの帯域を格納し、単位時間当たりの中継データ量、最大中継データ量、最小中継データ量、中継ACK量、最大中継ACK量及び最小中継ACK量を含む。データ量及びACK量は、測定帯域や目標帯域と同様に、それぞれデータ量の積算及びACKの増分からなる。なお、ACKが増えない場合には、中継ACK量は「0」となる。また、ACKパケットの順序が入れ替わることにより、ACK量が減少する場合には、該当するACKパケットについては無視してACK量を計測する。

[0204] シーケンス番号に係わるデータD9は、バッファ部14にバッファリングしているデータパケットのシーケンス番号を格納し、図30に示す例では、バッファリングしているデータパケットのシーケンス番号のうち、最大シーケンス番号と最小シーケンス番号とを格納する。データD9により、バッファ部14にバッファリングしているパケットの解析を不要とし、帯域調整装置1の処理が軽減される。

[0205] ACK番号に係わるデータD10は、バッファ部14にバッファリングしているACKパケットのACK番号を格納し、図30に示す例では、バッファリングしているACKパケットのACK番号のうち、最大ACK番号を格納する。

[0206] バッファデータD11は、データパケットや1個のACKパケットをキューに格納している。

[0207] 図30に示すとおり、セッションテーブルデータは、一方向の通信につき128バイトであるので、二方向については、256バイトとなる。メモリが1メガバイトとすると、4096セッションを登録可能である。現在の技術水準では、10万セッションには25メガバイト、100万セッションには256メガバイトあれば、セッションテーブル13を容易に実現できる。

〔目標帯域の設定〕

帯域調整処理において使用する目標帯域は、図30に示すとおり、セッションテーブル13に格納される。目標帯域の初期値は、例えば、IPアドレスやポート番号の値の範囲に応じて、予め定義されている値の中から選択させる構成とすることができる。IPアドレスやポート番号により目標帯域を決定することで、通信ごとに応じた目標帯域を設定可能となる。かかる処理は、例えばセッション管理部22等が実行する。

[0208] 帯域調整装置1が、TCPパケットの受信を認識し、帯域調整処理を開始すると、その後、目標帯域を動的に変更することも可能である。変更のタイミングとしては、例えば、何らかのパケット処理でセッションテーブル13を参照したとき、図12に示す定期的な割り込み処理を行ったとき、帯域調整装置1の管理者が意図的に変更するとき等がある。いずれの場合においても、その時点のセッションテーブルデータ（図30）を参照して、データD7の単位時間転送可能データ量や単位時間転送可能ACK量を適宜設定する。かかる処理は、例えば受信帯域測定部23等が実行する。

[0209] 動的に目標帯域を設定することで、実際の通信に応じたより適切な目標帯域を用いて帯域調整することが可能となる。

[0210] 以上説明したように、本実施形態に係る帯域調整装置1によれば、帯域調整装置1を通過するパケットを監視して、通信に必要な帯域を示す目標帯域と、測定した実際の帯域とを比較し、比較に応じて、帯域の抑制や促進を行う。測定帯域が目標帯域を上回る場合には、パケットの送信タイミングを制御して一定の間隔、すなわち、目標帯域でパケットが送信されるよう、帯域を「抑制」する。一方、測定帯域が目標帯域を下回る場合には、予めバッファリングしておいたパケットを送信端末2Aや受信端末4Bに代理で再送することにより、帯域を「促進」する。帯域の抑制により、通信性能が所定の範囲内に抑えられるので、バーストラフィック等の発生を効果的に抑制することとなり、端末間での通信性能のばらつきを抑える。これにより、従来は1Mbpsほどであった通信性能を、数Mbps程度まで改善することが

できる。また、帯域の促進により、端末によるパケット送信が促されること
で、パケット再送及び再送に伴うトラフィックの増加を効果的に抑制する。
このように、実際の帯域を目標帯域に近付けるよう帯域の抑制または促進を
行うことで、帯域調整装置 1 を経由する通信については、セッション単位で
通信性能を所定の範囲に抑えとともに、パケットの再送を効果的に抑える
ことができるため、通信の安定化に効果を奏する。

[0211] インターネット等の IP ネットワークは、「信頼性のない通信」を提供す
るネットワーク基盤であるが、このネットワークの下で、TCP のような「
信頼性のある通信」を提供する通信に対して上記帯域調整を行う。従来にお
いては、端末ごとにネットワーク速度が大きく異なる場合には、端末間に提
供される通信品質に不均衡が生じていた。例えば、サービスを提供するサー
バは高速なネットワークに接続されているのに対し、ユーザ側端末は比較的
低速なアクセスネットワークに接続されているのが一般的である。このよう
な不均衡な環境において、上記の帯域の促進及び抑制を行うことで、「信頼
性のある通信」を行う端末間の通信を改善する。

[0212] また、本実施形態に係る帯域調整装置 1 によれば、2 方向の通信のうち 1
方向のパケットのみを監視して他の方向の帯域調整に利用することも可能で
あるので、対向する装置を設ける必要がない。また、経路上の任意の場所に
設置してもよいため、ネットワーク設計コストを削減させることが可能であ
る。更には、経路上に複数の帯域調整装置 1 設置しても、各装置が、自装置
内を流れるパケットを監視して帯域調整を行うため、装置間で相互に干渉す
ることもない。寧ろ、複数の帯域調整装置 1 のそれぞれで帯域調整を行うこ
とにより、経路上の複数箇所で帯域調整がなされ、TCP 通信を更に安定化
させることができる。

[0213] 更には、TCP/IP パケットに対して通信に影響するような変更を加え
るわけではなく、IP 層の「信頼性のない通信」で許容されたパケット操作
のみを用い、また、少なくとも TCP 通信の 1 方向のみの中継等で帯域調整
処理を実施することが可能である。このような帯域調整処理は、比較的単純

なソフトウェアによっても実現でき、これにより、ルータ、ブリッジ、ネットワークアプライアンス機器、端末等の通信機能を備えるネットワーク接続機器であれば、帯域調整装置 1 を組み込むことが可能となる。

[0214] なお、実施例では、帯域調整装置 1 を中継装置 3 に組み込む場合を例に説明しているため、パケットをどのように「中継」して帯域調整を行うかについて記載している。帯域調整装置 1 を端末に組み込む場合には、帯域調整装置 1 は、自装置が送出するパケットや自装置が受信するパケットを、帯域測定・帯域調整等の対象とし、上記の方法でパケットを「送信」することにより、実現できる。セッションの監視・削除処理については、端末が自装置内の帯域調整装置から TCP 層に終了通知をすることで、回復不能なセッションを終了させている。

[0215] 更には、帯域調整装置 1 による帯域調整処理では、帯域調整装置 1 を中継装置 3 に設けた場合であっても、従来の TCP 技術のように、中継 TCP を終端することがない。また、帯域調整処理は、既存の TCP/IP 処理機能に依存していない。帯域調整装置 1 は、受信した TCP/IP パケットの制御情報を参照することで、帯域調整処理を行うことができ、複雑な処理を不要とする。このため、中継装置 3 に帯域調整装置 1 を組み込む場合であっても、当該中継装置 3 に高速な TCP Splicing を実装させることが容易となる。したがって、処理性能のスケラビリティを向上させる効果がある。また、処理性能のスケラビリティの向上により、多くのトラフィックが集約される基幹ネットワークにおいても、セッションごとに管理して帯域調整を行うことが可能となる。

[0216] そして、帯域調整装置 1 は、受信したパケットが TCP パケットであるか否かに基づいて、セッションを認識し、セッション単位で帯域調整を行うので、TCP ヘッダを参照して、TCP 通信の状態を判断する必要がない。これにより、送信端末 2 A と受信端末 4 B との間で通信が継続しているときであっても、通信を切断させることなく、帯域調整装置 1 を通信システムに追加で設置すること、通信システムから除去することが可能となる。したがっ

て、帯域調整装置 1 の追加や除去によってネットワークの信頼性を低下させることなく、TCP 通信の安定化を実現することが可能となる。

[0217] なお、上記においては、送信端末 2 A－受信端末 4 B間の通信には、TCP を用いる場合の帯域調整を実施する方法を例に説明しているが、これには限らない。例えば SCTP (Stream Control Transmission Protocol) や XTP (Xpress Transport Protocol) 等を用いて通信を行う場合についても同様に、上記の帯域調整方法を適用することが可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 送信装置及び受信装置がネットワークを介して通信を行うときに、通信の帯域を制御する通信装置であって、
- 前記送信装置から前記受信装置、及び前記受信装置から送信装置の2方向の通信のうち、少なくとも1方向の通信について帯域を測定する測定部と、
- 通信に必要な帯域を示す目標帯域を含む帯域調整に係わる情報を記憶する記憶部と、
- 前記記憶部から前記帯域を測定した方向の目標帯域を読み出し、前記測定部において測定した帯域と該読み出した目標帯域との比較に基づきパケットの送出間隔を調整することにより、帯域の抑制または促進を行う調整部と
- を備えることを特徴とする通信装置。
- [請求項2] 前記調整部は、前記送信装置及び受信装置の間で送受されるパケットには変更を加えずに、パケットの破棄、パケットの中継または送信、複数の複写パケットの中継または送信、及び、パケットの送出間隔の制御を行うパケット処理を行うことで、帯域を調整することを特徴とする請求項1記載の通信装置。
- [請求項3] 前記測定部は、前記送信装置から第1のパケットを受信した前記受信装置が該送信装置宛に返送する第2のパケットを観測して、該第2のパケットの送信方向の通信についての帯域を測定し、
- 前記調整部は、前記第2のパケットの送出間隔を制御して、該第2のパケットの送出間隔を空け、または詰めることにより、帯域の抑制、または促進を行う
- ことを特徴とする請求項1記載の通信装置。
- [請求項4] 前記測定部は、前記第2のパケットに含まれる、前記送信装置が次に送信すべき前記第1のパケットを示す情報に基づき、該第2のパケットの送信方向の帯域を測定する

前記調整部は、前記送信装置が次に送信すべき前記第 1 のパケットを示す情報の増分が前記目標帯域に近づくよう前記第 2 のパケットの送出間隔を制御して、前記帯域の抑制または促進を行う

ことを特徴とする請求項 3 記載の通信装置。

[請求項 5]

前記送信装置が送信する第 1 のパケット及び前記受信装置が該第 1 のパケットに対して返送する第 2 のパケットを、該第 1 及び第 2 のパケットに含まれるパケットの順序を示す情報にしたがって格納するパケット格納部と、

を更に備え、

前記調整部は、

前記ネットワークを介してパケットを受信すると、該受信したパケット、及び前記パケット格納部に格納しているパケットの前記パケットの順序を示す情報を比較し、

前記パケットの順序を示す情報が互いに一致する場合には、前記パケット格納部に格納しているパケットまたは前記受信したパケットのいずれか一方を破棄し、他方のパケットについては該パケット格納部に保存させる

ことを特徴とする請求項 1 記載の通信装置。

[請求項 6]

前記調整部は、前記第 1 または第 2 のパケットの送信方向の帯域が、該通信方向の前記目標帯域を下回る場合には、前記パケット格納部に格納したパケットを複写し、該複写パケットを、該目標帯域に応じた送出間隔で少なくとも 1 回送出する

ことを特徴とする請求項 5 記載の通信装置。

[請求項 7]

前記調整部は、所定の期間以上に渡って前記第 2 のパケットを認識しない場合には、第 1 のパケットの順序を示す番号が、第 2 のパケットの順序を示す番号のうち最大の番号と対応する第 1 のパケットを前記パケット格納部から取得し、該取得した第 1 のパケットの複写パケットを、前記受信装置に向けて送出させる

ことを特徴とする請求項 6 記載の通信装置。

[請求項 8] 前記調整部は、所定の期間以上に渡って前記第 1 のパケットを認識しない場合には、第 2 のパケットの順序を示す番号が最大の番号をとる第 2 のパケットを前記パケット格納部から取得し、該取得した第 2 のパケットの複写パケットを、前記送信装置に向けて送出させる

ことを特徴とする請求項 6 記載の通信装置。

[請求項 9] 前記調整部は、前記パケットの順序を示す番号が同一の第 2 のパケットについての複写パケットを、所定の回数以上連続して送出して、前記送信装置における送信帯域を向上させる

ことを特徴とする請求項 6 記載の通信装置。

[請求項 10] 前記測定部及び調整部は、前記送信装置及び受信装置間の二方向の通信のうち、一方の通信についての帯域測定及び帯域調整をそれぞれ行う第 1 の測定部及び第 1 の調整部、並びに他方の通信についての帯域測定及び帯域調整をそれぞれ行う第 2 の測定部及び第 2 の調整部を有し、

前記 2 方向のうちパケットを認識している通信方向の測定部及び調整部を動作させて、該認識している通信方向について帯域調整を行う

ことを特徴とする請求項 1 記載の通信装置。

[請求項 11] 前記調整部は、前記受信装置から受信した第 2 のパケットのうち、前記送信装置において破棄されるパケットについては、該送信装置に送出させず、自装置において破棄する

ことを特徴とする請求項 5 記載の通信装置。

[請求項 12] 前記送信装置または受信装置からパケットを受信したことを契機として前記記憶部に情報の登録を行い、該送信装置と受信装置との間のセッションの管理を開始する管理部と

を更に備え、

前記記憶部は、前記送信装置と前記受信装置との間のセッションを識別する情報と対応付けて、該セッションについての帯域調整に係わ

る情報を記憶する

ことを特徴とする請求項 1 記載の通信装置。

[請求項13] 前記セッション管理部は、前記パケットに含まれる、通信の状態遷移を表す情報を参照し、該状態遷移を表す情報に該送信装置及び受信装置の間のセッションを終了する旨の値が格納されている場合には、該セッションを識別する情報及びこれと対応付けられた帯域調整に係わる情報を前記記憶部から削除するとともに、該パケットの送信先である前記送信装置または受信装置に対して、通信の終了を通知する通知パケットを生成し、送出する

ことを特徴とする請求項 1 2 記載の通信装置。

[請求項14] 前記セッション管理部は、管理中のセッションに関するパケットを所定の期間に渡って認識しない場合には、該セッションを識別する情報及びこれと対応付けられた帯域調整に係わる情報を前記記憶部から削除するとともに、前記送信装置及び受信装置に対して、通信の終了を通知するパケットを生成し、送出する

ことを特徴とする請求項 1 4 記載の通信装置。

[請求項15] 前記調整部は、帯域調整を行った前記パケットに、帯域調整処理が実施済であることを示す情報を設定し、受信したパケットに該情報が設定されているか否かに基づき、該受信したパケットが帯域調整の対象であるか否かを判定する

ことを特徴とする請求項 1 記載の通信装置。

[請求項16] 前記調整部は、前記パケットの T C P (Transmission Control Protocol) ヘッダの U R G E N T ビットには 0 を設定し、U R G E N T ポインタフィールドには、帯域調整処理が実施済であることを示す情報を設定し、該パケットのチェックサムフィールドには、該設定した情報の値を含める値を設定する

ことを特徴とする請求項 1 5 記載の通信装置。

[請求項17] 前記測定部は、前記測定した帯域と前記目標帯域とを比較し、該測

定した帯域が該目標帯域を上回る場合には、予め設定されている目標帯域の許容範囲内で目標帯域を増やし、該測定した帯域が該目標帯域を下回る場合には、該許容範囲内で目標帯域を減らして、該変更した目標帯域を前記記憶部に記憶させる

ことを特徴とする請求項 1 記載の通信装置。

[請求項18]

前記管理部は、管理するセッションについての目標帯域を、パケットのネットワークアドレスの範囲、通信プロトコルの種類、通信の継続時間、時間帯、測定帯域あるいは送出したデータ量に応じて変更し、該変更した目標帯域を前記記憶部に記憶させる

ことを特徴とする請求項 1 2 記載の通信装置。

[請求項19]

送信装置及び受信装置がネットワークを介して通信を行うときに、通信の帯域を制御する通信方法であって、

前記送信装置から前記受信装置、及び前記受信装置から送信装置の 2 方向の通信のうち、少なくとも 1 方向の通信について帯域を測定し、

通信に必要な帯域を示す目標帯域を含む帯域調整に係わる情報を記憶する記憶部から前記帯域を測定した方向の目標帯域を読み出し、前記測定した帯域と該読み出した目標帯域との比較に基づきパケットの送出間隔を調整することにより、帯域の抑制または促進を行う

ことを特徴とする通信方法。