

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3882187号

(P3882187)

(45) 発行日 平成19年2月14日(2007.2.14)

(24) 登録日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 L 12/56 (2006.01)

H O 4 L 12/56 2 O O F

H O 4 L 29/08 (2006.01)

H O 4 L 13/00 3 O 7 C

請求項の数 14 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-120599 (P2001-120599)
 (22) 出願日 平成13年4月19日(2001.4.19)
 (65) 公開番号 特開2002-319968 (P2002-319968A)
 (43) 公開日 平成14年10月31日(2002.10.31)
 審査請求日 平成16年4月26日(2004.4.26)

(73) 特許権者 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100097157
 弁理士 桂木 雄二
 (72) 発明者 仙田 裕三
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
 式会社内

審査官 玉木 宏治

(56) 参考文献 特開平10-190746 (JP, A)
 特開2000-196599 (JP, A)
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フロー制御システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パケット交換網における輻輳回避のためのフロー制御システムであって、
 送信ノードは、
 輻輳の状態に応じて新たな送信パケットレートを決定する制御手段と、
 前記新たな送信パケットレートに合わせて送信すべきデータを生成するデータ生成手段
 と、

前記データ生成手段からデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化す
 る送信手段と、

を含んで構成され、

前記パケット交換網において輻輳が検知された場合に、前記制御手段は、
 前記新たな送信パケットレートを算出した後、前記データ生成手段に通知し、
 前記データ生成手段からの変更承認を待ち、
 承認後に前記新たな送信パケットレートを前記送信手段に指示する、
 ことを特徴とするフロー制御システム。

【請求項2】

パケット交換網における輻輳回避のためのフロー制御システムであって、
 送信ノードは、

前記パケット交換網における輻輳を検知する輻輳検知手段と、

前記輻輳検知手段によって検知される輻輳の状態に応じて、送信パケットレートについ

10

20

て減速を行うことを決定し、新たな送信パケットレートを算出する制御手段と、

前記制御手段によって算出された新たな送信パケットレートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成手段と、

前記データ生成手段の出力を蓄えるバッファ手段と、

前記バッファ手段からデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化する送信手段と、

前記送信手段から供給される前記パケットデータを、前記パケット交換網経由で受信ノード宛に送信し、前記受信ノードから前記パケット交換網経由で送信されるパケットを、前記輻輳検知手段に供給するパケット処理手段を含んで構成され、

前記制御手段は、

減速を行う場合には、減速された新たな送信パケットレートを算出して前記データ生成手段に通知し、

前記データ生成手段は、

前記減速された新たな送信パケットレートを通知された際に、前記バッファ手段に蓄積されたデータ量と現在の送信パケットレートとから待ち時間を算出して前記制御手段に指示し、

前記制御手段は、

前記待ち時間が経過した後に、前記減速された新たな送信パケットレートを前記送信手段に指示することを特徴とするフロー制御システム。

【請求項3】

パケット交換網における輻輳回避のためのフロー制御システムであって、

送信ノードは、

前記パケット交換網における輻輳を検知する輻輳検知手段と、

前記輻輳検知手段によって検知される輻輳の状態に応じて、送信パケットレートについて減速を行うことを決定し、新たな送信パケットレートを算出する制御手段と、

前記制御手段によって算出された新たな送信パケットレートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成手段と、

前記データ生成手段の出力を蓄えるバッファ手段と、

前記バッファ手段からデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化する送信手段と、

前記送信手段から供給される前記パケットデータを、前記パケット交換網経由で受信ノード宛に送信し、前記受信ノードから前記パケット交換網経由で送信されるパケットを、前記輻輳検知手段に供給するパケット処理手段を含んで構成され、

前記制御手段は、

減速を行う場合には、減速された新たな送信パケットレートを算出して前記データ生成手段に通知し、

前記データ生成手段は、

前記減速された新たな送信パケットレートの通知を受けた際、減速可能になるまで待つてから、減速承認を前記制御手段に通知し、

前記制御手段は、

前記減速承認の通知を受けるまで待つてから、前記減速された新たな送信パケットレートを前記送信手段に指示することを特徴とするフロー制御システム。

【請求項4】

前記データ生成手段は、

前記減速された新たな送信パケットレートを通知された際に、前記バッファ手段に蓄積されているデータ量を測定し、通知以降にそのデータ量以上のデータが前記バッファ手段から出力されるまで待つた後に、前記減速承認を前記制御手段に通知することを特徴とする請求項3記載のフロー制御システム。

【請求項5】

前記データ生成手段は、読み出し手段と複数の記憶手段とを含んで構成され、

10

20

30

40

50

前記複数の記憶手段は、各々異なるビットレートで符号化され、かつ所定の時間間隔毎に切替点を有するデータを記憶し、

前記読み出し手段は、

前記複数の記憶手段の中の1つの記憶手段からデータをそのデータが符号化されたビットレートで読み出して、前記バッファ手段に蓄積していくものであり、

読み出しているデータが切替点に達する毎に、前記新しい送信 PACKET レートが通知されたかどうかを確認し、

通知されている場合には、前記複数の記憶手段の中から、前記新しい送信 PACKET レートに合う記憶手段を選択すると共に、前記新しい送信 PACKET レートが前記減速された新たな送信 PACKET レートだった場合には、前記バッファ手段に蓄積されたデータ量を測定し、

10

通知以降にそのデータ量以上のデータが前記バッファ手段から出力されるまで待った後に、前記減速承認を前記制御手段に通知する、

ことを特徴とする請求項 3 記載のフロー制御システム。

【請求項 6】

前記送信手段は、

送信すべき各 PACKET に一連のシーケンス番号を付与し、

前記受信ノードは、

前記一連のシーケンス番号が付与された受信 PACKET の総数と、前記一連のシーケンス番号が付与された受信 PACKET の中で最後の受信 PACKET のシーケンス番号の情報を含めて応答 PACKET を生成すると共に、前記応答 PACKET を前記送信ノードに転送し、

20

前記輻輳検知手段は、

前記受信 PACKET の総数と前記最後の受信 PACKET のシーケンス番号の差分の変化から輻輳を検知することを特徴とする請求項 2 から 5 のいずれか 1 つに記載のフロー制御システム。

【請求項 7】

送信すべき各 PACKET が、前記 PACKET 交換網を構成する中継ノードにおいて輻輳状態である場合に、輻輳状態であることをセット可能な輻輳表示情報を持ち、

前記送信手段は、

前記輻輳表示情報をクリアして各 PACKET を送信し、

30

前記受信ノードは、

前記輻輳表示情報がセットされた PACKET の総数の情報を含めて応答 PACKET を生成すると共に、前記応答 PACKET を前記送信ノードへ転送し、

前記輻輳検知手段は、

前記総数の変化から輻輳を検知することを特徴とする請求項 2 から 5 のいずれか 1 つに記載のフロー制御システム。

【請求項 8】

前記送信手段は、

前記バッファ手段が空の場合には、空の PACKET を前記 PACKET 処理手段に供給することを特徴とする請求項 2 から 7 のいずれか 1 つに記載のフロー制御システム。

40

【請求項 9】

PACKET 交換網における輻輳回避のためのフロー制御方法であって、

前記 PACKET 交換網における輻輳を検知する輻輳検知ステップと、

前記輻輳検知ステップによって検知される輻輳の状態に応じて、送信 PACKET レートについて減速を行うことを決定し、新たな送信 PACKET レートを算出する制御ステップと、

指定された送信 PACKET レートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成ステップと、

前記生成され出力されたデータをバッファに蓄えるステップと、

前記バッファからデータを引き出し、指定された PACKET レートで PACKET 化し、PACKET データを前記 PACKET 交換網経由で受信ノード宛に送信する送信ステップと、

50

を含み、

前記制御ステップで減速した場合には、前記新たな送信パケットレートを前記データ生成ステップにおけるパケットレートに指定し、

前記バッファに蓄積されたデータ量と現在の送信パケットレートとから待ち時間を算出し、

前記待ち時間が経過した後に、前記新たな送信パケットレートを前記送信ステップにおけるパケットレートに指定する、

ことを特徴とするフロー制御方法。

【請求項 10】

パケット交換網における輻輳回避のためのフロー制御方法であって、

前記パケット交換網における輻輳を検知する輻輳検知ステップと、

前記輻輳検知ステップによって検知される輻輳の状態に応じて、送信パケットレートについて減速を行うことを決定し、新たな送信パケットレートを算出する制御ステップと、指定された送信パケットレートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成ステップと、

前記生成され出力されたデータをバッファに蓄えるステップと、

前記バッファからデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化し、パケットデータを前記パケット交換網経由で受信ノード宛に送信する送信ステップと、

を含み、

前記制御ステップで減速した場合には、前記データ生成ステップにおけるパケットレートに前記新たな送信パケットレートを指定し、前記データ生成ステップは減速可能になるまで待ってから減速承認を行い、

前記制御ステップは前記減速承認を受けるまで待ってから、前記送信ステップにおけるパケットレートを前記新たな送信パケットレートに指定する、

ことを特徴とするフロー制御方法。

【請求項 11】

パケット交換網における輻輳回避のためのフロー制御システムであって、

送信ノードは、

前記パケット交換網における輻輳を検知する輻輳検知手段と、

前記輻輳検知手段によって検知される輻輳の状態に応じて、新たな送信パケットレートを算出する制御手段と、

指定されたパケットレートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成手段と、

前記データ生成手段の出力を蓄えるバッファ手段と、

前記バッファ手段からデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化する送信手段と、

前記送信手段から供給される前記パケットデータを、前記パケット交換網経由で受信ノード宛に送信し、前記受信ノードから前記パケット交換網経由で送信されるパケットを、前記輻輳検知手段に供給するパケット処理手段を含んで構成され、

前記制御手段は、

前記新たな送信パケットレートを算出した場合、まず前記データ生成手段に指示し、

前記バッファ手段に蓄積されたデータ量と現在の送信パケットレートとから待ち時間を算出し、

前記待ち時間が経過した後に、前記新たな送信パケットレートを前記送信手段に指示する、

ことを特徴とするフロー制御システム。

【請求項 12】

パケット交換網における輻輳回避のためのフロー制御システムであって、

送信ノードは、

前記パケット交換網における輻輳を検知する輻輳検知手段と、

10

20

30

40

50

前記輻輳検知手段によって検知される輻輳の状態に応じて、新たな送信パケットレートを算出する制御手段と、

指定されたパケットレートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成手段と、

前記データ生成手段の出力を蓄えるバッファ手段と、

前記バッファ手段からデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化する送信手段と、

前記送信手段から供給される前記パケットデータを、前記パケット交換網経由で受信ノード宛に送信し、前記受信ノードから前記パケット交換網経由で送信されるパケットを、前記輻輳検知手段に供給するパケット処理手段を含んで構成され、

10

前記制御手段は、

前記新たな送信パケットレートを算出した場合、まず前記データ生成手段に指示し、

前記データ生成手段からの変更承認を待ち、

承認後に前記新たな送信パケットレートを前記送信手段に指示する

ことを特徴とするフロー制御システム。

【請求項13】

パケット交換網における輻輳回避のためのフロー制御方法であって、

前記パケット交換網における輻輳を検知する輻輳検知ステップと、

前記輻輳検知ステップによって検知される輻輳の状態に応じて、新たな送信パケットレートを算出する制御ステップと、

20

指定されたパケットレートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成ステップと、

前記生成され出力されたデータをバッファに蓄えるステップと、

前記バッファからデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化し、パケットデータを前記パケット交換網経由で受信ノード宛に送信する送信ステップと、

を含み、

前記制御ステップは、前記新たな送信パケットレートを算出した場合、

まず前記データ生成ステップにおけるパケットレートに指定し、

前記バッファに蓄積されたデータ量と現在の送信パケットレートとから待ち時間を算出し、

30

前記待ち時間が経過した後に、前記新たな送信パケットレートを前記送信ステップにおけるパケットレートに指定する、

ことを特徴とするフロー制御方法。

【請求項14】

パケット交換網における輻輳回避のためのフロー制御方法であって、

前記パケット交換網における輻輳を検知する輻輳検知ステップと、

前記輻輳検知ステップによって検知される輻輳の状態に応じて、新たな送信パケットレートを算出する制御ステップと、

前記新たな送信パケットレートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成ステップと、

40

前記生成され出力されたデータをバッファに蓄えるステップと、

前記バッファからデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化し、パケットデータを前記パケット交換網経由で受信ノード宛に送信する送信ステップと、

を含み、

前記制御ステップは、前記新たな送信パケットレートを算出した場合、

まず前記データ生成ステップにおけるパケットレートに指定し、

前記データ生成ステップからの変更承認を待ち、

承認後に前記新たな送信パケットレートを前記送信ステップにおけるパケットレートに指定する、

ことを特徴とするフロー制御方法。

50

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パケット交換網に接続された通信プロトコル処理を実行するノードに対する輻輳回避のためのフロー制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、インターネットプロトコル（IP）を用いたパケット交換網（IP網）が広く用いられている。IP網では、送信ノードと受信ノードのエンドツーエンドで輻輳回避を行っている。すなわち、OSI参照モデルのトランスポートレイヤであるプロトコルレイヤ4 10
において、TCPのフロー制御によって輻輳回避を実現している。TCPとは、バーチャルサーキット（VC）に基づいてデータを転送するコネクション指向型の転送プロトコルである。TCPのフロー制御では、ウインドウ制御方式を用いている。そこでは、送信ノードが網内でのパケットロスを検出すると、その原因を輻輳であると判断し、送信データ量（輻輳ウインドウ）を半分に削減する。輻輳ウインドウとは、ネットワークの転送能力を推定した値である。

【0003】

より効率的な輻輳制御のため、輻輳の兆候を明示的に通知するECN（Explicit Congestion Notification）が提案されている。ECNは各パケットに輻輳表示情報を持たせており、網内の中継ノードが輻輳の兆候を捉えて（中継ノードの送信バッファ占有量が大きくなったら）、この情報をセットする。受信ノードは、このような輻輳情報がセットされたパケットを送信ノードに送り返す。これによって、送信ノードはパケットロスの場合と同様に輻輳ウインドウを半分に削減する。TCPの動作については特許第3003095号公報においても解説されている。参考文献には、W. R. Stevens著のTCP Illustrated Vol.1 (Addison Wesley, 1994)の21章や、Internet Engineering Task Force (IETF)のRequest for Comments (RFC)の2001や2481などがある。尚、上記特許第3003095号公報においては、パケット紛失/廃棄の原因が輻輳でなく回線誤りによるものである場合に、不要な輻輳ウインドウ削減を回避する方法が開示されている。また、特開2000-115239号公報 30
において、輻輳状態を監視しつつ、パケット毎に管理される優先度が低い通信のパケット再送を制御する手段が開示されている。

【0004】

IP網は元々データ伝送用のネットワークであるが、近年、音声や画像などのストリームデータのリアルタイム伝送（ストリーミング）が行われるようになってきた。最も簡単なストリーミングは固定ビットレートで符号化したストリームデータの伝送である。ストリーミングに適した伝送プロトコルとしてRTP (IETF RFC 1889)が知られているが、RTPは輻輳回避の機能を持たない。そのため、網の容量以上に伝送しようとするすると輻輳が発生し、パケットロスが多発する。輻輳が継続している期間には、音声や途切れ画像が崩れるだけでなく、TCPによるデータ転送もできなくなる。TCPは輻輳を検出すると輻輳ウインドウを半分にするが、RTPにより輻輳が継続するとTCPの送信できるデータが指数的に減少し（半減を繰り返す）、ほとんど零になってしまうからである。 40

【0005】

一方、伝送プロトコルにTCPを用いる場合、網の状態に合わせて送信ビットレートが変化するため、伝送完了までにかかる時間が不定となる。ファイル転送であれば単に転送完了までの待ち時間が長くなるだけで、品質には影響を及ぼさない（最終的に受信側に内容の全てが受け渡されれば品質に問題は生じない）。しかし、ストリーミングでは時々再生が途中で停止し、品質が大きく損なわれるという問題が生じる（時間的な要素が重要となる）。すなわち、ストリーミングの場合は、輻輳を回避するだけでなく、予定された時間 50

的な連続性を維持して送信が行われる必要がある（そうしなければ、再生途中で停止され、品質に悪影響を及ぼす）。

【0006】

ストリーミングで輻輳回避を行いつつ、再生途中の停止をなるべく避ける方法が提案されている。符号化ビットレートの異なる複数のストリームデータを用意しておき、網の状態に合わせて切り替えて送信するという方式である。以後、これをストリーム切替方式と呼ぶ。一般にストリームデータは単純に途中で切り替えることが出来ないため、ストリーム切替方式では、同期した所定の時間間隔（例えば1秒間隔）にストリームデータを切り替えられる点（切替点）をストリームデータ毎に用意している。例えば、特開2000-83029号公報においては、ストリーム切替方式の一種であってATM網を用いたVOD 10 システムの構成例が開示されている。ここでは、ATM網の機能を用いてリソースの確保と輻輳情報の取得を行い、切替点で送信するストリームデータを切り替えると共に、送信パケットレートを更新している。しかし、IP網では網自体にこのような機能は無く、エンドツーエンドで輻輳回避を行っているために、特開2000-83029号公報に開示された技術をIP網でそのまま適用することは出来ない。

【0007】

IP網上でストリーム切替方式を実現する場合、TCPの送信ビットレートを推定し、それに合わせてストリームデータを選択して送信する。しかし、ウィンドウ制御方式では輻輳ウィンドウを制御しているために送信ビットレートが直接定まらない。また、パケット毎に異なる網内での遅延時間がそのまま送信ビットレートの変動につながっている。その 20 ため、アプリケーションは、実際に送信できたデータ量を測定し、ある時間で平均化した平均送信ビットレートを算出し、それを今後の送信ビットレートの推定値として用いている。ここで、切替点が所定の時間間隔毎にしか存在しないため、必ずしも連続再生は保証されないという問題がある。例えば、TCPの平均送信ビットレートが1Mbpsで、これに合わせて1Mbps（1000Kbps）のストリームデータを送信していたとする。この時突然、平均送信ビットレート100Kbpsに変化したとすると、次の切替点まで0.5秒分のストリームデータ（500Kビット）が残っていたとすると、500Kビットを100Kbpsで送ることになり（送信に5秒要することになり）、4.5秒の遅延が余計に発生する。つまり再生が4.5秒間停止してしまう。

【0008】

この再生途中の停止という問題は、アプリケーションとしてリアルタイムで符号化できる符号化手段を用いた場合にも存在する。一般に符号化手段は出力ビットレートを平滑化するために内部に（例えば最大0.5秒分の）バッファを持っている。そのため、すでにバッファ内に存在する生成済みの符号列は符号化時点のビットレートで出力される必要がある。例えば、TCPの送信ビットレートが200Kbpsで、バッファに符号化された100Kビットの符号列が存在していた場合、バッファの内容は0.5秒で出力される必要がある。しかし、TCPの送信ビットレートが突然100Kbpsに変化すると、出力に要する時間が1秒に変化する。受信ノードから見ると、遅延が突然0.5秒増えるため、再生が0.5秒間停止してしまう。

【0009】

この問題への対策として、受信ノードで長時間（例えば10秒以上）の再生遅延バッファを持つという方法がある。送信ビットレートの変動による遅延がこの範囲内であれば、再生途中の停止を回避することができ、連続再生できる確率を高くできる。そのため、TCPを伝送プロトコルに用いたストリーミングでは一般に大きな遅延バッファが用いられている。ただし、連続再生できる確率は高くできるものの、再生途中の停止がなくなるわけではなく、テレビ電話のような会話型のアプリケーションを実行するのは困難である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、これまでの技術では輻輳回避を行うと再生が途中で停止するという問題があった。また連続再生できる確率を高くするためには、受信側において、大きな再生遅 50

延バッファを挿入する必要があった。そのため、高品質なストリーミングをあきらめるか、そもそもストリーミング用の帯域をネットワーク設計の時点で予め確保しておく必要があった（輻輳が発生しないような設計を行う必要があった）。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項1に記載されたフロー制御システムの送信ノードは、輻輳の状態に応じて新たな送信パケットレートを決定する制御手段と、前記新たな送信パケットレートに合わせて送信すべきデータを生成するデータ生成手段と、前記データ生成手段からデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化する送信手段と、を含んで構成され、パケット交換網において輻輳が検知された場合に、前記制御手段は、前記新たな送信パケットレートを算出した後、前記データ生成手段に通知し、前記データ生成手段からの変更承認を待ち、承認後に前記新たな送信パケットレートを前記送信手段に指示する、ことを特徴とする。フロー制御システムの送信ノードは、前記パケット交換網における輻輳を検知する輻輳検知手段と、前記輻輳検知手段によって検知される輻輳の状態に応じて、送信パケットレートについて減速を行うことを決定し、新たな送信パケットレートを算出する制御手段と、前記制御手段によって算出された新たな送信パケットレートに合わせて送信すべきデータを生成して出力するデータ生成手段と、前記データ生成手段の出力を蓄えるバッファ手段と、前記バッファ手段からデータを引き出し、指定されたパケットレートでパケット化する送信手段と、前記送信手段から供給される前記パケットデータを、前記パケット交換網経路で受信ノード宛に送信し、前記受信ノードから前記パケット交換網経路で送信されるパケットを、前記輻輳検知手段に供給するパケット処理手段を含んで構成される。

10

20

【0012】

本発明の第1の側面によれば、制御手段は、減速を行う場合には、減速された新たな送信パケットレートを算出して前記データ生成手段に通知し、データ生成手段は、減速された新たな送信パケットレートを通知された際に、バッファ手段に蓄積されたデータ量と現在の送信パケットレートとから待ち時間を算出して前記制御手段に指示し、前記制御手段は、前記所定の待ち時間が経過した後に、前記減速された新たな送信パケットレートを前記送信手段に指示する。

【0013】

本発明の第2の側面によれば、制御手段は、減速を行う場合には、減速された新たな送信パケットレートを算出して前記データ生成手段に通知し、前記データ生成手段は、前記減速された新たな送信パケットレートの通知を受けた際、減速可能になるまで待ってから、減速承認を前記制御手段に通知し、前記制御手段は、前記減速承認の通知を受けるまで待ってから、前記減速された新たな送信パケットレートを前記送信手段に指示する。

30

【0014】

本発明は、輻輳回避と同時に連続再生を目的とするものであって、特にIP網での利用が有効であるが、その他のパケット交換網でも適用可能である。また、画像や音声のストリームデータのリアルタイム伝送（ストリーミング）における画像停止等の問題に対して特に有効であるが、その他のデータについても適用可能である。

40

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の第1の実施形態について説明する。図1は本発明のフロー制御システムが適用されるストリームデータ伝送システムのブロック図である（後述の第2の実施形態でも同じ構成である）。図1において、送信ノード1と受信ノード2は複数の中継ノード3, 4からなる通信網5を介して接続されており、送信ノード1から受信ノード2へストリームデータが伝送される。

【0016】

送信ノード1は送信すべきストリームデータを生成するアプリケーション11と、アプリケーション11で生成されたストリームデータを制御手段14から指定された送信パケッ

50

トレートでパケット化してデータパケットとする送信手段 1 2 と、送信ノードと受信ノードとを接続する通信網 5 で発生した輻輳を検知する輻輳検知手段 1 3 と、輻輳検知手段 1 3 の結果に応じて送信手段 1 2 の送信パケットレートを制御する制御手段 1 4 と、網との入出力処理を行うパケット処理手段 1 5 を備える。一方の受信ノード 2 は、パケット処理手段 1 5 と、パケット処理手段 1 5 から受信パケットを受け取る受信手段 2 2 と、受信したストリームを利用するアプリケーション 2 1 とを備える。

【 0 0 1 7 】

アプリケーション 1 1 は、送信手段 1 2 から送信タイミングを受け取り、それに応じてデータ列を送信手段 1 2 に供給する。また、制御手段 1 4 から減速した新しい送信パケットレートの通知を受けた際には、遷移に必要な待ち時間を制御手段 1 4 に指示する。送信手段 1 2 は、制御手段 1 4 から指示された送信パケットレートで送信タイミングを生成し、これをアプリケーション 1 1 に通知するとともに、アプリケーション 1 1 から供給されるデータ列に、一連のシーケンス番号を付けてパケット化し、パケット処理手段 1 5 に供給する。送信タイミングにアプリケーション 1 1 からデータ列が供給されない場合、空のパケットを生成して、パケット処理手段 1 5 に供給する。上記の遷移に必要な待ち時間とは、送信パケットレートの変更のためにアプリケーション 1 1 が必要とする時間を意味する。アプリケーションの内部構成および遷移に必要な待ち時間の算出の仕組みについては後述する。

10

【 0 0 1 8 】

アプリケーション 2 1 は、受信手段 2 2 から供給されるストリームデータを消費（利用）する。受信手段 2 2 は、パケット処理手段 1 5 からパケットを受け取り、データ列を復元してアプリケーション 2 1 に供給する。また、受信手段 2 2 は、送信ノード 1 に受信状況を通知するため、一連のシーケンス番号が付与された受信パケットの総数と、一連のシーケンス番号が付与された受信パケットの中で最後に受信したパケットのシーケンス番号についての情報を含めた A c k パケット（応答パケット）を生成し、パケット処理手段 1 5 に供給する。

20

【 0 0 1 9 】

パケット処理手段 1 5 は、送信手段 1 2 や受信手段 2 2 から受け取ったパケットを網に送出し、網から受信したパケットを輻輳検知手段 1 3 や受信手段 2 2 に供給する。前述した A c k パケットは、パケット処理手段 1 5 を介して受信ノード 2 から送信ノード 1 へ転送される。輻輳検知手段 1 3 は、A c k パケットに記載された内容に基づいて、輻輳を検知して制御手段 1 4 に通知する。通信網 5 のどこかで輻輳つまりパケットロスが発生すると、最終シーケンス番号と総受信パケット数の関係がパケットロスした分だけずれることになる。輻輳検知手段 1 3 は、A c k パケットに記載されている最終シーケンス番号と総受信パケット数の差分を監視し、この変化から輻輳を検知する。

30

【 0 0 2 0 】

制御手段 1 4 は、輻輳検知手段 1 3 で輻輳が検知されない場合、送信パケットレートを所定の加速度で増加させ、新しい送信パケットレートとして送信手段 1 2 に指示するとともに、アプリケーション 1 1 に通知する。逆に、輻輳検知手段 1 3 で輻輳が検知されると、送信パケットレートに所定の 1 未満の係数を乗じて、減速された新しい送信パケットレートを求める。そして、まずアプリケーション 1 1 に新しい送信パケットレートを通知する。そして、通知後、アプリケーション 1 1 に指示された所定の待ち時間が経過した時点で、送信手段 1 2 に新しい送信パケットレートを指示する。

40

【 0 0 2 1 】

アプリケーション 1 1 から制御手段 1 4 への待ち時間の指示は、アプリケーション 1 1 が必要とする遷移時間の最大値を予めアプリケーション起動時に待ち時間として指示する構成とすることができる。また、新しい送信パケットレートが通知されるたびに、その時点で必要となる遷移時間を待ち時間として指示する構成とすることもできる。また、待ち時間は時間そのもので表すだけでなく、送信パケットレートの減速前に送信すべきデータ量で表すことも可能である。その場合、制御手段 1 4 はデータ量を時間に換算して待ち時間

50

とする。

【0022】

このように、本発明の第1の実施形態によれば、アプリケーションに必要な待ち時間（アプリケーションの遷移に必要な時間）が経過した後に、送信パケットレートが下方に変更される。このような構成によって、突然のビットレートの変更による遅延の発生、すなわち再生の停止という事態の発生を回避することが可能となる。従って、本実施形態によれば、輻輳回避と品質維持（受信者側から見た突然の遅延の発生の防止）を同時に達成することが可能となる。

【0023】

本発明の第2の実施形態を説明する。ここでは、アプリケーション11から制御手段14に待ち時間を指示する代わりに、送信パケットレートの減速の承認を指示する。すなわち、アプリケーション11において、送信パケットレートの減速を行えるようになった時点で、制御手段14に指示を与える。そのため、アプリケーション11と制御手段14の動作が異なる。

10

【0024】

アプリケーション11は、送信手段12から送信タイミングを受け取り、それに応じてデータ列を送信手段12に供給する。また、制御手段14から減速した新しい送信パケットレートの通知を受けた場合、送信パケットレートの減速前に送信すべきデータの送信が完了してから、減速の承認を制御手段14に指示する（アプリケーション11の準備が完了してから制御手段14に承認を与える）。

20

【0025】

制御手段14は、輻輳検知手段13で輻輳が検知されない場合、送信パケットレートを所定の加速度で増加させ、新しい送信パケットレートとして送信手段12に指示するとともにアプリケーション11に通知する。逆に、輻輳検知手段13で輻輳が検知されると、送信パケットレートに所定の1未満の係数を乗じて、減速された新しい送信パケットレートを求める。そして、まずアプリケーション11に新しい送信パケットレートを通知し、アプリケーション11から承認を受け取るまで待ち、その後送信手段12に新しい送信パケットレートを指示する。尚、本実施形態においても、アプリケーション11と制御手段14の動作が異なるのみであって、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0026】

輻輳検知のために、明示的な輻輳情報を用いることができる。すなわち、各パケットがECNのような輻輳表示情報（輻輳状態であることをセット可能）を持ち、送信手段12が輻輳表示情報をクリアして送信する。通信網5を構成する中継ノード3や4が出方路の輻輳状態に応じて輻輳表示情報をセットする。そして、受信手段22が、受信パケットの中で輻輳表示情報がセットされているパケットをカウントして総セット数を求める。輻輳状態は、総セット数についての情報を含んだAckパケットによって送信ノード1に通知される。送信ノード1において、輻輳検知手段14が、総セット数の変化から輻輳を検知する。

30

【0027】

図2はアプリケーション11の構成の一例を示すブロック図である。アプリケーション11は符号化手段111と、バッファ手段112と、アプリケーション制御手段113から構成される。符号化手段111は、制御手段113に指示された量子化ステップサイズで入力信号を符号化する。そして、符号化によって生成されたストリームデータをバッファ手段112に供給する。

40

【0028】

バッファ手段112は、符号化手段111で生成されたストリームデータをバッファする（蓄積する）。そして、送信手段12から指示された送信タイミングで、所定の長さのデータ列をバッファから抜き出して、送信手段12に供給する。アプリケーション制御手段113は、バッファ手段112の占有量（蓄積されたデータ量）を監視する。そして、制御手段14から通知された送信パケットレートに合うように、量子化ステップサイズを制

50

御して符号化手段 1 1 1 に指示する。また、制御手段 1 4 から減速された新しい送信パケットレートを通知された場合、バッファ手段 1 1 2 の占有量を現在の送信パケットレートで除して必要となる遷移時間を算出する。そして、その値を待ち時間として制御手段 1 4 に指示する。

【 0 0 2 9 】

図 3 はアプリケーション 1 1 の他の構成の一例を示すブロック図である。アプリケーション 1 1 は、記憶手段 1 1 4 と、記憶手段 1 1 5 と、読み出し手段 1 1 6 と、バッファ手段 1 1 7 と、アプリケーション制御手段 1 1 8 から構成される。

【 0 0 3 0 】

記憶手段 1 1 4 は、低ビットレートで符号化したストリームデータをファイルとして記憶している。そこから、読み出し手段 1 1 6 によってファイルが読み出され、バッファ手段 1 1 7 に供給される。記憶手段 1 1 5 は、高ビットレートで符号化したストリームデータをファイルとして記憶している。そして、上記同様にそこから、読み出し手段 1 1 6 によってファイルが読み出され、バッファ手段 1 1 7 に供給される。これらの符号化されたストリームデータは例えば 1 秒ごとに切り替え点を持つ（所定の固定された時間間隔であればよい）。尚、上記の記憶手段は、高低 2 種類のビットレートで符号化したストリームデータをファイルとして記憶しているものとしたが、2 種類のみである必要はなくそれ以上の種類を有する構成も可能である。

10

【 0 0 3 1 】

読み出し手段 1 1 6 は、アプリケーション制御手段 1 1 8 に指示（選択）された記憶手段から、符号化されたストリームデータのビットレートに従った速度でストリームデータを読み出し、バッファ手段 1 1 7 に供給する。また、次の切替点までの待ち時間（すなわちアプリケーションの遷移に必要な時間）をアプリケーション制御手段 1 1 8 に供給する。バッファ手段 1 1 7 は、読み出し手段 1 1 6 から供給されるストリームデータをバッファする。そして、送信手段 1 2 から指示された送信タイミングで、所定の長さのデータ列をバッファから抜き出して、送信手段 1 2 に供給する。

20

【 0 0 3 2 】

アプリケーション制御手段 1 1 8 は、制御手段 1 4 から通知された送信パケットレートに合うビットレートで符号化されたストリームデータを記憶している記憶手段を選択する。そして、選択された記憶手段を、その記憶手段に記憶されたストリームデータの符号化ビットレートに従った速度で読み出すように読み出し手段 1 1 6 に指示する。また、制御手段 1 4 から新しい送信パケットレートを通知された場合、読み出し手段 1 1 6 から得られる次の切替点までの時間を待ち時間として制御手段 1 4 に指示する。選択されるストリームデータの符号化ビットレートが送信パケットレートから定まるビットレート以下となり、送信手段 1 2 が指示した送信タイミングではバッファ手段 1 1 7 にデータ列が存在しない場合がある。このような場合に、送信手段 1 2 はパケット処理手段 1 5 に空のパケットを供給する。

30

【 0 0 3 3 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明のフロー制御システムによれば、網の輻輳回避のためだけに送信パケットレートを制御するのではなく、送信パケットレートを減速する際にアプリケーションが必要とする遷移時間をいつも考慮する。これによって、ユーザから見える遅延が突然増大するといった問題が起きないように動作することができる。結果として、輻輳回避を行いつつ連続再生を実現するフロー制御システムが提供できる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】本発明のフロー制御方式によるストリームデータ伝送システムのブロック図である。

【 図 2 】符号化手段 1 1 の内部構成の一例を示すブロック図である。

【 図 3 】符号化手段 1 1 の内部構成の他の一例を示すブロック図である。

【 符号の説明 】

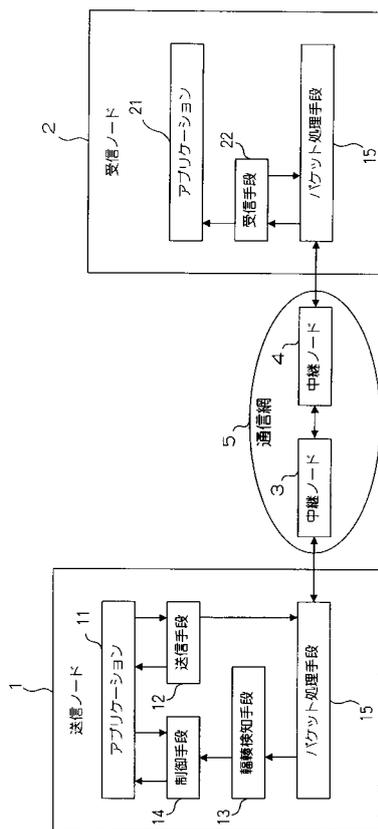
50

- 1 送信ノード
- 2 受信ノード
- 3 中継ノード
- 4 中継ノード
- 5 通信網
- 11 アプリケーション
- 12 送信手段
- 13 輻輳検知手段
- 14 制御手段
- 15 パケット処理手段
- 21 アプリケーション
- 22 受信手段
- 111 符号化手段
- 112 バッファ手段
- 113 アプリケーション制御手段
- 114 記憶手段
- 115 記憶手段
- 116 読み出し手段
- 117 バッファ手段
- 118 アプリケーション制御手段

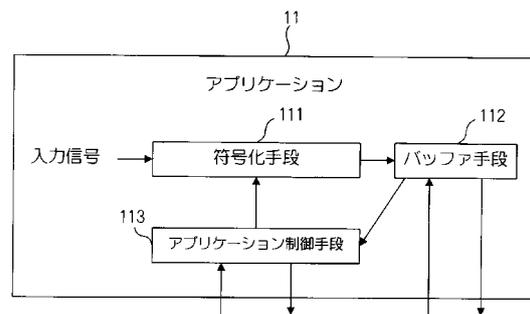
10

20

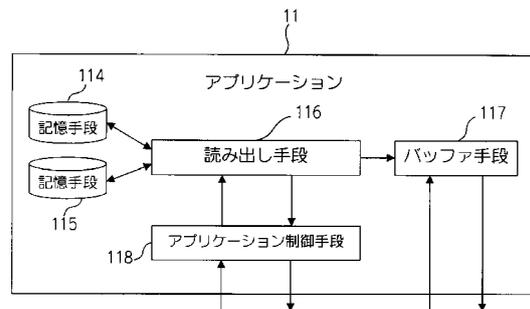
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04L 12/56

H04L 29/08