

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5094546号
(P5094546)

(45) 発行日 平成24年12月12日 (2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日 (2012.9.28)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 4 L	29/08	(2006.01)	HO 4 L	13/00 3 O 7 C
HO 4 N	7/173	(2011.01)	HO 4 N	7/173 6 I O Z

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-129575 (P2008-129575)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成20年5月16日 (2008.5.16)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-278521 (P2009-278521A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成21年11月26日 (2009.11.26)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成23年5月12日 (2011.5.12)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	杉本 駿
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		審査官	森谷 哲朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信装置、及び通信方法、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

映像データと冗長データを受信装置へ送信する通信装置であって、
 前記受信装置との通信状況を示す通知を前記受信装置から受信する受信手段と、
 前記受信手段が受信した通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させるか判断する判断手段と、
 前記受信手段が受信した第1の通知に基づいて前記判断手段が前記映像データの伝送レートを増加させないと判断した場合に、該第1の通知の次に通知される第2の通知を前記受信装置が送信するまでの間に、前記冗長データの伝送レートを前記冗長データの現在の伝送レートよりも減少させた後に増加させる制御を行うレート制御手段とを有することを特徴とする通信装置。

10

【請求項 2】

前記判断手段は、前記受信装置へ送信した映像データと冗長データのパケットのうち、前記受信装置が正常に受信しなかったパケットに関する前記受信装置からの通知に基づいて、前記映像データの伝送レートを増加させるか判断することを特徴とする請求項1に記載の通信装置。

【請求項 3】

前記判断手段は、データを送信してから前記受信装置が受信するまでの伝搬遅延時間に基づいて、前記映像データの伝送レートを増加させるか判断することを特徴とする請求項1に記載の通信装置。

20

【請求項 4】

前記受信手段が受信した通知に基づいて前記判断手段が前記映像データの伝送レートを増加させると判断した場合に、前記レート制御手段は、当該通知の送信時の前記映像データと前記冗長データの伝送レートから、前記映像データの変更後の伝送レートを決定することを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 5】

前記受信手段が受信した通知に基づいて前記判断手段が前記映像データの伝送レートを増加させると判断した場合に、前記レート制御手段は、前記通知の受信時の前記映像データと前記冗長データの伝送レートと、前記映像データの前記変更後の伝送レートの差分に対応する伝送レートを、前記冗長データの変更後の伝送レートにすることを特徴とする請求項 3 に記載の通信装置。

10

【請求項 6】

前記冗長データは、前記受信装置が正常に受信しなかった映像データを復元するためのデータであることを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 7】

所定の間隔をあけたブロック単位で映像データと冗長データを送信する場合に、前記冗長データが、前記ブロック内において映像データよりも後の送信順序となるように、映像データ及び冗長データの送信順序を決定するスケジューリング手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 8】

20

映像データと冗長データを受信装置へ送信する通信装置の制御方法であって、
前記受信装置との通信状況を示す通知を前記受信装置から受信する受信工程と、
前記受信工程において受信した通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させるか判断する判断工程と、
前記受信工程において受信した第 1 の通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させないと前記判断工程において判断した場合に、該第 1 の通知の次に通知される第 2 の通知を前記受信装置が送信するまでの間に、前記冗長データの伝送レートを前記冗長データの現在の伝送レートよりも減少させた後に増加させる制御を行うレート制御工程とを有することを特徴とする制御方法。

【請求項 9】

30

映像データと冗長データを受信装置へ送信するコンピュータに、
前記受信装置との通信状況を示す通知を前記受信装置から受信する受信手順と、
前記受信手順において受信した通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させるか判断する判断手順と、
前記受信手順において受信した第 1 の通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させないと前記判断手順において判断した場合に、該第 1 の通知の次に通知される第 2 の通知を前記受信装置が送信するまでの間に、前記冗長データの伝送レートを前記冗長データの現在の伝送レートよりも減少させた後に増加させる制御を行うレート制御手順とを実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワークを介した映像データの送信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、インターネット等の IP (Internet Protocol) ネットワークでは、ネットワークの有効帯域が時間的に変動する。そして、このような IP ネットワークを介して、例えばストリーミングによる動画像の視聴をする場合、変動するネットワークの有効帯域に合わせて伝送レートを動的に制御することが一般に行われている。

【0003】

50

伝送レートの動的な制御を行うための手法として、例えば、TFRC (TCP Friendly Rate Control) 制御 (非特許文献 1) や、AIMD (Additive Increase and Multiplicative Decrease) 制御が知られている。

【0004】

TFRC 制御は、リアルタイム系のアプリケーションが用いる UDP (User Datagram Protocol) プロトコルで、RTT (Round Trip Time) やエラーレート等から有効帯域を算出し、伝送レートを制御する制御手法である。これに対し、AIMD 制御は、伝送レートを徐々に上げていき、例えば、所定数以上のパケットロスや、輻輳発生等の検知により伝送レートを下げるといった制御手法である。AIMD 制御のような有効帯域を探りながら伝送レートを制御する手法は、動画データ 10
の伝送レートが、動画の再生に必要な符号化データの伝送レートを示す目標符号化レートに達していないような場合に特に有効であることが知られている。特許文献 1 には、ネットワークの状態が輻輳から回復したときに、AIMD アルゴリズムによって漸進的に伝送レートを回復させることが記載されている。

【0005】

また、RTP に誤り訂正能力を付与するものとして、前方誤り訂正 (FEC: Forward Error Correction) 技術を組み込んだ RTP-FEC が知られている。これは、符号化データパケットから、誤り訂正用の冗長なデータを生成し、付加することで、符号化データの一部が欠落した際に、受信できた符号化データと FEC データ 20
を用いて欠落データを復元することができる技術である。

【特許文献 1】特開 2006-303925 号公報

【非特許文献 1】S. Floyd et al., "TCP Friendly Rate Control (TFRC): The Small-Packet (SP) Variant" RFC 4828, Internet Engineering Taskforce, April, 2007

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、有効帯域を探りながら伝送レートを制御する手法を用いると、伝送レート 30
が有効帯域を超え、それによって再生に必要なデータが欠落してしまう恐れがあった。

【0007】

例えば、従来の AIMD 制御のように、輻輳の検知に応じて一時的に伝送レートを下げた後、有効帯域を探る為に、再び輻輳を検知する、もしくは目標符号化レートに達するまで動画データの伝送レートを徐々に上げていく場合を例に挙げる。このとき、動画データ 40
を再生するための目標符号化レートが有効帯域よりも高いと、パケットロスが発生してしまう。ここで、例えば、所定の送信間隔をあけたブロック内において、映像データを FEC データより先に送信すれば、映像データの欠落をある程度防ぐことは可能である。しかし、伝送レートが有効帯域よりも大きく上回ってしまうと、映像データが欠落し、それによって再生画像が乱れてしまう恐れがあった。

【0008】

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、有効帯域を探りながら伝送レートを制御する場合に、再生に必要な映像データの欠落を低減することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の目的を達成するために、例えば本発明の通信装置は以下の構成を備える。即ち、映像データと冗長データを受信装置へ送信する通信装置であって、前記受信装置との通信状況を示す通知を前記受信装置から受信する受信手段と、前記受信手段が受信した通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させるか判断する判断手段と、前記受信手段が受信した第 1 の通知に基づいて前記判断手段が前記映像データの伝送レートを増加さ 50

せないと判断した場合に、該第 1 の通知の次に通知される第 2 の通知を前記受信装置が送信するまでの間に、前記冗長データの伝送レートを前記冗長データの現在の伝送レートよりも減少させた後に増加させる制御を行うレート制御手段とを有する。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の制御方法は、映像データと冗長データを受信装置へ送信する通信装置の制御方法であって、前記受信装置との通信状況を示す通知を前記受信装置から受信する受信工程と、前記受信工程において受信した通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させるか判断する判断工程と、前記受信工程において受信した第 1 の通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させないと前記判断工程において判断した場合に、該第 1 の通知の次に通知される第 2 の通知を前記受信装置が送信するまでの間に、前記冗長データの伝送レートを前記冗長データの現在の伝送レートよりも減少させた後に増加させる制御を行うレート制御工程とを有する。

10

【 0 0 1 1 】

また、本発明のコンピュータプログラムは、映像データと冗長データを受信装置へ送信するコンピュータに、前記受信装置との通信状況を示す通知を前記受信装置から受信する受信手順と、前記受信手順において受信した通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させるか判断する判断手順と、前記受信手順において受信した第 1 の通知に基づいて前記映像データの伝送レートを増加させないと前記判断手順において判断した場合に、該第 1 の通知の次に通知される第 2 の通知を前記受信装置が送信するまでの間に、前記冗長データの伝送レートを前記冗長データの現在の伝送レートよりも減少させた後に増加させる制御を行うレート制御手順とを実行させる。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、通信状況を把握している伝送レートに応じて、映像データの伝送レートを決定するので、再生に必要な映像データの欠落を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の映像データの送信方法を、通信機能を備えた動画像データ配信装置に適用した好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 1 5 】

30

< 実施形態 1 >

図 1 は、本発明の実施に好適な動画像データ配信装置の基本構成を示すブロック図である。この動画像データ配信装置（通信装置）100は、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、ノートブックPC、パームトップPC、コンピュータを内蔵した各種家電製品、ゲーム機、携帯電話、デジタルビデオカメラ、デジタルカメラなどのうち、映像データと冗長データを含む通信データを受信装置に送信することができる装置、もしくは、これらの組合せにより実現可能である。

【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、動画像データ配信装置（通信装置）100は、動画像符号化部101、FEC生成部102、スケジューリング部103、送受信部104、フィードバック情報解析部105、レート決定部106から構成されている。

40

【 0 0 1 7 】

動画像符号化部101は、ビデオカメラ、ネットワークカメラ等の動画像入力部107から入力された動画像データを、例えばMPEG(Moving Picture Experts Group)形式などの符号化方式を用いて符号化する。尚、動画像符号化部101は、レート決定部106が通信データの通信状況を示すフィードバック情報に応じて決定した符号化データの伝送レート(符号化レート)で、動画像データを符号化する。フィードバック情報を受信するまで、即ち、例えば、動画像データの伝送開始時における符号化レートは、目標符号化レートにしても良いし、それ以外の予め定めた伝送レートにしても良い。尚、フィードバック情報の詳細については、後述する。また、符号化方式

50

は、特に限定しない。

【 0 0 1 8 】

F E C 生成部 1 0 2 では、動画像符号化部 1 0 1 で符号化された符号化データに対して、前方誤り訂正で用いられるデータとなる冗長データを生成する。尚、F E C 生成部 1 0 2 は、後述するレート決定部 1 0 6 が、フィードバック情報に応じて決定した F E C データの伝送レート (F E C レート) に応じて、F E C データを生成する。また、本実施形態では、符号化データに付加する冗長データとして、符号化データから生成した F E C データを用いている。つまり、冗長データには、映像データ (符号化データ) の通信中に発生したエラーを訂正するためのデータを用いる。このようにすることで、例えば、符号化データが伝送中に起こった誤りを訂正することができる。また、フィードバック情報を受信するまでの F E C レート、即ち、例えば、動画像データの伝送開始時における F E C レートは、予め初期値を設定しておいてもよいし、ゼロから始めてもよい。

10

【 0 0 1 9 】

F E C の種類としてはパリティ符号やリードソロモン符号等がよく知られている。パリティ符号は演算処理が比較的単純なため高速で処理できるが、誤り訂正能力は高くない。リードソロモン符号はパリティ符号に比べ誤り訂正能力は高いが、演算処理が複雑なため、誤り訂正処理時間が大きくなってしまいうという特徴がある。本実施形態ではパリティ符号を用いて F E C データを生成するが、他の方法でもよい。

【 0 0 2 0 】

スケジューリング部 1 0 3 では、動画像符号化部 1 0 1 及び F E C 生成部 1 0 2 で生成された符号化データと F E C データの送信順序を決定する。送信順序の決定方法については、図 3 を用いて、後述する。

20

【 0 0 2 1 】

送受信部 1 0 4 では、動画像符号化部 1 0 1 で生成された符号化データ、及び F E C 生成部 1 0 2 で生成された冗長データを、スケジューリング部 1 0 3 で決定された送信順序で動画像データ受信装置 2 0 0 に対して送信する。また、送受信部 1 0 4 は、動画像データ受信装置 2 0 0 から送られてくるフィードバック情報を受信する。即ち、動画像データ配信装置 1 0 0 は、送受信部 1 0 4 で、映像データ (符号化データ) と冗長データ (F E C データ) を含む通信データを動画像データ受信装置 2 0 0 へ送信する。また、動画像データ配信装置 1 0 0 は、送受信部 1 0 4 で、通信データの通信状況を示す通信状況情報 (フィードバック情報) を動画像データ受信装置 2 0 0 から受信する。

30

【 0 0 2 2 】

フィードバック情報には、これまでに送信した通信データのうち、当該フィードバック情報に対応する通信データの範囲、当該範囲におけるエラーレートの情報、及び伝播遅延時間の情報が含まれる。ここで、通信データの範囲の情報とは、例えば、対応する期間に送信されるパケットのうち、最初と最後のパケットのシーケンスナンバーがある。このシーケンスナンバーは、R T P ヘッダに含まれている。また、エラーレートの情報とは、例えば、動画像データ受信装置 2 0 0 に対して送信したパケット数に対する、欠落パケット数や、ビットエラーが発生したパケット数に応じて計算される。欠落パケット数は、例えば、上述のシーケンスナンバーを受信装置側で監視することによって検出することができる。尚、本実施形態では、エラーレートの計算を動画像データ受信装置 2 0 0 のエラーレート計算部 2 0 5 で行うが、エラーレートの計算を動画像データ配信装置 1 0 0 側で行うようにしても良い。この場合、例えば、動画像データ受信装置 2 0 0 からのフィードバック情報に、欠落パケット数やビットエラー情報が含まれることになる。

40

【 0 0 2 3 】

また、伝播遅延時間とは、動画像データ配信装置 1 0 0 から送信したパケットが、動画像データ受信装置 2 0 0 で受信されるまでにかかった時間を示している。尚、この伝播遅延時間は、例えば、フィードバック情報に対応する期間に受信した各パケットの伝播遅延時間のうち、最も大きい値としても、各パケットの伝播遅延時間の平均値としても良い。

【 0 0 2 4 】

50

フィードバック情報解析部 105 では、送受信部 104 で受信したフィードバック情報を受け取り、R T T (Round Trip Time) を算出する。ここで、R T T は、フィードバック情報に含まれる伝播遅延時間に、動画像データ受信装置 200 が送信したフィードバック情報が、動画像データ配信装置 100 で受信されるまでにかかった時間を加算することで得られる。また、フィードバック情報解析部 105 は、フィードバック情報に含まれるエラーレートの情報を取得する。そして、フィードバック情報解析部 105 は、算出した R T T、及び取得したエラーレートの情報に基づいて、受信したフィードバック情報に対応する期間で輻輳が発生していたかどうかを判断する。

【0025】

尚、R T T による輻輳の発生の判断では、算出された R T T が、予め定めた閾値を超えた場合に輻輳が発生したと判断するようにしても良い。また、これまでのフィードバック情報の受信に応じて算出した R T T と比較し、例えばその増加率が閾値を超えた場合に輻輳の発生を判断するようにしても良い。また、その他の方法で輻輳を検知したときの R T T の値を記憶しておき、その R T T を閾値として輻輳の判断をするようにしても良い。

【0026】

また、エラーレートの情報による輻輳の発生の判断では、エラーレートが、ある閾値を超えた場合に輻輳が発生したと判断しても良い。また、これまでのフィードバック情報の受信に応じて得られたエラーレートと比較し、例えばその増加率が閾値を超えた場合に輻輳の発生を判断するようにしても良い。輻輳発生の判断は、R T T とエラーレートのどちらかの値を用いて行っても、R T T とエラーレートの両方の値を用いて行っても良い。

【0027】

フィードバック情報解析部 105 は、これらのエラーレート、R T T、輻輳発生の判断結果をレート決定部 106 に通知する。すなわち、フィードバック情報解析部 105 は、輻輳が発生しなかったと判断すると、送受信部 104 から送信する映像データの送信レートを増加させるよう、レート決定部 106 に通知する。この映像データの送信レートより増加させるかの判断は、動画像データ受信装置 200 から送信されるフィードバック情報（通信状況情報）に基づく。

【0028】

レート決定部 106 では、フィードバック情報解析部 105 から通知された輻輳発生の判断結果や、エラーレート、R T T の情報を用いて符号化レート及び F E C レートを決定する。そして、符号化レートは動画像符号化部 101 に、F E C レートは F E C 生成部 102 にそれぞれ通知する。すなわち、レート決定部 106 は、符号化レート（映像データの送信レート）（及び F E C レート）を決定する。ここで、F E C レートは、（誤り訂正用の）冗長データの送信レートである。

【0029】

即ち、動画像データ配信装置 100 は、映像データ（符号化データ）と冗長データ（F E C データ）を含む第 1 の通信データを動画像データ受信装置 200 へ送信する。そして、第 1 の通信データの通信状況を示す通信状況情報（フィードバック情報）を動画像データ受信装置 200 から受信する。そして、受信したフィードバック情報に応じて決定されたレートで映像データと冗長データを含む第 2 の通信データを動画像データ受信装置 200 へ送信する。

【0030】

図 2 は本発明の実施に好適な動画像データ受信装置の基本構成を示すブロック図である。

【0031】

図 2 に示すように動画像データ受信装置 200 は送受信部 201、誤り訂正処理部 202、動画像復号化部 203、動画像再生部 204、エラーレート計算部 205、フィードバック情報生成部 206 から構成されている。

【0032】

送受信部 201 では、動画像データ配信装置 100 から送信された符号化データ及び F

10

20

30

40

50

ＥＣデータを含む通信データを受信し、誤り訂正処理部２０２にデータを渡す。また、送受信部２０１は、符号化データ及びＦＥＣデータの受信時から所定の時間が経過するごとに、その期間における受信パケット数や欠落パケット数、ビットエラーが起こったパケット数の情報、及び伝播遅延時間の情報をエラーレート計算部２０５に通知する。また、送受信部２０１は、フィードバック情報生成部２０６から受け取ったフィードバック情報を、動画像データ配信装置１００に送信する。

【００３３】

誤り訂正処理部２０２は、送受信部２０１から受信した符号化データにエラーが発生していた場合、ＦＥＣデータを用いて符号化データを可能な限り復元し、正常に受信できた符号化データ、及び復元された符号化データを動画像復号化部２０３に渡す。

10

【００３４】

動画像復号化部２０３では、正常に受信できた符号化データ及び復元された符号化データを符号化形式に応じて復号化し、得られた動画像データを動画像再生部２０４に渡す。

【００３５】

動画像再生部２０４は、動画像復号化部２０３で復号化された動画像データを再生する。

【００３６】

エラーレート計算部２０５では、送受信部２０１から通知された受信パケット数、欠落パケット数、及びビットエラーの情報を用いてエラーレートを計算し、その結果、及び送受信部２０１から渡された伝播遅延時間をフィードバック情報生成部２０６に渡す。ここで、エラーレートの計算は、例えば、受信パケット数と欠落パケット数の情報から計算しても良いし、さらにビットエラーが起こったパケット数や、エラーが起こったビット数を用いて計算するなど、種々の方法をとることができる。また、エラーレートは、フィードバック情報に対応する期間のうち、総ビットレートが高い特定の期間におけるエラーレートとしても、フィードバック情報に対応する期間全体におけるエラーレートとしても良い。総ビットレートが高い期間におけるエラーレートを用いれば、輻輳の判断をより早く行うことができる。また、例えば、到着したフレームごとにエラーレートを算出し、フィードバック情報に対応する期間のうち、最もエラーレートが高かったフレームのエラーレートをフィードバック情報生成部２０６に渡すようにしても良い。このように、所定の区間ごとに計算したエラーレートのうち、最大のエラーレートを採用することで、フィードバック情報に対応する期間において、例えば一時的に輻輳が起こったことを検知することができる。

20

30

【００３７】

フィードバック情報生成部２０６では、エラーレート計算部２０５から渡されたエラーレートの情報、及び伝播遅延時間の情報と、生成するフィードバック情報が対応する期間を示す識別子を含むフィードバック情報を生成し、送受信部２０１に渡す。フィードバック情報が対応する期間を示す識別子は、例えば、対応する期間のパケットのうち、最初と最後のパケットのシーケンスナンバーである。そして、送受信部２０１は、フィードバック情報生成部２０６から受け取ったフィードバック情報を、動画像データ配信装置１００に送信する。

40

【００３８】

次に、スケジューリング部１０３で決定される、符号化データ、及びＦＥＣデータの送信順序について、図３を用いて説明する。

【００３９】

図３のフレーム３００とフレーム３１０、フレーム３２０は、それぞれ動画像におけるフレームであり、送信順序が連続していることを示している。また、図３は、各フレーム間におけるパケットの送信間隔が、フレーム内におけるパケットの送信間隔よりも長いことを示している。

【００４０】

また、各フレームのデータには、動画像符号化部１０１で符号化された符号化データ３

50

11の packets と、FEC 生成部 102 で符号化データ 311 に対して排他的論理和 (XOR) 演算をかけて生成された FEC データ 312 の packets が含まれる。ここで、各データの送信順序は、フレーム毎に符号化データの packets を先頭に置き、FEC データの packets が符号化データの packets の後になるように送信する。つまり、図 3 に示すように、フレーム 300 の FEC 化データの packets は、同じくフレーム 300 の符号化データの packets よりも後の送信順序になるように送信順序が決定される。そして、フレーム 300 の最後に送信される FEC データの packets と、フレーム 310 で最初に送信される符号化データの packets の間隔は、フレーム内における packets の間隔よりも長い。

【0041】

尚、本実施形態では、1つのフレームごとに送信間隔をあけて送信するようにしたが、これに限らず、例えば、複数のフレームごとや、1つのフレームを複数に分けるようにしても良い。この場合、それらのまとまりごとに符号化データの packets と FEC データの packets の送信順序を決定すれば良い。即ち、スケジューリング部 103 は、所定の間隔をあけたブロック単位で送信される通信データに含まれる冗長データ (FEC データの packets) が、ブロック内において映像データ (符号化データの packets) よりも後の送信順序となるように、映像データ及び冗長データのブロック内における送信順序を決定する。

【0042】

このように送信順序を決定するのは、以下の理由による。即ち、符号化レートと FEC レートを合わせた伝送レートがネットワークの有効帯域を超え、輻輳が発生した場合、パースト的に送信する packets のうち、後方の packets が欠落しやすい。従って、上記の送信順序を決定するアルゴリズムを採用することによって、輻輳発生時にも再生に必要な符号化データの欠落を低減することができる。また、輻輳が発生したと判断されない場合であっても、実際にはビットエラーや packets ロスが起こっている場合がある。このような場合であっても、上記の送信順序の決定方法を採用することで、再生に必要な符号化データの欠落を低減することができる。

【0043】

次に、動画像データ配信装置 (通信装置) 100 における動画像データの送信処理の手順について、図 4 のフローチャートを用いて説明する。

【0044】

尚、本実施形態の動画像データ配信装置 100 は、図 4 で説明する各部の処理を、記憶されるプログラムに基づいて行う。即ち、動画像データ配信装置 100 の各制御を行う CPU が、ROM 等に記憶される制御プログラムを、メモリ上に適宜読み出し、処理を実行する。ただし、これらの処理を専用のハードウェアによって行うようにしても良い。

【0045】

図中の D420 は伝送レート制御に必要な情報を保持するデータベースであり、レート決定部 106 で保持される。ここで、目標符号化レートとは、送信する動画像データの符号化レートの目標値であり、本実施形態では、符号化レートは目標符号化レートを超えることはない。

【0046】

また、符号化レート及び FEC レートは、現在、送信を行っている符号化レート及び FEC レートである。過去の FEC レートとは、FEC レートを変更するときに、変更前の FEC レートを、対応するシーケンスナンバーとともに任意の個数で配列として保持するものである。エラーレート及び RTT は、動画像データ受信装置 200 から受信したフィードバック情報から、上述した方法によって得られるエラーレートと RTT の最新値である。

【0047】

図 4 において、送受信部 104 は、レート決定部 106 によって決定されたレートで生成された符号化データの packets と FEC データの packets をスケジューリング部 103 で決定された順序で送信する (S401)。S402 では、フィードバック情報解析部 1

10

20

30

40

50

05が、動画像データ受信装置200から送信されるフィードバック情報を受信したか判断し、フィードバック情報を受信した場合は、S405へ、受信していない場合は、S403へ進む。

【0048】

S403では、レート決定部106が、動画像データの符号化レートが目標符号化レートよりも小さいか判断し、符号化レートが目標符号化レートよりも小さい場合(S403の判定でYES)は、FECレートを予め定められた上昇率で上げる。即ち、レート決定部106は、次のフィードバック情報を受信するまでの間、冗長データの送信レート(FECレート)を段階的に増加させる。そして、変更前のFECレートと、対応するシーケンスナンバーとを合わせて、過去のFECレートとしてデータベースD420に保持させる(S404)。また、変更後のFECレートを現在のFECレートとして、レート決定部106のデータベースD420に保持させ、S401に戻る。

10

【0049】

S403において、符号化レートが目標符号化レートに達している場合(S403の判定でNO)は、S401に戻る。即ち、S402～S404の説明からもわかるように、レート決定部106は、フィードバック情報を受信するまで、符号化レートを維持する。

【0050】

S402において、フィードバック情報解析部105が動画像データ受信装置200からのフィードバック情報を受信したと判断した場合は、S405に進む。S405では、フィードバック情報解析部105が、フィードバック情報に含まれるエラーレートを取得し、さらにRTTを計算し、データベースD420のデータを更新する。

20

【0051】

S406(判断手順)において、フィードバック情報解析部105は、エラーレートとRTTが、予め定められた輻輳発生判断の閾値を超えているか判断し、その判断結果をレート決定部106に通知する。ここで、閾値を超えていない場合は、輻輳が発生していないと判断してS407に進み、レート決定部106によって、動画像データの符号化レートが増加するように符号化レートが更新される。一方、閾値を超えている場合は、輻輳が起きていると判断してS412に進み、レート決定部106によって計算式から算出された有効帯域に応じて符号化レートが更新される。

【0052】

30

即ち、フィードバック情報解析部105は、第2の通信データに含まれる映像データの送信レート(更新後の符号化レート)を、第1の通信データに含まれる映像データの送信レート(更新前の符号化レート)より増加させるかを動画像データ受信装置200から送信される通信状況情報(フィードバック情報)に応じて判断する。

【0053】

尚、上述のとおり、輻輳の発生は、エラーレート、及びRTTの両方を用いて判断しても、どちらか一方を用いて判断するようにしても良い。即ち、フィードバック情報解析部105は、通信データのエラー情報(エラーレート)が閾値を超える場合、映像データの送信レートを増加させない(輻輳が発生した)と判断する。また、フィードバック情報解析部105は、動画像データ受信装置200との間における通信データの伝送にかかる時間に関する時間情報(RTT)が閾値を超える場合、映像データの送信レートを増加させない(輻輳が発生した)と判断する。

40

【0054】

S407(映像レート決定手順)において、レート決定部106は、現在の符号化レートが、動画像データ受信装置200がフィードバック情報を送信した時刻における、FECレートの分だけ増加するように、現在の符号化レートを更新する。即ち、レート決定部106は、まず、現在の符号化レートを旧符号化レートとして一時的に保持する。そして、受信したフィードバック情報に対応する期間における最後のパケットのシーケンスナンバーに対応したFECレートを、データベースD420の過去のFECレートから取得する。そして、現在の符号化レートに、データベースD420から取得したFECレートを

50

加算したレートを新しい符号化レートとし、データベースD 4 2 0の符号化レートを更新する。尚、旧符号化レートは、後述するS 4 0 9においてF E Cレートの算出に利用する。

【 0 0 5 5 】

即ち、S 4 0 6において、更新後の符号化レートを更新前の符号化レートより増加させると判断した場合、レート決定部1 0 6は、S 4 0 7で、以下のように処理を行う。即ち、レート決定部1 0 6は、更新後の符号化レートを、更新前の符号化データ、及び、フィードバック情報に対応する期間における最後のパケットのシーケンスナンバーに対応したF E Cデータを含む、第1の通信データの送信レートに応じて決定する。ここで、更新前の符号化レートは、更新前に送信された第1の通信データに含まれる映像データの送信レートであり、更新後の符号化レートは、更新後に送信される第2の通信データに含まれる映像データの送信レートである。尚、レート決定部1 0 6は、更新後の符号化レートを、フィードバック情報に対応する期間における最後のパケットのシーケンスナンバーに対応したF E Cデータの送信レートに応じて増加するように決定しても良い。すなわち、レート決定部1 0 6は、更新後に送信される第2の通信データに含まれる映像データの送信レートを、更新前に送信される第1の通信データに含まれる冗長データの送信レートに応じて、更新前より増加するように決定しても良い。

10

【 0 0 5 6 】

尚、本実施形態では、輻輳発生の判断において、R T Tとエラーレートが予め定めた閾値を超えているかによって判断しているが、これに限らず、これまでに取得された値との比較等によって判断するようにしても良いことは上述の通りである。その場合、これまでに取得されたフィードバック情報から得られたR T T、エラーレートの値を、例えば、データベースD 4 2 0に保持しておけば良い。

20

【 0 0 5 7 】

S 4 0 7で現在の符号化レートを更新すると、S 4 0 8に進み、レート決定部1 0 6は、新しく更新した符号化レートが目標符号化レートに達しているか判定する。S 4 0 8において、更新した符号化レートが目標符号化レートに達していると判定された場合（S 4 0 8の判定でN O）、S 4 1 0において、レート決定部1 0 6は、符号化レートを目標符号化レートに決定し、データベースD 4 2 0を更新すると共に、決定された符号化レートを動画像符号化部1 0 1に通知する。そして、S 4 1 1において、レート決定部1 0 6は、F E Cレートをゼロに決定し、データベースD 4 2 0を更新すると共に、決定されたF E CレートをF E C生成部1 0 2に通知する。そして、決定された符号化レート、F E Cレートに応じて生成されたパケットが、スケジューリング部1 0 3で決定された送信順序で、送受信部から送信される（S 4 0 1）。ただし、S 4 1 1において、F E Cレートをゼロにせず、目標符号化レートに達した符号化データにF E Cデータを付加しても良い。

30

【 0 0 5 8 】

一方、符号化レートが目標符号化レートに達していないと判定された場合（S 4 0 8の判定でY E S）、S 4 0 9に進む。S 4 0 9（冗長レート決定手順）において、レート決定部1 0 6は、F E Cレートを、S 4 0 7で保持した旧符号化レートに、現在のF E Cレートを加算したレート、つまり総ビットレートからS 4 0 7で新しく算出した符号化レートを差し引いたレートに設定する。つまり、S 4 0 9で決定されるF E Cレートは、動画像データ受信装置2 0 0からフィードバック情報が送信されてから、動画像データ配信装置1 0 0が受信したと判断されるまでの間にS 4 0 4で加算されたF E Cレートに相当する。すなわち、レート決定部1 0 6は、S 4 0 9において、F E Cレートを決定する。

40

【 0 0 5 9 】

S 4 0 9においてF E Cレートを決定したレート決定部1 0 6は、データベースD 4 2 0を更新すると共に、決定されたF E CレートをF E C生成部1 0 2に通知する。そして、決定された符号化レート、F E Cレートに応じて生成されたパケットが、スケジューリング部1 0 3で決定された送信順序で送信される（S 4 0 1）。

【 0 0 6 0 】

50

一方、S 4 0 6において、フィードバック情報解析部 1 0 5 が、輻輳発生と判断した場合、S 4 1 2に進む。S 4 1 2において、レート決定部 1 0 6 は、有効帯域を、T F R Cのスループット方程式に当てはめて算出する。スループット方程式を図 7 に示す。同図に示すように、フィードバック情報に含まれる R T T、エラーレート、及びパケットサイズの情報から、ネットワークの有効帯域を算出することができる。即ち、レート決定部 1 0 6 は、通信状況情報（フィードバック情報）に応じて、第 2 の通信データの送信レート（更新後の総ビットレート）を算出する。ただし、有効帯域の算出方法は、これに限定されない。そして、算出された値を符号化レートに設定し、F E C レートをゼロにリセットし、決定された符号化レートと F E C レートを、それぞれ、動画像符号化部 1 0 1 及び F E C 生成部 1 0 2 に通知する。そして、決定された符号化レート、F E C レートに応じて生成されたパケットが、スケジューリング部 1 0 3 で決定された送信順序で送信される（S 4 0 1）。送受信部 1 0 4 は、伝送レートの更新後の第 2 の通信データを送信する間、第 2 の通信データに含まれる映像データの送信レートを S 4 0 9（又は S 4 1 0）で決定された送信レートに維持する。

【 0 0 6 1 】

即ち、S 4 0 6 で、第 2 の通信データに含まれる映像データの送信レート（更新後の符号化レート）を第 1 の通信データに含まれる映像データの送信レート（更新前の符号化レート）より増加させない（輻輳が発生した）と判断された場合、レート決定部 1 0 6 は、以下のように処理を行う。即ち、レート決定部 1 0 6 は、S 4 1 2 で、フィードバック情報に応じて算出された通信データの送信レートに応じて、映像データの送信レート（符号化レート）を決定する。

【 0 0 6 2 】

ここで、図 4 の処理について、図 6 を用いてさらに詳しく説明する。図 6 は、動画像データ配信装置 1 0 0 のレート決定部 1 0 6 が決定する符号化レート、及び符号化レートと F E C レートを合わせた通信データの総ビットレートの変動例を示すタイムチャート図である。

【 0 0 6 3 】

同図において、まず、レート決定部 1 0 6 は、ある時刻 V において動画像データ受信装置 2 0 0 から送信されたフィードバック情報を時刻 W において受信してから、再びフィードバック情報を受信する時刻 Y まで、符号化レートを維持し、F E C レートを増加させる。この処理は、図 4 の S 4 0 1 から S 4 0 4 の処理に対応している。

【 0 0 6 4 】

そして、時刻 Y においてフィードバック情報を受信すると、フィードバック情報解析部 1 0 5 が、そのフィードバック情報から取得されるエラーレートの情報、及び、算出される R T T の情報を更新し、それらの情報に応じて、輻輳が起こったか判断する。この例では、フィードバック情報に対応する、時刻 V から時刻 X までの範囲において輻輳が起こっているか判断する。つまり、この例では、前にフィードバック情報が送信された時刻（時刻 V）から、次のフィードバック情報が送信される時刻（時刻 X）までの期間が、時刻 X に送信されるフィードバック情報に対応する期間になっている。尚、この処理は、図 4 の S 4 0 5、4 0 6 の処理に対応している。

【 0 0 6 5 】

そして、図 6 の例では、輻輳は起こっていないと判断され、符号化レートの更新が行われる。つまり、時刻 X における総ビットレートが、時刻 Y からの新たな符号化レートとなる。そして、図 6 の例では、符号化レートが、まだ目標符号化レートに達していないので、F E C レートを更新する。つまり、時刻 Y における更新前の符号化レート（旧符号化レート）に、時刻 Y における F E C レートを加算したレート（総ビットレート）から、時刻 Y における更新後の符号化レートを差し引いたレートになるように、F E C レートを決定する。これらの処理は、図 4 の S 4 0 7 から S 4 0 9 に対応する。

【 0 0 6 6 】

一方、時刻 Y から時刻 Z までの期間において、総ビットレートが有効帯域を超えている

。したがって、時刻 Z に動画像データ受信装置 200 から送信されるフィードバック情報を受信した動画像データ配信装置 100 は、受信したフィードバック情報に対応する期間において、輻輳が起こったと判断する。この場合、上述した図 7 のスループット方程式で有効帯域を算出し、算出された値を符号化レートに、FEC レートをゼロに決定する。この処理は、図 4 の S412 に相当する。

【0067】

即ち、動画像データ配信装置 100 は、時刻 W から時刻 Y における映像データ（符号化データ）と冗長データ（FEC データ）を含む通信データ（第 1 の通信データ）を動画像データ受信装置 200 に送信する。また、第 1 の通信データの通信状況を示す通信状況情報（フィードバック情報）を動画像データ受信装置から受信する。そして、時刻 Y 以降の映像データと冗長データを含む通信データ（第 2 の通信データ）を動画像データ受信装置 200 に送信する。

10

【0068】

図 6 からわかるように、目標符号化レートが実際の有効帯域よりも大きい場合、有効帯域を探るために通信データの総ビットレートを増加させている。しかし、符号化レートは、フィードバック情報を受信するまで維持する。そのため、総ビットレートが実際の有効帯域を超えても、符号化レートは、有効帯域以下に留まることになり、再生に必要な符号化データの欠落を低減することができる。

【0069】

次に、動画像データ受信装置 200 における処理の手順について、図 5 のフローチャートを用いて説明する。

20

【0070】

尚、本実施形態の動画像データ受信装置 200 は、図 5 で説明する各部の処理を、記憶されるプログラムに基づいて行う。即ち、動画像データ受信装置 200 の各制御を行う CPU が、ROM 等に記憶される制御プログラムを、メモリ上に適宜読み出し、処理を実行する。ただし、これらの処理を専用のハードウェアによって行うようにしても良い。

【0071】

動画像データ受信装置 200 の送受信部 201 は、動画像データ配信装置 100 からパケットを受信すると（S501）、予め定められた解析時間を経過しているかどうかを判断する（S502）。即ち、動画像データ受信装置 200 は、前回のフィードバック情報の送信時刻からの経過時間を計時しており、経過時間が解析時間に達すると、フィードバック情報を送信するためのステップに進む。

30

【0072】

S502 で、経過時間が解析時間に達していないと判断された場合、エラーレート計算部 205 において受信パケット数や欠落パケット数、ビットエラー情報、及び伝播遅延時間等の解析情報を更新し（S503）、再びパケット受信待ちに戻る（S501）。

【0073】

S502 で、経過時間が解析時間に達したと判断された場合、エラーレート計算部 205 は、それまでの解析情報を用いてエラーレートを計算する（S504）。

40

【0074】

上述の通り、エラーレートの計算は、例えば、受信パケット数と欠落パケット数の情報から計算しても良いし、さらにビットエラーが起こったパケット数や、エラーが起こったビット数を用いて計算するなど、種々の方法をとることができる。また、エラーレートは、フィードバック情報に対応する期間のうち、総ビットレートが高い特定の期間におけるエラーレートとしても、フィードバック情報に対応する期間全体におけるエラーレートとしても良い。総ビットレートが高い期間におけるエラーレートを用いることにより、輻輳の判断をより早く行うことができる。また、例えば、到着したフレームごとにエラーレートを算出し、フィードバック情報に対応する期間のうち、最もエラーレートが高かったフレームのエラーレートをフィードバック情報生成部 206 に渡すようにしても良い。このように、所定の区間ごとに計算したエラーレートのうち、最大のエラーレートを採用するこ

50

とで、フィードバック情報に対応する期間において、例えば一時的に輻輳が起こったことを検知することができる。

【 0 0 7 5 】

また、伝播遅延時間は、上述のように、動画像データ配信装置 1 0 0 から送信したパケットが、動画像データ受信装置 2 0 0 で受信されるまでにかかった時間を示している。また、動画像データ配信装置 1 0 0 に通知する伝播遅延時間は、例えば、フィードバック情報に対応する期間に受信した各パケットの伝播遅延時間のうち、最も大きい値としても良いし、各パケットの伝播遅延時間の平均値としても良い。

【 0 0 7 6 】

S 5 0 5 において、フィードバック情報生成部 2 0 6 は、S 5 0 4 で計算したエラーレート、及び伝播遅延時間の情報、及び解析対象の範囲における最初と最後のパケットのシーケンスナンバーを含むフィードバック情報を生成する。

10

【 0 0 7 7 】

S 5 0 6 では、送受信部 2 0 1 が、S 5 0 5 でフィードバック情報生成部 2 0 6 が生成したフィードバック情報を動画像データ配信装置 1 0 0 に送信する。さらに、S 5 0 7 では、エラーレート計算部 2 0 5 で保持している受信パケット数や欠落パケット数、遅延伝播時間などの解析情報、及び経過時間の情報をリセットして、再びパケット受信待ちに戻る (S 5 0 1)。

【 0 0 7 8 】

なお、本実施形態では輻輳発生判断、有効帯域算出、符号化レート及び F E C レート決定処理を動画像データ配信装置 1 0 0 側で行っている。しかし、動画像データ受信装置 2 0 0 側で符号化レート、F E C レートの決定処理を行い、フィードバック情報として決定レートを動画像データ配信装置 1 0 0 に送るようにしてもよい。また、本実施形態ではエラーレートの計算を動画像データ受信装置 2 0 0 側で行っている。しかし、例えば受信パケット数と欠落パケット数の情報をフィードバック情報として動画像データ配信装置 1 0 0 に送り、動画像データ配信装置 1 0 0 側でエラーレートの計算を行ってもよい。

20

【 0 0 7 9 】

尚、本実施形態のレート決定部 1 0 6 は、図 6 に示すように、例えば時刻 W においてフィードバック情報を受信してから、時刻 Y において次のフィードバック情報を受信するまで、F E C レートを徐々に増加させていた。このようにすることにより、対応する各期間の伝送レートにおけるエラーレートや伝送遅延時間の情報を取得することができる。しかし、冗長データ (F E C データ) のレートの上げ方は、この例に限らない。つまり、レート決定部 1 0 6 は、例えば、時刻 X に送信するフィードバック情報に、図 6 に示す時刻 X における総ビットレートに対するエラーレートや伝送遅延時間の情報が含まれるように、F E C レートを決定すれば良い。即ち、例えば、図 6 の時刻 W から、時刻 Y に受信するフィードバック情報に対応する期間の終端を示す時刻 X までにおけるいずれかの時点で、時刻 X における総ビットレートになるように F E C レートを決定することも可能である。この場合、レート決定部 1 0 6 は、例えば、時刻 W から時刻 X の直前まで、時刻 W における F E C レートのまま変化させず、時刻 X よりも前の所定のタイミングで時刻 X に示されるレートまで F E C レートを増加させる。このようにすれば、ネットワーク上のトラフィックの増加を抑えることができる。また、別の例として、時刻 W において、図 6 に示す時刻 X における F E C レートまで冗長データのレートを上げるようにすることも可能である。

30

40

【 0 0 8 0 】

また、通信データのレート (総ビットレート) が有効帯域に達していない間は、F E C レートを一定に保つようにしても良い。この例において、例えば、フィードバック情報の受信時に符号化レートを上げると判断した場合、その時点における総ビットレートを新たな符号化レートに決定し、当該符号化レートに、変更前と同じ一定レートの F E C データを付加して送信するようにする。このように、F E C レートを一定にすれば、レート決定部 1 0 6 における、F E C レートを算出する処理を軽減することができる。

50

【 0 0 8 1 】

< 実施形態 2 >

本発明の目的は、次の形態によっても達成される。即ち、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体を、システムあるいは装置に供給する。そして、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUまたはMPU）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行する形態である。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することとなり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【 0 0 8 2 】

プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM、DVDなどを用いることができる。

【 0 0 8 3 】

また、本発明は、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施例の機能が実現される形態には限られない。すなわち、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOperating System（OS）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施例の機能が実現される場合も含まれる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 4 】

【図1】動画像データ配信装置100の基本構成を示すブロック図である。

【図2】動画像データ受信装置200の基本構成を示すブロック図である。

【図3】スケジューリング部103で決定される符号化データとFECデータの送信順序を示す図である。

【図4】動画像データ配信装置100の動作を示すフローチャート図である。

【図5】動画像データ受信装置200の動作を示すフローチャート図である。

【図6】動画像データ配信装置100における総ビットレート及び符号化データレートの変動例を示すタイムチャート図である。

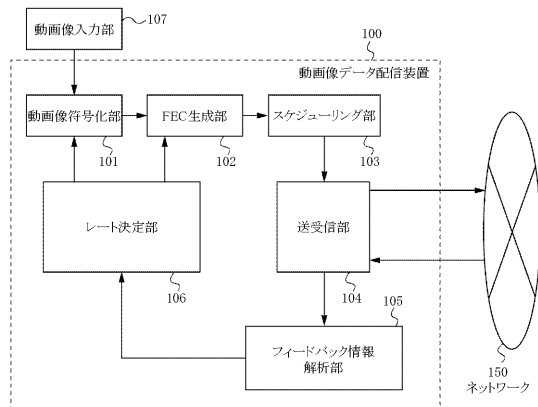
【図7】TFRCで用いられるスループット方程式である。

【 符号の説明 】

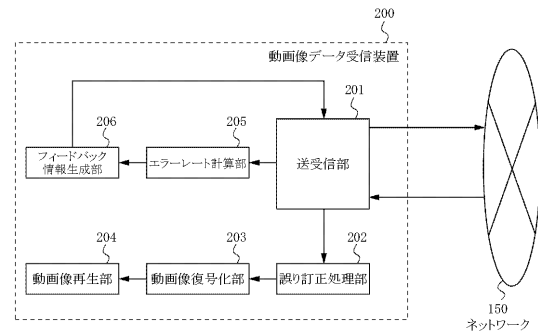
【 0 0 8 5 】

- 100 動画像データ配信装置
- 101 動画像符号化部
- 102 FEC生成部
- 103 スケジューリング部
- 104 送受信部
- 105 フィードバック情報解析部
- 106 レート決定部
- 107 動画像入力部
- 150 ネットワーク
- 200 動画像データ受信装置
- 201 送受信部
- 202 誤り訂正処理部
- 203 動画像復号化部
- 204 動画像再生部
- 205 エラーレート計算部
- 206 フィードバック情報生成部

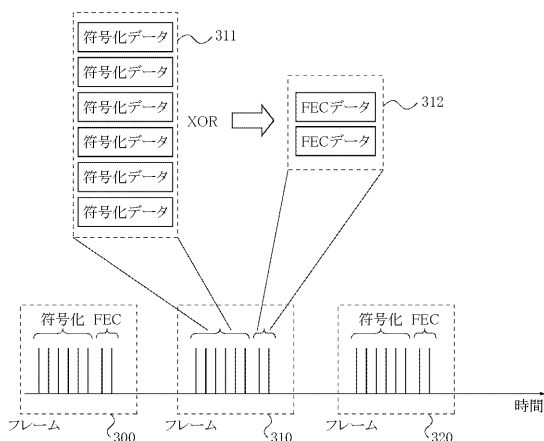
【図 1】



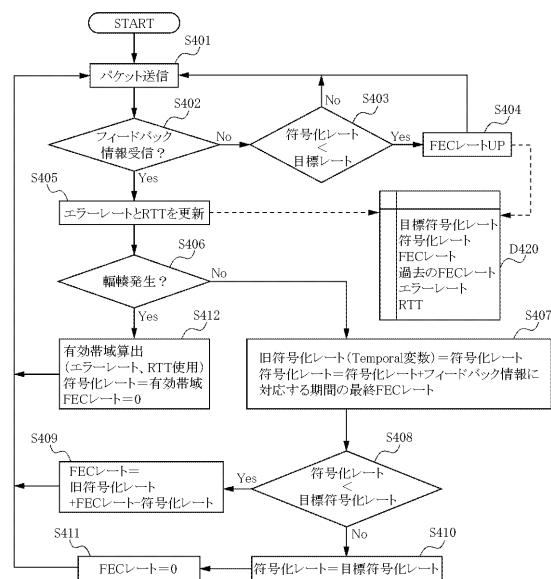
【図 2】



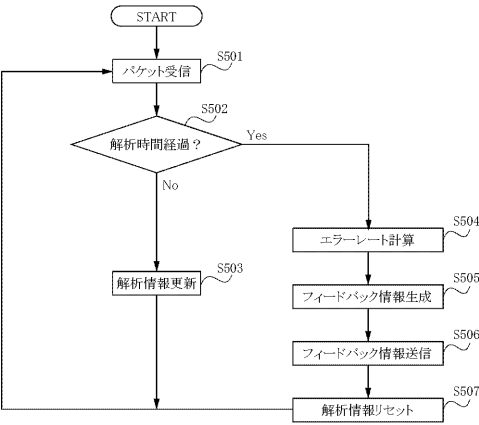
【図 3】



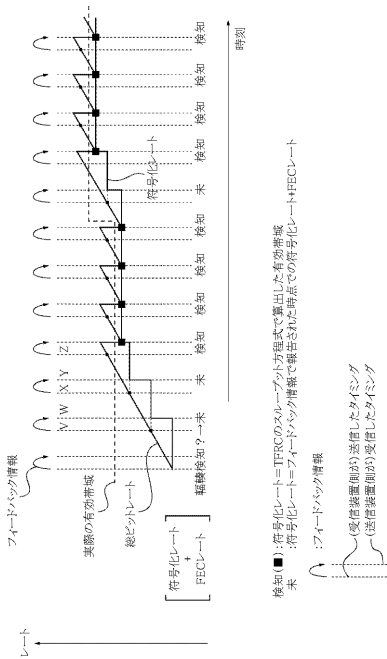
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

$$X = \frac{s}{R \times \sqrt{\frac{2p}{3}} + (4 \times R \times (3 \times \sqrt{\frac{3p}{8}} \times p \times (1 + 32p^2)))}$$

X:有効帯域(bytes/sec)
s:パケットサイズ(bytes)
R:RTT(sec)
p:エラーレート(0~1.0)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-289621(JP,A)
特開2006-345523(JP,A)
特開2004-072720(JP,A)
特開平05-110539(JP,A)
特開2006-262288(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 29/08
H04N 7/173