

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4452983号
(P4452983)

(45) 発行日 平成22年4月21日(2010.4.21)

(24) 登録日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4L 1/16	(2006.01)	HO4L 1/16	
HO4L 12/56	(2006.01)	HO4L 12/56	200Z
HO4L 29/08	(2006.01)	HO4L 13/00	307Z

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2004-2646 (P2004-2646)	(73) 特許権者	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成16年1月8日(2004.1.8)	(74) 代理人	100082131 弁理士 稲本 義雄
(65) 公開番号	特開2005-198055 (P2005-198055A)	(72) 発明者	普天間 智 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
(43) 公開日	平成17年7月21日(2005.7.21)	(72) 発明者	山根 健治 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
審査請求日	平成18年12月27日(2006.12.27)	審査官	谷岡 佳彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信装置および方法、プログラム、並びに記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信装置から送信されてくるパケットを受信する受信装置において、
前記パケットのロスを検知する検知手段と、
前記ロスが生じた前記パケットを識別する識別情報を含むパケット情報を、再送要求リストに登録する登録手段と、
前記検知手段において少なくとも1つのパケットのロスが検知されるたびに、前記再送要求リストに前記パケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求パケットを生成する再送要求パケット生成手段と、
前記再送要求パケットを、前記送信装置に送信する再送要求パケット送信手段と
を備えることを特徴とする受信装置。

10

【請求項2】

前記再送要求パケットを、前記送信装置に送信してから、前記再送要求パケットによって再送が要求されたパケットに対する再送パケットが前記送信装置から送信されてくるまでの時間である往復遅延時間を計測する往復遅延時間計測手段と、
前記未着パケットの再生が行われるまでの猶予時間である再生猶予時間と、前記往復遅延時間とを比較することにより、前記未着パケットに対する前記再送パケットの到着が、その再生時刻に間に合うかどうかを判定する再生判定手段と、
再生時刻に間に合わない前記未着パケットの前記パケット情報を、前記再送要求リストから削除する削除手段と

20

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 3】

前記送信装置から送信されてくる、前記再送要求パケットによって再送が要求されたパケットに対する再送パケットを受信する再送パケット受信手段と、

前記再送パケット受信手段において受信された前記再送パケットに対する前記未着パケットの前記パケット情報を、前記再送要求リストから削除する削除手段と

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 4】

前記パケットのロスが生じた時間間隔であるロス間隔を算出するロス間隔算出手段と、前記再送要求パケットを、前記送信装置に送信してから、前記再送要求パケットによって再送が要求されたパケットに対する再送パケットが前記送信装置から送信されてくるまでの時間である往復遅延時間を計測する往復遅延時間計測手段と、

前記ロス間隔および往復遅延時間に基づいて、閾値を設定する設定手段とをさらに備え、

前記パケット情報は、前記検知手段においてロスが検知された回数をカウントするカウント値をさらに含み、

前記再送要求パケット生成手段は、前記再送要求リストに前記パケット情報が登録されている前記未着パケットのうちの、前記カウント値が前記閾値以上のものについて、前記再送要求パケットを生成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 5】

前記設定手段は、前記閾値として、前記往復遅延時間を前記ロス間隔で除算した値を超えない最大の整数を設定する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の受信装置。

【請求項 6】

前記再送要求パケットによって再送が要求された前記未着パケットについての前記カウント値をリセットするリセット手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項 4 に記載の受信装置。

【請求項 7】

送信装置から送信されてくるパケットを受信する受信方法において、

前記パケットのロスを検知する検知ステップと、

前記ロスが生じた前記パケットを識別する識別情報を含むパケット情報を、再送要求リストに登録する登録ステップと、

前記検知ステップにおいて少なくとも 1 つのパケットのロスが検知されるたびに、前記再送要求リストに前記パケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求パケットを生成する再送要求パケット生成ステップと

、
前記再送要求パケットを、前記送信装置に送信する再送要求パケット送信ステップとを含むことを特徴とする受信方法。

【請求項 8】

送信装置から送信されてくるパケットを受信する受信処理を、コンピュータに実行させるプログラムにおいて、

前記パケットのロスを検知する検知ステップと、

前記ロスが生じた前記パケットを識別する識別情報を含むパケット情報を、再送要求リストに登録する登録ステップと、

前記検知ステップにおいて少なくとも 1 つのパケットのロスが検知されるたびに、前記再送要求リストに前記パケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求パケットを生成する再送要求パケット生成ステップと

、
前記再送要求パケットを、前記送信装置に送信する再送要求パケット送信ステップと

10

20

30

40

50

を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 9】

送信装置から送信されてくるパケットを受信する受信処理を、コンピュータに実行させるプログラムが記録されている記録媒体において、

前記パケットのロスを検知する検知ステップと、

前記ロスが生じた前記パケットを識別する識別情報を含むパケット情報を、再送要求リストに登録する登録ステップと、

前記検知ステップにおいて少なくとも1つのパケットのロスが検知されるたびに、前記再送要求リストに前記パケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求パケットを生成する再送要求パケット生成ステップと

10

、
前記再送要求パケットを、前記送信装置に送信する再送要求パケット送信ステップと
を含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受信装置および方法、プログラム、並びに記録媒体に関し、特に、ロス率の変動に応じて、簡単かつ迅速にパケットロスの回復を行うことができるようにする受信装置および方法、プログラム、並びに記録媒体に関する。

20

【背景技術】

【0002】

インターネットを介して行われるリアルタイム通信においては、例えば、UDP (User Datagram Protocol) が用いられる。

【0003】

しかしながら、UDPは、インターネット上でデータが紛失、または破損してもそれを復旧することができず、信頼性が保証されないプロトコルである。例えば、インターネット上においては、送信されたパケットが宛先に届かないというパケットロスが発生することがあり、送信された全パケットのうち、平均で1乃至3%、最大で10%の割合でパケットロスが発生し得る。

30

【0004】

したがって、インターネットを介して行われるUDPを用いたリアルタイム通信においては、パケットロスを回復するしくみが必要である。

【0005】

しかしながら、インターネット上でロスしたロスパケットに対して、再送要求が行われた場合、再送要求に応じて再送された再送パケットが必ず届くという保証がなく、再び、再送パケットがロスしてしまう可能性がある。

【0006】

再送パケットがロスした場合であっても、リアルタイム性が確保できる時間内であれば、ロスパケットに対して再送を繰り返し行うことによって、ストリーミングの品質を向上させることができる。即ち、ストリーミングの品質を向上させるためには、再送パケットを含むパケットのロスを検知し、届いていない未着パケットに対して、再送要求を繰り返し行う必要がある。

40

【0007】

従来のリアルタイム性を考慮した再送制御を行う方式として、例えば、特許文献1、特許文献2、または特許文献3には、パケットロス率が10%でも、再送要求が1度行われれば、見かけ上のロス率が1%まで下がるため、再送パケットのロスを考慮しなくても、十分にロス率を低く抑えることができるという考えに基づいた技術が記載されている。

【0008】

しかしながら、実際のロス率を回復することができる量が変化することに対応して、見

50

かけ上のロス率が一定範囲内に収まることを保証するには、ネットワークの制約として、実際のロス率があらかじめ定められた範囲内になければならないという条件が必要になる。さらに、特許文献1、特許文献2、または特許文献3に記載の技術においては、再送パケットがロスすることに対する対処方法に関する言及は行われていない。

【0009】

また、特許文献4には、送信側で、後続のパケットに、再送を行った回数に関する情報を埋め込むことにより、受信側で、再送パケットのパケットロスを検知し、繰り返し再送要求を行う技術が記載されている。しかしながら、特許文献4に記載の技術においては、送信側で再送回数に関する情報を保持する必要があり、パケットフォーマットやパケットの解析処理が非常に複雑になる。

10

【0010】

また、特許文献4に記載の技術においては、ロス率に関わらず、常に、再送回数に関する情報がパケットに付加されているため、送信側、または受信側の処理のオーバーヘッドが大きくなるという問題も生じ得る。

【0011】

さらに、特許文献5には、パケットがロスした瞬間に1回目の再送要求を出すほかに、定期的な時間間隔に基づいて未着パケットをチェックすることにより、再送パケットがロスした場合でも、繰り返し再送要求を行う技術が記載されている。特許文献5に記載の技術においては、特許文献4に記載の技術と比較してその構成が簡単である。しかしながら、特許文献5に記載の技術における2回目以降の再送要求は、再送時刻になるまで行われ 20
ないため、パケットロスが頻繁に発生する場合には、再送時刻までの時間を計時するタイマ値を適切な値に設定しないと、パケットロスに対する再送要求が適切に行われない。一方、タイマ値を短くしすぎると、ロス率が低いにも関わらず、再送要求が頻繁に行われてしまうことになる。

【0012】

また、特許文献5には、タイマ値が短すぎる点に対しては、再送を要求する再送要求パケットであるNACK (Negative ACKnowledge) パケットを送信した時刻から往復遅延時間 (RTT (Round Trip Times)) 以内には再び同じNACKパケットを送信しないという解決策が提示されている。この解決策を実現するためには、全てのNACKパケットに対して送信時刻を保持しておく必要がある。また、未着パケットのチェック時に、その未着パケットの到着が再生時刻に間に合うかどうかという判定を行い、さらに、その未着パケットについて、過去、RTT時間内にNACKパケットを送信したかどうかという判定も行わなければならない 30
、受信端末の処理が複雑になってしまう。

【0013】

繰り返し再送要求を行う方法として考えられる他の技術としては、受信側で再送要求を行ってから再送パケットが到着するまでの時間を見積もり、到着予定時刻までに再送パケットが到着しなかったことが検知された場合に、再び再送要求を行うという技術がある。しかしながら、この技術においては、到着予定時刻ごとに再送パケットが到着したかどうかを検査するというタイマをベースとした制御を行う必要がある。一般に、ソフトウェアプログラムとして受信処理を行う装置を実装する場合においては、上述したようなタイマをベースとした制御は、非常に大きな負荷がかかる。したがって、再送要求が頻繁に発生した場合には、その全ての再送要求について、時刻に関する処理であるタイマ処理にCPU (Central Processing Unit) の大部分が使われることとなり、パケットの受信、またはパケットにより送信されてくるデータの表示処理が滞ってしまい、その結果、データの再生品質を劣化させてしまう。

40

【0014】

【特許文献1】特開平7 - 221789号公報

【特許文献2】特開平9 - 191314号公報

【特許文献3】特開2002 - 84338号公報

【特許文献4】特開2001 - 119437号公報

50

【特許文献5】特開2003-169040号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

特許文献1乃至5に記載の技術を含む既存技術では、ロス率の変動に応じて、適応的に、受信装置の負荷を軽減し、また、再送性能を向上させることが困難であった。

【0016】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、パケットのロス率に応じて、適応的にパケットロスの回復を行うことができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の受信装置は、パケットのロスを検知する検知手段と、ロスが生じたパケットを識別する識別情報を含むパケット情報を、再送要求リストに登録する登録手段と、検知手段において少なくとも1つのパケットのロスが検知されるたびに、再送要求リストにパケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求パケットを生成する再送要求パケット生成手段と、再送要求パケットを、送信装置に送信する再送要求パケット送信手段とを備えることを特徴とする。

【0018】

この受信装置には、再送要求パケットを、送信装置に送信してから、再送要求パケットによって再送が要求されたパケットに対する再送パケットが送信装置から送信されてくるまでの時間である往復遅延時間を計測する往復遅延時間計測手段と、未着パケットの再生が行われるまでの猶予時間である再生猶予時間と、往復遅延時間とを比較することにより、未着パケットに対する再送パケットの到着が、その再生時刻に間に合うかどうかを判定する再生判定手段と、再生時刻に間に合わない未着パケットのパケット情報を、再送要求リストから削除する削除手段とをさらに設けることができる。

【0019】

受信装置には、送信装置から送信されてくる、再送要求パケットによって再送が要求されたパケットに対する再送パケットを受信する再送パケット受信手段と、再送パケット受信手段において受信された再送パケットに対する未着パケットのパケット情報を、再送要求リストから削除する削除手段とをさらに設けることができる。

【0021】

パケットのロスが生じた時間間隔であるロス間隔を算出するロス間隔算出手段と、再送要求パケットを、送信装置に送信してから、再送要求パケットによって再送が要求されたパケットに対する再送パケットが送信装置から送信されてくるまでの時間である往復遅延時間を計測する往復遅延時間計測手段と、ロス間隔および往復遅延時間に基づいて、閾値を設定する設定手段とをさらに備え、パケット情報は、検知手段においてロスが検知された回数をカウントするカウント値をさらに含む構成とすることができ、再送要求パケット生成手段には、再送要求リストにパケット情報が登録されている未着パケットのうちの、カウント値が閾値以上のものについて、再送要求パケットを生成させることができる。

設定手段は、閾値として、往復遅延時間をロス間隔で除算した値を超えない最大の整数を設定することができる。

【0024】

受信装置には、再送要求パケットによって再送が要求された未着パケットについてのカウント値をリセットするリセット手段をさらに設けることができる。

【0025】

本発明の受信方法は、パケットのロスを検知する検知ステップと、ロスが生じたパケットを識別する識別情報を含むパケット情報を、再送要求リストに登録する登録ステップと、検知ステップにおいて少なくとも1つのパケットのロスが検知されるたびに、再送要求リストにパケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求パケットを生成する再送要求パケット生成ステップと、再送要求パ

10

20

30

40

50

ケットを、送信装置に送信する再送要求ケット送信ステップとを含むことを特徴とする。

【0026】

本発明のプログラムは、パケットのロスを検知する検知ステップと、ロスが生じたパケットを識別する識別情報を含むパケット情報を、再送要求リストに登録する登録ステップと、検知ステップにおいて少なくとも1つのパケットのロスが検知されるたびに、再送要求リストにパケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求ケットを生成する再送要求ケット生成ステップと、再送要求ケットを、送信装置に送信する再送要求ケット送信ステップとを含むことを特徴とする。

10

【0027】

本発明の記録媒体に記録されているプログラムは、パケットのロスを検知する検知ステップと、ロスが生じたパケットを識別する識別情報を含むパケット情報を、再送要求リストに登録する登録ステップと、検知ステップにおいて少なくとも1つのパケットのロスが検知されるたびに、再送要求リストにパケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求ケットを生成する再送要求ケット生成ステップと、再送要求ケットを、送信装置に送信する再送要求ケット送信ステップとを含むことを特徴とする。

【0028】

本発明においては、パケットのロスが検知され、ロスが生じたパケットを識別する識別情報を含むパケット情報が、再送要求リストに登録される。そして、少なくとも1つのパケットのロスが検知されるたびに、再送要求リストにパケット情報が登録されているパケットである未着パケットすべてについての再送を要求する再送要求ケットが生成され、送信装置に送信される。

20

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、ロス率に応じて、適応的にパケットロスの回復を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

以下に、本発明の実施の形態を説明する。

30

【0043】

図1は、本発明を適用した通信システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【0044】

図1の通信システムは、出力装置1、送信装置2、パケット交換網3、受信装置4、および表示装置5から構成されている。

【0045】

出力装置1は、例えば、画像を撮像し、その撮像により得られる画像データを送信装置2に供給する。

【0046】

送信装置2は、出力装置1から供給された画像データを所定の方式のパケットに格納することによりパケットを生成し、パケット交換網3を介して受信装置4にストリーミング方式で送信する。また、送信装置2は、パケット交換網3を介して受信装置4から送信くるNACKパケットを受信し、そのNACKパケットによって再送が要求されているパケットを、再送パケットとして、パケット交換網3を介して受信装置4に送信する。

40

【0047】

パケット交換網3は、例えば、インターネットなどからなる伝送路である。なお、パケット交換網3は、インターネットである必要はなく、後述するフォーマットのパケットが伝送可能なものであれば、どのようなものであってもよい。

【0048】

50

受信装置 4 は、パケット交換網 3 を介して送信装置 2 から送信されてきたパケットを受信し、そのパケットに格納されている画像データを、表示装置 5 に供給し表示させる。また、受信装置 4 は、パケットのロスを検知し、そのロスしたパケットに対する再送要求を行うNACKパケットを、パケット交換網 3 を介して送信装置 2 に送信する。

【 0 0 4 9 】

表示装置 5 は、受信装置 4 から供給された画像データを表示する。

【 0 0 5 0 】

なお、出力装置 1 としては、例えば、NTSC (National Television Standards Committee) の規格に規定された出力が可能な、連続メディアデータ (時間的に連続なデータ) を出力するビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、VHS (Video Home System) デッキ、DVD (Digital Versatile Disc) プレーヤ、衛星チューナ、またはCATV (CABLE Television) セットトップボックスなどを採用することができる。

10

【 0 0 5 1 】

図 2 は、図 1 の送信装置 2 の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 5 2 】

図 2 の送信装置 2 は、入力部 1 1、パケット作成部 1 2、ネットワーク入出力部 1 3、再送制御部 1 4、再送バッファ 1 5、およびNACK解析部 1 6 から構成されている。

【 0 0 5 3 】

入力部 1 1 は、出力装置 1 から供給された画像データを取り込み、その画像データに対して、例えば、圧縮などの所定の処理を施して、パケット作成部 1 2 に供給する。なお、出力装置 1 がDV (Digital Video) カメラ等の圧縮された画像データを出力する装置である場合には、入力部 1 1 は、画像データに対して、圧縮以外のその他の所定の処理を行い、パケット作成部 1 2 に供給する。

20

【 0 0 5 4 】

パケット作成部 1 2 は、入力部 1 1 から供給された画像データを格納した、ネットワーク伝送に適したパケットを生成し、ネットワーク入出力部 1 3 および再送バッファ 1 5 に供給する。

【 0 0 5 5 】

ここで、図 3 を参照して、パケット作成部 1 2 が生成するパケットのフォーマットを説明する。

30

【 0 0 5 6 】

図 3 に示すパケットフォーマットは、IETF (The Internet Engineering Task Force) が発行するRFC (Request For Comments) 3 5 5 0 (" RTP (Real-time Transport Protocol) : A Transport Protocol for Real-time Applications ", July 2 0 0 3) で規定されたRTPパケットのフォーマットで、リアルタイムデータを配信するのに適している。

【 0 0 5 7 】

パケットの先頭には、図 3 において " V " で表される、2 ビットのバージョン情報が配置される。バージョン情報は、パケットのバージョンを示す。

【 0 0 5 8 】

バージョン情報の次に図 3 中の " P " で表される 1 ビットのパディングが配置され、パディングに続いて、1 ビットの拡張情報がパケットに配置される。拡張情報は図 3 において、" X " で表される。拡張情報は、パケットに拡張ヘッダを配置する場合に、所定の値に設定される。

40

【 0 0 5 9 】

拡張情報に続いて、CSRC (Contributing Source) カウントがパケットに配置される。CSRCカウントは、図 3 中において、" CC " で表される。CSRCカウントは、CSRC識別子の数を表す。

【 0 0 6 0 】

CSRCカウントに続いて配置される、1 ビットのメーカー情報は、プロファイルによって定義される。メーカー情報は、図 3 中において " M " で表される。

50

【 0 0 6 1 】

メーカー情報に続いて配置される、7ビットのペイロードタイプは、パケットのフォーマットを定義するための情報である。ペイロードタイプは、図3中において、“PT”で表される。

【 0 0 6 2 】

シーケンス番号 (Sequence number) は、ペイロードタイプの次に配置される、16ビットの情報である。シーケンス番号は、パケットの再生の順番を示す番号であり、送信の度に、1ずつ増える。シーケンス番号は、パケットロスを検知し、また、パケットの順序を修復するために使用される。

【 0 0 6 3 】

シーケンス番号の次に配置される、32ビットのタイムスタンプ (Timestamp) は、そのパケットに格納されているストリーミングデータの最初のオクテットがサンプルされた時刻を示す情報である。

【 0 0 6 4 】

SSRC (Synchronization Source) 識別子 (Identifier) は、タイムスタンプの次に配置される、32ビットの情報であって、パケットに格納されるストリーミングデータのソースを示す。

【 0 0 6 5 】

パケットにおいて、SSRC識別子の次には、ストリーミングデータが格納される。図3において、“データ” は、ストリーミングデータを示す。

【 0 0 6 6 】

図2に戻り、ネットワーク入出力部13には、パケット作成部12からパケットが供給される他、再送制御部14から再送パケットが供給される。ネットワーク入出力部13は、パケット作成部12からのパケットおよび再送制御部14からの再送パケットを、パケット交換網3を介して受信装置4に送信する。また、ネットワーク入出力部13は、パケット交換網3を介して受信装置4から送信されてきたNACKパケット、または後述するRTT計測パケットを受信する。ネットワーク入出力部13は、受信したNACKパケットをNACK解析部16に供給する。また、ネットワーク入出力部13は、受信したRTT計測パケットをパケット交換網3を介して受信装置4に送信する。

【 0 0 6 7 】

再送制御部14には、NACK解析部16からNACKパケットによって再送が要求されているパケットの識別情報としてのシーケンス番号が供給される。再送制御部14は、NACK解析部16から供給されたシーケンス番号のパケットを再送バッファ15から読み出す。さらに、再送制御部14は、再送バッファ15から読み出したパケットをネットワーク入出力部13に供給し、再送パケットとして、パケット交換網3を介して受信装置4に送信させる。

【 0 0 6 8 】

再送バッファ15は、パケット作成部12から供給されたパケットを、その再送を行う場合に備えて記憶する。

【 0 0 6 9 】

NACK解析部16は、ネットワーク入出力部13から供給されたNACKパケットを解析することにより、そのNACKパケットによって再送が要求されているパケットのシーケンス番号を認識し、再送制御部14に供給する。

【 0 0 7 0 】

図4は、図1の受信装置4の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 7 1 】

図4の受信装置4は、ネットワーク入出力部21、パケット解析部22、出力バッファ23、出力部24、RTT計測部25、再送処理部26、NACKリスト27、およびNACK作成部28から構成されている。

【 0 0 7 2 】

ネットワーク入出力部 2 1 は、パケット交換網 3 を介して送信装置 2 から送信されてくる再送パケットを含むパケットを受信し、パケット解析部 2 2 に供給する。また、ネットワーク入出力部 2 1 は、RTT計測部 2 5 から供給されたRTT計測パケットを、パケット交換網 3 を介して送信装置 2 へ送信し、その送信に対応して、パケット交換網 3 を介して送信装置 2 から送信されてくるRTT計測パケットを受信して、RTT計測部 2 5 に供給する。さらに、ネットワーク入出力部 2 1 は、NACK作成部 2 8 から供給されたNACKパケットを、パケット交換網 3 を介して送信装置 2 へ送信する。

【 0 0 7 3 】

パケット解析部 2 2 は、ネットワーク入出力部 2 1 から供給されたパケットを出力バッファ 2 3 に供給して記憶させる。また、パケット解析部 2 2 は、ネットワーク入出力部 2 1 から供給された今回のパケットを解析し、その今回のパケットが、再送パケットであるかどうかを判定するとともに、パケットロスの検知を行う。パケット解析部 2 2 は、今回のパケットが再送パケットであると判定した場合、その再送パケットのシーケンス番号を再送処理部 2 6 に供給する。

10

【 0 0 7 4 】

さらに、パケット解析部 2 2 は、パケットロスを検知した場合、そのパケットロスが生じたパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプを算出し、再送処理部 2 6 に供給する。

【 0 0 7 5 】

出力バッファ 2 3 は、パケット解析部 2 2 から供給されたパケットを一時的に記憶する。

20

【 0 0 7 6 】

出力部 2 4 は、出力バッファ 2 3 に記憶されたパケットから画像データを抽出し、表示装置 5 に供給して表示させる。出力部 2 4 は、パケットから抽出した画像データが圧縮されている場合には、その圧縮の圧縮方式に対応する復号方式で画像データを伸張（デコード）し、表示装置 5 に供給して表示させる。

【 0 0 7 7 】

なお、通常、1枚（フレーム）の画像データは、複数のパケットに分割されて格納される。この場合、出力部 2 4 は、出力バッファ 2 3 から同一時刻を示すタイムスタンプのパケットを読み出して、一枚の画像データを再構成する処理を行う。

30

【 0 0 7 8 】

また、再送パケットの到着が、その再送パケットに格納されているデータを含んで構成される一枚の画像データの再生時刻に間に合わない場合がある。この場合、その一枚の画像データにおいては、データの欠落が生じるが、出力部 2 4 は、その欠落を補う隠蔽処理も行う。

【 0 0 7 9 】

RTT計測部 2 5 は、RTT計測パケットを、定期的または不定期に生成し、ネットワーク入出力部 2 1 に供給して送信させる。なお、RTT計測パケットには、その送信時刻が格納される。

【 0 0 8 0 】

40

また、RTT計測部 2 5 は、ネットワーク入出力部 2 1 が送信装置 2 から受信して供給するRTT計測パケットを受信し、その受信時刻と、RTT計測パケットに格納されている送信時刻とから、往復遅延時間（RTT）を算出して再送処理部 2 6 に供給する。ここで、往復遅延時間RTTは、受信装置 4 がNACKパケットを送信してから、そのNACKパケットによって再送が要求されたパケットに対する再送パケットが、送信装置 2 から送信されてくるまでの時間とみなすことができる。

【 0 0 8 1 】

再送処理部 2 6 は、NACKリスト 2 7 に登録されている、未着のパケットである未着パケットのシーケンス番号を、NACK作成部 2 8 に供給することにより、NACK作成部 2 8 にそのシーケンス番号によって識別されるパケットの再送を要求するNACKパケットを生成させる

50

。

【 0 0 8 2 】

また、再送処理部 2 6 は、パケット解析部 2 2 から供給された、パケットロスが生じたパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプを、そのパケットに関するパケット情報として、NACKリスト 2 7 の新たなエントリに追加登録する。

【 0 0 8 3 】

さらに、再送処理部 2 6 は、パケット解析部 2 2 から再送パケットのシーケンス番号が供給されると、そのシーケンス番号を含むパケット情報が登録されているエントリを、NACKリスト 2 7 から削除する。従って、NACKリスト 2 7 には、受信装置 4 に到着していない未着パケットのパケット情報が登録されている、ということができる。

10

【 0 0 8 4 】

また、再送処理部 2 6 は、図示せぬ計時部から取得した現在時刻から、NACKリスト 2 7 にパケット情報が登録されている未着パケットの再生が行われるまでの猶予時間である再生猶予時間を算出し、その再生猶予時間と、RTT計測部 2 5 から供給された往復遅延時間 (RTT) とを比較することで、未着パケットに対する再送パケットの到着が、その再生時刻に間に合うかどうかを判定する。そして、再送処理部 2 6 は、未着パケットに対する再送パケットの到着が、その再生時刻に間に合わない場合、その未着パケットのパケット情報が登録されているエントリを、NACKリスト 2 7 から削除する。

【 0 0 8 5 】

NACKリスト 2 7 は、再送処理部 2 6 の制御にしたがい、未着パケットのパケット情報のエントリを記憶する。

20

【 0 0 8 6 】

ここで、図 5 を参照して、NACKリスト 2 7 のエントリを説明する。

【 0 0 8 7 】

図 5 においては、NACKリスト 2 7 に、2 つのエントリが存在している。エントリは、未着パケットごとに作成され、各エントリには、未着パケットのシーケンス番号および再生時刻 (タイムスタンプ) が、その未着パケットのパケット情報として登録される。図 5 に示されているNACKリスト 2 7 には、左側に未着パケットのシーケンス番号、右側に再生時刻が登録されている。図 5 には、シーケンス番号が 2 で、再生時刻が 3 0 0 3 の未着パケット、およびシーケンス番号が 5 で、再生時刻が 9 0 0 9 の未着パケットが登録されている。

30

【 0 0 8 8 】

図 4 に戻り、NACK作成部 2 8 は、再送処理部 2 6 から供給されたシーケンス番号のパケットの再送を要求するNACKパケットを作成し、ネットワーク入出力部 2 1 に供給してパケット交換網 3 を介して送信装置 2 に送信させる。

【 0 0 8 9 】

次に、図 6 を参照して、図 4 のNACK作成部 2 8 において作成されるNACKパケットのフォーマットを説明する。

【 0 0 9 0 】

図 6 のNACKパケットは、RTPのセッションを制御するためのプロトコルであるRTCP (RTP Control Protocol) のRTCPパケットであり、3 2 ビットのRTCPヘッダを有している。

40

【 0 0 9 1 】

RTCPヘッダの次には、再送処理部 2 6 から供給されたシーケンス番号が、1 6 ビットで、順次、記述される。ここで、図 6 のNACKパケットのフォーマットにおいては、複数のシーケンス番号が記述されている。このように 1 つのNACKパケットに複数のシーケンス番号を記述することにより、受信装置 4 の処理のオーバーヘッドを軽減させ、効率的な処理が可能となる。なお、1 つのNACKパケットに、1 つのシーケンス番号を記述することも可能である。

【 0 0 9 2 】

図 7 は、図 2 の送信装置 2 のパケット送信処理を説明するフローチャートである。なお

50

、図7の packets 送信処理は、出力装置1から画像データが供給されると開始される。

【0093】

ステップS1において、入力部11は、出力装置1から供給された画像データを取り込み、取り込んだ画像データに圧縮などの所定の処理を施して、packets 作成部12に供給し、ステップS2に進む。

【0094】

ステップS2において、packets 作成部12は、入力部11から供給された画像データをペイロードに配置した、図3のフォーマットのpackets (RTP packets) を生成し、ネットワーク入出力部13に供給して、ステップS3に進む。

【0095】

ステップS3において、ネットワーク入出力部13は、packets 作成部12から供給されたpackets をpackets 交換網3を介して受信装置4に送信し、ステップS4に進む。

【0096】

ステップS4において、packets 作成部12は、ステップS2で生成したpackets を再送バッファ15に供給して記憶させ、処理を終了する。

【0097】

図8は、図2の送信装置2の再送packets 送信処理を説明するフローチャートである。なお、図8の再送packets 送信処理は、packets 交換網3を介して受信装置4から送信されてきたNACK packets がネットワーク入出力部13により受信され、NACK解析部16に供給されると開始される。

【0098】

ステップS11において、NACK解析部16は、ネットワーク入出力部13からのNACK packets を解析することにより再送が要求されているpackets のシーケンス番号を取得し、再送制御部14に供給して、ステップS12に進む。

【0099】

ステップS12において、再送制御部14は、NACK解析部16から供給されたシーケンス番号と同一のシーケンス番号のpackets を再送バッファ15から読み出し、ネットワーク入出力部13に供給し、ステップS13に進む。

【0100】

ステップS13において、ネットワーク入出力部13は、再送制御部14から供給されたpackets を、再送packets として、packets 交換網3を介して受信装置4に送信し、処理を終了する。

【0101】

図9は、受信装置4のpackets 受信処理を説明するフローチャートである。なお、図9のpackets 受信処理は、packets 交換網3を介して送信装置2から送信されてきたpackets がネットワーク入出力部13により受信され、packets 解析部22に供給されると開始される。

【0102】

ステップS21において、packets 解析部22は、ネットワーク入出力部13から供給された今回のpackets を解析することにより、そのシーケンス番号を抽出し、ステップS22に進む。

【0103】

packets 解析部22は、ステップS22において、今回のpackets が再送packets であるかどうかを、その今回のpackets から抽出したシーケンス番号に基づいて判定する。

【0104】

ステップS22において、今回のpackets が再送packets でないと判定された場合、ステップS24に進み、packets 解析部22は、packets ロスが発生したかどうかを、今回のpackets から抽出したシーケンス番号に基づいて判定する。

【0105】

なお、packets 解析部22は、今までに受信したpackets のシーケンス番号のうち最

10

20

30

40

50

大値である最大シーケンス番号を記憶しており、ステップS 2 2における、今回のパケットが再送パケットであるかどうかの判定と、ステップS 2 4における、パケットロスが発生したかどうかの判定とを、今回のパケットのシーケンス番号と、今までに受信したパケットの最大シーケンス番号とを比較することにより行う。即ち、ステップS 2 2とステップS 2 4の判定は、RFC 3 5 5 0 Appendix A.1 update_seq()として示されているアルゴリズムに沿って行われる。

【 0 1 0 6 】

具体的には、パケット解析部 2 2 は、今回のパケットのシーケンス番号が最大シーケンス番号より 1 だけ大きい場合、今回のパケットが、送信装置 2 において図 7 のパケット送信処理が行われることにより送信されてきたパケット（通常のパケット）であると判定する。

10

【 0 1 0 7 】

また、パケット解析部 2 2 は、今回のパケットのシーケンス番号が、最大シーケンス番号と比較して、1 より大きい場合（2 以上大きい場合）、今回のパケットの前に送信されてくるべきパケットのロス（パケットロス）が生じたと判定する。

【 0 1 0 8 】

さらに、パケット解析部 2 2 は、今回のパケットのシーケンス番号が、最大シーケンス番号よりも小さい場合、今回のパケットが、再送パケットであると判定する。

【 0 1 0 9 】

ステップS 2 4 において、パケットロスが発生したと判定された場合、即ち、今回のパケットが、通常のパケットであるが、そのシーケンス番号が、最大シーケンス番号よりも 2 以上大きい場合、パケット解析部 2 2 は、通常のパケットである今回のパケットを、出力バッファ 2 3 に供給する。さらに、パケット解析部 2 2 は、パケットロスが生じたパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプを算出して、再送処理部 2 6 に供給し、ステップS 2 4 からステップS 2 5 に進む。

20

【 0 1 1 0 】

ステップS 2 5 において、再送処理部 2 6 は、パケット解析部 2 2 からの、パケットロスが生じたパケットのシーケンス番号とタイムスタンプを用いて、後述するNACK処理を行い、ステップS 2 6 に進む。

【 0 1 1 1 】

また、ステップS 2 4 において、パケットロスが発生していないと判定された場合、即ち、今回のパケットが、シーケンス番号が最大シーケンス番号よりも 1 だけ大きい通常のパケットである場合、パケット解析部 2 2 は、今回のパケットを出力バッファ 2 3 に供給し、ステップS 2 6 に進む。

30

【 0 1 1 2 】

一方、ステップS 2 2 において、今回のパケットが再送パケットであると判定された場合、パケット解析部 2 2 は、その再送パケットのシーケンス番号を再送処理部 2 6 に供給する。さらに、パケット解析部 2 2 は、今回のパケットである再送パケットを出力バッファ 2 3 に供給し、ステップS 2 2 からステップS 2 3 に進む。

【 0 1 1 3 】

ステップS 2 3 において、再送処理部 2 6 は、パケット解析部 2 2 から供給された再送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パケット情報が登録されているエントリを、NACKリスト 2 7 から検索し、そのエントリをNACKリスト 2 7 から消去する。但し、NACKリスト 2 7 に再送パケットのシーケンス番号と同一のシーケンス番号が記述されているエントリが存在しない場合には、再送処理部 2 6 は、何の処理も行わない。そして、ステップS 2 3 からステップS 2 6 に進む。

40

【 0 1 1 4 】

ステップS 2 6 において、出力バッファ 2 3 は、パケット解析部 2 2 から供給されたパケット（通常のパケットまたは再送パケット）を記憶し、処理を終了する。

【 0 1 1 5 】

50

図10は、図9のステップS25のNACK処理を説明するフローチャートである。

【0116】

ステップS31において、再送処理部26は、パケット解析部22からシーケンス番号とタイムスタンプが供給された、ロスが生じたパケット（ロスパケット）に関する、後述するロスパケット処理を行い、ステップS32に進む。

【0117】

ステップS32において、再送処理部26は、後述するNACKリスト更新処理を行い、ステップS33に進む。ステップS33では、ネットワーク入出力部21が、ステップS31とステップS32で、後述するようにして作成されるNACKパケットを、送信装置2に送信して、リターンする。

10

【0118】

図11は、図10のステップS31のロスパケット処理を説明するフローチャートである。

【0119】

ステップS41において、再送処理部26は、RTT計測部25から最新の往復遅延時間（RTT）を受信する。また、ステップS41において、再送処理部26は、パケット解析部22からシーケンス番号とタイムスタンプが供給された今回のロスパケットの再生時刻（再生予定時刻）から現在時刻を減算することにより、今回のロスパケットの再生時刻までの再生猶予時間を算出する。そして、再送処理部26は、ステップS41において、今回のロスパケットの再生猶予時間が往復遅延時間（RTT）以上かどうかを判定する。なお、ロスパケットの再生時刻は、パケット解析部22からのロスパケットのタイムスタンプから認識することができる。

20

【0120】

ステップS41において、今回のロスパケットの再生猶予時間が往復遅延時間（RTT）以上でないと判定された場合、再送処理部26は、今回のロスパケットに対して何の処理も行わず、リターンする。即ち、この場合、受信装置4から今回のロスパケットに対して再送要求としてのNACKパケットの送信を行っても、受信装置4において、往復遅延時間（RTT）が経過した後にロスパケットに対する再送パケットを受信することとなり、再送パケットの再生時刻に間に合わないため、再送処理部26は、そのロスパケットについては、何の処理も行わない。

30

【0121】

一方、ステップS41において、今回のロスパケットの再生猶予時間が往復遅延時間（RTT）以上であると判定された場合、再送処理部26は、パケット解析部22から供給されたそのロスパケットのシーケンス番号をNACK作成部28に供給し、ステップS42に進む。

【0122】

ステップS42において、NACK作成部28は、再送処理部26から供給された今回のロスパケットのシーケンス番号を記述したNACKパケットを生成し、ネットワーク入出力部21に供給して、ステップS43に進む。

【0123】

ステップS43において、再送処理部26は、パケット解析部22から供給された今回のロスパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプを、そのロスパケットのパケット情報として、NACKリスト27の新たなエントリに追加登録し、リターンする。

40

【0124】

図12は、図10のステップS32のNACKリスト更新処理を説明するフローチャートである。

【0125】

ステップS51において、再送処理部26は、NACKリスト27のエントリすべてを対象に、後述するステップS52のエントリ処理を行ったかどうかを判定する。ステップS51において、NACKリスト27のエントリすべてを対象に、まだ、エントリ処理が行われて

50

いないと判定された場合、再送処理部 2 6 は、NACKリスト 2 7 のエントリのうちの、まだエントリ処理の対象とされていない 1 つのエントリを注目エントリとして、ステップ S 5 2 に進み、NACKリスト 2 7 の注目エントリを対象にエントリ処理を行い、ステップ S 5 1 に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

【 0 1 2 6 】

一方、ステップ S 5 1 において、NACKリスト 2 7 のエントリすべてを対象にエントリ処理が行われたと判定された場合、リターンする。

【 0 1 2 7 】

図 1 3 は、図 1 2 のステップ S 5 2 のエントリ処理を説明するフローチャートである。

10

【 0 1 2 8 】

ステップ S 6 1 において、再送処理部 2 6 は、図 1 1 のステップ S 4 1 と同様に、RTT 計測部 2 5 から最新の往復遅延時間 (RTT) を受信する。また、再送処理部 2 6 は、注目エントリのパケット情報のタイムスタンプから、その注目エントリに対応する未着パケット (注目エントリにパケット情報が登録されている未着パケット) の再生時刻を認識し、その再生時刻から、注目エントリに対応する未着パケットの再生猶予時間を、図 1 1 のステップ S 4 1 における場合と同様にして算出する。

【 0 1 2 9 】

そして、再送処理部 2 6 は、ステップ S 6 1 において、注目エントリに対応する未着パケットの再生猶予時間が、RTT 計測部 2 5 から供給された往復遅延時間 (RTT) 以上であるかどうかを判定する。ステップ S 6 1 において、注目エントリに対応する未着パケットの再生猶予時間が往復遅延時間 (RTT) 以上でないと判定された場合、即ち、注目エントリに対応する未着パケットの再送を要求しても、その再送パケットの到着が、その再生時刻に間に合わない場合、ステップ S 6 2 に進み、再送処理部 2 6 は、その注目エントリを NACKリスト 2 7 から消去し、リターンする。

20

【 0 1 3 0 】

一方、ステップ S 6 1 において、注目エントリに対応する未着パケットの再生猶予時間が往復遅延時間 (RTT) 以上であると判定された場合、再送処理部 2 6 は、その未着パケットのシーケンス番号を、NACKリスト 2 7 から読み出して、NACK作成部 2 8 に供給し、ステップ S 6 3 に進む。

30

【 0 1 3 1 】

ステップ S 6 3 において、NACK作成部 2 8 は、再送処理部 2 6 から供給された未着パケットのシーケンス番号を記述した NACK パケットを生成し、ネットワーク入出力部 2 1 に供給して、リターンする。

【 0 1 3 2 】

なお、図 1 1 のステップ S 4 2 と、図 1 3 のステップ S 6 3 とでは、個別の NACK パケットを生成してもよいし、その個別の NACK パケットに配置されるべきシーケンス番号すべてを配置した 1 つの NACK パケットを生成してもよい。

【 0 1 3 3 】

以上のように、ロスパケットのパケット情報を、NACKリスト 2 7 に登録し、パケットロスが検知されたときに、NACKリスト 2 7 にパケット情報が登録されている未着パケットの再送を要求する NACK パケットを生成して送信するようにしたので、NACK パケットごとにタイムを必要としない簡単な処理で NACK パケットを送信するとともに、パケットロスの頻度 (の変化) に応じて、適応的に、NACK パケットを送信する回数を変化させ、簡単かつ迅速にパケットロスを回復することができる。即ち、パケットロスの頻度が低い場合には無駄な NACK パケットの送信を抑制することができ、パケットロスの頻度が高い場合には、そのパケットロスの頻度に応じた回数の NACK パケットを送信することができる。

40

【 0 1 3 4 】

図 1 4 は、図 1 の受信装置 4 の他の構成例を示すブロック図である。

【 0 1 3 5 】

50

図14の受信装置4は、ロス間隔計測部29が新たに設けられている他は、図3の受信装置4と同様に構成されている。

【0136】

但し、再送処理部26は、パケット解析部22からロスパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプを受信すると、パケットロスが生じた旨のパケットロス情報を、ロス間隔計測部29に供給する。

【0137】

ロス間隔計測部29は、再送処理部26からのパケットロス情報に基づいて、前回と今回のパケットロスが生じた間隔であるロス間隔を求め、再送処理部26に供給する。

【0138】

再送処理部26は、ロス間隔計測部29からのロス間隔とRTT計測部25からの往復遅延時間とから、パケットロスの検知回数をカウントするカウント値の上限値を決定する。また、再送処理部26は、パケット解析部22からロスパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプが供給されると、そのロスパケットのパケット情報として、そのロスパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプに、カウント値を付加したものを生成し、NACKリスト27の新たなエンTRIESに追加登録する。さらに、再送処理部26は、パケットロスが検知された場合、NACKリスト27のエンTRIESすべてに登録されているパケット情報のカウント値を1だけインクリメントする。

【0139】

また、再送処理部26は、NACKリスト27の各エンTRIESに登録されている未着パケットのパケット情報のカウント値と、上限値とを比較し、カウント値が上限値以上になっているパケット情報に対応する未着パケットのシーケンス番号を、NACK作成部28に供給するとともに、そのカウント値を0にリセットする。

【0140】

次に、図15は、図14のNACKリスト27のエンTRIESを示している。

【0141】

上述したように、図14においては、再送処理部26は、ロスパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプに対して、カウント値を付加したパケット情報を、NACKリスト27のエンTRIESに登録する。このため、図15に示されているNACKリスト27のエンTRIESには、図5に示されているNACKリスト27と同様に未着パケットのシーケンス番号と再生時刻が登録されている他、カウント値が登録されている。

【0142】

図16は、図14の再送処理部26のNACK処理(図9のステップS25)を説明するフローチャートである。

【0143】

ステップS71において、再送処理部26は、パケット解析部22からシーケンス番号とタイムスタンプが供給されたロスパケットに関する、後述するロスパケット処理を行い、ステップS72に進む。

【0144】

ステップS72において、再送処理部26は、その内蔵するメモリ(図示せぬ)に記憶されているロス間隔を更新する。即ち、再送処理部26は、ロス間隔計測部29から最新のロス間隔を取得し、その最新のロス間隔に基づいて、メモリに記憶されているロス間隔を更新する。

【0145】

ここで、ステップS72において、再送処理部26がロス間隔を更新する方法としては、例えば、メモリに記憶されているロス間隔を、ロス間隔計測部29から取得した最新のロス間隔によって更新する方法や、指数移動加重計算(EWMA(Exponential Weighted Moving Average))を用いる方法などがある。指数移動加重計算を用いる方法においては、更新後のロス間隔を $Interval_{new}$ 、現在メモリに記憶されているロス間隔を $Interval_{prev}$ 、ロス間隔計測部29からの最新のロス間隔を $Interval_{current}$ とすると、更新後のロス

10

20

30

40

50

間隔 $Interval_{new}$ は、数 1 で示される式により算出される。

【 0 1 4 6 】

【 数 1 】

$$Interval_{new} = (1 - \alpha) \cdot Interval_{prev.} + \alpha Interval_{current.}$$

【 0 1 4 7 】

なお、数 1 におけるパラメータ α は、その値が 0 より大きく 1 より小さい値 ($0 < \alpha < 1$) に設定される調整パラメータである。調整パラメータ α が大きい程、ロス間隔計測部 2 9 からの最新のロス間隔が、更新後のロス間隔に反映される割合が高くなる。指数移動加重計算を用いてロス間隔を更新すると、今までのロス間隔を平均化することが可能となる。

10

【 0 1 4 8 】

再送処理部 2 6 は、ロス間隔の更新後、ステップ S 7 2 からステップ S 7 3 に進む。

【 0 1 4 9 】

ステップ S 7 3 において、再送処理部 2 6 は、ステップ S 7 2 において算出した更新後のロス間隔および RTT 計測部 2 5 から供給された往復遅延時間から、カウント値の上限値を決定する。カウント値の上限値を N とすると、ステップ S 7 3 において、再送処理部 2 6 は、数 2 で表される式によりカウント値の上限値 N を決定する。

【 0 1 5 0 】

【 数 2 】

$$N = \left\lfloor \frac{RTT}{Interval_{new}} \right\rfloor$$

20

【 0 1 5 1 】

数 2 において、記号 $[X]$ は、値 X を超えない最大の整数 (X の小数点以下が切り捨てられた値) を表している。例えば、 $[0.9]$ は 0、 $[1]$ は 1、 $[1.1]$ は 1 である。なお、数 2 により決定されたカウント値の上限値 N は、往復遅延時間 RTT 内に発生するパケットロスの回数の平均を表している。このように、ステップ S 7 3 において、再送処理部 2 6 は、カウント値の上限値 N を決定し、ステップ S 7 4 に進む。

【 0 1 5 2 】

ステップ S 7 4 において、再送処理部 2 6 は、後述する NACK リスト更新処理を行い、ステップ S 7 5 に進む。ステップ S 7 5 では、ネットワーク入出力部 2 1 が、ステップ S 7 1 とステップ S 7 5 で、後述するようにして作成される NACK パケットを、送信装置 2 に送信して、リターンする。

30

【 0 1 5 3 】

図 1 7 は、図 1 6 のステップ S 7 1 のロスパケット処理を説明するフローチャートである。なお、図 1 7 のステップ S 8 1 乃至ステップ S 8 3 の処理は、図 1 1 のステップ S 4 1 乃至ステップ S 4 3 それぞれの処理と同様である。

【 0 1 5 4 】

但し、ステップ S 8 3 では、ロスパケットのパケット情報として、そのロスパケットのシーケンス番号およびタイムスタンプの他に、カウント値が、NACK リスト 2 7 の新たなエントリに追加登録され、ステップ S 8 4 に進む。

40

【 0 1 5 5 】

ステップ S 8 4 において、再送処理部 2 6 は、ステップ S 8 3 で NACK リスト 2 7 に登録したロスパケットのパケット情報におけるカウント値を 0 に初期化 (リセット) し、リターンする。

【 0 1 5 6 】

図 1 8 は、図 1 6 のステップ S 7 4 の NACK リスト更新処理を説明するフローチャートである。なお、図 1 8 のステップ S 9 1 とステップ S 9 2 の処理は、図 1 2 のステップ S 5 1 とステップ S 5 2 の処理それぞれと同様である。

50

【 0 1 5 7 】

但し、ステップ S 9 2 のエントリ処理の内容は、図 1 2 のステップ S 5 2 のエントリ処理の内容と一部異なる。

【 0 1 5 8 】

そこで、図 1 9 のフローチャートを参照して、図 1 8 のステップ S 9 2 のエントリ処理を説明する。なお、図 1 9 において、図 1 9 のステップ S 1 0 1 とステップ S 1 0 2 それぞれの処理は、図 1 3 のステップ S 6 1 とステップ S 6 2 それぞれの処理と同様であるので、その説明は省略する。

【 0 1 5 9 】

ステップ S 1 0 3 において、再送処理部 2 6 は、NACK リスト 2 7 の注目エントリに登録されているカウント値を 1 だけインクリメントし、ステップ S 1 0 4 に進む。

10

【 0 1 6 0 】

ここで、図 1 9 のエントリ処理が行われる場合というのは、パケットロスが検知された場合であり、従って、NACK リスト 2 7 のエントリに登録されているカウント値は、パケットロスが検知されるたびに、ステップ S 1 0 3 において 1 だけインクリメントされる。

【 0 1 6 1 】

ステップ S 1 0 4 において、再送処理部 2 6 は、NACK 生成判定処理を行い、リターンする。

【 0 1 6 2 】

図 2 0 は、図 1 9 の NACK 生成判定処理 (ステップ S 1 0 4) を説明するフローチャートである。

20

【 0 1 6 3 】

ステップ S 1 1 1 において、再送処理部 2 6 は、注目エントリに登録されているパケット情報におけるカウント値が、図 1 6 のステップ S 7 3 で決定されたカウント値の上限値 N 以上 (またはより大きい) かどうかを判定する。ステップ S 1 1 1 において、注目エントリのカウント値が、カウント値の上限値 N 以上でないと判定された場合、リターンする。即ち、注目エントリのカウント値がカウント値の上限値 N 以上になっていない場合には、その注目エントリに対応する未着パケットの再送要求は行われぬ。

【 0 1 6 4 】

一方、ステップ S 1 1 1 において、注目エントリのカウント値が、カウント値の上限値 N 以上であると判定された場合、再送処理部 2 6 は、その注目エントリに対応する未着パケットのシーケンス番号を NACK 作成部 2 8 に供給し、ステップ S 1 1 2 に進む。

30

【 0 1 6 5 】

ステップ S 1 1 2 において、NACK 作成部 2 8 は、再送処理部 2 6 から供給された未着パケットのシーケンス番号を記述した NACK パケットを生成し、ネットワーク入出力部 2 1 に供給して、ステップ S 1 1 3 に進む。

【 0 1 6 6 】

ステップ S 1 1 3 において、再送処理部 2 6 は、その注目エントリのカウント値を 0 に初期化 (リセット) し、リターンする。

【 0 1 6 7 】

なお、図 1 7 のステップ S 8 2 と、図 2 0 のステップ S 1 1 2 とでは、個別の NACK パケットを生成してもよいし、その個別の NACK パケットに配置されるべきシーケンス番号すべてを配置した 1 つの NACK パケットを生成してもよい。

40

【 0 1 6 8 】

図 2 1 を参照して、カウント値の上限値 N が 2 に決定される場合のカウント値の変化と再送要求について説明する。

【 0 1 6 9 】

図 2 1 では、受信装置 4 において、往復遅延時間 RTT 内に、3 回のパケットロス L_0 、パケットロス L_1 、パケットロス L_2 が検知されている。いま、説明を簡単にするため、パケットロス L_0 とパケットロス L_1 との間のロス間隔、およびパケットロス L_1 とパケットロ

50

ス L_2 との間のロス間隔が等しいものとする、上述の数2によれば、カウント値の上限値 N は2に決定される。

【0170】

パケットロス L_0 が発生した場合、受信装置4は、パケットロス L_0 に対する未着パケット P_0 （の packets 情報）のカウント値を0に初期化（図17のステップS84）し、また、未着パケット P_0 に対する再送要求としてのNACKパケットを生成して（図17のステップS82）、送信装置2に送信する。

【0171】

次に、パケットロス L_1 が発生した場合、受信装置4は、パケットロス L_1 に対する未着パケット P_1 のカウント値を0に初期化（図17のステップS84）し、さらに、NACKリスト27に登録されている未着パケット P_0 のカウント値0を1だけインクリメントすることにより1とする（図19のステップS103）。また、受信装置4は、未着パケット P_1 に対する再送要求としてのNACKパケットを生成し（図17のステップS82）、送信装置2に送信する。なお、いまの場合、未着パケット P_0 のカウント値1<カウント値の上限値2なので、未着パケット P_0 に対する再送要求は行われない。

【0172】

その後、パケットロス L_2 が発生した場合、受信装置4は、パケットロス L_2 に対する未着パケット P_2 のカウント値を0に初期化し（図17のステップS84）、未着パケット P_0 および未着パケット P_1 のカウント値をそれぞれ1だけインクリメントする（図19のステップS103）。その結果、未着パケット P_0 のカウント値が、カウント値の上限値2と等しくなり、未着パケット P_1 のカウント値が1となる。したがって、パケットロス L_2 が発生した場合、受信装置4は、未着パケット P_2 に対する再送要求としてのNACKパケットを生成するとともに（図17のステップS82）、未着パケット P_0 に対する再送要求としてのNACKパケットを生成し（図20のステップS112）、送信装置2に送信する。なお、いまの場合、未着パケット P_1 のカウント値1<カウント値の上限値2なので、未着パケット P_1 に対する再送要求は行われていない。

【0173】

さらに、未着パケット P_0 に対する再送要求が行われたことに応じて、受信装置4は、未着パケット P_0 のカウント値を0に初期化する（図20のステップS113）。

【0174】

図22を参照して、図14のロス間隔計測部29の他のロス間隔計測方法を説明する。

【0175】

図14のロス間隔計測部29では、ロス間隔(loss interval time)を、実際に計測することにより求める他、送信装置2から送信されたパケットのうち、パケット交換網3上等でパケットロスが発生して受信装置4において未着パケットとなる割合を表すロス率(loss probability)と、ストリーム帯域（パケット交換網3上で、パケットの伝送に用いられる伝送帯域）から求めることができる。

【0176】

ロス率を r [%]、ロス間隔を T [s]、1秒あたりに送信されるパケット数を N [packets/s]とすると、ロス率 r とロス間隔 T の関係は、数3で表される。

【0177】

【数3】

$$\frac{1}{T} = N \left(\frac{r}{100} \right)$$

【0178】

また、図2のパケット作成部12で作成されるパケットの平均のサイズを P [kB]とすると、1秒あたりに送信されるパケット数 N と、ストリームの使用帯域 B [Mbps]との関係は、数4で表される。

【0179】

10

20

30

40

50

【数4】

$$N \cdot P \cdot \frac{8}{1024} = B$$

【0180】

数4を変形すると、数5が得られる。

【0181】

【数5】

$$N = B \cdot \frac{128}{P}$$

10

【0182】

数3と数5の2つの関係式より、数6が導かれる。

【0183】

【数6】

$$T = \frac{1}{N \left(\frac{r}{100} \right)} = \frac{100 \cdot P}{128 \cdot B \cdot r}$$

【0184】

20

一般的に、インターネットで送信されるパケットの平均のパケットサイズは、約1[kB]であるため、ここでは、パケット作成部12で作成されるパケットの平均のサイズPを1として、ロス率rとロス間隔Tの関係を数6により算出すると、図22に示すようなグラフが得られる。

【0185】

図22においては、横軸がロス率rを、縦軸がロス間隔Tを表している。

【0186】

ロス間隔Tは、同じロス率rに対してストリーム帯域Bの大きさが大きい程、小さくなる。ロス間隔計測部29では、ロス率rを求め、そのロス率rから、図22のグラフを用いて、ロス間隔Tを求めることができる。

30

【0187】

以上のように、パケットロスが発生した場合に、NACKリスト27に登録されている未着パケットのカウンタ値が1だけインクリメントされ、そのカウンタ値が、ロス間隔と往復遅延時間RTTとから求められた上限値N以上の場合に、そのカウンタ値に対応する未着パケットの再送要求が行われる。

【0188】

したがって、ロス間隔が、往復遅延時間RTTに対して十分短い場合には、あるロスパケットに対する1回目のNACKパケットが送信された後、すぐに2回目のNACKパケットが送信されるといった、同一のロスパケットに対する複数のNACKパケットが次々に送信されることを回避することができる。即ち、ロス間隔が短く、従って、ロス率rが高い場合に、無駄なNACKパケットが送信されることを防止することができる。その結果、パケット交換網3上のトラフィックの増加を抑えることができる。

40

【0189】

一方、ロス間隔が、往復遅延時間RTTに対して十分長い場合、即ち、ロス率rが低い場合には、NACKパケットの送信頻度が多くなり、その結果、迅速に、再送パケットを得ることが可能となる。

【0190】

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。

【0191】

50

上述した一連の処理をソフトウェアで実行させる場合、送信装置 2 や受信装置 4 は、例えば、図 2 3 に示されるようなコンピュータなどによって構成することが可能である。

【 0 1 9 2 】

図 2 3 において、CPU 4 1 は、ROM (Read Only Memory) 4 2 に記憶されているプログラム、または記憶部 4 8 から RAM (Random Access Memory) 4 3 にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。

【 0 1 9 3 】

RAM 4 3 にはまた、CPU 4 1 が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

【 0 1 9 4 】

CPU 4 1、ROM 4 2、および RAM 4 3 は、バス 4 4 を介して相互に接続されている。このバス 4 4 にはまた、入出力インタフェース 4 5 も接続されている。

【 0 1 9 5 】

入出力インタフェース 4 5 には、キーボード、マウスなどよりなる入力部 4 6、ディスプレイなどよりなる出力部 4 7、ハードディスクなどより構成される記憶部 4 8、および通信部 4 9 が接続されている。

【 0 1 9 6 】

入出力インタフェース 4 5 にはまた、必要に応じてドライブ 5 0 が接続され、磁気ディスク 5 1、光ディスク 5 2、光磁気ディスク 5 3、或いは半導体メモリ 5 4 が適宜装着され、それらから読み出されたコンピュータプログラムが、必要に応じて記憶部 4 8 にインストールされる。

【 0 1 9 7 】

一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、プログラム格納媒体からインストールされる。

【 0 1 9 8 】

コンピュータにインストールされ、コンピュータによって実行可能な状態とされるプログラムを格納するプログラム格納媒体は、図 2 3 に示すように、磁気ディスク 5 1 (フロッピーディスクを含む)、光ディスク 5 2 (CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk)を含む)、光磁気ディスク 5 3 (MD (Mini-Disk) (登録商標)を含む)、もしくは半導体メモリ 5 4 などよりなるパッケージメディア、または、プログラムが一時的もしくは永続的に格納される ROM 4 2 や、記憶部 4 8 を構成するハードディスクなどにより構成される。プログラム格納媒体へのプログラムの格納は、必要に応じてルータ、モデムなどのインタフェースを介して、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の通信媒体を利用して行われる。

【 0 1 9 9 】

なお、本明細書において、プログラム格納媒体に格納されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【 0 2 0 0 】

また、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【 0 2 0 1 】

なお、本実施の形態においては、パケット交換網 3 としては、インターネットを採用しているが、これに限らず、その他の任意の有線または無線の通信回線を採用することができる。

【 0 2 0 2 】

また、出力装置 1 は、上述したビデオカメラ等の他、マイク (マイクロフォン)、ラジ

10

20

30

40

50

カセ（ラジオ放送受信機付きのカセットレコーダ）、CD（Compact Disc）プレーヤ、MDプレーヤなどであってもよい。さらに、送信装置 2 から受信装置 4 に送信するデータは、音声データであってもよい。

【0203】

また、本実施の形態においては、パケット作成部 12 が生成するパケットとしては、他の機器との相互接続性を確保するため、標準のプロトコルであるRTPで使用される図 4 に示したRTPパケットを採用したが、これに限らず、その他、パケットのシーケンス番号およびタイムスタンプ（または、これらに相当する情報）を含むパケットであれば、どのようなものであってもよい。

【0204】

さらに、本実施の形態においては、図 14 の受信装置 4 においてロス間隔と往復遅延時間RTTに応じて、NACKパケットの送信を制御するようにしたが、その他、例えば、受信装置 4 では、パケットロスが生じたときに、全ての未着パケットについてのNACKパケットを送信装置 2 に送信するとともに、送信装置 2 では、受信装置 4 から送信されてくるNACKパケットを受信する間隔をロス間隔として計測し、そのロス間隔と往復遅延時間RTTに応じて、再送パケットの送信を制御するようにすることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0205】

【図 1】本発明を適用した通信システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の送信装置 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 3】パケット作成部 12 が生成するパケットのフォーマットを示す図である。

【図 4】図 1 の受信装置 4 の構成例を示すブロック図である。

【図 5】NACKリスト 27 のエントリを示す図である。

【図 6】図 4 のNACK作成部 28 において作成されるNACKパケットのフォーマットを示す図である。

【図 7】送信装置 2 のパケット送信処理を説明するフローチャートである。

【図 8】送信装置 2 の再送パケット送信処理を説明するフローチャートである。

【図 9】受信装置 4 のパケット受信処理を説明するフローチャートである。

【図 10】図 9 のステップ S 25 のNACK処理を説明するフローチャートである。

【図 11】図 10 のステップ S 31 のロスパケット処理を説明するフローチャートである。

【図 12】図 10 のステップ S 32 のNACKリスト更新処理を説明するフローチャートである。

【図 13】図 12 のステップ S 52 のエントリ処理を説明するフローチャートである。

【図 14】図 1 の受信装置 4 の他の構成例を示すブロック図である。

【図 15】図 14 のNACKリスト 27 のエントリを示す図である。

【図 16】図 14 の再送処理部 26 のNACK処理（図 9 のステップ S 25）を説明するフローチャートである。

【図 17】図 16 のステップ S 71 のロスパケット処理を説明するフローチャートである。

【図 18】図 16 のステップ S 74 のNACKリスト更新処理を説明するフローチャートである。

【図 19】図 18 のステップ S 92 のエントリ処理を説明するフローチャートである。

【図 20】図 19 のステップ S 104 のNACK生成判定処理を説明するフローチャートである。

【図 21】カウント値の上限値 N が 2 の場合のカウント値の変化と再送要求について説明する図である。

【図 22】ロス率とロス間隔との関係を示す図である。

【図 23】本発明を適用したプログラムを実行するコンピュータのハードウェア構成例を

10

20

30

40

50

示すブロック図である。

【符号の説明】

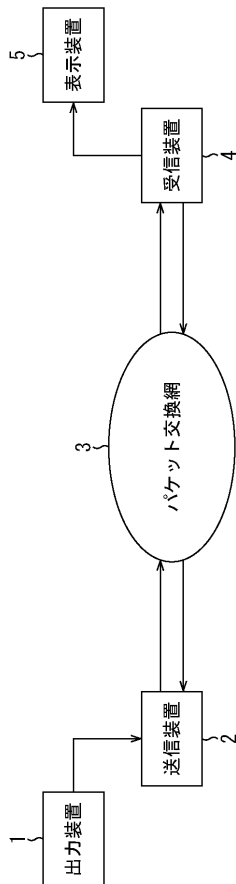
【0206】

1 出力装置, 2 送信装置, 3 パケット交換網, 4 受信装置, 5 表示装置, 11 入力部, 12 パケット作成部, 13 ネットワーク入出力部, 14 再送制御部, 15 再送バッファ, 16 NACK解析部, 21 ネットワーク入出力部, 22 パケット解析部, 23 出力バッファ, 24 出力部, 25 RTT計測部, 26 再送処理部, 27 NACKリスト, 28 NACK作成部, 29 ロス間隔計測部, 41 CPU, 42 ROM, 43 RAM, 44 バス, 45 入出力インタフェース, 46 入力部, 47 出力部, 48 記憶部, 49 通信部, 50 ドライブ, 51 磁器ディスク, 52 光ディスク, 53 光磁器ディスク, 54 半導体メモリ

10

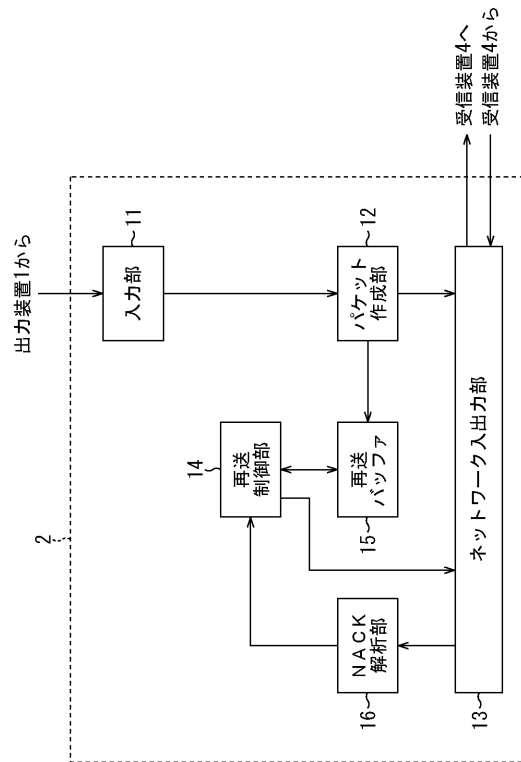
【図1】

図1



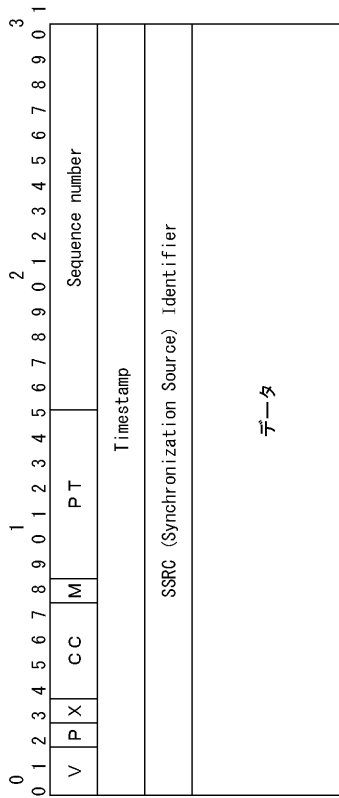
【図2】

図2



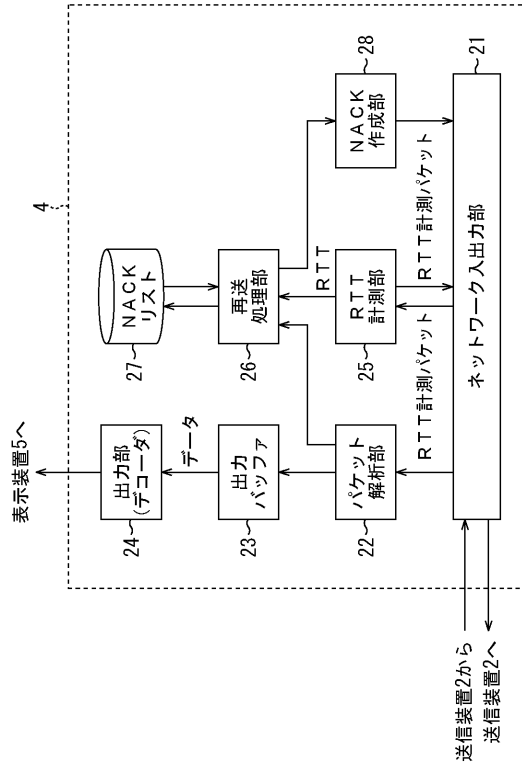
【図3】

図3



【図4】

図4



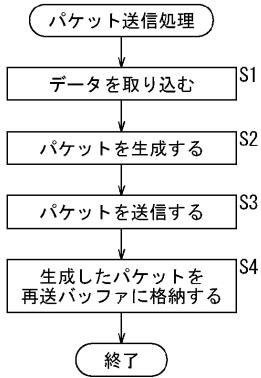
【図5】

図5

シーケンス番号	再生時刻 (タイムスタンプ)
2	3003
5	9009

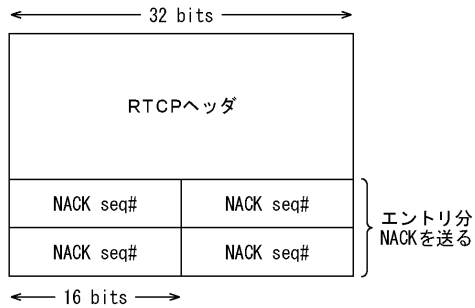
【図7】

図7



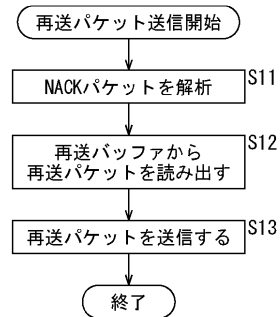
【図6】

図6



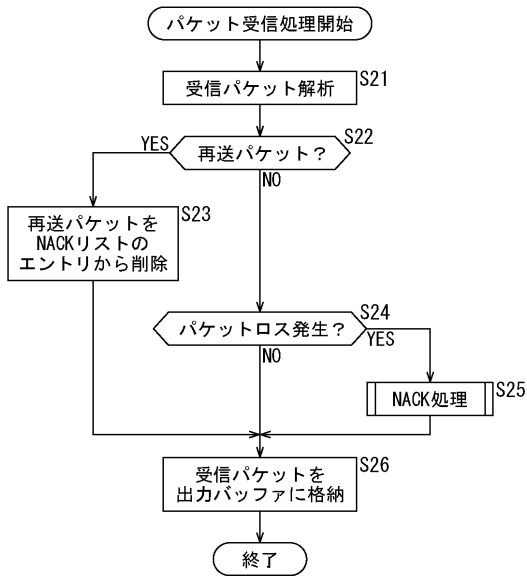
【図8】

図8



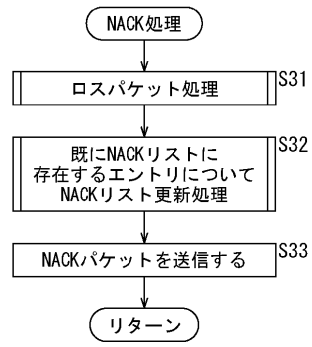
【図9】

図9



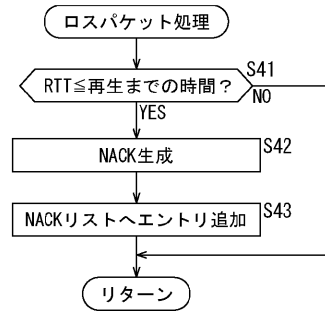
【図10】

図10



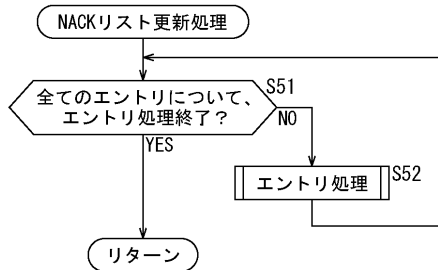
【図11】

図11



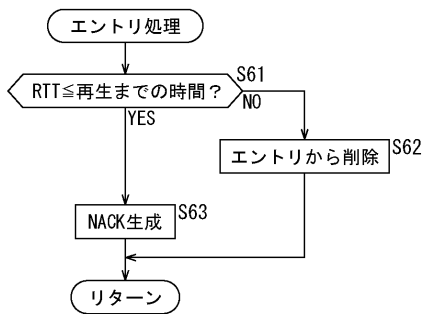
【図12】

図12



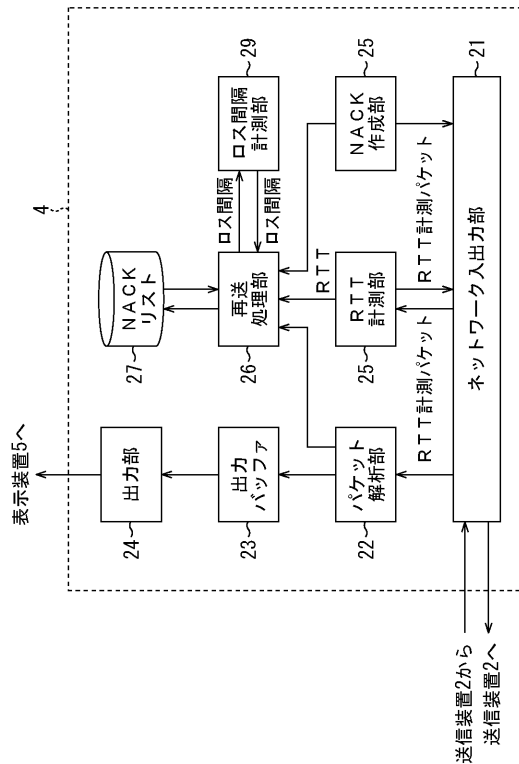
【図13】

図13



【図14】

図14



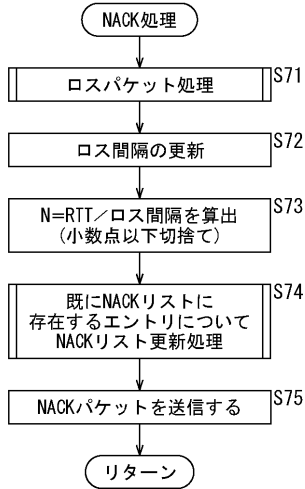
【図15】

図15

シーケンス番号	再生時刻	カウント値
2	3003	1
5	9009	0

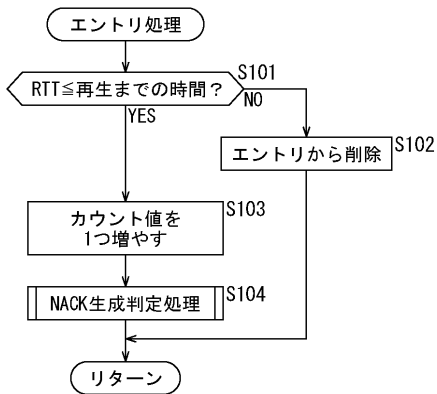
【図16】

図16



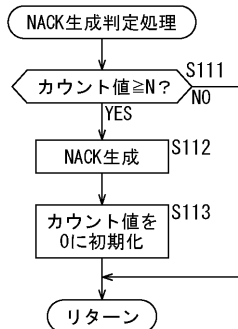
【図19】

図19



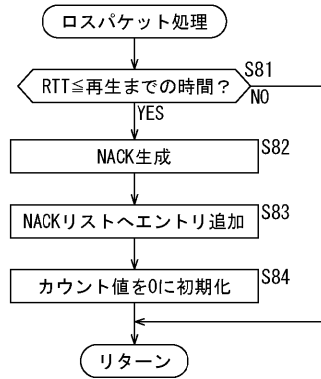
【図20】

図20



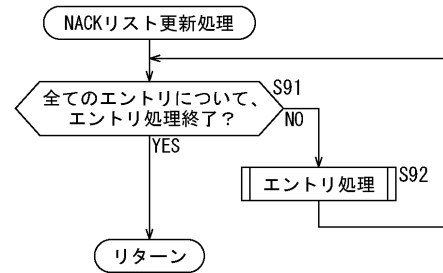
【図17】

図17



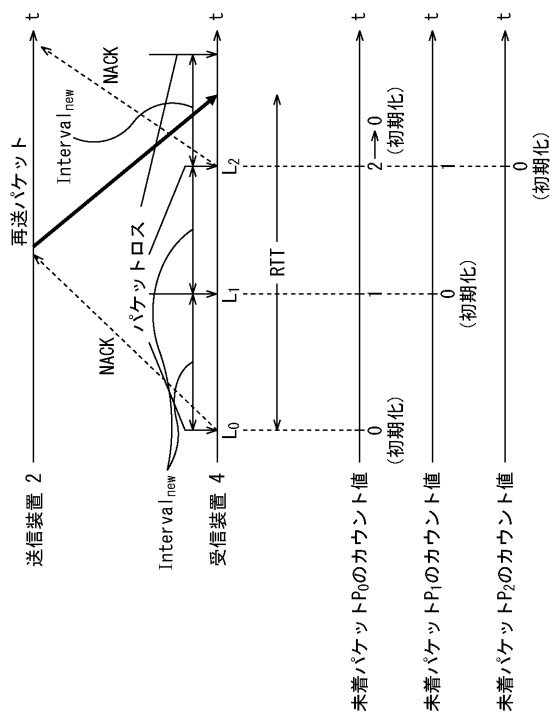
【図18】

図18

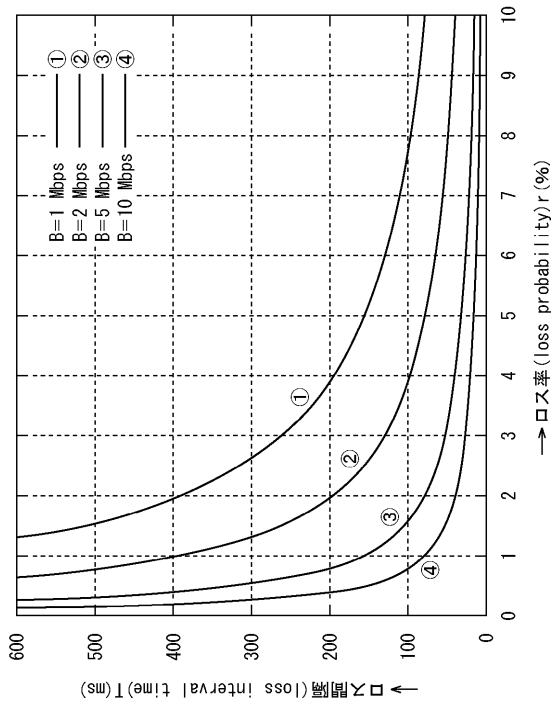


【図21】

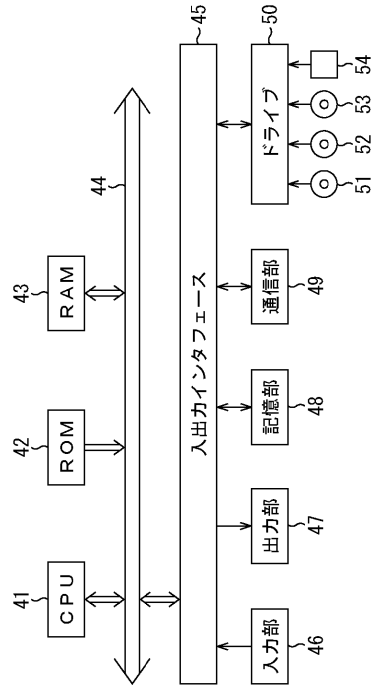
図21



【 2 2 】
22



【 2 3 】
23



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-169040(JP,A)
特開2003-060699(JP,A)
特開2003-179580(JP,A)
特開2001-211145(JP,A)
国際公開第01/099355(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 1/16
H04L 12/56
H04L 29/08