

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6412160号  
(P6412160)

(45) 発行日 平成30年10月24日 (2018. 10. 24)

(24) 登録日 平成30年10月5日 (2018. 10. 5)

(51) Int. Cl. F I  
**HO 4 L 1/00 (2006. 01)** HO 4 L 1/00 E  
 HO 4 L 1/00 B

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-563369 (P2016-563369)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成26年12月12日 (2014. 12. 12)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/082913		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02016/092686	(74) 代理人	110001689
(87) 国際公開日	平成28年6月16日 (2016. 6. 16)		青稜特許業務法人
審査請求日	平成29年3月27日 (2017. 3. 27)	(72) 発明者	竹内 隆
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	宮崎 祐行
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	藤原 亮介
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信装置、通信装置システム及び通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通信装置であって、

前記通信装置は送信部と受信部より構成され、

前記受信部は誤り訂正復号化部と、回線品質計測部と、フィードバックデータ生成部と、受信側ヘッダ処理部と、フィードバックデータ抽出部から構成され、

前記誤り訂正復号化部は、受信したパケットの誤り訂正ヘッダに含まれる冗長度設定を有する情報に基づき、受信パケットの欠損を修復し、

前記回線品質計測部は受信したパケット、および前記誤り訂正復号化部によって修復された後のパケットから、パケット欠損率、パケット欠損が連続した数、パケットの欠損が連続で生じる頻度のうち少なくとも一つの情報を有する回線品質情報を計測し、

前記フィードバックデータ生成部は前記回線品質計測部で時刻 t 1 に抽出された回線品質情報と、時刻 t 2 に計測された回線品質情報（但し、時刻 t 2 は時刻 t 1 よりも後の時刻）と、時刻 t 1 に生成したフィードバックデータの情報に基づき、時刻 t 2 における新たなフィードバックデータを生成し、

前記受信側ヘッダ処理部は前記誤り訂正復号化部から出力された各パケットのデータ部分を抽出するとともに、誤り訂正ヘッダに含まれる情報を前記フィードバックデータ抽出部へと伝送し、

前記フィードバックデータ抽出部は前記誤り訂正ヘッダの情報から、フィードバックデータを抽出し、

10

20

また前記送信部は誤り訂正符号化部と、送信側ヘッダ処理部から構成され、

前記誤り訂正符号化部は、前記フィードバックデータ抽出部が抽出したフィードバックデータの値に応じて、入力パケットに対して生成される誤り訂正符号パケットの比  $k$  を、 $m$  から  $n$  の範囲で変更することができるものであって ( $m$ 、 $n$  は予め定められた 0 以上の実数で、 $m < k < n$ )、

前記送信側ヘッダ処理部は、前記誤り訂正符号化部で符号化されたパケットの符号化パラメータ、および前記フィードバックデータ生成部で生成されたフィードバックデータを、誤り訂正ヘッダとして送信するパケットに付与し、

前記フィードバックデータ生成部は、前記フィードバックデータ抽出部から入力パケットと誤り訂正符号パケットの数の比  $k$  を取得し、

10

前記回線品質計測部からの回線品質情報の取得が初回で、得られた通信品質が予め定められた通信品質の目標値を下回った場合、 $k < n$  の場合は誤り訂正符号量の比  $k$  を増加させるようフィードバックデータを生成し、 $k = n$  の場合は誤り訂正符号量の比  $k$  を減少させるようフィードバックデータを生成し、

前記回線品質計測部からの回線品質情報の取得が初回で、得られた通信品質が予め定められた通信品質の目標値を上回る品質であった場合、前記フィードバックデータ生成部は、 $m < k$  の場合は誤り訂正符号量の比  $k$  を減少させるようフィードバックデータを生成し、 $m = k$  の場合は誤り訂正符号量の比  $k$  を増加させるようフィードバックデータを生成する

ことを特徴とする通信装置。

20

#### 【請求項 2】

通信装置であって、

前記通信装置は送信部と受信部より構成され、

前記受信部は誤り訂正復号化部と、回線品質計測部と、フィードバックデータ生成部と、受信側ヘッダ処理部と、フィードバックデータ抽出部から構成され、

前記誤り訂正復号化部は、受信したパケットの誤り訂正ヘッダに含まれる冗長度設定を有する情報に基づき、受信パケットの欠損を修復し、

前記回線品質計測部は受信したパケット、および前記誤り訂正復号化部によって修復された後のパケットから、パケット欠損率、パケット欠損が連続した数、パケットの欠損が連続で生じる頻度のうち少なくとも一つの情報を有する回線品質情報を計測し、

30

前記フィードバックデータ生成部は前記回線品質計測部で時刻  $t_1$  に抽出された回線品質情報と、時刻  $t_2$  に計測された回線品質情報 (但し、時刻  $t_2$  は時刻  $t_1$  よりも後の時刻) と、時刻  $t_1$  に生成したフィードバックデータの情報に基づき、時刻  $t_2$  における新たなフィードバックデータを生成し、

前記受信側ヘッダ処理部は前記誤り訂正復号化部から出力された各パケットのデータ部分を抽出するとともに、誤り訂正ヘッダに含まれる情報を前記フィードバックデータ抽出部へと伝送し、

前記フィードバックデータ抽出部は前記誤り訂正ヘッダの情報から、フィードバックデータを抽出し、

また前記送信部は誤り訂正符号化部と、送信側ヘッダ処理部から構成され、

40

前記誤り訂正符号化部は、前記フィードバックデータ抽出部が抽出したフィードバックデータの値に応じて、入力パケットに対して生成される誤り訂正符号パケットの比  $k$  を、 $m$  から  $n$  の範囲で変更することができるものであって ( $m$ 、 $n$  は予め定められた 0 以上の実数で、 $m < k < n$ )、

前記送信側ヘッダ処理部は、前記誤り訂正符号化部で符号化されたパケットの符号化パラメータ、および前記フィードバックデータ生成部で生成されたフィードバックデータを、誤り訂正ヘッダとして送信するパケットに付与し、

前記回線品質計測部からの回線品質情報の取得が 2 回目以降で、取得した回線品質情報が予め定められた目標値を下回る品質であった場合、前記フィードバックデータ生成部は

50

前回のフィードバックデータが誤り訂正符号量の比  $k$  を増加させるもので、前回の回線品質情報と新しく取得した回線品質情報を比較して回線品質が改善していると判断された場合、さらに誤り訂正符号量の比  $k$  を増加させるようフィードバックデータを生成し、

前回のフィードバックデータが誤り訂正符号量の比  $k$  を増加させるもので、前回の回線品質情報と新しく取得した回線品質情報を比較して回線品質が劣化していると判断された場合、誤り訂正符号量の比  $k$  を減少させるようフィードバックデータを生成し、

前回のフィードバックデータが誤り訂正符号量の比  $k$  を減少させるもので、前回の回線品質情報と新しく取得した回線品質情報を比較して回線品質が改善していると判断された場合、さらに誤り訂正符号量の比  $k$  を減少させるようフィードバックデータを生成し、

前回のフィードバックデータが誤り訂正符号量の比  $k$  を減少させるもので、前回の回線品質情報と新しく取得した回線品質情報を比較して回線品質が劣化していると判断された場合、誤り訂正符号量の比  $k$  を増加させるようフィードバックデータを生成することを特徴とする通信装置。

10

### 【請求項 3】

請求項 2 に記載の通信装置において、

前回のフィードバックデータが冗長度を上げるもので、前回の回線品質情報と新しく取得した回線品質情報を比較して回線品質が改善していると判断された場合であって、これ以上誤り訂正符号量の比  $k$  を増加させることができないと判断される場合 ( $k = n$ )、または、

前回のフィードバックデータが誤り訂正符号量の比  $k$  を減少させるもので、前回の回線品質情報と新しく取得した回線品質情報を比較して回線品質が改善していると判断された場合であって、これ以上誤り訂正符号量の比  $k$  を減少させることができないと判断される場合 ( $m = k$ ) において、

20

前記通信装置に入力される符号化前の通信が TCP プロトコルである場合、

前記フィードバックデータ生成部は、ACK パケット、または ACK パケットを元に計算された誤り訂正符号パケットに付与するフィードバックデータとして、任意のフラグを前記誤り訂正ヘッダの一部に記載して送信し、

前記フラグを受け取った通信装置は、前記 ACK パケットの伝送の代わりに再送要求を送信するとともに、再送されたデータに対しては直ちに前記 ACK パケットを返送することを特徴とする通信装置。

30

### 【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の通信装置において、

前記回線品質計測部が時間  $T_c$ 、またはパケット数  $N_c$  を受信する毎に回線品質情報を計測するものであって、

前記回線品質情報の取得が 2 回目以降で、取得した回線品質情報が予め定められた目標値を上回る品質であった場合は時間  $T_c$ 、またはパケット数  $N_c$  を増加させ、

前記回線品質情報の取得が 2 回目以降で、取得した回線品質情報が予め定められた目標値を下回る品質であった場合は時間  $T_c$ 、またはパケット数  $N_c$  を減少させることを特徴とする通信装置。

40

### 【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の通信装置において、

前記回線品質計測部が時間  $T_c$ 、またはパケット数  $N_c$  を受信する毎に回線品質情報を計測するものであって、

前記回線品質情報の取得が 2 回目以降で、取得した回線品質情報が予め定められた目標値を上回る品質であった場合は時間  $T_c$ 、またはパケット数  $N_c$  を増加させ、

前記回線品質情報の取得が 2 回目以降で、取得した回線品質情報が予め定められた目標値を下回る品質であった場合は時間  $T_c$ 、またはパケット数  $N_c$  を規定の値に初期化することを特徴とする通信装置。

### 【請求項 6】

50

請求項 1 または 2 に記載の通信装置において、

前記回線品質計測部からの回線品質情報、および予め定める回線品質の目標値として、パケット欠損率、パケット欠損が連続して発生するバーストロスの発生頻度、またはバーストロスしたパケットの数を用いることを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信装置、通信装置システム及び通信方法に関し、特に、遠隔医療や遠隔監視制御システム等に適用することができる通信装置、通信装置システム及び通信方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、人の立ち入りが難しい過酷な環境下での作業のため、遠隔地の映像や音声情報を取得するとともに、現場の装置を制御する遠隔監視制御システムへの要求が高まっている。この際、例えば、遠隔地との通信には通信インフラとして発達しているインターネットなどの広域網(WAN: Wide Area Network)を利用することが考えられる。

【0003】

現在、WANを介して通信する主な通信プロトコルとしては、TCP(Transmission Control Protocol)、及びUDP(User Datagram Protocol)が用いられている。TCPはある端末から別の端末へとデータを伝送する際、データ列の順序を保証するとともに、欠損したデータについては再送を行うことで信頼性の高い通信を実現している。一方高信頼なサービスを必要としないアプリケーションでは、信頼性よりも通信の低遅延を重視した通信プロトコルであるUDPが用いられている。UDPは再送を行わず、データ列の順序も保証されないかわりに高速で低遅延な伝送が可能となっている。

20

【0004】

一方、映像や音声などのストリームデータをリアルタイムに配送するためのプロトコルとして、RTP(Real-time Transport Protocol)がある。RTPはリアルタイムストリームを伝送するためのプロトコルとして標準化されている方式で、送信するパケットデータに時間情報を付加することで、受信端末側でデータの時間関係の把握が可能となっている。映像や音声のデータは、データの一部が欠けていても再生が可能であるため、受信側ではロスしたパケットや到着の遅れたパケットは無視し、受信側が期待する時間に到着したパケットだけを利用してデータの再生を行うことができる。RTPはTCP、UDPどちらとも組み合わせることは可能であるが、TCPでは再送によるデータ列の順序保証が行われることから、ほとんどの場合、RTPはUDPと組み合わせて利用される。

30

【0005】

しかしながら、上記RTPだけではネットワークを経由する際に生じるデータパケットの損失(パケットロス)を回避することはできず、特に回線の通信品質が比較的悪い環境では高品質なストリームデータの再生ができない場合があるという課題がある。

40

【0006】

そこでデータ伝送の信頼性を向上させる手法として、送るデータに前方誤り訂正(FEC: Forward Error Correction)符号を付与して伝送する方式が提案されている。FEC符号を付与して伝送することで、受信側単独でデータパケットのロスを復元することができるため、回線の通信品質が比較的悪い場合においても、低遅延で高信頼な通信を実現できる。パケット伝送におけるFEC方式は複数個のパケット単位で誤り訂正符号を計算する。FEC符号としてはパリティ符号、リードソロモン符号などが用いられる。

【0007】

50

通常FECパケットはIP(Internet Protocol)パケットとして、データとともに伝送される。インターネットなどの一般広域網では、自身が送信したパケットに加え、他者のパケットも同一伝送路で送られる。このため、データパケットの総量に対するデータとFECパケットの総量の比を冗長度としたとき、最大伝送レートが制限される環境において冗長度の設定を高くしすぎると、伝送路の容量を超え、輻輳が発生する。輻輳が発生した場合、パケットの欠損が連続で生じるバーストロスが発生する恐れがある。また、輻輳が発生してもFECによりデータが復元される場合、末端の端末からは輻輳が発生したことを検出できず、適切な処置を行うことができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2013-225761号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1には、ネットワーク通信におけるパケット到着間隔のゆらぎが大きくなった場合、パケットの分割数を増やしてパケットサイズを小さくし、さらに誤り訂正符号を付加することで、ネットワークのゆらぎを低減しつつ、ロス率を抑える方法について記述されている。

一般にネットワークで輻輳が発生した際もパケット到着間隔のゆらぎが増加し、パケットロス率が上昇する。このとき、パケットの分割数を増やして冗長度を上げてしまうと、輻輳を助長する結果となり、ゆらぎやロス率がさらに上昇することから、輻輳発生時に好適な冗長度を設定することが困難であるという課題がある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第1の解決手段によると、

互いに通信を行う2地点にそれぞれ挿入される通信装置、または通信システムであって、WAN側からのパケットを受信してLAN(Local Area Network)側へと出力するパケット受信部と、LAN側からのパケットを取り込みWAN側へと送信するパケット送信部とを有し、

前記パケット受信部は、

受信したパケットのヘッダ情報に基づき、所定の誤り訂正符号(FEC)で符号化されたパケットかどうかを判定する受信パケット種別判定部と、

受信したパケットが所定のFECで符号化されたパケットであった場合に、データパケット、およびFECパケットからデータパケットの欠損を復元するFEC復号化部と、

受信したパケットの欠損状況からバーストロス数、バーストロスの頻度、パケットロス率等の回線品質情報を計算する回線品質計測部と、

前記回線品質情報計測部で計測された回線品質情報に基づきフィードバックデータを生成するフィードバックデータ生成部と、

FEC復号化部から渡されたパケットのヘッダ情報を操作する受信側FECヘッダ処理部と、

受信側ヘッダ処理部で取得されたヘッダ情報からフィードバックデータを抽出するフィードバックデータ抽出部と、

復号化されたパケットをLAN側へ出力する受信パケット出力部と、

を備え、

前記パケット送信部は、

LAN側から入力されたデータパケットのヘッダ情報に基づき、FEC符号化の対象かどうかを判定する送信パケット種別判定部と、

LAN側から入力されたデータがFEC符号化の対象パケットであった場合に、前記パケット受信部のフィードバックデータ抽出部からの符号化パラメータに基づきFECパケッ

10

20

30

40

50

トの量を制御するF E C符号化部と、  
 前記パケット受信部のフィードバックデータ生成部からのパラメータを、冗長度等の符号化パラメータとともにF E Cヘッダ内に格納する送信側F E Cヘッダ処理部と、  
 符号化されたパケットをW A N側に送信するパケット送信部と、  
 を備え、  
 前記パケット受信部のフィードバックデータ生成部は、  
 前記回線品質計測部で時刻t 1に計測された回線品質情報と、時刻t 2に計測された回線品質情報（但し、時刻t 2は時刻t 1よりも後の時刻である）と、時刻t 1に生成したフィードバックデータの情報に基づき、時刻t 2における新たなフィードバックデータを生成する

10

ことを特徴とする通信装置、または通信システムが提供される。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、輻輳によるパケット損失が発生する可能性のある回線において、輻輳を抑えつつ、最も小さい冗長度で目標のパケットロス率を達成できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る通信システムの構成を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る通信装置の構成を示した図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る、送信側ヘッダ処理の例を示した図である

20

【図4】本発明の第1の実施形態に係る、F E Cヘッダの構成例を示した図である。

【図5】本発明の第1の実施形態に係る、受信側ヘッダ処理の例を示した図である。

【図6】本発明の第1の実施形態に係る、フィードバックデータ生成部の動作フローを示した図である。

【図7】本発明の第1の実施形態に係る、フィードバックデータ生成部の状態を説明する図である。

【図8】本発明の第2の実施形態に係る、フィードバックデータ生成部の動作フローを示した図である。

【図9】本発明の第2の実施形態に係る、T C P通信のフローを示した図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係る、フィードバックデータ生成部の動作フローを示した図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0013】

[概要]

図1は本発明の第1の実施形態にかかる通信システムの構成を示した図である。例えばインターネットや携帯電話網など、W A Nを介した通信ネットワークでは、しばしばパケットロスやパケットの順序入れ替え、またパケットが複数連続してロスするバーストロストといった現象が発生する。本実施形態の通信装置はこれらパケットの欠損を効果的に抑制するのに適した例である。

【0014】

40

本実施例による通信装置は、送信側と受信側それぞれに配置され、双方向の通信を行う装置である。それぞれ送信部と受信部を持ち、前方誤り訂正（F E C）符号化、及び復号化により消失したパケットを復元する機能を持ったソフトウェア、又はハードウェアとして実現される。

【0015】

通信装置の受信部は、送られてくるパケットのヘッダ情報に基づき、F E Cの復号化が必要なパケットかどうかを判定する受信パケット種別判定部を備える。F E Cは符号化の際に、特定の宛先I Pアドレス、ポート番号を持つパケットに対して独自のF E Cヘッダをパケット中に埋め込む操作を行うことから、受信側ではこれらの情報を元に復号化が必要なパケットかどうかを判断することができる。F E Cの復号処理が不要と判断される

50

通常パケットについては、復号処理を行わずにパケットをそのまま出力し、F E C復号処理が必要と判断されたパケットはF E C復号化部へと伝送される。

【 0 0 1 6 】

F E C復号化部はF E Cヘッダ内に含まれる符号化パラメータに基づいて復号化を行い、パケットの欠損を修復する。このとき、回線品質計測部は欠損したパケットの状況を調査し、通信回線でどの程度のパケットロスが発生しているのかを調査する。このとき、例えばバーストロス数、バーストロスの頻度、パケットロス率、パケットの順序入れ替え等の情報も取得できる。これらの回線品質情報はフィードバックデータ生成部に渡される。受信側F E Cヘッダ処理部は、復元されたデータから不要なヘッダ部分を取り除くとともに、データ部分は受信パケット出力部に、またF E Cヘッダ部をフィードバックデータ抽出部へと伝達する。フィードバックデータ抽出部はヘッダ情報に記載されたフィードバックデータを抽出して送信部に伝達し、受信パケット出力部は受け取ったデータを受信パケットとして出力する。またフィードバックデータ生成部は、回線品質情報部から取得した回線品質情報と、フィードバックデータ抽出部から得られた誤り訂正符号量の情報を元にフィードバックデータを生成し、送信部に伝達する。

10

【 0 0 1 7 】

通信装置の送信部は、特定の通信相手、又は特定のアプリケーションからの通信を判定する送信パケット種別判定部を備え、F E C符号化が不要と判断されたパケットはそのままW A N側へと出力し、F E C符号化が必要と判断された場合にはF E C符号化部へとデータを伝送する。誤り訂正の要否の判断は宛先I Pアドレス、ポート番号等の情報に基づいて行うことができる。

20

【 0 0 1 8 】

F E C符号化が必要と判断されたパケットについて、F E C符号化部では、受信部のフィードバックデータ抽出部から得られたフィードバックデータに基づいて符号化パラメータを更新し、F E C符号化処理を行う。この符号化処理によってデータパケットと、そのデータパケットに対応するF E Cパケットが生成され、生成されたパケットは送信側ヘッダ処理部へと伝送される。送信側ヘッダ処理部では、F E C符号化部で符号化の際に用いられた符号化パラメータとともに、受信部のフィードバックデータ生成部からの情報をヘッダに埋め込む。その後パケットはパケット送信部に送られ、パケット送信部からW A N側へ出力される。

30

【実施例 1】

【 0 0 1 9 】

[全体構成]

図 1 に示す実施例は、端末 1 0 4 - 1、1 0 4 - 2 が通信を行う際の構成を示している。端末 1 0 4 とGW (ゲートウェイ) 1 0 5 の間に通信装置 1 0 1 が接続され、それぞれの装置間はイーサネット (登録商標) などの通信線 (無線を含む) 1 0 6 で接続される。通信線 1 0 6 は有線であっても良いし、無線であっても良い。通信装置 1 0 1 は送信部 1 0 2 と受信部 1 0 3 を備える。例えば通信装置 1 0 1 はP C (パーソナルコンピュータ) で構成されてもよい。また端末 1 0 4 はP Cなどの装置であってもよく、端末 1 0 4 に接続された複数の機器を制御するために本システムが適用されても良い。

40

【 0 0 2 0 】

端末 1 0 4 - 1 からデータパケットが送信されたとき、通信装置 1 0 1 - 1 はデータパケットを受け取り、送信部 1 0 2 - 1 へと入力する。送信部 1 0 2 - 1 ではF E C計算などの符号化処理を行い、GW 1 0 5 - 1 側に符号化処理されたパケットを出力する。通信装置 1 0 1 - 1 からデータパケットを受け取ったGW 1 0 5 - 1 はGW 1 0 5 - 2 宛てにW A Nを介してパケットを送信する。W A N側からデータを受け取ったGW 1 0 5 - 2 は、通信装置 1 0 1 - 2 へとデータパケットを転送する。GW 1 0 5 - 2 からのデータを受け取った通信装置 1 0 1 - 2 は受信部 1 0 3 - 2 へとパケットを入力する。受信部 1 0 3 - 2 は符号化されたパケットを復号化し、誤り訂正を行った後、データパケットを通信端末 1 0 4 - 2 へと伝送する。また受信したパケットのヘッダにフィードバック情報が含ま

50

れる場合、受信部 103 - 2 はフィードバック情報を送信部 102 - 2 へと伝達する経路 107 を有する。

#### 【0021】

端末 104 - 2 が端末 104 - 1 宛てにパケットを伝送する場合も同様の処理が行われる。このように、通信装置 101 は端末 104 側から入力されたパケットに対して送信部 102 でパケットの符号化処理を行い、GW 105 側から届いたパケットに対しては受信部 103 によって復号化処理を行う。本構成によれば、通常端末 104 と GW 105 が直接接続されている経路に通信装置 101 をブリッジとして挿入すればよく、既存の通信システムに変更を加えることなくデータパケットに FEC 計算処理を行うことができる。また GW 105 と通信装置 101 の間、又は通信装置 101 と端末 104 の間にネットワークルータやハブを接続してもよい。

10

#### [通信装置 101]

図 2 に、通信装置 101 の構成図を示す。通信装置 101 - 1 は通信装置 101 - 2 と対で配置され、各通信装置 101 は送信部 102 と受信部 103 を備える。端末側 (LAN 側) から入力された送信パケット入力 201 - 1 は送信部 102 - 1 に入力され、送信パケット種別判定部 202 - 1 へと送られる。送信パケット種別判定部 202 - 1 は予め設定された特定の通信相手、又は特定のアプリケーションからの通信であるかどうかを判別する。このとき、送信パケット種別判定部 202 - 1 は、送信パケット入力 201 - 1 のヘッダに記載されている IP アドレス、ポート番号、通信プロトコルなどのヘッダ情報と、予め設定されたそれらの情報とを比較して、FEC の付与を行うべき対象かどうかを判断することができる。FEC の対象と判断されたパケットは FEC 符号化部 203 - 1 へと伝送され、対象外と判断されたパケットは送信パケット出力 206 - 1 へと伝送される。送信パケット種別判定部 202 - 1 の判定条件である IP アドレスやポート番号、通信プロトコルは、予め複数の組み合わせを設定しておくことができる。例えば IP アドレスとポート番号の設定に従い、FEC を計算すべきパケットかどうかの判別を行う場合、通信プロトコルは TCP、UDP、RTP などにかかわらず、FEC 符号化の対象となり得る。

20

#### 【0022】

FEC 符号化部 203 - 1 では、受信部 103 - 1 のフィードバックデータ抽出部 210 - 1 によって取得された通信装置 101 - 2 からのフィードバックデータに基づき、FEC 符号化を行う。但し、フィードバックデータ取得部 210 - 1 が回線品質情報を保持していない場合や、回線品質情報が古い場合等には予め設定された値に従い FEC 符号化を行うことができる。FEC 符号化部 203 - 1 における符号化処理の詳細については後に述べる。

30

#### 【0023】

FEC 符号化部 203 - 1 に入力されたデータパケットと、FEC 符号化部 203 - 1 で新たに計算された FEC パケットは送信側 FEC ヘッダ処理部 204 - 1 へと送られる。送信側 FEC ヘッダ処理部 204 - 1 では、FEC 符号化部で符号化が行われた際の符号化パラメータを記した FEC ヘッダをそれぞれのパケットに付与してパケット送信部 205 - 1 へと伝送する。このとき、送信側 FEC ヘッダ処理部 204 - 1 は、受信部 103 - 1 のフィードバックデータ生成部 213 - 1 が生成した通信経路 216 - 2 の回線品質情報を、通信装置 101 - 2 へのフィードバック情報として FEC ヘッダに格納する。送信側 FEC ヘッダ処理部 204 - 1 からのデータを受け取ったパケット送信部 205 - 1 は、送信パケット出力 206 - 1 として WAN 側にデータ送信を行う。

40

#### 【0024】

一方、通信装置 101 - 2 が GW 側 (WAN 側) から受信パケット入力 207 - 2 を受け取ると、通信装置 101 - 2 は受信パケット種別判定部 208 - 2 へとパケットを伝送する。受信パケット種別判定部 208 - 2 は受信パケット入力 207 - 2 の IP ヘッダ、TCP、UDP ヘッダ、FEC ヘッダ等の情報を読み取り、FEC の復号処理が必要なパケットかどうかを判断する。FEC の復号処理が不要と判断されたパケットについては受

50



信パケット出力 215 - 2 としてパケットを出力し、復号化処理が必要と判断されたパケットは F E C 復号化部 209 - 2 に送られ、F E C 復号化部 209 - 2 は F E C ヘッダの情報に基づきパケットの復号処理を行う。このとき、回線品質計測部 210 - 2 はパケットロスの発生状況から、例えばバーストロス数、バーストロスの頻度、パケットロス率等の回線品質情報を計測し、フィードバックデータ生成部 211 は、受け取ったデータを通信回線 216 - 1 の回線品質情報として、送信部 102 - 2 の送信側 F E C ヘッダ処理部 204 - 2 に伝達する。F E C 復号化部 209 - 2 でパケットロスの訂正処理が行われたパケットは、受信側 F E C ヘッダ処理部 209 - 2 へと送られ、I P マスカレードやポートフォワーディングに対応したヘッダ処理が行われる。またフィードバックデータ抽出部 213 は、F E C ヘッダに含まれるフィードバックデータを取得し、送信部 102 - 2 の F E C 符号化部 203 - 2 へと伝達する。受信側 F E C ヘッダ処理部 209 - 2 で復号処理を完了したデータパケットは受信パケット出力部 214 - 2 から受信パケット出力 215 - 2 として出力される。通信装置 101 - 2 から通信装置 101 - 1 に対する通信では、通信装置 101 - 1 の受信部 102 - 1 で同様の処理が行われる。

10

#### 【0025】

なお、本装置、またはシステムで用いる誤り訂正符号として、パリティ符号やリードソロモン符号など、冗長度を変更可能な任意の誤り訂正符号を利用することができる。なお、ここで言う冗長度とは、送信パケット入力 201 から入力されたデータパケットの数に対して、F E C パケットとデータパケットの数の和がどれだけかを示すものである。

#### [F E C 符号化部 203]

20

F E C 符号化部 203 は、入力されたデータパケットに対して F E C パケットを生成し、前記データパケットと F E C パケットを出力する。入力パケットに対する現在の誤り訂正符号パケットの量の比を  $k$  としたとき、 $k$  は  $m$  から  $n$  の範囲で変更可能であるとする ( $k$ ,  $m$ ,  $n$  は 0 以上の実数で、 $m < n$ )。

#### 【0026】

このとき、フィードバックデータ抽出部 210 から出力されたフィードバックデータが  $k$  を増加させるよう指示するものであれば入力データパケットに対する F E C パケットの比を増加させ、フィードバックデータ抽出部 210 から抽出されたフィードバックデータが  $k$  を減少させるよう指示するものであれば入力データパケットに対する F E C パケットの比を減少させるよう、符号化パラメータを変更する。フィードバックデータ抽出部がフィードバックデータを持たない場合は符号化パラメータの変更を行わない。F E C 符号化部 202 は前記符号化パラメータに基づいて F E C パケットを生成し、データパケットと F E C パケットを送信側 F E C ヘッダ処理部 204 へと伝送する。

30

#### [送信側 F E C ヘッダ処理部 204]

図 3 に、送信側 F E C ヘッダ処理部 204 のヘッダ処理の実施例を示す。まず、データパケットについて、送信側 F E C ヘッダ処理部 204 が受け取るデータパケットは複数のプロトコルを含む可能性があることから、送信ヘッダ処理部 204 では、到来したデータパケットを新たに U D P / I P ヘッダに包み、旧データパケットは新たな U D P パケットのデータ部としてカプセル化する。この際、新たな I P ヘッダのプロトコル部は U D P となり、I P ヘッダの送信元 I P アドレス、宛先 I P アドレス、及び U D P ヘッダの送信元ポート、宛先ポートは旧データパケットの情報をコピーして生成される (302)。

40

#### 【0027】

また、通信装置 101 がブリッジとして動作する場合、M A C ヘッダの情報もコピーされる (303)。さらに、新たな U D P データ部の先頭には F E C 符号化の詳細を記載した F E C ヘッダが付与される。

#### 【0028】

一方、F E C 符号化部 203 で生成された F E C パケットについては、直前のデータパケットに記載されたヘッダ情報をそのままコピーして利用する (304)。このとき、I P ヘッダの識別子については適宜インクリメントする。また I P ヘッダでパケットの分割 (フラグメント) が行われる場合、分割したパケットの前半部と同様の I P ヘッダ情報を

50

後半部のパケットにコピーし、分割が生じたことをIPヘッダのフラグとしてIPヘッダ上に記載する。

#### [FECヘッダ301]

図4に、FECヘッダ301の構成例を示す。ヘッダ識別子は符号化されたパケットであることの認識に利用する。データフラグはFECヘッダに続くデータがデータパケットであるのか、FECパケットであるのかを識別するために用いられる。FECIDは、FEC符号化部203において、FECを計算するごとにインクリメントされる値である。符号化パラメータはFEC符号化部203で符号化処理を行った際に用いられたパラメータを格納する。復号の際に必要な情報はすべて符号化パラメータとしてFECヘッダ301に記載される必要がある。フィードバック情報には受信部で取得された回線品質情報を元に生成されたフィードバックデータが記載される。例えば冗長度を0.2上げる、0.1下げるといった冗長度制御指示や、パケットロス、バーストロスの頻度などの情報が直接記載されてもよい。またFECヘッダにFECヘッダ長の情報を記載することで、FECヘッダを可変長とすることもできる。

10

#### [FEC復号化部209]

FEC復号化部209はFECヘッダ301に記載された符号化パラメータの情報を元に、パケットの欠損を修復する。FEC復号化部209は任意のバッファ時間Tを有し、欠損したパケットについて、バッファ時間Tの中で修復可能なパケットを復元し、受信側FECヘッダ処理部212へと伝送する。バッファ時間を過ぎても復元できなかったパケットについては、パケットロスとして扱う。ここでTは予め設定された任意の値であり、装置の利用者が回線の状況に応じて適宜変更することができる。バッファ時間Tを過ぎた後に過去のFECIDを持つパケットが届いた場合、当該パケットを廃棄する。また、別の方法によれば、バッファ時間Tを過ぎた後に過去のFECIDを持つパケットが届いた場合、FEC復号化部209によって当該パケットが復元されていた場合はパケットを廃棄し、当該パケットが復元されていなかった場合は受信側FECヘッダ処理部212にパケット伝達することができる。

20

#### [回線品質計測部210]

回線品質計測部210は、予め定められた任意の時間 $T_c$ 毎が経過するか、若しくは一定数のパケット $N_c$ を受信するたびに、FEC復号化部209に入力された復号前のパケットのロス数と、復号後のロス数、バーストロスの発生頻度、パケットロス率、バーストロス時間等を計測し、フィードバックデータ生成部211へと伝達される。

30

#### [フィードバックデータ生成部211]

図6にフィードバックデータ生成のフローを示す。S601は、受信部においてパケットの受信が開始された状態である。S602では、FEC復号化部209による復号化処理が行われる。このとき、一定時間 $T_c$ が経過するか、一定数のパケット $N_c$ を受信するたびに、回線品質情報計測部210は解析した回線品質情報をフィードバックデータ生成部211に送信する(S603 - 604)。フィードバックデータ生成部211は、受け取った回線品質情報が初回の場合であって、前記回線品質情報が予め定められた目標値を下回る値(例えばパケットロス率が閾値以上)であり、かつ入力パケットに対する現在の誤り訂正符号パケットの量の比を $k$ ( $m < k < n$ 、 $k, m, n$ は0以上の実数)としたとき、 $m < k$ である場合はさらに冗長度を下げる( $k$ を $m$ に近づける)よう、フィードバック指示を生成する(S605(Y) - S606(Y) - S610(N) - S611 - S612)。

40

#### [0029]

S610において、冗長度がすでに最小( $m = k$ )であった場合は冗長度を上げる( $k$ を $n$ に近づける)ようフィードバック指示を生成する(S610(Y) - S608 - S609)。一方、受け取った回線品質情報が初回で、パケットロス率が目標値を上回っていた場合、冗長度が最大( $k = n$ )でなければ冗長度を上げる( $k$ を $n$ に近づける)ように指示を生成する(S605(Y) - S606(N) - S607(N) - S608 - S609)。S607において、冗長度がすでに最大であった場合は冗長度を下げる( $k$ を $m$

50

に近づける)ようフィードバック指示を生成する(S607(Y) - S611 - S612)。

【0030】

回線品質情報の取得が2回目以降の場合であって、復号後のパケットロス率が予め定められた目標値を下回っている場合、フィードバックデータ生成部211は送信側FECヘッダ処理部204に対し、さらに冗長度を下げるよう指示を出すことができる(S613(Y) - S611 - S612)。図7に冗長度とパケットロス率の関係を場合分けした図を示す。図7(705)に示すように、復号後のパケットロス率が目標値を下回っている場合は、ネットワークの負荷を軽減するため、いずれの場合でもさらに冗長度を下げることができる。

10

【0031】

回線品質情報の取得が2回目以降の場合であって、復号後のパケットロス率が目標値を上回っている場合、前回の冗長度変更指示と回線品質情報を、改めて算出された新しい回線品質情報と比較し、新たな冗長度変更指示を生成する。例えば前回冗長度変更指示が冗長度を上げる指示で、前回と比べてパケットロス率が減少している場合(S614(Y) - S615(Y))、これは図7(702)に相当し、さらに冗長度を上げることでパケットロス率を低減できる可能性がある。このためフィードバックデータ生成部211は、送信側FECヘッダ処理部204に対し、さらに冗長度を上げるようフィードバック指示を生成する(S608 - S609)。また前回の指示が冗長度を上げるものであって、前回と比べてロス率が増加した場合(S614(Y) - S615(N))、これは図7(703)に相当し、冗長度を下げることでパケットロス率が低減される見込みがあることから、フィードバックデータ生成部211は冗長度を下げるよう、フィードバック指示を生成する(S611 - 612)。

20

【0032】

一方、前回の指示が冗長度を下げるものであって、前回と比べてパケットロス率が増加した場合(S614(N) - S616(N))、これは図7(701)の状態に相当し、冗長度を上げたほうが、パケットロス率が低減される見込みがある。このため、フィードバックデータ生成部211は、送信側FECヘッダ処理部204に対し、冗長度を上げるように指示する(S608 - S609)。また、前回の指示が冗長度を下げるものであって、前回と比べてパケットロス率が減少した場合(S614(N) - S616(Y))、これは図7(704)に相当し、冗長度を下げることでパケットロス率が低減される見込みがあることから、フィードバックデータ生成部211は冗長度を下げるように指示を生成する(S611 - 612)。

30

【0033】

動作例では回線品質情報、および目標値としてパケットロス率を基準とした動作を示したが、パケットロス率の代わりにパケットロスが連続して発生するバーストロスの発生頻度、またはバーストロスしたパケットの数等を基準として用いても良い。またS606、S613において、目標値との比較を行う際、複数回の回線品質情報の統計値と目標値とを比較しても良い。

[受信側FECヘッダ処理部212]

40

図5に、受信側FECヘッダ処理部212におけるヘッダ処理の実施例を示す。受信されたパケットはUDP/IPヘッダで元のデータパケットがカプセル化された構造となっているため、受信側FECヘッダ処理部212は、UDPパケットのデータ部分から旧データパケット部を取り出す。送信側、又は受信側のGWでNAT(Network Address Translation)が行われている場合、受信パケットの送信元IPアドレス、宛先IPアドレス、送信元ポート番号が変換されることから、受信側FECヘッダ処理部212は、抽出した旧データパケット部に、これらの情報を上書きする(501)。また、受信側FECヘッダ処理部212は、MACヘッダについてもコピーを生成する(502)。これによって、IPマスカレードやポートフォワーディングにも対応したパケット伝送が可能となる。以上のヘッダ操作を実施した後、受信側FECヘッダ処理

50

部 2 1 2 は受信パケット出力部 2 1 4 にデータパケットを伝送する。また F E C ヘッダ 4 0 1 内にフィードバックデータが記載されていた場合、その情報をフィードバックデータ取得部 2 1 3 へと伝送する。

[フィードバックデータ取得部 2 1 3]

フィードバックデータ取得部 2 1 3 は、受信側 F E C ヘッダ処理部 2 1 2 より、F E C ヘッダ 4 0 1 内のフィードバックデータを取得する。フィードバックデータは冗長度変更の指示であり、フィードバックデータ取得部 2 1 3 は取得した冗長度変更指示を F E C 符号化部 2 0 3 へと伝達する。

【実施例 2】

【0034】

実施例 2 では、フィードバックデータ生成部 2 1 1 が図 8 のフローで動作する。これは実施例 1 の図 6 のフローに S 8 0 1 - S 8 0 4 の状態を追加したものである。復号後のロス率が目標値を上回っているとき、冗長度を上げることでロス率が下がる状態にあって、これ以上冗長度を上げられない場合 ( S 6 1 4 ( Y ) - S 6 1 5 ( Y ) - S 8 0 1 ( Y ) ) や、冗長度を下げることでロス率が下がる状態にあって、これ以上冗長度を下げられない場合 ( S 6 1 4 ( N ) - S 6 1 6 ( Y ) - S 8 0 2 ( Y ) ) において、通信装置 1 0 1 に入力される送信パケット入力 2 0 1 として T C P プロトコルが用いられている場合、データ伝送帯域が許容量を超えている可能性があることから、T C P のウィンドウサイズを下げるよう、送信側に要求を通知することができる ( S 8 0 3 - 8 0 4 )。S 8 0 4 の、T C P のウィンドウサイズを制御するための実施形態を図 9 に示す。例えば端末 1 0 4 - 2 から 20  
端末 1 0 4 - 1 に T C P でデータ通信が行われる場合、端末 1 0 4 - 2 において、ウィンドウサイズが 4 パケット分に設定されているとする。このとき、端末 1 0 4 - 2 からは 4 つのパケットが連続で通信装置 1 0 2 - 2 に送られる。通信装置 1 0 1 - 2 では入力された 4 つのパケットに対し、F E C パケットを追加して W A N 側に出力する。

【0035】

W A N 側からのデータを受信した通信装置 1 0 1 - 1 は、復号処理を行い、復号化されたデータを端末 1 0 4 - 1 に伝達する。端末 1 0 4 - 1 は受け取ったデータに対して A C K 9 0 1 を返信するが、このとき、通信装置 1 0 1 - 1 が前記 S 8 0 1 ( Y ) や S 8 0 2 - Y の状態にあった場合、A C K 9 0 1、または A C K 9 0 1 に対する F E C パケット、またはその両方の F E C ヘッダ 3 0 1 内のフィードバックデータ部に、T C P のウィンドウサイズ制御要求を入れて、通信装置 1 0 1 - 2 に通知することができる。 30

【0036】

ウィンドウサイズ制御要求と A C K 9 0 1 を受け取った通信装置 1 0 1 - 2 は、A C K 9 0 1 の伝達を保留し、端末 1 0 4 - 2 に再送要求 9 0 3 を伝達する。これは T C P の F a s t R e t r a n s m i s s i o n 機能を利用し、A C K 9 0 1 よりシーケンス番号が若い A C K を 3 回連続で伝達するものである。再送要求を受け取った端末 1 0 4 - 2 は、輻輳が発生したものと判断し、データの再送を行うとともにウィンドウサイズを減少させる。図 9 の例では輻輳発生時にウィンドウサイズが半分になった例を示している。ここで、通信装置 1 0 1 - 2 は A C K 9 0 1 を受け取っていることから、A C K 9 0 1 のシーケンス番号より前のシーケンス番号まで、パケットの受信が完了していることを知っている 40  
状態にある。このため、端末 1 0 4 - 2 からのデータの再送に対し、直ちに A C K 9 0 1 を返信することができる。これにより、再送による遅延を最小に抑えつつ、通信装置 1 0 1 側から端末 1 0 4 側の T C P のウィンドウサイズを制御することが可能となる。

【実施例 3】

【0037】

実施例 3 では、フィードバックデータ生成部 2 1 1 の動作として、図 1 0 のフローを示す。これは実施例 1 の図 6 のフローに S 1 0 0 1、S 1 0 0 2 の状態が追加されたものである。パケットロス率が目標値以下である場合、回線品質が良好であると判断し、回線品質情報の取得周期である T c、またはパケット数による周期である N c を、より大きく設定し、パケットロス率が目標値を満たさない場合、回線品質が劣化しているものと判断し 50

、フィードバックデータの送信周期を早めることができる。別の方法として、パケットロス率が目標値を満たさない場合、フィードバックデータの送信周期である  $T_c$ 、 $N_c$  を予め定められた初期値に戻すように動作してもよい。これによってフィードバックデータの送信頻繁が減り、頻繁に冗長度が変更されることを抑えるとともに、通信品質が安定した状態を長く保つことができる。

[付記]

上記の実施例において、各実施例の構成の一部を他の実施例の構成と追加、または置換することが可能である。また上記各構成、機能、処理部、処理手段は、それらの一部または全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するためのプログラムを解釈し、実行することで、ソフトウェアとして実現してもよい。

10

【0038】

本発明の通信方法又は通信装置・システムは、その各手順をコンピュータに実行させるための通信プログラム、通信プログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体、通信プログラムを含みコンピュータの内部メモリにロード可能なプログラム製品、そのプログラムを含むサーバ等のコンピュータ、等により提供されることができる。

【符号の説明】

【0039】

101	通信措置	
102	送信部	20
103	受信部	
104	端末	
105	GW (ゲートウェイ)	
106	通信線 (有線、無線)	
201	送信部102へのパケット入力	
202	送信パケット種別判定部	
203	FEC符号化部	
204	送信側FECヘッダ処理部	
205	パケット送信部	
206	送信部102からのパケット出力	30
207	受信部103へのパケット入力	
208	受信パケット種別判定部	
209	FEC復号化部	
210	回線品質計測部	
211	フィードバックデータ生成部	
212	受信側FECヘッダ処理部	
213	フィードバックデータ抽出部	
214	パケット出力部	
215	受信部103からのパケット出力	
301	FECヘッダ	40
901	TCP通信におけるACKパケット	

【 図 1 】

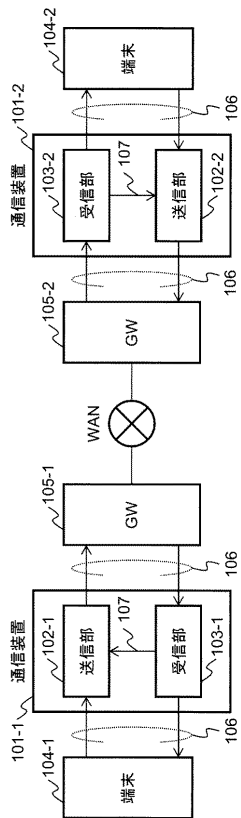


図1

【 図 3 】

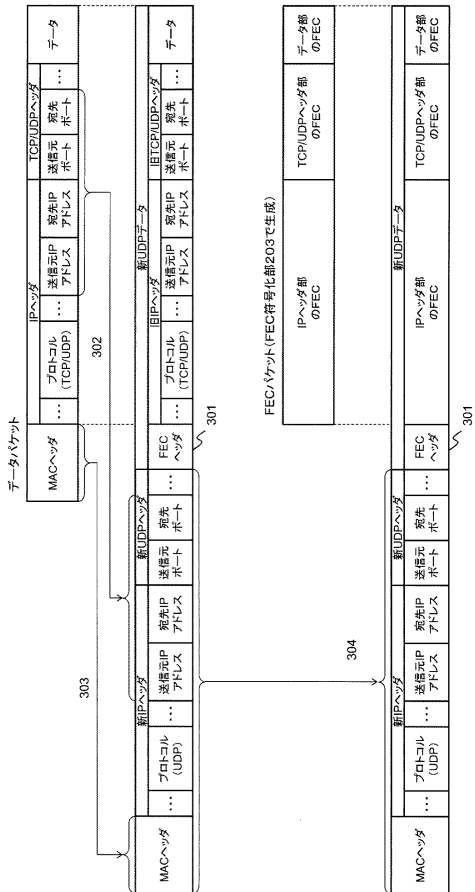


図3

【 図 2 】

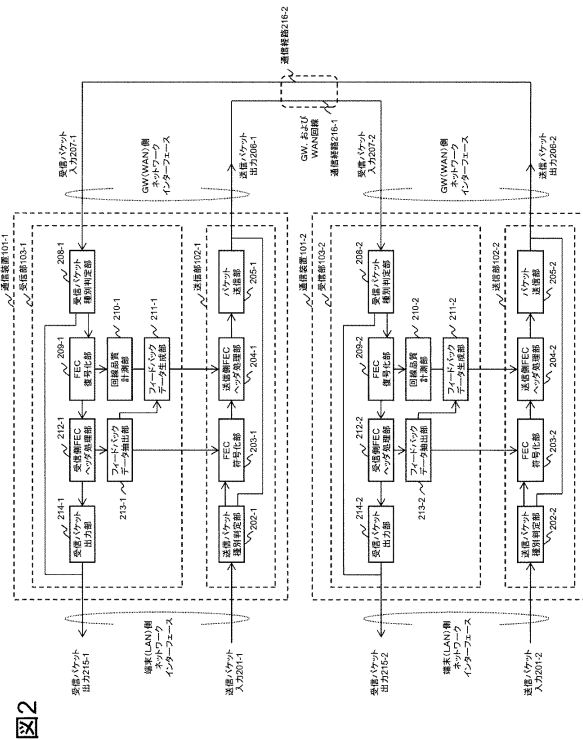


図2

【 図 4 】

FECヘッダ		
FEC 識別子	FEC フラグ	符号化 パラメータ
フィードバック情報		

図4

【 図 5 】

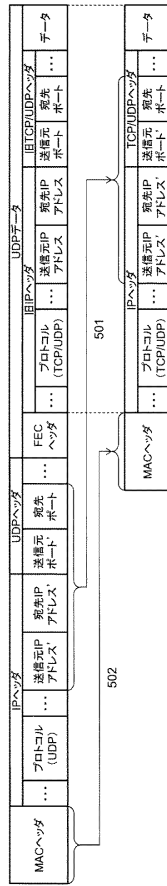


図5

【 図 6 】

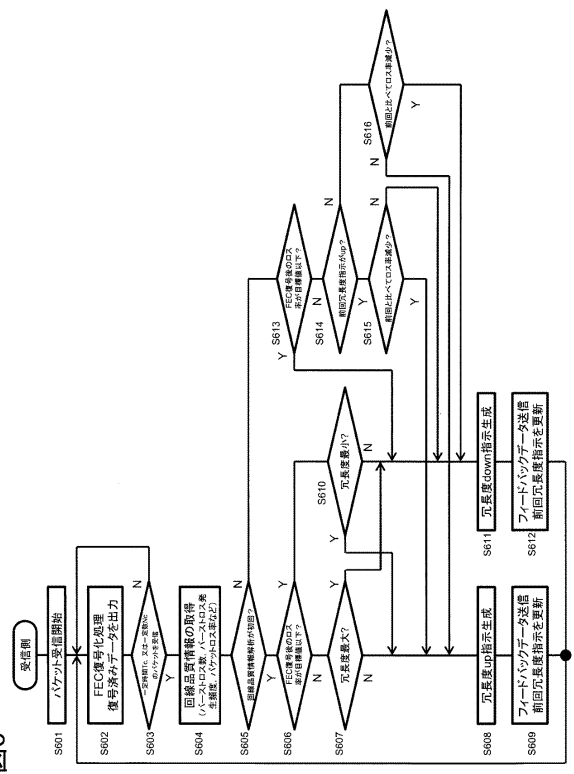


図6

【 図 7 】

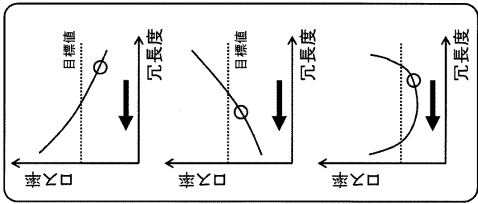
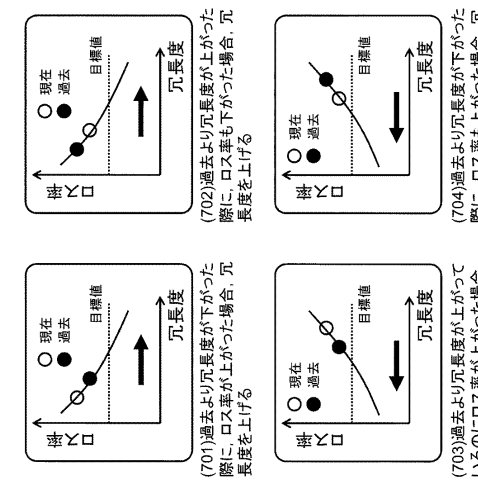


図7



(705) 復号後ロス率が目標値以下の場合、過去の値による冗長度下げる

【 図 8 】

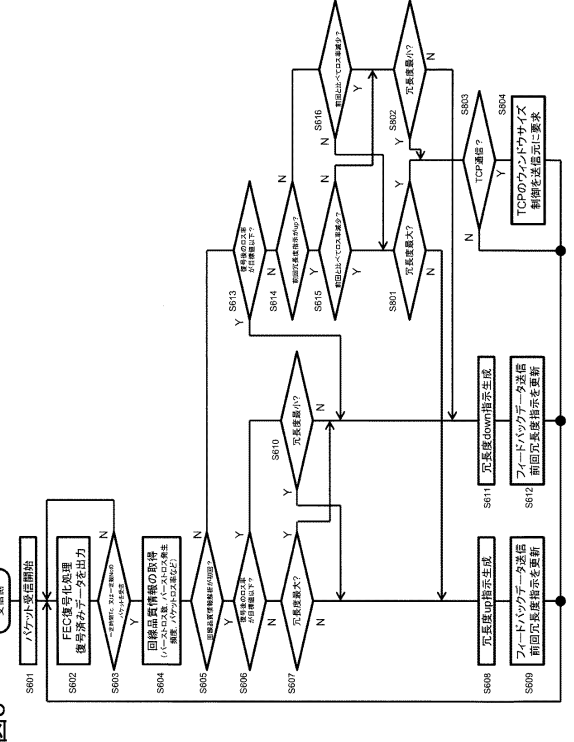


図8

【 図 9 】

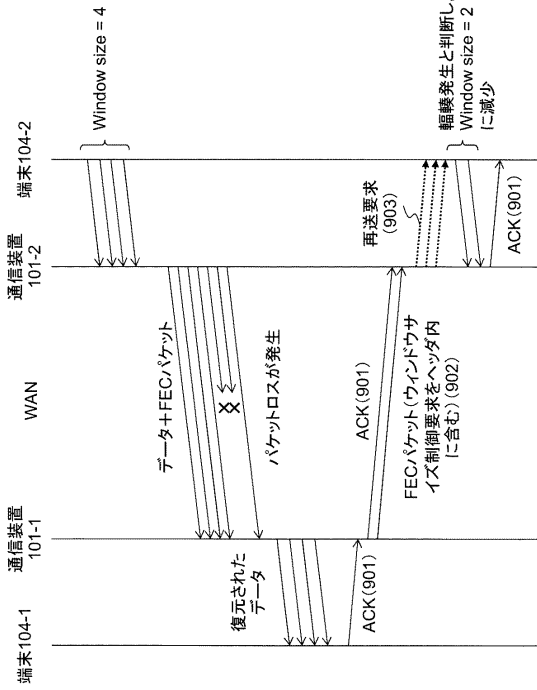


図9

【 図 10 】

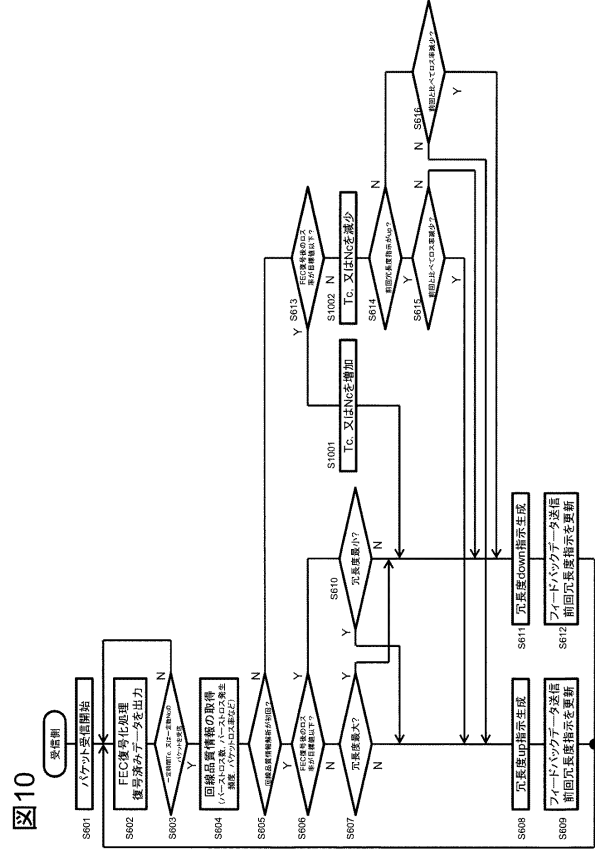


図10



---

フロントページの続き

審査官 谷岡 佳彦

- (56)参考文献 特開2004 - 289621 (JP, A)  
特開2006 - 345523 (JP, A)  
特開2010 - 183439 (JP, A)  
特開2004 - 171206 (JP, A)  
特開平05 - 308330 (JP, A)  
特開2006 - 109325 (JP, A)  
特開2009 - 027720 (JP, A)  
特開2005 - 184662 (JP, A)  
特表2008 - 510380 (JP, A)  
特表2008 - 522545 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 1/00