

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-67016

(P2008-67016A)

(43) 公開日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO4L 29/02	(2006.01)	HO4L 13/00	301		5K034
HO4Q 7/38	(2006.01)	HO4B 7/26	109M		5K067

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2006-242187 (P2006-242187)	(71) 出願人	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18年9月6日(2006.9.6)	(71) 出願人	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
		(74) 代理人	100093241 弁理士 宮田 正昭
		(74) 代理人	100101801 弁理士 山田 英治
		(74) 代理人	100095496 弁理士 佐々木 榮二
		(74) 代理人	100086531 弁理士 澤田 俊夫

最終頁に続く

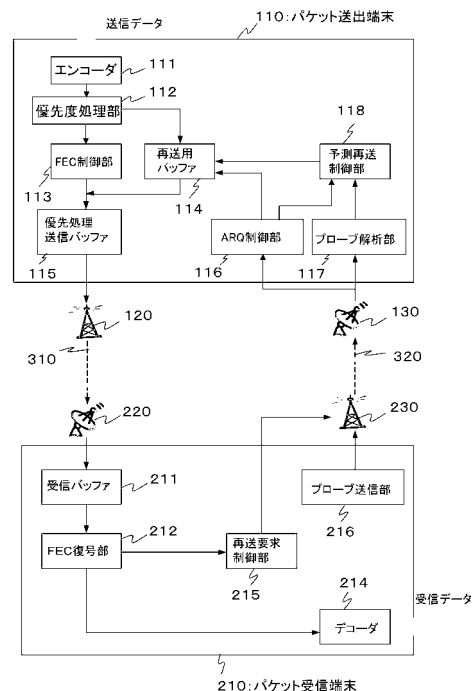
(54) 【発明の名称】 データ通信システム、データ送信装置、データ送信方法、データ受信装置およびデータ受信方法

(57) 【要約】

【課題】無線環境下において、パケット損失を克服しつつ、実時間性を確保可能とする。

【解決手段】パケット受信端末210のプローブ送信部216は、第2の無線チャネル320に一定間隔でプローブパケットを送出する。パケット送出端末110のプローブ解析部117は、プローブパケットの受信状況に基づいて、バーストロスを検知する。予測再送制御部118は、バーストロス検知が検知されるとき、送信バッファ115から第1の無線チャネル310に送出されたデータパケットのうち、検知されたバーストロス期間に送信されたデータパケットを受信側で損失したデータパケットであると予測し、当該データパケットを再送用バッファ114から読み出して送信バッファ115に送る。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

データ送信装置からデータ受信装置にデータパケットを送信するデータ通信システムであって、

上記データ送信装置は、

送信データに対して符号化処理を行い、該符号化された送信データを格納した上記データパケットを生成するエンコーダと、

上記エンコーダで生成された上記データパケットを第 1 の無線チャンネルに送出するデータパケット送信部と、

第 2 の無線チャンネルから再送要求信号を受信し、該再送要求信号で要求される所定のデータパケットを、上記第 1 の無線チャンネルに再送出するように、上記データパケット送信部を制御する再送制御部と、

上記第 2 の無線チャンネルからプローブパケットを受信するプローブパケット受信部と、

上記プローブパケット受信部における上記プローブパケットの受信状況に基づき、上記データパケット送信部から上記第 1 の無線チャンネルに送出されたデータパケットのうち、損失したものと予測されたデータパケットを、上記第 1 の無線チャンネルに再送出するように、上記データパケット送信部を制御する予測再送制御部を備え、

上記データ受信装置は、

上記第 1 の無線チャンネルから上記データパケットを受信するデータパケット受信部と、

上記データパケット受信部で受信された上記データパケットに格納されている符号化されたデータに対して復号化処理を行って受信データを得るデコーダと、

上記データパケット受信部で受信された上記データパケットに、上記デコーダで上記受信データを得るために必要とする所定のデータパケットが不足しているとき、該所定のデータパケットの再送を要求する再送要求信号を、上記第 2 の無線チャンネルに送出する再生要求制御部と、

上記第 2 の無線チャンネルに一定間隔で上記プローブパケットを送出するプローブパケット送信部を備える

ことを特徴とするデータ通信システム。

## 【請求項 2】

送信データに対して符号化処理を行い、該符号化された送信データを格納したデータパケットを生成するエンコーダと、

上記エンコーダで生成された上記データパケットを第 1 の無線チャンネルに送出するデータパケット送信部と、

第 2 の無線チャンネルから再送要求信号を受信し、該再送要求信号で要求される所定のデータパケットを、上記第 1 の無線チャンネルに再送出するように、上記データパケット送信部を制御する再送制御部と、

上記第 2 の無線チャンネルからプローブパケットを受信するプローブパケット受信部と、

上記プローブパケット受信部における上記プローブパケットの受信状況に基づき、上記データパケット送信部から上記第 1 の無線チャンネルに送出されたデータパケットのうち、損失したものと予測されたデータパケットを、上記第 1 の無線チャンネルに再送出するように、上記データパケット送信部を制御する予測再送制御部を

備えることを特徴とするデータ送信装置。

## 【請求項 3】

上記データパケット送信部は、上記第 1 の無線チャンネルに送出すべきデータパケットを一時的に蓄積する送信バッファを有し、

上記送信バッファに蓄積される上記データパケットは、パケットの優先度の情報を持っており、

上記データパケット送信部は、上記送信バッファに蓄積されるデータパケットのパケット数が閾値より大きいとき、上記パケットの優先度の情報に基づいて上記送信バッファから所定のデータパケットを削除する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 2 に記載のデータ送信装置。

【請求項 4】

上記データパケットは、上記再送要求信号に基づいて再送される第 1 の再送パケット、上記プロブパケットの受信状況に基づいた損失予測に基づいて再送される第 2 の再送パケット、あるいは該第 1 の再送パケットおよび該第 2 の再送パケット以外の通常パケットのいずれであるかを示すパケット属性情報を、上記パケットの優先度を示す情報として持つ

ことを特徴とする請求項 3 に記載のデータ送信装置。

【請求項 5】

上記エンコーダは、上記送信データに対して階層符号化処理を実行し、

上記データパケットは、上記パケット属性情報と共に、少なくとも上記階層符号化におけるいずれの層のパケットであるかを示す階層情報を、上記パケットの優先度を示す情報として持つ

ことを特徴とする請求項 4 に記載のデータ送信装置。

【請求項 6】

上記予測再送制御部は、

上記プロブパケット受信部で受信できなかった上記プロブパケットの送信期間に対応した期間に上記データパケット送信部から上記第 1 の無線チャンネルに送出されたデータパケットを損失したものと予測する

ことを特徴とする請求項 2 に記載のデータ送信装置。

【請求項 7】

送信データに対して符号化処理を行い、該符号化された送信データを格納したデータパケットを生成する符号化ステップと、

上記符号化ステップで生成された上記データパケットを第 1 の無線チャンネルに送出するデータパケット送信ステップと、

第 2 の無線チャンネルから再送要求信号を受信し、該再送要求信号で要求される所定のデータパケットを、上記第 1 の無線チャンネルに再送出するように、上記データパケット送信ステップを制御する再送制御ステップと、

上記第 2 の無線チャンネルからプロブパケットを受信するプロブパケット受信ステップと、

上記プロブパケット受信ステップにおける上記プロブパケットの受信状況に基づき、上記データパケット送信ステップで上記第 1 の無線チャンネルに送出されたデータパケットのうち、損失したものと予測されたデータパケットを、上記第 1 の無線チャンネルに再送出するように、上記データパケット送信ステップを制御する予測再送制御ステップを備えることを特徴とするデータ送信方法。

【請求項 8】

第 1 の無線チャンネルからデータパケットを受信するデータパケット受信部と、

上記データパケット受信部で受信された上記データパケットに格納されている符号化されたデータに対して復号化処理を行って受信データを得るデコーダと、

上記データパケット受信部で受信された上記データパケットに、上記デコーダで上記受信データを得るために必要とする所定のデータパケットが不足しているとき、該所定のデータパケットの再送を要求する再送要求信号を、第 2 の無線チャンネルに送出する再生要求制御部と、

上記第 2 の無線チャンネルに一定間隔でプロブパケットを送出するプロブパケット送信部を備える

ことを特徴とするデータ受信装置。

【請求項 9】

第 1 の無線チャンネルからデータパケットを受信するデータパケット受信ステップと、

上記データパケット受信ステップで受信された上記データパケットに格納されている符号化されたデータに対して復号化処理を行って受信データを得る復号化ステップと、

10

20

30

40

50

上記データパケット受信ステップで受信された上記データパケットに、上記復号化ステップで上記受信データを得るために必要とする所定のデータパケットが不足しているとき、該所定のデータパケットの再送を要求する再送要求信号を、第2の無線チャネルに送出する再生要求制御ステップと、

上記第2の無線チャネルに一定間隔でプローブパケットを送出するプローブパケット送信ステップを備える

ことを特徴とするデータ受信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、送信側から受信側に無線チャネルを利用してデータパケットを送信するデータ通信システム、データ送信装置、データ送信方法、データ受信装置およびデータ受信方法に関する。詳しくは、この発明は、受信側から送信側に一定間隔でプローブパケットを送信し、送信側ではプローブパケットの受信状況に応じて、受信側で損失されたデータパケットを予測して受信側に再送することにより、無線環境下において、パケット損失を克服しつつ、実時間性を確保可能としたデータ通信システム等に係るものである。

【背景技術】

【0002】

近年のADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)や光ファイバーといったブロードバンド通信環境の普及、および動画のデジタル化の普及により、インターネットを介したテレビ会議システムや音声・動画のリアルタイム配信などの、実時間性が必要とされる通信サービスの利用が拡大している。また、利用が増加している無線においても、スループットの向上に伴い、ワイヤレスカメラに代表される実時間動画通信サービスが利用されるようになった。このような通信においては、ネットワーク上で発生するパケット損失を克服しつつ、実時間性を確保することが重要となる。

【0003】

従来の有線環境におけるQoS (Quality of Service)制御の代表的な方法として、FEC (Forward Error Correction)とARQ (Automatic Repeat reQuest)がある。FECは、通信データに冗長性を付加する技術であり、訂正能力の範囲内であれば、再送を行うことなく損失パケットを修復することができるため実時間性に優れているが、訂正能力を超えたパケット損失が発生した場合には、サービスの品質が著しく低下してしまう。一方、ARQは、損失したパケットに対して再送要求を行う技術であり、損失パケット数にかかわらず修復が可能であるが、再送回数によっては実時間性を確保することができず、同様に品質が低下する。

【0004】

従来、両者の欠点を補う手法として、非特許文献1等に記載されている、FEC/ARQ併用方式がある。

【非特許文献1】田中啓之，高橋豊，“リアルタイム・ハイブリッドFEC/ARQのモデル化と性能解析”信学技報，IN 2004-22，pp.13-18，Jun.2004.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

非特許文献1等に記載される技術では、実時間性を確保しつつ、パケットの損失を修復することができる。しかし、パケット損失の多くがバーストロスであるような無線環境下では、FECの効果が高減するために、FEC/ARQ併用方式が効果的に機能しない問題がある。また、それを補うべきARQによる再送要求も、バーストロスが終了した後にまとめて行われるため、許容遅延内に再送パケットが到達しない可能性がある。

【0006】

この発明の目的は、無線環境下において、パケット損失を克服しつつ、実時間性を確保可能とすることにある。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

この発明の概念は、

データ送信装置からデータ受信装置にデータパケットを送信するデータ通信システムであって、

上記データ送信装置は、

送信データに対して符号化処理を行い、該符号化された送信データを格納した上記データパケットを生成するエンコーダと、

上記エンコーダで生成された上記データパケットを第1の無線チャンネルに送出するデータパケット送信部と、

10

第2の無線チャンネルから再送要求信号を受信し、該再送要求信号で要求される所定のデータパケットを、上記第1の無線チャンネルに再送出するように、上記データパケット送信部を制御する再送制御部と、

上記第2の無線チャンネルからプローブパケットを受信するプローブパケット受信部と、

上記プローブパケット受信部における上記プローブパケットの受信状況に基づき、上記データパケット送信部から上記第1の無線チャンネルに送出されたデータパケットのうち、損失したものと予測されたデータパケットを、上記第1の無線チャンネルに再送出するように、上記データパケット送信部を制御する予測再送制御部を備え、

上記データ受信装置は、

上記第1の無線チャンネルから上記データパケットを受信するデータパケット受信部と、

20

上記データパケット受信部で受信された上記データパケットに格納されている符号化されたデータに対して復号化処理を行って受信データを得るデコーダと、

上記データパケット受信部で受信された上記データパケットに、上記デコーダで上記受信データを得るために必要とする所定のデータパケットが不足しているとき、該所定のデータパケットの再送を要求する再送要求信号を、上記第2の無線チャンネルに送出する再生要求制御部と、

上記第2の無線チャンネルに一定間隔で上記プローブパケットを送出するプローブパケット送信部を備える

ことを特徴とするデータ通信システムにある。

## 【0008】

30

データ送信装置からデータ受信装置にデータパケットが送信される。送信側では、エンコーダにおいて、送信データに対して符号化処理が行われ、さらにパケット化処理により符号化された送信データが格納されたパケットデータが生成される。そして、送信側では、データパケット送信部において、データパケットが第1の無線チャンネルに送出される。

## 【0009】

また、送信側では、再送制御部において、第2の無線チャンネルから再送要求信号が受信されるとき、この再生要求信号で要求される所定のデータパケットを第1の無線チャンネルに再送出するように、データパケット送信部の制御が行われる。この場合、データパケット送信部において、所定のデータパケットが第1の無線チャンネルに送出される。

## 【0010】

40

また、送信側では、プローブパケット受信部において、プローブパケットが受信される。予測再送制御部においては、プローブパケットの受信状況に基づいて、データパケット送信部から第1の無線チャンネルに送出されたデータパケットのうち、受信側で損失したデータパケットが予測される。例えば、予測再送制御部においては、プローブパケット受信部で受信できなかったプローブパケットの送信期間に対応した期間にデータパケット送信部から第1の無線チャンネルに送出されたデータパケットが、損失したデータパケットと予測される。そして、予測再送制御部においては、損失したものと予測されるデータパケットを第1の無線チャンネルに再送出するように、データパケット送信部の制御が行われる。この場合、データパケット送信部において、受信側で損失したものと予測されたデータパケットが第1の無線チャンネルに送出される。

50

## 【 0 0 1 1 】

上述したように、再送要求がされたデータパケットおよび受信側で損失したものと予測されるデータパケットがデータパケット送信部から第1の無線チャンネルに送出されるものであり、受信側におけるパケット損失を克服できる。また、プローブパケットの受信状況に基づいて、受信側で損失したデータパケットが予測され、受信側からの再送要求を待たずに、そのデータパケットがデータパケット送信部から第1の無線チャンネルに送出されるものであり、受信側における実時間性を確保できる。

## 【 0 0 1 2 】

例えば、データパケット送信部は、第1の無線チャンネルに送出すべきデータパケットを一時的に蓄積する送信バッファを有しており、この送信バッファに蓄積されるデータパケットは、パケットの優先度の情報を持っている。データパケット送信部においては、例えば、送信バッファに蓄積されるデータパケットのパケット数が閾値より大きいとき、パケットの優先度の情報に基づいて、送信バッファから所定のデータパケットが削除される。

10

## 【 0 0 1 3 】

例えば、送信バッファに蓄積されているデータパケットは、再送要求信号に基づいて再送される第1の再送パケット、プローブパケットの受信状況に基づいた損失予測に基づいて再送される第2の再送パケット、あるいは第1の再送パケットおよび第2の再送パケット以外の通常パケットのいずれであることを示すパケット属性情報を、パケットの優先度を示す情報として持っている。また、例えば、送信バッファに蓄積されているデータパケットは、パケット属性情報と共に、少なくとも階層符号化におけるいずれの層（レイヤ）の

20

## 【 0 0 1 4 】

例えば、パケット属性情報および階層等に基づいて重要度が求められ、重要度が最も低いデータパケットおよび当該データパケットが属する層（レイヤ）のデータパケットが全て削除される。

## 【 0 0 1 5 】

上述したように、パケットデータ送信部では、送信バッファに蓄積されるデータパケットのパケット数が閾値より大きいとき、パケットの優先度の情報に基づいて、送信バッファから所定のデータパケットが削除されるものであり、第1の無線チャンネルの限られた帯域でも、重要なデータパケットを優先的に受信側に届けることができる。

30

## 【 0 0 1 6 】

受信側では、データパケット受信部において、第1の無線チャンネルからデータパケットが受信される。そして、受信側では、デコーダにおいて、受信されたデータパケットに格納されている符号化されているデータに対して復号化処理が行われて受信データが得られる。

## 【 0 0 1 7 】

また、受信側では、再送要求制御部において、データパケット受信部で受信されたデータパケットに、デコーダで受信データを得るために必要とする所定のデータパケットが不足しているか否かが判別される。そして、この再送要求制御部において、不足の所定のデータパケットの再送を要求する再送要求信号が第2の無線チャンネルに送出される。また、受信側では、第2の無線チャンネルに一定間隔でプローブパケットが送出される。

40

## 【 0 0 1 8 】

上述したように、デコーダで受信データを得るために必要とする所定のデータパケットの再送を要求する再送要求信号が第2の無線チャンネルに送出されると共に、この第2の無線チャンネルに一定間隔でプローブパケットが送出されるものである。そのため、上述したように、送信側では、再送要求がされたデータパケットおよび受信側で損失したものと予測されるデータパケットをデータパケット送信部から第1の無線チャンネルに送出でき、受信側におけるパケット損失を克服できる。また、送信側では、プローブパケットの受信状況に基づいて、受信側で損失したデータパケットが予測され、受信側からの再送要求を待たずに、そのデータパケットをデータパケット送信部から第1の無線チャンネルに送出でき

50

、受信側における実時間性を確保できる。

【発明の効果】

【0019】

この発明によれば、受信側から送信側に一定間隔でプローブパケットを送信し、送信側ではプローブパケットの受信状況に応じて、受信側で損失されたデータパケットを予測して受信側に再送するものであり、無線環境下において、パケット損失を克服しつつ、実時間性を良好に確保できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図1は、実施の形態としての、データ通信システム10の構成を示している。このデータ通信システム10は、データ送信装置100とデータ受信装置200とを有している。データ送信装置100は、パケット送出端末110、無線送信端末120および無線受信端末130から構成されている。データ受信装置200は、パケット受信端末210、無線受信端末220および無線送信端末230から構成されている。

【0021】

データ送信装置100のパケット送出端末110から無線送信端末120へと渡されたデータパケットは、第1の無線チャネル310を利用して、データ受信装置200の無線受信端末220によって受信される。また、データ受信装置200のパケット受信端末210は、無線送信端末230によって第2の無線チャネル320に、プローブパケットを送出する。データ送信装置100のパケット送出端末110は、無線受信端末130によってプローブパケットを受信し、その受信状況に応じて、第2の無線チャネル320のパケット損失状況を測定し、同程度のパケット損失が第1の無線チャネル310でも発生していることを予測し、データ受信装置200のパケット受信端末210からの再送要求を待たずに、再送パケットを送信する。

【0022】

図2は、データ送信装置100のパケット送出端末110およびデータ受信装置200のパケット受信端末210の詳細構成を示している。

【0023】

最初に、パケット送出端末110を説明する。このパケット送出端末110は、エンコーダ111と、優先度処理部112と、FEC制御部113と、再送用バッファ114と、優先処理送信バッファ115と、ARQ制御部116と、プローブ解析部117と、予測再送制御部118とを有している。

【0024】

エンコーダ111は送信データ（例えば、画像データあるいは音声データ等のストリーム型データ）に対して符号化処理を行い、この符号化された送信データを格納したデータパケットを生成する。この実施の形態において、エンコーダ111は、階層符号化処理を実行する。階層符号化が可能な圧縮・伸張方式としては、例えばJPEG2000とMP EG4によるビデオストリームをあげることができる。

【0025】

MP EG4は、スケラブルに低いビットレートから高いビットレートまで配信することが可能である。また、ウェーブレット(Wavelet)変換をベースとするJPEG2000は、ウェーブレット(Wavelet)変換の特徴を生かし、空間解像度をベースにパケット化することや、あるいは画質をベースに階層的にパケット化することが可能である。JPEG2000は、静止画だけでなく動画を扱えるMotionJPEG2000(Part 3)規格により、階層化したデータを、ファイルフォーマットで保存することが可能である。上述の階層符号化処理の適用により、1つのファイルデータから異なる能力の端末へ同時にデータ配信を実行することが可能となる。

【0026】

また、階層符号化の例としてDCT(Discrete Cosine Transform)ベースの技術を用いた構成も可能である。これは配信情報となる例えば画像データをDCT処理し、DCT

10

20

30

40

50

処理により高域と低域とを区別した階層化を実現し、高域と低域との階層で区分したパケットを生成してデータ配信を実行する方法である。エンコーダ 1 1 1 は、上述の D C T 処理、あるいは、ウェーブレット変換のような階層化の可能な符号化方式を実行する。

**【 0 0 2 7 】**

エンコーダ 1 1 1 は、上述の階層符号化をあらかじめ設定されたプログレッシブ順序でのプログレッシブ符号化処理を実行する。すなわち、ウェーブレット変換等に対応する空間解像度によるプログレッシブ、あるいは S N R (Signal to Noise Ratio)、すなわち画質毎に設定した階層に対応するプログレッシブ、あるいはカラー成分 ( R G B や Y C b C r ) 毎の階層に対応するプログレッシブ等、様々なデータ階層に応じたプログレッシブ符号化処理を実行する。

10

**【 0 0 2 8 】**

プログレッシブ符号化とは、インターネットの画像配信等において多用される符号化処理であり、データ受信端末側で粗い画像データを先に出力し、順次、細かい画像を出力して表示することを可能とするものである。例えば、空間解像度によるプログレッシブ符号化の場合は、粗い画像に対応する低周波画像データの符号化データから精細な画像に対応する高周波画像データの符号化データを生成する。データの復号、表示を実行する端末では、低周波画像データの符号化データの復号、表示処理をまず実行することで、短時間でディスプレイに粗い概略画像を表示することが可能となり、その後、高周波領域の符号化データを復号し、表示することで、徐々に精細な画像を表示することが可能となる。

20

**【 0 0 2 9 】**

S N R (Signal to Noise Ratio)、すなわち画質によるプログレッシブの場合は、低 S N R (低画質)の符号化データから高 S N R (高画質)を区別して符号化する。カラー成分 ( R G B や Y C b C r ) によるプログレッシブの場合は、カラー成分 ( R G B や Y C b C r ) 毎の符号化を実行する。

**【 0 0 3 0 】**

図 3 は、J P E G 2 0 0 0 の階層構造例を示している。この例では、S N R プログレッシブ順序で J 2 K パケット化されているものとする。この例では、3 番以降のパケットが届かなかつたとしてもレイヤ 0 のパケットに損失は無いことからレイヤ 0 は再生することが可能であり、5 番までのパケットが届けばレイヤ 1 までを再生することが可能になる。このように、J P E G 2 0 0 0 においては、全てのパケットが届かなくとも、再生可能なレイヤまでの画像を再生することができる。したがって、予測によってパケットを再送する場合には、レイヤの低いパケットに、より大きな優先度を与えることで、可能な限り画像のスキップを防ぐことが可能となる。

30

**【 0 0 3 1 】**

エンコーダ 1 1 1 は、上述したように、符号化された送信データをペイロードとして格納したデータパケットを生成する。エンコーダ 1 1 1 は、ペイロードデータに対して、例えば、R T P ヘッダを付加してパケット化する。図 4 は、R T P パケットの構成を示している。R T P ヘッダには、バージョン番号 ( v )、パディング ( P )、拡張ヘッダ ( X ) の有無、送信元数 ( C o u n t e r )、マーカ情報 ( m a r k e r b i t )、ペイロードタイプ ( P a y l o a d t y p e )、シーケンス番号、タイムスタンプ、同期ソース ( 送信元 ) 識別子 ( S S R C ) および貢献ソース ( 送信元 ) 識別子 ( C S R C ) の各フィールドが設けられている。

40

**【 0 0 3 2 】**

データ受信側において、R T P ヘッダに付与されたタイムスタンプにより R T P パケットの展開時に処理時間の制御が実行され、リアルタイム画像、または、音声の再生制御が可能となる。なお、例えば、動画像データの符号化データを格納した R T P パケットにおいては、1 つの画像フレームに属する複数の R T P パケットに共通のタイムスタンプが設定され、各フレームを構成する終端パケットには、終端であることを示す識別フラグが R T P ヘッダに格納される。

**【 0 0 3 3 】**

50



図 2 に戻って、優先度処理部 1 1 2 は、エンコーダ 1 1 1 で生成された各データパケット ( R T P パケット ) のヘッダに、優先度の情報を付加する。例えば、優先度の情報は、当該データパケットが階層符号化におけるいずれの層 ( レイヤ ) のパケットであることを示す階層情報とされる。また、例えば、優先度の情報は、上述の階層情報の他に、当該データパケットが層内のいかなる位置付けのデータであるか ( 例えば、図 3 の「Resolutions」など ) を示す層内情報を含むものとされる。

【 0 0 3 4 】

F E C 制御部 1 1 3 は、優先度処理部 1 1 2 で優先度が付加された各データパケットに対して、複数個のデータパケットを 1 つの F E C ブロックとして、リードソロモン ( R S : Reed-Solomon 符号 )、またはその他の誤り訂正符号を用いて冗長符号化する。例えば、

10

【 0 0 3 5 】

この場合、1 つの F E C ブロックにつき、データ送信装置 1 0 0 から  $n$  個のパケットが送信される。データ受信装置 2 0 0 においては、 $n$  個のパケットのうち  $k$  個のパケットを受信できれば、R S 復号処理により  $k$  個の元パケットを復元することができる。

【 0 0 3 6 】

再送用バッファ 1 1 4 は、優先度処理部 1 1 2 で優先度が付加された各データパケットを、再送用のデータパケットとして、保存する。

【 0 0 3 7 】

20

A R Q 制御部 1 1 6 は、第 2 の無線チャネル 3 2 0 から無線受信端末 1 3 0 を介して、再送要求信号としての N A C K ( Negative Acknowledge ) - R T C P パケットが受信される時、この N A C K - R T C P パケットで要求される所定のデータパケットを、再送用バッファ 1 1 4 から読み出して、優先処理送信バッファ 1 1 5 に送る。図 5 は、N A C K - R T C P パケットの構成を示している。N A C K - R T C P パケットは、ヘッダ ( H E A D )、フォーマット ( F O R M A T )、パケットタイプ、パケット長、送信同期ソース識別子 ( R T C P )、タイムスタンプの情報に加えて、再送要求対象となるパケットの識別子としての再送指定シーケンス番号、さらに、各再送指定シーケンス番号に対応するデータとして、「再送回数」、「オプション」、「重複指定回数」が設定可能である。

【 0 0 3 8 】

30

A R Q 制御部 1 1 6 は、再送用バッファ 1 1 4 から優先処理送信バッファ 1 1 5 に送るデータパケット ( 再送パケット ) のヘッダに、N A C K - R T C P パケットにより再送要求されたデータパケットであることを示すパケット属性情報を付加する。このパケット属性情報は、優先度を示す情報を構成する。このパケット属性情報により、後述するように、F E C 制御部 1 1 3 から優先処理送信バッファ 1 1 5 に供給される通常のパケット ( 通常パケット ) の同一の階層のものとは比べて、再送パケットの送信の重要度が高くされる。

【 0 0 3 9 】

プローブ解析部 1 1 7 は、第 2 の無線チャネル 3 2 0 から無線受信端末 1 3 0 で受信されるプローブパケットの受信状況に基づいて、通信良好状態にあるかバーストロス状態にあるかを検知する。

40

【 0 0 4 0 】

プローブパケットは、データ受信装置 2 0 0 から第 2 の無線チャネル 3 2 0 に一定間隔で送出されている。図 6 は、プローブパケットの構成を示している。プローブパケットは、ヘッダ ( H E A D )、フォーマット ( F O R M A T )、パケットタイプ、パケット長、送信同期ソース識別子 ( R T C P ) の情報に加えて、プローブ情報として、シーケンス番号とタイムスタンプの情報を持っている。なお、受信側端末でプローブパケットを一定間隔で出力し、かつ受信側端末から送信側端末への伝播遅延が一定であれば、タイムスタンプ情報は必ずしも必要ではない。シーケンス番号も、同様に、必ずしも必要な情報ではない。

50

## 【 0 0 4 1 】

プローブ再送制御部 1 1 8 は、プローブ解析部 1 1 7 においてバーストロス状態が検知されるとき、データ送信装置 1 0 0 から第 1 の無線チャネル 3 1 0 に送出されたデータパケットのうち、受信データ装置 2 0 0 で損失したデータパケットを予測し、当該予測したデータパケットを、再送用バッファ 1 1 4 から読み出し、優先処理送信バッファ 1 1 5 に送る。このとき、プローブ再送制御部 1 1 8 は、再送用バッファ 1 1 4 から優先処理送信バッファ 1 1 5 に送るデータパケット（再送パケット）のヘッダに、プローブパケットの受信状況で損失予測されたデータパケットであることを示すパケット属性情報を付加する。このパケット属性情報は、優先度を示す情報を構成する。このパケット属性情報により、後述するように、F E C 制御部 1 1 3 から優先送信バッファ 1 1 5 に供給される通常のデータパケット（通常パケット）の同一の階層のものとは比べて、再送パケットの送信の重要度が高くされる。

10

## 【 0 0 4 2 】

ここで、プローブ解析部 1 1 7 における受信側における損失の予測処理、および予測再送制御部 1 1 8 における再送処理の詳細について説明する。

## 【 0 0 4 3 】

プローブパケットの送信間隔を  $T_{probe}$  とする。プローブ解析部 1 1 7 は、バースト検知閾値  $Burst$  の間  $NACK - RTCP$  パケットおよびプローブパケットのいずれも受信しなければ、バーストロスが発生したと判断する。 $Burst (> T_{probe})$  が小さすぎると、ランダムロスをバーストロスと誤検知する可能性が高くなり、逆に、 $Burst$  が大きすぎると、バーストロス検知が遅れることになる。プローブ解析部 1 1 7 は、バーストロス検知中に、新たに  $NACK - RTCP$  パケットまたはプローブパケットを受信すると、バーストロス状態が終了したと判断する。

20

## 【 0 0 4 4 】

予測再送制御部 1 1 8 は、プローブ解析部 1 1 7 によりバーストロスが検知されると、検知したバーストロスで失われたと予測されるデータパケットを再送するように、再送用バッファ 1 1 4 から再送すべきデータパケットを読み出し、優先処理送信バッファ 1 1 5 に送る。

## 【 0 0 4 5 】

予測再送制御部 1 1 8 は、バースト検知閾値  $Burst$  によってバーストロスが検知された際、その検知時刻を  $t$  として、時刻  $t - RTT/2 - Burst$  から  $t - RTT/2$  の間に送信したパケットを再送するように制御する。ここで、 $RTT$  は、往復伝播遅延 (Round Trip Time) である。その後、プローブ解析部 1 1 7 によりバーストロス検知が続いている限り、再送間隔  $T_{Ret}$  毎に、その時刻を  $t$  として、時刻  $t - RTT/2 - T_{Ret}$  から  $t - RTT/2$  の間に送信したパケットを再送するように制御する。

30

## 【 0 0 4 6 】

図 7 は、バーストロス検知、および予測再送の例を示している。図 7 において、まず時刻  $t_1$  でプローブ解析部 1 1 7 はバーストロスを検知する。その際、予測再送制御部 1 1 8 は、対応する損失パケット群  $P_1$  を再送するように制御する。 $T_{Ret}$  後の時刻  $t_2$  では、バーストロス検知がまだ終了していないので、予測再送制御部 1 1 8 は、今度は、損失パケット群  $P_2$  を再送するように制御する。時刻  $t_3$  になると、受信側からの  $NACK - RTCP$  パケットまたはプローブパケットが到着するようになり、プローブ解析部 1 1 7 は、バーストロス状態が終了したと判断する。

40

## 【 0 0 4 7 】

図 8 のフローチャートは、予測再送制御部 1 1 8 における予測再送の制御処理を示している。予測再送制御部 1 1 8 は、このフローチャートの動作を所定の周期をもって実行する。

## 【 0 0 4 8 】

まず、予測再送制御部 1 1 8 は、ステップ  $ST_1$  で、処理を開始し、ステップ  $ST_2$  で、プローブ解析部 1 1 7 によりバーストロスが検知されたか否かを判定する。予測再送制

50

御部 118 は、パーストロスが検知されていないときは、ステップ S T 13 に進み、予測再送の制御処理を終了する。

【 0049 】

予測再送制御部 118 は、ステップ S T 2 でパーストロスが検知されているときは、ステップ S T 3 で、経過時間  $T_a$  を 0 にリセットする。そして、予測再送制御部 118 は、ステップ S T 4 で、検知時刻を  $t$  として、時刻  $t - RTT/2 - Burst$  から  $t - RTT/2$  の間に送信したパケットを損失パケットと予測し、ステップ S T 5 で、再送用バッファ 114 から損失予測パケットを読み出し、優先処理バッファ 115 に送る。

【 0050 】

次に、予測再送制御部 118 は、ステップ S T 6 で、時間  $T_{Ret}$  が経過したか否かを判定する。時間  $T_{Ret}$  が経過していないとき、予測再送制御部 118 は、ステップ S T 7 で、NACK パケット（再送要求信号）を受信したか、またはプローブパケットを受信したかを判定する。いずれも受信していないとき、予測再送制御部 118 は、ステップ S T 6 に戻る。

10

【 0051 】

予測再送制御部 118 は、ステップ S T 6 で、時間  $T_{Ret}$  が経過したときは、ステップ S T 8 で、経過時間  $T_a$  を 0 にリセットする。そして、予測再送制御部 118 は、ステップ S T 9 で、時間  $T_{Ret}$  の経過時点の時刻を  $t$  として、時刻  $t - RTT/2 - T_{Ret}$  から  $t - RTT/2$  の間に送信したパケットを損失パケットと予測し、ステップ S T 10 で、再送用バッファ 114 から損失予測パケットを読み出し、優先処理バッファ 115 に送る。そして、予測再送制御部 118 は、ステップ S T 6 に戻る。

20

【 0052 】

また、予測再送制御部 118 は、ステップ S T 7 で NACK パケットまたはプローブパケットを受信したときは、ステップ S T 11 で、受信した時点の時刻を  $t$  として、プローブパケットを受信した場合は時刻  $t - RTT/2 - T_a$  から  $t - RTT/2$  の間に送信したパケットを損失パケットと予測し、ステップ S T 12 で、再送用バッファ 114 から損失予測パケットを読み出し、優先処理バッファ 115 に送る。NACK パケットを受信した場合は、時刻  $t - RTT/2 - T_a$  から NACK パケット内の情報が示す要求再送パケットを損失パケットとし、ステップ S T 12 で、再送用バッファ 114 から損失予測パケットを読み出し、優先処理バッファ 115 に送る。そして、予測再送制御部 118 は、ステップ S T 13 に進み、予測再送の制御処理を終了する。

30

【 0053 】

また、図 2 に戻って、優先処理送信バッファ 115 は、FEC 制御部 113 から出力される FEC ブロック毎のデータパケットおよび冗長パケットと、ARQ 制御部 116 および予測再送制御部 118 の制御により再送用バッファ 114 から読み出されるデータパケットを一時的に蓄積し、優先度に基づいて、送信すべきパケットを取捨選択し、無線送信端末 120 を介して、第 1 の無線チャネル 310 に送出する。この優先処理送信バッファ 115 は、データパケット送信部を構成している。

【 0054 】

優先処理送信バッファ 115 におけるバッファ管理（送信すべきパケットの取捨選択処理）について説明する。

40

【 0055 】

上述した予測再送制御部 118 の制御による予測再送を行うことで、一時的に優先処理送信バッファ 115 にデータパケットが過剰に蓄積され、許容遅延内にパケットが受信端末に到達しない状況が発生する可能性がある。ここでは、効率的なパケット伝送に向け、パケットの重要度を定義し、バッファ内で相対的に重要度の低いパケットを削除するといったバッファ管理を行っている。

【 0056 】

まず、パケットの重要度  $Pvalue$  を、次式で定義する。

【 0057 】

50

$$P \text{ value} = P L \text{ value}(n) + P S \text{ value}(u) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

## 【0058】

ここで、PLVvalue(n)は、上述したように優先度処理部112において各データパケットに付加される階層化符号に関する優先度情報に基づいて決定される重要度であり、例えばパケットのレイヤ番号nが小さいほど大きな値を取る。PSvalue(u)は、上述した優先度情報としてのパケット属性uに基づいて決定される重要度であり、パケットの属性uが通常パケット(u=0)、予測再送パケット(u=1)、NACKに対する再送パケット(u=2)のいずれであるかによって値が決定される。後者の属性ほど画質への貢献度に対する帯域の利用率が低く、例えば後者の属性ほど大きな値を取る。

## 【0059】

優先処理送信バッファ115は、バッファチェック間隔TBcheck毎に、バッファ内パケット数がバッファ閾値BPacketよりも大きい間、Pvalueを基に、(1)送信バッファ内で最も小さいPvalueを持つパケットを検索すること、(2)そのパケットが属するレイヤのパケットを全て送信バッファから削除すること、を繰り返す。

## 【0060】

次に、パケット受信端末210を説明する。このパケット受信端末210は、受信バッファ211と、FEC復号部212と、デコーダ214と、再送要求制御部215と、プローブ送信部216とを有している。

## 【0061】

受信バッファ211は、無線受信端末220が第1の無線チャネル310から受信したデータパケットを保持する。FEC復号部212は、受信バッファ211に保持されたパケットに損失があった場合に、復号化処理を行う。デコーダ214は、損失がなく、あるいは損失があっても復号化の処理によって、必要なパケットが再生時間内に揃ったとき、当該必要なパケットに対して復号化処理を行って受信データを得る。

## 【0062】

再送要求制御部215は、FEC復号部212の復号化処理によっても、上述したデコーダ214で受信データを得るために必要とする所定のデータパケットが不足しているとき、この所定のデータパケットの再送を要求するNACK-RTCPパケットを、無線送信端末230を介して、第2の無線チャネル320に送出する。プローブ送信部216は、一定間隔Tprobeで、上述したプローブパケットを、無線送信端末230を介して、第2の無線チャネル320に送出する。

## 【0063】

図2に示すパケット送出端末110およびパケット受信端末210の動作を説明する。

## 【0064】

送信データ(例えば、画像データあるいは音声データ等のストリーム型データ)が、パケット送出端末110のエンコーダ111に供給される。エンコーダ111では、送信データに対して階層符号化処理が行われると共に、符号化された送信データがペイロードとして格納されたデータパケット(RTPパケット)が生成される。

## 【0065】

エンコーダ111で生成されたデータパケットは、優先度処理部112に供給される。優先度処理部112では、エンコーダ111で生成された各データパケット(RTPパケット)のヘッダに、階層符号の階層に対応して優先度(レイヤ番号が小さいほど優先度は高くなる)が付加される。優先度の付加されたデータパケットは、再送用バッファ114に供給されて保持されると共に、FEC制御部113に供給される。

## 【0066】

FEC制御部113では、複数個のデータパケットが1つのFECブロックとされ、FECブロック毎にリードソロモン(RS: Reed-Solomon)符号等の誤り訂正符号が用いられて冗長符号化が行われる。このFEC制御部113から出力される各FECブロックのパケット(データパケットおよび冗長パケット)は優先処理送信バッファ115に供給される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

また、パケット受信端末 2 1 0 のプローブ送信部 2 1 0 から、無線送信端末 2 3 0 を介して、第 2 の無線チャンネル 3 2 0 に、一定間隔で、プローブパケットが送出される。データ送信端末 1 1 0 のプローブ解析部 1 1 7 では、第 2 の無線チャンネル 3 2 0 から無線受信端末 1 3 0 で受信されるプローブパケットの受信状況に基づいて、通信良好状態にあるか、あるいはバーストロス状態にあるかが検知される。

## 【 0 0 6 8 】

プローブ再送制御部 1 1 8 では、プローブ解析部 1 1 7 においてバーストロス状態が検知されるとき、データ送信装置 1 0 0 から第 1 の無線チャンネル 3 1 0 に送出されたデータパケットのうち、受信データ装置 2 0 0 で損失したデータパケットが予測される。そして、このプローブ再送制御部 1 1 8 の制御により、当該予測されたデータパケットが再送用バッファ 1 1 4 から読み出され、優先処理送信バッファ 1 1 5 に送られる。この場合、再送用バッファ 1 1 4 から優先処理送信バッファ 1 1 5 に送るデータパケット（再送パケット）のヘッダには、プローブパケットの受信状況で損失予測されたデータパケットであることを示すパケット属性情報（優先度情報）が付加される。

10

## 【 0 0 6 9 】

また、ARQ制御部 1 1 6 では、第 2 の無線チャンネル 3 2 0 から無線受信端末 1 3 0 を介して、再送要求信号としての NACK (Negative Acknowledge) - RTCP パケットが受信されるとき、この ARQ 制御部 1 1 6 の制御により、この NACK - RTCP パケットで要求される所定のデータパケットが再送用バッファ 1 1 4 から読み出され、優先処理送信バッファ 1 1 5 に送られる。再送用バッファ 1 1 4 から優先処理送信バッファ 1 1 5 に送られるデータパケット（再送パケット）のヘッダには、NACK - RTCP パケットにより再送要求されたデータパケットであることを示すパケット属性情報（優先度情報）が付加される。

20

## 【 0 0 7 0 】

優先処理送信バッファ 1 1 5 では、FEC 制御部 1 1 3 から出力される FEC ブロック毎のデータパケットおよび冗長パケットと、ARQ 制御部 1 1 6 および予測再送制御部 1 1 8 の制御により再送用バッファ 1 1 4 から読み出されるデータパケットが一時的に蓄積され、優先度（階層に対応した優先度、パケット属性に対応した優先度）に基づいて求められた重要度により、送信すべきパケットが取捨選択される。そして、この優先処理送信バッファ 1 1 5 から、当該送信すべきパケットが、無線送信装置 1 2 0 を介して、第 1 の無線チャンネル 3 1 0 に送出される。

30

## 【 0 0 7 1 】

パケット受信端末 2 1 0 の受信バッファ 2 1 1 には、無線受信端末 2 2 0 により第 1 の無線チャンネル 3 1 0 から受信されたデータパケットが保持される。FEC 復号部 2 1 2 では、受信バッファ 2 1 1 に保持されたパケットに損失があった場合に、冗長パケットを用いて復号化処理が行われる。デコーダ 2 1 4 では、損失がなく、あるいは損失があっても復号化の処理によって、必要なパケットが再生時間内に揃ったとき、当該必要なパケットに対して復号化処理が行われて、受信データ（例えば、画像データあるいは音声データ等のストリーム型データ）が得られる。

40

## 【 0 0 7 2 】

また、パケット受信端末 2 1 0 の再送要求制御部 2 1 5 では、FEC 復号部 2 1 2 の復号化処理によっても、上述したデコーダ 2 1 4 で受信データを得るために必要とする所定のデータパケットが不足しているとき、この所定のデータパケットの再送を要求する NACK - RTCP パケットを、無線送信端末 2 3 0 を介して、第 2 の無線チャンネル 3 2 0 に送出することが行われる。

## 【 0 0 7 3 】

上述した実施の形態においては、パケット受信端末 2 1 0 のデコーダ 2 1 4 で受信データを得るために必要とする所定のデータパケットの再送を要求する NACK - RTCP パケット（再送要求信号）が第 2 の無線チャンネル 3 2 0 に送出されると共に、パケット受信

50

端末 2 1 0 のプローブ送信部 2 1 6 から第 2 の無線チャネル 3 2 0 に一定間隔でプローブパケットが送出される。

【 0 0 7 4 】

したがって、上述した実施の形態によれば、パケット送出端末 1 1 0 において、再送要求がされたデータパケットおよび受信側で損失したものと予測されるデータパケットを、優先処理送信バッファ 1 1 5 から第 1 の無線チャネル 3 1 0 に送出でき、受信側におけるパケット損失を克服できる。また、上述した実施の形態によれば、パケット受信端末 2 1 0 の予測再送制御部 1 1 8 では、プローブパケットの受信状況に基づいて、受信側で損失したデータパケットを予測でき、受信側からの N A C K - R T C P パケット（再送要求信号）を待たずに、受信側で損失が予測されたデータパケットを、優先処理送信バッファ 1 1 5 から第 1 の無線チャネル 3 1 0 に送出でき、受信側における実時間性を確保できる。

10

【 0 0 7 5 】

また、上述実施の形態においては、パケット送出端末 1 1 0 の優先処理送信バッファ 1 1 5 では、送信バッファに蓄積されるデータパケットのパケット数が閾値より大きいとき、パケットの優先度の情報（パケット属性情報、階層情報）に基づいて、所定のデータパケット、例えば送信バッファから重要度が最も低いデータパケットおよび当該データパケットが属する層（レイヤ）のデータパケットが削除される。したがって、上述した実施の形態によれば、第 1 の無線チャネル 3 1 0 の限られた帯域でも、重要なデータパケットを優先的に受信側に届けることができる。

20

【 0 0 7 6 】

なお、上述実施の形態におけるパケット送出端末 1 1 0 およびパケット受信端末 2 1 0 の各機能部は、ハードウェアおよびソフトウェアのいずれによっても実現できる。ソフトウェアで実現する場合には、コンピュータが、ROM またはハードディスクに格納されているプログラムに基づいて、各機能部の処理を実行する。

【 0 0 7 7 】

また、上述実施の形態においては、A R Q 方式（自動再送方式）および F E C 方式（前方誤り訂正符号化方式）を組み合わせたものを示したが、A R Q 方式のみを採用するデータ通信システムにも、この発明を同様に適用できる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 8 】

この発明は、無線環境下において、パケット損失を克服しつつ、実時間性を確保可能としたものであり、送信側から受信側に、無線チャネルを利用して、画像データあるいは音声データ等のストリーム型データのデータパケットを送信する、データ通信システム等に適用できる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 9 】

【図 1】実施の形態としてのデータ通信システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】データ送信装置のパケット送出端末およびデータ受信装置のパケット受信端末の詳細構成を示すブロック図である。

【図 3】J P E G 2 0 0 0 の階層構造例を示す図である。

40

【図 4】符号化データを格納するデータパケット（R T P パケット）の構成例を示す図である。

【図 5】N A C K - R T C P パケットの構成例を示す図である。

【図 6】プローブパケットの構成例を示す図である。

【図 7】パーストロス検知、および予測再送の例を示す図である。

【図 8】予測再送制御部における予測再送の制御処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

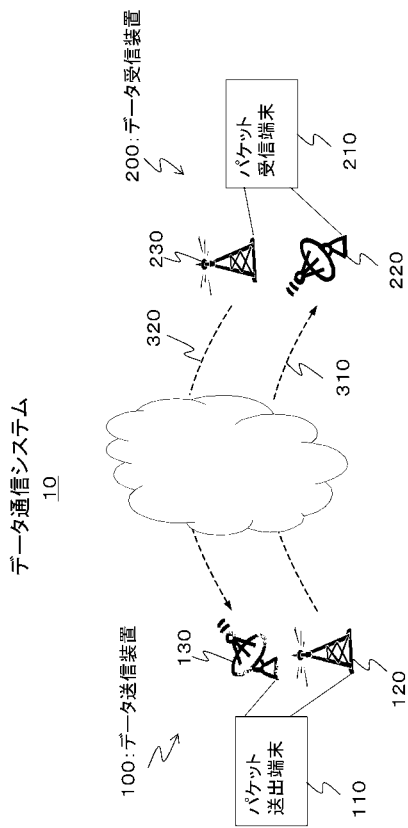
【 0 0 8 0 】

1 0・・・データ通信システム、1 0 0・・・データ送信装置、1 1 0・・・パケット送出装置、1 1 1・・・エンコーダ、1 1 2・・・優先度処理部、1 1 3・・・F E C 制

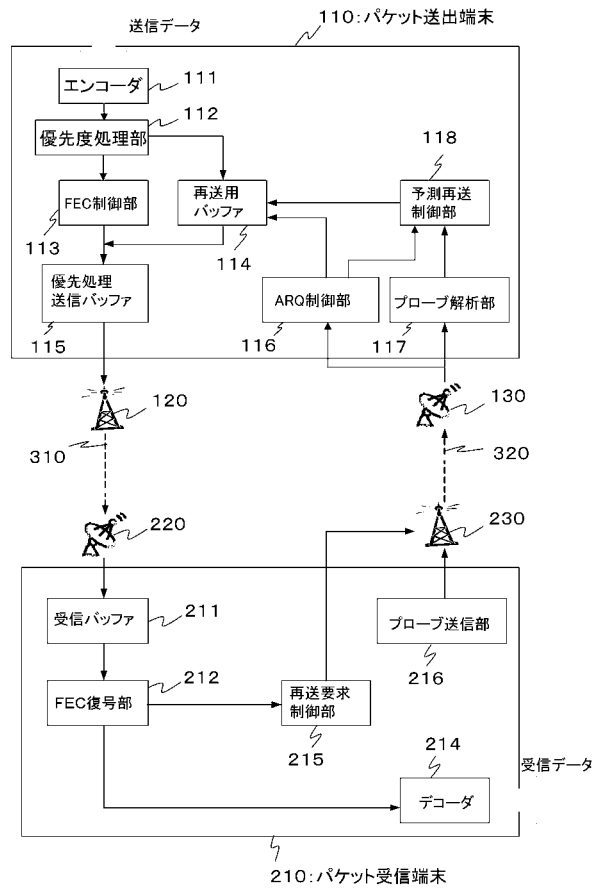
50

御部、114・・・再送用バッファ、115・・・優先処理送信バッファ、116・・・  
 A R Q制御部、117・・・プローブ解析部、118・・・予測再送制御部、120・・・  
 ・無線送信端末、130・・・無線受信端末、200・・・データ受信端末、210・・・  
 ・パケット受信端末、211・・・受信バッファ、212・・・F E C復号部、214・・・  
 ・デコーダ、215・・・再送要求制御部、216・・・プローブ送信部、220・・・  
 ・無線受信端末、230・・・無線送信端末、310・・・第1の無線チャネル、320・・・  
 ・第2の無線チャネル

【 図 1 】



【 図 2 】



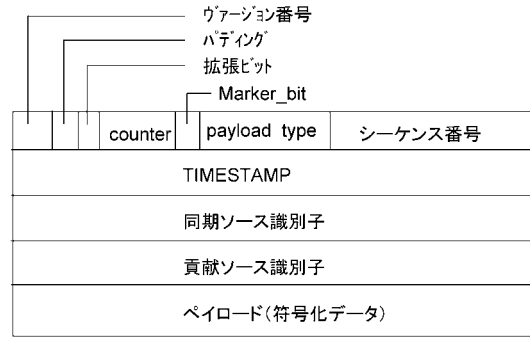
【 図 3 】

JPEG2000の階層構造例

Layer	Resolutions	J2KパケットNo.
L0	0	0
	1	1
	2	2
L1	3	3
	4	4
	5	5
L2	6	6
	7	7
	8	8

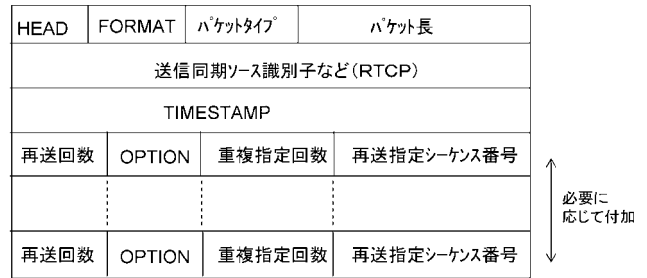
【 図 4 】

RTPパケットの構成



【 図 5 】

NACK-RTCPパケットの構成

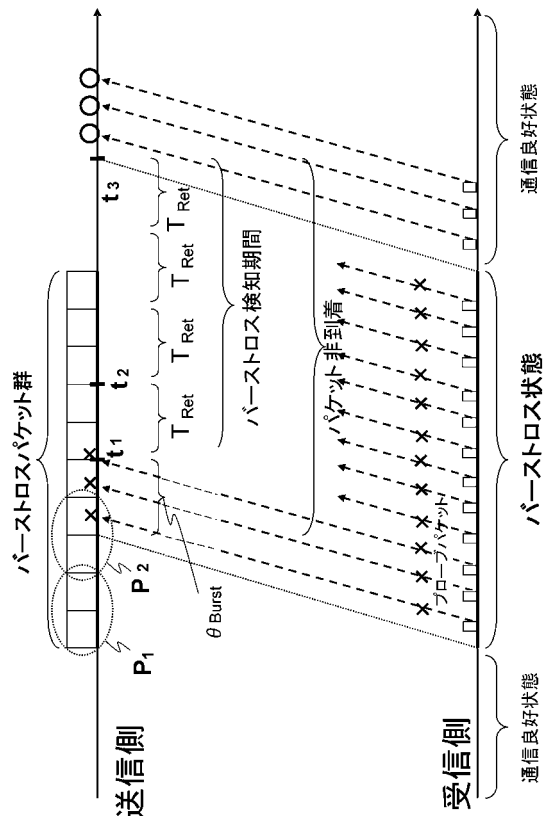


【 図 6 】

プローブパケットの構成

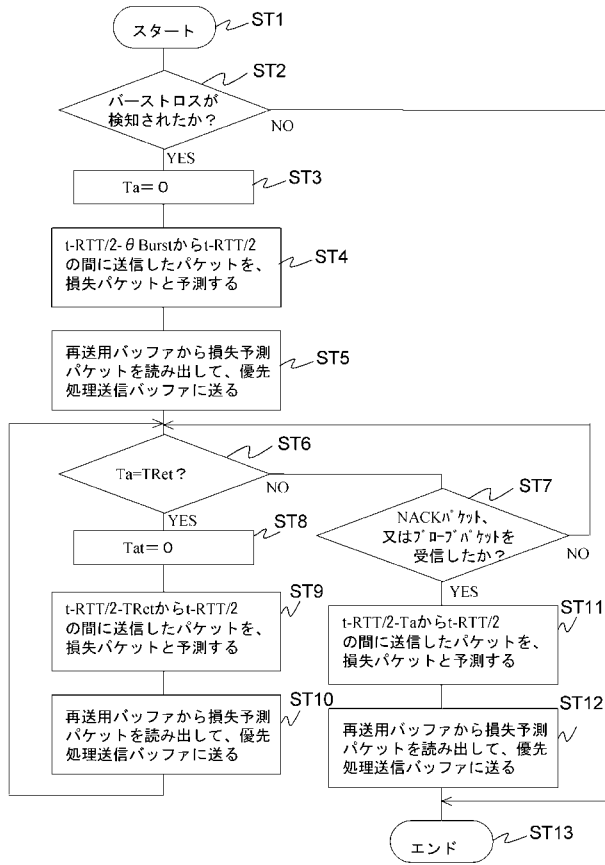
HEAD	FORMAT	パケットタイプ	パケット長
送信同期ソース識別子など(RTCP)			
シーケンス番号			
TIMESTAMP			

【 図 7 】





【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 板倉 英三郎  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 砂原 星  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 高橋 豊  
京都府京都市左京区吉田本町 国立大学法人京都大学大学院情報学研究科内
- (72)発明者 笠原 正治  
京都府京都市左京区吉田本町 国立大学法人京都大学大学院情報学研究科内
- (72)発明者 増山 博之  
京都府京都市左京区吉田本町 国立大学法人京都大学大学院情報学研究科内
- (72)発明者 内田 祐介  
京都府京都市左京区吉田本町 国立大学法人京都大学大学院情報学研究科内
- Fターム(参考) 5K034 AA06 DD01 EE03 EE11 MM03 TT01  
5K067 AA23 BB21 CC08 DD51 HH28