

## (12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2011年12月22日(22.12.2011)

PCT



(10) 国際公開番号

WO 2011/158433 A1

(51) 国際特許分類:

H04L 12/56 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2011/002783

(22) 国際出願日: 2011年5月18日(18.05.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2010-137338 2010年6月16日(16.06.2010) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (Panasonic Corporation) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 村本 衛一 (MURAMOTO, Eiichi), バデウゲ ティルミー (BADUGE, Thilmee).

(74) 代理人: 小栗 昌平, 外(OGURI, Shohei et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

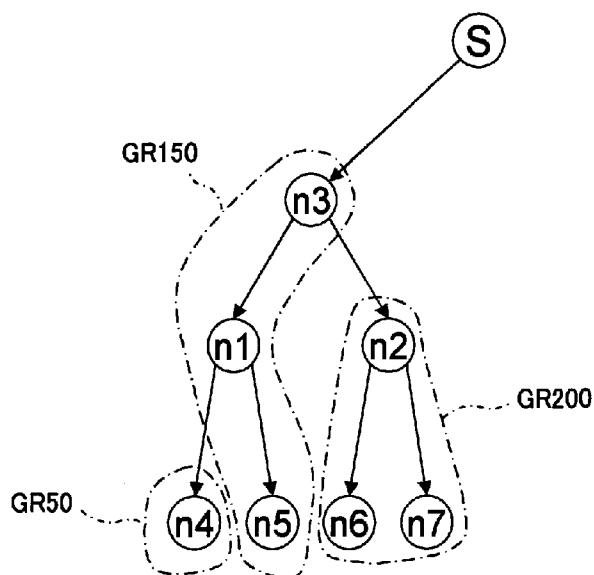
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: TRANSMITTING TERMINAL AND BAND ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 送信端末及び帯域推定方法

[図6]



the selected receiving terminal. Accordingly, even in a case in which the packet loss situation upon the network always changes, high-quality data transmittance is possible.

(57) 要約:

(57) Abstract: A transmitting terminal is used in a communication system wherein a transmitting terminal, which estimates a band of a network and controls a transmission rate of data, and a plurality of receiving terminals, which duplicate the data transmitted from the transmitting terminal and transfer thereof to a downstream receiving terminal, are connected in a tree with the transmitting terminal as the root upon the network. The transmitting terminal is provided with a receiving unit for receiving a recipient report which includes packet loss rate and round trip time between the transmitting terminal and the receiving terminal which have been transmitted from each receiving terminal; a band-estimated-terminal selection unit for selecting a receiving terminal for which a band of the network is to be estimated when estimating the band, on the basis of distribution tree information and the packet loss rate included in the recipient report; and a band estimation unit for estimating the band of the network on the basis of the packet loss rate and the round trip time included in the recipient report which had been transmitted from

[続葉有]



---

ネットワークの帯域を推定してデータの送信レートを制御する送信端末と、送信端末から送信されたデータを複製して下流の受信端末に転送する複数の受信端末と、がネットワーク上で送信端末をルートとしてツリーハンジ接続された通信システムで用いられる前記送信端末は、各受信端末から送信された、パケット損失率及び送信端末と受信端末の間の往復時間を含む受信者レポートを受信する受信部と、配達情報と受信者レポートに含まれるパケット損失率とに基づいて、ネットワークの帯域を推定する際に対象とする受信端末を選定する帯域推定対象端末選定部と、選定された受信端末から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率及び往復時間に基づいて、ネットワークの帯域を推定する帯域推定部とを備える。したがって、ネットワーク上のパケット損失状況が常に変化する場合であっても、高品質なデータ伝送が可能である。

## 明細書

### 発明の名称：送信端末及び帯域推定方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、ネットワークを介したマルチキャスト通信を行う際に、ネットワークの帯域を推定して送信レートを制御する送信端末及び帯域推定方法に関する。

#### 背景技術

[0002] 遠隔授業やライブイベントの配信等を行うために、ネットワークを介して映像や音声等のリアルタイムストリームデータの伝送は、リアルタイムストリームデータの伝送帯域を、ネットワークで利用可能な帯域に合わせて変更する必要がある。つまり、インターネットのようなベストエフォート (Best effort) 型のネットワークによる伝送は、他の利用者のトラフィック等によってネットワークの混雑が予想される。このように混雑しているときに広帯域なリアルタイムストリームデータ（以下、単に「ストリームデータ」という）を伝送すると、パケット損失が多発して映像や音声が乱れ、または途切れことがある。このため、ネットワークで利用可能な帯域を推定した上で、映像や音声等のエンコーダにエンコードする帯域を変更しながら、ストリームデータを伝送する必要がある。

[0003] ネットワークで利用可能な帯域を推定する方法として、ネットワーク上のパケット損失率、及び送信端末と受信端末の間の往復時間（R T T : Round Trip Time）を用いて、帯域を推定する方法が知られている。

[0004] また、1対多で多数の受信端末にストリームデータを伝送する方法として、端末がパケットを複製及び転送することで、多地点通信を実現する方法が知られている。例えば、その方法としては、アプリケーション・レイヤ・マルチキャスト (Application Layer Multicast : A L M) がある。A L Mは、送信端末が特定の受信端末に送信し、その特定の受信端末がパケットを複製して、他の複数の受信端末にパケットを送信する。つまり、A L Mは、特定

の受信端末が親となり、複数の子の端末にパケットを複製及び転送していくことで、多地点通信が実現される。このような端末間の転送パス全体は、「配送木」と呼ぶ。なお、ALMでは、端末間で伝送されるパケットとして、インターネット等で通常用いられているユニキャストパケットを用いるため、ネットワーク上のルータに変更を加える必要がない。このため、ALMには、容易に既存のネットワークで利用できるといった利点がある。

[0005] ネットワークで利用可能な帯域に合わせて1対多で多数の受信端末にストリームデータを伝送する場合、送信端末と受信端末のパスは複数ある。このため、複数のパスに対しては、どれか特定の受信端末を選定し、送信端末とその受信端末との間の帯域を推定し、その値を利用可能な帯域と決定する必要がある。非特許文献1には、パケット損失状況が最も悪い受信端末を特定の受信端末として選定し、送信端末とその特定の受信端末の間のパスで利用可能な帯域を、決定する方法が提案されている。具体的には、利用可能な帯域は、非特許文献2において、TCP Friendly Rate Control (TCP Friendly Rate Control) を用いて、決定する方法が提案されている。TCP FRCとは、パケットの損失イベント率と往復時間を用いて利用可能な帯域を推定する方法である。非特許文献1の方式では、パケット損失状況が最も悪い受信端末が移り変わるたびに、帯域を推定する対象としての受信端末を変更していく。

[0006] 特許文献1は、送信元に送る報告パケットの間隔を制御することで、マルチメディア・ストリーミング環境におけるTCP FRCを用いたレート制御を行い、かつ、送信元に報告パケットが集中する問題を防ぐ方法を提案している。一般に、パケット損失率を集計する時間間隔を長くすると、ネットワーク状況が変化したときの追従性が悪化する。例えば、パケット損失率の集計時間が5秒間隔であると、ネットワークの混雑度が悪化した状況を5秒以内に把握できない。

[0007] また、インターネットのようなベストエフォート型のネットワークで、ストリームデータの伝送を行う際に発生するパケット損失を補完する方法として、FEC (Forward Error Correction) が知られている。例えば、非特許

文献3では、送信元がXOR (Exclusive OR) 演算を用いて複数のパケットから冗長符号パケットを生成し、ネットワークを介して受信端末に送信する。このため、ネットワークでパケット損失が発生しても、受信端末に到着した冗長符号パケットとストリームデータのパケットから、損失したストリームデータのパケットを再生できる。

[0008] 但し、FECで回復できるパケット損失には、限界がある。例えば、4つのパケットから1つの冗長符号パケットを生成し、これら5つのパケット内の1つが損失し場合、受信端末に到着した冗長符号パケットとストリームデータのパケットから、損失したストリームデータのパケットを再生できる。しかし、5つのパケットの内の2つが以上損失すると、損失したストリームデータのパケットを再生できない。つまり、一定間隔でパケット損失が起こる場合、損失率20%まではFECで対応できるが、20%を超えるとFECでは対応できない。同様に、3つのパケットから1つの冗長符号パケットを生成する場合、損失率25%までは損失したデータのパケットをFECで再生できるが、25%を超えるとFECで再生できない。

[0009] ベストエフォート型のネットワークにおいて、リアルタイムストリームデータの伝送を行った際に損失したパケットを、冗長符号パケットを用いて補完する場合、損失率に応じて冗長符号のつけ方を変える適応FECが用いられる。つまり、上記の例に当てはめると、損失率20%以下のときは4つのパケットから1つの冗長符号パケットを生成し、損失率20%～25%では3つのパケットから1つの冗長符号パケットを生成する。つまり、適応FECを用いると、特定の冗長符号付与方式でカバーできる損失率の範囲が規定される。なお、上記例は、一定間隔でパケット損失が発生することを想定した例であるが、ランダムロスが発生する状況や、バースト的なロスが発生する状況では、特定の冗長符号付与方式でカバーできる損失率の範囲が異なる。

[0010] また、インターネット等のベストエフォート型のネットワークでは、ネットワークのトラフィック量が常に一定であることはないため、パケットの損

失率が変動する。このため、長期的に見た損失率が変わらない場合でも、短期的に見た損失率は、高くなったり低くなったりすることがある。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0011] 特許文献1：日本国特開2004－343698号公報

特許文献2：日本国特開2009－213120号公報

### 非特許文献

[0012] 非特許文献1：J. Widmer, M. Handley, “TCP-Friendly Multicast Congestion Control (TFMCC) :Protocol Specification”, RFC4654, August 2006

非特許文献2：M. Handley, S. Floyd, J. Padhye, J. Widmer, “TCP Friendly Rate Control (TFRC) : Protocol Specification”, RFC3448, January 2003

非特許文献3：J. Rosenberg, H. Schulzrinne, “An RTP Payload Format for Generic Forward Error Correction”, RFC2733, December 1999

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0013] 上記説明した方法では、1対多で多数の受信端末にストリームデータを伝送する際に、パケット損失状況が最も悪い受信端末を選定し、送信端末とその受信端末の間のパスで利用可能な帯域を推定して、パケット送信のためのレート制御を行う。しかし、ネットワーク上のパケット損失状況が常に変化して、最も状況が悪い受信端末が転々と移り変わると、不必要にパケット損失率が悪い受信端末に引きずられ、送信レートがなかなか上がらないという問題がある。

[0014] 但し、パケット損失状況が最も悪い受信端末を選定する際におけるパケット損失率の集計時間が長いと、上記問題の発生は抑えられる。しかし、この場合はネットワークの状況変化に追従して送信レートを変更できないため、利用可能な帯域よりオーバーシュートし、結果として、パケット損失が多発

して映像や音声が乱れ、または途切れたりする場合がある。

[0015] 本発明の目的は、ネットワーク上のパケット損失状況が常に変化する場合であっても、高品質なデータ伝送が可能な送信端末及び帯域推定方法を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0016] 本発明は、ネットワークの帯域を推定してデータの送信レートを制御する送信端末と、前記送信端末から送信された前記データを複製して下流の受信端末に転送する複数の受信端末と、がネットワーク上で前記送信端末をルートとしてツリー状に接続された通信システムで用いられる前記送信端末であって、前記複数の受信端末の各々から送信された、パケット損失率及び前記送信端末と受信端末の間の往復時間を含む受信者レポートを受信する受信者レポート受信部と、前記送信端末及び前記複数の受信端末によって構成される配達木の情報と、前記複数の受信端末の各々から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率と、に基づいて、前記ネットワークの帯域を推定する際に対象とする帯域推定対象端末を前記複数の受信端末の中から選定する帯域推定対象端末選定部と、前記帯域推定対象端末選定部によって選定された受信端末から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率及び往復時間に基づいて、前記ネットワークの帯域を推定する帯域推定部と、を備えた送信端末を提供する。

[0017] 本発明は、ネットワークの帯域を推定してデータの送信レートを制御する送信端末と、前記送信端末から送信された前記データを複製して下流の受信端末に転送する複数の受信端末と、がネットワーク上で前記送信端末をルートとしてツリー状に接続された通信システムで用いられる前記送信端末が行う帯域推定方法であって、前記複数の受信端末の各々から送信された、パケット損失率及び前記送信端末と受信端末の間の往復時間を含む受信者レポートを受信し、前記送信端末及び前記複数の受信端末によって構成される配達木の情報と、前記複数の受信端末の各々から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率と、に基づいて、前記ネットワークの帯域を推定する

際に対象とする帯域推定対象端末を前記複数の受信端末の中から選定し、選定された受信端末から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率及び往復時間に基づいて、前記ネットワークの帯域を推定する帯域推定方法を提供する。

## 発明の効果

[0018] 本発明に係る送信端末及び帯域推定方法によれば、ネットワーク上のパケット損失状況が常に変化した場合であっても、高品質なデータ伝送が可能である。

## 図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態における運用状況の一例を示す図

[図2]図1に示した送信端末S及び受信端末n1～n7の各内部構成を示すブロック図

[図3]図1に示した運用状況における配達木情報の一例を示す図

[図4]パケット損失率に応じたグループの一覧を示す図

[図5]図1に示した運用状況上で、帯域推定対象端末選定部105が受信端末からの受信者レポートに含まれるパケット損失率に基づいて、受信端末をグループに分類した一例を示す図

[図6]図1に示した受信端末n1～n7を図5に示したグループに分けた状態を示す概念図

[図7]送信端末Sが備える帯域推定対象端末選定部105が帯域推定対象端末を選定する際の処理を示すフローチャート

[図8]図7中のステップS703で行われる処理の詳細を示すフローチャート

[図9]親子関係がある受信端末が属するグループにおける受信端末の親子関係の一例を示す図

[図10]親子関係がない受信端末が属するグループにおける受信端末の親子関係の一例を示す図

[図11]図1に示した運用状況における端末間のパスのコストの一例を示す図

[図12]本発明の一実施形態における運用状況の他の例を示す図

## 発明を実施するための形態

- [0020] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。
- [0021] 図1は、本発明の一実施形態における運用状況の一例を示す図である。図1に示した運用状況では、送信端末Sと受信端末n1～n7がネットワーク上でツリー状に接続され、送信端末Sがルートであり、受信端末n1～n7がリーフであるよう構築されている。
- [0022] 図1に示すように、送信端末Sがネットワークを介して映像や音声等のパケットを受信端末n3に送信し、受信端末n3が当該パケットを受信及び複製して、下流の受信端末n1, n2に複製パケットを送信する。また、同様に受信端末n1, n2は、複製パケットを受信及び複製して、下流の受信端末n4～n7に複製パケットを送信する。すなわち、図1は、映像や音声等のリアルタイムストリームデータのパケットが受信端末でリレーされながら、下流の受信端末に配送される様子を示している。
- [0023] 図1に示された点線は、受信端末から送信端末Sにネットワーク上のパケットとして受信者レポートが送信される様子を示す。また、図1に示された星マーク（☆）は、リンク上でパケット損失が発生したことを示す。
- [0024] 受信端末が複製したパケットをどの受信端末に送信するかといった情報を含む、木のような論理構造の転送パス全体は、「配送木」と呼ばれる。配送木上の各受信端末は、ネットワーク上で発生したパケット損失を、パケット中に記載されているシーケンシャル番号の隔たりに基づいて検知し、パケット損失率として統計をとる。各受信端末は、パケット損失率を含む受信者レポートを送信端末Sに送信する。
- [0025] 送信端末Sは、受信者レポートに含まれる送信端末Sと受信端末の間の往復時間（RTT）及びパケット損失率に基づいて、ネットワーク上で利用可能な帯域を推定する。送信端末Sは、この推定値に基づいて、音声又は映像等のデータをエンコードする際のビットレートを決定する。なお、送信端末Sは、複数の受信端末からそれぞれ受信者レポートを受信するため、どの受信端末からの受信者レポートに基づいて帯域を推定するかを決定する必要が

ある。送信端末Sは、受信端末のグループの情報と配送木の情報とを用いて、帯域推定の対象となる受信端末を選定する。

[0026] 図2は、図1に示した送信端末S及び受信端末n1～n7の各内部構成を示すブロック図である。図2に示すように、送信端末Sは、受信者レポート受信部101と、配送木情報記憶部103と、帯域推定対象端末選定部105と、帯域推定部107と、エンコーダ109と、データ送信部111とを備える。また、受信端末n1～n7は、受信者レポート送信部151と、データ受信部153と、デコーダ155と、転送テーブル作成部157と、転送テーブル記憶部159と、データ転送部161とを備える。

[0027] 以下、送信端末Sが備える各構成要素について説明する。受信者レポート受信部101は、ネットワークを介して各受信端末から送られた受信者レポートを受信する。受信者レポートには、送信端末Sと受信端末の間のネットワーク上の往復時間(RTT)を示す情報と、ネットワークを介して送信端末Sから送られたデータを受信端末が受信した際のパケット損失率を示す情報とが含まれる。また、受信者レポートは、RFC3550で規定される受信者レポートであっても良い。また、受信者レポートは、パケット損失率の計測期間や過去のパケット損失率の加重平均値を含んでも良い。

[0028] 配送木情報記憶部103は、送信端末Sからのパケットを受信した受信端末が、当該パケットを複製してどの受信端末に送信するかといった情報を示す配送木情報を記憶する。配送木情報は、データ伝送のセッションが開始されるに先立って、静的に与えられた又は計測によって得られた受信端末との間の帯域及び遅延の情報に基づいて、導出される。例えば、配送木情報は、グラフ理論で広く知られている最小全域木の計算アルゴリズムに従って導出され、または、特許文献2に開示された手法に基づいて導出されても良い。なお、配送木情報記憶部103は、送信端末Sの内部に限らず、送信端末Sがアクセス可能なサーバ等に設けられていても良い。また、配送木情報は、セッションの途中で変更されても良い。

[0029] 図3は、図1に示した運用状況における配送木情報の一例を示す図である

。図3に示された「子端末」は、配送木上で「親端末」と直接リンクした下流の受信端末を示す。なお、図3中の端末を示す記号S, n1～n7には、各端末のIPアドレスとポート番号の組が指定されている。なお、図3に示した例では、表によって配送木情報が表されているが、グラフ構造やリスト構造、ビットマップ等の他の形態によって表されても良い。

[0030] 帯域推定対象端末選定部105は、帯域推定部107がネットワーク上で利用可能な帯域を推定する際に、根拠とする受信者レポートを送信した受信端末（帯域推定対象端末）を選定する。帯域推定対象端末選定部105は、帯域推定対象端末を選定する際、受信端末のパケット損失率に基づいて、受信端末をグループ分けする。図4は、パケット損失率に応じたグループの一覧を示す図である。なお、本実施形態では、損失パケットを回復する機能であるFEC(Forward Error Correction)の冗長符号の割合によって、グループ分けされている。例えば、FECの冗長符号25(%)を付与した場合に回復可能なパケット損失率が0.05%未満と定義され、この場合のグループが「GR25」である。

[0031] なお、上記例では、FECによって回復可能なパケット損失率に応じてグループ分けされているが、必ずしもFECで回復可能なパケット損失率に基づく必要はない。例えば、グループ分けは、映像や音声等のデータのデコーダが回復可能なパケット損失率に応じてグループ化されても良い。さらに、グループ分けは、短い集計期間のパケット損失率を用いた場合に、誤差と判定できるパケット損失率を加味した情報を用いても良い。つまり、映像や音声等のエンコーダによって、1%未満のパケット損失は、デコーダで復旧できる見込みがあり、1%以上3%未満のパケット損失は、エラーコンシールメント(error concealment)により修復が見込める。具体的には、エラーコンシールメントより主観値に影響を与えない範囲でデータを回復できる見込みがある場合、これらの閾値を用いてパケット損失率が定義され、当該パケット損失に応じてグループ化されても良い。

[0032] 図5は、図1に示した運用状況上で、帯域推定対象端末選定部105が受

信端末からの受信者レポートに含まれるパケット損失率に基づいて、受信端末をグループ分けした一例を示す図である。図6は、図1に示した受信端末n1～n7を図5に示したグループに分けた状態を示す概念図である。図6に一点鎖線で示された符号GR50, GR150, GR200は、受信端末のグループを示す。送信端末Sは、受信者レポートに含まれるパケット損失率に基づいて、受信端末をグループ分けする。図5及び図6に示すように、帯域推定対象端末選定部105は、受信端末からの受信者レポートに含まれるパケット損失率及び図4に示したパケット損失率とグループの関係に基づいて、受信端末をグループ分けする。

- [0033] さらに、帯域推定対象端末選定部105は、図5に示した情報と図3に示した配達木情報とにに基づいて、帯域推定対象端末を選定する。帯域推定対象端末選定部105による帯域推定対象端末の選定方法の詳細については後述する。
- [0034] 帯域推定部107は、送信端末Sと帯域推定対象端末の間のパスで利用可能な帯域を、非特許文献2で知られているTFC (TCP Friendly Rate Control) を用いて推定する。
- [0035] エンコーダ109は、帯域推定部107によって推定された帯域に応じたビットレートで、映像や音声等のストリームデータを符号化する。データ送信部111は、エンコーダ109で符号化されたストリームデータを、ネットワークを介してパケット形式で受信端末に送信する。また、データ送信部111は、配達木情報記憶部103が記憶する配達木情報を、ネットワークを介して受信端末に送信する。
- [0036] 以下、受信端末n1～n7の各々が備える各構成要素について説明する。受信者レポート送信部151は、往復時間(RTT)及びパケット損失率を含む受信者レポートを送信端末Sに送信する。なお、受信端末は、パケットに記載された集計の開始と終了を示す符号に基づいて集計期間の切り替わりを検知した場合に、パケット損失率を計算する。例えば、受信端末は、受信できたパケット数ROKと受信できなかったパケット数RNGから、RNG

／(R<sub>O</sub>K+R<sub>N</sub>G)としてパケット損失率を計算しても良い。また、受信端末は、5秒間といった特定の時間の間に受信できたパケット数R<sub>O</sub>Kと受信できなかったパケット数R<sub>N</sub>Gから、同式によってパケット損失率を計算しても良い。このように、パケット損失率は、全ての受信端末で同じ基準で計算されていれば良く、集計期間の長短は問わない。

- [0037] データ受信部153は、送信端末Sから送られたストリームデータのパケット又は他の受信端末から転送されたストリームデータのパケットを受信する。また、データ受信部153は、送信端末Sから送信された配送木情報を受信する。デコーダ155は、送信端末Sから送られたストリームデータ又は他の受信端末から転送されたストリームデータを復号化する。
- [0038] 転送テーブル作成部157は、送信端末Sから送信された配送木情報に基づいて、転送するストリームデータのパケットの転送先に関する情報である転送テーブルを作成する。転送テーブルには、転送先の宛先アドレスと宛先ポート番号の組が指定されている。なお、転送テーブルで指定される転送先は、複数であっても良い。転送先は、配送木上の下流の受信端末である。転送テーブル記憶部159は、転送テーブル作成部157が作成した転送テーブルを記憶する。
- [0039] データ転送部161は、データ受信部153が受信したストリームデータのパケットを複製し、転送テーブルが示す転送先に転送する。すなわち、データ転送部161は、パケットのヘッダに記載されたポート番号をキーとして転送テーブルを参照し、転送先のIPアドレスとポート番号の組の情報を得た後、当該情報に従ってパケットを複製する。次に、データ転送部161は、複製パケットのヘッダに記載されたIPアドレスとポート番号を転送先のIPアドレスとポート番号に書き換える。次に、データ転送部161は、必要なチェックサムの情報を再計算してパケットに再設定した後、ネットワークを介して転送先である下流の受信端末に複製パケットを転送する。
- [0040] 以下、送信端末Sが備える帯域推定対象端末選定部105による帯域推定対象端末の選定方法の詳細について説明する。図7は、送信端末Sが備える

帯域推定対象端末選定部 105 が帯域推定対象端末を選定する際の処理を示すフローチャートである。図 7 に示すように、帯域推定対象端末選定部 105 は、まず、受信端末からの受信者レポートに含まれるパケット損失率に基づいて、受信端末をグループ分けする（ステップ S701）。次に、帯域推定対象端末選定部 105 は、最も高いパケット損失率を含む受信者レポートを送信した受信端末が属するグループを選定する（ステップ S702）。図 5 で示された例では、帯域推定対象端末選定部 105 は、パケット損失率が 3.7% と最も高い受信端末 n7 が属するグループ GR200 を選定する。

[0041] 次に、帯域推定対象端末選定部 105 は、ステップ S702 で選定したグループに属する受信端末間に親子関係があるか否かを、配送木情報を参照して判断する（ステップ S703）。図 1 に示した運用状況において、受信端末 n1 ~ n7 が図 5 に示したグループに分類された場合、帯域推定対象端末選定部 105 は、グループ GR200 に属する受信端末 n2, n6, n7 に親子関係があるか否かを判断する。なお、この判断方法の詳細は、図 8 を参照して後述する。

[0042] 親子関係がないと判断された場合（ステップ S703 NO）、帯域推定対象端末選定部 105 は、選定したグループに属する受信端末の内、パケット損失率が最も高い受信端末を帯域推定対象端末として選定する（ステップ S704）。一方、親子関係があると判断された場合（ステップ S703 YES）、帯域推定対象端末選定部 105 は、ステップ S702 で選定したグループに属する受信端末の内、親端末である受信端末を少なくとも 1 つ抽出する（ステップ S705）。次に、帯域推定対象端末選定部 105 は、ステップ S705 で抽出した受信端末の 1 つを帯域推定対象端末として選定する（ステップ S706）。図 1 に示した運用状況において、受信端末 n1 ~ n7 が図 5 に示したグループに分類された場合は受信端末 n2 が親端末であるため、帯域推定対象端末選定部 105 は、受信端末 n2 を帯域推定対象端末として選定する。なお、親端末を抽出及び選定する方法の詳細は、後述する。

[0043] 以下、図7中のステップS703で行われる処理、すなわち、選定したグループに属する受信端末間に親子関係があるか否かを判断する処理の詳細について、図8を参照して説明する。図8は、図7中のステップS703で行われる処理の詳細を示すフローチャートである。図8に示すように、帯域推定対象端末選定部105は、選定したグループ（以下、単に「グループ」という）に属する受信端末（n\_i）毎に繰り返しループS801とS809によって囲まれた処理を行う。

[0044] ステップS802では、帯域推定対象端末選定部105は、配送木情報を参照して受信端末n\_iの親端末の集合p(n\_i)を抽出する。図1に示した運用状況では、選定グループがGR200であって、受信端末n\_iが受信端末n\_6のときは親端末の集合として $p(n_6) = \{n_2\}$ が得られる。また、受信端末n\_iが受信端末n\_7のときは、 $p(n_7) = \{n_2\}$ が得られ、受信端末n\_2のときは $p(n_2) = n_{u+1}$ が得られる。また、仮に選定グループがGR150であって、受信端末n\_iが受信端末n\_5のときは $p(n_5) = \{n_1, n_3\}$ が得られ、受信端末n\_1のときは $p(n_1) = \{n_3\}$ が得られ、受信端末n\_3のときは $p(n_3) = n_{u+1}$ が得られる。また、仮に選定グループがGR50のときは受信端末n\_iが受信端末n\_4のみであるため、 $p(n_4) = n_{u+1}$ が得られる。

[0045] 次に、ステップS803では、帯域推定対象端末選定部105は、配送木情報を参照して受信端末n\_iの子端末の集合c(n\_i)を抽出する。図1に示した運用状況では、選定グループがGR200であって、受信端末n\_iが受信端末n\_6のときは子端末の集合として $c(n_6) = n_{u+1}$ が得られる。また、受信端末n\_iが受信端末n\_7のときは、 $c(n_7) = n_{u+1}$ が得られ、受信端末n\_2のときは $c(n_2) = \{n_6, n_7\}$ が得られる。また、仮に選定グループがGR150であって、受信端末n\_iが受信端末n\_5のときは、 $c(n_5) = n_{u+1}$ が得られ、受信端末n\_1のときは $c(n_1) = \{n_5\}$ が得られ、受信端末n\_3のときは $c(n_3) = \{n_1, n_5\}$ が得られる。また、仮に選定グループがGR50のときは、受信端末n\_iが受

信端末  $n_4$  のみであるため、 $c(n_4) = n_{u\perp\perp}$  が得られる。

[0046] 次に、帯域推定対象端末選定部 105 は、親子関係の有無を示す関数  $R(n_i)$  を「false」に初期化する（ステップ S804）。次に、帯域推定対象端末選定部 105 は、繰り返しループ S805 と S808 によって囲まれた処理を行う。すなわち、帯域推定対象端末選定部 105 は、選定グループに含まれる受信端末  $n_i$  以外の受信端末  $n_j$  が、抽出した親集合  $p(n_i)$  又は、子親集合  $c(n_i)$  に含まれるか否かを判断する（ステップ S806）。

[0047] 少なくとも 1 つの受信端末  $n_j$  が親集合  $p(n_i)$  又は子親集合  $c(n_i)$  に含まれると判断された場合（ステップ S806 YES）、帯域推定対象端末選定部 105 は、選定グループに属する受信端末間に親子関係があると判断する。次に、帯域推定対象端末選定部 105 は、関数  $R(n_i)$  を「true」に設定する（ステップ S807）。図 9 は、親子関係がある受信端末が属するグループにおける受信端末の親子関係の一例を示す図である。図 9 に示されるように、直線で示される配送木のリンクの両端（受信端末）がグループ内にある場合、親子関係があると判断される。

[0048] 一方、どの受信端末  $n_j$  も親集合  $p(n_i)$  又は子親集合  $c(n_i)$  に含まれないと判断された場合（ステップ S806 NO）、帯域推定対象端末選定部 105 は、選定グループに属する受信端末間に親子関係がないと判断する。次に、帯域推定対象端末選定部 105 は、関数  $R(n_i)$  の値を「false」のまま変更しない。図 10 は、親子関係がない受信端末が属するグループにおける受信端末の親子関係の一例を示す図である。

[0049] 帯域推定対象端末選定部 105 は、ステップ S801 と S809 によって囲まれた処理を全ての受信端末  $n_i$  に対して行った後、関数  $R(n_i)$  の値を返す（ステップ S810）。帯域推定対象端末選定部 105 は、 $R(n_i) = false$  の値が得られたときはステップ S704 に進み、 $R(n_i) = true$  の値が得られたときはステップ S705 に進む。

[0050] 以上、図 8 を参照して説明した判断方法では、選定グループに属する受信

端末に対してのみ上記処理を行った。なお、帯域推定対象端末選定部105は、配達木中の全てのリンクを走査して、両端の受信端末が選定グループに含まれる場合に親子関係があると判断しても良い。但し、この方法は、配達木の規模に応じて演算量が多くなる。

[0051] 以下、図7中のステップS705で行われる処理、すなわち、選定グループから親端末である受信端末を抽出する処理の詳細について説明する。帯域推定対象端末選定部105は、図8中のステップS802で得られた各受信端末の親端末の集合 $p(n_i)$ の総和を導出する。図1に示した運用状況において、選定グループがGR200であるときは、親端末の集合として $p(n_6) = \{n_2\}$ 、 $p(n_7) = \{n_2\}$ 及び $p(n_2) = n_{u+1}$ が得られる。このため、帯域推定対象端末選定部105は、これら3つの集合の相和である受信端末 $n_2$ を抽出する。また、仮に選定グループがGR150であるときは、親端末の集合として $p(n_5) = \{n_1, n_3\}$ 、 $p(n_1) = \{n_3\}$ 及び $p(n_3) = n_{u+1}$ が得られる。このため、帯域推定対象端末選定部105は、これら3つの集合の総和である2つの受信端末 $n_1$ 、 $n_3$ を抽出する。

[0052] 以下、図7中のステップS706で行われる処理、すなわち、ステップS705で抽出した受信端末の1つを帯域推定対象端末として選定する処理の詳細について説明する。帯域推定対象端末選定部105は、ステップS705で抽出された受信端末が1つであれば、その受信端末を帯域推定対象端末として選定する。例えば、図1に示した運用状況において選定グループがGR200であるとき、親端末として受信端末 $n_2$ が抽出される。このため、帯域推定対象端末選定部105は、受信端末 $n_2$ を帯域推定対象端末として選定する。

[0053] また、帯域推定対象端末選定部105は、ステップS705で抽出された受信端末が複数ある場合、抽出された受信端末の内、その親端末から受信端末に至るパスの合計コストが最も小さい受信端末を帯域推定対象端末として選定する。なお、親端末から受信端末に至るパスの合計コストは、帯域の逆

数、リンクの伝送遅延時間、端末間の往復時間（R T T）又はパケット損失率から導出され、これらの値に重み付けし合算した値であっても良い。

[0054] 図11は、図1に示した運用状況における端末間のパスの合計コストの一例を示す図である。図1に示した運用状況において選定グループがG R 150であるとき、親端末として2つの受信端末n1, n3が抽出される。このとき、帯域推定対象端末選定部105は、図11に示した端末間のパスの合計コストを参照して、合計コストが小さい方の受信端末を帯域推定対象端末として選定する。すなわち、図11によれば、受信端末n1の親端末である受信端末n3から受信端末n1に至るパスの合計コストは15であるのに対し、受信端末n3の親端末である送信端末Sから受信端末n3に至る合計コストは10である。このため、帯域推定対象端末選定部105は、受信端末n3を帯域推定対象端末として選定する。

[0055] また、図12に示した運用状況において一点鎖線で示したグループが選定されている場合、親端末として2つの受信端末na, nbが抽出される。このときも、帯域推定対象端末選定部105は、端末間の合計コストを参照して、合計コストが小さい方の受信端末を帯域推定対象端末として選定する。すなわち、図12によれば、受信端末nbの親端末である送信端末Sから受信端末nbに至るパスの合計コストは20であるのに対し、受信端末naの親端末である送信端末Sから受信端末naに至るパスの合計コストは10である。このため、帯域推定対象端末選定部105は、受信端末naを帯域推定対象端末として選定する。

[0056] なお、親端末として複数の受信端末が抽出され、各受信端末とその親端末との間のコストが同じである場合、帯域推定対象端末選定部105は、抽出されたどの受信端末を帯域推定対象端末として選定しても良い。

[0057] 以上、説明したように、本発明の実施形態は、パケット損失率の範囲で受信端末をグループ化して、配達木情報を参考に、選定グループに属する受信端末の1つを帯域推定対象端末として選定する。このため、送信端末Sの帯域推定部107が帯域を推定する際に対象とする受信端末は、端末単位で移

り変わらずに、グループ単位で移り変わる。したがって、帯域推定対象端末は頻繁に変更されないため、従来のような不必要にパケット損失率が悪い受信端末に引きずられることによる送信レートの低下を防止できる。その結果、長期的なパケット損失率の変化は小さいが短期的なパケット損失率の変化が大きいときであっても、映像又は音声等のデータをベストエフォート型のネットワークで高品質に伝送できる。

[0058] また、受信端末のデコーダが有するFECの回復能力で補償できる範囲のパケット損失率のグループ内でも、帯域推定選定端末が変更されることが少なくなる。このため、帯域推定選定端末は、頻繁に変更されない。つまり、本発明の実施形態は、パケット損失率の集計期間を長くすることなく、頻繁な帯域推定選定端末の変更を抑制できる。結果として、パケット損失の発生への追従性を損なうことなく、最悪のパケット損失率を示す受信端末が移り変わる現象による送信レートの低下を防止できる。

[0059] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

[0060] 本出願は、2010年6月16日出願の日本特許出願（特願2010-137338）に基づくものであり、その内容はここに参考として取り込まれる。

## 産業上の利用可能性

[0061] 本発明に係る送信端末は、ネットワーク上のパケット損失状況が常に変化して、長期的なパケット損失率の変化は小さいが短期的なパケット損失率の変化が大きいときであっても、高品質なデータ伝送が可能な通信端末等として有用である。

## 符号の説明

[0062] S 送信端末

n 1～n 7 受信端末

101 受信者レポート受信部

103 配送木情報記憶部

- 105 蒔域推定対象端末選定部
- 107 蒔域推定部
- 109 エンコーダ
- 111 データ送信部
- 151 受信者レポート送信部
- 153 データ受信部
- 155 デコーダ
- 157 転送テーブル作成部
- 159 転送テーブル記憶部
- 161 データ転送部

## 請求の範囲

[請求項1] ネットワークの帯域を推定してデータの送信レートを制御する送信端末と、前記送信端末から送信された前記データを複製して下流の受信端末に転送する複数の受信端末と、がネットワーク上で前記送信端末をルートとしてツリー状に接続された通信システムで用いられる前記送信端末であって、

前記複数の受信端末の各々から送信された、パケット損失率及び前記送信端末と受信端末の間の往復時間を含む受信者レポートを受信する受信者レポート受信部と、

前記送信端末及び前記複数の受信端末によって構成される配送木の情報と、前記複数の受信端末の各々から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率と、に基づいて、前記ネットワークの帯域を推定する際に対象とする帯域推定対象端末を前記複数の受信端末の中から選定する帯域推定対象端末選定部と、

前記帯域推定対象端末選定部によって選定された受信端末から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率及び往復時間に基づいて、前記ネットワークの帯域を推定する帯域推定部と、  
を備えた送信端末。

[請求項2] 請求項1に記載の送信端末であって、

前記帯域推定対象端末選定部は、前記複数の受信端末の各々から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率に基づいて、各受信端末をグループ分けし、パケット損失率が最も高い受信端末が属するグループの中から前記帯域推定対象端末を選定する送信端末。

[請求項3] 請求項2に記載の送信端末であって、

前記帯域推定対象端末選定部は、  
パケット損失率が最も高い受信端末が属するグループ内の受信端末間に親子関係があるか否かを判断した上で、

親子関係がない場合は、パケット損失率が最も高い受信端末を前記

帯域推定対象端末として選定し、

親子関係がある場合は、当該グループに属する受信端末の内、親端末である受信端末を前記帯域推定対象端末として選定する送信端末。

[請求項4]

請求項2又は3に記載の送信端末であって、

前記帯域推定対象端末選定部が前記複数の受信端末をグループ分けする際に分類される各グループは、前記複数の受信端末が所定の誤り訂正手法を用いて損失パケットを回復可能なパケット損失率の範囲がそれぞれ異なる送信端末。

[請求項5]

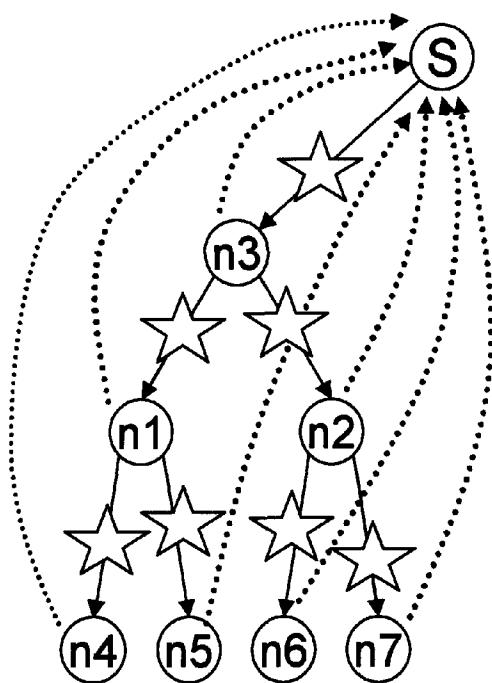
ネットワークの帯域を推定してデータの送信レートを制御する送信端末と、前記送信端末から送信された前記データを複製して下流の受信端末に転送する複数の受信端末と、がネットワーク上で前記送信端末をルートとしてツリー状に接続された通信システムで用いられる前記送信端末が行う帯域推定方法であって、

前記複数の受信端末の各々から送信された、パケット損失率及び前記送信端末と受信端末の間の往復時間を含む受信者レポートを受信し、

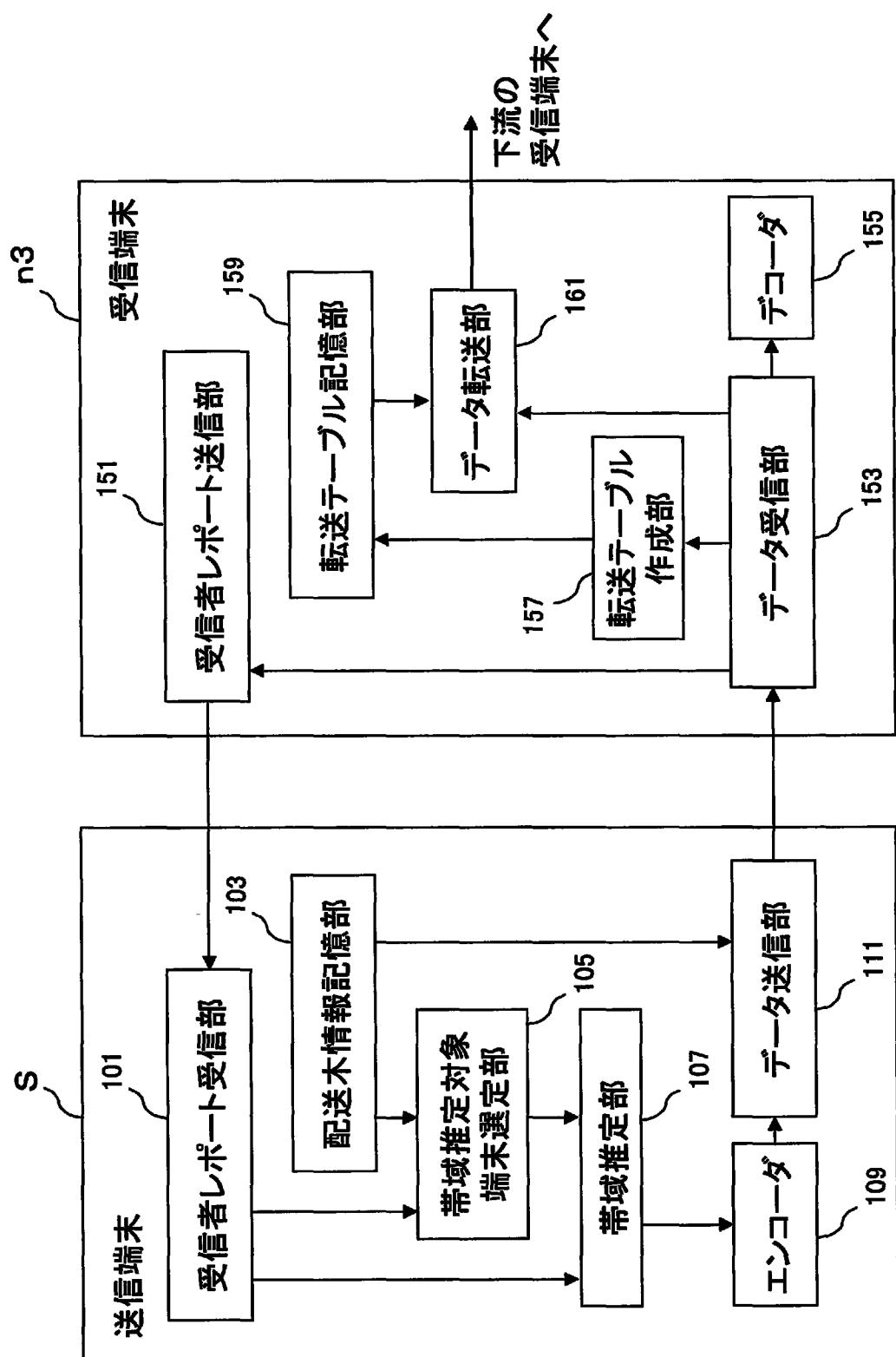
前記送信端末及び前記複数の受信端末によって構成される配達木の情報と、前記複数の受信端末の各々から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率と、に基づいて、前記ネットワークの帯域を推定する際に対象とする帯域推定対象端末を前記複数の受信端末の中から選定し、

選定された受信端末から送信された受信者レポートに含まれるパケット損失率及び往復時間に基づいて、前記ネットワークの帯域を推定する帯域推定方法。

[図1]



[図2]



[図3]

親端末	子端末
S	n3
n3	n1, n2
n1	n4, n5
n2	n6, n7

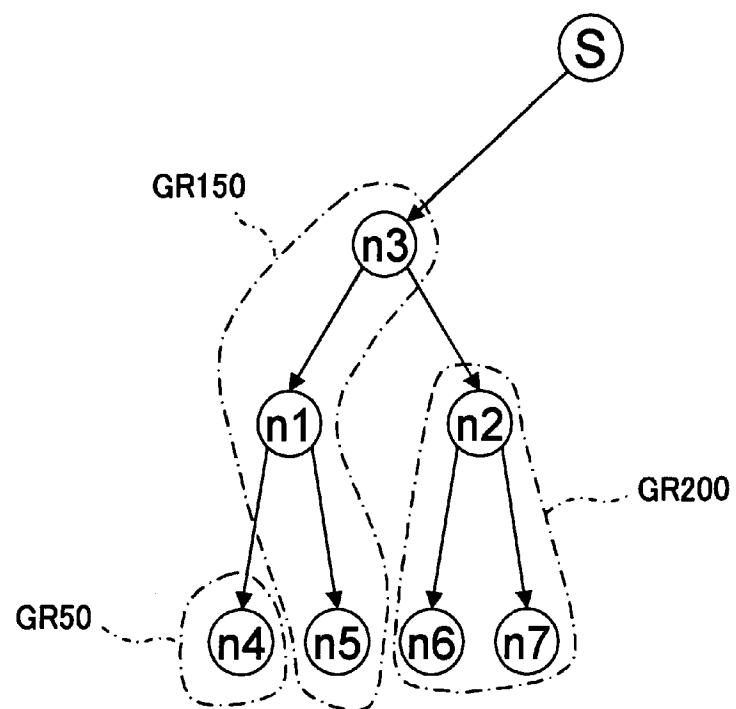
[図4]

グループ名 / FEC強度	パケット損失率
GR25 / 25 (%)	0.05%未満
GR50 / 50 (%)	0.05%以上、0.1%未満
GR100 / 100 (%)	0.1%以上、0.7%未満
GR150 / 150 (%)	1%以上、3%未満
GR200 / 200 (%)	3%以上

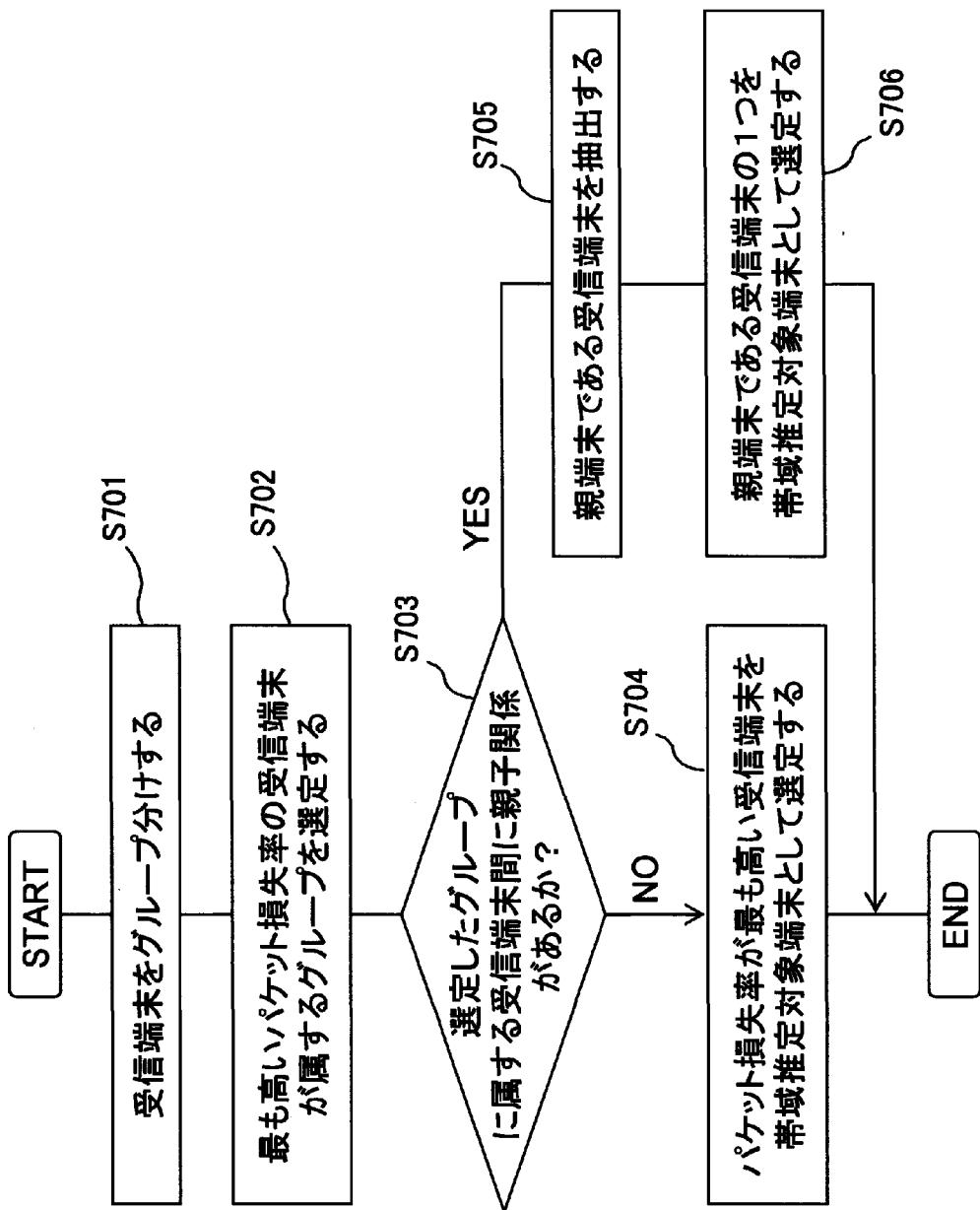
[図5]

受信端末	受信端末が報告した パケット損失率	グループ
n5	2.3%	GR150
n3	1.2%	GR150
n2	3.5%	GR200
n6	3.6%	GR200
n1	2.1%	GR150
n7	3.7%	GR200
n4	0.06%	GR50

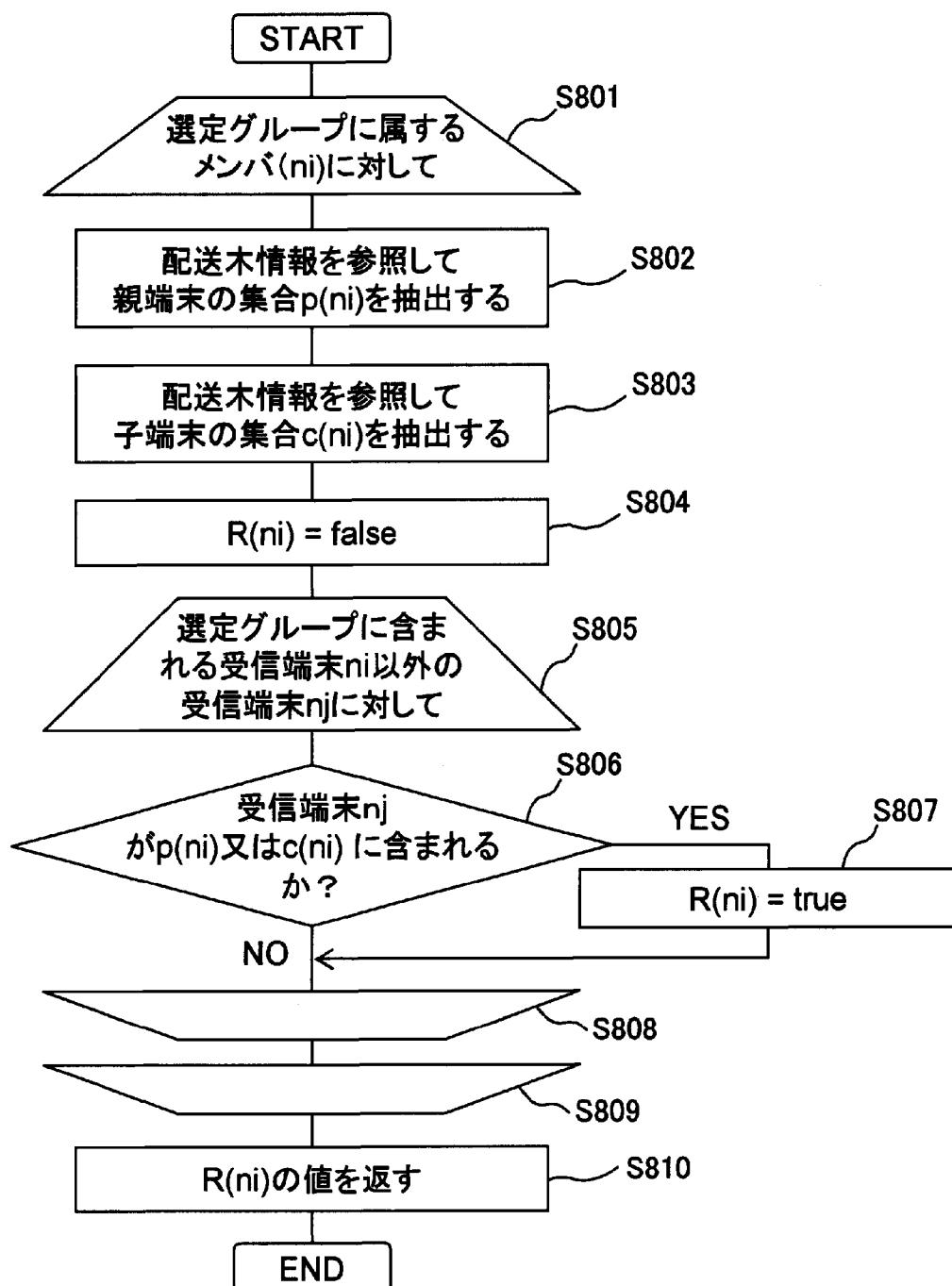
[図6]



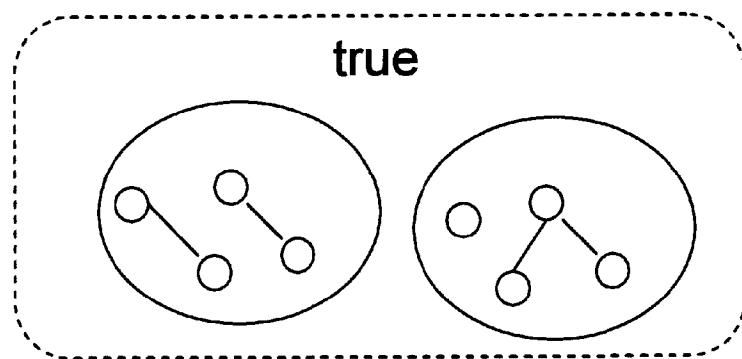
[図7]



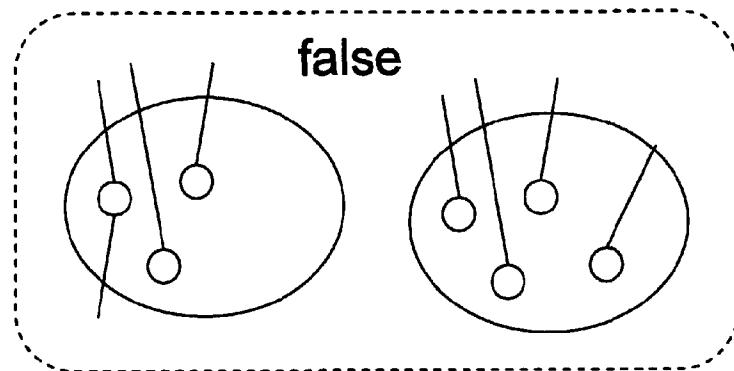
[図8]



[図9]



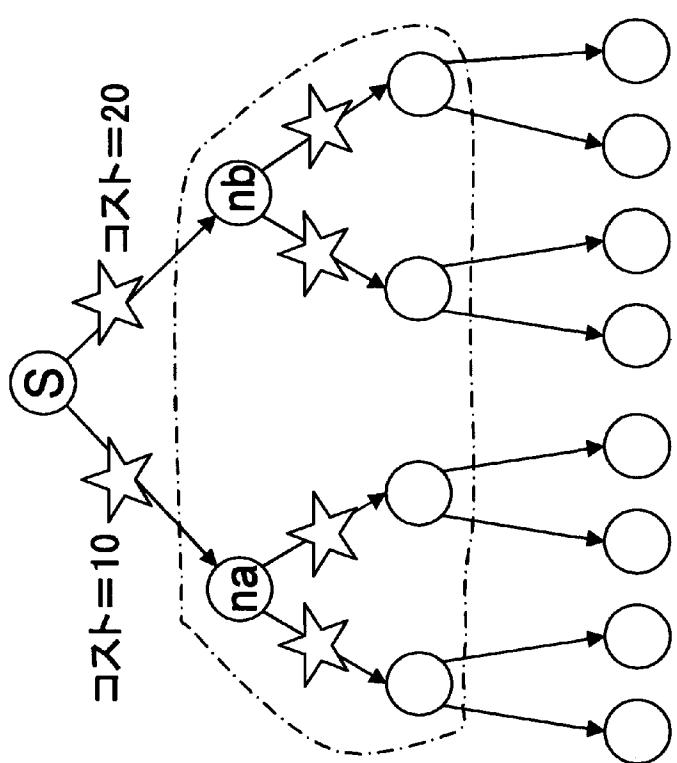
[図10]



[図11]

親端末	子端末	コスト
S	n3	10
n3	n1	15
n1	n4	30
n1	n5	25
n3	n2	20
n2	n6	20
n2	n7	20

[図12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/002783

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*H04L12/56(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
*H04L12/56*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	J. Widmer, TCP-Friendly Multicast Congestion Control (TFMCC):Protocol Specification, RFC4654, 2006.08	1-5
A	Kazunori YAMAMOTO, "A TCP-friendly Congestion Control Scheme Resolving a Drop-to-zero Problem for Reliable Multicast", IEICE Technical Report, vol.101, no.121, 15 June 2001 (15.06.2001), vol.101, pages 7 to 12	1-5
A	Yuki MARUTA, "A Study on Multicast Congestion Control Improving Intra-session Fairness in Ad Hoc Networks", Symposium on Multimedia, Distributed, Cooperative and Mobile Systems (DICOMO2007) Ronbunshu, IPSJ Symposium Series, vol.2007, no.1, 29 June 2007 (29.06.2007), vol.2007, pages 1129 to 1138	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 24 June, 2011 (24.06.11)

Date of mailing of the international search report  
 05 July, 2011 (05.07.11)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04L12/56(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04L12/56

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	J. Widmer, TCP-Friendly Multicast Congestion Control (TFMCC):Protocol Specification, RFC4654, 2006.08	1-5
A	山本 和徳, Drop-to-Zero問題に対応したTCP親和性をもつ信頼性マルチキャスト輻輳制御方式, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 101 No. 121, 2001.06.15, 第101巻, 7-12頁	1-5

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  24. 06. 2011	国際調査報告の発送日  05. 07. 2011
国際調査機関の名称及びあて先  日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許序審査官（権限のある職員）  永井 啓司 電話番号 03-3581-1101 内線 3596 5 X 3656

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	丸田 佑紀, アドホックネットワークにおける受信ホスト間の公平性を考慮したマルチキャスト輻輳制御方式に関する検討, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (D I C O M O 2 0 0 7 ) シンポジウム論文集 情報処理学会シンポジウムシリーズ V o l . 2 0 0 7 N o . 1 , 2 0 0 7 . 0 6 . 2 9 , 第 2 0 0 7 卷, 1129-1138 頁	1-5