

(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
2022年12月8日(08.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/254591 A1

(51) 国際特許分類:

H04L 12/815 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/020915

(22) 国際出願日: 2021年6月1日(01.06.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 永瀬 文昭 (NAGASE, Fumiaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
吉岡 正文 (YOSHIOKA, Masafumi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N

T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 宮城利文 (MIYAGI, Toshifumi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

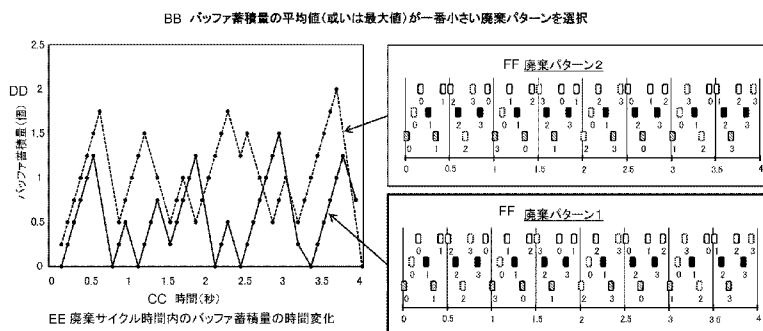
(74) 代理人: 特許業務法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番2号 コンワビル7階 Tokyo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: BANDWIDTH CONTROL DEVICE, BANDWIDTH CONTROL METHOD, AND BANDWIDTH CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: 帯域制御装置、帯域制御方法、及び帯域制御プログラム

バッファ蓄積量に基づき最適な廃棄パターンを決定 by 廃棄パターン決定部 AA



AA Determination of optimal discard pattern by discard pattern determination unit on basis of buffer accumulation quantity
BB Selects discard pattern having smallest average (or maximum) buffer accumulation quantity
CC Time (sec)
DD Buffer accumulation quantity (units)
EE Change in buffer accumulation quantity over time within time period of discard cycle
FF Discard pattern

(57) Abstract: This bandwidth control device transfers the packets of a plurality of communication flows that flow through a wideband circuit to a relay gateway between the wideband circuit and a narrow band circuit while discarding packets at a prescribed discard rate for every communication flow. The bandwidth control device performs: first processing that calculates a discard interval for each of the plurality of communication flows from the discard rate and a packet rate and calculates a discard cycle that is the least common multiple of the respective discard intervals of the plurality of communication flows; second processing that, for all of the discard patterns that can be made by combining cycle numbers for the discard packets of each of the plurality of communication flows, calculates a representative value for a per - discard cycle buffer accumulation quantity for the relay gateway on the basis of the bandwidth of the broadband circuit, the bandwidth of the narrowband circuit, and input traffic; and third processing that selects an optimal discard pattern that gives the smallest representative value for the buffer accumulation quantity from among all of the discard patterns and discards packets from the plurality of communication flows according to the optimal discard pattern.

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
-

(57) 要約: 本開示の帯域制御装置は、広域帯域回線を通る複数の通信フローのパケットを、通信フロー毎に所定の廃棄率で廃棄しつつ、広帯域回線と狭域帯域回線とを中継する中継ゲートウェイへ転送する装置であって、以下の処理を実行する。第1処理では、複数の通信フローのそれぞれについて廃棄率とパケットレートとから廃棄間隔を計算し、複数の通信フローのそれぞれの廃棄間隔の最小公倍数である廃棄サイクルを計算する。第2処理では、複数の通信フローのそれぞれの廃棄パケットの周期番号を組み合わせることができる全ての廃棄パターンについて、広域帯域回線の帯域と狭域帯域回線の帯域と入力トラフィックとに基づいて、中継ゲートウェイにおける廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の代表値を算出する。第3処理では、全ての廃棄パターンの中からバッファ蓄積量の代表値が最小になる最適廃棄パターンを選択し、最適廃棄パターンにて複数の通信フローのパケットを廃棄する。

明 細 書

発明の名称：

帯域制御装置、帯域制御方法、及び帯域制御プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、帯域制御装置、帯域制御方法、及び帯域制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年のスマートフォンなど従来よりも大容量通信を行う端末の増加、また、テザリングなどの大容量通信の増加により、帯域の逼迫やバックボーンの負荷増大による通信の混雑や障害が頻発している。回線への負荷軽減と回線の破綻を防止する観点から、多くの通信事業者において帯域制御が行われている。帯域制御に関連する従来技術としては、例えば、以下の非特許文献 1 及び特許文献 1－4 を挙げることができる。

[0003] 非特許文献 1 には、動画における音声と映像の変化に着目して、変化の少ない冗長なフレームを間引いていくことで動画の内容を保持したまま動画の長さを短くすることが開示されている。特許文献 1 には、複数のキューにパケットを振り分けるときに RED アルゴリズムを適用するパケット処理方法において、同じフローに属するすべてのパケット群を同じキューに振り分けることが開示されている。特許文献 2 には、複数のキューに格納される前の一連のパケットから、選択した 1 またはそれ以上のキュー宛てのパケットを分離し、分離したパケットを所定の確率で廃棄することが開示されている。特許文献 3 には、音声データが設定再生時間以内に終了するようにデータを一定周期かつ均等に間引くことが開示されている。特許文献 4 には、通信装置を通過するアクティブフローごとにフローサイズを累計し、フローサイズを用いて計算されるパケットの廃棄確率に従って、アクティブフローのパケットを廃棄することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5 6 1 1 1 7 1号公報

特許文献2：特許第5 3 6 5 4 1 5号公報

特許文献3：特許第4 5 2 9 8 5 9号公報

特許文献4：特許第4 5 3 7 9 3 7号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：平井，森島，“音声と映像の変化に注目したフレーム間引きによる動画要約手法” 情報処理学会研究報告，Vol. 2015-MUS-107 No. 18, 2015/5/23

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の各従来技術のように、一定の確率でパケットを廃棄することによってトラヒックを制御することは知られている。しかし、このようなトラヒック制御を行っていたとしても、バーストラヒックが発生した場合には、広域帯域回線と狭域帯域回線とを中継する中継ゲートウェイにおいて、バッファからパケットが溢れることによるパケットロスが発生する可能性がある。パケットロスの発生は通信システムのスループットを低下させる。

[0007] 本開示は、上記事情に着目してなされたもので、中継ゲートウェイにおけるパケットロスを抑制してスループットを向上させることができる技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示は、上記目的を達成するため、帯域制御装置を提供する。本開示の帯域制御装置は、第1帯域回線を流れる複数の通信フローのパケットを、通信フロー毎に所定の廃棄率で廃棄しつつ、第1帯域回線と第1帯域回線よりも帯域が狭い第2帯域回線とを中継する中継ゲートウェイへ転送する装置である。本開示の帯域制御装置は、以下の（1）～（3）の処理を実行するよう構成されている。

(1) 複数の通信フローのそれぞれについて廃棄率とパケットレートとから廃棄間隔を計算し、複数の通信フローのそれぞれの廃棄間隔の最小公倍数である廃棄サイクルを計算する処理

(2) 複数の通信フローのそれぞれの廃棄パケットの周期番号を組み合わせることができる全ての廃棄パターンについて、第1帯域回線の帯域と、第2帯域回線の帯域と、帯域制御装置に入力されるパケットのトラヒックとに基づいて、中継ゲートウェイにおける廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の代表値を算出する処理

(3) 全ての廃棄パターンの中からバッファ蓄積量の代表値が最小になる最適廃棄パターンを選択し、最適廃棄パターンにて複数の通信フローのパケットを廃棄する処理

[0009] 本開示は、上記目的を達成するため、帯域制御プログラムを提供する。本開示の帯域制御プログラムは、コンピュータに上記の帯域制御装置の機能を実現させるためのプログラムを含む。すなわち、上記の帯域制御装置は、コンピュータと帯域制御プログラムとによって実現することができる。帯域制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されていてもよい。帯域制御プログラムは、ネットワーク経由で提供されてもよい。

[0010] また、本開示は、上記目的を達成するため、帯域制御方法を提供する。本開示の帯域制御方法は、第1帯域回線を通る複数の通信フローのパケットを、通信フロー毎に所定の廃棄率で廃棄しつつ、第1帯域回線と第2帯域回線よりも帯域が狭い第2帯域回線とを中継する中継ゲートウェイへ転送する方法である。本開示の帯域制御方法は、以下の(1)～(3)のステップを含む。

(1) 複数の通信フローのそれぞれについて廃棄率とパケットレートとから廃棄間隔を計算し、複数の通信フローのそれぞれの廃棄間隔の最小公倍数である廃棄サイクルを計算するステップ

(2) 複数の通信フローのそれぞれの廃棄パケットの周期番号を組み合わせることができる全ての廃棄パターンについて、第1帯域回線の帯域と、第2帯域回

線の帯域と、第1帯域回線に入力されるパケットのトラヒックとに基づいて、中継ゲートウェイにおける廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の代表値を算出するステップ

(3) 全ての廃棄パターンの中からバッファ蓄積量の代表値が最小になる最適廃棄パターンを選択し、最適廃棄パターンにて複数の通信フローのパケットを廃棄するステップ

発明の効果

[0011] 本開示に係る帯域制御装置、帯域制御方法、及び帯域制御プログラムによれば、中継ゲートウェイにおけるパケットロスを抑制してスループットを向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示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]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の構成を示す図である。
[図3]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の機能を説明する図である。
[図4]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の機能を説明する図である。
[図5]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の機能を説明する図である。
[図6]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の機能を説明する図である。
[図7]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の機能を説明する図である。
[図8]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の機能を説明する図である。
[図9]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の機能を説明する図である。
[図10]本開示の実施形態に係る帯域制御装置の効果を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0013] 図1は、本開示の実施形態に係る通信システム10の構成を示す図である。通信システム10は、送信端末4と受信端末5との間のパケット通信を実現するシステムである。通信されるパケットには、音声と映像データとが含まれる。通信システム10は、パケットが伝送される通信回線2, 3を含む。また、通信システム10は、送信端末4と通信回線2とを接続するルータ6と、受信端末5と通信回線3とを接続するルータ7とを含む。2つの通信

回線 2, 3 は帯域が異なる。送信側の通信回線（第 1 帯域回線）2 は帯域が相対的に広い広帯域回線として構成されているのに対し、受信側の通信回線（第 2 帯域回線）3 は帯域が相対的に狭い狭帯域回線として構成されている。

[0014] 通信システム 10 は、通信回線 2 と通信回線 3 とを中継する中継ゲートウェイ 9 を含む。中継ゲートウェイ 9 はキュー方式のバッファを備える。通信回線 2 を通って中継ゲートウェイ 9 に入力されたパケットは、バッファに一時的に蓄えられ、入力された順に通信回線 3 へ出力される。ただし、例えばバーストラヒックの発生により、バッファの容量を越えるパケットが入力された場合、バッファから溢れたパケットは中継ゲートウェイ 9 において廃棄される。

[0015] 通信システム 10 は、帯域制御装置 8 を含む。帯域制御装置 8 は、中継ゲートウェイ 9 に対して通信フローの上流、すなわち、通信回線 2 に設けられている。帯域制御装置 8 は、中継ゲートウェイ 9 において成り行きにより廃棄されるパケットの量を抑えるため、パケットが中継ゲートウェイ 9 に到達するよりも前に一定のルールに従ってパケットを廃棄するように構成されている。

[0016] 帯域制御装置 8 がパケットの廃棄において従うルールには、廃棄率が含まれる。帯域制御装置 8 には、従来提案されている様々な廃棄率の決定方法を適用することができる。しかし、本実施形態では、以下の計算式で計算される廃棄率が帯域制御装置 8 において用いられる。ここで、 p_l は廃棄率、 B_q は通信回線 2 の帯域、 B_r は通信回線 3 の帯域である。帯域 B_q 及び B_r の値は、いずれかのノードから通知を受けてもよいし、通信システム 10 を構築する際にあらかじめ設定しておいてもよい。

[数1]

$$p_l = 1 - \frac{B_r}{B_q}$$

[0017] 上記の計算式は、中継ゲートウェイ 9 の入力側の帯域 B_q と中継ゲートウェイ 9 の出力側の帯域 B_r の差分の中継ゲートウェイ 9 の入力側の帯域 B_q

に対する比率であり、これは中継ゲートウェイ 9 でのパケットロスの発生確率を表している。帯域制御装置 8 は、パケットロスの発生確率に応じてパケットを廃棄する。例えば、通信回線 2 の帯域 B_q がパケットレートで 12 個／秒、通信回線 2 の帯域 B_r がパケットレートで 9 個／秒であるとする、帯域制御装置 8 によるパケットの廃棄率 p_l は 0.25 となる。

[0018] また、帯域制御装置 8 は、全ての通信フロー間で均等にパケットを廃棄する。つまり、全ての通信フローにおいて同一のパケット廃棄率 p_l はパケットが廃棄される。図 1 に示す例では、送信端末 A と受信端末 X との間で通信が確立され、送信端末 B と受信端末 Y との間で通信が確立され、送信端末 C と受信端末 Z との間で通信が確立されている。ここで、送信端末 A、B、C が送信するパケットのそれぞれのパケットレートを 5 個／秒、4 個／秒、3 個／秒とする。帯域 B_r 及び帯域 B_r の各幅が上述の例のとおりであるとする、0.25 の廃棄率でパケットが廃棄されることで、受信端末 X、Y、Z が受信するパケットのそれぞれのパケットレートは $15/4$ 個／秒、3 個／秒、及び $9/4$ 個／秒となる。

[0019] 図 1 には、送信端末 A、B、C から送信されたパケットで構成される帯域制御装置 8 への入力パケット時系列が示されている。帯域制御装置 8 において全ての通信フローに対して均等にパケットが廃棄されることで、図 1 中に示すような帯域制御装置 8 からの出力パケット時系列が得られる。帯域制御装置 8 からの出力パケット時系列は、そのまま中継ゲートウェイ 9 への入力パケット時系列となる。中継ゲートウェイ 9 では、入力パケット時系列に対してシェーピングが行われる。これにより、中継ゲートウェイ 9 からはパケット間隔を一定にされた出力パケット時系列が得られる。

[0020] 以上の処理によって、中継ゲートウェイ 9 においてバッファから溢れるパケットは低減される。しかし、中継ゲートウェイ 9 におけるパケットロスを最小限まで抑えるためには更なる工夫の余地がある。その工夫が帯域制御装置 8 において各通信フローからパケットを抜き取り廃棄する際の廃棄パターンである。

[0021] パケットレートが異なる通信フロー毎に一定の間隔でパケットを廃棄する場合、通信フロー間の位相のずれによって帯域制御装置 8 からの出力パケット時系列にはパケット間隔の疎密が生じる。パケット間隔が密の状態が続く場合、中継ゲートウェイ 9 においてバッファからパケットが溢れる可能性が高まる。逆に、パケット間隔が疎の状態が続く場合、バッファからパケットが溢れる可能性は低下する。ゆえに、中継ゲートウェイ 9 におけるパケットロスを最小限まで抑える上では、廃棄パターンを適正化することが重要である。以下では、廃棄パターンを適正化するための帯域制御装置 8 の構成と、その機能について説明する。

[0022] 図 2 は、本実施形態に係る帯域制御装置 8 の構成を示す図である。図 2 には、帯域制御装置 8 のハードウェア構成の一例がブロック図で示されている。帯域制御装置 8 は、受信インタフェース 8 1、送信インタフェース 8 2、及び情報処理装置 8 3 で構成することができる。帯域制御装置 8 に入力されるパケットは受信インタフェース 8 1 で受信され、受信されたパケットは情報処理装置 8 3 で処理される。情報処理装置 8 3 で処理されたパケットは送信インタフェース 8 2 から中継ゲートウェイ 9 へ送信される。

[0023] 情報処理装置 8 3 は、複数のプロセッサ 8 4（以下、単にプロセッサ 8 4 と呼ぶ）と、プロセッサ 8 4 に結合された 1 又は複数のメモリ 8 5（以下、単にメモリ 8 5 と呼ぶ）とを含んでいる。メモリ 8 5 は主記憶装置と補助記憶装置とを含む。メモリ 8 5 には、プロセッサ 8 4 で実行可能な 1 又は複数のプログラム 8 6（以下、単にプログラム 8 6 と呼ぶ）とそれに関連する種々の情報とが記憶されている。プログラム 8 6 は、主記憶装置に記憶されることもできるし、補助記憶装置であるコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されることもできる。また、プログラム 8 6 は、ネットワーク通して提供することも可能である。

[0024] プロセッサ 8 4 がプログラム 8 6 を実行することにより、プロセッサ 8 4 による各種処理が実現される。図 2 において情報処理装置 8 3 を構成するパケット組立部 8 3 1、通信識別部 8 3 2、通信管理部 8 3 3、廃棄サイクル

計算部 834、廃棄パターン決定部 835、及び送信制御部 836 の各機能は、プログラム 86 がプロセッサ 84 により実行されることで実現される。以下、情報処理装置 83 を構成する各部 831－836 の機能について図 3 乃至 9 を用いて説明する。

[0025] パケット組立部 831 は、図 3 に示すように、受信インタフェース 81 で受信した各送信端末からのパケットを時系列に組み立てる。パケット組立部 831 は、組み立てた入力パケット時系列を通信識別部 832 に送り、並行して、送信制御部 836 にも入力パケット時系列を送る。

[0026] 通信識別部 832 は、パケット組立部 831 から受け取った入力パケット時系列を解析し、入力パケット時系列に制御情報として含まれるパケットの送信元アドレス、送信元ポート番号、宛先アドレス、及び宛先ポート番号から通信を識別する。

[0027] 通信管理部 833 は、図 4 に示すように、通信識別部 832 で識別された通信毎にパケットを管理する。通信は、送信端末 4 と受信端末 5 との組み合わせ、より詳しくは、送信端末 4 を特定する送信元アドレス及び送信元ポート番号と、受信端末 5 を特定する宛先アドレス及び宛先ポート番号との組み合わせによって定義される。ここでは、送信端末 A から受信端末 X への通信フローに係る通信を通信 1、送信端末 B から受信端末 Y への通信フローに係る通信を通信 2、送信端末 C から受信端末 Z への通信フローに係る通信を通信 3 とする。

[0028] 廃棄サイクル計算部 834 は、図 5 に示すように、通信管理部 833 によって通信毎に管理されるパケットに対して廃棄サイクルの計算を行う。廃棄サイクルの計算では、まず、通信毎にパケット間隔 T_i が計算される。パケット間隔 T_i は、パケット毎の個別のパケット間隔ではなく、パケットレートの逆数で表される平均パケット間隔である。図 5 に示す例では、通信 1 のパケット間隔 T_1 は $1/5$ 秒、通信 2 のパケット間隔 T_2 は $1/4$ 秒、通信 3 のパケット間隔 T_3 は $1/3$ 秒である。

[0029] 次に、廃棄サイクル計算部 834 は、通信毎にパケット間隔 T_i から廃棄

間隔 T_{di} を計算する。廃棄間隔とは、パケットが廃棄される周期を意味する。パケット廃棄率 p_l が 0.25 の場合、それぞれの通信では 4 パケットごとにパケットの廃棄が行われる。各通信のパケット間隔が上記例のとおりであるとすると、通信 1 の廃棄間隔は $4/5$ 秒、通信 2 の廃棄間隔は 1 秒、通信 3 の廃棄間隔は $4/3$ 秒である。

[0030] 通信毎の廃棄パターンは上述の廃棄間隔で繰り返されるが、通信全体では、各通信の廃棄間隔の最小公倍数ごとに廃棄パターンが繰り返される。より詳しくは、各通信の廃棄間隔の最大公約数の各通信での繰り返し数（自然数）の最小公倍数分の時間となる。上記の例では、 $4/3$ 、1、 $4/5$ の最大公約数は $4/(3 \times 4 \times 5)$ で $1/15$ なるので、各通信においては最大公約数の 20 倍、15 倍、および 12 倍が「廃棄間隔」となる。それらの倍数の最小公倍数は 60 であるので、上記の例での求める「廃棄サイクル」は $1/15$ 秒の 60 倍、すなわち、4 秒となる。

[0031] 廃棄パターン決定部 835 は、廃棄サイクル計算部 834 で計算された廃棄サイクルにおける中継ゲートウェイ 9 でのパケットロスを最小限まで抑えることができる廃棄パターンを決定する。廃棄パターン決定部 835 は、まず、図 6 に示すように、通信管理部 833 によって通信毎に管理されるパケットに対して廃棄間隔の周期で周期番号を付与する。具体的には、廃棄パターン決定部 835 は、パケットが帯域制御装置 8 に到着した到着順を通信毎に数え、各通信の各パケットに到着順番号を付与する。そして、到着順番号とパケット廃棄率 p_l とを用いて以下の式により各パケットの周期番号を計算する。

[数2]

$$\text{周期番号} = \text{int} \left[\text{mod} \left(\text{到着順番号}, \left(\frac{1}{p_l} \right) \right) \right]$$

[0032] 次に、廃棄パターン決定部 835 は、各通信のそれぞれの廃棄パケットの周期番号を組み合わせてできる全ての廃棄パターンを計算する。図 7 には、2 つの廃棄パターンが例示されている。廃棄パターン 1 は、通信 1 は周期番

号3の packets を廃棄し、通信2は周期番号0の packets を廃棄し、通信3は周期番号2の packets を廃棄するパターンである。廃棄パターン2は、通信1は周期番号1の packets を廃棄し、通信2は周期番号3の packets を廃棄し、通信3は周期番号3の packets を廃棄するパターンである。廃棄パターンの数は、packets の廃棄率 p_l と通信フローの数とによって決まる。通信フローの数が n の場合、廃棄パターン数は、以下の式で計算することができる。

[数3]

$$\text{廃棄パターン数} = \left\{ \text{int} \left(\frac{1}{p_l} \right) \right\}^n$$

[0033] 次に、廃棄パターン決定部835は、中継ゲートウェイ9における廃棄サイクル時間内のバッファ蓄積量の時間変化を廃棄パターン毎に計算する。中継ゲートウェイのバッファ蓄積量の時間変化は、帯域制御装置8から中継ゲートウェイ9までの帯域 B_q と、中継ゲートウェイ9から端末までの帯域 B_r と、帯域制御装置8に入力される各通信フローの packets のトラヒックとから算出される。図8には、廃棄パターン1による廃棄サイクル時間内のバッファ蓄積量の時間変化と、廃棄パターン2による廃棄サイクル時間内のバッファ蓄積量の時間変化とが例示されている。なお、帯域制御装置8に入力される packets のトラヒックについては、観測によって取得することができる。ただし、各通信の制御情報に packets のトラヒックに関する情報が含まれている場合、それを参照することもできる。

[0034] 次に、廃棄パターン決定部835は、廃棄パターン毎に計算した廃棄サイクル時間内のバッファ蓄積量の時間変化に基づき、廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の代表値を廃棄パターン毎に計算する。好適な代表値としては、例えば、平均値、及び最大値を挙げることができる。また、代表値として中央値や最頻値を用いても良い。本実施形態では、代表値として平均値が用いられている。廃棄パターン決定部835は、廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の平均値を廃棄パターン毎に計算する。

- [0035] 廃棄パターン決定部 835 は、廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の平均値が最小となる廃棄パターンを最適廃棄パターンとして選択する。図 8 に示す例では、廃棄パターン 2 によるバッファ蓄積量の平均値よりも廃棄パターン 1 によるバッファ蓄積量の平均値のほうが小さい。廃棄パターン 1 によるバッファ蓄積量の平均値が全ての廃棄パターンの中で最小の場合、廃棄パターン決定部 835 は、廃棄パターン 1 を最適廃棄パターンとして選択する。廃棄パターン決定部 835 は、決定した最適廃棄パターンを送信制御部 836 に送る。
- [0036] 送信制御部 836 は、パケット組立部 831 から送られた入力パケット時系列に対し、廃棄パターン決定部 835 から送られた最適廃棄パターンに従ってパケットを廃棄する処理を行う。これにより、図 9 に示すような出力パケット時系列が得られる。送信制御部 836 は、パケットの廃棄処理によって得られた出力パケット時系列に従い、送信インタフェース 82 を介してパケットを送信する。送信インタフェース 82 から送信されたパケットは、中継ゲートウェイ 9 に入力されてバッファ 91 に一時的に蓄えられる。
- [0037] 以上のように構成された帯域制御装置 8 によって、本開示の実施形態に係る帯域制御方法が実行される。本実施形態に係る帯域制御方法によれば、まず、複数の通信のそれぞれについてパケット廃棄率とパケットレートとから廃棄間隔を計算し、複数の通信のそれぞれの廃棄間隔の最小公倍数である廃棄サイクルを計算するステップが実行される。
- [0038] 次に、複数の通信のそれぞれの廃棄パケットの周期番号を組み合わせでできる全ての廃棄パターンについて、通信回線 2 の帯域 B_q と、通信回線 3 の帯域 B_r と、帯域制御装置 8 に入力されるパケットのトラヒックとに基づいて、中継ゲートウェイ 9 における廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の代表値を算出するステップが実行される。前述のとおり、代表値としては例えば平均値や最大値を用いることができる。
- [0039] そして、全ての廃棄パターンの中からバッファ蓄積量の代表値が最小になる最適廃棄パターンを選択し、最適廃棄パターンにて複数の通信のパケット

を廃棄するステップが実行される。以上のステップが実行されることにより、中継ゲートウェイ 9 においてバッファ 9 1 からパケットが溢れることによるパケットロスの発生は抑制される。

[0040] 図 10 は、本実施形態に係る帯域制御方法の効果を説明する図である。図 10 には、本実施形態に係る帯域制御方法と比較例の帯域制御方法とで、中継ゲートウェイ 9 のバッファ容量ごとのパケットロス率をそれぞれシミュレーションしたシミュレーション結果が示されている。比較例では、本実施形態のように廃棄サイクル毎に最適な廃棄パターンが選択されるのではなく、一定の周期で均等にパケットが廃棄されている。このシミュレーション結果からも明らかなように、本実施形態に係る帯域制御方法によれば、中継ゲートウェイ 9 におけるパケットロスを抑制してスループットを向上させることができる。

[0041] 上記実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で種々に変形して実施することができる。すなわち、上記実施形態において各要素の個数、数量、量、範囲などの数に言及されている場合、特に明示した場合や原理的に明らかにその数に特定される場合を除いて、その言及した数に、本開示に係る技術が限定されるものではない。また、上記実施形態において説明する構造等は、特に明示した場合や明らかに原理的にそれに特定される場合を除いて、本開示に係る技術に必ずしも必須のものではない。

符号の説明

- [0042] 2 通信回線（第 1 帯域回線）
3 通信回線（第 2 帯域回線）
4 送信端末
5 受信端末
6, 7 ルータ
8 帯域制御装置
9 中継ゲートウェイ
10 通信システム

請求の範囲

- [請求項1] 第1帯域回線を流れる複数の通信フローのパケットを、通信フロー毎に所定の廃棄率で廃棄しつつ、前記第1帯域回線と前記第1帯域回線よりも帯域が狭い第2帯域回線とを中継する中継ゲートウェイへ転送する帯域制御装置であって、
- 前記複数の通信フローのそれぞれについて前記廃棄率とパケットレートとから廃棄間隔を計算し、前記複数の通信フローのそれぞれの廃棄間隔の最小公倍数である廃棄サイクルを計算する処理と、
- 前記複数の通信フローのそれぞれの廃棄パケットの周期番号を組み合わせでできる全ての廃棄パターンについて、前記第1帯域回線の帯域と、前記第2帯域回線の帯域と、前記帯域制御装置に入力されるパケットのトラヒックとに基づいて、前記中継ゲートウェイにおける前記廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の代表値を算出する処理と、
- 前記全ての廃棄パターンの中から前記バッファ蓄積量の前記代表値が最小になる最適廃棄パターンを選択し、前記最適廃棄パターンにて前記複数の通信フローのパケットを廃棄する処理と、を実行するように構成された
- ことを特徴とする帯域制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の帯域制御装置において、
- 前記第1帯域回線の帯域と前記第2帯域回線の帯域との差分の前記第1帯域回線の帯域に対する比率を前記廃棄率として計算する処理、をさらに実行するように構成された
- ことを特徴とする帯域制御装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の帯域制御装置において、
- 前記代表値は平均値又は最大値である
- ことを特徴とする帯域制御装置。
- [請求項4] コンピュータに、請求項1乃至3の何れか1項に記載の帯域制御装置の機能を実現させるためのプログラムを含む

ことを特徴とする帯域制御プログラム。

[請求項5]

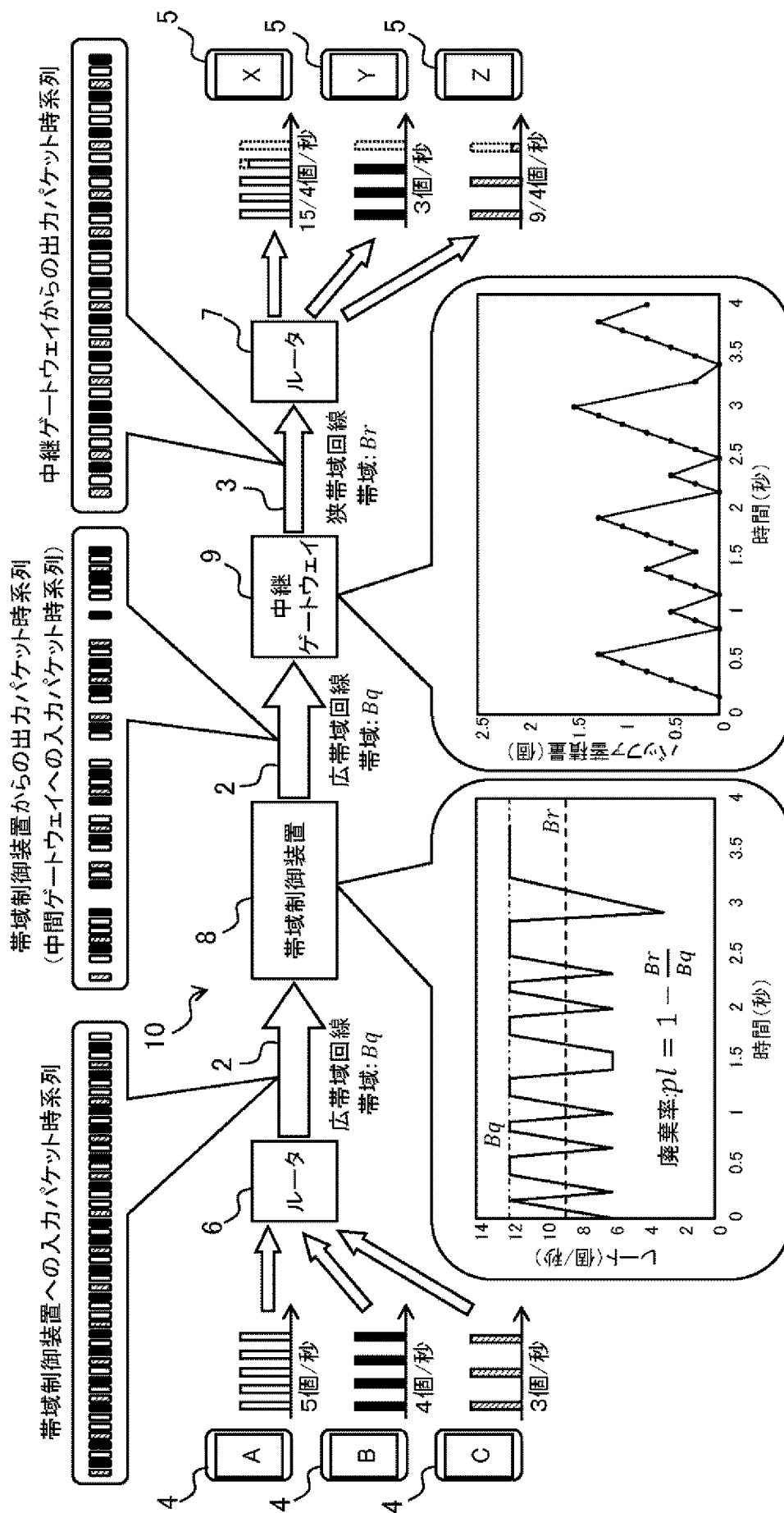
第1帯域回線を流れる複数の通信フローのパケットを、通信フロー毎に所定の廃棄率で廃棄しつつ、前記第1帯域回線と前記第1帯域回線よりも帯域が狭い第2帯域回線とを中継する中継ゲートウェイへ転送する帯域制御方法であって、

前記複数の通信のそれぞれについて前記廃棄率とパケットレートとから廃棄間隔を計算し、前記複数の通信のそれぞれの廃棄間隔の最小公倍数である廃棄サイクルを計算するステップと、

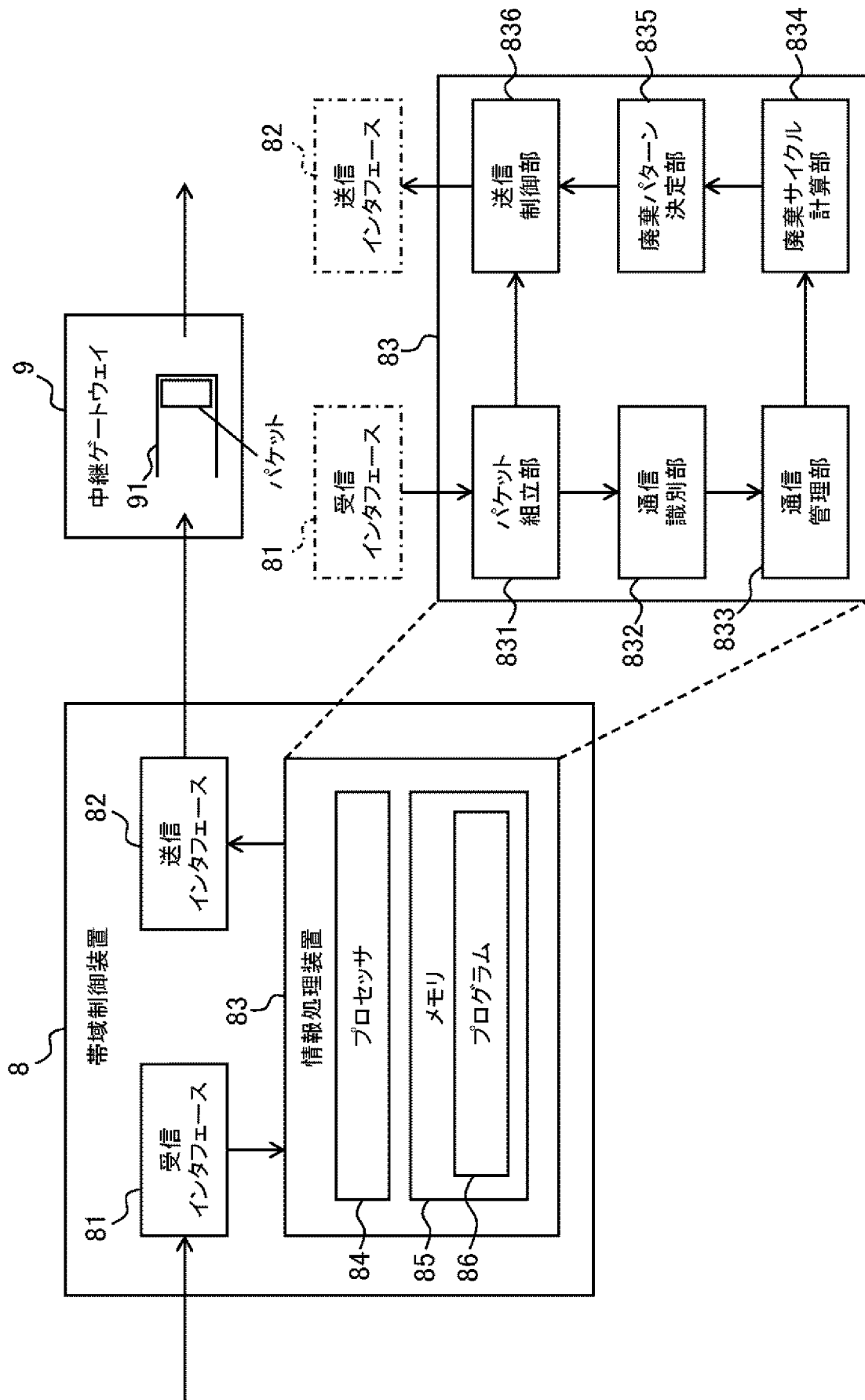
前記複数の通信のそれぞれの廃棄パケットの周期番号を組み合わせでできる全ての廃棄パターンについて、前記第1帯域回線の帯域と、前記第2帯域回線の帯域と、前記第1帯域回線に入力されるパケットのトラヒックとに基づいて、前記中継ゲートウェイにおける前記廃棄サイクルあたりのバッファ蓄積量の代表値を算出するステップと、

前記全ての廃棄パターンの中から前記バッファ蓄積量の前記代表値が最小になる最適廃棄パターンを選択し、前記最適廃棄パターンにて前記複数の通信のパケットを廃棄するステップと、を含むことを特徴とする帯域制御方法。

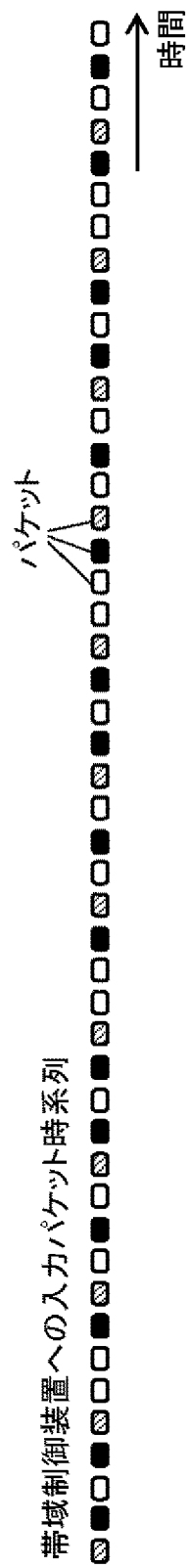
[図1]



[図2]

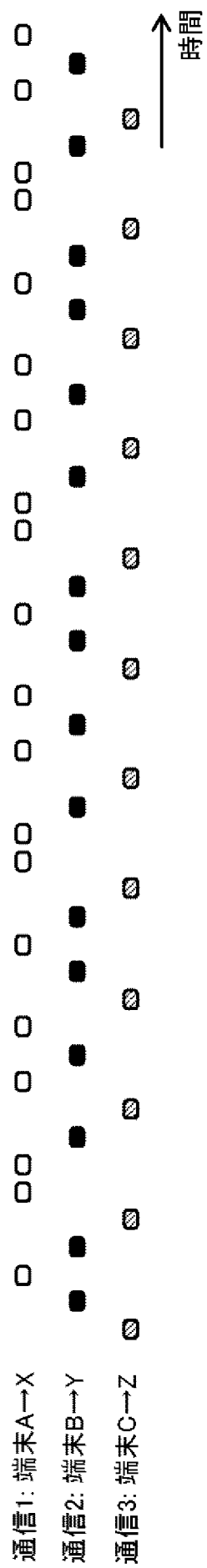


[図3]

パケット組立 by パケット組立部

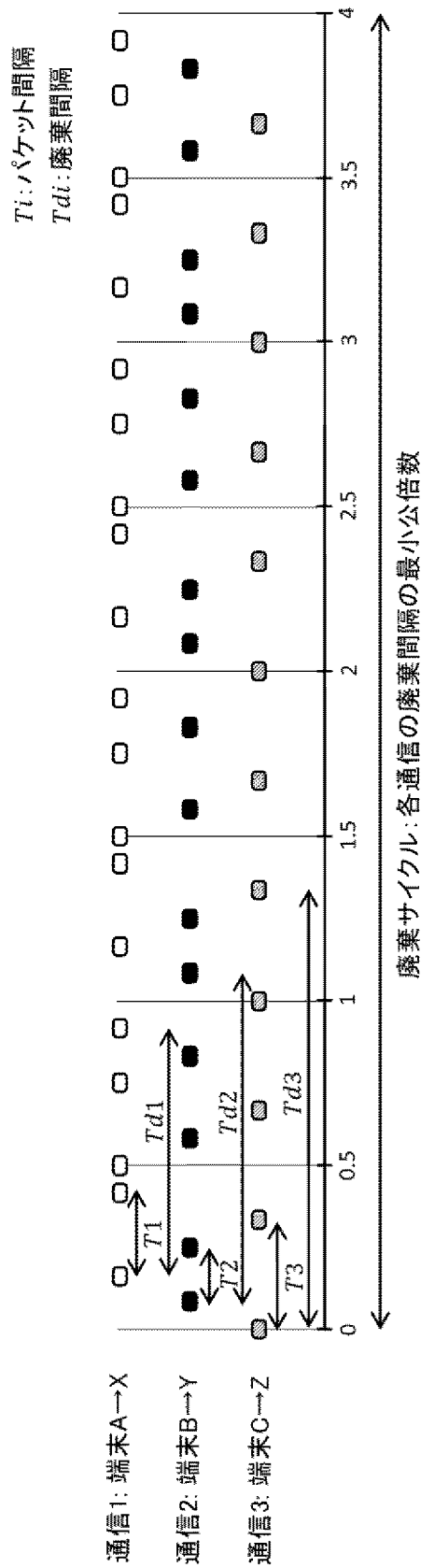
[図4]

通信ごとにパケット管理 by 通信管理部



[図5]

廃棄サイクル計算 by 廃棄サイクル計算部

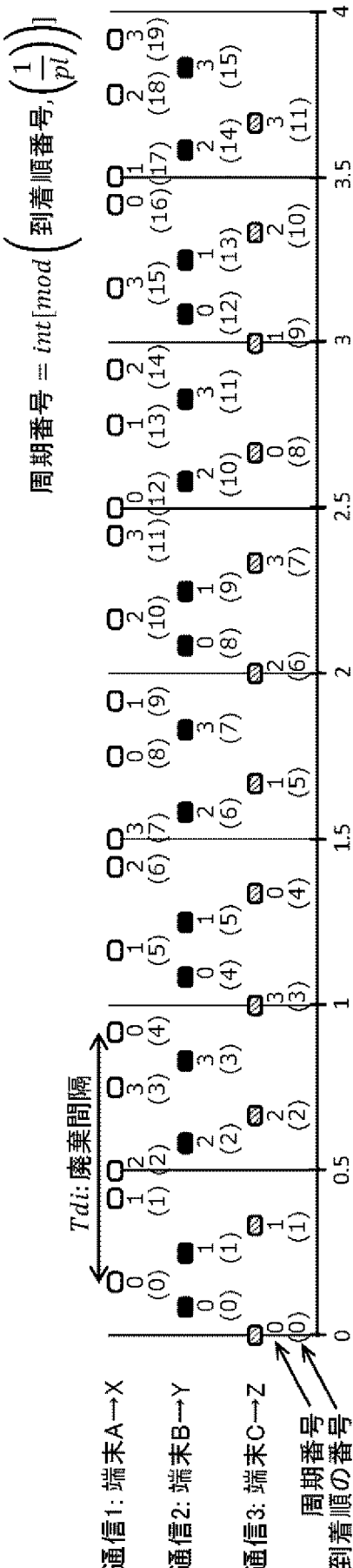


廃棄サイクル =

$$\left[\left(\frac{T^1/p_l}{T^1/p_l, T^2/p_l, \dots, T^n/p_l \text{ の最大公約数}} \right), \left(\frac{T^2/p_l}{T^1/p_l, T^2/p_l, \dots, T^n/p_l \text{ の最大公約数}} \right), \dots, \left(\frac{T^n/p_l}{T^1/p_l, T^2/p_l, \dots, T^n/p_l \text{ の最大公約数}} \right) \right] \text{ の最小公倍数}$$
$$\times [T^1/p_l, T^2/p_l, \dots, T^n/p_l \text{ の最大公約数}]$$

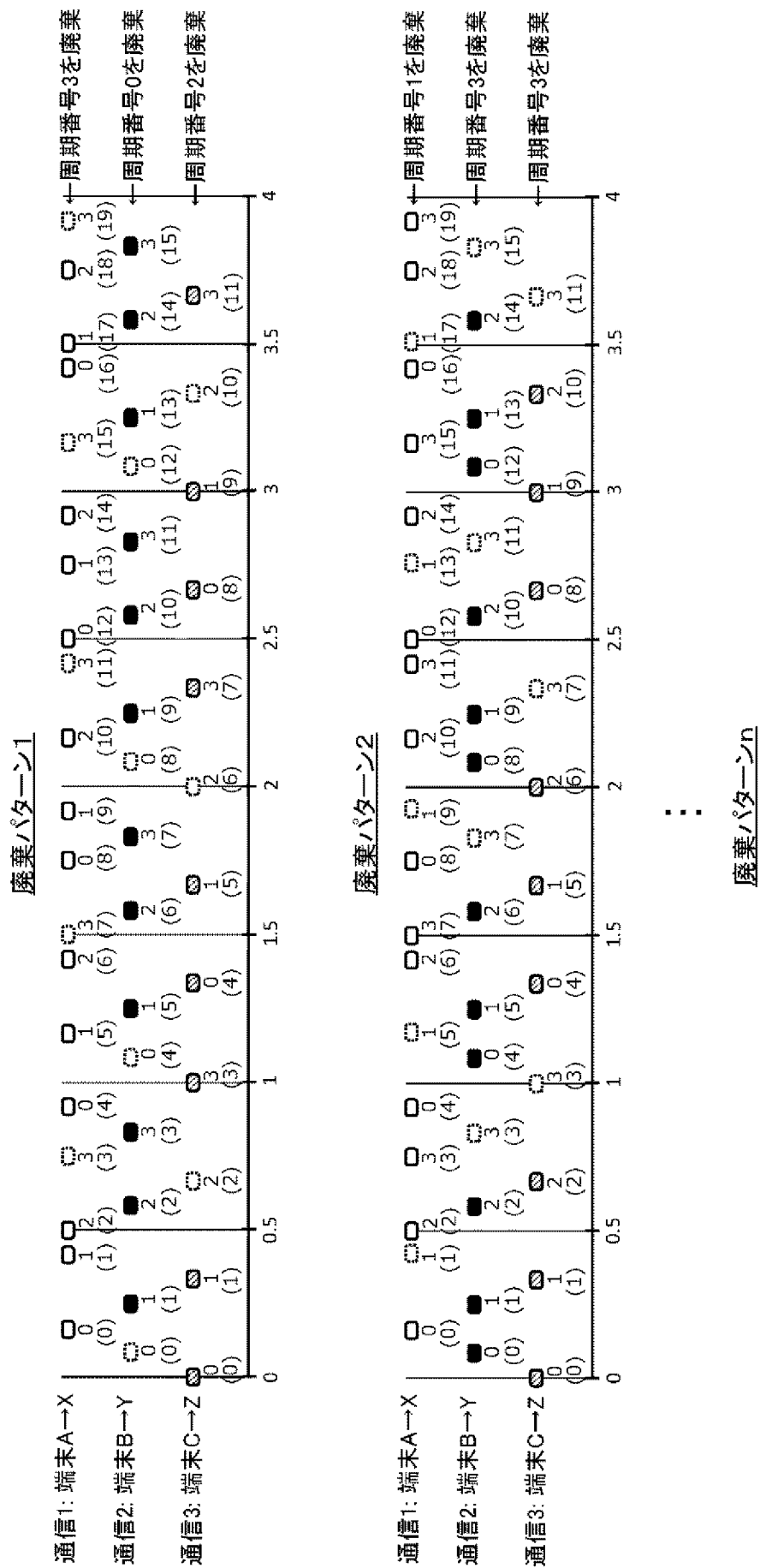
[図6]

廃棄間隔で周期番号を付与 by 廃棄パターン決定部



[図7]

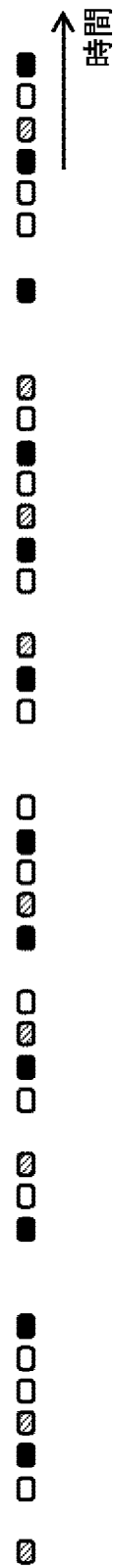
$\{int(1/p)l\}^n$ 通りの廃棄パターンを計算 by 廃棄パターン決定部



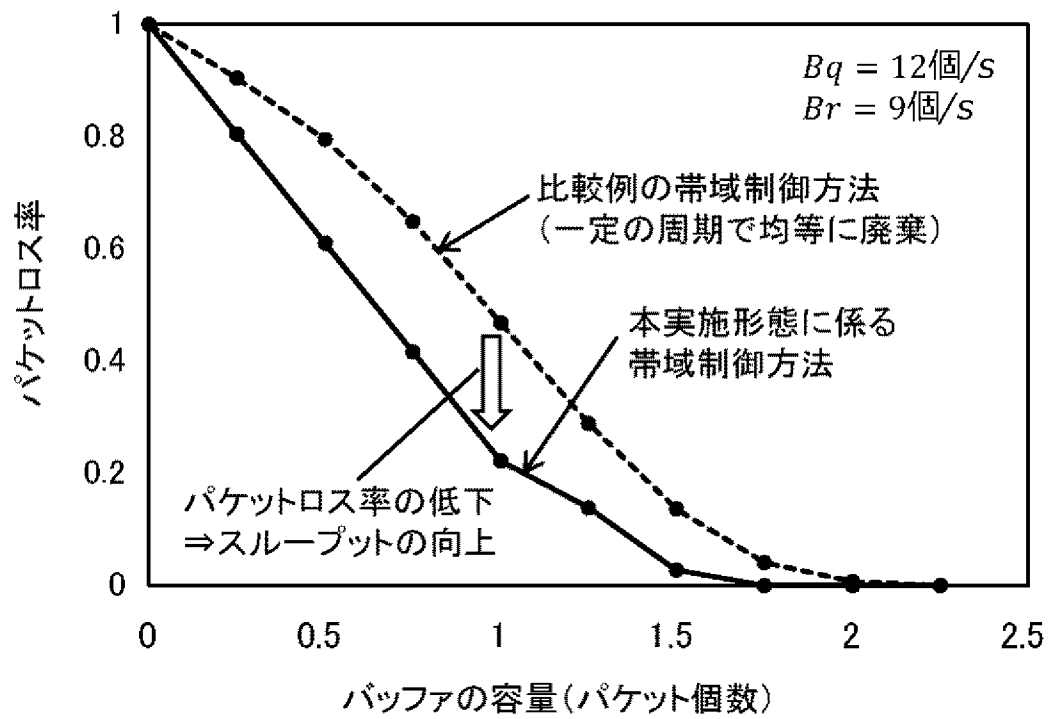
[図9]

送信制御 by 送信制御部

帯域制御装置からの出カパケット時系列



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/020915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/815(2013.01)i

FI: H04L12/815

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)

H04U2/815

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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	JP 2009-182546 A (ALAXALA NETWORKS CORP) 13 August 2009 (2009-08-13) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2009-246630 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 22 October 2009 (2009-10-22) entire text, all drawings	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

23 June 2021 (23.06.2021)

Date of mailing of the international search report

03 August 2021 (03.08.2021)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/020915

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2009-182546 A	13 Aug. 2009	US 2009/0190470 A1 entire text, all drawings	
JP 2009-246630 A	22 Oct. 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 12/815(2013.01)i FI: H04L12/815														
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）） H04L12/815 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
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	JP 2009-182546 A（アラクサラネットワークス株式会社）13.08.2009（2009 - 08 - 13） 全文、全図	1-5												
A	JP 2009-246630 A（三菱電機株式会社）22.10.2009（2009 - 10 - 22） 全文、全図	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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 23.06.2021	国際調査報告の発送日 03.08.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 大石 博見 5X 4185 電話番号 03-3581-1101 内線 3596													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/020915

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2009-182546	A	13.08.2009	US 2009/0190470 A1 全文、全図	
JP	2009-246630	A	22.10.2009	(ファミリーなし)	