

(19) 日本国特許庁 (JP)

再 公 表 特 許 (A1)

(11) 国際公開番号

W02016/103674

発行日 平成29年10月5日 (2017. 10. 5)

(43) 国際公開日 平成28年6月30日 (2016. 6. 30)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H04 L 12/70 (2013.01) H04 L 12/70 100 Z 5 K030
H04 L 12/70 E

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

出願番号	特願2016-565914 (P2016-565914)	(71) 出願人	000004237
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/006371		日本電気株式会社
(22) 国際出願日	平成27年12月22日 (2015. 12. 22)		東京都港区芝五丁目7番1号
(31) 優先権主張番号	特願2014-259007 (P2014-259007)	(74) 代理人	100109313
(32) 優先日	平成26年12月22日 (2014. 12. 22)		弁理士 机 昌彦
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100124154
			弁理士 下坂 直樹
		(72) 発明者	二瓶 浩一
			東京都港区芝五丁目7番1号
			日本電気株式会社内
		Fターム (参考)	5K030 GA11 HB01 HB02 MB06 MC03

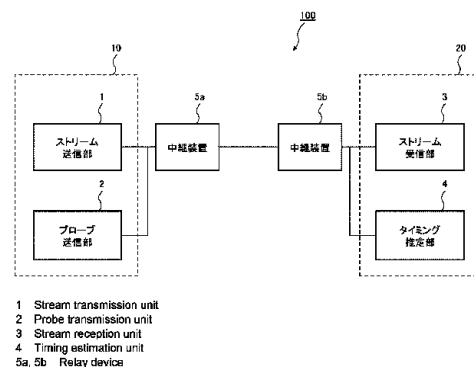
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ストリーム受信装置、通信システム、ストリーム送信タイミング推定方法およびストリーム送信タイミング推定プログラム

(57) 【要約】

[課題] ストリームの送信タイミングを高精度に推定するストリーム受信装置等を提供する。

[解決手段] ストリーム受信装置10bは、データパケットおよびプローブパケットを送信するネットワークにおいて、プローブパケットを受信して、プローブパケットの遅延時間を算出し、算出された遅延時間を基に、データパケットの送信時刻を推定する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

データパケットおよびプローブパケットを送信するネットワークにおいて、前記プローブパケットを受信して、前記プローブパケットの遅延時間を算出し、算出された前記遅延時間を基に、前記データパケットのストリームの送信時刻を推定する、ストリーム受信装置。

【請求項 2】

前記プローブパケットは自身が送信された時刻に関する情報を含む、請求項 1 に記載のストリーム受信装置。

【請求項 3】

前記プローブパケットの遅延時間が増加した時刻を、前記データパケットのストリームの送信時刻と推定する
請求項 1 又は 2 に記載のストリーム受信装置。

【請求項 4】

前記プローブパケットの内、先に送信する第 1 のプローブパケットの遅延時間に対して、前記第 1 のプローブパケットの後に送信する第 2 のプローブパケットの遅延時間の増加を基に、前記ストリームの送信間隔を推定する
請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のストリーム受信装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のストリーム受信装置と、
前記データパケットおよび前記プローブパケットを送信するストリーム送信装置とを備え、
前記ストリーム受信装置と前記ストリーム送信装置は、前記ネットワークを介して通信可能に接続される、
通信システム。

【請求項 6】

前記ストリーム送信装置は、
前記データパケットを送信するストリーム送信手段と、
前記プローブパケットを送信するプローブ送信手段
とを備える請求項 5 に記載の通信システム。

【請求項 7】

前記プローブ送信手段は、前記プローブパケットを一定間隔で送信する
請求項 5 又は 6 に記載の通信システム。

【請求項 8】

前記プローブ送信手段は、先に送信する第 1 のプローブパケットのサイズと比して、前記第 1 のプローブパケットの後に送信する第 2 のプローブパケットのサイズを増加させて送信する
請求項 5 乃至 7 のいずれかに記載の通信システム。

【請求項 9】

データパケットおよびプローブパケットを送信するネットワークにおいて、前記プローブパケットを受信し、
前記プローブパケットの遅延時間を算出し、
算出された前記遅延時間を基に、前記データパケットの送信時刻を推定する、
推定方法。

【請求項 10】

データパケットおよびプローブパケットを送信するネットワークにおいて
前記プローブパケットを受信し、前記プローブパケットの遅延時間を算出し、算出された前記遅延時間を基に、前記データパケットの送信時刻を推定する方法、
をコンピュータに実行させる推定プログラムを格納する記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信ネットワーク（以下、本願では「ネットワーク」と記載）において伝送されるデータパケット、特に映像等のように、ある期間に亘って連続的に伝送されるストリーミングパケットの送信タイミングを推定する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

品質非保証のネットワークにおいて、背景トラフィックは、送信側装置におけるパケットの送信時刻と、受信側装置におけるそのパケットの受信時刻との差に生じる遅延時間の程度によって知ることが出来る。即ち、背景トラフィックが増大している際は、遅延時間は長くなる。尚、受信側装置においては、パケットの受信時刻は容易に知ることが出来るが、パケットの送信時刻については推定する必要がある。

一方で、ネットワークにおいては、背景トラフィックを考慮しながら、ネットワーク帯域を可能な限り使用し、乱れや途切れのない映像ストリーミングを実現することが重要である。これには、そのネットワークにおける、パケット通信用に利用可能なネットワーク帯域（以下、本願では「可用帯域」と記載）を検出する必要がある。

パケット通信網で接続された複数の端末間において、パケット通信用に利用可能な可用帯域を推定する技術がある。この技術では、プローブパケットを送信することにより、推定対象であるネットワークの可用帯域を推定する。

【0003】

特許文献1は、一定の間隔でサイズを徐々に大きくしていくパケット列を送信し、何番目のパケットで遅延時間が大きくなるかを基に可用帯域を推定する技術を開示する。

【0004】

特許文献2は、ネットワークに流れるトラフィック種別が映像であるか音声であるかを表す情報から、ネットワーク負荷と遅延との関係を表すモデルを構築し、実際に送信したプローブパケットの遅延状態の分布を基に、可用帯域を推定する技術を開示する。

【0005】

特許文献3は、ネットワーク間でプローブパケットを送受信し、その結果から往復遅延およびジッタを測定し、測定結果を基にストリーミングパケット（以下、本願では「ストリーム」と記載）のバッファリング時間を決定する技術を開示する。

【0006】

特許文献4は、VoIP（Voice over Internet Protocol）通信中にネットワークにおけるストリーミングパケットの片道遅延を求めるための技術を開示する。

【0007】

この他、プローブパケットを用いた測定に関連する技術として特許文献5がある。

【0008】

非特許文献1は、一定サイズのパケット送信間隔を徐々に狭めていき、何番目のパケットから受信間隔が送信間隔を上回るかを基に、可用帯域を推定する技術を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2011-142622号公報

【特許文献2】特開2009-118272号公報

【特許文献3】特開2005-184580号公報

【特許文献4】特開2012-160832号公報

【特許文献5】特開2011-135207号公報

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】Vinay Ribeiro, Rudolf Riedi, Richard Baraniuk, Jiri Navratil and Les Cottrell, "PathChirp: Efficient Available Bandwidth Estimation for Network

10

20

30

40

50

Paths," , In PAM 2003, 4th Passive and Active Measurement Workshop (6 April 2002)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1および非特許文献1の技術は、背景トラフィックが映像のように間欠的に送信される場合に、可用帯域を正確に推定する技術は開示していない。これらの技術は、一つのパケット列の送信中には可用帯域が変動しないことを前提としている。よって、途中で背景トラフィックが増減し、変動する可用帯域においてはストリームの送信のタイミングを正確に推定できない。

10

【0012】

特許文献2の技術は、インターネットやモバイルネットワーク等のネットワークでは利用できない。即ち、特許文献2の技術は、対象とするネットワークの物理帯域に関する情報が必要であるのに対して、インターネットは、管理主体が異なるネットワークの集合であるので、一般的に物理帯域の情報は知ることができない。また、モバイルネットワークは、基地局と端末間の無線品質に応じて物理帯域は頻繁に変化するので、モバイルネットワークにおいても物理帯域に関する情報を使用するのは困難である。

【0013】

特許文献3の技術は、送信装置から受信装置へのストリーミングにおいて、事前に受信装置から送信装置へプローブパケットを送信して往復遅延およびジッタを測定する。そして特許文献3の技術は、ジッタの吸収とパケットロスの再送が可能になるようにストリームのバッファリング時間を決定する。しかしながら、特許文献3の技術では、プローブパケットによる遅延の測定は、事前(ストリーム送信開始前)に行うので、ストリーム送信中にデータ(パケット)送信のタイミングを推定することができない。

20

【0014】

特許文献4の技術では、送信側音声通信装置は、送信する音声が無音のときに音声の代わりに時刻情報を送信し、受信側音声通信装置は、受信したパケットの時刻情報をもとに片道分の遅延時間を算出する。しかしながら、特許文献4の技術は、送信するパケットに格納する情報を変更する技術であり、データ送信タイミングを推定することはできない。

【0015】

本発明は、上記の問題点を解決するべくなされた。本発明は、定期的に多くのデータが送信される場合であっても、ストリームの送信タイミングを高精度に推定することを主たる目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記課題を解決するため、本発明の第1の観点は、

データパケットおよびプローブパケットを送信するネットワークにおいて、プローブパケットを受信して、プローブパケットの遅延時間を算出し、算出された遅延時間を基に、データパケットの送信時刻を推定する、ストリーム受信装置である。

【0017】

本発明の第2の観点は、

上記に記載のストリーム受信装置と、

データパケットおよびプローブパケットを送信するストリーム送信装置とを備え、

ストリーム受信装置とストリーム送信装置とは、ネットワークを介して通信可能に接続される、
通信システムである。

40

【0018】

本発明の第3の観点は、

データパケットおよびプローブパケットを送信するネットワークにおいて、プローブパケットを受信し、

50

プローブパケットの遅延時間を算出し、
算出された遅延時間を基に、データパケットの送信時刻を推定する、
推定方法である。

【0019】

本発明の第4の観点は、
データパケットおよびプローブパケットを送信するネットワークにおいて
プローブパケットを受信し、プローブパケットの遅延時間を算出し、算出された遅延時
間を基に、データパケットの送信時刻を推定する方法、をコンピュータに実行させるプロ
グラムを格納する記録媒体である。

【発明の効果】

10

【0020】

本発明によれば、定期的に多くのデータが送信される場合であっても、ストリームの送
信タイミングを高精度に推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【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例を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態におけるストリーム送信部とストリーム受信部の動作の
一例を説明するシーケンス図である。

【図3】本発明の第1の実施形態におけるプローブ送信部とタイミング推定部の動作の一
例を説明するフローチャートである。

20

【図4】本発明の第1の実施形態における映像パケットとプローブパケットの遅延時間の
変化の一例を説明するシーケンス図である。

【図5】プローブパケットの送信時刻と遅延時間との関係を説明する図である。

【図6】本発明の第2の実施形態に係る通信システムの構成例を示す図である。

【図7】帯域推定用のパケット列の一例を説明する図である。

【図8】可用帯域推定におけるプローブパケットサイズと遅延時間との関係を説明するグ
ラフである。

【図9】映像ストリーム送信時のプローブパケットサイズと遅延時間との関係を説明する
図である。

【図10】本発明の第3の実施形態に係るストリーム受信装置の構成例を示す図である。

30

【図11】本発明の各実施形態を実現するための情報処理装置の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

次に図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。以下の図面の記載において、同一
又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は本発明の実施形態
における構成を模式的に表している。更に以下に記載される本発明の実施形態は一例であ
り、その本質を同一とする範囲において適宜変更可能である。

【0023】

＜第一の実施形態＞

（通信システム）

40

本発明の第1の実施形態に係る通信システム100の構成について説明する。図1に示
すように、通信システム100は、ストリーム送信装置10、ストリーム受信装置20お
よび中継装置5a、5bを備える。ストリーム送信装置10は、ストリーム送信部1およ
びプローブ送信部2を備える。ストリーム受信装置20は、ストリーム受信部3およびタ
イミング推定部4を備える。

【0024】

ストリーム送信部1およびプローブ送信部2は、中継装置5aと通信可能に接続してい
る。ストリーム受信部3とタイミング推定部4は、中継装置5bと通信可能に接続してい
る。また中継装置5aと中継装置5bとの間も接続されている。ストリーム送信部1が送
信したストリームは、中継装置5aと5bを介して、ストリーム受信部3へ送られる。プ

50

プローブ送信部 2 が送信したプローブパッケージも、中継装置 5 a と 5 b を介して、タイミング推定部 4 へ送信される。

【0025】

ストリーム送信部 1 は、ストリームを送信する。ストリーム送信部 1 は、コンピュータ（不図示）に接続されたカメラ（不図示）等によって撮影された映像を、H.264 等のコーデックでエンコードし、RTP (Real-time Transport Protocol) ヘッダを付加して RTP パッケージを作成する。そしてストリーム送信部 1 は、作成した RTP パッケージを、ストリーム受信部 3 へ向けて送信する。映像ストリームは、動画のもとになる静止画像の 1 コマ（以下、「フレーム」と記載）が複数枚集まって構成される。このフレームは、連続して表示されることにより、ユーザにとって動きのある映像が実現される。

10

【0026】

ライブ映像を配信する場合等、ストリーム受信部 3 で映像が表示されるまでの待ち時間を短くしたい場合には、フレーム単位で送信処理が行われる。すなわち、ストリーム送信部 1 は、カメラから 1 フレーム分のデータを取得したら、取得したフレームをエンコードして送信する処理をフレーム毎に繰り返す。毎秒この処理が施されて送信されるフレームの数を f p s (frames per second) とした場合、この処理は $1 / f p s (= a)$ 間隔で行われ、フレームは、この時間間隔 (a) で送信される（図 2 参照）。このとき、各フレームのデータサイズは、図 2 にも概念的に示すように、ビットレートの設定値、フレームの種別、前後のフレームからの差分の大きさ等によって変化し、フレームが複数のパッケージに分かれて送信される場合もある。

20

【0027】

プローブ送信部 2 は、ストリームの送信タイミングを推定するためのプローブ（試験）パッケージを送信する。プローブ送信部 2 は、例えば一定な時間間隔で一定サイズのプローブパッケージをタイミング推定部 4 へ送信する。プローブパッケージの送信間隔として、例えば 1 ミリ秒間隔としてもよいが、これに限定されるものではない。送信間隔を小さくするほど、プローブパッケージのデータ量は大きくなり、タイミング推定の精度は向上する。そのため、タイミング推定部 4 は、要求される精度に応じて、送信間隔を変えてもよい。タイミング推定の精度を向上させるためには、プローブパッケージの送信間隔は一定間隔とするのが望ましいが、一定間隔でなくてもよい。プローブパッケージのサイズが、大きくなるほどネットワークの負荷が増大するため、そのサイズをできる限り小さくすることが望ましい。また、プローブ送信部 2 は、送信するプローブパッケージのペイロードにプローブパッケージの送信時刻を挿入（追加）する。

30

【0028】

ストリーム受信装置 20 側において、ストリーム受信部 3 は、ストリームを受信する。ストリーム受信部 3 は、ストリーム送信部 1 から送信された映像ストリームを受信し、RTP パッケージの解析等を行う。この後、ストリーム受信部 3 は、受信した映像ストリームを、所定の映像コーデックを基にデコードすることにより、コンピュータに接続されたディスプレイ（不図示）に映像を表示する。

【0029】

タイミング推定部 4 は、プローブ送信部 2 から送信されたプローブパッケージを受信する時刻およびプローブパッケージに含まれる送信時刻を基に、ストリームの送信タイミングを推定する。

40

【0030】

中継装置 5 a、5 b は、ストリームおよびプローブパッケージの中継を行うルータ装置等である。中継装置 5 a、5 b の間はインターネット等の WAN (Wide Area Network) で接続されている。これに対して、ストリーム送信装置 10 と中継装置 5 a との間、またはストリーム受信装置 20 と中継装置 5 b との間は、LAN (Local Area Network) によって接続されている。

【0031】

尚、本実施形態の構成は一例であり、これに限定されるものではない。

50

【0032】

ストリーム送信部1とプローブ送信部2とは、同一機器内に双方が搭載されていてもよく、個々の機器でもよい。ストリーム受信部3とタイミング推定部4とは、同一機器内に双方が搭載されていてもよく、個々の機器でもよい。

【0033】

尚、上述した通信システム100において、ストリーム送信装置10およびストリーム受信装置20は、以下の装置を備えていても良い。即ち、キーボード、タッチパネル等の入力装置、ディスプレイ等の出力装置、他装置との通信インターフェース等の通信制御装置、および、作業領域やデータの保存場所としての記憶装置等である（いずれも不図示）。

10

【0034】

図1に示すストリーム送信部1、プローブ送信部2、ストリーム受信部3およびタイミング推定部4は、機能ブロック単位で表されたプログラムと捉えることができる。そしてこれらのプログラムは、図示しないコンピュータのCPU (Central Processing Unit)、図示しないROM (Read Only Memory) や図示しないRAM (Random Access Memory) などに格納されている。図示しないCPUがこれらのプログラムを適宜演算処理することでこれらの機能は実行される。尚、上述した各部は、電子回路等の専用のハードウェアで構成されていてもよい。

（通信システムの動作）

次に、本発明の第1の実施形態における通信システム100の動作を説明する。

20

【0035】

ストリーム送信部1およびストリーム受信部3の動作を図2に示すシーケンス図を用いて説明する。図中、ストリーム送信部1がストリームの送信準備を完了した時刻を0とする。ストリーム送信部は時刻b（以下、「初回送出時刻b」と記載する）に、映像ストリームを構成する最初の packets をストリーム受信部3へ送出する。このときストリーム送信部1が送信する packets 数は複数であってもよい。複数の packets を送信する場合、packets 間隔を空けずに送信してもよく、間隔を空けて送信してもよい。

【0036】

初回送出時刻bから所定時刻までの間に送信すべき packets の送信が完了すると、ストリーム送信部1は、暫くの間送信を停止する。ストリーム送信部1が、ある映像フレームを構成するデータを格納した packets の送信を開始し、次の映像フレームを構成するデータを格納した packets の送信を開始するまでの間を「時間間隔a」と仮定する。この場合に、ストリーム送信部1は、次の映像フレームの packets を、初回送出時刻bに時間間隔aを加えた、時刻(a+b)に送信する。次に時刻(2a+b)で再度 packets を送信し、暫くの間、packets の送信を停止する。このようにストリーム送信部1は、時刻(a+i+b)で packets の送出を開始するが、その後、一旦、packets の送信を停止する。尚、iは0以上の整数である。即ち、ストリーム送信部1の packets の送信には、一定の周期がある。

30

【0037】

次に、プローブ送信部2およびタイミング推定部4の動作を図3に示すフローチャートを用いて説明する。

40

【0038】

ステップS101において、プローブ送信部2は、タイミング推定部4に向けて複数のプローブ packets を送信する。プローブ packets の送信間隔は、例えば一定間隔で送信する方法が考えられるが、これに限定されるものではない。

【0039】

ステップS102において、タイミング推定部4は、プローブ送信部2が送信したプローブ packets を受信する。

【0040】

ステップS103において、タイミング推定部4は、各プローブ packets の受信時刻お

50

よび各プローブパケットが含む送信時刻を基に、遅延時間を算出する。更にタイミング推定部 4 は、遅延時間から、ストリーム送信部 1 がストリームを送信するタイミング、すなわち、前述したストリーミング送信の時間間隔 a および初回送出時刻 b を推定する。

【0041】

ステップ S 104 において、タイミング推定部 4 は、推定したタイミング（時間間隔 a 、初回送出時刻 b ）を、プローブ送信部 2 に対して送信する。

【0042】

ステップ S 105 において、プローブ送信部 2 は、タイミング推定部 4 が送信した、推定されたタイミングを受信する。これにより、プローブ送信部 2 およびタイミング推定部 4 における動作を終了する。

【0043】

次に、ステップ S 103 で説明した、ストリーム送信部 1 から送信される映像パケットとプローブ送信部 2 から送信されるプローブパケットとの遅延時間について説明する。映像パケットとプローブパケットとの遅延状態を図 4 のグラフに示す。図中の実線の矢印が映像パケット、破線の矢印がプローブパケットを表す。p 1 から p 7 はプローブパケットの識別子である。又図中に下向きに伸びる方向に示した実線は時刻（ t ）を表す。

【0044】

中継装置 5 a、5 b 間の W A N のリンク速度が L A N に比べて遅い場合、先ず、映像パケットおよびプローブパケットは、中継装置 5 a が備える一時記憶部（不図示）にキューとしてバッファリングされる。その後、中継装置 5 a、5 b 間のネットワーク（W A N）において直前のデータの送信が完了すると、次のデータは、中継装置 5 a に到着した順に W A N に送信される。そのため、中継装置 5 a に映像パケットが到着する速度が W A N のリンク速度に比べて大きいと、映像パケットおよびプローブパケットの両方に遅延が増加することになる。例えば、図 4 において、プローブパケット p 2 は、映像パケットの送信により、中継装置 5 a から中継装置 5 b に辿り着くタイミングは遅れている。プローブパケット p 3 においては、より多くの映像パケットの送信により、中継装置 5 a から中継装置 5 b に辿り着くタイミングはより遅れている。

【0045】

そこで、タイミング推定部 4 は、このプローブパケットの遅延から映像パケットの送信タイミングを推定する。各プローブパケットの送信時刻と遅延時間の関係を表すグラフを図 5 に示す。同図のグラフ中、横軸は時刻（ t ）を、縦軸は遅延時間を表す。横軸に示す p 1 から p 7 は、図 4 で示されたプローブパケットの識別子を表している。また、横軸に示す時刻軸に沿って示されている矩形領域 q 1 および q 2 は、映像パケットが送信されている時間（期間）を表している。図 5 が示すグラフによれば、プローブパケットの遅延時間は、映像パケットの送信が開始されると増加し、映像パケットの送信がなくなると減少することが分かる。このことから、タイミング推定部 4 は、遅延が立ち上がるタイミングを検出し、そのタイミングを映像パケットの送信開始時刻（図 2 に示す初回送出時刻 b 参照）の推定値と判断する。図 5 のグラフでは、p 1 と p 2 との間の時刻で映像パケットの送信が開始されている、即ち、初回送出時刻 b が存在する。

【0046】

また、中継装置 5 a、5 b 間において、映像パケットは図 2 や図 4 に示すように、初回送出時刻 b の後に時間間隔 a （ $1/f_{ps}$ ）にて一定周期で送られる。このため、上述したプローブパケットの遅延時間の増加が映像パケットの時間間隔 a に伴い、定期的に発生することを予測することができる。

【0047】

具体的には、時間間隔 a は、遅延時間の時系列データに対して、自己相関が最大となる値を求めることで推定する。例えば、映像パケットを送信する時間間隔 a が 100 ミリ秒（100 f_{ps} ）の場合、プローブパケットの送信間隔を 1 ミリ秒とすると、遅延の立ち上がりがプローブパケット 100 個おきに発生する。すなわち、図 5 の p 1、p 2、p 3、…の遅延時間と、p 101、p 102、p 103（図示せず）、…の遅延時間のグラフと

10

20

30

40

50

は非常に近い形になる。自己相関関数は、時系列データを1点ずつずらしていった場合のグラフの形の類似性を表す関数である。そのため、上記の例では、100点ずらした場合の自己相関が最大となるので、自己相関が最大となる点を時間間隔aの推定値とする。ただし、誤差等で100の倍数の時間間隔で自己相関が最大となり誤判定することが考えられるので、自己相関が規定値以上となるもののの中で最小のずらし幅のものを推定値としてもよい。

【0048】

図5に示されるプローブパケットp1とp2との間で、映像パケットの送信（送出）が開始された時刻をより正確に推定する場合、タイミング推定部4は、1）プローブパケットの送信間隔を短くする方法、あるいは、2）遅延時間の増加（又は減少）の傾きから推定する方法を実行する。即ち、1）の方法では、プローブパケットp1とp2との間で送信が開始されていることを特定した後、この間のプローブパケット送信間隔を短縮する。2）の方法では、p2とp3を結ぶ直線の方程式を求め、この方程式で遅延がp1と同値になる時刻を映像パケットの送信時刻と推定する。

【0049】

以上説明したように、本発明の第1の実施形態においては、定期的に多くのデータが送信される場合であっても、タイミング推定部4が背景トラフィック量の変化を把握し、プローブパケットの遅延時間変化を用いて送信タイミングを推定する。これにより、ストリームの送信タイミングを高精度に推定することができる。

【0050】

本実施形態では、データパケットに映像パケットを使用する通信システムを例として説明した。しかし、定期的にパケットを送信するアプリケーションであれば、通信システムが使用するデータパケットは、映像パケットに限定されない。例えば、センサから一定間隔でサーバに観測データを送信するシステムにも適用することが可能である。

【0051】

本実施形態では、プローブパケットを一定間隔で送信し続ける方法を記載したが、プローブパケットの遅延時間が立ち上がる時刻を特定できれば、一定間隔で送信し続けなくともストリームの送信タイミングを推定することは可能である。第2の実施形態においてはプローブパケットの遅延時間が立ち上がる時刻を用いて、ストリームの送信タイミングを推定する技術について説明する。

【0052】

＜第2の実施形態＞
（通信システム）

本発明の第2の実施形態に係る通信システム200について説明する。図6に示すように、第2の実施形態に係る通信システム200は、ストリーム送信装置10、ストリーム受信装置20aおよび中継装置5a、5bを備える。ストリーム受信装置20aは、ストリーム受信部3およびタイミング推定部14を備える。タイミング推定部14は、可用帯域推定のためのプローブパケット列を用いて映像パケットの送信タイミングを推定する。その他の構成については第1の実施形態と同様であるため説明を省略する。

【0053】

可用帯域推定に使用する一般的なプローブパケット列のグラフを図7に示す。図中の横軸はプローブパケットを送信した時刻、縦軸はプローブパケットのサイズを示している。図中のs1からsnは、プローブパケットの識別子を表している。プローブパケットの送信間隔を一定とし、サイズを徐々に増加させてプローブパケットs1～snを送信する（これは時系列に沿ってプローブパケットのビットレートが徐々に増加していくことを意味する）。ビットレートがネットワークの可用帯域を上回ると、プローブパケットが中継装置5aのキュー（記憶領域：不図示）に一時記憶されるので、パケットの遅延時間が徐々に増加する。タイミング推定部14は、この性質を利用し、遅延時間が増加し始めたサイズのプローブパケットを基に可用帯域を推定する。尚、プローブパケットのサイズはキューのサイズに依存して決定されてもよい。更に、各プローブパケットのサイズおよび送信

間隔は映像パケットのサイズを考慮し、映像パケットの送信時に検出が可能な様に設定されてもよい。仮に、例えば、送信タイミングを推定すべき映像パケットのサイズが小さい場合は、プローブパケットおよび映像パケットの合計サイズがキューのサイズを越えるようにプローブパケットのサイズを設定しても良い。

【0054】

映像トラフィックがない場合、図7に示すプローブパケット $s_1 \sim s_n$ のサイズ（横軸）と遅延時間（縦軸）の関係を示す直線グラフは理論上正比例する（不図示）。しかしながら、計測すると、プローブパケット $s_1 \sim s_n$ のサイズと遅延時間の関係は、プローブパケット送信開始時から暫くの間は緩やかな傾きで右肩上がりに上昇するが、ある一定の時点から急は傾きとなる。これは当該時点においてプローブパケットサイズが可用帯域を上回ったためと考えられる。例えば、図8を参照すると、プローブパケットサイズ s_x （ x は任意の整数）を境に、遅延の傾きが増加している。よって、タイミング推定部14は、以下の式（1）で得られる値を可用帯域の推定値（単位はbps（bits per second））とする。「 $\div$ 」は除算を表す。

【0055】

$$(s_x [\text{バイト}] \times 8 [\text{ビット} / \text{バイト}]) \div (\text{プローブパケット送信間隔} [\text{秒}]) \cdots \text{式 (1)}$$

タイミング推定部14は、式（1）で求めた可用帯域推定値を考慮して、プローブパケットサイズが s_x より大きな各パケットに対する遅延時間の理論値を算出する。例えば、可用帯域推定値を越えた（キューに格納された）パケットの遅延時間を遅延時間に加算してもよい。可用帯域に達するまでのプローブパケットサイズ（遅延時間）および可用帯域に達した後の遅延時間理論値を基に得られる曲線を、理想曲線と呼ぶ。ネットワークにおけるパケットの送受信（背景トラフィック）が一定の場合は、プローブパケットの遅延はこの理想曲線上に沿うと予測される。

【0056】

プローブパケット送信中に、映像ストリームの送信が開始された場合の、プローブパケットのサイズ（横軸）と遅延時間（縦軸）との関係の一例を表すグラフを図9に示す。サイズ s_x のプローブパケット送信時に映像ストリームの送信が開始された場合、映像トラフィックの影響で可用帯域が低下する。これにより、プローブパケットの遅延時間の傾きは、理想曲線より大きくなる。そこで、タイミング推定部14は、プローブパケットの遅延時間の傾きが理想曲線よりも大幅に大きくなる最初の時点（理想曲線から乖離した場所）、例えば図9においてはサイズ s_x のプローブパケットが送信された時刻を、映像ストリームの送信が開始された時刻と推定する。尚、プローブパケットが送信された時刻は、理想曲線上の何れであってもよく、映像ストリームが送信されると（一般的に映像ストリームには膨大なパケット送信を必要とするため）、その映像ストリームの送信時刻直後に送信されたプローブパケットサイズを示す値（図9に示す理想曲線上の丸点）は、同様に理想曲線から乖離する。この乖離状態を観察することで、映像ストリームの送信時刻を推定する。

【0057】

本発明の第2の実施形態においては、第1の実施形態の効果に加え、ネットワークトラフィックにより遅延が発生する場合であっても、遅延時間の理想曲線を生成し、当該理想曲線からの乖離状態を観察して映像ストリームの送信タイミングを推定することができる。これにより、第1の実施形態にて用いられたタイミング推定用のパケットを送信しつづける必要がなくなる。ひいては、ネットワークに流れるデータ量を削減することができる。

【0058】

<第3の実施形態>
(ストリーム受信装置)

本発明の第3の実施形態に係るストリーム受信装置20bについて説明する。図10に示すように、第3の実施形態に係るストリーム受信装置20bは、データパケットおよび

10

20

30

40

50

プローブパケットを送受信するネットワークにおいて、プローブパケットを受信して、プローブパケットの遅延時間を算出し、算出された遅延時間を基に、データパケットの送信時刻を推定する。尚、図10中の矢印の方向は、一例を示すものであり、ブロック間の信号の向きを限定するものではない。

【0059】

本発明の第3の実施形態によれば、定期的に多くのデータが送信される場合であっても、背景トラフィック量の変化を把握することで、ストリームの送信タイミングを推定することができる。

【0060】

本発明の各実施形態において、各装置（システム）の各構成要素は、機能単位のブロックを示している。各装置（システム）の各構成要素の一部又は全部は、例えば図11に示すような情報処理装置500とプログラムとの任意の組み合わせにより実現される。情報処理装置500は、一例として、以下のような構成を含む。

【0061】

- ・CPU (Central Processing Unit) 501
- ・ROM (Read Only Memory) 502
- ・RAM (Random Access Memory) 503
- ・RAM 503にロードされるプログラム504
- ・プログラム504を格納する記憶装置505
- ・記録媒体506の読み書きを行うドライブ装置507
- ・ネットワーク509と接続する通信インターフェース508
- ・データの入出力を行う入出力インターフェース510
- ・各構成要素を接続するバス511

各実施形態における各装置の各構成要素は、これらの機能を実現するプログラム504をCPU 501が取得して実行することで実現される。各装置の各構成要素の機能を実現するプログラム504は、例えば、予め記憶装置505やRAM 503に格納されており、必要に応じてCPU 501が読み出す。なお、プログラム504は、ネットワーク509を介してCPU 501に供給されてもよいし、予め記録媒体506に格納されており、ドライブ装置507が当該プログラムを読み出してCPU 501に供給してもよい。

【0062】

各装置の実現方法には、様々な変形例がある。例えば、各装置は、構成要素毎にそれぞれ別個の情報処理装置500とプログラムとの任意の組み合わせにより実現されてもよい。また、各装置が備える複数の構成要素が、一つの情報処理装置500とプログラムとの任意の組み合わせにより実現されてもよい。

【0063】

また、各装置の各構成要素の一部又は全部は、その他の汎用または専用の回路、プロセッサ等やこれらの組み合わせによって実現される。これらは、単一のチップによって構成されてもよいし、バスを介して接続される複数のチップによって構成されてもよい。

【0064】

各装置の各構成要素の一部又は全部は、上述した回路等とプログラムとの組み合わせによって実現されてもよい。

【0065】

各装置の各構成要素の一部又は全部が複数の情報処理装置や回路等により実現される場合には、複数の情報処理装置や回路等は、集中配置されてもよいし、分散配置されてもよい。例えば、情報処理装置や回路等は、クライアントアンドサーバシステム、クラウドコンピューティングシステム等、各々がネットワークを介して接続される形態として実現されてもよい。

【0066】

以上、上述した実施形態を模範的な例として本発明を説明した。しかしながら、本発明

10

20

30

40

50

は、上述した実施形態には限定されない。即ち、本発明は、本発明の範囲内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

【0067】

この出願は2014年12月22日に出願された日本出願特願2014-259007を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

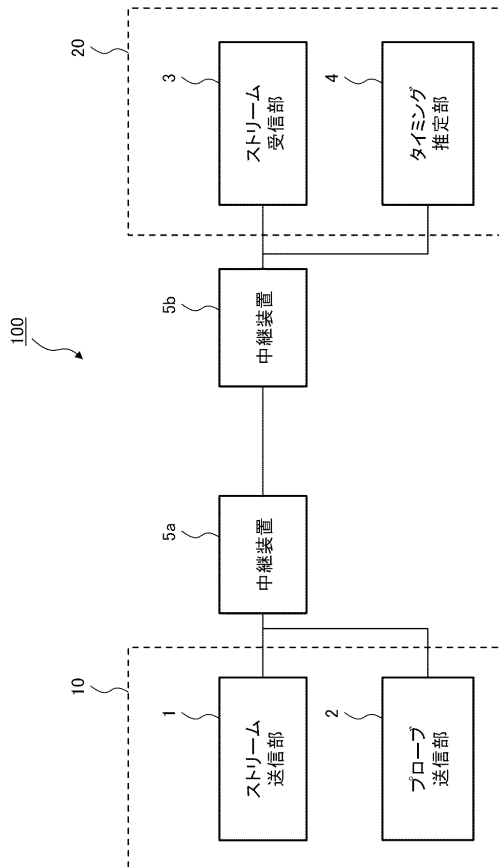
【符号の説明】

【0068】

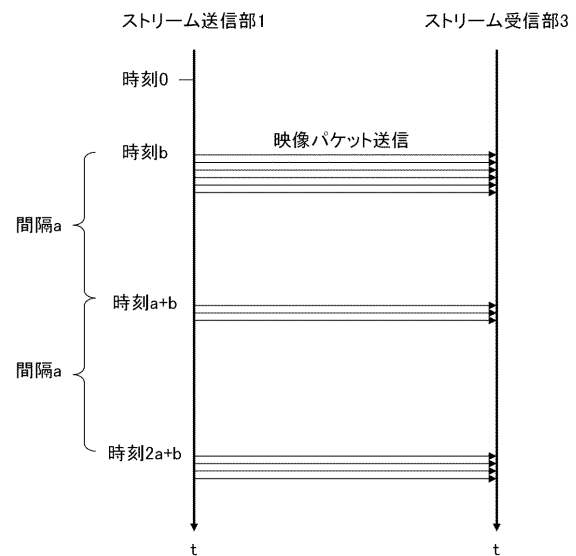
- 1 ストリーム送信部
- 2 プローブ送信部
- 3 ストリーム受信部
- 4、14 タイミング推定部
- 5a 中継装置
- 5b 中継装置
- 10 ストリーム送信装置
- 20、20a、20b ストリーム受信装置
- 100 通信システム
- 200 通信システム

10

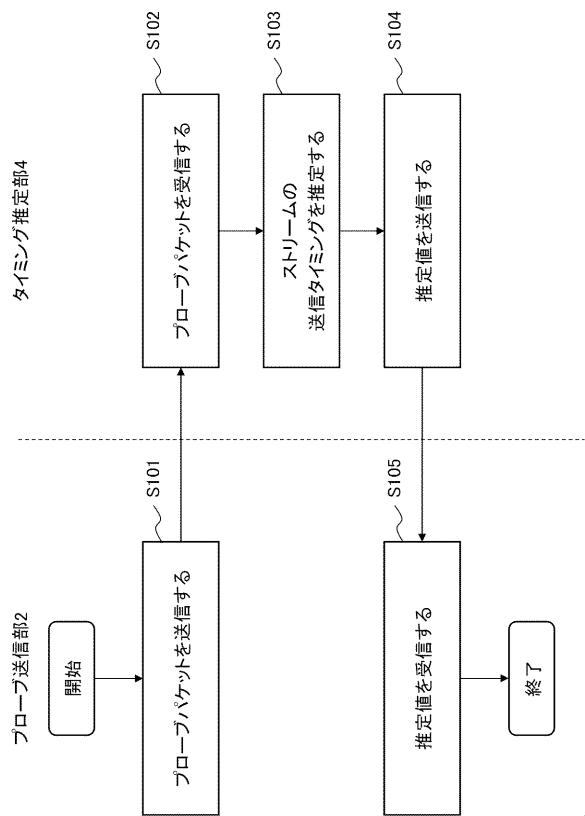
【図1】



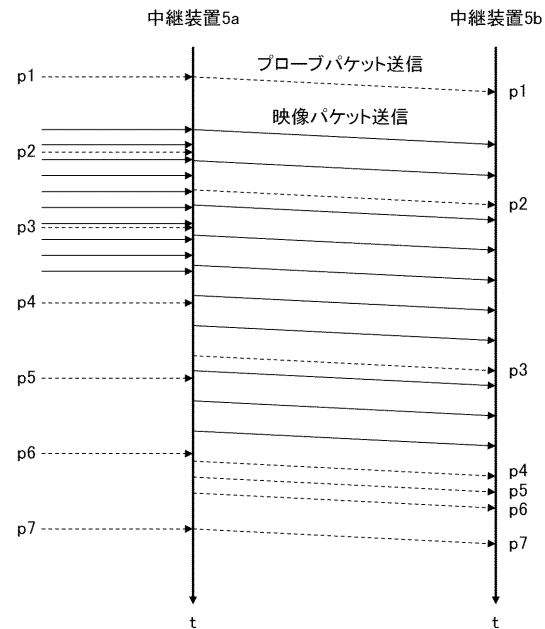
【図2】



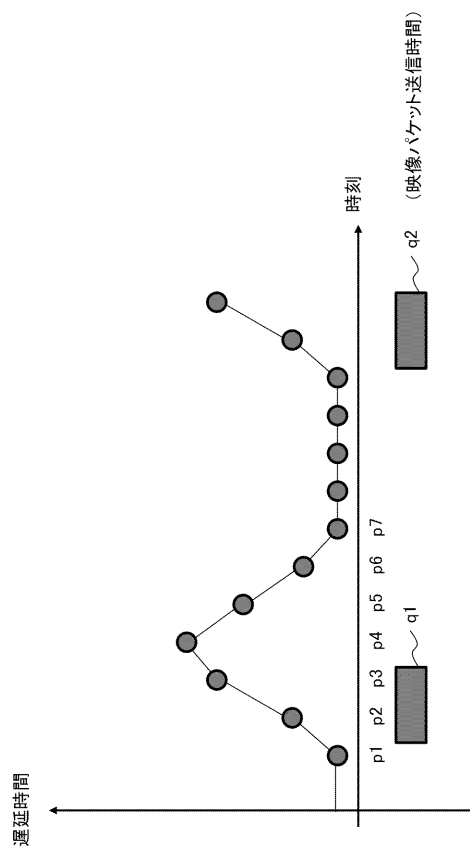
【図 3】



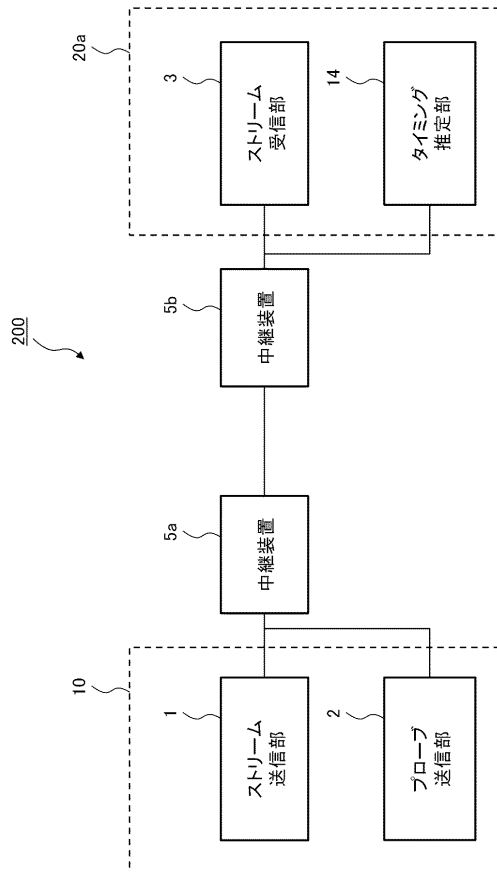
【図 4】



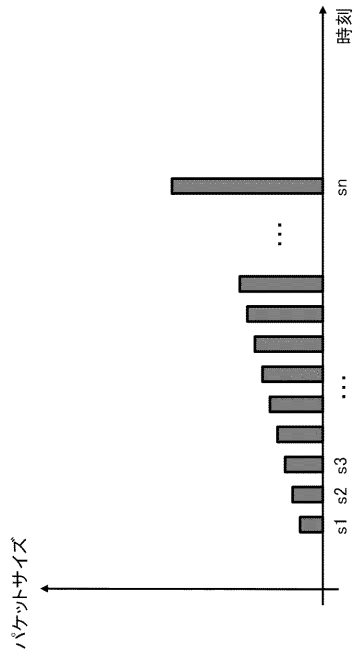
【図 5】



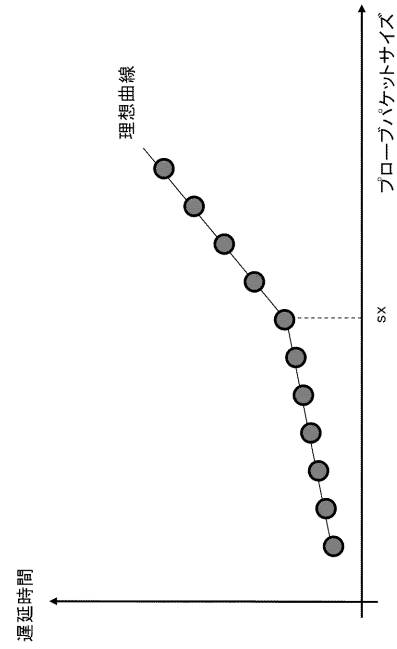
【図 6】



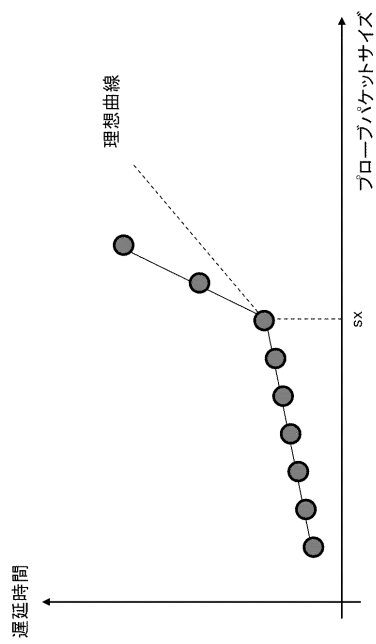
【図 7】



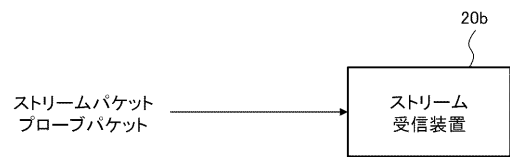
【図 8】



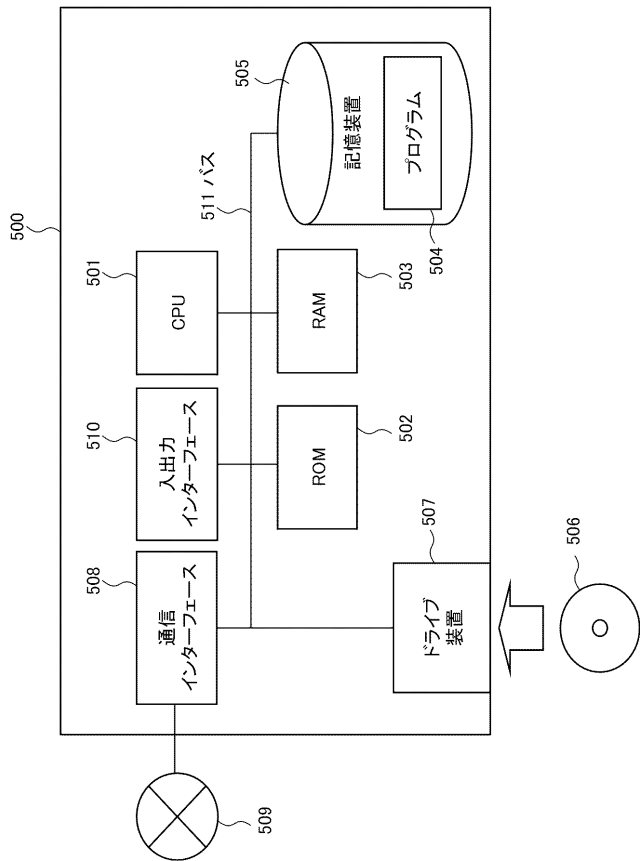
【図 9】



【図 10】



【図 1 1】



【手続補正書】

【提出日】平成29年6月8日(2017.6.8)

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項 10

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項 10】

データパケットおよびプローブパケットを送信するネットワークにおいて
 前記プローブパケットを受信し、前記プローブパケットの遅延時間を算出し、算出された
 前記遅延時間を基に、前記データパケットの送信時刻を推定する方法、
 をコンピュータに実行させる ストリーム送信タイミング推定プログラム。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/006371
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04L12/70(2013.01)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) H04L12/70		
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 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
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.
X A	Kohei WATABE et al., "A Study on the Probing Method and Accuracy for CoMPACT Monitor", IEICE Technical Report, 02 July 2009 (02.07.2009), vol.109, no.119, pages 31 to 36	1, 2, 5-10 3, 4
A	JP 2008-219225 A (Fujitsu Ltd.), 18 September 2008 (18.09.2008), fig. 1 & US 2008/0212488 A1 fig. 1	1-10
A	JP 2009-272800 A (KDDI Corp.), 19 November 2009 (19.11.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
☐ 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 13 January 2016 (13.01.16)		Date of mailing of the international search report 26 January 2016 (26.01.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2015/006371									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04L12/70(2013.01)1											
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. H04L12/70											
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>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2016年										
日本国実用新案登録公報	1996-2016年										
日本国登録実用新案公報	1994-2016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									
X A	渡部 康平 他, 測度変換型品質計測技術における試験パケット送出規則と計測誤差の考察, 電子情報通信学会技術研究報告, 2009.07.02, 第109巻 第119号, 第31-36頁	1, 2, 5-10 3, 4									
A	JP 2008-219225 A (富士通株式会社) 2008.09.18, 図1 & US 2008/0212488 A1 図1	1-10									
A	JP 2009-272800 A (KDD I 株式会社) 2009.11.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10									
☐ 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 13.01.2016		国際調査報告の発送日 26.01.2016									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 菊地 陽一 電話番号 03-3581-1101 内線 3596	5X 3250								

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。