

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5008041号  
(P5008041)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月8日(2012.6.8)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 4 L 12/56	(2006.01)	HO 4 L 12/56	4 O O B	
HO 4 L 29/14	(2006.01)	HO 4 L 13/00	3 1 5 A	

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-516156 (P2009-516156)	(73) 特許権者	899000057
(86) (22) 出願日	平成19年12月25日(2007.12.25)		学校法人日本大学
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/074831		東京都千代田区九段南四丁目8番24号
(87) 国際公開番号	W02008/146427	(74) 代理人	100119677
(87) 国際公開日	平成20年12月4日(2008.12.4)		弁理士 岡田 賢治
審査請求日	平成22年12月22日(2010.12.22)	(74) 代理人	100115794
(31) 優先権主張番号	特願2007-140083 (P2007-140083)		弁理士 今下 勝博
(32) 優先日	平成19年5月28日(2007.5.28)	(72) 発明者	木原 雅巳
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人日本大学内
		審査官	玉木 宏治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伝搬遅延時間測定システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信時刻を格納した測定用パケットを複数連続して送信する伝搬遅延時間測定装置と、前記伝搬遅延時間測定装置から送信された前記測定用パケットを前記伝搬遅延時間測定装置に返送する応答装置と、

を有する伝搬遅延時間測定システムであって、

前記応答装置は、直前の前記測定用パケットを受信した時刻から所定の時間内に受信した前記測定用パケットのみを前記伝搬遅延時間測定装置に返送し、

前記伝搬遅延測定装置は、前記応答装置から返送された前記測定用パケットを受信し、受信した前記測定用パケットのうち少なくともいずれか1つを用いて前記伝搬遅延時間測定装置と前記応答装置との間の伝搬遅延時間を測定することを特徴とする伝搬遅延時間測定システム。

【請求項2】

送信時刻を格納した測定用パケットを複数連続して送信する伝搬遅延時間測定装置と、前記伝搬遅延時間測定装置から送信された前記測定用パケットを前記伝搬遅延時間測定装置に返送する応答装置と、

を有する伝搬遅延時間測定システムであって、

前記伝搬遅延時間測定装置は、直前の前記測定用パケットを受信した時刻から所定の時間内に受信した前記測定用パケットのみを用いて伝搬遅延時間を測定することを特徴とする伝搬遅延時間測定システム。

10

20

## 【請求項 3】

前記伝搬遅延時間測定装置は、直前の前記測定用パケットを受信した時刻から所定の時間内に受信した前記測定用パケットのみを用いて伝搬遅延時間を測定することを特徴とする請求項 1 に記載の伝搬遅延時間測定システム。

## 【請求項 4】

前記伝搬遅延時間測定装置は、受信した前記測定用パケットのうちの  $n$  個目の前記測定用パケットを用いて伝搬遅延時間を測定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の伝搬遅延時間測定システム（但し、 $2 \leq n$  連続して送信した測定用パケットの個数）。

## 【請求項 5】

前記伝搬遅延時間測定装置は、受信した前記測定用パケットのうちの  $n$  個目以降の前記測定用パケットの全てを用いて伝搬遅延時間を測定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の伝搬遅延時間測定システム（但し、 $2 \leq n$  連続して送信した測定用パケットの個数）。

## 【請求項 6】

前記伝搬遅延時間測定装置は、前記測定用パケットを  $m$  個（但し、 $3 \leq m$  連続して送信した測定用パケットの個数）送信し、

受信した前記測定用パケットを用いて伝搬遅延時間を測定し、測定した前記伝搬遅延時間同士の差で求められるパケット間伝搬遅延時間差を算出することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の伝搬遅延時間測定システム。

## 【請求項 7】

前記伝搬遅延時間測定装置は、前記  $m$  の値が可変であることを特徴とする請求項 6 に記載の伝搬遅延時間測定システム。

## 【請求項 8】

前記伝搬遅延時間測定装置は、前記パケット間伝搬遅延時間差がゼロに集中する前記  $m$  の値を求め、当該  $m$  の値を用いて前記パケット間伝搬遅延時間差を算出することを特徴とする請求項 7 に記載の伝搬遅延時間測定システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、パケットが往復する時間を測定する伝搬遅延時間測定システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、通信ネットワークの保守管理や携帯電話での測位のため、通信ネットワークにおいて伝搬遅延時間を測定している（例えば、特許文献 1 を参照。）。

## 【0003】

図 4 に、従来の伝搬遅延時間の測定方法の概略図を示す。通信ネットワーク 200 では、サーバ 210 から測定用パケット a をクライアント 220 に送信する。その後、測定用パケット a を受信したクライアント 220 が測定用パケット a をサーバ 210 に返送し、これをサーバ 210 が受信し、測定用パケット a が往復する時間から通信ネットワーク 200 の伝搬遅延時間を測定することができる。

【特許文献 1】特開 2005 - 130256 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかし、従来の伝搬遅延時間の測定方法では、通信ネットワーク 200 に接続されたルータ等のネットワーク中継機器（不図示）の負荷及び処理状況に伝搬遅延時間が依存するため、測定用パケット a の送信タイミングによって伝搬遅延時間が大きく変動する問題がある。この問題は、通信ネットワーク 200 のトラフィックが少ない状態でも発生する。さらに、通信ネットワーク 200 のデータの送受信に与える影響を少なくするために測定

10

20

30

40

50

用パケット a の送信タイミングをずらすと、この伝搬遅延時間の変動が大きくなってしま  
う。

【 0 0 0 5 】

以下、この問題を具体的に説明する。図 5 に、通信ネットワークにおけるサーバとクラ  
イアントの伝搬遅延時間の関係を示す。図 5 の上段は、サーバの時間軸であり、図 5 の下  
段はクライアントの時間軸である。図 5 において、 $t_s$  から  $t_{s1}$  及び  $t_{r1}$  から  $t_r$  ま  
では、サーバでの測定用パケットの処理時間である。また、 $t_{r2}$  から  $t_{s2}$  まではクラ  
イアントでの測定用パケットの処理時間である。これら測定用パケットの処理時間は、測  
定用パケットの送信タイミングによって変化する。このため、測定される伝搬遅延時間  
は、その分布が変化するだけでなく、その絶対値も変化する。図 6 に、通信ネットワーク  
における伝搬遅延時間の分布の変化の一例を示した。

10

【 0 0 0 6 】

通信ネットワークのデータの送受信が影響を受けないように、通信ネットワークのトラ  
フィックを測定しながら測定用パケットを送信する必要がある。一般的に、通信ネットワ  
ークでは、トラフィックが低い時ほど伝搬遅延時間の精度が高くなる。伝搬遅延時間は、  
ネットワーク中継機器のデジタル回路で発生するジッタやネットワーク中継機器のバッ  
ファメモリによって変動するので、複数回測定して統計的処理を施す必要がある。このとき  
、通信ネットワークのトラフィックが変動して測定用パケットの送信タイミングが変化す  
ると、測定される伝搬遅延時間も大きく変動する。

【 課題を解決するための手段 】

20

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記課題を解決し、精度の高い伝搬遅延時間を測定できる伝搬遅延時間測定  
システムを提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

発明者は、測定用パケットを複数連続して送信すると伝搬遅延時間の変動が小さくなる  
ことを見出し、本発明を完成させた。

【 0 0 0 9 】

具体的には、本発明に係る伝搬遅延時間測定システムは、送信時刻を格納した測定用パ  
ケットを複数連続して送信する伝搬遅延時間測定装置と、前記伝搬遅延時間測定装置から  
送信された前記測定用パケットを前記伝搬遅延時間測定装置に返送する応答装置と、を有  
する伝搬遅延時間測定システムであって、前記伝搬遅延時間測定装置は、前記応答装置か  
ら返送された前記測定用パケットを受信し、受信した前記測定用パケットのうち少なく  
ともいずれか 1 つを用いて前記伝搬遅延時間測定装置と前記応答装置との間の伝搬遅延時  
間を測定することを特徴とする。

30

【 0 0 1 0 】

上記伝搬遅延時間測定システムは、精度の高い伝搬遅延時間を測定することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る伝搬遅延時間測定システムでは、前記応答装置は、直前の前記測定用パケ  
ットを受信した時刻から所定の時間内に受信した前記測定用パケットのみを前記伝搬遅延  
時間測定装置に返送することが好ましい。

40

【 0 0 1 2 】

上記伝搬遅延時間測定システムは、伝搬遅延時間の精度をより高くすることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る伝搬遅延時間測定システムでは、前記伝搬遅延時間測定装置は、直前の前  
記測定用パケットを受信した時刻から所定の時間内に受信した前記測定用パケットのみを  
用いて伝搬遅延時間を測定することが好ましい。

【 0 0 1 4 】

上記伝搬遅延時間測定システムは、伝搬遅延時間の精度をより高くすることができる。

【 0 0 1 5 】

本発明に係る伝搬遅延時間測定システムでは、前記伝搬遅延時間測定装置は、受信した

50

前記測定用パケットのうちの  $n$  個目の前記測定用パケットを用いて伝搬遅延時間を測定することが好ましい（但し、 $2 \leq n$  連続して送信した測定用パケットの個数）。

【0016】

上記伝搬遅延時間測定システムは、伝搬遅延時間の精度をより高くすることができる。

【0017】

本発明に係る伝搬遅延時間測定システムでは、前記伝搬遅延時間測定装置は、受信した前記測定用パケットのうちの  $n$  個目以降の前記測定用パケットの全てを用いて伝搬遅延時間を測定することが好ましい（但し、 $2 \leq n$  連続して送信した測定用パケットの個数）。

【0018】

上記伝搬遅延時間測定システムは、伝搬遅延時間の精度をより高くすることができる。

【0019】

前記伝搬遅延時間測定装置は、前記測定用パケットを  $m$  個（但し、 $3 \leq m$  連続して送信した測定用パケットの個数）送信し、受信した前記測定用パケットを用いて伝搬遅延時間を測定し、測定した前記伝搬遅延時間同士の差で求められるパケット間伝搬遅延時間差を算出することが好ましい。

クロストラフィックによって伝搬遅延時間に遅れが生じた場合、パケット間伝搬遅延時間差はゼロ近傍から外れる。パケット間伝搬遅延時間差がゼロ近傍となった組合せに共通する伝搬遅延時間を判定することで、クロストラフィックの生じていない測定用パケットを抽出することができる。これにより、クロストラフィックに影響されない安定な伝搬遅延時間の測定をすることができる。さらに、クロストラフィックが生じているかいないかを判断するための閾値をゼロを中心に設定することができる。

【0020】

前記伝搬遅延時間測定装置は、前記  $m$  の値が可変であることが好ましい。

$m$  の値が増えると、伝搬遅延時間の組合せの総数が増える。伝搬遅延時間の組合せの総数が可変であることで、クロストラフィックの影響をより少なくすることができる。

【0021】

前記伝搬遅延時間測定装置は、前記パケット間伝搬遅延時間差がゼロに集中する前記  $m$  の値を求め、当該  $m$  の値を用いて前記パケット間伝搬遅延時間差を算出することが好ましい。

伝搬遅延時間の組合せの総数が増えると、パケット間伝搬遅延時間差がゼロ近傍となる伝搬遅延時間の組合せの数は増える。パケット間伝搬遅延時間差がゼロ近傍に集中する  $m$  の値を用いてパケット間伝搬遅延時間差を算出することで、クロストラフィックの影響の少ない伝搬遅延時間を測定することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明は、精度の高い伝搬遅延時間を測定できる伝搬遅延時間測定システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本実施形態に係る伝搬遅延時間測定システムの概略図である。

【図2】伝搬遅延時間測定システムの応答装置の概略図である。

【図3】伝搬遅延時間測定システムの伝搬遅延時間測定装置の概略図である。

【図4】従来の伝搬遅延時間の測定方法の概略図である。

【図5】通信ネットワークにおけるサーバとクライアントの伝搬遅延時間の関係を示す図である。

【図6】通信ネットワークにおける伝搬遅延時間の分布の変化の一例を示すグラフである。

【図7】測定用パケットを1個送信した場合の伝搬遅延時間のピーク値と伝搬遅延時間の分布の関係を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図 8】測定用パケットを 2 個連続して送信した場合の伝搬遅延時間のピーク値と伝搬遅延時間の分布の関係を示すグラフである。

【図 9】測定用パケットを 3 個連続して送信した場合の伝搬遅延時間のピーク値と伝搬遅延時間の分布の関係を示すグラフである。

【図 10】測定用パケットを 4 個連続して送信した場合の伝搬遅延時間のピーク値と伝搬遅延時間の分布の関係を示すグラフである。

【図 11】測定用パケットを 5 個連続して送信した場合の伝搬遅延時間のピーク値と伝搬遅延時間の分布の関係を示すグラフである。

【図 12】測定用パケットを 10 個連続して送信した場合の伝搬遅延時間のピーク値と伝搬遅延時間の分布の関係を示すグラフである。

10

【図 13】送信する測定用パケットの個数と伝搬遅延時間のピーク値の関係を示すグラフである。

【図 14】送信する測定用パケットの個数と伝搬遅延時間の最小値の関係を示すグラフである。

【図 15】伝搬遅延時間測定システムの第 2 の概略図である。

【図 16】伝搬遅延時間測定装置の送受信する測定用パケットの説明図である。

【図 17】パケット間伝搬遅延時間差の分布の一例を示すグラフである。

【図 18】クロストラフィックなどの遅延の影響を受けている伝搬遅延時間の抽出方法の一例を示す説明図である。

【符号の説明】

20

【0024】

100 伝搬遅延時間測定システム

101 伝搬遅延時間測定システム

110 伝搬遅延時間測定装置

111 伝搬遅延時間測定装置

120 応答装置

130 a、130 b ルータ

200 通信ネットワーク

210 サーバ

220 クライアント

30

a、a1、a2、a3 測定用パケット

b 直前の測定用パケット

T 遅延

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、具体的に実施形態を示して本願発明を詳細に説明するが、本願の発明は以下の記載に限定して解釈されない。なお、同一の機器には同一の符号を付した。

【0026】

図 1 に、本実施形態に係る伝搬遅延時間測定システムの概略図を示した。本実施形態に係る伝搬遅延時間測定システム 100 は、送信時刻を格納した測定用パケット a を複数連続して送信する伝搬遅延時間測定装置 110 と、伝搬遅延時間測定装置 110 から送信された測定用パケット a を伝搬遅延時間測定装置 110 に返送する応答装置 120 と、を有する伝搬遅延時間測定システム 100 であって、伝搬遅延時間測定装置 110 は、応答装置 120 から返送された測定用パケット a を受信し、受信した測定用パケット a のうちの少なくともいずれか 1 つを用いて伝搬遅延時間測定装置 110 と応答装置 120 との間の伝搬遅延時間を測定する。

40

【0027】

伝搬遅延時間測定装置 110 は、例えば、サーバ、ワークステーション又はホストコンピュータがある。伝搬遅延時間測定装置 110 は、例えば、CPU 等の演算装置、メモリ、ハードディスク等の記憶手段、マウス、キーボード、ディスプレイ、プリンタ等の出入

50

力手段、LANポート等の通信インターフェースを有する（不図示）。なお、伝搬遅延時間測定装置110は、伝搬遅延時間を測定する機能を有すればよく、複数であっても良い。

#### 【0028】

応答装置120としては、例えば、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、パーソナルコンピュータ又はホストコンピュータがある。応答装置120は、例えば、演算装置、記憶手段、入出力手段及び通信インターフェースを有する。

#### 【0029】

図1は、伝搬遅延時間測定装置110と応答装置120が1対1で接続された例である。伝搬遅延時間測定システム100では、1台の伝搬遅延時間測定装置110に複数の応答装置120が接続されても良い。この場合、伝搬遅延時間測定システム100は、伝搬遅延時間測定装置110とそれぞれの応答装置120の間の伝搬遅延時間を測定することができる。

10

#### 【0030】

測定用パケットaは、伝搬遅延時間測定装置110での送信時刻が格納される。伝搬遅延時間測定システム100がTCP/IPを利用するのであれば、測定用パケットaは、例えば、送信時刻、識別番号、ポート番号、伝搬遅延時間測定装置110のIPアドレス、及び、応答装置120のIPアドレスが格納される。伝搬遅延時間測定装置110は、測定用パケットaの送信時刻と返送された測定用パケットaを受信した時刻の差から伝搬遅延時間を測定することができる。また、応答装置120は、測定用パケットaを返送する際、返送時刻を測定用パケットに記録することが好ましい。伝搬遅延時間測定システム100は、伝搬遅延時間測定装置110から応答装置120までの往路と応答装置120から伝搬遅延時間測定装置110までの復路の伝搬遅延時間をそれぞれ測定することができる。なお、測定用パケットaは、データを格納しても良い。

20

#### 【0031】

図1では、伝搬遅延時間測定装置110は、測定用パケットaを2個連続して送信している。図7に、測定用パケットを1個送信した場合の伝搬遅延時間のピーク値と伝搬遅延時間の分布の関係を示した。また、図8～図12に、測定用パケットをそれぞれ2, 3, 4, 5, 10個連続して送信した場合の伝搬遅延時間のピーク値と伝搬遅延時間の分布の関係を示した。図7～図12から、連続送信する測定用パケットの個数を増やすと伝搬遅延時間の分布が狭くなり、それが安定することがわかる。図13に、送信する測定用パケットの個数と伝搬遅延時間のピーク値の関係を示した。また、図14に、送信する測定用パケットの個数と伝搬遅延時間の最小値の関係を示した。図13及び図14から、送信する測定用パケットの個数が3個から5個の範囲で伝搬遅延時間のピーク値及び最小値が最小となることがわかる。以上より、測定用パケットは、3個から5個連続して送信することが好ましく、3個連続して送信することがより好ましい。なお、測定用パケットaは、5個以上連続して送信して良いことは言うまでもない。

30

#### 【0032】

図1の伝搬遅延時間測定装置110は、それぞれの測定用パケットaを送信する時刻を送信時刻として測定用パケットaに記録する。そして、伝搬遅延時間測定装置110は、測定用パケットaの送信時刻と、返送されたその測定用パケットaを受信した時刻の差から伝搬遅延時間を測定することができる。測定用パケットaを連続して複数送信することで、伝搬遅延時間測定システム100は、測定用パケットaの送信タイミングの変化による伝搬遅延時間の分布の変動を最小限に抑え、精度が高い伝搬遅延時間を測定することができる。さらに、伝搬遅延時間測定システム100は、測定用パケットaの送信タイミングを監視及び制御する手間を無くすことができる。

40

#### 【0033】

通常、ネットワーク中継機器（不図示）は、中継する測定用パケットaやデータを一時的に保存するバッファメモリを有する。測定用パケットaがバッファメモリに保存されることで応答装置120に到着する時間が遅くなり、その間に伝搬遅延時間も大きく変動す

50

る。以下、複数の測定用パケット a を連続して送信することで、測定される伝搬遅延時間の精度が高くなる理由について述べる。測定用パケット a をバッファメモリに保存されたとしても、測定用パケット a が連続していることからバッファメモリが直ぐにあふれそうになる。このため、バッファメモリの空き領域を確保するため、ネットワーク中継機器は、バッファメモリに保存された測定用パケット a を直ぐに送信し、測定用パケット a がバッファメモリに保存される時間を極めて短くすることができると推測される。すなわち、伝搬遅延時間測定システム 100 は、複数の測定用パケット a を連続して送信することで、測定用パケット a がバッファメモリに保存されない又は極めて短い時間しか保存されないようにして、精度が高い伝搬遅延時間の測定を可能としている。

**【0034】**

本実施形態に係る伝搬遅延時間測定システム 100 では、伝搬遅延時間測定装置 110 は、受信した測定用パケット a のうちの n 個目の測定用パケット a を用いて伝搬遅延時間を測定することが好ましい（但し、 $2 \leq n$  連続して送信した測定用パケットの個数）。また、伝搬遅延時間測定装置 110 は、最後に送信した測定用パケット a を用いて伝搬遅延時間を測定することがより好ましい。例えば、伝搬遅延時間測定装置 110 が 3 個の測定用パケット a を連続して送信した場合、伝搬遅延時間測定装置 110 は、3 個目の測定用パケット a のみを用いて伝搬遅延時間を測定する。通常、1 個目の測定用パケット a の伝搬遅延時間は、2 個目以降の測定用パケット a の伝搬遅延時間よりも精度が低い。そして、2 個目、3 個目と後に送信した測定用パケット a ほど、伝搬遅延時間の精度が高くなる。これによって、伝搬遅延時間測定 100 システムは、伝搬遅延時間の精度をより高く

**【0035】**

また、本実施形態に係る伝搬遅延時間測定システム 100 では、伝搬遅延時間測定装置 110 は、受信した測定用パケット a のうちの n 個目以降の測定用パケット a の全てを用いて伝搬遅延時間を測定することが好ましい（但し、 $2 \leq n$  連続して送信した測定用パケットの個数）。例えば、伝搬遅延時間測定装置 110 が 5 個の測定用パケット a を連続して送信した場合、伝搬遅延時間測定装置 110 は、3 個目移行の測定用パケット a の全てを用いて伝搬遅延時間を測定する。この場合、伝搬遅延時間測定装置 110 は、全ての測定用パケット a の伝搬遅延時間を測定し、これらを平均しても良い。また、伝搬遅延時間測定装置 110 は、複数の測定用パケット a のうち最小の伝搬遅延時間のものを伝搬遅延時間としても良い。さらに、伝搬遅延時間測定装置 110 は、複数の測定用パケット a のうち最大の伝搬遅延時間のものを伝搬遅延時間としても良い。複数の測定用パケット a を用いて伝搬遅延時間を測定するので、伝搬遅延時間測定 100 システムは、伝搬遅延時間の精度をより高くすることができる。

**【0036】**

図 2 に、伝搬遅延時間測定システムの応答装置の概略図を示した。応答装置 120 は、測定用パケット a を受信したら直ぐに返送しても良い。また、本実施形態に係る伝搬遅延時間測定システム 100 では、応答装置 120 は、直前の測定用パケット b を受信した時刻から所定の時間内に受信した測定用パケット a のみを伝搬遅延時間測定装置（不図示）に返送することが好ましい。図 2 では、伝搬遅延時間測定装置が 2 個の測定用パケット a を送信し、直前の測定用パケット b が既に応答装置 120 で受信され、2 個目の測定用パケット a を受信するところである。また、図 2 では、遅延  $T$  は、直前の測定用パケット b と測定用パケット a の受信時刻の差である。

**【0037】**

遅延  $T$  が小さいときは、測定する伝搬遅延時間に与える影響は少ない。一方、遅延  $T$  が大きくなると、測定する伝搬遅延時間の精度を低下させる。このため、遅延  $T$  が所定の時間内に測定用パケット a のみ伝搬遅延時間測定装置に返送する。これによって、伝搬遅延時間測定装置 120 での伝搬遅延時間のばらつきを低減し、伝搬遅延時間測定 100 システムは、伝搬遅延時間の精度をより高くすることができる。

**【0038】**

なお、応答装置 120 における所定の時間内とは、例えば、1 秒以上、3 秒以下である。

【0039】

図3に、伝搬遅延時間測定システムの伝搬遅延時間測定装置の概略図を示した。本実施形態に係る伝搬遅延時間測定システム100では、伝搬遅延時間測定装置110は、直前の測定用パケットbを受信した時刻から所定の時間内に受信した測定用パケットaのみを用いて伝搬遅延時間を測定することが好ましい。図2と同様に、伝搬遅延時間測定装置120が測定する伝搬遅延時間のばらつきを低減し、伝搬遅延時間測定100システムは、伝搬遅延時間の精度をより高くすることができる。

【0040】

なお、伝搬遅延時間測定装置110における所定の時間内とは、例えば、1 秒以上、6 秒以下である。

【0041】

図15に、伝搬遅延時間測定システムの第2の概略図を示した。伝搬遅延時間測定システム101では、伝搬遅延時間測定装置111と応答装置120の間にルータ130a及び130bが配置されている点で図1に示した伝搬遅延時間測定システム100と異なる。伝搬遅延時間測定装置111と応答装置120は、伝搬遅延時間測定システム100で説明したように、ルータ130a及び130bを介して測定用パケットaの送受信を行う。ここで、測定用パケットaは、連続した3個以上の測定用パケットで構成される。

【0042】

伝搬遅延時間測定システム101では、ルータ130a及びルータ130bの間でクロストラフィックが生じることがある。このため、例えば測定用パケットaの伝送時にクロストラフィックが生じると、測定用パケットaの伝搬遅延時間が遅くなる。伝搬遅延時間測定装置111は、図1で説明した伝搬遅延時間測定装置110に加え、クロストラフィックの影響を排除することを特徴とする。以下、伝搬遅延時間測定装置111の詳細について説明する。

【0043】

図16に、伝搬遅延時間測定装置の送受信する測定用パケットの説明図を示す。伝搬遅延時間測定装置は、m個の測定用パケットa1、a2、a3を送受信する。ここで、mは、3以上でありかつ連続して送信した測定用パケットの個数以下の整数である。本実施形態では、m=3とするが、4以上であることで、クロストラフィックの影響を排除する効果をより高めることができる。

【0044】

伝搬遅延時間測定装置は、受信した測定用パケットa1、a2、a3を用いて伝搬遅延時間を測定する。伝搬遅延時間測定装置が測定用パケットa1、a2、a3を送信する時刻は、それぞれ、時刻TS(1)、TS(2)、TS(3)である。伝搬遅延時間測定装置が測定用パケットa1、a2、a3を受信する時刻は、それぞれ、時刻TR(1)、TR(2)、TR(3)である。このとき、測定用パケットa1の伝搬遅延時間t1は、時刻TR(1) - 時刻TS(1)によって算出される。測定用パケットa2、a3についても同様にして、測定用パケットa2の伝搬遅延時間t2及び測定用パケットa3の伝搬遅延時間t3が算出される。

【0045】

そして、伝搬遅延時間測定装置は、測定した伝搬遅延時間同士の差で求められるパケット間伝搬遅延時間差を算出する。たとえば、伝搬遅延時間t1と伝搬遅延時間t2の差を算出することによって、測定用パケットa1と測定用パケットa2のパケット間伝搬遅延時間差BB<sub>1,2</sub>を算出する。同様に、伝搬遅延時間t1と伝搬遅延時間t3の差を算出することによって、測定用パケットa1と測定用パケットa3のパケット間伝搬遅延時間差BB<sub>1,3</sub>を算出する。伝搬遅延時間t2と伝搬遅延時間t3の差を算出することによって、測定用パケットa2と測定用パケットa3のパケット間伝搬遅延時間差BB<sub>2,3</sub>を算出する。伝搬遅延時間の組合せごとのパケット間伝搬遅延時間差

10

20

30

40

50



$BB_{1,2}$ 、 $BB_{1,3}$ 、 $BB_{2,3}$ を算出する。

【0046】

ここで、パケット間伝搬遅延時間差  $BB_{1,2}$ 、 $BB_{1,3}$ 、 $BB_{2,3}$ は、上記算出手順に限定されない。たとえば、パケット間伝搬遅延時間差  $BB_{1,2}$ は、測定用パケット a 1 の送信時刻  $TS(1)$  と測定用パケット a 2 の送信時刻  $TS(2)$  の時間差  $BS_{1,2}$  を測定し、測定用パケット a 1 の受信時刻  $TR(1)$  と測定用パケット a 2 の受信時刻  $TR(2)$  の時間差  $TR_{1,2}$  を測定し、時間差  $BS_{1,2}$  と時間差  $TR_{1,2}$  の差によっても算出することができる。測定用パケット a 1、a 2、a 3 について、クロストラフィックなどの何らの障害も生じなければ、パケット間伝搬遅延時間差  $BB_{1,2}$ 、 $BB_{1,3}$ 、 $BB_{2,3}$  はゼロとなる。

10

【0047】

図17に、パケット間伝搬遅延時間差の分布の一例を示す。伝搬遅延時間測定装置や応答装置などにおけるネットワークデバイス内で遅延を受けると、パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  の分布は、図17(a)に示すように、ゼロを頂点とする分布になる。しかし、ネットワークデバイス内での遅延やクロストラフィックなどの遅延が生じると、パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  は、ゼロから外れる。そして、遅延が大きいほど、パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  の数値は大きくなる。例えば、クロストラフィックが生じると、パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  の分布は、図17(b)に示すように、ゼロ近傍から外れた位置にも頂点が現れる。

【0048】

20

パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  がゼロ近傍となる伝搬遅延時間の組をフィルタリングすることで、クロストラフィックの影響を受けていない伝搬遅延時間を抽出することができる。ゼロ近傍は、例えば、ゼロを中心とする一定範囲を閾値とした  $BB < 0 \pm$  で表される範囲である。一定範囲は、クロストラフィックの影響のみを排除するのか、または、伝搬遅延時間測定装置 111 内での遅延を許容するのかわによって変えることができる。パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  の値によってフィルタリングすれば、閾値の絶対値を毎回設定する必要はない。さらにどのようなネットワークであっても一定の閾値で対応することができる。

【0049】

パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  がゼロ近傍となる伝搬遅延時間の組であっても、クロストラフィックの影響を受けているものもある。例えば、共通のクロストラフィックの影響を受けた伝搬遅延時間の組合せである。伝搬遅延時間測定装置 111 は、この組合せをさらに排除することが好ましい。

30

【0050】

図18は、クロストラフィックなどの遅延の影響を受けている伝搬遅延時間の抽出方法の一例を示す説明図である。パケット間伝搬遅延時間差がゼロ近傍であった伝搬遅延時間の組合せをポイント1、パケット間伝搬遅延時間差がゼロ近傍ではなかった伝搬遅延時間の組合せをゼロポイントとして、伝搬遅延時間の組合せごとにポイントを加算していく。そして、ポイントが一定以上となった伝搬遅延時間を選択する。例えば、図16で説明した  $m$  が3の例では、ポイントが2以上となった伝搬遅延時間  $t_1$  及び  $t_3$  を選択する。選択した伝搬遅延時間  $t_1$ 、 $t_3$  だけから伝搬遅延時間を再度算出することで、クロストラフィックの影響の少ない伝搬遅延時間を測定することができる。

40

【0051】

図15に示す伝搬遅延時間測定装置 111 では、さらに、 $m$  の値が可変であることが好ましい。さらに、伝搬遅延時間測定装置 111 では、パケット間伝搬遅延時間差がゼロに集中する  $m$  の値を求め、当該  $m$  の値を用いてパケット間伝搬遅延時間差を算出することが好ましい。例えば、 $m$  の値を増加させ、伝搬遅延時間の組合せの総数が増え、パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  の分布が明確になる。パケット間伝搬遅延時間差  $BB$  がゼロ近傍となった回数が一定数を越えたか否かを判定することで、クロストラフィックの影響を受けていない測定用パケットをより正確に特定することができる。そして、測定用パケ

50

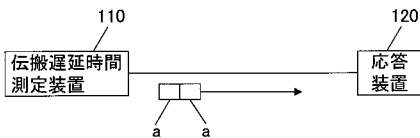
ットの数  $1$  から  $m$  までの伝搬遅延時間の組合せの packets 間伝搬遅延時間差  $B B$  からクロストラフィックの影響を受けていない伝搬遅延時間をフィルタリングする。 $m$  の値を変化させることで packets 間伝搬遅延時間差  $B B$  の分布が明確になるので、伝搬遅延時間測定装置  $111$  は、クロストラフィックの影響を受けていない伝搬遅延時間を算出することができる。

【産業上の利用可能性】

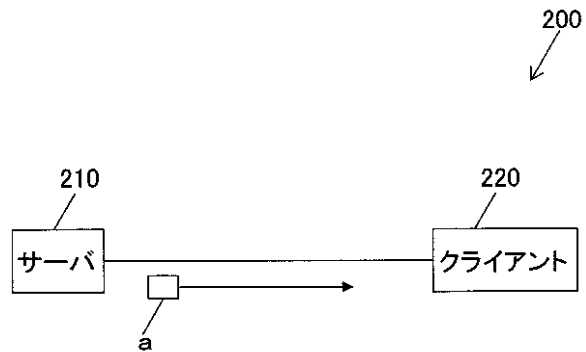
【0052】

本発明に係る伝搬遅延時間測定システムは、packet 通信を行う通信ネットワークの保守及び管理に利用することができる。特に、本発明に係る伝搬遅延時間測定システムは、通信ネットワークの特性、接続状況の確認やトラブルシューティングに利用することができる。

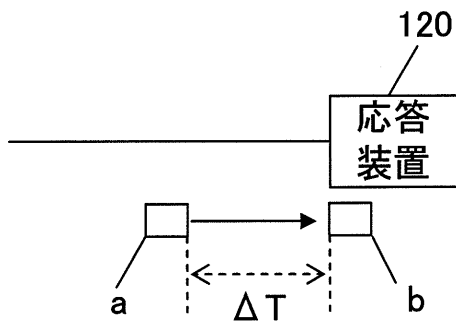
【図1】



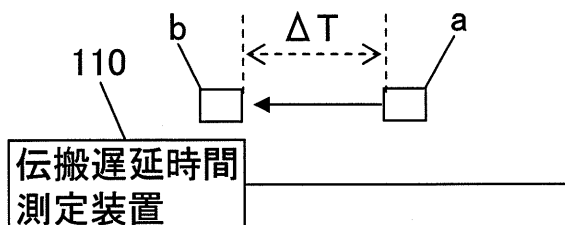
【図4】



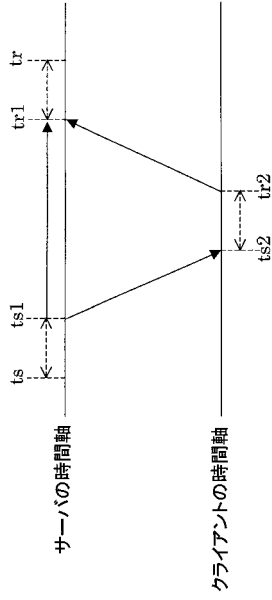
【図2】



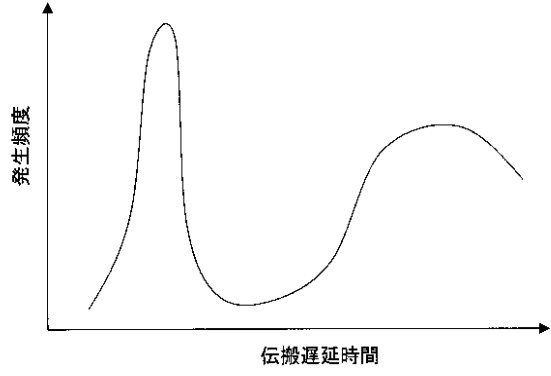
【図3】



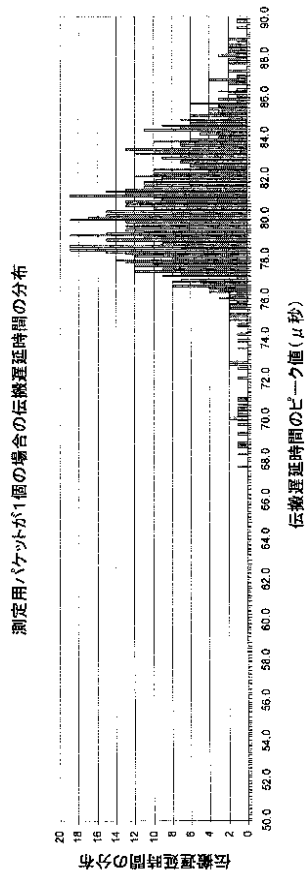
【 図 5 】



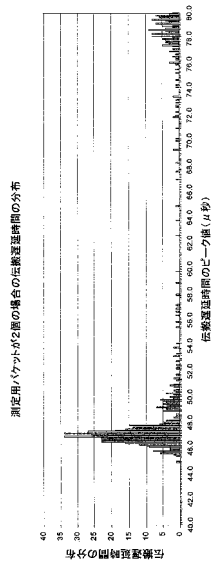
【 図 6 】



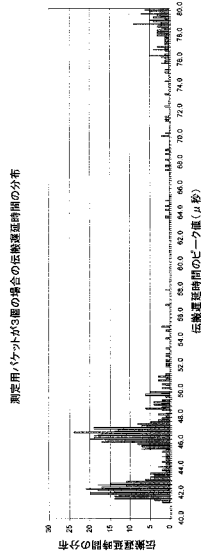
【 図 7 】



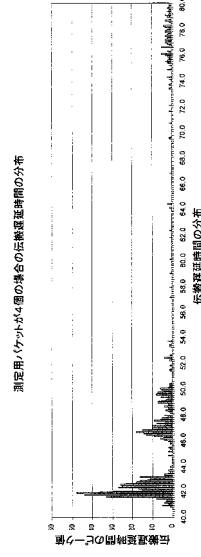
【 図 8 】



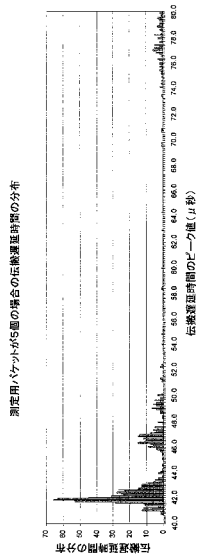
【 図 9 】



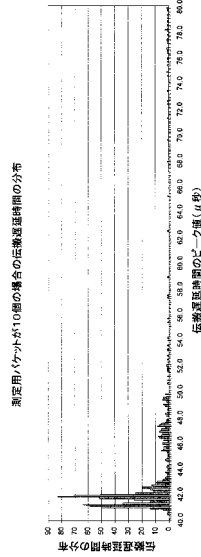
【 図 10 】



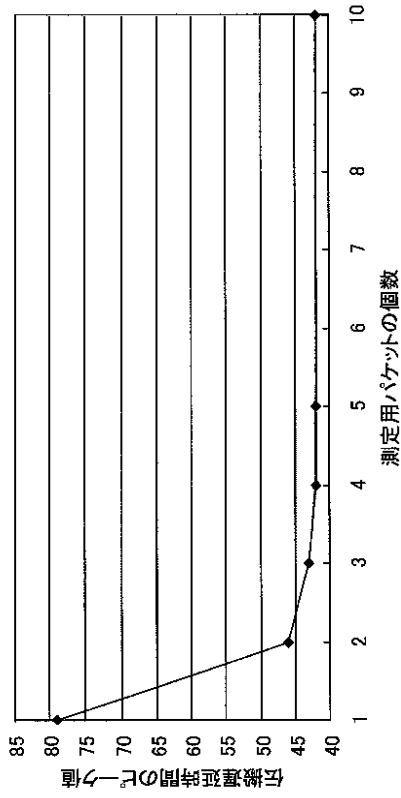
【 図 11 】



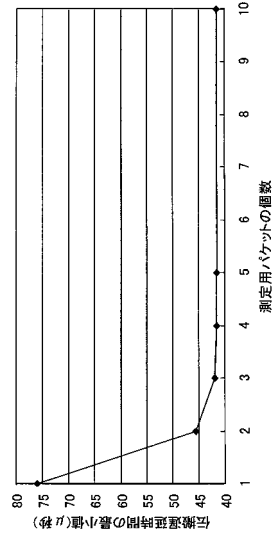
【 図 12 】



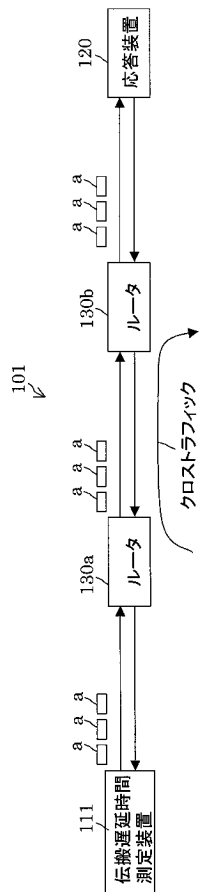
【図13】



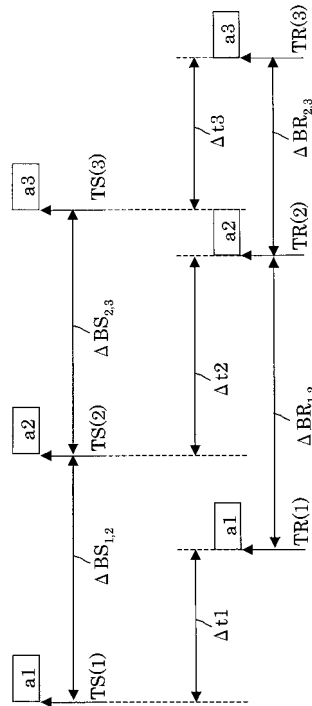
【図14】



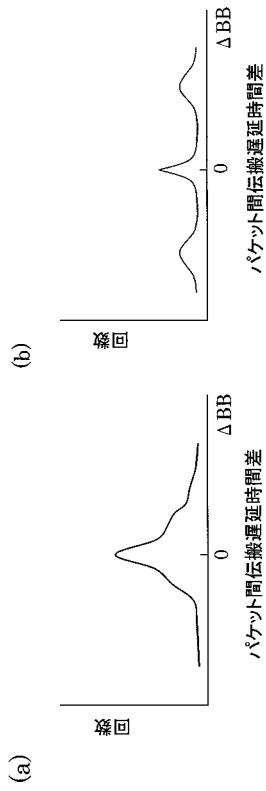
【図15】



【図16】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

m	$\Delta t1$	$\Delta t2$	$\Delta t3$	ポイント
伝搬遅延時間 $\Delta t1$	○	×	○	p2
伝搬遅延時間 $\Delta t2$	×	○	×	p1
伝搬遅延時間 $\Delta t3$	○	×	○	p2

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-111618(JP,A)

八木 敬宏 他, ボトルネックリンク速度推定ツールの提案と精度検証, 情報処理学会研究報告  
2003-QAI-6-17, 2003年 2月 7日

八木 敬宏 他, UDPペアパケットを用いたボトルネックリンク速度推定ツールの提案, 電子通  
信学会技術研究報告(信学技報) IN2003-92, 2003年10月10日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00-66

H04L 29/14