

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6171325号
(P6171325)

(45) 発行日 平成29年8月2日 (2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日 (2017.7.14)

(51) Int.Cl.
H04L 12/70 (2013.01)

F I
H04L 12/70 I O O Z

請求項の数 4 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2012-272724 (P2012-272724)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成24年12月13日 (2012.12.13)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2014-120819 (P2014-120819A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年6月30日 (2014.6.30)	(74) 代理人	100092978
審査請求日	平成27年8月4日 (2015.8.4)		弁理士 真田 有
		(74) 代理人	100112678
			弁理士 山本 雅久
		(72) 発明者	岩倉 廣和
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	谷岡 佳彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分析装置、情報処理システム、分析方法及び分析プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リクエストと、前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスと、前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答と、を受信する受信部と、

受信された前記結合レスポンスに含まれる前記複数のレスポンスの各々に対応する前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出する解析部と、

受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、前記結合レスポンスについて検出された最後の確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出する第1算出部と、

前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する第2算出部と、を備えることを特徴とする分析装置。

【請求項 2】

第1情報処理装置と、
前記第1情報処理装置にネットワークを介して接続された第2情報処理装置と、
分析装置と、を備え、
前記分析装置は、

前記第1情報処理装置から前記第2情報処理装置に送信されたリクエストと、前記第2情報処理装置から前記第1情報処理装置に送信され、前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスと、前記第2情報処理装置から前記第1情報処理装置に送信された前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答と、を受信する受

信部と、

受信された前記結合レスポンスに含まれる前記複数のレスポンスの各々に対応する前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出する解析部と、

受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、前記結合レスポンスについて検出された最後の確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出する第1算出部と、

前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する第2算出部と、を備えることを特徴とする情報処理システム。

【請求項3】

リクエストを受信し、

前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスを受信し、

前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答を受信し、

受信された前記結合レスポンスに含まれる前記複数のレスポンスの各々に対応する前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、

受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、前記結合レスポンスについて検出された最後の確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出し、

前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出することを特徴とする分析方法。

【請求項4】

リクエストを受信し、

前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスを受信し、

前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答を受信し、

受信された前記結合レスポンスに含まれる前記複数のレスポンスの各々に対応する前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、

受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、前記結合レスポンスについて検出された最後の確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出し、

前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する、動作をコンピュータに実行させることを特徴とする分析プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件は、分析装置、情報処理システム、分析方法及び分析プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

情報処理システムにおいては、情報処理システムで交換される通信パケットを取り込み、この通信パケットからシステムの状態を分析するシステム分析装置が用いられる。

システム分析装置は、スイッチのミラーリング機能を用いて、サーバ及びクライアント間で交換される通信パケットを受信し、受信した通信パケットを解析することで、システム状態を監視する。

【0003】

ここで、スイッチのミラーリング機能とは、スイッチのポートに入出力されるパケットを、別のポート（例えばシステム分析装置に接続されたポート）にコピーして送出する機能を指す。

例えば、システム分析装置は、サーバ間のTransmission Control Protocol (TCP) 通信パケットを解析し、レイヤ7 (L7) レベルのリクエストとレスポンスのメッセージとからレスポンス時間を算出し、サーバにおける輻輳の発生の有無を監視する。ここで、L7レベルのパケットを送信した後に、確認応答を受信するまでの時間をRound Trip Time (往復遅延時間; RTT) と呼ぶ。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

図 2 2 , 図 2 3 は、クライアントとサーバとの間の通信を示す図である。

通常、サーバ及びクライアント間のレスポンス時間を求めるには、図 2 2 に示すように、サーバ毎に、リクエストの送信時刻とレスポンスの送信時刻との間隔を測定する。

又、図 2 3 に示すように、リクエストやレスポンスのメッセージが複数のパケットで構成されている場合、リクエストの最後のパケットの送信時刻と、レスポンスの先頭のパケットの送信時刻との間隔を求め、その間隔をレスポンス時間とみなす。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特表平 1 1 - 5 1 0 6 6 0 号公報

【 特許文献 2 】 特表 2 0 0 3 - 5 3 0 6 2 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、Network Interface Card (ネットワークインタフェースカード ; N I C) に T C P セグメンテーションオフロード機能が実装され、この機能がデフォルトで動作するケースが多くなっている。

T C P セグメンテーションオフロード機能とは、N I C において T C P セグメントのデータの分割や結合を行なうことにより、Central Processing Unit (C P U) の負荷を軽減する機能である。T C P セグメンテーションオフロード機能は、L 7 のリクエストやレスポンスの T C P セグメントのデータについては結合を行うが、L 4 レベルの確認応答は T C P セグメントのデータが無い場合、パケットの結合を行わない。特に、システム分析装置においては、パケットの受信処理しか行なわれないので、N I C において T C P セグメントのデータ結合が行なわれ、実際に通信される複数のパケットが 1 つに結合されて、上位のオペレーションシステムに通知される。

【 0 0 0 7 】

ここで、N I C において、T C P セグメンテーションオフロード機能により、複数の単体パケットを結合して生成されたパケットを「結合パケット」と呼ぶ。

また、結合パケットに結合される前の個々のパケットを「単体パケット」と呼ぶ。

なお、以下、結合パケット、単体パケットを総称して「パケット」と呼ぶ。特段の断わりのない限り、以下「パケット」、「通信パケット」等と言う場合、結合パケット、単体パケットのいずれをも指す。

【 0 0 0 8 】

図 2 4 は、T C P セグメンテーションオフロード機能を用いた、従来のクライアントとサーバとの間の通信を示す図である。

図 2 4 に示すように、レスポンスメッセージが 1 つの結合パケットに結合されると、システム分析装置の分析部が先頭の単体パケットの送信時刻を認識できないため、先頭の単体パケットに対応する確認応答も認識することができず、往復遅延時間を求めることができないという問題が発生する。

【 0 0 0 9 】

上記課題に鑑みて、1 つの側面では、本発明は、リクエストに対する複数のレスポンスが結合された場合でも往復遅延時間の算出を可能とすることを目的とする。

なお、前記目的に限らず、後述する発明を実施するための形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本発明の他の目的の 1 つとして位置付けることができる。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

リクエストと、前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスと、前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答と、を受信する受信部と、受

10

20

30

40

50

信された前記結合レスポンスに含まれる前記複数のレスポンスの各々に対応する前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出する解析部と、受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、前記結合レスポンスについて検出された最後の確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出する第1算出部と、前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する第2算出部と、を備える分析装置が提供される。

【0011】

又、第1情報処理装置と、前記第1情報処理装置にネットワークを介して接続された第2情報処理装置と、分析装置と、を備え、前記分析装置は、前記第1情報処理装置から前記第2情報処理装置に送信されたリクエストと、前記第2情報処理装置から前記第1情報処理装置に送信され、前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスと、前記第2情報処理装置から前記第1情報処理装置に送信された前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答と、を受信する受信部と、受信された前記結合レスポンスに含まれる前記複数のレスポンスの各々に対応する前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出する解析部と、受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、前記結合レスポンスについて検出された最後の確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出する第1算出部と、前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する第2算出部と、を備える情報処理システムが提供される。

【0012】

さらに、リクエストを受信し、前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスを受信し、前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答を受信し、受信された前記結合レスポンスに含まれる前記複数のレスポンスの各々に対応する前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、前記結合レスポンスについて検出された最後の確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出し、前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する分析方法が提供される。

【0013】

なおさらに、リクエストを受信し、前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスを受信し、前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答を受信し、受信された前記結合レスポンスに含まれる前記複数のレスポンスの各々に対応する前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、前記結合レスポンスについて検出された最後の確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出し、前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する動作をコンピュータに実行させる分析プログラムが提供される。

【発明の効果】

【0014】

一態様の分析装置によれば、リクエストに対する複数のレスポンスが結合された場合でも往復遅延時間の算出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施形態の一例におけるシステム分析装置が使用される情報処理システムのシステム構成を示す図である。

【図2】実施形態の一例におけるシステム分析装置の構成を示す図である。

【図3】実施形態の一例における情報処理システムにおける通信を示す図である。

【図4】(a)～(c)は、実施形態の一例における情報処理システムで交換されるパケットの構造例を示す図である。

【図5】実施形態の一例における情報処理システムにおける通信を示す図である。

【図 6】実施形態の一例におけるシステム分析装置の分析部の各構成要素間の関係を示す図である。

【図 7】実施形態の一例におけるコネクション情報テーブルを例示する図である。

【図 8】実施形態の一例におけるクライアントとサーバとの間のコネクションの確立を示す図である。

【図 9】実施形態の一例における上り L 7 パケットシーケンス番号テーブルを例示する図である。

【図 10】実施形態の一例における下り L 7 パケットシーケンス番号テーブルを例示する図である。

【図 11】実施形態の一例におけるリクエスト送信時刻テーブルを例示する図である。

10

【図 12】実施形態の一例における確認応答としての送信時刻テーブルを例示する図である。

【図 13】実施形態の一例における確認応答としての R T T 算出用下り L 7 パケット送信時刻テーブルを例示する図である。

【図 14】実施形態の一例における確認応答としての R T T 算出用確認応答送信時刻テーブルを例示する図である。

【図 15】実施形態の一例における確認応答としての R T T 平均値テーブルを例示する図である。

【図 16】実施形態の一例における確認応答としての確認応答先頭フラグテーブルを例示する図である。

20

【図 17】実施形態の一例におけるレスポンス時間テーブルを例示する図である。

【図 18】実施形態の一例における L 4 解析部の動作を説明するフローチャートである。

【図 19】実施形態の一例における L 4 解析部の動作を説明するフローチャートである。

【図 20】実施形態の一例における R T T 算出部の動作を説明するフローチャートである。

【図 21】実施形態の一例におけるレスポンス時間算出部の動作を説明するフローチャートである。

【図 22】従来のクライアントとサーバとの間の通信を示す図である。

【図 23】従来のクライアントとサーバとの間の通信を示す図である。

【図 24】T C P セグメンテーションオフロード機能を用いた、従来のクライアントとサーバとの間の通信を示す図である。

30

【図 25】従来のシステム分析装置の機能構成を示す図である。

【図 26】実施形態の一例における結合レスポンスに対する確認応答を示す図である。

【図 27】実施形態の一例における単一レスポンスに対する確認応答を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

(A) システム構成

以下、図面を参照して本実施形態の一例の構成を説明する。

最初に、システム分析装置 2 (分析装置) が使用される情報処理システム 1 の構成について説明する。

40

図 1 は、実施形態の一例におけるシステム分析装置 2 が使用される情報処理システム 1 のシステム構成を示す図である。

【0017】

システム分析装置 2 は、Local Area Network (LAN) などのネットワーク 11 を介して接続されているサーバ (第 1 の通信装置、第 2 情報処理装置) 12 - 1 ~ 12 - m (m は 2 以上の整数) 及びクライアント 13 (第 1 の通信装置、第 2 情報処理装置) 間で交換される通信パケットを取り込み、通信パケットから情報処理システム 1 の通信の状態を分析する。

【0018】

システム分析装置 2 は、監視対象のサーバ 12 - 1 ~ 12 - m 及びクライアント 13 間

50

の通信をスイッチングしているスイッチ（SW）10から、ミラーリング機能を有効にして、システム分析装置2のNIC6（図2参照）に接続されている。そして、システム分析装置2は、スイッチ10のミラーリング機能を用いて、サーバ12-1～12-m及びクライアント13間で交換される通信パケットを受信する。

【0019】

ここで、スイッチ10のミラーリング機能とは、スイッチ10のポートに入出力されるパケットを、別のポート（例えばシステム分析装置2に接続されたポート）にコピーして送出する機能を指す。

サーバ12-1～12-mは、それぞれ、後述するクライアント13からのサービス要求を受けると、クライアント13に対してサービスを提供する情報処理装置であり、例えば、不図示のCPU、メモリ、ディスクドライブ、NICなどを備える。

10

【0020】

なお、以下、サーバを示す符号としては、複数のサーバのうち1つを特定する必要があるときには符号12-1～12-mを用いるが、任意のサーバを指すときには符号12を用いる。

クライアント13は、サーバ12に対してサービスを要求し、サーバ12からサービスを提供される情報処理装置であり、例えば、不図示のCPU、メモリ、ディスクドライブ、NICなどを備える。

【0021】

スイッチ10は、スイッチ10を介してサーバ12-1～12-m及びクライアント13間で交換されるパケットのデータを、システム分析装置2に転送するミラーリング機能を備えたスイッチである。スイッチ10として、例えば、公知のLANスイッチなどを用いることができる。

20

次に、システム分析装置2の構成について説明する。

【0022】

図2は、実施形態の一例におけるシステム分析装置2の構成を示す図である。

システム分析装置2は、CPU3-1, 3-2、メモリ4、ディスクドライブ5、及びNIC（受信部）6を備える。

CPU3-1, 3-2は、種々の制御や演算を行なう処理装置である。CPU3-1, 3-2は、システム分析装置2の起動時に、例えば、後述するディスクドライブ5等に格納されているオペレーションシステム7や分析プログラム14等のプログラムを読み出し、各種処理を実行する。CPU3-1, 3-2としては、例えば、公知のCPUを用いることができる。本例では、CPU3-1, 3-2は、例えば、ディスクドライブ5に格納されている分析プログラム14を実行することにより、分析部8として機能する。この分析部8の機能構成については後述する。

30

【0023】

なお、CPU3-1, 3-2を図2にCPU#0, CPU#1とも示す。

又、以下、CPUを示す符号としては、複数のCPUのうち1つを特定する必要があるときには符号3-1, 3-2を用いるが、任意のCPUを指すときには符号3を用いる。

メモリ4は、例えば、Random Access Memory（RAM）などの一時記憶領域である。メモリ4は、例えば、システム分析装置2が分析を行なうパケット9-1～9-n（nは1以上の整数）も一時的に格納する。メモリ4としては、公知のメモリを用いることができる。

40

【0024】

ディスクドライブ5は、データを記憶するための記憶領域を有するディスクドライブであり、例えば、オペレーションシステム7や分析プログラム14等のプログラムを格納している。又、ディスクドライブ5は、システム分析装置2が使用する後述の各テーブル31～39, 41等のデータも格納している。これらの各テーブルについては後述する。

なお、ディスクドライブ5としては、公知のHard Disk Drive（HDD）やSolid State Drive（SSD）などを用いることができる。

50

【 0 0 2 5 】

N I C 6 は、L A N 等を介してシステム分析装置 2 をスイッチ 1 0 に接続するためのネットワークアダプタであり、例えば、L A N カードである。

この N I C 6 は、T C P セグメンテーションオフロード機能を備える。T C P セグメンテーションオフロード機能とは、N I C 6 が、C P U 3 に代わって送信データを T C P セグメントに分割したり、受信した単体パケットの T C P セグメントを組み立てる処理を行う機能である。この機能により、C P U 3 におけるネットワーク処理負荷が軽減される。

【 0 0 2 6 】

又、N I C 6 は、プロミスキヤスモードにも対応している。

プロミスキヤスモードとは、N I C 6 の動作モードの 1 つであり、自分宛のデータパケットでないパケットも取り込んで処理するモードである。

標準の動作モードにおいては、N I C 6 は自分宛のパケットを受信したときにだけ、当該パケットの受信をオペレーションシステム 1 7 に通知する。

【 0 0 2 7 】

一方、プロミスキヤスモードにおいては、N I C 6 はパケットの宛先に関わらずパケットの到着をオペレーションシステム 1 7 に通知し、オペレーションシステム 1 7 は自分宛のパケット以外のパケットも受信することができる。

N I C 6 は、監視対象のサーバ 1 2 の通信をスイッチングしているスイッチ 1 0 から、プロミスキヤスモードで、サーバ 1 2 の通信データをミラーリングされる。

【 0 0 2 8 】

N I C 6 に到達したサーバ 1 2 等からのパケットは、N I C 6 のプロミスキヤスモードを用いて、オペレーションシステム 1 7 を経由して分析部 8 に送信され、分析部 8 に取り込まれる。

N I C 6 としては、プロミスキヤスモード及び T C P セグメンテーションオフロード機能に対応する任意の N I C を使用することができる。また、N I C 6 の動作、特に、分析部 8 とのデータのやり取りを行なう手法については公知であるため、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 2 9 】

オペレーションシステム 1 7 は、システム分析装置 2 のシステム全体を管理するソフトウェアであり、オペレーティングシステムとも呼ばれる。オペレーションシステム 1 7 としては、U N I X (登録商標) や W i n d o w s (登録商標) などの公知のオペレーションシステムを使用することができる。

分析部 8 は、レスポンス時間の算出等、システムの状態を監視する機能を備え、L 4 解析部 (解析部) 2 1、R T T 算出部 (第 1 算出部) 2 3 及びレスポンス時間算出部 2 4 (第 2 算出部) を有する。

【 0 0 3 0 】

T C P 通信においては、通信の信頼性を保つため、T C P コネクション上で受信がどこまで行なわれたかを送信側が確認できるようにするため、受信側から送信側に対して、確認応答が行なわれる。

図 3、図 5 は、実施形態の一例における情報処理システム 1 における通信を示す図である。また、図 4 (a) ~ (c) は、実施形態の一例における情報処理システム 1 で交換されるパケット 5 1 の構造例を示す図である。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、送信側 (図の例ではクライアント 1 3) が L 7 レベル (アプリケーション層) のリクエストやレスポンスの単体或いは結合パケットを送信する。その後、受信側 (図の例ではサーバ 1 2) は、レイヤ 4 (L 4) レベル (トランスポート層) において、受信した単体パケットに含まれるシーケンス番号 (図 4 (c) の符号 5 3 3 参照) を、確認応答として送信側に通知する。

【 0 0 3 2 】

ここで、L 7 レベルのパケットを送信した後に、確認応答を受信するまでの時間を Roun

10

20

30

40

50

d Trip Time (往復遅延時間; R T T) と呼ぶ。

図 4 (a) に示すように、パケット 5 1 は、I P ヘッダ 5 2、T C P ヘッダ 5 3 及び T C P セグメント 5 4 を有する。これらの各部の構造及びデータについては公知であるため、詳細な説明を省略する。

【 0 0 3 3 】

図 4 (c) に示すように、シーケンス番号 5 3 3 は、パケット 5 1 の T C P ヘッダ 5 3 に格納されている。

確認応答はサーバ 1 2 のオペレーションシステム内部で処理されるため、アプリケーション部分の輻輳の影響を受けることが少なく、一定間隔で送信される。

N I C 6 の T C P セグメンテーションオフロード機能は、L 7 のリクエストやレスポンスの T C P セグメントのデータについては結合を行なうが、L 4 レベルの確認応答は T C P セグメントのデータが無いいため、パケットの結合を行なわない。

【 0 0 3 4 】

したがって、図 3 に示すように、T C P セグメンテーションオフロード機能動作時に、分析部 8 が受信するパケットの L 4 の確認応答は結合されず、L 7 のリクエストやレスポンスのみが結合される (図 3 に、結合されたメッセージを太線で示す) 。

このため、図 3 に示すように、リクエストからレスポンスに対応する確認応答の先頭のパケットまでの時間を測定し、その結果から、クライアント側の R T T の時間を減算すれば、分析部 8 において正確にレスポンス時間の算出が可能となる。

【 0 0 3 5 】

但し、T C P セグメンテーションオフロード機能動作時には、分析部 8 は、R T T の算出に使用できる確認応答を選択する。

詳細には、図 5 に示すように、分析部 8 は、確認応答を受信すると、当該確認応答の通信方向、シーケンス番号及びセグメント長に基づいて、その確認応答がレスポンスに対応する確認応答かどうかを判断し、R T T の算出に用いる最後の確認応答を特定する。図 5 中、この最後の確認応答を用いて算出した R T T を、「算出可能な R T T 」と称している。

【 0 0 3 6 】

次に、分析部 8 の構成について説明する。

図 2 に示すように、分析部 8 は、L 4 解析部 (解析部) 2 1 と、R T T 算出部 (第 1 算出部) 2 3 と、レスポンス時間算出部 2 4 とを備える。

図 6 は、実施形態の一例におけるシステム分析装置 2 の分析部 8 の L 4 解析部 2 1、R T T 算出部 2 3、及びレスポンス時間算出部 2 4 間の関係を示す図である。

【 0 0 3 7 】

L 4 解析部 2 1 は、図 6 に示すように、オペレーションシステム 1 7 から、N I C 6 経由で受信した結合パケット又は単体パケットを受け取って、この受信パケットを解析する。そして、後述する R T T 算出部 2 3 に R T T の算出依頼を通知すると共に、レスポンス時間算出部 2 4 にレスポンス時間の算出依頼を通知する。L 4 解析部 2 1 の具体的な動作については、図 1 8、図 1 9 を用いて後述する。

【 0 0 3 8 】

ここで、図 6 に示すように、本分析部 8 は、L 7 メッセージの解析 (組み立て) を行なうことなく、L 4 レベルでレスポンス時間を求める。

R T T 算出部 2 3 は、L 4 解析部 2 1 から R T T の算出依頼を通知されると、R T T を算出する。R T T 算出部 2 3 の具体的な動作については、図 2 0 を用いて後述する。

レスポンス時間算出部 2 4 は、L 4 解析部 2 1 からレスポンス時間の算出依頼を通知されると、レスポンス時間を算出する。レスポンス時間算出部 2 4 の具体的な動作については、図 2 1 を用いて後述する。

【 0 0 3 9 】

又、分析部 8 は、ディスクドライブ 5 において、コネクション情報テーブル 3 1、上り L 7 パケットシーケンス番号テーブル 3 2、下り L 7 パケットシーケンス番号テーブル 3

10

20

30

40

50

3、リクエスト送信時刻テーブル34、及び確認応答としての送信時刻テーブル35を管理する。更に、分析部8は、ディスクドライブ5において、RTT算出用下りL7パケット送信時刻テーブル36、RTT算出用確認応答送信時刻テーブル37、RTT平均値テーブル38、確認応答先頭フラグテーブル39、及びレスポンス時間テーブル41も管理する。

【0040】

図7に、実施形態の一例における接続情報テーブル31を例示する。

接続情報テーブル31は、サーバ12が確立した接続に関する情報を記憶するテーブルである。接続情報テーブル31は、図8に示すような接続確立時に登録される。

図8は、実施形態の一例におけるクライアント13とサーバ12との間の接続の確立を示す図である。図8に示すように、接続確立時には、SYN、SYNACK、ACKの信号の交換後に、接続が接続状態となる。なお、接続の確立時及び切断時に交換される信号については公知であるため、その説明を省略する。

【0041】

図7に示すように、接続情報テーブル31は、例えば、接続先IPアドレス311、接続先ポート番号312、接続元IPアドレス313、接続元ポート番号314、及び接続番号315の各フィールドを有する。

接続先IPアドレスフィールド311は、接続先（デスティネーション）のIPアドレスを示す。

【0042】

接続先ポート番号フィールド312は、接続先（デスティネーション）のポート番号を示す。

接続元IPアドレスフィールド313は、接続元（ソース）のIPアドレスを示す。

接続元ポート番号フィールド314は、接続元（ソース）のポート番号を示す。

接続番号フィールド315は、接続を一意に識別する番号を示し、接続の確立時に任意に割り振られる。

【0043】

なお、接続先のIPアドレスは、前述した図4(b)に示すように、パケット51のIPヘッダ52に、送信先IPアドレス522として格納されている。又、接続先のポート番号は、パケット51のTCPヘッダ53に、送信先ポート番号532として格納されている。

さらに、接続元のIPアドレスは、パケット51のIPヘッダ52に、送信元IPアドレス521として格納されている。又、接続元のポート番号は、パケット51のTCPヘッダ53に、送信元ポート番号531として格納されている。

【0044】

図9に、実施形態の一例における上りL7パケットシーケンス番号テーブル32を例示する。

上りL7パケットシーケンス番号テーブル32は、情報処理システム1において交換された上りL7パケットのシーケンス番号を、接続番号毎に記憶するテーブルである。上りL7パケットシーケンス番号テーブル32は、L4解析部21によって登録及び使用される。これらの処理の詳細は、図18、図19を用いて後述する。

【0045】

図9に示すように、上りL7パケットシーケンス番号テーブル32は、接続番号フィールド321と、シーケンス番号フィールド322とを有する。

接続番号フィールド321には、前述の接続情報テーブル31の接続番号フィールド315の値が記憶される。

シーケンス番号フィールド322には、接続番号フィールド321に記憶されている接続のシーケンス番号が記憶される。

【0046】

図 10 に、実施形態の一例における下り L7 パケットシーケンス番号テーブル 33 を例示する。

下り L7 パケットシーケンス番号テーブル 33 は、情報処理システム 1 において交換された下り L7 パケットのシーケンス番号を、コネクション番号毎に記憶するテーブルである。下り L7 パケットシーケンス番号テーブル 33 は、L4 解析部 21 によって登録及び使用される。これらの処理の詳細は、図 18 , 図 19 を用いて後述する。

【 0047 】

図 10 に示すように、下り L7 パケットシーケンス番号テーブル 33 は、コネクション番号フィールド 331 と、シーケンス番号フィールド 332 とを有する。

コネクション番号フィールド 331 には、前述のコネクション情報テーブル 31 のコネクション番号フィールド 315 の値が記憶される。

シーケンス番号フィールド 332 には、コネクション番号フィールド 331 に記憶されているコネクションのシーケンス番号が記憶される。

【 0048 】

なお、前述のように、シーケンス番号は、図 4 (c) のパケット 51 の TCP ヘッダ 53 に、シーケンス番号 533 として格納されている。

図 11 に、実施形態の一例におけるリクエスト送信時刻テーブル 34 を例示する。

リクエスト送信時刻テーブル 34 は、情報処理システム 1 において送信されたリクエストの送信時刻を、コネクション番号毎に記憶するテーブルである。リクエスト送信時刻テーブル 34 は、L4 解析部 21 によって登録及び使用される。これらの処理の詳細は、図 18 , 図 19 を用いて後述する。

【 0049 】

図 11 に示すように、リクエスト送信時刻テーブル 34 は、コネクション番号フィールド 341 と、時刻フィールド 342 とを有する。

コネクション番号フィールド 341 には、前述のコネクション情報テーブル 31 のコネクション番号フィールド 315 の値が記憶される。

時刻フィールド 342 には、コネクション番号フィールド 341 に記憶されているコネクションについて、リクエストの送信時刻が記憶される。

【 0050 】

図 12 に、実施形態の一例における確認応答としての送信時刻テーブル 35 を例示する。

確認応答としての送信時刻テーブル 35 は、情報処理システム 1 において送信された確認応答の送信時刻を、コネクション番号毎に記憶するテーブルである。確認応答としての送信時刻テーブル 35 は、L4 解析部 21 によって登録され、レスポンス時間算出部 24 によって使用される。これらの処理の詳細は、図 18 , 図 19 , 図 21 を用いて後述する。

【 0051 】

図 12 に示すように、確認応答としての送信時刻テーブル 35 は、コネクション番号フィールド 351 と、時刻フィールド 352 とを有する。

コネクション番号フィールド 351 には、前述のコネクション情報テーブル 31 のコネクション番号フィールド 315 の値が記憶される。

時刻フィールド 352 には、コネクション番号フィールド 351 に記憶されているコネクションについて、確認応答の送信時刻が記憶される。

【 0052 】

図 13 に、実施形態の一例における RTT 算出用下り L7 パケット送信時刻テーブル 36 を例示する。

RTT 算出用下り L7 パケット送信時刻テーブル 36 は、RTT の算出に使用する下り L7 パケットの送信時刻を、コネクション番号毎に記憶するテーブルである。RTT 算出用下り L7 パケット送信時刻テーブル 36 は、L4 解析部 21 によって登録され、RTT 算出部 23 によって RTT の算出に使用される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

具体的には、後述するように、この R T T 算出用下り L 7 パケット送信時刻テーブル 3 6 には、L 4 解析部 2 1 が下りパケットシーケンス内にセグメントデータが存在すると判定した場合に、L 4 解析部 2 1 がコネクション単位で送信時間を常に保存する。

後述するように、L 4 解析部 2 1 は、受信した確認応答の確認応答番号が下り L 7 パケットシーケンス番号テーブル 3 3 に登録されている値と一致する場合に、下りパケットの送信時刻を、R T T 算出用確認応答送信時刻テーブル 3 7 に保存する。以降、この動作を便宜上、「下り L 7 パケットの検出」とも呼ぶ。

【 0 0 5 4 】

その後、L 4 解析部 2 1 は、R T T 算出部 2 3 に R T T の算出依頼を通知し、R T T 算出部 2 3 が R T T を算出する。

なお、これらの処理の詳細は、図 1 8 ~ 図 2 0 を用いて後述する。

図 1 3 に示すように、R T T 算出用下り L 7 パケット送信時刻テーブル 3 6 は、コネクション番号フィールド 3 6 1 と、時刻フィールド 3 6 2 とを有する。

【 0 0 5 5 】

コネクション番号フィールド 3 6 1 には、前述のコネクション情報テーブル 3 1 のコネクション番号フィールド 3 1 5 の値が記憶される。

時刻フィールド 3 6 2 には、コネクション番号フィールド 3 6 1 に記憶されているコネクションについて、R T T の算出に使用する下り L 7 パケットの送信時刻が記憶される。

図 1 4 に、実施形態の一例における R T T 算出用確認応答送信時刻テーブル 3 7 を例示する。

【 0 0 5 6 】

R T T 算出用確認応答送信時刻テーブル 3 7 は、R T T の算出に使用する確認応答の送信時刻を、コネクション番号毎に記憶するテーブルである。R T T 算出用確認応答送信時刻テーブル 3 7 は、L 4 解析部 2 1 によって登録され、R T T 算出部 2 3 によって R T T の算出に使用される。

この R T T 算出用確認応答送信時刻テーブル 3 7 もコネクション単位で管理されており、R T T 算出処理もコネクション番号単位で行なわれる。

【 0 0 5 7 】

ここで、T C P セグメンテーション機能により、レスポンスパケットが結合される場合、1 つのレスポンスに対して、複数の確認応答が送信される。そこで、L 4 解析部 2 1 は、受信した確認応答の確認番号が、下り L 7 パケットシーケンス番号テーブル 3 3 に登録されている値と一致する場合に、この確認応答を、R T T の算出に使用する確認応答であると特定する。

【 0 0 5 8 】

なお、これらの処理の詳細は、図 1 8 ~ 図 2 0 を用いて後述する。

図 1 4 に示すように、R T T 算出用確認応答送信時刻テーブル 3 7 は、コネクション番号フィールド 3 7 1 と、時刻フィールド 3 7 2 とを有する。

コネクション番号フィールド 3 7 1 には、前述のコネクション情報テーブル 3 1 のコネクション番号フィールド 3 1 5 の値が記憶される。

【 0 0 5 9 】

時刻フィールド 3 7 2 には、コネクション番号フィールド 3 7 1 に記憶されているコネクションについて、R T T の算出に使用する確認応答の送信時刻が記憶される。

図 1 5 に、実施形態の一例における R T T 平均値テーブル 3 8 を例示する。

R T T 平均値テーブル 3 8 は、コネクション番号毎に、R T T の平均値と、平均を算出したデータの個数とを記憶するテーブルである。R T T 平均値テーブル 3 8 は、R T T 算出部 2 3 によって登録され、レスポンス時間算出部 2 4 によって使用される。これらの処理の詳細は、図 1 8 , 図 1 9 , 図 2 0 を用いて後述する。

【 0 0 6 0 】

図 1 5 に示すように、R T T 平均値テーブル 3 8 は、コネクション番号フィールド 3 8

10

20

30

40

50

1 と、平均値フィールド 3 8 2 と、個数フィールド 3 8 3 とを有する。

コネクション番号フィールド 3 8 1 には、前述のコネクション情報テーブル 3 1 のコネクション番号フィールド 3 1 5 の値が記憶される。

平均値フィールド 3 8 2 には、コネクション番号フィールド 3 8 1 に記憶されているコネクションについて、R T T の平均値が記憶される。

【 0 0 6 1 】

個数フィールド 3 8 3 には、平均値フィールド 3 8 2 に記憶されている平均値の算出に用いたデータの個数が記憶される。

図 1 6 に、実施形態の一例における確認応答先頭フラグテーブル 3 9 を例示する。

確認応答先頭フラグテーブル 3 9 は、パケットが先頭の確認応答であるかどうかを示す値を、コネクション番号毎に記憶するテーブルである。確認応答先頭フラグテーブル 3 9 は、L 4 解析部 2 1 によって登録及び使用される。これらの処理の詳細は、図 1 8 , 図 1 9 を用いて後述する。

【 0 0 6 2 】

図 1 6 に示すように、確認応答先頭フラグテーブル 3 9 は、コネクション番号フィールド 3 9 1 と、フラグフィールド 3 9 2 とを有する。

コネクション番号フィールド 3 9 1 には、前述のコネクション情報テーブル 3 1 のコネクション番号フィールド 3 1 5 の値が記憶される。

フラグフィールド 3 9 2 には、コネクション番号フィールド 3 9 1 に記憶されているコネクションについて、確認応答パケットが先頭の確認応答であるかどうかを示す値が記憶される。例えば、値 “ 1 ” は、確認応答パケットが先頭の確認応答であることを示し、値 “ 0 ” は、確認応答パケットが 2 番目以降の確認応答であることを示す。

【 0 0 6 3 】

ここで、レスポンス（下りパケット）メッセージが結合される場合、「確認応答パケットが先頭の確認応答である」とは、確認応答パケットが、リクエストメッセージ（上りパケット）の後に送信される結合レスポンスに対する最初の確認応答パケットであることを示す。

このことを、図 2 6 を用いて説明する。図 2 6 は、実施形態の一例における結合レスポンスに対する確認応答を示す図である。

【 0 0 6 4 】

詳細には、図 2 6 に示すように、分析部 8 において（ A ）の結合リクエストパケットを受信すると、確認応答先頭フラグテーブル 3 9 のフラグフィールド 3 9 2 に値 “ 1 ” が設定される。その後、当該リクエストに対する結合レスポンス（この段階では未受信）の確認応答（ B ）（ A C K ビットあり）が受信され、かつリクエスト（ A ）のシーケンス番号とセグメント長との和と同じシーケンス番号を持つ確認応答（ C ）が、先頭の確認応答であると判断される。ここで、シーケンス番号とセグメント長との和は、上り L 7 パケットのシーケンス番号、つまりリクエストからみて次のシーケンス番号となる。その後、（ D ）の結合レスポンスが送信される。また、先頭の確認応答（ C ）の受信時にフラグフィールド 3 9 2 の値が “ 0 ” に戻される。

【 0 0 6 5 】

比較のために、図 2 7 に、実施形態の一例における単一レスポンスに対する確認応答を示す。

図 2 7 においては、（ E ）の単一リクエストパケットを受信すると、確認応答先頭フラグテーブル 3 9 のフラグフィールド 3 9 2 に値 “ 1 ” が設定され、（ F ）確認応答が受信される。その後、当該リクエストに対する単一レスポンス（ G ）が送信され、これに対する確認応答（ H ）（ A C K ビットあり）が受信される。このとき、フラグフィールド 3 9 2 の値が “ 0 ” に戻される。

【 0 0 6 6 】

図 1 7 に、実施形態の一例におけるレスポンス時間テーブル 4 1 を例示する。

レスポンス時間テーブル 4 1 は、コネクション番号毎に、レスポンスの発生時刻と、レ

10

20

30

40

50

スポンス時間とを記憶するテーブルである。

図 17 に示すように、レスポンス時間テーブル 41 は、コネクション番号フィールド 42 と、発生時刻フィールド 431 と、レスポンス時間フィールド 432 とを有する。

【0067】

コネクション番号フィールド 42 には、前述のコネクション情報テーブル 31 のコネクション番号フィールド 315 の値が記憶される。

発生時刻フィールド 431 には、コネクション番号フィールド 391 に記憶されているコネクションについて、レスポンスの発生時刻が記憶される。

レスポンス時間フィールド 432 には、発生時刻フィールド 431 に記憶されているレスポンスについて、レスポンス時間が記憶される。

【0068】

(B) システム動作

以下、図 18 ~ 図 21 を参照して、本実施形態の一例における分析部 8 の動作を説明する。

最初に、図 18 ~ 図 19 を参照して、L4 解析部 21 の動作を説明する。

図 18 ~ 図 19 は、実施形態の一例における L4 解析部 21 の動作を説明するフローチャートである。

【0069】

図 18 のステップ S1 において、L4 解析部 21 は、受信したパケットから、コネクション情報 (図 4 (b), (c) の送信 (接続) 先 IP アドレス 522、送信 (接続) 先ポート番号 532、送信 (接続) 元 IP アドレス 521、及び送信 (接続) 元ポート番号 531) を収集する。

ここで、図 18 のステップ S1 で受信されるパケットは、結合パケット、単体パケットのいずれの場合もありうる。また、L4 解析部 21 は、結合パケット、単体パケットのいずれの場合にも、受信したパケットのコネクション情報 (接続先 IP アドレス、接続先ポート番号、接続元 IP アドレス、接続元ポート番号) を収集する。

【0070】

このため、以降の説明では、結合パケット、単体パケットを総称して「パケット」と呼ぶ。特段の断わりのない限り、以下「パケット」、「通信パケット」等と言う場合、結合パケット、単体パケットのいずれをも指す。

ここで、受信したパケット (結合パケット又は単体パケット) の送信時間の算出の際に、サーバ間の転送時間は非常に短いので、サーバ間の転送時間を無視して、システム分析装置 2 でパケットを受信した時刻を、サーバでのパケットの送信時刻とみなしている。なお、システム分析装置 2 は、CPU 3 内に時計を実装しており、パケットの受信時に時計を参照し、パケット受信時刻を特定することができる。

【0071】

次に、ステップ S2 において、L4 解析部 21 は、コネクション情報テーブル 31 で、ステップ S1 において取得したパケットのコネクション情報を検索する。

ステップ S3 において、L4 解析部 21 は、対応するコネクションがコネクション情報テーブル 31 に登録されているかどうかを判定する。

ステップ S3 において、対応するコネクションがコネクション情報テーブル 31 に登録されていない場合 (ステップ S3 の NO ルート参照)、ステップ S21 に進み、L4 解析部 21 は、接続先と接続元との IP アドレス及びポート番号を入れ替える。

【0072】

ステップ S22 において、L4 解析部 21 は、スコネクション情報テーブル 31 で、ステップ S21 で接続先と接続元との IP アドレス及びポート番号を入れ替えたパケットのコネクション情報を検索する。

ステップ S23 において、L4 解析部 21 は、ステップ S21 で接続先と接続元との IP アドレス及びポート番号を入れ替えたコネクション情報に対応するコネクションが、コネクション情報テーブル 31 に登録されているかどうかを判定する。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 2 3 において、ステップ S 2 1 で情報を入れ替えたコネクションが、コネクション情報テーブル 3 1 に登録されている場合（ステップ S 2 3 の Y E S ルート参照）、ステップ S 2 4 に進み、L 4 解析部 2 1 は接続方向を下りと特定する。

このように接続方向が下りと特定されると、ステップ S 2 5 において、L 4 解析部 2 1 は、受信パケットにセグメントデータが存在するかどうかを判定する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 2 5 において受信パケットにセグメントデータが存在しない場合（ステップ S 2 5 の N O ルート参照）、L 4 解析部 2 1 は処理を終了する。

一方、ステップ S 2 5 において受信パケットにセグメントデータが存在する場合（ステップ S 2 5 の Y E S ルート参照）、リクエストメッセージなので、ステップ S 2 6 において、L 4 解析部 2 1 は、受信パケットからシーケンス番号とセグメント長とを読み出す。

【 0 0 7 5 】

次に、ステップ S 2 7 において、L 4 解析部 2 1 は、ステップ S 2 6 で読み出したシーケンス番号とセグメント長とを加算して、その値を、下り L 7 パケットシーケンス番号テーブル 3 3 に保存する。

ステップ S 2 8 において、L 4 解析部 2 1 は、R T T 算出のため、受信パケットの送信時刻を、R T T 算出用下り L 7 パケット送信時刻テーブル 3 6 に保存して処理を終了する。

【 0 0 7 6 】

一方、ステップ S 2 3 において、ステップ S 2 1 で情報を入れ替えたコネクションが、コネクション情報テーブル 3 1 に登録されていない場合（ステップ 2 3 の N O ルート参照）、ステップ S 2 9 において、L 4 解析部 2 1 は、受信パケットが、コネクション確立メッセージであるかどうかを判定する。

ステップ S 2 9 において、受信パケットがコネクション確立メッセージではない場合（ステップ S 2 9 の N O ルート参照）、L 4 解析部 2 1 は処理を終了する。

【 0 0 7 7 】

一方、ステップ S 2 9 において、受信パケットがコネクション確立メッセージである場合（ステップ S 2 9 の Y E S ルート参照）、ステップ S 3 0 において、L 4 解析部 2 1 はコネクション接続確認を行なう。

次に、ステップ S 3 1 において、L 4 解析部 2 1 は、コネクション情報をコネクション情報テーブル 3 1 に登録し、その後処理を終了する。

【 0 0 7 8 】

一方、ステップ S 3 において、対応するコネクションがコネクション情報テーブル 3 1 に登録されている場合（ステップ S 3 の Y E S ルート参照）、ステップ S 4 において、L 4 解析部 2 1 は接続方向を上りと特定する。

このように接続方向が上りと特定されると、図 1 9 のステップ S 5 において、L 4 解析部 2 1 は、受信パケットからシーケンス番号を読み出す。

【 0 0 7 9 】

次に、ステップ S 6 において、L 4 解析部 2 1 は、受信パケットにセグメントデータが存在するかどうかを判定する。

ステップ S 6 において受信パケットにセグメントデータが存在しない場合（ステップ S 6 の N O ルート参照）、L 4 解析部 2 1 は後述するステップ S 1 1 に移動する。

一方、ステップ S 6 において受信パケットにセグメントデータが存在する場合（ステップ S 6 の Y E S ルート参照）、リクエストメッセージなので、ステップ S 7 において、L 4 解析部 2 1 は、受信パケットからセグメント長を読み出す。

【 0 0 8 0 】

次に、ステップ S 8 において、L 4 解析部 2 1 は、ステップ S 5 で読み出したシーケンス番号とステップ S 7 で読み出したセグメント長とを加算して、その値を、上り L 7 パケットシーケンス番号テーブル 3 2 に保存する。

ステップS 9において、L 4解析部2 1は、RTT算出のため、受信パケットの送信時刻をリクエスト送信時刻テーブル3 4に保存する。

【0081】

次に、ステップS 10において、L 4解析部2 1は、確認応答の先頭パケットをみつけるために、確認応答先頭フラグテーブル3 9の確認応答先頭フラグ3 9 2に値“1”を設定する。

このように、応答先頭フラグテーブル3 9にフラグ値“1”を設定することにより、図2 6を用いて説明したように、以降、この値を参照して、結合パケットに対する確認応答パケットのうち、先頭の確認応答パケットを特定することが可能となる。ステップS 11において、L 4解析部2 1は、ACKビットが存在する(ACKビットの値が“1”(確認応答)である)かどうかを確認する。

【0082】

次に、ステップS 11において、ACKビットが存在しない場合(ステップS 11のN Oルート参照)、L 4解析部2 1は後述するステップS 17に移動する。

一方、ステップS 11において、ACKビットが存在する場合(ステップS 11のY E Sルート参照)、L 4解析部2 1は、ステップS 12において、シーケンス番号と上りL 7パケットシーケンス番号テーブル3 2の値とが一致するかどうかを判定する。

【0083】

ステップS 12において、シーケンス番号と上りL 7パケットシーケンス番号テーブル3 2の値とが一致しない場合(ステップS 12の“異なる”ルート参照)、下りL 7パケット(レスポンスメッセージ)に対する確認応答ではない。このため、L 4解析部2 1は後述するステップS 17に移動する。

一方、ステップS 12において値が一致する場合(ステップS 12の“同じ”ルート参照)、下りL 7パケット(レスポンスメッセージ)に対する確認応答である。このため、ステップS 13において、L 4解析部2 1は、確認応答先頭フラグ2 9の値が“1”(確認応答の先頭パケット)であるかどうかを判定する。

【0084】

ステップS 13において、確認応答先頭フラグ2 9の値が“0”(確認応答の2番目以降のパケット)である場合(ステップS 13の“0(2番目以降)”ルート参照)、L 4解析部2 1は後述するステップS 17に移動する。

一方、ステップS 13で確認応答先頭フラグ2 9の値が“1”である場合(ステップS 13の“1(先頭)”ルート参照)、確認応答の先頭パケットである。このため、ステップS 14において、L 4解析部2 1は、レスポンス時間算出のため、受信パケットの送信時刻を確認応答としての送信時刻テーブル3 5に保存する。これにより、結合パケットの場合であっても、当該結合パケットに対する確認応答パケットの先頭パケットの送信時刻を特定し、レスポンス時間を求めることが可能となる。

【0085】

レスポンスに対する確認応答の先頭の確認応答の送信時刻が求められたので、次に、ステップS 15において、L 4解析部2 1は、レスポンス時間算出部2 4にレスポンス時間算出依頼を通知する。レスポンス時間算出部2 4における処理の詳細については、図2 1を用いて後述する。

確認応答が連続する場合、2番目以降の確認応答は測定しないので、ステップS 16において、L 4解析部2 1は、確認応答先頭フラグテーブル3 9に確認応答の2番目以降のパケットであることを示す値“0”を設定する。

【0086】

次に、ステップS 17において、L 4解析部2 1は、受信パケットから確認応答番号(図4(c)のTCPヘッダ5 3の符号5 3 4参照)を読み出す。

ステップS 18において、L 4解析部2 1は、ステップS 17で読み出した確認応答番号が、下りL 7パケットシーケンス番号テーブル3 3に登録されている値と一致するかどうかを判定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 7 で読み出した確認応答番号が、下り L 7 パケットシーケンス番号テーブル 3 3 に登録されている値と一致しない場合（ステップ S 1 8 の“異なる”ルート参照）、L 4 解析部 2 1 は処理を終了する。

一方、ステップ S 1 7 で読み出した確認応答番号が下り L 7 パケットシーケンス番号テーブル 3 3 に登録されている値と一致する場合（ステップ S 1 8 の“同じ”ルート参照）、下り L 7 パケットに対する確認応答である。このため、ステップ S 1 9 において、L 4 解析部 2 1 は、R T T 算出のため、受信パケットの送信時刻を R T T 算出用確認応答送信時刻テーブル 3 7 に保存する。これにより、結合パケットの場合であっても、当該結合パケットに対する確認応答パケットの先頭パケットの送信時刻を特定し、R T T を算出することが可能となる。

10

【 0 0 8 8 】

レスポンスに対する確認応答の送信時刻が求められたので、ステップ S 2 0 において、L 4 解析部 2 1 は、R T T 算出部 2 3 に R T T 測定依頼を通知し、処理を終了する。R T T 算出部 2 3 における処理の詳細については以下で説明する。

次に、図 2 0 を参照して、R T T 算出部 2 3 の動作を説明する。

図 2 0 は、実施形態の一例における R T T 算出部 2 3 の動作を説明するフローチャートである。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 4 1 において、L 4 解析部 2 1 から R T T 算出依頼を通知される（図 1 9 のステップ S 2 0 参照）と、R T T 算出部 2 3 は、R T T 算出用確認応答送信時刻テーブル 3 7 の値から R T T 算出用下り L 7 パケット送信時刻テーブル 3 6 の値を減算して、R T T を算出する。

20

次に、ステップ S 4 2 において、R T T 算出部 2 3 は、ステップ S 4 1 で求めた R T T の値が“0”より大きいかどうかを判定する。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 4 2 において R T T の値が“0”以下の場合（ステップ S 4 2 の N O ルート参照）、無効な値であるため、R T T 算出部 2 3 は処理を終了する。

一方、ステップ S 4 2 において R T T の値が“0”より大きい場合（ステップ S 4 2 の Y E S ルート参照）、ステップ S 4 3 において、R T T 算出部 2 3 は、ステップ S 4 2 で求めた値を用いて、R T T の平均値を更新し、R T T 平均値テーブル 3 8 を更新して、処理を終了する。その際、R T T 算出部 2 3 は、R T T 平均値テーブル 3 8 に記憶されている平均値とデータの個数との積に、ステップ S 4 1 で求めた R T T の値を加算し、得られた和を（データ個数 + 1）で割ることで、R T T の平均値を更新する。

30

【 0 0 9 1 】

次に、図 2 1 を参照して、レスポンス時間算出部 2 4 の動作を説明する。

図 2 1 は、実施形態の一例におけるレスポンス時間算出部 2 4 の動作を説明するフローチャートである。

ステップ S 5 1 において、L 4 解析部 2 1 から R T T 算出依頼を通知される（図 1 9 のステップ S 1 5 参照）と、レスポンス時間算出部 2 4 は、確認応答としての送信時刻テーブル 3 5 の値から R T T 平均値テーブル 3 8 の値を減算し、本来のレスポンス送信時刻を求める。

40

【 0 0 9 2 】

次に、ステップ S 5 2 において、レスポンス時間算出部 2 4 は、ステップ S 5 1 で求めた本来のレスポンス送信時刻から、リクエスト送信時刻テーブル 3 4 の値を減算して、レスポンス時刻を算出する。

次に、ステップ S 5 3 において、レスポンス時間算出部 2 4 は、ステップ S 5 2 で求めたレスポンス時刻を保存し、レスポンス時間テーブル 4 1 を更新して、処理を終了する。

【 0 0 9 3 】

上記の処理により、T C P セグメンテーションオフロード機能の使用時にも、レスポンス

50

ス時間が算出される。

(C) 効果

前述の如く、上記の実施形態の一例によれば、レスポンス時間の算出にL4レベルの確認応答を使用するので、TCPセグメンテーションオフロード機能が使用されてパケットが結合された場合にも、レスポンス時間を算出することが可能となる。これにより、TCPセグメンテーション機能を備えたNIC6を有するシステム分析装置2において、単体パケット、結合パケットのいずれについても、レスポンス時間を算出することができる。

【0094】

その際、TCPセグメンテーション機能を備えたNIC6を有するシステム分析装置2において、往復遅延時間も取得できる。

10

従来のシステム分析装置は、図25に示すように、L4解析部121、L7解析部122、及びレスポンス時間算出部123を備える。

図25は、従来のシステム分析装置の機能構成を示す図である。

【0095】

従来手法においては、図25に示すように、L7解析部122がL7メッセージの組み立てを行ない、レスポンス時間を、リクエストとレスポンス間の間隔のみを用いて測定していた。

これに対し、図6に示すように、本実施形態の一例では、L7メッセージ組み立てを行なうことなく(L7の解析を必要とすることなく)、L4解析部21、RTT算出部23、及びレスポンス時間算出部24により、レスポンス時間を算出できる。

20

【0096】

詳細には、L4解析部21は、確認応答メッセージを分析することにより、RTTの算出に使用する確認応答を特定すると共に、RTT及びレスポンス時間の算出に用いる下りパケットの送信時刻を特定する。

次に、RTT算出部23は、L4解析部21によって特定された下りパケットの送信時刻を用いて、RTTを算出する。

【0097】

そして、レスポンス時間算出部24は、RTT算出部23が求めたRTTの値から、レスポンス時間を算出する。

このように、本実施形態の一例では、TCPセグメンテーションオフロード機能が使用されてパケットが結合された場合にも、L4解析部21、RTT算出部23、及びレスポンス時間算出部24により、L4メッセージを用いてレスポンス時間を算出できる。

30

【0098】

また、L7メッセージ組み立て処理と解析とが不要になるので、処理を簡略化し、処理の高速化を図ることができる。

(D) その他

なお、開示の技術は上述した実施形態に限定されるものではなく、本実施形態の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0099】

例えば、上記の実施形態においては、各テーブル31~39, 41を、システム分析装置2のディスクドライブ5に記憶しているが、各テーブル31~39, 41をシステム分析装置2のメモリ4に記憶してもよい。また、テーブル31~39, 41の一部をディスクドライブ5に記憶し、残りのテーブルをメモリ4に記憶してもよい。

40

又、上記の実施形態においては、RTT算出部23が、RTT平均値テーブル38に登録されているRTT平均値とデータ個数からRTTの平均値を更新していたが、平均の算出に使用するデータの個数を適宜変更してもよい。例えば、情報処理システム1の最新の状態を把握できるように、RTT算出部23が、直近の数個のRTTデータのみからRTTの平均値を算出してもよい。

【0100】

さらに、コネクション情報、上りL7パケットシーケンス番号、下りL7パケットシー

50

ケンス番号、リクエスト送信時刻、確認応答としての送信時刻、R T T算出用下り L 7 パケット送信時刻、R T T算出用確認応答送信時刻、R T T平均値、確認応答先頭フラグ、及びレスポンス時間を、テーブル 3 1 ~ 3 9 , 4 1 以外のデータ形式で管理してもよい。

なお、分析部 8、L 4 解析部 2 1、R T T算出部 2 3 及びレスポンス時間算出部 2 4 としての機能を実現する際には、内部記憶装置（本実施形態ではディスクドライブ 5 など）に格納されたプログラム（分析プログラム 1 4）がコンピュータのマイクロプロセッサ（本実施形態では C P U 3 など）によって実行される。

【 0 1 0 1 】

このとき、記憶媒体に記録されたプログラムをコンピュータが読み取って実行するようにしてもよい。

10

なお、分析部 8、L 4 解析部 2 1、R T T算出部 2 3 及びレスポンス時間算出部 2 4 としての機能を実現するためのプログラムは、例えばフレキシブルディスク、C D（C D - R O M , C D - R , C D - R W 等）、D V D（D V D - R O M , D V D - R A M , D V D - R , D V D + R , D V D - R W , D V D + R W , H D D V D 等）、ブルーレイディスク、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の、コンピュータ読取可能な記憶媒体に記録された形態で提供される。そして、コンピュータはその記憶媒体からプログラムを読み取って内部記憶装置又は外部記憶装置に転送し格納して用いる。又、そのプログラムを、例えば磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の記憶装置（記憶媒体）に記録しておき、その記憶装置から通信経路を介してコンピュータに提供するようにしてもよい。

20

【 0 1 0 2 】

なお、本実施形態において、コンピュータとは、ハードウェアとオペレーティングシステムとを含む概念であり、オペレーティングシステムの制御の下で動作するハードウェアを意味している。又、オペレーティングシステムが不要でアプリケーションプログラム単独でハードウェアを動作させるような場合には、そのハードウェア自体がコンピュータに相当する。ハードウェアは、少なくとも、C P U 3 等のマイクロプロセッサと、記憶媒体に記録されたコンピュータプログラムを読み取るための手段とをそなえており、本実施形態においては、ストレージ装置 3 がコンピュータとしての機能を有しているのである。

【 0 1 0 3 】

なお、本実施形態において、コンピュータとは、ハードウェアとオペレーティングシステムとを含む概念であり、オペレーティングシステムの制御の下で動作するハードウェアを意味している。

30

（ E ）付記

以上の実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【 0 1 0 4 】

（付記 1）

リクエストと、前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスと、前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答と、を受信する受信部と、受信された前記結合レスポンスに対応する確認応答を検出する解析部と、受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、検出された前記確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出する第 1 算出部と、を備えることを特徴とする分析装置。

40

【 0 1 0 5 】

（付記 2）

前記リクエストと、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する第 2 算出部をさらに備え、

前記解析部は、前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、

前記第 2 算出部は、前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいて前記レスポンス時間を算出することを特徴とする付記 1 記載の分析装置。

【 0 1 0 6 】

50

(付記 3)

第 1 情報処理装置と、
前記第 1 情報処理装置にネットワークを介して接続された第 2 情報処理装置と、
分析装置と、を備え、
前記分析装置は、

前記第 1 情報処理装置から前記第 2 情報処理装置に送信されたリクエストと、前記第 2 情報処理装置から前記第 1 情報処理装置に送信され、前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスと、前記第 2 情報処理装置から前記第 1 情報処理装置に送信された前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答と、を受信する受信部と、

10

受信された前記結合レスポンスに対応する確認応答を検出する解析部と、

受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、検出された前記確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出する第 1 算出部と、を備えることを特徴とする情報処理システム。

【0107】

(付記 4)

前記分析装置は、前記リクエストと、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出する第 2 算出部をさらに備え、

前記解析部は、前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、

前記第 2 算出部は、前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいて前記レスポンス時間を算出することを特徴とする付記 3 記載の情報処理システム。

20

【0108】

(付記 5)

リクエストを受信し、

前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスを受信し、

前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答を受信し、

受信された前記結合レスポンスに対応する確認応答を検出し、

受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、検出された前記確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出することを特徴とする分析方法。

30

【0109】

(付記 6)

前記リクエストと、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出し、

前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、

前記第 2 算出部は、前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出された前記往復遅延時間とに基づいて前記レスポンス時間を算出することを特徴とする付記 5 記載の分析方法。

【0110】

40

(付記 7)

リクエストを受信し、

前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスを受信し、

前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答を受信し、

受信された前記結合レスポンスに対応する確認応答を検出し、

受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、検出された前記確認応答の受信時刻とに基づいて往復遅延時間を算出する、
動作をコンピュータに実行させることを特徴とする分析プログラム。

【0111】

(付記 8)

50

前記コンピュータによって実行されたときに、該コンピュータに、
前記リクエストと、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出し

、
前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、
前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出され
た前記往復遅延時間とに基づいて前記レスポンス時間を算出する、
動作を前記コンピュータに実行させることを特徴とする付記 7 記載の分析プログラム。

【 0 1 1 2 】

(付記 9)

リクエストを受信し、
前記リクエストに対応する複数のレスポンスを結合した結合レスポンスを受信し、
前記複数のレスポンスの各々に対応する複数の確認応答を受信し、
受信された前記結合レスポンスに対応する確認応答を検出し、
受信された前記結合レスポンスの受信時刻と、検出された前記確認応答の受信時刻とに
基づいて往復遅延時間を算出する、
動作をコンピュータに実行させる分析プログラムを記録していることを特徴とするコンピ
ュータ可読記憶媒体。

【 0 1 1 3 】

(付記 1 0)

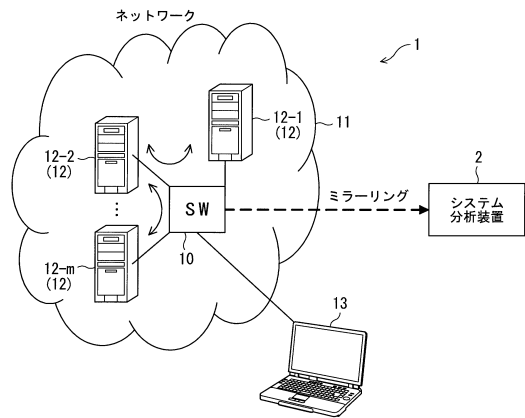
前記リクエストと、算出された前記往復遅延時間とに基づいてレスポンス時間を算出し
、
前記複数の確認応答のうちの先頭の確認応答を検出し、
前記リクエストの受信時刻と、検出された前記先頭の確認応答の受信時刻と、算出され
た前記往復遅延時間とに基づいて前記レスポンス時間を算出する、
動作を前記コンピュータに実行させる分析プログラムを記録していることを特徴とする付
記 9 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【 符号の説明 】

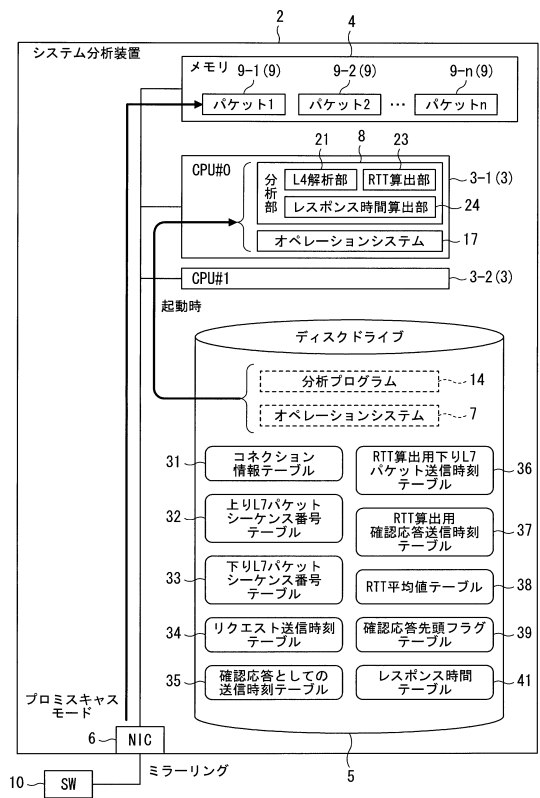
【 0 1 1 4 】

- | | | |
|-----|---------------------------------|----|
| 1 | 情報処理システム | |
| 1 0 | スイッチ | 30 |
| 1 1 | ネットワーク | |
| 1 2 | サーバ (第 1 の通信装置、第 2 情報処理装置) | |
| 1 3 | クライアント (第 1 の通信装置、第 2 情報処理装置) | |
| 2 | システム分析装置 (分析装置) | |
| 1 4 | 分析プログラム | |
| 2 1 | L 4 解析部 (解析部) | |
| 2 3 | R T T 算出部 (第 1 算出部) | |
| 2 4 | レスポンス時間算出部 (第 2 算出部) | |
| 3 | C P U | |
| 4 | メモリ | 40 |
| 5 | ディスクドライブ | |
| 6 | N I C (受信部) | |
| 7 | オペレーションシステム | |
| 8 | 分析部 | |

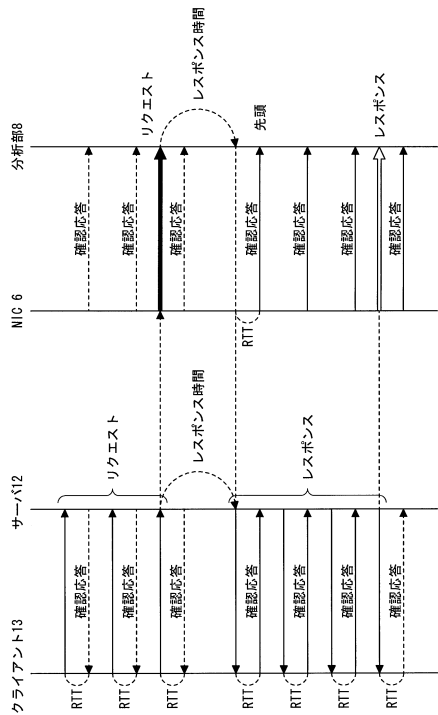
【図 1】



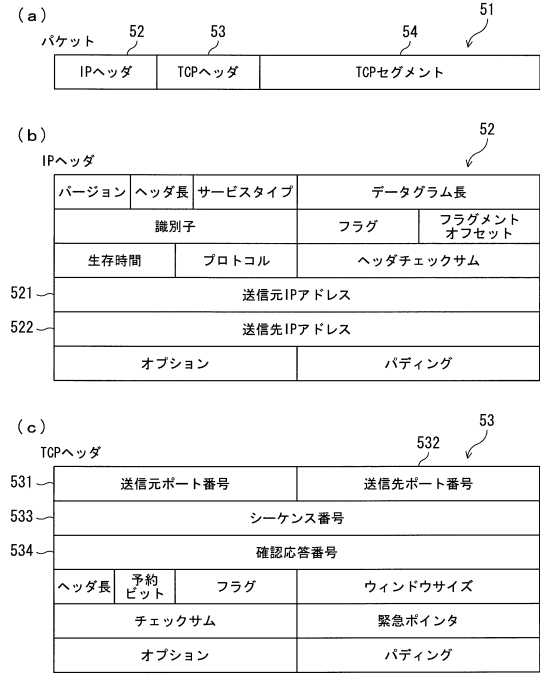
【図 2】



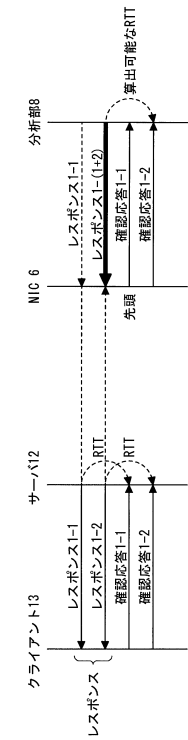
【図 3】



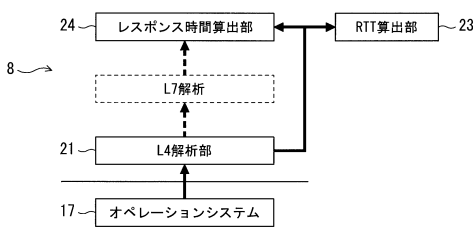
【図 4】



【図 5】



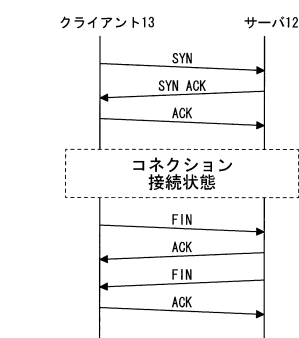
【図 6】



【図 7】

接続先IPアドレス	接続先ポート番号	接続元IPアドレス	接続元ポート番号	コネクション番号
10.1.1.1	80	1.1.1.1	10000	1
10.1.1.2	8002	1.1.1.2	20000	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10.1.1.10	8080	1.1.10.2	30000	10

【図 8】



【図 9】

コネクション番号	シーケンス番号
1	730
2	27857
⋮	⋮
10	29943

【図 10】

コネクション番号	シーケンス番号
1	465
2	8211893
⋮	⋮
10	8725681

【図 1 1】

341 コネクション番号	342 時刻
1	22:23:40.000000
2	22:23:44.000100
⋮	⋮
10	22:23:48.000800

【図 1 4】

371 コネクション番号	372 時刻
1	22:23:47.000000
2	22:23:46.000100
⋮	⋮
10	22:23:49.000800

【図 1 2】

351 コネクション番号	352 時刻
1	22:23:50.000000
2	22:23:48.000100
⋮	⋮
10	22:23:52.000800

【図 1 5】

381 コネクション番号	382 平均値	383 個数
1	0.000020	100
2	0.000010	500
⋮	⋮	⋮
10	0.000015	250

【図 1 3】

361 コネクション番号	362 時刻
1	22:23:48.000000
2	22:23:47.000100
⋮	⋮
10	22:23:51.000800

【図 1 6】

391 コネクション番号	392 フラグ
1	1
2	0
⋮	⋮
10	1

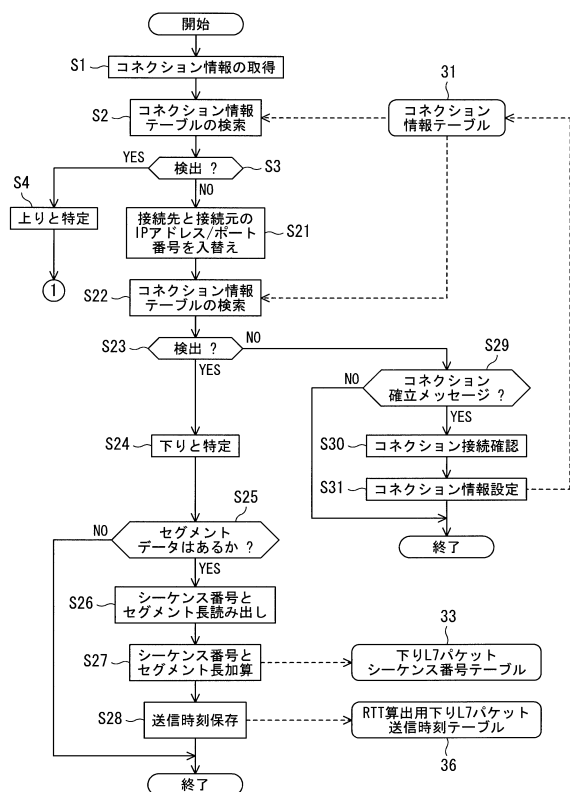
【図 1 7】

42 コネクション番号	431 発生時刻	432 レスポンス時間
1	22:23:40.000000	10
2	22:23:44.000100	20
⋮	⋮	⋮
10	22:23:48.000800	5

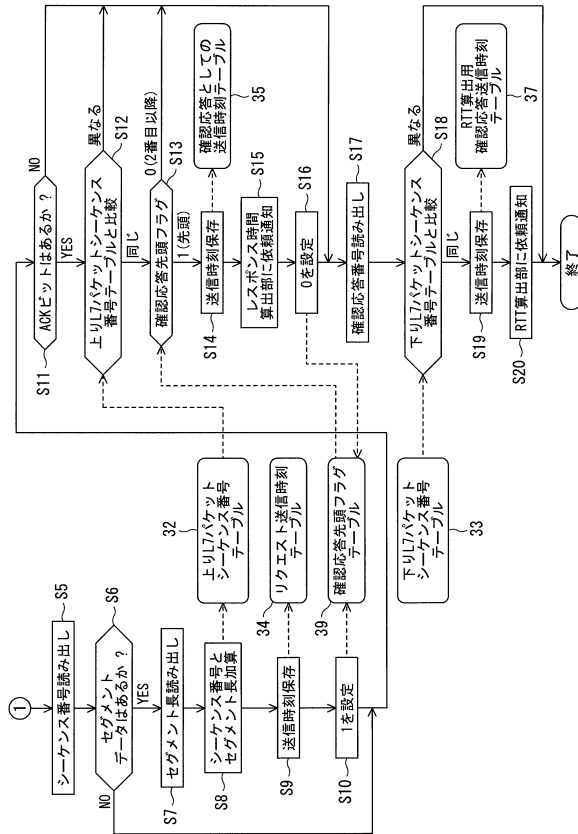
431 発生時刻	432 レスポンス時間
22:23:40.000500	30
22:23:40.000700	40
⋮	⋮
22:23:41.000000	100

431 発生時刻	432 レスポンス時間
22:23:39.000000	1
22:23:39.000200	2
⋮	⋮
22:23:40.000000	10

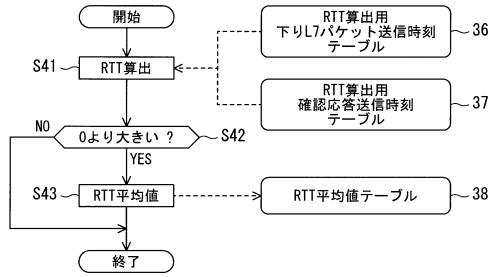
【図 1 8】



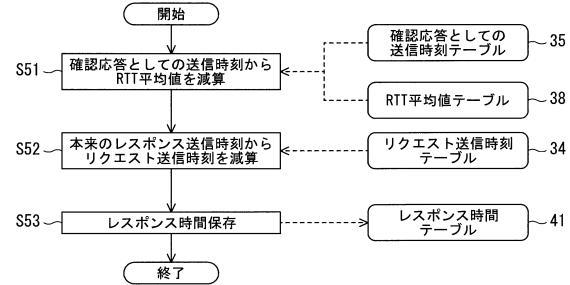
【図 19】



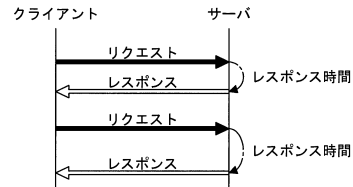
【図 20】



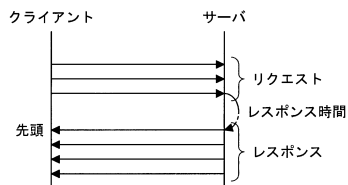
【図 21】



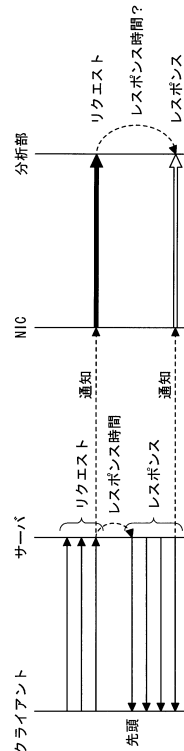
【図 22】



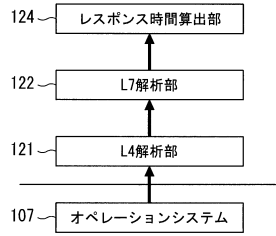
【図 23】



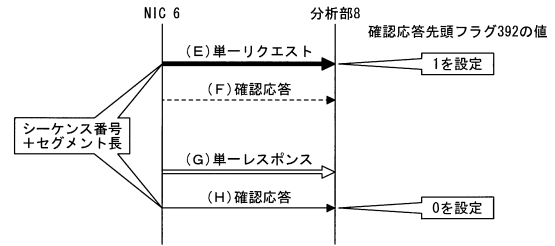
【図 24】



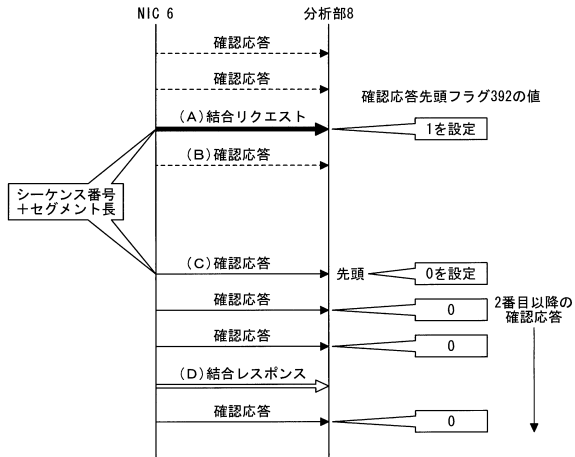
【図 25】



【図 27】



【図 26】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-197583(JP,A)
国際公開第2012/093034(WO,A1)
米国特許出願公開第2006/0034176(US,A1)
特開2008-186331(JP,A)
特開2010-035147(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/70