

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5013268号
(P5013268)

(45) 発行日 平成24年8月29日(2012.8.29)

(24) 登録日 平成24年6月15日(2012.6.15)

(51) Int.Cl.	F I		
HO4L 12/56 (2006.01)	HO4L 12/56	400B	
HO4M 3/26 (2006.01)	HO4M 3/26	A	
HO4M 3/00 (2006.01)	HO4M 3/26	G	
	HO4M 3/00	E	

請求項の数 14 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2007-553011 (P2007-553011)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成19年1月9日(2007.1.9)		日本電気株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/050090		東京都港区芝五丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02007/078008	(74) 代理人	100130029
(87) 国際公開日	平成19年7月12日(2007.7.12)		弁理士 永井 道雄
審査請求日	平成21年12月14日(2009.12.14)	(74) 代理人	100166338
(31) 優先権主張番号	特願2006-1868 (P2006-1868)		弁理士 関口 正夫
(32) 優先日	平成18年1月6日(2006.1.6)	(74) 代理人	100152054
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 仲野 孝雅
	(出願人による申告)平成17年度、総務省、「次世代バックボーンに関する研究開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願	(72) 発明者	山崎 康広
			日本国東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		審査官	安藤 一道

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伝送路の品質計測装置、通信システム、品質計測方法および品質計測プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

データが伝送する伝送路と、
 前記伝送路により接続される第1及び第2の通信端末と、
 前記第1の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、
 前記第2の通信端末に接続される品質計測装置とを備え、
 前記品質計測装置は、前記第2の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、
 前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を演算する観測時間計算部と、
 前記観測時間計算部によって演算された時間間隔で前記品質計測部による計測を開始させる計測開始制御部と、を有し、
 前記観測時間は、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する時間であり、
 前記観測時間計算部は、前記計測精度を維持するように、前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔と、送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、
 前記送信レート設定部は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する通信システム。

【請求項2】

データが伝送する伝送路と、
前記伝送路により接続される第 1 及び第 2 の通信端末と、
前記第 1 の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、
前記送信レート設定部に接続される品質計測装置と、
前記第 2 の通信端末に接続されるデータ蓄積部とを備え、
前記品質計測装置は、前記データ蓄積部から送信され前記第 1 の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、
前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を演算する観測時間計算部と、
前記観測時間計算部によって演算された時間間隔で前記品質計測部による計測を開始させる計測開始制御部と、を有し、
前記観測時間は、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する時間であり、
前記観測時間計算部は、前記計測精度を維持するように、前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔と、送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、
前記送信レート設定部は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する通信システム。

10

【請求項 3】

伝送路を伝送する検査パケットの送信レートを設定する送信レート設定部と、
前記伝送路を伝送する検査パケットに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、
前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を演算する観測時間計算部と、
前記観測時間計算部によって演算された時間間隔で前記品質計測部による計測を開始させる計測開始制御部と、を具備し、
前記観測時間は、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する時間であり、
前記観測時間計算部は、前記計測精度を維持するように、前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔と、前記検査パケットの送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、
前記送信レート設定部は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送する前記検査パケットの送信レートを設定する検査パケット指示装置。

20

30

【請求項 4】

データが伝送する伝送路と、
前記伝送路により接続される第 1 及び第 2 の通信端末と、
前記第 1 の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、
前記第 2 の通信端末に接続され、前記第 2 の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部を有する品質計測装置と、を備えた通信システムの品質計測方法であって、
前記品質計測装置において、
前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する観測時間を確保するための時間間隔を演算し、
演算された前記時間間隔で前記品質計測部による計測を開始し、
前記計測精度を維持するように、前記観測時間を確保するための時間間隔と送信レートとを演算し、
前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、
前記送信レート設定部によって、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートが設定される品質計測方法。

40

【請求項 5】

50

データが伝送する伝送路と、
前記伝送路により接続される第 1 及び第 2 の通信端末と、
前記第 1 の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、
前記第 2 の通信端末に接続されるデータ蓄積部と、
前記送信レート設定部に接続され、前記データ蓄積部から送信され前記第 1 の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部を有する品質計測装置と、を備えた通信システムの品質計測方法であって、
前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する観測時間を確保するための時間間隔を演算し、演算された前記時間間隔で前記品質計測部による計測を開始し、
前記計測精度を維持するように、前記観測時間を確保するための時間間隔と送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送り、前記送信レート設定部によって、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートが設定される品質計測方法。

10

【請求項 6】

伝送路を伝送する検査パケットの送信レートを設定する送信レート設定部と、
前記伝送路を伝送する検査パケットに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、を備えた検査パケット指示装置の品質計測方法であって、
前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する観測時間を確保するための時間間隔を演算し、
演算された前記時間間隔で前記品質計測部による計測を開始し、
前記計測精度を維持するように、前記観測時間を確保するための時間間隔と送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送り、前記送信レート設定部によって、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートが設定される品質計測方法。

20

【請求項 7】

伝送路を伝送する前記検査パケットの送信レートを設定する検査パケット指示装置としてのコンピュータに、
伝送路を伝送する検査パケットの送信レートを設定する送信レート設定機能と、
前記伝送路を伝送する検査パケットに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測機能と、
前記品質計測機能によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する観測時間を確保するための時間間隔を演算する観測時間計算機能と、
前記観測時間計算機能によって演算された時間間隔で前記品質計測機能による計測を開始させる計測開始制御機能と、を実現させるとともに、
前記観測時間計算機能は、前記計測精度を維持するように、前記品質計測機能の観測時間を確保するための時間間隔と、前記検査パケットの送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定機能に送る処理を実行し、
前記送信レート設定機能は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送する前記検査パケットの送信レートを設定する処理を実行する品質計測プログラム。

30

40

【請求項 8】

データが伝送する伝送路と、
前記伝送路により接続される第 1 及び第 2 の通信端末と、
前記第 1 の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、
前記第 2 の通信端末に接続される品質計測装置とを備え、
前記品質計測装置は、前記第 2 の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、
前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を設定する観測時間計算部と、

50

前記観測時間計算部によって設定された時間間隔で前記品質計測部による計測を開始させる計測開始制御部と、を有し、

前記観測時間は、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する時間であり、

前記観測時間計算部は、前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を固定して、前記計測精度を維持するように送信レートを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、

前記送信レート設定部は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する通信システム。

【請求項 9】

データが伝送する伝送路と、

前記伝送路により接続される第 1 及び第 2 の通信端末と、

前記第 1 の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、

前記第 2 の通信端末に接続され、前記第 2 の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部を有する品質計測装置と、を備えた通信システムの品質計測方法であって、

前記品質計測装置において、

前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を固定して、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるように送信レートを演算し、

前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、

前記送信レート設定部によって、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートが設定される品質計測方法。

【請求項 10】

前記伝送路からのデータを蓄積するデータ蓄積部を備え、前記観測時間計算部は、該データ蓄積部に蓄積されるデータの積算量が予め定めた量以上となる時間を前記時間間隔とすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の通信システム。

【請求項 11】

前記観測時間計算部は、所定の条件の下に前記伝送路を伝送するデータを抽出し、抽出されたデータが予め定めたサンプル数以上になる時間を推定し、推定した時間を前記時間間隔とすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の通信システム。

【請求項 12】

前記通信品質は、通信量、データ損失量、データ損失率、遅延時間、遅延変動及び遅延分布の少なくとも 1 つに関する品質であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の通信システム。

【請求項 13】

前記計測精度は、計測結果のエラー率と、このエラー率となる区間に本当の値が入っている確率としての信頼区間が一定範囲に収まることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の通信システム。

【請求項 14】

前記計測精度は、品質計測対象のサンプル数が一定数以上になることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワーク等の伝送路の通信品質を計測する品質計測装置、通信システム、品質計測方法およびネットワークの通信品質精度保証を行うための品質計測プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

自装置が相手先の装置と通信を行う場合、これらの装置の間を經由するネットワークの品質が問題となる場合が多い。本明細書でネットワークの品質とは、たとえば実効速度としてのスループットや、送出したパケットが紛失するパケットロス、パケット損失率、伝送に要する遅延時間、パケットの到達の時間的な変動としてのジッタ(jitter)、ある通信端末と他の通信端末の間でパケットが往復する時間としてのRTT(Round Trip Time)、パケット遅延分布のことを指す。

【0003】

従来からネットワークの品質を計測する提案がある。このうちの1つが、ネットワークに流れるパケットをサンプリングキャプチャして、流れているパケットのトラフィックを計るパッシブ計測を使用した第1の提案である(たとえば非特許文献1参照)。

10

【0004】

次に、従来行われた第2の提案として、ネットワークに自ら検査用のパケットを流すことによってネットワークのパケットロス率を計るアクティブ計測(たとえば非特許文献2参照)について説明する。

【非特許文献1】菅内公德、樋口秀光、土屋一暁、水野潤、“高トラフィックネットワークにおけるトラフィック監視技術”、信学技報 NS2003-312、IN2003-267(2004-03)、2004年3月

【非特許文献2】鶴正人、植月修志、北口善明、中川晋一、尾家祐二、“エンドツーエンド計測からの内部パケットロス率の推定実験”、信学技報 NS2001-226(2002-03)、2002年3月

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記第1及び第2の提案のような、パッシブ形のサンプリングによる品質計測やアクティブ型の品質計測において、伝送路の計測結果の信頼性や精度の更なる向上が望まれていた。また、パッシブ形のサンプリングによる品質計測やアクティブ型の品質計測において、得られたある時刻の結果と違う時刻の結果を比較する場合や、あるフローとその他のフローを比較する場合の比較が容易な品質計測装置が望まれていた。

【0006】

そこで本発明の目的は、パッシブ形のサンプリングによる品質計測やアクティブ型の品質計測で、伝送路の計測結果の信頼性や精度を向上させることができる品質計測装置、通信システム、品質計測方法および品質計測プログラムを提供することにある。

30

【0007】

本発明の他の目的は、パッシブ形のサンプリングによる品質計測やアクティブ型の品質計測で、得られたある時刻の結果と違う時刻の結果を比較する場合や、あるフローとその他のフローを比較する場合の比較が容易な品質計測装置、通信システム、品質計測方法および品質計測プログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の通信システムは、データが伝送する伝送路と、
前記伝送路により接続される第1及び第2の通信端末と、
前記第1の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、
前記第2の通信端末に接続される品質計測装置とを備え、
前記品質計測装置は、前記第2の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、
前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を演算する観測時間計算部と、
前記観測時間計算部によって演算された時間間隔で前記品質計測部による計測を開始させる計測開始制御部と、を有し、
前記観測時間は、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維

40

50

持されるのに要する時間であり、

前記観測時間計算部は、前記計測精度を維持するように、前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔と、送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、

前記送信レート設定部は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する通信システムである。

【 0 0 0 9 】

本発明の通信システムは、データが伝送する伝送路と、

前記伝送路により接続される第 1 及び第 2 の通信端末と、

前記第 1 の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、

前記送信レート設定部に接続される品質計測装置と、

前記第 2 の通信端末に接続されるデータ蓄積部とを備え、

前記品質計測装置は、前記データ蓄積部から送信され前記第 1 の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、

前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を演算する観測時間計算部と、

前記観測時間計算部によって演算された時間間隔で前記品質計測部による計測を開始させる計測開始制御部と、を有し、

前記観測時間は、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する時間であり、

前記観測時間計算部は、前記計測精度を維持するように、前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔と、送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、

前記送信レート設定部は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する通信システムである。

【 0 0 1 0 】

本発明の検査パケット指示装置は、伝送路を伝送する検査パケットの送信レートを設定する送信レート設定部と、

前記伝送路を伝送する検査パケットに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、

前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を演算する観測時間計算部と、

前記観測時間計算部によって演算された時間間隔で前記品質計測部による計測を開始させる計測開始制御部と、を具備し、

前記観測時間は、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する時間であり、

前記観測時間計算部は、前記計測精度を維持するように、前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔と、前記検査パケットの送信レートとを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、

前記送信レート設定部は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送する前記検査パケットの送信レートを設定する検査パケット指示装置である。

【 0 0 1 1 】

本発明の品質計測方法は、データが伝送する伝送路と、

前記伝送路により接続される第 1 及び第 2 の通信端末と、

前記第 1 の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、

前記第 2 の通信端末に接続され、前記第 2 の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部を有する品質計測装置と、を備えた通信システムの品質計測方法であって、

前記品質計測装置において、

前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要す

10

20

30

40

50

る観測時間を確保するための時間間隔を演算し、
演算された前記時間間隔で前記品質計測部による計測を開始し、
前記計測精度を維持するように、前記観測時間を確保するための時間間隔と送信レート
とを演算し、
前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、
前記送信レート設定部によって、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路
を伝送するデータの送信レートが設定される品質計測方法である。

【0012】

本発明の品質計測方法は、データが伝送する伝送路と、
前記伝送路により接続される第1及び第2の通信端末と、
前記第1の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する
送信レート設定部と、
前記第2の通信端末に接続されるデータ蓄積部と、
前記送信レート設定部に接続され、前記データ蓄積部から送信され前記第1の通信端末
で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部を有する品質計
測装置と、を備えた通信システムの品質計測方法であって、
前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要す
る観測時間を確保するための時間間隔を演算し、演算された前記時間間隔で前記品質計測
部による計測を開始し、
前記計測精度を維持するように、前記観測時間を確保するための時間間隔と送信レート
とを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送り、前記送信レ
ート設定部によって、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデ
ータの送信レートが設定される品質計測方法である。

【0013】

本発明の品質計測方法は、伝送路を伝送する検査パケットの送信レートを設定する送信
レート設定部と、
前記伝送路を伝送する検査パケットに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計
測部と、を備えた検査パケット指示装置の品質計測方法であって、
前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要す
る観測時間を確保するための時間間隔を演算し、
演算された前記時間間隔で前記品質計測部による計測を開始し、
前記計測精度を維持するように、前記観測時間を確保するための時間間隔と送信レート
とを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送り、前記送信レ
ート設定部によって、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデ
ータの送信レートが設定される品質計測方法である。

【0014】

本発明の品質計測プログラムは、伝送路を伝送する前記検査パケットの送信レートを設
定する検査パケット指示装置としてのコンピュータに、
伝送路を伝送する検査パケットの送信レートを設定する送信レート設定機能と、
前記伝送路を伝送する検査パケットに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計
測機能と、
前記品質計測機能によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要
する観測時間を確保するための時間間隔を演算する観測時間計算機能と、
前記観測時間計算機能によって演算された時間間隔で前記品質計測機能による計測を開
始させる計測開始制御機能と、を実現させるとともに、
前記観測時間計算機能は、前記計測精度を維持するように、前記品質計測機能の観測時
間を確保するための時間間隔と、前記検査パケットの送信レートとを演算し、前記送信レ
ートに関する情報を前記送信レート設定機能に送る処理を実行し、
前記送信レート設定機能は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝
送する前記検査パケットの送信レートを設定する処理を実行する品質計測プログラムであ

10

20

30

40

50

る。

【0015】

本発明の通信システムは、データが伝送する伝送路と、
前記伝送路により接続される第1及び第2の通信端末と、
前記第1の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、

前記第2の通信端末に接続される品質計測装置とを備え、
前記品質計測装置は、前記第2の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部と、

前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を設定する観測時間計算部と、
前記観測時間計算部によって設定された時間間隔で前記品質計測部による計測を開始させる計測開始制御部と、を有し、

前記観測時間は、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるのに要する時間であり、

前記観測時間計算部は、前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を固定して、前記計測精度を維持するように送信レートを演算し、前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、

前記送信レート設定部は、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する通信システムである。

【0016】

本発明の品質計測方法は、データが伝送する伝送路と、
前記伝送路により接続される第1及び第2の通信端末と、
前記第1の通信端末に接続され、前記伝送路を伝送するデータの送信レートを設定する送信レート設定部と、

前記第2の通信端末に接続され、前記第2の通信端末で受信したデータに基づいて前記伝送路の通信品質を計測する品質計測部を有する品質計測装置と、を備えた通信システムの品質計測方法であって、

前記品質計測装置において、
前記品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔を固定して、前記品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるように送信レートを演算し、

前記送信レートに関する情報を前記送信レート設定部に送信し、
前記送信レート設定部によって、前記送信レートに関する情報に基づいて、前記伝送路を伝送するデータの送信レートが設定される品質計測方法である。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、品質計測部によって計測する通信品質が設定された計測精度に維持されるように、観測時間計算部により観測時間が決定されるので、得られた品質計測結果が一定精度を保證でき、伝送路の計測結果の信頼性や精度を向上させることができる。

また、これにより、得られたある時刻の結果と違う時刻の結果を比較する場合や、あるフローとその他のフローを比較する場合の比較を容易にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第1の実施形態におけるネットワークの品質計測が可能な通信システムの構成を示すシステム構成図である。

【図2】第1の実施形態の通信システムにおけるネットワークについての品質計測処理の流れ図である。

【図3】本発明の第2の実施形態におけるネットワークの品質計測が適用される通信システムの構成を示すシステム構成図である。

【図4】第2の実施形態の通信システムにおけるネットワークについての品質計測処理の流れ図である。

【図 5】本発明の第 3 の実施形態におけるネットワークの品質計測が適用される通信システムの構成を示すシステム構成図である。

【図 6】第 3 の実施形態における検査パケット指示装置および品質計測装置を具体的に表わしたシステム構成図である。

【図 7】第 3 の実施形態の通信システムにおけるネットワークについての品質計測処理の流れ図である。

【図 8】第 4 の実施形態におけるネットワークの品質計測が可能な通信システムの構成を示すシステム構成図である。

【図 9】コンピュータの一構成例を示す図である。

【図 10】従来の第 1 の提案によるパッシブ形のサンプリング計測でネットワークの品質計測が適用される通信システムの構成図である。

10

【図 11】第 1 の提案による品質計測装置の構成の概要を表わしたブロック図である。

【図 12】第 1 の提案の品質計測装置の計測処理を表わした流れ図である。

【図 13】従来の第 2 の提案によるアクティブ型の品質計測でネットワークの品質計測が適用される通信システムの構成図である。

【図 14】第 2 の提案における検査パケット指示装置および品質計測装置をより具体的に表わした通信システムのブロック図である。

【図 15】第 2 の提案の通信システムでのネットワークの品質計測処理の流れ図である。

【符号の説明】

20

【0022】

301、501、701 第 1 の通信端末

302、502、702 第 2 の通信端末

303、308、504、704、707 データ受信部

304、307、503、703、706 データ送信部

306 第 1 のサンプリングキャプチャ装置

311 第 2 のサンプリングキャプチャ装置

314、512、712 品質計測装置

322、522、732 パケット蓄積部

323、524、734 品質計測部

30

324、526、736 計測トリガ部

325、528、738 観測時間計算部

511、711 検査パケット指示装置

513、721 送信レート設定部

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

まず、本発明の実施形態の説明に先立って、本発明に関連する 2 つの通信システムについて説明する。後述する本発明の実施形態は以下に説明する通信システムを改良、変更したものである。

【0024】

40

[本発明に関連する通信システム]

図 10 ~ 図 12 は、本発明に関連する第 1 の通信システムを説明するための図であり、このうち図 10 はネットワークの品質の計測が適用される第 1 の通信システムの構成を示した図である。この通信システムで、第 1 の通信端末 101 と第 2 の通信端末 102 の間で、パケット通信の品質を計測する。第 1 の通信端末 101 のデータ受信部 103 と第 2 の通信端末 102 のデータ送信部 104 を結ぶ通信リンク 105 上に、分岐装置としての第 1 のサンプリングキャプチャ装置 106 が配置されている。また、第 1 の通信端末 101 のデータ送信部 107 と第 2 の通信端末 102 のデータ受信部 108 を結ぶ通信リンク 109 上に、他の分岐装置としての第 2 のサンプリングキャプチャ装置 111 が配置されている。第 1 および第 2 のサンプリングキャプチャ装置 106、111 からそれぞれ分岐

50

して得られる計測対象のパケット 112、113は、品質計測装置 114に入力され、ここでパケット通信の品質の計測が行われるようになっている。

【0025】

図 11は、この第 1の通信システムによる品質計測装置の構成の概要を表わした図である。品質計測装置 114は、第 1および第 2のサンプリングキャプチャ装置 106、111からサンプリングキャプチャしたパケット 112、113をそれぞれ蓄積するパケット蓄積部 121と、このパケット蓄積部 121に蓄積されたデータを解析して品質を計測する品質計測部 122と、品質計測部 122に品質解析のタイミングを通知する計測トリガ部 123と、品質計測部 122の品質結果を蓄積しておく品質結果保持部 124と、品質結果保持部 124の保持している品質結果を図示しないディスプレイ等の表示手段に対して結果表示信号 125として出力する品質表示部 126から構成されている。

10

【0026】

ここで、品質計測部 122は、ネットワークの品質や、同一の送信端末や受信端末、プロトコル等の組み合わせによって決定されるフロー等の品質を計測するようになっている。また、計測トリガ部 123には観測間隔設定情報 127が品質計測装置 114の外部のシステムから入力されるようになっている。

【0027】

この第 1の通信システムでは、図 10に示す第 1および第 2の通信端末 101、102を結ぶネットワークを流れるパケットを品質計測装置 114でキャプチャする(取り込む)ことにより、処理が開始される。第 1および第 2のサンプリングキャプチャ装置 106、111から入力されたデータとしてのパケットは、パケット蓄積部 121で受信され、データ取得時刻を記載しながら蓄積されていく。

20

【0028】

計測トリガ部 123では、計測開始前に使用者が設定した観測間隔設定情報 127による観測間隔時間を参照する。そして、その観測間隔時間が到来するたびに品質計測部 122に対して、品質計測の開始を伝える。品質計測部 122では、計測トリガ部 123からの品質計測開始処理命令 131が伝えられるたびに品質計算を開始する。品質計算処理は、パケット蓄積部 121から前回の計測以降に得られたデータを基にして、また、処理開始直後は、品質計測を開始した以降に受信したデータを基にして、それぞれ品質の計測を行うことになる。

30

【0029】

この第 1の通信システムで行っている品質計測は、データ量を対象としており、品質計測部 122は次の(1)式で表わされる計算を行っている。この(1)式で英字 n はサンプリングキャプチャを行ったデータ数を表わしており、英字 s はサンプリング確率を表わしている。

【0030】

$$\text{予測通信データ量} = n / s \quad \dots \dots (1)$$

【0031】

この(1)式でデータ数 n は、受信したデータをすべて対象とした場合に、キャプチャした回線全体のデータ通信量の予測通信データ量となる。また、受信したデータの中の、ある特定フローのみを対象とした場合、データ数 n は、その回線内を通過した該当フローの予測通信データ量となる。第 1の通信システムで品質計測部 122による品質計測処理が終了すると、その計算結果を表わしたデータ 133が品質結果保持部 124に記録される。計算が終了すると、品質計測部 122は、計測トリガ部 123からの品質計測開始処理命令 131がくるまで、処理を停止する。

40

【0032】

品質表示部 126は、システムから指示されたタイミングで、品質結果保持部 124に蓄積された品質計測結果をディスプレイ等の表示手段に出力する。ここでシステムからのタイミングとは、装置が事前に設定している固定的な時間間隔の場合もあれば、通信量が一定値を超えた、あるいは一定値以下となった等のイベントによる場合のような各種の場

50

合が想定される。

【 0 0 3 3 】

図 1 2 は、この品質計測装置の計測処理の流れを表わした図である。この品質計測装置 1 1 4 は図示しない C P U (Central Processing Unit) が図示しない記憶媒体に格納した制御プログラムを実行することで、一連の計測処理を行っている。図 1 1 と共に説明を行う。まず、品質計測装置 1 1 4 は品質計測開始処理命令 1 3 1 の出力される観測間隔 T a の設定処理を行う (ステップ S 2 0 1) 。この後、計測処理が開始される (ステップ S 2 0 2) 。これにより、第 1 および第 2 のサンプリングキャプチャ装置 1 0 6 、 1 1 1 でキャプチャされたデータとしてのパケット 1 1 2 、 1 1 3 が、品質計測装置 1 1 4 内のパケット蓄積部 1 2 1 に蓄積されていく。

10

【 0 0 3 4 】

次のステップ S 2 0 3 で、計測トリガ部 1 2 3 から品質計測部 1 2 2 へ品質計測開始処理命令 1 3 1 を送った計算時刻 T b を記録する。計算時刻 T b を記録した後、品質計測処理が開始される (ステップ S 2 0 4) 。この品質計測処理では、パケット蓄積部 1 2 1 から、前回の計測以降に得られたデータ、あるいは処理開始直後の場合には、品質計測開始した以降に受信したデータを基にして、品質計測を行う。この第 1 の通信システムで行っている品質の計測は、データ量を対象としており、(1) 式の計算を行っている。

【 0 0 3 5 】

この (1) 式による計算でのデータ数 n は、受信したデータをすべて対象とした場合に、キャプチャした回線全体のデータ通信量の予測通信データ量となる。また、受信したデータのうちの、ある特定フローのみを対象とした場合には、その回線内を通過した該当フローの予測通信データ量となる。

20

【 0 0 3 6 】

このステップ S 2 0 4 による品質計算の処理が終了すると、その計算結果としてのデータ 1 3 3 が品質結果保持部 1 2 4 へ記録される。計算が終了すると、品質計測部 1 2 2 は、計測トリガ部 1 2 3 からの品質計測開始処理命令 1 3 1 がくるまで、処理を停止し、次のステップ S 2 0 5 に進む。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 2 0 5 では、計測処理が終了したかどうかの判定が行われる。したがって、その前にシステムからの計測停止指示があった場合には、品質計測処理を停止して (Y E S) 、計測を終了する (エンド) 。システムからの計測停止指示がない場合には (ステップ S 2 0 5 : N O) 、ステップ S 2 0 6 に処理が進む。

30

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 0 6 では、計測トリガ部 1 2 3 の処理の一部が行われる。最後に品質計測を開始した計算時刻 T b と観測間隔 T a を加算した値が次の品質計測開始時刻となる。そこで、ステップ S 2 0 6 では、現時刻が計算時刻 T b と観測間隔 T a を加算した値を超える時刻まで処理を待っており、その時刻が到来すると、品質計測部 1 2 2 に対して、品質計測開始処理命令 1 3 1 を送出する。この処理後、ステップ S 2 0 3 の処理が行われる。

【 0 0 3 9 】

図 1 3 ~ 図 1 5 は、第 2 の通信システムを説明するための図である。図 1 3 は、ネットワークの品質計測が適用される第 2 の通信システムの構成を示した図である。図 1 3 で、先に示した図 1 0 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。図 1 3 でも、第 1 の通信端末 1 0 1 と第 2 の通信端末 1 0 2 の間でパケット通信の品質を計測する。

40

【 0 0 4 0 】

第 2 の通信システムでは、第 1 の通信端末 1 0 1 に検査パケット指示装置 1 4 1 が接続され、第 2 の通信端末 1 0 2 に品質計測装置 1 4 2 が接続された構成となっている。検査パケット指示装置 1 4 1 は、検査パケットの送付命令 1 4 3 を行うようになっており、これを基にして第 1 の通信端末 1 0 1 がそのデータ送信部 1 0 7 から検査パケット 1 4 4 を送信するようになっている。第 2 の通信端末 1 0 2 はこの検査パケット 1 4 4 を受信して

50

通過した該当するフローの予測通信データ量となる。また、時間に関しても同様に、検査開始時刻からの通算数を数えた場合には、検査開始時刻からの品質となり、前回の計測結果後からの数を数えた場合には、前回の計測結果から今回の計測時の間のパケットロスとなる。また、(2)式における値「 $n1 - n2$ 」を値 $n1$ で除算すると、パケットロス率を算出することも可能である。

【0049】

品質計測部158によるこの品質計算処理が終了すると、計算結果は品質結果保持部160へ記録される。品質計測部158による計算が終了すると、計測トリガ部159からの品質計測開始処理命令がくるまでの間、この品質計測部158は処理を停止する。

【0050】

品質表示部161は、システムから指示されたタイミングで、品質結果保持部160に蓄積された品質計測結果を結果情報146としてディスプレイ等の他の装置に出力する。ここでシステムからの指示のタイミングとは、装置が事前に設定している固定的な時間間隔の場合もあれば、通信量が一定値を超えた、あるいは一定値以下となった等のイベントによる場合等のような複数の場合が考えられる。

【0051】

図15は、第2の通信システムでのネットワークの品質計測処理の流れを表わした図である。この通信システムでは、計測処理の開始前に品質計測装置142の計測トリガ部159に対して、品質計測を行う間隔である観測間隔 Ta を設定する(ステップS221)。このステップS221の処理後に計測開始処理を行う(ステップS222)。この処理では、検査パケット指示装置141内の送信レート設定部154で決定し、命令作成部155によって第1の通信端末101のデータ送信部107に伝えられた送信レートを基にして、指示されたレートで検査パケット144の送信が開始される。この計測開始処理が行われると、第2の通信端末102に検査パケット144が届き、そのデータ受信部108が受信したパケットを品質計測装置142のパケット蓄積部157に蓄積していく。

【0052】

次のステップS223では、計測トリガ部159の処理の一部として、計測トリガ部159から品質計測部158へ品質計測開始処理命令162を送った計算時刻 Tb が記録される。この計算時刻 Tb が記録されると、品質計測処理が開始され、次のステップS224に処理が移動する。

【0053】

このステップS224では、品質計測部158での品質計測処理が行われる。この処理では、パケット蓄積部157から前回の計測以降に得られたデータ、あるいは処理開始直後の場合には、品質計測開始した以降に受信したデータを基にして、品質計測が行われる。第2の通信システムで行われる品質計測は、パケットロス量を対象としており、前記した(2)式を用いた計算を行っている。

【0054】

この計算で使用する検査パケット数 $n1$ および $n2$ は、受信したデータをすべて対象とした場合には、キャプチャした回線全体のデータ通信量の予測通信データ量となる。また、受信したデータの中におけるある特定フローのみを対象とした場合には、その回線内を通過した該当するフローの予測通信データ量となる。また、時間に関しても同様に、検査開始時刻からの通算数を数えた場合には、検査開始時刻からの品質となる。前回の計測結果の後からの数を数えた場合には、前回の計測結果から今回の計測時の間のパケットロス量となる。また、(2)式の値「 $n1 - n2$ 」を値 $n1$ で除算すると、パケットロス率を算出することも可能である。ステップS224の品質計算処理が終了すると、その計算結果は品質結果保持部160へ記録される。品質計測部158による計算が終了すると、計測トリガ部159からの品質計測開始処理命令162がくるまでの間、この品質計測部158は処理を停止する。

【0055】

次のステップS225では、計測処理が終了したかどうかの判定が行われる。システム

10

20

30

40

50

からの計測停止指示があれば、品質計測処理が停止され（YES）、一連の処理が終了する（エンド）。ステップS 2 2 5でシステムからの計測停止指示がなく計測処理が終了しない場合には（NO）、次のステップS 2 2 6へ移動する。

【0056】

ステップS 2 2 6の処理は計測トリガ部159の処理の一部として行われる。ステップS 2 2 6では、現時刻が最後に品質計測を開始した計算時刻T bと観測間隔T aを加算した値からなる次の品質計測開始時刻を超えるようになるまで待機する処理が行われる。この待機時刻が経過すると、計測トリガ部159は品質計測部158に対して品質計測開始命令を送る。ステップS 2 2 6の処理後に、ステップS 2 2 3の処理に移動する。

【0057】

以上説明した本発明に関連する関連技術のうち、第1の通信システムによるパッシブ形のサンプリング計測では、サンプリングで取得したデータをもとに、統計計算を行うことによって、本来発生したパケットとしてのフルキャプチャのパケットの品質を予測するようにしている。

【0058】

また、第2の通信システムによるアクティブ型の品質計測では、検査パケットをネットワークに対して送信し、ネットワークから受信できた検査パケットの数や間隔の変化等の特性を記録し、それを統計的に処理することによって、ネットワーク中の品質を予測するようにしている。

【0059】

このような関連技術は次のような解決が望まれる問題点がある。

【0060】

まず、これらの関連技術では、第1の問題点として、計測装置で計測した品質結果の精度が分からない点が挙げられる。すなわち、これら第1および第2の通信システムでは、共に統計計算を基にして品質を計測している。この場合、統計学的には計測値から推定した品質は、取得した事象のサンプル量によって決定される。第1の通信システムの場合、サンプル量は取得したパケットの量nであり、第2の通信システムでサンプル量はパケットロス量(n1 - n2)に相当する。ところが、これら第1および第2の通信システムでは、事前に設定した観測間隔で品質を計測するようにしている。このため、実際に品質計測を行った後でなければ計測精度が分からないという問題がある。

【0061】

第2の問題点として、これらの関連技術では、計測装置で計測した品質結果の精度が毎回変わってしまうという点が挙げられる。すなわち前記したように第1および第2の通信システムでは、共に統計計算を基にして品質を計測している。統計学的には計測値から推定した品質は、取得した事象のサンプル量によって決定されるにもかかわらず、事前に決定した計測間隔（時間間隔）ごとに結果を算出することになっている。このため、計測間隔ごとに事象のサンプル数が異なり、品質計測結果の精度が毎回変わることになる。

【0062】

第3の問題点として、これらの関連技術では、計測装置で計測した同一品質項目を時系列要素で比較したり、あるフローの品質結果とその他の品質結果を正確に比較することが困難であるという点が挙げられる。すなわち前記したように第1および第2の通信システムでは、共に統計計算を基にして品質を計測している。しかも、事前に決定した計測間隔ごとに結果を算出するようにしている。この結果として、計測の基になったサンプル数が異なるものを同一の基準で評価することは困難である。たとえば、統計的には、母集団がどのような分布であっても、その標本平均は、正規分布に従うという中心極限定理により、サンプル数と次の(3)式で示されるエラー率と信頼区間は、後に示す(4)式のような関係が明らかになっている。このため、たとえばサンプル数1個から推定したパケット流量と、サンプル数100個から推定したパケット流量では、その予測の期待値が同じであっても、予測の期待値からのエラー率や信頼区間が異なることになる。ここで、「エラー率」とは期待値から±何%以内かということであり、「信頼区間」とはエラー率の区間

10

20

30

40

50

に本当の値が入っている確率である。たとえば、期待値が100で、エラー率が50%および信頼区間が70%の場合と、期待値が90で、エラー率が10%および信頼区間が90%のフローが存在する場合、どちらの量が本来多く発生したかを断定することは困難である。

【0063】

エラー率 = (本来の値 - サンプル数 / サンプリグ確率) / 本来の値 …… (3)

【0064】

エラー率 = 信頼係数 / (サンプル数) × 1 / 2 …… (4)

ただし、信頼係数は信頼区間から求められる係数である。

【0065】

最後に、第4の問題点として、第2の通信システムとしての、ネットワークに自ら検査用のパケットを流して品質を計るアクティブ計測では、ネットワークに余分な負荷をかけるという点が挙げられる。すなわち第2の提案では、検査パケットの送信レートを固定的に割り当てている。したがって、統計的に十分な量のデータを得ることができている場合でも、送信レートを変化させないので、必要な送信レート以上のレートで通信を行っている。

【0066】

次に本発明の実施形態について説明する。

【0067】

以上説明したような関連技術の問題点を解決すべく、本実施形態による品質計測では、たとえばパッシブやアクティブ計測によって観測したデータを蓄積し、ここからデータを取得して品質計測を行うタイミングを、事前に計算された観測精度を基にして、静的あるいは動的に観測間隔を決定するようにしている。この観測計算では、一定品質を保証することができるような観測時間を決定することにより、得られた品質計測結果が一定精度を保証できるようになる。また、これにより、得られたある時刻の結果と違う時刻の結果を比較する場合や、あるフローとその他のフローを比較する場合の比較を容易にすることができる。

【0068】

この品質計算の元となる情報は、受信したデータがたとえばパケットである場合、その中のある特定集合のパケット数や、過去や現在の品質計測部の品質結果や、外部からの入力情報等を基にするものであってよい。

【0069】

観測時間を計算する手法は、一定品質が保証できればどのような手法でも構わない。一例としては、事前に設定しておいた信頼係数とエラー率を保証できるサンプル数を得るための観測間隔を計算する手法が挙げられる。計算手法の一例を、次の(5)式で示す。

【0070】

観測時間 > (信頼係数 / エラー率) 2 / サンプル数 …… (5)

【0071】

ここでのサンプル数は、受信したデータを蓄積する部位に蓄積されている該当サンプル数を常に観測して求めても構わないし、過去の品質情報から次の期間の単位時間のサンプル数を予測して求めても構わない。

【0072】

ここでのサンプルは、該当品質を得るためのサンプルであり、流量に関する計測であれば、該当パケット量に相当し、パケットロスに関する計測であれば、該当パケットロス量に相当する。

【0073】

また、アクティブ計測のように、検査パケット量を調節できる場合においては、観測時間の他に送信レートも調節することによって、必要な精度を維持する。これにより、必要観測時間が長い場合には、送信レートを上げることで観測時間を短くしつつ、精度を保証することも可能である。更に観測時間を固定的にして、送信レートを変動させることで、

10

20

30

40

50

必要な観測精度を保証することもできる。更に、必要な観測精度や許容可能な観測時間内を実現できる送信レートを計算し、送信レート側を調整することで、ネットワークに流す検査パケット量を必要最小限に抑えることも可能になる。

【 0 0 7 4 】

以下本発明の実施の形態について具体的に図面を用いて詳細に説明する。

[実施形態 1]

【 0 0 7 5 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態におけるネットワークの品質計測が可能な通信システムの構成を表わした図である。この通信システムで、第 1 の通信端末 3 0 1 と第 2 の通信端末 3 0 2 の間でパケット通信の品質を計測する。第 1 の通信端末 3 0 1 のデータ受信部 3 0 3 と第 2 の通信端末 3 0 2 のデータ送信部 3 0 4 の通信リンク 3 0 5 上に、分岐装置としての第 1 のサンプリングキャプチャ装置 3 0 6 が配置されている。第 1 の通信端末 3 0 1 のデータ送信部 3 0 7 と第 2 の通信端末 3 0 2 のデータ受信部 3 0 8 の通信リンク 3 0 9 上に、分岐装置としての第 2 のサンプリングキャプチャ装置 3 1 1 が配置されている。第 1 および第 2 のサンプリングキャプチャ装置 3 0 6、3 1 1 から得られる計測したい通信のパケット 3 1 2、3 1 3 は、品質計測装置 3 1 4 に入力され、ここで品質の計測が行われるようになっている。

【 0 0 7 6 】

本実施形態の品質計測装置 3 1 4 は、第 1 および第 2 のサンプリングキャプチャ装置 3 0 6、3 1 1 からのサンプリングキャプチャしたデータとしてのパケット 3 1 2、3 1 3 を蓄積するパケット蓄積部 3 2 2 と、このパケット蓄積部 3 2 2 に蓄積されたデータを解析してネットワークの品質や、同一の送信端末や受信端末、プロトコル等の組み合わせにより決定されるフロー等の品質を計測する品質計測部 3 2 3 と、その品質計測部 3 2 3 に品質解析のタイミングを通知する計測トリガ部（計測開始制御部となる）3 2 4 と、品質計測部 3 2 3 の過去の結果を基にして観測間隔を計算し、次の観測時間を決定する観測時間計算部 3 2 5 と、品質計測部 3 2 3 の品質結果を蓄積しておく品質結果保持部 3 2 6 と、品質結果保持部 3 2 6 の保持している品質結果を図示しないディスプレイ等の表示手段に結果表示信号 3 2 7 として出力する品質表示部 3 2 8 から構成されている。なお、パケット蓄積部 3 2 2 は品質計測装置 3 1 4 に設けなくてもよい。品質計測装置 3 1 4 は、第 1 および第 2 のサンプリングキャプチャ装置 3 0 6、3 1 1 と、パケット蓄積部 3 2 2 を除いた品質計測装置 3 1 4 との間に配置したり、第 1 および第 2 のサンプリングキャプチャ装置 3 0 6、3 1 1 にそれぞれ設けても良い。

【 0 0 7 7 】

なお、本実施形態の品質計測装置 3 1 4 は図示しない CPU と、所定の制御プログラム（品質計測プログラム）を格納した図示しない記憶媒体を備えており、装置を構成する各部の少なくとも一部はソフトウェアで実現することができる。つまり、図 9 に示すようなコンピュータのハードディスク等のディスク装置 8 0 3 に制御プログラムが記憶され、図 2 に示すフローチャートに示す手順で CPU 8 0 5 により制御プログラムが実行される。RAM 等のメモリ 8 0 6 には、制御プログラムの実行に必要なデータが記憶される。キーボード等の入力部 8 0 2 から必要なデータが入力される。計測精度を保証するための精度情報 3 2 9 は入力部 8 0 2 から入力される。8 0 1 は各部を接続するバスである。計測精度を保証するための精度情報 3 2 9 はディスク装置 8 0 3 に記憶させておいてもよい。

【 0 0 7 8 】

品質計測装置 3 1 4 は、第 1 の通信端末 3 0 1 と第 2 の通信端末 3 0 2 を結ぶネットワークを流れるデータをキャプチャする（取り込む）ことにより、品質計測のための処理を開始するようになっている。第 1 および第 2 のサンプリングキャプチャ装置 3 0 6、3 1 1 から入力されたデータは、パケット蓄積部 3 2 2 でデータ取得時刻をそれぞれ記載しながら蓄積される。

【 0 0 7 9 】

観測時間計算部 3 2 5 は、計測精度を保証するための精度情報 3 2 9 を事前に設定して

10

20

30

40

50

おくようになっている。本実施形態では計測精度を保証できれば、公知の各種の手法を採用することができる。計測精度を保証する手法の一例としては、予めサンプル数を設定しておき、そのサンプル数を超えるまでの時間を計測時間として、これにより一定精度を保証するものがある。これは、パケット蓄積部 3 2 2 (データ蓄積部となる) に蓄積されるデータの積算量が予め定めた量だけ増加する時間を品質計測部の観測時間を確保するための時間間隔とするものである。

【 0 0 8 0 】

その他の手法としては、たとえばエラー率と信頼区間を設定し、これらが一定範囲に収まることを精度としておき、この精度を維持するための観測時間を、一定精度を保証する時間としてもよい。事前に設定した精度情報と、品質計測部 3 2 3 で計算した過去の品質情報やパケット蓄積部 3 2 2 における特定のパケット数を基にして、設定精度を維持するための観測時間等の計算が行われる。このような計算の幾つかの例として、以下に第 1 の計算方法 ~ 第 6 の計算方法を挙げる。

10

【 0 0 8 1 】

< 第 1 の計算方法 >

第 1 の計算方法は、一般的な計算、UDP (User Datagram Protocol) や TCP (Transmission Control Protocol)、RTP (Real-time Transport Protocol) 等の複数のプロトコル、パケットロスあるいはパケット流量等のあらゆるものを含んでいる。

【 0 0 8 2 】

この第 1 の計算方法で観測時間は、次の (6) 式で表わされる。

20

【 0 0 8 3 】

観測時間 > (信頼係数 / エラー率) 2 / 該当パケット数 (6)

【 0 0 8 4 】

< 第 2 の計算方法 >

この第 2 の計算方法は、TCP パケットロスに関する計算に用いられ、観測時間 t は次の (7) 式で表わされる。

【 0 0 8 5 】

【 数 1 】

$$t \geq \frac{\left(\frac{d}{E}\right)^2 \cdot RTT}{1 - \sum_{j=0}^{k-1} \frac{\left(s \sqrt{\frac{8}{3bp}}\right)^j}{j!} e^{-\left(s \sqrt{\frac{8}{3bp}}\right)}} \sqrt{\frac{2b}{3p}} \dots (7)$$

30

【 0 0 8 6 】

この (7) 式で英字 s はサンプリング確率を、英字 b は TCP delay ACK (Transmission Control Protocol delay ACKnowledge) パラメータを、英字 p はパケットロス率を、英字 d は信頼係数を、英字 E はエラー率を、英字 RTT (round trip times) はラウンドトリップタイムをそれぞれ表わしている。RTT が直接計算できない場合には、スループットから RTT を推測しても構わない。

40

【 0 0 8 7 】

< 第 3 の計算方法 >

この第 3 の計算方法は、TCP スループットに関する計算に用いられ、観測間隔は次の (8) 式で表わされる。

【 0 0 8 8 】

観測間隔 = (ある ACK 番号を受信した時刻) - (別の ACK 番号を受信した時刻)

..... (8)

50

【 0 0 8 9 】

< 第 4 の計算方法 >

この第 4 の計算方法は、TCPスループットに関する計算に用いられ、観測間隔は次の(9)式で表わされる。

【 0 0 9 0 】

観測間隔 = (あるシーケンス番号を受信した時刻) - (別のシーケンス番号を受信した時刻) ... (9)

【 0 0 9 1 】

ここで、第 3 の計算方法および第 4 の計算方法は、取得したパケットの時刻を基にして観測間隔を決める方法である。TCPはACK番号やシーケンス番号の差分とその2つのパケットについての間隔となる時間をとれば、正確なスループットを求めることができる。ただし、パケットの取得間隔は通信ごとに変化する。このために、事前に観測間隔を決定しているような従来の第 1 および第 2 の提案では、この計算方法を使うことができない。この計算方法を使用したとすると、パケット取得時間と固定的な計測間隔の差分の誤差が発生することになる。本発明のように計測間隔を可変にすることによって、誤差を生じることなくTCPスループットを求めることが可能となる。

【 0 0 9 2 】

このようにして観測時間計算部 3 2 5 で観測間隔を計算し、その結果は計測トリガ部 3 2 4 に通知される。計測トリガ部 3 2 4 では、通知された観測間隔を基にして、次の観測時間を計算する。そして、指定の観測時間が来ると品質計測部 3 2 3 へ品質計測の開始を指示する品質計測開始処理命令 3 3 1 を伝える。品質計測部 3 2 3 では、計測トリガ部 3 2 4 から品質計測開始処理命令 3 3 1 が伝えられるたびに品質計算処理を開始する。この品質計算処理は、パケット蓄積部 3 2 2 から前回の計測以降に得られたデータを基にして、あるいは処理開始直後の場合には、品質計測を開始した以降に受信したデータを基にして、品質計測を行う。品質計測は、データ量を対象としたものであり、従来技術の箇所説明したと同様に(1)式や、次の(10)式あるいは(11)式を用いて、または、一般的なサンプリングに関する品質計測方法によって、パケット流量やパケットロス等の品質に関する計測を行う。

【 0 0 9 3 】

< 第 5 の計算方法 >

この第 5 の計算方法は、TCPスループットに関する計算に用いられ、パケット流量は次の(10)式で表わされる。

【 0 0 9 4 】

パケット流量 = (あるフローのACK番号) - (あるフローの別のACK番号) ... (10)

【 0 0 9 5 】

< 第 6 の計算方法 >

この第 6 の計算方法は、TCPスループットに関する計算に用いられ、パケット流量は次の(11)式で表わされる。

【 0 0 9 6 】

パケット流量 = (あるフローのシーケンス番号) - (あるフローの別のシーケンス番号) ... (11)

【 0 0 9 7 】

以上説明した第 1 の計算方法～第 6 の計算方法を例とする品質計測部 3 2 3 による品質計算処理が終了すると、計算結果としてのデータが品質結果保持部 3 2 6 へ記録される。品質計算処理が終了すると、品質計測部 3 2 3 は、計測トリガ部 3 2 4 から再び品質計測開始処理命令 3 3 1 がくるまで、処理を停止することになる。

【 0 0 9 8 】

品質表示部 3 2 8 は、システムから指示されたタイミングで、品質結果保持部 3 2 6 に蓄積された品質計測結果を結果表示信号 3 2 7 としてディスプレイ等の他の装置に出力す

10

20

30

40

50

る。ここでシステムからのタイミングとは、装置が事前に設定している固定的な時間間隔の場合もあれば、通信量が一定値を超えた、あるいは一定値以下となった等のイベントによる場合等、複数の場合が考えられる。

【 0 0 9 9 】

次に、図 1 に示した通信システムの品質計測装置 3 1 4 における品質計測の計測処理動作について説明する。

【 0 1 0 0 】

図 2 は、第 1 の実施形態の通信システムにおけるネットワークについての品質計測処理の流れを表わした図である。この通信システムでは、計測処理開始前に品質計測部 3 1 4 の観測時間計算部 3 2 5 に対して、計測精度を保証するための精度情報 3 2 9 を入力して
10

【 0 1 0 1 】

計測精度の一例としては、予めサンプル数を設定しておき、そのサンプル数を超えるまでの時間を計測して、一定精度を保証する時間としても構わない。またその他の例としては、エラー率と信頼区間を設定して、これを計測精度としておき、この計測精度を維持するための観測時間を、一定精度を保証する時間としても構わない。

【 0 1 0 2 】

計測精度を保証するための精度情報 3 2 9 の入力が行われたら、次に計測を開始するための計測開始処理が行われる（ステップ S 4 0 2）。この計測開始処理後に、第 1 および
20

【 0 1 0 3 】

次のステップ S 4 0 3 では計測トリガ部 3 2 4 の処理の一部が行われる。ここでは、計測トリガ部 3 2 4 から品質計測部 3 2 3 へ品質計測開始処理命令 3 3 1 を送った時刻を計算時刻 T b として記録する。計算時刻 T b を記録した後に、品質計測処理が開始される。

【 0 1 0 4 】

次のステップ S 4 0 4 は、品質計測部 3 2 3 での品質計測処理が行われる。この処理では、パケット蓄積部 3 2 2 から、前回の計測以降に得られたデータを基にして、品質計測
30

【 0 1 0 5 】

このようにして品質計測部 3 2 3 での品質計算処理が終了すると、その計算結果としてのデータが品質結果保持部 3 2 6 へ記録される。品質計測部 3 2 3 は品質計算処理を終了させると、計測トリガ部 3 2 4 からの品質計測開始処理命令 3 3 1 がくるまで、処理を停止する。
40

【 0 1 0 6 】

次のステップ S 4 0 5 の処理は、観測時間計算部 3 2 5 によって行われる。観測時間計算部 3 2 5 は、過去の品質計測結果やパケット蓄積部 3 2 2 からの情報と、事前に入力された計測精度を保証するための精度情報 3 2 9 を基にして、(6) 式から (9) 式に示す計算を行い、次の品質計算までの観測間隔 T c を計算する。そして、その結果を計測トリガ部 3 2 4 に伝達する。

【 0 1 0 7 】

次のステップ S 4 0 6 では、計測処理が終了するかどうかを判定する。システムからの計測停止指示があれば、品質計測処理を停止して (Y E S)、終了する (エンド)。システムからの計測停止指示がない場合には (ステップ S 4 0 6 : N O)、次のステップ S 4
50

07の処理へ移動する。

【0108】

ステップS407の処理は、計測トリガ部324の処理の一部として行われる。この処理で、最後に品質計測を開始した計算時刻Tbと観測時間計算部325で計算した観測間隔Tcを加算した値が次の品質計測開始時刻となる。この品質計測開始時刻としての値を超える時刻まで処理が待機される。その時刻が経過すると、品質計測部323に対して、品質計測開始処理命令331が送出される。品質計測開始処理命令331が送出された後、ステップS403の処理に移動する。

【0109】

第1の実施形態では、品質計測装置314で以上の処理が行われる。これを図10～図15で説明した従来技術と比較する。従来技術では、観測間隔は固定されている。このため、品質計測結果を算出する基となるサンプル数が、観測時間ごとに、あるいはフローごとに異なる可能性がある。このため、(1)計測装置で計測した品質結果の精度が不明であると共に、(2)計測装置で計測した品質結果の精度が毎回変動するという問題がある。更に(3)計測装置で計測した同一品質項目を時系列要素で比較したり、あるフローの品質結果とその他の品質結果を正確に比較することが困難であるという問題がある。

10

【0110】

これに対して、本発明の第1の実施形態では、品質計測結果の精度が一定となるようにするために、観測間隔を可変としている。これにより、品質計測結果を算出して得た結果が、ある評価基準に従って保証されることになる。保証のための手法は、さまざまな手法が考えられる。たとえば、単純にサンプル数で保証する手法や、エラー率と信頼区間によって保証する手法がこれらの一例である。本実施形態では計測結果の精度が、ある評価基準によって保証されることによって、(1)計測結果の精度が事前に予測可能になる。また、(2)計測結果の精度が毎回予測可能である。更に、(3)計測装置で計測した同一品質項目を時系列要素で比較したり、あるフローの品質結果とその他の品質結果を正確に比較することが容易になる。

20

【0111】

なお、第1の実施形態は、図1に示したように第1および第2のサンプリングキャプチャ装置306、311が第1の通信端末301と第2の通信端末302を結ぶ回線に挟まれた形で配置されているが、これに限られない。すなわち、通信端末から送出されるパケットをサンプリングによって取得できる箇所であれば、ルータやスイッチの内部であってもよいし、これらを介してパケットをサンプリングしても構わない。またネットワーク内部ではなく、パケットを送信したり受信する通信の端部となる端末(以下、エンド(END)端末という。)で観測するパケットをサンプリングでキャプチャする場合でも構わない。

30

【0112】

更にサンプリングしたパケットを品質計測装置に送信する手法も各種採用することが可能である。たとえば、サンプリングによって取得したパケットをコピーして、このコピーを送付する手法や、サンプリングによってキャプチャしたパケットの一部ずつを複数集めてひとつのパケットとし、これをネットワーク経由で品質計測装置に入力する手法も可能である。

40

【0113】

更に、第1の実施形態では、パケットを対象としてその品質を計測する装置の説明を行ったが、これに限られない。たとえば、フレームやセル等のようにネットワークの中を流れる各種のデータの品質を計測する品質計測装置に対しても本発明を適用することが可能である。

【0114】

また、第1の実施形態ではリアルタイムで回線品質を計測する品質計測装置について説明を行ったが、これに限られない。たとえば、蓄積した過去のデータに対して回線品質を計測する装置であっても構わない。更に第1の実施形態では観測時間計算部325が過去

50

の品質計算結果を基にして観測間隔あるいは観測時間を計算したが、パケット蓄積部 3 2 2 の情報やシステム外部からの情報を参照して、観測時間を計算することも可能である。

[実施形態 2]

【0115】

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態におけるネットワークの品質計測が可能な通信システムの構成を表わした図である。この通信システムでは、第 1 の通信端末 5 0 1 と第 2 の通信端末 5 0 2 の間でパケット通信の品質を計測する。ただし、説明を簡単にするために第 1 の通信端末 5 0 1 のデータ送信部 5 0 3 から図示しないネットワークを介して第 2 の通信端末 5 0 2 のデータ受信部 5 0 4 に送られる検査パケット 5 0 5 の品質計測を行うものとして、第 2 の通信端末 5 0 2 のデータ送信部 5 0 6 から第 1 の通信端末 5 0 1 のデータ受信部 5 0 7 へ送信するパケットについての品質計測の図示および説明は省略する。なお、データ送信部 5 0 3 は検査パケット 5 0 5 以外のパケットの送信が可能であり、データ受信部 5 0 4 も検査パケット 5 0 5 以外のパケットの受信が可能である。

10

【0116】

この通信システムで、第 1 の通信端末 5 0 1 には検査パケット 5 0 5 の送出を指示する検査パケット指示装置 5 1 1 が接続されており、第 2 の通信端末 5 0 2 にはその検査パケット 5 0 5 としてのデータ列について品質の計測を行う品質計測装置 5 1 2 が接続されている。検査パケット指示装置 5 1 1 は、送信レートを決定する送信レート設定部 5 1 3 とその指示 5 1 4 に基づいて命令 5 1 5 を第 1 の通信端末 5 0 1 へ伝える命令作成部 5 1 6 から構成されている。

20

【0117】

なお、本実施形態の品質計測装置 5 1 2 は図示しない CPU と、所定の制御プログラム（品質計測プログラム）を格納した図示しない記憶媒体を備えており、装置を構成する各部の少なくとも一部はソフトウェアで実現することができる。検査パケット指示装置 5 1 1 についても同様である。図 9 に示すようなコンピュータのハードディスク等のディスク装置 8 0 3 に制御プログラムが記憶され、図 4 に示すフローチャートに示す手順で CPU 8 0 5 により制御プログラムが実行される。RAM 等のメモリ 8 0 6 には、制御プログラムの実行に必要なデータが記憶される。キーボード等の入力部 8 0 2 から必要なデータが入力される。計測精度を保証するための精度情報 3 2 9 は入力部 8 0 2 から入力される。8 0 1 は各部を接続するバスである。計測精度を保証するための精度情報 3 2 9 はディスク装置 8 0 3 に記憶させておいてもよい。また、パケット蓄積部 3 2 2 はディスク装置 8 0 3 を用いてもよい。第 2 の通信端末と品質計測装置とを一台のコンピュータで構成することもできる。

30

【0118】

品質計測装置 5 1 2 は、第 2 の通信端末 5 0 2 のデータ受信部 5 0 4 が受信したパケット 5 2 1 を入力して蓄積するパケット蓄積部 5 2 2 を備えている。パケット蓄積部 5 2 2 に蓄積されたパケットの蓄積データ 5 2 3 は品質計測部 5 2 4 に入力されるようになっている。品質計測部 5 2 4 は、これに計測開始命令 5 2 5 を出力する計測トリガ部（計測開始制御部となる）5 2 6 と、品質計測部 5 2 4 の過去の結果 5 2 7 を基にして観測間隔を計算し、次の観測時間を決定する観測時間計算部 5 2 8 と、品質計測部 5 2 4 で計算された結果 5 2 9 を記録しておく品質結果保持部 5 3 1 が接続されている。このうち、観測時間計算部 5 2 8 には、外部から精度の設定情報 5 3 2 が入力されるようになっている。品質結果保持部 5 3 1 は、その保持した品質計測結果 5 3 3 を品質表示部 5 3 4 に送り、ここから結果情報 5 3 5 がたとえば検査パケット指示装置 5 1 1 等の外部装置に伝達され、図示しないディスプレイに表示されることになる。なお、パケット蓄積部 5 2 2 は品質計測装置 5 1 2 に設けなくてもよい。品質計測装置 5 1 2 は、第 2 の通信端末 5 0 2 の内部に設けてもよい。あるいは、品質計測装置 5 1 2 は、第 2 の通信端末 5 0 2 と、パケット蓄積部 5 2 2 を除いた品質計測装置 5 1 2 との間に配置することもできる。品質計測装置 5 1 2 は第 2 の通信端末 5 0 2 と一体化されて、通信機能及び品質計測機能を有する装置として構成することができる。

40

50

【 0 1 1 9 】

第2の実施形態における検査パケット指示装置511は、第1の通信端末501と第2の通信端末502の間の前記した図示しないネットワーク中に流すデータとしての検査パケット505の送信レートを決定し、それを命令作成部516へ指示514により指示するようになっている。命令作成部516は、送信レート設定部513で指示された送信レートで検査パケットを投げるように、第1の通信端末501のデータ送信部503へ命令515を出力する。第1の通信端末501のデータ送信部503は、指示された送信レートで、検査パケット505を送信することになる。

【 0 1 2 0 】

第2の通信端末502では、第1の通信端末501のデータ送信部503から送られてきた検査パケット505をそのデータ受信部504で受信する。そして、その受信したパケット521を品質計測装置512のパケット蓄積部522へ蓄積する。

10

【 0 1 2 1 】

品質計測装置512の観測時間計算部528は、保証する精度情報を設定情報532として事前に設定しておくようになっている。精度を保証できる手法であればどのような手法を用いても構わない。精度の保証の一例としては、サンプル数を設定しておき、そのサンプル数を超えるまでの時間を計測して、一定精度を保証する手法を挙げることができる。その他の精度の保証の例としては、エラー率と信頼区間を設定し、これを精度としておき、この精度を維持するための観測時間を、一定精度を保証する時間として用いる手法がある。

20

【 0 1 2 2 】

観測時間計算部528は、設定情報532として入力された精度情報と、品質計測部524で計算した過去の品質情報やパケット蓄積部522のある特定のパケット数を基にして、設定精度を維持するための観測間隔を計算する。この計算方法の具体例は、前記した(6)式から(9)式で説明した。このようにして観測時間計算部528で観測間隔を計算したら、その観測間隔結果536が計測トリガ部526に通知される。

【 0 1 2 3 】

計測トリガ部526は、通知された観測間隔結果536による観測間隔を基にして、次の観測時間を計算する。そして、計測トリガ部526は計算によって得られた観測時間が来ると品質計測部524に計測開始命令525を送出する。品質計測部524は、計測トリガ部526からの計測開始命令525が伝えられるたびに品質計算処理を開始する。品質計算処理では、パケット蓄積部522から前回の計測以降に得られたデータを基にして、品質計測を行う。処理開始直後の場合には、品質計測を開始した以降に受信したデータを基にして、品質計測を行うことになる。この品質計測は、データ量を対象としたものであり、従来例と同様の(1)式、あるいは前記した(10)、(11)式を用いて、パケット流量やパケットロス等、品質に関する計測を行う。もちろん、一般的なサンプリングに関する品質計測方法を用いて、この計測を行ってもよい。

30

【 0 1 2 4 】

品質計測部524による品質計算処理が終了すると、計算された結果529としてのデータを品質結果保持部531へ記録する。計算が終了すると、品質計測部524は計測トリガ部526から次の計測開始命令525がくるまで処理を停止する。

40

【 0 1 2 5 】

品質表示部534は、システムから指示されたタイミングで、品質結果保持部531に蓄積されている品質計測結果533を読み出して、結果情報535として図示しない他の装置のディスプレイ等の表示装置に出力する。ここでシステムからのタイミングとは、装置が事前に設定している固定的な時間間隔の場合もあれば、通信量が一定値を超えた、あるいは一定値以下となった等のイベントによる場合のように複数の場合が考えられる。

【 0 1 2 6 】

図4は、この第2の実施形態の通信システムにおけるネットワークについての品質計測処理の流れを表わした図である。図3と共に説明する。図3に示した通信システムでは、

50

計測処理開始前に観測時間計算部 5 2 8 に対して、保証する精度の情報を設定情報 5 3 2 として設定しておく（ステップ S 6 0 1）。

【 0 1 2 7 】

次のステップ S 6 0 2 は、計測開始処理に相当する。図 3 における検査パケット指示装置 5 1 1 内の送信レート設定部 5 1 3 の指示 5 1 4 に基づいて命令作成部 5 1 6 の命令 5 1 5 によって第 1 の通信端末 5 0 1 のデータ送信部 5 0 3 に伝えられた送信レートを基にして、第 1 の通信端末 5 0 1 が指示されたレートで検査パケット 5 0 5 の送信を開始する。このステップ S 6 0 2 の処理が行われると、第 2 の通信端末 5 0 2 に検査パケット 5 0 5 が届き、データ受信部 5 0 4 がこの受信したパケット 5 2 1 を品質計測装置 5 1 2 のパケット蓄積部 5 2 2 に蓄積させる。

10

【 0 1 2 8 】

次のステップ S 6 0 3 は、計測トリガ部 5 2 6 の処理の一部として行われる。この処理では、計測トリガ部 5 2 6 から品質計測部 5 2 4 へ計測開始命令 5 2 5 を送った計算時刻 T_b が記録される。計算時刻 T_b の記録後、品質計測部 5 2 4 による品質計測処理が開始される（ステップ S 6 0 4）。

【 0 1 2 9 】

このステップ S 6 0 4 の品質計測処理では、パケット蓄積部 5 2 2 から、前回の計測以降に得られたデータを基にして、品質計測が行われる。ただし、処理開始直後は、品質計測を開始した以降に受信したデータを基にして、品質計測が行われる。第 2 の実施形態で行っている品質計測は、データ量やパケットロス量等の量を対象としたものであり、従来例と同様の（ 1 ）式や（ 1 0 ）、（ 1 1 ）式あるいは、一般的なサンプリングに関する品質計測方法を用いて、パケット流量やパケットロス等の品質に関する計測が行われる。この品質計算処理が終了すると、計算された結果 5 2 9 が品質結果保持部 5 3 1 へ送られて記録される。品質計測部 5 2 4 は計算を終了させると、計測トリガ部 5 2 6 からの計測開始命令 5 2 5 がくるまで処理を停止し、次のステップ S 6 0 5 に処理が移行する。

20

【 0 1 3 0 】

ステップ S 6 0 5 の処理は、観測時間計算部 5 2 8 で行われる。観測時間計算部 5 2 8 は、過去の品質計測結果やパケット蓄積部 5 2 2 からの情報と、事前に設定情報 5 3 2 として入力されていた保証する精度の情報を基にして、（ 6 ）式から（ 9 ）式のような計算を行い、次の品質計算までの観測間隔 T_c を計算する。そして、その結果を観測間隔結果 5 3 6 として計測トリガ部 5 2 6 に通知してステップ S 6 0 6 に進む。

30

【 0 1 3 1 】

ステップ S 6 0 6 では、計測処理が終了するかどうかの判定が行われる。すなわち、システムからの計測停止指示があった場合には、品質計測処理を停止して（ Y E S ）、一連の品質計測処理を終了する（ E N D ）。システムからこのような計測停止指示がない場合には（ステップ S 6 0 6 : N O ）、次のステップ S 6 0 7 に処理を移行させる。

【 0 1 3 2 】

ステップ S 6 0 7 の処理は、計測トリガ部 5 2 6 の処理の一部として行われる。ステップ S 6 0 7 では、処理待ちが行われる。すなわち、最後に品質計測を開始した計算時刻 T_b と観測間隔 T_c を加算した値が次の品質計測開始時刻であるので、その値を超える時刻まで処理を待機する。待機した時刻が経過すると、計測トリガ部 5 2 6 は品質計測部 5 2 4 に対して計測開始命令 5 2 5 を送出する。そして、ステップ S 6 0 3 に処理を進める。

40

【 0 1 3 3 】

以上が品質計測装置 5 1 2 を中心とする通信システムの処理の流れである。この第 2 の実施形態による品質計測処理を従来技術と比較する。従来技術では、観測間隔は固定されている。このため、品質計測結果を算出する基となるサンプル数が、観測時間ごと、あるいはフローごとに異なる可能性がある。このため、（ 1 ）計測装置で計測した品質結果の精度が不明であると共に、（ 2 ）計測装置で計測した品質結果の精度が毎回変動するという問題がある。更に、（ 3 ）計測装置で計測した同一品質項目を時系列要素で比較したり、あるフローの品質結果とその他の品質結果を正確に比較することが困難であるという問

50

題がある。

【 0 1 3 4 】

これに対して、第2の実施形態では、品質計測結果の精度が一定となるようにするために、観測間隔を可変としている。これにより、品質計測結果を算出して得た結果が、ある評価基準に従って保証されることになる。保証のための手法としては、さまざまな手法が考えられる。たとえば、単純にサンプル数で保証する手法や、エラー率と信頼区間によって保証する手法がこれらの一例である。本実施形態では計測結果の精度が、ある評価基準によって保証されることによって、(1)計測結果の精度が事前に予測可能になる。また、(2)計測結果の精度が毎回予測可能である。更に、(3)計測装置で計測した同一品質項目を時系列要素で比較したり、あるフローの品質結果とその他の品質結果を正確に比較することが容易になる。

10

【 0 1 3 5 】

なお、第2の実施形態では、図3に示したように通信システムが検査パケット指示装置511と品質計測装置512の間に第1の通信端末501と第2の通信端末502をネットワークで直結した形で配置しているが、これに限られない。第1の通信端末501から第2の通信端末502に送られたパケットを、ルータやスイッチがパケットをサンプリングで取得できるような場合であっても構わない。

【 0 1 3 6 】

またネットワーク内部ではなく、エンド端末内で観測するパケットをサンプリングによってキャプチャする場合でも構わない。更にサンプリングしたパケットを品質計測装置に送信する手法も各種採用することが可能である。たとえば、サンプリングによって取得したパケットをコピーして、このコピーを送付する手法や、サンプリングによってキャプチャしたパケットの一部ずつを複数集めてひとつのパケットとし、これをネットワーク経由で品質計測装置に入力する手法も可能である。

20

【 0 1 3 7 】

更に、第2の実施形態では、パケットを対象としてその品質を計測する装置の説明を行ったが、これに限られない。たとえば、フレームやセル等のようにネットワークの中を流れる各種のデータの品質を計測する品質計測装置に対しても本発明を適用可能である。

【 0 1 3 8 】

また、第2の実施形態ではリアルタイムで回線品質を計測する品質計測装置について説明を行ったが、これに限られない。たとえば、蓄積した過去のデータに対して回線品質を計測する装置であっても構わない。更に第2の実施形態では観測時間計算部528が過去の品質計算結果を基にして観測間隔あるいは観測時間を計算したが、パケット蓄積部522の情報やシステム外部からの情報を参照して、観測時間を計算することも可能である。

30

[実施形態3]

【 0 1 3 9 】

図5は、本発明の第3の実施形態におけるネットワークの品質計測が適用される通信システムの構成を表わした図である。この通信システムでは、第1の通信端末701と第2の通信端末702の間でパケット通信の品質を計測する。ただし、説明を簡単にするために第1の通信端末701のデータ送信部703から第2の通信端末702のデータ受信部704に送られる検査パケット705の品質計測を行うものとして、第2の通信端末702のデータ送信部706から第1の通信端末701のデータ受信部707へ送信するパケットについての品質計測の図示および説明は省略する。なお、データ送信部703は検査パケット705以外のパケットの送信が可能であり、データ受信部704も検査パケット705以外のパケットの受信が可能である。また、データ送信部706は品質結果通知716以外のパケットの送信が可能であり、データ受信部707も品質結果通知716以外のパケットの受信が可能である。

40

【 0 1 4 0 】

この通信システムの場合、第1の通信端末701には検査パケット705の送出を指示する検査パケット指示装置711が接続されており、第2の通信端末702にはその検査

50

パケット705としてのデータ列について品質の推定を行う品質計測装置712が接続されている。検査パケット指示装置711は、計測指示713を第1の通信端末701のデータ送信部703に通知するようになっており、これに基づいてデータ送信部703は検査パケット705を第2の通信端末702のデータ受信部704に送出するようになっている。

【0141】

なお、本実施形態の品質計測装置712は図示しないCPUと、所定の制御プログラム（品質計測プログラム）を格納した図示しない記憶媒体を備えており、装置を構成する各部の少なくとも一部はソフトウェアで実現することができる。検査パケット指示装置711についても同様である。図9に示すようなコンピュータのハードディスク等のディスク装置803に制御プログラムが記憶され、図7に示すフローチャートに示す手順でCPU805により制御プログラムが実行される。RAM等のメモリ806には、制御プログラムの実行に必要なデータが記憶される。キーボード等の入力部802から必要なデータが入力される。計測精度を保証するための精度情報329は入力部802から入力される。801は各部を接続するバスである。計測精度を保証するための精度情報329はディスク装置803に記憶させておいてもよい。また、パケット蓄積部732はディスク装置803を用いてもよい。第2の通信端末と品質計測装置とを一台のコンピュータで構成することもできる。

10

【0142】

品質計測装置712は、第2の通信端末702のデータ受信部704から品質通知714を受けてその受信した検査パケット705の品質の計測を行い、その結果715を第2の通信端末702のデータ送信部706に送出する。データ送信部706は、これを品質結果通知716として第1の通信端末701に送信する。第1の通信端末701では、データ受信部707がこの品質結果通知716を受信して、品質結果情報717として検査パケット指示装置711に送出することになる。このようにして検査パケット指示装置711は、検査パケット705に対する品質結果の通知を受けることができる。また、後述するように、品質計測装置712はパケット指示装置711に検査パケット705の送信レートに関する情報を伝える。

20

【0143】

図6は、この第3の実施形態における検査パケット指示装置および品質計測装置を具体的に表わした図である。検査パケット指示装置711は、後に説明するように品質計測装置712側から伝達された情報を基にして送信レートを決定する送信レート設定部721と、その決定された送信レートを第1の通信端末701へ伝える命令作成部722から構成されている。

30

【0144】

また、品質計測装置712は、第2の通信端末702のデータ受信部704が受信したパケット731を入力して蓄積するパケット蓄積部732を備えている。パケット蓄積部732に蓄積されたパケットの蓄積データ733は品質計測部734に入力されるようになっている。品質計測部734は計測トリガ部（計測開始制御部となる）736、観測時間計算部738及び品質結果保持部741に接続されている。計測トリガ部736は品質計測部734に計測開始命令735を出力する。観測時間計算部738は、品質計測部734の過去の結果737を基にして観測間隔を計算し、次の観測時間を決定すると共に、検査パケット指示装置711の送信レート設定部721に検査パケット705の送信レートに関する情報を伝えるべくこの送信レート情報730を第2の通信端末702のデータ送信部706に通知する。送信レートは後述するように、式(12)に基づいて決定することができる。品質結果保持部741は品質計測部734で計算された結果739を記録しておく。このうち、観測時間計算部738には、外部から精度や計測間隔の設定情報742が入力されるようになっている。品質結果保持部741は、その保持した品質計測結果743を品質表示部744に送り、ここから結果情報745が検査パケット指示装置711に伝達され、図示しないディスプレイに表示されることになる。もちろん、検査パケ

40

50

ット指示装置 7 1 1 以外の図示しない装置に結果情報 7 4 5 が送られて表示されることは自由である。なお、パケット蓄積部 7 3 2 は品質計測装置 7 1 2 に設けなくてもよい。品質計測装置 7 3 2 は、第 2 の通信端末 7 0 2 の内部に設けてもよい。あるいは、品質計測装置 7 3 2 は、第 2 の通信端末 7 0 2 と、パケット蓄積部 7 3 2 を除いた品質計測装置 7 1 2 との間に配置することもできる。品質計測装置 7 1 2 は第 2 の通信端末 7 0 2 と一体化されて、通信機能及び品質計測機能を有する装置として構成することができる。

【 0 1 4 5 】

検査パケット指示装置 7 1 1 内の送信レート設定部 7 2 1 は、品質計測装置 7 1 2 内の観測時間計算部 7 3 8 で決定した送信レートに関する送信レート情報 7 3 0 を第 2 の通信端末 7 0 2 のデータ送信部 7 0 6 に通知する。データ送信部 7 0 6 から送出される送信レート情報 7 3 0 を組み込んだパケットは、第 2 の通信端末 7 0 2 からこれに接続された図示しないネットワークを経由して第 1 の通信端末 7 0 1 のデータ受信部 7 0 7 で受信され、データ送信部 7 0 3 における送信レートが決定される。すなわち、この送信レートに関する情報は送信レート設定部 7 2 1 へ指示され、命令作成部 7 2 2 は、送信レート設定部 7 2 1 から指示された送信レートで検査パケットを投げるように、第 1 の通信端末 7 0 1 のデータ送信部 7 0 3 へ指示する。データ送信部 7 0 3 は、指示された送信レートで、検査パケット 7 0 5 を送信することになる。

10

【 0 1 4 6 】

第 2 の通信端末 7 0 2 は、第 1 の通信端末 7 0 1 のデータ送信部 7 0 3 から送出されてきた検査パケット 7 0 5 をデータ受信部 7 0 4 で受信し、その結果を品質計測装置 7 1 2 のパケット蓄積部 7 3 2 へ蓄積する。

20

【 0 1 4 7 】

観測時間計算部 7 3 8 には、事前に保証する精度情報を設定情報 7 4 2 によって設定しておく。本実施形態では計測精度を保証できれば、公知の各種の手法を採用することができる。計測精度を保証する手法の一例としては、予めサンプル数を設定しておき、そのサンプル数を超えるまでの時間を計測時間として、これにより一定精度を保証する。その他の手法としては、たとえばエラー率と信頼区間を設定し、これを精度としておき、この精度を維持するための観測時間を、一定精度を保証する時間とするものでもよい。事前に設定した精度情報と、品質計測部 7 3 4 で計算した過去の品質情報やパケット蓄積部 7 3 2 における特定のパケット数を基にして、設定精度を維持するための観測時間の計算が行われる。このような計算の幾つかの例としては、前記した (6) 式から (9) 式に挙げるものがある。

30

【 0 1 4 8 】

このようにして観測時間計算部 7 3 8 で観測時間を設定するための観測間隔を計算しておき、その結果を計測トリガ部 7 3 6 に通知する。一般にサンプル数と観測時間と送信レートの間には、次の (1 2) 式のような関係が成り立つ。このため観測時間計算部 7 3 8 の観測間隔計算方法としては、現在の送信レートと単位時間当たりのサンプル数 (予め定められた通信量やパケットロス、ジッタなど) から式 (1 2) の計算により、必要な精度を維持するための予め定められたサンプル数が観測できる観測時間を推定する方法が考えられる。更に精度を保証する手法として、第 3 の実施形態では観測間隔を変化させるだけでなく、送信レートを変化させることを検討し、決定するようにしている。このため、精度を保つためのサンプル数を計算した後、(1 2) 式を基にして観測時間と送信レートを決定する。決定した観測時間は計測トリガ部 7 3 6 へ通知し、送信レートは第 2 の通信端末 7 0 2 、ネットワーク、第 1 の通信端末 7 0 1 を順に經由して、検査パケット指示装置 7 1 1 の送信レート設定部 7 2 1 に通知することになる。

40

【 0 1 4 9 】

$$\text{観測時間} \times \text{送信レート} = \text{変数} \times \text{サンプル数} \quad \dots \dots (1 2)$$

【 0 1 5 0 】

この (1 2) 式で、右の項は保証する観測精度を表わしており、この数値が同じになる場合は精度は同一である。たとえば、観測時間が 1 秒で送信レートが 5 M b p s の場合と

50

、観測時間が5秒で送信レートが1Mbpsは精度は同じである。このため、送信レートが固定の場合には、右の項が一定値以上になる観測時間を設定する。逆に、観測時間が固定の場合には、右の項が一定以上になる送信レートを設定する。もちろん、送信レートと観測時間の双方を設計パラメータにすることもできる。

【0151】

なお、アクティブ計測の場合、ネットワークに検査用の余分なパケットを流していることになるので、送信レートは一般に小さい方が好ましい。しかしながら、小さい数値を設定すると、同一の観測精度を得るための観測時間が長くなる。したがって、これがたとえば1日のような極端な値になると、長すぎて意味のない数値となる。このため、検査するネットワーク・アプリケーションによって多少変動するが、どの程度の粒度で計測結果が必要かという目安(上限値)がある。この観点から、(12)式の右項の数値を満たすように、観測時間と送信レートを決定する。

10

【0152】

計測トリガ部736では、観測時間計算部738から通知された観測間隔を基にして、次の観測時間を計算する。指定の観測時間が来ると品質計測部734へ品質計測開始を伝える。品質計測部734では、計測トリガ部736からの計測開始命令735が伝えられるたびに品質計算を開始する。品質計算処理は、パケット蓄積部732から前回の計測以降に得られたデータを基にして、品質計測を行う。ただし、処理開始直後は、品質計測開始した以降に受信したデータを基にして、品質計測を行う。品質計測は、データ量を対象としたものであり、従来例と同様の(1)式や(10)、(11)式あるいは、一般的なサンプリングに関する品質計測方法を用いて、パケット流量やパケットロス等の品質に関する計測が行われる。この品質計算処理が終了すると、計算された結果739が品質結果保持部741へ送られて記録される。品質計測部734は計算を終了させると、計測トリガ部736からの計測開始命令735がくるまで処理を停止する。

20

【0153】

品質表示部744は、システムから指示されたタイミングで、品質結果保持部741に蓄積された品質計測結果743を入力して、結果情報745を出力する。この結果情報745が検査パケット指示装置711に伝達され、図示しないディスプレイに表示されることになる。ここでシステムからのタイミングとは、装置が事前に設定している固定的な時間間隔の場合もあれば、通信量が一定値を超えた、あるいは一定値以下となった等のイベントによる場合のような複数の場合が考えられる。

30

【0154】

図7は、この第3の実施形態の通信システムにおけるネットワークの品質計測処理の流れを表わした図である。図6と共に説明する。図6に示した通信システムでは、計測処理開始前に観測時間計算部738に対して、保証する精度や計測間隔Taを表わした設定情報742を設定しておく(ステップS801)。

【0155】

次のステップS802は、計測開始処理に相当する。第2の通信端末702のデータ送信部706から指示されたレートで検査パケット705の送信を開始する。この処理が行われると第2の通信端末702に検査パケット705が届き、データ受信部704がそれを品質計測装置712のパケット蓄積部732に蓄積していく。このステップS802の処理の後にステップS803の処理へ移動する。

40

【0156】

ステップS803の処理は、計測トリガ部736の処理の一部として行われる。計測トリガ部736から品質計測部734へ計測開始命令735を送出した時刻を計算時刻Tbとして記録する。計算時刻Tbを記録した後、次のステップS804による品質計測処理が開始される。

【0157】

ステップS804の品質計測処理は、品質計測部734で行われる。この処理では、パケット蓄積部732から、前回の計測以降に得られたデータを基にして、品質計測が行わ

50

れる。ただし、処理開始直後は、品質計測を開始した以降に受信したデータを基にして、品質計測が行われる。

【0158】

この第3の実施形態で行っている品質計測は、たとえばデータ量やパケットロス量を対象としたものであり、従来例と同様の(1)式や(10)、(11)式あるいは、一般的なサンプリングに関する品質計測方法を用いて、パケット流量やパケットロス等の品質に関する計測が行われる。この品質計算処理が終了すると、計算された結果739が品質結果保持部741へ送られて記録される。品質計測部734は計算を終了させると、計測トリガ部736からの計測開始命令735がくるまで処理を停止する。

【0159】

次のステップS805の処理は、観測時間計算部738で行われる。この処理では、過去の品質計測結果やパケット蓄積部732からの情報と、事前に設定情報742として入力されていた保証する精度に関する情報を基にして、(6)式から(9)式に示す計算を行い、現在の送信レートでの次の品質計算までの観測間隔 T_c を計算する。更に(12)式の関係から、新たな観測間隔 T_c と送信レートを決定する。このようにして、観測時間が長すぎる場合には送信レートを上げることにより、短い観測時間でも一定精度を保証することが可能となる。ここで決定した観測間隔 T_c は、計測トリガ部736へ送出される。また、送信レート情報730は、第2の通信端末702、ネットワークおよび第1の通信端末701を経由して検査パケット指示装置711の送信レート設定部721へ通知される。

【0160】

次のステップS806では、計測処理が終了するかどうかを判定する。システムからの計測停止指示があれば(YES)、品質計測処理を停止して、終了する。システムからの計測停止指示がない場合には(ステップS806:NO)、次のステップS807へ移動する。

【0161】

ステップS807の処理は、計測トリガ部736の処理の一部として行われる。最後に品質計測を開始した計算時刻 T_b と観測間隔 T_c を加算した値が次の品質計測開始時刻である。その値を超える時刻まで処理が待機される。待機のための時刻が経過すると、計測トリガ部736は品質計測部734に対して、計測開始命令735を送出することになる。

【0162】

次のステップS808では、観測時間計算部738で決定された送信レートを第2の通信端末702、ネットワークおよび第1の通信端末701を経由して送信レート設定部721に送信し、送信レートが決定される。この処理が行われた後、ステップS802に処理が移動する。

【0163】

以上が本発明の第3の実施形態における検査パケット指示装置711と品質計測装置712の行う処理内容である。この第3の実施形態による品質計測処理を従来技術と比較する。従来技術では、観測間隔は固定されている。このため、品質計測結果を算出する基となるサンプル数が、観測時間ごと、あるいはフローごとに異なる可能性がある。このため、(1)計測装置で計測した品質結果の精度が不明であると共に、(2)計測装置で計測した品質結果の精度が毎回変動するという問題がある。更に(3)計測装置で計測した同一品質項目を時系列要素で比較したり、あるフローの品質結果とその他の品質結果を正確に比較することが困難であるという問題がある。

【0164】

これに対して本発明の第3の実施形態の場合には、品質計測結果の精度が一定となるようにするために、観測間隔を可変としている。これにより、品質計測結果を算出して得た結果が、ある評価基準に従って保証されることになる。保証のための手法としては、さまざまな手法が考えられる。たとえば、単純にサンプル数で保証する手法や、エラー率と信

10

20

30

40

50

頼区間によって保証する手法がこれらの一例である。本実施形態では計測結果の精度が、ある評価基準によって保証されることによって、(1)計測結果の精度が事前に予測可能になる。また、(2)計測結果の精度が毎回予測可能である。更に、(3)計測装置で計測した同一品質項目を時系列要素で比較したり、あるフローの品質結果とその他の品質結果を正確に比較することが容易になる。

【0165】

また、この第3の実施形態では、観測精度を保証するための調整を、観測時間と送信レートの双方を用いて行っている。これにより、必要観測時間が長い場合には、送信レートを上げることで観測時間を短くして、精度を保証することも可能である。更に観測時間を固定的にして、送信レートを変動させることで、必要な観測精度を保証することもできる。更に、必要な観測精度や許容可能な観測時間以内を実現できる送信レートを計算し、送信レート側を調整することで、ネットワークに流す検査パケット量を必要最小限に抑えることも可能となる。

10

【0166】

なお、第3の実施形態では、図5に示したように通信システムが検査パケット指示装置711と品質計測装置712の間に第1の通信端末701と第2の通信端末702をネットワークで直結した形で配置しているが、これに限られない。第1の通信端末701から第2の通信端末702に送られたパケットをサンプリングで取得できる箇所で観測を行うものであれば、ルータやスイッチがパケットをサンプリングで取得できるような場合であっても構わない。

20

【0167】

またネットワーク内部ではなく、エンド端末内で観測するパケットをサンプリングによってキャプチャする場合でも構わない。更にサンプリングしたパケットを品質計測装置に送信する手法も各種採用することが可能である。たとえば、サンプリングによって取得したパケットをコピーして、このコピーを送付する手法や、サンプリングによってキャプチャしたパケットの一部ずつを複数集めてひとつのパケットとし、これをネットワーク経由で品質計測装置に入力する手法も可能である。

【0168】

更に、第3の実施形態では、パケットを対象としてその品質を計測する装置の説明を行ったが、これに限るものではない。たとえば、フレームやセル等のようにネットワークの中を流れる各種のデータの品質を計測する品質計測装置に対しても本発明を適用可能である。

30

【0169】

また、第3の実施形態ではリアルタイムで回線品質を計測する品質計測装置について説明を行ったが、これに限るものではない。たとえば、蓄積した過去のデータに対して回線品質を計測する装置であっても構わない。更に第3の実施形態では観測時間計算部738が過去の品質計算結果を基にして観測間隔あるいは観測時間を計算したが、パケット蓄積部732の情報やシステム外部からの情報を参照して、観測時間を計算することも可能である。

【0170】

以上説明したように本実施形態によれば、事前に入力していた精度を保証できるサンプル量が得られるまでの時間と検査パケットの送信レートを計算し、その時間間隔と検査パケットの送信レートを可変にして品質計測を行うので、計測結果の精度を事前に予測することができる。

40

【0171】

また、本実施形態によれば、同じ精度を保証できるだけ、観測間隔と検査パケットの送信レートを可変で決定できるので、計測結果の精度が観測間隔ごとに予測可能となる。

【0172】

更に、本実施形態によれば、それぞれ比較するサンプル量や精度が同じ程度になるように観測間隔と検査パケットの送信レートを可変に決定できるので、計測した同一品質項目

50

を時系列要素で比較する場合や、あるフローの品質結果とその他の品質結果を正確に比較することが容易になる。

【0173】

また、本実施形態によれば、精度を保証するために必要なサンプル数を、観測間隔と検査パケットの送信レートの二つで調節することにより得ることができる。これにより、観測間隔に制約がついて自由に設定ができない場合にも、送信レートを調整することによって、計測結果の精度を保証することができる。また、検査パケットの送信レートに制約がついて自由に設定ができない場合にも、観測間隔を調整することによって、計測結果の精度を保証することができる。更に、許容可能な観測時間で必要な観測精度を保持できる範囲内で、最小の送信レートに調整することにより、ネットワークに流す検査パケット量を必要最小限に抑えることも可能であり、ネットワークに余計な負荷をかけないで品質計測を行うことができる。

10

[実施形態4]

【0174】

図8は、本発明の第4の実施形態におけるネットワークの品質計測が適用される通信システムの構成を表わした図である。この通信システムは、図8に示すように、図6に示した第3実施形態の通信システムのパケット蓄積部732を除く品質計測装置の構成部を、検査パケット指示装置751内に設けたものである。図6に示した検査パケット指示装置711との違いは、検査パケット指示装置751が、送信レート設定部721、命令作成部722の他に、品質計測部734、計測トリガ部(計測開始制御部となる)736、観測時間計算部738、品質結果保持部741及び品質表示部744を備えていることである。検査パケット指示装置751内の各部は第3の実施形態において説明した検査パケット指示装置711と品質計測装置712との各部と同様に動作する。

20

【0175】

本実施形態では、第2の通信端末702のデータ受信部704が受信したパケット731はパケット蓄積部732に蓄積され、蓄積されたパケットの蓄積データ733は第2の通信端末702のデータ送信部706、第1の通信端末701のデータ受信部707を介して品質計測部734に入力されるようになっていいる。品質計測部734は計測トリガ部736、観測時間計算部738及び品質結果保持部741に接続されている。計測トリガ部736は品質計測部734に計測開始命令735を出力する。観測時間計算部738は、品質計測部734の過去の結果737を基にして観測間隔を計算し、次の観測時間を決定すると共に、検査パケット指示装置711の送信レート設定部721に検査パケット705の送信レートに関する情報を伝える。

30

【0176】

検査パケット指示装置751は第1の通信端末701と一体化されて、通信機能、検査パケット指示機能及び品質計測機能を有する装置として構成することができる。また、ここでは図6の品質計測装置712(パケット蓄積部732は除かれる)と検査パケット指示装置711とを一体化させて検査パケット指示装置751として示したが、図6の品質計測装置712(パケット蓄積部732は除かれる)と検査パケット指示装置711とを別な装置として設けてもよい。

40

【0177】

なお、本実施形態の検査パケット指示装置751は図示しないCPUと、所定の制御プログラムを格納した図示しない記憶媒体を備えており、装置を構成する各部の少なくとも一部はソフトウェアで実現することができる。図9に示すようなコンピュータのハードディスク等のディスク装置803に制御プログラムが記憶され、CPU805により制御プログラムが実行される。RAM等のメモリ806には、制御プログラムの実行に必要なデータが記憶される。キーボード等の入力部802から必要なデータが入力される。計測精度を保証するための精度情報742は入力部802から入力される。801は各部を接続するバスである。計測精度を保証するための精度情報742はディスク装置803に記憶させておいてもよい。第1の通信端末と検査パケット指示装置とを一台のコンピュータで構

50

成することもできる。

【0178】

本第4の実施形態の構成による効果は既に説明した第3の実施形態の構成による効果と同様である。

【0179】

以上実施形態1~4で説明したように、品質計測部734、計測トリガ部736、観測時間計算部738、品質結果保持部741及び品質表示部744を備えた品質計測装置は、第1の通信端末と第2の通信端末との間に分岐装置を介して配置したり、第2の通信端末側に配置したり、第1の通信端末側に配置したり、することができる。そして、必要に応じてパケット蓄積部を品質計測装置内に含めることができる。

10

【0180】

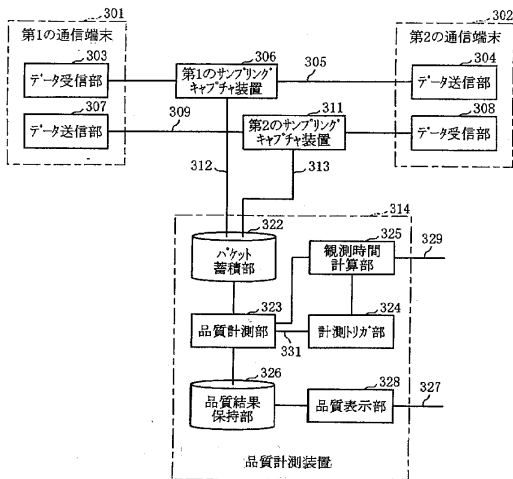
また実施形態1~4では品質計測装置や検査パケット指示装置をコンピュータで構成する場合について説明したが、品質計測装置や検査パケット指示装置は専用ICやFPGA(Field Programmable Gate Array)等のICで品質計測装置や検査パケット指示装置の各構成部又は複数の構成部を構成することができる。つまり、本発明の構成はソフトウェアでもハードウェアでも実現することができる。また、実施形態2~4ではデータは、記伝送路に検査用に送り出すデータとして説明したが、検査用データに限定されるものではない。

【0181】

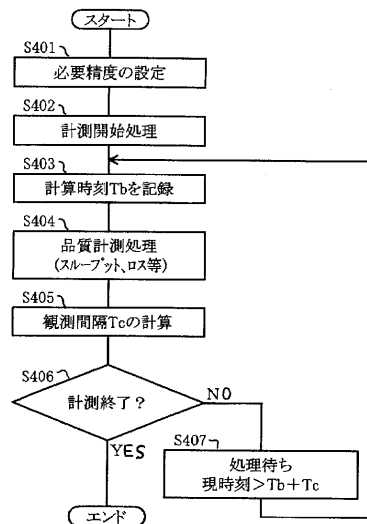
本発明はその精神または主張な特徴から逸脱することなく、他の種々の形で実施することができる。そのため、前述した各実施形態は単なる例示にすぎず、限定的に解釈されるべきではない。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、明細書本文や要約には拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更はすべて本発明の範囲内のものである。

20

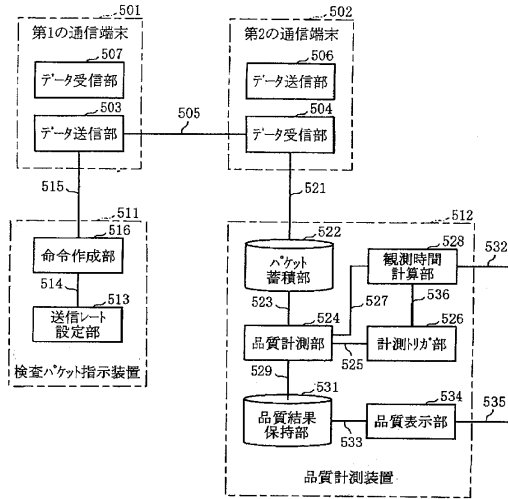
【図1】



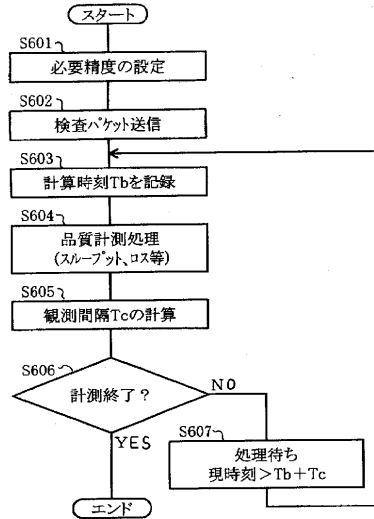
【図2】



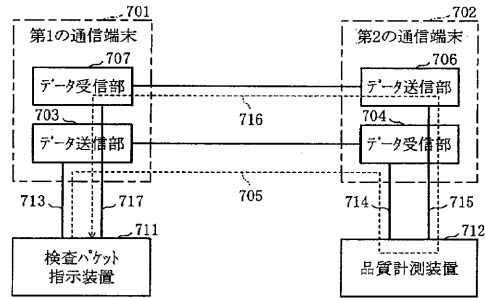
【図3】



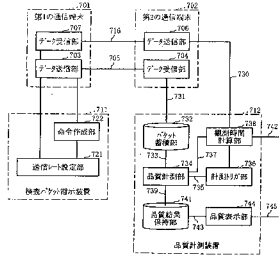
【図4】



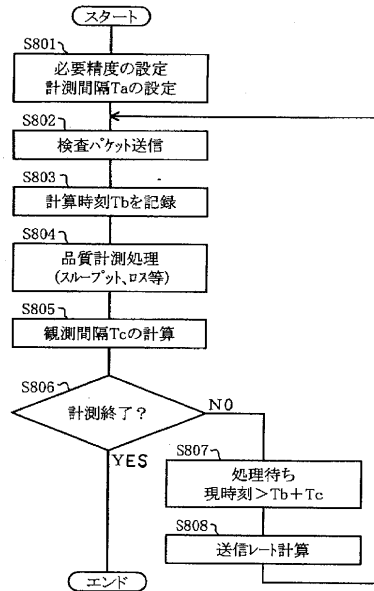
【図5】



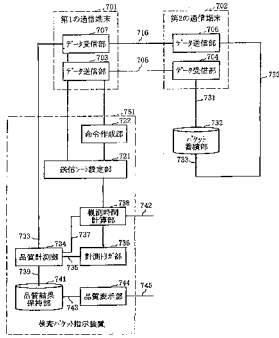
【図6】



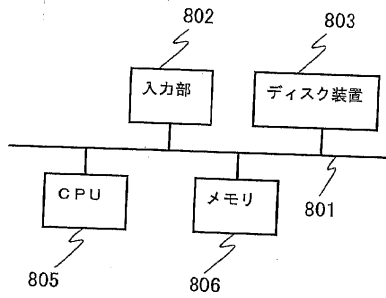
【図7】



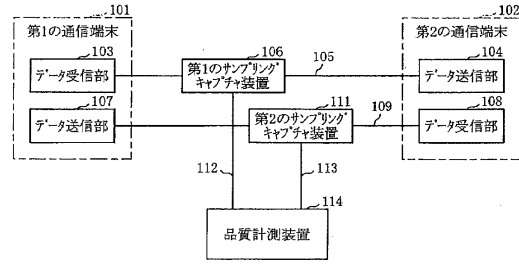
【図 8】



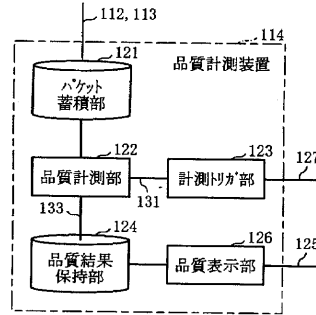
【図 9】



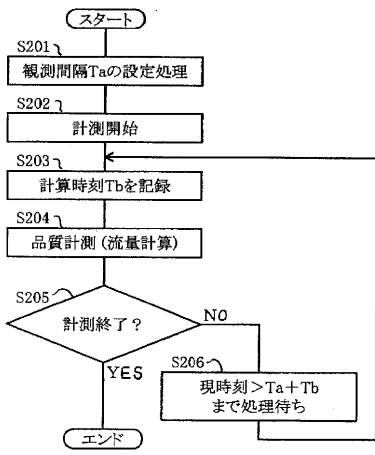
【図 10】



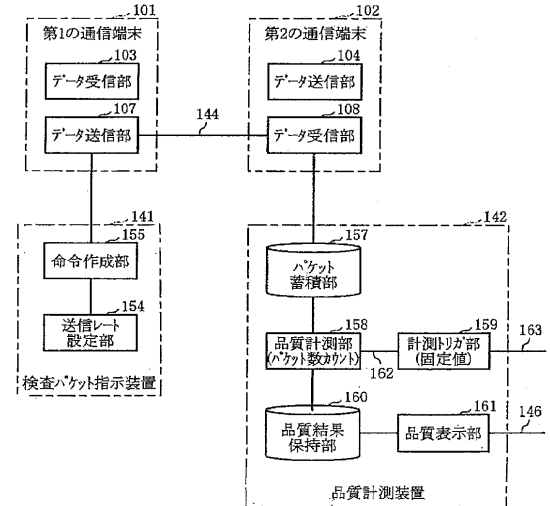
【図 11】



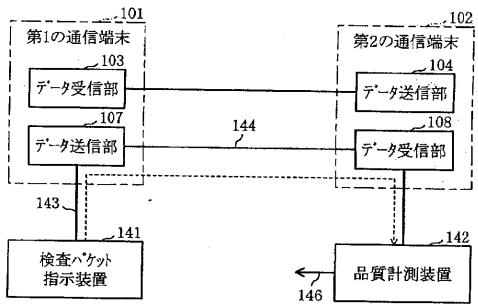
【図 12】



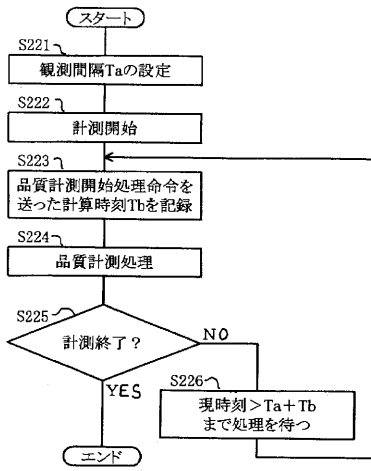
【図 14】



【図 13】



【図15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-348416(JP,A)
特開平09-238139(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/56

H04M 3/00

H04M 3/26