

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-34627
(P2017-34627A)

(43) 公開日 平成29年2月9日(2017.2.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4L 12/70 (2013.01)	HO4L 12/70 A	5K030
HO4L 12/815 (2013.01)	HO4L 12/815	5K034
HO4L 12/66 (2006.01)	HO4L 12/66 E	
HO4L 12/861 (2013.01)	HO4L 12/861	
HO4L 13/08 (2006.01)	HO4L 13/08	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2015-156000 (P2015-156000)
(22) 出願日 平成27年8月6日 (2015.8.6)

(71) 出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(74) 代理人 110002147
特許業務法人酒井国際特許事務所
(72) 発明者 木村 明寛
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内
(72) 発明者 山本 太三
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内
(72) 発明者 山崎 裕史
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内

最終頁に続く

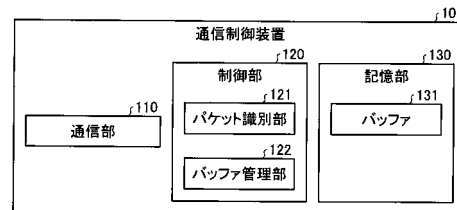
(54) 【発明の名称】 通信制御システムおよび通信制御方法

(57) 【要約】

【課題】SYNパケットの再送による、単位時間当たりのコネクション数の減少を抑制する。

【解決手段】通信制御システムは、受信部と、パケット識別部と、送信部と、バッファ管理部と、を備える。通信制御システムは、ネットワーク上でTCP (Transmission Control Protocol) を用いてコネクションを確立する情報処理装置とサーバとの間の通信を制御する。受信部は、情報処理装置とサーバとの間で送受信されるパケットを受信する。パケット識別部は、受信するパケットのうち、情報処理装置からサーバへ送信されるSYN (Synchronization) パケットをバッファに振り分ける。送信部は、バッファに格納されるSYNパケットを所定の送信レートでサーバに送信する。バッファ管理部は、受信したパケットが所定の条件を満たす場合に、バッファに格納されるSYNパケットまたは受信したパケットを破棄する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ネットワーク上で T C P (Transmission Control Protocol) を用いてコネクションを確立する情報処理装置とサーバとの間で送受信されるパケットを受信する受信部と、前記受信部が受信するパケットのうち、前記情報処理装置から前記サーバへ送信される S Y N (Synchronization) パケットをバッファに振り分けるパケット識別部と、前記バッファに格納される S Y N パケットを所定の送信レートで前記サーバに送信する送信部と、前記受信部が受信したパケットが所定の条件を満たす場合に、バッファに格納される S Y N パケットまたは受信したパケットを破棄するバッファ管理部と、
を備えることを特徴とする通信制御システム。

10

【請求項 2】

前記バッファ管理部は、前記受信部が受信したパケットのうち、前記情報処理装置から前記サーバへ送信される S Y N パケットのシーケンス番号が、前記バッファに格納される S Y N パケットのシーケンス番号と同一である場合、前記受信部が受信した S Y N パケットを破棄することを特徴とする請求項 1 に記載の通信制御システム。

【請求項 3】

前記バッファ管理部は、前記受信部が受信したパケットのうち、前記バッファに格納され次に前記バッファから前記サーバに送信される S Y N パケットのシーケンス番号が、前記バッファに格納される他の S Y N パケットのシーケンス番号と同一である場合、バッファに格納される当該他の S Y N パケットを破棄することを特徴とする請求項 1 に記載の通信制御システム。

20

【請求項 4】

前記バッファ管理部は、前記受信部が受信したパケットのうち、前記サーバから前記情報処理装置に送信される A C K (Acknowledgement) パケットのシーケンス番号が、前記バッファに格納される S Y N パケットのシーケンス番号と同一である場合、前記バッファに格納される S Y N パケットを破棄することを特徴とする請求項 1 に記載の通信制御システム。

【請求項 5】

前記受信部が受信する S Y N パケットの受信レートを検出する検出部をさらに備え、前記バッファ管理部は、前記検出部が検出した受信レートが第 1 の閾値を超えた場合、第 1 の閾値を超えてから第 1 の時間後に、前記バッファに格納されるパケットを破棄することを特徴とする請求項 1 に記載の通信制御システム。

30

【請求項 6】

前記受信部が受信する S Y N パケットの受信レートを検出する検出部をさらに備え、前記バッファ管理部は、前記検出部が検出した受信レートが第 1 の閾値を超えた場合、次に受信レートが第 2 の閾値を超えると予測される第 2 の時間を算出し、前記検出部が当該第 2 の時間に検出した受信レートが前記第 2 の閾値を超えた場合、前記バッファに格納されるパケットを破棄することを特徴とする請求項 1 に記載の通信制御システム。

【請求項 7】

前記バッファ管理部は、前記検出部が前記第 2 の時間に検出した受信レートが前記第 2 の閾値を超えた場合、前記バッファに格納されるパケットを破棄し、次に受信レートが第 3 の閾値を超えると予測される第 3 の時間を算出し、前記検出部が当該第 3 の時間に検出した受信レートが前記第 3 の閾値を超えた場合、前記バッファに格納されるパケットを再度破棄することを特徴とする請求項 6 に記載の通信制御システム。

40

【請求項 8】

ネットワーク上で T C P を用いてコネクションを確立する情報処理装置とサーバとの間の通信を制御する通信制御方法であって、前記情報処理装置と前記サーバとの間で送受信されるパケットを受信する受信工程と、前記受信工程において受信されたパケットのうち、前記情報処理装置から前記サーバへ

50

送信されるSYNパケットをバッファに振り分けるパケット識別工程と、

前記バッファに格納されるSYNパケットを所定の送信レートで前記サーバに送信する送信工程と、

前記受信工程において受信されたパケットが所定の条件を満たす場合に、バッファに格納されるSYNパケットまたは受信したパケットを破棄するバッファ管理工程と、

をコンピュータが実行することを特徴とする通信制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信制御システムおよび通信制御方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

TCP (Transmission Control Protocol) を用いた情報通信が広く利用されている。TCPを利用して、ユーザ端末とアプリケーション (APL) サーバとの間で通信を実行する際には、通常、スリーウェイハンドシェイクと呼ばれる処理が実行される。スリーウェイハンドシェイクにおいては、まず、一方の情報処理装置が他方の情報処理装置に通信接続 (コネクション) の確立を要求するSYN (Synchronization) パケットを送信する。他方の情報処理装置は、SYNパケットに応じて接続を許可するためSYN-ACK (Acknowledgement) パケットを送信する。SYN-ACKパケットを受信した一方の情報処理装置が接続開始を示すACKパケットを送信する。これで、TCPを用いた通信が開始する。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】木村 明寛、西山 聡史、大坂 健、工藤 伊知郎、「IoTサービス提供のためのサーバ数を削減するNW機能の提案」、信学技報、pp. 379-384

【非特許文献2】V. Paxson, M. Allman, J. Chu & M. Sargent, "Computing TCP's Retransmission Timer", Internet Engineering Task Force (IETF), 2011

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、コネクションの確立を要求するSYNパケットの送信元は、所定期間にわたってSYNパケットに応答するSYN-ACKパケットを受信しない場合、SYNパケットを再送する。送信元は、SYN-ACKパケットを受信するまで、又は、所定の回数再送するまで、所定の間隔で繰り返しSYNパケットを再送する。

【0005】

複数のユーザ端末との間で通信を実行するAPLサーバに対して、複数のユーザ端末から繰り返しSYNパケットが再送されると、送信されるパケット中に占める再送パケットの割合が高くなる。このような場合、APLサーバがユーザ端末との間で確立できる単位時間当たりのコネクション数が減少する場合がある。

40

【0006】

開示の実施形態は、上記に鑑みてなされたものであり、SYNパケットの再送による、単位時間当たりのコネクション数の減少を抑制することができる通信制御システムおよび通信制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

開示する通信制御システムおよび通信制御方法は、ネットワーク上でTCPを用いてコネクションを確立する情報処理装置とサーバとの間の通信を制御する。受信部は、情報処理装置とサーバとの間で送受信されるパケットを受信する。パケット識別部は、受信する

50

パケットのうち、情報処理装置からサーバへ送信されるSYNパケットをバッファに振り分ける。送信部は、バッファに格納されるSYNパケットを所定の送信レートでサーバに送信する。バッファ管理部は、受信したパケットが所定の条件を満たす場合に、バッファに格納されるSYNパケットまたは受信したパケットを破棄する。

【発明の効果】

【0008】

開示する通信制御システムおよび通信制御方法は、SYNパケットの再送による、単位時間当たりのコネクション数の減少を抑制することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る通信制御システムの構成の一例を示す図である。

【図2】図2は、第1の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。

【図3】図3は、第1の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図4】図4は、第2の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。

【図5】図5は、第2の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図6】図6は、第3の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。

【図7】図7は、第3の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図8】図8は、第4の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。

【図9】図9は、第4の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図10】図10は、第5の実施形態に係る通信制御処理の前提となるSYNパケットの再送間隔について説明するための図である。

【図11】図11は、第5の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。

【図12】図12は、第5の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図13】図13は、第6の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。

【図14】図14は、第6の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図15】図15は、第6の実施形態に係る通信制御処理において、受信レートが閾値を超えるタイミングを予測する手法について説明するための図である。

【図16】図16は、第6の実施形態に係る通信制御処理において、閾値を設定する手法について説明するための図である。

【図17】図17は、各実施形態に係る通信制御装置の機能を複数の装置上に実装する例を説明するための図である。

【図18】図18は、ユーザ端末からAPLサーバにSYNパケットが送信される場合の処理の例を説明するための図である。

【図19】図19は、ユーザ端末からAPLサーバにSYNパケットが再送される場合の処理の例を説明するための図である。

【図20】図20は、通信制御プログラムを実行するコンピュータを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、開示するシステムおよび方法の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、各実施形態は適宜組み合わせることができる。

【0011】

(既存の手法によるSYNパケット再送処理の一例)

まず、図18および図19を参照し、実施形態に係る通信制御システム及び通信制御方

10

20

30

40

50

法の前提として、従来のTCPを用いた接続の確立処理について説明する。図18は、ユーザ端末からAPLサーバにSYNパケットが送信される場合の処理の例を説明するための図である。また、図19は、ユーザ端末からAPLサーバにSYNパケットが再送される場合の処理の例を説明するための図である。

【0012】

図18の例では、ネットワークAを介してユーザ端末1～4が、APLサーバ5と接続される。また、ユーザ端末1～4とAPLサーバ5の間には、転送装置6、バッファ7および送信レート制御装置8が接続されている。

【0013】

ユーザ端末1～4は、それぞれネットワークAを介してAPLサーバ5と通信を開始するに当たり、まず接続を確立するためにSYNパケットを送信する。APLサーバ5は、SYNパケットに対する応答確認としてACKパケットを送り返す。ユーザ端末1～4は、ACKパケットを受信すると、接続が確立したものとみなし、受信したACKパケットに対する応答としてACKパケットをAPLサーバ5に送信する。また、ユーザ端末1～4は、APLサーバ5に対してAPL層パケットを送信する。図18中、ユーザ端末nが送信するSYNパケットはSYN(n)と表示する。また、ユーザ端末nが送信するACKパケットはACK(n)と表示する。また、ユーザ端末nが送信するAPL層パケットはAPL(n)と表示する。

10

【0014】

送信されるSYNパケットには各々、シーケンス番号が付与される。たとえば、ユーザ端末1が送信するSYNパケットにはシーケンス番号「1」が付与される。シーケンス番号「1」のSYNパケットに回答してAPLサーバ5が送信する確認応答であるACKパケットのシーケンス番号も「1」となる。

20

【0015】

転送装置6は、ユーザ端末1～4が送信するパケットを受信し、SYNパケットを抽出してバッファ7に格納する。転送装置6は、SYNパケット以外のパケットたとえばAPL層パケットやACKパケットはバッファ7に格納せずにそのままAPLサーバ5に送信する。

【0016】

バッファ7は、FIFO(First In First Out)メモリである。バッファ7に格納されたSYNパケットは、送信レート制御装置8によって所定の送信レートでバッファ7からAPLサーバ5に送信される。

30

【0017】

ユーザ端末1～4は、SYNパケットを送信した後、所定時間が経過してもSYNパケットに回答するACKパケットを受信しない場合、SYNパケットを再送する。TCPにおいてSYNパケットを再送する再送間隔の初期値は、各ユーザ端末の実装に依存して決定される。たとえば、Windows(登録商標)系のオペレーションシステム(OS)であれば3秒、Linux(登録商標)系のOSであれば1秒である。2回目以降の再送間隔はRFC(Request for Comments)に規定されるTCPの再送アルゴリズムに従って設定される。2回目以降の再送間隔はたとえば、前の再送間隔の2倍に設定される。転送装置6は、初回のSYNパケットと再送パケットとを区別せず、すべてバッファ7に振り分ける。

40

【0018】

APLサーバ5は、SYNパケットを受信すると、確立済みの接続数が予め定めた上限に達していない場合、APL層パケット処理用のリソースを確保して、ACKパケットを送信する。APLサーバ5は、確立済みの接続数が予め定めた上限に達している場合、SYNパケットを破棄し、ACKパケットは送信しない。

【0019】

図19の例では、ユーザ端末2がSYNパケット(SYN(2))を送信しているが、APLサーバ5には到達していない。ユーザ端末2はSYNパケット(SYN(2))に

50

応答するACKパケットを未受信であるため、所定時間が経過すると、SYNパケットを再送する。再送されるSYNパケットは、転送装置6によってバッファ7に振り分けられる。バッファ7に振り分けられたSYNパケットは送信レート制御装置8の制御のもと、所定の送信レートでAPLサーバ5に送信される。このため、ユーザ端末1～4のそれぞれから同様のタイミングでSYNパケットが送信されると、所定時間内にAPLサーバ5から応答するACKパケットを受信しないユーザ端末がでてくる。バッファ7からの送信レートは一定であるため、ACKパケットを未受信のユーザ端末から再送されるSYNパケットがバッファ7内のSYNパケットに占める割合が増加していく。結果的に、単位時間当たりにAPLサーバ5が受信する初回送信分のSYNパケットの数が減少する。

【0020】

APLサーバ5は、受信したSYNパケットのシーケンス番号をチェックする。そして、同一のシーケンス番号をもつACKパケットを送信済みである場合、APLサーバ5は、受信したSYNパケットを破棄する。APLサーバ5が受信するSYNパケットに占める再送パケットの割合が増加すると、単位時間当たりに確立されるユーザ端末1～4とAPLサーバ5間に確立されるコネクション数が減少する。

【0021】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る通信制御システムの構成の一例を示す図である。第1の実施形態に係る通信制御システム1Aにおいては、通信制御装置10は、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dおよびゲートウェイ30と、ネットワーク40を介して接続される。情報処理装置20B, 20C, 20Dは、ゲートウェイ30およびネットワーク40を介して通信制御装置10と接続される。また、通信制御装置10は、サーバ50とネットワーク60を介して接続される。なお、図1に示す構成は一例にすぎず、通信制御装置10が、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dとサーバ50とを接続するネットワーク上に配置されればよく、具体的な構成や各装置の数は特に限定されない。

【0022】

情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dはネットワーク40, 60を介してサーバ50との間で情報の送受信を行う。情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dはたとえば、IoT (Internet of Things) 端末またはM2M (Machine to Machine) 端末等である。

【0023】

ゲートウェイ30は、ネットワーク40を他のネットワークに接続する。ゲートウェイ30はたとえば、IoTゲートウェイ、M2Mゲートウェイ等である。

【0024】

ネットワーク40, 60はたとえば、インターネット、イントラネット、ローカルエリアネットワーク (LAN)、ワイドエリアネットワーク (WAN) 等である。また、ネットワーク40, 60は無線ネットワークであっても有線ネットワークであっても両者の組み合わせであってもよい。

【0025】

サーバ50は、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dとの間でコネクションを確立し、情報の送受信を行う。サーバ50はたとえばAPLサーバである。

【0026】

(通信制御装置の構成の一例)

図2は、第1の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。通信制御装置10は、図1に示すように、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dとサーバ50との間の通信経路上に配置される。通信制御装置10は、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dとサーバ50との間の通信を制御する。たとえば、通信制御装置10は、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dから送信されるSYNパケットをサーバ50に転送する。また、通信制御装置10は、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dから再送されるSYNパケットによる、サーバ50と情報処理装置20A, 20B,

10

20

30

40

50

20C, 20D間の単位時間当たりの接続数の減少を抑制するよう通信を制御する。

【0027】

図2に示すように通信制御装置10は、通信部110と、制御部120と、記憶部130と、を備える。

【0028】

通信部110は、ネットワーク40, 60を介して送信される情報を送受信する。

【0029】

制御部120は、通信制御装置10の各部の処理を制御する。制御部120はたとえば、CPU (Central Processing Unit)、MPU (Micro Processing Unit) や、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等で構成することができる。制御部120は、パケット識別部121と、バッファ管理部122とを有する。

10

【0030】

パケット識別部121は、通信部110を介して受信されるパケットの種類を識別する。パケット識別部121は、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dからサーバ50宛に送信されるSYNパケットを識別する。そして、パケット識別部121は識別したSYNパケットを後述するバッファ131に格納する。また、パケット識別部121は、SYNパケット以外のパケットを、通信部110を介して宛先に送信する。パケット識別部121は、送信元IPアドレス、送信先IPアドレス等から情報処理装置20A~20Dおよびサーバ50を識別する。また、パケット識別部121は、パケットのTCPヘッダのSYNフラグに基づきSYNパケットを識別する。

20

【0031】

バッファ管理部122は、通信部110を介して受信したパケットが所定の条件を満たす場合に、バッファ131に格納されるSYNパケットの一部もしくは全部または受信したパケットを破棄する。

【0032】

バッファ管理部122はまた、バッファ131に格納されたSYNパケットを所定の送信レートで通信部110を介してサーバ50に送信する。

【0033】

記憶部130は、通信制御装置10における各部の処理に使用する情報や処理の結果生成される情報を記憶する。記憶部130はたとえば、ハードディスク、光ディスク等の記憶装置でもよい。また、記憶部130は、RAM (Random Access Memory) やフラッシュメモリ等の半導体メモリであってもよい。記憶部130はバッファ131を有する。

30

【0034】

バッファ131は、パケット識別部121が識別したSYNパケットを格納する。たとえばバッファ131は、FIFO (First In First Out) メモリである。バッファ131は、パケット識別部121が識別したSYNパケットを受信した順番に格納する。格納されたSYNパケットは、先に格納されたパケットから順に所定の送信レートで通信部110を介してサーバ50に送信される。

【0035】

(第1の実施形態の通信制御処理の流れの一例)

図3は、第1の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。図3に示すように、通信制御装置10の通信部110はパケットを受信する(ステップS31)。パケット識別部121は、受信したパケットの中から、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dからサーバ50宛のSYNパケットを識別する。そして、パケット識別部121は識別したSYNパケットをバッファ131に振り分ける(ステップS32)。バッファ管理部122は、通信部110が受信したパケットが所定の条件を満たすか否かを判定する(ステップS33)。バッファ管理部122は、受信したパケットが所定の条件を満たすと判定した場合(ステップS33、Yes)、バッファ131内のSYNパケットの一部もしくは全部または受信したパケットを破棄する(ス

40

50

ステップ S 3 4)。他方、受信したパケットが所定の条件を満たさないと判定した場合 (ステップ S 3 3、N o)、バッファ管理部 1 2 2 は、次の処理に進む。そして、バッファ管理部 1 2 2 は、バッファ 1 3 1 内の S Y N パケットを所定の送信レートでサーバ 5 0 に送信する (ステップ S 3 5)。これで、第 1 の実施形態に係る通信制御処理が終了する。

【 0 0 3 6 】

(第 1 の実施形態の効果)

第 1 の実施形態に係る通信制御システムは、ネットワーク上で T C P を用いてコネクションを確立する情報処理装置とサーバとの間の通信を制御する。受信部 (通信部) は、情報処理装置とサーバとの間で送受信されるパケットを受信する。パケット識別部は、受信部が受信するパケットのうち、情報処理装置からサーバへ送信される S Y N パケットをバッファに振り分ける。送信部 (通信部) は、バッファに格納される S Y N パケットを所定の送信レートでサーバに送信する。バッファ管理部は、受信部が受信したパケットが所定の条件を満たす場合に、バッファに格納される S Y N パケットまたは受信したパケットを破棄する。このため、通信制御システムは所定の条件を満たすパケットを受信した場合には、情報処理装置から送信される S Y N パケットを全てサーバに送信するのではなく、送信する S Y N パケットを削減する。したがって、再送パケットすべてがサーバに送信されず、単位時間あたりに確立できるコネクション数の減少を抑制することができる。

10

【 0 0 3 7 】

(第 2 の実施形態)

第 1 の実施形態においては、通信制御装置 1 0 は、受信したパケットが所定の条件を満たす場合に、バッファに格納される S Y N パケットまたは受信したパケットを破棄するものとした。第 2 の実施形態の通信制御システムは、受信した S Y N パケットのシーケンス番号と同じシーケンス番号の S Y N パケットがすでにバッファに格納されている場合に、受信した S Y N パケットを破棄する。

20

【 0 0 3 8 】

図 4 は、第 2 の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。第 2 の実施形態に係る通信制御装置 1 0 A は、通信部 1 1 0 A と、制御部 1 2 0 A と、記憶部 1 3 0 A と、を備える。通信部 1 1 0 A の機能および構成は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 3 9 】

制御部 1 2 0 A は、パケット識別部 1 2 1 A とバッファ管理部 1 2 2 A とを備える。

30

【 0 0 4 0 】

記憶部 1 3 0 A は、バッファ 1 3 1 A を有する。記憶部 1 3 0 A およびバッファ 1 3 1 A の構成および機能は、第 1 の実施形態と同様である。ただし、バッファ 1 3 1 A に格納される S Y N パケットは、バッファ管理部 1 2 2 A により管理される。

【 0 0 4 1 】

パケット識別部 1 2 1 A は、通信部 1 1 0 A が受信したパケットの中から、情報処理装置 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C , 2 0 D からサーバ 5 0 にあてた S Y N パケットを識別する。そして、パケット識別部 1 2 1 A は、識別した S Y N パケットをバッファ管理部 1 2 2 A に渡す。

【 0 0 4 2 】

バッファ管理部 1 2 2 A は、パケット識別部 1 2 1 A が識別した S Y N パケットをバッファ 1 3 1 A に格納する前に、当該 S Y N パケットのシーケンス番号を抽出する。そして、バッファ管理部 1 2 2 A は、同じシーケンス番号の S Y N パケットがバッファ 1 3 1 A に格納されているか否かを判定する。同じシーケンス番号の S Y N パケットがバッファ 1 3 1 A に格納されていると判定した場合、バッファ管理部 1 2 2 A は、受信した S Y N パケットをバッファ 1 3 1 A に格納せず破棄する。他方、同じシーケンス番号の S Y N パケットがバッファ 1 3 1 A に格納されていないと判定した場合、バッファ管理部 1 2 2 A は、当該 S Y N パケットをバッファ 1 3 1 A に格納する。そして、バッファ管理部 1 2 2 A はバッファ 1 3 1 A に格納された S Y N パケットを所定の送信レートで順次サーバ 5 0 に送信する。

40

50

【0043】

(第2の実施形態に係る通信制御処理の流れの一例)

図5は、第2の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。まず、通信部110Aは、パケットを受信する(ステップS51)。そして、パケット識別部121Aは、受信したパケットがSYNパケットか否かを判定する(ステップS52)。受信したパケットがSYNパケットであると判定した場合(ステップS52、Yes)、パケット識別部121Aは、SYNパケットをバッファ管理部122Aに渡す。バッファ管理部122Aは、SYNパケットのシーケンス番号を抽出し、同一シーケンス番号のSYNパケットがバッファ131Aに格納されているか否かを判定する(ステップS53)。同一シーケンス番号のSYNパケットがバッファ131Aに格納されていると判定した場合(ステップS53、Yes)、バッファ管理部122Aは、受信したSYNパケットをバッファ131Aに格納せず破棄する(ステップS54)。他方、同一シーケンス番号のSYNパケットがバッファ131Aに格納されていないと判定した場合(ステップS53、No)、バッファ管理部122Aは、受信したSYNパケットをバッファ131Aに格納する(ステップS55)。また、受信したパケットがSYNパケットではないと判定した場合(ステップS52、No)、パケット識別部121Aは、受信したパケットをバッファ131Aに格納せず、通信部110Aを介して宛先に送信する(ステップS56)。そして、バッファ管理部122Aは、所定の送信レートでバッファ131Aに格納されたSYNパケットを順次サーバ50に送信する(ステップS57)。これで、第2の実施形態における通信制御処理が終了する。

10

20

【0044】

(第2の実施形態の効果)

このように、第2の実施形態に係る通信制御システムにおいては、バッファ管理部は、受信部(通信部)が受信したパケットのうち、情報処理装置からサーバへ送信されるSYNパケットのシーケンス番号が、バッファに格納されるSYNパケットのシーケンス番号と同一である場合、受信部が受信したSYNパケットを破棄する。このため、再送パケットがバッファ内に重複して格納されることがなく、サーバが同一のSYNパケットを繰り返し処理することが防止される。このため、サーバと情報処理装置との間で単位時間当たり確立されるコネクション数の減少が抑制される。

30

【0045】

(第3の実施形態)

第2の実施形態においては、通信制御装置10Aは、パケットを受信した時点で、バッファ内のパケットとの重複をチェックし、重複する場合には受信したパケットを破棄した。第3の実施形態では、通信制御システムは、パケットをバッファから送信する時点で、当該パケットと重複するパケットがバッファ内にはないかチェックし、バッファ内の重複するパケットを破棄する。

【0046】

図6は、第3の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。第3の実施形態に係る通信制御装置10Bは、通信部110Bと、制御部120Bと、記憶部130Bと、を備える。通信部110Bの機能および構成は第1、第2の実施形態と同様である。

40

【0047】

制御部120Bは、パケット識別部121Bとバッファ管理部122Bとを備える。

【0048】

記憶部130Bは、バッファ131Bを有する。記憶部130Bおよびバッファ131Bの構成および機能は、第1、第2の実施形態と同様である。ただし、バッファ131Bに格納されるSYNパケットは、バッファ管理部122Bにより管理される。

【0049】

パケット識別部121Bは、通信部110Bが受信したパケットのうち、情報処理装置20A, 20B, 20C, 20Dからサーバ50にあてたSYNパケットを識別する。そ

50

して、パケット識別部 1 2 1 B は、識別した S Y N パケットをバッファ 1 3 1 B に格納する。パケット識別部 1 2 1 B は、識別した S Y N パケット以外のパケットは、通信部 1 1 0 B を介して宛先に転送する。

【 0 0 5 0 】

バッファ管理部 1 2 2 B は、所定の送信レートに基づき、バッファ 1 3 1 B から S Y N パケットを送信するタイミングで、送信する S Y N パケットのシーケンス番号を抽出する。そして、バッファ管理部 1 2 2 B は、同一のシーケンス番号の S Y N パケットがバッファ 1 3 1 B に格納されているか否かを判定する。同一のシーケンス番号の S Y N パケットがバッファ 1 3 1 B に格納されている場合、バッファ管理部 1 2 2 B は、バッファ 1 3 1 B に格納されている同一のシーケンス番号の S Y N パケットを破棄する。そして、バッファ管理部 1 2 2 B は、送信タイミングとなった S Y N パケットを通信部 1 1 0 B を介してサーバ 5 0 に送信する。

10

【 0 0 5 1 】

(第 3 の実施形態に係る通信制御処理の流れの一例)

図 7 は、第 3 の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。まず、通信部 1 1 0 B がパケットを受信する (ステップ S 7 1) 。パケット識別部 1 2 1 B は、受信したパケットから、情報処理装置 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C , 2 0 D からサーバ 5 0 にあてた S Y N パケットを識別する。そして、パケット識別部 1 2 1 B は、識別した S Y N パケットをバッファ 1 3 1 B に振り分ける (ステップ S 7 2) 。バッファ管理部 1 2 2 B は、バッファ 1 3 1 B から S Y N パケットを送信する所定のタイミングとなったか否かを判定する (ステップ S 7 3) 。所定のタイミングではないと判定した場合 (ステップ S 7 3 、 N o) 、バッファ管理部 1 2 2 B は再びステップ S 7 3 の判定を繰り返す。所定のタイミングになったと判定した場合 (ステップ S 7 3 、 Y e s) 、バッファ管理部 1 2 2 B は、送信する S Y N パケットと同一のシーケンス番号の S Y N パケットがバッファ 1 3 1 B に格納されているか否かを判定する (ステップ S 7 4) 。同一のシーケンス番号の S Y N パケットが格納されていると判定した場合 (ステップ S 7 4 、 Y e s) 、バッファ管理部 1 2 2 B は、バッファ 1 3 1 B に格納されている同一のシーケンス番号の S Y N パケットを破棄する (ステップ S 7 5) 。そして、バッファ管理部 1 2 2 B は、送信タイミングとなった S Y N パケットを通信部 1 1 0 B を介してサーバ 5 0 に送信する (ステップ S 7 6) 。他方、同一のシーケンス番号の S Y N パケットが格納されていないと判定した場合 (ステップ S 7 4 、 N o) 、バッファ管理部 1 2 2 B は、そのまま送信タイミングとなった S Y N パケットを通信部 1 1 0 B を介してサーバ 5 0 に送信する (ステップ S 7 6) 。これで処理が終了する。

20

30

【 0 0 5 2 】

(第 3 の実施形態の効果)

このように、第 3 の実施形態に係る通信制御システムにおいては、バッファ管理部は、受信部 (通信部) が受信したパケットのうち、バッファに格納され次にバッファからサーバに送信される S Y N パケットのシーケンス番号が、バッファに格納される他の S Y N パケットのシーケンス番号と同一である場合、バッファに格納される他の S Y N パケットを破棄する。このため、バッファ内には重複する S Y N パケットが一時的に格納されるものの、サーバには到達しないため、サーバが同一の S Y N パケットを繰り返し処理することで単位時間当たり確立されるコネクション数が減少することが抑制される。

40

【 0 0 5 3 】

(第 4 の実施形態)

第 2 、第 3 の実施形態においては、通信制御システムは、受信した S Y N パケットをチェックして、受信した S Y N パケットまたはバッファ内のパケットを破棄するか否かを判定した。第 4 の実施形態に係る通信制御システムは、S Y N パケットに回答してサーバから送信される A C K パケットをチェックして、バッファ内のパケットを破棄するか否かを判定する。

【 0 0 5 4 】

50

図 8 は、第 4 の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。第 4 の実施形態に係る通信制御装置 10C は、通信部 110C と、制御部 120C と、記憶部 130C と、を備える。通信部 110C の機能および構成は第 1 ~ 第 3 の実施形態と同様である。

【 0055 】

制御部 120C は、パケット識別部 121C とバッファ管理部 122C とを備える。

【 0056 】

記憶部 130C は、バッファ 131C を有する。記憶部 130C およびバッファ 131C の構成および機能は、第 1 ~ 第 3 の実施形態と同様である。ただし、バッファ 131C に格納される SYN パケットはバッファ管理部 122C により管理される。

10

【 0057 】

第 4 の実施形態においては、パケット識別部 121C は、情報処理装置 20A ~ 20D からサーバ 50 宛に送信される SYN パケットに加えて、サーバ 50 から SYN パケットに回答して送信される ACK パケットを識別する。そして、パケット識別部 121C は、識別した SYN パケットをバッファ 131C に格納するとともに、識別した ACK パケットをミラーリングしてバッファ管理部 122C に渡す。

【 0058 】

バッファ管理部 122C は、パケット識別部 121C がミラーリングした ACK パケットのシーケンス番号を抽出する。バッファ管理部 122C は、ACK パケットと同一のシーケンス番号の SYN パケットがバッファ 131C に格納されているか否かを判定する。同一のシーケンス番号の SYN パケットがバッファ 131C に格納されている場合、バッファ管理部 122C は、バッファ 131C 内の同一シーケンス番号の SYN パケットを破棄する。

20

【 0059 】

このように、第 4 の実施形態においては、SYN パケットを監視するのではなく、SYN パケットに対応して送信される ACK パケットを監視する。ACK パケットがサーバ 50 から送信される時点で、当該 ACK パケットに基づいて通信が確立されると考えられるため、以後同一シーケンス番号の SYN パケットをサーバ 50 に送信する必要はなくなる。そこで、第 4 の実施形態の通信制御装置 10C は、ACK パケットが送信されたことを確認した時点で、同一シーケンス番号の SYN パケットをバッファ 131C から破棄するものとしている。

30

【 0060 】

(第 4 の実施形態に係る通信制御処理の流れの一例)

図 9 は、第 4 の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。まず、通信部 110C はパケットを受信する (ステップ S91)。パケット識別部 121C は、受信したパケットが、情報処理装置 20A ~ 20D からサーバ 50 にあてた SYN パケットであるか否かを判定する (ステップ S92)。SYN パケットと判定した場合 (ステップ S92、Yes)、パケット識別部 121C は、当該 SYN パケットをバッファ 131C に振り分ける (ステップ S93)。他方、SYN パケットではないと判定した場合 (ステップ S92、No)、パケット識別部 121C は、受信したパケットが ACK パケットであるか否かを判定する (ステップ S94)。受信したパケットが ACK パケットではないと判定した場合 (ステップ S94、No)、パケット識別部 121C は、当該パケットをそのまま通信部 110C を介して宛先に送信する (ステップ S95)。受信したパケットが ACK パケットであると判定した場合 (ステップ S94、Yes)、パケット識別部 121C は当該パケットをミラーリングしてバッファ管理部 122C に渡す。そして、バッファ管理部 122C は、ミラーリングされた ACK パケットのシーケンス番号を抽出する。バッファ管理部 122C は、ACK パケットと同一のシーケンス番号の SYN パケットがバッファ 131C に格納されているか判定する (ステップ S96)。同一のシーケンス番号の SYN パケットがバッファ 131C に格納されていると判定した場合 (ステップ S96、Yes)、バッファ管理部 122C は、当該同一シー

40

50

ケンス番号のSYNパケットをバッファ131Cから破棄する(ステップS97)。そして、バッファ管理部122Cは、バッファ131Cに格納されているSYNパケットを所定の送信レートでサーバ50に送信する(ステップS98)。他方、同一のシーケンス番号のSYNパケットがバッファ131Cに格納されていないと判定した場合(ステップS96、No)、バッファ管理部122Cは、ミラーリングしたACKパケットを破棄する(ステップS99)。そして、バッファ管理部122Cは、バッファ131Cに格納されているSYNパケットを所定の送信レートでサーバ50に送信する(ステップS98)。これで処理が終了する。

【0061】

(第4の実施形態の効果)

このように、第4の実施形態に係る通信制御システムにおいては、バッファ管理部は、受信部(通信部)が受信したパケットのうち、サーバから情報処理装置に送信されるACKパケットのシーケンス番号が、バッファに格納されるSYNパケットのシーケンス番号と同一である場合、バッファに格納されるSYNパケットを破棄する。このため、ACKパケットの送信を確認した上で、同一のコネクションの確立を目的として送信されているSYNパケットを破棄することができる。このため、第4の実施形態に係る通信制御システムによれば、より確実にコネクションを確立できるとともに、不要なSYNパケットの再送を減少させ、単位時間当たり確立されるコネクション数の減少を抑制することができる。

【0062】

(第5の実施形態)

第2～第4の実施形態においては、通信制御装置が受信するSYNパケットまたはACKパケットのシーケンス番号に基づき、受信したSYNパケットまたはバッファに格納されるSYNパケットを破棄するか否かの判定を行った。第5の実施形態においては、SYNパケットの再送間隔を考慮して、バッファに格納されるSYNパケットを破棄する。

【0063】

図10は、第5の実施形態に係る通信制御処理の前提となるSYNパケットの再送間隔について説明するための図である。図10の例では、複数の情報処理装置からサーバ宛にほぼ同じタイミングで多数のSYNパケットが送信されたとする。たとえば、時刻0秒の時点で1000個のSYNパケットがサーバ宛に送信されたとする。この場合に、サーバが同時に処理可能なSYNパケットの数が80個であるとする。とすると、サーバは、時刻0秒の時点で受信したSYNパケットのうち、920個については処理できず破棄する。破棄されたSYNパケットを送信した情報処理装置は、RFCに定められたアルゴリズムに従ってSYNパケットを再送するため、サーバは再びほぼ同時に920個のSYNパケットを受信することになる。たとえば、図10の例では、サーバは時刻1秒の時点で920個の再送パケットを受信する。そして、SYNパケットの再送間隔は再送ごとに2倍に設定されるため、次の再送タイミングである時刻3秒の時点でサーバは840個の再送パケットを受信することになる。再送タイミングごとに同様の処理が繰り返される。

【0064】

第5の実施形態に係る通信制御システムにおいては、このような前提に基づき、パケットの受信レートを監視する。そして、通信制御システムは、受信レートが所定の閾値を超えた場合、受信レートが所定の閾値を超えてから所定時間経過後にバッファ内のSYNパケットをすべて破棄する。所定時間は、SYNパケットの再送間隔の初期値よりも短い時間に設定する。

【0065】

(第5の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例)

図11は、第5の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。第5の実施形態に係る通信制御装置10Dは、通信部110Dと、制御部120Dと、記憶部130Dと、を備える。通信部110Dの構成および機能は、第1～第4の実施形態と同様である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

制御部 1 2 0 D は、パケット識別部 1 2 1 D と、バッファ管理部 1 2 2 D と、受信レート検出部 1 2 3 D とを備える。

【 0 0 6 7 】

記憶部 1 3 0 D は、バッファ 1 3 1 D を有する。記憶部 1 3 0 D およびバッファ 1 3 1 D の構成および機能は、第 1 ~ 第 4 の実施形態と同様である。ただし、バッファ 1 3 1 D に格納される S Y N パケットはバッファ管理部 1 2 2 D により管理される。

【 0 0 6 8 】

パケット識別部 1 2 1 D は、通信部 1 1 0 D が受信したパケットから、情報処理装置 2 0 A ~ 2 0 D からサーバ 5 0 あての S Y N パケットを識別し、バッファ 1 3 1 D に格納する。

10

【 0 0 6 9 】

バッファ管理部 1 2 2 D は、受信レート検出部 1 2 3 D から S Y N パケットの受信レートが所定の閾値を超えた場合に通知を受け取る。そして、バッファ管理部 1 2 2 D は、S Y N パケットの受信レートが所定の閾値を超えてから所定時間が経過すると、バッファ 1 3 1 D に格納される S Y N パケットを全て破棄する。

【 0 0 7 0 】

受信レート検出部 1 2 3 D は、通信制御装置 1 0 D が受信する S Y N パケットの受信レートを検出する。受信レート検出部 1 2 3 D は、たとえば、パケット識別部 1 2 1 D による S Y N パケットの識別を監視して、受信レートを検出してもよい。また、受信レート検出部 1 2 3 D は、たとえば、バッファ 1 3 1 D への S Y N パケットの格納を監視して、受信レートを検出してもよい。受信レート検出部 1 2 3 D は、随時受信レートを検出し、受信レートと所定の閾値とを比較する。そして、受信レート検出部 1 2 3 D は、検出した受信レートが所定の閾値を超えると、バッファ管理部 1 2 2 D に通知する。

20

【 0 0 7 1 】

なお、ここでは、受信レートとは、所定の時刻に通信制御装置 1 0 D が受信した、情報処理装置 2 0 A ~ 2 0 D からサーバ 5 0 あての S Y N パケットの単位時間当たりの数というものとする。また、受信レートと比較する所定の閾値はたとえば、通信制御装置 1 0 D が S Y N パケットの再送間隔の初期値の間にバッファ 1 3 1 D から送信する S Y N パケットの数とする。

30

【 0 0 7 2 】

(第 5 の実施形態に係る通信制御処理の流れの一例)

図 1 2 は、第 5 の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。まず、受信レート検出部 1 2 3 D は S Y N パケットの受信レートを検出する (ステップ S 1 0 1)。そして、受信レート検出部 1 2 3 D は、検出した受信レートと所定の閾値とを比較し、検出した受信レートが所定の閾値を超えているか否かを判定する (ステップ S 1 0 2)。検出した受信レートが所定の閾値を超えていないと判定した場合 (ステップ S 1 0 2、No)、受信レート検出部 1 2 3 D は処理を終了する。他方、受信レート検出部 1 2 3 D は、検出した受信レートが所定の閾値を超えていると判定した場合 (ステップ S 1 0 2、Yes)、その旨、バッファ管理部 1 2 2 D に通知する。通知を受けたバッファ管理部 1 2 2 D は、受信レートが所定の閾値を超えたことが検出されてから所定時間が経過したか否かを判定する (ステップ S 1 0 3)。所定時間経過していないと判定した場合 (ステップ S 1 0 3、No)、バッファ管理部 1 2 2 D はステップ S 1 0 3 に戻って判定を繰り返す。所定時間経過したと判定した場合 (ステップ S 1 0 3、Yes)、バッファ管理部 1 2 2 D は、バッファ 1 3 1 D 内の S Y N パケットを全て破棄する (ステップ S 1 0 4)。これで処理が終了する。

40

【 0 0 7 3 】

(第 5 の実施形態の効果)

このように、第 5 の実施形態においては、通信制御システムは、受信部 (通信部) が受信する S Y N パケットの受信レートを検出する検出部 (受信レート検出部) をさらに備え

50

る。そして、バッファ管理部は、検出部が検出した受信レートが第1の閾値（所定の閾値）を超えた場合、第1の閾値を超えてから第1の時間（再送間隔よりも短い所定の時間）後に、バッファに格納されるパケットを破棄する。このため、多数のSYNパケットがほぼ同時にサーバに送信される場合に、再び同じタイミングで多数の再送パケットが受信されてバッファに蓄積されることを防止できる。このため、サーバが同じコネクションのためのSYNパケットおよび再送パケットを繰り返し処理することを防止することができ、単位時間当たり確立されるコネクション数の減少を抑制できる。

【0074】

また、第5の実施形態に係る通信制御システムは、バッファ内のSYNパケットのシーケンス番号と、受信パケットのシーケンス番号との一致判定を行わず、SYNパケットの受信レートに基づいてバッファ内のSYNパケットの破棄の要否を判定する。このため、シーケンス番号の一致判定を伴う手法と比較してより高いスケーラビリティを確保することができる。

10

【0075】

（第6の実施形態）

第5の実施形態では、サーバに処理可能な数を超えるパケットが同時に送信された場合、処理可能な数を超えた分のパケットに対応する再送パケットが送信されることを前提として、バッファに格納されるSYNパケットを所定のタイミングで破棄するものとした。これに対して、第6の実施形態に係る通信制御システムは、第1の閾値を超える受信レートが検出された場合、次に受信レートが第2の閾値を超えるタイミングを予測する。そして、予測したタイミングで第2の閾値を超える受信レートが検出された場合に、バッファに格納されるSYNパケットを破棄する。

20

【0076】

図13は、第6の実施形態に係る通信制御装置の構成の一例を示す図である。第6の実施形態に係る通信制御装置10Eは、通信部110Eと、制御部120Eと、記憶部130Eと、を備える。通信部110Eの構成および機能は、第1～第5の実施形態と同様である。

【0077】

制御部120Eは、パケット識別部121Eと、バッファ管理部122Eと、受信レート検出部123Eと、を備える。

30

【0078】

記憶部130Eは、バッファ131Eを有する。記憶部130Eおよびバッファ131Eの構成および機能は、第1～第5の実施形態と同様である。ただし、バッファ131Eに格納されるSYNパケットはバッファ管理部122Eにより管理される。

【0079】

パケット識別部121Eは、通信部110Eが受信したパケットのうち、情報処理装置20A～20Dからサーバ50あてのSYNパケットを識別し、バッファ131Eに格納する。

【0080】

バッファ管理部122Eは、受信レート検出部123EからSYNパケットの受信レートが第1の閾値を超えた場合に通知を受け取る。バッファ管理部122Eは、通知を受け取ると、次に受信レートが第2の閾値を超えるタイミングを予測する。そして、予測したタイミングで受信レートが第2の閾値を超えた旨の通知を受信レート検出部123Eから受け取ると、バッファ管理部122Eは、バッファ131Eに格納されるSYNパケットを破棄する。予測したタイミングで通知を受け取らなかった場合は、バッファ管理部122Eは処理を終了する。また、予測したタイミングで通知を受け取った場合は、バッファ管理部122Eはさらに次に受信レートが第3の閾値を超えるタイミングを予測する。そして、予測したタイミングで受信レートが第3の閾値を超えた旨の通知を受信すれば、バッファ管理部122Eはバッファ131Eに格納されるSYNパケットを破棄する。予測したタイミングで通知を受け取らなくなるまで、バッファ管理部122Eは処理を繰り返

40

50

す。

【0081】

受信レート検出部123Eは、通信制御装置10Eが受信するSYNパケットの受信レートを検出する。第5の実施形態の受信レート検出部123Dと同様、受信レート検出部123Eは、パケット識別部121EによるSYNパケットの識別を監視して、受信レート検出してもよい。また、受信レート検出部123Eは、バッファ131EへのSYNパケットの格納を監視して、受信レートを検出してもよい。受信レート検出部123Eは、随時受信レートを検出し、受信レートと第1の閾値とを比較する。そして、受信レート検出部123Eは、検出した受信レートが第1の閾値を超えると、バッファ管理部122Eに通知する。

10

【0082】

(受信レートが閾値を超えるタイミングの予測手法の一例)

図15は、第6の実施形態に係る通信制御処理において、受信レートが閾値を超えるタイミングを予測する手法について説明するための図である。先述したように、TCPを用いたSYNパケットの送信については再送間隔がRFCによって規定されている。そこで、第6の実施形態に係る通信制御装置10Eは、RFCの規定に基づき、受信レートが閾値を超えるタイミングを予測する。たとえば、サーバ50がLinux(登録商標)系OSを使用する情報処理装置20A~20Dとの間で通信している場合、再送間隔の初期値は1秒である。そこで、バッファ管理部122Eは、再送間隔の初期値は1秒であり、再送が実行されるごとに2倍になると予測する。つまり、図15の例では、バッファ管理部122Eは、時刻0秒のタイミングで受信レート検出部123Eから通知を受けた場合、次に受信レートが閾値を超えるタイミングを時刻1秒と予測する。そして、時刻1秒のタイミングで、受信レート検出部123Eから通知を受けた場合、バッファ管理部122Eは、次に受信レートが閾値を超えるタイミングを1秒の2倍が経過した時刻3秒と予測する。同様に、時刻3秒のタイミングで、受信レート検出部123Eから通知を受けた場合、バッファ管理部122Eは、次に受信レートが閾値を超えるタイミングを2秒の2倍である4秒が経過した時刻7秒と予測する。

20

【0083】

バッファ管理部122Eが予測していなかったタイミングで受信レート検出部123Eから通知を受けた場合は、バッファ管理部122Eは、その通知の時点を中心として初回SYNパケットの送信時点と仮定して、次に受信レートが閾値を超えるタイミングを予測する。

30

【0084】

なお、SYNパケットの送受信処理やネットワーク上の通信遅延によってSYNパケットが通信制御装置10Eに到達する時間には多少のずれが生じることが予想される。このため、予測したタイミングの前後約100ミリ秒(ms)程度の誤差を見込む。そして、予測したタイミングの前後約100ミリ秒の期間中に受信レート検出部123Eから通知があれば、バッファ管理部122Eは検出された受信レートと予測回数に応じた閾値とを比較する。そして、バッファ管理部122Eは、受信レートが閾値を超えていれば、バッファ131Eに格納されるSYNパケットを破棄するものとする。

40

【0085】

(受信レートと比較する閾値の設定手法の一例)

図16は、第6の実施形態に係る通信制御処理において、閾値を設定する手法について説明するための図である。たとえば、図16において、SYNパケットの再送間隔の初期値が1秒であるとする。そして、再送ごとに再送間隔は2倍になるとする。ここで、図16に示す時刻0秒の時点で通信制御装置10Eが受信したSYNパケットの数が、1秒の間にバッファ131Eから送信することができるパケットの数を超えているとする。すると、時刻1秒の時点でバッファ131Eには未送信のSYNパケットが残留していることになる。そして、未送信のSYNパケットはサーバ50に到達しておらずACKパケットが送信されていないため、未送信のSYNパケットの再送パケットが送信されることになる。

50

【0086】

時刻0秒において通信制御装置10Eが受信しているSYNパケットの数が、1秒の間にバッファ131Eからサーバ50へ送信されるSYNパケットの数以下であれば、時刻1秒において、バッファ131Eに残留しているSYNパケットはない。そこで、第6の実施形態では、第1の閾値を、再送間隔の初期値の間にバッファ131Eからサーバ50へ送信されるSYNパケットの数とする。また、第2の閾値を、再送間隔の初期値の2倍の期間中にバッファ131Eからサーバ50へ送信されるSYNパケットの数とする。さらに、第3の閾値を、再送間隔の初期値の4倍の期間中にバッファ131Eからサーバ50へ送信されるSYNパケットの数とする。以降の閾値も同様に設定する。

【0087】

たとえば、図16の例では、再送間隔の初期値をt(秒)、バッファ131Eの送信レートをR(個/秒)とする。そして、t秒間にバッファ131Eから送信されるSYNパケットの数をSとする。このとき、受信レート検出部123Eが検出する受信レートと比較する第1の閾値は、 $R \times t = S$ となる。次に受信レート検出部123Eが検出した受信レートと比較する第2の閾値は、 $R \times t \times 2 = 2S$ となる。さらに、次に受信レート検出部123Eが受信レートと比較する第3の閾値は、 $R \times t \times 2 \times 2 = 4S$ となる。

【0088】

第6の実施形態では、受信レート検出部123Eは、検出した受信レートと予め設定された第1の閾値とを比較し、バッファ管理部122Eに通知するものとする。そして、通知を受けたバッファ管理部122Eは、通知された時点が、予め受信レートが閾値を超えると予測したタイミングであれば、予測回数に応じて設定される閾値と通知された受信レートとを比較する。たとえば、バッファ管理部122Eは、通知された時点が、最初に受信レートが第1の閾値を超えてから1回目の予測時点である場合、受信レートが第2の閾値($t \times 2 \times 1 \times R$)を超えるか否かを判定する。また、バッファ管理部122Eは、通知された時点が、最初に受信レートが第1の閾値を超えてから2回目の予測時点である場合、受信レートが第3の閾値($t \times 2 \times 2 \times R$)を超えるか否かを判定する。また、バッファ管理部122Eは、通知された時点が、最初に受信レートが第1の閾値を超えてから3回目の予測時点である場合、受信レートが第4の閾値($t \times 2 \times 4 \times R$)を超えるか否かを判定する。また、バッファ管理部122Eは、通知された時点が、予測時点ではない場合、当該時点がSYNパケットの初回送信時点として、次に受信レートが第2の閾値を超える時点を予測する。

【0089】

なお、予測時点と予測時点に対応する閾値は、RFCに規定される再送間隔の初期値に基づき予め算出して記憶部130Eに記憶しておいてもよい。

【0090】

(第6の実施形態における通信制御処理の流れの一例)

図14は、第6の実施形態に係る通信制御システムにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。受信レート検出部123Eは、SYNパケットの受信レートを検出する(ステップS1401)。そして、受信レート検出部123Eは、検出した受信レートが第1の閾値を超えるか否かを判定する(ステップS1402)。受信レート検出部123Eは、検出した受信レートが第1の閾値を超えないと判定した場合(ステップS1402、No)、ステップS1401に戻って検出を続ける。他方、受信レート検出部123Eは、検出した受信レートが第1の閾値を超えると判定した場合(ステップS1402、Yes)、バッファ管理部122Eにその旨通知する。バッファ管理部122Eは、通知を受けて次に受信レートが閾値を超える時間を予測する(ステップS1403)。バッファ管理部122Eは、予測した時間に受信レートが対応する閾値を超えたか否かを判定する(ステップS1404)。予測した時間に受信レートが対応する閾値を超えなかったと判定した場合(ステップS1404、No)、バッファ管理部122Eは、処理を終了する。他方、予測した時間に受信レートが閾値を超えたと判定した場合(ステップS1404、Yes)、バッファ管理部122Eは、バッファ131Eに格納されるSYNパケ

10

20

30

40

50

ットを破棄する（ステップ S 1 4 0 5）。そして、バッファ管理部 1 2 2 E は、再び次に受信レートが閾値を超える時間を予測して処理を繰り返す（ステップ S 1 4 0 3）。バッファ管理部 1 2 2 E が、予測した時間に受信レートは閾値を超えなかったと判定すれば（ステップ S 1 4 0 4、No）処理は終了する。

【 0 0 9 1 】

（第 6 の実施形態の効果）

このように第 6 の実施形態に係る通信制御システムは、受信部（通信部）が受信する SYN パケットの受信レートを検出する検出部（受信レート検出部）をさらに備える。バッファ管理部は、検出部が検出した受信レートが第 1 の閾値を超えた場合、次に受信レートが第 2 の閾値を超えると予測される第 2 の時間を算出し、検出部が当該第 2 の時間に検出した受信レートが第 2 の閾値を超えた場合、バッファに格納されるパケットを破棄する。このため、第 6 の実施形態の通信制御システムによれば、多数の再送パケットが送信されると予測されるタイミングになるまで、バッファ内の SYN パケットを所定の送信レートでサーバに送信し続けることができる。このため、第 6 の実施形態によれば、受信レートが閾値を超えたときすぐにバッファをクリアする処理と比較して、バッファから SYN パケットを送信しない期間を短縮することができる。また、再送されると予測される SYN パケットをバッファから破棄するため、同じ再送パケットがバッファに蓄積されていくのを防止することができる。このため、サーバが同じ再送パケットを繰り返し処理することを防止でき、単位時間当たりに確立されるコネクション数の減少を抑制することができる。

10

20

【 0 0 9 2 】

また、第 6 の実施形態に係る通信制御システムにおいて、バッファ管理部は、検出部が第 2 の時間に検出した受信レートが第 2 の閾値を超えた場合、バッファに格納されるパケットを破棄し、次に受信レートが第 3 の閾値を超えると予測される第 3 の時間を算出し、検出部が当該第 3 の時間に検出した受信レートが第 3 の閾値を超えた場合、バッファに格納されるパケットを再度破棄する。このように、第 6 の実施形態の通信制御システムは、SYN パケットの再送が収束するまで、継続的に受信レートを監視してバッファ内の SYN パケットを管理する。このため、第 6 の実施形態の通信制御システムは、SYN パケットの再送間隔にあわせてバッファに格納される SYN パケットを制御することができる。このため、サーバが同じ再送パケットを繰り返し処理することを防止でき、単位時間当たりに確立されるコネクション数の減少を抑制することができる。

30

【 0 0 9 3 】

また、第 6 の実施形態に係る通信制御システムは、バッファ内の SYN パケットのシーケンス番号と、受信パケットのシーケンス番号との一致判定を行わず、SYN パケットの受信レートに基づいてバッファ内の SYN パケットの破棄の可否を判定する。このため、シーケンス番号の一致判定を伴う手法と比較してより高いスケーラビリティを確保することができる。

【 0 0 9 4 】

上記実施形態の通信制御方法は、ネットワーク管理者が TCP を用いる通信にシェーピングをかける際に利用することができる。

40

【 0 0 9 5 】

（変形例）

上記実施形態においては、通信制御システムが備える通信制御装置内に、パケット識別部とバッファ管理部とを設けるものとした。しかし、これに限定されず、パケット識別部とバッファ管理部とをそれぞれ独立の装置としてネットワーク上に配置してもよい。また、パケット識別部とバッファ管理部とをサーバに組み入れてもよい。受信レート検出部も同様に、独立の装置としてもよく、また、パケット識別部およびバッファ管理部とともにサーバに組み入れてもよい。すなわち、通信制御システムにおいて、TCP を用いてコネクションを確立する情報処理装置とサーバとの通信経路上に通信制御装置が備える各機能部が配置されればよい。

50

【 0 0 9 6 】

たとえば、図 1 7 は、各実施形態に係る通信制御装置の機能を複数の装置上に実装する例を説明するための図である。図 1 7 に示す通信制御システム 1 B は、図 1 に示す通信制御システム 1 A と、通信制御装置が備える機能部の配置が相違する。他の点では、図 1 7 に示す通信制御システム 1 B は、図 1 に示す通信制御システム 1 A と同様である。

【 0 0 9 7 】

第 1 ~ 第 6 の実施形態においては、パケット識別部、バッファ管理部、受信レート検出部をそれぞれ一つの通信制御装置内に配置するものとして説明した。しかし、これに限らず、図 1 7 のように各機能部を別の装置上に配置することもできる。

【 0 0 9 8 】

図 1 7 の例では、パケット識別装置 1 1 がネットワーク 4 0 , 6 0 を介して情報処理装置 2 0 A ~ 2 0 D とサーバ 5 0 との間に接続される。そして、パケット識別装置 1 1 は、バッファ 1 2 を備えるバッファ管理装置 1 3 と接続される。受信レート監視装置 1 4 は、パケット識別装置 1 1 およびバッファ管理装置 1 3 と接続される。

【 0 0 9 9 】

パケット識別装置 1 1 は、第 1 ~ 第 6 の実施形態に係るパケット識別部 1 2 1 ~ 1 2 1 E の機能を実行することができる装置である。パケット識別装置 1 1 はたとえばルータ等で構成することができる。パケット識別装置 1 1 は、SYN パケットを識別してバッファ管理装置 1 3 に送信する。また、パケット識別装置 1 1 は、ACK パケットを識別してミラーリングし、ミラーリングした ACK パケットをバッファ管理装置 1 3 に送信する。

【 0 1 0 0 】

バッファ 1 2 は、パケット識別装置 1 1 から転送される SYN パケットを受信した順に格納する。そして、バッファ 1 2 は、先に受信した SYN パケットから先に所定の送信レートで順次送信する。

【 0 1 0 1 】

バッファ管理装置 1 3 は、第 1 ~ 第 6 の実施形態に係るバッファ管理部 1 2 2 ~ 1 2 2 E の機能を実行することができる装置である。バッファ管理装置 1 3 はたとえば、サーバ 5 0 に組み入れることもできるし、サーバと独立の装置としてもよい。

【 0 1 0 2 】

受信レート監視装置 1 4 は、第 5、第 6 の実施形態に係る受信レート検出部 1 2 3 D , 1 2 3 E の機能を実行することができる装置である。図 1 7 の例では、受信レート監視装置 1 4 は、パケット識別装置 1 1 およびバッファ管理装置 1 3 の双方に接続されているが、いずれか一方のみに接続される構成としてもよい。

【 0 1 0 3 】

このように、通信制御装置 1 0 ~ 1 0 E の各機能は異なる装置上に実装して実現することができる。また、APLサーバ等、既存の装置に通信制御装置 1 0 ~ 1 0 E の機能の一部を実装してもよい。また、図 1 7 の例では、バッファ管理装置 1 3 がバッファ 1 2 を備えるものとしたが、バッファ 1 2 をバッファ管理装置 1 3 とは別の装置上に設けてバッファ管理装置 1 3 と接続する構成とすることもできる。

【 0 1 0 4 】

(プログラム)

また、上記実施形態において説明した通信制御システムが実行する処理をコンピュータが実行可能な言語で記述したプログラムを作成することもできる。例えば、実施形態に係る通信制御装置が実行する処理をコンピュータが実行可能な言語で記述した通信制御プログラムを作成することもできる。この場合、コンピュータが通信制御プログラムを実行することにより、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、かかる通信制御プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録された通信制御プログラムをコンピュータに読み込ませて実行することにより上記実施形態と同様の処理を実現してもよい。

【 0 1 0 5 】

10

20

30

40

50

図20は、通信制御プログラムを実行するコンピュータ1000を示す図である。図20に例示するように、コンピュータ1000は、例えば、メモリ1010と、CPU1020と、ハードディスクドライブインタフェース1030と、ディスクドライブインタフェース1040と、シリアルポートインタフェース1050と、ビデオアダプタ1060と、ネットワークインタフェース1070とを有し、これらの各部はバス1080によって接続される。

【0106】

メモリ1010は、図20に例示するように、ROM(Read Only Memory)1011及びRAM1012を含む。ROM1011は、例えば、BIOS(Basic Input Output System)等のブートプログラムを記憶する。ハードディスクドライブインタフェース1030は、図20に例示するように、ハードディスクドライブ1031に接続される。ディスクドライブインタフェース1040は、図20に例示するように、ディスクドライブ1041に接続される。例えば磁気ディスクや光ディスク等の着脱可能な記憶媒体が、ディスクドライブ1041に挿入される。シリアルポートインタフェース1050は、図20に例示するように、例えばマウス1051、キーボード1052に接続される。ビデオアダプタ1060は、図20に例示するように、例えばディスプレイ1061に接続される。

10

【0107】

ここで、図20に例示するように、ハードディスクドライブ1031は、例えば、OS1091、アプリケーションプログラム1092、プログラムモジュール1093、プログラムデータ1094を記憶する。すなわち、上記の通信制御プログラムは、コンピュータ1000によって実行される指令が記述されたプログラムモジュールとして、例えばハードディスクドライブ1031に記憶される。

20

【0108】

また、上記実施形態で説明した各種データは、プログラムデータとして、例えばメモリ1010やハードディスクドライブ1031に記憶される。そして、CPU1020が、メモリ1010やハードディスクドライブ1031に記憶されたプログラムモジュール1093やプログラムデータ1094を必要に応じてRAM1012に読み出し、各種処理手順を実行する。

【0109】

なお、通信制御プログラムに係るプログラムモジュール1093やプログラムデータ1094は、ハードディスクドライブ1031に記憶される場合に限られず、例えば着脱可能な記憶媒体に記憶され、ディスクドライブ等を介してCPU1020によって読み出されてもよい。あるいは、通信制御プログラムに係るプログラムモジュール1093やプログラムデータ1094は、ネットワーク(LAN(Local Area Network)、WAN(Wide Area Network)等)を介して接続された他のコンピュータに記憶され、ネットワークインタフェース1070を介してCPU1020によって読み出されてもよい。

30

【0110】

なお、本実施形態において説明した各処理のうち、自動的におこなわれるものとして説明した処理の全部または一部を手動的に行うこともでき、あるいは、手動的におこなわれるものとして説明した処理の全部または一部を公知の方法で自動的におこなうこともできる。この他、上記文書中や図面中で示した処理手順、制御手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。

40

【0111】

上記の実施形態やその変形は、本願が開示する技術に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

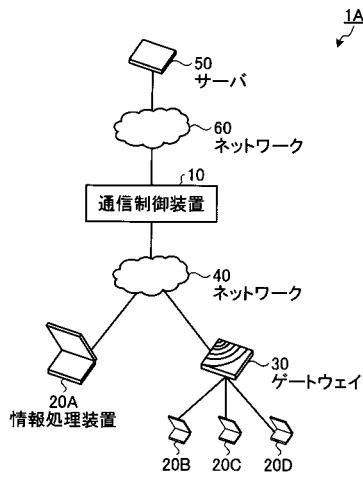
【0112】

1A, 1B 通信制御システム

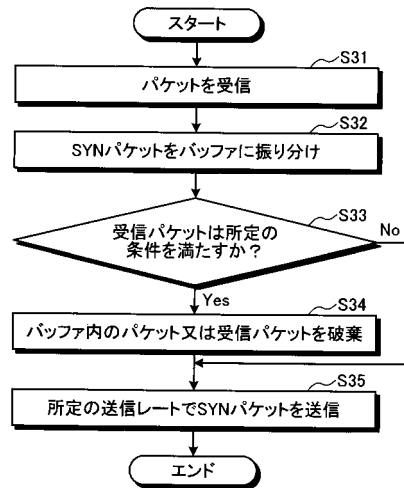
50

- 10, 10A, 10B, 10C, 10D, 10E 通信制御装置
- 20A, 20B, 20C, 20D 情報処理装置
- 30 ゲートウェイ
- 40 ネットワーク
- 50 サーバ
- 60 ネットワーク
- 110, 110A, 110B, 110C, 110D, 110E 通信部
- 120, 120A, 120B, 120C, 120D, 120E 制御部
- 121, 121A, 121B, 121C, 121D, 121E パケット識別部
- 122, 122A, 122B, 122C, 122D, 122E バッファ管理部
- 123D, 123E 受信レート検出部
- 130, 130A, 130B, 130C, 130D, 130E 記憶部
- 131, 131A, 131B, 131C, 131D, 131E バッファ

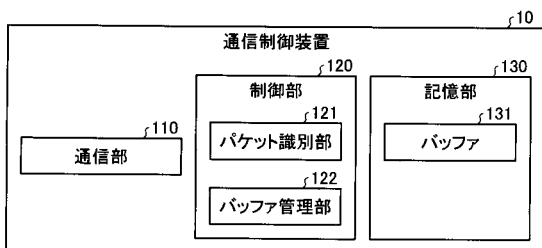
【図1】



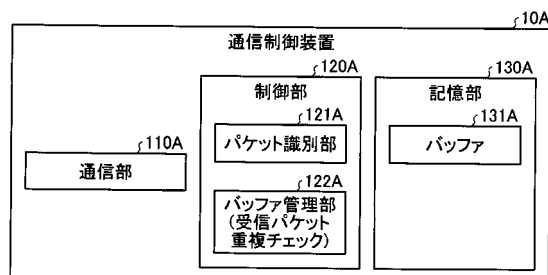
【図3】



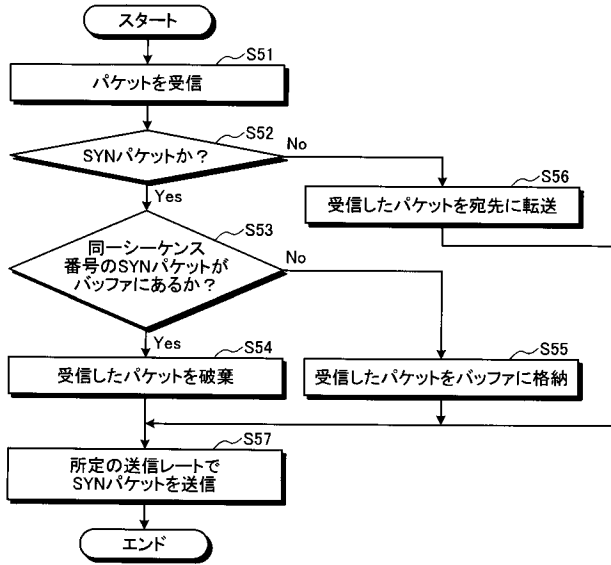
【図2】



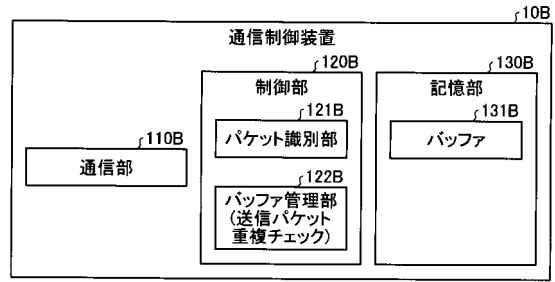
【図4】



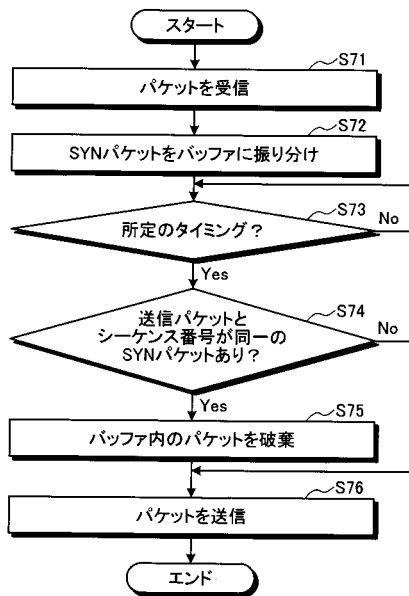
【 図 5 】



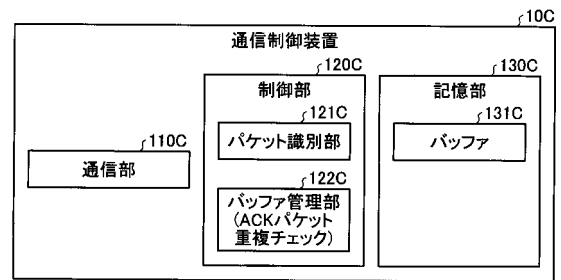
【 図 6 】



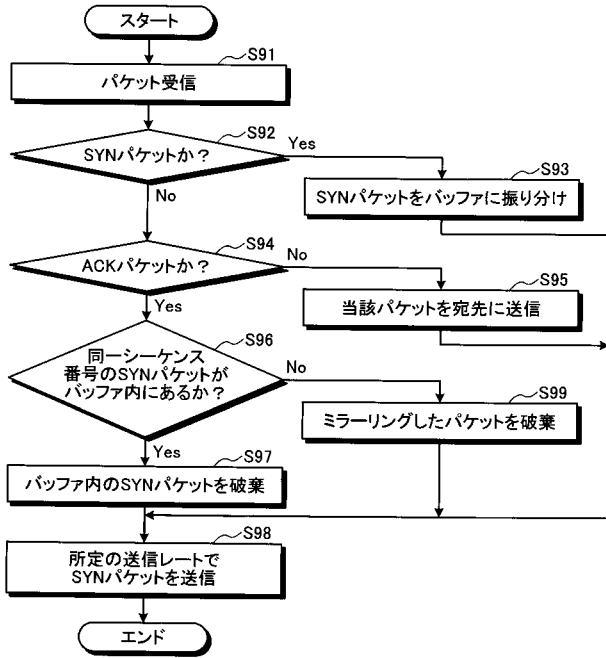
【 図 7 】



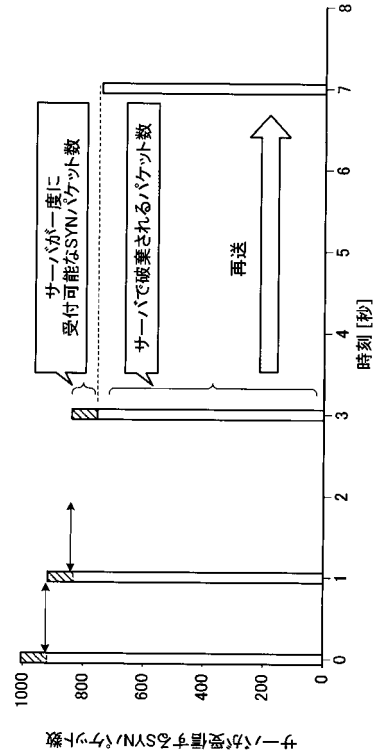
【 図 8 】



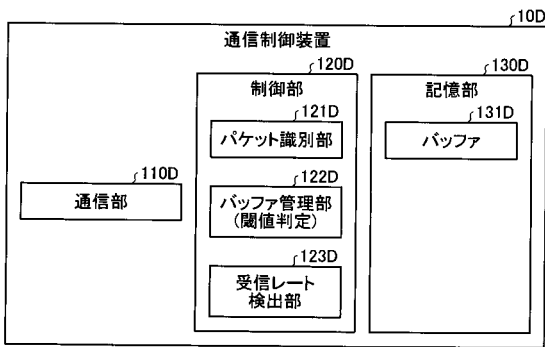
【 図 9 】



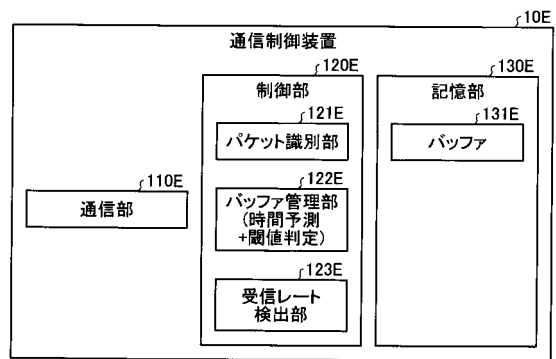
【 図 1 0 】



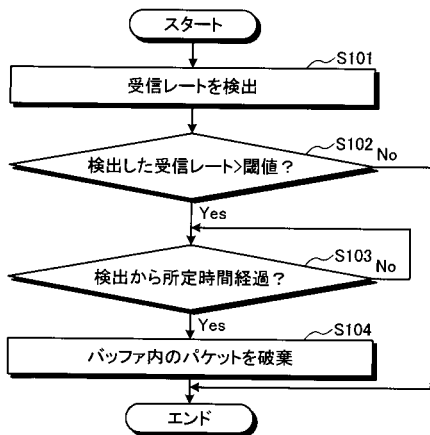
【 図 1 1 】



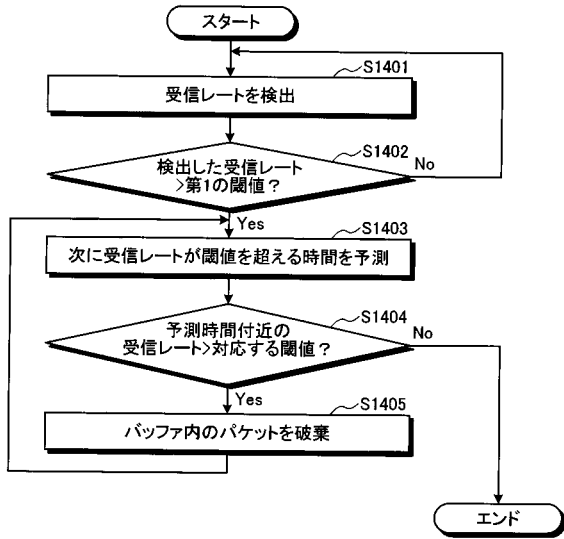
【 図 1 3 】



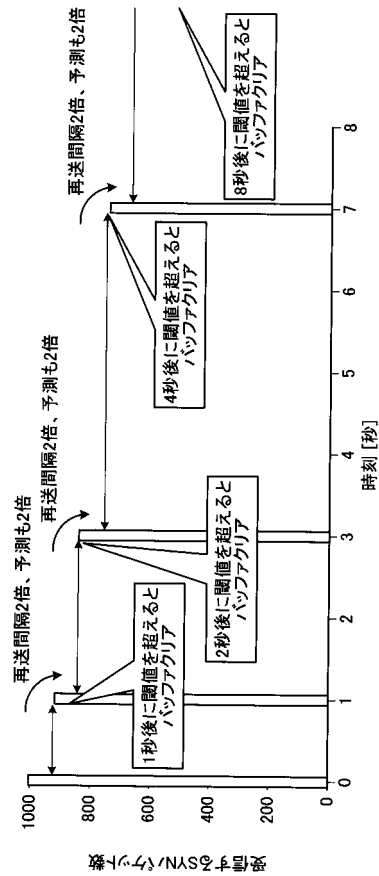
【 図 1 2 】



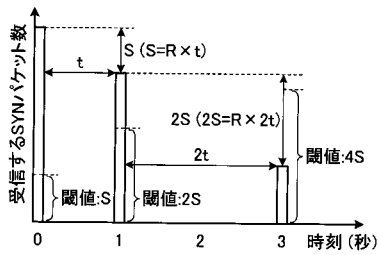
【 図 1 4 】



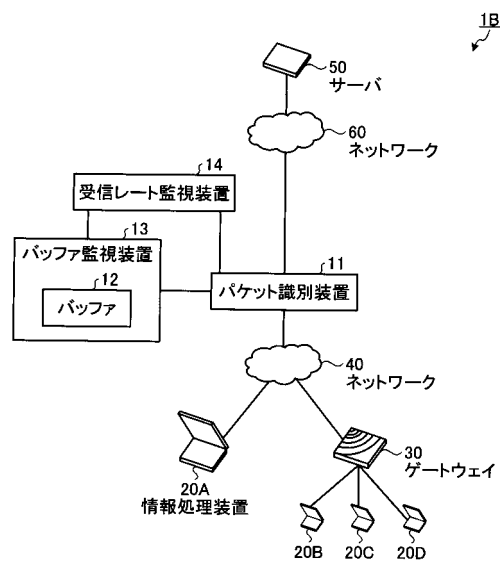
【 図 1 5 】



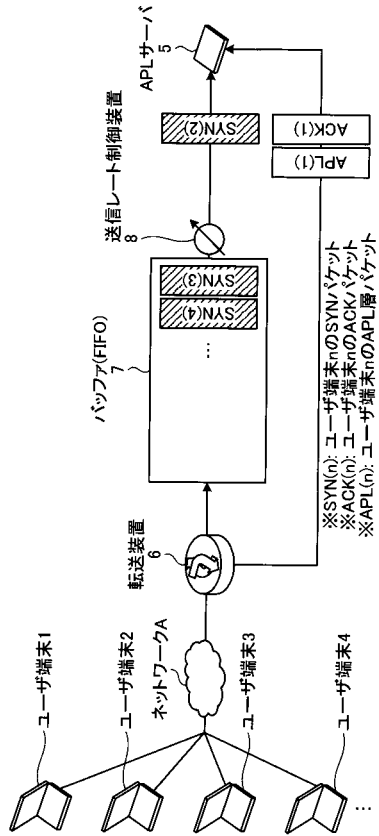
【 図 1 6 】



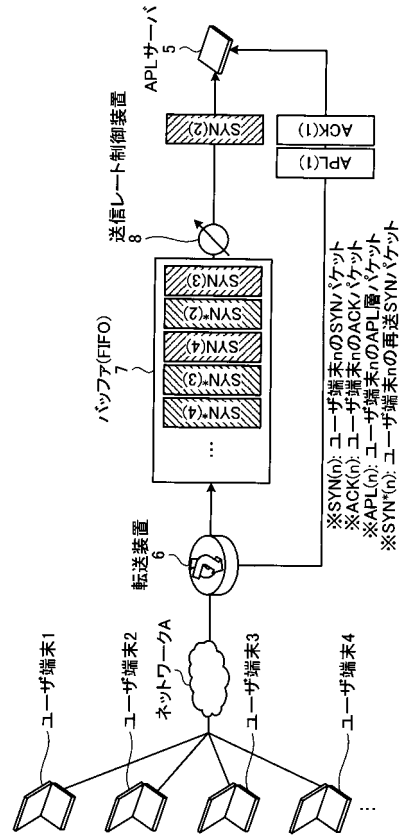
【 図 1 7 】



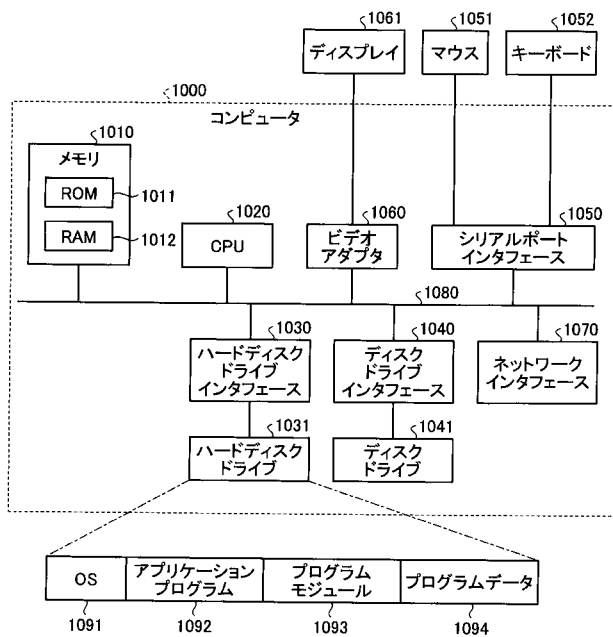
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 福岡 亜希

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 杉園 幸司

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA03 HA08 HB28 HD03 JA07 JA11 JT02 KA03 LC02 LC18
LE16 MA04 MB15 MC08
5K034 AA07 DD02 EE11 FF11 FF13 HH11 HH50 KK28 NN16