

(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2017-143392

(P2017-143392A)

(43) 公開日 平成29年8月17日(2017.8.17)

|                    |                  |                    |             |  |  |              |
|--------------------|------------------|--------------------|-------------|--|--|--------------|
| (51) Int.Cl.       |                  | F I                |             |  |  | テーマコード (参考)  |
| <b>H04L 29/10</b>  | <b>(2006.01)</b> | <b>H04L 13/00</b>  | <b>309Z</b> |  |  | <b>5B084</b> |
| <b>H04L 12/811</b> | <b>(2013.01)</b> | <b>H04L 12/811</b> |             |  |  | <b>5K030</b> |
| <b>G06F 13/00</b>  | <b>(2006.01)</b> | <b>G06F 13/00</b>  | <b>550L</b> |  |  | <b>5K034</b> |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 27 頁)

|           |                            |          |                                                                                   |
|-----------|----------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-23088 (P2016-23088) | (71) 出願人 | 000005223                                                                         |
| (22) 出願日  | 平成28年2月9日 (2016.2.9)       |          | 富士通株式会社                                                                           |
|           |                            |          | 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号                                                             |
|           |                            | (74) 代理人 | 100074099                                                                         |
|           |                            |          | 弁理士 大菅 義之                                                                         |
|           |                            | (74) 代理人 | 100133570                                                                         |
|           |                            |          | 弁理士 ▲徳▼永 民雄                                                                       |
|           |                            | (72) 発明者 | 武藤 亮一                                                                             |
|           |                            |          | 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                                                    |
|           |                            | Fターム(参考) | 5B084 AA02 AB31 AB37 BB11 BB12<br>CB02 CB12 CB22 CE08 CE13<br>DB01 DB06 DB10 DC05 |
|           |                            |          | 最終頁に続く                                                                            |

(54) 【発明の名称】 通信制御プログラム、通信制御方法および通信装置

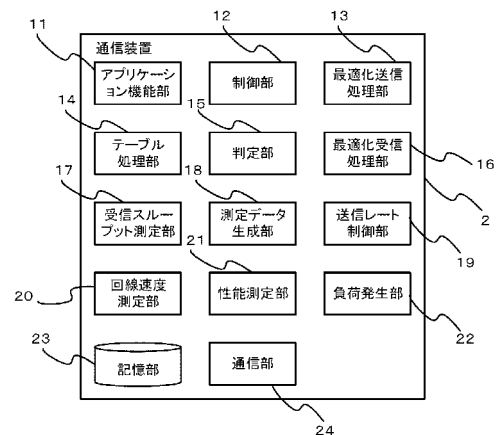
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 通信装置の負荷を考慮してスループットを向上可能な通信制御プログラム、方法及び装置を提供する。

【解決手段】 測定データ生成部18は性能特性測定用データを生成し、負荷発生部22はCPU (Central Processing Unit) 負荷を発生する。最適化送信処理部13は送信データの最適化処理を行い、最適化受信処理部16は最適化データを復元する。受信スループット測定部17は処理速度を測定し、性能測定部21は送受信データのスループットを測定し、回線速度測定部20は回線速度を測定する。記憶部23はCPU負荷と回線速度と最適化性能を示す情報との関係を示す性能特性テーブルを記憶する。テーブル処理部14は各種テーブルの更新を行う。判定部15はCPU負荷を示す負荷情報と回線速度測定部20が測定した回線速度と記憶部23に記憶された性能特性テーブルとに基づいて送信データを最適化するかを判定する。

【選択図】 図2

通信装置の一例を示す機能ブロック図



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

送信先装置にデータを送信する際に、該送信先装置に対する通信の回線速度と該送信先装置の負荷情報と該回線速度および該負荷情報に応じた前記データに対する最適化性能とに基づいて、前記送信先装置に送信されるデータを最適化するか否かを判定する、

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする通信制御プログラム。

**【請求項 2】**

第 1 測定データを前記送信先装置に送信する際に、前記送信先装置に対する通信の回線速度および前記送信先装置の負荷をそれぞれ変化させた場合における最適化された前記第 1 測定データに基づく第 1 スループットと最適化されない前記第 1 測定データに基づく第 2 スループットとを前記最適化性能として、前記回線速度および前記送信先装置の負荷情報と対応付けた第 1 テーブルを記憶し、

前記第 1 テーブルに基づいて、前記送信先装置に送信されるデータを最適化するか否かを判定する、

処理を前記コンピュータに実行させることを特徴とする請求項 1 記載の通信制御プログラム。

**【請求項 3】**

前記データを送信する際の前記送信先装置に対する通信の回線速度および前記負荷情報に応じた前記最適化性能を前記第 1 テーブルから取得し、

前記第 2 スループットが前記第 1 スループットよりも高い場合、前記データを最適化せずに前記送信先装置に送信し、前記第 2 スループットが前記第 1 スループット以下の場合、前記データを最適化して前記送信先装置に送信する、

処理を前記コンピュータに実行させることを特徴とする請求項 2 記載の通信制御プログラム。

**【請求項 4】**

前記送信先装置から受信するデータのスループットと前記送信先装置からの通信の回線速度とに基づいて、前記送信先装置の負荷を予測する、

処理を前記コンピュータに実行させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうち何れか 1 項に記載の通信制御プログラム。

**【請求項 5】**

前記送信先装置の負荷および前記送信先装置からの通信の回線速度をそれぞれ変化させた場合における最適化された第 2 測定データのスループットを測定し、

前記第 2 測定データが測定された際の前記送信先装置の負荷情報と前記送信先装置からの通信の回線速度と測定された前記第 2 測定データのスループットとを対応付けた第 2 テーブルを記憶し、

記憶された前記第 2 測定データのスループットと前記回線速度とに基づいて、対応する前記送信先装置の負荷情報を前記送信先装置の負荷として予測する、

処理を前記コンピュータに実行させることを特徴とする請求項 4 記載の通信制御プログラム。

**【請求項 6】**

前記送信先装置に対する通信の回線速度と前記送信先装置の負荷情報と前記最適化性能と発生させた負荷の情報とに基づいて、前記データを最適化するか否かを判定する、

処理を前記コンピュータに実行させることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうち何れか 1 項に記載の通信制御プログラム。

**【請求項 7】**

送信先装置にデータを送信する際に、該送信先装置に対する通信の回線速度と該送信先装置の負荷情報と該回線速度および該負荷情報に応じた前記データに対する最適化性能とに基づいて、前記送信先装置に送信されるデータを最適化するか否かを判定する、

処理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。

**【請求項 8】**

送信先装置にデータを送信する際に、該送信先装置に対する通信の回線速度と該送信先装置の負荷情報と該回線速度および該負荷情報に応じた前記データに対する最適化性能とに基づいて、前記送信先装置に送信されるデータを最適化するか否かを判定する判定部、を備えることを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信制御プログラム、通信制御方法および通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ネットワーク（例えば、Wide Area Network(WAN)等）の通信高速化を図る各種の技術が用いられている。例えば、WAN環境における通信の高速化を図るWAN高速化技術が用いられている。

【0003】

WAN高速化技術は、送信されるデータに対して重複除去や圧縮等の最適化を行う技術である。送信されるデータが最適化されることで、通信回線のトラフィックの増大が抑制され、データ通信を行う際のスループットが向上する。

【0004】

関連する技術として、送信元と送信先の通信装置で輻輳制御機能の切り替えを行う際に、パラメータの引継ぎを行う技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。また、Central Processing Unit(CPU)の使用率およびバッファの使用率に基づいて負荷状態を判定する技術が提案されている（例えば、特許文献2を参照）。

【0005】

また、優先度の低いマスターデバイスにのみ帯域制限の指示がされることで、マスターデバイス側で優先度の判定を行わないようにする技術が提案されている（例えば、特許文献3を参照）。

【0006】

また、サービスにインパクトを与えることなく、複数レイヤに跨って、その時々に応じてネットワークの最適化を行う技術が提案されている（例えば、特許文献4を参照）。また、ネットワーク内の幾つかのプロトコルレイヤの機能を真にレイヤ間で統合する技術が提案されている（例えば、特許文献5を参照）。

【0007】

また、プロトコルおよびアプリケーションサービスの優先度に応じて、コネクション指向の通信であるか否かに関わりなく、それぞれが用いる帯域を確保する技術が提案されている（例えば、特許文献6を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】 米国特許出願公開第2012-0213069号明細書

【特許文献2】 特開2011-166636号公報

【特許文献3】 特開2010-218351号公報

【特許文献4】 特開2012-119999号公報

【特許文献5】 特表2005-518717号公報

【特許文献6】 特開2002-044136号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

送信されるデータに最適化を行う処理を通信装置が実行するアプリケーションプログラムにより実現する場合、最適化処理による負荷が通信装置に生じる。通信装置の負荷は動的に変化するため、該通信装置の負荷が高くなる場合がある。

10

20

30

40

50

## 【0010】

通信装置の負荷が高くなると、送信されるデータに対する最適化の処理に割り当てられる通信装置のハードウェアリソースが少なくなり、最適化の処理時間が長くなる。このため、却って、スループットが低下するという知見を発明者は得た。

## 【0011】

1つの側面として、本発明は、通信装置の負荷を考慮してスループットを向上させることを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

1つの態様では、通信装置は、送信先にデータを送信する際に、該送信先との間の回線速度と該送信先の負荷情報と該回線速度および該負荷情報に応じた前記データに対する最適化性能とに基づいて、前記送信先に送信されるデータを最適化するか否かを判定する判定部、を含む。

## 【発明の効果】

## 【0013】

1つの側面によれば、通信装置の負荷を考慮してスループットを向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1】実施形態のシステムの一例を示す図である。

【図2】通信装置の一例を示す機能ブロック図である。

【図3】送信側および受信側の通信装置の一例を示す機能ブロック図である。

【図4】回線速度とスループットとの関係の一例を示すグラフ（その1）である。

【図5】回線速度とスループットとの関係の一例を示すグラフ（その2）である。

【図6】性能特性テーブルの一例を示す図である。

【図7】記憶部に記憶される受信側通信装置のCPU負荷の一例を示す図である。

【図8】送信されるデータの一例を示す図である。

【図9】実施形態の処理の一例を示すフローチャート（その1）である。

【図10】実施形態の処理の一例を示すフローチャート（その2）である。

【図11】実施形態の性能特性テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャートである

。

【図12】応用例1を示す図である。

【図13】応用例1の負荷テーブルの一例を示す図である。

【図14】応用例1の処理の流れの一例を示すフローチャート（その1）である。

【図15】応用例1の処理の流れの一例を示すフローチャート（その2）である。

【図16】応用例1の負荷テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャートである。

【図17】応用例2を示す図である

【図18】応用例2の性能特性テーブルの一例を示す図である。

【図19】応用例2の負荷テーブルの一例を示す図である。

【図20】応用例2の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図21】応用例2の性能特性テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャートである

。

【図22】応用例2の負荷テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャートである。

【図23】通信装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

<実施形態のシステムの一例>

以下、図面を参照して、実施形態について説明する。図1は、実施形態のシステム1の一例を示す。システム1において、送信側通信装置2Sと受信側通信装置2RとはWAN3を介して通信可能に接続される。

10

20

30

40

50

## 【0016】

以下、送信側通信装置2 Sおよび受信側通信装置2 Rを総称して通信装置2と称することがある。実施形態では、通信装置2同士が、WAN 3を介して、通信を行うケースを想定する。データを送信する通信装置2が送信側通信装置2 Sであり、データを受信する通信装置2が受信側通信装置2 Rである。

## 【0017】

送信側通信装置2 Sは複数であってもよく、受信側通信装置2 Rも複数であってもよい。また、通信を行うためのネットワークはWANには限定されない。例えば、該ネットワークは、Local Area Network(LAN)等であってもよい。

## 【0018】

通信装置2は、アプリケーションプログラム（以下、単にアプリケーションと称する）を実行する。アプリケーション（図1では、アプリと表記）は、通信装置2とは異なる端末が実行してもよい。この場合、アプリケーションを実行する端末と通信装置2とが接続される。

## 【0019】

通信装置2は、例えば、WAN高速化装置(WAN Optimization Controller(WOC))であってもよい。WAN高速化装置は、ネットワークの両端に設置され、Transmission Control Protocol(TCP)を高速プロトコルに置き換えることで、トランスポートレイヤの通信を高速化する。

## 【0020】

通信装置2は、該通信装置2から送信されるデータに対して最適化を行う機能を含む。送信されるデータが最適化されることで、WAN 3の通信回線を流れるトラフィックが抑制され、該通信回線の品質が低くても、スループット（通信性能）が向上する場合がある。

## 【0021】

一方、送信されるデータに対して最適化処理が行われることで、却ってスループットが低下する場合もある。通信装置2は、ソフトウェア処理により、データの最適化を行う。例えば、通信装置2のCPU負荷が高い場合、データを最適化する時間が長くなる。この場合、データに対して最適化処理が行われると、却ってスループットは低下する。

## 【0022】

実施形態では、送信側通信装置2 Sは、データの送信先（受信側通信装置2 R）のCPU負荷と通信回線の回線速度とに応じた最適化性能に基づいて、送信されるデータを最適化するか否かを制御する。

## 【0023】

実施形態における通信装置2の負荷は、CPUの負荷だけではなく、例えば、主記憶装置や補助記憶装置の負荷の場合もある。主記憶装置や補助記憶装置の負荷が高い場合も、送信されるデータに対する最適化処理の時間が長くなり、スループットは低下する。

## 【0024】

<通信装置の一例>

次に、通信装置2の一例について説明する。図2は、通信装置2の一例を示す。図2の例に示す通信装置2は、送信側通信装置2 Sと受信側通信装置2 Rとの両方の機能を含む。通信装置2は、送信側通信装置2 Sにも、受信側通信装置2 Rにもなり得るためである。

## 【0025】

データを送信する通信装置2は送信側通信装置2 Sであり、データを受信する通信装置2は受信側通信装置2 Rである。送信側通信装置2 Sを基準とした場合、送信先装置は受信側通信装置2 Rである。

## 【0026】

通信装置2は、アプリケーション機能部11と制御部12と最適化送信処理部13とテーブル処理部14と判定部15と最適化受信処理部16と受信スループット測定部17と

10

20

30

40

50

測定データ生成部 18 と送信レート制御部 19 とを含む。また、通信装置 2 は、回線速度測定部 20 と性能測定部 21 と負荷発生部 22 と記憶部 23 と通信部 24 とを含む。

【0027】

アプリケーション機能部 11 は、上述したアプリケーションとして機能する。該アプリケーションは、例えば、TCP アプリケーションであってもよい。上述したように、通信装置 2 とは異なる端末がアプリケーションを実行する場合、通信装置 2 にはアプリケーション機能部 11 は含まれない。

【0028】

制御部 12 は、通信装置 2 の各種の制御を行う。最適化送信処理部 13 は、送信されるデータに対して最適化処理を行う。最適化送信処理部 13 は、例えば、重複除去や圧縮等の最適化を、送信されるデータに対して行ってもよい。

10

【0029】

重複除去は、1 回目の通信により得られたデータをキャッシュ等に記憶し、該データの 2 回目以降の通信からは、インデックスのみを通知する最適化である。通信装置 2 は、通知されたインデックスに基づいて、データをキャッシュ等から取得する。これにより、送信されるデータの情報量が少なくなる。

【0030】

また、圧縮はデータの情報量を適宜の手法を用いて少なくする最適化である。この場合、受信側通信装置 2R は、圧縮されたデータを復元する。

【0031】

20

テーブル処理部 14 は、記憶部 23 に記憶された各種テーブルの更新等の処理を行う。記憶部 23 には、受信側通信装置 2R の CPU 負荷と、回線速度と、最適化性能を示す情報との関係を示す性能特性テーブルが記憶される。

【0032】

回線速度は、送信側通信装置 2S と受信側通信装置 2R との間の通信回線の回線速度である。回線速度は、送信側通信装置 2S と受信側通信装置 2R との間の使用可能な帯域である。

【0033】

回線速度は、送信側通信装置 2S から受信側通信装置 2R に向けた通信の回線速度と、受信側通信装置 2R から送信側通信装置 2S に向けた通信の回線の回線速度とがある。性能特性テーブルの回線速度は、送信側通信装置 2S から受信側通信装置 2R に向けた通信の回線速度である。

30

【0034】

最適化性能を示す情報は、データを最適化した場合のスループットと最適化しない場合のスループットとを示す情報である。

【0035】

以下、データを最適化した場合のスループットをオンスループットと称し、データを最適化しない場合のスループットをオフスループットと称することがある。オンスループットは、第 1 スループットの一例であり、オフスループットは第 2 スループットの一例である。

40

【0036】

判定部 15 は、受信側通信装置 2R の CPU 負荷を示す負荷情報と、回線速度測定部 20 が測定した回線速度と、記憶部 23 に記憶された性能特性テーブルとに基づいて、送信するデータを最適化するかを判定する。性能特性テーブルは、第 1 テーブルの一例である。

【0037】

最適化受信処理部 16 は、通信部 24 が最適化されたデータを受信した場合、該最適化されたデータを復元する処理を行う。例えば、最適化受信処理部 16 は、重複除去や圧縮等がされたデータを復元する処理を行う。

【0038】

50

受信スループット測定部 17 は、最適化受信処理部 16 が行う受信処理（復元処理を含む）の速度を測定する。測定された速度は、最適化された通信部 24 が受信し、最適化受信処理部 16 が受信処理した速度であるため、該速度は、オンスループットを示す。

#### 【0039】

測定データ生成部 18 は、測定用のデータを生成する。実施形態では、該測定用のデータをダミーパケットと称する。生成されたダミーパケットは、送信側通信装置 2S から受信側通信装置 2R に送信される。実施形態におけるダミーパケットは、性能特性テーブルを生成するためのデータであり、第 1 測定データの一例である。

#### 【0040】

送信レート制御部 19 は、通信装置から送信されるダミーパケットの送信レートを変化させる制御を行う。回線速度測定部 20 は、通信装置 2 に接続される通信回線の回線速度を測定する。

#### 【0041】

性能測定部 21 は、送信側通信装置 2S から受信側通信装置 2R に送信されるデータの通信性能（スループット）を測定する。受信側通信装置 2R の性能測定部 21 は、最適化受信処理部 16 により受信処理されたデータのスループットを測定する。

#### 【0042】

負荷発生部 22 は、通信装置 2 の CPU に負荷を発生させる。例えば、負荷発生部 22 は、通信装置 2 に任意のプログラムを実行させることで、該通信装置 2 に負荷を発生させてもよい。

#### 【0043】

負荷発生部 22 は任意の CPU 負荷を通信装置 2 に発生させる。実施形態では、CPU 負荷はパーセンテージで表される。例えば、CPU 負荷が「100%」の場合、通信装置 2 の CPU の負荷は最大になる。

#### 【0044】

記憶部 23 は、各種のテーブルを記憶する。記憶部 23 に記憶されたテーブルは、テーブル処理部 14 により更新される。通信部 24 は、他の通信装置 2 と通信を行う。

#### 【0045】

図 3 は、図 2 の例で示した通信装置 2 を、送信側通信装置 2S と受信側通信装置 2R とに分けた場合の一例を示す。図 3 の例において、送信側通信装置 2S および受信側通信装置 2R の各部のうち、共通の機能については、送信側に「S」が付され、受信側に「R」が付されて表記する。

#### 【0046】

図 3 の例に示されるように、送信側通信装置 2S は、最適化送信処理部 13 とテーブル処理部 14 と判定部 15 と測定データ生成部 18 と送信レート制御部 19 と記憶部 23 とを含む。

#### 【0047】

受信側通信装置 2R は、回線速度測定部 20 と性能測定部 21 と負荷発生部 22 とを含む。アプリケーション機能部 11 と制御部 12 と最適化受信処理部 16 と通信部 24 とは、送信側通信装置 2S および受信側通信装置 2R の両者に含まれる。

#### 【0048】

<最適化を行うか否かの判定の一例>

図 4 は、回線速度と受信側通信装置 2R の性能測定部 21 が測定するスループットとの関係の一例を示すグラフである。実線は、データを最適化した場合の回線速度とスループットとの関係を示し、一点鎖線は、データを最適化しない場合の回線速度とスループットとの関係を示す。

#### 【0049】

図 4 の例に示されるように、回線速度が高速になるに応じて、データを最適化した場合のスループットは高くなり、該スループットの値（最大値）は一定になる。ただし、CPU 負荷が低い場合におけるスループットの最大値は、該 CPU が高い場合におけるスルー

10

20

30

40

50

プットの最大値よりも高くなる。

【0050】

受信側通信装置 2 R の CPU 負荷は動的に変化する。例えば、アプリケーション機能部 1 1 R の実行状況等により、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷は動的に変化する。

【0051】

受信側通信装置 2 R の CPU 負荷が低い場合、最適化されたデータを復元するための処理に、多くの CPU リソースを割り当てることができる。この場合、受信側通信装置 2 R の最適化受信処理部 1 6 R における復元処理の処理速度が高速になり、性能測定部 2 1 が測定するスループットは高くなる。

【0052】

一方、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷が高い場合、最適化されたデータを復元するための処理に割り当てられる CPU リソースは少なくなる。この場合、受信側通信装置 2 R の最適化受信処理部 1 6 R における復元処理の処理速度が低速になり、性能測定部 2 1 が測定するスループットは低くなる。

【0053】

データの最適化が行われない場合、回線速度が高速になるに応じて、スループットは高くなる。そして、データの最適化が行われない場合のスループット（オフスループット）が、データの最適化が行われた場合のスループット（オンスループット）よりも高くなる逆転現象が生じる。

【0054】

この逆転現象が生じるポイントをクロスポイントと称する。図 4 の例に示されるように、クロスポイントは、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷が高い場合と低い場合とでは異なる。

【0055】

図 5 は、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷が高い場合のグラフの一例を示す。クロスポイントに回線速度が達するまではデータの最適化が行われた方が、スループットは高い。また、回線速度がクロスポイントに達した後は、データの最適化が行われない方がスループットは高い。

【0056】

従って、回線速度がクロスポイントに達するまではデータの最適化が行われ、回線速度がクロスポイントに達した後は、データの最適化が行われることが好ましい。ただし、上述したように、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷は動的に変化するため、クロスポイントも動的に変化する。

【0057】

受信側通信装置 2 R の CPU 負荷が考慮されることなく、最適化処理を行うか否かの判定が行われると、CPU 負荷の変化によりクロスポイントも変化することから、送信されるデータに最適化が行われるかを適切に判定することが難しくなる。その結果、スループットが低下することがある。

【0058】

そこで、送信側通信装置 2 S の判定部 1 5 は、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を示す負荷情報および回線速度測定部 2 0 が測定した回線速度を示す回線速度情報を受信側通信装置 2 R から取得する。

【0059】

送信側通信装置 2 S の判定部 1 5 は、取得された負荷情報と回線速度情報とに応じた最適化性能（オンスループットおよびオフスループットを示す情報）を記憶部 2 3 に記憶された性能特性テーブルから取得する。そして、判定部 1 5 は、取得された最適化性能に基づいて、最適化を行うか否かを判定する。

【0060】

<性能特性テーブルの一例>

次に、図 6 を参照して、性能特性テーブルの一例について説明する。性能特性テーブル

10

20

30

40

50

は、記憶部 23 に記憶される。図 6 の例に示されるように、性能特性テーブルは、回線速度と受信側 CPU 負荷とオフスループットとオンスループットとの項目を含む。

【0061】

図 6 の例において、オフスループットは「OFF スループット」と表記され、オンスループットは「ON スループット」と表記される。

【0062】

実施形態では、測定データ生成部 18 が生成したダミーパケットを送信側通信装置 2S の通信部 24S が、受信側通信装置 2R に送信する。この際、送信レート制御部 19 は、ダミーパケットの送信レートを変化させる。

【0063】

また、制御部 12S は、受信側通信装置 2R の CPU 負荷を変化させる通知を該受信側通信装置 2R に対して行う。この通知に基づいて、受信側通信装置 2R の負荷発生部 22 は、該受信側通信装置 2R に与える負荷を変化させる。

【0064】

従って、送信側通信装置 2S は、送信レートおよび受信側通信装置 2R の CPU 負荷を変化させながら、ダミーパケットを受信側通信装置 2R に送信する。この際、送信側通信装置 2S は、最適化送信処理部 13 により最適化されたダミーパケットと最適化がされていないダミーパケットとの 2 種類のパケットを送信する。

【0065】

受信側通信装置 2R において、最適化されたダミーパケットは、最適化受信処理部 16R により復元される。性能測定部 21 は、復元処理の速度に基づいて、オフスループットを測定する。

【0066】

一方、ダミーパケットが最適化されていない場合、性能測定部 21 は、通信部 24R がダミーパケットを受信する速度に基づいて、スループットを測定する。これにより、上記の 2 種類のスループットが測定される。

【0067】

例えば、図 6 の例において、送信レート制御部 19 は、ダミーパケットが 5 Mbps で送信されるように制御する。これにより、回線速度が 5 Mbps に模擬される。この条件下で、送信側通信装置 2S は、受信側通信装置 2R の CPU 負荷を変化させる。

【0068】

例えば、図 6 の例では、送信側通信装置 2S は、受信側通信装置 2R の CPU 負荷を、5%、20%、40%、60%、80% および 100% に変化させる。そして、各条件下で、性能測定部 21 は、オンスループットおよびオフスループットを測定する。

【0069】

測定されたオンスループットおよびオフスループットを示す最適化性能の情報は、受信側通信装置 2R から送信側通信装置 2S に送信される。送信側通信装置 2S のテーブル処理部 14 は、記憶部 23 に記憶された性能特性テーブルに、受信した最適化性能の情報を格納する。

【0070】

図 6 の例の場合、送信レート制御部 19 は、ダミーパケットが 10 Mbps、50 Mbps、100 Mbps で送信されるように制御する。この場合、100 Mbps は、送信レートの最大値であり、回線速度の最大値でもある。

【0071】

そして、上述した処理が繰り返されることで、図 6 の例に示す性能特性テーブルの各項目に値が格納される。性能特性テーブルのうち、オフスループットおよびオンスループットの情報が最適化性能を示す。

【0072】

図 6 の例において、回線速度が 50 Mbps、受信側 CPU 負荷が 80% の時点が、上述したクロスポイントとなる。図 6 の性能特性テーブルの例において、クロスポイントに

10

20

30

40

50

網掛けが施されている。

【0073】

つまり、クロスポイントに達するまではオフスループットよりもオンスループットが高いが、クロスポイントからはオンスループットよりもオフスループットが高い。従って、クロスポイントにおいて、上述した逆転現象が生じる。

【0074】

判定部15は、送信側通信装置2Sと受信側通信装置2Rとの間の通信回線の回線速度と受信側通信装置2RのCPU負荷とに応じた最適化性能に基づいて、最適化を行うかを判定する。

【0075】

上記の回線速度は、WAN3の回線速度であり、受信側通信装置2Rの回線速度測定部20が測定する回線速度である。従って、該回線速度は、送信側通信装置2Sから受信側通信装置2Rに向けた通信の回線速度である。送信側通信装置2Sは、受信側通信装置2Rから、回線速度の情報およびCPU負荷を示す負荷情報を取得する。

【0076】

例えば、取得された回線速度の情報が50Mbpsであり、且つ取得された負荷情報が60%の場合、回線速度とCPU負荷とに応じた最適化性能は、オフスループットよりもオンスループットが高いことを示す。

【0077】

この場合、受信側通信装置2Rに送信されるデータを最適化した方がスループットは高いため、判定部15は該データを最適化すると判定する。このため、最適化送信処理部13は、データを送信されるデータを最適化する。

【0078】

例えば、取得された回線速度の情報が50Mbpsであり、且つ取得された負荷情報が80%の場合、回線速度とCPU負荷とに応じた最適化性能は、オンスループットよりもオフスループットが高いことを示す。

【0079】

この場合、判定部15は、受信側通信装置2Rに送信されるデータを最適化しない方がスループットは高いため、該データを最適化しないと判定する。このため、送信されるデータは、最適化送信処理部13による最適化処理を受けることなく、通信部24Sから受信側通信装置2Rに送信される。

【0080】

性能特性テーブルにおける回線速度の値は、図6の例に示される値には限定されない。また、性能特性テーブルにおける受信側CPU負荷の値も、図6の例には限定されない。性能測定テーブルにおける回線速度および受信側CPU負荷の粒度は、図6の例より細かくてもよいし、粗くてもよい。

【0081】

<通知される負荷情報の一例>

実施形態では、受信側通信装置2Rの制御部12Rは、該受信側通信装置2RのCPU負荷を示す負荷情報を定期的に送信側通信装置2Sに送信する制御を行う。送信側通信装置2Sが受信側通信装置2Rから負荷情報を受信した場合、テーブル処理部14は、受信した負荷情報を記憶部23に記憶する。

【0082】

図7は、記憶部23に記憶される受信側通信装置2RのCPU負荷の一例を示す。テーブル処理部14は、受信側通信装置2Rから負荷情報を受信するごとに、記憶部23に記憶されるCPU負荷の情報を更新する。

【0083】

<送信されるデータの一部例>

図8は、送信されるデータの一部例を示す。このデータは、パケットであり、ダミーパケットにも適用される。図8の例のデータ（パケット）は、データ部分とデータ最適化ヘッ

10

20

30

40

50

ダと T C P と Internet Protocol(IP)との情報を含む。

【0084】

データ最適化ヘッダには、データ識別フラグが含まれており、該データ識別フラグにより、データが最適化されているか否か、および最適化されている場合には、最適化の種類を特定する情報が含まれる。

【0085】

受信側通信装置 2 R の最適化受信処理部 1 6 R は、データ識別フラグに基づいて、データが最適化されているか否か、および最適化の種類を認識する。そして、データが最適化されている場合、最適化受信処理部 1 6 R は、最適化の種類に応じた復元処理を行う。

【0086】

データが最適化されているか否かを特定する手法、および最適化の種類を特定する手法は、上述した例には限定されない。

【0087】

＜実施形態の処理の流れの一例を示すフローチャート＞

次に、図 9 および図 10 に示されるフローチャートの一例を参照して、実施形態の全体の処理の流れについて説明する。図 9 は、送信側通信装置 2 S が行う全体の処理の流れの一例を示す。

【0088】

送信側通信装置 2 S は、受信側通信装置 2 R から回線速度情報を取得する（ステップ S 1）。該回線速度情報は、送信側通信装置 2 S から受信側通信装置 2 R に向けた通信の回線速度を示す情報であり、受信側通信装置 2 R の回線速度測定部 2 0 が測定した回線速度の情報である。

【0089】

送信側通信装置 2 S は、性能特性テーブルを生成する処理を行う（ステップ S 2）。上述したように、送信側通信装置 2 S は、ダミーパケットの送信レートを変化させ、且つ受信側通信装置 2 R の C P U 負荷を変化させる。

【0090】

性能特性テーブル生成処理において、送信レートが変化される。送信レート制御部 1 9 は、ステップ S 1 で取得された回線速度情報が示す回線速度を最大値として、ダミーパケットの送信レートを変化させる。

【0091】

送信側通信装置 2 S は、受信側通信装置 2 R から、性能測定部 2 1 により測定されたオンスループットおよびオフスループット（最適化性能）の情報を取得する。送信側通信装置 2 S のテーブル処理部 1 4 は、取得された最適化性能の情報が示すオンスループットおよびスループットの値を、記憶部 2 3 に記憶された性能特性テーブルに格納する。

【0092】

ステップ S 1 およびステップ S 2 の処理は、アプリケーション機能部 1 1 S による通信が開始される前に行われる処理である。ステップ S 2 の処理の後、アプリケーション機能部 1 1 S による通信が開始される（ステップ S 3）。

【0093】

送信側通信装置 2 S のアプリケーション機能部 1 1 S は、受信側通信装置 2 R のアプリケーション機能部 1 1 R と通信を行う。ステップ S 1 およびステップ S 2 の処理は、送信側通信装置 2 S の起動時に行われてもよい。

【0094】

アプリケーション機能部 1 1 S から、アプリケーション機能部 1 1 R に送信されるデータが読み込まれる（ステップ S 4）。例えば、該データは、ブロック単位のデータであってもよい。

【0095】

制御部 1 2 S は、通信部 2 4 S が受信側通信装置 2 R から負荷情報を受信したかを判定する（ステップ S 5）。上述したように、受信側通信装置 2 R は、送信側通信装置 2 S に

10

20

30

40

50

定期的に負荷情報を通知する。

【0096】

負荷情報を受信したと判定された場合（ステップS5でYES）、制御部12Sは、受信した負荷情報を記憶部23に記憶する。これにより、記憶部23に記憶された負荷情報は更新される。負荷情報を受信したと判定されない場合（ステップS5でNO）、制御部12Sは、負荷情報を更新しない。

【0097】

判定部15は、記憶部23に記憶された負荷情報を取得する。この負荷情報は、受信側通信装置2Rの直近のCPU負荷を示す情報である。

【0098】

制御部12Sは、受信側通信装置2Rの回線速度測定部20に回線速度を測定させ、測定された回線速度を示す回線速度情報を取得する制御を行う（ステップS8）。これにより、判定部15は、受信側通信装置2RのCPU負荷を取得する。

【0099】

判定部15は、取得された回線速度およびCPU負荷の情報に対応する最適化性能を、記憶部23に記憶された性能特性テーブルから検索する。最適化性能は、オンスループットおよびオフスループットを示す情報である。

【0100】

判定部15は、上記検索の結果得られた最適化性能に基づいて、オンスループットとオフスループットとのうち何れが高いかを判定する（ステップS10）。

【0101】

オンスループットよりオフスループットが高い場合（ステップS10でYES）、通信部24Sは、最適化送信処理部13により最適化されたデータを送信する（ステップS11）。オンスループットがオフスループット以下の場合（ステップS10でNO）、通信部24Sは、最適化することなくデータを送信する（ステップS12）。

【0102】

制御部12Sは、アプリケーション機能部11Sによるデータ通信が終了したかを判定する（ステップS13）。データ通信が終了していないと判定された場合（ステップS13でNO）、処理はステップS4に戻る。データ通信が終了したと判定された場合（ステップS13でYES）、処理は終了する。

【0103】

図10は、受信側通信装置2Rが行う全体の処理の流れの一例を示す。上述したステップS1において、送信側通信装置2Sは、受信側通信装置2Rから回線速度情報を取得する。

【0104】

このため、回線速度測定部20は、送信側通信装置2Sから受信側通信装置2Rに向けた通信の回線速度を測定する（ステップS21）。例えば、回線速度測定部20は、バースト送信されたダミーパケットの受信レートを回線速度として測定してもよい。

【0105】

受信側通信装置2Rは、測定された回線速度を示す回線速度情報を送信側通信装置2Sに送信する（ステップS22）。

【0106】

受信側通信装置2Rは、性能特性テーブルを生成するための処理を行う（ステップS23）。上述したように、受信側通信装置2Rは、送信側通信装置2Sの制御に基づいて、回線速度を測定し、測定された回線速度を示す回線速度情報およびCPU負荷を示す負荷情報を送信側通信装置2Sに送信する。

【0107】

送信側通信装置2Sのアプリケーション機能部11Sと受信側通信装置2Rのアプリケーション機能部11Rとの間で通信が開始される（ステップS24）。通信部24Rが、送信側通信装置2Sからデータ（パケット）を受信すると、最適化受信処理部16Rは、

10

20

30

40

50

受信したパケットのヘッダを抽出する。

【0108】

例えば、パケットに含まれるデータ最適化ヘッダに最適化処理がされていることを示す場合、最適化受信処理部16Rは、復元処理を行う（ステップS25）。例えば、データ最適化ヘッダが、圧縮済みであることを示す場合、最適化受信処理部16Rは、圧縮されたデータを解凍することで、復元処理を行う。

【0109】

パケットに含まれるデータ最適化ヘッダに最適化処理がされていることを示さない場合、該パケットに対する復元処理は行われない。

【0110】

上述したように、受信側通信装置2Rは、該受信側通信装置2RのCPU負荷を示す負荷情報を定期的に送信側通信装置2Sに送信する（ステップS26）。これにより、送信側通信装置2Sの記憶部23には、受信側通信装置2Rの直近のCPU負荷を示す負荷情報が記憶される。

【0111】

制御部12Rは、アプリケーション機能部11Sとアプリケーション機能部11Rとによる通信が終了したかを判定する（ステップS27）。通信が終了していない場合（ステップS27でNO）、処理はステップS25に戻る。通信が終了した場合（ステップS27でYES）、処理は終了する。

【0112】

従って、判定部15は、記憶部23に記憶された最適化性能のうち、回線速度と受信側通信装置2RのCPU負荷とに応じた最適化性能に応じて、送信されるデータを最適化するか否かを判定する。

【0113】

これにより、送信先装置である受信側通信装置2RのCPU負荷が動的に変化したとしても、判定部15は、該CPU負荷を考慮して、送信されるデータを最適化するか否かを判定するため、最適化するか否かの判定を適正に行うことができる。

【0114】

<性能特性テーブル生成処理の流れの一例を示すシーケンスチャート>

図11は、性能特性テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャートである。図11に示される性能特性テーブル生成処理は、上述したステップS2（送信側）およびステップS23（受信側）の両者の処理を含む。

【0115】

「送信側」は、送信側通信装置2Sを示し、「受信側」は、受信側通信装置2Rを示す。送信レート制御部19は、ダミーパケットの送信レートを変化させる制御を行う。このため、送信レート制御部19は、ステップSC1～ステップSC17のループ処理を繰り返す。

【0116】

例えば、上述したように、送信レート制御部19は、ダミーパケットの送信レートを、5Mbps、10Mbps、50Mbpsおよび100Mbpsに変化させながら、ステップSC1～SC17の処理を繰り返してもよい。

【0117】

制御部12Sは、受信側通信装置2RのCPU負荷を変化させる制御を行う。このため、制御部12Sは、ステップSC2～SC16のループ処理を繰り返す。例えば、上述したように、制御部12Sは、受信側通信装置2Rに発生させるCPU負荷を5%、20%、40%、60%、80%および100%に変化させる。

【0118】

制御部12Sは、受信側通信装置2Rの負荷発生部22に発生させるCPU負荷の値を通知する（ステップSC3）。受信側通信装置2Rが該通知を受信すると、負荷発生部22は、通知された負荷を受信側通信装置2RのCPUに発生させる（ステップSC4）。

10

20

30

40

50

## 【0119】

最適化送信処理部13は、測定データ生成部18が生成したダミーパケットを最適化し、通信部24Sは、該最適化されたダミーパケットを送信する（ステップSC5）。通信部24Rは、最適化されたダミーパケットを受信する（ステップSC6）。

## 【0120】

該最適化されたダミーパケットは、最適化受信処理部16Rにより復元処理がされる。性能測定部21は、最適化受信処理部16Rによる復元処理の速度に基づいて、オンスループットを測定する（ステップSC7）。

## 【0121】

受信側通信装置2Rは、送信側通信装置2Sに対して、測定されたオンスループットの情報を送信側通信装置2Sに通知する（ステップSC8）。送信側通信装置2Sは、オンスループットの情報を取得する（ステップSC9）。 10

## 【0122】

制御部12Sは、測定データ生成部18が生成したダミーパケットを最適化することなく受信側通信装置2Rに送信する制御を行う。これにより、最適化されていないダミーパケットが受信側通信装置2Rに送信される（ステップSC10）。

## 【0123】

受信側通信装置2Rの通信部24Rは、最適化されていないダミーパケットを受信する（ステップSC11）。性能測定部21は、通信部24Rが受信したダミーパケットの速度に基づいて、オフスループットを測定する（ステップSC12）。 20

## 【0124】

受信側通信装置2Rは、送信側通信装置2Sに対して、測定されたオフスループットの情報を送信側通信装置2Sに通知する（ステップSC13）。送信側通信装置2Sは、オフスループットの情報を取得する（ステップSC14）。

## 【0125】

これにより、送信レート制御部19により制御された送信レートおよび負荷発生部22に発生させた受信側通信装置2RのCPU負荷に応じた最適化性能（オンスループットおよびオフスループット）が得られる。

## 【0126】

テーブル処理部14は、記憶部23に記憶された性能特性テーブルのうち、送信レートおよび受信側通信装置2RのCPU負荷に対応するオンスループットおよびオフスループットの項目に値を格納する（ステップSC15）。 30

## 【0127】

送信側通信装置2Sは、送信レートを変化させながら、且つ受信側通信装置2RのCPU負荷を変化させながら、ステップSC3～SC15の処理を行う。これにより、性能特性テーブルの各項目に値が格納される。

## 【0128】

以上が、性能特性テーブル生成処理の一例である。上述したように、性能特性テーブル生成処理は、例えば、送信側通信装置2Sおよび受信側通信装置2Rの起動時に行われてもよい。 40

## 【0129】

ここで、アプリケーション機能部11Sによる通信が開始されるまでに、性能特性テーブルの各項目に値が格納されていることが好ましい。このため、上述した例では、アプリケーション機能部11Sによる通信が開始される前に、性能特性テーブル生成処理が行われる。

## 【0130】

ただし、アプリケーション機能部11Sによる通信が開始された後に、性能特性テーブルの各項目の値が格納されてもよい。

## 【0131】

アプリケーション機能部11Sとアプリケーション機能部11Rとの間で行われる通信 50

(送信側通信装置 2 S と受信側通信装置 2 R との間で行われる通信) の送信レート、および受信側通信装置 2 R の CPU 負荷は変化する。

【0132】

性能測定部 2 1 は、アプリケーション機能部 1 1 S とアプリケーション機能部 1 1 R との間で行われる通信のスループットを測定する。受信側通信装置 2 R は、スループットおよび該スループットを測定した条件を、逐次、送信側通信装置 2 S に通知する。

【0133】

テーブル処理部 1 4 は、通知された情報を、記憶部 2 3 に記憶された性能特性テーブルに格納する。これにより、アプリケーション機能部 1 1 S による通信を行いながら、性能特性テーブルを生成することができる。

10

【0134】

< 応用例 1 >

次に、応用例 1 について説明する。図 1 2 は、応用例 1 を示す図である。上述した実施形態では、受信側通信装置 2 R は、該受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を示す負荷情報を定期的に送信側通信装置 2 S に通知する。

【0135】

判定部 1 5 は、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷および送信レートに基づいて、送信されるデータを最適化するか否かを判定する。ここで、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷は刻々と変化するため、直近に通知された受信側通信装置 2 R の CPU 負荷は、判定部 1 5 が判定を行う時点での受信側通信装置 2 R の CPU 負荷と乖離している可能性がある。

20

【0136】

この場合、判定部 1 5 は、送信されるデータを最適化するか否かを適正に判定することが難しい。判定部 1 5 が判定を行う際に、送信側通信装置 2 S が受信側通信装置 2 R から負荷情報を取得することが考えられるが、負荷情報を取得するまでにある程度の時間がかかる。

【0137】

このため、送信側通信装置 2 S は、受信側通信装置 2 R のリアルタイムな CPU 負荷を示す負荷情報を取得することが難しい。その結果、判定部 1 5 は、送信されるデータを最適化するか否かを適正に判定することが難しい。

【0138】

応用例 1 では、送信側通信装置 2 S は、予め、各種の条件下で測定された受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を示す負荷テーブルを生成する。負荷テーブルは、第 2 テーブルの一例である。

30

【0139】

判定部 1 5 は、負荷テーブルに基づいて、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を予測し、送信されるデータを最適化するか否かを判定する。

【0140】

従って、送信側通信装置 2 S の判定部 1 5 は、受信側通信装置 2 R から負荷情報を取得することなく、送信されるデータを最適化するか否かを判定する。これにより、判定部 1 5 は、送信されるデータを最適化するか否かをより適正に判定することができる。

40

【0141】

図 1 2 の例において、送信側通信装置 2 S の制御部 1 2 S は、送信レートおよび CPU 負荷を示す情報を受信側通信装置 2 R に通知する制御を行う。この通知には、それぞれ異なる複数の送信レート、およびそれぞれ異なる複数の CPU 負荷の情報が含まれる。

【0142】

例えば、上記通知には、5 Mbps、10 Mbps、50 Mbps および 100 Mbps を示す送信レートの情報が含まれる。また、上記通知には、受信側通信装置 2 R に発生させる CPU 負荷が 5%、20%、40%、60%、80% および 100% を示す情報が含まれる。

【0143】

50

受信側通信装置 2 R の最適化送信処理部 1 3 R は、測定データ生成部 1 8 R が生成したダミーパケットを最適化する。応用例 1 におけるダミーパケット（最適化されたダミーパケット）は負荷テーブルを生成するためのデータであり、第 2 測定データの一例である。

【0144】

送信レート制御部 1 9 は、上記通知に基づいて、最適化されたダミーパケットの送信レートを変化させる。また、負荷発生部 2 2 は、上記通知に基づいて、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を変化させる。

【0145】

従って、受信側通信装置 2 R から送信側通信装置 2 S に対して、送信レートが変化されながら、且つ受信側通信装置 2 R の CPU 負荷が変化されながら、最適化されたダミーパケットが送信される。

10

【0146】

送信側通信装置 2 S の通信部 2 4 S は、最適化されたパケットを受信する。最適化受信処理部 1 6 L は、復元処理を行う。受信スループット測定部 1 7 は、スループット（オンスループット）の測定を行う。テーブル処理部 1 4 は、測定結果に基づく値を、記憶部 2 3 に記憶された負荷テーブルに格納する。

【0147】

図 1 3 は、負荷テーブルの一例を示す。負荷テーブルは、回線速度とオンスループットと CPU 負荷とが対応付けられたテーブルである。

【0148】

20

テーブル処理部 1 4 は、受信側通信装置 2 R に通知した送信レートおよび CPU 負荷と対応付けて、受信スループット測定部 1 7 が測定したオンスループットを負荷テーブルに格納する。

【0149】

送信側通信装置 2 S の通信部 2 4 S が受信側通信装置 2 R から最適化されたデータを受信した際、回線速度測定部 2 0 S は、送信側通信装置 2 S と受信側通信装置 2 R との間の通信回線の回線速度を測定する。回線速度測定部 2 0 S が測定する回線速度は、受信側通信装置 2 R から送信側通信装置 2 S に向けた通信の回線速度である。

【0150】

また、受信スループット測定部 1 7 は、最適化されたデータのオンスループットを測定する。制御部 1 2 S は、測定された回線速度および測定されたオンスループットに基づいて、記憶部 2 3 に記憶された負荷テーブルを検索し、対応する CPU 負荷を取得する。

30

【0151】

これにより、送信側通信装置 2 S は、CPU 負荷の予測を行う。従って、送信側通信装置 2 S は、受信側通信装置 2 R から CPU 負荷を示す負荷情報を取得しなくとも、該受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を予測できる。

【0152】

< 応用例 1 の処理の流れを示すフローチャートの一例 >

図 1 4 は、応用例 1 における送信側通信装置 2 S の処理の流れの一例を示すフローチャートであり、図 1 5 は、応用例 1 における受信側通信装置 2 R の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

40

【0153】

図 1 4 のフローチャートにおいて、図 9 のフローチャートで説明した処理と同様の処理の説明は省略する。図 1 5 のフローチャートにおいて、図 1 0 のフローチャートで説明した処理と同様の処理の説明は省略する。

【0154】

図 1 4 のフローチャートに示されるように、送信側通信装置 2 S は、送信側の負荷テーブル生成処理を行う（ステップ S 2 - 1）。これにより、記憶部 2 3 に記憶された負荷テーブルの各項目に値が格納される。

【0155】

50

アプリケーション機能部 11 による通信が開始されると、送信側通信装置 2 S と受信側通信装置 2 R との間で通信が行われる。送信側通信装置 2 S の通信部 24 S が最適化されたデータを受信した際、回線側測定部 20 S は、回線速度（受信側通信装置 2 R から送信側通信装置 2 S に向けた通信の回線速度）を測定する（ステップ S5-1）。

#### 【0156】

受信スループット測定部 17 は、オンスループット測定を行う（ステップ S5-2）。制御部 12 S は、測定された回線速度および測定されたオンスループットに対応する受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を、記憶部 23 に記憶された負荷テーブルから取得する。これにより、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷が予測される（ステップ S5-3）。

#### 【0157】

図 15 のフローチャートに示されるように、受信側通信装置 2 R の処理には、受信側の負荷テーブル生成処理（ステップ S23-1）が追加されている。なお、応用例 1 における性能特性テーブル生成処理は、上述した実施形態と同様の処理であるため、説明を省略する。

#### 【0158】

<応用例 1 の負荷テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャート>

次に、図 16 の例を参照して、負荷テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャートについて説明する。送信側通信装置 2 S は、ステップ SC21～ステップ SC32 の処理を繰り返す送信レート制御を行う。

#### 【0159】

制御部 12 S は、ダミーパケットを送信する送信レートを示す送信レート情報を受信側通信装置 2 R に通知する制御を行う（ステップ SC22）。受信側通信装置 2 R の通信部 24 R は、この通知を受信する。

#### 【0160】

送信レート制御部 19 は、ダミーパケットを送信する送信レートを、通知された送信レート情報に基づいて設定する（ステップ SC23）。送信レートの設定がされた後、ステップ SC24～ステップ SC31 の受信側 CPU 負荷制御の処理が繰り返し行われる。

#### 【0161】

制御部 12 S は、受信側通信装置 2 R に発生させる CPU 負荷を通知する（ステップ SC25）。負荷発生部 22 は、通知された CPU 負荷に基づいて、受信側通信装置 2 R に CPU 負荷を発生させる（ステップ SC26）。

#### 【0162】

最適化送信処理部 13 R は、測定データ生成部 18 R が生成したダミーパケットを最適化する。通信部 24 R は、送信レート制御部 19 により設定された送信レートで最適化されたダミーパケットを送信側通信装置 2 S に送信する（ステップ SC27）。

#### 【0163】

送信側通信装置 2 S の通信部 24 S は、最適化されたダミーパケットを受信する（ステップ SC28）。そして、最適化受信処理部 16 L は、最適化されたダミーパケットに対して復元処理を行い、受信スループット測定部 17 は、オンスループット測定を行う（ステップ SC29）。

#### 【0164】

テーブル処理部 14 は、受信側通信装置 2 R に通知した送信レートおよび CPU 負荷に対応付けて、測定されたオンスループットを負荷テーブルに格納する（ステップ SC30）。制御部 12 S は、受信側通信装置 2 R に発生させる CPU 負荷を変化させながら、ステップ SC24～ステップ SC31 の処理を繰り返す。

#### 【0165】

また、制御部 12 S は、受信側通信装置 2 R から送信されるダミーデータの送信レートを変化させながら、ステップ SC21～ステップ SC32 の処理を繰り返す。以上により、負荷テーブル生成処理が終了する。

#### 【0166】

10

20

30

40

50

従って、応用例 1 では、受信側通信装置 2 R から該受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を示す負荷情報を取得することなく、送信側通信装置 2 S は、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を予測する。

【0167】

そして、判定部 15 は、予測された受信側通信装置 2 R の CPU 負荷に基づいて、送信されるデータを最適化するか否かを判定する。このため、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷をリアルタイムに予測することができ、送信されるデータを最適化するか否かを適正に判定することができる。

【0168】

< 応用例 2 >

上述した実施形態および応用例 1 は、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷を考慮して、判定部 15 は、送信されるデータを最適化するか否かを判定する。受信側通信装置 2 R の CPU の性能が送信側通信装置 2 S の CPU の性能よりも低く、且つ両者の性能差が大きい場合、送信側通信装置 2 S の CPU 負荷がスループットに与える影響は少ない。

【0169】

一方、受信側通信装置 2 R の CPU と送信側通信装置 2 S の CPU との間の性能差が小さい場合、送信側通信装置 2 S の CPU 負荷がスループットに影響を与えることが想定される。

【0170】

応用例 2 では、判定部 15 は、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷だけでなく、送信側通信装置 2 S の CPU 負荷も考慮して、送信されるデータを最適化するか否かを判定する。図 17 は、応用例 2 を示す図である。図 17 の例において、受信側通信装置 2 R と送信側通信装置 2 S との両者に負荷発生部 22 が含まれる。

【0171】

図 18 は、応用例 2 における性能特性テーブルの一例を示す。図 18 の例の性能特性テーブルには、回線速度と送信側通信装置 2 S の CPU 負荷と受信側通信装置 2 R の CPU 負荷とに応じた最適化性能が格納される。最適化性能の値は、オンスループットおよびオフスループットの値である。

【0172】

実施形態の性能特性テーブルに対して、応用例 2 の性能特性テーブルには、送信側 CPU 負荷（送信側通信装置 2 S の CPU 負荷）の項目が追加されている。

【0173】

図 19 は、応用例 2 における負荷テーブルの一例を示す。応用例 2 の負荷テーブルは、回線速度と送信側 CPU 負荷とオンスループットと受信側 CPU 負荷との項目を含む。応用例 2 の負荷テーブルには、応用例 1 の負荷テーブルに、送信側 CPU 負荷の項目が追加されている。

【0174】

従って、応用例 2 では、判定部 15 は、受信側通信装置 2 R の CPU 負荷と送信側通信装置 2 S の CPU 負荷とを考慮した判定を行うため、送信されるデータを最適化するか否かをより適正に判定することができる。

【0175】

< 応用例 2 の処理の流れを示すフローチャートの一例 >

図 20 は、応用例 2 における送信側通信装置 2 S の処理の流れの一例を示すフローチャートである。応用例 2 における送信側通信装置 2 S の処理には、応用例 1 における送信側通信装置 2 S の処理に、ステップ S5-4 が追加されている。その他の処理は、応用例 1 の処理と同様であるため、説明を省略する。

【0176】

制御部 12 S は、送信側通信装置 2 S の CPU 負荷を認識する（ステップ S5-4）。これにより、回線速度と受信側通信装置 2 R の CPU 負荷と送信側通信装置 2 S の CPU 負荷とに応じた最適化性能が検索され、該最適化性能が示すオンスループットオフスルー

10

20

30

40

50

プットとに基づいて、送信されるデータが最適化されるか否かが判定される。

【0177】

応用例2における受信側通信装置2Rの処理は、応用例1における受信側通信装置2Rの処理と類似している。ただし、受信側の性能特性テーブル生成処理（ステップS23）および受信側負荷テーブル生成処理（ステップS23-1）は、応用例1と応用例とで異なる。

【0178】

＜応用例2の性能特性テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャート＞

図21は、応用例2の性能特性テーブル生成処理のシーケンスチャートの一例を示す。応用例2における性能特性テーブルの生成処理は、上述した実施形態の性能特性テーブル生成処理に、送信側CPU負荷制御のループ処理（ステップSC1-1～ステップSC16-1）が追加されている。

10

【0179】

応用例2では、送信側CPU負荷制御のループ処理において、制御部12Sは、送信側通信装置2SのCPUに負荷を発生させる（ステップSC1-2）。送信側CPU負荷制御のループ処理が行われるごとに、制御部12Sは、送信側通信装置2Sに発生させるCPU負荷を変化させる。

【0180】

＜応用例2の負荷テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャート＞

図22は、応用例2の負荷テーブル生成処理の一例を示す。応用例1の負荷テーブル生成処理に、送信側CPU負荷制御のループ処理（ステップSC22-1～ステップSC31-1）が追加されている。

20

【0181】

応用例2では、送信側CPU負荷制御のループ処理において、負荷発生部22Sは、送信側通信装置2SのCPUに負荷を発生させる（ステップSC22-2）。送信側CPU負荷制御のループ処理が行われるごとに、制御部12Sは、送信側通信装置2Sに発生させるCPU負荷を変化させる。

【0182】

＜通信装置のハードウェア構成の一例＞

次に、図23の例を参照して、通信装置2のハードウェア構成の一例を説明する。図23の例に示すように、バス100に対して、プロセッサ111とRAM112とROM113と補助記憶装置114と媒体接続部115と通信インタフェース116とが接続されている。

30

【0183】

プロセッサ111は任意の処理回路である。プロセッサ111はRAM112に展開されたプログラムを実行する。実行されるプログラムとしては、実施形態の処理を行うプログラムを適用してもよい。ROM113はRAM112に展開されるプログラムを記憶する不揮発性の記憶装置である。

【0184】

補助記憶装置114は、種々の情報を記憶する記憶装置であり、例えばハードディスクドライブや半導体メモリ等を補助記憶装置114に適用してもよい。媒体接続部115は、可搬型記録媒体119と接続可能に設けられている。

40

【0185】

可搬型記録媒体119としては、可搬型のメモリや光学式ディスク（例えば、Compact Disc(CD)やDigital Versatile Disc(DVD)等）を適用してもよい。この可搬型記録媒体119に実施形態の処理を行う通信制御プログラムが記録されていてもよい。

【0186】

通信装置2のうち、記憶部23は、RAM112や補助記憶装置114等により実現されてもよい。通信部24は、通信インタフェース116により実現されてもよい。通信装置2のうち、記憶部23および通信部24以外の各部は、与えられた通信制御プログラム

50

をプロセッサ 1 1 1 が実行することにより実現されてもよい。

【0187】

R A M 1 1 2、R O M 1 1 3、補助記憶装置 1 1 4 および可搬型記録媒体 1 1 9 は、何れもコンピュータ読み取り可能な有形の記憶媒体の一例である。これらの有形な記憶媒体は、信号搬送波のような一時的な媒体ではない。

【0188】

<その他>

本実施形態は、以上に述べた実施の形態に限定されるものではなく、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲内で種々の構成または実施形態を取ることができる。

【符号の説明】

10

【0189】

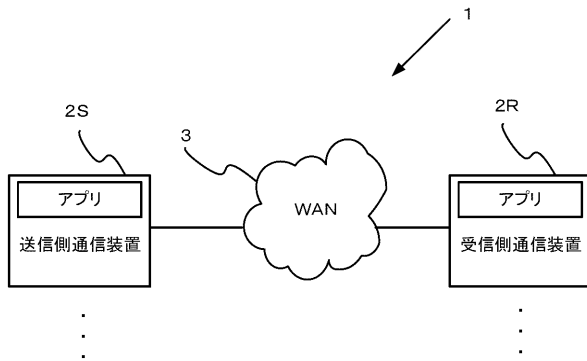
- 1 システム
- 2 通信装置
- 3 W A N
- 1 1 アプリケーション機能部
- 1 2 制御部
- 1 3 最適化送信処理部
- 1 4 テーブル処理部
- 1 5 判定部
- 1 6 最適化受信処理部
- 1 7 受信スループット測定部
- 1 8 測定データ生成部
- 1 9 送信レート制御部
- 2 0 回線速度計測部
- 2 1 性能測定部
- 2 2 負荷発生部
- 2 3 記憶部
- 2 4 通信部
- 1 1 1 プロセッサ
- 1 1 2 R A M
- 1 1 3 R O M

20

30

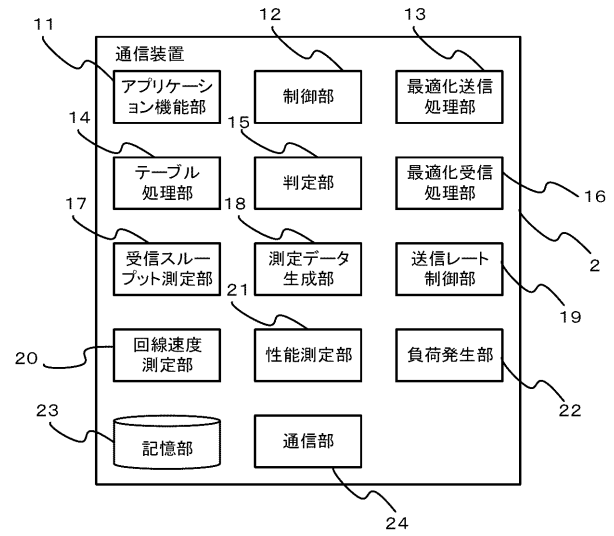
【図 1】

実施形態のシステムの一例を示す図



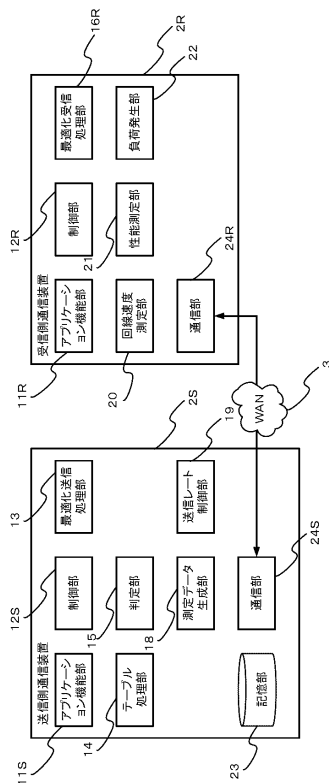
【図 2】

通信装置の一例を示す機能ブロック図



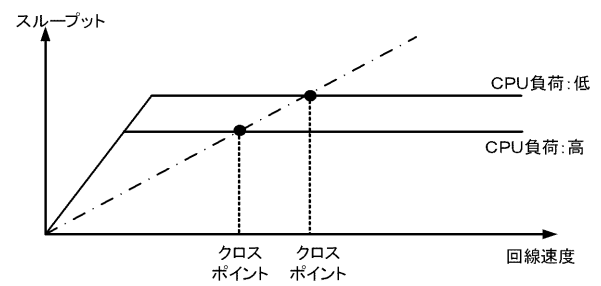
【図 3】

送信側および受信側の通信装置の一例を示す機能ブロック図



【図 4】

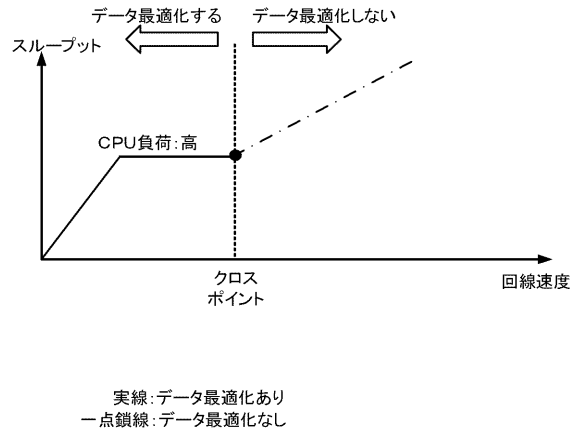
回線速度とスループットとの関係の一例を示すグラフ（その1）



実線: データ最適化あり  
 一点鎖線: データ最適化なし

【図 5】

回線速度とスループットとの関係の一例を示すグラフ  
(その2)



【図 6】

性能特性テーブルの一例を示す図

| 回線速度 [Mbps] | 受信側CPU負荷 [%] | OFFスループット [Mbps] | ONスループット [Mbps] |
|-------------|--------------|------------------|-----------------|
| 5           | 5            | 4.5              | 40              |
|             | 20           | 4.5              | 35              |
|             | 40           | 4.5              | 30              |
|             | 60           | 4.5              | 25              |
|             | 80           | 4.5              | 20              |
|             | 100          | 4.5              | 15              |
| 10          | 5            | 9                | 80              |
|             | 20           | 9                | 70              |
|             | 40           | 9                | 60              |
|             | 60           | 9                | 50              |
|             | 80           | 9                | 40              |
|             | 100          | 9                | 30              |
| 50          | 5            | 45               | 80              |
|             | 20           | 45               | 70              |
|             | 40           | 45               | 60              |
|             | 60           | 45               | 50              |
|             | 80           | 45               | 40              |
|             | 100          | 45               | 30              |
| 100         | 5            | 90               | 80              |
|             | 20           | 90               | 70              |
|             | 40           | 90               | 60              |
|             | 60           | 90               | 50              |
|             | 80           | 90               | 40              |
|             | 100          | 90               | 30              |

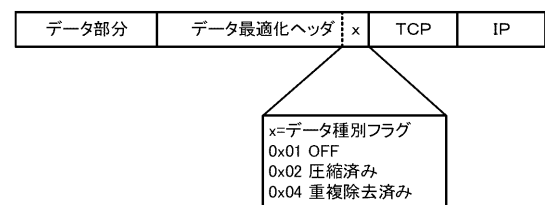
【図 7】

記憶部に記憶される受信側通信装置のCPU負荷の  
一例を示す図

| 受信側CPU負荷[%] |
|-------------|
| 40          |

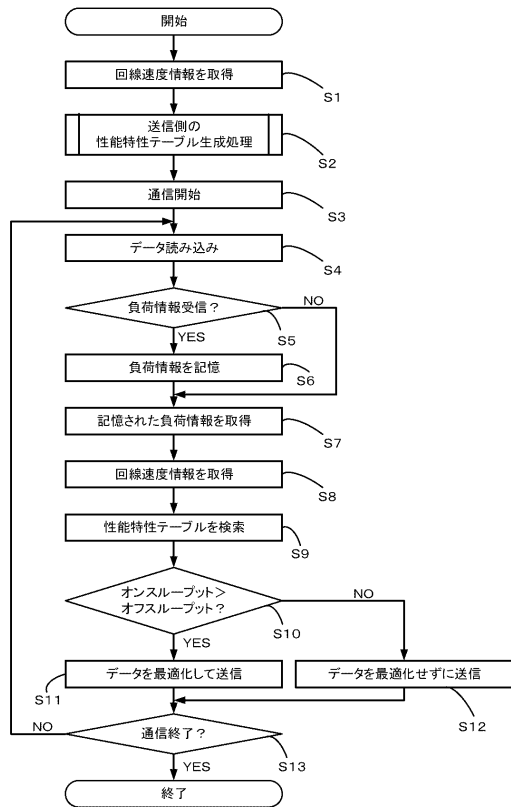
【図 8】

送信されるデータの一例を示す図



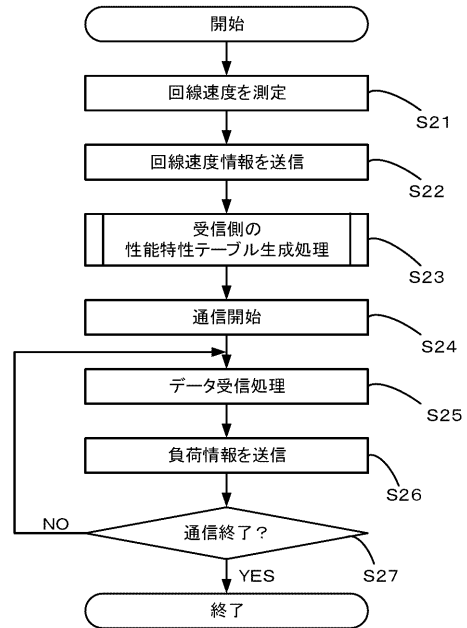
【図 9】

実施形態の処理の一例を示すフローチャート(その1)



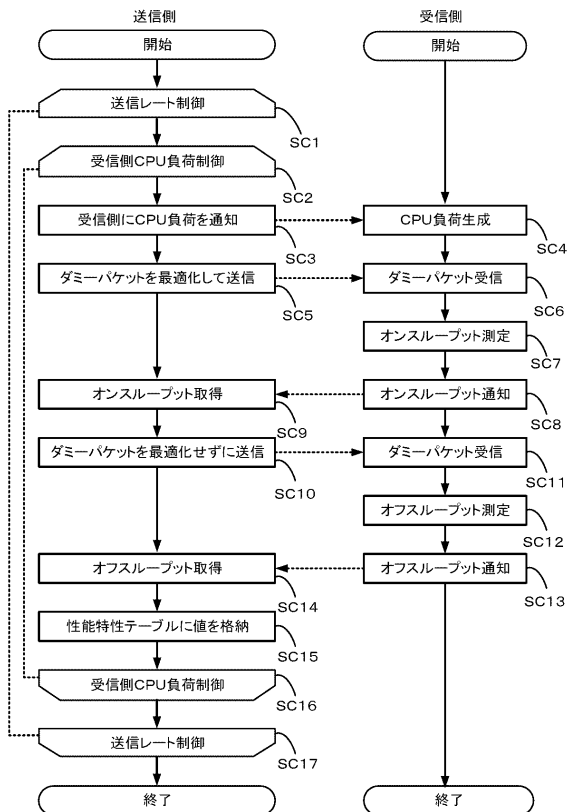
【図 10】

実施形態の処理の一例を示すフローチャート(その2)



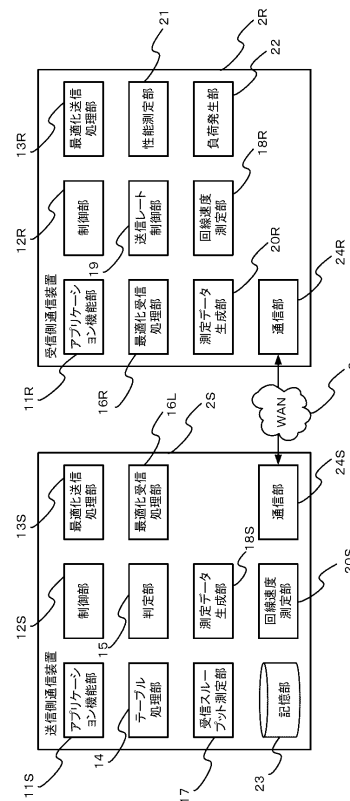
【図 11】

実施形態の性能特性テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャート



【図 12】

応用例1を示す図



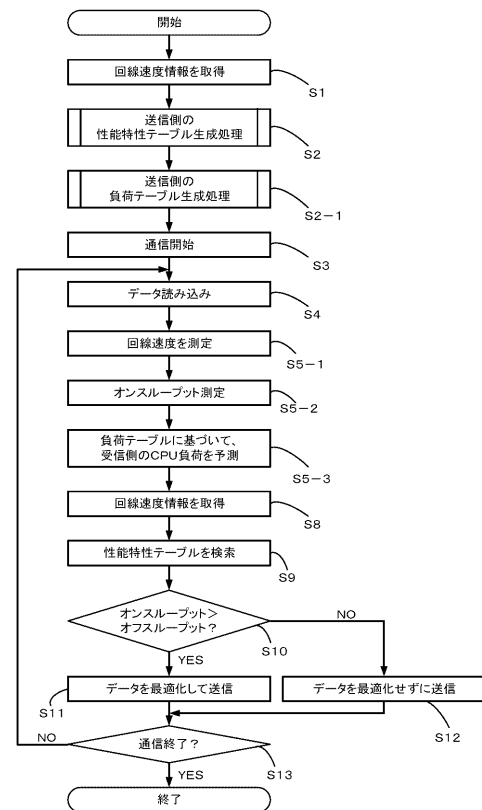
【図 13】

応用例1の負荷テーブルの一例を示す図

| 回線速度[Mbps] | ONSループット [Mbps] | CPU負荷 [%] |
|------------|-----------------|-----------|
| 5          | 30              | 5         |
|            | 25              | 20        |
|            | 20              | 40        |
|            | 15              | 60        |
|            | 10              | 80        |
|            | 6               | 100       |
| 10         | 60              | 5         |
|            | 50              | 20        |
|            | 40              | 40        |
|            | 30              | 60        |
|            | 20              | 80        |
|            | 12              | 100       |
| 50         | 60              | 5         |
|            | 50              | 20        |
|            | 40              | 40        |
|            | 30              | 60        |
|            | 20              | 80        |
|            | 12              | 100       |

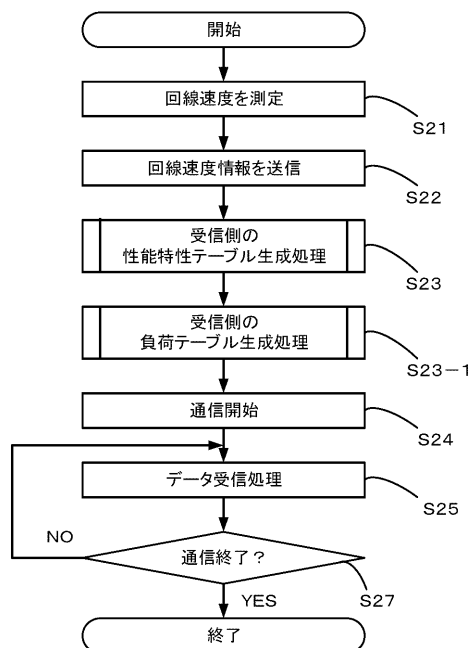
【図 14】

応用例1の処理の流れの一例を示すフローチャート(その1)



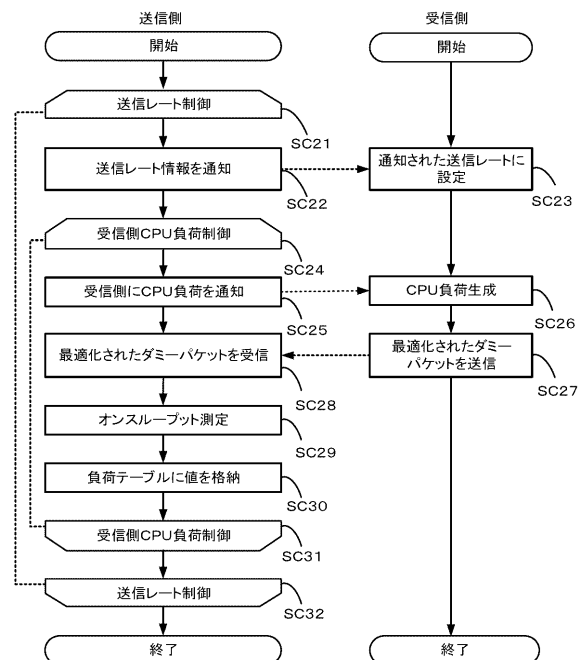
【図 15】

応用例1の処理の流れの一例を示すフローチャート(その2)



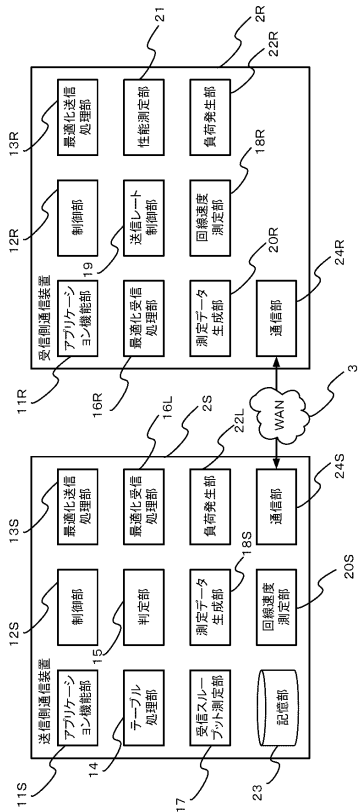
【図 16】

応用例1の負荷テーブル生成処理の一例を示すシーケンスチャート



【図 17】

応用例2を示す図



【図 19】

応用例2の負荷テーブルの一例を示す図

| 回線速度 [Mbps] | 送信側CPU負荷 [%] | ONスループット [Mbps] | 受信側CPU負荷 [%] |
|-------------|--------------|-----------------|--------------|
| 5           | 5            | 38              | 5            |
|             |              | 50              | 5            |
|             |              | 100             | 5            |
|             |              | 25              | 5            |
|             | 50           | 32              | 5            |
|             |              | 26              | 5            |
|             |              | 21              | 5            |
|             |              | 25              | 5            |
|             | 100          | 21              | 5            |
|             |              | 21              | 5            |
|             |              | 16              | 100          |
|             |              | 76              | 5            |
| 10          | 5            | 63              | 5            |
|             |              | 50              | 100          |
|             |              | 53              | 5            |
|             |              | 41              | 100          |
|             | 50           | 50              | 5            |
|             |              | 41              | 50           |
|             |              | 32              | 100          |
|             |              | 76              | 5            |
|             | 100          | 63              | 50           |
|             |              | 53              | 50           |
|             |              | 41              | 100          |
| 50          | 5            | 50              | 5            |
|             |              | 63              | 100          |
|             |              | 53              | 50           |
|             |              | 41              | 100          |
|             | 50           | 50              | 5            |
|             |              | 63              | 50           |
|             |              | 53              | 50           |
|             |              | 41              | 100          |
|             | 100          | 50              | 5            |
|             |              | 41              | 50           |
|             |              | 32              | 100          |

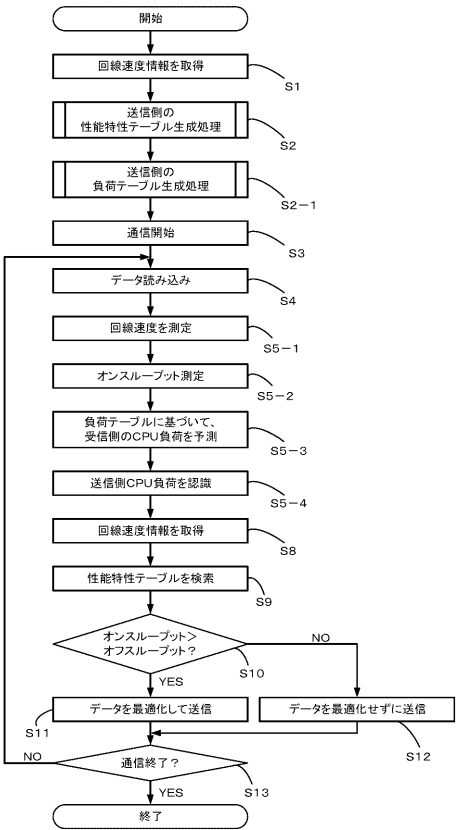
【図 18】

応用例2の性能特性テーブルの一例を示す図

| 回線速度 [Mbps] | 送信側CPU負荷 [%] | 受信側CPU負荷 [%] | OFFスループット [Mbps] | ONスループット [Mbps] |
|-------------|--------------|--------------|------------------|-----------------|
| 5           | 5            | 5            | 4.5              | 38              |
|             |              | 50           | 4.5              | 32              |
|             |              | 100          | 4.5              | 25              |
|             |              | 5            | 4.5              | 32              |
|             | 50           | 5            | 4.5              | 26              |
|             |              | 100          | 4.5              | 21              |
|             |              | 5            | 4.5              | 25              |
|             |              | 50           | 4.5              | 21              |
|             | 100          | 5            | 4.5              | 16              |
|             |              | 100          | 9                | 76              |
|             |              | 50           | 9                | 63              |
|             |              | 100          | 9                | 50              |
| 10          | 5            | 5            | 9                | 63              |
|             |              | 50           | 9                | 53              |
|             |              | 100          | 9                | 41              |
|             |              | 5            | 9                | 50              |
|             | 50           | 5            | 9                | 41              |
|             |              | 100          | 9                | 32              |
|             |              | 5            | 9                | 41              |
|             |              | 50           | 9                | 32              |
|             | 100          | 5            | 45               | 76              |
|             |              | 50           | 45               | 63              |
|             |              | 100          | 45               | 50              |
|             |              | 5            | 45               | 63              |
| 50          | 5            | 5            | 45               | 53              |
|             |              | 50           | 45               | 41              |
|             |              | 100          | 45               | 50              |
|             |              | 5            | 45               | 41              |
|             | 50           | 5            | 45               | 50              |
|             |              | 100          | 45               | 41              |
|             |              | 5            | 45               | 50              |
|             |              | 50           | 45               | 41              |
|             | 100          | 5            | 45               | 50              |
|             |              | 50           | 45               | 41              |
|             |              | 100          | 45               | 50              |
|             |              | 5            | 45               | 41              |

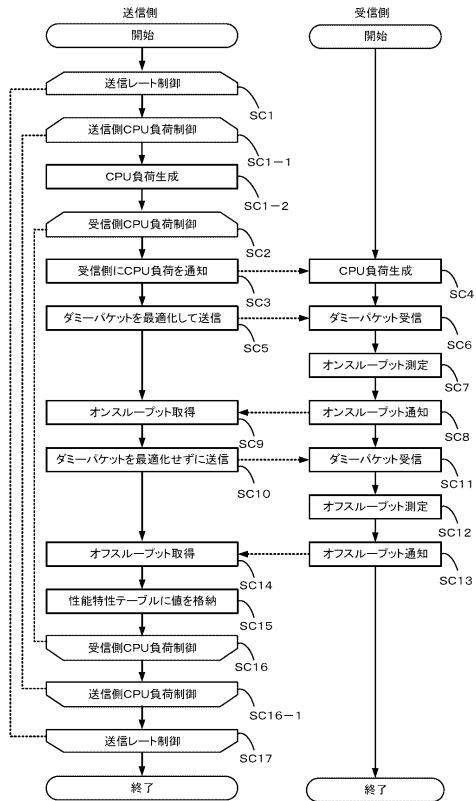
【図 20】

応用例2の処理の流れの一例を示すフローチャート



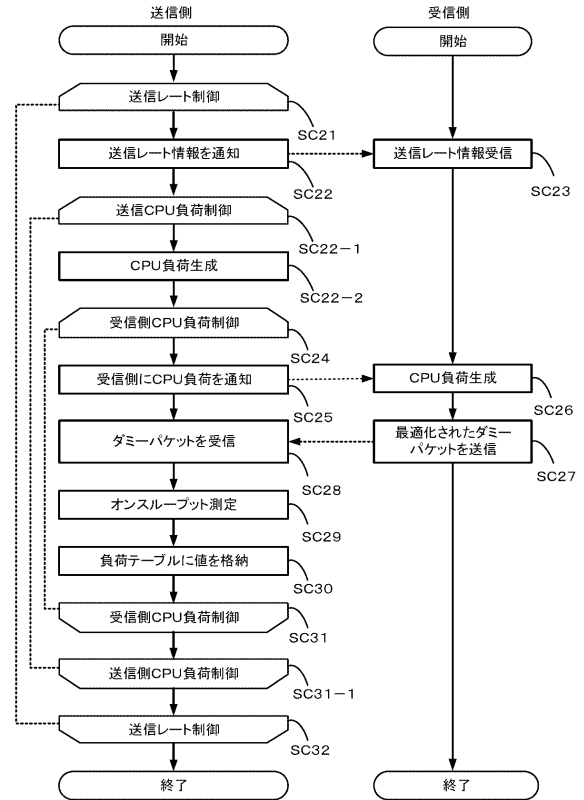
【図 2 1】

応用例2の性能特性テーブル生成処理の一例を示す  
シーケンスチャート



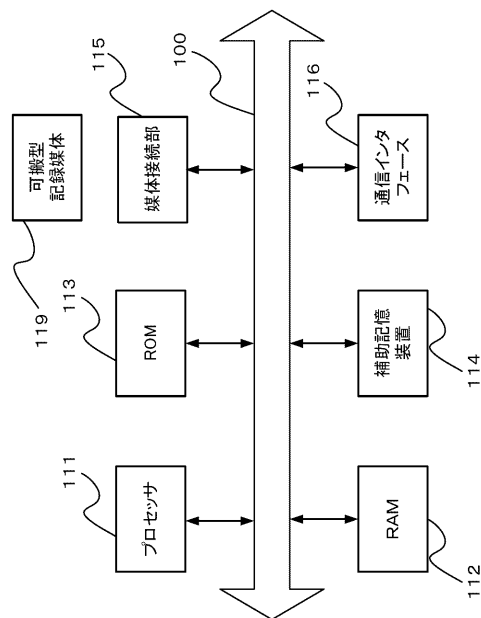
【図 2 2】

応用例2の負荷テーブル生成処理の一例を示す  
シーケンスチャート



【図 2 3】

通信装置のハードウェア構成の一例を示す図



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5K030 GA03 KA01 LA07 LC09 MA12 MC03  
5K034 AA01 DD01 KK02