

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5728999号  
(P5728999)

(45) 発行日 平成27年6月3日(2015.6.3)

(24) 登録日 平成27年4月17日(2015.4.17)

(51) Int.Cl. F I  
**HO 4 L 12/70 (2013.01)** HO 4 L 12/70 F  
**HO 4 L 12/701 (2013.01)** HO 4 L 12/701

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2011-31175 (P2011-31175)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成23年2月16日 (2011.2.16)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2012-170010 (P2012-170010A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成24年9月6日 (2012.9.6)	(74) 代理人	100074099
審査請求日	平成25年11月6日 (2013.11.6)		弁理士 大菅 義之
		(74) 代理人	100133570
			弁理士 ▲徳▼永 民雄
		(72) 発明者	多田 厚子
			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
		(72) 発明者	一木 篤史
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信方法、通信プログラム、および、通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信装置、第1の通信装置、および、第2の通信装置が含まれるネットワークにおいて、前記第1の通信装置に、

パケットを受信すると共に、前記パケットを格納し、

前記パケットを前記第2の通信装置に転送し、

所定の時間に複数受信して前記第2の通信装置に転送した前記パケットの各々について、

パケットを格納した時刻から、格納されたパケットを読み出した時刻までの時間である、

前記第1の通信装置での格納時間を求め、  
前記パケットの再送を前記第2の通信装置が前記第1の通信装置へ要求してから、前記

要求に応じて再送された前記パケットを前記第2の通信装置が受信するまでの時間である、

前記第2の通信装置への再送時間と、前記第1の通信装置での格納時間とを比較し、該

再送時間の方が該格納時間よりも長いパケットの数を求め、

前記第2の通信装置への再送時間の方が前記第1の通信装置での格納時間よりも長いパ

ケットの数が所定の閾値を超えている場合、前記複数受信して前記第2の通信装置に転送

した前記パケットの後に前記送信装置から送信される後続パケットを、前記第1の通信装

置を介さず受信するように前記第2の通信装置の接続先を変更することを指示する指示

メッセージを、前記第2の通信装置に送信する  
 処理を実行させることを特徴とする通信プログラム。

【請求項2】

前記指示メッセージは、

前記第1および第2の通信装置を含む、前記ネットワークに属する配下通信装置の各々より、前記パケットが前記配下通信装置で受信されて格納されてから、格納された前記パケットが読み出されるまでの時間と、前記パケットの再送を前記配下通信装置へ他の配下通信装置が要求してから、前記要求に応じて再送された前記パケットを前記他の配下通信装置が受信するまでにかかる時間との比較結果を通知されると共に、通知された比較結果を管理する管理装置に、前記第2の通信装置が前記後続パケットの送信を要求する対象装置を問い合わせ、

前記管理装置で管理されている比較結果に基づいて選択された前記対象装置が通知されると、前記第2の通信装置が前記対象装置に接続し、

前記第2の通信装置が前記対象装置との接続に成功すると、前記第1の通信装置に前記第2の通信装置との間の接続の切断を通知する切断通知メッセージを送信する

ことを指示し、

前記切断通知メッセージを受信すると、前記第1の通信装置は、前記第2の通信装置との接続を切断する

ことを特徴とする請求項1に記載の通信プログラム。

【請求項3】

前記第2の通信装置は、前記対象装置を問い合わせる際に、前記第2の通信装置が接続している装置を識別する識別子を前記管理装置に送信し、

前記管理装置は、前記第2の通信装置が接続することができる装置であり、かつ、前記識別子で識別される装置ではない装置を前記対象装置とする

ことを特徴とする請求項2に記載の通信プログラム。

【請求項4】

送信装置、第1の通信装置、および、第2の通信装置が含まれるネットワークにおいて、前記第1の通信装置に、

パケットを受信すると共に、前記パケットを格納し、

前記パケットを前記第2の通信装置に転送し、

所定の時間に複数受信して前記第2の通信装置に転送した前記パケットの各々について、パケットを格納した時刻から、格納されたパケットを読み出した時刻までの時間である、前記第1の通信装置での格納時間を求め、

前記パケットの再送を前記第2の通信装置が前記第1の通信装置へ要求してから、前記要求に応じて再送された前記パケットを前記第2の通信装置が受信するまでの時間である、前記第2の通信装置への再送時間と、前記第1の通信装置での格納時間とを比較し、該再送時間の方が該格納時間よりも長いパケットの数を求め、

前記第2の通信装置への再送時間の方が前記第1の通信装置での格納時間よりも長いパケットの数が所定の閾値を超えている場合、前記複数受信して前記第2の通信装置に転送した前記パケットの後に前記送信装置から送信される後続パケットを、前記第1の通信装置を介さずに受信するように前記第2の通信装置の接続先を変更することを指示する指示メッセージを、前記第2の通信装置に送信する

処理を実行させることを特徴とする通信方法。

【請求項5】

送信装置、第1の通信装置、および、第2の通信装置が含まれるネットワークにおける前記第1の通信装置であって、

パケットを受信する受信部と、

前記パケットを格納するバッファと、

前記パケットを前記第2の通信装置に送信する送信部と、

所定の時間に複数受信して前記第2の通信装置に転送した前記パケットの各々について、パケットを格納した時刻から、格納されたパケットを読み出した時刻までの時間である、前記第1の通信装置での格納時間を算出する算出部と、

前記パケットの再送を前記第2の通信装置が前記第1の通信装置へ要求してから、前記

10

20

30

40

50

要求に応じて再送された前記パケットを前記第2の通信装置が受信するまでの時間である、前記第2の通信装置への再送時間と、前記第1の通信装置での格納時間とを比較し、該再送時間の方が該格納時間よりも長いパケットの数を求める比較部と、

前記第2の通信装置への再送時間の方が前記第1の通信装置での格納時間よりも長いパケットの数が所定の閾値を超えている場合、前記複数受信して前記第2の通信装置に転送した前記パケットの後に前記送信装置から送信される後続パケットを、前記第1の通信装置を介さずに受信するように前記第2の通信装置の接続先を変更することを、前記第2の通信装置に指示する変更指示部

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、複数の装置の間で行われる通信の方法、および、通信に用いるプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

複数の装置にデータを送信するための技術として、アプリケーション層マルチキャスト(application-level Multicast、ALM)などが知られている。ALMを用いた通信では、パケットを受信する複数の装置間でパケットがリレー転送される。この場合、ある装置が受信したパケットにエラーが発生していることを発見すると、その装置は、誤りエラー訂正を行うか、上流側の装置から再送されたパケットを受信する。ここで、エラー訂正や再送に時間がかかってしまうので、データの訂正等が終わった後でパケットが処理される順序どおりに下流側の装置に転送が行われるシステムでは、下流側の間での遅延量が増大し、下流側の装置での通信の品質が低下してしまう。

【0003】

そこで、下流側の装置での遅延量を抑えるために、上流側の装置がエラー訂正の処理の間や再送を待っている間に受信したパケットを下流側の装置に送信するシステムが用いられている。図1(a)は、N1~N11の11個の装置の間で通信が行われる場合の例を示す。図1(a)の矢印はデータの流れを表しており、データが装置N1から装置N2~N11に送信されているものとする。装置N6は、パケットP1、P3~P7の6個のパケットを受信したが、パケットP2は受信できなかったとすると、装置N6での受信パケットは図1(b)に示すとおりである。この場合、装置N6は、受信できたパケットP1から順に下流の装置N10、N11に転送し、パケットP2の再送パケットを受信できたときに、パケットP2を装置N10、N11に転送する。そのため、装置N6が装置N10、N11に送信するパケットの順序は、図1(c)に示すようになる。このように、下流側の装置が受信するパケットの順序は、アプリケーションなどでの処理の順序と異なる場合がある。そこで、データを受信した装置は、受信したデータをアプリケーションなどで処理する際に、リオーダーリングバッファを用いて、処理順序どおりにパケットを読み出し、アプリケーションで処理する。

【0004】

関連する技術として、再送手順を持たない方式のフレームリレー中継路の迂回システムが考案されている。このシステムでは、下流の装置が一定時間内に受信するフレームに対するエラーフレームの割合に基づいて回線品質をチェックし、上流の装置は下流の装置で得られた回線品質が一定以下になると迂回経路に切り換える。また、並列計算機中の複数のプロセッサ間でのメッセージ通信処理の際に、メッセージの識別情報にそのメッセージの発信時刻を表す時刻情報を加える方法も提案されている。この方法では、中継装置は、発振から一定時間以上過ぎて受信したメッセージを破棄すると共に、中継先の中継装置に障害があったときには伝送経路を変更して迂回路を設定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開平 7 - 2 2 1 7 9 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 2 5 1 7 3 7 号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 6 】

データがリレー転送される場合、下流側の装置ではエラーの訂正などに起因した転送順序の入れ替わりや遅延が大きくなることがある。下流側の装置での遅延量が大きくなると、遅延したパケットが受信されてリオーダーリングバッファに書き込まれる前に、アプリケーションが遅延したパケットをリオーダーリングバッファから読み出そうとすることがある。この場合は、読み出されるパケットがリオーダーリングバッファに格納される前に読み出しが行われてしまったため、アプリケーションはパケットを読み出すことができず、そのデータをロスしたものとして処理する。このため、遅延量が大きくなると、下流側の装置でのデータのロスが増えてしまい、下流側の装置での受信品質が低下してしまう。関連する技術として知られているシステム等では、下流側での通信品質の劣化が起こった後でなければ経路の変更等は行われなため、下流側の装置での受信品質の低下を発生前に防ぐことはできない。背景技術では、ALMが用いられる通信を例として記載したが、データがリレー転送される任意のシステムにおいて同様の問題が発生する。

10

## 【 0 0 0 7 】

本発明は、パケットの遅延による通信品質の低下を防ぐことを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

ある実施形態では、送信装置、第 1 の通信装置、および、第 2 の通信装置が含まれるネットワークにおいて、前記第 1 の通信装置で用いられる通信方法を提供する。第 1 の通信装置は、パケットを受信すると共に、前記パケットを格納する。第 1 の通信装置は、前記パケットを前記第 2 の通信装置に転送する。第 1 の通信装置は、所定の時間に複数受信して前記第 2 の通信装置に転送した前記パケットの各々について、パケットを格納した時刻から、格納されたパケットを読み出した時刻までの時間である、前記第 1 の通信装置での格納時間を求める。第 1 の通信装置は、前記パケットの再送を前記第 2 の通信装置が前記第 1 の通信装置へ要求してから、前記要求に応じて再送された前記パケットを前記第 2 の通信装置が受信するまでの時間である、前記第 2 の通信装置への再送時間と、前記第 1 の通信装置での格納時間とを比較し、該再送時間の方が該格納時間よりも長いパケットの数を求める。第 1 の通信装置は、前記第 2 の通信装置への再送時間の方が前記第 1 の通信装置での格納時間よりも長いパケットの数が所定の閾値を超えている場合、指示メッセージを、前記第 2 の通信装置に送信する。ここで、指示メッセージは、前記複数受信して前記第 2 の通信装置に転送した前記パケットの後に前記送信装置から送信される後続パケットを、前記第 1 の通信装置を介さずに受信するように前記第 2 の通信装置の接続先を変更することを指示する。

30

【発明の効果】

## 【 0 0 0 9 】

パケットの遅延による通信品質の低下を防ぐことができる。

40

【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 0 】

【図 1】パケットの転送順序が逆転する場合の例を説明する図である。

【図 2】実施形態に係るパケットの転送方法の例を示す図である。

【図 3】実施形態に係るネットワークの例を示す図である。

【図 4】通信装置の構成の例を示す図である。

【図 5】時刻テーブルの例を示す図である。

【図 6】装置テーブルの例を示す図である。

【図 7】制御メッセージの構成例とメッセージタイプテーブルの例を示す図である。

50

【図 8】管理装置の構成の例を示す図である。

【図 9】通信状態データベースの例を示す図である。

【図 10】格納時間と再送時間の比較結果の例を示すテーブルである。

【図 11】管理装置への状況報告に用いられる制御メッセージのオプションに設定される情報の例を示す図である。

【図 12】通信状況の良好な通信装置のリストの例を示す図である。

【図 13】通信装置で行われる動作の例を説明するフローチャートである。

【図 14】パケットが送信される経路が変更される場合の動作の例を説明するフローチャートである。

【図 15】制御メッセージのオプションに含まれるデータの例を示す。

10

【図 16】第 2 の実施形態で行われる動作の例を説明するフローチャートである。

【図 17】通信装置や管理装置のハードウェア構成の例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図 2 は、実施形態に係るパケットの転送方法の例を示す図である。図 2 の例では、通信装置 N 8 に記憶されている情報が、通信装置 N 1 ~ N 5 と N 11 ~ N 15 にリレー転送されることにより、通信装置 N 1 ~ N 5 と N 11 ~ N 15 にマルチキャスト送信されている。図 2 の実線は接続関係を示し、矢印の方向にパケットが送信されるものとする。また、通信装置 N 1 ~ N 5、N 8、N 11 ~ N 15 は、通信状況を管理装置 10 に送信し、管理装置 10 は、受信した通信状況を管理しているものとする。以下、通信装置 N 1 の動作を例として説明する。

20

【0012】

通信装置 N 1 は、受信したパケットを、受信した順番に通信装置 N 2、N 3 に転送する。また、通信装置 N 1 は、受信したパケットを、そのパケットに含まれるデータの処理を開始するまでリオーダリングバッファに格納する。以下の記載では、パケットが通信装置のリオーダリングバッファに格納されている時間を「格納時間」と記載するものとする。

【0013】

次に、通信装置 N 1 は、パケットの送信先の通信装置 N 2 と N 3 について通信状況を推定する。ここで、通信装置 N 2、N 3 へは、通信装置 N 1 に受信された順序でパケットが転送されているので、通信装置 N 1 は、通信装置 N 1 での格納時間とパケットの送信先の通信装置での格納時間が同じ長さであると仮定する。また、通信装置 N 1 は、通信装置 N 2、N 3 の各々から、パケットの再送にかかる時間（再送時間）を通知されているものとする。そこで、通信装置 N 1 は、通信状況を推定する通信装置から通知された再送時間と格納時間の長さを比較する。再送時間のほうが格納時間よりも長いと、通信装置 N 1 は送信先の通信状況が劣化すると判断する。図 2 ( a ) の例では、通信装置 N 1 が、通信装置 N 3 での通信状態は劣化するが通信装置 N 2 での通信状態は良好であると推定した場合を示す。図 2 ( a ) は、劣化すると推定された通信経路を破線の矢印で示している。

30

【0014】

次に、通信装置 N 1 は、通信装置 N 3 に対して、通信装置 N 1 以外の通信装置からパケットを受信することを求める。通信装置 N 3 は、管理装置 10 に新たな接続先の候補を要求する。管理装置 10 は、保持しているデータに基づいて、接続先となる通信装置の候補を通知する。ここでは、通信装置 N 4 が接続先の候補として通知されたものとする。すると、通信装置 N 3 は、図 2 ( b ) に示すように通信装置 N 4 との間で接続を確立し、通信装置 N 4 からパケットを受信する。図 2 ( b ) の白い矢印は、通信装置 N 3 と N 4 の間で確立された接続により、通信品質の劣化が避けられた経路を表す。なお、通信装置 N 2 ~ N 5 は、パケットを転送している通信装置に対して、通信装置 N 1 と同様の処理をすることができる。

40

【0015】

このように、実施形態に係る通信方法では、転送元の通信装置は、転送先の通信装置での通信状況を推定し、転送先の通信装置での通信状況が劣化すると予測したときに、転送

50

先の通信装置に接続先の変更を要求する。従って、通信状況の劣化が予測される通信装置の接続先を変更することにより、通信状況の劣化を回避することができる。

【0016】

<第1の実施形態>

以下、第1の実施形態について説明する。以下の記載において、処理の対象を分かりやすくするために、リレー転送の対象となるデータを含むパケット（データパケット）を「パケット」と記載する。一方、制御に用いられる情報などのリレー転送の対象とならない情報は、「制御メッセージ」などと記載することがある。

【0017】

図3は、実施形態に係るネットワークの例を示す図である。ネットワークは、管理装置10、ハブ25（25a～25d）、通信装置30（30a～30i）を備える。なお、個々の通信装置30には、Nと1以上の整数の組み合わせた識別子が割り当てられているものとする。例えば、通信装置30aの識別子はN1で、通信装置30cの識別子はN3である。

10

【0018】

以下の説明では、図3に示す管理装置10や通信装置30の間で、図2（a）に示したような経路でパケット（データパケット）の送受信が行われるものとする。例えば、通信装置N8は、ハブ25d、25b、25aを介して、通信装置N1にパケットを送信する。また、通信装置N8は、ハブ25d、25b、25cを介して、通信装置N4にパケットを送信する。通信装置N1は、ハブ25aを介して通信装置N2にパケットを送信する。また、通信装置N1は、ハブ25a～25cを介して通信装置N3にパケットを送信する。一方、通信装置N4は、ハブ25cを介して通信装置N5にパケットを送信している。なお、図2、図3を参照しながら説明したネットワークは一例であり、ネットワークの形状や接続関係などは、任意に変更される場合がある。

20

【0019】

図4は、通信装置30の構成の例を示す図である。通信装置30は、受信処理部31、転送用バッファ32、リオーダーリングバッファ33、送信処理部34、アプリケーション処理部35、タイマ36、品質管理部40、および、記憶部50を備える。品質管理部40は、算出部41、再送時間取得部42、比較部43、変更指示部44、報告指示部45、応答部46、および、接続先変更部47を備える。記憶部50は、時刻テーブル51、装置テーブル52、メッセージタイプテーブル53、および、データ54を格納する。

30

【0020】

受信処理部31は、パケットや制御メッセージを受信する。受信処理部31は、受信したパケットを転送用バッファ32とリオーダーリングバッファ33に格納する。一方、制御メッセージを受信すると、受信処理部31は、受信した制御メッセージを品質管理部40に出力する。なお、受信処理部31は、制御メッセージの出力先を決定するために、メッセージタイプテーブル53を参照することもできる。また、受信処理部31は、受信したパケットをリオーダーリングバッファ33に書き込んだ時刻を、パケットの識別子に対応付けて、時刻テーブル51に記録する。時刻テーブル51の例については後述する。受信処理部31は、タイマ36から時刻情報を取得する。

40

【0021】

転送用バッファ32は、パケットが転送先の通信装置に送信されるまでの間、パケットを格納する。送信処理部34は、パケットを転送先の通信装置に送信する際に、送信の対象のパケットを転送用バッファ32から取得する。

【0022】

アプリケーション処理部35は、リオーダーリングバッファ33に格納されているパケットに含まれているデータを、アプリケーションで処理する。処理対象のパケットは、アプリケーション処理部35での処理が開始されるときに、リオーダーリングバッファ33からアプリケーション処理部35に読み出される。さらに、アプリケーション処理部35は、リオーダーリングバッファ33からパケットを読み出した時刻を、時刻テーブル51に記録

50

する。このとき、アプリケーション処理部 35 は、タイマ 36 から時刻情報を取得することができる。

【0023】

図 5 は、時刻テーブル 51 の例を示す図である。時刻テーブル 51 は、リオーダーリングバッファ 33 にパケットが書き込まれた時刻と、リオーダーリングバッファ 33 からパケットが読み出された時刻を、パケットの識別子に対応付けて記録している。ここで、リオーダーリングバッファ 33 からパケットが読み出される時刻は、アプリケーション処理部 35 でのパケットの処理が開始する時刻である。時刻テーブル 51 には、これらの情報に加えて、パケットがリオーダーリングバッファ 33 に記憶されている時間の長さも記録される場合がある。以下の説明では、パケットがリオーダーリングバッファ 33 に記憶されている時間の長さのことを「格納時間」と記載する。

10

【0024】

算出部 41 は、時刻テーブル 51 にパケットの読み出し時刻が記録されると、パケットが書き込まれた時刻から、そのパケットの読み出し時刻までの時間を求める。算出部 41 は求めた格納時間を、比較部 43 に出力する。算出部 41 は算出した格納時間を時刻テーブル 51 に記録することができる。

【0025】

再送時間取得部 42 は、転送先の通信装置がパケットの受信に失敗した場合に、その通信装置に再送されたパケットが受信されるまでにかかる時間を取得する。以下の記載では、パケットの再送にかかる時間を「再送時間」と記載することがある。例えば、通信装置 N3 が受信に失敗したパケット P1 の再送を通信装置 N1 に要求してから、再送されたパケットを通信装置 N3 が受信するまでの時間を再送時間とすることができる。再送時間は、通信装置に電源が投入されたときや、通信装置の接続先が変更されたときに求められる。また、再送時間取得部 42 は、再送されるパケットを受信する通信装置 30 と、再送パケットを送信する通信装置 30 の間でパケットが往復するための Round Trip Time (RTT、往復時間) に基づいて再送時間を算出できる。例えば、通信装置 N3 の再送時間取得部 42 は、通信装置 N1 に計測パケットを送信し、計測パケットの送信時刻と、通信装置 N1 から計測パケットに対する応答パケットの受信時刻の間の時間 (RTT) に所定のマージンを加えた値を再送時間とすることができる。再送時間取得部 42 は、RTT を求めるために、例えば、ping などの計測パケットを用いることができる。再送時間取得部 42 は、計算した再送時間を例えば、データ 54 として記憶部 50 に記憶させる。また、再送時間取得部 42 は、制御メッセージを用いて、パケットの転送元の通信装置 30 に再送時間を通知することができる。例えば、通信装置 N3 の再送時間取得部 42 は、図 2 (a) に示す経路で通信が行われている場合に通信装置 N1 に再送時間を通知する。一方、図 2 (b) に示す経路で通信が行われている場合には、通信装置 N3 の再送時間取得部 42 は、通信装置 N4 に再送時間を通知する。

20

30

【0026】

比較部 43 は、受信処理部 31 において、再送時間を通知する制御メッセージが受信されると、その制御メッセージを受信処理部 31 から受け取る。なお、制御メッセージの種類の特定方法や制御メッセージに含まれる情報の特定方法については後述する。さらに、比較部 43 は、通知された再送時間を転送先の通信装置 30 の識別子に対応付けて装置テーブル 52 に記憶する。

40

【0027】

図 6 は、装置テーブル 52 の例を示す図である。図 6 は、図 2 (a) の経路でマルチキャスト通信が行われているときに、通信装置 N1 が備える装置テーブル 52 の例を表している。装置テーブル 52 は、管理装置 10 や通信装置 30 を特定する識別子 (装置 ID) に対応付けて、管理装置 10 や通信装置 30 の Internet Protocol (IP) アドレス、装置種別等の情報を記録する。ここで、装置種別には、「管理端末」、「上流」、「下流」の 3 種類があるものとする。管理装置 10 は「管理端末」に分類される。パケットの送信元の通信装置 30 は「上流」に分類され、パケットの転送先の通信装置 30 は「下流」に

50

分類される。図2(a)に示すように、通信装置N1は通信装置N8からパケットを受信しているため、通信装置N1に記録されている装置テーブル52では、通信装置N8は「上流」に分類される。一方、通信装置N1は通信装置N2、N3にパケットを転送しているため、通信装置N1中の装置テーブル52では、通信装置N2、N3が「下流」に分類される。「下流」に分類されている通信装置30からは、前述のとおり、再送時間が通知されてくる。そこで、比較部43は、再送時間を装置テーブル52中に、装置IDに対応付けて記録する。図6の例では、通信装置N2と通信装置N1の間での再送時間は100ms、通信装置N3と通信装置N1の間での再送時間は500msである。

#### 【0028】

比較部43は、算出部41から入力された格納時間と再送時間を比較する。比較部43は、比較結果を変更指示部44に通知する。変更指示部44は、比較部43で得られた比較結果から、パケットの送信先の通信装置30における通信状況が劣化するかを推定する。なお、パケットの送信先の通信装置30は、装置テーブル52で下流に分類された通信装置30である。変更指示部44は、通信状況が劣化すると推定された通信装置30に、パケットの送信元の変更を求める。報告指示部45は、比較部43で得られた比較結果を管理装置10に通知する。

#### 【0029】

応答部46は、他の通信装置30から接続の確立を求められたときに、その通信装置30へのパケットの送信を行うかを決定し、決定した結果を、パケットの送信を求めた通信装置30に通知する。例えば、通信装置N3が通信装置N4に接続の確立を求める制御メッセージを送信すると、通信装置N4の応答部46は、通信装置N3に接続を許可するかを決定し、結果を通信装置N3に通知する。

#### 【0030】

接続先変更部47は、パケットの送信元の変更を求められた場合に、管理装置10にパケットの送信元の候補を問い合わせる。例えば、通信装置N3が通信装置N1から送信元の変更を要求されると、通信装置N3の接続先変更部47は、管理装置10に送信元となる通信装置30の候補を要求する。接続先変更部47は、管理装置10から接続先の候補を取得すると、得られた候補から1つの通信装置30を選択して、接続を要求する。接続に失敗した場合、接続先変更部47は、管理装置10から通知された候補から別の通信装置30を選択して接続を要求する。比較部43、変更指示部44、報告指示部45、応答部46、接続先変更部47などの動作については後で詳しく述べる。

#### 【0031】

図7(a)は、メッセージタイプテーブル53の例を示す図である。複数の通信装置30の間や、管理装置10と通信装置30の間では、接続の確立や接続先の変更のために、制御メッセージが送受信される。制御メッセージは、図7(b)に示すように、IPヘッダ61、User Datagram Protocol(UDP)ヘッダ62、メッセージ部63を備える。なお、図7(b)は制御メッセージの構成の例であり、例えば、UDPヘッダ62の代わりにTransmission Control Protocol(TCP)ヘッダを備えるなど、制御メッセージの構成は、実装に応じて変更される場合がある。

#### 【0032】

メッセージ部63には、メッセージタイプ(M-Type)64とオプション65が含まれている。メッセージタイプテーブル53は、メッセージタイプ64に設定される値を、制御メッセージに含まれる情報の種類や制御メッセージによる指示の内容と対応付けて記憶する。オプション65には、図7(a)のテーブルのオプションの欄に示すデータが含まれる。例えば、通信装置N1の変更指示部44が通信装置N3に接続先の変更を求めるときは、メッセージタイプ64の値が1の制御メッセージが、通信装置N1から通信装置N3に送信される。また、通信装置N3が管理装置10に接続先の候補を問い合わせるときには、通信装置N3は、メッセージタイプ64の値が2の制御メッセージを管理装置10に送信する。制御メッセージの具体例や制御メッセージを用いた動作の例については後で述べる。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 3 3 】

図 8 は、管理装置 1 0 の構成の例を示す図である。管理装置 1 0 は、受信部 1 1、送信部 1 2、制御部 7 1、および、記憶部 7 5 を備える。制御部 7 1 は接続先選択部 7 2 とメッセージ処理部 7 3 を備えており、記憶部 7 5 は通信状態データベース 7 6 とメッセージタイプテーブル 5 3 を備えている。ここで、メッセージタイプテーブル 5 3 は、通信装置 3 0 に備えられているメッセージタイプテーブル 5 3 と同様のテーブルである。

## 【 0 0 3 4 】

受信部 1 1 は、通信装置 3 0 から制御メッセージを受信する。受信部 1 1 は受信した制御メッセージをメッセージ処理部 7 3 に出力する。メッセージ処理部 7 3 は、メッセージタイプテーブル 5 3 を参照して、受信した制御メッセージに含まれているデータを処理する。ここで、管理装置 1 0 が受信する制御メッセージは、接続先の候補に関する情報を要求する制御メッセージ ( M - T y p e = 2 ) か、通信装置 3 0 の状態を報告する制御メッセージ ( M - T y p e = 7 ) である。通信装置 3 0 の状態を報告する制御メッセージを受信した場合、受信部 1 1 は、制御メッセージに含まれている情報を、通信状態データベース 7 6 に記録する。通信状態データベース 7 6 の例を図 9 に示す。なお、通信状態データベース 7 6 へのデータの記録方法や通信状態データベース 7 6 の使用方法などについては、後で詳しく述べる。

## 【 0 0 3 5 】

一方、接続先の候補に関する情報を要求する制御メッセージが入力された場合、メッセージ処理部 7 3 は、接続先選択部 7 2 に制御メッセージを出力する。接続先選択部 7 2 は、通信状態データベース 7 6 を用いて、転送先の通信状態が良好な通信装置 3 0 のリストを生成する。接続先選択部 7 2 は、メッセージタイプ 6 4 の値を「 3 」に設定し、生成したリストをオプションに含めた制御メッセージを生成する。接続先選択部 7 2 は、送信部 1 2 を介して、接続先の候補を通知するメッセージを、接続先の候補を要求した通信装置 3 0 に送信する。

## 【 0 0 3 6 】

次に、マルチキャスト通信の経路が図 2 ( a ) に示す経路から図 2 ( b ) の経路に変更される場合について、通信装置 N 1 ~ N 4、および、管理装置 1 0 の動作の例を説明する。ここで、通信装置 N 1、N 4 は上流の通信装置 3 0 の例であり、通信装置 N 2、N 3 は下流の通信装置 3 0 の例である。なお、以下に述べる方法は一例であり、例えば、手順 ( 9 ) を手順 ( 1 0 ) の後に行うなどの変更が加えられる場合がある。

## 【 0 0 3 7 】

( 1 ) 通信装置 N 3 と N 2 が、電源を投入された後に通信装置 N 1 と接続を確立したとする。接続が確立されると、通信装置 N 1 の備える装置テーブル 5 2 には、通信装置 N 2、N 3 が下流の装置として登録される。一方、通信装置 N 2、N 3 は、それぞれの装置テーブル 5 2 に、通信装置 N 1 を上流の装置として登録する。

## 【 0 0 3 8 】

次に、通信装置 N 3 の再送時間取得部 4 2 は、通信装置 N 1 に向けて p i n g などの測定パケットを送信し、測定パケットの送信時刻から測定パケットに対する応答パケットが通信装置 N 3 で受信される時刻までの時間 ( 往復時間 ) を測定する。再送時間取得部 4 2 は、得られた往復時間に、予め記憶しているマージンを加えた値を再送時間とする。

## 【 0 0 3 9 】

( 2 ) 通信装置 N 3 の再送時間取得部 4 2 は、制御メッセージ ( 図 7 ) を用いて再送時間を通信装置 N 1 に通知する。メッセージタイプ 6 4 が 8 に設定されている制御メッセージは、再送時間の通知に用いられる。そこで、通信装置 N 3 の再送時間取得部 4 2 は、メッセージタイプ 6 4 の値を 8 に指定し、オプション 6 5 に再送時間を含めた制御メッセージを、送信処理部 3 4 に出力する。送信処理部 3 4 は、入力された制御メッセージを通信装置 N 1 に送信する。

## 【 0 0 4 0 】

( 3 ) 通信装置 N 1 の受信処理部 3 1 は、通信装置 N 3 から受信した制御メッセージの

10

20

30

40

50

メッセージタイプ64の値が8に設定されていることを確認すると、再送時間が通知されたと判断して、比較部43に出力する。比較部43は、制御メッセージに含まれている再送時間を読み出して、装置テーブル52に記録する。通信装置N2も、通信装置N3と同様に再送時間を算出して、得られた結果を通信装置N1に通知する。通信装置N1は、通信装置N2から通知された再送時間も装置テーブル52に通知する。ここでは、図6に示すように、通信装置N2から通知された再送時間は100ms、通信装置N3から通知された再送時間は500msであるものとする。

【0041】

(4)通信装置N1は、通信装置N8から受信したパケットを通信装置N3とN2に送信する。また、通信装置N1の受信処理部31は、通信装置N8から受信したパケットを、リオーダリングバッファ33に格納すると共に、パケットを格納した時刻を時刻テーブル51に記録する。

10

【0042】

(5)通信装置N1のアプリケーション処理部35は、リオーダリングバッファ33に格納されたパケットを処理の順番どおりにリオーダリングバッファ33から読み出して、アプリケーションで処理する。アプリケーション処理部35は、時刻テーブル51に、パケットを読み出した時刻を記録する。

【0043】

(6)通信装置N1の算出部41は、パケットが読み出された時刻が時刻テーブル51(図5)に記録されると、格納時間を算出する。例えば、格納時間は、パケットP1では1000ms、パケットP2では200ms、パケットP3では1000ms、パケットP4では400msであるものとする。

20

【0044】

(7)通信装置N1の比較部43は、格納時間が算出されたパケットの各々について、格納時間と再送時間の長さを比較する。図10は、格納時間(A)と再送時間(B)の比較結果の例を示すテーブルである。例えば、パケットP2の格納時間(200ms)は、通信装置N3の再送時間500msより短いので、図10に示すように比較部43は、通信装置N3に送信された格納時間よりも再送時間が長いパケットとしてパケットP2をチェックする。同様に、パケットP4の格納時間も通信装置N3の再送時間よりも短いので、図10に示すテーブルのようにパケットP4もチェックされる。さらに比較部43は、パケットP1やP3については、通信装置N3に送信された場合の再送時刻よりも格納時間が長いと判断する。単位時間あたりに通信装置N3に送信されたパケットについて同様の判断を行った結果、比較部43はチェックされたパケットの数を確認する。ここでは、図10に示すように、比較部43は、格納時間が通信装置N3への再送時間よりも短いパケットの数は6つであると判断したとする。この場合、通信装置N1から通信装置N3に送信されたパケットのうち6個は、通信装置N3に再送された場合に通信装置N3での処理に間に合わないと判断されている。例えば、通信装置N3が通信装置N1から送信されたパケットP2の受信に失敗してパケットP2が通信装置N1から再送されると、通信装置N3は、パケットP2の処理を開始しようとする時刻までにパケットP2を受信できない。すると、通信装置N3でパケットP2についてのパケットロスが発生したことになる。従って、格納時間よりも再送時間の方が長いパケットの数が大きくなるほど、パケットの転送先の装置での通信の状況が悪くなると判断できる。

30

40

【0045】

比較部43は、さらに、格納時間と通信装置N2への再送時間を比較する。ここでは、格納時間が通信装置N2への再送時間よりも短いパケットの数はないと判断されたものとする。この場合、通信装置N1から通信装置N2に単位時間に送信されたパケットは、いずれも、再送されたとしても通信装置N2での処理に間に合うことになる。

【0046】

(8)比較部43は、格納時間よりも再送時間が短いパケットの数を、送信先の通信装置30の識別子と対応付けて変更指示部44と報告指示部45に通知する。報告指示部4

50

5 は、比較部 4 3 から通知された結果を比較して、格納時間が再送時間よりも短いパケットの数の最大値を求める。例えば、通信装置 N 1 の場合、格納時間が再送時間よりも短いパケットの数は、通信装置 N 3 では 6 で、通信装置 N 2 では 0 である。通信装置 N 1 が通信装置 N 2、N 3 以外の通信装置 3 0 にパケットを送信していない場合、格納時間が再送時間よりも短いパケットの数の最大値は、6 である。さらに、報告指示部 4 5 は、パケットの格納時間の平均値を算出する。例えば、報告指示部 4 5 は、数十秒間などの一定の時間中に送受信されたパケットについて、格納時間の平均値を求めることができる。報告指示部 4 5 は、格納時間が再送時間よりも短いパケットの数や、格納時間の平均値などの通信装置 3 0 の状況を表す情報を、制御メッセージ(図 7)を用いて管理装置 1 0 に報告する。このとき、制御メッセージのメッセージタイプ 6 4 の値は「7」に設定される。図 1 1 は、管理装置 1 0 への状況報告に用いられる制御メッセージのオプション 6 5 に設定される情報の例を示す。

10

**【0047】**

(9) 管理装置 1 0 の受信部 1 1 は、制御メッセージを受信すると、受信した制御メッセージをメッセージ処理部 7 3 に出力する。メッセージ処理部 7 3 は、制御メッセージのメッセージタイプ 6 4 とメッセージタイプテーブル 5 3 を参照する。制御メッセージのメッセージタイプ 6 4 が「7」に設定されている場合、メッセージ処理部 7 3 は、状況報告の制御メッセージを受信したと判断して、制御メッセージのオプション 6 5 に含まれている情報を、通信状態データベース 7 6 に格納する。このとき、メッセージ処理部 7 3 は、制御メッセージの送信元の IP アドレスやポートを IP ヘッダ 6 1、UDP ヘッダ 6 2 などから取得し、オプション 6 5 の情報と対応付けて記録する。図 9 の例では、通信状態データベース 7 6 は、通信装置 3 0 の識別子、IP アドレス、ポートに対応付けてオプション 6 5 に格納されている情報を記録している。

20

**【0048】**

(10) 一方、手順(8)で比較部 4 3 から比較の結果を入力された変更指示部 4 4 は、比較部 4 3 から通知されたパケット数を閾値(C)と比較する。ここで、変更指示部 4 4 は、予め閾値を記憶することができ、また、適宜、データ 5 4 から読み出すことができる。通信装置 N 2 については、格納時間よりも再送時間が短いパケットの数は 0 で、閾値未満であるとする。すると、変更指示部 4 4 は通信装置 N 2 については、通信が劣化する可能性は無いと判断する。

30

**【0049】**

一方、通信装置 N 3 については、格納時間よりも再送時間が短いパケットの数が閾値 C を上回ったとする。すると、変更指示部 4 4 は、通信装置 N 3 の通信状況が劣化する可能性があるかと判定する。そこで、変更指示部 4 4 は、パケットを受信する通信装置 3 0 を変更することを通信装置 N 3 に求める制御メッセージを通信装置 N 3 に送信する。このとき、変更指示部 4 4 は、メッセージタイプ 6 4 の値を「1」に設定した制御メッセージを生成して送信処理部 3 4 に出力する。送信処理部 3 4 は、入力された制御メッセージを通信装置 N 3 に送信する。

**【0050】**

(11) 通信装置 N 3 の受信処理部 3 1 は、通信装置 N 1 から受信した制御メッセージのメッセージタイプ 6 4 が「1」に設定されていることを確認すると、その制御メッセージを接続先変更部 4 7 に出力する。

40

**【0051】**

(12) 通信装置 N 3 の接続先変更部 4 7 は、接続先の変更を要求する制御メッセージが入力されると、管理装置 1 0 にむけて、新たな接続先の候補となる通信装置 3 0 を問い合わせる制御メッセージを送信する。すなわち、接続先変更部 4 7 は、メッセージタイプ 6 4 の値が「2」に設定された制御メッセージを生成して送信処理部 3 4 に出力する。送信処理部 3 4 は、管理装置 1 0 に向けて制御メッセージを送信する。

**【0052】**

(13) 管理装置 1 0 の受信部 1 1 は、制御メッセージを受信すると、メッセージ処理

50

部 7 3 に出力する。メッセージ処理部 7 3 は、制御メッセージのメッセージタイプ 6 4 が「2」に設定されていることを確認すると、接続先の候補の問い合わせを受けていると判断し、接続先選択部 7 2 に接続先の候補を示すリストの作成を要求する。接続先選択部 7 2 は、通信状態データベース 7 6 を参照して、通信状況の良好な通信装置 3 0 のリストを作成する。

#### 【 0 0 5 3 】

図 1 2 は、通信状況の良好な通信装置 3 0 のリスト（接続先候補リスト）の例を示す。通信装置 3 0 のリストは、通信状態データベース 7 6 に記録されているデータの一部を含む。接続先選択部 7 2 は、格納時間が再送時間よりも短いパケットの数の最大値が閾値 C より小さい通信装置 3 0 に関するデータを、格納時間が再送時間よりも短いパケットの数の最大値が小さい順に並べ、得られた結果を接続先候補リストとする。接続先選択部 7 2 は、生成した接続先候補リストを、通信装置 N 3 に送信する。このとき、接続先選択部 7 2 は、メッセージタイプ 6 4 に「3」を設定し、オプション 6 5 に接続先候補リストを含めた制御メッセージを、通信装置 N 3 に向けて送信する。

#### 【 0 0 5 4 】

( 1 4 ) 通信装置 N 3 の受信処理部 3 1 は、メッセージタイプ 6 4 に「3」が設定された制御メッセージを受信すると、受信した制御メッセージを接続先変更部 4 7 に出力する。接続先変更部 4 7 は、制御メッセージに含まれている接続先候補リストを取得して、データ 5 4 として格納する。さらに、通信装置 N 3 の接続先変更部 4 7 は、接続先候補リストに含まれている通信装置 3 0 に接続を要求する。このとき、接続先変更部 4 7 は、格納時間が再送時間よりも短いパケットの数の最大値が小さい通信装置 3 0 ほど優先的に接続を要求するものとする。接続先変更部 4 7 は、図 7 ( a ) に示すように、メッセージタイプ 6 4 を「4」に設定し、さらに、オプション 6 5 に通信装置 N 3 のアドレスと通信に用いるポートの番号を含む制御メッセージを用いて接続を要求する。例えば、管理装置 1 0 から図 1 2 に示す接続先候補リストが送信されてきた場合、接続先変更部 4 7 は、通信装置 N 4 に制御メッセージを送信して接続を要求する。

#### 【 0 0 5 5 】

( 1 5 ) 通信装置 N 4 の受信処理部 3 1 は、メッセージタイプ 6 4 の値が「4」に設定された制御メッセージを受信すると、制御メッセージを応答部 4 6 に出力する。応答部 4 6 は、通信装置 N 4 がパケットを転送している通信装置 3 0 の数を、通信装置 N 4 からパケットを転送することができる通信装置 3 0 の数の最大値と比較する。なお、各通信装置 3 0 の応答部 4 6 は、予め、パケットを転送することができる通信装置 3 0 の数の最大値を記憶しているか、もしくは、データ 5 4 から読み出すことができるものとする。また、応答部 4 6 は、装置テーブル 5 2 を参照することにより、現在、パケットを転送している通信装置 3 0 の数を取得することができる。通信装置 N 4 からパケットが転送されている通信装置 3 0 の数が、パケットを転送することができる通信装置 3 0 の最大値を超えていない場合、通信装置 N 4 は、通信装置 N 3 に通信を許可する。例えば、通信装置 N 4 は、3 つの通信装置 3 0 にパケットを転送することができるとする。ここで、図 2 ( a ) に示すように、通信装置 N 5 にしかパケットを送信していない場合、応答部 4 6 は、通信装置 N 4 が通信装置 N 3 に接続を許可できると判断する。そこで、応答部 4 6 は、メッセージタイプ 6 4 の値を「5」に設定し、オプション 6 5 に「接続許可」を示す情報を含めた制御メッセージを通信装置 N 3 に送信する。

#### 【 0 0 5 6 】

一方、通信装置 N 4 が、すでに、パケットを転送することができる通信装置 3 0 の数の最大値と同数の通信装置 3 0 にパケットを転送している場合、通信装置 N 4 は、通信装置 N 3 に通信を許可しない。例えば、通信装置 N 4 は 3 つの通信装置 3 0 にパケットを転送することができる場合でも、接続の許可を求められたときに通信装置 N 4 が 3 つの通信装置 3 0 にパケットを送信している場合は、接続を拒否する。接続を拒否する場合、応答部 4 6 は、メッセージタイプ 6 4 の値を「5」に設定し、オプション 6 5 に「接続拒否」を示す情報を含めた制御メッセージを生成する。接続拒否を表す制御メッセージを受信した

10

20

30

40

50

場合、通信装置 N 3 は、接続先候補リストに含まれている他の通信装置 3 0 に接続を要求する。通信装置 N 3 は、接続を許可されるまで、接続先候補リストに含まれている通信装置 3 0 への接続要求を繰り返し替える。

【 0 0 5 7 】

( 1 6 ) ここでは、通信装置 N 3 が、通信装置 N 4 から接続を許可する制御メッセージを受信したもとする。通信装置 N 3 と通信装置 N 4 の間で接続が確立される。すると、接続先変更部 4 7 は、装置テーブル 5 2 に通信装置 N 4 を「上流」の装置として登録する。また、接続が確立されると、通信装置 N 3 は、通信装置 N 1 に、接続の切断を要求すると共に、接続先変更部 4 7 は、通信装置 N 1 の記録を装置テーブル 5 2 から削除する。接続の切断を要求するとき、通信装置 N 3 は、図 7 ( a ) に示すように、メッセージタイプ 6 4 に「 6 」を設定した制御メッセージを通信装置 N 1 に送信する。通信装置 N 1 は、切断を要求されると、応答部 4 6 は、通信装置 N 3 との間の接続を切断する。また、通信装置 N 1 の応答部 4 6 は、図 1 0 に示すテーブルや装置テーブル 5 2 から通信装置 N 3 に関するデータを削除する。これらの処理により、図 2 ( b ) に示す経路でのマルチキャスト送信が開始される。

10

【 0 0 5 8 】

なお、本実施形態で説明した動作は、通信装置 N 1 ~ N 4 の間に限らず、パケットを送受信する複数の通信装置 3 0 でも行われる動作である。この場合に、パケットを送信する装置の動作は通信装置 N 1、N 4 の動作と同様であり、パケットを受信する通信装置 3 0 の動作は通信装置 N 2、N 3 と同様である。

20

【 0 0 5 9 】

また、閾値 C の値は 1 以上の任意の値にすることができる。オペレータ等は、閾値 C の値を、例えば、ネットワークの状態、アプリケーションや送受信されるデータの性質などに基いて決定することができる。さらに、図 7 ( a ) に示すメッセージタイプテーブル 5 3 に設定されているパラメータは実装に応じて変更されることがあり、メッセージタイプテーブル 5 3 に設定されているパラメータの値に応じて、制御メッセージに設定される値は変更されることがある。

【 0 0 6 0 】

図 1 3 は、通信装置 3 0 で行われる動作の例を説明するフローチャートである。受信処理部 3 1 は、リオーダーリングバッファ 3 3 へパケットを格納した時刻をタイマ 3 6 から取得して、時刻テーブル 5 1 に記録する (ステップ S 1)。一方、アプリケーション処理部 3 5 は、リオーダーリングバッファ 3 3 からパケットを読み出すと、読み出した時刻を時刻テーブル 5 1 に記録する (ステップ S 2)。算出部 4 1 は、パケットが読み出された時刻から書き込まれた時刻を差し引いて、パケットがリオーダーリングバッファ 3 3 に格納されている時間 (格納時間) を算出する (ステップ S 3)。変更指示部 4 4 は、変数 n を 1 に設定する (ステップ S 4)。比較部 4 3 は、格納時間と、変数 n で特定される、転送先の通信装置 3 0 のうちの 1 つ ( N n ) への再送時間とを比較し、再送時間の方が格納時間よりも長いパケットの数 ( P n ) を求める (ステップ S 5、S 6)。次に、変更指示部 4 4 は、比較部 4 3 から比較結果 ( P n の値) を取得し、閾値 ( C ) を超えているかを確認する (ステップ S 7)。再送時間の方が格納時間よりも長いパケットの数が閾値 C を超えている場合、変更指示部 4 4 は、転送先の通信装置 3 0 での通信品質が劣化すると判断し、転送先の通信装置 3 0 にパケットの送信元を変更することを求める (ステップ S 8)。変更指示部 4 4 は、n の値を 1 つインクリメントし、n の値を転送先の通信装置 3 0 の数と比較する。n の値がパケットを転送している通信装置 3 0 の数よりも大きくなるまでステップ S 5 ~ S 1 0 の処理を繰り返す (ステップ S 1 0)。パケットの転送先の通信装置 3 0 から切断を要求する制御メッセージを受信すると、応答部 4 6 は、装置テーブル 5 2 に含まれているデータから、切断を要求してきた通信装置 3 0 のデータを削除する (ステップ S 1 1)。報告指示部 4 5 は、パケットの送信先の通信装置 3 0 が増減したかを確認する。さらに、報告指示部 4 5 は、パケットの送信先の通信装置 3 0 のいずれかで、再送時間の方が格納時間よりも長いパケットの数 ( N ) が変動したかも確認する (ステップ S 1

30

40

50

2)。報告指示部45は、パケットの送信先の通信装置30の数がNの値のいずれかが変動した場合、管理装置10に状態を通知する(ステップS13)。このときは、図7に示した制御メッセージが用いられる。

#### 【0061】

図14は、パケットが送信される経路が変更される場合の動作の例を説明するフローチャートである。以下の記載では、ある通信装置30へパケットを転送している通信装置30を上流の通信装置30、もしくは、接続先の通信装置30と記載する。通信装置30が上流の通信装置30から、接続先の変更を指示するメッセージ(張替指示)を受信する(ステップS21)。すると、通信装置30は、管理装置10に接続先の候補を問い合わせる(ステップS22)。管理装置10は、通信状態データベース76を用いて接続先候補リストを生成し、接続先を問い合わせた通信装置30に、接続先候補リストを送信する(ステップS23)。通信装置30は、管理装置10から接続先候補リストを受信する(ステップS24)。通信装置30は、接続先候補リストに通信装置30に関するデータが記録されているかを確認する(ステップS25)。接続先候補リストにデータが記録されている場合、接続先候補リストに記録されている通信装置30のうちの1つを選択して、選択した通信装置30に関する情報を接続先候補リストから削除する(ステップS26)。通信装置30は、接続先候補リストから選択した通信装置30に接続を要求する(ステップS27)。接続を要求した通信装置30との間で接続が確立されるまで、ステップS25~S28の処理が繰り返される(ステップS28)。接続が確立されると、通信装置30は、ステップS21の指示があるまでパケットの転送元であった上流の通信装置30に、接続の切断を要求する(ステップS29)。

#### 【0062】

このように、上流の通信装置30は、パケットの転送先の通信装置30で、再送されたパケットがアプリケーションでの処理に間に合わない可能性があるパケットの数を用いて、下流の通信装置30の通信品質を推測する。また、下流の通信装置30での通信状況が劣化すると予測したときに、上流の通信装置30は、下流の通信装置に接続先の変更を要求する。従って、通信状況の劣化が予測される通信装置の接続先を変更することにより、通信状況の劣化を回避することができる。

#### 【0063】

<第2の実施形態>

第2の実施形態では、管理装置10が接続先候補を通知するときに、追加可能なパスがある通信装置30を指定する場合について説明する。

#### 【0064】

図15は、第2の実施形態で、報告指示部45が管理装置10に通信状況を報告する場合に、制御メッセージのオプション65に含まれるデータの例を示す。図15の例では、単位時間で観測された格納時間の平均値、格納時間よりも再送時間が長いパケット数の最大値、通信装置30で追加可能なパスの数がオプション65に含まれる。ここで、追加可能なパスの数は、応答部46が求めるものとする。応答部46は、予め、パケットを転送することができる通信装置30の数の最大値を記憶しているか、データ54から適宜、読み出す。さらに、応答部46は、装置テーブル52に「下流」の装置として登録されている通信装置30の数を取得する。応答部46は、パケットを転送することができる通信装置30の数の最大値から、装置テーブル52に登録されている下流の装置の数を差し引いた値を、追加可能なパスの数とする。

#### 【0065】

図15に示す情報をオプション65に含む制御メッセージを受信すると、管理装置10は、通信状態データベース76に、図9に示したデータに加えて、追加可能なパスの数を、通信装置30ごとに記録する。

#### 【0066】

通信装置30は、接続先候補リストを要求する際に、その通信装置30が接続している上流の通信装置30を特定する情報を管理装置10に通知する。すると、管理装置10は

、接続先リストから、通信装置 30 から通知された上流の通信装置 30 と、追加可能なパスが無い通信装置 30 を接続先候補リストから削除した上で、接続先候補リストを通知する。ここで、ある通信装置 30 について追加可能なパスが無いことは、ある通信装置 30 はパケットを転送することができる通信装置 30 の数の最大値と同数の通信装置 30 にパケットを転送していることを示す。すなわち、本実施形態では、接続を拒否する可能性の高い通信装置 30 は接続先候補リストから除外される。従って、通信装置 30 は、接続を拒否される通信装置 30 に接続を要求する可能性が低くなる。

#### 【0067】

図 16 は、第 2 の実施形態で行われる動作の例を説明するフローチャートである。上流の通信装置 30 から接続先の変更を要求する制御メッセージを受信すると、通信装置 30 は、接続先の変更を要求した通信装置 30 を「接続先候補としない端末リスト」に記録する（ステップ S31、S32）。通信装置 30 は、管理装置 10 に接続先候補を問い合わせる制御メッセージを送信する。このとき用いられる制御メッセージでは、メッセージタイプ 64 が「2」に設定され、オプション 65 に「接続先候補としない端末リスト」が含まれているものとする。

#### 【0068】

管理装置 10 は、通信状態データベース 76 から、再送時間の方が格納時間よりも長いパケットの数（N）が閾値（C）を超えていない通信装置 30 のリストを作成する。さらに、生成したリストから「接続先候補としない端末リスト」に含まれる端末と、パスの追加ができない通信装置 30 を削除する。管理装置 10 は、得られたリスト（候補リスト）を、接続先端末の問い合わせをした通信装置 30 に送信する（ステップ S34）。通信装置 30 は、候補リストを受信すると、候補リストに記録されている通信装置 30 に接続を要求する（ステップ S36）。なお、ステップ S36 の動作は、図 14 を参照しながら説明したステップ S25～S28 と同様である。通信装置 30 は、候補リストに含まれているいずれの通信装置 30 とも接続を確立できない場合、接続を確立することができなかった通信装置 30 と接続先の変更を要求した通信装置 30 を「接続先候補としない端末リスト」に記録する。その後、ステップ S33 以降の処理が繰り返される（ステップ S38）。一方、通信装置 30 と候補リストに含まれている装置との間で接続が確立されると、通信装置 30 は、接続先の変更を求めてきた上流装置に対して、接続の切断を求め、切断を切る（ステップ S39）。

#### 【0069】

図 15、図 16 を参照しながら説明したように、第 2 の実施形態では、通信装置 30 との間で接続を確立できる可能性のある装置が通信装置 30 に通知される。従って、第 1 の実施形態に比べて、接続が確立されるまでに送受信される制御メッセージの数が減るので、帯域の有効活用につながる。また、通信装置 30 は、接続できない装置に接続を求める可能性が低いので、通信装置 30 の処理の負担も軽減される場合がある。

#### 【0070】

図 17 は、通信装置 30 や管理装置 10 のハードウェア構成の例を示す。なお、通信装置 30 や管理装置 10 で用いられるハードウェアは、同一であっても良く、また、異なっても良い。例えば、通信装置 30 と管理装置 10 では、用いられている Central Processing Unit（CPU）91 やメモリ 92 が互いに異なっても良く、同一であっても良い。

#### 【0071】

通信装置 30 は、CPU 91、メモリ 92、入力装置 93、出力装置 94、バス 95、外部記憶装置 96、媒体駆動装置 97、ネットワーク接続装置 99 を備える。CPU 91 は、アプリケーション処理部 35、タイマ 36、品質管理部 40 として動作する。メモリ 92 は、転送用バッファ 32、リオーダリングバッファ 33、および、記憶部 50 として動作する。ネットワーク接続装置 99 は、受信処理部 31 や送信処理部 34 として動作する。入力装置 93 は、例えばキーボードやマウスなどであり、ユーザは入力装置 93 を用いて、通信装置 30 にデータを入力できる。出力装置 94 は、適宜、データ等を表示する

10

20

30

40

50

。バス95は、CPU91、メモリ92、入力装置93、出力装置94、外部記憶装置96、媒体駆動装置97、ネットワーク接続装置99などの間を相互にデータの受け渡しが行えるように接続する。外部記憶装置96は、プログラムやデータなどを格納し、適宜、CPU91などに格納している情報を提供する。媒体駆動装置97は、メモリ92や外部記憶装置96のデータを可搬記憶媒体98に出力することができ、また、可搬記憶媒体98からプログラムやデータ等を読み出すことができる。ここで、可搬記憶媒体98は、フロッピディスク、Magneto-Optical(MO)ディスク、Compact Disc Recordable(CD-R)やDigital Versatile Disk Recordable(DVD-R)を含む、持ち運びが可能な任意の記憶媒体とすることができる。通信装置30は、ネットワーク100を介して、パケットや制御メッセージを送受信する。

10

## 【0072】

管理装置10もCPU91、メモリ92、入力装置93、出力装置94、バス95、外部記憶装置96、媒体駆動装置97、ネットワーク接続装置99を備える。管理装置10では、CPU91は、制御部71として動作する。また、メモリ92は、記憶部75として動作する。ネットワーク接続装置99は、受信部11、送信部12として動作する。

## 【0073】

なお、実施形態は上記に限られるものではなく、様々に変形可能である。例えば、時刻テーブル51、装置テーブル52、メッセージタイプテーブル53、通信状態データベース76などに格納される情報は、通信装置30や管理装置10の実装に応じて変更されることがある。

20

## 【0074】

上述の第1および第2の実施形態を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

## (付記1)

送信装置、第1の通信装置、および、第2の通信装置が含まれるネットワークにおいて、前記第1の通信装置に、

第1のパケットを受信すると共に、前記第1のパケットを格納し、

前記第1のパケットを前記第2の通信装置に転送し、

前記第1のパケットを格納した時刻から前記第1のパケットに含まれるデータの処理を前記第1の通信装置で開始する時刻までの時間である格納時間を求め、

30

前記第2の通信装置への前記第1のパケットの再送に要する再送時間と前記格納時間を比較し、

前記格納時間が前記再送時間よりも短い場合、前記第1のパケットの後に前記送信装置から送信される第2のパケットを、前記第1の通信装置を介さずに受信するように前記第2の通信装置の接続先を変更することを指示する指示メッセージを、前記第2の通信装置に送信する

処理を実行させることを特徴とする通信プログラム。

## (付記2)

前記指示メッセージは、

前記第1および第2の通信装置、ならびに、前記ネットワークに属する第3の通信装置の各々から、前記第1のパケットが受信されてから前記第1のパケットに含まれるデータの処理が開始されるまでの時間と、前記第1のパケットの再送にかかる時間の比較結果を通知されると共に、通知された比較結果を管理する管理装置に、前記第2の通信装置が前記第2のパケットの送信を要求する対象装置を問い合わせ、

40

前記管理装置で管理されている比較結果に基づいて選択された前記対象装置が通知されると、前記第2の通信装置が前記対象装置に接続し、

前記第2の通信装置が前記対象装置との接続に成功すると、前記第1の通信装置に前記第2の通信装置との間の接続の切断を通知する切断通知メッセージを送信する

ことを指示し、

前記切断通知メッセージを受信すると、前記第1の通信装置は、前記第2の通信装置と

50



の接続を切断する

ことを特徴とする付記 1 に記載の通信プログラム。

(付記 3)

前記第 1 の通信装置は、所定の時間に前記第 1 の通信装置が受信して前記第 2 の通信装置に転送したパケットの各々について前記格納時間を求め、

前記格納時間が前記再送時間よりも短いパケット数を所定の閾値と比較し、前記パケット数が前記所定の閾値よりも大きくなると、前記第 1 の通信装置は、前記第 2 の通信装置に前記指示メッセージを送信する

処理をさらに行うことを特徴とする付記 1 もしくは 2 に記載の通信プログラム。

(付記 4)

前記第 2 の通信装置は、前記対象装置を問い合わせる際に、前記第 2 の通信装置が接続している装置を識別する識別子を前記管理装置に送信し、

前記管理装置は、前記第 2 の通信装置が接続することができる装置であり、かつ、前記識別子で識別される装置ではない装置を前記対象装置とする

ことを特徴とする付記 2 に記載の通信プログラム。

(付記 5)

前記再送時間は、前記第 2 の通信装置から前記第 1 の通信装置に通知され、

前記第 2 の通信装置は、前記第 2 の通信装置から前記第 1 の通信装置に計測パケットを送信した送信時刻から、前記計測パケットに対する応答パケットが前記第 2 の通信装置に到達した時刻までの時間に基づいて求められる

ことを特徴とする付記 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の通信プログラム。

(付記 6)

送信装置、第 1 の通信装置、および、第 2 の通信装置が含まれるネットワークにおいて、前記第 1 の通信装置に、

第 1 のパケットを受信すると共に、前記第 1 のパケットを格納し、

前記第 1 のパケットを前記第 2 の通信装置に転送し、

前記第 1 のパケットを格納した時刻から前記第 1 のパケットに含まれるデータの処理を前記第 1 の通信装置で開始する時刻までの時間である格納時間を求め、

前記第 2 の通信装置への前記第 1 のパケットの再送に要する再送時間と前記格納時間を比較し、

前記格納時間が前記再送時間よりも短い場合、前記第 1 のパケットの後に前記送信装置から送信される第 2 のパケットを、前記第 1 の通信装置を介さずに受信するように前記第 2 の通信装置の接続先を変更することを指示する指示メッセージを、前記第 2 の通信装置に送信する

処理を実行させることを特徴とする通信方法。

(付記 7)

第 1 のパケットを受信する受信部と、

前記第 1 のパケットを格納するバッファと、

前記第 1 のパケットを前記第 2 の通信装置に送信する送信部と、

前記第 1 のパケットを格納した時刻から前記第 1 のパケットに含まれるデータの処理を前記第 1 の通信装置で開始する時刻までの時間である格納時間を算出する算出部と、

前記第 2 の通信装置への前記第 1 のパケットの再送に要する再送時間と前記格納時間を比較する比較部と、

前記格納時間が前記再送時間よりも短い場合、前記第 1 のパケットの後に送信装置から送信される第 2 のパケットを、前記第 1 の通信装置を介さずに受信するように前記第 2 の通信装置の接続先を変更することを、前記第 2 の通信装置に指示する変更指示部

を備えることを特徴とする通信装置。

【符号の説明】

【0075】

10 管理装置

10

20

30

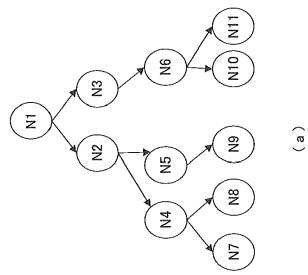
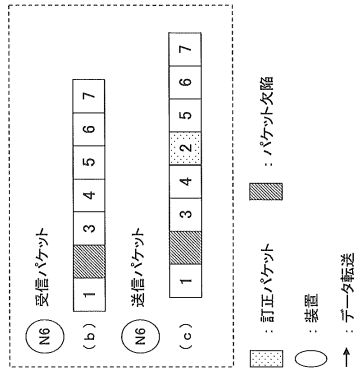
40

50

1 1	受信部	
1 2	送信部	
2 5	ハブ	
3 0	通信装置	
3 1	受信処理部	
3 2	転送用バッファ	
3 3	リオーダリングバッファ	
3 4	送信処理部	
3 5	アプリケーション処理部	
3 6	タイマ	10
4 0	品質管理部	
4 1	算出部	
4 2	再送時間取得部	
4 3	比較部	
4 4	変更指示部	
4 5	報告指示部	
4 6	応答部	
4 7	接続先変更部	
5 0	記憶部	
5 1	時刻テーブル	20
5 2	装置テーブル	
5 3	メッセージタイプテーブル	
5 4	データ	
6 1	I Pヘッダ	
6 2	U D Pヘッダ	
6 3	メッセージ部	
6 4	メッセージタイプ	
6 5	オプション	
7 1	制御部	
7 2	接続先選択部	30
7 3	メッセージ処理部	
7 5	記憶部	
7 6	通信状態データベース	
9 1	C P U	
9 2	メモリ	
9 3	入力装置	
9 4	出力装置	
9 5	バス	
9 6	外部記憶装置	
9 7	媒体駆動装置	40
9 8	可搬記憶媒体	
9 9	ネットワーク接続装置	
1 0 0	ネットワーク	

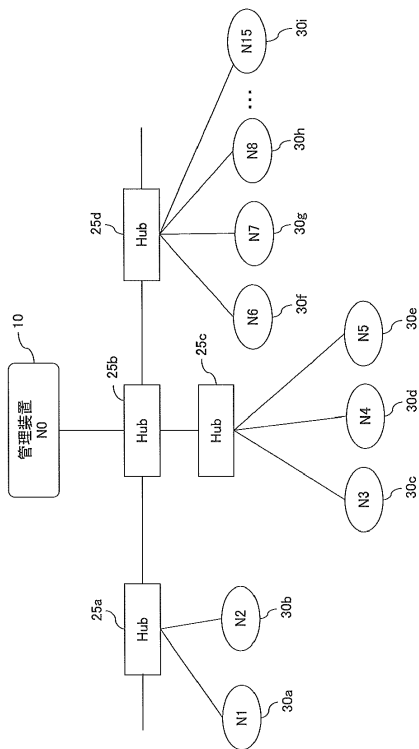
【図1】

パケットの転送順序が逆転する場合の例を説明する図



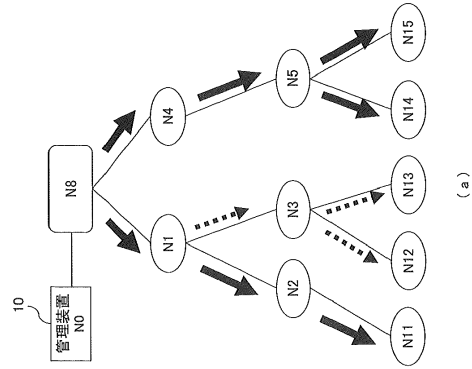
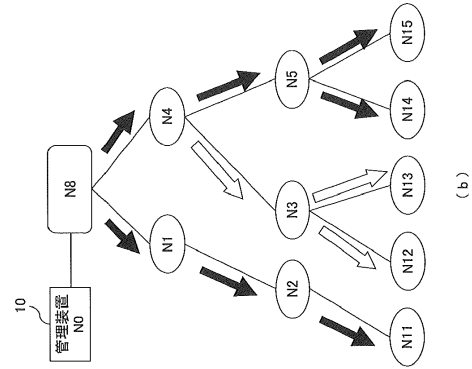
【図3】

実施形態に係るネットワークの例を示す図



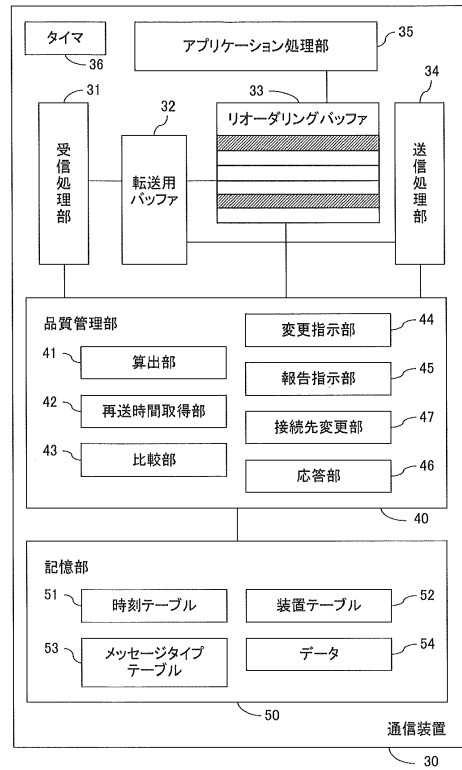
【図2】

実施形態に係るパケットの転送方法の例を示す図



【図4】

通信装置の構成の例を示す図



【図5】

時刻テーブルの例を示す図

パケット識別子	リオーダーリング バッファ書き込み時刻	リオーダーリング バッファ読み出し時刻	格納時間 (ms)=A
P1	17:30:00.000	17:30:01.000	1000
P2	17:30:00.820	17:30:01.020	200
P3	17:30:00.040	17:30:01.040	1000
:	:	:	:

【図6】

装置テーブルの例を示す図

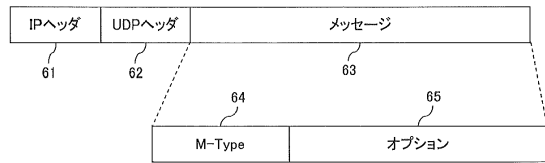
No	装置ID	IPアドレス	装置種別	再送時間 (ms)
1	N0	IP0	管理端末	-
2	N8	IP8	上流	-
3	N2	IP2	下流	100
4	N3	IP3	下流	500

【図7】

制御メッセージの構成例と  
メッセージタイプテーブルの例を示す図

M-Type	メッセージタイプ	オプション
1	張替え指示	
2	接続先候補要求	
3	接続先候補通知	接続先候補リスト
4	接続要求	接続を要求する装置のアドレスとポート番号
5	接続応答	接続の可否を表す情報
6	切断要求	
7	状態報告	装置の通信の状態を表す情報
8	再送時間報告	再送時間の値

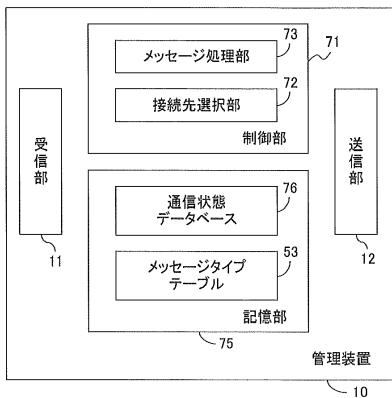
(a)



(b)

【図8】

管理装置の構成の例を示す図



【図9】

通信状態データベースの  
例を示す図

装置ID	IPアドレス	ポート	単位時間中のAの平均	転送先装置に対する入/出を満たす数の最大値
N1	IP1	1100	9000	6
N2	IP2	1200	800	5
N3	IP3	1300	950	6
..	..	..	..	..

【図10】

格納時間と再送時間の比較結果の例を示すテーブル

	パケット識別子 (格納時間A)	通信装置N2 (B=100ms)	通信装置N3 (B=500ms)	
A<Bの場合はチェック	P1 (1000)			...
	P2 (200)		○	...
	P3 (1000)			...
	P4 (400)		○	...
	⋮	⋮	⋮	
チェックの合計数		0	6	

【図11】

管理装置への状況報告に用いられる  
制御メッセージのオプションに  
設定される情報の例を示す図

単位時間中のAの平均	転送先装置に対するA<Bを 満たす数の最大値
9000	6

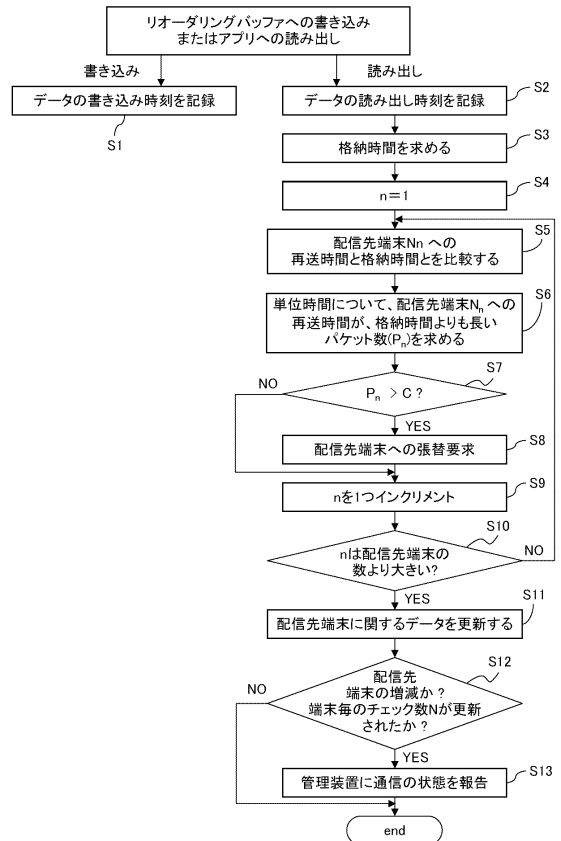
【図12】

通信状況の良好な通信装置の  
リストの例を示す図

装置ID	IPアドレス	ポート	単位時間中のAの平均	転送先装置に対するA<Bを満たす数の最大値
N4	IP4	1400	950	0
N5	IP5	1500	870	1
N2	IP2	1200	800	5

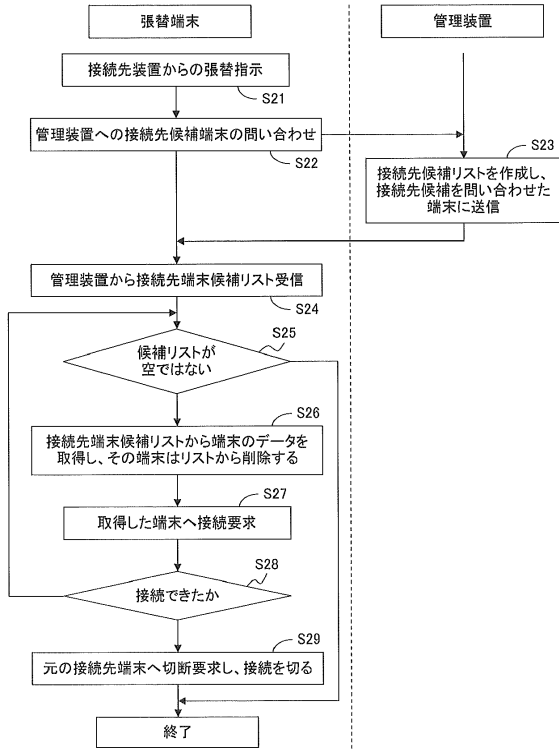
【図13】

通信装置で行われる動作の例を説明するフローチャート



【図14】

パケットが送信される経路が変更される場合の動作の例を説明するフローチャート



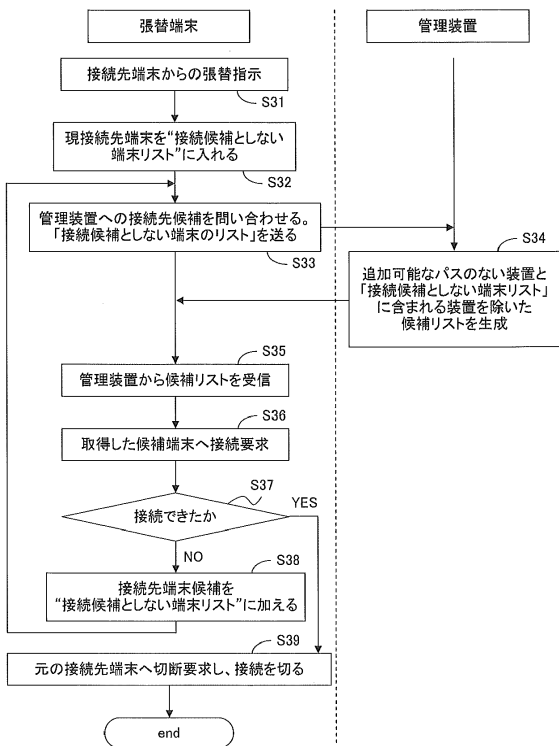
【図15】

制御メッセージのオプションに含まれるデータの例

単位時間中のAの平均	転送先装置に対するA<Bを満たす数の最大値	追加可能なパスの数
9000	2	1

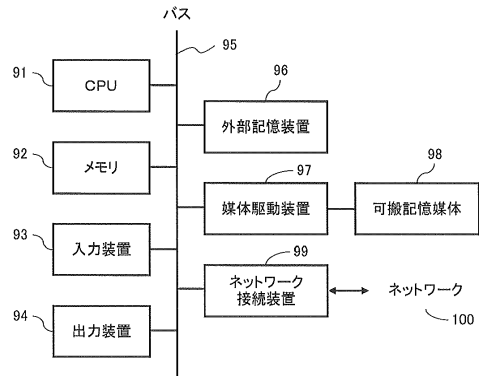
【図16】

第2の実施形態で行われる動作の例を説明するフローチャート



【図17】

通信装置や管理装置のハードウェア構成の例



---

フロントページの続き

(72)発明者 田中 竜太  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 大石 博見

(56)参考文献 国際公開第2006/049235(WO, A1)  
特開2003-169040(JP, A)  
永井 剛 Takeshi Nagai, RTPレイヤでの再送制御方式に関する検討, 画像符号化シンポジウム 第18回シンポジウム資料 The Proceedings of the 18th Picture Coding Symposium of Japan, 日本, 2004年12月 2日, 第18回, 第65 - 66頁

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04L 12/70  
H04L 12/701