

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4853862号
(P4853862)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl. F I
H04L 29/10 (2006.01) H04L 13/00 309A

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2006-9375 (P2006-9375)	(73) 特許権者	393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(22) 出願日	平成18年1月18日(2006.1.18)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(65) 公開番号	特開2007-194760 (P2007-194760A)	(74) 代理人	100112715 弁理士 松山 隆夫
(43) 公開日	平成19年8月2日(2007.8.2)	(74) 代理人	100085213 弁理士 鳥居 洋
審査請求日	平成20年8月6日(2008.8.6)	(72) 発明者	オユーンチメグ シャグダル 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
		(72) 発明者	板谷 聡子 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各々が独自の動作を独立に行ない、全体として他の通信装置との間で通信を行なう複数のレイヤと、

前記複数のレイヤの少なくとも1つのレイヤである第1のレイヤからの要求に応じて、前記要求を満たすように前記第1のレイヤと前記複数のレイヤのうちの前記第1のレイヤ以外の第2のレイヤとの間でクロスレイヤ処理を管理するクロスレイヤ管理部と、

前記複数のレイヤの各々に追加され、前記複数のレイヤの各々と前記クロスレイヤ管理部との間で情報交換を行なう情報伝達部とを備え、

前記クロスレイヤ処理は、レイヤ間の情報交換と、一つまたは複数のレイヤからの情報の最適化と、一つ以上のレイヤからの情報に基づいて異なる一つ以上のレイヤに対してQoSおよびセキュリティーを目的とした動作を指示することとからなる、通信装置。

【請求項2】

前記クロスレイヤ管理部は、同じ通信装置内に存在する前記第1および第2のレイヤ間で前記クロスレイヤ処理のための情報のやり取りを管理する、請求項1に記載の通信装置。

【請求項3】

前記第1のレイヤは、前記要求を満たすために必要な所定の情報を前記クロスレイヤ管理部から受け、その受けた所定の情報に基づいて、前記他の通信装置との通信またはネットワークの状態を最適化するための制御を行なう、請求項2に記載の通信装置。

10

20

【請求項 4】

前記クロスレイヤ管理部は、前記他の通信装置との間で情報のやり取りを行ない、前記クロスレイヤ処理を管理する、請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 5】

前記クロスレイヤ管理部は、専用パケットを用いて前記情報のやり取りを行ない、前記クロスレイヤ処理を管理する、請求項 4 に記載の通信装置。

【請求項 6】

前記クロスレイヤ管理部は、前記他の通信装置内の前記クロスレイヤ管理部から前記要求を満たすために必要な所定の情報を受信し、その受信した所定の情報を前記第 1 のレイヤに与え、

前記第 1 のレイヤは、前記クロスレイヤ管理部から受けた前記所定の情報に基づいて、前記他の通信装置との通信またはネットワークの状態を最適化するための制御を行なう、請求項 4 または請求項 5 に記載の通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、通信装置に関し、特に、高速、かつ、高性能な通信を行なう通信装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

標準的なネットワークプロトコルは、TCP (Transmission Control Protocol) / IP (Internet Protocol) レイヤ型モデルに基づいて構築されている。

【0003】

TCP / IP レイヤ型モデルは、リンク / MAC (Media Access Control) 層と、ネットワーク層と、トランスポート層と、アプリケーション層とを備える。そして、TCP / IP レイヤ型モデルにおいて、リンク / MAC 層、ネットワーク層、トランスポート層およびアプリケーション層は、異なる役割を果たす。

【0004】

即ち、リンク / MAC 層は、2 つの通信装置間を物理的に接続する経路の確立および 2 つの通信装置間における通信等を行なう。ネットワーク層は、ネットワーク上の経路選択および経路中断等を行なう。トランスポート層は、エンド - エンド間の通信処理および輻輳処理等を行なう。アプリケーション層は、特定のアプリケーションの詳細な動作に関する処理を行なう。

【0005】

また、TCP / IP レイヤ型モデルは、構造的には、リンク / MAC 層、ネットワーク層、トランスポート層およびアプリケーション層にそれぞれ属する複数のプロトコルは、相互に独立して、上述した各役割を果たすという特徴を有する。即ち、特定のレイヤにおけるプロトコルの変更は、他のレイヤにおけるプロトコルに影響することなく行なわれる。

【0006】

有線ネットワークにおいて通信を行なう端末装置および無線ネットワークにおいて無線通信を行なう無線装置は、上述した TCP / IP レイヤ型モデルによって構成されている。

【0007】

無線ネットワークは、有線ネットワークと以下の点で異なる。

【0008】

(1) 反射および遮断などにより電波状態が大きく変動する。

【0009】

(2) 同一通信範囲に位置する各無線装置は、無線チャネルを共用して通信を行なう。

10

20

30

40

50

【0010】

(3)無線装置が移動可能である。

【0011】

無線ネットワークは、有線ネットワークと(1)の異なる点を有している結果、マルチパス通信および一時的な通信の切断によりパケットロスが発生するなど、通信の品質が大きく異なる。

【0012】

また、無線ネットワークは、有線ネットワークと(2)の異なる点を有している結果、チャンネルアクセスの際の無線装置間またはフロー間の公平性が重要な課題となる。

【0013】

更に、無線ネットワークは、有線ネットワークと(3)の異なる点を有している結果、ルートの切断およびネットワークの分裂等が生じる。

【0014】

従って、無線ネットワークにおいては、通信状態がダイナミックに変動する。そして、この通信状態の変動の原因を特定することは困難である。その結果、TCP/IPレイヤ型モデルを構成する複数のプロトコルの各々が独立して動作すると、通信の品質および効率が低下する。

【0015】

このような理由から、無線ネットワークにおいて、高効率、かつ、高品質な無線通信を行なうには、TCP/IPレイヤ型モデルを構成する複数のプロトコルの相互間において情報交換を行ない、通信の品質および効率を向上させるクロスレイヤ処理が必要となる。

【0016】

そこで、従来、リンクレイヤにおける輻輳状態をTCPに知らせるECN(Explicit Congestion Notification)というクロスレイヤ処理が行なわれている(非特許文献1)。

【0017】

このクロスレイヤ処理は、中継端末において輻輳によってパケットロスが発生した場合、中継端末は、ロスしたパケットの次に届いたパケットのヘッダにCE(Congestion Experienced)ビットを設定して送信先へ転送し、CEビットが設定されたパケットを受信した送信先がACK(Acknowledge)パケットのヘッダにECN-Echoビットを設定して送信元のTCPへ送信するというものである。

【0018】

ECN-Echoビットが設定されたACKパケットを受信した送信元のTCPは、ACKパケットからECN-Echoビットを検出することにより、パケットが輻輳によってロスしたことを検知する。

【非特許文献1】K. Ramakrishnan and S. Floyd, "A Proposal to add Explicit Congestion Notification (ECN) to IP", RFC 2481, Jan 1999.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

従来のクロスレイヤ処理においては、特定の異なるプロトコル同士が情報交換を直接行なうため、次のような問題がある。

【0020】

第1の問題としては、情報を交換する特定のプロトコル同士が実際に動作していることが前提となっており、多様性に欠ける。第2の問題としては、情報を必要とするプロトコルは、もう一方のプロトコルが持つ該当の情報を格納している場所を知る必要があり、実装が一般性に欠ける。第3の問題としては、複数のプロトコルが同等の情報を必要とする場合、重複した情報交換が行なわれ、無駄が大きい。第4の問題としては、クロスレイヤ処理が増加すると、全体としての管理が困難である。第5の問題としては、プロトコルの

10

20

30

40

50

変更を要する場合があります、プロトコルの独自性が失われる恐れがある。第6の問題としては、QoS (Quality of Service) およびセキュリティを効率良くサポートするためのシステム全体としての最適化に向いていない。

【0021】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、複数のレイヤの独自性を維持してクロスレイヤ処理を容易に実行可能な通信装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0022】

この発明によれば、通信装置は、複数のレイヤと、クロスレイヤ管理部とを備える。複数のレイヤは、各々が独自の動作を独立に行ない、全体として他の通信装置との間で通信を行なう。クロスレイヤ管理部は、複数のレイヤの少なくとも1つのレイヤである第1のレイヤからの要求に応じて、要求を満たすように第1のレイヤと複数のレイヤのうちの第1のレイヤ以外の第2のレイヤとの間でクロスレイヤ処理を管理する。

10

【0023】

好ましくは、通信装置は、情報伝達部を更に備える。情報伝達部は、複数のレイヤの各々に追加され、複数のレイヤの各々とクロスレイヤ管理部との間で情報交換を行なう。

【0024】

好ましくは、クロスレイヤ管理部は、同じ通信装置内に存在する第1および第2のレイヤ間でクロスレイヤ処理のための情報のやり取りを管理する。

20

【0025】

好ましくは、第1のレイヤは、要求を満たすために必要な所定の情報をクロスレイヤ管理部から受け、その受けた所定の情報に基づいて、他の通信装置との通信またはネットワークの状態を最適化するための制御を行なう。

【0026】

好ましくは、クロスレイヤ管理部は、他の通信装置との間で情報のやり取りを行ない、クロスレイヤ処理を管理する。

【0027】

好ましくは、クロスレイヤ管理部は、専用パケットを用いて情報のやり取りを行ない、クロスレイヤ処理を管理する。

30

【0028】

好ましくは、クロスレイヤ管理部は、他の通信装置内のクロスレイヤ管理部から要求を満たすために必要な所定の情報を受信し、その受信した所定の情報を第1のレイヤに与える。第1のレイヤは、クロスレイヤ管理部から受けた所定の情報に基づいて、他の通信装置との通信またはネットワークの状態を最適化するための制御を行なう。

【発明の効果】

【0029】

この発明による通信装置は、第1のレイヤからの要求に応じて、第1のレイヤと第2のレイヤとの間でクロスレイヤ処理を管理するクロスレイヤ管理部を備えるので、複数のレイヤの各々は、他のレイヤを意識することなく、第1および第2のレイヤ間でクロスレイヤ処理が行なわれる。つまり、複数のレイヤの各々が独自の動作を独立に実行しながら、クロスレイヤ管理部を介して第1および第2のレイヤ間でクロスレイヤ処理が行なわれる。

40

【0030】

従って、この発明によれば、クロスレイヤ処理を容易に実行できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0032】

50

図1は、この発明の実施の形態による通信装置の構成を示す概略図である。この発明の実施の形態による通信装置10は、レイヤ1～4と、情報伝達部5と、クロスレイヤ管理部6とを備える。

【0033】

レイヤ1は、リンク/MAC層に属し、例えば、FIFO(First-In First-Out)スケジューラー、RR(Round Robin)スケジューラーおよびMACプロトコルからなる。FIFOスケジューラーは、バッファに格納したパケットを古く格納した順に取り出すスケジューリング方式であり、RRスケジューラーは、各ユーザに転送スロットを均等に与えるスケジューラーであり、MACプロトコルは、例えば、MAC802.11b, 802.11gなどからなり、チャンネルアクセスのための処理を行ったり、2つの通信装置間でデータ(パケット)の送信制御、再送制御等を行ったりする。従って、レイヤ1は、パケットのバッファリング、スケジューリング処理および2つの通信装置間の通信等を行なう。

10

【0034】

レイヤ2は、ネットワーク層に属し、例えば、RIP(Routing Information Protocol)プロトコル、OLSR(Optimized Link State Routing)プロトコル、ICMP(Internet Control Message Protocol)プロトコル、ARP(Address Resolution Protocol)プロトコルおよびRARP(Reverse Address Resolution Protocol)プロトコル等からなる。

20

【0035】

RIPプロトコルは、ルータ同士が自動的にお互いのルーティング情報を伝えるプロトコルである。OLSRは、テーブル駆動型のルーティングプロトコルである。ICMPプロトコルは、IPのエラーメッセージおよび制御メッセージを転送するプロトコルである。

【0036】

ARPプロトコルは、ネットワークアドレスをもとに、物理アドレスを得るためのプロトコルであり、主に、IPアドレスからMACアドレスを得るために使用される。RARPプロトコルは、MACアドレスからIPアドレスを得るプロトコルである。従って、レイヤ2は、ネットワーク上における経路選択および経路中断等を行なう。

30

【0037】

レイヤ3は、トランスポート層に属し、例えば、TCPプロトコルおよびUDP(User Datagram Protocol)プロトコルからなる。TCPプロトコルおよびUDPプロトコルは、共に、送信元と送信先との間でデータ通信を行なうトランスポートプロトコルである。TCPプロトコルは、損失したパケットを再送したり、輻輳が発生した場合の輻輳制御を行ったりする。従って、TCPプロトコルは、信頼性を必要とするアプリケーションに適したプロトコルである。一方、UDPプロトコルは、輻輳制御および再送等の処理を行なわないため、リアルタイム性を必要とするアプリケーションに適したプロトコルである。

【0038】

40

レイヤ4は、アプリケーション層に属し、例えば、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)プロトコル、FTP(File Transfer Protocol)プロトコル、DNS(Domain Name System)およびSSL(Secure Socket Layer)からなる。HTTPプロトコルは、Webサーバおよびクライアントが相互にデータを送受信するために用いられるプロトコルである。FTPプロトコルは、ファイルを転送するために用いるプロトコルである。DNSは、インターネット上で、各コンピュータ端末が持つホスト名から、その端末のIPアドレスを検索するシステムである。SSLは、情報を暗号化して送信するセキュリティ機能である。従って、レイヤ4は、特定のアプリケーションの詳細な動作に関する処理を行なう。

50

【 0 0 3 9 】

このように、レイヤ 1 ~ 4 の各々は、通信を行なうプロトコル、バッファリング等のスケジューリングを行なうスケジューラーおよび通信をサポートするメカニズムの少なくとも 1 つからなり、独自の動作を独立して行なう。

【 0 0 4 0 】

情報伝達部 5 は、ユニット 5 1 ~ 5 4 からなる。ユニット 5 1 ~ 5 4 は、それぞれ、レイヤ 1 ~ 4 に追加して設けられる。そして、ユニット 5 1 は、レイヤ 1 とクロスレイヤ管理部 6 との間で情報交換を行なう。ユニット 5 2 は、レイヤ 2 とクロスレイヤ管理部 6 との間で情報交換を行なう。ユニット 5 3 は、レイヤ 3 とクロスレイヤ管理部 6 との間で情報交換を行なう。ユニット 5 4 は、レイヤ 4 とクロスレイヤ管理部 6 との間で情報交換を行なう。

10

【 0 0 4 1 】

従って、情報伝達部 5 は、全体的には、レイヤ 1 ~ 4 の各々に応答可能であり、レイヤ 1 ~ 4 の各々とクロスレイヤ管理部 6 との間で情報交換を行なう。

【 0 0 4 2 】

クロスレイヤ管理部 6 は、情報伝達部 5 を介してレイヤ 1 ~ 4 の各々と情報、要求および指示等のやり取りを行ない、後述するように、通信装置内および通信装置間のクロスレイヤ処理のための情報を各レイヤ 1 ~ 4 に与える。

【 0 0 4 3 】

この発明においては、通信装置間の通信を最適化するために、クロスレイヤ管理部 6 は、情報伝達部 5 を介してレイヤ 1 ~ 4 のいずれかから受けた要求に応じて、クロスレイヤ処理のために必要な情報のやり取りを管理する。そして、この発明においては、通信装置内のクロスレイヤ処理または通信装置間のクロスレイヤ処理が行なわれる。以下、通信装置内のクロスレイヤ処理および通信装置間のクロスレイヤ処理について説明する。

20

【 0 0 4 4 】

[通信装置内のクロスレイヤ処理]

(A) ルート状態が更新される毎に T C P プロトコルに知らせる処理

通信装置内のクロスレイヤ処理の第 1 の例として、ルート状態が更新される毎に T C P プロトコルに知らせる処理について説明する。

【 0 0 4 5 】

図 2 は、通信装置内のクロスレイヤ処理の第 1 の例を説明するための図である。また、図 3 は、無線ネットワークシステムの概略図である。更に、図 4 は、ルーティングテーブルの例を示す図である。

30

【 0 0 4 6 】

図 2 は、図 1 に示すレイヤ 3 に属する T C P プロトコルと、レイヤ 2 に属するルーティングプロトコルとの間のクロスレイヤ処理を示す。この場合、図 1 に示す通信装置 1 0 において、レイヤ 2 は、例えば、テーブル駆動型のルーティングプロトコルである O L S R (O p t i m i z e d L i n k S t a t e R o u t i n g) プロトコルからなる。また、通信装置 1 0 と同じ構成を有する通信装置 M 1 ~ M 1 3 は、図 3 に示す無線ネットワークシステム 1 0 0 を構成し、通信装置 M 1 ~ M 1 3 の各々において、ルーティングプロトコル (= O L S R プロトコル) は、送信先までの経路からなるルーティングテーブルを保持している。例えば、通信装置 M 1 は、図 4 の (a) に示すルーティングテーブル R T 1 を保持している。

40

【 0 0 4 7 】

ルーティングテーブル R T 1 は、送信先と、次の通信装置と、ホップ数とからなる。送信先、次の通信装置およびホップ数は、相互に対応付けられている。“送信先”は、送信先の通信装置の I P アドレスを表す。“次の通信装置”は、送信先にパケットを送信するときに、次に送信すべき通信装置の I P アドレスを表す。“ホップ数”は、送信先までのホップ数を表す。

【 0 0 4 8 】

50

従って、通信装置M1のルーティングプロトコル(=OLSRプロトコル)は、通信装置M2~M13の各々を送信先とする12個の経路からなるルーティングテーブルRT1を保持している。

【0049】

無線ネットワークシステム100において、通信装置M1~M13の各々は、次の方法によってルーティングテーブルを作成する。通信装置M1~M13は、ルーティングテーブルを作成する場合、HelloメッセージおよびTCメッセージを送受信する。

【0050】

Helloメッセージは、各通信装置M1~M13が有する情報の配信を目的として、定期的に送信される。このHelloメッセージを受信することによって、各通信装置M1~M13は、周辺の通信装置に関する情報を収集でき、自己の周辺にどのような通信装置が存在するのかを認識する。

10

【0051】

OLSRプロトコルにおいては、各通信装置M1~M13は、ローカルリンク情報を管理する。そして、Helloメッセージは、このローカルリンク情報の構築および送信を行なうためのメッセージである。ローカルリンク情報は、「リンク集合」、「隣接通信装置集合」、「2ホップ隣接通信装置集合とそれらの通信装置へのリンク集合」、「MPR(Multipoint Relay)集合」、および「MPRセクタ集合」を含む。

【0052】

リンク集合は、直接的に電波が届く通信装置(隣接通信装置)の集合へのリンクのことであり、各リンクは2つの通信装置間のアドレスの組の有効時間によって表現される。なお、有効時間は、そのリンクが単方向なのか双方向なのかを表すためにも利用される。

20

【0053】

隣接通信装置集合は、各隣接通信装置のアドレス、およびその通信装置の再送信の積極度(Willingness)等によって構成される。2ホップ隣接通信装置集合は、隣接通信装置に隣接する通信装置の集合を表す。

【0054】

MPR集合は、MPRとして選択された通信装置の集合である。なお、MPRとは、各パケットを無線ネットワークシステム100の全ての通信装置M1~M13へ送信する場合、各通信装置M1~M13が1つのパケットを1回だけ送受信することによってパケットを全ての通信装置M1~M13へ送信できるように中継通信装置を選択することである。

30

【0055】

MPRセクタ集合は、自己をMPRとして選択した通信装置の集合を表す。

【0056】

ローカルリンク情報が確立される過程は、概ね、次のようになる。Helloメッセージは、初期の段階では、各通信装置M11~M13が自己の存在を知らせるために、自己のアドレスが入ったHelloメッセージを隣接する通信装置へ送信する。これを、通信装置M1~M13の全てが行ない、各通信装置M1~M13は、自己の周りにどのようなアドレスを持った通信装置が存在するのかを把握する。このようにして、リンク集合および隣接通信装置集合が構築される。

40

【0057】

そして、構築されたローカルリンク情報は、再び、Helloメッセージによって定期的に送り返される。これを繰り返すことによって、各リンクが双方向であるのか、隣接通信装置の先にどのような通信装置が存在するのかが徐々に明らかになって行く。各通信装置M1~M13は、このように徐々に構築されたローカルリンク情報を蓄える。

【0058】

更に、MPRに関する情報も、Helloメッセージによって定期的に送信され、各通信装置M1~M13へ告知される。各通信装置M1~M13は、自己が送信するパケットの再送信を依頼する通信装置として、いくつかの通信装置をMPR集合として隣接通信装

50

置の中から選択している。そして、このMPR集合に関する情報は、Helloメッセージによって隣接する通信装置へ送信されるので、このHelloメッセージを受信した通信装置は、自己がMPRとして選択してきた通信装置の集合を「MPRセクタ集合」として管理する。このようにすることにより、各通信装置M1～M13は、どの通信装置から受信したパケットを再送信すればよいのかを即座に認識できる。

【0059】

Helloメッセージの送受信により各通信装置M1～M13において、ローカルリンク集合が構築されると、無線ネットワークシステム100全体のトポロジを知らせるためのTCメッセージが通信装置M1～M13へ送信される。このTCメッセージは、MPRとして選択されている全ての通信装置によって定期的に送信される。そして、TCメッセージは、各通信装置とMPRセクタ集合との間のリンクを含んでいるため、無線ネットワークシステム100の全ての通信装置M1～M13は、全てのMPR集合および全てのMPRセクタ集合を知ることができ、全てのMPR集合および全てのMPRセクタ集合に基づいて、無線ネットワークシステム100全体のトポロジを知ることができる。各通信装置M1～M13は、無線ネットワークシステム100全体のトポロジを用いて最短路を計算し、それに基づいて経路表を作成する。

10

【0060】

なお、各通信装置M1～M13は、Helloメッセージとは別に、TCメッセージを頻繁に交換する。そして、TCメッセージの交換にも、MPRが利用される。

【0061】

20

各通信装置M1～M13のレイヤ3は、上述したHelloメッセージおよびTCメッセージを送受信し、その受信したHelloメッセージおよびTCメッセージに基づいて無線ネットワークシステム100全体のトポロジを認識し、その無線ネットワークシステム100全体のトポロジに基づいて、最短路を計算し、それに基づいて、ルーティングテーブルを動的に作成する。

【0062】

通信装置M1は、上述した方法によってルーティングテーブルRT1(図4の(a)参照)を作成し、その作成したルーティングテーブルRT1から経路を選択して各送信先と無線通信を行なう。

【0063】

30

そして、通信装置M1が各送信先と無線通信を行なっているときに、通信装置M1のレイヤ3に属するTCPプロトコルは、特定の送受信アドレスに該当するルート状態が更新される度にその情報を知らせる処理を、情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6に要求する(ステップS1)。即ち、レイヤ3に属するTCPプロトコルは、情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6へ要求DEM1を出力する。

【0064】

クロスレイヤ管理部6は、情報伝達部5を介して要求DEM1を受けると、該当のルート情報に関する情報の存在について確認および情報提供の要求を行なう(ステップS2)。より具体的には、クロスレイヤ管理部6は、要求DEM1の内容を検討し、ルート情報を要求する要求DEM2を情報伝達部5を介してレイヤ2に属するルーティングプロトコルへ出力する。

40

【0065】

レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、クロスレイヤ管理部6から要求DEM2を受けると、要求されている情報がルーティングテーブルRT1に存在しているので、ルート情報の提供を許可する(ステップS3)。即ち、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、要求DEM2に対して許可OK1を情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6へ出力する。

【0066】

クロスレイヤ管理部6は、レイヤ2に属するルーティングプロトコルから許可OK1を受けると、要求DEM1に対する許可OK2を情報伝達部5を介してレイヤ3に属するT

50

ＣＰプロトコルへ出力する（ステップＳ４）。

【００６７】

その後、通信装置Ｍ１と通信装置Ｍ７との間のルートが切断されると、ルーティングテーブルＲＴ１は、ルーティングテーブルＲＴ２へ更新される（図４の（ｂ）参照）。通信装置Ｍ１ - 通信装置Ｍ７間のルートが切断されると、通信装置Ｍ７を送信先とする経路および通信装置Ｍ７を次の通信装置とする経路が更新される。

【００６８】

即ち、通信装置Ｍ７を送信先とする経路が削除され、通信装置Ｍ７を次の通信装置とする経路において、次の通信装置が変更される（図４の（ｂ）における囲み参照）。なお、図４の（ｂ）においては、通信装置Ｍ７を送信先とする経路が削除されたことを示すために、通信装置Ｍ７を送信先とする経路が格納されていた部分を空欄にしている。

10

【００６９】

ルーティングテーブルＲＴ１がルーティングテーブルＲＴ２に更新されると、レイヤ２に属するルーティングプロトコルは、更新されたルーティングテーブルＲＴ２を情報伝達部５を介してクロスレイヤ管理部６へ出力する。即ち、レイヤ２に属するルーティングプロトコルは、クロスレイヤ管理部６へルート状態を通知する（ステップＳ５）。

【００７０】

クロスレイヤ管理部６は、レイヤ２に属するルーティングプロトコルからルーティングテーブルＲＴ２を受けると、通信装置Ｍ１ - 通信装置Ｍ７間のルートが切断されていることを検知し、通信装置Ｍ１ - 通信装置Ｍ７間のルート切断という情報を情報伝達部５を介してレイヤ３に属するＴＣＰプロトコルに通知する（ステップＳ６）。

20

【００７１】

レイヤ３に属するＴＣＰプロトコルは、通信装置Ｍ１ - 通信装置Ｍ７間のルート切断という情報をクロスレイヤ管理部６から受けると、その受けた情報に基づいて、他の通信装置との通信を最適化する。

【００７２】

より具体的には、レイヤ３に属するＴＣＰプロトコルは、ルートが切断されたか否かを判定する（ステップＳ７）。この場合、レイヤ３に属するＴＣＰプロトコルは、クロスレイヤ管理部６からルート切断の情報を受けている場合、ステップＳ７において“ＹＥＳ”と判定し、クロスレイヤ管理部６からルート切断の情報を受けていない場合、ステップ

30

Ｓ７において“ＮＯ”と判定する。

【００７３】

ルートが切断されていないと判定されたとき、レイヤ３に属するＴＣＰプロトコルは、ＴＣＰ通信を継続または再開する（ステップＳ８）。一方、ルートが切断されていると判定されたとき、レイヤ３に属するＴＣＰプロトコルは、輻輳ウィンドウサイズ、再送タイマーなどのパラメータを保持した状態で通信を一時的に停止する（ステップＳ９）。これにより、ルートが切断されたという情報がレイヤ２に属するルーティングプロトコルからレイヤ３に属するＴＣＰプロトコルへ伝達され、レイヤ３に属するＴＣＰプロトコルにおいて、通信が最適化される。

【００７４】

40

このように、クロスレイヤ管理部６は、レイヤ３に属するＴＣＰプロトコルからのルート状態が更新される毎にＴＣＰプロトコルに知らせるという要求ＤＥＭ１に応じて、レイヤ２に属するルーティングプロトコルとレイヤ３に属するＴＣＰプロトコルとの間の情報のやり取りを管理し、レイヤ３に属するＴＣＰプロトコルは、クロスレイヤ管理部６を介してレイヤ２に属するルーティングプロトコルから受けたルート切断情報を用いて通信装置Ｍ１における通信を最適化する。

【００７５】

この場合、図２に示すクロスレイヤ処理に関与しているレイヤは、レイヤ１～４のうち、レイヤ２，３であり、クロスレイヤ管理部６は、各レイヤ１～４の独自の動作を確保した上でレイヤ２，３間の情報のやり取りを管理するので、レイヤ２に属するルーティング

50

プロトコルとレイヤ3に属するTCPプロトコルとの間のクロスレイヤ処理を容易に行なうことができる。

【0076】

なお、図2において、ステップS1～ステップS4は、情報交換開始作業を構成し、ステップS5～ステップS9は、情報交換作業を構成する。従って、クロスレイヤ処理は、情報交換開始作業と、情報交換作業とからなる。

【0077】

(B) パケット伝達率の情報をルーティングプロトコルに知らせる処理

通信装置内のクロスレイヤ処理の第2の例として、パケット伝達率の情報をルーティングプロトコルに知らせる処理について説明する。

【0078】

図5は、通信装置内のクロスレイヤ処理の第2の例を説明するための図である。図6は、ルーティングテーブルの他の例を示す図である。図5は、図1に示すレイヤ2に属するルーティングプロトコルと、レイヤ1に属するMACプロトコルとの間のクロスレイヤ処理を示す。

【0079】

通信装置M6は、通信装置M1～M5, M7～M13の各々を送信先とするルーティングテーブルRT3を保持している(図6の(a)参照)。そして、通信装置M6は、ルーティングテーブルRT3を用いて各送信先と通信を行なっている。

【0080】

このような状況において、クロスレイヤ情報交換は、以下の作業で開始される。通信装置M6のレイヤ2に属するルーティングプロトコルは、近隣の端末A(=通信装置M9)までの情報伝達率に関する情報を60秒ごとに知らせる処理を情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6に要求する(ステップS11)。即ち、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、要求DEM3を情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6へ出力する。

【0081】

クロスレイヤ管理部6は、レイヤ2に属するルーティングプロトコルからの要求DEM3に応じて、要求DEM3の内容を検討し、送信が成功および失敗したパケット数の総数を要求されていることを検知する。そして、クロスレイヤ管理部6は、端末A(=通信装置M9)までの送信が成功したパケット数と送信が失敗したパケット数との総数を60秒ごとに知らせる要求DEM4を情報伝達部5を介してレイヤ1に属するMACプロトコルへ出力する(ステップS12)。また、クロスレイヤ管理部6は、要求DEM3に対する許可OK3を情報伝達部5を介してレイヤ2に属するルーティングプロトコルへ出力する(ステップS13)。これによって、情報交換開始作業が終了する。

【0082】

その後、情報交換作業が開始されると、レイヤ1に属するMACプロトコルは、内蔵したタイマ(図示せず)から60秒が経過したことを示す通知を受け、その受けた通知に応じて、端末A(=通信装置M9)までの送信成功パケット数および送信失敗パケット数を情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6に提供する(ステップS14)。

【0083】

そうすると、クロスレイヤ管理部6は、レイヤ1に属するMACプロトコルから受けた送信成功パケット数および送信失敗パケット数に基づいて、(送信成功パケット数)/(送信成功パケット数+送信失敗パケット数)を演算してパケット伝達率を演算する(ステップS15)。

【0084】

そして、クロスレイヤ管理部6は、その演算したパケット伝達率を情報伝達部5を介してレイヤ2に属するルーティングプロトコルに通知する(ステップS16)。レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、クロスレイヤ管理部6からパケット伝達率を受けると、その受けたパケット伝達率を用いてルーティングテーブルRT3を次のように更新する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

レイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、パケット伝達率が閾値よりも低いかなかを判定し（ステップ S 1 7）、パケット伝達率が閾値よりも小さいとき、通信装置 M 9 を次の通信装置（N e x t H o p）としたルートを再計算する（ステップ S 1 8）。

【 0 0 8 6 】

より具体的には、ルーティングテーブル R T 3 は、端末 A（＝通信装置 M 9）を次の通信装置とする経路として、送信先が通信装置 M 1 0 である経路と、送信先が通信装置 M 1 2 である経路とを含む（通信装置 M 9 を送信先とする経路を除く）。従って、レイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、経路 [送信先：通信装置 M 1 0、次の通信装置：通信装置 M 9] を経路 [送信先：通信装置 M 1 0、次の通信装置：通信装置 M 8] に更新し、
経路 [送信先：通信装置 M 1 2、次の通信装置：通信装置 M 9] を経路 [送信先：通信装置 M 1 2、次の通信装置：通信装置 M 1 1] に更新する。即ち、レイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、ルーティングテーブル R T 3 をルーティングテーブル R T 4 に更新する（図 6 の（b）参照）。

【 0 0 8 7 】

これによって、通信装置 M 6 は、パケット伝達率を閾値以上に保持して通信装置 M 1 0、M 1 2 と通信を行なうことができる。

【 0 0 8 8 】

なお、ステップ S 1 7 において、パケット伝達率が閾値以上であると判定されたとき、ルーティングテーブル R T 3 は、維持される。

このように、レイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、パケット伝達率に基づいて他の通信装置（通信装置 M 1 0、M 1 2）との間で行なう通信を最適化する。

また、クロスレイヤ管理部 6 は、レイヤ 1 から受け取った複数の情報をクロスレイヤ制御に適した新しい情報へ変換する情報処理を行なう。

【 0 0 8 9 】

上述したように、クロスレイヤ管理部 6 は、レイヤ 2 に属するルーティングプロトコルからの情報伝達率に関する情報を知らせるという要求 D E M 3 に応じて、レイヤ 1 に属する M A C プロトコルとレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルとの間の情報のやり取りを管理し、レイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、クロスレイヤ管理部 6 を介してレイヤ 1 に属する M A C プロトコルから受けたルート切断情報を用いて通信装置 M 6 における通信を最適化する。

【 0 0 9 0 】

この場合、図 5 に示すクロスレイヤ処理に関与しているレイヤは、レイヤ 1 ～ 4 のうち、レイヤ 1、2 であり、クロスレイヤ管理部 6 は、各レイヤ 1 ～ 4 の独自の動作を確保した上でレイヤ 1、2 間の情報のやり取りを管理するので、レイヤ 1 に属する M A C プロトコルとレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルとの間のクロスレイヤ処理を容易に行なうことができる。

【 0 0 9 1 】

なお、通信装置内のクロスレイヤ処理は、上述したクロスレイヤ処理に限らず、次に示すクロスレイヤ処理であってもよい。

【 0 0 9 2 】

(i) レイヤ 1 に属する M A C 層の情報（例えば、パケットの受信信号強度）をレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルが使用するクロスレイヤ処理 C L P R 1

(i i) レイヤ 4 に属するアプリケーション層のパケットロス情報をレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルが使用するクロスレイヤ処理 C L P R 2

(i i i) レイヤ 2 に属するネットワーク層の情報をレイヤ 4 に属するアプリケーション層が使用してパケット送信方法を変更するクロスレイヤ処理 C L P R 3

クロスレイヤ処理 C L P R 1 が行なわれるとき、各通信装置において、レイヤ 1 に属する M A C 層は、パケットの受信信号強度を検出し、その検出した受信信号強度を情報伝達部 5 を介してクロスレイヤ管理部 6 に通知し、クロスレイヤ管理部 6 は、レイヤ 1 に属す

10

20

30

40

50

るMAC層から受けた受信信号強度を情報伝達部5を介してレイヤ2に属するルーティングプロトコルに渡す。

【0093】

そして、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、クロスレイヤ管理部6から受けた受信信号強度に基づいて、各送信先までのルートを決する。即ち、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、受信信号強度が相対的に強いルートを選択して各送信先までのルートを確認する。より具体的には、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、ホップ数が多くなっても、受信信号強度が相対的に強くなるルートを選択して送信先までのルートを確認する。

【0094】

また、クロスレイヤ処理CLPR2が行なわれるとき、各通信装置において、レイヤ4に属するアプリケーション層は、パケットロス情報を情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6へ通知し、クロスレイヤ管理部6は、レイヤ4に属するアプリケーション層から受けたパケットロス情報を情報伝達部5を介してレイヤ2に属するルーティングプロトコルに渡す。

【0095】

そして、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、クロスレイヤ管理部6から受けたパケットロス情報に基づいて、各送信先までのルートを決する。即ち、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、パケットロスが相対的に少ないルートを選択して各送信先までのルートを確認する。より具体的には、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、ホップ数が多くなっても、パケットロスが相対的に少ないルートを選択して送信先までのルートを確認する。

【0096】

更に、クロスレイヤ処理CLPR3が行なわれるとき、各通信装置において、レイヤ2に属するネットワーク層は、IPのエラーメッセージを情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6に通知し、クロスレイヤ管理部6は、レイヤ2に属するネットワーク層から受けたIPのエラーメッセージを情報伝達部5を介してレイヤ4に属するアプリケーション層に渡す。

【0097】

そして、レイヤ4に属するアプリケーション層は、クロスレイヤ管理部6から受けたIPのエラーメッセージに基づいて、送信方法をTCP送信からUDP送信に変更する。

【0098】

このように、この発明においては、通信装置内のクロスレイヤ処理には、各種のクロスレイヤ処理が含まれる。

【0099】

[通信装置間のクロスレイヤ処理]

図7は、通信装置間のクロスレイヤ処理において用いられる専用パケットの構成図である。専用パケットPKTCは、MACヘッダと、IPヘッダと、クロスレイヤヘッダと、データ部とからなる。

【0100】

MACヘッダは、通常のMACヘッダからなる。IPヘッダは、Protocolフィールドを含む。そして、Protocolフィールドには、上位のプロトコルとして“クロスレイヤ”が格納される。

【0101】

クロスレイヤヘッダは、src_idと、イベントとを含む。src_idは、専用パケットPKTCを作成した通信装置を表す。イベントには、クロスレイヤ処理を行なう必要が生じた原因が格納される。データ部には、クロスレイヤ処理のための詳細な指示または情報等が格納される。

【0102】

通信装置間のクロスレイヤ処理が行なわれる場合、通信装置のクロスレイヤ管理部6は

10

20

30

40

50

、専用パケット P K T C を用いて情報のやり取りを行なう。そして、通信装置のクロスレイヤ管理部 6 は、専用パケット P K T C をユニキャスト、マルチキャストおよびフラディングのいずれかの方式で送信する。

【 0 1 0 3 】

以下、専用パケット P K T C を用いた通信装置間のクロスレイヤ処理について説明する。

【 0 1 0 4 】

(C) 中継端末のリンクレイヤからの情報を送信元端末の T C P レイヤに送信する処理

図 8 は、通信装置間のクロスレイヤ処理の第 1 の例を説明するための概念図である。また、図 9 は、通信装置間のクロスレイヤ処理の第 1 の例を説明するためのフローチャートである。図 8 において、通信装置 A は、送信元端末であり、通信装置 B は、中継端末である。

【 0 1 0 5 】

送信元端末である通信装置 A のレイヤ 3 に属するトランスポート層は、データパケットをレイヤ 2 に属するネットワーク層およびレイヤ 1 を介して通信装置 B へ送信する。

【 0 1 0 6 】

中継端末である通信装置 B のレイヤ 1 は、通信装置 A からのデータパケットを受信し、その受信したデータパケットをレイヤ 2 に属するネットワーク層へ出力する。そして、通信装置 B のレイヤ 2 に属するネットワーク層は、通信装置 A からのデータパケットを送信先へ中継するためにレイヤ 1 へ出力する。しかし、通信装置 B のレイヤ 1 において、バッファ溢れ（輻輳）が発生した場合、データパケットが廃棄される（ステップ S 2 1 ）。

【 0 1 0 7 】

このように、通信装置 B のレイヤ 1 において、パケット損失が発生すると、通信装置 B のレイヤ 1 は、情報伝達部 5 を介してパケットが損失したことをクロスレイヤ管理部 6 へ通知する（ステップ S 2 2 ）。

【 0 1 0 8 】

そして、通信装置 B のクロスレイヤ管理部 6 は、レイヤ 1 からパケット損失を受けると、 P r o t o c o l フィールドに P r o t o c o l = クロスレイヤを設定し、 s r c _ i d に通信装置 B の I P アドレスを設定し、受信端末に送信 T C P を設定し、イベントに T C P パケットロス を格納した専用パケット P K T C を作成する（ステップ S 2 3 ）。

【 0 1 0 9 】

クロスレイヤ管理部 6 は、専用パケット P K T C を作成すると、その作成した専用パケット P K T C を情報伝達部 5、レイヤ 2 に属するネットワーク層およびレイヤ 1 を介して通信装置 A へ送信する（ステップ S 2 4 ）。

【 0 1 1 0 】

通信装置 A のレイヤ 1 は、通信装置 B からの専用パケット P K T C を受信し、その受信した専用パケット P K T C を情報伝達部 5 を介してクロスレイヤ管理部 6 へ渡す（ステップ S 2 5 ）。

【 0 1 1 1 】

そうすると、通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 は、レイヤ 1 から受けた専用パケット P K T C を解析し、通信装置 B（中継端末）でバッファ溢れ（輻輳）によりパケット損失が発生したことを情報伝達部 5 を介してレイヤ 3 に属する該当の T C P に通知する（ステップ S 2 6 ）。

【 0 1 1 2 】

レイヤ 3 に属する該当の T C P は、通信装置 B（中継端末）でバッファ溢れ（輻輳）によりパケット損失が発生したことを示す通知をクロスレイヤ管理部 6 から受けると、輻輳制御を行なう（ステップ S 2 7 ）。これにより、通信装置 A - 通信装置 B との間のクロスレイヤ処理が終了する。

【 0 1 1 3 】

このように、通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 および通信装置 B のクロスレイヤ管理

10

20

30

40

50

部 6 は、通信装置 A のレイヤ 3 に属するトランスポート層と通信装置 B のレイヤ 1 との間で情報のやり取りを管理し、クロスレイヤ処理を行なう。その結果、通信装置 A のレイヤ 3 に属するトランスポート層は、通信装置 B において輻輳によるパケット損失が発生したことを容易に知ることができ、その輻輳によるパケット損失に対する対策として輻輳制御を迅速に行なうことができる。

(D) 複数のクロスレイヤ処理

図 1 0 は、ネットワークにおいて発生する問題を説明するための概念図である。通信装置 A ~ F は、ネットワークを構成し、通信装置 B は、通信装置 A の通信領域 R E G 1 内に存在し、通信装置 C , D は、通信装置 A の通信領域 R E G 1 内および通信装置 E の通信領域 R E G 2 内に存在し、通信装置 E は、通信装置 A の通信領域 R E G 1 外に存在し、通信装置 F は、通信装置 B の通信領域 R E G 3 内に存在し、通信装置 A の通信領域 R E G 1 外に存在する。

10

【 0 1 1 4 】

そして、通信装置 A は、通信装置 E が自己の通信領域 R E G 1 外に存在するため、通信装置 C を介して通信装置 E へトラフィック 1 を送信し、自己の通信領域 R E G 1 内に存在する通信装置 F へトラフィック 2 を送信しようとしている。トラフィック 1 は、V i d e o ストリーミングというアプリケーションを実行するためのパケットからなり、トラフィック 2 は、W E B 閲覧というアプリケーションを実行するためのパケットからなる。

【 0 1 1 5 】

このような状況において、通信装置 A の通信領域 R E G 1 内にパケット衝突が頻繁に発生するという問題 1 が発生し、通信装置 B および通信装置 C が輻輳状態であるという問題 2 が発生する。

20

【 0 1 1 6 】

図 1 1 は、図 1 0 に示す問題 1 の検知を説明するためのフローチャートである。通信装置 A の通信領域 R E G 1 内におけるパケット衝突の発生は、通信装置 A において行なわれる。通信装置 A のレイヤ 1 に属する M A C プロトコルは、内蔵したタイマから 6 0 秒が経過する毎に通知を受け、6 0 秒間におけるパケットの衝突回数およびパケット送信成功回数を検出する。そして、レイヤ 1 に属する M A C プロトコルは、その検出した衝突回数およびパケット送信成功回数を情報伝達部 5 を介してクロスレイヤ管理部 6 へ通知する (ステップ S 3 1) 。

30

【 0 1 1 7 】

クロスレイヤ管理部 6 は、レイヤ 1 に属する M A C プロトコルから衝突回数およびパケット送信成功回数を受けると、衝突回数 / (パケット送信成功回数 + 衝突回数) を演算してパケットの衝突率を求める (ステップ S 3 2) 。

【 0 1 1 8 】

そして、クロスレイヤ管理部 6 は、その求めたパケットの衝突率が閾値よりも大きい場合かを判定し (ステップ S 3 3) 、パケットの衝突率が閾値よりも大きいとき、「チャンネルが混んでおり、チャンネルに与える負荷を減らす必要がある」ことを検知する (ステップ S 3 4) 。これにより、通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 は、問題 1 を検知する。

【 0 1 1 9 】

なお、ステップ S 3 3 において、パケットの衝突率が閾値以下であるとき、通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 は、パケットの衝突が問題とならないことを検知する。

40

【 0 1 2 0 】

図 1 2 は、図 1 0 に示す問題 2 の検知を説明するための概念図である。また、図 1 3 は、図 1 0 に示す問題 2 の検知を説明するためのフローチャートである。通信装置 B または C のレイヤ 1 は、キューサイズが閾値を越えたことを検出することにより、輻輳発生を検知する (ステップ S 4 1) 。

【 0 1 2 1 】

そして、通信装置 B または C のレイヤ 1 は、その検知した輻輳発生を情報伝達部 5 を介してクロスレイヤ管理部 6 へ通知する (ステップ S 4 2) 。クロスレイヤ管理部 6 は、レ

50

イヤ1から輻輳発生を受けると、ProtocolフィールドにProtocol=クロスレイヤを設定し、src_idに通信装置BまたはCのIPアドレスを設定し、受信端末に通信装置Aを設定し、イベントに輻輳発生を格納した専用パケットPKTCを作成する(ステップS43)。

【0122】

クロスレイヤ管理部6は、専用パケットPKTCを作成すると、その作成した専用パケットPKTCを情報伝達部5、レイヤ2に属するネットワーク層およびレイヤ1を介して通信装置Aへ送信する(ステップS44)。

【0123】

そうすると、通信装置Aのレイヤ1は、専用パケットPKTCを受信し、その受信した専用パケットPKTCを情報伝達部5を介してクロスレイヤ管理部6へ渡す(ステップS45)。そして、通信装置Aのクロスレイヤ管理部6は、専用パケットPKTCを解析し、通信装置Bまたは通信装置Cで輻輳が発生していることを検知する(ステップS46)。また、通信装置Aのクロスレイヤ管理部6は、「輻輳状態にある通信装置を避けるルートを使用、またはそれらの通信装置へ送信する転送レートを減らす必要がある」と判定する(ステップS47)。これにより、問題2の検知が終了する。

10

【0124】

このように、問題2は、通信装置間のクロスレイヤ処理によって検知される。

【0125】

図14は、2つのトラフィックをサポートするレイヤの概念図である。レイヤ4としてアプリケーション1=Videoおよびアプリケーション2=WB閲覧が実行されている。

20

【0126】

そして、アプリケーション1(=Video)は、UDP、ルーティングプロトコルおよびMACプロトコルを介して他の通信装置と通信を行なう。また、アプリケーション2(=WEB閲覧)は、TCP、ルーティングプロトコルおよびMACプロトコルを介して他の通信装置と通信を行なう。

【0127】

図15は、図10に示す問題1,2を解決する動作を説明するためのフローチャートである。通信装置Aのクロスレイヤ管理部6は、通信装置Cで輻輳が発生していることを検知すると、その対策1として、通信装置Cを経由せずに通信装置Eへアクセスするルートを検索するようにレイヤ2に属するルーティングプロトコルに情報伝達部5を介して指示を与える(ステップS51)。

30

【0128】

そうすると、レイヤ2に属するルーティングプロトコルは、通信装置Dを次の通信装置とする通信装置Eへのルートを確認する(ステップS52)。これにより、輻輳状態にある通信装置Cを避けて通信装置Eと通信を行なうことができる。

【0129】

また、通信装置Aのクロスレイヤ管理部6は、通信装置BまたはCが輻輳状態にあることを検知すると、その対策2として、ウィンドウサイズを下げ、転送レートを減少させるようにレイヤ3に属するTCPプロトコルに情報伝達部5を介して指示を与える(ステップS53)。

40

【0130】

そうすると、レイヤ3に属するTCPプロトコルは、ウィンドウサイズを減少させ、転送レートを減少させる(ステップS54)。これにより、通信装置BまたはCにおける輻輳を軽減できる。

【0131】

更に、通信装置Aのクロスレイヤ管理部6は、レイヤ4に属するアプリケーション1に対して、より圧縮率の高い方式を使用するように情報伝達部5を介して指示を与える(ステップS55)。

50

【 0 1 3 2 】

そうすると、レイヤ 4 に属するアプリケーション 1 は、より圧縮率が高い圧縮方式を使用し、データ量を減らす（ステップ S 5 6）。これにより、チャンネルに与える負荷を減少できる。

【 0 1 3 3 】

更に、通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 は、レイヤ 4 に属するアプリケーション 2 に対して、WEB ページ上の画像等に使用されている色の数を減らすように情報伝達部 5 を介して指示を与える（ステップ S 5 7）。

【 0 1 3 4 】

そうすると、レイヤ 4 に属するアプリケーション 2 は、画像等に使用されている色の数を減らし、データ量を減少する（ステップ S 5 8）。これにより、チャンネルに与える負荷を減らすことができるとともに、通信装置 B の輻輳情報を軽減できる。

【 0 1 3 5 】

上述したように、通信装置 A のレイヤ 1 に属する MAC プロトコルが衝突回数およびパケット送信成功回数を検出してクロスレイヤ管理部 6 に通知すると（ステップ S 3 1 参照）、通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 は、衝突回数およびパケット送信成功回数に基づいてパケット衝突率を演算して通信装置 A の通信領域 REG 1 内におけるパケットの衝突を検知し（ステップ S 3 2 , S 3 3 参照）、レイヤ 3 に属する TCP プロトコルに対して、ウィンドウサイズを下げ、転送レートを減少させるように指示を与え（ステップ S 5 3 参照）、レイヤ 3 に属する TCP プロトコルは、ウィンドウサイズを減少させ、転送レートを減少させて通信を行なう（ステップ S 5 4 参照）。従って、通信装置 A において、レイヤ 1 に属する MAC プロトコルとレイヤ 3 に属する TCP プロトコルとの間のクロスレイヤ処理が行なわれる。

【 0 1 3 6 】

また、通信装置 B または C のレイヤ 1 が輻輳発生を検出して通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 に通知すると（ステップ S 4 1 ~ ステップ S 4 5 参照）、通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 は、通信装置 B または C が輻輳状態であることを検知し（ステップ S 4 6 参照）、通信装置 C を避けて通信装置 E へアクセスするルートを検索するようにレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルに指示 Com 1 を与え（ステップ S 5 1 参照）、より圧縮率の高い圧縮方式を使用するようにレイヤ 4 に属するアプリケーション 1 に指示 Com 2 を与え（ステップ S 5 5 参照）、画像等に使用されている色の数を減らすようにレイヤ 4 に属するアプリケーション 2 に指示 Com 3 を与え（ステップ S 5 7 参照）、レイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、指示 Com 1 に対して、通信装置 C を避けて通信装置 E にアクセスするルートを確立し（ステップ S 5 2 参照）、レイヤ 4 に属するアプリケーション 1 は、指示 Com 2 に対して、より圧縮率の高い圧縮方式を使用してデータ量を減らし（ステップ S 5 6 参照）、レイヤ 4 に属するアプリケーション 2 は、指示 Com 3 に対して、色の数を減らし、データ量を減らす（ステップ S 5 8 参照）。従って、通信装置 B または C のプロトコル 1（リンク層）と通信装置 A のレイヤ 4 に属するアプリケーション 1 , 2 との間のクロスレイヤ処理が行なわれる。

【 0 1 3 7 】

これにより、図 1 に示す問題 1 および問題 2 が解決される。

【 0 1 3 8 】

なお、通信装置間のクロスレイヤ処理は、上述したクロスレイヤ処理に限らず、次に示すクロスレイヤ処理であってもよい。

【 0 1 3 9 】

(i v) 通信相手のプロトコル 1（MAC 層）の情報（例えば、自己の通信相手への信号強度）を自己のレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルが使用するクロスレイヤ処理 CLPR 4

クロスレイヤ処理 CLPR 4 が行なわれるとき、通信相手である通信装置 A のレイヤ 1 に属する MAC 層は、パケットの受信信号強度を検出し、その検出した受信信号強度を情

10

20

30

40

50

報伝達部 5 を介してクロスレイヤ管理部 6 に通知し、通信装置 A のクロスレイヤ管理部 6 は、レイヤ 1 に属する M A C 層から受けた受信信号強度を格納した専用パケット P K T C を生成して情報伝達部 5、ネットワーク層およびリンク層を介して通信装置 B へ送信する。

【 0 1 4 0 】

そして、通信装置 B のレイヤ 1 は、通信装置 A から専用パケット P K T C を受信し、その受信した専用パケット P K T C を情報伝達部 5 を介してクロスレイヤ管理部 6 に出力する。通信装置 B のクロスレイヤ処理部 6 は、専用パケット P K T C を解析し、通信装置 A から送られた受信信号強度を専用パケット P K T C から検出する。そして、通信装置 B のクロスレイヤ管理部 6 は、その検出した受信信号強度を情報伝達部 5 を介してレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルに渡す。

10

【 0 1 4 1 】

そうすると、通信装置 B のレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、クロスレイヤ管理部 6 から受けた受信信号強度に基づいて、各送信先までのルートを決する。即ち、通信装置 B のレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、受信信号強度が相対的に強いルートを選択して各送信先までのルートを確認する。より具体的には、通信装置 B のレイヤ 2 に属するルーティングプロトコルは、ホップ数が多くなっても、受信信号強度が相対的に強くなるルートを選択して送信先までのルートを確認する。

【 0 1 4 2 】

このように、この発明においては、通信装置間のクロスレイヤ処理には、各種のクロスレイヤ処理が含まれる。

20

【 0 1 4 3 】

この発明によれば、通信装置 1 0 は、複数のレイヤ 1 ~ 4 間においてクロスレイヤ処理のための情報のやり取りを管理するクロスレイヤ管理部 6 を備えるので、複数のレイヤ 1 ~ 4 の各々は、クロスレイヤ管理部 6 を介して必要な情報を取得する。つまり、複数のレイヤの各々が独自の動作を独立に実行しながら、クロスレイヤ管理部 6 を介して複数のレイヤ間でクロスレイヤ処理が行なわれる。従って、この発明によれば、クロスレイヤ処理を容易に実行できる。

【 0 1 4 4 】

なお、この発明において、クロスレイヤ処理は、レイヤ間の情報交換、一つまたは複数のレイヤからの情報の最適化、および一つ以上のレイヤからの情報に基づいて、異なる一つ以上のレイヤに対して Q o S (Q u a l i t y o f S e r v i c e) およびセキュリティを目的とした動作を指示すること等からなる。

30

【 0 1 4 5 】

上記においては、通信装置 1 0 は、無線ネットワークシステム 1 0 0 を構成すると説明したが、この発明においては、これに限らず、通信装置 1 0 は、有線ネットワークシステムを構成するようにしてもよく、一般的には、全ての T C P / I P ネットワークにおける端末装置内および端末装置間のクロスレイヤ処理をサポートする通信装置として用いられる。

【 0 1 4 6 】

例えば、通信装置 1 0 は、メッシュ無線ネットワークのアクセスポイント内のクロスレイヤ処理またはアクセスポイント間のクロスレイヤ処理をサポートする通信装置として用いられる。また、通信装置 1 0 は、アドホックネットワークにおけるクロスレイヤ処理をサポートする通信装置として用いられる。

40

【 0 1 4 7 】

なお、上述した情報伝達部 5 およびクロスレイヤ管理部 6 は、ソフトウェアによって実現される。そして、情報伝達部 5 は、レイヤ 1 ~ 4 の各々からの要求および情報等を吸い出してクロスレイヤ管理部 6 に出力するとともに、クロスレイヤ管理部 6 からのデータおよび情報等を吸い出してレイヤ 1 ~ 4 へ与える。即ち、情報伝達部 5 は、レイヤ 1 ~ 4 の各々とクロスレイヤ管理部 6 との間の情報のやり取りを円滑に行なう機能を果たす。

50

【0148】

このように、情報伝達部5およびクロスレイヤ管理部6は、通信装置10においてレイヤ1~4にソフトウェア的に追加されるので、レイヤ1~4の各々が独立して行なう独自の動作を保証したまま情報伝達部5およびクロスレイヤ管理部6の機能を通信装置10に容易に実装できる。

【0149】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0150】

この発明は、複数のレイヤの独自性を維持してクロスレイヤ処理を容易に実行可能な通信装置に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0151】

【図1】この発明の実施の形態による通信装置の構成を示す概略図である。

【図2】通信装置内のクロスレイヤ処理の第1の例を説明するための図である。

【図3】無線ネットワークシステムの概略図である。

【図4】ルーティングテーブルの例を示す図である。

【図5】通信装置内のクロスレイヤ処理の第2の例を説明するための図である。

【図6】ルーティングテーブルの他の例を示す図である。

【図7】通信装置間のクロスレイヤ処理において用いられる専用パケットの構成図である。

。

【図8】通信装置間のクロスレイヤ処理の第1の例を説明するための概念図である。

【図9】通信装置間のクロスレイヤ処理の第1の例を説明するためのフローチャートである。

【図10】ネットワークにおいて発生する問題を説明するための概念図である。

【図11】図10に示す問題1の検知を説明するためのフローチャートである。

【図12】図10に示す問題2の検知を説明するための概念図である。

【図13】図10に示す問題2の検知を説明するためのフローチャートである。

【図14】2つのトラフィックをサポートするレイヤの概念図である。

【図15】図10に示す問題1, 2を解決する動作を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

【0152】

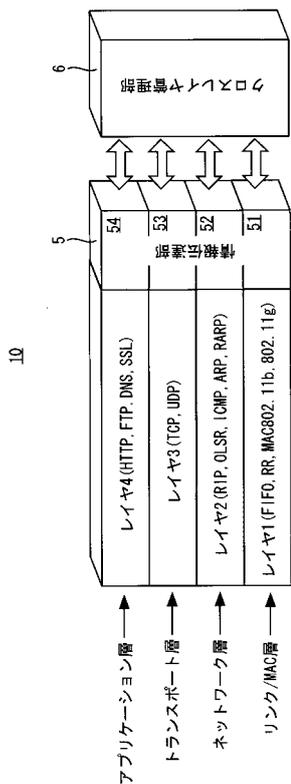
1~4 レイヤ、5 情報伝達部、6 クロスレイヤ管理部、10, M1~M13 通信装置、51~54 ユニット、100 無線ネットワークシステム。

10

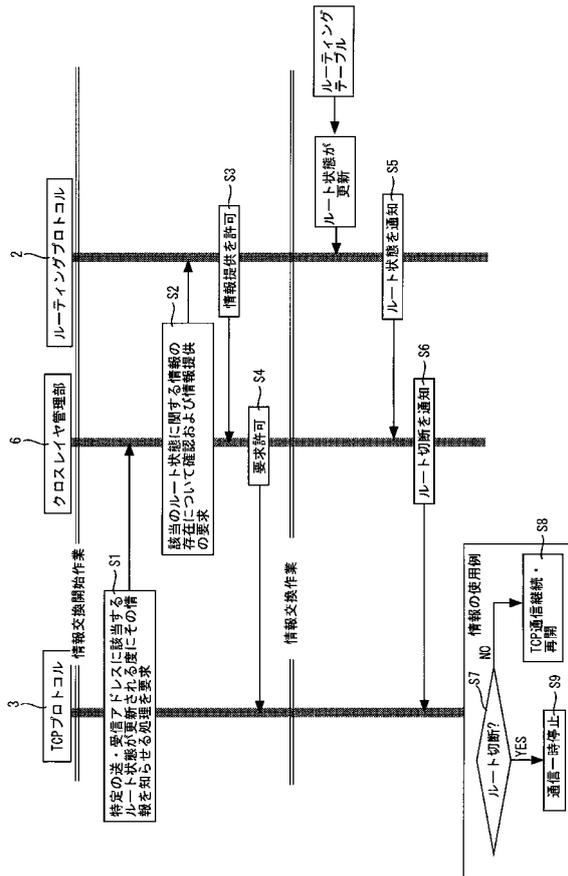
20

30

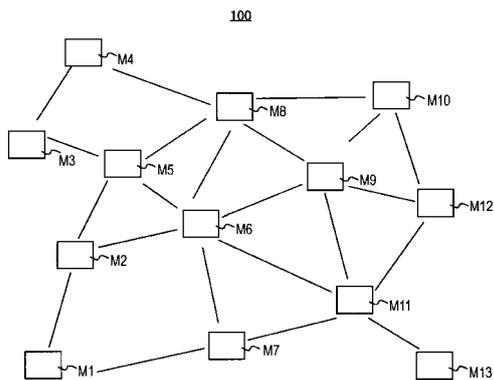
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

RT1

送信先	次の通信装置	ホップ数
通信装置M2	通信装置M2	1
通信装置M3	通信装置M2	3
通信装置M4	通信装置M2	4
通信装置M5	通信装置M2	2
通信装置M6	通信装置M7	2
通信装置M7	通信装置M7	1
通信装置M8	通信装置M2	3
通信装置M9	通信装置M2	3
通信装置M10	通信装置M2	4
通信装置M11	通信装置M7	2
通信装置M12	通信装置M7	3
通信装置M13	通信装置M7	3

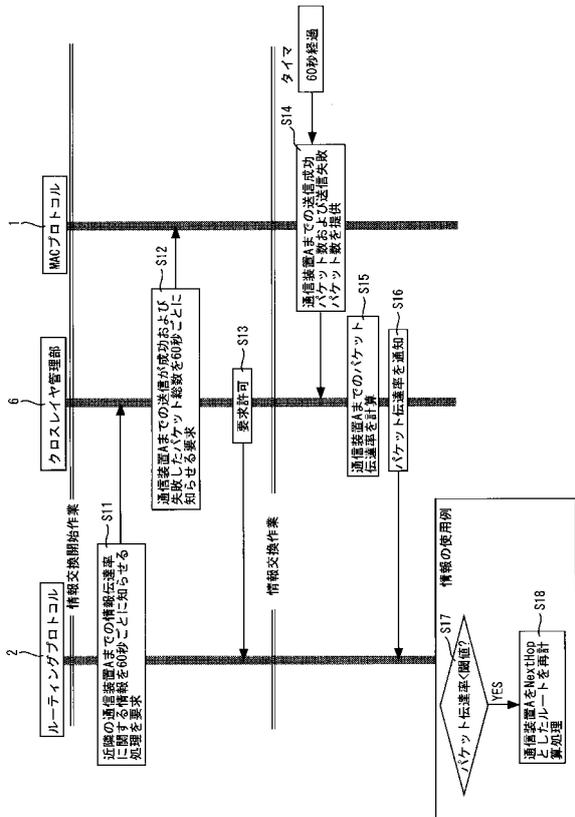
(a)

RT2

送信先	次の通信装置	ホップ数
通信装置M2	通信装置M2	1
通信装置M3	通信装置M2	3
通信装置M4	通信装置M2	4
通信装置M5	通信装置M2	2
通信装置M6	通信装置M2	2
通信装置M8	通信装置M2	3
通信装置M9	通信装置M2	3
通信装置M10	通信装置M2	4
通信装置M11	通信装置M2	3
通信装置M12	通信装置M2	4
通信装置M13	通信装置M2	4

(b)

【図5】



【図6】

RT3

送信先	次の通信装置	ホップ数
通信装置M1	通信装置M2	2
通信装置M2	通信装置M2	1
通信装置M3	通信装置M5	2
通信装置M4	通信装置M8	2
通信装置M5	通信装置M5	1
通信装置M7	通信装置M7	1
通信装置M8	通信装置M8	1
通信装置M9	通信装置M9	1
通信装置M10	通信装置M9	2
通信装置M11	通信装置M11	1
通信装置M12	通信装置M9	2
通信装置M13	通信装置M11	2

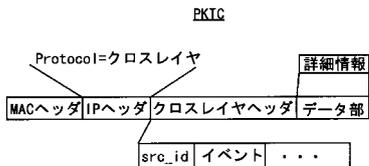
(a)

RT4

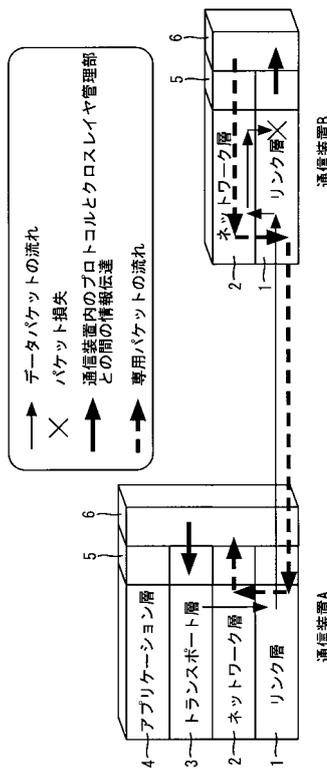
送信先	次の通信装置	ホップ数
通信装置M1	通信装置M2	2
通信装置M2	通信装置M2	1
通信装置M3	通信装置M5	2
通信装置M4	通信装置M8	2
通信装置M5	通信装置M5	1
通信装置M7	通信装置M7	1
通信装置M8	通信装置M8	1
通信装置M9	通信装置M9	1
通信装置M10	通信装置M8	2
通信装置M11	通信装置M11	1
通信装置M12	通信装置M11	2
通信装置M13	通信装置M11	2

(b)

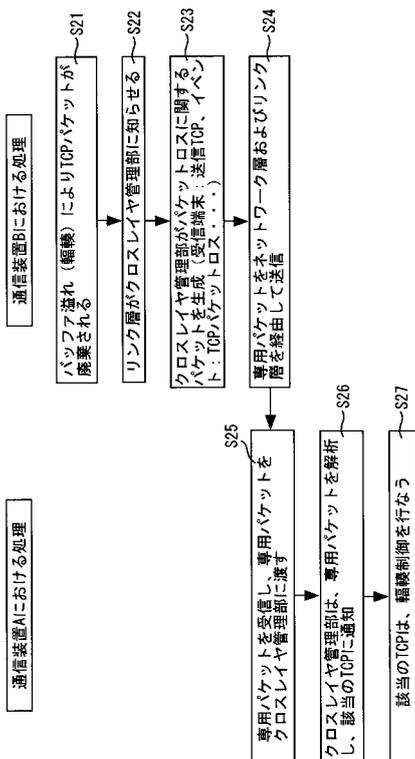
【図7】



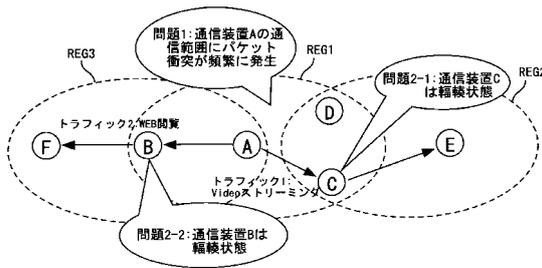
【図8】



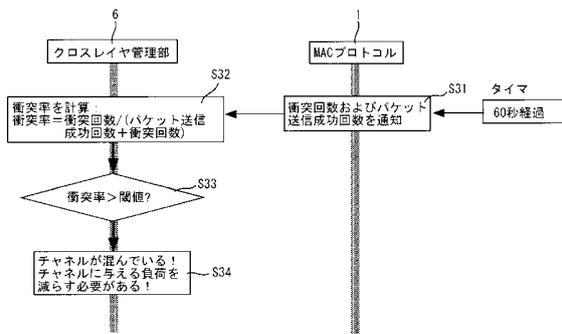
【図9】



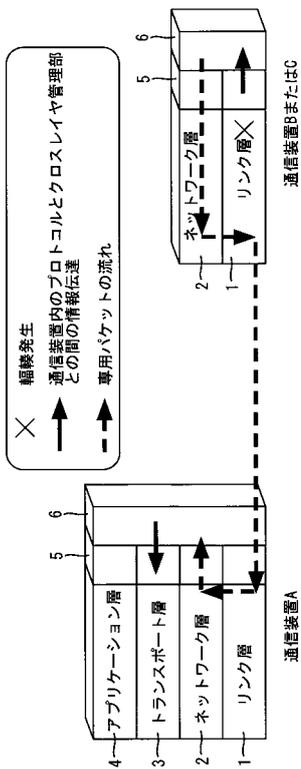
【図10】



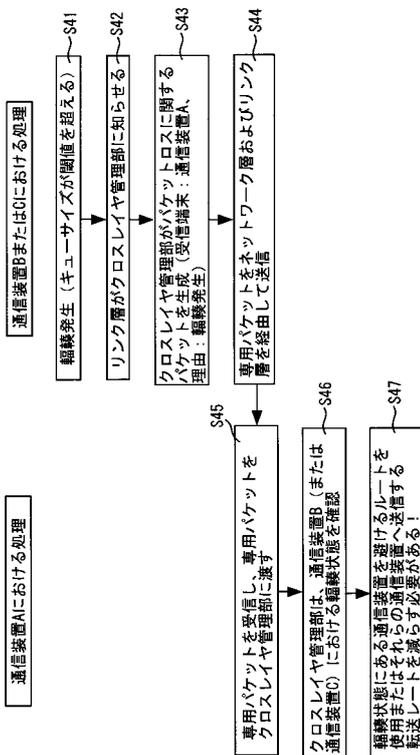
【図11】



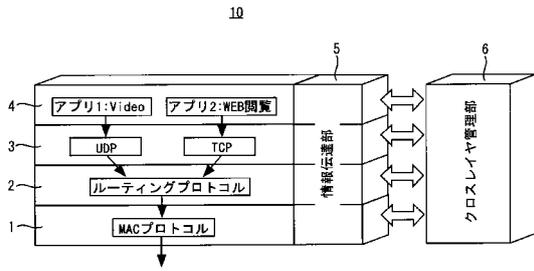
【図12】



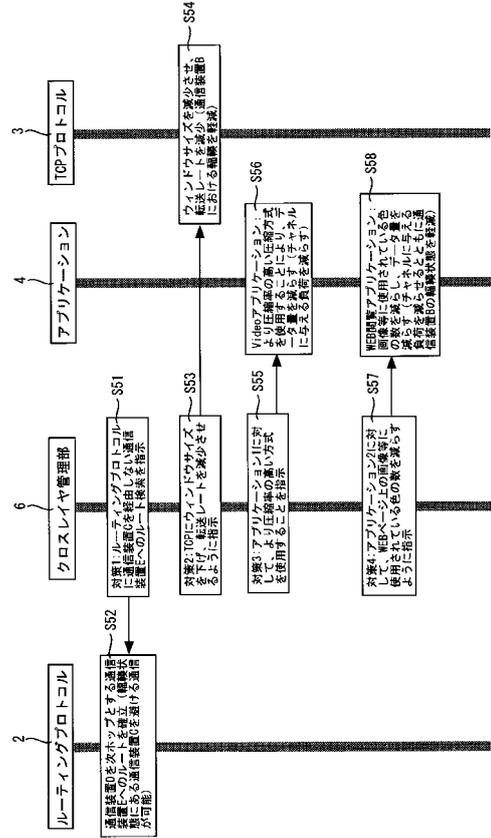
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

- (72)発明者 ピーター デイビス
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 門脇 直人
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 小花 貞夫
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 阿部 弘

- (56)参考文献 特開2000-031965(JP,A)
特開2000-059364(JP,A)
特開昭63-074351(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 29/10