

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4384675号
(P4384675)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月2日(2009.10.2)

(51) Int.Cl. F I
 H O 4 L 12/56 (2006.01) H O 4 L 12/56 1 0 0 Z
 H O 4 W 16/26 (2009.01) H O 4 Q 7/00 2 3 1

請求項の数 12 (全 41 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-32922 (P2007-32922) (22) 出願日 平成19年2月14日(2007.2.14) (65) 公開番号 特開2008-199332 (P2008-199332A) (43) 公開日 平成20年8月28日(2008.8.28) 審査請求日 平成20年2月1日(2008.2.1)</p> <p>(出願人による申告)平成18年度独立行政法人情報通信研究機構、研究テーマ「高レスポンスマルチホップ自律無線通信システムの研究開発」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000232254 日本電気通信システム株式会社 東京都港区三田1丁目4番28号 (73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 100112715 (74) 代理人 弁理士 松山 隆夫 (72) 発明者 近藤 良久 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 伊藤 哲也 東京都港区三田1丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 無線装置およびそれを用いた無線ネットワーク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自律的に確立される無線ネットワークを構成する無線装置であって、
アプリケーション層よりも下位のインターネット層に属し、当該無線装置から送信先の無線装置までの間に存在するn(nは正の整数)個の無線区間におけるn個の最大送信レートのうち、最小の最大送信レートを当該無線装置のMAC層における送信レートとして決定する送信レート決定手段と、

アプリケーション層よりも下位のMAC層および物理層に属し、前記送信レート決定手段によって決定された送信レートでパケットを送信する送信手段と、

前記インターネット層に属し、前記n個の無線区間に存在する各無線装置へのパケットの到達状況を示すパケット到達状況に基づいて、前記n個の最大送信レートを決定する最大送信レート決定手段とを備え、

前記送信レート決定手段は、前記最大送信レート決定手段によって決定されたn個の最大送信レートのうち、最小の最大送信レートを前記送信レートとして決定する、無線装置。

【請求項2】

前記最大送信レート決定手段は、前記パケットを生成するアプリケーションの種類と前記パケット到達状況とに基づいて、前記n個の最大送信レートを決定する、請求項1に記載の無線装置。

【請求項3】

10

20

前記最大送信レート決定手段は、前記パケットの packet size と前記パケット到達状況とに基づいて、前記 n 個の最大送信レートを決定する、請求項 1 に記載の無線装置。

【請求項 4】

前記最大送信レート決定手段は、前記パケット到達状況と基準送信レートとの関係を保持しており、前記パケット到達状況に対応する基準送信レートを検出し、その検出した基準送信レートに前記パケットサイズによる重み付けを行なって前記 n 個の最大送信レートを決定する、請求項 3 に記載の無線装置。

【請求項 5】

前記最大送信レート決定手段は、前記パケットサイズが相対的に大きいとき、前記データ到達状況が第 1 のデータ到達状況以上であれば、使用可能な複数の基準送信レートのうち、最大の基準送信レートを最大送信レートとして決定することによって前記 n 個の最大送信レートを決定し、前記パケットサイズが相対的に小さいとき、前記データ到達状況が前記第 1 のデータ到達状況よりも良い第 2 のデータ到達状況よりも更に良い第 3 のデータ到達状況以上であれば、前記複数の基準送信レートのうち、最大の基準送信レートを最大送信レートとして決定することによって前記 n 個の最大送信レートを決定する、請求項 4 に記載の無線装置。

【請求項 6】

前記無線ネットワークを構成する全ての無線装置へのデータ到達状況を取得する取得手段と、

当該無線装置から前記送信先の無線装置までの経路を確立する経路確立手段とを更に備え、

前記最大送信レート決定手段は、前記経路確立手段によって確立された経路上に存在する無線装置へのデータ到達状況を前記取得手段によって取得されたデータ到達状況の中から選択し、その選択したデータ到達状況を用いて前記 n 個の最大送信レートを決定する、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の無線装置。

【請求項 7】

前記取得手段は、前記無線ネットワークにおける経路情報の送受信に同期して前記全ての無線装置へのデータ到達状況を取得する、請求項 6 に記載の無線装置。

【請求項 8】

送信元から送信先までの経路が確立される過程において前記 n 個の無線区間上に存在する無線装置へのデータ到達状況を取得する取得手段を更に備え、

前記最大送信レート決定手段は、前記取得手段によって取得されたデータ到達状況を用いて前記 n 個の最大送信レートを決定する、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の無線装置。

【請求項 9】

前記データ到達状況は、平均受信信号強度からなる、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の無線装置。

【請求項 10】

前記最大送信レート決定手段は、送信レートがパケットロスよりもスループットに大きく影響するとき、使用可能な複数の基準送信レートのうち、相対的に高い基準送信レートを最大送信レートと決定することによって前記 n 個の最大送信レートを決定し、前記パケットロスが前記送信レートよりもスループットに大きく影響するとき、前記複数の基準送信レートのうち、相対的に低い基準送信レートを最大送信レートと決定することによって前記 n 個の最大送信レートを決定し、

前記送信レート決定手段は、前記最大送信レート決定手段によって決定された n 個の最大送信レートのうち、最小の最大送信レートを前記送信レートとして決定する、請求項 1 に記載の無線装置。

【請求項 11】

前記最大送信レート決定手段は、パケットサイズが基準値よりも大きいとき、使用可能な複数の基準送信レートのうち、相対的に高い基準送信レートを最大送信レートと決定す

ることによって前記 n 個の最大送信レートを決定し、前記パケットサイズが前記基準値以下であるとき、前記複数の基準送信レートのうち、相対的に低い基準送信レートを最大送信レートと決定することによって前記 n 個の最大送信レートを決定し、

前記送信レート決定手段は、前記最大送信レート決定手段によって決定された n 個の最大送信レートのうち、最小の最大送信レートを前記送信レートとして決定する、請求項 1 に記載の無線装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の無線装置を備える無線ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この発明は、無線装置およびそれを用いた無線ネットワークに関し、特に、自律的に構築される無線ネットワークに用いられる無線装置およびそれを用いた無線ネットワークに関するものである。

【背景技術】

【0002】

アドホックネットワークは、複数の無線装置が相互に通信を行なうことによって自律的、かつ、即時的に構築されるネットワークである。アドホックネットワークでは、通信する 2 つの無線装置が互いの通信エリアに存在しない場合、2 つの無線装置の中間に位置する無線装置がルータとして機能し、データパケットを中継するので、広範囲のマルチホップネットワークを形成することができる。

20

【0003】

マルチホップ通信をサポートする動的なルーティングプロトコルとしては、テーブル駆動型プロトコルとオンデマンド型プロトコルとがある。テーブル駆動型プロトコルは、定期的に経路に関する制御情報の交換を行ない、予め経路表を構築しておくものであり、FSR (Fish-eye State Routing)、OLSR (Optimized Link State Routing) および TB RPF (Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding) 等が知られている。

【0004】

30

また、オンデマンド型プロトコルは、データ送信の要求が発生した時点で、初めて宛先までの経路を構築するものであり、DSR (Dynamic Source Routing) および AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing) 等が知られている。

【0005】

そして、従来のアドホックネットワークにおいては、送信レートは、1 つの無線区間において高速、かつ、安定な無線通信を行なうことができるように各無線区間ごとに決定されていた (非特許文献 1)。

【非特許文献 1】Lacage M., Manshaei M. and T. Turletti, "IEEE802.11 Rate Adaptation: A Practical Approach", MSWiM '04, October 4-6, 2004, Venezia, Italy.

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、複数の無線区間に跨ってデータ転送が行なわれるマルチホップ無線通信においては、1 つの無線区間に対する適切なレート制御が、必ずしも、データの転送経路全体に対して適切であるとは限らない。

【0007】

例えば、無線装置 A が無線装置 B を介して無線装置 C と無線通信を行なう場合に、無線装置 A 無線装置 B の無線区間においては、送信レートが 5 4 M b p s に決定され、無線装置 B 無線装置 C の無線区間においては、送信レートが 1 1 M b p s に決定されたとす

50

る。

【0008】

この場合、高負荷のデータを無線装置Aから無線装置Cに対して送信しようとする、受信量に対して送信量が少ない無線装置Bにおいて、バッファが溢れ、データロスが多く発生する。その結果、無線通信の安定性が低下するという問題がある。

【0009】

また、マルチホップ無線通信は、複数の無線区間で構成されるため、無線通信特有の隠れ端末の問題が発生し易く、1つの無線区間の無線通信と比較して、パケットをロスする割合が大きい。

【0010】

その結果、パケットロスの有無がレートの決定に直接影響する従来の方式では、送信レートが高レートになり難しく、高いスループットが得られないという問題がある。

【0011】

また、ノードの移動を伴うマルチホップ無線通信は、無線区間の環境変動が大きいため、一定時間、無線区間の品質を測定してレートを決定する従来の方式では、環境の変化に追従するのが難しいという問題がある。

【0012】

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、無線通信の安定性を向上可能な無線装置を提供することである。

【0013】

また、この発明の別の目的は、無線通信の安定性を向上可能な無線装置を備えた無線ネットワークを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

この発明によれば、無線装置は、自律的に確立される無線ネットワークを構成する無線装置であって、送信レート決定手段と、送信手段とを備える。送信レート決定手段は、当該無線装置から送信先の無線装置までの間に存在する n (n は正の整数)個の無線区間における n 個の最大送信レートのうち、最小の最大送信レートを当該無線装置の送信レートとして決定する。送信手段は、送信レート決定手段によって決定された送信レートでパケットを送信する。

【0015】

好ましくは、無線装置は、最大送信レート決定手段を更に備える。最大送信レート決定手段は、 n 個の無線区間に存在する各無線装置へのパケットの到達状況を示すパケット到達状況に基づいて、 n 個の最大送信レートを決定する。そして、送信レート決定手段は、最大送信レート決定手段によって決定された n 個の最大送信レートのうち、最小の最大送信レートを当該無線装置の送信レートとして決定する。

【0016】

好ましくは、最大送信レート決定手段は、パケットを生成するアプリケーションの種類とパケット到達状況とに基づいて、 n 個の最大送信レートを決定する。

【0017】

好ましくは、最大送信レート決定手段は、パケットのパケットサイズとパケット到達状況とに基づいて、 n 個の最大送信レートを決定する。

【0018】

好ましくは、最大送信レート決定手段は、パケット到達状況と基準送信レートとの関係を保持しており、パケット到達状況に対応する基準送信レートを検出し、その検出した基準送信レートにパケットサイズによる重み付けを行なって n 個の最大送信レートを決定する。

【0019】

好ましくは、最大送信レート決定手段は、パケットサイズが相対的に大きいとき、データ到達状況が第1のデータ到達状況以上であれば、使用可能な複数の基準送信レートのう

10

20

30

40

50

ち、最大の基準送信レートを最大送信レートとして決定することによってn個の最大送信レートを決定し、パケットサイズが相対的に小さいとき、データ到達状況が第1のデータ到達状況よりも良い第2のデータ到達状況以上であれば、複数の基準送信レートのうち、最大の基準送信レートを最大送信レートとして決定することによってn個の最大送信レートを決定する。

【0020】

好ましくは、無線装置は、取得手段と、経路確立手段とを更に備える。取得手段は、無線ネットワークを構成する全ての無線装置へのデータ到達状況を取得する。経路確立手段は、当該無線装置から送信先の無線装置までの経路を確立する。そして、最大送信レート決定手段は、経路確立手段によって確立された経路上に存在する無線装置へのデータ到達状況を取得手段によって取得されたデータ到達状況の中から選択し、その選択したデータ到達状況を用いてn個の最大送信レートを決定する。

10

【0021】

好ましくは、取得手段は、無線ネットワークにおける経路情報の送受信に同期して全ての無線装置へのデータ到達状況を取得する。

【0022】

好ましくは、無線装置は、取得手段を更に備える。取得手段は、送信元から送信先までの経路が確立される過程においてn個の無線区間上に存在する無線装置へのデータ到達状況を取得する。そして、最大送信レート決定手段は、取得手段によって取得されたデータ到達状況を用いてn個の最大送信レートを決定する。

20

【0023】

好ましくは、データ到達状況は、平均受信信号強度からなる。

【0024】

好ましくは、無線装置は、最大送信レート決定手段を更に備える。最大送信レート決定手段は、送信レートがパケットロスよりもスループットに大きく影響するとき、使用可能な複数の基準送信レートのうち、相対的に高い基準送信レートを最大送信レートと決定することによってn個の最大送信レートを決定し、パケットロスが送信レートよりもスループットに大きく影響するとき、複数の基準送信レートのうち、相対的に低い基準送信レートを最大送信レートと決定することによってn個の最大送信レートを決定する。そして、送信レート決定手段は、最大送信レート決定手段によって決定されたn個の最大送信レートのうち、最小の最大送信レートを当該無線装置の送信レートとして決定する。

30

【0025】

好ましくは、無線装置は、最大送信レート決定手段を更に備える。最大送信レート決定手段は、パケットサイズが基準値よりも大きいとき、使用可能な複数の基準送信レートのうち、相対的に高い基準送信レートを最大送信レートと決定することによってn個の最大送信レートを決定し、パケットサイズが基準値以下であるとき、複数の基準送信レートのうち、相対的に低い基準送信レートを最大送信レートと決定することによってn個の最大送信レートを決定する。そして、送信レート決定手段は、最大送信レート決定手段によって決定されたn個の最大送信レートのうち、最小の最大送信レートを当該無線装置の送信レートとして決定する。

40

【0026】

また、この発明によれば、無線ネットワークは、請求項1から請求項12のいずれか1項に記載の無線装置を備える無線ネットワークである。

【発明の効果】

【0027】

この発明においては、パケットを送信または中継する無線装置は、自己から送信先の無線装置までの経路上の少なくとも1個の無線区間における最小の最大送信レートを自己の送信レートと決定し、その決定した送信レートでパケットを送信または中継する。即ち、各無線装置は、送信元から送信先までの経路上の無線装置においてパケット溢れが防止され、パケットロスが抑制されるようにパケットを送信または中継する。

50

【0028】

従って、この発明によれば、無線通信の安定性を向上できる。

【0029】

また、この発明においては、受信信号強度を基に基準となる基準送信レートを決定し、その決定した基準送信レートを基に、無線区間の品質測定結果と、アプリケーションの種類またはパケットサイズに応じて、有利となる送信レートを決定する。そのため、比較的、パケットロス率が高いマルチホップ無線通信においても、高いスループットと安定した通信を保つことができる。

【0030】

更に、この発明においては、受信信号強度を基に基準となる基準送信レートを決定し、その決定した基準送信レートを基に、無線区間の品質測定結果と、アプリケーションの種類またはパケットサイズに応じて、送信レートの調整を行なう。そのため、無線区間の環境変動に適応した送信レートとなり、安定した通信を保つことができる。

10

【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】

図1は、この発明の実施の形態による無線装置を用いた無線ネットワークの概略図である。無線ネットワーク100は、無線装置31~43を備える。無線装置31~43は、無線通信空間に配置され、無線メッシュネットワークを自律的に構成している。アンテナ51~63は、それぞれ、無線装置31~43に装着される。

20

【0033】

例えば、無線装置31から無線装置42へデータを送信する場合、無線装置32, 35~41は、無線装置31からのデータを中継して無線装置42へ届ける。

【0034】

この場合、無線装置31は、各種の経路を介して無線装置42との間で無線通信を行なうことができる。即ち、無線装置31は、無線装置37, 41を介して無線装置42との間で無線通信を行なうことができ、無線装置32, 36, 39を介して無線装置42との間で無線通信を行なうこともでき、無線装置32, 35, 38, 40を介して無線装置42との間で無線通信を行なうこともできる。

30

【0035】

無線装置37, 41を介して無線通信を行なう場合、ホップ数が"3"と最も少なく、無線装置32, 36, 39を介して無線通信を行なう場合、ホップ数が"4"であり、無線装置32, 35, 38, 40を介して無線通信を行なう場合、ホップ数が"5"と最も多い。

【0036】

従って、無線装置37, 41を介して無線通信を行なう経路を選択すると、ホップ数が"3"と最も少なくなるので、無線装置31は、ホップ数が最も少ない無線装置31-無線装置37-無線装置41-無線装置42からなる経路を介して無線装置42との間でマルチホップ無線通信を行なう。

40

【0037】

しかし、このようなマルチホップ無線通信を行なう場合、無線装置31-無線装置37間の無線区間における送信レートが54Mbpsであり、無線装置37-無線装置41間の無線区間における送信レートが11Mbpsである場合、無線装置37において、送信量は、受信量よりも少なくなるので、無線装置37のバッファにおいて、パケットが溢れる。その結果、パケットロスが生じ、マルチホップ無線通信の安定性が低下する。

【0038】

そこで、以下においては、無線ネットワーク100において、無線通信経路が自律的に確立された場合に、その確立された無線通信経路を用いて安定したマルチホップ無線通信

50

を行なう方法について説明する。

【0039】

[実施の形態1]

実施の形態1においては、送信元と送信先との間で無線通信経路を確立するプロトコルとしてOLSRプロトコルを用いる。このOLSRプロトコルは、テーブル駆動型のルーティングプロトコルであり、HelloメッセージおよびTC(Topology Control)メッセージを用いて経路情報を交換し、ルーティングテーブルを作成するプロトコルである。

【0040】

図2は、図1に示す無線装置31の実施の形態1における構成を示す概略ブロック図である。無線装置31は、アンテナ11と、入力部12と、出力部13と、ユーザアプリケーション14と、通信制御部15とを含む。

10

【0041】

アンテナ11は、図1に示すアンテナ51~63の各々を構成する。そして、アンテナ11は、無線通信空間を介して他の無線装置からデータを受信し、その受信したデータを通信制御部15へ出力するとともに、通信制御部15からのデータを無線通信空間を介して他の無線装置へ送信する。

【0042】

入力部12は、無線装置1の操作者が入力したメッセージおよびデータの宛先を受け、その受付けたメッセージおよび宛先をユーザアプリケーション14へ出力する。出力部13は、ユーザアプリケーション14からの制御に従ってメッセージを表示する。

20

【0043】

ユーザアプリケーション14は、入力部12からのメッセージおよび宛先に基づいてデータを生成して通信制御部15へ出力する。

【0044】

通信制御部15は、ARPA(Advanced Research Projects Agency)インターネット階層構造に従って、通信制御を行なう複数のモジュールからなる。即ち、通信制御部15は、無線インターフェースモジュール16と、MAC(Media Access Control)モジュール17と、バッファ18と、LLC(Logical Link Control)モジュール19と、IP(Internet Protocol)モジュール20と、ルーティングテーブル21と、TCPモジュール22と、UDPモジュール23と、ルーティングデーモン24とからなる。

30

【0045】

無線インターフェースモジュール16は、物理層に属し、所定の規定に従って送信信号または受信信号の変復調を行なうとともに、アンテナ11を介して信号を送受信する。そして、無線インターフェースモジュール16は、アンテナ11が他の無線装置から受信したHelloパケットの受信信号強度RSSIを検出し、その検出した受信信号強度RSSIをルーティングデーモン24へ出力する。

【0046】

MACモジュール17は、MAC層に属し、MACプロトコルを実行して、以下に述べる各種の機能を実行する。

40

【0047】

即ち、MACモジュール17は、ルーティングデーモン24から受けたHelloパケットを無線インターフェースモジュール16を介してブロードキャストする。また、MACモジュール17は、バッファ18からパケットを取り出し、その取り出したパケットをIPモジュール20から受けた送信レートで送信する。更に、MACモジュール17は、データ(パケット)の再送制御等を行なう。そして、MACモジュール17は、ユニキャストによる再送率をパケットロス率PKT_LOSSとして検出し、その検出したパケットロス率PKT_LOSSをIPモジュール20およびルーティングデーモン24へ出力する。

50

【 0 0 4 8 】

バッファ 18 は、データリンク層に属し、パケットを一時的に格納する。LLC モジュール 19 は、データリンク層に属し、LLC プロトコルを実行して隣接する無線装置との間でリンクの接続および解放を行なう。

【 0 0 4 9 】

IP モジュール 20 は、インターネット層に属し、無線ネットワーク 100 全体のトポロジを示すトポロジ情報 T P I F をルーティングデーモン 24 から受ける。また、IP モジュール 20 は、各無線装置 31 ~ 43 が隣接する無線装置から Hello パケットを受信したときの平均受信信号強度 R S S I _ A V E および受信信号強度 R S S I の標準偏差 R S S I _ D E V をルーティングデーモン 24 から受ける。更に、IP モジュール 20 は、MAC モジュール 17 からパケットロス率 P K T _ L O S S を受ける。更に、IP モジュール 20 は、マルチレートでパケットを送信するときの送信レートを MAC モジュール 17 へ送信する。そして、IP モジュール 20 は、その受けたトポロジ情報 T P I F、平均受信信号強度 R S S I _ A V E、受信信号強度 R S S I の標準偏差 R S S I _ D E V およびパケットロス率 P K T _ L O S S に基づいて、後述する方法によって、各無線区間における最大送信レート m a x R a t e を決定し、その決定した最大送信レート m a x R a t e を各無線区間に書き込んだトポロジテーブルを作成する。

10

【 0 0 5 0 】

また、IP モジュール 20 は、IP パケットを生成する。IP パケットは、IP ヘッダと、上位のプロトコルのパケットを格納するための IP データ部とからなる。そして、IP モジュール 20 は、TCP モジュール 22 からデータを受けると、その受けたデータを IP データ部に格納して IP パケットを生成する。

20

【 0 0 5 1 】

そうすると、IP モジュール 20 は、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 プロトコルに従ってルーティングテーブル 21 を検索し、生成した IP パケットを送信するための経路を決定する。そして、IP モジュール 20 は、その決定した経路上における各無線区間の最大送信レート m a x R a t e をトポロジテーブルを参照して検出し、その検出した最大送信レート m a x R a t e に基づいて、後述する方法によって、IP パケットの送信レートを決定する。

【 0 0 5 2 】

そうすると、IP モジュール 20 は、その決定した送信レートを MAC モジュール 17 へ送信するとともに、IP パケットを LLC モジュール 19 へ送信し、決定した経路に沿って IP パケットを送信先へ送信する。

30

【 0 0 5 3 】

ルーティングテーブル 21 は、インターネット層に属し、後述するように、各送信先に対応付けて経路情報を格納する。

【 0 0 5 4 】

TCP モジュール 22 は、トランスポート層に属し、TCP パケットを生成する。TCP パケットは、TCP ヘッダと、上位のプロトコルのデータを格納するための TCP データ部とからなる。そして、TCP モジュール 22 は、生成した TCP パケットを IP モジュール 20 へ送信する。

40

【 0 0 5 5 】

UDP モジュール 23 は、トランスポート層に属し、ルーティングデーモン 24 によって作成された Update パケットをブロードキャストし、他の無線装置からブロードキャストされた Update パケットを受信してルーティングデーモン 24 へ出力する。

【 0 0 5 6 】

ルーティングデーモン 24 は、プロセス / アプリケーション層に属し、他の通信制御モジュールの実行状態を監視するとともに、他の通信制御モジュールからのリクエストを処理する。

【 0 0 5 7 】

50

また、ルーティングデーモン24は、一定期間内に無線インターフェースモジュール16から受けた受信信号強度RSSIに基づいて、平均受信信号強度RSSI_AVE、または平均受信信号強度RSSI_AVEおよび受信信号強度RSSIの標準偏差RSSI_DEVを演算する。そして、ルーティングデーモン24は、MACモジュール17からパケットロス率PKT_LOSSを受ける。そうすると、ルーティングデーモン24は、[平均受信信号強度RSSI_AVE]、[平均受信信号強度RSSI_AVEおよびパケットロス率PKT_LOSS]、[平均受信信号強度RSSI_AVEおよび受信信号強度の標準偏差RSSI_DEV]および[平均受信信号強度RSSI_AVE、受信信号強度の標準偏差RSSI_DEVおよびパケットロス率PKT_LOSS]のいずれかを含むHelloパケットを生成してUDPモジュール23へ出力する。

10

【0058】

更に、ルーティングデーモン24は、他の無線装置から受信したHelloパケットに含まれる[平均受信信号強度RSSI_AVE]、[平均受信信号強度RSSI_AVEおよびパケットロス率PKT_LOSS]、[平均受信信号強度RSSI_AVEおよび受信信号強度の標準偏差RSSI_DEV]および[平均受信信号強度RSSI_AVE、受信信号強度の標準偏差RSSI_DEVおよびパケットロス率PKT_LOSS]のいずれかを取り出し、その取り出した[平均受信信号強度RSSI_AVE]、[平均受信信号強度RSSI_AVEおよびパケットロス率PKT_LOSS]、[平均受信信号強度RSSI_AVEおよび受信信号強度の標準偏差RSSI_DEV]および[平均受信信号強度RSSI_AVE、受信信号強度の標準偏差RSSI_DEVおよびパケット

20

【0059】

更に、ルーティングデーモン24は、他の無線装置から受信したHelloパケットの経路情報に基づいて、最適な経路を算出してルーティングテーブル21をインターネット層に動的に作成する。

【0060】

なお、図1に示す無線装置32~43の各々も、図2に示す無線装置31の構成と同じ構成からなる。

【0061】

図3は、OLSRプロトコルにおけるパケットPKTの構成図である。パケットPKTは、パケットヘッダPHDと、メッセージヘッダMHD1, MHD2, ...とからなる。なお、パケットPKTは、UDPモジュール23のポート番号698番を使用して送受信される。

30

【0062】

パケットヘッダPHDは、パケット長と、パケットシーケンス番号とからなる。パケット長は、16ビットのデータからなり、パケットのバイト数を表す。また、パケットシーケンス番号は、16ビットのデータからなり、どのパケットが新しいかを区別するために用いられる。そして、パケットシーケンス番号は、新しいパケットが生成される度に“1”ずつ増加される。従って、パケットシーケンス番号が大きい程、そのパケットPKTが新しいことを示す。

40

【0063】

メッセージヘッダMHD1, MHD2, ...の各々は、メッセージタイプと、有効時間と、メッセージサイズと、発信元アドレスと、TTLと、ホップ数と、メッセージシーケンス番号と、メッセージとからなる。

【0064】

メッセージタイプは、8ビットのデータからなり、メッセージ本体に書かれたメッセージの種類を表し、0~127は、予約済みである。有効時間は、8ビットのデータからなり、受信後に、このメッセージを管理しなければならない時間を表す。そして、有効時間は、仮数部と、指数部とからなる。

【0065】

50

メッセージサイズは、16ビットのデータからなり、メッセージの長さを表す。発信元アドレスは、32ビットのデータからなり、メッセージを生成した無線装置を表す。TTLは、8ビットのデータからなり、メッセージが転送される最大ホップ数を指定する。そして、TTLは、メッセージが転送される時に“1”ずつ減少される。そして、TTLが“0”か“1”である場合、メッセージは、転送されない。ホップ数は、8ビットのデータからなり、メッセージの生成元からのホップ数を表す。そして、ホップ数は、最初、“0”に設定され、転送される毎に“1”ずつ増加される。メッセージシーケンス番号は、16ビットのデータからなり、各メッセージに割当てられる識別番号を表す。そして、メッセージシーケンス番号は、メッセージが作成される毎に、“1”ずつ増加される。メッセージは、送信対象のメッセージである。

10

【0066】

OLSRプロトコルにおいては、各種のメッセージが図3に示す構成のパケットPKTを用いて送受信される。

【0067】

図4は、図2に示すルーティングテーブル21の構成図である。ルーティングテーブル21は、送信先、次の無線装置およびホップ数からなる。送信先、次の無線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、送信先の無線装置のIPアドレスを表す。“次の無線装置”は、送信先にパケットPKTを送信するとき、次に送信すべき無線装置のIP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。例えば、図1において、無線装置31-無線装置32-無線装置36-無線装置39-無線装置42の経路によって無線装置31と無線装置42との間で無線通信が行なわれる場合、無線装置32のルーティングテーブル21のホップ数には、“3”が格納される。

20

【0068】

図5は、ネイバーストNTBLの構成を示す概略図である。ネイバーストNTBLは、自己のアドレスと、隣接無線装置のアドレスとを含む。自己のアドレスおよび隣接無線装置のアドレスは、相互に対応付けられる。“自己のアドレス”は、ネイバーストNTBLを作成する無線装置のIPアドレスからなる。“隣接無線装置のアドレス”は、ネイバーストNTBLを作成する無線装置に隣接する無線装置のIPアドレスからなる。

【0069】

この発明においては、各無線装置31~43は、OLSRプロトコルに従ってルーティングテーブル21を作成する。OLSRプロトコルに従ったルーティングテーブル21の作成について詳細に説明する。無線装置31~43は、ルーティングテーブル21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。

30

【0070】

Helloメッセージは、各無線装置31~43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、各無線装置31~43は、周辺の無線装置に関する情報を収集でき、自己の周辺にどのような無線装置が存在するのかを認識する。

【0071】

OLSRプロトコルにおいては、各無線装置31~43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」、「隣接無線装置集合」、「2ホップ隣接無線装置集合とそれらの無線装置へのリンク集合」、「MPR集合」、および「MPRセクタ集合」を含む。

40

【0072】

リンク集合は、直接的に電波が届く無線装置(隣接無線装置)の集合へのリンクのことであり、各リンクは、2つの無線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。

【0073】

隣接無線装置集合は、各隣接無線装置のアドレス、およびその無線装置の再送信の積極

50

度 (Willingness) 等によって構成される。2 ホップ隣接無線装置集合は、隣接無線装置に隣接する無線装置の集合を表す。

【0074】

M P R 集合は、M P R として選択された無線装置の集合である。なお、M P R とは、各パケット P K T を無線ネットワーク 100 の全ての無線装置 31 ~ 43 へ送信する場合、各無線装置 31 ~ 43 が 1 つのパケット P K T を 1 回だけ送受信することによってパケット P K T を全ての無線装置 31 ~ 43 へ送信できるように中継無線装置を選択することである。

【0075】

M P R セレクタ集合は、自己を M P R として選択した無線装置の集合を表す。

10

【0076】

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、各無線装置 31 ~ 43 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無線装置へ送信する。これを、無線装置 31 ~ 43 の全てが行ない、各無線装置 31 ~ 43 は、自己の周りにどのようなアドレスを持った無線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無線装置集合が構築される。

【0077】

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続けられる。これを繰返すことによって、各リンクが双方向であるのか、隣接無線装置の先にどのような無線装置が存在するのかが徐々に明らかになって行く。各無線装置 31 ~ 43 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。

20

【0078】

更に、M P R 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、各無線装置 31 ~ 43 へ告知される。各無線装置 31 ~ 43 は、自己が送信するパケット P K T の再送信を依頼する無線装置として、いくつかの無線装置を M P R 集合として隣接無線装置の中から選択している。そして、この M P R 集合に関する情報は、Helloメッセージによって隣接する無線装置へ送信されるので、この Helloメッセージを受信した無線装置は、自己を M P R として選択してきた無線装置の集合を「M P R セレクタ集合」として管理する。このようにすることにより、各無線装置 31 ~ 43 は、どの無線装置から受信したパケット P K T を再送信すればよいのかを即座に認識できる。

30

【0079】

Helloメッセージの送受信により各無線装置 31 ~ 43 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 100 全体のトポロジを知らせるための T Cメッセージが無線装置 31 ~ 43 へ送信される。この T Cメッセージは、M P R として選択されている全ての無線装置によって定期的に送信される。そして、T Cメッセージは、各無線装置と M P R セレ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 100 の全ての無線装置 31 ~ 43 は、全ての M P R 集合および全ての M P R セレクタ集合を知ることができ、全ての M P R 集合および全ての M P R セレクタ集合に基づいて、無線ネットワーク 100 全体のトポロジを知ることができる。各無線装置 31 ~ 43 は、無線ネットワーク 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。

40

【0080】

なお、各無線装置 31 ~ 43 は、Helloメッセージとは別に、T Cメッセージを頻繁に交換する。そして、T Cメッセージの交換にも、M P R が利用される。

【0081】

各無線装置 31 ~ 43 は、上述した Helloメッセージおよび T Cメッセージを送受信し、無線ネットワーク 100 全体のトポロジを認識し、その認識した無線ネットワーク 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、図 4 に示すルーティングテーブル 21 を動的に作成する。

50

【 0 0 8 2 】

図6は、ネイバーストの例を示す図である。無線装置32, 37は、自己のIPアドレスを含むHelloメッセージ = [IP Address 32], [IP Address 37]を作成して送信し、無線装置31のルーティングデーモン24は、Helloメッセージ = [IP Address 32]およびHelloメッセージ = [IP Address 37]をそれぞれ無線装置32, 37から直接受信する。

【 0 0 8 3 】

そして、無線装置31のルーティングデーモン24は、Helloメッセージ = [IP Address 32]およびHelloメッセージ = [IP Address 37]に基づいて、無線装置31におけるネイバーストNTBL_31を作成する(図6の(a)参照)。

10

【 0 0 8 4 】

そうすると、無線装置31のルーティングデーモン24は、ネイバーストNTBL_31を含むHelloメッセージを作成して送信する。そして、無線装置31のルーティングデーモン24は、無線装置31にとってのMPRである無線装置のIPアドレスを含むTCメッセージを作成して無線ネットワーク100内でフラッディングする。

【 0 0 8 5 】

また、無線装置32は、上述した動作によって、ネイバーストNTBL_32(図6の(b)参照)を作成し、その作成したネイバーストNTBL_32を含むHelloメッセージを作成して送信する。これにより、ネイバーストNTBL_32を含むHelloメッセージを受信した無線装置31のルーティングデーモン24は、無線装置31から2ホップの領域内にどのような無線装置が存在するかを知ることができる。そして、無線装置32は、無線装置32にとってのMPRである無線装置のIPアドレスを含むTCメッセージを作成して無線ネットワーク100内でフラッディングする。

20

【 0 0 8 6 】

更に、無線装置36は、上述した動作によって、ネイバーストNTBL_36(図6の(c)を参照)を作成し、その作成したネイバーストNTBL_36を含むHelloメッセージを作成して送信する。これにより、ネイバーストNTBL_36を含むHelloメッセージを受信した無線装置32のルーティングデーモン24は、無線装置32から2ホップの領域内にどのような無線装置が存在するかを知ることができる。そして、無線装置36は、無線装置36にとってのMPRである無線装置のIPアドレスを含むTCメッセージを作成して無線ネットワーク100内でフラッディングする。

30

【 0 0 8 7 】

さらに、他の無線装置33~35, 37~43も、上述した動作によって、自己のネイバーストNTBL_33~NTBL_35, NTBL_37~NTBL_43を作成し、その作成したネイバーストNTBL_33~NTBL_35, NTBL_37~NTBL_43を含むHelloメッセージを作成して送信するとともに、自己にとってのMPRである無線装置のIPアドレスを含むTCメッセージを作成して無線ネットワーク100内でフラッディングする。

【 0 0 8 8 】

上述した動作によって、無線装置31は、自己から2ホップの領域内に存在する無線装置35, 36, 41を知るとともに、無線装置32~43にとってのMPRである無線装置を知ることができる。

40

【 0 0 8 9 】

図7は、トポロジー情報の概念図である。なお、図7に示すトポロジー情報TPIFは、無線ネットワーク100を構成する無線装置31~43の完全なトポロジーを示すものではなく、一部のトポロジーが欠けている。

【 0 0 9 0 】

無線装置31において、ルーティングデーモン24は、無線装置31から2ホップの領域内に存在する無線装置35, 36, 41を知るとともに、無線装置32~43にとって

50

のMPRである無線装置を知ることによって、無線ネットワーク100を構成する無線装置31~43のトポロジーを示すトポロジー情報TPIFを作成する。

【0091】

以下、各無線区間における最大送信レートmaxRateを決定する方法について説明する。各無線区間における最大送信レートmaxRateは、各無線区間を構成する無線装置へのデータ到達状況を用いて決定される。そして、この発明においては、データ到達状況は、次のいずれかからなる。

【0092】

1. 平均受信信号強度RSSI_AVE
2. 平均受信信号強度RSSI_AVE + パケットロス率PKT_LOSS 10
3. 平均受信信号強度RSSI_AVE + 受信信号強度の標準偏差RSSI_DEV
4. 平均受信信号強度RSSI_AVE + 受信信号強度の標準偏差RSSI_DEV +
パケットロス率PKT_LOSS

[最大送信レートの決定方法1]

最大送信レートの決定方法1においては、データ到達状況は、平均受信信号強度RSSI_AVEからなる。

【0093】

図8は、各無線区間におけるデータ到達状況を検出する方法を説明するための図である。

(a1) データ到達状況の検出 20

まず、データ到達状況が平均受信信号強度RSSI_AVEからなる場合のデータ到達状況の検出について説明する。

【0094】

OLSRプロトコルにおいては、上述したように、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41は、自己のIPアドレスを含むHelloメッセージを定期的にブロードキャストし、無線装置36は、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41からHelloメッセージを定期的に受信する(図8の(a)参照)。

【0095】

そして、無線装置36の無線インターフェースモジュール16は、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41からHelloメッセージを受信するごとに、Helloメッセージの受信信号強度RSSI_32, RSSI_35, RSSI_37, RSSI_38, RSSI_39, RSSI_41を検出し、その検出した受信信号強度RSSI_32, RSSI_35, RSSI_37, RSSI_38, RSSI_39, RSSI_41をルーティングデーモン24へ出力する。 30

【0096】

無線装置36のルーティングデーモン24は、無線インターフェースモジュール16から受信信号強度RSSI_32, RSSI_35, RSSI_37, RSSI_38, RSSI_39, RSSI_41を受信する。そして、無線装置36のルーティングデーモン24は、一定期間内に受信した複数の受信信号強度RSSI_32に基づいて、平均受信信号強度RSSI_AVE_32を演算する。同様にして、無線装置36のルーティングデーモン24は、それぞれ、複数の受信信号強度RSSI_35、複数の受信信号強度RSSI_37、複数の受信信号強度RSSI_38、複数の受信信号強度RSSI_39および複数の受信信号強度RSSI_41に基づいて平均受信信号強度RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41を演算する。 40

【0097】

そうすると、無線装置36のルーティングデーモン24は、平均受信信号強度RSSI_AVE_32, RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41と自己のIPアドレスIPaddress36とを含むHelloメッセージHLOMを作成してブロードキャストす 50

る。

【0098】

無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41のルーティングデーモン24は、HelloメッセージHLOMを無線装置36から受信する。そして、無線装置32のルーティングデーモン24は、その受信したHelloメッセージHLOMから平均受信信号強度RSSI_AVE_32およびIPアドレスIPaddress36を検出し、その検出した平均受信信号強度RSSI_AVE_32およびIPアドレスIPaddress36に基づいて、無線装置32から無線装置36へパケットを送信したときの無線装置36へのデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE_32)を検知する。また、無線装置35, 37, 38, 39, 41のルーティングデーモン24は、同様に、無線装置35, 37, 38, 39, 41から無線装置36へパケットを送信したときの無線装置36へのデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41)を検知する(図8の(b)参照)。

10

【0099】

無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41のルーティングデーモン24は、無線装置36へのデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE_32, RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41)を検知すると、その検知した無線装置36へのデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE_32, RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41)をIPモジュール20へ出力する。そして、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41のIPモジュール20は、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41から無線装置36へのデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE_32, RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41)を取得する。即ち、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41のIPモジュール20は、それぞれ、無線区間(=無線装置32-無線装置36)、無線区間(=無線装置35-無線装置36)、無線区間(=無線装置37-無線装置36)、無線区間(=無線装置38-無線装置36)、無線区間(=無線装置39-無線装置36)および無線区間(=無線装置41-無線装置36)におけるデータ到達状況を取得する。

20

30

【0100】

また、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41のルーティングデーモン24は、その検知した無線装置36へのデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE_32, RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41)と無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41のIPアドレスとを含むHelloメッセージを作成してブロードキャストする。これによって、他の無線装置31, 33, 34, 36, 40, 42, 43のIPモジュール20は、無線区間(=無線装置32-無線装置36)、無線区間(=無線装置35-無線装置36)、無線区間(=無線装置37-無線装置36)、無線区間(=無線装置38-無線装置36)、無線区間(=無線装置39-無線装置36)および無線区間(=無線装置41-無線装置36)におけるデータ到達状況を取得する。

40

【0101】

なお、無線装置36のルーティングデーモン24は、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41から送信されたHelloメッセージの平均受信信号強度RSSI_AVE_32, RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41を演算する場合、好ましくは、無線装置36が無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41から受信した受信パケット数を考慮して平均受信信号強度RSSI_AVE_32, RSSI_AVE_35, RSSI_AVE_37, RSSI_AVE_38, RSSI_AVE_39, RSSI_AVE_41

50

41を演算する。受信パケット数が相対的に少ない場合は、平均受信信号強度RSSI__AVE__32, RSSI__AVE__35, RSSI__AVE__37, RSSI__AVE__38, RSSI__AVE__39, RSSI__AVE__41の信頼性が相対的に低く、受信パケット数が相対的に多い場合は、平均受信信号強度RSSI__AVE__32, RSSI__AVE__35, RSSI__AVE__37, RSSI__AVE__38, RSSI__AVE__39, RSSI__AVE__41の信頼性が相対的に高いからである。

【0102】

従って、無線装置36のルーティングデーモン24は、好ましくは、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41からの受信パケット数(=受信したHelloメッセージの個数)が一定値(=平均受信信号強度RSSI__AVE__32, RSSI__AVE__35, RSSI__AVE__37, RSSI__AVE__38, RSSI__AVE__39, RSSI__AVE__41の信頼性が得られるときの受信パケット数(受信したHelloメッセージの個数))に達すると、平均受信信号強度RSSI__AVE__32, RSSI__AVE__35, RSSI__AVE__37, RSSI__AVE__38, RSSI__AVE__39, RSSI__AVE__41を演算する。

10

【0103】

これによって、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41のIPモジュール20は、信頼性が高いデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI__AVE__32, RSSI__AVE__35, RSSI__AVE__37, RSSI__AVE__38, RSSI__AVE__39, RSSI__AVE__41)を取得できる。

20

【0104】

また、無線ネットワーク100を構成する無線装置31, 33, 34, 36, 40, 42, 43のIPモジュール20も、上述した動作によって、無線装置31, 33, 34, 36, 40, 42, 43から隣接する無線装置へのデータ到達状況を取得するとともに、無線装置31, 33, 34, 36, 40, 42, 43のルーティングデーモン24は、無線装置31, 33, 34, 36, 40, 42, 43から隣接する無線装置へのデータ到達状況と無線装置31, 33, 34, 36, 40, 42, 43のIPアドレスとを含むHelloメッセージを作成してブロードキャストする。これによって、無線ネットワーク100を構成する無線装置31~43の各々のIPモジュール20は、無線ネットワーク100の全ての無線区間におけるデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI__AVE)を取得する。

30

【0105】

(b1)最大送信レートmaxRateの決定

図9は、図2に示すIPモジュール20が有する機能のうち、送信レートを決定する機能の機能ブロック図である。IPモジュール20は、最大送信レート決定手段201と、関係テーブル202と、トポロジーテーブル203と、送信レート決定手段204とを含む。

【0106】

最大送信レート決定手段201は、ルーティングデーモン24から無線ネットワーク100における全体の無線区間におけるデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI__AVE)およびトポロジー情報TPIFを受信し、データ到達状況(=平均受信信号強度RSSI__AVE)および関係テーブル202に基づいて、各無線区間における最大送信レートmaxRateを決定する。そして、最大送信レート決定手段201は、その決定した最大送信レートmaxRateをトポロジー情報TPIFに追加してトポロジーテーブル203を作成する。

40

【0107】

関係テーブル202は、平均受信信号強度RSSI__AVEと基準送信レートとの関係を保持する。トポロジーテーブル203は、無線ネットワーク100における無線装置31~43のトポロジー情報TPIFに各無線区間の最大送信レートmaxRateを追加したテーブルからなる。

50

【 0 1 0 8 】

送信レート決定手段 2 0 4 は、ルーティングテーブル 2 1 を参照して、パケットの送信経路を決定し、その決定した送信経路上の複数の無線区間における最大送信レート $max Rate$ をトポロジテーブル 2 0 3 を参照して抽出し、その抽出した複数の無線区間における最大送信レート $max Rate$ に基づいて、自己が搭載された無線装置の送信レート $tx Rate$ を決定する。そして、送信レート決定手段 2 0 4 は、その決定した送信レート $tx Rate$ を MAC モジュール 1 7 へ出力する。

【 0 1 0 9 】

図 1 0 は、図 9 に示す関係テーブル 2 0 2 の構成を示す図である。関係テーブル 2 0 2 は、平均受信信号強度 $RSSI_AVE$ と、基準送信レートとからなる。そして、平均受信信号強度 $RSSI_AVE$ および基準送信レートは、相互に対応付けられる。より具体的には、6 Mbps の基準送信レートは、- 8 5 dB よりも低い平均受信信号強度 $RSSI_AVE$ に対応付けられる。また、9 Mbps , 1 2 Mbps , 1 8 Mbps , 2 4 Mbps , 3 6 Mbps , 4 8 Mbps , 5 4 Mbps の基準送信レートは、それぞれ、- 8 5 dB ~ - 8 2 dB , - 8 2 dB ~ - 8 0 dB , - 8 0 dB ~ - 7 8 dB , - 7 8 dB ~ - 7 5 dB , - 7 5 dB ~ - 7 2 dB , - 7 2 dB ~ - 6 5 dB , - 6 5 dB ~ の平均受信信号強度 $RSSI_AVE$ に対応付けられる。

10

【 0 1 1 0 】

図 1 1 は、スループットと送信レートとの関係を示す図である。図 1 1 の (a) は、パケットサイズが 1 6 0 バイトであるときのスループットと送信レートとの関係を示し、図 1 1 の (b) は、パケットサイズが 5 0 0 バイトであるときのスループットと送信レートとの関係を示し、図 1 1 の (c) は、パケットサイズが 1 0 0 0 バイトであるときのスループットと送信レートとの関係を示し、図 1 1 の (d) は、パケットサイズが 1 5 0 0 バイトであるときのスループットと送信レートとの関係を示す。

20

【 0 1 1 1 】

そして、図 1 1 の (a) ~ 図 1 1 の (b) において、縦軸は、スループットを表し、横軸は、送信レートを表す。また、曲線 k_1 , k_4 , k_7 , k_{10} は、パケットの再送がないときのスループットと送信レートとの関係を示し、曲線 k_2 , k_5 , k_8 , k_{11} は、パケットの再送率が 2 0 % であるときのスループットと送信レートとの関係を示し、曲線 k_3 , k_6 , k_9 , k_{12} は、パケットの再送率が 4 0 % であるときのスループットと送信レートとの関係を示す。

30

【 0 1 1 2 】

パケットサイズが 1 6 0 バイトである場合、送信レートがスループットに与える影響は小さく、パケットサイズが 5 0 0 バイト、1 0 0 0 バイトおよび 1 5 0 0 バイトと大きくなるに従って、送信レートがスループットに与える影響は大きくなる。

【 0 1 1 3 】

また、パケットサイズが 1 6 0 バイトである場合、パケットの再送を考慮したときのスループットがパケットの再送がないときのスループットよりも高くなるのは、1 2 Mbps の送信レートでパケットの再送がない場合に対して、1 8 Mbps 以上の送信レートで 2 0 % の再送がある場合、または 3 6 Mbps 以上の送信レートで 4 0 % の再送がある場合である (曲線 k_1 ~ k_3 参照) 。

40

【 0 1 1 4 】

一方、パケットサイズが 5 0 0 バイトである場合、パケットの再送を考慮したときのスループットがパケットの再送がないときのスループットよりも高くなるのは、1 2 Mbps の送信レートでパケットの再送がない場合に対して、1 8 Mbps 以上の送信レートで 2 0 % の再送がある場合、または 2 4 Mbps 以上の送信レートで 4 0 % の再送がある場合である (曲線 k_4 ~ k_6 参照) 。また、パケットサイズが 1 0 0 0 バイトである場合、パケットの再送を考慮したときのスループットがパケットの再送がないときのスループットよりも高くなるのは、1 2 Mbps の送信レートでパケットの再送がない場合に対して、1 8 Mbps 以上の送信レートで 2 0 % の再送がある場合、または 2 4 Mbps 以上の

50

送信レートで40%の再送がある場合である(曲線k7~k9参照)。更に、パケットサイズが1500バイトである場合、パケットの再送を考慮したときのスループットがパケットの再送がないときのスループットよりも高くなるのは、12Mbpsの送信レートでパケットの再送がない場合に対して、18Mbps以上の送信レートで20%の再送がある場合、または24Mbps以上の送信レートで40%の再送がある場合である(曲線k10~k12参照)。

【0115】

そして、パケットサイズが大きくなるに従って、パケットの再送の有無に拘わらず、スループットは、大きく向上する。

【0116】

従って、パケットサイズが相対的に大きい場合には、送信レートを高くしてパケットを送信する方が有利であり、パケットサイズが相対的に小さい場合には、高い送信レートでの送信はパケットロスが大きくなるので送信レートを低くして送信する方が有利である。

【0117】

最大送信レート決定手段201は、ルーティングデーモン24から各無線区間におけるデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)を受信すると、関係テーブル202を参照し、かつ、パケットサイズによる重み付けを行なうことによって各無線区間における最大送信レートmaxRateを決定する。

【0118】

より具体的には、最大送信レート決定手段201は、ルーティングデーモン24から受信したデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)が-70dB以上であり、かつ、パケットサイズが1500バイトであれば、最大送信レートmaxRateを54Mbpsと決定する。関係テーブル202を参照すれば、-70dB以上の平均受信信号強度RSSI_AVEに対応する基準送信レートは、48Mbpsであるが、1500バイトのパケットは、上述したように、パケットロスが増加しても高レートの方が有利であるので、データ到達状況として-65dB以上の平均受信信号強度RSSI_AVEよりも低い-70dB以上の平均受信信号強度RSSI_AVEが得られれば、最大送信レートmaxRateを54Mbpsと決定することにしたものである。

【0119】

また、最大送信レート決定手段201は、ルーティングデーモン24から受信したデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)が-60dB以上であり、かつ、パケットサイズが160バイトであれば、最大送信レートmaxRateを54Mbpsと決定する。関係テーブル202を参照すれば、-65dB以上の平均受信信号強度RSSI_AVEに対応する基準送信レートは、54Mbpsであるが、160バイトのパケットは、上述したように、パケットロスが生じないように低レートで送信する方が有利であるので、データ到達状況として-65dBの平均受信信号強度RSSI_AVEよりも高い-60dB以上の平均受信信号強度RSSI_AVEが得られれば、最大送信レートmaxRateを54Mbpsと決定することにしたものである。

【0120】

このように、最大送信レート決定手段201は、データ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)と基準送信レートとの関係を示す関係テーブル202を参照し、かつ、パケットサイズによる重み付けを行なって各無線区間における最大送信レートmaxRateを決定する。

【0121】

[最大送信レートの決定方法2]

最大送信レートの決定方法2においては、データ到達状況は、平均受信信号強度RSSI_AVEおよびパケットロス率PKT_LOSSからなる。

(a2)データ到達状況の検出

無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41は、自己から無線装置36へHelloパケットを送信するときのデータ到達状況(平均受信信号強度RSSI_AVEおよびパ

10

20

30

40

50

ケットロス率 P K T _ L O S S からなる) を取得する場合、送信レートを複数の送信レートに切換えて H e l l o パケットを無線装置 3 6 へ送信する。より具体的には、無線装置 3 2 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 の I P モジュール 2 0 は、H e l l o パケットを送信するときの送信レートとして複数の送信レートを M A C モジュール 1 7 へ、順次、出力する。そして、無線装置 3 2 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 の M A C モジュール 1 7 は、I P モジュール 2 0 から受けた送信レートで H e l l o パケットを送信する。

【 0 1 2 2 】

この場合、無線装置 3 2 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 の I P モジュール 2 0 は、送信レートを次の 3 つの方式によって複数の送信レートに順次切換える。

【 0 1 2 3 】

(M T H 1)

方式 M T H 1 は、送信レートを周期的に切換える方式である。即ち、方式 M T H 1 では、送信レートは、 $\cdot \cdot \cdot$, 5 4 M b p s , 6 M b p s , 4 8 M b p s , 9 M b p s , 3 6 M b p s , 1 2 M b p s , 2 4 M b p s , 1 8 M b p s , 5 4 M b p s , 6 M b p s , 4 8 M b p s , 9 M b p s , 3 6 M b p s , 1 2 M b p s , 2 4 M b p s , 1 8 M b p s , $\cdot \cdot \cdot$ の順で切換えられる。つまり、方式 M T H 1 では、送信レートは、[5 4 M b p s , 6 M b p s , 4 8 M b p s , 9 M b p s , 3 6 M b p s , 1 2 M b p s , 2 4 M b p s , 1 8 M b p s] の周期で複数の送信レートに順次切換えられる。

【 0 1 2 4 】

この方式 M T H 1 を用いることによって、全送信レートにおけるパケットロス率 P K T _ L O S S を比較的早く測定できるという利点がある。

【 0 1 2 5 】

(M T H 2)

方式 M T H 2 は、ベースレートでの送信を定期的に混ぜる方式である。そして、ベースレートとしては、例えば、6 M b p s が用いられる。即ち、方式 M T H 2 では、送信レートは、 $\cdot \cdot \cdot$, 5 4 M b p s , 6 M b p s , 4 8 M b p s , 6 M b p s , 3 6 M b p s , 6 M b p s , 2 4 M b p s , 6 M b p s , 1 8 M b p s , 6 M b p s , 1 2 M b p s , 6 M b p s , 9 M b p s , 6 M b p s , $\cdot \cdot \cdot$ の順、または $\cdot \cdot \cdot$, 5 4 M b p s , 9 M b p s , 6 M b p s , 4 8 M b p s , 1 2 M b p s , 6 M b p s , 3 6 M b p s , 1 8 M b p s , 6 M b p s , 2 4 M b p s , 6 M b p s , $\cdot \cdot \cdot$ の順で切換えられる。つまり、方式 M T H 2 では、送信レートは、ベースレート (= 6 M b p s) よりも高い 1 個以上の送信レートで H e l l o パケットを送信した後、必ず、ベースレート (= 6 M b p s) で H e l l o パケットが送信されるように複数の送信レートに順次切換えられる。

【 0 1 2 6 】

この方式 M T H 2 を用いることによって、ベースレート (= 6 M b p s) での H e l l o パケットの送信が定期的に現れるため、各無線区間の確立が安定するという利点がある。

【 0 1 2 7 】

(M T H 3)

方式 M T H 3 は、徐々に高レートでの送信を混ぜる方式である。即ち、方式 M T H 3 では、送信レートは、 $\cdot \cdot \cdot$, 6 M b p s , 6 M b p s , 6 M b p s , $\cdot \cdot \cdot$, 6 M b p s , 9 M b p s , 6 M b p s , $\cdot \cdot \cdot$, 6 M b p s , 1 2 M b p s , 6 M b p s , 9 M b p s , 6 M b p s , $\cdot \cdot \cdot$, 6 M b p s , 5 4 M b p s , 6 M b p s , 4 8 M b p s , 6 M b p s , 3 6 M b p s , $\cdot \cdot \cdot$, 9 M b p s , 6 M b p s , $\cdot \cdot \cdot$ の順で切換えられる。

【 0 1 2 8 】

つまり、方式 M T H 3 は、測定しているパケットロス率 P K T _ L O S S によって送信レートを動的に変動させる。より具体的には、方式 M T H 3 は、パケットロス率 P K T _ L O S S が相対的に低いとき、高レートの送信レートを混ぜ、パケットロス率 P K T _ L O S S が相対的に高いとき、低レートの送信レートを混ぜる。

【 0 1 2 9 】

10

20

30

40

50

また、方式MTH3は、複数の無線装置が存在する場合、パケットロス率の平均値、中間値、最小値および最大値、または重要な無線区間(MPR集合の無線区間)の値等に従って送信レートを動的に変化させる。そして、どれを採用するかは、システム特性によって決定され、それぞれの値を組み合わせることも可能である。

【0130】

この方式MTH3を用いることによって、各無線区間の確立が安定するとともに、必要最小限の送信レートにおけるパケットロス率PKT_LOSSの測定が可能であるという利点がある。また、パケットロス率PKT_LOSSの測定に用いるパケットの長さも変化させることによって、更に緻密な測定が可能であり、最大送信レートmaxRateを更に正確に決定できるという利点がある。

10

【0131】

なお、使用可能な複数の送信レートは、用いる通信プロトコルによって決定される。そして、通信プロトコルとしてIEEE802.11aが用いられた場合、複数の送信レートは、6Mbps(=ベースレート)、9Mbps、12Mbps、18Mbps、24Mbps、36Mbps、48Mbps、54Mbpsからなる。また、通信プロトコルとしてIEEE802.11bが用いられた場合、複数の送信レートは、1Mbps(=ベースレート)、2Mbps、5.5Mbps、11Mbpsからなる。更に、通信プロトコルとしてIEEE802.11gが用いられた場合、複数の送信レートは、1Mbps(=ベースレート)、2Mbps、5.5Mbps、11Mbps、6Mbps、9Mbps、12Mbps、18Mbps、24Mbps、36Mbps、48Mbps、54Mbpsからなる。

20

【0132】

従って、無線装置32、35、37、38、39、41のIPモジュール20は、送信レートを上述した3つの方式MTH1~MTH3のいずれかによって複数の送信レートに順次切換え、MACモジュール17は、その切換えられた送信レートでHelloパケットを送信する。そして、無線装置36の無線インターフェースモジュール16は、無線装置32、35、37、38、39、41からのHelloパケットを受信するとともに、Helloパケットの受信信号強度RSSI_32、RSSI_35、RSSI_37、RSSI_38、RSSI_39、RSSI_41を検出し、Helloパケットおよび受信信号強度RSSI_32、RSSI_35、RSSI_37、RSSI_38、RSSI_39、RSSI_41をルーティングデーモン24へ送信する。

30

【0133】

無線装置36のルーティングデーモン24は、無線インターフェースモジュール16からHelloパケットおよび受信信号強度RSSI_32、RSSI_35、RSSI_37、RSSI_38、RSSI_39、RSSI_41を受信する。そして、無線装置36のルーティングデーモン24は、一定期間内に受信した複数の受信信号強度RSSI_32に基づいて、平均受信信号強度RSSI_AVE_32を演算する。同様にして、無線装置36のルーティングデーモン24は、それぞれ、複数の受信信号強度RSSI_35、複数の受信信号強度RSSI_37、複数の受信信号強度RSSI_38、複数の受信信号強度RSSI_39、および複数の受信信号強度RSSI_41に基づいて平均受信信号強度RSSI_AVE_35、RSSI_AVE_37、RSSI_AVE_38、RSSI_AVE_39、RSSI_AVE_41を演算する。

40

【0134】

また、無線装置36のルーティングデーモン24は、無線装置32、35、37、38、39、41から一定期間内に定期的に受信した複数のHelloパケットに基づいて、各送信レートにおける時間当たりのパケットロス率PKT_LOSS_32、PKT_LOSS_35、PKT_LOSS_37、PKT_LOSS_38、PKT_LOSS_39、PKT_LOSS_41を検出する。

【0135】

そうすると、無線装置36のルーティングデーモン24は、平均受信信号強度RSSI

50

__A V E__ 3 2 , R S S I__A V E__ 3 5 , R S S I__A V E__ 3 7 , R S S I__A V E__ 3 8 , R S S I__A V E__ 3 9 , R S S I__A V E__ 4 1 と、各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 2 , P K T__L O S S__ 3 5 , P K T__L O S S__ 3 7 , P K T__L O S S__ 3 8 , P K T__L O S S__ 3 9 , P K T__L O S S__ 4 1 と、無線装置 3 2 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 の I P アドレスと、無線装置 3 6 の I P アドレスとを含む H e l l o パケット H E L O を作成してブロードキャストする。

【 0 1 3 6 】

無線装置 3 2 のルーティングデーモン 2 4 は、無線装置 3 6 から H e l l o パケット H E L O を受信し、その受信した H e l l o パケット H E L O から平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 2 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 2 を検出する。そして、無線装置 3 2 のルーティングデーモン 2 4 は、その検出した平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 2 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 2 を I P モジュール 2 0 へ出力し、無線装置 3 2 の I P モジュール 2 0 は、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 2 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 2 を取得する。無線装置 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 の I P モジュール 2 0 も、同様にして、それぞれ、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 5 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 5 、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 7 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 7 、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 8 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 8 、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 9 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 9 、および平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 4 1 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 4 1 を取得する。

10

20

【 0 1 3 7 】

なお、無線装置 3 1 , 3 3 , 3 4 , 4 0 , 4 2 , 4 3 も、無線装置 3 6 からブロードキャストされた H e l l o パケット H E L O を受信するため、無線装置 3 1 , 3 3 , 3 4 , 4 0 , 4 2 , 4 3 の I P モジュール 2 0 は、無線装置 3 2 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 から無線装置 3 6 へ H e l l o パケットを送信したときの平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 2 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 2 、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 5 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 5 、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 7 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 7 、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 8 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 8 、平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 3 9 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 3 9 、および平均受信信号強度 R S S I__A V E__ 4 1 および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S__ 4 1 を取得する。

30

【 0 1 3 8 】

また、無線装置 3 1 , 3 3 , 3 4 , 3 6 , 4 0 , 4 2 , 4 3 の I P モジュール 2 0 も、上述した動作によって、無線装置 3 1 , 3 3 , 3 4 , 3 6 , 4 0 , 4 2 , 4 3 から隣接する無線装置へのデータ到達状況（平均受信信号強度 R S S I__A V E および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S からなる）を取得するとともに、そのデータ到達状況は、無線ネットワーク 1 0 0 内でブロードキャストされる。

40

【 0 1 3 9 】

これによって、無線ネットワーク 1 0 0 を構成する無線装置 3 1 ~ 4 3 の各々の I P モジュール 2 0 は、無線ネットワーク 1 0 0 の全ての無線区間におけるデータ到達状況（平均受信信号強度 R S S I__A V E および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S からなる）を取得する。

【 0 1 4 0 】

(b 2) 最大送信レート m a x R a t e の決定

データ到達状況が平均受信信号強度 R S S I__A V E および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T__L O S S からなる場合、最大送信レート決定手段 2 0 1 は、ルーティ

50

ングデーモン 24 からトポロジ情報 T P I F および平均受信信号強度 R S S I _ A V E を受信し、M A C モジュール 17 から各送信レートにおけるパケットロス率 P K T _ L O S S を受信する。また、最大送信レート決定手段 201 は、決定方法 2 によって最大送信レート m a x R a t e を決定する場合、図 11 に示す 4 個の関係図を保持している。

【0141】

図 12 は、決定方法 2 によって最大送信レート m a x R a t e を決定する方法を説明するための図である。最大送信レート決定手段 201 は、トポロジ情報 T P I F、平均受信信号強度 R S S I _ A V E および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T _ L O S S を取得すると、関係テーブル 202 を参照して、平均受信信号強度 R S S I _ A V E に対応する基準送信レート t x R a t e _ S T D を検出する。この場合、最大送信レート決定手段 201 は、例えば、48 M b p s の基準送信レート t x R a t e _ S T D を検出するものとする。

10

【0142】

そして、最大送信レート決定手段 201 は、その検出した基準送信レート t x R a t e _ S T D の付近において、送信レートとパケットロス率 P K T _ L O S S との関係を実験データから抽出したスループットと送信レートとの関係(図 11 参照)にプロットする。この場合、最大送信レート決定手段 201 は、例えば、36 M b p s の送信レートと“0”のパケットロス率 P K T _ L O S S との関係 P1、48 M b p s の送信レートと“20%”のパケットロス率 P K T _ L O S S との関係 P2、および 54 M b p s の送信レートと“40%”のパケットロス率 P K T _ L O S S との関係 P3 をプロットする。

20

【0143】

より具体的には、最大送信レート決定手段 201 は、パケットサイズが 160 バイトである場合、36 M b p s、48 M b p s、54 M b p s の送信レートとパケットロス率 P K T _ L O S S との関係 P1 ~ P3 を図 11 の (a) に示すスループットと送信レートとの関係(曲線 k1 ~ k3 参照)にプロットする(図 12 の (a) 参照)。また、最大送信レート決定手段 201 は、パケットサイズが 1500 バイトである場合、36 M b p s、48 M b p s、54 M b p s の送信レートとパケットロス率 P K T _ L O S S との関係 P4 ~ P6 を図 11 の (d) に示すスループットと送信レートとの関係(曲線 k10 ~ k12 参照)にプロットする(図 12 の (b) 参照)。なお、図 11 の (a) ~ (d) における再送率は、パケットロス率 P K T _ L O S S を表すので、0% のパケットロス率 P K T _ L O S S、20% のパケットロス率 P K T _ L O S S および 40% のパケットロス率 P K T _ L O S S は、それぞれ、再送なし、20% の再送率および 40% の再送率に相当する。

30

【0144】

最大送信レート決定手段 201 は、平均受信信号強度 R S S I _ A V E に対応した基準送信レート t x R a t e _ S T D 付近において、送信レートとパケットロス率 P K T _ L O S S との関係を実験データから抽出したスループットと送信レートとの関係をプロットすると、そのプロットした関係から最大のスループットが得られる送信レートを最大送信レート m a x R a t e として決定する。より具体的には、最大送信レート決定手段 201 は、パケットサイズが 160 バイトである場合、36 M b p s の送信レートにおいて、パケットロス率 P K T _ L O S S が“0”となり、スループットが最大になるので、36 M b p s を最大送信レート m a x R a t e と決定する。また、最大送信レート決定手段 201 は、パケットサイズが 1500 バイトである場合、48 M b p s の送信レートにおいて、パケットロス率 P K T _ L O S S が“20%”となり、スループットが最大になるので、48 M b p s を最大送信レート m a x R a t e と決定する。

40

【0145】

また、平均受信信号強度 R S S I _ A V E が -73 d B であり、18 M b p s、24 M b p s、36 M b p s、48 M b p s、54 M b p s の送信レートにおけるパケットロス率 P K T _ L O S S が、それぞれ、0%、20%、20%、40%、40% である場合、-73 d B の平均受信信号強度 R S S I _ A V E に対応する基準送信レート t x R a t e _ S T D は、36 M b p s となる(図 10 参照)。そして、基準送信レート t x R a t e

50

— S T D (= 3 6 M b p s) 付近における送信レートとパケットロス率 P K T _ L O S S との関係を送信レートとスループットとの関係図にプロットすると、図 1 2 の (a) , (b) に示す「 x 」印のようになる。

【 0 1 4 6 】

その結果、パケットサイズが 1 6 0 バイトである場合、 1 8 M b p s , 3 6 M b p s , 5 4 M b p s の送信レートで、スループットが約 5 M b p s となる。従って、パケットサイズが 1 6 0 バイトである場合、スループットに大差がないので、最大送信レート m a x R a t e を 1 8 M b p s に決定する。

【 0 1 4 7 】

一方、パケットサイズが 1 5 0 0 バイトである場合、 1 8 M b p s の送信レートで、スループットが 1 4 M b p s となり、 3 6 M b p s の送信レートで、スループットが 2 0 M b p s となり、 5 4 M b p s の送信レートで、スループットが 2 2 M b p s となる。

【 0 1 4 8 】

その結果、 5 4 M b p s の送信レートで送信すると、スループットが最大となるので、パケットロス率 P K T _ L O S S が 4 0 % と高いにも拘わらず、 5 4 M b p s の送信レートを最大送信レート m a x R a t e と決定する。

【 0 1 4 9 】

このように、パケットサイズが大きい場合、パケットロス率 P K T _ L O S S が高くても、送信レートが高い方がスループットが高くなるので、相対的に高い送信レートを最大送信レート m a x R a t e として決定する。

【 0 1 5 0 】

なお、最大送信レート決定手段 2 0 1 は、パケットサイズが 5 0 0 バイトおよび 1 0 0 0 バイトである場合、平均受信信号強度 R S S I _ A V E に対応する基準送信レート t x R a t e _ S T D 付近における送信レートとパケットロス率 P K T _ L O S S との関係を図 1 1 の (b) , (c) に示すスループットと送信レートとの関係 (曲線 k 4 ~ k 6 , k 7 ~ k 9) に追加し、上述した方法によって、各無線区間における最大送信レート m a x R a t e を決定する。

【 0 1 5 1 】

このように、決定方法 2 においては、最大送信レート m a x R a t e は、パケットサイズに応じて決定されたスループットと送信レートとの関係 (図 1 1 参照) に、送信レートとパケットロス率 P K T _ L O S S との関係 (P 1 ~ P 6 参照) を追加して、スループットが最大となるときの送信レートを最大送信レート m a x R a t e として決定されるので、決定方法 2 によって最大送信レート m a x R a t e を決定することは、パケットサイズによる重み付けを行なって最大送信レート m a x R a t e を決定することに相当する。

【 0 1 5 2 】

[最大送信レートの決定方法 3]

最大送信レートの決定方法 3 においては、データ到達状況は、平均受信信号強度 R S S I _ A V E および受信信号強度 R S S I の標準偏差 R S S I _ D E V からなる。即ち、最大送信レートの決定方法 3 においては、データ到達状況は、補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y からなる。そして、補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y は、次式によって決定される。

【 0 1 5 3 】

【 数 1 】

$$RSSI_modify = RSSI_AVE - w \frac{RSSI_DEV}{|RSSI_AVE|} \dots (1)$$

10

20

30

40

【 0 1 5 4 】

なお、式(1)において、 w は、重みであり、適正值は、実験によって求められる。

(a 3) データ到達状況の検出

図8の(a)に示すように、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41は、自己のIPアドレスを含むHelloメッセージを定期的にブロードキャストし、無線装置36は、無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41からHelloメッセージを定期的に受信する。

【 0 1 5 5 】

そして、無線装置36の無線インターフェースモジュール16は、無線装置32, 35, 37, 38, 38, 41からHelloメッセージを受信するごとに、Helloメッ
10
セージの受信信号強度RSSI₃₂, RSSI₃₅, RSSI₃₇, RSSI₃₈, RSSI₃₉, RSSI₄₁を検出し、その検出した受信信号強度RSSI₃₂, RSSI₃₅, RSSI₃₇, RSSI₃₈, RSSI₃₉, RSSI₄₁をルーティングデーモン24へ出力する。

【 0 1 5 6 】

無線装置36のルーティングデーモン24は、無線インターフェースモジュール16から受信信号強度RSSI₃₂, RSSI₃₅, RSSI₃₇, RSSI₃₈, RSSI₃₉, RSSI₄₁を受信する。そして、無線装置36のルーティングデー
20
モン24は、一定期間内に受信した複数の受信信号強度RSSI₃₂に基づいて、平均受信信号強度RSSI_{AVE}₃₂および受信信号強度RSSIの標準偏差RSSI_{DEV}を演算する。同様に、無線装置36のルーティングデーモン24は、それぞれ、複数の受信信号強度RSSI₃₅、複数の受信信号強度RSSI₃₇、複数の受信信号強度RSSI₃₈、複数の受信信号強度RSSI₃₉および複数の受信信号強度RSSI₄₁に基づいて平均受信信号強度RSSI_{AVE}₃₅, RSSI_{AVE}₃₇, RSSI_{AVE}₃₈, RSSI_{AVE}₃₉, RSSI_{AVE}₄₁および受信信号強度RSSI₃₅, RSSI₃₇, RSSI₃₈, RSSI₃₉, RSSI₄₁の標準偏差RSSI_{DEV}₃₅, RSSI_{DEV}₃₇, RSSI_{DEV}₃₈, RSSI_{DEV}₃₉, RSSI_{DEV}₄₁を演算する。

【 0 1 5 7 】

そうすると、無線装置36のルーティングデーモン24は、平均受信信号強度RSSI
30
{AVE}₃₂, RSSI{AVE}₃₅, RSSI_{AVE}₃₇, RSSI_{AVE}₃₈, RSSI_{AVE}₃₉, RSSI_{AVE}₄₁と、受信信号強度の標準偏差RSSI_{DEV}₃₂, RSSI_{DEV}₃₅, RSSI_{DEV}₃₇, RSSI_{DEV}₃₈, RSSI_{DEV}₃₉, RSSI_{DEV}₄₁と自己のIPアドレスIPaddress36とを含むHelloメッセージHLOMを作成してブロードキャストする。

【 0 1 5 8 】

無線装置32, 35, 37, 38, 39, 41のルーティングデーモン24は、Helloメッ
40
セージHLOMを無線装置36から受信する。そして、無線装置32のルーティングデーモン24は、その受信したHelloメッセージHLOMから平均受信信号強度RSSI_{AVE}₃₂、受信信号強度の標準偏差RSSI_{DEV}₃₂およびIPアドレスIPaddress36を検出し、その検出した平均受信信号強度RSSI_{AVE}₃₂および受信信号強度の標準偏差RSSI_{DEV}₃₂を式(1)に代入して補正受信信号強度RSSI_{modify}₃₂を演算する。これによって、無線装置32のルーティングデーモン24は、無線装置32から無線装置36へパケットを送信したときの無線装置36へのデータ到達状況(=補正受信信号強度RSSI_{modify}₃₂)を検知する。また、無線装置35, 37, 38, 39, 41のルーティングデーモン24は、同様に、無線装置35, 37, 38, 39, 41から無線装置36へパケットを送信したときの無線装置36へのデータ到達状況(=補正受信信号強度RSSI_{modify}₃₅, RSSI_{modify}₃₇, RSSI_{modify}₃₈, R
50

SS I__m o d i f y__3 9 , R S S I__m o d i f y__4 1) を検知する。

【 0 1 5 9 】

無線装置 3 2 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 のルーティングデーモン 2 4 は、無線装置 3 6 へのデータ到達状況 (= 補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y__3 2 , R S S I__m o d i f y__3 5 , R S S I__m o d i f y__3 7 , R S S I__m o d i f y__3 8 , R S S I__m o d i f y__3 9 , R S S I__m o d i f y__4 1) を検知すると、その検知した無線装置 3 6 へのデータ到達状況 (= 補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y__3 2 , R S S I__m o d i f y__3 5 , R S S I__m o d i f y__3 7 , R S S I__m o d i f y__3 8 , R S S I__m o d i f y__3 9 , R S S I__m o d i f y__4 1) を IP モジュール 2 0 へ出力する。そして、無線装置 3 2 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 の IP モジュール 2 0 は、無線装置 3 2 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 3 9 , 4 1 から無線装置 3 6 へのデータ到達状況 (= 補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y__3 2 , R S S I__m o d i f y__3 5 , R S S I__m o d i f y__3 7 , R S S I__m o d i f y__3 8 , R S S I__m o d i f y__3 9 , R S S I__m o d i f y__4 1) を取得する。

10

【 0 1 6 0 】

その後、データ到達状況 (= 補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y__3 2 , R S S I__m o d i f y__3 5 , R S S I__m o d i f y__3 7 , R S S I__m o d i f y__3 8 , R S S I__m o d i f y__3 9 , R S S I__m o d i f y__4 1) は、最大送信レートの決定方法 1 と同様にして無線通信システム 1 0 0 内でブロードキャストされる。

【 0 1 6 1 】

20

また、無線装置 3 1 , 3 3 , 3 4 , 3 6 , 4 0 , 4 2 , 4 3 の IP モジュール 2 0 も、上述した方法によって、データ到達状況 (= 補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y__3 1 , R S S I__m o d i f y__3 3 , R S S I__m o d i f y__3 4 , R S S I__m o d i f y__3 6 , R S S I__m o d i f y__4 0 , R S S I__m o d i f y__4 2 , R S S I__m o d i f y__4 3) を取得し、データ到達状況 (= 補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y__3 1 , R S S I__m o d i f y__3 3 , R S S I__m o d i f y__3 4 , R S S I__m o d i f y__3 6 , R S S I__m o d i f y__4 0 , R S S I__m o d i f y__4 2 , R S S I__m o d i f y__4 3) は、最大送信レートの決定方法 1 と同様にして無線通信システム 1 0 0 内でブロードキャストされる。

【 0 1 6 2 】

30

これによって、無線通信システム 1 0 0 内の全ての無線装置 3 1 ~ 4 3 は、無線通信システム 1 0 0 における全ての無線区間における補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y からなるデータ到達状況を取得する。

【 0 1 6 3 】

(b 3) 最大送信レート m a x R a t e の決定

最大送信レート m a x R a t e の決定方法 3 においては、最大送信レート決定手段 2 0 1 は、ルーティングデーモン 2 4 から補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y を受け、関係テーブル 2 0 2 は、補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y と、基準送信レートとの関係を保持する。より具体的には、関係テーブル 2 0 2 は、図 1 0 に示す関係テーブルにおいて、「平均受信信号強度」を「補正受信信号強度」に代えた関係を保持する。

40

【 0 1 6 4 】

最大送信レート決定手段 2 0 1 は、ルーティングデーモン 2 4 から補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y を受けると、関係テーブル 2 0 2 を参照して、補正受信信号強度 R S S I__m o d i f y に対応する基準送信レート t x R a t e__S T D を検出する。そして、最大送信レート決定手段 2 0 1 は、その検出した基準送信レート t x R a t e__S T D に対して、最大送信レートの決定方法 1 におけるのと同じようにパケットサイズによる重み付けを行なって、各無線区間における最大送信レート m a x R a t e を決定する。

【 0 1 6 5 】

[最大送信レート m a x R a t e の決定方法 4]

最大送信レートの決定方法 4 においては、データ到達状況は、補正受信信号強度 R S S

50

I _ m o d i f y およびパケットロス率 P K T _ L O S S からなる。

【 0 1 6 6 】

(a 4) データ到達状況の検出

無線装置 3 1 ~ 4 3 は、(a 2) データ到達状況の検出において説明した方法によって、無線通信システム 1 0 0 の全ての無線区間における各送信レートに対するパケットロス率 P K T _ L O S S を取得するとともに、(a 3) データ到達状況の検出において説明した方法によって、無線通信システム 1 0 0 の全ての無線区間における補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y を取得する。これによって、無線装置 3 1 ~ 4 3 は、補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y および各送信レートに対するパケットロス率 P K T _ L O S S からなるデータ到達状況を取得する。

10

【 0 1 6 7 】

(b 4) 最大送信レート m a x R a t e の決定

最大送信レート m a x R a t e の決定方法 4 においては、最大送信レート決定手段 2 0 1 は、補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y および各送信レートにおけるパケットロス率 P K T _ L O S S をルーティングデーモン 2 4 から受け、関係テーブル 2 0 2 は、上述したように、補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y と基準送信レートとの関係を保持する。

【 0 1 6 8 】

最大送信レート決定手段 2 0 1 は、ルーティングデーモン 2 4 から補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y を受けると、関係テーブル 2 0 2 を参照して、補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y に対応する基準送信レート t x R a t e _ S T D を検出する。

20

【 0 1 6 9 】

そして、最大送信レート決定手段 2 0 1 は、(b 2) 最大送信レート m a x R a t e の決定方法 2 において説明したように、その検出した基準送信レート t x R a t e _ S T D の付近における送信レートとパケットロス率 P K T _ L O S S との関係をスループットと送信レートとの関係 (図 1 1 参照) にプロットし、上述した方法によって各無線区間における最大送信レート m a x R a t e を決定する。つまり、最大送信レート決定手段 2 0 1 は、補正受信信号強度 R S S I _ m o d i f y に対応する基準送信レート t x R a t e _ S T D を検出すると、その後、(b 2) 最大送信レート m a x R a t e の決定方法 2 における方法と同じ方法に従って最大送信レート m a x R a t e を決定する。

30

【 0 1 7 0 】

図 1 3 は、図 9 に示すトポロジーテーブル 2 0 3 の例を示す図である。最大送信レート決定手段 2 0 1 は、無線ネットワーク 1 0 0 における各無線区間のデータ到達状況およびトポロジー情報 T P I F をルーティングデーモン 2 4 から受信すると、上述した 4 個の方法のいずれかによって、各無線区間における最大送信レート m a x R a t e を決定し、その決定した最大送信レート m a x R a t e をトポロジー情報 T P I F に書き込んでトポロジーテーブル 2 0 3 A (図 1 3 参照) を作成する。

【 0 1 7 1 】

図 1 4 は、ルーティングテーブル 2 1 の例を示す図である。また、図 1 5 は、無線通信経路の例を示す図である。更に、図 1 6 は、無線通信経路の他の例を示す図である。図 1 に示す無線装置 3 1 が無線装置 4 0 と無線通信を行なう場合の各無線装置の送信レートの決定方法について説明する。

40

【 0 1 7 2 】

無線装置 3 1 は、ルーティングテーブル 2 1 A (図 1 4 参照) を保持している。そして、無線装置 3 1 が無線装置 4 0 と無線通信を行なう場合、無線装置 3 1 の送信レート決定手段 2 0 4 は、ルーティングテーブル 2 1 A およびトポロジーテーブル 2 0 3 A を参照して、無線装置 3 1 から無線装置 4 0 までの経路を無線装置 3 1 - 無線装置 3 2 - 無線装置 3 6 - 無線装置 3 9 - 無線装置 4 0 からなる経路 R T と決定し、無線区間 (無線装置 3 1 - 無線装置 3 2) 、無線区間 (無線装置 3 2 - 無線装置 3 6) 、無線区間 (無線装置 3 6 - 無線装置 3 9) および無線区間 (無線装置 3 9 - 無線装置 4 0) における最大送信レ

50

トmaxRateがそれぞれ54Mbps, 11Mbps, 54Mbps, 54Mbpsであることを検出する(図13の太線、図15および図16参照)。

【0173】

そうすると、無線装置31の送信レート決定手段204は、送信元(=無線装置31)から送信先(=無線装置40)へ向かう経路RT上において、最小の最大送信レート(=11Mbps)を有する無線区間(=無線装置32-無線装置36)が存在するので、無線装置31の送信レートtxRateを11Mbpsと決定する。

【0174】

また、無線装置32の送信レート決定手段204は、自己が搭載された無線装置32から送信先の無線装置40へ向かう経路上において、最小の最大送信レート(=11Mbps)を有する無線区間(=無線装置32-無線装置36)が存在するので、無線装置32の送信レートtxRateを11Mbpsと決定する。

10

【0175】

更に、無線装置36の送信レート決定手段204は、自己が搭載された無線装置36から送信先の無線装置40へ向かう経路上において、最小の最大送信レートが54Mbpsであるので、無線装置36の送信レートtxRateを54Mbpsと決定する。

【0176】

更に、無線装置39の送信レート決定手段204は、自己が搭載された無線装置39から送信先の無線装置40へ向かう経路上において、最小の最大送信レートが54Mbpsであるので、無線装置39の送信レートtxRateを54Mbpsと決定する(図15参照)。

20

【0177】

次に、無線装置40が経路RTを用いて無線装置31へパケットを送信する場合、無線装置40の送信レート決定手段204は、自己が搭載された無線装置40から送信先の無線装置31へ向かう経路上において、最小の最大送信レート(=11Mbps)を有する無線区間(=無線装置36-無線装置32)が存在するので、無線装置40の送信レートtxRateを11Mbpsと決定する。

【0178】

また、無線装置39の送信レート決定手段204は、自己が搭載された無線装置39から送信先の無線装置31へ向かう経路上において、最小の最大送信レート(=11Mbps)を有する無線区間(=無線装置36-無線装置32)が存在するので、無線装置39の送信レートtxRateを11Mbpsと決定する。

30

【0179】

更に、無線装置36の送信レート決定手段204は、自己が搭載された無線装置36から送信先の無線装置31へ向かう経路上において、最小の最大送信レート(=11Mbps)を有する無線区間(=無線装置36-無線装置32)が存在するので、無線装置36の送信レートtxRateを11Mbpsと決定する。

【0180】

更に、無線装置32の送信レート決定手段204は、自己が搭載された無線装置32から送信先の無線装置31へ向かう経路上において、最小の最大送信レートが54Mbpsであるので、無線装置32の送信レートtxRateを54Mbpsと決定する(図16参照)。

40

【0181】

このように、無線装置31, 32, 36, 39, 40の送信レート決定手段204は、自己が搭載された無線装置から送信先の無線装置までの経路上において最小の最大送信レートmaxRateを自己が搭載された無線装置31, 32, 36, 39, 40の送信レートtxRateとして決定する。

【0182】

上述した方法によって各無線装置31, 32, 36, 39, 40の送信レートを決定することにより、最小の最大送信レートmaxRateを有する無線区間(無線装置32-

50

無線装置 36) を構成する無線装置 32, 36 において受信量が送信量に等しくなり、無線装置 32, 36 のバッファ 18 が溢れることを防止できる。その結果、無線装置 32, 36 におけるパケットロスが抑制される。従って、無線通信の安定性を向上できる。

【0183】

なお、無線装置 33, 34, 35, 37, 38, 41 ~ 43 の送信レート決定手段 204 も、上述した方法によって、無線装置 33, 34, 35, 37, 38, 41 ~ 43 の送信レート $txRate$ を決定し、その決定した送信レート $txRate$ によって送信先との間で無線通信を行なう。

【0184】

また、上記においては、無線装置 31 が無線通信経路 RT を介して無線装置 40 へパケットを送信する場合、無線装置 31, 32, 36, 39 の各々が自己の送信レートを決定すると説明したが、この発明においては、これに限らず、無線装置 31 は、無線通信経路 RT を介して無線装置 40 へパケットを送信する場合、上述した方法によって、無線装置 31, 32, 36, 39 における送信レート $txRate_{31}$, $txRate_{32}$, $txRate_{36}$, $txRate_{39}$ を決定し、その決定した送信レート $txRate_{32}$, $txRate_{36}$, $txRate_{39}$ を含むパケット PKT を生成して送信レート $txRate_{31}$ で送信するようにしてもよい。この場合、パケット PKT を中継する無線装置 32, 36, 39 は、パケット PKT に含まれる自己の送信レート $txRate_{32}$, $txRate_{36}$, $txRate_{39}$ を検出し、その検出した送信レート $txRate_{32}$, $txRate_{36}$, $txRate_{39}$ でパケット PKT を中継する。無線装置 40 が無線通信経路 RT を介して無線装置 31 へパケット PKT を送信する場合も同様である。

【0185】

[実施の形態 2]

実施の形態 2 においては、送信元と送信先との間で通信経路を確立するプロトコルとして $AODV$ プロトコルを用いる。この $AODV$ プロトコルは、オンデマンド型のルーティングプロトコルであり、無線通信が生じたときに送信先との間で無線通信経路を確立し、送信先との間で無線通信を行なうプロトコルである。

【0186】

図 17 は、図 1 に示す無線装置 31 ~ 43 の実施の形態 2 における構成を示す概略ブロック図である。実施の形態 2 においては、図 1 に示す無線装置 31 ~ 43 の各々は、図 17 に示す無線装置 31A からなる。

【0187】

無線装置 31A は、図 2 に示す無線装置 31 の通信制御部 15 を通信制御部 15A に代えたものであり、その他は、無線装置 31 と同じである。通信制御部 15A は、通信制御部 15 のルーティングテーブル 21 を削除し、 IP モジュール 20 を IP モジュール 20A に代えたものであり、その他は、通信制御部 15 と同じである。

【0188】

なお、以下においては、データ到達状況は、平均受信信号強度 $RSSI_{AVE}$ からなるものとして説明する。

【0189】

IP モジュール 20A は、自己が搭載された無線装置が保持するデータ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_{AVE}$) を取得する。そして、 IP モジュール 20A は、送信先の無線装置との間で無線通信の要求が生じると、 $AODV$ プロトコルに従って送信先の無線装置までの経路 RT を確立するとともに、その経路 RT を確立する動作に連動して経路 RT 上に存在する各無線区間におけるデータ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_{AVE}$) を取得する。なお、 $AODV$ プロトコルにおいても、受信信号強度 $RSSI$ は、 $Hello$ パケットに含めて隣接する無線装置へ送信されるので、各無線装置 31 ~ 43 は、図 8 に示す方法によって平均受信信号強度 $RSSI_{AVE}$ を取得できる。

【0190】

10

20

30

40

50

そして、IPモジュール20Aは、各無線区間におけるデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)を取得すると、確立した経路RTと、取得したデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)とに基づいて、上述した方法によって、送信レートを決定し、その決定した送信レートをMACモジュール17へ出力する。

【0191】

図18は、図17に示すIPモジュール20Aが有する機能のうち、送信レートを決定する機能の機能ブロック図である。IPモジュール20Aは、関係テーブル202と、経路確立手段205と、最大送信レート決定手段206と、トポロジータブル207と、送信レート決定手段208とを含む。

【0192】

経路確立手段205は、自己が搭載された無線装置が保持するデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)をルーティングデーモン24から受け、その受けたデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)を含むルート要求パケットREQを生成して送信する。

【0193】

また、経路確立手段205は、自己が搭載された無線装置がルート要求パケットREQを中継する無線装置である場合、ルート要求パケットREQを受信すると、その受信したルート要求パケットREQに含まれるデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)を読み出して最大送信レート決定手段206へ出力する。そして、経路確立手段205は、自己が搭載された無線装置から送信元までの経路情報をルート要求パケットREQから読み出して最大送信レート決定手段206へ出力する。また、経路確立手段205は、自己が搭載された無線装置が保持するデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)をルート要求パケットREQに追加して中継する。

【0194】

更に、経路確立手段205は、自己が搭載された無線装置が保持するデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)を含めて、ルート要求パケットREQに対する応答であるルート返答パケットREPを生成し、その生成したルート返答パケットREPを送信する。

【0195】

更に、経路確立手段205は、自己が搭載された無線装置がルート返答パケットREPを中継する無線装置である場合、ルート返答パケットREPを受信すると、その受信したルート返答パケットREPに含まれるデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)を読み出して最大送信レート決定手段206へ出力する。そして、経路確立手段205は、自己が搭載された無線装置から送信先までの経路情報をルート返答パケットREPから読み出して最大送信レート決定手段206へ出力する。また、経路確立手段205は、自己が搭載された無線装置が保持するデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)をルート返答パケットREPに追加して中継する。

【0196】

最大送信レート決定手段206は、自己が搭載された無線装置が保持するデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)をルーティングデーモン24から受け、他の無線装置が保持するデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)および経路情報を経路確立手段205から受ける。そして、最大送信レート決定手段206は、経路情報に基づいて、送信先または送信元までの経路を検知し、その検知した経路上の各無線区間における最大送信レートmaxRateをデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)、関係テーブル202およびパケットサイズに基づいて、上述した方法によって決定する。そして、最大送信レート決定手段206は、その決定した最大送信レートmaxRateを送信先または送信元までの経路上の各無線区間に書き込んでトポロジータブル207を作成する。

【0197】

トポロジータブル207は、送信元から送信先までの経路情報と、各無線区間に書き

10

20

30

40

50

込まれた最大送信レート $max\ Rate$ とからなる。

【0198】

送信レート決定手段208は、トポロジータブル207を参照して、送信先または送信元までの経路上の各無線区間における最大送信レート $max\ Rate$ を検出し、その検出した最大送信レート $max\ Rate$ に基づいて、上述した方法によって送信レート $tx\ Rate$ を決定する。そして、送信レート決定手段208は、その決定した送信レート $tx\ Rate$ をMACモジュール17へ出力する。

【0199】

以下、無線装置31が無線装置40との間で無線通信経路RTを確立する動作について説明する。送信元である無線装置31は、送信先である無線装置40との間で無線通信経路RTを確立する場合、ルート要求パケットRREQを生成してブロードキャストする。

10

【0200】

このルート要求パケットRREQは、送信元Senderと、タイプTypeと、送信先アドレスDSTと、送信先シーケンス番号DSTSeqと、送信元IPアドレスSrcと、送信元シーケンス番号SrcSeqと、ルート要求パケット識別子RREQidと、ホップ数Hopsと、データ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)とからなる。

【0201】

送信元Senderは、ルート要求パケットRREQを送信する無線装置のアドレスであり、ルート要求パケットRREQを受信する各無線装置が送信先から送信元への逆通信経路において次に送信すべき無線装置であると認識するアドレスである。そして、この送信元Senderは、ルート要求パケットRREQを中継する無線装置によって変えられる。

20

【0202】

タイプは、ルート要求パケットRREQがルートの確立を要求するパケットであることを示す“RREQ”からなり、この“RREQ”は、変更されない。

【0203】

送信先アドレスDSTは、確立しようとしている無線通信経路における最終的な送信先である無線装置のIPアドレスである。そして、送信先アドレスDSTは、不変である。

【0204】

送信先シーケンス番号DSTSeqは、最終的な送信先へ向かう複数の経路のうち、ルート要求パケットRREQの生成元によって受信された最新のシーケンス番号である。

30

【0205】

送信元IPアドレスSrcは、ルート要求パケットRREQの生成元のIPアドレスである。従って、この送信元IPアドレスは、不変である。

【0206】

送信元シーケンス番号SrcSeqは、ルート要求パケットRREQの生成元へ向かう経路において使用されるべき現在のシーケンス番号である。そして、この送信元シーケンス番号は、不変である。

【0207】

ルート要求パケット識別子RREQidは、順次生成される複数のルート要求パケットRREQの各々を特定するシーケンス番号である。そして、このルート要求パケット識別子RREQidは、一度付与されると、変更されない。

40

【0208】

ホップ数Hopsは、ルート要求パケットRREQの生成元からルート要求パケットRREQを中継する各無線装置までのホップ数を表す。従って、このホップ数は、ルート要求パケットRREQを中継する無線装置によって“1”ずつインクリメントされる。

【0209】

データ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)は、ルート要求パケットRREQの生成元またはルート要求パケットRREQを中継する無線装置が有するデータ到達

50

状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_AVE$) からなる。そして、データ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_AVE$) は、ホップ数の増加に伴って追加される。

【0210】

従って、無線装置31の経路確立手段205は、[$Sender31 / RREQ / IPaddress40 / 10 / Src31 / 20 / 3 / 0 / RSSI_AVE1 (IPaddress31 - IPaddress32)$] からなるルート要求パケット $RREQ$ を生成してブロードキャストする。

【0211】

そして、無線装置31の隣の無線装置32, 37は、無線装置31からのルート要求パケット $RREQ$ を受信し、無線装置32, 37の経路確立手段205は、ルート要求パケット $RREQ$ を無線装置31から最初に受信したか否かを判定する。

10

【0212】

ルート要求パケット $RREQ$ を最初に受信したものである場合、無線装置32の経路確立手段205は、ルート要求パケット $RREQ$ からデータ到達状況 (= $RSSI_AVE1 (IPaddress31 - IPaddress32)$) を検出して最大送信レート決定手段206へ出力する。そして、無線装置32の経路確立手段205は、ルート要求パケット $RREQ$ 中の送信元 $Sender1$ を、無線装置32が送信元であることを示す送信元 $Sender32$ に代え、無線装置31から無線装置32までの経路数であるホップ数に "1" を加算するとともに、データ到達状況に自己が保持するデータ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_AVE2 (IPaddress32 - IPaddress36)$: $RSSI_AVE3 (IPaddress32 - IPaddress35)$) を追加してルート要求パケット $RREQ = [Sender32 / RREQ / IPaddress40 / 10 / Src31 / 20 / 3 / 1 / RSSI_AVE1 (IPaddress31 - IPaddress32) : RSSI_AVE2 (IPaddress32 - IPaddress36) : RSSI_AVE3 (IPaddress32 - IPaddress35)]$ を生成し、その生成したルート要求パケット $RREQ = [Sender32 / RREQ / IPaddress40 / 10 / Src31 / 20 / 3 / 1 / RSSI_AVE1 (IPaddress31 - IPaddress32) : RSSI_AVE2 (IPaddress32 - IPaddress36) : RSSI_AVE3 (IPaddress32 - IPaddress35)]$ をブロードキャストする。

20

30

【0213】

また、無線装置32の経路確立手段205は、送信元 $Sender31$ に基づいて、無線装置40から無線装置31への逆通信経路において無線装置32が次に送信すべき無線装置が無線装置31であると認識する。

【0214】

無線装置36の経路確立手段205は、ルート要求パケット $RREQ$ からデータ到達状況 (= $RSSI_AVE1 (IPaddress31 - IPaddress32) : RSSI_AVE2 (IPaddress32 - IPaddress36)$) を検出して最大送信レート決定手段206へ出力する。そして、無線装置36の経路確立手段205は、ルート要求パケット $RREQ$ 中の送信元 $Sender32$ を、無線装置36が送信元であることを示す送信元 $Sender36$ に代え、無線装置31から無線装置32までの経路数であるホップ数に "1" を加算するとともに、データ到達状況に自己が保持するデータ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_AVE4 (IPaddress36 - IPaddress35) : RSSI_AVE5 (IPaddress36 - IPaddress38) : RSSI_AVE6 (IPaddress36 - IPaddress39) : RSSI_AVE7 (IPaddress36 - IPaddress41) : RSSI_AVE8 (IPaddress36 - IPaddress37)$) を追加してルート要求パケット $RREQ = [Sender36 / RREQ / IPaddress40 / 10 / Src31 / 20 / 3 / 2 / RSSI_AVE1 (IPaddress31 - IPaddress32) : RSSI_AVE2 (IPaddress32 - IPaddress36$

40

50

) : R S S I _ A V E 3 (I P a d d r e s s 3 2 - I P a d d r e s s 3 5) R S S I _ A V E 4 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 3 5) : R S S I _ A V E 5 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 3 8) : R S S I _ A V E 6 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 3 9) : R S S I _ A V E 7 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 4 1) : R S S I _ A V E 8 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 3 7)] を生成し、その生成したルート要求パケット R R E Q = [S e n d e r 3 6 / R R E Q / I P a d d r e s s 4 0 / 1 0 / S r c 3 1 / 2 0 / 3 / 2 / R S S I _ A V E 1 (I P a d d r e s s 3 1 - I P a d d r e s s 3 2) : R S S I _ A V E 2 (I P a d d r e s s 3 2 - I P a d d r e s s 3 6) : R S S I _ A V E 3 (I P a d d r e s s 3 2 - I P a d d r e s s 3 5) R S S I _ A V E 4 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 3 5) : R S S I _ A V E 5 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 3 8) : R S S I _ A V E 6 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 3 9) : R S S I _ A V E 7 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 4 1) : R S S I _ A V E 8 (I P a d d r e s s 3 6 - I P a d d r e s s 3 7)] をブロードキャストする。

10

【 0 2 1 5 】

また、無線装置 3 6 の経路確立手段 2 0 5 は、送信元 S e n d e r 3 2 に基づいて、無線装置 4 0 から無線装置 3 1 への逆通信経路において無線装置 3 6 が次に送信すべき無線装置が無線装置 3 2 であると認識する。

【 0 2 1 6 】

無線装置 3 5 , 3 7 , 3 8 , 4 1 , 4 2 も、無線装置 3 2 , 3 6 と同様にしてルート要求パケット R R E Q を中継する。

20

【 0 2 1 7 】

そして、送信先である無線装置 4 0 の経路確立手段 2 0 5 は、ルート要求パケット R R E Q = [S e n d e r 3 9 / R R E Q / I P a d d r e s s 4 0 / 1 0 / S r c 3 1 / 2 0 / 3 / 3 / 無線装置 3 1 , 3 2 , 3 6 , 3 9 が有するデータ到達状況] を無線装置 3 9 から受信する。

【 0 2 1 8 】

そうすると、無線装置 4 0 の経路確立手段 2 0 5 は、ルート要求パケット R R E Q に含まれる送信先アドレス = I P a d d r e s s 4 0 に基づいて自己が送信先であることを検知するとともに、[無線装置 3 1 , 3 2 , 3 6 , 3 9 が有するデータ到達状況] をルート要求パケット R R E Q から読み出して最大送信レート決定手段 2 0 6 へ出力する。そして、無線装置 4 0 の経路確立手段 2 0 5 は、ルート要求パケット R R E Q に対する返答であるルート返答パケット R R E P を生成する。

30

【 0 2 1 9 】

この場合、ルート返答パケット R R E P は、送信元 S e n d e r と、タイプ T y p e と、送信先アドレス D S T と、送信先シーケンス番号 D S T S e q と、ホップ数 H o p s と、データ到達状況 (= 平均受信信号強度 R S S I _ A V E) とからなる。

【 0 2 2 0 】

送信元 S e n d e r は、ルート返答パケット R R E P を送信する無線装置のアドレスである。そして、この送信元 S e n d e r は、ルート返答パケット R R E P を中継する無線装置によって変えられる。

40

【 0 2 2 1 】

タイプは、ルート返答パケット R R E P がルート要求パケット R R E Q に対する返答であることを示す “ R R E P ” からなり、この “ R R E P ” は、変更されない。

【 0 2 2 2 】

送信先アドレス D S T および送信先シーケンス番号 D S T S e q は、それぞれ、ルート要求パケット R R E Q に格納された送信先アドレス D S T および送信先シーケンス番号 D S T S e q である。

【 0 2 2 3 】

50

ホップ数 $Hops$ は、ルート返答パケット $RREP$ の生成元からルート返答パケット $RREP$ を中継する各無線装置までのホップ数を表す。従って、このホップ数は、ルート返答パケット $RREP$ を中継する無線装置によって “ 1 ” ずつインクリメントされる。

【 0 2 2 4 】

データ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_AVE$) は、ルート返答パケット $RREP$ の生成元またはルート返答パケット $RREP$ の中継器が有するデータ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_AVE$) からなる。そして、データ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_AVE$) は、ホップ数の増加に伴って追加される。

【 0 2 2 5 】

従って、無線装置 40 の経路確立手段 205 は、[$Sender\ 40 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 0 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39)$] からなるルート返答パケット $RREP = [Sender\ 40 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 0 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39)]$ をルート要求パケット $RREQ$ を受信した経路に沿って送信する。即ち、無線装置 40 の経路確立手段 205 は、ルート要求パケット $RREQ$ を無線装置 39 から受信したので、ルート返答パケット $RREP$ を無線装置 39 へ送信する。

【 0 2 2 6 】

無線装置 39 の経路確立手段 205 は、無線装置 40 からルート返答パケット $RREP = [Sender\ 40 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 0 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39)]$ を受信し、その受信したルート返答パケット $RREP = [Sender\ 40 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 0 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39)]$ からデータ到達状況 (= $RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39)$) を読み出して最大送信レート決定手段 206 へ出力する。そして、無線装置 39 の経路確立手段 205 は、ルート返答パケット $RREP = [Sender\ 40 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 0 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39)]$ の送信元 $Sender\ 40$ を無線装置 39 を示す送信元 $Sender\ 39$ に代え、無線装置 39 までの経路数であるホップ数に “ 1 ” を加算するとともに、データ到達状況にデータ到達状況 (= 平均受信信号強度 $RSSI_AVE10 (IP\ address\ 39\ IP\ address\ 36)$) を追加してルート返答パケット $RREP = [Sender\ 39 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 1 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39) : RSSI_AVE10 (IP\ address\ 39\ IP\ address\ 36)]$ を生成し、その生成したルート返答パケット $RREP = [Sender\ 39 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 1 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39) : RSSI_AVE10 (IP\ address\ 39\ IP\ address\ 36)]$ を無線装置 36 へ送信する。

【 0 2 2 7 】

そうすると、無線装置 36 の経路確立手段 205 は、ルート返答パケット $RREP = [Sender\ 39 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 1 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39) : RSSI_AVE10 (IP\ address\ 39\ IP\ address\ 36)]$ を受信し、無線装置 39 と同様にして、ルート返答パケット $RREP = [Sender\ 36 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 2 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39) : RSSI_AVE10 (IP\ address\ 39\ IP\ address\ 36) : RSSI_AVE11 (IP\ address\ 36\ IP\ address\ 32)]$ を生成し、その生成したルート返答パケット $RREP = [Sender\ 36 / RREP / IP\ address\ 40 / 10 / 2 / RSSI_AVE9 (IP\ address\ 40\ IP\ address\ 39) : RSSI_AVE10 (IP\ address\ 39\ IP\ address\ 36)$

10

20

30

40

50

: RSSI__AVE11 (IPaddress36 IPaddress32)] を無線装置32へ送信する。

【0228】

そして、無線装置32の経路確立手段205は、ルート返答パケットRREP = [Sender36 / RREP / IPaddress40 / 10 / 2 / RSSI__AVE9 (IPaddress40 IPaddress39) : RSSI__AVE10 (IPaddress39 IPaddress36) : RSSI__AVE11 (IPaddress36 IPaddress32)] を受信し、その受信したルート返答パケットRREP = [Sender36 / RREP / IPaddress40 / 10 / 2 / RSSI__AVE9 (IPaddress40 IPaddress39) : RSSI__AVE10 (IPaddress39 IPaddress36) : RSSI__AVE11 (IPaddress36 IPaddress32)] からデータ到達状況 (= RSSI__AVE9 (IPaddress40 IPaddress39) : RSSI__AVE10 (IPaddress39 IPaddress36) : RSSI__AVE11 (IPaddress36 IPaddress32)) を読み出して最大送信レート決定手段206へ出力する。そして、無線装置32の経路確立手段205は、ルート返答パケットRREP = [Sender36 / RREP / IPaddress40 / 10 / 2 / RSSI__AVE9 (IPaddress40 IPaddress39) : RSSI__AVE10 (IPaddress39 IPaddress36) : RSSI__AVE11 (IPaddress36 IPaddress32)] をルート返答パケットRREP = [Sender32 / RREP / IPaddress40 / 10 / 3 / RSSI__AVE9 (IPaddress40 IPaddress39) : RSSI__AVE10 (IPaddress39 IPaddress36) : RSSI__AVE11 (IPaddress36 IPaddress32) : RSSI__AVE12 (IPaddress32 IPaddress31)] に変えて無線装置31へ送信する。

【0229】

なお、ルート要求パケットRREQが無線装置31から無線装置40へ送信されることによって無線装置31 無線装置32 無線装置36 無線装置39 無線装置40の経路が確立されているので、各無線装置32, 36, 39は、ルート要求パケットRREQを受信した経路に沿ってルート返答パケットRREPを無線装置31 (送信元) へ送信できる。

【0230】

そして、送信元である無線装置31の経路確立手段205は、ルート返答パケットRREP = [Sender32 / RREP / IPaddress40 / 10 / 3 / RSSI__AVE9 (IPaddress40 IPaddress39) : RSSI__AVE10 (IPaddress39 IPaddress36) : RSSI__AVE11 (IPaddress36 IPaddress32) : RSSI__AVE12 (IPaddress32 IPaddress31)] を受信すると、その受信したルート返答パケットRREPからデータ到達状況 (= 平均受信信号強度RSSI__AVE9 (IPaddress40 IPaddress39) : RSSI__AVE10 (IPaddress39 IPaddress36) : RSSI__AVE11 (IPaddress36 IPaddress32) : RSSI__AVE12 (IPaddress32 IPaddress31)) を読み出して最大送信レート決定手段206へ出力する。

【0231】

上述したように、無線装置31, 32, 36, 39, 40の最大送信レート決定手段206は、経路確立手段205が無線装置31 - 無線装置32 - 無線装置36 - 無線装置39 - 無線装置40からなる経路を確立する過程において、各無線区間の双方向のデータ到達状況 (= 平均受信信号強度RSSI__AVE) と、送信元 (= 無線装置31) または送信先 (= 無線装置40) までの経路情報とを取得する。

【0232】

10

20

30

40

50

そして、最大送信レート決定手段206は、各無線区間におけるデータ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)を取得すると、上述した方法によって、各無線区間における最大送信レートmaxRateを決定し、その決定した最大送信レートmaxRateを経路情報の各無線区間に書き込んだトポロジータブル207を作成する。

【0233】

図19は、図18に示すトポロジータブル207の例を示す図である。最大送信レート決定手段206は、上述した動作によって、例えば、図19に示すトポロジータブル207Aを作成する。

【0234】

そうすると、送信レート決定手段208は、トポロジータブル207Aを参照して、各無線装置31, 32, 36, 39, 40の送信レートを図15および図16において説明したように決定し、その決定した送信レートをMACモジュール17へ出力する。

10

【0235】

送信元である無線装置31は、送信先である無線装置40からのルート返答パケットRRPを受信すると、上述した方法によって送信レートを決定し、その決定した送信レートでデータパケットを送信先の無線装置40へ送信する。これによって、無線装置31無線装置32無線装置36無線装置39無線装置40からなる無線通信経路RTが活性化され、無線装置31無線装置32無線装置36無線装置39無線装置40からなるアドホックネットワークが自律的に構成される。

【0236】

20

このように、オンデマンド型のルーティングプロトコルに従って、送信元と送信先との間で無線通信が行なわれる場合も、各無線装置は、送信先までの経路上における最小の最大送信レートmaxRateを自己の送信レートtxRateとして決定してパケットを送信または中継する。

【0237】

従って、この発明によれば、送信元と送信先との間で確立された経路上の無線装置において、パケットロスが抑制され、無線通信の安定性を向上できる。

【0238】

なお、データ到達状況として[平均受信信号強度RSSI_AVEおよびパケットロス率PKT_LOSS]、[補正受信信号強度RSSI_modify]および[補正受信信号強度RSSI_modifyおよびパケットロス率PKT_LOSS]のいずれかが用いられる場合も、上述した方法によって、送信元と送信先との間の無線通信経路RT上の各無線装置は、無線通信経路RTの確立に連動してデータ到達状況を取得するとともに、各無線区間における送信レートを決定する。

30

【0239】

その他は、実施の形態1と同じである。

【0240】

上記においては、パケットサイズによる重み付けを行なって各無線区間における最大送信レートmaxRateを決定すると説明したが、この発明においては、これに限らず、アプリケーションの種類とデータ到達状況とに基づいて、各無線区間における最大送信レートmaxRateを決定するようにしてもよい。VoIPのように、リアルタイム性を要求されるアプリケーションの場合、パケットサイズは、160バイトであり、データ転送を行なうアプリケーションの場合、パケットサイズは、1500バイトである。従って、アプリケーションが決定されれば、パケットサイズが決定されるので、アプリケーションの種類とデータ到達状況とに基づいて、上述した方法によって、各無線区間における最大送信レートmaxRateを決定できる。

40

【0241】

また、160バイトと500バイトとの間にパケットサイズの基準値を設け、パケットサイズが基準値以下である160バイトであるとき、相対的に低い基準送信レートを最大送信レートmaxRateと決定し、パケットサイズが基準値よりも大きい500バイト

50

、1000バイトおよび1500バイトであるとき、相対的に高い基準送信レートを最大送信レートmaxRateと決定するようにしてもよい。

【0242】

この発明においては、MACモジュール17および無線インターフェースモジュール16は、「送信手段」を構成し、データ到達状況(=平均受信信号強度RSSI_AVE)を受信するルーティングデーモン24は、「取得手段」を構成する。

【0243】

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】

【0244】

この発明は、無線通信の安定性を向上可能な無線装置に適用される。また、この発明は、無線通信の安定性を向上可能な無線装置を備えた無線ネットワークに適用される。

【図面の簡単な説明】

【0245】

【図1】この発明の実施の形態による無線装置を用いた無線ネットワークの概略図である。

【図2】図1に示す無線装置の実施の形態1における構成を示す概略ブロック図である。

【図3】OLSRプロトコルにおけるパケットの構成図である。

【図4】図2に示すルーティングテーブルの構成図である。

【図5】ネイバリストの構成を示す概略図である。

【図6】ネイバリストの例を示す図である。

【図7】トポロジー情報の概念図である。

【図8】各無線区間におけるデータ到達状況を検出する方法を説明するための図である。

【図9】図2に示すIPモジュールが有する機能のうち、送信レートを決定する機能の機能ブロック図である。

【図10】図9に示す関係テーブルの構成を示す図である。

【図11】スループットと送信レートとの関係を示す図である。

【図12】決定方法2によって最大送信レートを決定する方法を説明するための図である。

【図13】図9に示すトポロジーテーブルの例を示す図である。

【図14】ルーティングテーブルの例を示す図である。

【図15】無線通信経路の例を示す図である。

【図16】無線通信経路の他の例を示す図である。

【図17】図1に示す無線装置の実施の形態2における構成を示す概略ブロック図である。

【図18】図17に示すIPモジュールが有する機能のうち、送信レートを決定する機能の機能ブロック図である。

【図19】図18に示すトポロジーテーブルの例を示す図である。

【符号の説明】

【0246】

11, 51~63 アンテナ、12 入力部、13 出力部、14 ユーザアプリケーション、15, 15A 通信制御部、16 無線インターフェースモジュール、17 MACモジュール、18 バッファ、19 LLCモジュール、20, 20A IPモジュール、21, 21A ルーティングテーブル、22 TCPモジュール、23 UDPモジュール、24 ルーティングデーモン、31~43, 31A 無線装置、100 無線ネットワーク、201, 206 最大送信レート決定手段、202 関係テーブル、203, 203A, 207, 207A トポロジーテーブル、204, 208 送信レート決

10

20

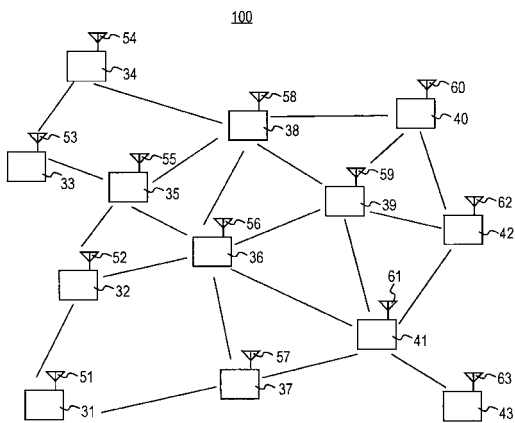
30

40

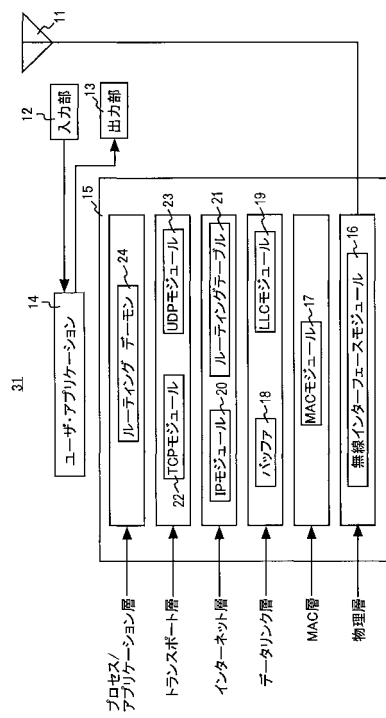
50

定手段、205 経路確立手段。

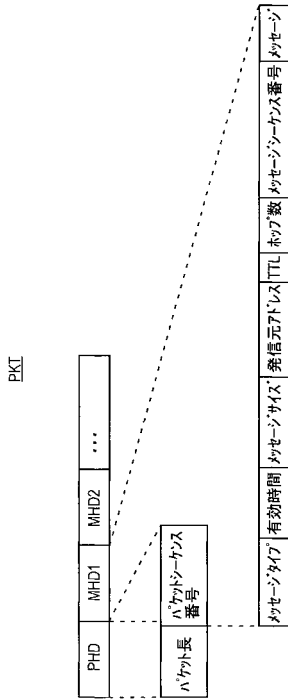
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

21

送信先	次の無線装置	ホップ数
----	-----	---
----	-----	---
⋮	⋮	⋮

【図5】

NTBL

自己のアドレス	隣接無線装置のアドレス
-----	-----

	⋮
	⋮

【図6】

NTBL_31

自己のアドレス	隣接無線装置のアドレス
IAddress31	IAddress32
	IAddress37

(a)

NTBL_32

自己のアドレス	隣接無線装置のアドレス
IAddress32	IAddress31
	IAddress35
	IAddress36

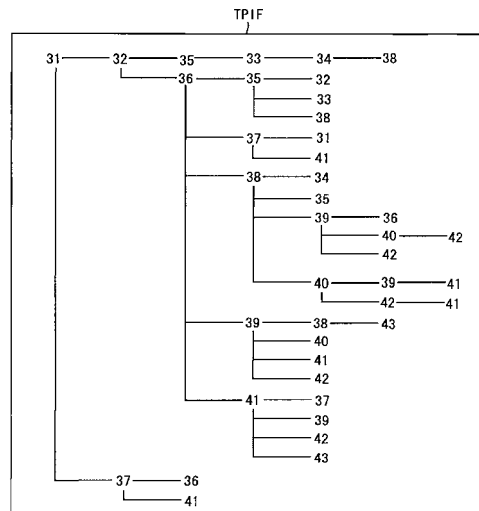
(b)

NTBL_36

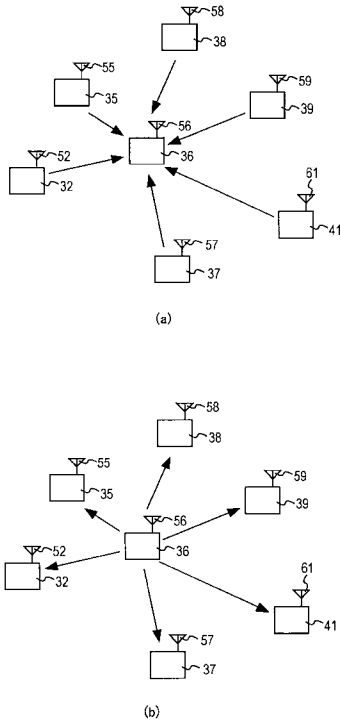
自己のアドレス	隣接無線装置のアドレス
IAddress36	IAddress32
	IAddress35
	IAddress37
	IAddress38
	IAddress39
	IAddress41

(c)

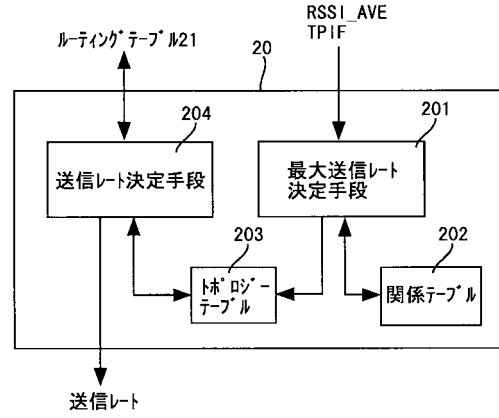
【図7】



【図8】



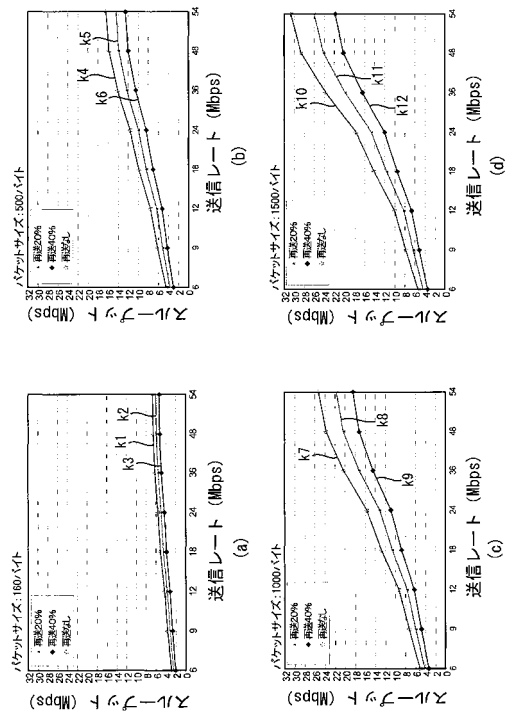
【図9】



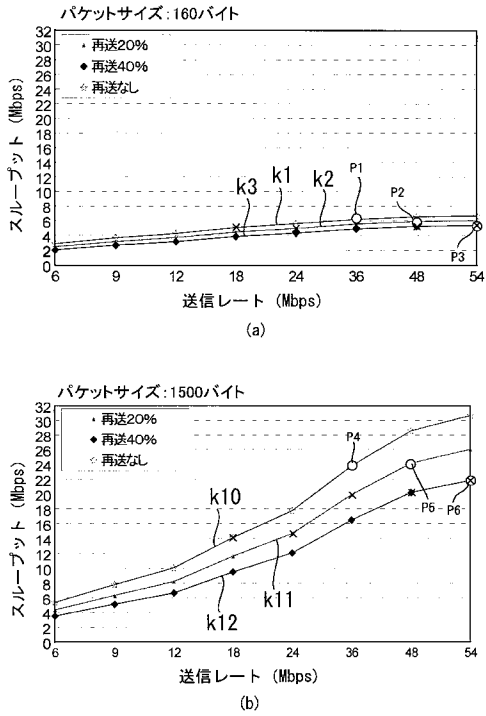
【図10】

平均受信信号強度	基準送信レート
~-85dB	6Mbps
-85dB~-82dB	9Mbps
-82dB~-80dB	12Mbps
-80dB~-78dB	18Mbps
-78dB~-75dB	24Mbps
-75dB~-72dB	36Mbps
-72dB~-65dB	48Mbps
-65dB~	54Mbps

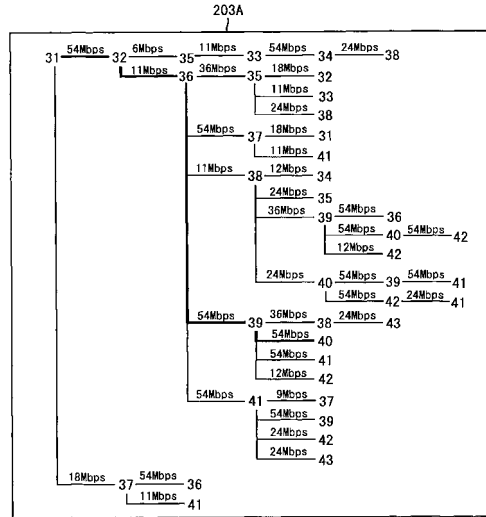
【図11】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

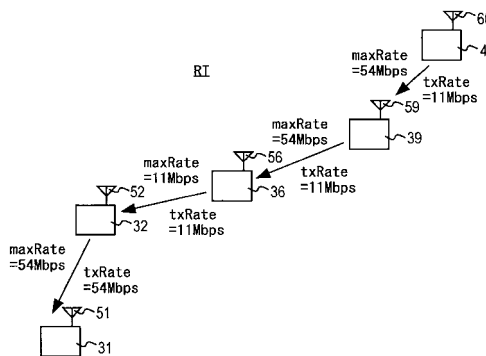


【 図 1 4 】

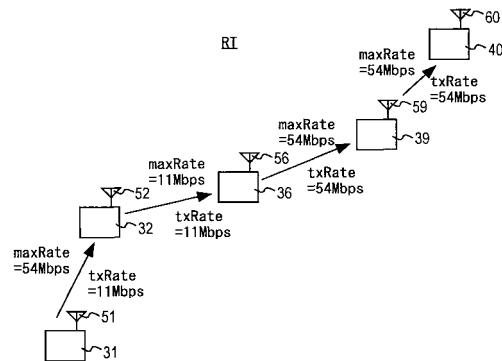
21A

送信先	次の無線装置	ホップ数
IPaddress40	IPaddress32	4
IPaddress43	IPaddress37	3
IPaddress38	IPaddress32	3
.	.	.
.	.	.

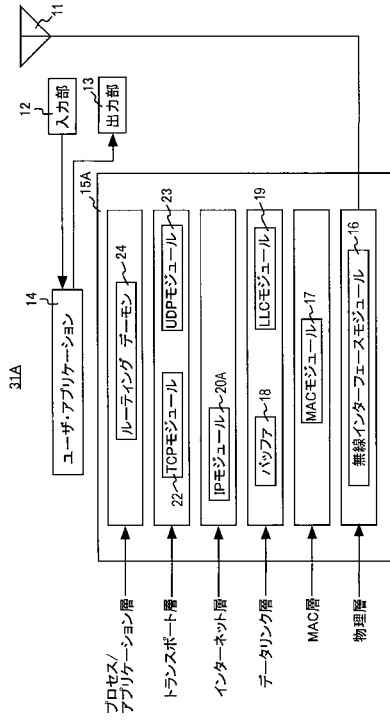
【 図 1 6 】



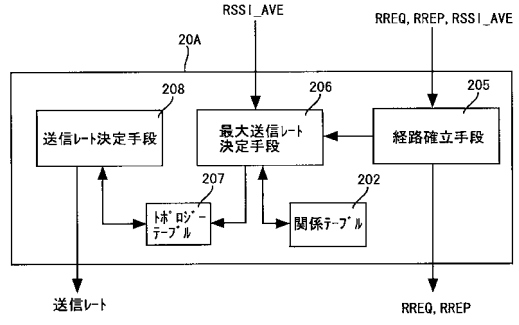
【 図 1 5 】



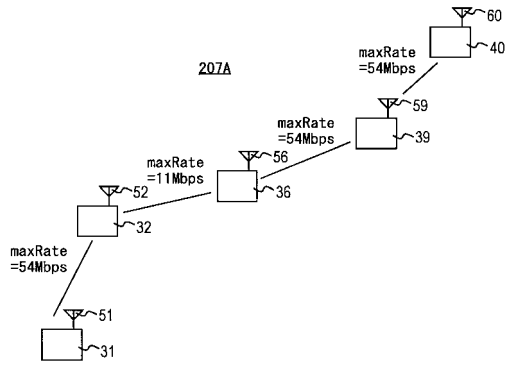
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



フロントページの続き

- (72)発明者 松本 晃
東京都港区三田1丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内
- (72)発明者 長谷川 淳
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
- (72)発明者 阿部 憲一
東京都港区三田1丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内
- (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 矢頭 尚之

- (56)参考文献 特開2003-115858(JP,A)
特開2006-101477(JP,A)
伊藤 智祥、佐藤 潤一、荒川 博、山口 孝雄、伝送環境の変動に耐性のある符号化・伝送制御方式、電子情報通信学会技術研究報告 Vol.100 No.540, 社団法人電子情報通信学会, 2001年 1月 5日, p.43-48

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/56
H04W 16/26