

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5168692号
(P5168692)

(45) 発行日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(24) 登録日 平成25年1月11日(2013.1.11)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 W 40/12 (2009.01)

H O 4 W 40/12 1 1 0

H O 4 W 40/28 (2009.01)

H O 4 W 40/28

請求項の数 10 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2008-229546 (P2008-229546)
 (22) 出願日 平成20年9月8日(2008.9.8)
 (65) 公開番号 特開2010-63068 (P2010-63068A)
 (43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)
 審査請求日 平成23年8月23日(2011.8.23)

(出願人による申告)平成20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、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(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
 (74) 代理人 100112715
 弁理士 松山 隆夫
 (72) 発明者 湯 素華
 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 マハダド ヌリシラジ
 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 四方 博之
 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】 無線装置およびそれを備えた無線ネットワーク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パケットの送信先または前記送信先側の無線装置へ前記パケットを中継する無線装置からなるグループまたは前記パケットの送信元からなるグループに属する無線装置であって

、
 当該無線装置の前記送信元側において当該無線装置に隣接する第1の無線装置からマルチキャストされ、かつ、通信を要求するための第1の制御パケット、または当該無線装置の前記送信先側において当該無線装置に隣接する第2の無線装置からマルチキャストされ、かつ、通信要求を許可するための第2の制御パケットを受信する受信手段と、

前記受信手段が前記第1の制御パケットを受信したときの第1の瞬時の信号対雑音比を検出し、または前記受信手段が前記第2の制御パケットを受信したときの第2の瞬時の信号対雑音比を検出する検出手段と、

前記検出された第1の瞬時の信号対雑音比に基づいて第1の通信所要時間を演算し、または前記検出された第2の瞬時の信号対雑音比に基づいて第2の通信所要時間を演算する演算手段と、

前記受信手段による前記第1の制御パケットの受信に応じて、前記演算された第1の通信所要時間を第1のタイマーとして設定し、または前記受信手段による前記第2の制御パケットの受信に応じて、前記演算された第2の通信所要時間を第2のタイマーとして設定するタイマー設定手段と、

当該無線装置と同じグループに属する他の無線装置との間で、当該無線装置における前

10

20

記第1のタイマーが最も早く満了したとき、前記第2の制御パケットをマルチキャストし、または当該無線装置における前記第2のタイマーが最も早く満了したとき、データパケットを送信する送信手段とを備える無線装置。

【請求項2】

前記演算手段は、前記検出された第1の瞬時の信号対雑音比が大きくなれば短くなり、前記検出された第1の瞬時の信号対雑音比が小さくなれば長くなるように前記第1の通信所要時間を演算し、または前記検出された第2の瞬時の信号対雑音比が大きくなれば短くなり、前記検出された第2の瞬時の信号対雑音比が小さくなれば長くなるように前記第2の通信所要時間を演算し、

前記送信手段は、前記他の無線装置との間で当該無線装置における前記第2のタイマーが最も早く満了したとき、前記第2の瞬時の信号対雑音比に基づいて決定された通信レートによって前記データパケットを送信する、請求項1に記載の無線装置。

【請求項3】

前記送信手段は、当該無線装置における前記第2のタイマーが満了する前に前記受信手段が前記他の無線装置から前記データパケットを受信したとき、前記データパケットの送信を停止する、請求項2に記載の無線装置。

【請求項4】

前記演算手段は、前記第2の瞬時の信号対雑音比に基づいて決定された通信レートが前記第2の制御パケットに含まれる通信レート以上であるとき、前記第2の通信所要時間を演算する、請求項2または請求項3に記載の無線装置。

【請求項5】

前記送信手段は、前記他の無線装置との間で当該無線装置における前記第1のタイマーが最も早く満了したとき、前記第1の瞬時の信号対雑音比に基づいて決定された通信レートを含む前記第1の制御パケットをマルチキャストする、請求項1に記載の無線装置。

【請求項6】

前記送信手段は、当該無線装置における前記第1のタイマーが満了する前に前記受信手段が前記他の無線装置から前記第1の制御パケットを受信したとき、前記第1の制御パケットのマルチキャストを停止する、請求項5に記載の無線装置。

【請求項7】

パケットの送信元からなるグループを構成する m (m は正の整数) 個の第1の無線装置と、

前記 m 個の第1の無線装置に隣接するとともに前記パケットの送信先または前記送信先側の無線装置へ前記パケットを中継するグループを構成し、かつ、前記 m 個の第1の無線装置よりも前記パケットの送信先側に配置された n (n は正の整数) 個の第2の無線装置とを備え、

前記 n 個の第2の無線装置の各々は、通信を要求するための第1の制御パケットをマルチキャストした第1の無線装置から前記第1の制御パケットを受信するとともに前記第1の制御パケットを受信したときの第1の瞬時の信号対雑音比を検出し、前記第1の制御パケットの受信に応じて、前記検出した第1の瞬時の信号対雑音比に基づいて演算した第1の通信所要時間を第1のタイマーとして設定し、その設定した第1のタイマーが前記 n 個の第2の無線装置において設定された n 個の第1のタイマーの中で最も早く満了したとき、通信要求を許可するための第2の制御パケットをマルチキャストし、

前記 m 個の第1の無線装置の各々は、前記第2の制御パケットをマルチキャストした第2の無線装置から前記第2の制御パケットを受信するとともに前記第2の制御パケットを受信したときの第2の瞬時の信号対雑音比を検出し、前記第2の制御パケットの受信に応じて、前記検出した第2の瞬時の信号対雑音比に基づいて演算した第2の通信所要時間を第2のタイマーとして設定し、その設定した第2のタイマーが前記 m 個の第1の無線装置において設定された m 個の第2のタイマーの中で最も早く満了したとき、前記送信元または前記送信元側の無線装置から受信したデータパケットを前記第2の制御パケットをマルチキャストした第2の無線装置へ送信する、無線ネットワーク。

【請求項 8】

前記 n 個の第 2 の無線装置の各々は、前記検出した第 1 の瞬時の信号対雑音比が大きいほど短くなり、前記第 1 の瞬時の信号対雑音比が小さいほど長くなるように前記第 1 の通信所要時間を演算し、その演算した第 1 の通信所要時間に基づいて前記第 1 のタイマーを設定し、

前記 m 個の第 1 の無線装置の各々は、前記検出した第 2 の瞬時の信号対雑音比が大きいほど短くなり、前記第 2 の瞬時の信号対雑音比が小さいほど長くなるように前記第 2 の通信所要時間を演算し、その演算した第 2 の通信所要時間に基づいて前記第 2 のタイマーを設定する、請求項 7 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 9】

前記前記 m 個の第 1 の無線装置の各々は、前記第 2 の瞬時の信号対雑音比に基づいて自己と前記第 2 の制御パケットをマルチキャストした第 2 の無線装置との間の通信レートを求め、その求めた通信レートが前記第 2 の制御パケットに含まれる通信レート以上であるとき、前記第 2 の瞬時の信号対雑音比に基づいて前記第 2 の通信所要時間を演算する、請求項 8 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 10】

前記 m 個の第 1 の無線装置の各々は、移動端末からなる送信元であり、

前記 n 個の第 2 の無線装置の各々は、前記 m 個の第 1 の無線装置のいずれかとアクセスポイントとの間で前記パケットを中継する無線装置である、請求項 7 に記載の無線ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、無線装置およびそれを備えた無線ネットワークに関し、特に、移動端末間における無線通信または移動端末とアクセスポイントとの間の無線通信を行なう無線装置およびそれを備えた無線ネットワークに関するものである。

【背景技術】

【0002】

無線 LAN (Local Area Network) は、学校およびイベント会場等のホットスポットで広く使用されている。しかし、移動端末の移動または電波伝搬状態の瞬時的な変動によって、移動端末－アクセスポイント間の直接リンクが切断されることもある。また、同様の理由によって、移動端末－アクセスポイント間の無線リンクの品質が劣化した場合、利用可能な通信レートが低下する。そのような通信レートの低下は、全ネットワークのスループットに深刻な悪影響を及ぼす。

【0003】

そこで、近年、マルチホップ無線ネットワークが従来の有線・無線ネットワークのカバー領域を拡大する重要なアクセスネットワーク技術として注目されている。マルチホップ無線ネットワークにおいて、移動端末にルーティング機能を持たせることによって、移動端末間の通信が複数の無線リンクに跨って行なわれる。

【0004】

しかし、無線ネットワークにおいては、有線ネットワークと違って、端末の移動または電波伝搬の変動によってリンク品質が変動する。このため、ルーティングプロトコルによる最適な経路選択が困難であり、無線 LAN と同様にチャンネル有効利用の劣化が大きな問題となる。

【0005】

従来、移動端末とアクセスポイントとの間の無線通信において、中継端末を使用する場合の送信所要時間と中継端末を使用しない場合の送信所要時間とを比較し、事前に選択した中継端末を使用するか否かを決定する手法が提案されている（非特許文献 1，2）。この手法は、RTS (Request To Send) ・CTS (Clear To Send) によって移動端末およびアクセスポイント間のリンク品質を測定し、その測定し

10

20

30

40

50

たリンク品質に基づいて算出したリンクの送信レートを用いて中継端末を使用する場合の送信所要時間と中継端末を使用しない場合の送信所要時間とを比較し、事前を選択した中継端末を使用するか否かを決定する。

【0006】

また、マルチキャストされるRTSを用いてリンク品質に応じて複数の経路の間で動的に経路を選択する手法が提案されている（非特許文献3）。

【0007】

上述したこれらの手法では、パケット送信において中継端末による転送を用いることによって、ネットワーク上でのチャンネルの有効利用の向上が図られている。

【非特許文献1】Hao Zhu, Guohong Cao, rDCF: a relay-enabled medium access control protocol for wireless ad hoc networks, INFOCOM '05, Vol. 1, pp12-22, 2005.

10

【非特許文献2】P. Liu, Z.-F. Tao, S. Panwar, A cooperative MAC protocol for wireless local area networks; ICC '05, Vol. 5, pp2962-2968, 2005.

【非特許文献3】Romit Roy Choudhury, Nitin H. Vaidya, Mac-layer any casting in ad hoc networks, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 34, No. 1, 2004.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、非特許文献1, 2に記載された手法を用いて選択された中継端末は、最適な中継端末ではなく、通信効率を向上させることが困難であるという問題がある。

20

【0009】

また、非特許文献3に記載された手法を用いた場合、変動しやすいリンク品質に即して中継端末を決定するのが困難であり、リンク品質が頻繁に変動した場合に通信効率を向上させることが困難であるという問題がある。

【0010】

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、通信効率を向上可能な無線装置を提供することである。

【0011】

また、この発明の別の目的は、リンク品質が変動しても通信効率を向上可能な無線装置を提供することである。

30

【0012】

更に、この発明の別の目的は、通信効率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。

【0013】

更に、この発明の別の目的は、リンク品質が変動しても通信効率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、パケットを送信または中継する無線装置であって、演算手段と、タイマー設定手段と、送信手段とを備える。演算手段は、当該無線装置と当該無線装置に隣接する隣接無線装置との間の通信所要時間を演算する。タイマー設定手段は、演算手段によって演算された通信所要時間が第1の通信所要時間であるときタイマーを第1のタイマーに設定し、演算手段によって演算された通信所要時間が第1の通信所要時間よりも長い第2の通信所要時間であるときタイマーを第1のタイマーよりも長い第2のタイマーに設定する。送信手段は、当該無線装置と同じグループに属する他の無線装置との間で当該無線装置におけるタイマーが最も早く満了したとき、データパケットまたは通信要求を許可するための制御パケットを送信する。

40

【0015】

好ましくは、無線装置は、受信手段と、検出手段とを更に備える。受信手段は、当該無線装置がパケットの送信先または送信先側の無線装置へパケットを中継する無線装置から

50

なるグループまたはパケットの送信元からなるグループに属する場合、当該無線装置の送信先側において当該無線装置に隣接する無線装置から制御パケットを受信する。検出手段は、受信手段が制御パケットを受信したときの瞬時の信号対雑音比を検出する。そして、演算手段は、検出された瞬時の信号対雑音比が大きくなれば短くなり、検出された瞬時の信号対雑音比が小さくなれば長くなるように通信所要時間を演算する。送信手段は、他の無線装置との間で当該無線装置におけるタイマーが最も早く満了したとき、瞬時の信号対雑音比に基づいて決定された通信レートによってデータパケットを送信する。

【0016】

好ましくは、送信手段は、当該無線装置におけるタイマーが満了する前に受信手段が他の無線装置からデータパケットを受信したとき、データパケットの送信を停止する。

10

【0017】

好ましくは、演算手段は、瞬時の信号対雑音比に基づいて決定された通信レートが制御パケットに含まれる通信レート以上であるとき、通信所要時間を演算する。

【0018】

好ましくは、無線装置は、受信手段と、検出手段とを更に備える。受信手段は、当該無線装置がパケットの送信元とパケットの送信先との間でパケットを中継する無線装置からなるグループに属する場合、当該無線装置の送信元側において当該無線装置に隣接する無線装置から通信を要求するための他の制御パケットを受信する。検出手段は、受信手段が他の制御パケットを受信したときの瞬時の信号対雑音比を検出する。そして、演算手段は、検出された瞬時の信号対雑音比が大きくなれば短くなり、検出された瞬時の信号対雑音比が小さくなれば長くなるように通信所要時間を演算する。送信手段は、他の無線装置との間で当該無線装置におけるタイマーが最も早く満了したとき、瞬時の信号対雑音比に基づいて決定された通信レートを含む制御パケットを送信する。

20

【0019】

好ましくは、送信手段は、当該無線装置におけるタイマーが満了する前に受信手段が他の無線装置から制御パケットを受信したとき、制御パケットの送信を停止する。

【0020】

また、この発明によれば、無線ネットワークは、 m (m は正の整数) 個の第1の無線装置と、 n (n は正の整数) 個の第2の無線装置とを備える。 m 個の第1の無線装置は、パケットを送信または中継し、かつ、1つのグループを構成する。 n 個の第2の無線装置は、 m 個の第1の無線装置に隣接し、かつ、 m 個の第1の無線装置よりもパケットの送信先側に配置される。そして、 n 個の第2の無線装置の各々は、通信を要求するための第1の制御パケットを送信した第1の無線装置と自己との間の第1の通信所要時間が短いほど短くなり、第1の通信所要時間が長いほど長くなるように第1のタイマーを設定し、その設定した第1のタイマーが n 個の第2の無線装置において設定された n 個の第1のタイマーの中で最も早く満了したとき、通信要求を許可するための第2の制御パケットを送信する。また、 m 個の第1の無線装置の各々は、第2の制御パケットを送信した第2の無線装置と自己との間の第2の通信所要時間が短いほど短くなり、第2の通信所要時間が長いほど長くなるように第2のタイマーを設定し、その設定した第2のタイマーが m 個の第1の無線装置において設定された m 個の第2のタイマーの中で最も早く満了したとき、送信元または送信元側の無線装置から受信したデータパケットを第2の制御パケットを送信した第2の無線装置へ送信する。

30

40

【0021】

好ましくは、 n 個の第2の無線装置の各々は、第1の制御パケットを受信したときの瞬時の第1の信号対雑音比を検出し、その検出した第1の信号対雑音比が大きいほど短くなり、第1の信号対雑音比が小さいほど長くなるように第1の通信所要時間を演算し、その演算した第1の通信所要時間に基づいて第1のタイマーを設定する。また、 m 個の第1の無線装置の各々は、第2の制御パケットを受信したときの瞬時の第2の信号対雑音比を検出し、その検出した第2の信号対雑音比が大きいほど短くなり、第2の信号対雑音比が小さいほど長くなるように第2の通信所要時間を演算し、その演算した第2の通信所要時間

50

に基づいて第2のタイマーを設定する。

【0022】

好ましくは、m個の第1の無線装置の各々は、第2の信号対雑音比に基づいて自己と第2の制御パケットを送信した第2の無線装置との間の通信レートを求め、その求めた通信レートが第2の制御パケットに含まれる通信レート以上であるとき、第2の信号対雑音比に基づいて第2の通信所要時間を演算する。

【0023】

好ましくは、m個の第1の無線装置の各々は、移動端末からなる送信元である。また、n個の第2の無線装置の各々は、m個の第1の無線装置のいずれかとアクセスポイントとの間でパケットを中継する無線装置である。

10

【発明の効果】

【0024】

この発明においては、パケットを中継する場合、最も良い通信品質を有する無線装置が協力的な無線通信を行なってパケットを送信先へ順次中継する。その結果、パケットが送信先まで最短時間で中継される。

【0025】

従って、この発明によれば、通信効率を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

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。

20

【0027】

図1は、この発明の実施の形態による無線ネットワークの概略図である。この発明の実施の形態による無線ネットワーク100は、無線装置1～11を備える。

【0028】

無線装置1～11は、無線通信空間に配置されている。そして、無線装置2～5は、無線装置1の通信範囲に配置されており、無線装置6～9は、無線装置2～5の通信範囲に配置されており、無線装置10は、無線装置6～9の通信範囲に配置されており、無線装置11は、無線装置6～9、10の通信範囲に配置されている。

【0029】

30

このようなトポロジーにおいて、無線装置1は、マルチホップ無線通信によってパケットを無線装置11へ送信する。この場合、無線装置2～5のうちのいずれかが無線装置1からのパケットを無線装置6～9のいずれかへ中継し、無線装置6～9のいずれかが無線装置2～5のうちのいずれかからのパケットを無線装置10または無線装置11へ中継する。

【0030】

そして、送信元である無線装置1から送信先である無線装置11までのパケットの総送信所要時間が最小になるようにパケットを無線装置1から無線装置11へ送信する場合、無線装置2～5のうちのいずれの無線装置が無線装置1からのパケットを中継すべきかは、無線装置1と無線装置2～5の各々との間の無線リンクの通信品質によって決定され、無線装置6～9のうちのいずれの無線装置が無線装置2～5のいずれかからのパケットを中継すべきかは、無線装置2～5の各々と無線装置6～9の各々との間の無線リンクの通信品質によって決定される。

40

【0031】

従って、無線装置2～5は、無線装置1からのパケットを中継する中継無線装置の候補であり、無線装置6～9は、無線装置2～5のいずれかからのパケットを中継する中継無線装置の候補である。

【0032】

そこで、この発明の実施の形態においては、無線装置2～5を同じグループに属する無線装置とし、無線装置6～9を同じグループに属する無線装置とする。

50

【0033】

そして、以下においては、1ホップでパケットを送受信可能な無線通信区間において、パケットを送信する無線装置が属するグループを送信グループTAとし、送信グループに属する無線装置からのパケットを中継する無線装置が属するグループを転送グループRAとして、送信元である無線装置1から送信先である無線装置11までのパケットの総送信所要時間が最小になるように、パケットを中継する中継無線装置を無線装置2～5または無線装置6～9から選択する方法について説明する。

【0034】

図2は、図1に示す無線装置1の構成を示す概略ブロック図である。無線装置1は、無線インターフェース12と、MAC(Media Access Control)モジュール13と、パケットキャッシュ14と、TCP(Transmission Control Protocol)/IP(Internet Protocol)モジュール15と、ルーティングモジュール16と、ルーティングテーブル17と、ネイバーテーブル18と、協力者テーブル19と、グループテーブル20とを含む。

10

【0035】

無線インターフェース12は、無線通信空間を介して他の無線装置からRTSパケットまたはCTSパケットを受信するとともに、そのRTSパケットまたはCTSパケットを受信したときの瞬時の信号対雑音比SNR(Signal to Noise Ratio)を検出する。そして、無線インターフェース12は、RTSパケットまたはCTSパケットと、瞬時の信号対雑音比SNR(「瞬時の受信SNR」と言う)とをMACモジュール13へ出力する。

20

【0036】

また、無線インターフェース12は、無線通信空間を介して他の無線装置からHelloメッセージを受信するとともに、Helloメッセージを受信したときの瞬時の受信SNR_Helloを検出する。そして、無線インターフェース12は、Helloメッセージおよび瞬時の受信SNR_HelloをMACモジュール13へ出力する。

【0037】

更に、無線インターフェース12は、無線通信空間を介して他の無線装置からデータパケット、ACK(Acknowledge)パケット、およびTC(Topology Control)メッセージを受信し、その受信したデータパケット、ACKパケット、およびTCメッセージをMACモジュール13へ出力する。

30

【0038】

更に、無線インターフェース12は、パケット(RTSパケット、CTSパケット、データパケットおよびACKパケットのいずれか)、HelloメッセージおよびTCメッセージをMACモジュール13から受け、その受けたパケット、HelloメッセージおよびTCメッセージを無線通信空間を介して他の無線装置へ送信する。

【0039】

MACモジュール13は、Helloメッセージおよび瞬時の受信SNR_Helloを無線インターフェース12から受けると、その受けたHelloメッセージおよび瞬時の受信SNR_Helloをルーティングモジュール16へ出力する。

40

【0040】

また、MACモジュール13は、TCメッセージを無線インターフェース12から受けると、その受けたTCメッセージをルーティングモジュール16へ出力する。

【0041】

更に、MACモジュール13は、無線装置1が属しているグループへのデータパケットを無線インターフェース12から受けると、その受けたデータパケットをパケットキャッシュ14に保存する。

【0042】

更に、MACモジュール13は、RTSパケットと、RTSパケットを受信したときの瞬時の受信SNR_RTSとを無線インターフェース12から受ける。そして、MACモ

50

ジュール13は、RTSパケットに基づいて、後述する方法によって、無線装置1が送信グループTAおよび転送グループRAのいずれのグループに属するかを判定する。

【0043】

そして、MACモジュール13は、無線装置1が送信グループTAに属すると判定した場合、パケットキャッシュ14を参照して、RTSパケットに含まれるデータパケットの識別記号によって指定されたデータパケットの有無を更に判定する。

【0044】

MACモジュール13は、パケットキャッシュ14がRTSパケットに含まれるデータパケットの識別記号によって指定されたデータパケットを持っていると判定した場合、CTSパケットの受信を待って、RTSパケットに含まれるデータパケットの識別記号によって指定されたデータパケットをパケットキャッシュ14から取り出し、その取り出したデータパケットを無線インターフェース12を介して送信する。

10

【0045】

一方、MACモジュール13は、無線装置1が転送グループRAに属すると判定した場合、瞬時の受信SNR_{RTS}に基づいて、後述する方法によって、送信グループTAに含まれるRTSパケットの送信元と無線装置1との間の無線リンクにおける利用可能な送信レート r_{RA-TA} を決定する。そして、MACモジュール13は、その決定した送信レート r_{RA-TA} に基づいて、後述する方法によって、送信グループTAに含まれるRTSパケットの送信元と無線装置1との間の無線リンクにおける新しいメトリックを演算する。その後、MACモジュール13は、その演算した新しいメトリックに基づいて、同時送信タイマーを設定し、同時送信タイマーが満了すると、CTSパケットを生成し、その生成したCTSパケットを無線インターフェース12を介してマルチキャストする。なお、MACモジュール13は、転送グループRAに属する他の無線装置からCTSパケットを受信した場合、自己が生成したCTSパケットの送信を停止する。

20

【0046】

更に、MACモジュール13は、無線装置1が転送グループRAに属すると判定した場合、送信グループTAに含まれる無線装置からデータパケットを無線インターフェース12から受けると、その受けたデータパケットをパケットキャッシュ14に保存する。

【0047】

更に、MACモジュール13は、CTSパケットと、CTSパケットを受信したときの瞬時の受信SNR_{CTS}とを無線インターフェース12から受ける。そして、MACモジュール13は、CTSパケットに基づいて、後述する方法によって、無線装置1が送信グループTAおよび転送グループRAのいずれのグループに属するかを判定する。

30

【0048】

そして、MACモジュール13は、無線装置1が送信グループTAに属すると判定した場合、パケットキャッシュ14を参照して、RTSパケットに含まれるデータパケットの識別記号によって指定されたデータパケットの有無を更に判定する。

【0049】

MACモジュール13は、RTSパケットに含まれるデータパケットの識別記号によって指定されたデータパケットを持っていると判定した場合、瞬時の受信SNR_{CTS}に基づいて、後述する方法によって、無線装置1と、転送グループRAに含まれるCTSパケットの送信元との間の無線リンクにおける利用可能な送信レート r_{TA-RA} を決定する。そして、MACモジュール13は、その決定した送信レート r_{TA-RA} がCTSパケットに含まれる送信レート以上である場合、後述する方法によって、無線装置1と、転送グループRAに含まれるCTSパケットの送信元との間の無線リンクにおける新しいメトリックを演算する。その後、MACモジュール13は、その演算した新しいメトリックに基づいて、同時送信タイマーを設定し、同時送信タイマーが満了すると、RTSパケットに含まれるデータパケットの識別記号によって指定されたデータパケットをパケットキャッシュ14から取り出し、その取り出したデータパケットを無線インターフェース12を介して送信レート r_{TA-RA} でCTSパケットの送信元へ送信する。なお、MACモ

40

50

ジュール13は、送信グループTAに属する他の無線装置からデータパケットを受信した場合、パケットキャッシュ14から取り出したデータパケットの送信を停止する。

【0050】

一方、MACモジュール13は、無線装置1が転送グループRAに属すると判定した場合、転送グループRAに属する他の無線装置からCTSパケットを無線インターフェース12から受けると、自己が生成したCTSパケットの送信を停止する。

【0051】

更に、MACモジュール13は、無線装置1宛てのデータパケットを無線インターフェース12から受けると、その受けたデータパケットをアプリケーション（図示せず）へ出力する。

10

【0052】

更に、MACモジュール13は、TCP/IPモジュール15からデータパケットを受けると、ルーティングテーブル17を参照して、データパケットを送信先へ送信するときの最適経路を選択する。そして、MACモジュール13は、MACヘッダをデータパケットに付加し、そのMACヘッダを付加したデータパケットを最適経路に沿って送信する。

【0053】

更に、MACモジュール13は、HelloメッセージまたはTCメッセージをルーティングモジュール16から受けると、その受けたHelloメッセージまたはTCメッセージを無線インターフェース12を介して送信する。

【0054】

20

パケットキャッシュ14は、MACモジュール13から受けたデータパケットを保存する。

【0055】

TCP/IPモジュール15は、アプリケーション（図示せず）から受けたデータをデータ部に格納し、データを格納したデータ部にTCPヘッダを付加し、TCPヘッダ/データ部（＝データ）をIPデータ部に格納し、そのIPデータ部にIPヘッダを付加してデータパケットを生成する。そして、TCP/IPモジュール15は、その生成したデータパケットをMACモジュール13へ出力する。

【0056】

ルーティングモジュール16は、リンクステートルーティングプロトコル（例えば、FSR: Fish eye routing protocol）を基に必要な機能を追加したルーティングプロトコルに従って動作する。そして、ルーティングモジュール16は、HelloメッセージまたはTCメッセージを定期的に生成し、その生成したHelloメッセージまたはTCメッセージをMACモジュール13へ出力する。

30

【0057】

また、ルーティングモジュール16は、Helloメッセージおよび瞬時の受信SNR_{__Hello}をMACモジュール13から受けると、その受けたHelloメッセージの送信元の識別記号（＝ID）と受信SNR_{__Hello}とをネイバーテーブル18に記録する。

【0058】

40

そして、ルーティングモジュール16は、ネイバーテーブル18に記録された複数の受信SNR_{__Hello}の平均値SNR_{__Hello_Ave}を演算する。その後、ルーティングモジュール16は、その演算した平均値SNR_{__Hello_Ave}以上の受信SNR_{__Hello}を有するN-1（Nは2以上の整数）個の無線装置のIDをネイバーテーブル18から取り出し、その取り出したN-1個の無線装置のIDと、無線装置1のIDとを協力者テーブル19に記録する。

【0059】

この協力者テーブル19には、N個の無線装置のIDが記録され、N個の無線装置のIDは、1つのグループを構成する。そして、この1つのグループには、Helloメッセージを受信した無線装置のIDがグループアドレスとして付与される。

50

【0060】

なお、ルーティングモジュール16は、協力者テーブル19を作成した後にHelloメッセージを送信する場合、協力者テーブル19を参照して、協力者の有無を示す協力者フラグを含むHelloメッセージを生成する。

【0061】

更に、ルーティングモジュール16は、MACモジュール13から受けたHelloメッセージが無線装置1のIDと、無線装置1のIDに対応する協力者フラグとを含む場合、そのHelloメッセージの送信元のIDをグループテーブル20に記録する。

【0062】

更に、ルーティングモジュール16は、他の無線装置から受信したHelloメッセージおよびTCメッセージに基づいて、ルーティングテーブル17を作成する。

10

【0063】

ルーティングテーブル17は、各送信先への経路情報を格納する。ネイバーテーブル18は、Helloメッセージの送信元と、瞬時の受信SNR_Helloとを対応付けて格納する。協力者テーブル19は、平均値SNR_Hello_Ave以上の受信SNR_Helloを有するN-1個の無線装置のIDと、無線装置1のIDとを格納する。グループテーブル20は、無線装置1と同じグループに属する無線装置のIDを格納する。

【0064】

なお、図1に示す無線装置2～11の各々も、図2に示す無線装置1の構成と同じ構成からなる。

20

【0065】

図3は、Helloメッセージの構成図である。HelloメッセージHELLOは、FSRと、Helloと、送信元のIDと、個数と、周辺の無線装置のIDと、協力者フラグとを含む。

【0066】

FSRは、無線ネットワーク100において用いられているルーティングプロトコルを表す。Helloは、Helloメッセージであることを表す。送信元のIDは、Helloメッセージの送信元である無線装置のIDからなる。個数は、送信元のIDに対応付けられ、周辺の無線装置の個数からなる。周辺の無線装置のIDは、送信元のIDによって表される無線装置の周辺の無線装置のIDからなる。協力者フラグは、周辺の無線装置のIDに対応付けられ、周辺の無線装置が送信元の無線装置の協力者であるか否かを表す。そして、協力者フラグは、周辺の無線装置が送信元の無線装置の協力者であるとき、“YES”からなり、周辺の無線装置が送信元の無線装置の協力者でないとき、“NO”からなる。

30

【0067】

図4は、TCメッセージの構成図である。TCメッセージTCは、送信元のIDと、FSRと、TOPOと、SEQと、基準となる無線装置のID1と、個数1と、基準となる他の無線装置のID2と、個数2と、ID1の周辺の無線装置のIDと、リンクコスト1と、ID2の周辺の無線装置のIDと、リンクコスト2とを含む。

【0068】

送信元のIDは、TCメッセージの送信元の無線装置のIDからなる。FSRは、無線ネットワーク100において用いられているルーティングプロトコルを表す。TOPOは、TCメッセージがトポロジーを示すことを表す。SEQは、TCメッセージのシーケンス番号からなる。

40

【0069】

基準となる無線装置のID1は、TCメッセージTCを作成した無線装置のIDからなる。個数1は、基準となる無線装置のID1に対応付けられ、ID1の周辺の無線装置の個数からなる。基準となる他の無線装置のID2は、送信元のIDによって表される無線装置に隣接する無線装置のIDからなる。個数2は、基準となる他の無線装置のID2に対応付けられ、ID2の周辺の無線装置の個数からなる。

50

【0070】

I D 1 の周辺の無線装置の I D は、I D 1 によって表される無線装置の周辺の無線装置の I D からなる。リンクコスト 1 は、I D 1 の周辺の無線装置の I D に対応付けられ、基準となる無線装置の I D 1 によって表される無線装置と、I D 1 の周辺の無線装置の I D によって表される無線装置との間の無線リンクのリンクコストからなる。

【0071】

I D 2 の周辺の無線装置の I D は、I D 2 によって表される無線装置の周辺の無線装置の I D からなる。リンクコスト 2 は、I D 2 の周辺の無線装置の I D に対応付けられ、基準となる他の無線装置の I D 2 によって表される無線装置と、I D 2 の周辺の無線装置の I D によって表される無線装置との間の無線リンクのリンクコストからなる。

10

【0072】

図 5 は、図 2 に示すルーティングテーブル 17 の構成図である。ルーティングテーブル 17 は、送信先と、次の無線装置と、2 ホップ目の無線装置と、メトリックとを含む。

【0073】

送信先、次の無線装置、2 ホップ目の無線装置、およびメトリックは、相互に対応付けられる。送信先は、パケットの最終的な宛先の無線装置の I D からなる。次の無線装置は、パケットを送信先へ送信するときの次に送信すべき無線装置の I D からなる。2 ホップ目の無線装置は、パケットを送信先へ送信するときの経路上において、送信先側で“次の無線装置”に隣接する無線装置の I D からなる。メトリックは、パケットを送信または中継する無線装置から送信先までのリンクコストの総和からなる。

20

【0074】

図 6 は、図 2 に示すネイバーテーブル 18 の構成図である。ネイバーテーブル 18 は、送信元と、受信 S N R _ H e l l o とを含む。送信元および受信 S N R _ H e l l o は、相互に対応付けられる。送信元は、H e l l o メッセージの送信元の I D からなる。受信 S N R _ H e l l o は、H e l l o メッセージを受信したときの受信 S N R からなる。

【0075】

図 7 は、図 2 に示す協力者テーブル 19 の構成図である。協力者テーブル 19 は、協力者 I D と、タイムスタンプとを含む。協力者 I D およびタイムスタンプは、相互に対応付けられる。協力者 I D は、ネイバーテーブル 18 に記録された無線装置のうち、受信 S N R _ H e l l o が平均値 S N R _ H e l l o _ A v e 以上となる H e l l o メッセージの送信元の I D からなる。タイムスタンプは、協力者 I D が協力者テーブル 19 に記録された時刻からなり、年月日時分秒 (Y Y Y Y / M M M M / D D D D / H H H H / M M M M / S S S S) によって表される。

30

【0076】

図 8 は、図 2 に示すグループテーブル 20 の構成図である。グループテーブル 20 は、同じグループに属する無線装置の I D と、タイムスタンプとを含む。同じグループに属する無線装置の I D 、およびタイムスタンプは、相互に対応付けられる。同じグループに属する無線装置の I D は、協力者テーブル 19 に記録された無線装置のうち、H e l l o メッセージを受信した無線装置を協力者とする H e l l o メッセージの送信元の I D からなる。タイムスタンプは、同じグループに属する無線装置の I D をグループテーブル 20 に記録した時刻からなり、年月日時分秒 (Y Y Y Y / M M M M / D D D D / H H H H / M M M M / S S S S) によって表される。

40

【0077】

図 9 は、R T S パケットの構成図である。R T S パケット R T S は、F C と、D U R と、R A と、T A と、A I D と、P I D と、L と、F C S とを含む。

【0078】

F C は、パケットが R T S パケットであることを表すとともに、R T S パケットのアクセスモードを表す。D U R は、R T S パケットの有効期間を表す。R A は、転送グループに属する無線装置の I D からなる。T A は、送信グループに属する無線装置の I D からなる。

50

【0079】

A I Dは、R T Sパケットの送信元から2ホップ目の無線装置のI Dからなる。P I Dは、データパケットを指定する識別記号を表し、例えば、 $\langle S R C, D S T, S e q \rangle$ からなる。S R Cは、データパケットの送信元を表し、D S Tは、データパケットの送信先を表し、S e qは、データパケットのシーケンス番号を表す。従って、この発明においては、送信元、送信先およびシーケンス番号によってデータパケットを特定できるものとする。

【0080】

Lは、R T Sパケットのパケット長からなる。F C Sは、R T Sパケットを正しく受信できか否かを判定するための符号である。

10

【0081】

図10は、C T Sパケットの構成図である。C T SパケットC T Sは、F Cと、D U Rと、R Aと、T Aと、R A T Eと、F C Sとを含む。F C、D U RおよびF C Sについては、上述したとおりである。

【0082】

R Aは、送信グループに属する無線装置のI Dからなる。T Aは、C T Sパケットを生成する無線装置のI Dからなる。R A T Eは、R T Sパケットを受信したときの受信S N R_{R T S}に基づいて決定された送信レートからなる。

【0083】

図11は、データパケットの構成図である。データパケットD A T Aは、F Cと、D U Rと、R Aと、T Aと、 $\langle S R C, D S T, S e q \rangle$ と、D A T Aと、F C Sとを含む。F C、D U RおよびF C Sについては、上述したとおりである。

20

【0084】

R Aは、C T SパケットC T SのT Aに格納された無線装置のI Dからなる。T Aは、送信グループに属する無線装置のI Dからなる。 $\langle S R C, D S T, S e q \rangle$ は、上述したように、データパケットD A T Aを指定する識別記号である。D A T Aは、データからなる。

【0085】

図12は、A C Kパケットの構成図である。A C KパケットA C Kは、F Cと、D U Rと、R Aと、F C Sとを含む。F C、D U RおよびF C Sについては、上述したとおりである。R Aは、データパケットD A T AのT Aに格納された無線装置のI Dからなる。

30

【0086】

図13は、受信S N Rと送信レートとの関係を示す図である。受信S N R = γ が閾値 γ_0 と閾値 γ_1 との間に存在する場合、1 M b p sの送信レートが割り当てられる。また、受信S N R = γ が閾値 γ_1 と閾値 γ_2 との間に存在する場合、2 M b p sの送信レートが割り当てられる。更に、受信S N R = γ が閾値 γ_2 と閾値 γ_3 との間に存在する場合、5 . 5 M b p sの送信レートが割り当てられる。更に、受信S N R = γ が閾値 γ_3 より大きい場合、11 M b p sの送信レートが割り当てられる。

【0087】

従って、R T SパケットまたはC T Sパケットを受信したM A Cモジュール13は、R T Sパケットを受信したときの受信S N R_{R T S} (= γ) またはC T Sパケットを受信したときの受信S N R_{C T S} (= γ) に基づいて、図13に示す関係を用いて送信レート $r_{R A - T A}$ 、 $r_{T A - R A}$ を決定する。

40

【0088】

また、H e l l oメッセージを受信したルーティングモジュール16も、H e l l oパケットを受信したときの受信S N R_{H e l l o} (= γ) に基づいて、図13に示す関係を用いて送信レートを決定する。

【0089】

ルーティングモジュール16におけるリンクコストの求め方について説明する。ルーティングモジュール16は、H e l l oメッセージを受信したときの受信S N R_{H e l l o}

50

o (= γ) に基づいて、図 13 に示す関係を用いて送信レート r を求める。そして、ルーティングモジュール 16 は、データパケットの長さ L をアプリケーション（図示せず）から受け、MAC 層の RTS / CTS / ACK とデータ DATA のプリアンプルを考慮してオーバーヘッド $T_{overhead}$ を算出し、送信レート r 、長さ L およびオーバーヘッド $T_{overhead}$ を次式に代入して転送所要コスト $d(r)$ を演算する。

【0090】

【数 1】

$$d(r) = t_{overhead} + \frac{L}{r} \cdots (1)$$

10

【0091】

ここで、全ての無線リンクのチャネルゲインがレイリーフェージングモデルに従って変動すると仮定すると、ある無線リンクの受信 SNR (= γ) の平均値 (= $\bar{\gamma}$) を用いて、各送信レートを使用して送信する確率 π_k は、次式によって求めることができる。

【0092】

【数 2】

$$\pi_k = \int_{\gamma_{k-1}}^{\gamma_k} \exp(-\gamma/\bar{\gamma})/\bar{\gamma} \cdot d\gamma \cdots (2)$$

20

【0093】

なお、 $\bar{\gamma}$ は、式 (2) において、バー (—) が記された γ を表す。また、式 (2) における k は、図 13 の SNR の範囲に対応する。

【0094】

従って、ルーティングモジュール 16 は、複数の受信 SNR (= γ) に基づいて、平均値 (= $\bar{\gamma}$) を演算し、その演算した平均値 (= $\bar{\gamma}$) を式 (2) に代入して確率 π_k を求める。

30

【0095】

そうすると、ルーティングモジュール 16 は、式 (1) によって求めた転送所要コスト $d(r)$ と、式 (2) によって求めた確率 π_k とを次式に代入してリンクコスト d を求める。

【0096】

【数 3】

$$d = \sum_{k \geq 1} \pi_k d(r_k) / (1 - \pi_0) \cdots (3)$$

40

【0097】

なお、式 (3) における π_0 は、受信 SNR (= γ) が図 13 に示す閾値 γ_0 よりも小さいときに割り当てられるパケットの送信確率である。

【0098】

図 14 は、ネイバーテーブル 18 の具体例を示す図である。図 15 は、協力者テーブル 19 の具体例を示す図である。図 16 は、Hello メッセージの第 1 の例を示す図であ

50

る。図17は、Helloメッセージの第2の例を示す図である。図18は、グループテーブル20の第1の例を示す図である。図19は、Helloメッセージの第3の例を示す図である。図20は、グループテーブル20の第2の例を示す図である。図21は、TCメッセージの具体例を示す図である。

【0099】

無線ネットワーク100の初期においては、各無線装置1～11のルーティングモジュール16は、各無線装置1～11の周辺に存在する無線装置を知らないため、各無線装置1～11のIDのみを含むHelloメッセージを生成して送信する。

【0100】

そうすると、例えば、無線装置3は、無線装置1, 2, 4～9からHelloメッセージを受信し、無線装置3の無線インターフェース12は、無線装置1, 2, 4～9からHelloメッセージHELLO_1, HELLO_2, HELLO_4～HELLO_9を受信したときの受信SNR_Hello_1, SNR_Hello_2, SNR_Hello_4～SNR_Hello_9を検出し、HelloメッセージHELLO_1, HELLO_2, HELLO_4～HELLO_9および受信SNR_Hello_1, SNR_Hello_2, SNR_Hello_4～SNR_Hello_9をMACモジュール13へ出力する。

10

【0101】

そして、無線装置3のMACモジュール13は、HelloメッセージHELLO_1, HELLO_2, HELLO_4～HELLO_9および受信SNR_Hello_1, SNR_Hello_2, SNR_Hello_4～SNR_Hello_9を無線インターフェース12から受け、その受けたHelloメッセージHELLO_1, HELLO_2, HELLO_4～HELLO_9および受信SNR_Hello_1, SNR_Hello_2, SNR_Hello_4～SNR_Hello_9をルーティングモジュール16へ出力する。

20

【0102】

そうすると、無線装置3のルーティングモジュール16は、HelloメッセージHELLO_1, HELLO_2, HELLO_4～HELLO_9および受信SNR_Hello_1, SNR_Hello_2, SNR_Hello_4～SNR_Hello_9をMACモジュール13から受け、その受けたHelloメッセージHELLO_1, HELLO_2, HELLO_4～HELLO_9から送信元のIDとしてID1, ID2, ID4～ID9を検出する。

30

【0103】

そして、無線装置3のルーティングモジュール16は、その検出したID1, ID2, ID4～ID9と、受信SNR_Hello_1, SNR_Hello_2, SNR_Hello_4～SNR_Hello_9とをそれぞれ対応付けてネイバーテーブル18に記録し、図14に示すネイバーテーブル18-1を作成する。

【0104】

その後、無線装置3のルーティングモジュール16は、ネイバーテーブル18-1に記録された8個の受信SNR_Hello_1, SNR_Hello_2, SNR_Hello_4～SNR_Hello_9の平均値SNR_Hello_Aveを演算し、その演算した平均値SNR_Hello_Ave以上の受信SNR_Hello_2, SNR_Hello_4, SNR_Hello_5と、受信SNR_Hello_2, SNR_Hello_4, SNR_Hello_5にそれぞれ対応付けられたID2, ID4, ID5とをネイバーテーブル18-1から取り出し、その取り出した受信SNR_Hello_2, SNR_Hello_4, SNR_Hello_5と、ID2, ID4, ID5とをそれぞれ対応付けて協力者テーブル19に記録し、図15に示す協力者テーブル19-1を作成する。

40

【0105】

そうすると、無線装置3のルーティングモジュール16は、ネイバーテーブル18-1

50

および協力者テーブル19-1を参照して、図16に示すHelloメッセージHELLO1を生成し、その生成したHelloメッセージHELLO1を送信する。この場合、無線装置3のルーティングモジュール16は、協力者テーブル19-1に無線装置2, 4, 5が記録されているので、ID2, ID4, ID5に対応する協力者フラグに“YES”を格納し、ID1, ID6~ID9に対応する協力者フラグに“NO”を格納してHelloメッセージHELLO1を作成する。

【0106】

無線装置2のルーティングモジュール16も、同様にして、図17に示すHelloメッセージHELLO2を生成して送信する。

【0107】

そうすると、無線装置3のルーティングモジュール16は、無線装置2からのHelloメッセージHELLO2を受信し、その受信したHelloメッセージHELLO2が無線装置3のID3を含み、ID3に対応する協力者フラグが“YES”からなることを検知する(図17参照)。

【0108】

そして、無線装置3のルーティングモジュール16は、HelloメッセージHELLO2の送信元である無線装置2のID2と、タイムスタンプTS_ID2とをグループテーブル20に記録する。また、無線装置3のルーティングモジュール16は、無線装置4, 5からHelloメッセージを受信すると、同様にして、無線装置4, 5のID4, ID5と、タイムスタンプTS_ID4, TS_ID5とをそれぞれ対応付けてグループテーブル20に記録する。その結果、図18に示すグループテーブル20-1が完成する。

【0109】

また、無線装置7のルーティングモジュール16は、無線装置3と同様にして、図19に示すHelloメッセージHELLO3を生成して送信するとともに、図20に示すグループテーブル20-2を作成する。

【0110】

そうすると、無線装置3のルーティングモジュール16は、無線装置7からのHelloメッセージHELLO3を受信し、その受信したHelloメッセージHELLO3に基づいて、無線装置6, 8, 9が無線装置7の協力者であることを検知する。

【0111】

また、無線装置3のルーティングモジュール16は、各無線装置1, 2, 4~9からHelloメッセージを受信したときの受信SNR_Helloに基づいて、上述した方法によって、各無線装置1, 2, 4~9と無線装置3との間の無線リンクにおける送信レートを決定し、その決定した送信レートを用いて式(1)~式(3)に基づいて、各無線装置1, 2, 4~9と無線装置3との間の無線リンクにおけるリンクコストdを求める。

【0112】

そして、無線装置7のルーティングモジュール16は、無線装置7におけるネイバーテーブル18、HelloメッセージHELLOおよび各無線装置2~5, 6, 8~10と無線装置7との間の無線リンクにおけるリンクコストdに基づいて、図21の右側の2列からなるTCメッセージを生成して送信する。

【0113】

その後、無線装置3のルーティングモジュール16は、無線装置7からのTCメッセージを受信し、その受信したTCメッセージに基づいて、無線装置7周辺のトポロジーおよびリンクコストdを検知する。

【0114】

そして、無線装置3のルーティングモジュール16は、無線装置7周辺のトポロジーおよびリンクコストdと、ネイバーテーブル18-1(図14参照)、HelloメッセージHELLO3(図19参照)および各無線装置1, 2, 4~9と無線装置3との間の無線リンクにおけるリンクコストdに基づいて、図21に示すTCメッセージTC1を生成し、その生成したTCメッセージTC1を送信する。

10

20

30

40

50

【0115】

T CメッセージT C 1の左側の2列には、無線装置3を基準とした周辺の無線装置と、無線装置3と周辺の無線装置との間の無線リンクにおけるリンクコストとが格納されている。具体的には、無線装置1, 2, 4~9が無線装置3の周辺の無線装置であり、無線装置3と無線装置2, 4, 5との間の無線リンクにおけるリンクコストが“1”であり、無線装置3と無線装置1, 6~9との間の無線リンクにおけるリンクコストが“6”であることが格納されている。

【0116】

また、T CメッセージT C 1の右側の2列には、無線装置7を基準とした周辺の無線装置と、無線装置7と周辺の無線装置との間の無線リンクにおけるリンクコストとが格納されている。具体的には、無線装置2~6, 8~10が無線装置7の周辺の無線装置であり、無線装置7と無線装置6, 8, 9との間の無線リンクにおけるリンクコストが“1”であり、無線装置7と無線装置2~5, 10との間の無線リンクにおけるリンクコストが“6”であることが格納されている。

10

【0117】

そして、無線装置2のルーティングモジュール16は、T CメッセージT C 1を受信し、その受信したT CメッセージT C 1に基づいて、無線装置1, 2, 4~9が無線装置3に隣接し、無線装置2~6, 8~10が無線装置7に隣接することを検知するとともに、無線装置2, 4, 5と無線装置3との間の無線リンクにおけるリンクコストおよび無線装置6, 8, 9と無線装置7との間の無線リンクにおけるリンクコストが“1”であり、無線装置1, 6~9と無線装置3との間の無線リンクにおけるリンクコストおよび無線装置2~5, 10と無線装置7との間の無線リンクにおけるリンクコストが“6”であることを検知する。

20

【0118】

また、無線装置2のルーティングモジュール16は、T CメッセージT C 1に基づいて、無線装置10が無線装置2~5から2ホップ目の位置に配置されていることを検知するとともに、無線装置2~5-無線装置7間の無線リンクにおけるリンクコストが“6”であり、無線装置7-無線装置10間の無線リンクにおけるリンクコストが“6”であることを検知する。

【0119】

30

そして、無線装置2のルーティングモジュール16は、ネイバーテーブル18を参照すれば、無線装置6~9が無線装置2に隣接することを検知できるとともに、ネイバーテーブル18に記録された受信S N Rに基づいて、上述した方法によって無線装置2と無線装置6~9の各々との間の無線リンクにおけるリンクコストを求めることができる。

【0120】

無線装置1~11の各々が上述したH e l l oメッセージおよびT Cメッセージを送受信することによって、無線ネットワーク100における無線装置1~11のトポロジーが次第に明らかになり、無線装置1~11の各々は、最終的に、図1に示すトポロジーを把握するとともに、その把握したトポロジーにおける各無線リンクのリンクコストを取得する。

40

【0121】

図22は、ルーティングテーブル17の具体例を示す図である。各無線装置1~11は、無線ネットワーク100におけるトポロジーおよび各無線リンクのリンクコストを取得すると、自己および自己の周辺の無線装置におけるルーティングテーブル17を作成する。

【0122】

例えば、無線装置3のルーティングモジュール16は、無線装置3および無線装置3の周辺の無線装置1~2, 4~9におけるルーティングテーブルを作成して保持する。図22においては、無線装置3のルーティングモジュール16が作成して保持するルーティングテーブルのうち、無線装置3, 7, 8におけるルーティングテーブルを示す。

50

【0123】

ルーティングテーブル17-1は、無線装置3のルーティングテーブルであり（図22の（a）参照）、ルーティングテーブル17-2は、無線装置7のルーティングテーブルであり（図22の（b）参照）、ルーティングテーブル17-3は、無線装置8のルーティングテーブルである（図22の（c）参照）。

【0124】

無線装置1, 2, 4~11のルーティングモジュール16も、同様にして、無線装置1, 2, 4~11におけるルーティングテーブルと、無線装置1, 2, 4~11の周辺の無線装置におけるルーティングテーブルとを作成して保持する。

【0125】

次に、送信元である無線装置1から送信先である無線装置11までデータパケットを送信するときの最適経路の選択方法について説明する。この場合、無線装置2~5が送信グループTAに属し、無線装置6~9が転送グループRAに属するものとする。また、図1に示すように、送信グループTAに属する無線装置3, 4が送信元である無線装置1から送信先である無線装置11へのデータパケットを受信しており、送信グループTAに属する無線装置2, 5は、無線装置1から無線装置11へのデータパケットを受信していないものとする。更に、無線装置3がキャリアセンスを行ない、RTSパケットをマルチキャストするものとする。

【0126】

図23は、RTSパケットの具体例を示す図である。図24は、CTSパケットの具体例を示す図である。図25は、データパケットの具体例を示す図である。図26は、ACKパケットの具体例を示す図である。図27は、グループテーブル20の第3の例を示す図である。図28は、グループテーブル20の第4の例を示す図である。

【0127】

無線装置3のMACモジュール13は、無線装置1から無線装置11宛て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パケットキャッシュ14に保存する。そして、無線装置3のMACモジュール13は、ルーティングテーブル17-1（図22の（a）参照）を参照して、データパケットを無線装置11へ中継するための最適経路として無線装置7を“次の無線装置”とする経路を選択する。

【0128】

そうすると、無線装置3のMACモジュール13は、無線装置7のID7を“RA”に格納し、無線装置3のID3を“TA”に格納し、無線装置10のID10を“AID”に格納し、＜ID1, ID11, 1＞を“PID”に格納し、512Bを“L”に格納して図23に示すRTSパケットRTS1を生成する。そして、無線装置3のMACモジュール13は、その生成したRTSパケットRTS1を無線インターフェース12を介してマルチキャストする。

【0129】

無線装置2, 4~9は、無線装置3からのRTSパケットRTS1を受信する。そして、無線装置2, 4, 5のMACモジュール13は、それぞれ、グループテーブル20-3, 20-4, 20-5（図27の（a）~（c）参照）を参照して、RTSパケットRTS1の“TA”に格納されたID3がグループテーブル20-3, 20-4, 20-5に記録されていることを検知し、無線装置2, 4, 5が無線装置3と同じ送信グループTAに属することを検知する。

【0130】

その後、無線装置2, 4, 5のMACモジュール13は、RTSパケットRTS1の“PID”に格納された＜ID1, ID11, 1＞によって指定されたデータパケットがパケットキャッシュ14に保存されているか否かを判定する。そして、無線装置2, 5のMACモジュール13は、＜ID1, ID11, 1＞によって指定されたデータパケットがパケットキャッシュ14に保存されていないと判定し、無線装置4のMACモジュール13は、＜ID1, ID11, 1＞によって指定されたデータパケットがパケットキャッシ

10

20

30

40

50

ュ 1 4 に保存されていると判定する。

【0131】

一方、無線装置 6～9 の無線インターフェース 1 2 は、R T S パケット R T S 1 を無線装置 3 から受信するとともに、それぞれ、R T S パケット R T S 1 を受信したときの瞬時の受信 S N R __R T S__6 ～ S N R __R T S__9 を検出する。そして、無線装置 6～9 の無線インターフェース 1 2 は、R T S パケット R T S 1 および受信 S N R __R T S__6 ～ S N R __R T S__9 を M A C モジュール 1 3 へ出力する。

【0132】

そして、無線装置 7 の M A C モジュール 1 3 は、R T S パケット R T S 1 の“ R A ”に格納された I D 7 を検出し、R T S パケット R T S 1 の送信先が無線装置 7 であることを検知する。また、無線装置 6, 8, 9 の M A C モジュール 1 3 は、それぞれ、グループテーブル 2 0 - 6, 2 0 - 7, 2 0 - 8 (図 2 8 の (a) ～ (c) 参照) を参照して、R T S パケット R T S 1 の“ R A ”に格納された I D 7 がグループテーブル 2 0 - 6, 2 0 - 7, 2 0 - 8 に記録されていることを検知し、無線装置 6, 8, 9 が無線装置 7 と同じ転送グループ R A に属することを検知する。

10

【0133】

また、無線装置 6～9 の M A C モジュール 1 3 は、それぞれ、受信 S N R __R T S__6 ～ S N R __R T S__9 に基づいて、上述した方法によって、無線装置 3 と無線装置 6～9 との間の無線リンクにおける送信レート r_{3-6} , r_{3-7} , r_{3-8} , r_{3-9} を決定する。そして、無線装置 6～9 の M A C モジュール 1 3 は、その決定した送信レート r_{3-6} , r_{3-7} , r_{3-8} , r_{3-9} を式 (1) の r に代入し、R T S パケット R T S 1 の 5 1 2 B を式 (1) の L に代入して転送所要コスト $d_6 \sim d_9$ を求める。この場合、無線装置 6～9 の M A C モジュール 1 3 は、R T S パケット R T S 1 のオーバーヘッドを知っているので、式 (1) を用いて転送所要コスト $d_6 \sim d_9$ を求めることができる。

20

【0134】

更に、無線装置 6～9 の M A C モジュール 1 3 は、無線装置 6～9 および無線装置 6～9 の周辺の無線装置におけるルーティングテーブル 1 7 を保持しているので、ルーティングテーブル 1 7 - 1, 1 7 - 2 (図 2 2 の (a), (b) 参照) を参照して、無線装置 3 から無線装置 1 1 までの経路におけるメトリック d_{3-11} と、無線装置 7 から無線装置 1 1 までの経路におけるメトリック d_{7-11} とを検出する。

30

【0135】

そうすると、無線装置 6～9 の M A C モジュール 1 3 は、転送所要コスト $d_6 \sim d_9$ 、メトリック d_{3-11} 、およびメトリック d_{7-11} を次式に代入して新しいメトリック $d_{\text{new}6} \sim d_{\text{new}9}$ を求める。

【0136】

【数 4】

$$d_{\text{new}} = \frac{d(\gamma_{TA-RA})}{d_{TA-D} - d_{RA-D}} \quad \dots (4)$$

40

【0137】

この場合、無線装置 6～9 の M A C モジュール 1 3 は、それぞれ、転送所要コスト $d_6 \sim d_9$ を式 (4) の $d(\gamma_{TA-RA})$ に代入し、メトリック d_{3-11} を式 (4) の d_{TA-D} に代入し、メトリック d_{7-11} を式 (4) の d_{RA-D} に代入する。

【0138】

その後、無線装置 6～9 の M A C モジュール 1 3 は、その求めた新しいメトリック $d_{\text{new}6} \sim d_{\text{new}9}$ に基づいて、同時送信タイマーを設定する。この場合、無線装置 6～9 の M A C モジュール 1 3 は、新しいメトリック $d_{\text{new}6} \sim d_{\text{new}9}$ が小さ

50

いほど、短い時間を演算して短い同時送信タイマーを設定し、新しいメトリック $d_{new_6} \sim d_{new_9}$ が大きいほど、長い時間を演算して長い同時送信タイマーを設定する。

【0139】

そして、無線装置 6～9 のうち、同時送信タイマーが最も早く満了した無線装置の MAC モジュール 13 は、CTS パケットを生成してマルチキャストする。この場合、新しいメトリック $d_{new_6} \sim d_{new_9}$ は、相互に異なるので、無線装置 6～9 において設定された同時送信タイマーは、相互に異なり、無線装置 6～9 のいずれかにおいて同時送信タイマーが最も早く満了する。従って、例えば、無線装置 8 における同時送信タイマーが最も早く満了するものとする。

10

【0140】

そうすると、無線装置 8 の MAC モジュール 13 は、“RA” に無線装置 3 の ID 3 を格納し、“TA” に無線装置 8 の ID 8 を格納し、受信 SNR_{RTS} 8 に基づいて求めた 11Mbps の送信レートを“RATE”に格納して図 24 に示す CTS パケット CTS1 を生成する。そして、無線装置 8 の MAC モジュール 13 は、その生成した CTS パケット CTS1 をマルチキャストする。

【0141】

無線装置 6, 7, 9 の MAC モジュール 13 は、CTS パケット CTS1 を無線装置 8 から受信して無線装置 8 が CTS パケットを送信したことを検知し、CTS パケットの送信を停止する。

20

【0142】

このように、この発明においては、RTS パケット RTS1 の送信先である無線装置 7 ではなく、RTS パケット RTS1 の送信元である無線装置 3 と転送グループ RA に属する無線装置 6～9 との間の無線リンクにおけるリンクコストに応じて決定された同時送信タイマーが最も早く満了した無線装置 8 (=無線装置 7 と同じ転送グループ RA に属する無線装置) が CTS パケットをマルチキャストする。これによって、データパケットを中継する経路として通信品質の良い経路を選択できる。

【0143】

また、CTS パケットをマルチキャストした無線装置 8 以外の無線装置 6, 7, 9 は、CTS パケットを送信しないので、CTS パケットの衝突を回避できる。

30

【0144】

送信グループ TA に属する無線装置 2～5 の無線インターフェース 12 は、CTS パケット CTS1 を無線装置 8 から受信するとともに、CTS パケット CTS1 を受信したときの瞬時の受信 SNR_{CTS} 2～SNR_{CTS} 5 を検出する。そして、無線装置 2～5 の無線インターフェース 12 は、CTS パケット CTS1 および受信 SNR_{CTS} 2～SNR_{CTS} 5 を MAC モジュール 13 へ出力する。

【0145】

上述したように、無線装置 2, 5 は、無線装置 1 から送信されたデータパケットを保持していないので、CTS パケット CTS1 を受信してもデータパケットを送信することはない。

40

【0146】

一方、無線装置 1 から送信されたデータパケットを保持している無線装置 3, 4 の MAC モジュール 13 は、それぞれ、受信 SNR_{CTS} 3, SNR_{CTS} 4 に基づいて、上述した方法によって無線装置 3, 4 と無線装置 8 との間の無線リンクにおける送信レート r_{3-8} , r_{4-8} を決定する。

【0147】

そして、無線装置 3, 4 の MAC モジュール 13 は、それぞれ、送信レート r_{3-8} , r_{4-8} が CTS パケット CTS1 の“RATE”に格納された 11Mbps 以上であるか否かを判定する。この場合、送信レート r_{3-8} , r_{4-8} が 11Mbps 以上であるものとする。

50

【0148】

そうすると、無線装置3, 4のMACモジュール13は、それぞれ、送信レート r_{3-8} , r_{4-8} を式(1)の r に代入し、512Bを式(1)の L に代入し、オーバーヘッドを式(1)の $t_{overhead}$ に代入して転送所要コスト d_3 , d_4 を求める。

【0149】

また、無線装置3, 4のMACモジュール13は、受信 SNR_CTS_3 , SNR_CTS_4 、送信レート r_{3-8} , r_{4-8} 、およびパケット長 L に基づいて、次式によりパケットの送信成功率 P_3 , P_6 を求める。

【0150】

【数5】

10

$$P = (1 - P_b^e(r, \gamma_{TA-RA}))^L \quad \dots (5)$$

【0151】

なお、式(5)の右辺の括弧内の第2項は、送信レート r および受信 $SNR (= \gamma)$ によって決定されるビットごとの誤り率である。この場合、受信 $SNR (= \gamma)$ が大きい程、送信成功率 P_3 , P_6 は、高くなり、受信 $SNR (= \gamma)$ が小さい程、送信成功率 P_3 , P_6 は、低くなる。

20

【0152】

無線装置3, 4のMACモジュール13は、それぞれ、送信レート r_{3-8} , r_{4-8} 、および受信 SNR_CTS_3 , SNR_CTS_4 を式(5)の右辺の括弧内の第2項に代入し、512Bを式(5)の L に代入して送信成功率 P_3 , P_6 を求める。

【0153】

そうすると、無線装置3, 4のMACモジュール13は、転送所要コスト d_3 , d_4 および送信成功率 P_3 , P_6 に基づいて、次式によって無線装置3, 4と無線装置8との間の無線リンクにおける新しいメトリック d_{new_3} , d_{new_4} を求める。

【0154】

30

【数6】

$$d_{new} = \frac{d(\gamma_{TA-RA})}{P(r_{TA-RA}, \gamma_{TA-RA}, L)} \quad \dots (6)$$

【0155】

この場合、無線装置3, 4のMACモジュール13は、それぞれ、転送所要コスト d_3 , d_4 を式(6)の $d(\gamma_{TA-RA})$ に代入し、それぞれ、送信成功率 P_3 , P_6 を式(6)の $P(r_{TA-RA}, \gamma_{TA-RA}, L)$ に代入する。

40

【0156】

そして、無線装置3, 4のMACモジュール13は、その求めた新しいメトリック d_{new_3} , d_{new_4} に基づいて、同時送信タイマーを設定する。この場合、無線装置3, 4のMACモジュール13は、新しいメトリック d_{new_3} , d_{new_4} が小さいほど、短い時間を演算して短い同時送信タイマーを設定し、新しいメトリック d_{new_3} , d_{new_4} が大きいほど、長い時間を演算して長い同時送信タイマーを設定する。

【0157】

そして、無線装置3, 4のうち、同時送信タイマーが最も早く満了した無線装置のMA

50

Cモジュール13は、データパケットをパケットキャッシュ14から取り出して送信する。この場合、新しいメトリック d_{new-3} 、 d_{new-4} は、相互に異なるので、無線装置3、4において設定された同時送信タイマーは、相互に異なり、無線装置3、4のいずれかにおいて同時送信タイマーが最も早く満了する。従って、例えば、無線装置4における同時送信タイマーが最も早く満了するものとする。

【0158】

そうすると、無線装置4のMACモジュール13は、パケットキャッシュ14からデータパケットを取り出し、その取り出したデータパケットの“RA”に無線装置8のID8を格納し、“TA”に無線装置3のID3を格納して図25に示すデータパケットDATA1を生成する。そして、無線装置4のMACモジュール13は、その生成したデータパケットDATA1を送信する。

10

【0159】

この場合、無線装置3は、無線装置4から送信されたデータパケットDATA1を受信するので、自己が保持するデータパケットを送信することはない。

【0160】

このように、この発明においては、RTSパケットRTS1を送信した無線装置3ではなく、CTSパケットRTS1の送信元である無線装置8と、送信グループTAに属し、かつ、データパケットを保持する無線装置3、4との間の無線リンクにおけるリンクコストに応じて決定された同時送信タイマーが最も早く満了した無線装置4(=無線装置3と同じ送信グループTAに属する無線装置)がデータパケットを送信する。そして、データパケットDATA1の送信先は、RTSパケットRTS1の送信先である無線装置7ではなく、無線装置7に協力してCTSパケットCTS1を送信した無線装置8である。従って、通信品質の良い経路を選択してデータパケットを中継できる。

20

【0161】

また、データパケットを送信した無線装置4以外の無線装置3は、データパケットを送信しないので、データパケットの衝突を回避できる。

【0162】

転送グループRAに属する無線装置8のMACモジュール13は、無線装置4から送信されたデータパケットDATA1を正しく受信する。そして、無線装置8のMACモジュール13は、“RA”に無線装置3のID3を格納して図26に示すACKパケットACK1を生成し、その生成したACKパケットACK1を無線装置3へ送信する。

30

【0163】

また、無線装置8以外の無線装置6、7、9のMACモジュール13も、データパケットDATA1を正しく受信したのであれば、その受信したデータパケットDATA1をパケットキャッシュ14に保存する。

【0164】

このように、この発明においては、ACKパケットの送信先は、データパケットを実際に送信した無線装置4ではなく、RTSパケットRTS1の送信元である無線装置3である。無線装置4は、同じ送信グループTAに属する無線装置3に協力してデータパケットを送信した無線装置であり、ACKパケットは、本来、RTSパケットの送信元へ返信すべきであるからである。

40

【0165】

そして、データパケットDATA1を受信した無線装置8がデータパケットを無線装置11へ向けて中継する場合、無線装置6~9が送信グループTAを構成し、無線装置10が転送グループRAを構成して、上述した方法によってデータパケットを最終的な送信先である無線装置11へ向けて順次中継する。

【0166】

その結果、各無線通信区間において送信所要時間が最小となる無線リンクを順次選択しながらデータパケットが送信先まで中継される。そして、送信元から送信先までの総送信所要時間が最も短くなる。

50

【0167】

従って、この発明によれば、通信効率を向上できる。

【0168】

図29は、この発明の実施の形態によるデータパケットの中継方法を説明するためのフローチャートである。

【0169】

一連の動作が開始されると、送信グループTAに属するいずれかの無線装置がRTSパケットを生成してマルチキャストする（ステップS1）。そして、RTSパケットをマルチキャストした無線装置以外の無線装置は、RTSパケットを受信し、自己が送信グループTAに属することを検知する（ステップS2）。 10

【0170】

その後、転送グループRAに属する無線装置は、RTSパケットを受信し（ステップS3）、上述した方法によって、RTSパケットの送信元との間の無線リンクの品質に基づいて、無線リンクの品質が良いほど、短くなるように同時送信タイマーを設定する（ステップS4）。

【0171】

そして、同時送信タイマーが最も早く満了した無線装置がCTSパケットを生成してマルチキャストする（ステップS5）。その後、CTSパケットをマルチキャストした無線装置以外の無線装置は、CTSパケットの送信を停止する（ステップS6）。 20

【0172】

一方、送信グループTAに属する無線装置は、CTSパケットを受信する（ステップS7）。そして、CTSパケットを受信し、かつ、送信元からのデータパケットを保持している無線装置は、CTSパケットの送信元との間の無線リンクの品質に基づいて、無線リンクの品質が良いほど、短くなるように同時送信タイマーを設定する（ステップS8）。

【0173】

その後、同時送信タイマーが最も早く満了し、かつ、送信元からのデータパケットを保持している無線装置がデータパケットを送信する（ステップS9）。

【0174】

そして、データパケットを送信した無線装置以外の無線装置は、データパケットの送信を停止する（ステップS10）。 30

【0175】

一方、転送グループRAに属し、CTSパケットを送信した無線装置は、データパケットを受信し（ステップS11）、ACKパケットをRTSパケットの送信元へ送信する（ステップS12）。

【0176】

そして、RTSパケットの送信元は、ACKパケットを受信する（ステップS13）。これによって、一連の動作が終了する。

【0177】

このように、同じグループに属し、最も良い通信品質でパケットを送信可能な無線装置が、本来、CTSパケットまたはデータパケットを送信すべき無線装置に協力してCTSパケットまたはデータパケットを送信する。 40

【0178】

その結果、データパケットは、最短時間で次々と中継され、送信元から送信先までの総送信所要時間が最小になる。

【0179】

従って、この発明によれば、通信効率を向上できる。

【0180】

〔無線LANへの応用〕

図30は、無線LANの概略図である。無線LAN200は、アクセスポイントAP1、AP2と、移動端末M1～M17とを備える。 50

【0181】

アクセスポイントA P 1, A P 2は、無線通信空間に配置され、それぞれ、通信領域R E G 1, R E G 2を有する。移動端末M 1～M 9は、アクセスポイントA P 1の通信領域R E G 1内に配置され、移動端末M 10～M 17は、アクセスポイントA P 2の通信領域R E G 2内に配置される。その結果、移動端末M 3, M 11～M 13は、アクセスポイントA P 1の通信領域R E G 1とアクセスポイントA P 2の通信領域R E G 2との重複部分に配置される。

【0182】

アクセスポイントA P 1, A P 2は、ビーコンフレームを周期的にブロードキャストし、無線L A Nの存在を移動端末M 1～M 9および移動端末M 10～M 17へ通知する。

10

【0183】

移動端末M 1～M 9および移動端末M 10～M 17は、ビーコンフレームの受信によってそれぞれアクセスポイントA P 1, A P 2との通信パラメータを取得する。そして、移動端末M 1～M 9および移動端末M 10～M 17は、それぞれ、アクセスポイントA P 1, A P 2との間で認証(A u t h e n t i c a t i o n)および経路確立(A s s o c i a t i o n)が終了してから、アクセスポイントA P 1, A P 2との間で直接通信を行なうことができる。

【0184】

多数のアクセスポイントが同じホットスポットに配置されている場合、アクセスポイントの通信範囲は、大きく重なることが想定される。しかし、同時に利用可能なチャンネル数は、限られているため、チャンネル数よりも多くのアクセスポイントが同じ場所で同時に動作する場合には、アクセスポイント間の相互干渉が問題になる。

20

【0185】

この相互干渉を減少させるには、アクセスポイントは、ビーコンフレームのような制御フレームの送信電力をそのままにし、データフレームの送信電力を減少させることが想定される。その結果、図30に示すように、アクセスポイントA P 1からのデータフレームの通信領域R E G D 1は、アクセスポイントA P 1の本来の通信領域R E G 1よりも縮小され、アクセスポイントA P 2からのデータフレームの通信領域R E G D 2は、アクセスポイントA P 2の本来の通信領域R E G 2よりも縮小される。

【0186】

そうすると、データフレームの送信電力の減少によって、例えば、移動端末M 9, M 16が送信したデータフレームがそれぞれアクセスポイントA P 1, A P 2へ届かない可能性がある。

30

【0187】

このような場合、移動端末M 9, M 16が他の移動端末を経由してアクセスポイントA P 1, A P 2と通信する方法が想定される。

【0188】

一方、移動端末M 9, M 16がそれぞれアクセスポイントA P 1, A P 2と直接通信を行なうことができても、送信レートが低いので、データフレームの送受信に必要な時間が長くなる。これによって、無線L A N 200全体の通信効率が低下する可能性がある。

40

【0189】

そこで、以下においては、移動端末がアクセスポイントとの間で無線通信を行なう場合に、上述した通信方法の無線L A N 200への適用について説明する。

【0190】

図31は、移動端末およびアクセスポイントのトポロジーを示す図である。図32は、通知の構成図である。図33は、中継テーブルの構成図である。

【0191】

移動端末M、アクセスポイントA Pおよび中継端末Rは、無指向性のアンテナを用いて無線通信を行なう。そして、中継端末Rは、移動端末MとアクセスポイントA Pとの間に配置されている(図31参照)。

50

【0192】

図31に示すように、移動端末Mは、最初、データフレームをアクセスポイントAPへ直接送信し、アクセスポイントAPは、データフレームを受信し、ACKフレームを移動端末Mへ返信する。移動端末M、中継端末RおよびアクセスポイントAPは、無指向性のアンテナを用いているので、移動端末MとアクセスポイントAPとの間に配置された中継端末Rは、移動端末MからアクセスポイントAPへのデータフレームと、アクセスポイントAPから移動端末MへのACKフレームとの両方を受信できる。

【0193】

そこで、中継端末Rは、自己が移動端末MとアクセスポイントAPとの間で無線通信を中継した場合、チャンネルの利用効率を向上できるか否かを以下の方法によって推測する。

10

【0194】

まず、中継端末Rは、移動端末MからアクセスポイントAPへ送信されたデータフレームを受信し、その受信したデータフレームのプリアンプルから移動端末M－アクセスポイントAP間の送信レート $r_{M-A P}$ とデータフレームの長さLとを検出する。

【0195】

また、中継端末Rは、データフレームを受信したときの受信SNRに基づいて、上述した方法によって、移動端末M－中継端末R間の無線リンクにおける利用可能な送信レート r_{M-R} を求める。

【0196】

更に、中継端末Rは、アクセスポイントAPから移動端末Mへ送信されたACKフレームを受信し、ACKフレームを受信したときの受信SNRを検出する。そして、中継端末Rは、その検出した受信SNRに基づいて、上述した方法によって、アクセスポイントAP－中継端末R間の無線リンクにおける利用可能な送信レート $r_{R-A P}$ を求める。

20

【0197】

そうすると、中継端末Rは、送信レート $r_{M-A P}$ および長さLを式(1)に代入して移動端末M－アクセスポイントAP間の送信所要コスト $d_{M-A P}$ を求める。

【0198】

また、中継端末Rは、送信レート r_{M-R} および長さLを式(1)に代入して移動端末M－中継端末R間の送信所要コスト d_{M-R} を求め、送信レート $r_{R-A P}$ および長さLを式(1)に代入して中継端末R－アクセスポイントAP間の送信所要コスト $d_{R-A P}$ を求める。そして、中継端末Rは、送信所要コスト d_{M-R} と送信所要コスト $d_{R-A P}$ とを加算して、移動端末M－中継端末R－アクセスポイントAPからなる経路の送信所要コスト $d_{M-R-A P} = d_{M-R} + d_{R-A P}$ を求める。

30

【0199】

その後、中継端末Rは、送信所要コスト $d_{M-R-A P}$ が送信所要コスト $d_{M-A P}$ よりも小さいか否かを判定する。そして、送信所要コスト $d_{M-R-A P}$ が送信所要コスト $d_{M-A P}$ よりも小さいとき、中継端末Rは、送信レート r_{M-R} および送信レート $r_{R-A P}$ を含む通知NTF1(図32参照)を生成し、その生成した通知NTF1を移動端末MおよびアクセスポイントAPへ送信する。この場合、通知NTF1のFCは、通知であることを示すNOTIFYを含む。FFは、ブロードキャストアドレスを表す。Rは、中継端末Rの識別記号である。Mは、移動端末Mの識別記号である。 r_{M-R} は、移動端末M－中継端末R間の送信レートである。APは、アクセスポイントAPの識別記号である。 $r_{R-A P}$ は、中継端末R－アクセスポイントAP間の送信レートである。DURについては、上述したとおりである。

40

【0200】

移動端末Mは、通知NTF1を受信し、移動端末M－中継端末R間の送信レート r_{M-R} および中継端末R－アクセスポイントAP間の送信レート $r_{R-A P}$ を検出する。また、移動端末Mは、アクセスポイントAPからACKフレームを受信し、ACKフレームを受信したときの受信SNRに基づいて、上述した方法によって、移動端末M－アクセスポイントAP間の送信レート $r_{M-A P}$ を決定する。

50

【0201】

そうすると、移動端末Mは、送信レート r_{M-R} 、送信レート r_{R-AP} および送信レート r_{M-AP} に基づいて、図33に示す中継テーブルRLT1を作成する。図33において、1Mbpsは、移動端末M—アクセスポイントAP間の送信レート r_{M-AP} であり、5.5Mbpsは、移動端末M—中継端末R間の送信レート r_{M-R} であり、11Mbpsは、中継端末R—アクセスポイントAP間の送信レート r_{R-AP} である。APに対応するR—APの欄に送信レートが格納されていないのは、移動端末MがアクセスポイントAPと直接無線通信を行なう場合には、中継端末が存在しないからである。 d_{M-AP} は、移動端末M—アクセスポイントAP間のメトリックであり、 d_{M-R-AP} は、移動端末M—中継端末R—アクセスポイントAPからなる経路のメトリックである。タイムスタンプ t_{S-AP} は、送信レート r_{M-AP} ($=1\text{Mbps}$) を中継テーブルRLT1に記録した時刻であり、タイムスタンプ t_{S-R} は、送信レート r_{M-R} ($=5.5\text{Mbps}$) および送信レート r_{R-AP} ($=11\text{Mbps}$) を中継テーブルRLT1に記録した時刻である。

10

【0202】

図34は、移動端末およびアクセスポイントの他のトポロジーを示す図である。図35は、他の通知の構成図である。図36は、他の中継テーブルの構成図である。

【0203】

図34に示すトポロジーにおいては、2台の中継端末R1、R2が移動端末MとアクセスポイントAPとの間に存在する。

20

【0204】

そして、移動端末Mは、中継端末R1を経由してアクセスポイントAPと無線通信を行っているものとする。

【0205】

この場合、移動端末Mは、データフレームを中継端末R1へ送信し、中継端末R1は、移動端末Mからのデータフレームの受信に応じてACKフレームを移動端末Mへ返信する。

【0206】

中継端末R2も、移動端末Mから送信されたデータフレームを受信し、その受信したデータフレームのプリアンプルから移動端末M—中継端末R1間の送信レート r_{M-R1} とデータフレームの長さLとを検出する。また、中継端末R2は、移動端末Mからデータフレームを受信したときの受信SNRを検出し、その検出した受信SNRに基づいて、上述した方法によって、移動端末M—中継端末R2間の無線リンクにおける利用可能な送信レート r_{M-R2} を求める。

30

【0207】

その後、中継端末R1は、データフレームをアクセスポイントAPへ転送し、アクセスポイントAPは、中継端末R1からのデータフレームの受信に応じてACKフレームを中継端末R1へ返信する。

【0208】

そうすると、中継端末R2は、中継端末R1からアクセスポイントAPへ転送されたデータフレームを受信し、その受信したデータフレームのプリアンプルから中継端末R1—アクセスポイントAP間の送信レート r_{R1-AP} を検出する。

40

【0209】

また、中継端末R2は、アクセスポイントAPから中継端末R1へ返信されるACKフレームを受信し、ACKフレームを受信したときの受信SNRを検出する。そして、中継端末R2は、その検出した受信SNRに基づいて、上述した方法によって、中継端末R2—アクセスポイントAP間の無線リンクにおける利用可能な送信レート r_{R2-AP} を求める。

【0210】

そして、中継端末R2は、送信レート r_{M-R1} とデータフレームの長さLとを式(1

50

）に代入して移動端末M—中継端末R 1間の送信所要コスト d_{M-R1} を求める。また、中継端末R 2は、送信レート r_{M-R2} と長さLとを式（1）に代入して移動端末M—中継端末R 2間の送信所要コスト d_{M-R2} を求める。更に、中継端末R 2は、送信レート r_{R1-AP} と長さLとを式（1）に代入して中継端末R 1—アクセスポイントAP間の送信所要コスト d_{R1-AP} を求める。更に、中継端末R 2は、送信レート r_{R2-AP} と長さLとを式（1）に代入して中継端末R 2—アクセスポイントAP間の送信所要コスト d_{R2-AP} を求める。

【0211】

そうすると、中継端末R 2は、送信所要コスト d_{M-R1} と送信所要コスト d_{R1-AP} とを加算して移動端末M—中継端末R 1—アクセスポイントAPからなる経路における送信所要コスト $d_{M-R1-AP} = d_{M-R1} + d_{R1-AP}$ を求める。また、中継端末R 2は、送信所要コスト d_{M-R2} と送信所要コスト d_{R2-AP} とを加算して移動端末M—中継端末R 2—アクセスポイントAPからなる経路における送信所要コスト $d_{M-R2-AP} = d_{M-R2} + d_{R2-AP}$ を求める。

【0212】

その後、中継端末R 2は、送信所要コスト $d_{M-R2-AP}$ が送信所要コスト $d_{M-R1-AP}$ よりも小さいか否かを判定する。そして、送信所要コスト $d_{M-R2-AP}$ が送信所要コスト $d_{M-R1-AP}$ よりも小さいとき、中継端末R 2は、送信レート r_{M-R2} および送信レート r_{R2-AP} を含む通知NTF 2（図35参照）を生成し、その生成した通知NTF 2を移動端末MおよびアクセスポイントAPへ送信する。この場合、通知NTF 2の各構成要素は、上述した通知NTF 1（図32参照）と同じである。

【0213】

移動端末Mは、通知NTF 2を受信し、移動端末M—中継端末R 2間の送信レート r_{M-R2} および中継端末R 2—アクセスポイントAP間の送信レート r_{R2-AP} を検出する。

【0214】

そして、移動端末Mは、送信レート r_{M-R2} および送信レート r_{R2-AP} を追加して図36に示す中継テーブルRLT 2を作成する。中継テーブルRLT 2の各構成要素は、上述した中継テーブルRLT 1の各構成要素と同じである。

【0215】

図31に示すトポロジーにおいては、移動端末Mは、データフレームをアクセスポイントAPへ直接送信するか、中継端末Rを経由してデータフレームをアクセスポイントAPへ送信する。即ち、移動端末Mは、データフレームをアクセスポイントAPおよび中継端末Rのいずれかへ送信すればよい。

【0216】

また、図34に示すトポロジーにおいては、移動端末Mは、データフレームをアクセスポイントAPへ直接送信するか、中継端末R 1を経由してデータフレームをアクセスポイントAPへ送信するか、中継端末R 2を経由してデータフレームをアクセスポイントAPへ送信する。即ち、移動端末Mは、データフレームをアクセスポイントAPおよび中継端末R 1、R 2のいずれかへ送信すればよい。

【0217】

そこで、中継端末R、R 1、R 2を中継端末R iと表記し、中継端末R iおよびアクセスポイントAPが上述した転送グループRAを構成するものとする。そうすると、移動端末Mは、RTSパケットをマルチキャストし、中継端末R iおよびアクセスポイントAPのうち、最も早くCTSパケットを送信した端末へデータフレームを送信すればよい。

【0218】

図37は、RTSパケットの他の具体例を示す図である。図38は、CTSパケットの他の具体例を示す図である。

【0219】

移動端末Mは、図37に示すRTSパケットRTS 2を生成し、その生成したRTSパ

10

20

30

40

50

ケットRTS2をマルチキャストする。なお、RTSパケットRTS2においては、アクセスポイントAPの識別記号APが“ A I D ”に格納される。

【0220】

中継端末RiおよびアクセスポイントAPは、RTSパケットRTS2を受信する。そして、中継端末Riは、RTSパケットRTS2を受信したときの瞬時の受信SNR R_{M-R_i} を測定し、その測定した瞬時の受信SNR R_{M-R_i} に基づいて、上述した方法によって、移動端末M—中継端末Ri間の無線リンクにおける利用可能な送信レート r_{M-R_i} を求める。

【0221】

その後、中継端末Riは、送信レート r_{M-R_i} と、RTSパケットRTS2に含まれる長さ $L (= 512B)$ とを式(1)に代入して移動端末M—中継端末Ri間の瞬時の送信所要コスト d_{M-R_i} を求める。

10

【0222】

更に、中継端末Riは、送信レート r_{M-R_i} 、瞬時の受信SNR R_{M-R_i} 、および長さ $L (= 512B)$ を式(5)に代入して送信成功率 P_{M-R_i} を求める。

【0223】

更に、中継端末Riは、アクセスポイントAPへの無線リンクにおける平均SNR $R_{R_i-A_P}$ を用いて、式(2)、(3)によって平均リンクコスト $d_{R_i-A_P}$ を求める。

【0224】

一方、アクセスポイントAPは、RTSパケットRTS2を受信したときの瞬時の受信SNR R_{M-A_P} を測定し、その測定した瞬時の受信SNR R_{M-A_P} に基づいて、上述した方法によって、移動端末M—アクセスポイントAP間の無線リンクにおける利用可能な送信レート r_{M-A_P} を求める。

20

【0225】

その後、アクセスポイントAPは、送信レート r_{M-A_P} と、RTSパケットRTS2に含まれる長さ $L (= 512B)$ とを式(1)に代入して移動端末M—アクセスポイントAP間の瞬時の送信所要コスト d_{M-A_P} を求める。

【0226】

更に、アクセスポイントAPは、送信レート r_{M-A_P} と、瞬時の受信SNR R_{M-A_P} 、および長さ $L (= 512B)$ を式(5)に代入して送信成功率 P_{M-A_P} を求める。

30

【0227】

そうすると、アクセスポイントAPは、送信所要コスト d_{M-A_P} と、送信成功率 P_{M-A_P} とを次式に代入して新しいメトリック d_{new-AP} を求める。

【0228】

【数7】

$$d_{new-AP} = \frac{d(r_{M-AP})}{P(r_{M-AP}, L, \gamma_{M-AP})} \dots (7)$$

40

【0229】

この場合、アクセスポイントAPは、送信所要コスト d_{M-A_P} を式(7)の $d(r_{M-A_P})$ に代入し、送信成功率 P_{M-A_P} を式(7)の $P(r_{M-A_P}, L, \gamma_{M-A_P})$ に代入する。

【0230】

また、中継端末Riは、送信所要コスト d_{M-R_i} と、送信成功率 P_{M-R_i} と、平均リンクコスト $d_{R_i-A_P}$ とを次式に代入して新しいメトリック d_{new-R_i} を求める。

【0231】

【数 8】

$$\left. \begin{aligned} d_{new-Ri} &= \frac{d(r_{M-Ri})}{P(r_{M-Ri}, L, \gamma_{M-Ri})} + d_{Ri-AP} \\ i &= \arg \min_i (d_{new-Ri}) \end{aligned} \right\} \dots (8)$$

【0232】

10

この場合、中継端末 R_i は、送信所要コスト d_{M-R_i} を式 (8) の $d(r_{M-R_i})$ に代入し、送信成功率 P_{M-R_i} を式 (8) の $P(r_{M-R_i}, L, \gamma_{M-R_i})$ に代入する。

【0233】

そうすると、アクセスポイント AP は、新しいメトリック d_{new-AP} に基づいて、同時送信タイマーを設定し、中継端末 R_i は、新しいメトリック d_{new-R_i} に基づいて、同時送信タイマーを設定する。

【0234】

そして、アクセスポイント AP および中継端末 R_i のうち、同時送信タイマーが最も早く満了した端末（アクセスポイント AP または中継端末 R_i ）は、CTS パケットを生成して移動端末 M へ送信する。

20

【0235】

この場合、アクセスポイント AP の同時送信タイマーが中継端末 R_i の同時送信タイマーよりも早く満了すると、アクセスポイント AP は、図 38 の (a) に示す CTS パケット 2 を生成して移動端末 M へ送信する。なお、CTS パケット 2 は、移動端末 M - アクセスポイント AP 間の送信レート r_{M-AP} を含む。

【0236】

一方、中継端末 R_i の同時送信タイマーがアクセスポイント AP の同時送信タイマーよりも早く満了すると、中継端末 R_i は、図 38 の (b) に示す CTS パケット 3 を生成して移動端末 M へ送信する。なお、CTS パケット 3 は、移動端末 M - 中継端末 R_i 間の送信レート r_{M-R_i} を含む。

30

【0237】

移動端末 M は、アクセスポイント AP から CTS パケット CTS 2 を受信すると、その受信した CTS パケット CTS 2 に含まれる送信レート r_{M-AP} でデータフレームをアクセスポイント AP (= CTS パケット CTS 2 の送信元) へ送信する。

【0238】

一方、移動端末 M は、中継端末 R_i から CTS パケット CTS 3 を受信すると、その受信した CTS パケット CTS 3 に含まれる送信レート r_{M-R_i} でデータフレームを中継端末 R_i (= CTS パケット CTS 3 の送信元) へ送信する。そして、中継端末 R_i は、データフレームをアクセスポイント AP へ直接送信する。

40

【0239】

この場合、送信端末は、移動端末 M のみであるので、データフレームの送信における競争は、発生しない。

【0240】

これによって、アクセスポイント AP がデータフレームの送信電力を減少させる場合も、移動端末 M からアクセスポイント AP への送信所要時間を最小にできる。従って、チャネル利用効率 (= 通信効率) を向上できる。

【0241】

なお、上記においては、RTS パケットおよび CTS パケットを用いてデータフレームを移動端末 M からアクセスポイント AP へ送信する場合について説明したが、この発明に

50

においては、これに限らず、R T S パケットおよび C T S パケットを用いずにデータフレームを移動端末 M からアクセスポイント A P へ送信してもよい。

【0242】

この場合、移動端末 M は、上述した中継テーブル R L T 1（図 33 参照）または中継テーブル R L T 2（図 36 参照）を参照して、中継端末 R i を経由する場合のアクセスポイント A P までの送信所要コスト $d_{M-Ri-AP}$ と、中継端末 R i を経由しない場合のアクセスポイント A P までの送信所要コスト d_{M-AP} とを検出する。

【0243】

そして、移動端末 M は、その検出した送信所要コスト $d_{M-Ri-AP}$ と送信所要コスト d_{M-AP} とを比較し、小さい方の送信所要コストを有する端末（アクセスポイント A P または中継端末 R i）を選択し、その選択した端末（アクセスポイント A P または中継端末 R i）へデータフレームを送信する。

10

【0244】

より具体的には、移動端末 M は、中継端末 R i を選択した場合、中継テーブル R L T 1（図 33 参照）または中継テーブル R L T 2（図 36 参照）を参照して、移動端末 M - 中継端末 R i 間の送信レート r_{M-Ri} を検出し、その検出した送信レート r_{M-Ri} でデータフレームを中継端末 R i へ送信する。

【0245】

中継端末 R i は、データフレームを移動端末 M から受信すると、A C K フレームを移動端末 M へ返信し、自己が持っている中継端末 R i - アクセスポイント A P 間の送信レート r_{Ri-AP} でデータフレームをアクセスポイント A P へ送信する。そして、アクセスポイント A P は、中継端末 R i からデータフレームを受信すると、A C K フレームを中継端末 R i へ返信する。

20

【0246】

一方、移動端末 M は、アクセスポイント A P を選択した場合、中継テーブル R L T 1（図 33 参照）または中継テーブル R L T 2（図 36 参照）を参照して、移動端末 M - アクセスポイント A P 間の送信レート r_{M-AP} を検出し、その検出した送信レート r_{M-AP} でデータフレームをアクセスポイント A P へ送信する。そして、アクセスポイント A P は、移動端末 M からデータフレームを受信すると、A C K フレームを移動端末 M へ返信する。

30

【0247】

なお、複数の最適経路が存在する場合、経路ごとにカウンタを付加し、移動端末 M は、データフレームを送信する前に、これらの複数の最適経路からカウンタ値が最も小さい経路を選択し、その選択した経路を介してデータフレームを送信する。そして、移動端末 M は、使用した経路のカウンタを“1”だけ増やす。

【0248】

このように、複数の最適経路が存在する場合、移動端末 M は、ラウンドロビン方式によって全てのデータフレームを複数の最適経路に分配して送信する。

【0249】

なお、上記においては、移動端末 M からアクセスポイント A P へデータフレームを送信する場合について説明したが、アクセスポイント A P から移動端末 M へデータフレームを送信する場合も、上述した方法によって、アクセスポイント A P から移動端末 M への送信所要時間が最小になる経路を選択してデータフレームの送信が行なわれる。

40

【0250】

なお、この発明においては、送信グループ T A に属する無線装置 2～5 において式（6）を用いて新しいリンクメトリック d_{new} を演算し、その演算した新しいリンクメトリック d_{new} に基づいて同時送信タイマーに設定する時間を演算する M A C モジュール 13、または転送グループ R A に属する無線装置 6～9 において式（4）を用いて新しいリンクメトリック d_{new} を演算し、その演算した新しいリンクメトリック d_{new} に基づいて同時送信タイマーに設定する時間を演算する M A C モジュール 13 は、「演算手段」

50

を構成する。

【0251】

また、この発明においては、送信グループTAに属する無線装置2～5において同時送信タイマーに設定するMACモジュール13、または転送グループRAに属する無線装置6～9において同時送信タイマーに設定するMACモジュール13は、「タイマー設定手段」を構成する。

【0252】

更に、この発明においては、CTSパケットを送信する無線装置8のMACモジュール13、またはデータパケットを送信する無線装置4のMACモジュール13は、「送信手段」を構成する。

10

【0253】

更に、この発明においては、CTSパケットを無線装置6～9のいずれかから受信する無線装置2～5のいずれかのMACモジュール13は、「受信手段」を構成する。

【0254】

更に、この発明においては、CTSパケットを受信したときの瞬時の受信SNRを検出する無線インターフェース12は、「検出手段」を構成する。

【0255】

更に、この発明においては、RTSパケットを無線装置2～5のいずれかから受信する無線装置6～9のいずれかのMACモジュール13は、「受信手段」を構成する。

【0256】

20

更に、この発明においては、RTSパケットを受信したときの瞬時の受信SNRを検出する無線インターフェース12は、「検出手段」を構成する。

【0257】

更に、この発明においては、無線装置2～5は、「m（mは正の整数）個の第1の無線装置」を構成し、無線装置6～9は、「n（nは正の整数）個の第2の無線装置」を構成する。

【0258】

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。

30

【産業上の利用可能性】

【0259】

この発明は、通信効率を向上可能な無線装置に適用される。また、この発明は、リンク品質が変動しても通信効率を向上可能な無線装置に適用される。更に、この発明は、通信効率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。更に、この発明は、リンク品質が変動しても通信効率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】

【0260】

40

【図1】この発明の実施の形態による無線ネットワークの概略図である。

【図2】図1に示す無線装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図3】Helloメッセージの構成図である。

【図4】TCメッセージの構成図である。

【図5】図2に示すルーティングテーブルの構成図である。

【図6】図2に示すネイバーテーブルの構成図である。

【図7】図2に示す協力者テーブルの構成図である。

【図8】図2に示すグループテーブルの構成図である。

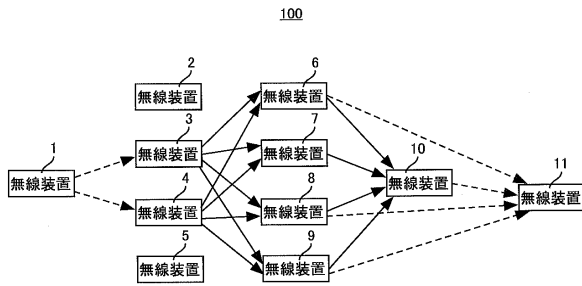
【図9】RTSパケットの構成図である。

【図10】CTSパケットの構成図である。

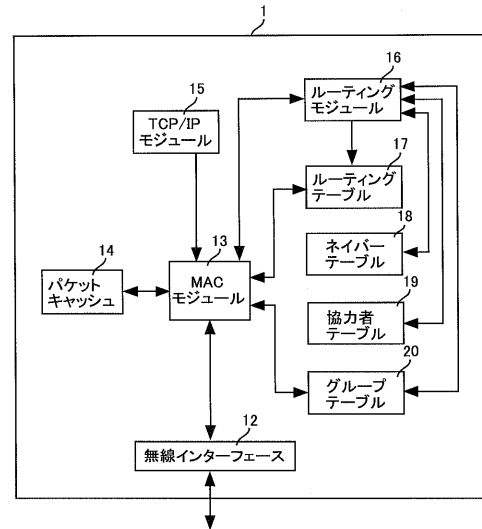
50

- 【図 1 1】データパケットの構成図である。
- 【図 1 2】ACKパケットの構成図である。
- 【図 1 3】受信SNRと送信レートとの関係を示す図である。
- 【図 1 4】ネイバーテーブルの具体例を示す図である。
- 【図 1 5】協力者テーブルの具体例を示す図である。
- 【図 1 6】Helloメッセージの第 1 の例を示す図である。
- 【図 1 7】Helloメッセージの第 2 の例を示す図である。
- 【図 1 8】グループテーブルの第 1 の例を示す図である。
- 【図 1 9】Helloメッセージの第 3 の例を示す図である。
- 【図 2 0】グループテーブルの第 2 の例を示す図である。 10
- 【図 2 1】TCメッセージの具体例を示す図である。
- 【図 2 2】ルーティングテーブルの具体例を示す図である。
- 【図 2 3】RTSパケットの具体例を示す図である。
- 【図 2 4】CTSパケットの具体例を示す図である。
- 【図 2 5】データパケットの具体例を示す図である。
- 【図 2 6】ACKパケットの具体例を示す図である。
- 【図 2 7】グループテーブルの第 3 の例を示す図である。
- 【図 2 8】グループテーブルの第 4 の例を示す図である。
- 【図 2 9】この発明の実施の形態によるデータパケットの中継方法を説明するためのフローチャートである。 20
- 【図 3 0】無線LANの概略図である。
- 【図 3 1】移動端末およびアクセスポイントのトポロジーを示す図である。
- 【図 3 2】通知の構成図である。
- 【図 3 3】中継テーブルの構成図である。
- 【図 3 4】移動端末およびアクセスポイントの他のトポロジーを示す図である。
- 【図 3 5】他の通知の構成図である。
- 【図 3 6】他の中継テーブルの構成図である。
- 【図 3 7】RTSパケットの他の具体例を示す図である。
- 【図 3 8】CTSパケットの他の具体例を示す図である。
- 【符号の説明】 30
- 【0 2 6 1】
- 1～11 無線装置、100 無線ネットワーク、12 無線インターフェース、13 MACモジュール、14 パケットキャッシュ、15 TCP/IPモジュール、16 ルーティングモジュール、17 ルーティングテーブル、18 ネイバーテーブル、19 協力者テーブル、20 グループテーブル、200 無線LAN、M、M1～M17 移動端末、AP、AP1、AP2 アクセスポイント、R、R1、R2 中継端末。

【図 1】



【図 2】



【図 3】

HELLO	
FSR	Hello
送信元のID	個数
周辺の無線装置のID	協力者フラグ

【図 4】

送信元のID	FSR	TC	SEQ
基準となる無線装置のID1	個数1	基準となる他の無線装置のID2	個数2
ID1の周辺の無線装置のID	リンクコスト1	ID2の周辺の無線装置のID	リンクコスト2

【図 8】

同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
-----	-----
⋮	⋮

【図 5】

送信先	次の無線装置	2ホップ目の無線装置	メトリック
---	---	---	---
⋮	⋮	⋮	⋮

【図 9】

RTS							
FC	DUR	RA	TA	AID	PID	L	FCS

【図 6】

送信元	受信SNR>Hello
---	---
⋮	⋮

【図 10】

CTS					
FC	DUR	RA	TA	RATE	FCS

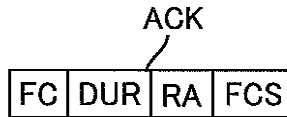
【図 7】

協力者ID	タイムスタンプ
-----	-----
⋮	⋮

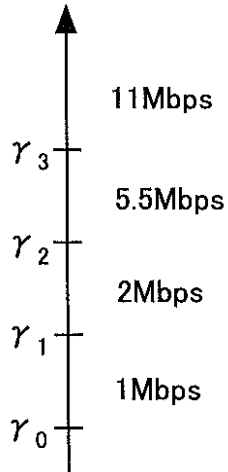
【図 11】

DATA							
FC	DUR	RA	TA	<SRC, DST, Seq>	DATA	FCS	

【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 6】

HELLO1

FSR	Hello
ID3	8
ID2	YES
ID4	YES
ID5	YES
ID1	NO
ID6	NO
ID7	NO
ID8	NO
ID9	NO

【図 1 7】

HELLO2

FSR	Hello
ID2	8
ID3	YES
ID4	YES
ID5	YES
ID1	NO
ID6	NO
ID7	NO
ID8	NO
ID9	NO

【図 1 4】

無線装置3 18-1

送信元	受信SNR_Hello
ID2	SNR_Hello_2
ID4	SNR_Hello_4
ID5	SNR_Hello_5
ID1	SNR_Hello_1
ID6	SNR_Hello_6
ID7	SNR_Hello_7
ID8	SNR_Hello_8
ID9	SNR_Hello_9

【図 1 5】

19-1

協力者ID	受信SNR_Hello
ID2	SNR_Hello_2
ID4	SNR_Hello_4
ID5	SNR_Hello_5

【図 1 8】

無線装置3 20-1

同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
ID2	TS_ID2
ID4	TS_ID4
ID5	TS_ID5

【図 1 9】

HELLO3

FSR	Hello
ID7	8
ID6	YES
ID8	YES
ID9	YES
ID10	NO
ID2	NO
ID3	NO
ID4	NO
ID5	NO

【図 2 0】

無線装置7 20-2

同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
ID6	TS_ID6
ID8	TS_ID8
ID9	TS_ID9

【図 2 1】

TC1

ID3	FSR	TOPO	SEQ:5
ID3	8	ID7	8
ID2	1	ID6	1
ID4	1	ID8	1
ID5	1	ID9	1
ID1	6	ID10	6
ID6	6	ID2	6
ID7	6	ID3	6
ID8	6	ID4	6
ID9	6	ID5	6

【図 2 2】

無線装置3 17-1

送信先	次の無線装置	2ホップ目の無線装置	メトリック
ID11	ID7	ID10	d ₃₋₁₁
ID1	ID1	----	d ₃₋₁
ID10	ID7	ID10	d ₃₋₁₀

(a)

無線装置7 17-2

送信先	次の無線装置	2ホップ目の無線装置	メトリック
ID11	ID10	ID11	d ₇₋₁₁
ID1	ID3	ID1	d ₇₋₁
ID10	ID10	----	d ₇₋₁₀

(b)

無線装置8 17-3

送信先	次の無線装置	2ホップ目の無線装置	メトリック
ID11	ID10	ID11	d ₈₋₁₁
ID1	ID4	ID1	d ₈₋₁
ID10	ID10	----	d ₈₋₁₀

(c)

【図 2 3】

RTS1

FC	DUR	ID7	ID3	ID10	<ID1, ID11, 1>	512B	FCS
----	-----	-----	-----	------	----------------	------	-----

【図 2 4】

CTS1

FC	DUR	ID3	ID8	11Mbps	FCS
----	-----	-----	-----	--------	-----

【図 2 5】

DATA1

FC	DUR	ID8	ID3	<ID1, ID11, 1>	DATA	FCS
----	-----	-----	-----	----------------	------	-----

【図 2 6】

ACK1

FC	DUR	ID3	FCS
----	-----	-----	-----

【図 2 7】

無線装置2 20-3

同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
ID3	TS_ID3
ID4	TS_ID4
ID5	TS_ID5

(a)

無線装置4 20-4

同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
ID2	TS_ID2
ID3	TS_ID3
ID5	TS_ID5

(b)

無線装置5 20-5

同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
ID2	TS_ID2
ID3	TS_ID3
ID4	TS_ID4

(c)

【図 28】

無線装置6

同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
ID7	TS_ID7
ID8	TS_ID8
ID9	TS_ID9

(a)

無線装置8

同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
ID6	TS_ID6
ID7	TS_ID7
ID9	TS_ID9

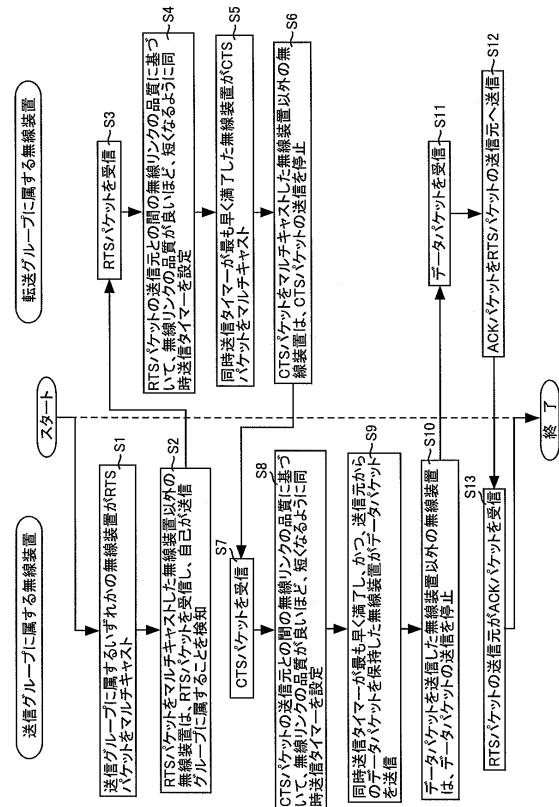
(b)

無線装置9

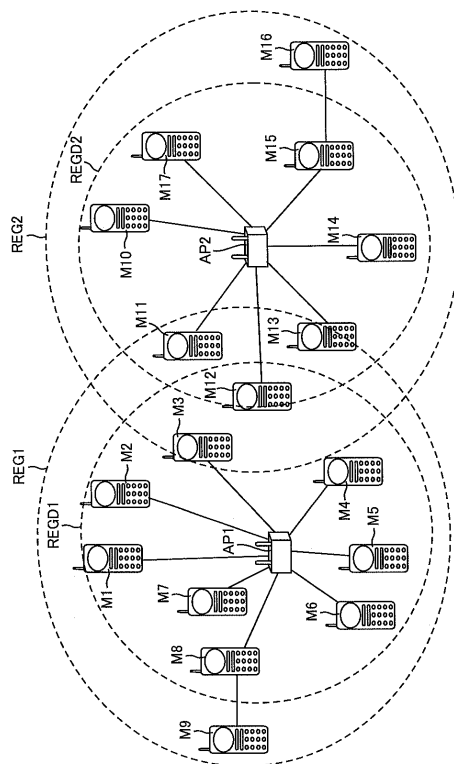
同じグループに属する無線装置のID	タイムスタンプ
ID6	TS_ID6
ID7	TS_ID7
ID8	TS_ID8

(c)

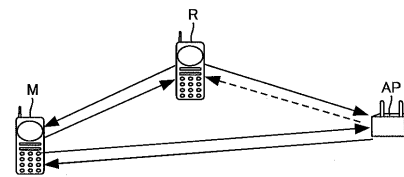
【図 29】



【図 30】



【図 31】



【図 32】

NTF1

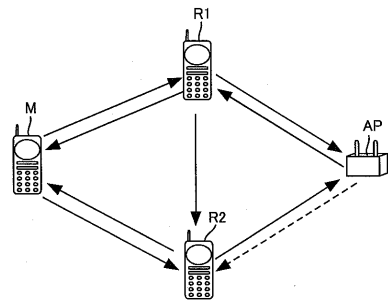
FC(NOTIFY)	DUR	FF	R	M	r_{M-R}	AP	r_{R-AP}
------------	-----	----	---	---	-----------	----	------------

【図 33】

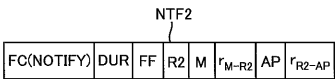
RLT1

	M-AP/M-R	R-AP	メトリック	タイムスタンプ
AP	1Mbps		d_{M-AP}	ts_{AP}
R	5.5Mbps	1Mbps	d_{M-R-AP}	ts_R

【図 3 4】



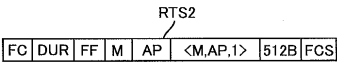
【図 3 5】



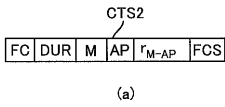
【図 3 6】

		RLT2		メトリック	タイムスタンプ
	M-AP/M-R	R-AP			
AP	1Mbps	11Mbps	d_{M-AP}	ts_{AP}	
R1	5.5Mbps	11Mbps	$d_{M-R1-AP}$	ts_{R1}	
R2	11Mbps	5.5Mbps	$d_{M-R2-AP}$	ts_{R2}	

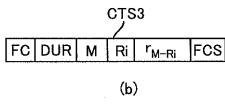
【図 3 7】



【図 3 8】



(a)



(b)

フロントページの続き

- (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 鈴木 龍太郎
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 丸山 高政

- (56)参考文献 特開2003-198563 (JP, A)
特開2006-081163 (JP, A)
特開2005-244880 (JP, A)
特開平11-055313 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W	4/00	—	H04W	99/00
H04B	7/24	—	H04B	7/26