

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5360651号
(P5360651)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl. F I
 HO4W 72/08 (2009.01) HO4W 72/08
 HO4W 84/12 (2009.01) HO4W 84/12
 HO4W 74/06 (2009.01) HO4W 74/06

請求項の数 9 (全 27 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-128947 (P2009-128947)</p> <p>(22) 出願日 平成21年5月28日(2009.5.28)</p> <p>(65) 公開番号 特開2010-278737 (P2010-278737A)</p> <p>(43) 公開日 平成22年12月9日(2010.12.9)</p> <p>審査請求日 平成24年5月18日(2012.5.18)</p> <p>(出願人による申告)平成21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</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100112715 弁理士 松山 隆夫</p> <p>(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</p> <p>(72) 発明者 三浦 龍 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</p> <p>(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</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 無線通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の無線装置と、

前記第1の無線装置の通信範囲内に配置され、各々が前記第1の無線装置と無線通信を行う 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、前記第1の無線装置からパケットを受信したときの雑音パワーに対する受信信号強度の比である信号対雑音比を正規化した正規化値がしきい値以上であり、かつ、バックオフ時間が前記第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、パケットを前記第1の無線装置へ送信し、

前記しきい値は、前記第1の無線装置の通信範囲内においてパケットの衝突を回避する確率が最も大きく、かつ、リンク品質が基準のリンク品質よりも良い第2の無線装置の個数が最大となるときの前記正規化値である、無線通信システム。

【請求項2】

前記第1の無線装置は、自己にアクセスする前記第2の無線装置の個数に基づいて前記しきい値を演算し、自己の通信範囲内において無線通信が行われていない一定の空き期間を検知すると、前記 n 個の第2の無線装置のうちパケットの送信先となる第2の無線装置を示す宛先情報と、前記演算したしきい値とを含む制御フレームを前記 n 個の第2の無線装置へ送信し、

前記 n 個の第2の無線装置の各々は、前記第1の無線装置から前記制御フレームを受信したときの前記正規化値を演算し、その演算した正規化値が前記制御フレームに含まれる

10

20

前記しきい値以上であり、かつ、バックオフ時間が前記第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、データからなるパケットを前記第1の無線装置へ送信する、請求項1に記載の無線通信システム。

【請求項3】

前記n個の第2の無線装置の各々は、前記制御フレームを受信したときの瞬時の前記信号対雑音比に対応する送信レートで前記パケットを前記第1の無線装置へ送信する、請求項2に記載の無線通信システム。

【請求項4】

前記n個の第2の無線装置の各々は、前記演算した正規化値が前記しきい値以上であり、かつ、自己のバックオフ時間が経過するまでに他の第2の無線装置が前記第1の無線装置へパケットを送信したとき、前記第1の無線装置へのパケットの送信を停止するとともにバックオフ時間を再度設定し、その設定したバックオフ時間が前記第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、前記第1の無線装置へパケットを送信する、請求項2に記載の無線通信システム。

10

【請求項5】

前記n個の第2の無線装置の各々は、前記演算した正規化値が前記しきい値よりも小さいとき、前記第1の無線装置から前記制御フレームを再度受信するまで前記第1の無線装置へのパケットの送信を停止する、請求項2に記載の無線通信システム。

【請求項6】

前記第1の無線装置は、自己にアクセスする前記第2の無線装置の個数に基づいて前記しきい値を演算し、自己の通信範囲内において無線通信が行われていない一定の空き期間を検知すると、前記n個の第2の無線装置のうちパケットの送信先となる第2の無線装置を示す宛先情報と、前記演算したしきい値とを含む第1の制御フレームを前記n個の第2の無線装置へ送信し、前記n個の第2の無線装置のいずれかからパケットの送信要求を示す第2の制御フレームを受信すると、データからなるパケットを送信し、

20

前記n個の第2の無線装置の各々は、前記第1の無線装置から前記第1の制御フレームを受信したときの前記正規化値を演算し、その演算した正規化値が前記第1の制御フレームに含まれる前記しきい値以上であり、かつ、前記第1の無線装置が自己宛てのパケットを保持しており、更に、バックオフ時間が前記第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、前記第2の制御フレームを前記第1の無線装置へ送信するとともに、前記第1の無線装置からパケットを受信する、請求項1に記載の無線通信システム。

30

【請求項7】

前記第1の無線装置は、前記第2の制御フレームを受信したときの瞬時の前記信号対雑音比に対応する送信レートで前記パケットを送信する、請求項6に記載の無線通信システム。

【請求項8】

前記n個の第2の無線装置の各々は、前記演算した正規化値が前記しきい値以上であり、かつ、自己のバックオフ時間が経過するまでに他の第2の無線装置が前記第1の無線装置へ前記第2の制御フレームを送信したとき、前記第1の無線装置への前記第2の制御フレームの送信を停止するとともにバックオフ時間を再度設定し、その設定したバックオフ時間が前記第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、前記第1の無線装置へ前記第2の制御フレームを送信するとともに前記第1の無線装置からパケットを受信する、請求項6に記載の無線通信システム。

40

【請求項9】

前記n個の第2の無線装置の各々は、前記演算した正規化値が前記しきい値よりも小さいとき、前記第1の無線装置から前記第1の制御フレームを再度受信するまで前記第1の無線装置への前記第2の制御フレームの送信を停止する、請求項6に記載の無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

この発明は、無線LAN (Local Area Network) 等の無線通信システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

無線LANは、学校やイベント会場などのホットスポットで広く使用されている。しかし、既存の無線LANにおいては、分散的な競争に基づくCSMA (Carrier Sense Multiple Access) がチャンネルアクセス方式として使用されているので、一つのセルに収納される端末の個数が急増する場合、衝突が起こり易くなり、ネットワーク全体のスループットが低下する。

10

【0003】

一方、移動端末の移動や電波伝搬状態の瞬時的な変動により、移動端末とアクセスポイントとの間の無線リンクの品質が常に変動し、フェージングが発生する。無線リンクの品質が低下した場合、利用可能な通信レートが低下する。そして、そのような低い通信レートを有するリンクは、ネットワーク全体のスループットに深刻な悪影響を及ぼす。

【0004】

従来、ネットワークのスケラビリティ (= 端末の数が増加しても通信特性が低下しないこと) を向上させるために、バックオフタイマーを調整することによって、各無線装置が無線通信を行っていない期間と、パケットの衝突確率とを低減させる手法が提案されている (非特許文献1)。

20

【0005】

この低減手法は、パケットの衝突を減らすためにコンテンションウィンドウの最大値をIEEE 802.11に定められた値よりも大きい値に設定する。また、この低減手法は、各無線装置が無線通信を行っていない期間を減らすために、各無線装置が無線通信を行っていない期間を連続的に検知すると、バックオフタイマーを指数的に減らす。

【0006】

また、ネットワークのスケラビリティを向上させるために、適応的なキャリアセンスの方法が提案されている (非特許文献2)。このキャリアセンスの方法は、チャンネルの利用効率を向上させるために、キャリアセンスの閾値を上げ、より多くの端末が同時に通信を行うようにするものである。無線LANにおいては、電波の干渉範囲は、通信範囲よりも広いため、一つのリンク上で無線通信が行われる場合、そのリンクに隣接する隣接空間に位置する他の端末は、チャンネルを譲らなければならない。そこで、適応的なキャリアセンスの方法においては、キャリアセンスの閾値を上げ、閾値以下の強度の電波を検知しても、その検知した電波を無視することによって、より多くの端末が無線通信を行う。そして、適応的なキャリアセンスの方法においては、パケットの衝突が起こる場合、協力的な送信によってパケット到達率が確保される。

30

【0007】

更に、ネットワークのスケラビリティを向上させるために、チャンネル予約の方法が提案されている (非特許文献3)。そして、このチャンネル予約によって、パケットの衝突を低減している。

40

【0008】

更に、ネットワークのスループットを向上させるために、リンク品質の変動を考慮して、複数の端末が無線通信を行うスケジュールを決定する方法が提案されている (非特許文献4, 5)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】 Y. Kwon, Y. Fang, and H. Latchman, "A novel MAC protocol with fast collision resolution for wireless LANs," in Proc. IEEE INFOCOM 2003, vol. 2

50

, 2003, pp.853-862.

【非特許文献2】C. Yu, K. G. Shin, and L. Song, "Link-layer salvaging for making routing progress in mobile ad hoc networks," in Proc. ACM MobiHoc 2005, 2005, pp.242-254.

【非特許文献3】C. R. Lin, and M. Gerla, "A synchronous multimedia multihop wireless networks," in Proc. INFOCOM '97, 1997, Vol. 1, pp. 118-125.

【非特許文献4】X. Qin and R. Berry, "Exploiting multiuser diversity for medium access control in wireless networks," in Proc. IEEE INFOCOM 2003, vol. 2, 2003, pp. 1084-1094.

【非特許文献5】S. Adireddy and L. Tong, "Exploiting decentralized channel state information for random access," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 51, pp. 537-561, Feb. 2005.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、非特許文献1～3においては、パケットを送信するときのレートが制御されていないため、ネットワークのスループットを向上させることが困難であるという問題がある。

【0011】

また、非特許文献4, 5に開示された方法をアクセスポイントから端末へのダウンリンクに適用することは困難である。その結果、アクセスポイントの通信範囲内に存在する端末の数が増加すると、アクセスポイントから端末への通信特性は、端末からアクセスポイントへの通信特性よりも低下する。従って、ネットワークのスケーラビリティが低下するという問題がある。

【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、ネットワークにおけるスケーラビリティおよびスループットを向上可能な無線通信システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この発明によれば、無線通信システムは、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。 n 個の第2の無線装置は、第1の無線装置の通信範囲内に配置され、各々が第1の無線装置と無線通信を行う。そして、 n 個の第2の無線装置の各々は、第1の無線装置からパケットを受信したときの雑音パワーに対する受信信号強度の比である信号対雑音比を正規化した正規化値がしきい値以上であり、かつ、バックオフ時間が第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、パケットを第1の無線装置へ送信する。この場合、しきい値は、第1の無線装置の通信範囲内においてパケットの衝突を回避する確率が最も大きく、かつ、リンク品質が基準のリンク品質よりも良い第2の無線装置の個数が最大となるときの信号対雑音比の正規化値である。

【0014】

好ましくは、第1の無線装置は、自己にアクセスする第2の無線装置の個数に基づいてしきい値を演算し、自己の通信範囲内において無線通信が行われていない一定の空き期間を検知すると、 n 個の第2の無線装置のうちパケットの送信先となる第2の無線装置を示す宛先情報と、演算したしきい値とを含む制御フレームを n 個の第2の無線装置へ送信する。 n 個の第2の無線装置の各々は、第1の無線装置から制御フレームを受信したときの信号対雑音比の正規化値を演算し、その演算した正規化値が制御フレームに含まれるしきい値以上であり、かつ、バックオフ時間が第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、データからなるパケットを第1の無線装置へ送信する。

【0015】

好ましくは、n個の第2の無線装置の各々は、制御フレームを受信したときの瞬時の信号対雑音比に対応する送信レートでパケットを第1の無線装置へ送信する。

【0016】

好ましくは、n個の第2の無線装置の各々は、演算した正規化値がしきい値以上であり、かつ、自己のバックオフ時間が経過するまでに他の第2の無線装置が第1の無線装置へパケットを送信したとき、第1の無線装置へのパケットの送信を停止するとともにバックオフ時間を再度設定し、その設定したバックオフ時間が第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、第1の無線装置へパケットを送信する。

10

【0017】

好ましくは、n個の第2の無線装置の各々は、演算した正規化値がしきい値よりも小さいとき、第1の無線装置から制御フレームを再度受信するまで第1の無線装置へのパケットの送信を停止する。

【0018】

好ましくは、第1の無線装置は、自己にアクセスする第2の無線装置の個数に基づいてしきい値を演算し、自己の通信範囲内において無線通信が行われていない一定の空き期間を検知すると、n個の第2の無線装置のうちパケットの送信先となる第2の無線装置を示す宛先情報と、演算したしきい値とを含む第1の制御フレームをn個の第2の無線装置へ送信し、n個の第2の無線装置のいずれかからパケットの送信要求を示す第2の制御フレームを受信すると、データからなるパケットを送信する。n個の第2の無線装置の各々は、第1の無線装置から第1の制御フレームを受信したときの正規化値を演算し、その演算した正規化値が第1の制御フレームに含まれるしきい値以上であり、かつ、第1の無線装置が自己宛てのパケットを保持しており、更に、バックオフ時間が第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、第2の制御フレームを第1の無線装置へ送信するとともに、第1の無線装置からパケットを受信する。

20

【0019】

好ましくは、第1の無線装置は、第2の制御フレームを受信したときの瞬時の信号対雑音比に対応する送信レートでパケットを送信する。

【0020】

好ましくは、n個の第2の無線装置の各々は、演算した正規化値がしきい値以上であり、かつ、自己のバックオフ時間が経過するまでに他の第2の無線装置が第1の無線装置へ第2の制御フレームを送信したとき、第1の無線装置への第2の制御フレームの送信を停止するとともにバックオフ時間を再度設定し、その設定したバックオフ時間が第1の無線装置の通信範囲内に存在する第2の無線装置の中で最初に経過したとき、第1の無線装置へ第2の制御フレームを送信するとともに第1の無線装置からパケットを受信する。

30

【0021】

好ましくは、n個の第2の無線装置の各々は、演算した正規化値がしきい値よりも小さいとき、第1の無線装置から第1の制御フレームを再度受信するまで第1の無線装置への第2の制御フレームの送信を停止する。

40

【発明の効果】

【0022】

この発明によれば、n個の第2の無線装置の各々は、パケットの衝突を回避しながら、基準のリンク品質(=しきい値からなる信号対雑音比の正規化値を有するリンクのリンク品質)以上のリンク品質を有するリンクを用いてパケットを第1の無線装置へ送信する。つまり、しきい値以上の正規化値を有する第2の無線装置は、第1の無線装置の通信範囲内に存在する端末装置の数が増加しても、パケットの衝突を回避しながら、基準のリンク品質以上のリンク品質でパケットを第1の無線装置へ送信する。

【0023】

従って、この発明によれば、端末装置の数が増えても、通信特性を低下させないという

50

スケーラビリティを向上できるとともに、スループットを向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】この発明の実施の形態による無線通信システムの構成を示す概略図である。

【図2】図1に示すアクセスポイントの構成を示す機能ブロック図である。

【図3】図1に示す端末装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図4】Pollフレームの構成図である。

【図5】受信SNRと送信レートとの関係を示す図である。

【図6】端末装置からアクセスポイントへパケットを送信する方法を説明するための図である。

10

【図7】アクセスポイントから端末装置へパケットを送信する方法を説明するための図である。

【図8】アップリンクにおける動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】ダウンリンクにおける動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】アップリンクにおけるスループットと端末装置の個数との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

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

【0026】

図1は、この発明の実施の形態による無線通信システムの構成を示す概略図である。図1を参照して、この発明の実施の形態による無線通信システム10は、アクセスポイント1と、端末装置2～4とを備える。

【0027】

アクセスポイント1および端末装置2～4は、無線通信空間に配置される。端末装置2～4の各々は、静止している端末装置、または移動可能な端末装置からなる。そして、端末装置2～4は、アクセスポイントの通信範囲内に配置される。

【0028】

アクセスポイント1および端末装置2～4は、同じ周波数チャネルを用いて後述する方法によって相互に無線通信を行う。

30

【0029】

図2は、図1に示すアクセスポイント1の構成を示す機能ブロック図である。図2を参照して、アクセスポイント1は、アンテナ11と、送受信手段12と、制御手段13と、バッファ14と、通信手段15とを含む。

【0030】

アンテナ11は、パケット、Replyフレーム、PollフレームおよびACKフレームのいずれかを送受信手段12から受け、その受けたパケット、Replyフレーム、PollフレームおよびACKフレームのいずれかを端末装置2～4へ送信する。

【0031】

また、アンテナ11は、Requestフレーム、CTSフレーム、パケットおよびACKフレームのいずれかを端末装置2～4から受信し、その受信したRequestフレーム、CTSフレーム、パケットおよびACKフレームのいずれかを送受信手段12へ出力する。

40

【0032】

送受信手段12は、ReplyフレームまたはPollフレームを制御手段13から受け、その受けたReplyフレームまたはPollフレームをアンテナ11を介して端末装置2～4へ送信する。

【0033】

また、送受信手段12は、ACKフレームを通信手段15から受け、その受けたACK

50

フレームをアンテナ 1 1 を介して端末装置 2 ~ 4 へ送信する。

【 0 0 3 4 】

更に、送受信手段 1 2 は、Request フレームをアンテナ 1 1 から受けると、その受けた Request フレームを制御手段 1 3 へ出力する。

【 0 0 3 5 】

更に、送受信手段 1 2 は、パケットまたは ACK フレームをアンテナ 1 1 から受けると、その受けたパケットまたは ACK フレームを通信手段 1 5 へ出力する。

【 0 0 3 6 】

更に、送受信手段 1 2 は、アンテナ 1 1 が CTS フレームを受信したときの雑音パワーに対する受信信号強度の比である信号対雑音比を検出し、その検出した信号対雑音比に対応する通信レートを後述する方法によって検出する。そして、送受信手段 1 2 は、CTS フレームをアンテナ 1 1 から受けると、その受けた CTS フレームに含まれる MAC (Media Access Control) アドレスを宛先とするパケットをバッファ 1 4 から取り出す。そうすると、送受信手段 1 2 は、その取り出したパケットを信号対雑音比に対応する通信レートで CTS フレームの送信元 (端末装置 2 ~ 4 のいずれか) へ送信する。

10

【 0 0 3 7 】

更に、送受信手段 1 2 は、アンテナ 1 1 を介して ACK フレームを端末装置 (端末装置 2 ~ 4 のいずれか) から受信した後、一定期間 (= N スロット、N は正の整数)、CTS フレームを端末装置 (端末装置 2 ~ 4 のいずれか) から受信しないとき、または ACK フレームを端末装置 (端末装置 2 ~ 4 のいずれか) へ送信してから一定期間 (= N スロット)、端末装置 (端末装置 2 ~ 4 のいずれか) からパケットを受信しないとき、Poll フレームの送信要求を生成して制御手段 1 3 へ出力する。

20

【 0 0 3 8 】

制御手段 1 3 は、送受信手段 1 2 から Request フレームを受けると、その受けた Request フレームに含まれる MAC アドレスを取り出す。そして、制御手段 1 3 は、その取り出した MAC アドレスによって指定された端末装置 (端末装置 2 ~ 4 のいずれか) に参加 ID を割り当てる。この参加 ID は、1, 2, 3, ... の整数値からなる。

【 0 0 3 9 】

制御手段 1 3 は、参加 ID を割り当てると、MAC アドレスと参加 ID とを対応付けて管理する。

30

【 0 0 4 0 】

その後、制御手段 1 3 は、参加 ID を含む Reply フレームを生成し、その生成した Reply フレームを Request フレームの送信元 (端末装置 2 ~ 4 のいずれか) へ送受信手段 1 2 およびアンテナ 1 1 を介して送信する。

【 0 0 4 1 】

また、制御手段 1 3 は、Request フレームを送受信手段 1 2 から受ける度に、アクセスポイント 1 へアクセスする端末装置の数を " 1 " だけインクリメントする。そして、制御手段 1 3 は、最終的に、アクセスポイント 1 へアクセスする端末装置の総数 M (M は正の整数) を取得する。

40

【 0 0 4 2 】

そうすると、制御手段 1 3 は、その取得した総数 M に基づいて、しきい値 θ を後述する方法によって演算する。このしきい値 θ について、後に詳細に説明する。その後、制御手段 1 3 は、バッファ 1 4 を参照して、端末装置 2 ~ 4 宛てのパケットの有無を検索する。そして、制御手段 1 3 は、端末装置 2 ~ 4 宛てのパケットの有無を示すビット値と、しきい値 θ とを含む Poll フレームを生成し、その生成した Poll フレームを送受信手段 1 2 およびアンテナ 1 1 を介して端末装置 2 ~ 4 へ送信する。

【 0 0 4 3 】

更に、制御手段 1 3 は、送受信手段 1 2 からの Poll フレームの送信要求に応じて、Poll フレームを再度生成し、その生成した Poll フレームを送受信手段 1 2 および

50

アンテナ 11 を介して端末装置 2 ~ 4 へ送信する。

【 0 0 4 4 】

バッファ 14 は、通信手段 15 からパケットを受け、その受けたパケットを一定時間保持する。

【 0 0 4 5 】

通信手段 15 は、外部のインターネットに接続されている。そして、通信手段 15 は、インターネットからパケットを受け、その受けたパケットをバッファ 14 へ格納する。

【 0 0 4 6 】

また、通信手段 15 は、端末装置（端末装置 2 ~ 4 のいずれか）からのパケットを送受信手段 12 から受け、その受けたパケットをインターネットへ送信するとともに、ACK フレームを生成して送受信手段 12 へ出力する。

10

【 0 0 4 7 】

図 3 は、図 1 に示す端末装置 2 の構成を示す機能ブロック図である。図 3 を参照して、端末装置 2 は、アンテナ 21 と、送受信手段 22 と、バッファ 23 と、通信手段 24 とを含む。

【 0 0 4 8 】

アンテナ 21 は、Request フレーム、CTS フレーム、パケットおよび ACK フレームのいずれかを送受信手段 22 から受け、その受けた Request フレーム、CTS フレーム、パケットおよび ACK フレームのいずれかをアクセスポイント 1 へ送信する。

20

【 0 0 4 9 】

また、アンテナ 21 は、Reply フレーム、Poll フレーム、パケットおよび ACK フレームのいずれかをアクセスポイント 1 から受信し、その受信した Reply フレーム、Poll フレーム、パケットおよび ACK フレームのいずれかを送受信手段 22 へ出力する。

【 0 0 5 0 】

送受信手段 22 は、アクセスポイント 1 へアクセスするとき、端末装置 2 の MAC アドレスを含む Request フレームを生成し、その生成した Request フレームをアンテナ 21 を介してアクセスポイント 1 へ送信する。

【 0 0 5 1 】

また、送受信手段 22 は、Reply フレームをアンテナ 21 から受けると、その受けた Reply フレームに含まれる参加 ID を取り出し、その取り出した参加 ID を端末装置 2 のアクセスポイント 1 における識別子として管理する。

30

【 0 0 5 2 】

更に、送受信手段 22 は、アンテナ 21 が Poll フレームを受信したときの信号対雑音比、またはアンテナ 21 が ACK フレームを受信したときの信号対雑音比を検出する。そして、送受信手段 22 は、Poll フレームをアンテナ 21 から受けると、その受けた Poll フレームを管理するとともに、Poll フレームに含まれるしきい値 θ_0 を取り出す。そうすると、送受信手段 22 は、その検出した信号対雑音比、しきい値 θ_0 、および Poll フレームに基づいて、後述する方法によって、バッファ 23 からパケットを取り出してアクセスポイント 1 へ送信する。

40

【 0 0 5 3 】

更に、送受信手段 22 は、その検出した信号対雑音比、しきい値 θ_0 、および Poll フレームに基づいて、後述する方法によって、CTS フレームをアクセスポイント 1 へ送信する。

【 0 0 5 4 】

更に、送受信手段 22 は、アンテナ 21 を介してアクセスポイント 1 からパケットを受信し、その受信したパケットを通信手段 24 へ出力する。

【 0 0 5 5 】

更に、送受信手段 22 は、ACK フレームを通信手段 24 から受け、その受けた ACK

50

フレームをアンテナ 2 1 を介してアクセスポイント 1 へ送信する。

【 0 0 5 6 】

バッファ 2 3 は、通信手段 2 4 からパケットを受け、その受けたパケットを一定時間保持する。

【 0 0 5 7 】

通信手段 2 4 は、上位層のアプリケーションからパケットを受け、その受けたパケットをバッファ 2 3 に格納する。

【 0 0 5 8 】

また、通信手段 2 4 は、送受信手段 2 2 からパケットを受け、その受けたパケットを上位層のアプリケーションへ出力するとともに、ACK フレームを生成して送受信手段 2 2 へ出力する。

【 0 0 5 9 】

なお、図 1 に示す端末装置 3 , 4 の各々も、図 3 に示す端末装置 2 と同じ構成からなる。

【 0 0 6 0 】

アクセスポイント 1 におけるしきい値 γ_0 の算出方法について説明する。アクセスポイント 1 の通信範囲内に存在する端末装置の総数を M とし、コンテンションウィンドウの最大値を N とする。

【 0 0 6 1 】

この最大値 N は、無線通信システム 1 0 において、予め設計された値であり、アクセスポイント 1 の制御手段 1 3 は、最大値 N を予め保持している。また、アクセスポイント 1 の制御手段 1 3 は、アクセスポイント 1 にアクセスする端末装置の数を上述した方法によってカウントし、総数 M を取得する。

【 0 0 6 2 】

アクセスポイント 1 の通信範囲内に配置された M 個の端末装置のうち、 i ($i = 1 \sim M$ の整数) 番目の端末装置と、アクセスポイント 1 との間のリンクの瞬時の信号対雑音比 SNR (Signal to Noise Ratio) を γ_i とし、その平均値を $\bar{\gamma}_i$ とする。なお、この明細書においては、 $\bar{\gamma}_i$ は、 γ_i の平均値を意味する。また、平均値 $\bar{\gamma}_i$ は、例えば、1 秒間における瞬時の γ_i を平均することにより求められる。

【 0 0 6 3 】

そして、 $\gamma_i = \gamma_i / (\bar{\gamma}_i)$ を正規化 SNR と定義する。レイレーフェージング (Rayleigh fading) の場合、全てのリンクの正規化 SNR の分布は、 $f(\gamma_i) = \exp(-\gamma_i)$ となり、同じである。

【 0 0 6 4 】

その結果、アクセスポイント 1 の制御手段 1 3 は、次の式 (1) ~ (4) に従ってしきい値 γ_0 を算出する。

【 0 0 6 5 】

【数 1】

$$P_m^T(\gamma_0) = C_M^m [1 - \exp(-\gamma_0)]^{M-m} [\exp(-\gamma_0)]^m \quad \dots (1)$$

【 0 0 6 6 】

【数 2】

$$P_m(\gamma_0) = \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ m \sum_{i=1}^{N-1} (N-i)^{m-1} / N^m = m \sum_{i=1}^{N-1} i^{m-1} / N^m \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} m=1 \\ m \geq 2 \end{array} \right\} \quad \dots (2)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

【 数 3 】

$$P_S(\gamma_0) = \sum_{m \geq 1} P_m^T(\gamma_0) P_m(\gamma_0) \cdots (3)$$

【 0 0 6 8 】

【 数 4 】

$$\gamma_0 = \arg \max_{\gamma_0} P_S(\gamma_0) \cdots (4)$$

10

【 0 0 6 9 】

なお、式(1)における m は、 $m = 1 \sim M$ の整数である。また、式(1)における C_M^m は、 M 個の端末装置から m 個の端末装置を抽出し、 m 個の端末装置からなる端末装置集合を構築する場合における異なる端末装置集合の数を意味する。例えば、 $C_{10}^3 = 120 \times 11 \times 10 / (3 \times 2 \times 1) = 120$ である。

【 0 0 7 0 】

式(1)の $P_m^T(\gamma_0)$ は、 M 個の端末装置のうち、 m 個の端末装置における正規化SNR(=)がしきい値 γ_0 よりも大きくなる確率である。即ち、 $P_m^T(\gamma_0)$ は、 m 個の端末装置におけるリンク品質が基準のリンク品質(=しきい値 γ_0 からなる正規化SNRを有するリンクのリンク品質)よりも良くなる確率である。

20

【 0 0 7 1 】

また、式(2)の $P_m(\gamma_0)$ は、パケットの衝突が発生しない確率である。端末装置の個数 m が1個である場合、パケットの衝突は発生しないので、 $P_m(\gamma_0) = 1$ となる(式(2)の上段参照)。そして、端末装置の個数 m が2以上である場合、パケットの衝突が発生しない確率 $P_m(\gamma_0)$ は、式(2)の下段によって表わされる。

【 0 0 7 2 】

更に、式(3)の $P_S(\gamma_0)$ は、パケットの衝突を回避しながらリンク品質が基準のリンク品質よりも良いリンクを有する端末装置との間で無線通信を行うことが可能な確率である。

30

【 0 0 7 3 】

そして、式(4)において、式(3)の $P_S(\gamma_0)$ が最大になるように γ_0 を決定するのであるから、しきい値 γ_0 は、パケットの衝突を回避する確率が最も大きく、かつ、リンク品質が基準のリンク品質(=しきい値 γ_0 からなる正規化SNRを有するリンクのリンク品質)よりも良い端末装置の個数が最大となるときの正規化SNRである。

【 0 0 7 4 】

このように、アクセスポイント1は、自己の通信範囲内に存在する端末装置2~4の個数 M に基づいてしきい値 γ_0 を演算する。

【 0 0 7 5 】

従って、アクセスポイント1と端末装置2~4との間の通信環境の実情に沿ってしきい値 γ_0 を決定できる。

40

【 0 0 7 6 】

図4は、Pollフレームの構成図である。図4を参照して、Pollフレームは、送信先(DST)と、送信元(SRC)と、しきい値 γ_0 と、ビットマップBMとを含む。

【 0 0 7 7 】

送信先(DST)は、Pollフレームの送信先からなる。Pollフレームは、アクセスポイント1の通信範囲内に存在する全ての端末装置へ送信されるので、送信先(DST)は、ブロードキャストアドレス = 0 x f f f f f f f f f f f f からなる。

【 0 0 7 8 】

50

送信元 (S R C) は、 P o l l フレームの送信元の M A C アドレスからなる。 P o l l フレームは、アクセスポイント 1 によって送信されるので、送信元 (S R C) は、アクセスポイント 1 の M A C アドレスからなる。

【 0 0 7 9 】

しきい値 θ_0 は、上述した方法によって算出されたしきい値からなる。ビットマップ B M は、アクセスポイント 1 から端末装置 2 ~ 4 へのパケットの有無、即ち、ダウンリンクにおいて各端末装置 2 ~ 4 へ送信すべきパケットの有無を示すビット値からなる。

【 0 0 8 0 】

図 4 においては、ビットマップ B M は、 3 行 x 1 6 列のマップからなる。そして、第 1 行第 1 列のマス目、第 1 行第 2 列のマス目、・・・、第 1 行第 1 6 列のマス目、第 2 行第 1 列のマス目、第 2 行第 2 列のマス目、・・・、第 2 行第 1 6 列のマス目、第 3 行第 1 列のマス目、第 3 行第 2 列のマス目、・・・、第 3 行第 1 6 列のマス目は、それぞれ、参加 I D = 1 ~ 4 8 に対応付けられている。

【 0 0 8 1 】

また、第 1 行第 1 列のマス目、第 1 行第 2 列のマス目、・・・、第 1 行第 1 6 列のマス目、第 2 行第 1 列のマス目、第 2 行第 2 列のマス目、・・・、第 2 行第 1 6 列のマス目、第 3 行第 1 列のマス目、第 3 行第 2 列のマス目、・・・、第 3 行第 1 6 列のマス目は、それぞれ、参加 I D = 1 ~ 4 8 が付与された端末装置へ送信すべきパケットをアクセスポイントが保持していれば、“ 1 ” が格納され、参加 I D = 1 ~ 4 8 が付与された端末装置へ送信すべきパケットをアクセスポイント 1 が保持していなければ、“ 0 ” が格納される。

【 0 0 8 2 】

図 4 に示す例においては、第 1 行第 1 列のマス目、第 1 行第 2 列のマス目および第 1 行第 3 列のマス目は、“ 1 ” が格納され、第 1 行第 4 列のマス目 ~ 第 3 行第 1 6 列のマス目は、“ 0 ” が格納されているので、アクセスポイント 1 は、参加 I D = 1 ~ 3 が付与された端末装置へ送信すべきパケットを保持し、参加 I D = 4 ~ 4 8 が付与された端末装置へ送信すべきパケットを保持していないことを表している。

【 0 0 8 3 】

なお、ビットマップ B M は、 3 行 x 1 6 列以外のマップからなってもよい。

【 0 0 8 4 】

図 5 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_0 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_1 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_2 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_3 よりも大きい場合、 1 1 M b p s の送信レートが割り当てられる。

【 0 0 8 5 】

端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、図 5 に示す受信 S N R と送信レートとの関係を保持している。そして、端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、アップリンクにおいて、 P o l l フレームまたは A C K フレームを受信したときの瞬時の受信 S N R = γ を計測し、その計測した受信 S N R = γ に対応する送信レートを図 5 に示す受信 S N R と送信レートとの関係を参照して検出する。

【 0 0 8 6 】

また、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、図 5 に示す受信 S N R と送信レートとの関係を保持している。そして、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、ダウンリンクにおいて、 C T S フレームまたはパケットを受信したときの瞬時の受信 S N R = γ を計測し、その計測した受信 S N R = γ に対応する送信レートを図 5 に示す受信 S N R と送信レートとの関係を参照して検出する。

【 0 0 8 7 】

端末装置 2 ~ 4 からアクセスポイント 1 へパケットを送信する方法について説明する。図 6 は、端末装置 2 ~ 4 からアクセスポイント 1 へパケットを送信する方法を説明するた

10

20

30

40

50

めの図である。

【0088】

アクセスポイント1の制御手段13は、上述した方法によってしきい値 θ_0 を算出する。そして、アクセスポイント1の制御手段13は、バッファ14を参照して端末装置2~4へ送信すべきパケットを保持していることを検知する。

【0089】

そうすると、アクセスポイント1の制御手段13は、 $DST = 0 \times f f f f f f f f f f f f f$ 、 $SRC = MACadd_AP$ 、しきい値 θ_0 、および端末装置2~4へ送信すべきパケットを保持していることを示すビットマップ $BM = 1, 1, 1, 0, \dots, 0$ を含むPollフレームを生成し、その生成したPollフレームを送受信手段12およびアンテナ11を介して端末装置2~4へ送信する。この場合、ビットマップ BM の第1行第1列のマス目、第1行第2列のマス目、および第1行第3列のマス目は、それぞれ、端末装置2~4の参加IDに対応付けられているものとする。また、端末装置2~4の送受信手段22は、それぞれ、参加ID = 1~3をReplyフレームから取り出して保持しているものとする。

【0090】

端末装置2~4の送受信手段22は、アクセスポイント1から送信されたPollフレームをタイミング t_1 で受信し、それぞれ、Pollフレームを受信したときの受信SNR($= \theta_2', \theta_3', \theta_4'$)を計測する。そして、端末装置2~4の送受信手段22は、それぞれ、その計測した受信SNR($= \theta_2', \theta_3', \theta_4'$)を用いて平均値 $\theta_2, \theta_3, \theta_4$ を更新する。その後、端末装置2~4の送受信手段22は、その更新した平均値 $\theta_2, \theta_3, \theta_4$ を用いてそれぞれ正規化SNR($= \theta_2, \theta_3, \theta_4$)を求める。

【0091】

そうすると、端末装置2~4の送受信手段22は、Pollフレームからしきい値 θ_0 を取り出し、正規化SNR($= \theta_2, \theta_3, \theta_4$)をしきい値 θ_0 と比較する。この場合、 $\theta_2 > \theta_0, \theta_3 > \theta_0, \theta_4 < \theta_0$ であるとする。

【0092】

端末装置4の送受信手段22は、 $\theta_4 < \theta_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加しない。

【0093】

一方、端末装置2, 3の送受信手段22は、 $\theta_2 > \theta_0, \theta_3 > \theta_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加し、それぞれ、バックオフタイマーを0~Nの間の一様な乱数から選択した6, 8に設定する。

【0094】

そして、端末装置2の送受信手段22は、タイミング t_1 の後、DIFS(Distributed Inter Frame Spacing)が経過すると、バックオフタイマーが“6”から“0”になるのを計測する。また、端末装置2の送受信手段22は、図5に示す受信SNRと送信レートとの関係を参照して、計測した受信SNR($= \theta_2'$)に対応する送信レート r_2 を検出する。

【0095】

端末装置3の送受信手段22も、同様に、タイミング t_1 の後、DIFSが経過すると、バックオフタイマーが“8”から“0”になるのを計測するとともに、図5に示す受信SNRと送信レートとの関係を参照して、計測した受信SNR($= \theta_3'$)に対応する送信レート r_3 を検出する。

【0096】

端末装置2の送受信手段22は、タイミング t_2 で、自己におけるバックオフタイマーが“0”になったことを検知し、パケット PA_U を送信レート r_2 でアクセスポイント1へ送信する。

【0097】

10

20

30

40

50

そして、端末装置 3 の送受信手段 2 2 は、端末装置 2 から送信されたパケット P A_U を 7 番目のスロットで受信し、チャネルが使用状態であることを検知する。従って、端末装置 3 の送受信手段 2 2 は、パケット P B_U を送信しない。その結果、パケット P A_U とパケット P B_U との衝突を回避できる。

【 0 0 9 8 】

その後、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、アンテナ 1 1 を介してパケット P A_U を端末装置 2 から受信し、その受信したパケット P A_U を通信手段 1 5 へ出力する。

【 0 0 9 9 】

アクセスポイント 1 の通信手段 1 5 は、送受信手段 1 2 からパケット P A_U を受け、パケット P A_U を受取する。

10

【 0 1 0 0 】

その後、アクセスポイント 1 の通信手段 1 5 は、S I F S (S h o r t I n t e r F r a m e S p a c i n g) が経過すると、タイミング t 3 で A C K フレームを生成し、その生成した A C K フレームを送受信手段 1 2 へ出力する。そして、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、通信手段 1 5 から受けた A C K フレームをアンテナ 1 1 を介して端末装置 2 へ送信する。

【 0 1 0 1 】

この場合、端末装置 2 ~ 4 の全てが A C K フレームを受信できるものとする。

【 0 1 0 2 】

端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、タイミング t 4 で A C K フレームを受信し、A C K フレームを受信したときの受信 S N R (= γ_2' , γ_3' , γ_4') をそれぞれ計測する。そして、端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、それぞれ、その計測した受信 S N R (= γ_2' , γ_3' , γ_4') を用いて平均値 $\bar{\gamma}_2$ / $\bar{\gamma}_3$ / $\bar{\gamma}_4$ を更新するとともに、正規化 S N R (= γ_2 , γ_3 , γ_4) を求める。

20

【 0 1 0 3 】

そうすると、端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、タイミング t 1 で受信した P o l l フレームから取り出したしきい値 γ_0 と、正規化 S N R (= γ_2 , γ_3 , γ_4) とを比較する。この場合も、 $\gamma_2 > \gamma_0$, $\gamma_3 > \gamma_0$, $\gamma_4 < \gamma_0$ であるとする。

【 0 1 0 4 】

端末装置 4 の送受信手段 2 2 は、 $\gamma_4 < \gamma_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加しない。

30

【 0 1 0 5 】

一方、端末装置 2, 3 の送受信手段 2 2 は、 $\gamma_2 > \gamma_0$, $\gamma_3 > \gamma_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加し、それぞれ、バックオフタイマーを 0 ~ N の間の一様な乱数から選択した 5, 3 に設定する。

【 0 1 0 6 】

そして、端末装置 3 の送受信手段 2 2 は、タイミング t 4 の後、D I F S が経過すると、バックオフタイマーが “ 3 ” から “ 0 ” になるのを計測する。また、端末装置 3 の送受信手段 2 2 は、図 5 に示す受信 S N R と送信レートとの関係を参照して、計測した受信 S N R (= γ_2') に対応する送信レート r_2 を検出する。

40

【 0 1 0 7 】

端末装置 2 の送受信手段 2 2 も、同様に、タイミング t 4 の後、D I F S が経過すると、バックオフタイマーが “ 5 ” から “ 0 ” になるのを計測するとともに、図 5 に示す受信 S N R と送信レートとの関係を参照して、計測した受信 S N R (= γ_3') に対応する送信レート r_3 を検出する。

【 0 1 0 8 】

端末装置 3 の送受信手段 2 2 は、タイミング t 5 で、自己におけるバックオフタイマーが “ 0 ” になったことを検知し、パケット P B_U を送信レート r_3 でアクセスポイント 1 へ送信する。

【 0 1 0 9 】

50

そして、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、アンテナ 1 1 を介してパケット P B_U を端末装置 3 から受信し、その受信したパケット P B_U を通信手段 1 5 へ出力する。

【 0 1 1 0 】

アクセスポイント 1 の通信手段 1 5 は、送受信手段 1 2 からパケット P B_U を受け、パケット P B_U を受取する。

【 0 1 1 1 】

その後、アクセスポイント 1 の通信手段 1 5 は、S I F S が経過すると、タイミング t 6 で A C K フレームを生成し、その生成した A C K フレームを送受信手段 1 2 へ出力する。そして、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、通信手段 1 5 から受けた A C K フレームをアンテナ 1 1 を介して端末装置 3 へ送信する。

10

【 0 1 1 2 】

そうすると、端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、タイミング t 7 で A C K フレームを受信し、A C K フレームを受信したときの受信 S N R (= $\gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) をそれぞれ計測する。

【 0 1 1 3 】

その後、端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、それぞれ、その計測した受信 S N R (= $\gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) を用いて平均値 $\bar{\gamma}_2', \bar{\gamma}_3', \bar{\gamma}_4'$ を更新するとともに、正規化 S N R (= $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$) を求める。

【 0 1 1 4 】

端末装置 2 ~ 4 のうち、1 回目の P o l l フレームを受信したときの受信 S N R (= $\gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) を用いて求められた正規化 S N R (= $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$) がしきい値 γ_0 よりも大きい端末装置 2, 3 は、それぞれ、パケット P A_U, P B_U を既にアクセスポイント 1 へ送信している。

20

【 0 1 1 5 】

その結果、タイミング t 7 以降、アクセスポイント 1 へパケットを送信する端末装置は存在しない。

【 0 1 1 6 】

従って、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、タイミング t 7 以降、D I F S が経過すると、N x スロットを計測する。そして、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、N x スロットが経過すると、P o l l フレームを再度生成するように制御手段 1 3 へ要求し、制御手段 1 3 は、タイミング t 8 で、再度、P o l l フレームを生成して端末装置 2 ~ 4 へ送信する。

30

【 0 1 1 7 】

端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、タイミング t 9 で P o l l フレームを受信し、P o l l フレームを受信したときの受信 S N R (= $\gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) をそれぞれ計測する。そして、端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、それぞれ、その計測した受信 S N R (= $\gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) を用いて平均値 $\bar{\gamma}_2', \bar{\gamma}_3', \bar{\gamma}_4'$ を更新するとともに、正規化 S N R (= $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$) を求める。

【 0 1 1 8 】

そうすると、端末装置 2 ~ 4 の送受信手段 2 2 は、2 回目に受信した P o l l フレームからしきい値 γ_0 を取り出し、正規化 S N R (= $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$) をしきい値 γ_0 と比較する。

40

【 0 1 1 9 】

この場合、 $\gamma_2 < \gamma_0, \gamma_3 > \gamma_0, \gamma_4 > \gamma_0$ であるとする。

【 0 1 2 0 】

端末装置 2 の送受信手段 2 2 は、 $\gamma_2 < \gamma_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加しない。

【 0 1 2 1 】

一方、端末装置 3, 4 の送受信手段 2 2 は、 $\gamma_3 > \gamma_0, \gamma_4 > \gamma_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加し、それぞれ、バックオフタイマーを 0 ~ N の間の一様な乱数か

50

ら選択した 6 , 3 に設定する。

【 0 1 2 2 】

そして、端末装置 3 の送受信手段 2 2 は、タイミング t_9 の後、DIFS が経過すると、バックオフタイマーが “ 6 ” から “ 0 ” になるのを計測する。また、端末装置 3 の送受信手段 2 2 は、図 5 に示す受信 SNR と送信レートとの関係を参照して、計測した受信 SNR (= γ_3) に対応する送信レート r_3 を検出する。

【 0 1 2 3 】

端末装置 4 の送受信手段 2 2 も、同様に、タイミング t_9 の後、DIFS が経過すると、バックオフタイマーが “ 3 ” から “ 0 ” になるのを計測するとともに、図 5 に示す受信 SNR と送信レートとの関係を参照して、計測した受信 SNR (= γ_4) に対応する送信レート r_4 を検出する。

10

【 0 1 2 4 】

端末装置 4 の送受信手段 2 2 は、タイミング t_{10} で、自己におけるバックオフタイマーが “ 0 ” になったことを検知し、パケット PC_U を送信レート r_4 でアクセスポイント 1 へ送信する。

【 0 1 2 5 】

そして、アクセスポイント 1 の送受信手段 1 2 は、アンテナ 1 1 を介してパケット PC_U を端末装置 4 から受信し、その受信したパケット PC_U を通信手段 1 5 へ出力する。

【 0 1 2 6 】

アクセスポイント 1 の通信手段 1 5 は、送受信手段 1 2 からパケット PC_U を受け、パケット PC_U を受理する。

20

【 0 1 2 7 】

上述したように、タイミング $t_1 \sim t_7$ の間においては、しきい値 γ_0 よりも大きい正規化 SNR (= γ) を有する端末装置 2 , 3 だけがアクセスポイント 1 へパケットを送信する。このしきい値 γ_0 は、上述したように、パケットの衝突を回避する確率が最も大きく、かつ、リンク品質が基準のリンク品質 (= しきい値 γ_0 からなる正規化 SNR を有するリンクのリンク品質) よりも良い端末装置の個数が最大となるときの正規化 SNR である。

【 0 1 2 8 】

また、タイミング $t_1 \sim t_7$ の間においては、端末装置 2 , 3 は、バックオフタイマーを用いてパケット PA_U , PB_U の衝突を回避する。

30

【 0 1 2 9 】

更に、1 回目の Poll フレームを受信したときの受信 SNR を用いて求めた正規化 SNR がしきい値 γ_0 よりも小さい端末装置 4 は、次の Poll フレームを受信するまでパケットをアクセスポイント 1 へ送信できない。

【 0 1 3 0 】

その結果、しきい値 γ_0 よりも大きい正規化 SNR (= γ) を有する端末装置 2 , 3 は、パケットの衝突を回避しながら、基準のリンク品質よりも良いリンク品質を有するリンクを用いてパケットをアクセスポイント 1 へ送信する。つまり、しきい値 γ_0 よりも大きい正規化 SNR (= γ) を有する端末装置 2 , 3 は、アクセスポイント 1 の通信範囲内に存在する端末装置の数が増加しても、パケットの衝突を回避しながら、基準のリンク品質 (= γ_0) よりも良いリンク品質でパケットをアクセスポイント 1 へ送信する。

40

【 0 1 3 1 】

従って、この発明によれば、端末装置の数が増えても、アップリンクにおいて、通信特性を低下させないというスケラビリティを向上できるとともに、スループットを向上できる。

【 0 1 3 2 】

また、上述したように、端末装置 2 は、Poll フレームを受信したときの受信 SNR に対応する送信レート r_2 でパケット PA_U をアクセスポイント 1 へ送信し、端末装置 3 は、ACK フレームを受信したときの受信 SNR に対応する送信レート r_3 でパケット P

50

B_U をアクセスポイント 1 へ送信する。

【0133】

即ち、端末装置 2, 3 の各々は、基準のリンク品質 (= しきい値 γ_0 からなる正規化 SNR を有するリンクのリンク品質) 以上のリンク品質において、実際のリンク品質 (= 計測した受信 SNR を有するリンクのリンク品質) に応じた送信レートでパケットを送信する (端末装置 2 は、送信レート r_2 でパケット PA_U を送信し、端末装置 3 は、送信レート r_3 でパケット PB_U を送信する)。

【0134】

従って、実際のリンク品質が高い程、送信レート r_2, r_3 が大きくなり、スループットを向上できる。

10

【0135】

更に、端末装置 3 は、タイミング t_2 で開始される第 7 番目のスロットにおいて無線装置 2 からパケット PA_U を受信したとき、自己のパケット PB_U をアクセスポイント 1 へ送信せず、タイミング t_4 以降、バックオフタイマーを再度設定し、自己のバックオフタイマーが最初に “0” になったとき、パケット PB_U をアクセスポイント 1 へ送信する。

【0136】

従って、パケット PA_U と、パケット PB_U との衝突を回避できる。

【0137】

更に、端末装置 4 は、計測した受信 SNR (= γ_4) がしきい値 γ_0 よりも小さいとき、Poll フレームを再度受信するまで、パケット PC_U をアクセスポイント 1 へ送信しない。

20

【0138】

従って、リンク品質が低い端末装置 4 による無線通信を排除してスケラビリティおよびスループットを高くできる。

【0139】

アップリンクにおける異常対策について説明する。

【0140】

(1) 全てのリンクの正規化 SNR がしきい値 γ_0 よりも小さい場合、全ての端末装置は、アクセスポイント 1 へパケットを送信できない。その結果、アクセスポイント 1 が Poll フレームまたは ACK フレームを送信した後、チャネルは、 $N \times$ スロットの間、アイドル状態になる。そこで、アクセスポイント 1 は、 $N \times$ スロットが経過すると、再度、Poll フレームを端末装置 2 ~ 4 へ送信する。

30

【0141】

(2) 2 個以上の端末装置が同時にパケットを送信した場合、アクセスポイント 1 は、パケットを正しく受信できず、チャネルは、アイドル状態になる。そこで、アクセスポイント 1 は、 $N \times$ スロットが経過すると、再度、Poll フレームを端末装置 2 ~ 4 へ送信する。

【0142】

(3) 端末装置 2 ~ 4 がアクセスポイント 1 へパケットを送信する途中で、チャネル状況が変わってしまい、アクセスポイント 1 は、パケットを正しく受信できず、チャネルは、アイドル状態になる。そこで、アクセスポイント 1 は、 $N \times$ スロットが経過すると、再度、Poll フレームを端末装置 2 ~ 4 へ送信する。

40

【0143】

次に、アクセスポイント 1 から端末装置 2 ~ 4 へパケットを送信する方法について説明する。図 7 は、アクセスポイント 1 から端末装置 2 ~ 4 へパケットを送信する方法を説明するための図である。

【0144】

アクセスポイント 1 は、それぞれ、端末装置 2 ~ 4 へ送信するパケット PA_D, PB_D, PC_D をバッファ 14 に格納している。

【0145】

50

アクセスポイント1の制御手段13は、端末装置2～4からアクセスポイント1へパケットを送信する場合と同様にしてPollフレームを生成して端末装置2～4へ送信する。この場合、Pollフレームは、アクセスポイント1が端末装置2～4へ送信すべきパケットを保持していることを示すビットマップBMを含む(図4参照)。

【0146】

端末装置2～4の送受信手段22は、アクセスポイント1から送信されたPollフレームをタイミング t_{11} で受信し、それぞれ、受信SNR(= $\gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$)を計測する。そして、端末装置2～4の送受信手段22は、それぞれ、その計測した受信SNR(= $\gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$)を用いて平均値 $\bar{\gamma}_2', \bar{\gamma}_3', \bar{\gamma}_4'$ を更新する。その後、端末装置2～4の送受信手段22は、その更新した平均値 $\bar{\gamma}_2', \bar{\gamma}_3', \bar{\gamma}_4'$ を用いてそれぞれ正規化SNR(= $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$)を求める。

10

【0147】

そうすると、端末装置2～4の送受信手段22は、Pollフレームからしきい値 γ_0 を取り出し、正規化SNR(= $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$)をしきい値 γ_0 と比較する。この場合、 $\gamma_2 > \gamma_0, \gamma_3 > \gamma_0, \gamma_4 < \gamma_0$ であるとする。

【0148】

また、端末装置2～4の送受信手段22は、PollフレームのビットマップBMを参照して、アクセスポイント1が自端末宛てのパケットを保持していることを検知する。

【0149】

端末装置4の送受信手段22は、 $\gamma_4 < \gamma_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加しない。

20

【0150】

一方、端末装置2, 3の送受信手段22は、アクセスポイント1が自端末宛てのパケットを保持しており、かつ、 $\gamma_2 > \gamma_0, \gamma_3 > \gamma_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加し、それぞれ、バックオフタイマーを0～Nの間の一様な乱数から選択した6, 8に設定する。

【0151】

そして、端末装置2の送受信手段22は、タイミング t_{11} の後、DIFSが経過すると、バックオフタイマーが“6”から“0”になるのを計測する。

【0152】

端末装置3の送受信手段22も、同様に、タイミング t_{11} の後、DIFSが経過すると、バックオフタイマーが“8”から“0”になるのを計測する。

30

【0153】

端末装置2の送受信手段22は、タイミング t_{12} で、自己におけるバックオフタイマーが“0”になったことを検知し、端末装置2のMACアドレス MAC_{add_2} を含むCTSフレームを生成してアクセスポイント1へ送信する。

【0154】

そうすると、端末装置3の送受信手段22は、端末装置2から送信されたCTSフレームを7番目のスロットで受信し、チャネルが使用状態であることを検知する。従って、端末装置3の送受信手段22は、端末装置3のMACアドレス MAC_{add_3} を含むCTSフレームをアクセスポイント1へ送信するのを停止する。

40

【0155】

アクセスポイント1の送受信手段12は、端末装置2から送信されたCTSフレームをタイミング t_{13} で受信し、その受信したCTSフレームが端末装置2のMACアドレス MAC_{add_2} を含むことを検知する。つまり、アクセスポイント1の送受信手段12は、端末装置2がパケットの送信を要求していることを検知する。

【0156】

また、アクセスポイント1の送受信手段12は、CTSフレームを受信したときの受信SNR(= γ_1')を計測し、図5に示す受信SNRと送信レートとの関係を参照して、その計測した受信SNR(= γ_1')に対応する送信レート r_1 を検出する。

50

【0157】

そうすると、アクセスポイント1の送受信手段12は、タイミング t_{13} からSIFSが経過したタイミング t_{14} で、端末装置2宛ての packets P_{A_D} をバッファ14から取り出し、その取り出した packets P_{A_D} を送信レート r_1 で端末装置2へ送信する。

【0158】

端末装置2の送受信手段22は、タイミング t_{15} で、アクセスポイント1から packets P_{A_D} を受信し、 packets P_{A_D} を受信したときの受信SNR ($= \gamma_2'$) を計測する。そして、端末装置2の送受信手段22は、その受信した packets P_{A_D} を通信手段24へ出力し、通信手段24は、 packets P_{A_D} を受領する。

【0159】

また、端末装置3, 4の送受信手段22も、タイミング t_{15} で packets P_{A_D} を受信し、 packets P_{A_D} を受信したときの受信SNR ($= \gamma_3'$, γ_4') をそれぞれ計測する。

【0160】

その後、端末装置2の通信手段24は、タイミング t_{15} からSIFSが経過すると、ACKフレームを生成して送受信手段22へ出力し、送受信手段24は、ACKフレームをアクセスポイント1へ送信する。

【0161】

アクセスポイント1が端末装置2からのACKフレームを受信したタイミング t_{16} からDIFSが経過すると、端末装置2~4の送受信手段22は、それぞれ、受信SNR ($= \gamma_2'$, γ_3' , γ_4') を用いて平均値 $\bar{\gamma}_2'$, $\bar{\gamma}_3'$, $\bar{\gamma}_4'$ を更新するとともに、その更新した平均値 $\bar{\gamma}_2'$, $\bar{\gamma}_3'$, $\bar{\gamma}_4'$ を用いて正規化SNR ($= \gamma_{2,3,4}$) を求める。

【0162】

そして、端末装置2~4の送受信手段22は、正規化SNR ($= \gamma_{2,3,4}$) をしきい値 γ_0 と比較する。この場合も、 $\gamma_2 > \gamma_0$, $\gamma_3 > \gamma_0$, $\gamma_4 < \gamma_0$ であるとする。

【0163】

端末装置4の送受信手段22は、 $\gamma_4 < \gamma_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加しない。また、端末装置2の送受信手段22は、 $\gamma_2 > \gamma_0$ であるが、アクセスポイント1から packets P_{A_D} を既に受信しているため、次のチャネル取得競争に参加しない。

【0164】

そして、端末装置3の送受信手段22は、アクセスポイント1が端末装置3宛ての packets P_{B_D} を保持しており、かつ、 $\gamma_3 > \gamma_0$ であるので、次のチャネル取得競争に参加し、バックオフタイマーを0~Nの間の一様な乱数から選択した3に設定する。

【0165】

その後、端末装置3の送受信手段22は、バックオフタイマーが“3”から“0”になると、タイミング t_{17} で、端末装置3のMACアドレス MAC_{add_3} を含むCTSフレームを生成してアクセスポイント1へ送信する。

【0166】

アクセスポイント1の送受信手段12は、端末装置3から送信されたCTSフレームをタイミング t_{18} で受信し、その受信したCTSフレームが端末装置3のMACアドレス MAC_{add_3} を含むことを検知する。つまり、アクセスポイント1の送受信手段12は、端末装置3が packets の送信を要求していることを検知する。

【0167】

また、アクセスポイント1の送受信手段12は、CTSフレームを受信したときの受信SNR ($= \gamma_1'$) を計測し、図5に示す受信SNRと送信レートとの関係を参照して、その計測した受信SNR ($= \gamma_1'$) に対応する送信レート r_1 を検出する。

【0168】

そうすると、アクセスポイント1の送受信手段12は、タイミング t_{18} からSIFS

10

20

30

40

50

が経過したタイミング t_{19} で、端末装置 3 宛でのパケット $P B_D$ をバッファ 14 から取り出し、その取り出したパケット $P B_D$ を送信レート r_1 で端末装置 3 へ送信する。

【0169】

端末装置 3 の送受信手段 22 は、タイミング t_{20} で、アクセスポイント 1 からパケット $P B_D$ を受信する。そして、端末装置 3 の送受信手段 22 は、その受信したパケット $P B_D$ を通信手段 24 へ出力し、通信手段 24 は、パケット $P B_D$ を受理する。

【0170】

そうすると、端末装置 3 の通信手段 24 は、タイミング t_{20} から $S I F S$ が経過した後、 $A C K$ フレームを生成して送受信手段 22 へ出力し、送受信手段 24 は、 $A C K$ フレームをアクセスポイント 1 へ送信する。

10

【0171】

そして、アクセスポイント 1 の送受信手段 12 は、端末装置 3 から $A C K$ フレームを受信する。

【0172】

端末装置 2 ~ 4 のうち、1 回目の $P o l l$ フレームを受信したときの受信 $S N R$ ($= \gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) を用いて求められた正規化 $S N R$ ($= \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$) がしきい値 γ_0 以上である端末装置 2, 3 は、それぞれ、パケット $P A_D, P B_D$ を既にアクセスポイント 1 から受信している。

【0173】

その結果、タイミング t_{21} 以降、アクセスポイント 1 へパケットの送信を要求する端末装置は存在しない。

20

【0174】

従って、アクセスポイント 1 の送受信手段 12 は、タイミング t_{21} 以降、 $D I F S$ が経過すると、 $N \times$ スロットを計測する。そして、アクセスポイント 1 の送受信手段 12 は、 $N \times$ スロットが経過すると、 $P o l l$ フレームを再度生成するように制御手段 13 へ要求し、制御手段 13 は、タイミング t_{22} で、再度、 $P o l l$ フレームを生成して端末装置 2 ~ 4 へ送信する。

【0175】

それ以降、上述した動作を繰り返し、パケットがアクセスポイント 1 から端末装置 2 ~ 4 へ送信される。

30

【0176】

上述したように、タイミング $t_{11} \sim t_{21}$ の間においては、しきい値 γ_0 以上である正規化 $S N R$ ($= \gamma_0$) を有する端末装置 2, 3 だけがアクセスポイント 1 からパケットを受信する。このしきい値 γ_0 は、上述したように、パケットの衝突を回避する確率が最も大きく、かつ、リンク品質が基準のリンク品質 ($= \gamma_0$) よりも良い端末装置の個数が最大となるときの正規化 $S N R$ である。

【0177】

また、タイミング $t_{11} \sim t_{21}$ の間においては、端末装置 2, 3 は、バックオフタイマーを用いて $C T S$ フレームの衝突を回避する。

【0178】

40

更に、1 回目の $P o l l$ フレームを受信したときの受信 $S N R$ を用いて求めた正規化 $S N R$ がしきい値 γ_0 よりも小さい端末装置 4 は、次の $P o l l$ フレームを受信するまでパケットをアクセスポイント 1 から受信できない。

【0179】

その結果、しきい値 γ_0 以上である正規化 $S N R$ ($= \gamma_0$) を有する端末装置 2, 3 は、パケットの衝突を回避しながら、基準のリンク品質よりも良いリンク品質を有するリンクを用いてパケットをアクセスポイント 1 から受信する。つまり、しきい値 γ_0 以上である正規化 $S N R$ ($= \gamma_0$) を有する端末装置 2, 3 は、アクセスポイント 1 の通信範囲内に存在する端末装置の数が増加しても、パケットの衝突を回避しながら、基準のリンク品質 ($= \gamma_0$) からなる正規化 $S N R$ を有するリンクのリンク品質) よりも良いリンク品

50

質でパケットをアクセスポイント1から受信する。

【0180】

従って、この発明によれば、端末装置の数が増えても、ダウンリンクにおいて、通信特性を低下させないというスケラビリティを向上できるとともに、スループットを向上できる。

【0181】

その他、上述したアップリンクにおける効果と同じ効果がダウンリンクにおいても得られる。

【0182】

ダウンリンクにおける異常対策について説明する。

10

【0183】

(4) 全てのリンクの正規化SNRがしきい値 γ_0 よりも小さい場合、全ての端末装置は、アクセスポイント1へパケットの送信を要求できない。その結果、アクセスポイント1がACKフレームを受信した後、チャンネルは、 $N \times$ スロットの間、アイドル状態になる。そこで、アクセスポイント1は、 $N \times$ スロットが経過すると、再度、Pollフレームを端末装置2~4へ送信する。

【0184】

(5) 端末装置2~4がアクセスポイント1からのパケットを傍受できる確率は、リンク品質に依存する。ある端末装置は、パケットを正しく傍受できない場合、受信SNRを計測できず、次のPollフレームを受信するまでチャンネル取得競争に参加しない。

20

【0185】

(6) アクセスポイント1からパケットを既に受信した端末装置は、アクセスポイント1が自己宛ての別のパケットを保持しているか否かを検知できないので、次のPollフレームを受信するまでチャンネル取得競争に参加しない。

【0186】

図8は、アップリンクにおける動作を説明するためのフローチャートである。図8を参照して、アップリンクにおける動作が開始されると、アクセスポイント1は、上述した方法によってPollフレームを生成して端末装置2~4へ送信する(ステップS1)。

【0187】

そして、端末装置2~4は、Pollフレームを受信し、Pollフレームを受信したときの受信SNR($= \gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$)を計測する(ステップS2)。

30

【0188】

その後、端末装置2~4は、その計測した受信SNR($= \gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$)を用いて平均値 $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ を更新し、その更新した平均値 $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ を用いてそれぞれ正規化SNR($= \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$)を算出する(ステップS3)。

【0189】

そうすると、端末装置2~4は、受信したPollフレームからしきい値 γ_0 を取り出し、正規化SNR($= \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$)をしきい値 γ_0 と比較し、正規化SNR($= \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$)の全てがしきい値 γ_0 よりも小さいか否かを判定する(ステップS4)。

40

【0190】

ステップS4において、正規化SNR($= \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$)の全てがしきい値 γ_0 よりも小さいと判定されたとき、アクセスポイント1は、 $N \times$ スロットの経過後、次のPollフレームを端末装置2~4へ送信する(ステップS5)。そして、一連の動作は、ステップS2へ戻る。

【0191】

一方、ステップS4において、正規化SNR($= \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$)の全てがしきい値 γ_0 よりも小さくないと判定されたとき、しきい値 γ_0 以上の正規化SNRを有する端末装置のうち、バックオフタイマーが最も早く“0”になった端末装置がパケットをアクセ

50

スポイント 1 へ送信する (ステップ S 6)。

【0192】

そして、アクセスポイント 1 は、パケットを受信し (ステップ S 7)、ACK フレームを送信する (ステップ S 8)。

【0193】

その後、端末装置 2 ~ 4 は、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 ($= \gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) を計測する (ステップ S 9)。

【0194】

そして、しきい値 γ_0 以上の正規化 SNR を有する端末装置の全てがパケットを送信したか否かが判定される (ステップ S 10)。

10

【0195】

ステップ S 10 において、しきい値 γ_0 以上の正規化 SNR を有する端末装置の全てがパケットを送信していないと判定されたとき、一連の動作は、ステップ S 3 へ戻り、上述したステップ S 3 ~ ステップ S 10 が順次実行される。この場合、ステップ S 3 において、ステップ S 9 において計測された受信 SNR ($= \gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) を用いて、 $\bar{\gamma}_2 / \gamma_2', \bar{\gamma}_3 / \gamma_3', \bar{\gamma}_4 / \gamma_4'$ が更新され、その更新された平均値 $\bar{\gamma}_2 / \gamma_2', \bar{\gamma}_3 / \gamma_3', \bar{\gamma}_4 / \gamma_4'$ を用いてそれぞれ正規化 SNR ($= \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$) が算出される。

【0196】

一方、ステップ S 10 において、しきい値 γ_0 以上の正規化 SNR を有する端末装置の全てがパケットを送信したと判定されたとき、一連の動作は、ステップ S 5 へ戻り、上述したステップ S 5, S 2 ~ S 10 が実行される。

20

【0197】

アクセスポイント 1 および端末装置 2 ~ 4 は、図 8 に示すフローチャートを繰り返し実行してアップリンクにおける無線通信を行う。

【0198】

図 9 は、ダウンリンクにおける動作を説明するためのフローチャートである。図 9 を参照して、ダウンリンクにおける動作が開始されると、アップリンクにおけるステップ S 1 ~ S 5 とそれぞれ同じステップ S 2 1 ~ ステップ S 2 5 が順次実行される。

【0199】

そして、ステップ S 2 4 において、正規化 SNR ($= \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$) の全てがしきい値 γ_0 よりも小さくないと判定されたとき、しきい値 γ_0 以上の正規化 SNR を有し、かつ、自己宛てのパケットがある端末装置のうち、バックオフタイマーが最も早く "0" になった端末装置は、自己の MAC アドレスを含む CTS フレームを生成して送信する (ステップ S 2 6)。

30

【0200】

その後、アクセスポイント 1 は、CTS フレームを受信し (ステップ S 2 7)、CTS フレームを受信したときの瞬時の受信 SNR を検出する。そして、アクセスポイント 1 は、その検出した受信 SNR に対応する送信レート r_1 を検出する。

【0201】

そうすると、アクセスポイント 1 は、CTS フレームに含まれる MAC アドレスを宛先とするパケットを送信レート r_1 で送信する (ステップ S 2 8)。

40

【0202】

端末装置 2 ~ 4 は、パケットを受信し、パケットを受信したときの受信 SNR ($= \gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$) を計測する (ステップ S 2 9)。

【0203】

そして、CTS フレームを送信した端末装置は、ACK フレームを生成して送信し (ステップ S 3 0)、アクセスポイント 1 は、ACK フレームを受信する (ステップ S 3 1)。

【0204】

その後、しきい値 γ_0 以上の正規化 SNR を有する端末装置の全てが CTS フレームを

50

送信したか否かが判定される（ステップS32）。

【0205】

ステップS32において、しきい値 θ_0 以上の正規化SNRを有する端末装置の全てがCTSフレームを送信したと判定されたとき、一連の動作は、ステップS25へ戻り、上述したステップS25, S22~S32が実行される。

【0206】

一方、ステップS32において、しきい値 θ_0 以上の正規化SNRを有する端末装置の全てがCTSフレームを送信していないと判定されたとき、一連の動作は、ステップS23へ戻り、上述したステップS23~ステップS32が実行される。この場合、ステップS23において、ステップS29において計測された受信SNR(= γ_2' , γ_3' , γ_4')を用いて、平均値 γ_2' , γ_3' , γ_4' が更新され、その更新された平均値 γ_2' , γ_3' , γ_4' を用いてそれぞれ正規化SNR(= γ_2 , γ_3 , γ_4)が算出される。

10

【0207】

アクセスポイント1および端末装置2~4は、図9に示すフローチャートを繰り返し実行してダウンリンクにおける無線通信を行う。

【0208】

アクセスポイント1および端末装置2~4は、アップリンクおよびダウンリンクの両方において無線通信を行なうことも可能である。

【0209】

20

この場合、端末装置2~4の各々は、アクセスポイント1からPollフレームを受信したとき、またはアクセスポイント1がパケットの送受信を終了した時点で、下記の2つの条件を同時に満たせば、チャンネルにアクセスする。

【0210】

(Cnd1) 自端末で計測した正規化SNRが前回受信したPollフレームに含まれるしきい値 θ_0 よりも大きい。

【0211】

(Cnd2) Pollフレームに含まれるビットマップBMに示されているアクセスポイントから自端末へのパケットを受信していない、または自端末からアクセスポイントへパケットを送信する予定がある。

30

【0212】

そして、アクセスポイント1および端末装置2~4は、上述した図8に示すフローチャートに従ってアップリンクにおける動作を実行し、上述した図9に示すフローチャートに従ってダウンリンクにおける動作を実行する。

【0213】

図10は、アップリンクにおけるスループットと端末装置の個数との関係を示す図である。

【0214】

図10において、縦軸は、スループットを表し、横軸は、端末装置の個数を表す。また、曲線k1は、この発明による通信方式を用いた場合のスループットと端末装置の個数との関係を示し、曲線k2は、通信の順番が予め決定されている場合のスループットと端末装置の個数との関係を示し、曲線k3は、CSMA/CA方式を用いた場合のスループットと端末装置の個数との関係を示す。

40

【0215】

図10に示すように、スループットは、この発明による通信方式を用いた場合、端末装置の個数の増加に対して向上し、10個以上の端末装置の個数に対してほぼ一定になる(曲線k1参照)。

【0216】

また、スループットは、通信の順番が予め決定されている場合またはCSMA/CA方式を用いた場合、端末装置の個数の増加に対して減少する(曲線k2, k3参照)。

50

【 0 2 1 7 】

従って、この発明による通信方式を用いることによって、端末装置の個数が増加しても高いスループットを実現できることが解った。

【 0 2 1 8 】

上記においては、アップリンクにおける無線通信、ダウンリンクにおける無線通信、およびアップリンクおよびダウンリンクにおける無線通信について説明したが、この発明は、アップリンクにおける無線通信を行なう無線通信システム、ダウンリンクにおける無線通信を行なう無線通信システム、およびアップリンクおよびダウンリンクにおける無線通信を行なう無線通信システムのいずれかであればよい。

【 0 2 1 9 】

なお、この発明の実施の形態においては、アクセスポイント 1 は、「第 1 の無線装置」を構成し、端末装置 2 ~ 4 は、「 n (n は正の整数) 個の第 2 の無線装置」を構成する。

【 0 2 2 0 】

また、この発明の実施の形態においては、 $N \times$ スロットは、「一定の空き期間」を構成する。

【 0 2 2 1 】

更に、この発明の実施の形態においては、Poll フレームは、「制御フレーム」または「第 1 の制御フレーム」を構成する。

【 0 2 2 2 】

更に、この発明の実施の形態においては、CTS フレームは、「第 2 の制御フレーム」を構成する。

【 0 2 2 3 】

更に、この発明の実施の形態においては、Poll フレームに含まれるビットマップ B M は、「宛先情報」を構成する。

【 0 2 2 4 】

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】

【 0 2 2 5 】

この発明は、ネットワークにおけるスケーラビリティおよびスループットを向上可能な無線通信システムに適用される。

【符号の説明】

【 0 2 2 6 】

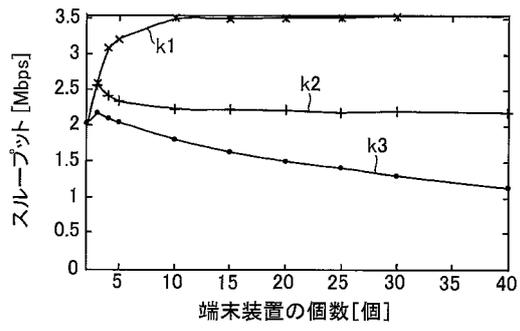
1 アクセスポイント、2 ~ 4 端末装置、10 無線通信システム、11, 21 アンテナ、12, 22 送受信手段、13 制御手段、14, 23 バッファ、15, 24 通信手段。

10

20

30

【図10】



フロントページの続き

審査官 石田 昌敏

- (56)参考文献 特開2006-050595(JP,A)
特開2008-252925(JP,A)
国際公開第2008/081381(WO,A1)
国際公開第2008/032580(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 4/00-99/00
H04J 1/00-15/00
H04L 12/28