

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-28582  
(P2017-28582A)

(43) 公開日 平成29年2月2日(2017.2.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 74/08 (2009.01)	HO4W 74/08	5K067
HO4W 72/04 (2009.01)	HO4W 72/04	150
HO4W 84/12 (2009.01)	HO4W 84/12	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-146964 (P2015-146964)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(22) 出願日	平成27年7月24日 (2015.7.24)	(71) 出願人	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
		(74) 代理人	100072718 弁理士 古谷 史旺
		(74) 代理人	100116001 弁理士 森 俊秀
		(72) 発明者	村山 大輔 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムおよび無線通信方法

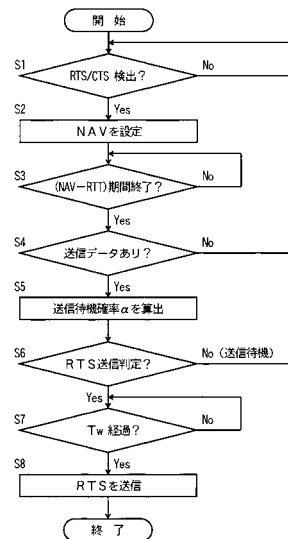
(57) 【要約】

【課題】 既存WLANとRoF-WLANが共存する構成において、RoF-WLANにおけるスループット特性の改善を図りながら、上下スループット比を調整する。

【解決手段】 CSMA/CA方式によるアクセス制御を行う既存の無線通信システムと共存し、キャリアセンスを行わずにアクセス制御を行う無線通信システムにおいて、既存の無線通信システムでデータ送受信を行うためのアクセス制御信号から、データ送受信が行われるNAV期間を取得して設定する手段と、NAV期間の終了時刻から内部遅延時間前を起点に、CSMA/CA方式におけるDIFS時間以下、0以上の時間 $T_w$ 後に、送信データがある場合にアクセス制御信号を送信する際に、所定の送信待機確率で送信を待機する送信制御手段とを備える。

【選択図】 図2

本発明におけるRoF-APのRTS送信手順例



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

C S M A / C A (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) 方式によるアクセス制御を行う既存の無線通信システムと共存し、キャリアセンスを行わずにアクセス制御を行う無線通信システムにおいて、

前記既存の無線通信システムでデータ送受信を行うためのアクセス制御信号から、データ送受信が行われる N A V 期間を取得して設定する手段と、

前記 N A V 期間の終了時刻から内部遅延時間前を起点に、前記 C S M A / C A 方式における D I F S 時間以下、0 以上の時間  $T_w$  後に、送信データがある場合に前記アクセス制御信号を送信する際に、所定の送信待機確率 で送信を待機する送信制御手段と

を備えたことを特徴とする無線通信システム。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の無線通信システムにおいて、

前記送信制御手段は、前記送信待機確率 として、実スループットを測定し、実スループットが目標スループットに近づく値に設定する構成である

ことを特徴とする無線通信システム。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の無線通信システムにおいて、

前記送信制御手段は、前記送信待機確率 として、アクティブ状態にあって共存する端末数に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に設定する構成である

ことを特徴とする無線通信システム。

20

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の無線通信システムにおいて、

前記送信制御手段は、前記送信待機確率 として、使用するチャネルの時間占有率に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に設定する構成である

ことを特徴とする無線通信システム。

**【請求項 5】**

C S M A / C A (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) 方式によるアクセス制御を行う既存の無線通信システムと共存し、キャリアセンスを行わずにアクセス制御を行う無線通信方法において、

30

前記既存の無線通信システムでデータ送受信を行うためのアクセス制御信号から、データ送受信が行われる N A V 期間を取得して設定するステップと、

前記 N A V 期間の終了時刻から内部遅延時間前を起点に、前記 C S M A / C A 方式における D I F S 時間以下、0 以上の時間  $T_w$  後に、送信データがある場合に前記アクセス制御信号を送信する際に、所定の送信待機確率 で送信を待機するステップと

を有することを特徴とする無線通信方法。

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の無線通信方法において、

前記送信待機確率 は、実スループットを測定し、実スループットが目標スループットに近づく値に設定される

ことを特徴とする無線通信方法。

40

**【請求項 7】**

請求項 5 に記載の無線通信方法において、

前記送信待機確率 は、アクティブ状態にあって共存する端末数に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に設定される

ことを特徴とする無線通信方法。

**【請求項 8】**

請求項 5 に記載の無線通信方法において、

前記送信待機確率 は、使用するチャネルの時間占有率に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に設定される

50

ことを特徴とする無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) 方式によるアクセス制御を行う無線通信システムおよび無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

種々の規格の多くの無線LAN機器に対応するために、RoF (Radio over Fiber) を用いた無線LANシステム (RoF-WLAN) が検討されている。

10

【0003】

図3は、RoF-WLANと既存WLANの共存構成例を示す。

図3において、宅内もしくはオフィス内に、既存WLANの既存AP (Access Point) 11および既存STA (Station) 12と、RoF-WLANのRoF-APのRF処理部21およびRoF-STA24が存在する。ここで、RoF-APの機能は、光ファイバ23を介して接続されるRF処理部21と局舎内のAP処理部22に分割されている。RoF-APのRF処理部21は、光信号と電波との変換を行う構成であり、RoF-APのAP処理部22は、PHY (Physical) 層およびMAC (Medium Access Control) 層のAP処理を行う。したがって、RF処理部21とAP処理部22の間には光ファイバ23を介して通信することによる伝搬遅延が発生し、RoF-APとしてフレーム送受信

20

【0004】

そのため、既存WLANとRoF-WLANが共存する構成において、CSMA/CA方式によりアクセス制御を行う場合、RoF-WLANのフレーム送受信やキャリア検出が遅れることによる衝突が発生し、RoF-WLANのスループット特性が劣化する。図4に、RoF-WLANの伝搬遅延 (0~50 $\mu$ s) に対応する上りスループットに対する下りスループットの比 (上下スループット比) の特性を示すが、従来方式として示すように下りスループットの劣化が大きい。

【0005】

非特許文献1では、RoF-WLANと既存WLANの共存構成におけるRoF-WLANの下りスループット特性を改善するために、既存WLANの通信に付随してRoF-APに優先的に送信権を与える方法が提案されている。図4に、非特許文献1の提案方式として示すように、下りスループット特性を改善効果が著しく、以下に示すように上下スループット比が1を大きく超えている。

30

【0006】

図5は、非特許文献1に示すRoF-WLANにおけるRTSフレーム送信制御例を示す。

図5において、RoF-APのRF処理部21、AP処理部22およびRoF-STA24は、既存WLANのRTS/CTSフレームを受信してNAV (Network Allocation Vector) 期間を取得し、そのNAV期間の送信を控える。ただし、RoF-APでは、RTS/CTSフレームの遅れにより、設定されるNAV期間も遅れて設定される。そのため、RoF-APでは送信データがある場合に、NAV期間の終了時刻から往復伝搬遅延 (RTT) 時間前のタイミングで送信制御に入り、DIFS時間以下の $T_w$ 時間後に、ランダムバックオフ期間を設けずにRTSフレームを送信する。これにより、RoF-APからRoF-STAへのRTSフレームの送信は成功し、RoF-WLANにおける下りスループットの改善が可能になる。なお、 $T_w = DIFS$ とした場合でも、既存WLANがデータ送受信を終えてDIFS後にランダムバックオフ期間0でRTSフレームを送信する場合を除き、RoF-APからRoF-STAへのRTSフレームの送信は成功する。

40

【0007】

50

また、R o F - S T Aにおける上り方向の送信開始制御は、既存W L A Nとの間でC S M A / C Aに基づくキャリアセンスを行い、通常のR T S / C T Sアクセス手順に従って行われる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】船引，西尾，守倉，山本，村山，杉山，「R o F無線L A Nと既存無線L A Nの共存方式の提案」，信学技報，vol.114，no.492，SRW2014-50，pp.19-24，2015年3月

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、図5に示すR o F - A PのR T S送信制御では、既存W L A Nの通信に付随してR o F - A Pに優先的に送信権が与えられるので、図4に示すように下りスループットが上りスループットに比べて優勢（上下スループット比が1を大きく超える）となる。特に、既存W L A Nの通信が頻繁に行われる場合に、R o F - W L A N内では下りスループットが過剰となる問題がある。また、R o F - W L A Nの伝搬遅延時間によっても、上下スループット比が大きく変化する。

【0010】

また、図5に示すR o F - A PのR T S送信制御を実施した場合に、R o F - W L A N内において下りスループットが過剰となる問題に対して、非特許文献1では、R o F - A PがR T Sフレームを送信する前に、R T Sフレームを送信するか否かを確率制御する方法を提案している。すなわち、所定の送信待機確率でR T Sフレームの送信を待機させ、下りスループットが過剰にならないようにする。なお、R T Sフレームの送信を待機した場合には、既存W L A NのC T Sフレームを受信してN A V期間終了後に通常のR T S / C T Sアクセス手順に従って次の送信動作に入る。

20

【0011】

さて、R o F - W L A Nにおける上下スループット比を目標値に設定するには、伝搬遅延時間や既存W L A Nの通信状況に合わせて送信待機確率を適宜調整する必要がある。しかし、非特許文献1では、上下スループット比を目標値に設定するために、あるいは上下スループットを公平にするために、送信待機確率をどのように調整すればよいかについて具体的に示されていない。

30

【0012】

本発明は、既存W L A NとR o F - W L A Nが共存する構成において、R o F - W L A Nにおけるスループット特性の改善を図りながら、上下スループット比を調整することができる無線通信システムおよび無線通信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

第1の発明は、C S M A / C A方式によるアクセス制御を行う既存の無線通信システムと共存し、キャリアセンスを行わずにアクセス制御を行う無線通信システムにおいて、既存の無線通信システムでデータ送受信を行うためのアクセス制御信号から、データ送受信が行われるN A V期間を取得して設定する手段と、N A V期間の終了時刻から内部遅延時間前を起点に、C S M A / C A方式におけるD I F S時間以下、0以上の時間 $T_w$ 後に、送信データがある場合にアクセス制御信号を送信する際に、所定の送信待機確率で送信を待機する送信制御手段とを備える。

40

【0014】

第1の発明の無線通信システムにおいて、送信制御手段は、送信待機確率として、実スループットを測定し、実スループットが目標スループットに近づく値に設定する構成である。

【0015】

50

第1の発明の無線通信システムにおいて、送信制御手段は、送信待機確率として、アクティブ状態にあって共存する端末数に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に設定する構成である。

【0016】

第1の発明の無線通信システムにおいて、送信制御手段は、送信待機確率として、使用するチャンネルの時間占有率に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に設定する構成である。

【0017】

第2の発明は、CSMA/CA方式によるアクセス制御を行う既存の無線通信システムと共存し、キャリアセンスを行わずにアクセス制御を行う無線通信方法において、既存の無線通信システムでデータ送受信を行うためのアクセス制御信号から、データ送受信が行われるNAV期間を取得して設定するステップと、NAV期間の終了時刻から内部遅延時間前を起点に、CSMA/CA方式におけるDIFS時間以下、0以上の時間 $T_w$ 後に、送信データがある場合にアクセス制御信号を送信する際に、所定の送信待機確率で送信を待機するステップとを有する。

【0018】

第2の発明の無線通信方法において、送信待機確率は、実スループットを測定し、実スループットが目標スループットに近づく値に設定される。

【0019】

第2の発明の無線通信方法において、送信待機確率は、アクティブ状態にあって共存する端末数に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に設定される。

【0020】

第2の発明の無線通信方法において、送信待機確率は、使用するチャンネルの時間占有率に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に設定される。

【発明の効果】

【0021】

本発明は、CSMA/CA制御を行う既存WLANと共存するRoF-WLANのRoF-APにおいて、算出した送信待機確率に基づいてRTSフレームの送信および送信待機を制御することにより、リアルタイムでのキャリアセンスができない場合でも、効率的にデータ送信を行うことができる。

【0022】

また、実スループットを測定し、実スループットが目標スループットに近づく値に送信待機確率が設定される場合は、スループットの適応制御が可能になるので、例えば上り下りスループット比を1とする制御を行うことも可能である。例えば図4に示すように、伝送遅延が $30\mu s$ のRoF-APにおいて、通常のCSMA-CA制御を行う場合、あるいは図5に示すRoF-APのRTS送信制御を行う場合には、それぞれ上り下りスループット比が1から大きくずれるが、算出方法1による送信待機確率を用いることにより、既存WLANの通信品質を保護しつつ、RoF-WLANを共存させることができる。

【0023】

また、アクティブ状態にあって共存する端末数に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に送信待機確率が設定される場合は、共存する端末数に応じた制御が可能になるので、共存する端末数が多い場合は、送信待機確率を大きくして、他の端末の通信品質を保護することができる。

【0024】

また、使用するチャンネルの時間占有率に基づき、目標スループットと実スループットが近づく値に送信待機確率が設定される場合は、電波資源の混み具合に応じた制御が可能になるので、共存する端末(WLAN以外のシステムを含む)が頻りに通信を行っているときには、送信待機確率を大きくして、WLAN以外のシステムを含む他の端末の通信品質を保護することができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 本 発 明 に お け る R o F - A P の 構 成 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 2 】 本 発 明 に お け る R o F - A P の R T S 送 信 手 順 例 を 示 す フ ロ ー チャ ー ト で あ る 。

【 図 3 】 R o F - W L A N と 既 存 W L A N の 共 存 構 成 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 4 】 上 下 ス ル ー プ ッ ト 比 特 性 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 5 】 R o F - A P の R T S フ レ ー ム 送 信 制 御 例 を 示 す タ イ ム チャ ー ト で あ る 。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 2 6 】

図 1 は、本 発 明 に お け る R o F - A P の 構 成 例 を 示 す 。

図 1 に お い て、R o F - A P は、光ファイバ 2 3 を 介 して 接 続 さ れ る R F 処 理 部 2 1 と A P 処 理 部 2 2 に よ り 構 成 さ れ、R F 処 理 部 2 1 は 光 信 号 と 電 波 と の 変 換 を 行 う 機 能 を 備 える。A P 処 理 部 2 2 は、A P 機 能 を 有 す る 制 御 部 と し て、N A V 設 定 部 2 2 1、R T S 送 信 制 御 部 2 2 2、C T S 送 信 制 御 部 2 2 3、デ ー タ 送 受 信 部 2 2 4 お よ び A C K 送 信 部 2 2 5 を 備 え、さ ら に R F 処 理 部 2 1 と の 間 で 光 通 信 を 行 う 光 通 信 部 2 2 6 を 備 える。

10

【 0 0 2 7 】

な お、既 存 A P、既 存 S T A、R o F - S T A は キ ャ リ ア セ ン ス 機 能 部 を 備 え、D I F S お よ び ラ ン ダ ム バ ッ ク オ フ 期 間 の キ ャ リ ア セ ン ス に よ っ て チ ャ ン ネ ル ア イ ド ル で あ れ ば デ ー タ 送 信 を 行 う か、あ る い は デ ー タ 送 信 の た め の R T S / C T S フ レ ー ム の 送 受 信 処 理 を 開 始 す る。し か し、R o F - A P の 場 合、R F 処 理 部 2 1 で キ ャ リ ア セ ン ス を 行 っ て も、A P 処 理 部 2 2 に お い て リ ア ル タ イ ム で キ ャ リ ア セ ン ス に 対 応 す る 処 理 が で き な い の で、A P 処 理 部 2 2 に は キ ャ リ ア セ ン ス 機 能 部 を 備 え な い 構 成 と し て い る。

20

【 0 0 2 8 】

こ の よ う に 本 発 明 は、一 般 的 に は 内 部 遅 延 時 間 が 大 き く、リ ア ル タ イ ム で キ ャ リ ア セ ン ス 処 理 を 行 う こ と が で き な い 通 信 装 置 ( A P ま た は S T A ) に 適 用 可 能 で あ る が、以 下 そ の 代 表 例 と し て R o F - A P に 適 用 す る 場 合 に つ い て、図 2 に 示 す R o F - A P の R T S 送 信 手 順 例 を 参 照 し て 各 部 の 動 作 に つ い て 説 明 す る。な お、基 本 的 な 動 作 は 図 5 に 示 す R T S フ レ ー ム 送 信 制 御 例 と 同 様 で あ る。

【 0 0 2 9 】

N A V 設 定 部 2 2 1 は、自 局 宛 で な い R T S フ レ ー ム ま た は C T S フ レ ー ム を 受 信 す る と ( S 1 )、デ ー タ 送 受 信 が 行 わ れ る N A V 期 間 を 取 得 し て 設 定 す る ( S 2 )。R T S 送 信 制 御 部 2 2 2 は、N A V 期 間 の 終 了 時 刻 か ら 往 復 伝 搬 遅 延 ( R T T ) 時 間 前 の タ イ ミ ン グ に な っ た と き に ( S 3 : Yes )、デ ー タ 送 受 信 部 2 2 4 に 送 信 デ ー タ が あ る か 否 か を 判 定 す る ( S 4 )。な お、こ の R o F - A P に お け る 往 復 伝 搬 遅 延 ( R T T ) 時 間 が、一 般 的 に は 通 信 装 置 の 内 部 遅 延 時 間 に 相 当 す る。送 信 デ ー タ が あ っ た 場 合 に は R T S フ レ ー ム の 送 信 を 控 え る 送 信 待 機 確 率 を 算 出 し ( S 5 )、送 信 デ ー タ が な い 場 合 に は、ス テ ッ プ S 1 の R T S フ レ ー ム ま た は C T S フ レ ー ム の 受 信 動 作 に 戻 る。

30

【 0 0 3 0 】

こ こ で、本 発 明 の 特 徴 は、後 述 す る 方 法 に よ り 上 下 ス ル ー プ ッ ト 比 を 調 整 す る 送 信 待 機 確 率 を 算 出 す る と こ ろ に あ り、そ の 送 信 待 機 確 率 に 基 づ い て R T S フ レ ー ム の 送 信 判 定 を 行 う ( S 6 )。す な わ ち、確 率 で R T S フ レ ー ム の 送 信 を 控 え、確 率 ( 1 - ) で R T S フ レ ー ム を 送 信 す る。例 え ば、乱 数  $x$  (  $0 < x < 1$  ) を 生 成 し、 $x <$  で あ れ ば 送 信 を 控 え、 $x$  の 場 合 に R T S フ レ ー ム を 送 信 す る 処 理 に 進 む。

40

【 0 0 3 1 】

R T S フ レ ー ム を 送 信 す る こ と に な っ た 場 合 に は ( S 6 : Yes )、N A V 期 間 の 終 了 時 刻 か ら 往 復 伝 搬 遅 延 ( R T T ) 時 間 前 を 起 点 に、 $T_w$  (  $0 < T_w < D I F S$  ) 時 間 だ け 待 機 し ( S 7 )、ラ ン ダ ム バ ッ ク オ フ 期 間 を 設 け ず に R T S フ レ ー ム を 送 信 す る ( S 8 )。

【 0 0 3 2 】

さ ら に、R T S 送 信 制 御 部 2 2 2 は、R o F - S T A か ら R T S フ レ ー ム に 対 す る C T S フ レ ー ム を 受 信 し た 場 合 に、デ ー タ 送 受 信 部 2 2 4 か ら デ ー タ を 送 信 す る 制 御 を 行 う。な お、こ の と き 図 5 に 示 す よ う に、R o F - A P と R o F - S T A と の 間 で 送 受 信 さ れ る

50

RTS / CTS フレーム、データ信号、ACK 信号に伝搬遅延が生ずるので、その遅延分 (RTT × 2) を考慮した NAV 期間を設定し、既存 WLAN に対する送信抑制制御を行う。

【0033】

CTS 送信制御部 223 は、RoF - STA から RoF - AP 宛の RTS フレームを受信し、かつ受信可能状態であれば CTS フレームを RoF - STA に送信し、データ送受信部 224 でデータ受信を待機する。データ送受信部 224 でデータを正常に受信した場合には、ACK 送信部 225 から ACK 信号を送信する。

【0034】

以下、ステップ S5 における送信待機確率 の算出方法について、実スループットに基づく算出方法 1、アクティブ状態にあって共存する端末数に基づく算出方法 2、使用するチャンネルの時間占有率 (ビジー検出回数) に基づく算出方法 3 について説明する。

10

【0035】

(送信待機確率 の算出方法 1)

算出方法 1 は、実スループットに基づいて算出する。ある時点で算出される送信待機確率を  $k$  とする。 $k$  を算出した時点で計測される自局の実スループットを  $T_k$  とする。実スループット  $T_k$  の計測方法は限定しないが、例えば、算出時点から一定時間  $t$  遡った間における平均スループットとしてもよいし、重み付け平均としてもよい。

【0036】

送信待機確率 は、実スループット  $T_k$  を目標スループット  $T_T$  に近づくようにフィードバック制御する。

20

【0037】

まず、共存する既存 WLAN の端末数  $N$  に応じた目標スループット  $T_T$  の算出方法の一例を式 (1-1) ~ 式 (1-3) に示す。

$$N > N_{th1} \quad : \quad T_T = T_{T1} \quad \dots (1-1)$$

$$N_{th1} < N < N_{th2} \quad : \quad T_T = T_{T1} + T_{t2} \times N \quad \dots (1-2)$$

$$N_{th2} > N \quad : \quad T_T = T_{T3} \quad \dots (1-3)$$

【0038】

ここで、 $T_{T1}$  は最低限確保したいスループット、 $T_{T3}$  は最大制限帯域とする。本例では、 $T_{T1} = 1$  Mbps とし、 $T_{T3} = 51$  Mbps とする。設置する環境によって、想定する端末数  $N$  の範囲  $N_{th1} < N < N_{th2}$  を決定する。例えば、室内のオフィス環境にて、1 から 50 台程度の端末が共存することを想定する場合、 $N_{th1} = 51$ 、 $N_{th2} = 1$  とする。このとき、 $T_{T2}$  は、式 (2) で求める。

30

$$T_{T2} = (T_{T3} - T_{T1}) / (N_{th1} - N_{th2}) = (51 - 1) / (51 - 1) = 1 \text{ Mbps} \quad \dots (2)$$

【0039】

次に、目標スループット  $T_T$  と、実スループット  $T_k$  の差分  $e_k = (T_T - T_k)$  を基に、送信待機確率  $k$  を例えば式 (3) または式 (4) で求める。

$$k = f(k_{-1}, e_k) \quad \dots (3)$$

$$k = g(k_{-1}, e_k, e_{k-1}, e_{k-2}) \quad \dots (4)$$

40

【0040】

$\theta$  は任意の値を与えてよい。関数  $f()$ 、 $g()$  は、 $e_k$  を 0 に近づける機能を有するものとする。例えば、式 (3) は式 (5-1) ~ 式 (5-3) を用いることができ、式 (4) は式 (6) を用いることができる。ここで、 $\theta$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\epsilon$ 、 $\zeta$ 、 $\eta$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  は予め定められた定数である。これらの算出方法は特に限定しないが、値を変えた複数回の施行により経験的に求める方法が簡単である。ただし、 $\theta > 0$ 、 $\alpha > 0$ 、 $\theta_1 > 0$ 、 $\theta_2 > 0$ 、 $\theta_1 > \theta_2$ 、 $a > 0$ 、 $b > 0$ 、 $c > 0$  とすることが望ましい。

(3) 式 :

$$e_k > \theta_1 \quad : \quad k = k_{-1} - \theta \quad \dots (5-1)$$

$$\theta_1 < e_k < \theta_2 \quad : \quad k = 0 \quad \dots (5-2)$$

$$\theta_2 < e_k \quad : \quad k = k_{-1} + \theta \quad \dots (5-3)$$

50

(4)式：

$$k = k_{-1} - a \times e_k - b(e_k - e_{k-1}) - c((e_k - e_{k-1}) - (e_{k-1} - e_{k-2})) \quad \dots(6)$$

【0041】

(送信待機確率 の算出方法2)

算出方法2は、アクティブ状態にあって共存する端末数に基づいて送信待機確率 を算出する。送信待機確率  $k$  を求める時点での共存端末数を  $N_k$  とする。 $N_k$  は、予め定めた過去  $t_N$  秒間に通信を行ったSTAおよびAPの数とすればよい。MACアドレスまたはIPアドレスまたはその他の識別子を解読することで算出することができる。

10

【0042】

送信待機確率  $k$  は、例えば、式(7)を用いて求める。ここで、 $d$ 、 $e$ は予め定めた定数である。これらの適切な値は経験的に求める方法が簡単である。 $d > 0$  とすることが望ましい。

$$k = d \times N_k + e \quad \dots(7)$$

【0043】

ここで、 $d$ 、 $e$ の算出方法の一例を示す。オフィス環境にて、50から100台程度の端末が共存することを想定する。共存端末数  $N_k$  が1の場合と50の場合の目標スループットを式(1)を用いて求める。それぞれ、51、1Mbpsとする。それぞれの端末数が共存するときに、求めた目標スループットと実スループットが近い値となる ( $51M$ 、 $1M$ )の値を求める。具体的には、当該の状況下で、 $51M$ 、 $1M$ の値を変えながら、目標値との差を最小とする値を検索する。求めた ( $51M$ 、 $1M$ )から式(8)を解くことで、 $d$ 、 $e$ を求めることができる。

20

$$\begin{aligned} 51M &= d + e \\ 1M &= 50 \times d + e \end{aligned} \quad \dots(8)$$

例えば ( $51M$ 、 $1M$ ) = (0.1、0.99) とすると、 $d = 0.018$ 、 $e = 0.081$  となる。

【0044】

(送信待機確率 の算出方法3)

算出方法3は、使用するチャネルの時間占有率を基に算出する。時間占有率とは、測定期間に対するビジー状態の期間の占める割合とする。時間占有率の算出方法の例を以下に示す。例えば、RoF-STAで定期的にキャリアセンスを行い、過去  $n_a$  回のキャリアセンス施行のうち、 $n_b$  回ビジー状態を検出したとすると、時間占有率  $r_b$  は、式(9)で示される。

30

$$r_b = n_b / n_a \quad \dots(9)$$

【0045】

送信待機確率  $k$  は、例えば、式(10)を用いて求める。ここで、 $f$ 、 $g$ は予め定めた定数である。これらの適切な値は経験的に求める方法が簡単である。 $f > 0$  とすることが望ましい。

$$k = f \times r_b + g \quad \dots(10)$$

【0046】

ここで、 $f$ 、 $g$ の算出方法の一例を示す。混雑時と閑散時の  $r_b$  の値は、それぞれ1と0となる。最低でも確保したいスループットを1Mbps、最大制限スループットを51Mbpsとし、 $r_b$  が1および0のときに  $k$  を変化させて、それぞれ1Mbps、51Mbpsに最も近い値となるような ( $51M$ 、 $1M$ )を検索する。求めた ( $51M$ 、 $1M$ )から式(11)を解くことで、 $f$ 、 $g$ を求めることができる。

40

$$\begin{aligned} 51M &= 0 + g \\ 1M &= f + g \end{aligned} \quad \dots(11)$$

例えば ( $51M$ 、 $1M$ ) = (0.1、0.99) とすると、 $f = 0.89$ 、 $g = 0.1$  となる。

【符号の説明】

【0047】

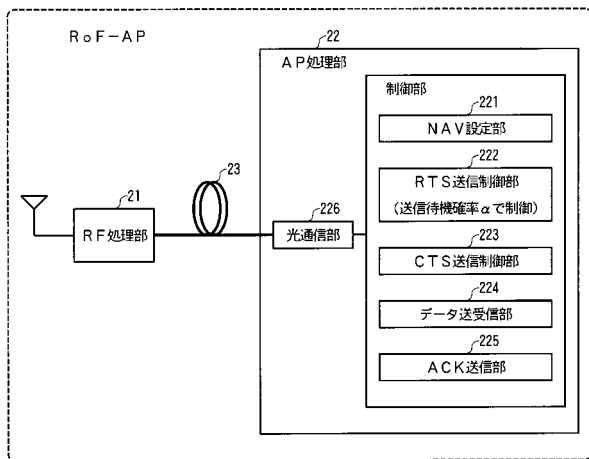
50



- 1 1 既存WLANのAP
- 1 2 既存WLANのSTA
- 2 1 RoF-APのRF処理部
- 2 2 RoF-APのAP処理部
- 2 3 光ファイバ
- 2 4 RoF-STA
- 2 2 1 NAV設定部
- 2 2 2 RTS送信制御部
- 2 2 3 CTS送信制御部
- 2 2 4 データ送受信部
- 2 2 5 ACK送信部
- 2 2 6 光通信部

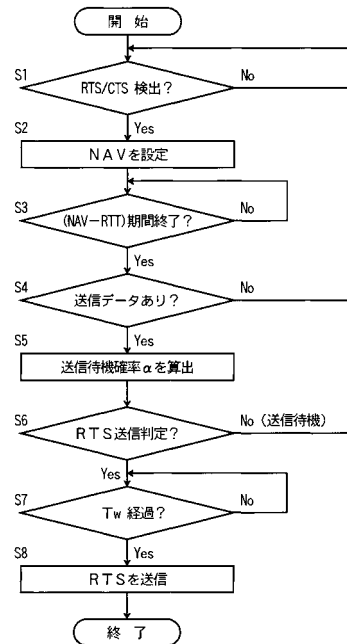
【図1】

本発明におけるRoF-APの構成例



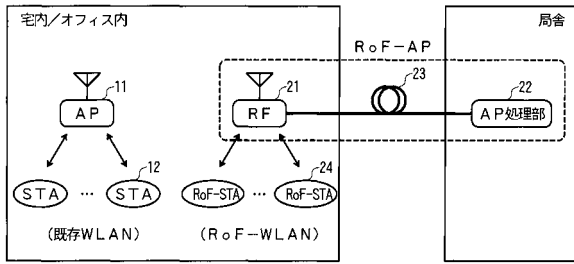
【図2】

本発明におけるRoF-APのRTS送信手順例



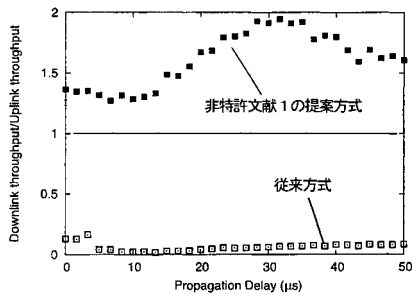
【 図 3 】

RoF-WLANと既存WLANの共存構成例



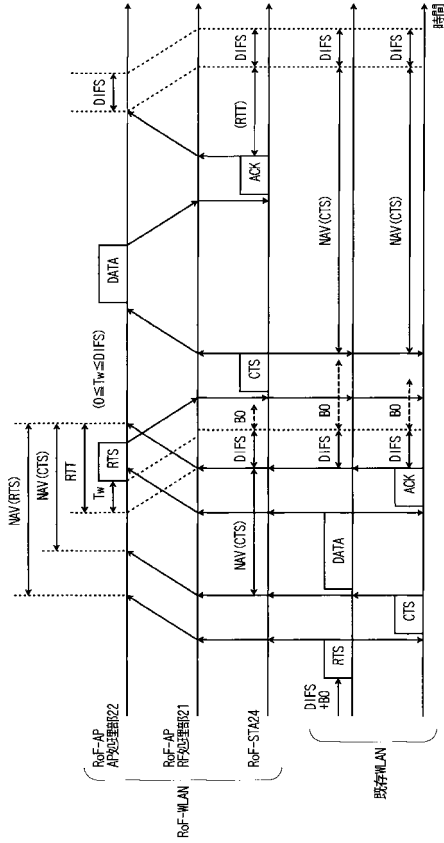
【 図 4 】

上下スループット比特性



【 図 5 】

RoF-APのRTSフレーム送信制御例



---

フロントページの続き

- (72)発明者 杉山 隆利  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 守倉 正博  
京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
- (72)発明者 船引 魁人  
京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
- Fターム(参考) 5K067 AA12 AA28 EE23