

(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2008-60994
(P2008-60994A)

(43) 公開日 平成20年3月13日(2008.3.13)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H04L 12/28 (2006.01) H04L 12/28 300M 5K033
 H04L 12/28 310

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2006-236704 (P2006-236704)
 (22) 出願日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(71) 出願人 392026693
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 (74) 代理人 100066980
 弁理士 森 哲也
 (74) 代理人 100075579
 弁理士 内藤 嘉昭
 (74) 代理人 100103850
 弁理士 崔 秀▲てつ▼
 (74) 代理人 100112863
 弁理士 阪間 和之
 (72) 発明者 森 慎一
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

最終頁に続く

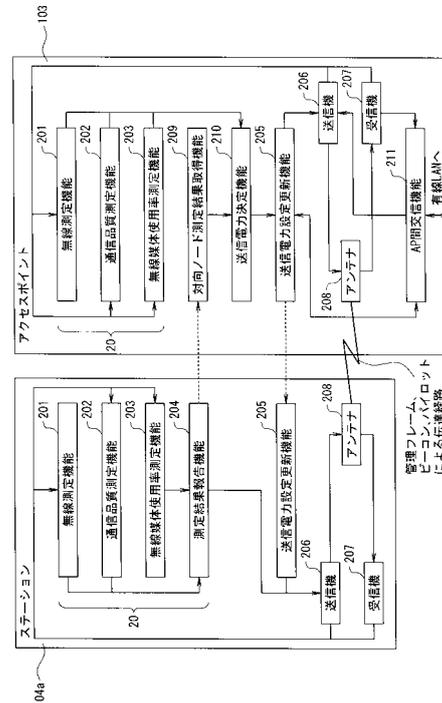
(54) 【発明の名称】 通信制御装置及び通信制御方法

(57) 【要約】

【課題】 ノード送信電力を適切に設定、実行することにより、無線リソースを効率的に活用して通信品質とシステムスループットを向上させることができる通信制御装置を提供する。

【解決手段】 無線LANシステムにおける通信制御装置であって、アクセスポイント103またはステーション104aによる無線信号の測定によって得られる無線情報、または報告された無線情報の少なくとも一方に基づいて、周辺BSSがあるか否かを判定する送信機206、受信機207、AP間通信機能211、全てのアクセスポイントが送信電力の制御機能を有する周辺BSSがある場合には自BSS内のアクセスポイント103、ステーション104aの送信電力を設定及び更新し、周辺BSSがない、または送信電力の制御を行わない周辺BSSがある場合には送信電力を最大に設定する送信電力決定機能210及び送信電力設定更新機能205を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

無線媒体へのアクセス制御にCSMA/CAを用い、かつ、無線伝送に適応変復調方式を用いるインフラストラクチャモードの無線LANシステムにおいて、通信装置の送信電力を制御する通信制御装置であって、

アクセスポイント及び複数のステーションを含む通信のグループであるBSSのノードとなるアクセスポイント、またはステーションによる無線信号の測定によって得られる無線情報、前記アクセスポイントまたは前記ステーションに報告された前記無線情報の少なくとも一方に基づいて、複数のノードを有するBSSであり、かつ複数のノードによる無線信号の送信が前記アクセスポイントまたは前記ステーションの通信に影響する周辺BSSがあるか否かを判定するBSS発見手段と、

前記BSS発見手段による判定の結果に基づいて、前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力とを設定する送信電力設定手段と、を備え、

前記送信電力設定手段は、前記BSS発見手段によって周辺BSSがあると判定された場合、周辺BSSを構成する全てのアクセスポイントが送信電力の制御機能を有する場合には前記送信電力設定手段を含むBSSである自BSS内の前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力を設定し、規定の条件が満足される度に設定された送信電力を繰返し更新し、周辺BSSに送信電力の制御を行っていないアクセスポイントがある場合及び周辺BSSが存在しない場合には、送信電力を最大に設定することを特徴とする通信制御装置。

【請求項 2】

前記送信電力設定手段は、自BSS内の前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力を設定するにあたり、前記アクセスポイントと前記ステーションに共通の送信電力を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の通信制御装置。

【請求項 3】

前記送信電力設定手段は、無線LANに規定されたパケット種別である管理フレーム、データフレーム、制御フレームごとに異なる送信電力を設定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信制御装置。

【請求項 4】

前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントにおいて該アクセスポイントの送信電力を設定、更新するとともに、設定された送信電力をBSSに含まれる前記ステーションに対して通知する、または前記ステーションに対して送信電力の設定または更新を指示することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信制御装置。

【請求項 5】

前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントにあって、前記周辺BSSを構成するアクセスポイントと、測定によって得られた前記無線情報、前記ステーションから自BSSに報告された前記無線情報、現在設定されている送信電力にかかる情報の少なくとも一つを相互に交信して送信電力を更新することを特徴とする請求項 4 に記載の通信制御装置。

【請求項 6】

前記送信電力設定手段は、前記送信電力を絶対値として初期設定し、直前の設定値と更新後の設定値との相対値により直行的に、あるいは送信電力更新用の規定ステップ単位で直前に設定された送信電力を増減することによって更新することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の通信制御装置。

【請求項 7】

前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントにあって、自BSS内において当該アクセスポイントから最も遠方にあるステーションが最小のデータ伝送速度でパケットを送信し、当該パケットが前記アクセスポイントにおいて規定の品質を得られる送信電力を送信電力の制御範囲の下限とし、前記アクセスポイントが自BSS内の全ての前記ステーションに定期的に出送する管理フレームであるビーコン信号、無線リソース測定用のパイロ

10

20

30

40

50

ット信号、前記ステーションが帰属処理を行ったアクセスポイントから返送される応答用の管理フレームの少なくともいずれか一つに含まれる最大送信電力情報によって送信電力制御範囲の上限を決定することを特徴とする請求項 2 に記載の通信制御装置。

【請求項 8】

前記無線情報は、BSS運用周波数帯域内における送信電力、総受信電力、パケット送受信時以外の雑音電力、パケット受信時の信号電力、パケット受信時の信号電力対雑音電力比、対向するステーションまたはアクセスポイントまでの伝搬損失、あるいは、接続ステーション数または可視アクセスポイントの少なくとも一つを測定して得た結果である無線測定結果、パケット衝突発生率、パケット再送発生率、パケット誤り率の少なくとも一つを測定して得た結果である通信品質測定結果、パケット送受信時間が規定観測時間に占める割合を示す無線媒体使用率の少なくとも一つを含む情報であって、無線測定結果、通信品質測定結果、無線媒体使用率の少なくとも一つは、一定時間内における平均値あるいは統計値であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信制御装置。

10

【請求項 9】

前記無線測定結果として得られる雑音電力は、干渉電力を含んだ値であることを特徴とする請求項 8 に記載の通信制御装置。

【請求項 10】

前記アクセスポイントが、自BSS内の全ステーションに宛てて送信される管理フレームであって当該フレームの送信電力情報を含むビーコン信号、無線リソース測定用のパイロット信号の少なくとも一方を定期的に送信し、前記アクセスポイントに帰属しようとするステーションがビーコン信号、あるいはパイロット信号を受信する場合、

20

前記送信電力設定手段は、前記ステーションにおける受信信号の電力と送信電力情報により前記アクセスポイントと前記ステーションとの間の伝搬損失を推定し、前記ステーションが送出する管理フレームの送信電力が前記アクセスポイントにおいて規定の受信信号電力を得るように、前記ステーションが前記アクセスポイントに帰属するために送出する管理フレームの送信電力の初期値を設定することを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の通信制御装置。

【請求項 11】

前記アクセスポイントが自BSS内の全ステーションに宛てて送信される管理フレームであって当該フレームの送信電力情報、送信されるフレームの雑音電力情報を含むビーコン信号、無線リソース測定用のパイロット信号の少なくとも一方を定期的に送信し、前記アクセスポイントに帰属しようとするステーションがビーコン信号、あるいはパイロット信号を受信する場合、

30

前記送信電力設定手段は、前記ステーションによって測定された前記雑音情報に基づいて、前記ステーションが送出する管理フレームの送信電力が前記アクセスポイントにおいて規定の信号電力対雑音電力比を持つ受信信号電力を得るように、前記ステーションが前記アクセスポイントに帰属するために送出する管理フレームの送信電力の初期値を設定することを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の通信制御装置。

【請求項 12】

前記ステーションが前記アクセスポイントに送出した管理フレームに応答する管理フレームが規定時間を経過した後も前記ステーションに返信されない場合、

40

前記送信電力設定手段は、前記ステーションによる次の帰属処理における送信電力を規定ステップ分増加させることを特徴とする請求項 10 または請求項 11 に記載の通信制御装置。

【請求項 13】

前記送信電力設定手段は、前記ステーションの帰属処理用以外の管理フレーム、データフレーム、制御フレームの送信電力の初期設定値を、帰属処理用の管理フレームの伝送成功時の送信電力の設定値に、予め規定されたフレーム種別ごとの初期伝送速度と帰属処理用の管理フレームの伝送速度の比を乗じた値に設定することを特徴とする請求項 10 から請求項 12 のいずれか一つに記載の通信制御装置。

50

【請求項 1 4】

前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントにあって当該アクセスポイントに帰属する前記ステーションとの通信による無線媒体使用率が第一の無線媒体使用率閾値を超えた場合には送信電力を規定ステップ分増加させ、前記無線媒体使用率が、第一の無線媒体使用率閾値よりも小さい第二の無線媒体使用率閾値を下回った場合には送信電力を規定ステップ分減少させることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 の通信制御装置。

【請求項 1 5】

前記送信電力設定手段は、送信電力を制御した結果、データフレームの通信品質が第一の品質規定値よりも小さく、すなわち、良好と判定されたノードには設定するデータ伝送速度を増加させるシフトアップを行い、データフレームの通信品質が第二の品質規定値よりも大きく、すなわち不良と判定されたノードには設定するデータ伝送速度を減少させるシフトダウンを行い、第一の品質規定値は第二の品質規定値よりも小さいこと、データ伝送速度の更新周期は送信電力の更新周期よりも小さいことを特徴とする請求項 1 4 に記載の通信制御装置。

10

【請求項 1 6】

前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントにあって当該アクセスポイント及び帰属するステーションによるパケット伝送遅延量測定結果の少なくとも一方がパケット伝送遅延量目標値よりも小さい場合、第一の無線媒体使用率閾値、及び第二の無線媒体使用率閾値を増加させ、パケット伝送遅延量測定結果がパケット伝送遅延量目標値よりも大きい場合、第一の無線媒体使用率閾値及び第二の無線媒体使用率閾値を減少させ、無線媒体使用率閾値の更新周期は送信電力の更新周期よりも大きいことを特徴とする請求項 1 4 に記載の通信制御装置。

20

【請求項 1 7】

無線媒体へのアクセス制御に C S M A / C A を用い、かつ、無線伝送に適応変復調方式を用いるインフラストラクチャモードの無線 L A N システムにおいて、通信装置の送信電力を制御する通信制御方法であって、

アクセスポイント及び複数のステーションを含む通信のグループである B S S のノードとなるアクセスポイント、またはステーションによる無線信号の測定によって得られる無線情報、前記アクセスポイントまたは前記ステーションに報告された前記無線情報の少なくとも一方に基づいて、複数のノードを有する B S S であり、かつ複数のノードによる無線信号の送信が前記アクセスポイントまたは前記ステーションの通信に影響する周辺 B S S があるか否かを判定する B S S 発見ステップと、

30

前記 B S S 発見ステップにおける判定の結果に基づいて、前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力とを設定する送信電力設定ステップと、を含み、

前記送信電力設定ステップは、前記 B S S 発見ステップにおいて周辺 B S S があると判定された場合、周辺 B S S を構成する全てのアクセスポイントが送信電力の制御機能を有する場合には前記送信電力設定ステップが実行される B S S である自 B S S 内の前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力を設定し、規定の条件が満足される度に設定された送信電力を繰返し更新し、周辺 B S S に送信電力制御を行っていないアクセスポイントがある場合及び周辺 B S S が存在しない場合には、送信電力を最大に設定することを特徴とする通信制御方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、無線 L A N システムにかかり、特に IEEE 802.11 標準規格準拠システムやシステムのインフラストラクチャモードを使用する通信制御装置及び通信制御方法に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

現在、無線 L A N (Local Area Network) システムにおいて、IEEE 802.11 標準規格準拠

50

システムが使用されている。IEEE 802.11標準規格準拠システムでは、媒体（無線チャネル）のアクセス制御にCSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance）が用いられる。

CSMA/CAによれば、パケットを送信するノードは、パケット衝突による伝送データの消失を防止するために媒体の状況を確認する。すなわち、無線LANシステムにおいては、1つの受信ノードに対し、送信ノードから送信されたパケットが到達する間に、他の送信ノードが後から送信したパケットが到達する場合がある。パケット衝突とは、このような場合、受信ノードにおいて、到達したパケットの区別やデータの復調ができなくなることを指す。

【0003】

10

パケット衝突が起こった場合、受信ノードは、衝突したパケットを全て取り込んでいる。そして、取り込んだパケットに付された宛先のアドレスを参照し、自ノードが宛先であるか否かを判定する。受信ノードが宛先である場合、パケット消失であるとして再送の必要が生じる。また、この受信ノードを含む複数のノードを宛先とする管理データ、あるいは制御データである場合、通信品質の劣化やシステムスループットの低下が発生する。

【0004】

なお、衝突を起こしたパケットが自ノード宛でなかった場合には問題は発生しない。

このようなパケット衝突を避けるため、ノードは、媒体が通信していない場合には規定時間（コンテンツンウィンドウ）内のランダムな時間パケットの送信を待ち（バックオフ）、パケットを送出する。また、媒体が他の通信をしている場合、ノードは、媒体が解放されるのを待ってパケットを送信する（送信抑制）。そして、媒体の解放後、再度パケットを送信する。

20

【0005】

この際、ノードは、受信側に到達する信号の電力の大小や通信品質の良否に応じてデータの変調方式や多値数、誤り訂正符号化率を調整する。調整は、ノードごとの自立分散的な適応変復調動作によって行われる。

また、ノードによる調整により、データ伝送速度を高める（シフトアップ）、あるいは低下させる（シフトダウン）ことができる。データ伝送速度を調整することにより、CSMA/CAでは、無線リソース活用の効率化（データ伝送速度の最大化、パケットの媒体占有時間の最小化、ノードの媒体接続可能確率の最大化）を図っている。

30

【0006】

なお、各ノードの送信電力は、通常、標準規格の規定値、または規定値以下に固定されていて、媒体やトラヒックの状況に合わせてノードがレベルを変化させることは一般的にされていない。

より具体的には、媒体の状況確認は、ノードがパケットを送出しようとするノードが送信に使用される無線チャネルを測定することによって行われる。無線チャネルの測定により、総受信電力の大小、受信の識別が可能な到来パケットの有無を判定することができる。なお、総受信電力とは、受信機の熱雑音電力や他ノードから送出されて測定時点に自ノードに到達しているパケットの受信信号電力の総和である。

【0007】

40

総受信電力が予め設定した閾値（キャリアセンス閾値）よりも大きい場合、あるいは受信識別が可能な到来パケットがある場合、ノードは、近傍で他の通信が行われている、あるいは周辺で複数の通信が行われている状況（Busy）であると判断する。

なお、「近傍」とは、他のノードの1つがパケットを送信したことによって自ノードが「Busy」と判定されるノード間距離をいう。また、「周辺」とは、複数の他のノードが同時にパケットを送信したことによって自ノードが「Busy」と判定されるノード間距離をいう。さらに、「遠方」とは、複数の他ノードが同時にパケットを送信しても自ノードの判定が「Busy」とならないノード間距離をいう。

【0008】

総受信電力がキャリアセンス閾値よりも大きい場合や受信識別が可能な到来パケットが

50

ある場合、新たな通信を開始するとパケット衝突が発生する。また、他のノードによる通信を妨害することによってパケット再送による媒体の輻輳を招く。さらには、干渉による伝送誤りが増長してシステム全体のスループットが低下する。

一方、総受信電力がキャリアセンス閾値よりも小さく、かつ、受信識別が可能な到来パケットが無い場合、近傍あるいは周辺で通信が行われていない状態 (Idle) であると判断される。このとき、ノードは、新たな通信を開始することができる。

【0009】

ただし、Idleであっても、遠方で行われている通信の干渉による受信信号電力の総量がキャリアセンス閾値以下の受信電力で到来する、あるいは、パケットとして受信識別ができない受信電力で自ノードに到来する場合がある。このような状態は、パケット衝突による伝送データ消失は起こらないまでも、適応変復調動作に基づく伝送誤り回避のためシフトダウンの要因になる。

【0010】

以上述べたように、キャリアセンスによれば、ある程度パケット衝突を減少させて通信を円滑化することができる。

このような無線LANの従来技術としては、例えば、非特許文献1、非特許文献2、非特許文献3に記載されている。IEEE 802.11標準規格準拠の無線LANシステムには、インフラストラクチャモードとアドホックモードの規定があるが、非特許文献1ないし非特許文献3は、いずれもインフラストラクチャモードの規定においてなされるものである。

【0011】

なお、インフラストラクチャモードとは、基地局 (アクセスポイント: AP) と移動端末 (ステーション: STA) の2種類のノードから構成される無線ネットワークの規定である。また、アドホックモードとは、STAのみによって構成される無線ネットワークの規定である。

インフラストラクチャモードにおける一つのAPとそれに所属する複数のSTAの組は、BSS (Basic Service Set) と呼ばれる。BSSは、セルラシステムのセルに相当する。

【0012】

非特許文献1に記載された技術は、インフラストラクチャモードの無線LANシステムが密集して設置される構成において、各STAが報告してきたリンクマージン情報に基づいてAPの送信電力を各STAが求める必要最小値に制御することが開示されている。このような制御により、非特許文献1に記載された技術では、BSS間の干渉 (周辺BSSの媒体を時間的に占有すること) を低減し、無線リソースを効率的に活用してシステムスループットを増加させることができる。

【0013】

なお、非特許文献1で開示された方法は、無線LANシステムに割当てられた周波数帯域がトラヒックに対して充分でなく、BSS運用周波数の設計によってBSS間の干渉が回避できない場合に特に有効である。

また、非特許文献2では、インフラストラクチャモードの無線LANシステムにおいて、STAが複数のAP候補の中から受信信号が最も強いAPを自装置に接続すべきAPとして選択することが記載されている。非特許文献2に開示された技術は、このような構成において、自律分散的にオーバーラップするAP間の負荷のバランスをとり、LANシステムのスループットを増大させて伝送遅延を減少させるものである。

【0014】

より具体的には、AP同士が有線バックボーンを介して定期的に負荷情報を交換し、負荷のバランスをとるためにハンドオフが必要なSTAを選択する。この際、APは、負荷情報の交換結果に基づいて自装置の状態 (高負荷、低負荷、適正) を判定する。状態を示す負荷情報は、各APにおける上下回線トラヒックを考慮したスループットで表される。

また、判定の結果、低負荷と判定されたAPは、積極的に周辺APが受持つSTAのローミングや新規接続を受け付ける。負荷が適性であると判定されたAPは、STAの新規

10

20

30

40

50

接続を受け付ける。高負荷と判定された A P は、S T A の新規接続を受け付けず、負荷低減のために既存 S T A を強制的にハンドオーバーさせる。

【 0 0 1 5 】

このような非特許文献 2 の方法は、エリア内の S T A が偏在し、特定の B S S の A P では輻輳が発生するのに隣接する B S S の A P では輻輳が発生しない場合のシステムスループットを高めることに有効である。

また、非特許文献 3 は、インフラストラクチャモードの無線 L A N システムにおいて伝送すべきデータを有する S T A の接続が特定の A P に集中している場合、負荷 (S T A 接続数) の大きい A P が送信電力を減じて B S S カパレッジを狭めることが記載されている。また、非特許文献 3 では、負荷の小さい A P が送信電力を増して B S S カパレッジを広げることによって負荷を A P 間で分散するようにしている。

10

【 0 0 1 6 】

このような特許文献 3 では、特定 A P で輻輳が生じ、パケット衝突とパケット再送に起因するスループット低下、それに伴う遅延の増大と Q o S (Quality of Service) 劣化を回避することができる。特許文献 3 は、エリア内の S T A が偏在し、特定の B S S の A P では輻輳が発生するのに隣接する B S S の A P では輻輳が発生しない場合のシステムスループットを高めることに有効である。

【 0 0 1 7 】

【非特許文献 1】 Duck-Yong Yang et al, " Achieving Efficient Channel Utilization Using Dynamic Coverage Control in IEEE 802.11, " Proc. IEEE ISPACS, Nov 2004.

20

【非特許文献 2】 Hector Velayos et al, " Load Balancing in Overlapping Wireless L AN Cells, " IEEE ICC 2004, June 2004.

【非特許文献 3】 Olivia Brickley et al, " Load Balancing for QoS Optimisation in Wireless LANs Utilising Advanced Cell Breathing Techniques, " Proc. IEEE VTC 2005-Spring, May 2005.

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 8 】

しかしながら、上記したキャリアセンスでは、隠れ端末問題が発生した場合のパケット衝突を完全に回避することができない。また、晒し端末問題によるスループット低下を充分防ぐことができないことが課題となる。

30

すなわち、隠れ端末問題とは、障害物や送信ノード間の距離等の電波伝搬環境により、例えば送信ノード a が送信したパケットが他の送信ノード b に到達できない場合に発生する。このような場合、キャリアセンスが適正に行われず、送信ノード b は、送信ノード a がパケットを送信しているにも関わらず、パケットを送出してしまふからである。

【 0 0 1 9 】

なお、パケット衝突の他の原因として、伝搬遅延時間問題がある。伝搬遅延時間問題は、キャリアセンスが適正にされたにも関わらず、送信ノード間の電波伝搬遅延によって送信ノード a のパケット送出開始を送信ノード b が検出することができず、送信ノード a とほぼ同時にパケットの送出を開始してしまうことをいう。

40

また、晒し端末問題とは、不必要なキャリアセンスのためにデータを送受信し、システムスループットを低下させる問題をいう。

【 0 0 2 0 】

例えば、送信ノード a が受信ノード a へのパケット送出を開始した場合、送信ノード b は、キャリアセンスによって送信ノード a のパケットを検知し、媒体の状況を B u s y と判断する。このとき、送信ノード b は、受信ノード b に送信しようとしていたパケットがあった場合、このパケットを送信することなく保持するよう制御される。

しかし、上記した場合、受信ノード a と受信ノード b とが十分な距離を持っていて、送信ノード b が受信ノード b へパケットを送信した場合にもパケット衝突が発生しない状況も考えられる。このような状況では、キャリアセンスは不必要であったことになり、シス

50

テムスループットの低下させることになる。

【0021】

隠れ端末問題と晒され端末問題は、送信ノードにおけるパケット送出の有無（キャリアセンスによる媒体の状況確認）によってパケット衝突を予測するために発生する。

つまり、送信ノード a と受信ノード a が充分近い地点にあれば、送信ノード a におけるパケット送出をキャリアセンスによりノード b が検出して送信を抑制することで受信ノード a におけるパケット衝突を回避できる。

【0022】

しかし、送信ノード a と受信ノード a とが離れていると、受信ノード a にパケットが到達中であっても周辺の遮蔽物やパケットの減衰によって他の送信ノード b のキャリアセンスにより媒体の状況確認がされない場合がある。このような場合、ノード b が受信ノード b にパケットを送信すると、受信ノード b において、隠れ端末問題によりパケット衝突が発生する。

10

【0023】

また、送信ノード a と受信ノード a とが離れていると、受信ノード a にパケットが到達中、他の送信ノード b から送出されたパケットが受信ノード a においてパケット衝突を生じさせない受信信号電力まで減衰される場合がある。現状では、このような場合であっても、送信ノード b が受信ノード a に対するパケットの送信をキャリアセンスにより検出して送信を抑制する。このため、晒し端末問題が発生し、無線リソースの効率的な活用が妨げられることになる。

20

【0024】

前記した非特許文献 1 は、隠れ端末問題を避けるため、データ伝送に先立って A P あるいは S T A 間で制御データ（R T S : Request To Send , C T S : Clear To Send）を交換している。このような非特許文献 1 に記載された技術は、制御データの交換により、ユーザデータに割当て可能な実質的なスループットが低下する可能性を生じる。

【0025】

また、非特許文献 1 に記載された技術では、A P の送信電力のみを制御して S T A の送信電力が制御されない。このため、非特許文献 1 は、B S S における干渉低減効果に改善の余地がある。さらに、非特許文献 1 に記載された技術は、物理層に D S S S（直接拡散）方式を想定していて、O F D M（直交周波数分割多重）方式を用いる IEEE 802.11a や IEEE 802.11g の標準規格に適用することができない。O F D M 方式は、適応変復調動作を取り入れることで同じ周波数占有帯域で高いスループットを得る方式である。このような方式を用いた規格が適用できないことは、無線 L A N システムの設計の自由度を低下させる。

30

【0026】

また、非特許文献 2、非特許文献 3 に記載された技術は、B S S 内の一部のノードに接続が集中することを防ぎ、パケット衝突が起こる確率を低下させることが可能である。しかし、非特許文献 2、非特許文献 3 に記載された技術では、複数の B S S が同一周波数を使用して通信した場合に起こる干渉の影響が考慮されていない。このため、無線 L A N システムのトラヒックに割当てられる周波数帯域が充分にあって、エリア内の B S S を全て異なる周波数で運用することが必要となるため現実的ではない。

40

【0027】

さらに、非特許文献 3 には、B S S 負荷や Q o S 劣化を検出するための方法、検出された値と送信電力の制御との関係、さらに B S S 間を連携して制御する方法についての具体的な記載がされていない。

本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであって、ノード送信電力を適切に設定、実行することにより、無線リソースを効率的に活用して通信品質とシステムスループットを向上させることができる通信制御装置及び通信制御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】

【0028】

50

以上の課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、無線媒体へのアクセス制御に C S M A / C A を用い、かつ、無線伝送に適応変復調方式を用いるインフラストラクチャモードの無線 L A N システムにおいて、通信装置の送信電力を制御する通信制御装置であって、アクセスポイント及び複数のステーションを含む通信のグループである B S S のノードとなるアクセスポイント、またはステーションによる無線信号の測定によって得られる無線情報、前記アクセスポイントまたは前記ステーションに報告された前記無線情報の少なくとも一方に基づいて、複数のノードを有する B S S であり、かつ複数のノードによる無線信号の送信が前記アクセスポイントまたは前記ステーションの通信に影響する周辺 B S S があるか否かを判定する B S S 発見手段と、前記 B S S 発見手段による判定の結果に基づいて、前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力とを設定する送信電力設定手段と、を備え、前記送信電力設定手段は、前記 B S S 発見手段によって周辺 B S S があると判定された場合、周辺 B S S を構成する全てのアクセスポイントが送信電力の制御機能を有する場合には前記送信電力設定手段を含む B S S である自 B S S 内の前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力を設定し、規定の条件が満足される度に設定された送信電力を繰返し更新し、周辺 B S S に送信電力の制御を行っていないアクセスポイントがある場合及び周辺 B S S が存在しない場合には、送信電力を最大に設定することを特徴とする。このような発明によれば、無線信号を測定して得た情報に基づいて送信電力を設定することができるので、電波環境やユーザの使用状況を含めた無線の状況に応じて最適な送信電力を設定して無線リソースを最大限に活用することができる。また、自 B S S の周辺に送信電力制御を行わない B S S が存在しても、自 B S S のみが送信電力制御を行うことによって生ずる無線リソース使用機会の減少やカバレッジロス、さらには自 B S S に対する干渉の問題を防ぐことができる。さらに、周辺 B S S がいない場合には無線リソースを充分活用することができる。

【 0 0 2 9 】

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の通信制御装置において、前記送信電力設定手段が、自 B S S 内の前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力を設定するにあたり、前記アクセスポイントと前記ステーションに共通の送信電力を設定することを特徴とする。この発明によれば、共通の送信電力を設定することで、アクセスポイントと各ステーションに個別の送信電力を設定する場合に比べて設定のための信号の授受を低減することができる。また、アクセスポイントと各ステーションの送信電力が一致することから下り回線と上り回線の到達範囲を一致させることができる。さらに、B S S の外部へ漏れる干渉電力の時間変化を穏やかにすることができる。

【 0 0 3 0 】

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の通信制御装置において、前記送信電力設定手段が、無線 L A N に規定されたパケット種別である管理フレーム、データフレーム、制御フレームごとに異なる送信電力を設定することを特徴とする。この発明によれば、データフレームよりも確実な到達が要求される管理フレームや制御フレームに相対的に大きな送信電力を設定することができ、制御の安定性や柔軟性を高めることができる。また、データフレームの送信電力を管理フレームや制御フレームの送信電力に関係なく必要最小限に設定することで B S S 間干渉を低減することができる。

【 0 0 3 1 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の通信制御装置において、前記送信電力設定手段が、前記アクセスポイントにおいて該アクセスポイントの送信電力を設定、更新するとともに、設定された送信電力を B S S に含まれる前記ステーションに対して通知する、または前記ステーションに対して送信電力の設定または更新を指示することを特徴とする。この発明によれば、ステーションに送信電力の決定機能を持たせる必要が無くなってステーションの装置構成を簡易なものにすることができる。

【 0 0 3 2 】

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 4 に記載の通信制御装置において、前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントにあって、前記周辺 B S S を構成するアクセスポイ

ントと、測定によって得られた前記無線情報、前記ステーションから自 B S S に報告された前記無線情報、現在設定されている送信電力にかかる情報の少なくとも一つを相互に通信して送信電力を更新することを特徴とする。このような発明によれば、無線リソースの使用状況を B S S が隣接するアクセスポイント間で共有できる。このため、無線媒体の使用率を互いに平準化するように送信電力制御を調停することができる。例えば、無線測定結果により B S S 間にカバレッジロスが検出された場合、送信電力が小さい方の B S S のアクセスポイントが送信電力を増加させて送信電力の大きい方に負担をかけずにカバレッジロスを救済することができる。

【 0 0 3 3 】

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の通信制御装置において、前記送信電力設定手段が、前記送信電力を絶対値として初期設定し、直前の設定値と更新後の設定値との相対値により直行的に、あるいは送信電力更新用の規定ステップ単位で直前に設定された送信電力を増減することによって更新することを特徴とする。このような発明によれば、送信電圧を直行的に制御する場合には規定ステップ単位の漸次的な更新を行うよりも迅速に送信電力を制御することができる。一方、規定ステップ単位の漸次的な更新を行なう場合には、送信電力制御の前後で送信電力の急激な変化が起こらずに安定な送信電力制御を行うことができる。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 7 に記載の発明は、請求項 2 に記載の通信制御装置において、前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントに対し、自 B S S 内において最も遠方にあるステーションが最小のデータ伝送速度でパケットを送信し、当該パケットが前記アクセスポイントにおいて規定の品質を得られる送信電力を送信電力の制御範囲の下限とし、前記アクセスポイントが B S S 内の全ての前記ステーションに定期的に出送される管理フレームであるビーコン信号、無線リソース測定用のパイロット信号、あるいは、前記ステーションが帰属処理を行ったアクセスポイントから返送される応答用の管理フレームの少なくともいずれか一つに含まれる最大送信電力情報によって送信電力制御範囲の上限を決定することを特徴とする。このような発明によれば、パケットが規定品質を得られないような小さい送信電力で送信することによるスループットに貢献しない干渉を防止できる。また、送信電力制御によってシステムに許された最大の送信電力を超えて送信がされるのを防止することができる。

【 0 0 3 5 】

また、請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の通信制御装置において、前記無線情報が、B S S 運用周波数帯域内における送信電力、総受信電力、パケット送受信時以外の雑音電力、パケット受信時の信号電力、パケット受信時の信号電力対雑音電力比、対向するステーションまたはアクセスポイントまでの伝搬損失、あるいは、接続ステーション数または可視アクセスポイントの少なくとも一つを測定して得た結果である無線測定結果、パケット衝突発生率、パケット再送発生率、あるいは、パケット誤り率の少なくとも一つを測定して得た結果である通信品質測定結果、パケット送受信時間が規定観測時間に占める割合を示す無線媒体使用率の少なくとも一つを含む情報であって、無線測定結果、通信品質測定結果、無線媒体使用率の少なくとも一つは、一定時間内における平均値あるいは統計値であることを特徴とする。このような発明によれば、送信電力の最大値に対する現在の送信電力の余裕度、アクセスポイントまたはステーションで見た無線チャンネルの静粛度、周辺 B S S 由来の干渉や無線 L A N システム以外に起因する外部雑音、ステーションまたはアクセスポイントから送信されてきたパケットの受信品質、B S S 内の伝搬損失、ステーションの接続需要、パケットの疎通状況、無線チャンネルの輻輳度に基づいて高精度に送信電力制御することができる。

【 0 0 3 6 】

また、請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の通信制御装置において、前記無線測定結果として得られる雑音電力が、干渉電力を含んだ値であることを特徴とする。このような発明によれば、無線通信における信号以外の成分を包括的に雑音として捉えることが

10

20

30

40

50

できる。このため、通信の信号電力と信号以外の成分との比を正確に評価することができる。

【 0 0 3 7 】

また、請求項 10 の発明の発明は、請求項 8 または請求項 9 に記載の通信制御装置において、前記アクセスポイントが、自 B S S 内の全ステーションに宛てて送信される管理フレームであって当該フレームの送信電力情報を含むビーコン信号、無線リソース測定用のパイロット信号の少なくとも一方を定期的に送信し、前記アクセスポイントに帰属しようとするステーションがビーコン信号、あるいはパイロット信号を受信する場合、前記送信電力設定手段が、前記ステーションにおける受信信号の電力と送信電力情報により前記アクセスポイントと前記ステーションとの間の伝搬損失を推定し、前記ステーションが送出する管理フレームの送信電力が前記アクセスポイントにおいて規定の受信信号電力を得るように、前記ステーションが前記アクセスポイントに帰属するために送出する管理フレームの送信電力の初期値を設定することを特徴とする。このような発明によれば、アクセスポイントにおける受信信号電力が必要十分な値になるようにステーションの送信電力を設定できる。このため、ステーションが他のノードに与える干渉を低減できる。また、管理フレームの受信品質を保つことができる。

10

【 0 0 3 8 】

また、請求項 11 に記載の発明は、請求項 8 から請求項 10 のいずれか 1 つに記載の通信制御装置において、前記アクセスポイントが自 B S S 内の全ステーションに宛てて送信される管理フレームであって当該フレームの送信電力情報、送信されるフレームの雑音電力情報を含むビーコン信号、無線リソース測定用のパイロット信号の少なくとも一方を定期的に送信し、前記アクセスポイントに帰属しようとするステーションがビーコン信号、あるいはパイロット信号を受信する場合、前記送信電力設定手段が、前記ステーションによって測定された前記雑音情報に基づいて、前記ステーションが送出する管理フレームの送信電力が前記アクセスポイントにおいて規定の信号電力対雑音電力比を持つ受信信号電力を得るように、前記ステーションが前記アクセスポイントに帰属するために送出する管理フレームの送信電力の初期値を設定する。このような発明によれば、アクセスポイントにおける信号電力対雑音電力比が必要十分な値になるようにステーションの送信電力を設定できる。このため、ステーションが他のノードに与える干渉を低減できる。また、管理フレームの受信品質を保つことができる。

20

30

【 0 0 3 9 】

また、請求項 12 に記載の発明は、請求項 10 または請求項 11 に記載の通信制御装置において、前記ステーションが前記アクセスポイントに送出した管理フレームに応答する管理フレームが規定時間を経過した後も前記ステーションに返信されない場合、前記送信電力設定手段は、前記ステーションによる次の帰属処理における送信電力を規定ステップ分増加させることを特徴とする。このような発明によれば、電波伝搬環境の変化が激しく、アクセスポイントとステーション間の伝搬損失の推定時と実際の通信時における伝搬損失の間に誤差を生じる状況においても、パケット再送を低減して帰属処理用管理フレームを確実に送信することができる。

【 0 0 4 0 】

また、請求項 13 に記載の発明は、請求項 10 から請求項 12 のいずれか一つに記載の通信制御装置において、前記送信電力設定手段は、前記ステーションの帰属処理用以外の管理フレーム、データフレーム、制御フレームの送信電力の初期設定値を、帰属処理用の管理フレームの伝送成功時の送信電力の設定値に、予め規定されたフレーム種別ごとの初期伝送速度と帰属処理用の管理フレームの伝送速度の比を乗じた値に設定することを特徴とする。このような発明によれば、アクセスポイントにおける受信信号電力や信号電力対雑音電力比といった受信レベルが必要十分な値になるようにステーションの送信電力の初期値を設定することができる。このため、ステーションが他のノードに与える干渉を低減できるとともに、各種パケットの受信品質を保つことができる。また、電波伝搬環境の変化が激しくアクセスポイントとステーション間の伝搬損失の推定値と実際の通信時にお

40

50

る伝搬損失の間に誤差を生じるような状況においても、各種パケットの疎通を確実なものにすることができる。

【0041】

また、請求項14に記載の発明は、請求項4または請求項5の通信制御装置において、前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントにあって当該アクセスポイントに帰属する前記ステーションとの通信による無線媒体使用率が第一の無線媒体使用率閾値を超えた場合には送信電力を規定ステップ分増加させ、前記無線媒体使用率が、第一の無線媒体使用率閾値よりも小さい第二の無線媒体使用率閾値を下回った場合には送信電力を規定ステップ分減少させることを特徴とする。このような発明によれば、無線媒体の輻輳時には大きな送信電力を割当てて輻輳を緩和し、無線媒体の閑散時には小さな送信電力を割当てて送信電力を節約することができる。

10

【0042】

また、請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の通信制御装置において、前記送信電力設定手段が、送信電力を制御した結果、データフレームの通信品質が第一の品質規定値よりも小さく、すなわち、良好と判定されたノードには設定するデータ伝送速度を増加させるシフトアップを行い、データフレームの通信品質が第二の品質規定値よりも大きく、すなわち不良と判定されたノードには設定するデータ伝送速度を減少させるシフトダウンを行い、第一の品質規定値は第二の品質規定値よりも小さいこと、データ伝送速度の更新周期は送信電力の更新周期よりも小さいことを特徴とする。このような発明によれば、通信品質の良好時にはデータ伝送速度を増加させることで無線媒体使用率を低下させることができる。また、通信品質の不良時にはデータ伝送速度を減少させることで通信品質を改善し、通信品質を規定範囲内に維持することができる。

20

【0043】

また、請求項16に記載の発明は、請求項14の通信制御装置において、前記送信電力設定手段は、前記アクセスポイントにあって当該アクセスポイント及び帰属するステーションによるパケット伝送遅延量測定結果の少なくとも一方がパケット伝送遅延量目標値よりも小さい場合、第一の無線媒体使用率閾値、及び第二の無線媒体使用率閾値を増加させ、パケット伝送遅延量測定結果がパケット伝送遅延量目標値よりも大きい場合、第一の無線媒体使用率閾値及び第二の無線媒体使用率閾値を減少させ、無線媒体使用率閾値の更新周期は送信電力の更新周期よりも大きいことを特徴とする。このような発明によれば、送信電力制御によって実際に得られるパケット伝送遅延量を略目標値に維持することができる。

30

【0044】

また、請求項17に記載の発明は、無線媒体へのアクセス制御にCSMA/CAを用い、かつ、無線伝送に適応変復調方式を用いるインフラストラクチャモードの無線LANシステムにおいて、通信装置の送信電力を制御する通信制御方法であって、アクセスポイント及び複数のステーションを含む通信のグループであるBSSのノードとなるアクセスポイント、またはステーションによる無線信号の測定によって得られる無線情報、前記アクセスポイントまたは前記ステーションに報告された前記無線情報の少なくとも一方に基づいて、複数のノードを有するBSSであり、かつ複数のノードによる無線信号の送信が前記アクセスポイントまたは前記ステーションの通信に影響する周辺BSSがあるか否かを判定するBSS発見ステップと、前記BSS発見ステップにおける判定の結果に基づいて、前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力とを設定する送信電力設定ステップと、を含み、前記送信電力設定ステップは、前記BSS発見ステップにおいて周辺BSSがあると判定された場合、周辺BSSを構成する全てのアクセスポイントが送信電力の制御機能を有する場合には前記送信電力設定ステップが実行されるBSSである自BSS内の前記アクセスポイントと前記ステーションの各々の送信電力を設定し、規定の条件が満足される度に設定された送信電力を繰返し更新し、周辺BSSに送信電力制御を行っていないアクセスポイントがある場合及び周辺BSSが存在しない場合には、送信電力を最大に設定することを特徴とする。このような発明によれば、無線信号を測定して

40

50

得た情報に基づいて送信電力を設定することができるので、電波環境やユーザの使用状況を含めた無線の状況に応じて最適な送信電力を設定して無線リソースを最大限に活用することができる。

【発明の効果】

【0045】

このような本発明によれば、無線LANシステム、特に、媒体アクセス制御にCSMA/CAを用い、無線伝送制御に適応変復調方式を用いるIEEE 802.11標準規格準拠システムやその後継システムのインフラストラクチャモードにおいて、ノード送信電力の設定と更新を適切にかつ効率的に実行して無線リソースを効率的に活用し、通信品質とシステムスループットを向上させることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

以下、本発明の一実施形態について説明する。

なお、本実施形態は、以下の点に鑑みて無線LANシステムに適したノード送信電力制御を実現するために構成されたものである。

すなわち、IEEE 802.11標準規格準拠の無線LANシステムには、無線ネットワークが基地局（AP：アクセスポイント）と移動端末（STA：ステーション）の2種類のノードから構成されるインフラストラクチャモードと、ステーションのみからなるアドホックモードが規定されている。インフラストラクチャモードでは、一つのアクセスポイントとそれに所属する複数のステーションの組をBSS（Basic Service Set）と呼び、これはセルラシステムのセルに相当する。

20

【0047】

以下、本実施形態では、本実施形態の通信装置をインフラストラクチャモードに適用した例について説明する。

BSSでは、ステーション アクセスポイントへの送信を上り回線といい、上り回線において、複数のステーションがアクセスポイントに宛てて伝送すべきデータを保持しているとき、ステーションが相互にキャリアセンスが可能であれば、伝搬遅延時間問題によって偶発的に起きるパケットの同時送除を除き、アクセスポイントにおけるパケット衝突を回避することができる。

30

【0048】

しかし、各ステーションに設定された送信電力が充分でなく、一部のステーション間でキャリアセンスができない場合、隠れ端末が発生する。このような場合、一のステーションがアクセスポイントに宛ててパケットを送出中に他のステーションがそれにアクセスポイントにパケットを送出してパケット衝突が発生する（自セル干渉）。パケット衝突は、パケット再送、伝送誤り回避のためのシフトダウンが発生するためにシステムスループットを劣化させる。

【0049】

スループット劣化回避のためには、ステーションの送信電力を充分大きく設定することにより、隠れ端末問題を回避してスループットを高めることができる。周辺に同一周波数を用いる他のBSSが存在しない場合、このBSSは、孤立セルであると判定される。BSSが孤立セルである場合、送信電力を高めることには支障がない。

40

しかし、このBSSの周辺に他のBSSが存在する環境下（マルチセル環境）においては、ステーションの送信電力を高めることによってBSS間干渉（他セル干渉）を招く。

【0050】

また、送信電力が大きいために通信制御が不必要なBSSの存在が検出され、不必要な送信抑制を引き起こすこともある（晒され端末）。また、パケット衝突を起こさないまでも伝送誤り回避のためのシフトダウンによるデータ伝送速度低下が発生し、システムスループットを劣化させることがある。このように、ステーションの送信電力が小さいと自セル干渉を、大きいと他セル干渉を発生させるため、無線LANのシステムでは、BSS内

50

のノード位置（トポロジ）に適応した適切な送信電力を設定することが必要となる。

【 0 0 5 1 】

また、B S S の下り回線（アクセスポイントステーション）においても、アクセスポイントが複数のステーションに宛てて伝送すべきデータを保持しているとき、上記した上周り回線と同様に、同一周波数を用いる周辺 B S S の各アクセスポイントにキャリアセンスが可能であれば、伝搬遅延時間問題によって偶発的に起きるパケットの同時送除を除き、アクセスポイントにおけるパケット衝突を回避することができる。

【 0 0 5 2 】

例えば、隣り合う複数の B S S が同一周波数を共有させてセルクラスタを形成する場合、アクセスポイントの送信電力を相互にキャリアセンスが可能になるように充分大きく設定することで隠れ端末問題（自セルクラスタ干渉）を回避しながらデータ伝送速度を増加させることができる。

しかし、周囲に同一周波数を使用するセルクラスタが存在するなら場合、セルクラスタ間干渉（他セルクラスタ干渉）を招いて不必要な送信抑制を引き起こす（晒され端末）。また、パケット衝突を起こさないまでも伝送誤り回避のためのシフトダウンによるデータ伝送速度低下が発生し、システムスループットを劣化させることがある。

【 0 0 5 3 】

また、セルをクラスタ化せず、B S S ごとに分割して同一周波数を繰返し利用する場合、アクセスポイントの大きな送信電力は B S S 間干渉（他セル干渉）を招いて不必要な送信抑制が発生する（晒され端末）。パケット衝突を起こさないまでも伝送誤り回避のためのシフトダウンによるデータ伝送速度低下が発生し、システムスループットを劣化させることがある。

【 0 0 5 4 】

一方で、各アクセスポイントの送信電力が充分でなく、一部のアクセスポイント同士がキャリアセンスができない場合、隠れ端末が発生する。このような場合、一のアクセスポイントが他のアクセスポイントに宛ててパケットを送出中、さらに他のアクセスポイントが同じアクセスポイントにパケットを送出してパケット衝突が発生する。パケット衝突は、パケット再送、伝送誤り回避のためのシフトダウンが発生するためにシステムスループットを劣化させる。

【 0 0 5 5 】

例えば、隣り合う複数の B S S に同一周波数を共有させてセルクラスタを形成する場合、アクセスポイントの送信電力を相互にキャリアセンスが可能になるように充分大きく設定できないことで隠れ端末問題（自セルクラスタ干渉）が発生する。隠れ端末問題は、パケット再送やシフトダウンによりデータ伝送速度を減少させるとともに、カバレッジロス招く。しかし、周囲に同一周波数を使用するセルクラスタが存在すればセルクラスタ間干渉（他セルクラスタ干渉）が緩和され、システムスループットを改善させることになる。

【 0 0 5 6 】

また、セルをクラスタ化せずに B S S ごとに分割し、同一周波数を繰返し利用する場合には、アクセスポイントのやや小さな送信電力はカバレッジロスを招く一方で、B S S 間干渉（他セル干渉）を緩和してシステムスループットを改善させることになる。

このように、隣り合う複数の B S S に同一周波数を共有させてセルクラスタを形成する場合、アクセスポイントの送信電力が小さいとカバレッジロスや自セルクラスタ干渉が、大きいと他セルクラスタ干渉が発生する。また、B S S ごとにセルを分割して同一周波数を繰返し利用する場合、アクセスポイントの送信電力が小さいとカバレッジロスが、大きいと他セル干渉が発生する。このため、B S S 内のノード位置（トポロジ）に適応した適切な送信電力をアクセスポイントに設定することが必要となる。

【 0 0 5 7 】

B S S 内トポロジの把握は、ノードが各自の位置を検出し位置情報を相互に交換できれば比較的容易になる。ただし、位置検出には G P S (Global Positioning System) に代

10

20

30

40

50

表されるような他システムの支援が必要であり、しかもそれらの利用可能場所は限定されるので無線LANシステムへの適用は不適である。したがって、BSS内トポロジに自律分散的に適応できるノード送信電力制御法が必要となる。

【0058】

1. 全体構成（通信制御機能）

先ず、本実施の通信制御装置の通信制御にかかる機能の全体構成について説明する。

図1は、本発明の通信制御装置が適用される無線LANシステムを説明するための図である。図示した無線LANシステムは、媒体である無線チャンネルに対するアクセス制御にCSMA/CAを用い、かつ、無線伝送に適応変復調方式を用いるインフラストラクチャモードのシステムである。本実施形態の通信制御装置は、このようなLANシステムに適用される通信装置の送信電力を制御する構成である。

10

【0059】

図1は、2つのBSS1、BSS2を示し、BSS1にはアクセスポイント101と複数のステーション102a~102dが含まれている。また、BSS2には、アクセスポイント103と複数のステーション104a~104dが含まれている。

図1中に示した破線は、アクセスポイント101とステーション102a~102d、アクセスポイント103とステーション104a~104dとの帰属関係を示している。また、図1中に示した1点鎖線で示した範囲rは、アクセスポイントまたはステーションの電波信号が到達する範囲を示していて、r1はBSS1のアクセスポイント101の電波信号が到達範囲を示し、r2はBSS103のアクセスポイントの電波信号が到達範囲を示している。また、ステーションの電波信号到達範囲は、添え字a、b、c、dがステーションの符号の、b、c、dに対応し、1または2の数字がBSS1、BSS2に対応している。

20

なお、BSSとは、1つのアクセスポイントと複数のステーションでなる無線LANにおける基本的なグループをいうものとする。各BSSにおいて、アクセスポイント101、103及びステーション102a~102dは、いずれもノードとなる。

【0060】

図2は、図1に示したアクセスポイント101、103、ステーション102a~102d、104a~104dの通信制御の機能を説明するための図である。アクセスポイント101、103は同様の構成を有し、ステーション102a~102d、104a~104dはいずれも同様の構成を有している。本実施形態では、アクセスポイント103とステーション104aとを図示するものとし、他のアクセスポイント及びステーションの図示及び説明に代えるものとする。

30

【0061】

図示したように、アクセスポイント103は、送信機206、受信機207、アンテナ208といった通信に必要なハードウェアの他、通信される信号の各種の測定機能20と、対向ノード測定結果取得機能209、送信電力決定機能210、送信電力設定更新機能210のプログラムを備えている。さらにアクセスポイント103は、通信の相手となるノード（対向ノード）が無線信号を測定して得た結果を取得する対向ノード測定結果取得機能209、取得された測定結果から送信電力を決定する送信電力決定機能210、決定された送信電力を更新する送信電力設定更新機能205を備えている。

40

【0062】

さらに、アクセスポイント103は、アクセスポイントとステーションとの交信に使用されるプログラムであるAP間交信機能211を備えている。

また、ステーション104aは、アクセスポイント103と同様の各種の測定機能20と、アクセスポイント103に対して送信結果を通知する測定結果報告機能204を備えている。さらに、ステーション104aは、通知した測定結果に基づいてアクセスポイント103が決定した送信電力を設定し、設定された送信電力をアクセスポイント103によって更新された送信電力に更新する送信電力設定更新機能205を備えている。

【0063】

50

このような構成において、アクセスポイント103の対向ノード測定結果取得機能209または送信電力決定機能210は、BSS2のノードとなるアクセスポイント103、またはステーション104a~104dによる無線信号の測定によって得られる無線情報、アクセスポイント103またはステーション104a~104dに報告された無線情報の少なくとも一方に基づいて、周辺BSSがあるか否かを判定する。

【0064】

なお、本実施形態では、周辺BSSを、複数のノードを有するBSSであり、かつ複数のノードによる無線信号の送信がアクセスポイント103またはステーション104a~104dの通信に影響するBSSとする。アクセスポイント103またはステーション104a~104dを含むBSS2を自BSS、BSS1を周辺BSSとする。また、通信に対する影響とは、周辺BSSの複数のノードがパケットを送信した場合にBSS2のノードがbusyになることを指すものとする。

10

【0065】

送信電力決定機能210は、BSSの有無の判定の結果に基づいて、BSS2内のアクセスポイント103とステーション104a~104dの各々の送信電力を設定する。この設定では、BSS2に送信電力制御を行っていないアクセスポイントがある場合、及び周辺BSSとなるBSSが存在しない場合には、送信電力が最大に設定される。

【0066】

図3は、アクセスポイント101が送信電力の制御機能を持っていない場合の例を示す。図4は、周辺BSSとなるBSSが存在しない場合のBSS2を示している。図3では、BSS1は送信電力制御機能を有していないことをBSS2が認識し、送信電力を最大に設定する。このようにすることにより、BSS2は、自BSSの周辺に送信電力制御を行わないBSSが存在しても、自BSSのみが送信電力制御を行うことによって生ずる無線リソース使用機会の減少やカバレッジロスの問題を防ぐことができる。

20

【0067】

なお、BSS2のアクセスポイント103は、BSS1の存在を、アクセスポイントによって送信された制御フレームに対する応答のフレームに含まれる情報等をAP間更新機能211が認識して検出することができる。さらに、BSS1に送信電力の制御機能が備わっているか否かも同様に応答フレームに含まれる情報を使って検出することができる。

また、本実施形態でいう送信電力制御とは、送信電力値を制御することと自BSSや周辺BSSに含まれるノードが無線通信することを検出して自身の無線通信のタイミングを制御することを含むものとする。

30

【0068】

また、図4に示した例では、BSS2は周辺に他のBSSを発見できないので、送信電力を最大に設定している。このようにすることで、無線リソースを最大限に活用することができる。

また、送信電力決定機能210は、BSSを構成する全てのアクセスポイントが送信電力の制御機能を有するBSS1が存在する場合、BSS2内のアクセスポイント103とステーション104a~104dの各々の送信電力を設定するように行われる。このとき、送信電力設定更新機能205は、規定の条件が満足される度に設定された送信電力を繰返し更新する。

40

【0069】

以上の構成において、送信機206、受信機207及びAP間通信機能が本実施形態のBSS発見手段として機能する。また、送信電力設定機能210及び送信電力設定更新機能205が送信電力設定手段として機能する。

また、本実施形態では、送信電力設定機能210及び送信電力設定更新機能205は、アクセスポイント103においてアクセスポイント103の送信電力を設定、更新する。また、設定された送信電力をBSS2に含まれるステーション104a~104dに対して通知する。また、BSS2のステーション104a~104dに対して送信電力の設定または更新を指示することができる。

50

【 0 0 7 0 】

このように本実施形態の通信制御装置を構成した場合、ステーション 1 0 4 a ~ 1 0 4 d は送信電力決定機能を有する必要が無く、装置構成を簡易なものにすることができる。また、送信電力決定アルゴリズムを変更する際にはアクセスポイント 1 0 3 側のみを変更すればよく、アルゴリズムの変更を簡便にすることができる。

【 0 0 7 1 】

2 . 無線情報

次に、本実施形態の無線情報について説明する。本実施形態の無線情報は、アクセスポイント 1 0 3 の測定機能 2 0 またはステーション 1 0 4 a の測定機能 2 0 の少なくとも一方によって測定される。ステーション 1 0 4 a の測定機能 2 0 によって測定された無線情報は、アクセスポイント 1 0 3 の対向ノード測定結果取得機能 2 0 9 に通知される。

10

【 0 0 7 2 】

測定機能 2 0 は、無線測定機能 2 0 1、通信品質測定機能 2 0 2、無線媒体使用率測定機能 2 0 3 を備えている。無線測定機能 2 0 1 は、B S S 運用周波数帯域内における送信電力、総受信電力、パケット送受信時以外の雑音電力、パケット受信時の信号電力、パケット受信時の信号電力対雑音電力比、対向するステーションまたはアクセスポイントまでの伝搬損失、あるいは、接続ステーション数または可視アクセスポイントの少なくとも一つを測定して無線測定結果を得る構成である。

【 0 0 7 3 】

また、通信品質測定機能 2 0 2 は、パケット衝突発生率、パケット再送発生率、あるいは、パケット誤り率の少なくとも一つを測定して通信品質測定結果を得る構成である。無線媒体使用率測定機能 2 0 3 は、パケット送受信時間が規定観測時間に占める割合を示す無線媒体使用率を取得する構成である。

20

また、無線測定結果、通信品質測定結果、無線媒体使用率の少なくとも一つは、一定時間内における平均値あるいは統計値である。さらに、無線測定結果として得られる雑音電力は、干渉電力を含んだ値である。なお、図 5 にアクセスポイントにおける測定対象一覧を示す。また、本実施形態は、ステーションによって測定された無線情報をアクセスポイントに送信して設定するものであってもよい。このような構成においてステーションの側で測定される対象をも併せて図 5 中に示す。

【 0 0 7 4 】

このような本実施形態によれば、送信電力の最大値に対する現在の送信電力の余裕度、アクセスポイントで見た無線チャネルの静粛度、他 B S S 由来の干渉や無線 L A N システム以外に起因する外部雑音、ステーションから送信されてきたパケットの受信品質、B S S 内の伝搬損失、ステーションの接続需要、パケットの疎通状況、無線チャネルの輻輳度に基づいた精度の良い送信電力制御を行うことができる。

30

【 0 0 7 5 】

3 . 送信電力の設定

次に、本実施形態の通信制御装置の電力の設定について説明する。

(1) 共通設定と個別設定

図 6 は、本実施形態の通信制御装置が B S S に含まれるノードの送信電力を設定するにあたり、複数のノードに共通の送信電力を設定する例を示している。また、図 7 は、複数のノードに個別に送信電力を設定する例を示している。図 6、図 7 において、(a) はいずれも B S S 2 を示し、(b) は各ノードに設定された送信電力を示すグラフである。(b) のグラフの縦軸は、各ノードの送信電力であり、横軸は各ノードの記号を示している。

40

【 0 0 7 6 】

この記号において、A P はアクセスポイント、S T A はステーションを意味している。また、A P # 1 はアクセスポイント 1 0 3 を示し、S T A # の 1 _ 1 は、B S S 2 の 1 0 4 a を示し、以下、記号の最後尾に付された 2、3、4 の数字が各々 1 0 4 b、1 0 4 c、1 0 4 d に対応する。

50

各ノードの送信電力を一定にする場合、各ノードに個別の送信電力を設定する場合のいずれについても、本実施形態の通信制御装置では、いったん設定された送信電力は規定の条件を満たすよう、繰り返し更新される。

【0077】

複数のノードに等しい送信電力を設定する場合、BSS内のアクセスポイント103と各ステーション104a～104dの送信電力を個別に設定する場合に比べ、送信電力設定のための通信料量を削減できる。また、アクセスポイント103と各ステーション104a～104dの送信電力が一致することから、下り回線と上り回線の到達範囲を一致させることができる。さらに、BSSの外側へ漏れる干渉電力の時間変化を穏やかにすることができる。

10

【0078】

(2) パケットの種別による送信電力の設定

本実施形態の通信制御装置は、各ノードに送信電力を個別に設定する場合、送信電力決定機能209は、無線LANに規定されたパケット種別である管理フレーム、データフレーム、制御フレームごとに異なる送信電力を設定することができる。

このような本実施形態によれば、データフレームよりも確実な到達が要求される管理フレームや制御フレームの送信電力を相対的に大きく設定することができる。このため、システム制御の安定性や柔軟性を高め、データフレームの送信電力を管理フレームや制御フレームの送信電力に関係なく必要最小限に設定してBSS間の干渉をおさえることができる。

20

【0079】

図8(a)、(b)は、フレームの種別に基づいて送信電力の値を設定するための動作を説明するための図である。図8(a)は、下り回線(AP STA)の場合の送信電力の初期設定をする例を示し、(b)は、下り回線(STA AP)の場合の送信電力の初期設定をする例を示している。

自BSSを構成するノードだけでなく、他のBSSのノードにも管理フレームを送信したい場合、アクセスポイント801は、管理フレームの送信電力を相対的に大きく設定する。なお、管理フレームの例としては、例えばビーコン信号が挙げられる。

【0080】

また、アクセスポイント801は、自BSS内を構成する全ノードに到達すれば十分な制御フレームの送信電力を、先に述べた管理フレームよりも小さい送信値に設定する。さらに、自BSS内の特定のノードのみに到達すれば十分なデータフレームには制御フレームより更に小さい送信電力を設定すればよい。

30

この結果、管理フレームの到達範囲rf1が最も広い範囲となり、制御フレームの到達範囲rf2は到達範囲rf1よりも狭くなる。また、データフレームの到達範囲rf3は、更に狭い範囲を持つことになる。

【0081】

下り回線(STA AP)においては、送信電力の大小関係を、パケット種別の現状の役割に応じて適宜変化させても良い。すなわち、全ノードに到達させたい制御フレームには相対的に大きな送信電力を設定し、アクセスポイントのみに到達すれば十分な管理フレームとデータフレームには制御フレームより小さい送信電力を設定することもできる。この結果、図8(b)に示した例では、制御フレームの到達範囲rf2が最も広く、データフレームの到達範囲rf3及び管理フレームの到達範囲rf3が等しくなっている。

40

【0082】

(3) 送信電力の設定

本実施形態の通信制御装置は、各種の測定機能20によって測定された無線情報に基づいて各ノードの送信電力を設定している。なお、以下に述べる動作では、アクセスポイントが、BSS内の全てのステーションに管理フレームであるビーコン信号や無線リソース測定用のパイロット信号を定期的送信している。そして、アクセスポイントに対して帰属処理を行うアクセスポイントから返信される応答用の管理フレームを受信しているもの

50

とする。

なお、帰属処理とは、ステーションがアクセスポイントに対し、自ステーションがアクセスポイントとともにBSSを構成するノードであることを通知するため、自ステーションの識別情報等を含む情報を送信する。アクセスポイントが情報を送信したステーションを登録する一連の処理をいう。

【0083】

I 送信電力を複数のノードで共通の値に設定する場合

アクセスポイント103にある送信電力決定機能210は、自BSS内のノードに共通の送信電力を設定する場合、自BSS内においてアクセスポイント103から最も遠方にあるステーションに対して最小のデータ伝送速度でパケットを送信するよう指示している。そして、送信されたこのパケットがアクセスポイント103において規定の品質を得られる送信電力を、送信電力の制御範囲の下限として設定する。

10

【0084】

また、本実施形態は、ビーコン信号やパイロット信号、あるいは、応答用の管理フレームの少なくともいずれか1つに含まれる最大送信電力情報により、電力制御の上限値を設定する。

このような本実施形態は、アクセスポイントにおける受信信号電力が必要十分な値になるようにステーションの送信電力を設定できる。このため、ステーションが他のノードに与える干渉を低減できるとともに、管理フレームの受信品質を保つことができる。

【0085】

20

II 送信電力の初期値をノードごとに個別の値に設定する場合

送信電力の初期値をノードごとに個別の値に設定する場合、本実施形態では、送信電力決定機能210が、ステーション104a~104dの受信信号の電力と送信電力情報によりアクセスポイント103とステーション104a~104dとの間の伝搬損失を推定する。そして、ステーション104a~104dが送出する管理フレームの送信電力がアクセスポイント103において規定の受信信号電力を得るようにステーション104a~104dの送信電力の初期値を設定する。

【0086】

このような動作は、図2に示したようにアクセスポイント103だけが送信電力決定機能210を備える場合、ステーション104a~104dが測定機能210によって無線情報を測定する。そして、アクセスポイント103の送信電力決定機能210が、測定結果を、対向ノード測定結果取得機能209を介して取得する。さらに取得した情報に基づいて送信電圧の初期値を設定し、ステーションに送信して設定するようにしてもよい。

30

また、本実施形態は、アクセスポイント103だけが送信電力決定機能210を備える構成に限定されるものでなく、ステーション104a~104dが送信電力決定機能210を備えるよう構成してもよい。

【0087】

図9は、管理フレームの送信電力の設定を説明するための図である。図9(a)、(b)は、いずれもアクセスポイントからステーションに向けてパイロット信号やビーコン信号等の管理フレームを送信する状態を示している。管理フレームは、アクセスポイントからステーションへの報知情報としてアクセスポイントが送信したフレームの送信電力を含んでいる。ステーションは、管理フレームを受信して受信時の電力を測定する。そして、フレームの送信時の電力と受信時の電力との比から信号の伝搬損失を算出する。

40

【0088】

アクセスポイントだけが送信電力決定機能210を備える場合、ステーションは、算出された伝搬損失を測定結果報告機能204から対向ノード測定結果取得機能209へ向け送信する。伝搬損失は、対向ノード測定結果取得機能209から送信電力決定機能210に送られる。送信電力決定機能210は、算出された伝搬損失に基づいて、送信したフレームのアクセスポイントにおける受信時の電力が予め設定されている規定値に達するように、ステーションSTAがアクセスポイントAPに帰属するために送出する管理フレー

50

ムの送信電力を設定する。

【 0 0 8 9 】

(a) は、規定の電力値がステーション S T A の内部に例えばテーブル等として保存されている例である。また、(b) は、規定の電力値が管理フレームとともにアクセスポイント A P からステーション S T A に送信されてくる例である。

このような本実施形態によれば、アクセスポイントにおける受信信号電力が必要十分な値になるように送信電力決定機能 2 1 0 がステーションの送信電力を設定できる。また、ステーションが他のノードに与える干渉を低減でき、さらに管理フレームの受信品質を保つことができる。

また、本実施形態は、以上述べたように、アクセスポイントにおける受信信号の強度を基準にして送信電力を設定する構成に限定されるものではない。例えば、受信信号の電力に代えて受信時の信号電力対雑音電力比 (以下 S / N 比) を基準にして送信電力を設定することも考えられる。

【 0 0 9 0 】

図 1 0 は、このような構成を説明するための図である。図示した構成では、アクセスポイント A P は、ステーション S T A に対して送信電力とともに雑音信号の電力をも送信する。ステーション S T A は、この雑音電力情報に基づいて、アクセスポイント A P において規定の信号電力対雑音電力比を得るように、ステーション S T A が送出する管理フレームの送信電力の初期値を設定する。

【 0 0 9 1 】

(a) は、規定の S / N 比がステーション S T A の内部に例えばテーブル等として保存されている例である。また、(b) は、規定の S / N 比が管理フレームとともにアクセスポイント A P からステーション S T A に送信されてくる例である。

以上述べた本実施形態は、アクセスポイントにおける信号の S / N 比が必要十分な値になるようにステーションの送信電力を設定できる。このため、ステーションが他のノードに与える干渉を低減し、管理フレームの受信品質を保つことができる。

以上述べた無線情報に基づく送信電力の設定は、前記したパケット種別による送信電力と組合わせて使用することができる。すなわち、無線情報に基づいて複数のノードの送信電力を一様に、または個別に設定するにあたり、パケットの種別によって設定された送信電力を補正等することも可能である。

【 0 0 9 2 】

I I - 1 帰属処理用管理フレームに対する応答がない場合

また、本実施形態は、以上の構成において、図 9、図 1 0 に示したステーション S T A がアクセスポイント A P に送出した管理フレームに対する応答用の管理フレームが規定時間を経過した後もステーション S T A に返信されない場合、ステーション S T A が、次の帰属処理における送信電力を規定ステップ分増加させるものとする。

【 0 0 9 3 】

このような構成により、ステーションがアクセスポイントに帰属するために送出した管理フレームの伝送に失敗した場合、ステーションは、次の帰属処理で送信電力を増加させることができる。このため、電波伝搬環境の変化が激しく、送信電力の制御遅延が無視できずにアクセスポイントとステーション間の伝搬損失の推定時と実際の通信時における伝搬損失の間に誤差を生じるような状況においても、パケット再送回数を低減し、帰属処理用管理フレームを短時間のうちにアクセスポイントに到達させることができる。

【 0 0 9 4 】

図 1 1、図 1 2 は、以上述べた構成を説明するための図である。図 1 1 は、送信電力の制御遅延が無視できる場合の電力及び伝搬損失の時間変化を示したグラフである。図 1 1 に示した例では、ステーションが、推定された伝搬損失とアクセスポイントにおける規定の受信信号電力に基づいて送信電力を設定し、アクセスポイントに対して管理フレームを送出する。このとき、制御遅延が無視できるので、アクセスポイントにおいて受信された信号電力は規定の受信信号電力を満たして管理フレームの伝送が成功する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 5 】

図 1 2 は、送信電力の制御遅延が無視できない場合の電力及び伝搬損失の時間変化を示したグラフである。送信電力の制御は、一般的に一定の時間を要する。このため、電波伝搬環境の変化が激しくて伝搬損失が大きく変動するような状況では制御遅延を無視することができない。管理フレームが実際に送信される時の伝搬損失は、制御遅延により、ステーションが推定した伝搬損失から変化してしまっている。

【 0 0 9 6 】

このとき、推定時の伝搬損失よりも送出時の伝搬損失が大きければ、アクセスポイントにおける実際の受信信号電力が規定の受信信号電力を下回って管理フレームの伝送が失敗する。このような場合、ステーションは、管理フレームを再送信することになる。しかし、同様の送信電力で再送信した場合には同様に失敗する可能性がある。

10

【 0 0 9 7 】

そこで、本実施形態は、ステーションが、再送時には先に推定された伝搬損失とアクセスポイントにおける規定の受信信号電力に基づいて得た送信電力に、さらに規定ステップ分の送信電力を上乗せした送信電力を設定する。このようにすることにより、失敗した伝送に用いた送信電力と同様の送信電力で再送信するよりも伝送が失敗する確率を減じることができる。

また、本実施形態では、同一の管理フレームの伝送が成功するまで規定ステップ分の上乗せを何度も繰返しても良い。また、このような送信電力を上乗せする制御は、ステーションの送信電力をアクセスポイントにおける信号の S / N 比を使って決定する場合にも同様に実行することができる。

20

【 0 0 9 8 】

I I I 帰属処理用管理フレーム以外の管理フレームへの応用例

以上述べた本実施形態は、いずれもステーションがアクセスポイントに対して帰属処理を求める帰属処理用の管理フレームの送信電力の設定について説明している。しかし、本実施形態は、以下のようにして、帰属処理用のフレーム以外のフレームの送信電力を設定することができる。

すなわち、ステーションが送出する帰属処理用以外の管理フレーム、データフレーム、制御フレームの送信電力の初期設定値は、(1) 式のように帰属処理用の管理フレームの伝送成功時の送信電力の設定値に、予め規定されたフレーム種ごとの初期伝送速度と帰属処理用の管理フレームの伝送速度の比を乗じた値を設定することによって求められる。

30

【 0 0 9 9 】

帰属処理用以外のフレームの送信電力初期設定値

= 帰属処理用管理フレームの伝送成功時の送信電力値 × 帰属処理用以外のフレームの伝送速度 / 帰属処理用管理フレームの伝送速度

... 式 (1)

【 0 1 0 0 】

式 (1) を使って帰属用の管理フレーム以外のフレームの送信電力を設定することにより、本実施形態は、アクセスポイントにおける受信信号電力や S / N 比といった受信レベルが必要十分な値になるようにステーションの送信電力の初期値を設定することができる。このため、ステーションが他のノードに与える干渉を低減でき、しかも各種パケットの受信品質を保つことができる。

40

また、電波伝搬環境の変化が激しく、アクセスポイントとステーションと間の伝搬損失の推定値と送受信時の伝搬損失の間に相違を生じる状況においても、各種パケットを確実に伝送することができる。

【 0 1 0 1 】

(4) 送信電力の更新

次に、以上述べたようにして設定された送信電力を交信するための動作について説明する。本実施形態のアクセスポイント 1 0 3 において送信電力決定機能 2 1 0 は、周辺 B S S を構成するアクセスポイント 1 0 1 と、測定によって得られた無線情報、自 B S S のス

50

ーションから報告された無線情報、現在設定されている送信電力にかかる情報の少なくとも一つを相互に交信して送信電力を更新している。

【0102】

このような交信は、図2に示したAP間更新機能211によって行われる。AP間更新機能211は、アクセスポイントの無線、または有線LANを介して周辺のBSSを構成するアクセスポイントと交信する。

このような構成により、本実施形態は、無線リソースの使用状況を隣接するBSSのアクセスポイント間で共有でき、無線媒体の使用率を互いに平準化するように送信電力制御を調停することができる。例えば、無線測定結果によりBSS間にカバレッジロスが検出された場合には、送信電力が小さい方のBSSのアクセスポイントが送信電力を増加させ、送信電力の大きいBSSに負担をかけずにカバレッジロスを救済することができる。

10

【0103】

図13は、送信電力決定機能210による送信電力を変化させる方法を具体的に説明するための図である。図13(a)は、送信電力を絶対値として初期設定し、直前の設定値と更新後の設定値との相対値により直行的に送信電力を変化させたものである。すなわち、図13(a)に示した動作では、交信の前の設定値から更新後の設定値へ送信電力が直接変化する。このようにすれば、送信電力を速やかに交信後の設定値にすることができる。

【0104】

また、図13(b)は、送信電力を絶対値として初期設定し、送信電力更新用の規定ステップ単位で直前に設定された送信電力を増減することによって更新する例を示している。このようにすれば、送信電力制御の前後で変化する送信電力値が固定されるため急激な変化が起こらずに安定な送信電力制御を行うことができる。なお、図13(b)に示した送信電力の更新方法を、漸次的な更新ともいうものとする。

20

【0105】

I 無線媒体使用率を規定の条件とした送信電力の更新

前記したように、本実施形態の送信電力の更新は、規定の条件が満足される度に繰返し更新される。ここでは、送信電力を、無線媒体の使用率に基づいて更新することについて説明する。本実施形態は、アクセスポイントが自らに帰属するステーションとの通信に基づく無線媒体使用率が第一の無線媒体使用率閾値を超えた場合には送信電力を規定ステップ分増加させ、無線媒体使用率が、第一の無線媒体使用率閾値よりも小さい第二の無線媒体使用率閾値を下回った場合には送信電力を規定ステップ分減少させることにより、設定された送信電力を更新している。

30

以上の構成において、第一の無線媒体使用率閾値、第二の無線媒体使用率閾値が規定の条件であって、第一の無線媒体使用率閾値を上回ること、第二の無線媒体使用率閾値を下回ることが規定の条件を満たしたことに相当する。

【0106】

図14は、上記した更新の動作を説明するための図である。無線媒体使用率とは、パケット送受信時間が規定観測時間に占める割合を指す。無線媒体使用率は一定時間内における平均値や統計値であってもよい。図中に示すように、本実施形態は、無線媒体使用率が第一の無線媒体使用率閾値を超えている期間では更新タイミングの度に送信電力を規定ステップ分増加させている。一方、無線媒体使用率が第二の無線媒体使用率閾値を下回っている期間では、更新タイミングの度に送信電力を規定ステップ分減少させている。

40

このような本実施形態によれば、無線媒体の輻輳時には大きな送信電力を割り当てることで輻輳を緩和し、無線媒体の閑散時には小さな送信電力を割り当てることで送信電力を節約することができる。

【0107】

II 通信品質に基づくデータ伝送速度の更新

本実施形態では、さらに、送信電力決定機能210が、上記したように送信電力を制御した結果、データフレームの通信品質が第一の品質規定値よりも小さく、すなわち、良好

50

と判定されたノードには設定するデータ伝送速度を増加させるシフトアップを行い、データフレームの通信品質が第二の品質規定値よりも大きく、すなわち不良と判定されたノードには設定するデータ伝送速度を減少させるシフトダウンを行っている。このような動作において、第一の品質規定値は第二の品質規定値よりも小さい。また、データ伝送速度の更新周期は送信電力の更新周期よりも小さく設定されている。

【0108】

以上の構成において、第一の品質規定値、第二の品質規定値が規定の条件であって、第一の品質規定値を下回ること、第二の品質規定値を上回ることが規定の条件を満たしたことに相当する。

図15(a)は、あるノードの通信品質の時間変化を示した図である。本実施形態でいう通信品質は、パケット衝突発生率、パケット再送発生率、あるいは、パケット誤り率の少なくとも一つを指す。通信品質の値は小さいほど高い品質を指す。図中の第一の品質規定値は第二の品質規定値よりも小さく、第2の通信品質よりも高い通信品質を示している。

10

【0109】

図15(b)は、(a)に示した通信品質に基づいてシフトアップ、シフトダウンしたデータ伝送速度の時間変化を示した図である。図示したように、伝送速度は、あるノードの通信品質が第一の品質規定値より良好と判定される期間では当該ノードの伝送速度を増加させるシフトアップを行い、第二の品質規定値より不良と判定される期間では当該ノードの伝送速度を減少させるシフトダウンを行っている。なお、通信品質が第二の品質規定値よりは良好で、かつ、第一の通信品質規定値よりは不良であると判定された場合には、現状の伝送速度が維持される。

20

【0110】

アクセスポイントまたはステーションで受信された信号は、通信品質測定機能202によって通信品質が測定される。測定結果は、第一の通信品質規定値、第2の通信品質規定値との大小関係が判定される。

判定の結果は、直接、あるいは間接的に送信電力決定機能210に送られる。送信電力決定機能210は、通信品質と第一の通信品質規定値、第2の通信品質規定値との大小関係に基づいてデータ伝送速度をシフトアップ、シフトダウンするように送信電力設定更新機能205に命令する。

30

【0111】

なお、上記した制御は、図2に示した機能によらず、ハードウェア構成によっても実現することができる。図15(c)は、シフトアップ、シフトダウンを実行するための演算回路を例示した図である。

このように動作することにより、本実施形態は、通信品質に応じて無線リソースを最大限に利用することができる。また、データの伝送速度の設定範囲には上限値と下限値を設けてもよい。また、シフトアップ、または、シフトダウン時のデータ伝送速度の変更幅は一定でなくともよく、例えば、予め定義した任意の離散値間を遷移させても良い。

【0112】

III 第一の無線媒体使用率閾値、第二の無線媒体使用率閾値の調整

40

以下、図14で説明した第一の無線媒体使用率閾値、第二の無線媒体使用率閾値の調整を調整することについて説明する。

本実施形態では、あるアクセスポイント、あるいはこのアクセスポイントに帰属するステーションのパケット伝送遅延量測定結果の少なくとも一方がパケット伝送遅延量目標値よりも小さい場合、第一の無線媒体使用率閾値及び第二の無線媒体使用率閾値を増加させる。また、パケット伝送遅延量測定結果がパケット伝送遅延量目標値よりも大きい場合、第一の無線媒体使用率閾値及び第二の無線媒体使用率閾値を減少させる。この際の無線媒体使用率閾値の更新周期は、送信電力の更新周期よりも大きく設定される。

【0113】

図16は、第一の無線媒体使用率閾値、第二の無線媒体使用率閾値の調整を実行する構

50

成を説明するための図である。本実施形態では、図 16 に示した構成を演算回路によって実現するものとした。本実施形態のアクセスポイント、ステーションのハードウェア構成については、後に図示するものとする。図 16 に示した演算回路は、アクセスポイント及びステーションが有する送信電力設定部に含まれるものとする。

【0114】

図示したように、アクセスポイント及びステーションにおいて受信された信号は、パケット伝送遅延量を測定され、測定結果が加算回路 161 において伝送遅延量の目標値と比較される。そして、少なくとも一方と目標値との大小関係に基づいて無線媒体使用率の第一閾値、第二閾値を更新する。受信信号の無線媒体使用率は、新たに生成された無線媒体使用率の第一閾値、第二閾値と加算回路 162 において大小関係を比較される。この大小関係に基づいてアクセスポイント、ステーションの送信電力の設定が更新される。

なお、送信電力制御の命令生成は、無線媒体使用率の閾値の更新よりもより頻繁に行われる。送信電力制御命令は自ノードの送信手段に設定されてもよく、あるいは、対向ノードに設定されても良い。

以上の動作により、本実施形態は、送信電力制御によって実際に得られるパケット伝送遅延量を略目標値付近に維持することができる。

【0115】

(5) 装置構成

また、本実施形態のアクセスポイントのハードウェアを含む構成を図 17 に、ステーションのハードウェア構成を図 18 に示す。

図 17 に示したアクセスポイントは、無線送受信器 172 と送信電力制御器 171 から構成されている。無線送受信器 172 は、有線 LAN からアクセスポイントへ入力されたデータを IEEE 802.11 標準規格準拠の無線 LAN パケットであるデータフレームに構成してその他の管理フレームや制御フレームと時間を済み分けてアンテナから送信し、また、他ノードからのデータフレームや管理フレーム、制御フレームを、アンテナを通じて受信して有線 LAN に伝達する。

【0116】

送信電力制御器 171 は、無線送受信部 172 を監視して無線測定や通信品質測定、無線媒体使用率測定を行う測定部 173、無線送受信器 172 を介して帰属する各ステーションに無線測定や通信品質測定、無線媒体使用率測定を指示して測定結果を取得するとともに、測定部から無線測定結果や通信品質測定結果、無線媒体使用率を取得する測定結果取得部 174、アクセスポイント及びこのアクセスポイントに帰属する各ステーションにおける無線測定結果や通信品質測定結果、無線媒体使用率、及び周辺の AP の送信電力設定状況に基づいて送信電力を決定し、当該アクセスポイントや帰属する各ステーションに送信電力を設定更新する送信電力設定部 175、送信電力設定部 176 によって設定、有線 LAN、または、無線 LAN を介して周辺の AP と交信して設定状況や測定結果を情報交換する AP 間交信部 176 から構成される。

【0117】

また、図 18 に示したステーション 180 は、無線送受信器 172 と送信電力制御器 181 から構成されている。無線送受信器 172 は、有線 LAN や情報端末からステーションへ入力されたデータを IEEE 802.11 標準規格準拠の無線 LAN パケットであるデータフレームに構成してその他の管理フレームや制御フレームと時間を済み分けてアンテナから送信し、また、他ノードからのデータフレームや管理フレーム、制御フレームをアンテナを通じて受信して有線 LAN に伝達する。

【0118】

送信電力制御器 181 は、無線送受信部 172 を監視して無線測定や通信品質測定、無線媒体使用率測定を行う測定部 173、無線送受信部を介して対抗するアクセスポイントから指示された無線測定や通信品質測定、無線媒体使用率測定の測定結果を報告するとともに、測定部 173 から無線測定結果や通信品質測定結果、無線媒体使用率を取得する測定結果報告部 185、このステーションにおける無線測定結果や通信品質測定結果、無線

10

20

30

40

50

媒体使用率及び対向するアクセスポイントからの指示に基づいてステーションの送信電力を設定更新する送信電力設定部 175 とから構成されている。

【0119】

(6) 通信制御方法

次に、以上述べた本実施形態の通信制御装置で実行される通信制御方法について説明する。図19は、本実施形態の通信制御方法を説明するためのフローチャートである。図示したフローチャートでは、まず、あるBSSのアクセスポイントが、周辺BSSがあるか否かを判定する(S191)。判定の結果、周辺BSSがない場合(S191: No)、アクセスポイントが自アクセスポイント及び自アクセスポイントに帰属するステーションの送信電力を最大の値に設定する(S195)。

10

【0120】

一方、周辺BSSがあると判定された場合(S191: Yes)、さらに、アクセスポイントにある送信電力決定機能は、この周辺BSSに送信電力の制御機能が備わっているか否かを判定する(S192)。なお、送信電力の制御機能が備わっているか否かは、アクセスポイントによって送信された制御フレームに対する応答のフレームに含まれる情報等によって知ることができる。周辺BSSに送信電力の制御機能がない場合(S192: No)、アクセスポイントが自アクセスポイント及び自アクセスポイントに帰属するステーションの送信電力を最大の値に設定する(S195)。

【0121】

一方、送信電力の制御機能を持った周辺BSSがある場合(S192: Yes)、送信電力決定機能は、各種の測定機能によって測定された信号の測定値に基づいて、自アクセスポイント及び自アクセスポイントに帰属するステーションの送信電力を設定する(S193)。送信電力の設定後、送信電力決定機能210は、一定の周期で先に設定された送信電力の更新をすべきか判定する(S194)。

20

【0122】

ステップ194において、送信電力を更新すべきであると判断された場合(S194: Yes)、ステップS193において再度送信電力を設定し、先に設定されていた送信電力を更新する(S193)。

以上述べたフローチャートにおいて、ステップS191が周辺BSS発見ステップに相当する。また、ステップS193が送信電力設定ステップに相当する。

30

【産業上の利用可能性】

【0123】

本発明は、アクセスポイントが固定の無線LANシステムにも、移動可能な無線LANシステムにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0124】

【図1】本発明の通一実施形態の通信制御装置が適用される無線LANシステムを説明するための図である。

【図2】図1に示したアクセスポイント101、103、ステーション102a~102d、104a~104dの通信制御の機能を説明するための図である。

40

【図3】本発明の一実施形態において、送信電力の制御機能を持っていないBSS周辺にあるBSSを説明するための図である。

【図4】本発明の一実施形態において、周辺BSSがない例を説明するための図である。

【図5】本発明の一実施形態のアクセスポイントの測定対象一覧を示すための図である。

【図6】本発明の一実施形態の通信制御装置がBSSに含まれる複数のノードに共通の送信電力を設定する例を示している。

【図7】本発明の一実施形態の通信制御装置がBSSに含まれる複数のノードに個別に送信電力を設定する例を示している。

【図8】本発明の一実施形態のフレームの種別に基づいて送信電力の値を設定するための動作を説明するための図である。

50

【図 9】本発明の一実施形態の管理フレームの送信電力の設定を説明するための図である。

【図 10】本発明の一実施形態の受信時の信号電力対雑音電力比を基準にして送信電力を設定する構成を説明するための図である。

【図 11】本発明の一実施形態において、送信電力の制御遅延が無視できる場合の電力及び伝搬損失の時間変化を示したグラフである。

【図 12】本発明の一実施形態において、送信電力の制御遅延が無視できない場合の電力及び伝搬損失の時間変化を示したグラフである。

【図 13】本発明の一実施形態の送信電力を変化させる方法を具体的に説明するための図である。

【図 14】本発明の一実施形態の送信電力更新の動作を説明するための図である。

【図 15】本発明の一実施形態のノードの通信品質の時間変化を示した図である。

【図 16】本発明の一実施形態の第一の無線媒体使用率閾値、第二の無線媒体使用率閾値の調整を実行する構成を説明するための図である。

【図 17】本発明の一実施形態のアクセスポイントのハードウェア構成を示した図である。

【図 18】本発明の一実施形態のステーションのハードウェア構成を示した図である。

【図 19】本発明の一実施形態の送信制御方法を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

【0125】

20 測定機能

101, 103 アクセスポイント

102 a ~ 102 d, 104 a ~ 104 d ステーション

161, 162 加算回路

201 無線測定機能

202 通信品質測定機能

203 無線媒体使用率測定機能

204 測定結果報告機能

205 送信電力設定更新機能

206 送信機

207 受信機

208 アンテナ

209 対向ノード測定結果取得機能

210 送信電力決定機能

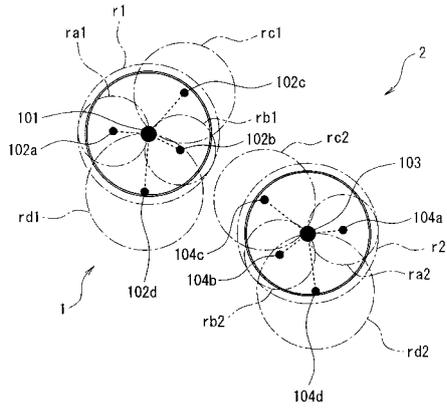
211 AP間更新機能

10

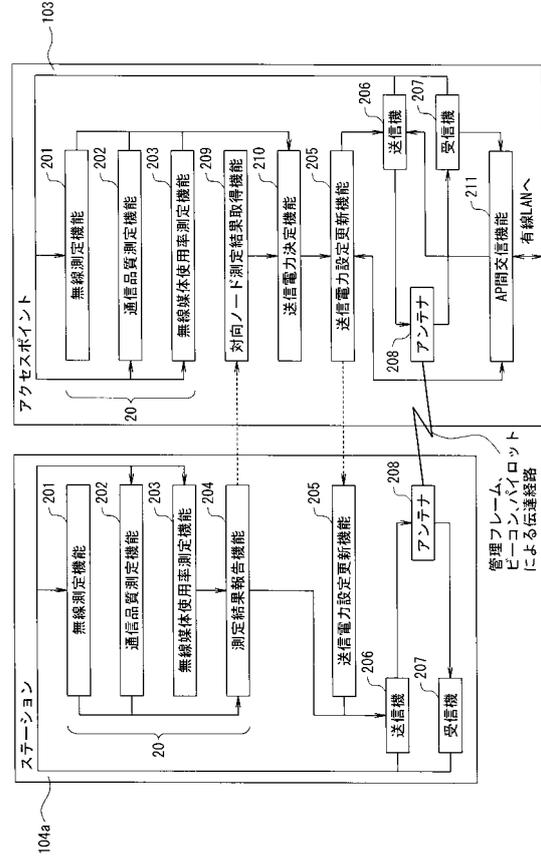
20

30

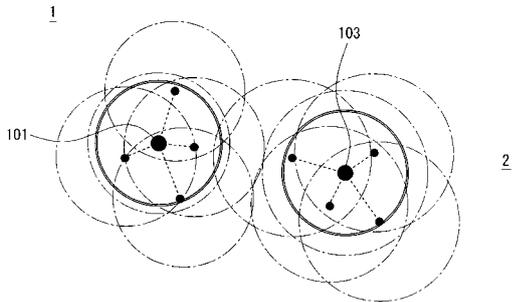
【図1】



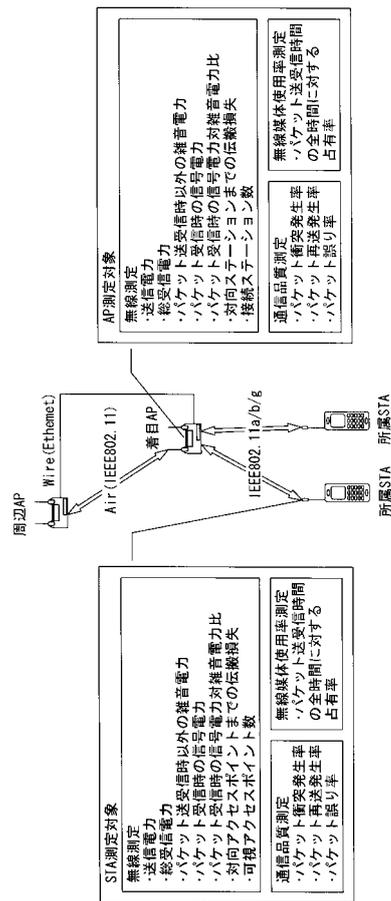
【図2】



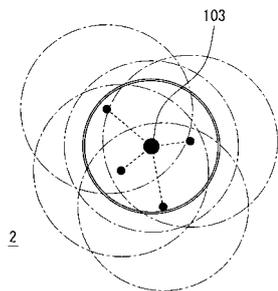
【図3】



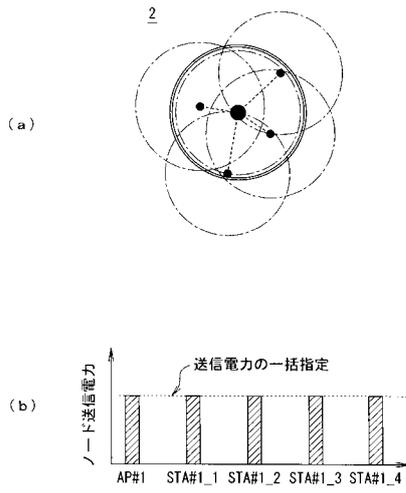
【図5】



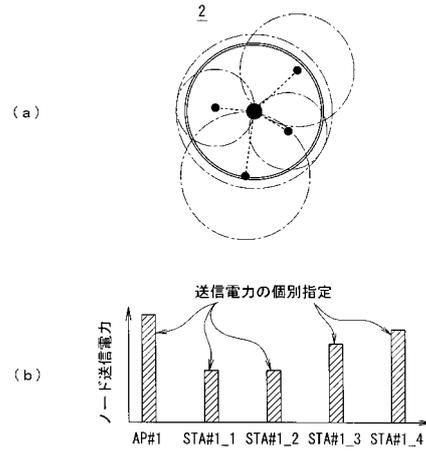
【図4】



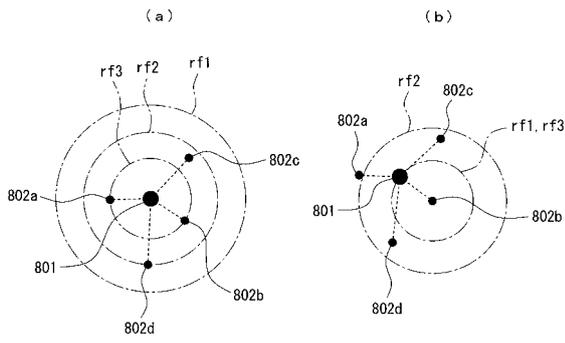
【 図 6 】



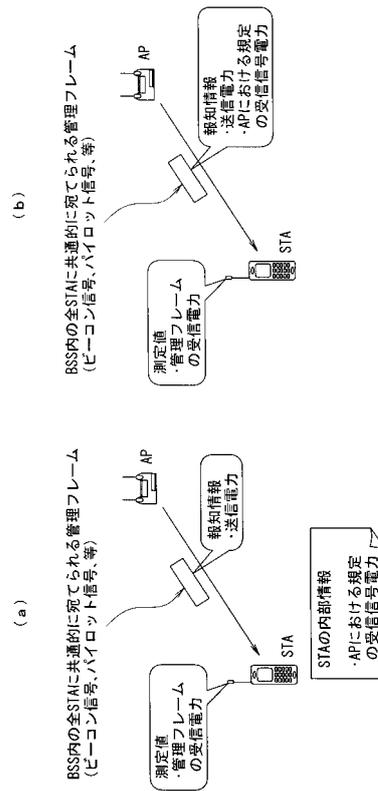
【 図 7 】



【 図 8 】

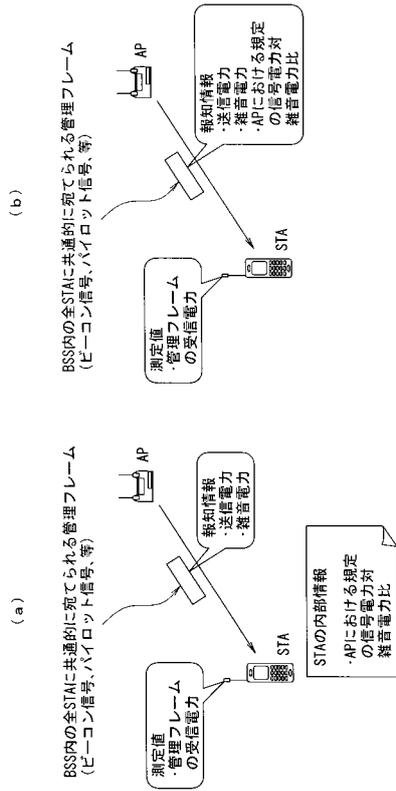


【 図 9 】



STAとAPの伝搬損失=AP送出の管理フレームの送信電力/AP送出の管理フレームの受信電力
 STAとAPの伝搬損失=APの送信電力/APにおける規定の受信電力×STAとAPの伝搬損失

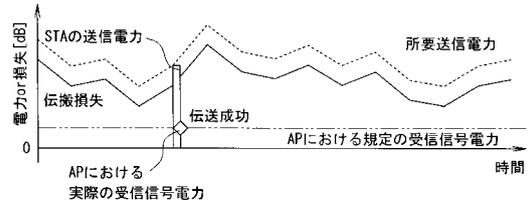
【 図 1 0 】



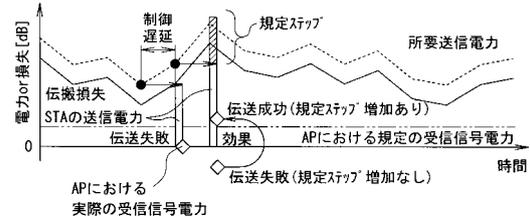
STAとAPの伝搬損失 = AP送出手の管理フレームの送信電力 / AP送出手の管理フレームの受信電力

ステーションが送出する管理フレームの送信電力 = APにおける規定の信号電力対雑音電力比 × 雑音電力 × STAとAPの伝搬損失

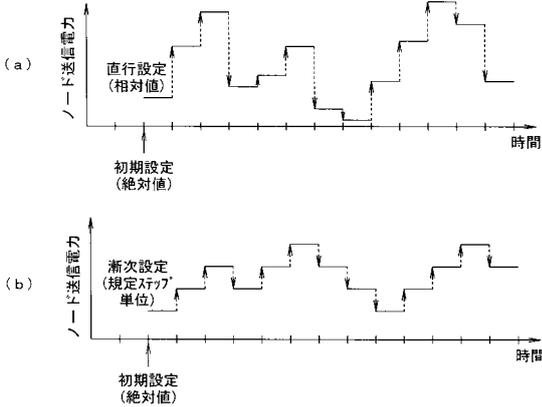
【 図 1 1 】



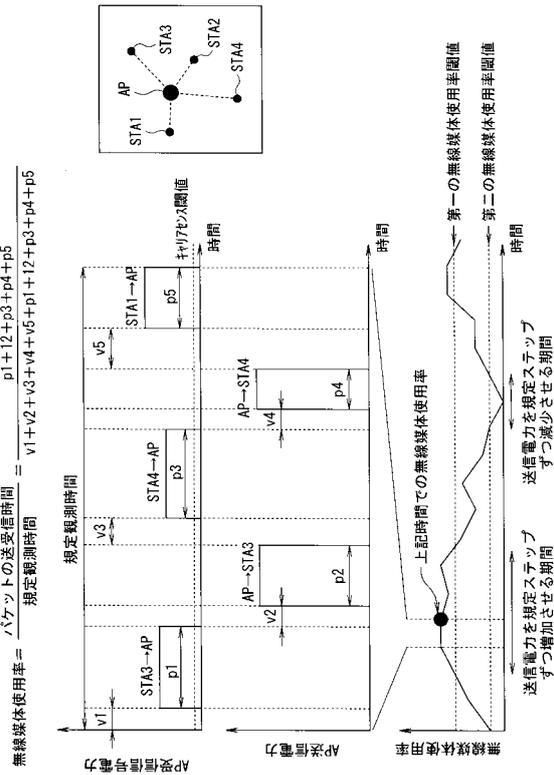
【 図 1 2 】



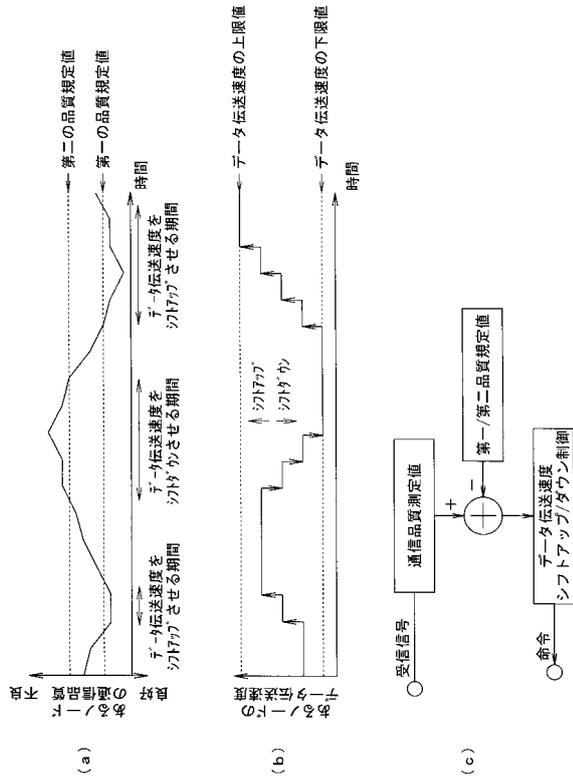
【 図 1 3 】



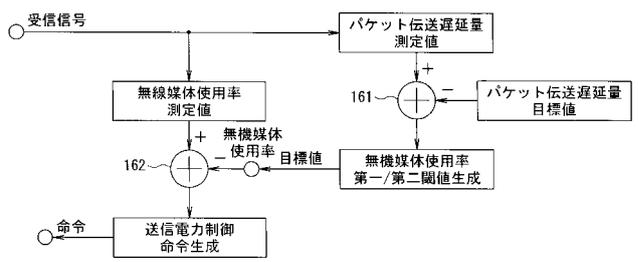
【 図 1 4 】



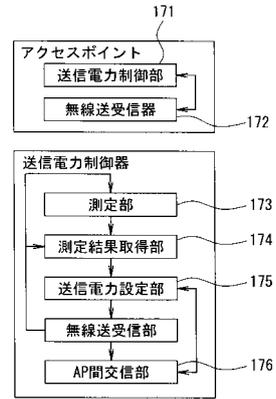
【図15】



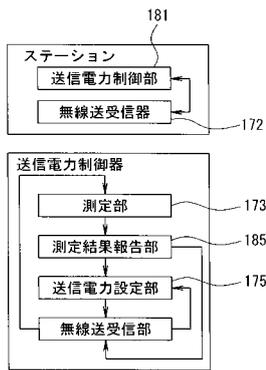
【図16】



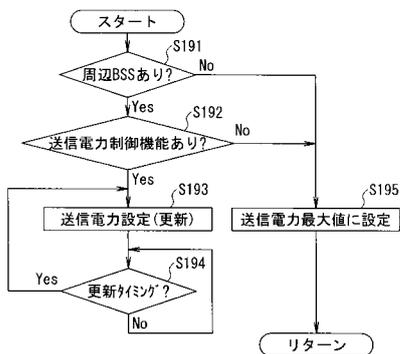
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 大矢 智之

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

(72)発明者 杉山 隆利

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

Fターム(参考) 5K033 AA05 CA07 CB01 CB06 CB15 DA02 DA17 DB16 EA06 EA07

EC01