(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5409191号
(P5409191)

(45)発行日　平成26年2月5日(2014.2.5)　(24)登録日　平成25年11月15日(2013.11.15)

(51)Int.Cl.　F I
H04W 52/18 (2009.01)　H04W 52/18
H04W 84/12 (2009.01)　H04W 84/12
H04W 88/04 (2009.01)　H04W 88/04

請求項の数 4　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2009-192125 (P2009-192125)
(22)出願日　平成21年8月21日 (2009.8.21)
(65)公開番号　特開2011-44928 (P2011-44928A)
(43)公開日　平成23年3月3日 (2011.3.3)
審査請求日　平成24年2月24日 (2012.2.24)

(73)特許権者　392026693
株式会社ＮＴＴドコモ
東京都千代田区永田町二丁目１１番１号
(74)代理人　100088155
弁理士　長谷川　芳樹
(74)代理人　100113435
弁理士　黒木　義樹
(74)代理人　100121980
弁理士　沖山　隆
(74)代理人　100128107
弁理士　深石　賢治
(72)発明者　五十嵐　圭
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】無線通信方法及び無線通信装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の無線ネットワークに存在する無線端末との間でデータを送受信するための第１のネットワーク・インタフェースと、第２の無線ネットワークに存在する通信装置との間でデータを送受信するための第２のネットワーク・インタフェースとを備え、前記第１の無線ネットワークと前記第２の無線ネットワークとの間で伝送されるデータを中継する無線通信装置、により実行される無線通信方法であって、
所定の時刻において前記無線通信装置内に保持されている蓄積パケット量、第１の時刻における前記蓄積パケット量と第２の時刻における前記蓄積パケット量との差分、所定の期間における再送パケット数、及び前記第１の無線ネットワークと前記第２の無線ネットワークとの間の通信速度差のうち少なくとも一つの情報を取得する取得ステップと、
前記取得された少なくとも一つの情報に基づいてスリープ時間を算出する算出ステップと、
前記第１のネットワーク・インタフェースを前記算出されたスリープ時間だけ省電力状態にする制御ステップと、
を含むことを特徴とする無線通信方法。
【請求項２】
前記算出ステップでは、前記スリープ時間が、前記蓄積パケット量および前記差分に対する単調増加関数と、前記再送パケット数に対する単調増加関数と、前記通信速度差に対する単調増加関数とのうち少なくとも一つに基づいて算出される、

請求項１に記載の無線通信方法。
【請求項３】
前記制御ステップでは、前記無線通信装置と接続する前記無線端末の数が０から１以上に変化したときには前記スリープ時間を０として前記第１のネットワーク・インタフェースを制御し、その後、前記算出ステップにおいて算出されたスリープ時間だけ前記第１のネットワーク・インタフェースを省電力状態にする、
請求項１又は２に記載の無線通信方法。
【請求項４】
第１の無線ネットワークに存在する無線端末との間でデータを送受信するための第１のネットワーク・インタフェースと、第２の無線ネットワークに存在する通信装置との間でデータを送受信するための第２のネットワーク・インタフェースとを備え、前記第１の無線ネットワークと前記第２の無線ネットワークとの間で伝送されるデータを中継する無線通信装置であって、
所定の時刻において前記無線通信装置内に保持されている蓄積パケット量、第１の時刻における前記蓄積パケット量と第２の時刻における前記蓄積パケット量との差分、所定の期間における再送パケット数、及び前記第１の無線ネットワークと前記第２の無線ネットワークとの間の通信速度差のうち少なくとも一つの情報を取得する取得手段と、
前記取得された少なくとも一つの情報に基づいてスリープ時間を算出する算出手段と、
前記第１のネットワーク・インタフェースを前記算出されたスリープ時間だけ省電力状態にする制御手段と、
を備えることを特徴とする無線通信装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、二種類の無線ネットワークの間で流れるデータを中継する無線通信方法及び無線通信装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、様々な装置に無線ＬＡＮインタフェースが搭載され、無線ＬＡＮを介しての通信が可能となっている（例えば下記特許文献１参照）。特に、パーソナルコンピュータ（ＰＣ）や各種家電製品、携帯端末などへのＩＥＥＥ（The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.）８０２．１１の普及は著しい。
【０００３】
ＩＥＥＥ８０２．１１において、移動機が無線端末（ステーション：ＳＴＡ）となる場合には移動機の消費電力を抑えることが重要になる。下記非特許文献１には無線端末の省電力化を実現する手法が記載されている。
【０００４】
具体的には、ＩＥＥＥ８０２．１１で規定された無線ＬＡＮ通信では、基地局は所定の周期で共通通知情報（以下「ビーコン」という）を無線端末に送信する。ビーコンの中には、省電力モードで動作中の各無線端末に送信するために蓄積されているデータの有無を示す、ＴＩＭ（Traffic Indication Map）と呼ばれるビットマップが含まれている。省電力モードで動作中の無線端末は、ビーコンを受信する周期を規定するListen Intervalというパラメータに従って規則的に受信休止状態（Ｄｏｚｅ状態）から受信待機状態（Ａｗａｋｅ状態）に遷移し、ビーコンを受信する。無線端末は受信したビーコンのＴＩＭを解析することで、自端末宛のデータが基地局（アクセスポイント：ＡＰ）に蓄積されているか否かを判断する。無線端末は、自端末宛のデータが蓄積されている場合には、PS-Poll(Power Save-Poll)という制御フレームを基地局に送信することでそのデータを基地局から転送させ、フレームを受信するまでＡｗａｋｅ状態を維持し、自端末宛のデータが蓄積されていない場合にはＤｏｚｅ状態へ遷移する。つまり、無線端末は一定周期でＡｗａｋｅ状態およびＤｏｚｅ状態を繰り返す。

【０００５】
このような間欠受信技術により無線端末の省電力効果は期待できるが、基地局などのアクセスポイントでは常時Ａｗａｋｅ状態を維持する必要がある。アクセスポイントが常時電源供給される状態にあれば問題はないが、移動機がアクセスポイントの役割を果たす際にはやはり消費電力が重大な問題になる。下記非特許文献２には、この問題を解決する手法として基地局の間欠受信方法が記載されている。
【０００６】
この方法では、アクセスポイントの役割を担う基地局が、Ｄｕｒａｔｉｏｎフィールド内に所定の値を設定したビーコンを無線端末に送信することで配下の無線端末に対してＮＡＶ（Network Allocation Vector）を設定し、そのＮＡＶで示された期間だけスリープする。ＮＡＶとはＤｕｒａｔｉｏｎフィールドに記載された期間だけパケット送信を禁止する機能であり、ＩＥＥＥ８０２．１１に規定されている。下記非特許文献２では、基地局は、ＩＥＥＥ８０２．１１ｅにおけるＡＤＤＴＳを利用して予め無線端末から通知されたトラフィック情報に基づいて、最適なＮＡＶを算出する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２００６－１０１１４７号公報
【非特許文献】
【０００８】
【非特許文献１】ANSI/IEEE std 802.11, Wireless LAN medium access control (MAC) andphysical layer (PHY) specifications, 1999
【非特許文献２】五十嵐　圭・山田　暁・大矢智之、「無線ＬＡＮアクセスポイントの間欠受信方法に関する検討」、信学技報、vol. 108、no. 249、RCS2008-123、pp.123-128、2008年10月
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
しかしながら、無線端末がＩＥＥＥ８０２．１１ｅを実装していない場合には、アクセスポイントである基地局はトラフィック情報を取得できないため、最適なＮＡＶを算出することができない。
【００１０】
本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、トラフィック情報を無線端末から取得することなくアクセスポイントの省電力化を実現することが可能な無線通信方法および無線通信装置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】
【００１１】
本発明の無線通信方法は、第１の無線ネットワークに存在する無線端末との間でデータを送受信するための第１のネットワーク・インタフェースと、第２の無線ネットワークに存在する通信装置との間でデータを送受信するための第２のネットワーク・インタフェースとを備え、第１の無線ネットワークと第２の無線ネットワークとの間で伝送されるデータを中継する無線通信装置、により実行される無線通信方法であって、所定の時刻において無線通信装置内に保持されている蓄積パケット量、第１の時刻における蓄積パケット量と第２の時刻における蓄積パケット量との差分、所定の期間における再送パケット数、及び第１の無線ネットワークと第２の無線ネットワークとの間の通信速度差のうち少なくとも一つの情報を取得する取得ステップと、取得された少なくとも一つの情報に基づいてスリープ時間を算出する算出ステップと、第１のネットワーク・インタフェースを算出されたスリープ時間だけ省電力状態にする制御ステップと、を含むことを特徴とする。
【００１２】
また、本発明の無線通信装置は、第１の無線ネットワークに存在する無線端末との間で

データを送受信するための第１のネットワーク・インタフェースと、第２の無線ネットワークに存在する通信装置との間でデータを送受信するための第２のネットワーク・インタフェースとを備え、第１の無線ネットワークと第２の無線ネットワークとの間で伝送されるデータを中継する無線通信装置であって、所定の時刻において無線通信装置内に保持されている蓄積パケット量、第１の時刻における蓄積パケット量と第２の時刻における蓄積パケット量との差分、所定の期間における再送パケット数、及び第１の無線ネットワークと第２の無線ネットワークとの間の通信速度差のうち少なくとも一つの情報を取得する取得手段と、取得された少なくとも一つの情報に基づいてスリープ時間を算出する算出手段と、第１のネットワーク・インタフェースを算出されたスリープ時間だけ省電力状態にする制御手段と、を備えることを特徴とする。

【００１３】

このような発明によれば、無線通信装置内の蓄積パケット量、蓄積パケット量の差分、再送パケット数、及びネットワーク間の通信速度差のうちの少なくとも一つの情報に基づいてスリープ時間が算出され、その時間に基づいて無線通信装置が省電力状態となる。スリープ時間の算出に用いられるこれらの情報はいずれも、無線端末から受信する必要があるトラフィック情報ではない。したがって、トラフィック情報を無線端末から取得することなくアクセスポイント（無線通信装置）の省電力化を実現できる。

【００１４】

本発明の無線通信方法では、算出ステップにおいて、スリープ時間が、蓄積パケット量および差分に対する単調増加関数と、再送パケット数に対する単調増加関数と、通信速度差に対する単調増加関数とのうち少なくとも一つに基づいて算出されることが好ましい。

【００１５】

この場合、単調増加関数という単純で実装容易な関数を用いてスリープ時間が算出されるので、スリープ時間を簡易に算出できる。

【００１６】

本発明の無線通信方法では、制御ステップにおいて、無線通信装置と接続する無線端末の数が０から１以上に変化したときにはスリープ時間を０として第１のネットワーク・インタフェースを制御し、その後、算出ステップにおいて算出されたスリープ時間だけ第１のネットワーク・インタフェースを省電力状態にすることが好ましい。

【００１７】

この場合、無線通信装置に接続する無線端末数が０である後に無線通信装置と１台以上の無線端末とが接続された場合に、スリープ時間が一旦リセットされてからスリープ時間が算出される。したがって、無線通信装置が１台以上の無線端末と接続し始めた時点のスリープ時間を適切に設定することができる。

【発明の効果】

【００１８】

このような無線通信方法及び無線通信装置によれば、トラフィック情報とは異なる情報（無線通信装置内の蓄積パケット量、蓄積パケット量の差分、再送パケット数、無線端末数、及びネットワーク間の通信速度差のうちの少なくとも一つの情報）に基づいてスリープ時間が算出され、その時間に基づいて無線通信装置が省電力状態になるので、トラフィック情報を無線端末から取得することなくアクセスポイント（無線通信装置）の省電力化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】実施形態に係るアクセスポイントを含む無線通信システムの全体構成を示す図である。

【図２】図１に示すアクセスポイントのハードウェア構成を示す図である。

【図３】図１に示すアクセスポイントの機能構成を示す図である。

【図４】アクセスポイントにおけるＡｗａｋｅ状態とＤｏｚｅ状態との切替を示す図である。

【図５】図１に示すアクセスポイントの動作を示すフローチャートである。
【図６】ＮＡＶ値が随時更新されていく様子を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００２０】
以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。本実施形態では、本発明に係る無線通信装置をアクセスポイント（ＡＰ）として機能する移動端末に適用する。なお、図面の説明において同一又は同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。
【００２１】
まず、図１～４を用いて実施形態に係るアクセスポイント１０の機能及び構成を説明する。図１は実施形態に係るアクセスポイント１０を含む無線通信システム１の全体構成を示す図である。図２はアクセスポイント１０のハードウェア構成を示す図である。図３はアクセスポイント１０の機能構成を示す図である。図４はアクセスポイント１０におけるＡｗａｋｅ状態とＤｏｚｅ状態との切替を示す図である。
【００２２】
アクセスポイント１０は、携帯電話機や携帯情報端末（Personal Digital Assistant：ＰＤＡ）などの移動端末であり、無線ＬＡＮ（以下では単に「ＬＡＮ」という）２及び無線ＷＡＮ（移動体通信網、以下では単に「ＷＡＮ」という）３を備える無線通信システム１の一構成要素である。アクセスポイント１０はＬＡＮ２（第１の無線ネットワーク）とＷＡＮ３（第２の無線ネットワーク）との間で伝送されるデータ（パケット）を中継する機能、すなわちブリッジ機能を実行する。したがって、アクセスポイント１０はゲートウェイということもできる。
【００２３】
ＬＡＮ２は、無線ＬＡＮインタフェースを備える無線端末（ＳＴＡ）２００とアクセスポイント１０とを含んで構成されている。ＷＡＮ３は、アクセスポイント１０と、そのアクセスポイント１０との間でデータを送受信する基地局３０１と、その上流に位置するバックボーンネットワーク３０２とを含んで構成されている。本実施形態において、ＬＡＮ２及びＷＡＮ３の伝送レートはそれぞれ３８４ｋ（ｂｐｓ），１１Ｍ（ｂｐｓ）とする。
【００２４】
無線端末２００としては、例えばノート型パーソナルコンピュータや無線ＬＡＮ付きゲーム機、デジタルカメラなどが考えられるが、無線端末の種類はこれらに限定されない。
【００２５】
なお、図１ではアクセスポイント１０を１台のみ示しているが、アクセスポイントは無線通信システム１内に何台存在してもよい。また、図１ではアクセスポイント１０の配下に３台の無線端末２００が存在しているが、１台のアクセスポイントに接続する無線端末の台数も限定されない。
【００２６】
図２に示すように、アクセスポイント１０はハードウェア構成として、演算処理を実行するＣＰＵ１０１と、ソフトウェアやデータなどを記憶するＲＯＭ１０２，ＲＡＭ１０３と、操作キーなどの操作部１０４と、ＬＡＮインタフェース（第１のネットワーク・インタフェース）１０５ａ及びＷＡＮインタフェース（第２のネットワーク・インタフェース）１０５ｂから成る無線通信部１０５と、各種データを表示するディスプレイ１０６とを備えている。ＬＡＮインタフェース１０５ａはＬＡＮ２において無線端末２００との間でデータ通信を実行する部分であり、通信を実行可能なＡｗａｋｅ状態（通常モード）と電力供給が抑制されて通信を実行できないＤｏｚｅ状態（省電力モード、スリープモード）という二つのモードの間を遷移する。ＷＡＮインタフェース１０５ｂはＷＡＮ３において基地局（通信装置）３０１との間でデータ通信を実行する部分である。
【００２７】
後述するアクセスポイント１０の各機能は、ＣＰＵ１０１やＲＯＭ１０２、ＲＡＭ１０３上に所定のコンピュータソフトウェアを読み込ませ、ＣＰＵ１０１の制御の下で操作部

１０４や無線通信部１０５、ディスプレイ１０６を動作させるとともに、ＲＯＭ１０２やＲＡＭ１０３に対してデータの読み出し又は書き込みを行うことで実現される。

【００２８】

図３に示すように、アクセスポイント１０は機能的構成要素としてＷＡＮ送受信部１１、ＬＡＮ受信部１２、時刻管理部１３、ビーコン周期管理部１４、バッファリング部（取得手段）１５、再送数管理部（取得手段）１６、ＳＴＡ管理部（取得手段）１７、ＮＡＶ算出部（取得手段、算出手段）１８、状態制御部（制御手段）１９、パケット生成部２０、及びＬＡＮ送信部２１を備えている。

【００２９】

ＷＡＮ送受信部１１は無線通信部１０５（ＷＡＮインタフェース１０５ｂ）に実装され、基地局３０１との間でパケットを送受信する部分である。ＷＡＮ送受信部１１は基地局３０１から送られてきたパケット（ＷＡＮパケット）を受信してバッファリング部１５に出力する。また、ＷＡＮ送受信部１１はバッファリング部１５から入力されたパケット（無線端末２００から送られてきたパケット）を基地局３０１に送信する。

【００３０】

このような送受信処理に加えて、ＷＡＮ送受信部１１はＷＡＮ３の実効通信速度を測定し、測定値を通信速度情報としてＮＡＶ算出部１８に出力する。

【００３１】

ＬＡＮ受信部１２は無線通信部１０５（ＬＡＮインタフェース１０５ａ）に実装され、無線端末２００から送られてきたパケット（ＬＡＮパケット）を受信する部分である。ＬＡＮ受信部１２は受信したパケットから送信元の無線端末２００のアドレス情報（送信元アドレス情報）を抽出してＳＴＡ管理部１７に出力する。また、ＬＡＮ受信部１２は受信したパケットをバッファリング部１５及び再送数管理部１６に出力する。

【００３２】

このような受信処理に加えて、ＬＡＮ受信部１２はＬＡＮ２の実効通信速度を測定し、測定値を通信速度情報としてＮＡＶ算出部１８に出力する。

【００３３】

時刻管理部１３はＣＰＵ１０１に実装され、バッファリング部１５及び状態制御部１９に時刻情報を出力する部分である。

【００３４】

ビーコン周期管理部１４はＲＯＭ１０２に実装され、予め記憶されているビーコン周期（ビーコンの送信間隔）の値をＮＡＶ算出部１８に出力する部分である。本実施形態ではビーコン周期を３０ｍｓ（ミリ秒）とするが、ビーコン周期の値はこれに限定されない。

【００３５】

バッファリング部１５はＲＯＭ１０２及びＲＡＭ１０３に実装され、ＬＡＮ受信部１２から入力されたＬＡＮパケットとＷＡＮ送受信部１１から入力されたＷＡＮパケットとを一時的に記憶する部分である。ＷＡＮ送受信部１１がパケットを送信可能な場合には、バッファリング部１５は蓄積しているＬＡＮパケットをＷＡＮ３側に転送するためにＷＡＮ送受信部１１に出力する。また、ＬＡＮ送信部２１がパケットを送信可能な場合には、バッファリング部１５は蓄積しているＷＡＮパケットをＬＡＮ２側に転送するためにパケット生成部２０に出力する。

【００３６】

また、バッファリング部１５は所定のタイミングにおけるＷＡＮパケットの蓄積量、すなわちこれからＬＡＮ２側に送信するために記憶しているパケットの量（蓄積パケット量）を測定する。更に、バッファリング部１５は前回測定した蓄積パケット量（第１の時刻における蓄積パケット量）と今回測定した蓄積パケット量（第２の時刻における蓄積パケット量）との差分を算出する。そして、バッファリング部１５は蓄積パケット量およびその差分をＮＡＶ算出部１８に出力する。本実施形態では、バッファリング部１５はビーコン周期毎にこのような測定および算出を行うこととするが、処理のタイミングはこれに限定されず、バッファリング部１５は例えばビーコン周期の整数倍の期間毎に上記処理を実

行してもよい。バッファリング部１５は時刻管理部１３から入力される時刻情報に基づいて実効タイミングを管理する。

【００３７】

再送数管理部１６はＣＰＵ１０１及びＲＯＭ１０２に実装され、所定の期間における再送パケット数を取得する部分である。再送数管理部１６はＬＡＮ受信部１２から入力されたパケットから再送フラグを読み出して、入力されたパケットが再送されたものか否かを判定する。再送フラグが１であればそのパケットは再送されたものであることを示し、０であればそのパケットは初めて送られてきたものであることを示す。再送数管理部１６は、再送フラグが１である場合にのみ、所定の期間における再送パケット数を１だけ増分して保持する。そしてその期間が経過すると、再送数管理部１６は保持している再送パケット数をＮＡＶ算出部１８に出力する。本実施形態ではビーコン周期を所定の期間とするが、再送数の集計期間はこれに限定されず、例えばビーコン周期の整数倍の期間などの任意の期間としてもよい。

【００３８】

ＳＴＡ管理部１７はＲＯＭ１０２に実装され、アクセスポイント１０の配下にある無線端末２００の数を取得する部分である。ＳＴＡ管理部１７はＬＡＮ受信部１２から入力された送信元アドレス情報を保持し、アクセスポイント１０と通信可能な端末数をその情報に基づいて算出する。そして、ＳＴＡ管理部１７は後述するＮＡＶ値算出処理のタイミングで端末数をＮＡＶ算出部１８に出力する。

【００３９】

ＮＡＶ算出部１８はＣＰＵ１０１及びＲＡＭ１０３に実装され、ＬＡＮ送信部２１（ＬＡＮインタフェース１０５ａ）のＮＡＶ値（スリープ時間）を算出する部分である。ＮＡＶ算出部１８は算出したＮＡＶ値を状態制御部１９及びパケット生成部２０に出力する。

【００４０】

ＮＡＶ算出部１８は、ＮＡＶ値を算出するために、ビーコン周期管理部１４から入力されたビーコン周期の値と、バッファリング部１５から入力された蓄積パケット量およびその差分と、再送数管理部１６から入力された再送パケット数と、ＳＴＡ管理部から入力された端末数と、ＬＡＮ受信部１２から入力されたＬＡＮ２の通信速度情報と、ＷＡＮ送受信部１１から入力されたＷＡＮ３の通信速度情報とを受け付ける。

【００４１】

続いて、ＮＡＶ算出部１８は入力された各値を下記式（１）に代入することでＮＡＶ値を算出する。式（１）において、ＮＡＶ（ｔ）は時刻（算出周期）ｔにおけるＮＡＶ値を意味し、０以上ビーコン周期以下の値である。また、ＮＡＶ（ｔ－１）は１ビーコン周期前のＮＡＶ値である。

$$NAV(t) = NAV(t-1) - f(x, \Delta x, t) - g(y, t) - h(z, t) - i(n, t) \quad \cdots (1)$$

【００４２】

ｆ（ｘ，Δｘ，ｔ）は蓄積パケット量ｘ及びその差分Δｘに対する単調増加関数である。ｇ（ｙ，ｔ）は再送パケット数ｙに対する単調増加関数である。ｈ（ｚ，ｔ）は端末数ｚに対する単調増加関数である。ｉ（ｎ，ｔ）はＬＡＮ２とＷＡＮ３との通信速度差ｎに対する単調増加関数である。

【００４３】

ＮＡＶ値を算出するためにこれらの要素を考慮するのは次の理由からである。まず、蓄積パケット量を考慮するのは、この値がこれからＬＡＮ２に送信しなければならないトラフィック量を示すものであり、許容できるスリープ時間に影響するからである。また、蓄積パケット量の差分を考慮するのは、その量が減少傾向にあるか増加傾向にあるかによって担保すべきトラフィックが変わり、許容できるスリープ時間に影響するからである。すなわち、蓄積パケット量が減少傾向（例えば１５パケットから１０パケットに減少）であればＮＡＶ値をある程度増加させてもトラフィックを担保できるが、蓄積パケット量が増加傾向（例えば５パケットから１０パケットに増加）にあるならばトラフィックを担保す

るためにＮＡＶ値を下げることが好ましい。

【００４４】

再送パケット数を考慮するのは、この値がＬＡＮ２におけるトラフィックの密集の度合いを示すものであり、許容できるスリープ時間に影響するからである。再送は無線端末２００間のパケットの衝突により発生するが、この衝突は、ＬＡＮインタフェース１０５ａがＡｗａｋｅ状態である時間が短いほど発生しやすくなる。したがって、再送パケット数が多い場合にはＮＡＶ値を下げることが好ましい。

【００４５】

端末数を考慮するのは、この値がＬＡＮ２においてトラフィックが密集する可能性の大きさを示すものであり、許容できるスリープ時間に影響するからである。端末数が多ければＮＡＶ値を小さくし、端末数が少なければＮＡＶ値を大きくすることが好ましい。

【００４６】

ＬＡＮ２とＷＡＮ３との通信速度差を考慮するのは、この値がパケットのバッファ溢れやそれにより起こる輻輳の可能性を示すものであり、許容できるスリープ時間に影響するからである。例えばＬＡＮ２の通信速度の方がＷＡＮ３よりも高い場合には、アクセスポイント１０はＷＡＮ３側に転送できる量以上のパケットをＬＡＮ２側から受信する可能性があるが、ＬＡＮ２側に転送できる量以上のパケットをＷＡＮ３側から受信する可能性は低い。したがって、ＬＡＮ２とＷＡＮ３との間の通信速度差に応じてＮＡＶ値を設定することが好ましい。

【００４７】

ＮＡＶ値の計算の具体例を示す。ここでは、各関数ｆ，ｇ，ｈ，ｉを下記式（２）～（５）のように定めるものとする。式（５）において、ｌ（ｔ）は時刻ｔにおけるＬＡＮ２の実効通信速度であり、ｗ（ｔ）は時刻ｔにおけるＷＡＮ３の実効通信速度である。

$$f(x, \Delta x, t) = x(t) + \Delta x(t) - 8 \quad \cdots(2)$$

$$g(y, t) = y(t) - 5 \quad \cdots(3)$$

$$h(z, t) = z(t) - 2 \quad \cdots(4)$$

$$i(n, t) = n(t) = \{l(t) - w(t)\} / 10000000 \quad \cdots(5)$$

【００４８】

現在のＮＡＶ値＝５．０（ｍｓ）、蓄積パケット量ｘ＝１０、蓄積パケット量の差分Δｘ＝５－１０＝－５、再送パケット数ｙ＝３、端末数ｚ＝３とする。また、ＷＡＮ３およびＬＡＮ２の実効通信速度がそれぞれ３８４ｋ（ｂｐｓ）、１１Ｍ（ｂｐｓ）であり、その差ｎ＝（３８４ｋ－１１Ｍ）／１０００００００　－１０．６とする。この場合の新しいＮＡＶ値は下記のとおり１９．６（ｍｓ）となる。

$$\begin{aligned} NAV(t) &= NAV(t-1) - f(10, -5, t) \\ &\quad - g(3, t) - h(3, t) - i(-10.6, t) \\ &= 5 - (10 - 5 - 8) - (3 - 5) - (3 - 2) - (-10.6) \\ &= 19.6 \text{（ms）} \end{aligned}$$

【００４９】

ＮＡＶ算出部１８は所定のタイミングでこのような演算を実行することでＮＡＶ値を更新し、最新のＮＡＶ値をパケット生成部２０及び状態制御部１９に出力する。本実施形態ではＮＡＶ算出部１８はビーコン周期毎にＮＡＶ値を算出するが、算出タイミングは任意に決めてよい。例えば、ＮＡＶ算出部１８はビーコン周期の整数倍の期間毎に上記算出処理を実行してもよい。

【００５０】

状態制御部１９は無線通信部１０５に実装され、算出されたＮＡＶ値（スリープ時間）の間だけＬＡＮ送信部２１をＤｏｚｅ状態（省電力モード、スリープモード）にする部分である。ＮＡＶ算出部１８からＮＡＶ値が入力されると、状態制御部１９はそのＮＡＶ値と時刻管理部１３から取得した時刻情報とに基づいてＬＡＮ送信部２１をＤｏｚｅ状態又はＡｗａｋｅ状態にする。例えば２５（ｍｓ）というＮＡＶ値が入力された場合には、状態制御部１９は次のビーコン周期（３０ｍｓ）においてまずＬＡＮ送信部２１にＤｏｚｅ

指示を出力することでＬＡＮ送信部２１を２５ｍｓの間だけＤｏｚｅ状態にする。そして２５ｍｓ経過する時に、状態制御部１９はＬＡＮ送信部２１にＡｗａｋｅ指示を出力することでＬＡＮ送信部２１を５ｍｓ（３０ｍｓ－２５ｍｓ）の間だけＡｗａｋｅ状態にする。

【００５１】

このような切替を図４に示す。図４において矩形Ｂはビーコンの送信タイミングを示し、矩形ＡはアクセスポイントがＡｗａｋｅ状態である期間を示している。また、図４ではビーコン周期およびスリープ時間（ＮＡＶ値）をそれぞれ３０ｍｓ，２５ｍｓとしている。状態制御部１９は、ビーコン周期毎にこのような切替を実行する。ＮＡＶ算出部１８から新たなＮＡＶ値が入力された場合には、状態制御部１９はその新たな値に基づいてＬＡＮ送信部２１を上記のように制御する。

【００５２】

パケット生成部２０はＣＰＵ１０１及びＲＡＭ１０３に実装され、無線端末２００に送るパケットを生成する部分である。パケット生成部２０はバッファリング部１５に記憶されている無線端末２００宛のパケットを読み出してＬＡＮ送信部２１に出力する。また、パケット生成部２０は、ＮＡＶ算出部１８からＮＡＶ値が入力されると、ビーコンのＤｕｒａｔｉｏｎフィールドにそのＮＡＶ値を設定し、そのビーコンをＬＡＮ送信部２１に出力する。

【００５３】

ＬＡＮ送信部２１は無線通信部１０５（ＬＡＮインタフェース１０５ａ）に実装され、パケット生成部２０から入力されたパケット又はビーコンを宛先の無線端末２００に向けて送信する部分である。ＬＡＮ送信部２１は、Ａｗａｋｅ指示が入力されてからＤｏｚｅ指示が入力されるまでのＡｗａｋｅ状態の間に限って送信処理を実行できる。

【００５４】

なお、ビーコンが各無線端末２００に送られることで、各無線端末２００は図４に示すようにアクセスポイント１０と同期してＤｏｚｅ状態またはＡｗａｋｅ状態となる。

【００５５】

次に、図５，６を用いてアクセスポイント１０の動作を説明するとともに本実施形態に係る無線通信方法について説明する。図５はアクセスポイント１０の動作を示すフローチャートである。図６はＮＡＶ値が随時更新されていく様子を示す図である。以下では、アクセスポイント１０の配下にある無線端末２００を端末２００ａ，２００ｂ，２００ｃと区別する（図１参照）。

【００５６】

当初アクセスポイント１０は無線端末２００ａ，２００ｂ，２００ｃのいずれとも接続しておらず、その後端末２００ａがアクセスポイント１０と接続して通信を開始する場合を考える。なお、当初のＮＡＶ値は２５ｍｓであるとする。端末２００ａはアクセスポイント１０に対してブローブリクエストを送信することで接続を要求し、アクセスポイント１０はこれに応じて端末２００ａと接続する。その後、端末２００ａはアクセスポイント１０との間でＬＡＮ通信を開始し、パケットを送信し始める。

【００５７】

このとき、アクセスポイント１０はビーコン内のＤｕｒａｔｉｏｎフィールドの値、すなわちＮＡＶ値を２５（ｍｓ）から０（ｍｓ）に変更する。また、状態制御部１９はＬＡＮ送信部２１が常時Ａｗａｋｅ状態になるように、すなわちＬＡＮ送信部１２のスリープ時間が０ｍｓとなるように制御する。これは、端末２００ａとアクセスポイント１０との間で伝送されるパケットの取りこぼしがないように、ＮＡＶによる周期的な送信禁止を一旦解除することを意味する。その後、アクセスポイント１０は端末２００ｂ，２００ｃと接続する。

【００５８】

その後の処理を図５に沿って説明する。アクセスポイント１０では、バッファリング部１５がＷＡＮパケットの蓄積量（蓄積パケット量）を測定すると共に、前回測定された蓄

積パケット量と今回の蓄積パケット量との差分を算出し、これらの値をＮＡＶ算出部１８に出力する（ステップＳ１１、取得ステップ）。また、再送数管理部１６がビーコン周期における再送パケット数を測定（取得）してＮＡＶ算出部１８に出力する（ステップＳ１２、取得ステップ）。また、ＳＴＡ管理部１７がアクセスポイントと通信可能な無線端末数を算出（取得）してＮＡＶ算出部１８に出力する（ステップＳ１３、取得ステップ）。また、ＮＡＶ算出部１８がＬＡＮ２とＷＡＮ３との通信速度差を算出（取得）する（ステップＳ１４、取得ステップ）。ここで、上記ステップＳ１１～Ｓ１４の処理の順番は問わない。

【００５９】

続いて、ＮＡＶ算出部１８が取得された蓄積パケット量およびその差分、再送パケット数、無線端末数、並びに通信速度差に基づいて上記式（１）によりＮＡＶ値を算出する（ステップＳ１５、算出ステップ）。これにより、ＮＡＶ値が０から別の値に更新される。そして、状態制御部１９がそのＮＡＶ値の間だけＬＡＮ送信部２１をＤｏｚｅ状態に遷移させる（ステップＳ１６、制御ステップ）。これによりＬＡＮ送信部２１は省電力状態となる。続いて、状態制御部１９はビーコン周期とＮＡＶ値との差の間だけＬＡＮ送信部２１をＡｗａｋｅ状態に遷移させる（ステップＳ１７）。これにより、ＬＡＮ送信部２１は無線端末２００に向けてパケットを送出することが可能となる。

【００６０】

アクセスポイント１０は、上記ステップＳ１１～Ｓ１７の処理をビーコン周期毎に繰り返し実行する。これにより、例えば図６に示すように、ＮＡＶ値（スリープ時間）がビーコン周期毎に蓄積パケット量や再送パケット数などに基づいて更新される。なお、図６において矩形Ｂはビーコンの送信タイミングを示し、矩形ＡはアクセスポイントがＡｗａｋｅ状態である期間を示している。

【００６１】

以上説明したように、本実施形態によれば、アクセスポイント１０内の蓄積パケット量、蓄積パケット量の差分、再送パケット数、無線端末数、及びネットワーク間の通信速度差に基づいてＮＡＶ値が算出され、その値に基づいてアクセスポイント１０が省電力状態となる。ＮＡＶ値の算出に用いられるこれらの情報はいずれも、無線端末２００から受信する必要があるトラフィック情報ではない。したがって、トラフィック情報を無線端末２００から取得することなくアクセスポイント１０の省電力化を実現できる。

【００６２】

また本実施形態では、単調増加関数という単純で実装容易な関数を用いてＮＡＶ値が算出されるので、ＮＡＶ値を簡易に算出できる。

【００６３】

また本実施形態では、アクセスポイント１０に接続する無線端末数が０である後にアクセスポイント１０と１台以上の無線端末２００とが接続された場合に、ＮＡＶ値が一旦リセットされてからＮＡＶ値が算出される。したがって、アクセスポイント１０が１台以上の無線端末２００と接続し始めた時点のＮＡＶ値を適切に設定することができる。

【００６４】

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【００６５】

上記実施形態ではＮＡＶ算出部１８が蓄積パケット量およびその差分、再送パケット数、無線端末数、並びにＬＡＮ２とＷＡＮ３との通信速度差に基づいてＮＡＶ値を算出したが、ＮＡＶ値の算出に用いる情報（パラメータ）の組み合わせはこれに限定されない。例えば、算出手段は蓄積パケット量、蓄積パケット量の差分、再送パケット数、無線端末数、及び二つのネットワークの通信速度差のうち一つの情報のみに基づいてＮＡＶ値を算出してもよいし、それらのうちの二つまたは三つの情報のみに基づいて算出してもよい。

【００６６】

上記実施形態ではＮＡＶ算出部が単調増加関数を用いた漸化式によりＮＡＶ値を算出したが（例えば上記式（１）参照）、ＮＡＶ値の算出式はこれに限定されない。例えば、算出手段は単調増加関数を含まない式や漸化式でない式を用いてＮＡＶ値を算出してもよい。

【００６７】

上記実施形態ではＮＡＶ算出部１８がネットワーク間の通信速度差として実効通信速度の差を算出したが、最大伝送レートの差を通信速度差として算出してもよい。

【００６８】

上記実施形態では状態制御部１９がＬＡＮ送信部２１のみに対して省電力制御を実行したが、状態制御部１９はＬＡＮ受信部１２のみに対して省電力制御を実行してもよいし、受信部１２及び送信部２１の双方、すなわちＬＡＮインタフェース１０５ａ全体に対して省電力制御を実行してもよい。

【００６９】

上記実施形態ではＷＡＮパケットの蓄積量およびその差分に基づいてＮＡＶ値が算出されたが、例えばＬＡＮ受信部１２に対して省電力制御を実行する場合にはＬＡＮパケットの蓄積量やその差分に基づいてＮＡＶ値を算出してもよい。また、ＬＡＮインタフェース１０５ａのどの部分に対して省電力制御するかに関連して、若しくは当該制御とは無関係に、ＷＡＮパケットおよびＬＡＮパケットの総蓄積量やその差分に基づいてＮＡＶ値を算出してもよい。

【００７０】

上記実施形態では、アクセスポイント１０に接続する無線端末２００の数が０から１以上になったときに状態制御部１９がＬＡＮ送信部２１のスリープ時間を一旦０ｍｓに設定したが、このようなスリープ時間のリセットを省略してもよい。

【００７１】

上記実施形態ではアクセスポイント１０がＬＡＮインタフェース１０５ａ及びＷＡＮインタフェース１０５ｂを備えていたが、無線通信装置が備えるネットワーク・インタフェースの種類はこれに限定されない。また、無線通信装置が中継する二種類のネットワークの種類や各ネットワーク内の構成も限定されない。

【００７２】

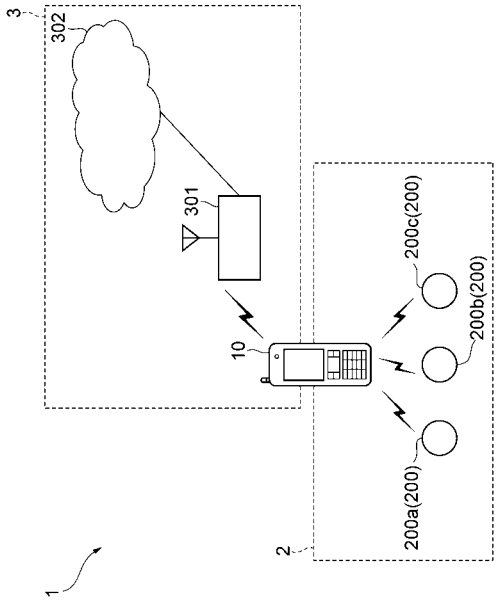
上記実施形態ではアクセスポイント１０から無線端末２００にＮＡＶ値を送信するためにビーコンを用いたが、ビーコン以外のフレームにＮＡＶ値を設定して送信してもよい。例えば、無線通信装置はデータフレームにＮＡＶ値を設定してもよいし、ＲＴＳ／ＣＴＳ（Request to Send／Clear to Send）フレームやＣＴＳ－ｔｏ－Ｓｅｌｆフレーム、ＡＣＫフレームなどの制御フレームにＮＡＶ値を設定してもよい。これに伴い、ビーコン以外のフレームでＮＡＶ値を送信する場合の送信周期を、ビーコン周期以外の任意の周期に設定してもよい。例えば、無線通信装置はアプリケーション・レイヤの（平均）コーデック周期（例えば、ボイス・オーバー・インターネット・プロトコル（ＶｏＩＰ）では一般的に２０ｍｓ）またはその整数倍の周期でＮＡＶ値を無線端末に送信してもよい。送信周期をコーデック周期に同期させることで、Ａｗａｋｅ状態とＤｏｚｅ状態との間の遷移によるジッタ遅延を抑制することができる。

【符号の説明】

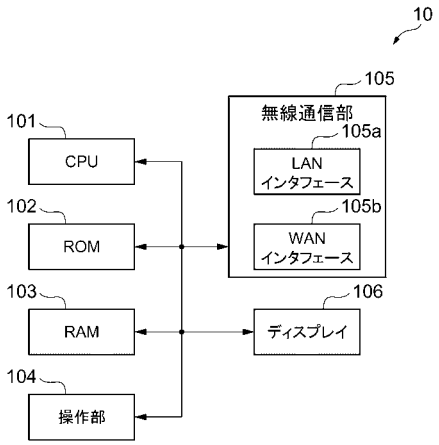
【００７３】

１…無線通信システム、２…無線ＬＡＮ、３…無線ＷＡＮ、１０…アクセスポイント（無線通信装置）、１１…ＷＡＮ送受信部、１２…ＬＡＮ受信部、１３…時刻管理部、１４…ビーコン周期管理部、１５…バッファリング部（取得手段）、１６…再送数管理部（取得手段）、１７…ＳＴＡ管理部（取得手段）、１８…ＮＡＶ算出部（取得手段、算出手段）、１９…状態制御部（制御手段）、２０…パケット生成部、２１…ＬＡＮ送信部、１０５ａ…ＬＡＮインタフェース（第１のネットワーク・インタフェース）、１０５ｂ…ＷＡＮインタフェース（第２のネットワーク・インタフェース）、２００…無線端末、３０１…基地局（通信装置）、３０２…バックボーンネットワーク。

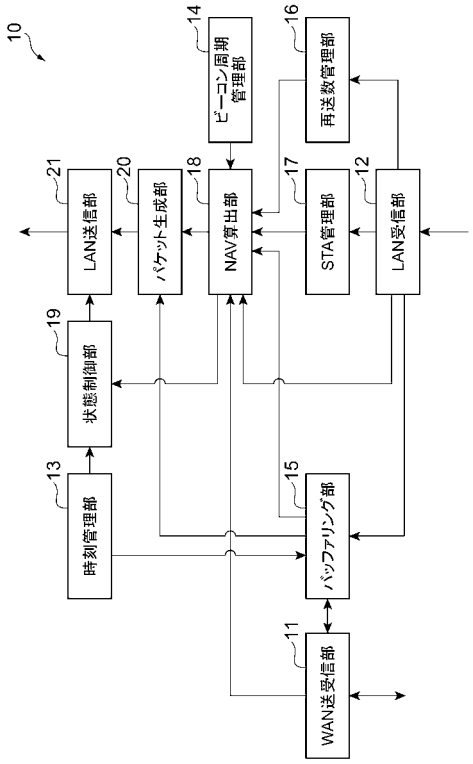
【図１】


3
302
301
10
200c(200)
200b(200)
200a(200)
2
1

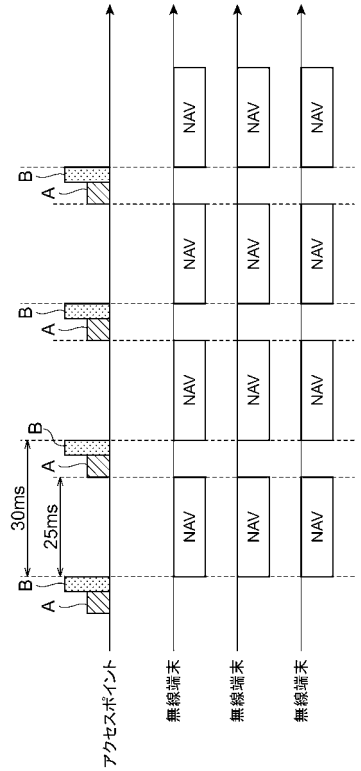
【図２】


10
105
無線通信部
105a
LAN
インタフェース
105b
WAN
インタフェース
101
CPU
102
ROM
103
RAM
104
操作部
106
ディスプレイ

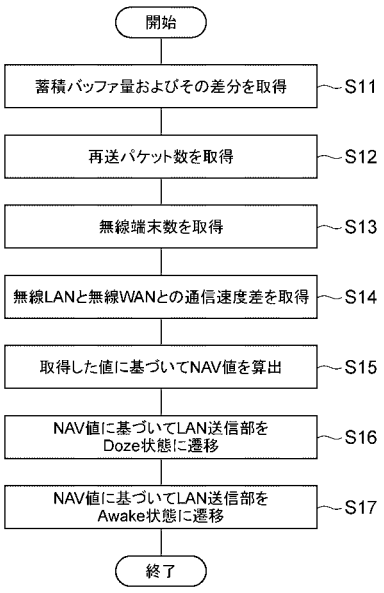
【図３】


10
14
ビーコン周期管理部
16
再送数管理部
21
LAN送信部
20
パケット生成部
18
NAV算出部
17
STA管理部
12
LAN受信部
19
状態制御部
13
時刻管理部
15
バッファリング部
11
WAN送受信部

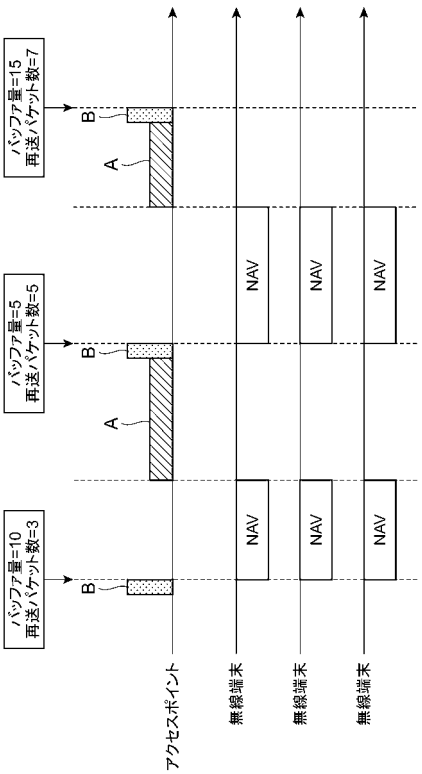
【図４】


B
A
NAV
30ms
25ms
アクセスポイント
無線端末
無線端末
無線端末

【図５】


開始
蓄積バッファ量およびその差分を取得
S11
再送パケット数を取得
S12
無線端末数を取得
S13
無線LANと無線WANとの通信速度差を取得
S14
取得した値に基づいてNAV値を算出
S15
NAV値に基づいてLAN送信部をDoze状態に遷移
S16
NAV値に基づいてLAN送信部をAwake状態に遷移
S17
終了

【図６】


バッファ量=15
再送パケット数=7
バッファ量=5
再送パケット数=5
バッファ量=10
再送パケット数=3
B
A
NAV
アクセスポイント
無線端末
無線端末
無線端末

フロントページの続き

審査官　國分　直樹

(56)参考文献　国際公開第２００９／０９０２９５（WO，Ａ１）
特開２００５－１５１４７６（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３２０１５３（ＪＰ，Ａ）
特表２０１１－５１２０６８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３３６４０１（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３６４０６９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｗ　　４／００－９９／００