

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4942115号
(P4942115)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int. Cl.	F I
HO4W 36/14 (2009.01)	HO4Q 7/00 309
HO4B 1/40 (2006.01)	HO4B 1/40
HO4W 36/22 (2009.01)	HO4Q 7/00 313
HO4W 36/36 (2009.01)	HO4Q 7/00 331
HO4W 84/12 (2009.01)	HO4Q 7/00 630

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-59128 (P2008-59128)
 (22) 出願日 平成20年3月10日(2008.3.10)
 (65) 公開番号 特開2009-218773 (P2009-218773A)
 (43) 公開日 平成21年9月24日(2009.9.24)
 審査請求日 平成23年3月3日(2011.3.3)

(出願人による申告)平成19年度、支出負荷行為担当
 官、総務省大臣官房会計課企画官、研究テーマ「コグニ
 ティブ無線通信技術の研究開発」に関する委託研究、産
 業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(73) 特許権者 393031586
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 (74) 代理人 100112715
 弁理士 松山 隆夫
 (72) 発明者 金 鐘玉
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
 (72) 発明者 山口 明
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
 (72) 発明者 小花 貞夫
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線装置、それにおける無線通信方法およびその無線装置を備えた無線ネットワーク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信空間のキャリアセンスを行ない、前記無線通信空間が空いているときに無線通信を行なう第1の無線通信システムを用いて第1の基地局との間で無線通信を行なう第1の無線モジュールと、

前記第1の無線通信システムと異なる第2の無線通信システムを用いて前記第1の基地局と異なる第2の基地局との間で無線通信を行なう第2の無線モジュールと、

前記第1の無線モジュールが前記第1の基地局との間で無線通信を行なうときの前記第1の基地局の通信範囲における通信状況を反映した混雑度を測定する測定手段と、

前記測定手段によって測定された混雑度が第1のしきい値よりも大きくなると、前記第1の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、前記パケットを前記第2の無線モジュールに分配する分配手段とを備える無線装置。

【請求項2】

前記測定手段は、前記第1の無線モジュール用に設けられたキューから前記パケットを取り出した第1の時刻と、前記第1の基地局から確認応答を受信した第2の時刻との間の時間を前記混雑度として測定する、請求項1に記載の無線装置。

【請求項3】

前記分配手段は、前記測定手段によって測定された混雑度が前記第1のしきい値よりも小さい第2のしきい値よりも小さくなると、前記第2の無線モジュールへの前記パケットの分配を停止し、前記パケットを前記第1の無線モジュールに分配する、請求項1または

請求項 2 に記載の無線装置。

【請求項 4】

測定手段が、第 1 の無線モジュールが第 1 の無線通信システムを用いて第 1 の基地局との間で無線通信を行なうときの混雑度を測定する第 1 のステップと、

前記測定された混雑度が第 1 のしきい値よりも大きいか否かを判定する第 2 のステップと、

前記測定された混雑度が前記第 1 のしきい値よりも大きいと判定されたとき、前記第 1 の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、前記第 1 の無線モジュールと異なる第 2 の無線モジュールへ前記パケットを分配する第 3 のステップと、

前記第 2 の無線モジュールが第 1 の無線通信システムと異なる第 2 の無線通信システムを用いて前記第 1 の基地局と異なる第 2 の基地局との間で無線通信を行なう第 4 のステップとを備える無線通信方法。

10

【請求項 5】

前記第 1 のステップにおいて、前記測定手段は、前記第 1 の無線モジュール用に設けられたキューから前記パケットを取り出した第 1 の時刻と、前記第 1 の基地局から確認応答を受信した第 2 の時刻との間の時間を前記混雑度として測定する、請求項 4 に記載の無線通信方法。

【請求項 6】

前記第 4 のステップが実行されているときに、前記測定された混雑度が前記第 1 のしきい値よりも小さい第 2 のしきい値よりも小さくなると、前記第 2 の無線モジュールへの前記パケットの分配を停止し、前記第 1 の無線モジュールへ前記パケットを分配する第 5 のステップと、

20

前記第 1 の無線モジュールが前記第 1 の無線通信システムを用いて前記第 1 の基地局との間で無線通信を行なう第 6 のステップとを更に備える、請求項 4 または請求項 5 に記載の無線通信方法。

【請求項 7】

第 1 の基地局と、

前記第 1 の基地局と異なる第 2 の基地局と、

複数の無線装置とを備え、

前記複数の無線装置の各々は、

30

無線通信空間のキャリアセンスを行ない、前記無線通信空間が空いているときに無線通信を行なう第 1 の無線通信システムを用いて前記第 1 の基地局との間で無線通信を行なう第 1 の無線モジュールと、

前記第 1 の無線通信システムと異なる第 2 の無線通信システムを用いて前記第 2 の基地局との間で無線通信を行なう第 2 の無線モジュールと、

前記第 1 の無線モジュールが前記第 1 の基地局との間で無線通信を行なうときの混雑度を測定する測定手段と、

前記測定手段によって測定された混雑度が第 1 のしきい値よりも大きくなると、前記第 1 の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、前記パケットを前記第 2 の無線モジュールに分配する分配手段とを含む、無線ネットワーク。

40

【請求項 8】

前記測定手段は、前記第 1 の無線モジュール用に設けられたキューから前記パケットを取り出した第 1 の時刻と、前記第 1 の基地局から確認応答を受信した第 2 の時刻との間の時間を前記混雑度として測定する、請求項 7 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 9】

前記分配手段は、前記測定手段によって測定された混雑度が前記第 1 のしきい値よりも小さい第 2 のしきい値よりも小さくなると、前記第 2 の無線モジュールへの前記パケットの分配を停止し、前記パケットを前記第 1 の無線モジュールに分配する、請求項 7 または請求項 8 に記載の無線ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

この発明は、無線装置、それにおける無線通信方法およびその無線装置を備えた無線ネットワークに関し、特に、無線通信の混雑度を用いて無線通信を制御する無線装置、それにおける無線通信方法およびその無線装置を備えた無線ネットワークに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、端末からアクセスポイントまでのRTT (Round Trip Time) を測定し、その測定したRTTをリンクの混雑度として用いて無線リンクを切替える無線通信方式が知られている。

10

【0003】

また、受信信号強度RSSIに基づいて無線リンクを切替える無線通信方式も知られている。そして、この無線通信方式においては、測定された受信信号強度RSSIがしきい値よりも低いとき、他の無線リンクに切替えられる(非特許文献1)。

【非特許文献1】S. Hanaoka, M. Yano, and T. Hirata, "Testbed system of inter-radio system switching for cognitive radio", IEICE Trans. on Communications, Vol. E91-B, no. 1, pp.14-21, Jan. 2008.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

しかし、RTTは、数msから1sまで大きく揺らぐため、RTTを混雑度として用いて無線リンクを切替えると、無線リンクの切替が頻繁に発生し、ネットワークが安定しないという問題がある。

【0005】

また、受信信号強度を用いて無線リンクを切替える無線通信方式では、測定した受信信号強度がしきい値よりも大きくても、ネットワークが混雑している場合、通信特性が低下するという問題が発生する。

【0006】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、通信特性の低下および無線リンクの頻繁な切替を抑制して無線リンクを切替可能な無線装置を提供することである。

30

【0007】

また、この発明の別の目的は、通信特性の低下および無線リンクの頻繁な切替を抑制して無線リンクを切替可能な無線通信方法を提供することである。

【0008】

さらに、この発明の別の目的は、通信特性の低下および無線リンクの頻繁な切替を抑制して無線リンクを切替可能な無線装置を備える無線ネットワークを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

この発明によれば、無線装置は、第1および第2の無線モジュールと、測定手段と、分配手段とを備える。第1の無線モジュールは、無線通信空間のキャリアセンスを行ない、無線通信空間が空いているときに無線通信を行なう第1の無線通信システムを用いて第1の基地局との間で無線通信を行なう。第2の無線モジュールは、第1の無線通信システムと異なる第2の無線通信システムを用いて第1の基地局と異なる第2の基地局との間で無線通信を行なう。測定手段は、第1の無線モジュールが第1の基地局との間で無線通信を行なうときの第1の基地局の通信範囲における通信状況を反映した混雑度を測定する。分配手段は、測定手段によって測定された混雑度が第1のしきい値よりも大きくなると、第1の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、パケットを第2の無線モジュールに分配する。

50

【 0 0 1 0 】

好ましくは、測定手段は、第1の無線モジュール用に設けられたキューからパケットを取り出した第1の時刻と、第1の基地局から確認応答を受信した第2の時刻との間の時間を混雑度として測定する。

【 0 0 1 1 】

好ましくは、分配手段は、測定手段によって測定された混雑度が第1のしきい値よりも小さい第2のしきい値よりも小さくなると、第2の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、パケットを第1の無線モジュールに分配する。

【 0 0 1 2 】

また、この発明によれば、無線通信方法は、測定手段が、第1の無線モジュールが第1の無線通信システムを用いて第1の基地局との間で無線通信を行なうときの混雑度を測定する第1のステップと、測定された混雑度が第1のしきい値よりも大きいか否かを判定する第2のステップと、測定された混雑度が第1のしきい値よりも大きいと判定されたとき、第1の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、第1の無線モジュールと異なる第2の無線モジュールへパケットを分配する第3のステップと、第2の無線モジュールが第1の無線通信システムと異なる第2の無線通信システムを用いて第1の基地局と異なる第2の基地局との間で無線通信を行なう第4のステップとを備える。

10

【 0 0 1 3 】

好ましくは、第1のステップにおいて、測定手段は、第1の無線モジュール用に設けられたキューからパケットを取り出した第1の時刻と、第1の基地局から確認応答を受信した第2の時刻との間の時間を混雑度として測定する。

20

【 0 0 1 4 】

好ましくは、無線通信方法は、第4のステップが実行されているときに、測定された混雑度が第1のしきい値よりも小さい第2のしきい値よりも小さくなると、第2の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、第1の無線モジュールへパケットを分配する第5のステップと、第1の無線モジュールが第1の無線通信システムを用いて第1の基地局との間で無線通信を行なう第6のステップとを更に備える。

【 0 0 1 5 】

更に、この発明によれば、無線ネットワークは、第1および第2の基地局と、複数の無線装置とを備える。第2の基地局は、第1の基地局と異なる。複数の無線装置の各々は、第1および第2の無線モジュールと、測定手段と、分配手段とを含む。第1の無線モジュールは、無線通信空間のキャリアセンスを行ない、無線通信空間が空いているときに無線通信を行なう第1の無線通信システムを用いて第1の基地局との間で無線通信を行なう。第2の無線モジュールは、第1の無線通信システムと異なる第2の無線通信システムを用いて第2の基地局との間で無線通信を行なう。測定手段は、第1の無線モジュールが第1の基地局との間で無線通信を行なうときの混雑度を測定する。分配手段は、測定手段によって測定された混雑度が第1のしきい値よりも大きくなると、第1の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、パケットを第2の無線モジュールに分配する。

30

【 0 0 1 6 】

好ましくは、測定手段は、第1の無線モジュール用に設けられたキューからパケットを取り出した第1の時刻と、第1の基地局から確認応答を受信した第2の時刻との間の時間を混雑度として測定する。

40

【 0 0 1 7 】

好ましくは、分配手段は、測定手段によって測定された混雑度が第1のしきい値よりも小さい第2のしきい値よりも小さくなると、第2の無線モジュールへのパケットの分配を停止し、パケットを第1の無線モジュールに分配する。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

この発明においては、第1の基地局の通信範囲における無線通信の通信状況を反映した混雑度を実測し、その実測した混雑度が第1のしきい値を超えると、第1の基地局との無

50

線リンクを第2の基地局との無線リンクに切換えて無線通信が行なわれる。その結果、スループットの低下が抑制される。そして、この実測された混雑度は、揺らぎが小さいものである。

【0019】

従って、この発明によれば、通信特性の低下および無線リンクの頻繁な切換を抑制して無線リンクを切換えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

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。

10

【0021】

図1は、この発明の実施の形態による無線ネットワークの概略図である。無線ネットワーク100は、無線装置10、20、30、40と、アクセスポイント50と、基地局60とを備える。

【0022】

無線装置10、20、30、40は、アクセスポイント50の通信範囲と基地局60の通信範囲との両方の重複範囲内に配置される。そして、無線装置10、20、30、40の各々は、アクセスポイント50へアクセスすることも可能であり、基地局60へアクセスすることも可能である。

【0023】

無線装置10、20、30、40の各々は、後述する方法によって、アクセスポイント50との間で無線通信を行なうときの混雑度 C_{ind} を測定し、その測定した混雑度 C_{ind} がしきい値 T_f よりも大きいとき、無線リンクをアクセスポイント50へアクセスする無線リンクML1から基地局60へアクセスする無線リンクML2へ切換え、パケットを基地局60へ送信する。

20

【0024】

また、無線装置10、20、30、40の各々は、無線リンクを無線リンクML1から無線リンクML2へ切換えた後、アクセスポイント50との間で無線通信を行なうときの混雑度 C_{ind} を測定し、その測定した混雑度 C_{ind} がしきい値 $T_r (< T_f)$ よりも小さいとき、無線リンクを無線リンクML2から無線リンクML1へ切換え、パケットをアクセスポイント50へ送信する。

30

【0025】

更に、無線装置10、20、30、40の各々は、混雑度 C_{ind} が $T_r < C_{ind} < T_f$ を満たすとき、現在の無線リンク(無線リンクML1または無線リンクML2)を維持する。

【0026】

アクセスポイント50は、例えば、Wi-Fiのアクセスポイントからなり、無線装置10、2、30、40との間で無線通信を行なう。

【0027】

基地局60は、例えば、WiMAXの基地局からなり、無線装置10、2、30、40との間で無線通信を行なう。

40

【0028】

なお、アクセスポイント50および基地局60は、バックボーンネットワーク(図示せず)に接続されている。

【0029】

図2は、図1に示す無線装置10の構成を示す概略図である。無線装置10は、キュー1と、分配手段2と、無線モジュール3、4を含む。そして、無線モジュール3は、キュー5を含み、無線モジュール4は、キュー6および測定手段7を含む。

【0030】

キュー1は、IP層からパケットPKTを受け、その受けたパケットPKTを一定時間

50

保持した後、パケット P K T を分配手段 2 へ出力する。

【 0 0 3 1 】

分配手段 2 は、キュー 1 からパケット P K T を受け、測定手段 7 から混雑度 $C_{i n d}$ を受ける。そして、分配手段 2 は、混雑度 $C_{i n d}$ をしきい値 T_f と比較し、混雑度 $C_{i n d}$ がしきい値 T_f よりも大きいとき、パケット P K T のキュー 6 への分配を停止し、パケット P K T をキュー 5 へ分配する。

【 0 0 3 2 】

また、分配手段 2 は、パケット P K T をキュー 5 へ分配した後に、混雑度 $C_{i n d}$ がしきい値 T_r よりも小さくなると、パケット P K T のキュー 5 への分配を停止し、パケット P K T をキュー 6 へ分配する。

【 0 0 3 3 】

さらに、分配手段 2 は、混雑度 $C_{i n d}$ が $T_r < C_{i n d} < T_f$ を満たすとき、キュー 5 (またはキュー 6) へのパケット P K T の分配を維持する。

【 0 0 3 4 】

無線モジュール 3 は、IEEE 802.16 によって基地局 60 へアクセスする無線モジュールである。即ち、無線モジュール 3 は、W i M A X によって無線通信を行なう無線モジュールである。そして、無線モジュール 3 は、キュー 5 に分配されたパケット P K T を基地局 60 へ送信するとともに、基地局 60 からのパケット P K T を受信して I P 層以上の上位層へ出力する。

【 0 0 3 5 】

無線モジュール 4 は、IEEE 802.11 によってアクセスポイント 50 へアクセスする無線モジュールである。即ち、無線モジュール 4 は、W i F i によって無線通信を行なう無線モジュールである。そして、無線モジュール 4 は、キュー 6 に分配されたパケット P K T をアクセスポイント 50 へ送信するとともに、アクセスポイント 50 からのパケット P K T を受信して I P 層以上の上位層へ出力する

キュー 5 は、分配手段 2 から受けたパケット P K T を保持するとともに、その保持したパケット P K T を無線モジュール 3 へ出力する。

【 0 0 3 6 】

キュー 6 は、分配手段 2 から受けたパケット P K T を保持するとともに、その保持したパケット P K T を無線モジュール 4 へ出力する。

【 0 0 3 7 】

測定手段 7 は、後述する方法によって、無線モジュール 4 がアクセスポイント 50 との間で無線通信を行なうときの混雑度 $C_{i n d}$ を測定し、その測定した混雑度 $C_{i n d}$ を分配手段 2 へ出力する。

【 0 0 3 8 】

なお、図 1 に示す無線装置 20, 30, 40 の各々は、図 2 に示す無線装置 10 と同じ構成からなる。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、混雑度の測定方法を説明するための概念図である。無線装置 10 の無線モジュール 4 は、タイミング t_1 でキュー 6 からパケット P K T を取り出すと、D I F S (D i s t r i b u t e d a c c e s s I n t e r F r a m e S p a c e) を設定し、D I F S が経過すると、バックオフタイム (B O : B a c k O f f) を設定する。そして、無線装置 10 の無線モジュール 4 は、バックオフタイムが経過するタイミング t_2 でパケット P K T の送信を試みる。

【 0 0 4 0 】

しかし、無線装置 20 の無線モジュール 4 がタイミング t_2 よりも前のタイミング t_3 でパケット P K T の送信を開始しているので、無線装置 10 の無線モジュール 4 は、無線装置 20 の無線モジュール 4 がアクセスポイント 50 から確認応答 (A C K) を受信し終わるタイミング t_4 まで待機する。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

50

その後、無線装置 10 の無線モジュール 4 は、再度、DIFS を設定し、DIFS が経過すると、バックオフタイムを設定し、バックオフタイムが経過するタイミング t_5 でパケット P K T の送信を開始する。

【0042】

そして、無線装置 10 の無線モジュール 4 は、パケット P K T の送信が完了し、更に、SIFS (Short Inter Frame Space) が経過すると、アクセスポイント 50 から確認応答 (ACK) を受信し始め、タイミング t_6 で確認応答 (ACK) の受信を完了する。

【0043】

これによって、無線装置 10 の無線モジュール 4 は、パケット P K T のアクセスポイント 50 への送信が成功したことを検知する。

10

【0044】

この発明においては、図 3 に示すタイミング t_1 からタイミング t_6 までの時間 T を無線モジュール 4 がアクセスポイント 50 との間で無線通信を行なうときの混雑度 C_{ind} と定義する。

【0045】

この混雑度 C_{ind} は、無線装置 10 の無線モジュール 4 と、アクセスポイント 50 との間の無線リンク ML_{110-50} の混み具合を表す。そして、混雑度 C_{ind} が大きければ、無線リンク ML_{110-50} を用いた無線装置 10 - アクセスポイント 50 間のスループットが低下し、混雑度 C_{ind} が小さければ、無線リンク ML_{110-50} を用いた無線装置 10 - アクセスポイント 50 間のスループットが向上する。従って、この混雑度 C_{ind} は、無線リンク ML_{110-50} のリンクコストを表す。

20

【0046】

また、混雑度 C_{ind} は、無線モジュール 4 がアクセスポイント 50 へのパケット P K T の送信を開始した時刻から、確認応答 (ACK) をアクセスポイント 50 から実際に受信するまでの時刻であるので、混雑度 C_{ind} は、IEEE 802.11 によるネットワークの通信状況を反映した値になる。つまり、混雑度 C_{ind} は、アクセスポイント 50 の通信範囲における無線通信の通信状況を反映した値になる。

【0047】

例えば、無線装置 10, 20, 30, 40 のうち、無線装置 10 のみがアクセスポイント 50 へパケット P K T を送信している場合、アクセスポイント 50 は、無線装置 10 からパケット P K T を受信すると、直ちに、確認応答 (ACK) を無線装置 10 へ送信する。

30

【0048】

一方、無線装置 10, 20, 30, 40 のうち、無線装置 10, 20 がアクセスポイント 50 へパケット P K T を送信しており、無線装置 20 の送信タイミングが無線装置 10 の送信タイミングよりも早い場合、アクセスポイント 50 は、無線装置 10 からのパケット P K T を受信し、かつ、確認応答 (ACK) を無線装置 20 へ送信した後に、確認応答 (ACK) を無線装置 10 へ送信する。即ち、アクセスポイント 50 は、アクセスポイント 50 における混み具合を反映したタイミングで確認応答 (ACK) を送信する。

40

【0049】

従って、混雑度 C_{ind} は、IEEE 802.11 によるネットワークの混み具合を反映した値になる。

【0050】

無線装置 10 の測定手段 7 は、タイマー (図示せず) を内蔵しており、無線モジュール 4 がパケット P K T をキュー 6 から取り出した時刻 t_1 から、無線モジュール 4 が確認応答 (ACK) をアクセスポイント 50 から受信した時刻 t_6 までの時間 T をタイマーを用いて測定し、その測定した時間 T を混雑度 C_{ind} として分配手段 2 へ出力する。

【0051】

図 4 は、図 1 に示す無線ネットワーク 100 における無線通信方法を説明するためのフ

50

ローチャートである。なお、図 4 においては、無線装置 10 が無線通信を行なう場合を例にして無線通信方法について説明する。

【0052】

一連の動作が開始されると、無線装置 10 の無線モジュール 4 は、キュー 6 からパケット P K T を取り出し、他の無線装置 20, 30, 40 がアクセスポイント 50 へパケット P K T を送信していないことを確認すると、その取り出したパケット P K T をアクセスポイント 50 へ送信する。そして、無線装置 10 の無線モジュール 4 は、アクセスポイント 50 から確認応答 (A C K) を受信する。

【0053】

一方、無線装置 10 の測定手段 7 は、無線モジュール 4 がパケット P K T をキュー 6 から取り出した時刻から、確認応答 (A C K) をアクセスポイント 50 から受信する時刻までの時間 T (= 混雑度 $C_{i n d 1}$) を内蔵したタイマーによって測定する。即ち、無線装置 10 の測定手段 7 は、無線モジュール 4 (= 第 1 の無線モジュール) がアクセスポイント 50 (= 第 1 の基地局) との間で無線通信を行なうときの混雑度 $C_{i n d 1}$ を測定する (ステップ S 1) 。

10

【0054】

そして、無線装置 10 の測定手段 7 は、その測定した混雑度 $C_{i n d 1}$ を分配手段 2 へ出力する。無線装置 10 の分配手段 2 は、測定手段 7 から混雑度 $C_{i n d 1}$ を受け、その受けた混雑度 $C_{i n d 1}$ がしきい値 T_f よりも大きいかなかを判定する (ステップ S 2) 。

20

【0055】

ステップ S 2 において、混雑度 $C_{i n d 1}$ がしきい値 T_f 以下であると判定されたとき、無線装置 10 の分配手段 2 は、無線モジュール 4 (= 第 1 の無線モジュール) へのパケット P K T の分配を維持する (ステップ S 3) 。その後、一連の動作は、ステップ S 1 へ戻る。

【0056】

一方、ステップ S 2 において、混雑度 $C_{i n d 1}$ がしきい値 T_f よりも大きいと判定されたとき、無線装置 10 の分配手段 2 は、無線モジュール 4 (= 第 1 の無線モジュール) へのパケット P K T の分配を停止し、無線モジュール 3 (= 第 2 の無線モジュール) へパケット P K T を分配する (ステップ S 4) 。

30

【0057】

そして、無線装置 10 の無線モジュール 3 は、キュー 5 からパケット P K T を取り出し、その取り出したパケット P K T を基地局 60 (= 第 2 の基地局) へ送信する (ステップ S 5) 。

【0058】

その後、無線装置 10 の測定手段 7 は、無線モジュール 4 (= 第 1 の無線モジュール) がアクセスポイント 50 (= 第 1 の基地局) との間で無線通信を行なうときの混雑度 $C_{i n d 2}$ を上述した方法によって測定し (ステップ S 6) 、その測定した混雑度 $C_{i n d 2}$ を分配手段 2 へ出力する。

【0059】

そして、無線装置 10 の分配手段 2 は、混雑度 $C_{i n d 2}$ がしきい値 T_r よりも小さいかなかを判定する (ステップ S 7) 。ステップ S 7 において、混雑度 $C_{i n d 2}$ がしきい値 T_r 以上であると判定されたとき、無線装置 10 の分配手段 2 は、無線モジュール 3 (= 第 2 の無線モジュール) へのパケット P K T の分配を維持する (ステップ S 8) 。その後、一連の動作は、ステップ S 6 へ戻る。

40

【0060】

一方、ステップ S 7 において、混雑度 $C_{i n d 2}$ がしきい値 T_r よりも小さいと判定されたとき、無線装置 10 の分配手段 2 は、無線モジュール 3 (= 第 2 の無線モジュール) へのパケット P K T の分配を停止し、無線モジュール 4 (= 第 1 の無線モジュール) へパケット P K T を分配する (ステップ S 9) 。

50

【 0 0 6 1 】

そして、無線モジュール 4 (= 第 1 の無線モジュール) は、キュー 6 からパケット P K T を取り出し、その取り出したパケット P K T をアクセスポイント 5 0 (= 第 1 の基地局) へ送信する (ステップ S 1 0)。これによって、一連の動作が終了する。

【 0 0 6 2 】

なお、図 1 に示す無線装置 2 0, 3 0, 4 0 の各々も、図 4 に示すフローチャートに従って無線通信を行なう。

【 0 0 6 3 】

上述したように、この発明においては、無線モジュール 4 がアクセスポイント 5 0 との間で無線通信を行なうときの混雑度 $C_{i n d}$ がしきい値 T_f よりも大きくなると、無線装置 1 0 は、無線モジュール 4 へのパケット P K T の分配を停止し、パケット P K T を無線モジュール 3 へ分配してパケット P K T を基地局 6 0 へ送信する (ステップ S 2 の “ Y E S ”, S 4, S 5 参照)。

10

【 0 0 6 4 】

従って、無線装置 1 0 は、混雑している基地局 (= アクセスポイント 5 0) ではなく、空いている基地局 6 0 へパケット P K T を送信することができ、無線装置 1 0 から基地局 (= アクセスポイント 5 0) への無線通信のスループットの低下を抑制して無線リンクを無線装置 1 0 - アクセスポイント 5 0 間の無線リンク $M L 1_{10-50}$ から無線装置 1 0 - 基地局 6 0 間の無線リンク $M L 1_{10-60}$ に切換えることができる。

【 0 0 6 5 】

また、無線装置 1 0 が無線リンクを無線リンク $M L 1_{10-50}$ から無線リンク $M L 1_{10-60}$ に切換えることによって、無線装置 2 0, 3 0, 4 0 がアクセスポイント 5 0 との間で無線通信を行なうときの混雑度 $C_{i n d}$ が小さくなるので、無線装置 2 0, 3 0, 4 0 がアクセスポイント 5 0 へアクセスできる割合を大きくできる。

20

【 0 0 6 6 】

更に、一旦、無線リンク $M L 1_{10-50}$ から無線リンク $M L 1_{10-60}$ に切換えた後に、混雑度 $C_{i n d 2}$ がしきい値 T_f よりも小さいしきい値 T_r よりも小さくなったときに、無線リンク $M L 1_{10-60}$ から $M L 1_{10-50}$ に切換える (ステップ S 2 の “ Y E S ”, S 4 ~ S 6, S 7 の “ Y E S ”, S 9, S 1 0 参照)。従って、無線リンク $M L 1_{10-50}$ と無線リンク $M L 1_{10-60}$ との間の頻繁な切換を抑制して、無線リンクを安定して切換えることができる。

30

【 0 0 6 7 】

図 5 は、混雑度の実測結果を示す図である。また、図 6 は、混雑度を用いたときの W i F i による無線リンクへ分配されるパケットの割合を示す図である。図 5 において、縦軸は、混雑度 (m s) を表し、横軸は、時間 (s e c) を表す。また、曲線 k 1 は、混雑度のタイミングチャートを示す。

【 0 0 6 8 】

図 6 において、縦軸は、W i F i の重み、即ち、W i F i による無線リンクへ分配されるパケットの割合を表し、横軸は、時間 (s e c) を表す。また、曲線 k 2 は、混雑度を用いたときに W i F i による無線リンクへ分配されるパケットの割合のタイミングチャートを示す。なお、図 6 に示す曲線 k 2 は、しきい値 $T_f = 5 (m s)$ 、しきい値 $T_r = T_f / 2 = 2.5 (m s)$ であるときに実測されたものである。

40

【 0 0 6 9 】

混雑度 $C_{i n d}$ は、5 0 s e c 付近および 7 0 s e c 付近で突発的に大きくなっているが、それ以外の領域では、比較的、安定している (図 5 参照)。

【 0 0 7 0 】

図 5 に示す混雑度 $C_{i n d}$ を用いて W i F i による無線リンクと W i M A X による無線リンクとの切換を行なった結果が図 6 に示す曲線 k 2 である。

【 0 0 7 1 】

図 6 において、W i F i の重みが 1.0 であることは、パケット P K T を無線モジュ

50

ル4へ分配することを意味し、Wi-Fiの重みが0であることは、パケットPKTを無線モジュール3へ分配することを意味する。

【0072】

混雑度 C_{ind} は、50secまでは、しきい値 T_f である5(ms)よりも小さいので、Wi-Fiの重みが“1.0”である。そして、混雑度 C_{ind} が50sec付近でしきい値 T_f よりも大きくなると、Wi-Fiの重みが“0”となり、無線リンクが無線リンクML1₁₀₋₅₀から無線リンクML1₁₀₋₆₀に切換えられる。

【0073】

その後、混雑度 C_{ind} は、しきい値 $T_r = T_f / 2 = 2.5$ (ms)よりも小さくなるので、Wi-Fiの重みが“1.0”になり、無線リンクが無線リンクML1₁₀₋₆₀から無線リンクML1₁₀₋₅₀に切換えられる。

10

【0074】

更に、その後、混雑度 C_{ind} は、70sec付近で、再び、しきい値 T_f を超えるので、Wi-Fiの重みが“0”になり、無線リンクが無線リンクML1₁₀₋₅₀から無線リンクML1₁₀₋₆₀に切換えられる。その後、混雑度 C_{ind} は、約130secまでしきい値 $T_r = T_f / 2 = 2.5$ (ms)よりも小さくならないので、Wi-Fiの重みは、“0”のままであり、混雑度 C_{ind} が130sec以降になってしきい値 $T_r = T_f / 2 = 2.5$ (ms)よりも小さくなると、Wi-Fiの重みは、“1.0”となり、無線リンクが無線リンクML1₁₀₋₆₀から無線リンクML1₁₀₋₅₀に切換えられる。

20

【0075】

このように、実測された混雑度 C_{ind} を用いることにより、無線リンクML1₁₀₋₆₀と無線リンクML1₁₀₋₅₀との頻繁な切換を抑制できることが実証された。混雑度 C_{ind} は、アクセスポイント50の通信範囲における無線通信の通信状況を反映したものであるので、図5に示すように、揺らぎが相対的に小さい。従って、混雑度 C_{ind} を用いて無線リンクを切換えた場合、無線リンクの頻繁な切換を抑制できる。

【0076】

図7は、RTTの実測結果を示す図である。また、図8は、RTTを用いたときのWi-Fiによる無線リンクへ分配されるパケットの割合を示す図である。

【0077】

図7において、縦軸は、RTT(ms)を表し、横軸は、時間(sec)を表す。また、曲線k3は、RTTのタイミングチャートを示す。図8において、縦軸は、Wi-Fiの重み、即ち、Wi-Fiによる無線リンクへ分配されるパケットの割合を表し、横軸は、時間(sec)を表す。また、曲線k4は、RTTを用いたときにWi-Fiによる無線リンクへ分配されるパケットの割合のタイミングチャートを示す。なお、図8に示す曲線k4は、しきい値 $T_f = 30$ (ms)、しきい値 $T_r = T_f / 2 = 15$ (ms)であるときに実測されたものである。

30

【0078】

RTTは、50sec付近から110sec付近までの期間、しきい値 T_f (=30ms)よりも大きくなったり、しきい値 T_r (=15ms)よりも小さくなったりし、大きく揺らいでいる(図7参照)。

40

【0079】

その結果、Wi-Fiの重みは、50sec付近から110sec付近までの期間、“1.0”と“0”との間で頻繁に切り換えられる(図8参照)。つまり、無線リンクは、50sec付近から110sec付近までの期間、無線リンクML1₁₀₋₆₀と無線リンクML1₁₀₋₅₀との間で頻繁に切換えられる。

【0080】

図9は、TCPスループットのタイミングチャートである。図9において、縦軸は、TCPスループット(Mbps)を表し、横軸は、時間(sec)を表す。また、曲線k5は、混雑度を用いた場合のTCPスループットを示し、曲線k6は、RTTを用いた場合

50

のTCPスループットを示す。

【0081】

約50secから70secまでの期間、TCPスループットは、混雑度を用いた方がRTTを用いるよりも大きくなる(曲線k5, k6参照)。これは、図6および図8に示すように、混雑度を用いる方が無線リンクML1₁₀₋₆₀と無線リンクML1₁₀₋₅₀との間での無線リンクの切替が抑制されるからである。

【0082】

従って、上述した方法によって測定した混雑度を用いることによって、スループットの低下および無線リンクの頻繁な切替を抑制して無線リンクを切替えることができる。

【0083】

なお、この発明においては、アクセスポイント50は、「第1の基地局」を構成し、基地局60は、「第2の基地局」を構成する。

【0084】

また、無線モジュール4は、「第1の無線モジュール」を構成し、無線モジュール3は、「第2の無線モジュール」を構成する。

【0085】

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】

【0086】

この発明は、通信特性の低下および無線リンクの頻繁な切替を抑制して無線リンクを切替可能な無線装置に適用される。また、この発明は、通信特性の低下および無線リンクの頻繁な切替を抑制して無線リンクを切替可能な無線通信方法に適用される。さらに、この発明は、通信特性の低下および無線リンクの頻繁な切替を抑制して無線リンクを切替可能な無線装置を備える無線ネットワークに適用される。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】この発明の実施の形態による無線ネットワークの概略図である。

【図2】図1に示す無線装置の構成を示す概略図である。

【図3】混雑度の測定方法を説明するための概念図である。

【図4】図1に示す無線ネットワークにおける無線通信方法を説明するためのフローチャートである。

【図5】混雑度の実測結果を示す図である。

【図6】混雑度を用いたときのWiFiによる無線リンクへ分配されるパケットの割合を示す図である。

【図7】RTTの実測結果を示す図である。

【図8】RTTを用いたときのWiFiによる無線リンクへ分配されるパケットの割合を示す図である。

【図9】TCPスループットのタイミングチャートである。

【符号の説明】

【0088】

1, 5, 6 キュー、2 分配手段、3, 4 無線モジュール、7 測定手段、10, 20, 30, 40 無線装置、50 アクセスポイント、60 基地局、100 無線ネットワーク。

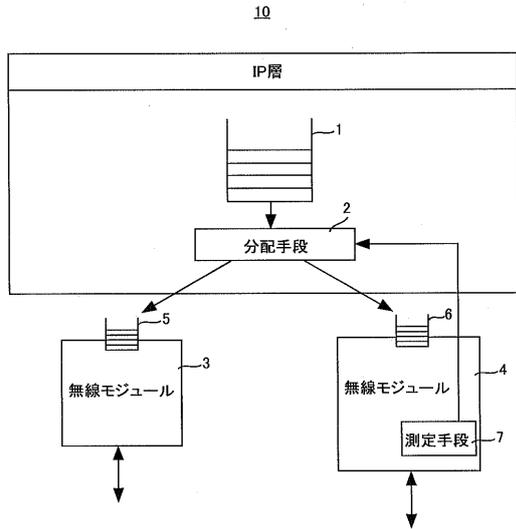
10

20

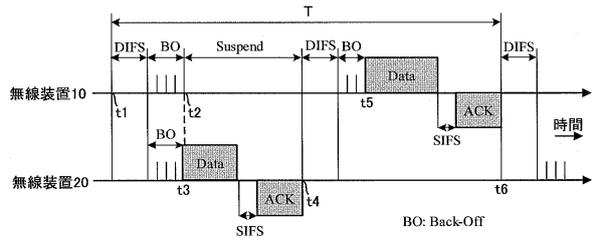
30

40

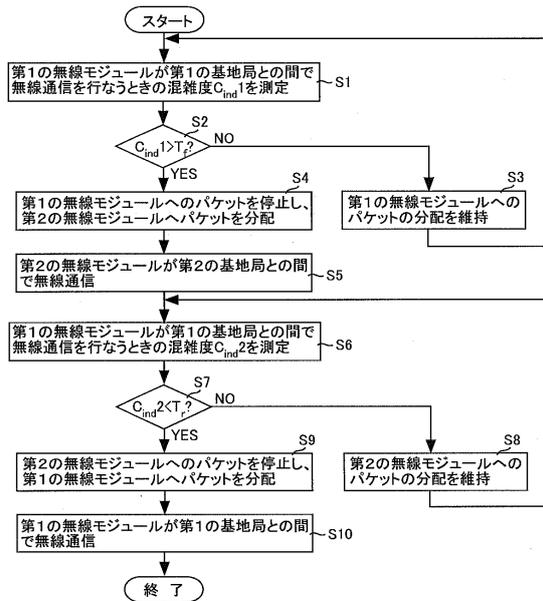
【図2】



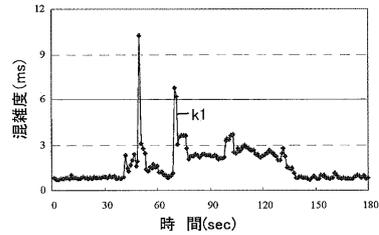
【図3】



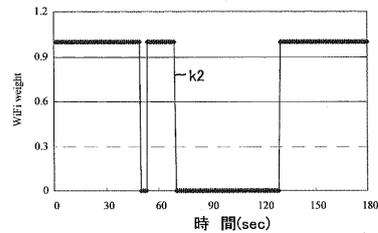
【図4】



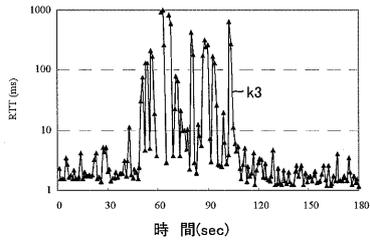
【図5】



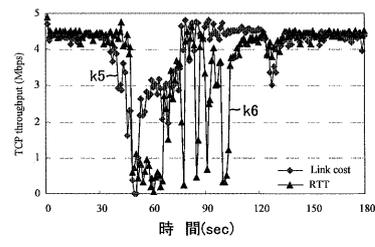
【図6】



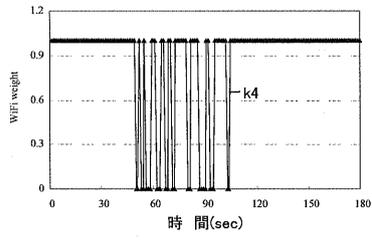
【 図 7 】



【 図 9 】

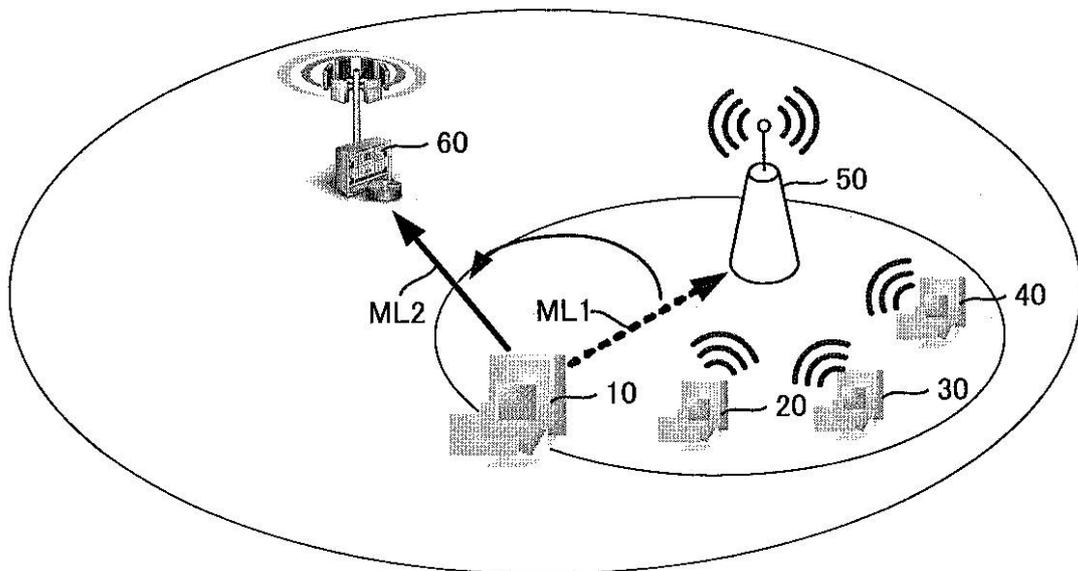


【 図 8 】



【 図 1 】

100



フロントページの続き

審査官 中元 淳二

(56)参考文献 国際公開第2006/012377(WO, A1)
特開2004-129163(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W	36/14
H04B	1/40
H04W	36/22
H04W	36/36
H04W	84/12