

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4359929号
(P4359929)

(45) 発行日 平成21年11月11日(2009.11.11)

(24) 登録日 平成21年8月21日(2009.8.21)

(51) Int.Cl. F I
 H04W 74/08 (2009.01) H04L 12/28 307
 H04W 84/12 (2009.01)

請求項の数 8 (全 37 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-251336 (P2004-251336) (22) 出願日 平成16年8月31日(2004.8.31) (65) 公開番号 特開2006-74088 (P2006-74088A) (43) 公開日 平成18年3月16日(2006.3.16) 審査請求日 平成19年2月21日(2007.2.21)</p> <p>(出願人による申告)平成16年度独立行政法人情報通信研究機構、研究テーマ「自律分散型無線ネットワークの研究開発」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願</p> <p>特許権者において、実施許諾の用意がある。</p>	<p>(73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 (74) 代理人 100112715 弁理士 松山 隆夫 (72) 発明者 シャグダル オユーンチメグ 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 張 兵 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p>審査官 大石 博見</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 無線ネットワークシステムおよびそれに用いられる無線装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自律的に構築され、無線装置間で無線通信を行なう無線ネットワークシステムであって、

各々が、エンド・ツー・エンド間のパケットの流れであるフロー毎にパケットを送受信する複数の無線装置を備え、

前記複数の無線装置は、

1回のチャンネルアクセスに応じて、 n (n は正の整数)個のフローに含まれるパケットを送信する第1の無線装置と、

前記1回のチャンネルアクセスに応じて、 m (m は正の整数)個のフローに含まれるパケットを送信する第2の無線装置とを含み、

前記第1の無線装置は、

p (p は正の整数)個のフローに対応して設けられる p 個のバッファと、

複数のパケットを前記フローに応じて分類して s (s は、 $1 \leq s \leq p$ を満たす整数)個のバッファに格納する第1の格納手段と、

前記1回のチャンネルアクセスに応じて、前記 p 個のバッファをリング状に順次検索して前記パケットが格納された s 個のバッファをカウントし、そのカウントした s 個のバッファに含まれるパケットに基づいて前記 n 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する第1の送信手段とを含み、

前記第2の無線装置は、

10

20

q (q は正の整数) 個のフローに対応して設けられる q 個のバッファと、
複数のパケットを前記フローに応じて分類して t (t は、 1 t q を満たす整数) 個
のバッファに格納する第 2 の格納手段と、

前記 1 回のチャンネルアクセスに応じて、前記 q 個のバッファをリング状に順次検索して
前記パケットが格納された t 個のバッファをカウントし、そのカウントした t 個のバッ
ファに含まれるパケットに基づいて前記 m 個のフローに含まれるパケットを決定して送信す
る第 2 の送信手段とを含む、請求項 1 に記載の無線ネットワークシステム。

【請求項 2】

前記第 1 の送信手段は、前記カウントした s 個を最大フロー数である M (M は正の整数
) 個と比較し、前記 s 個が前記 M 個以下であるとき前記 s 個のフローに含まれるパケット
を前記 n 個のフローに含まれるパケットとして前記フロー毎に前記 s 個のバッファから順
次読み出して送信し、前記 s 個が前記 M 個よりも大きいとき前記 M 個のフローに含まれる
パケットを前記 n 個のフローに含まれるパケットとして前記フロー毎に前記 M 個のバッ
ファから順次読み出して送信し、

前記第 2 の送信手段は、前記カウントした t 個を前記 M 個と比較し、前記 t 個が前記 M
個以下であるとき前記 t 個のフローに含まれるパケットを前記 m 個のフローに含まれるパ
ケットとして前記フロー毎に前記 t 個のバッファから順次読み出して送信し、前記 t 個が
前記 M 個よりも大きいとき前記 M 個のフローに含まれるパケットを前記 m 個のフローに含
まれるパケットとして前記フロー毎に前記 M 個のバッファから順次読み出して送信する、
請求項 1 に記載の無線ネットワークシステム。

【請求項 3】

前記第 1 の無線装置は、

p (p は正の整数) 個のフローに対応して設けられる p 個のバッファと、
複数のパケットを前記フローに応じて分類して s (s は、 1 s p を満たす整数) 個
のバッファに格納する第 1 の格納手段と、

前記 1 回のチャンネルアクセスに応じて、前記 p 個のバッファをリング状に順次検索して
前記パケットが格納された s 個のバッファをカウントし、そのカウントした s 個のバッ
ファに含まれるパケットに基づいて前記 n 個のフローに含まれるパケットを決定して送信す
る第 1 の送信手段とを含み、

前記第 2 の無線装置は、

単一バッファと、

q (q は正の整数) 個のフローに含まれる複数のパケットを前記 q 個のフローの順序に
従って前記単一バッファに格納する第 2 の格納手段と、

前記 1 回のチャンネルアクセスに応じて、前記 q 個のフローの先頭から重複するフローの
1 つ前のフローまでの r (r は正の整数) 個のフローに含まれるパケットを検出し、その
検出した r 個のフローに含まれるパケットに基づいて前記 m 個のフローに含まれるパケッ
トを決定して送信する第 2 の送信手段とを含む、請求項 1 に記載の無線ネットワークシス
テム。

【請求項 4】

前記第 1 の送信手段は、前記カウントした s 個を最大フロー数である M (M は正の整数
) 個と比較し、前記 s 個が前記 M 個以下であるとき前記 s 個のフローに含まれるパケット
を前記 n 個のフローに含まれるパケットとして前記フロー毎に前記 s 個のバッファから順
次読み出して送信し、前記 s 個が前記 M 個よりも大きいとき前記 M 個のフローに含まれる
パケットを前記 n 個のフローに含まれるパケットとして前記フロー毎に前記 M 個のバッ
ファから順次読み出して送信し、

前記第 2 の送信手段は、前記検出した r 個を前記 M 個と比較し、前記 r 個が前記 M 個以
下であるとき前記 r 個のフローに含まれるパケットを前記 m 個のフローに含まれるパケッ
トとして前記フロー毎に前記単一バッファから順次読み出して送信し、前記 r 個が前記 M
個よりも大きいとき前記 M 個のフローに含まれるパケットを前記 m 個のフローに含まれる
パケットとして前記フロー毎に前記単一バッファから順次読み出して送信する、請求項 3

10

20

30

40

50

に記載の無線ネットワークシステム。

【請求項 5】

前記第 1 の無線装置は、

第 1 の単一バッファと、

p (p は正の整数) 個のフローに含まれる複数のパケットを前記 p 個のフローの順序に従って前記第 1 の単一バッファに格納する第 1 の格納手段と、

前記 1 回のチャンネルアクセスに応じて、前記 p 個のフローの先頭から重複するフローの 1 つ前のフローまでの i (i は正の整数) 個のフローに含まれるパケットを検出し、その検出した i 個のフローに含まれるパケットに基づいて前記 n 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する第 1 の送信手段とを含み、

10

前記第 2 の無線装置は、

第 2 の単一バッファと、

q (q は正の整数) 個のフローに含まれる複数のパケットを前記 q 個のフローの順序に従って前記第 2 の単一バッファに格納する第 2 の格納手段と、

前記 1 回のチャンネルアクセスに応じて、前記 q 個のフローの先頭から重複するフローの 1 つ前のフローまでの j (j は正の整数) 個のフローに含まれるパケットを検出し、その検出した j 個のフローに含まれるパケットに基づいて前記 m 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する第 2 の送信手段とを含む、請求項 1 に記載の無線ネットワークシステム。

20

【請求項 6】

前記第 1 の送信手段は、前記検出した i 個を最大フロー数である M (M は正の整数) 個と比較し、前記 i 個が前記 M 個以下であるとき前記 i 個のフローに含まれるパケットを前記 n 個のフローに含まれるパケットとして前記フロー毎に前記第 1 の単一バッファから順次読み出して送信し、前記 i 個が前記 M 個よりも大きいとき前記 M 個のフローに含まれるパケットを前記 n 個のフローに含まれるパケットとして前記フロー毎に前記第 1 の単一バッファから順次読み出して送信し、

前記第 2 の送信手段は、前記検出した j 個を前記 M 個と比較し、前記 j 個が前記 M 個以下であるとき前記 j 個のフローに含まれるパケットを前記 m 個のフローに含まれるパケットとして前記フロー毎に前記第 2 の単一バッファから順次読み出して送信し、前記 j 個が前記 M 個よりも大きいとき前記 M 個のフローに含まれるパケットを前記 m 個のフローに含まれるパケットとして前記フロー毎に前記第 2 の単一バッファから順次読み出して送信する、請求項 5 に記載の無線ネットワークシステム。

30

【請求項 7】

自律的に構築される無線ネットワークシステムに用いられ、エンド・ツー・エンド間のパケットの流れであるフローを単位として前記パケットを送信する無線装置であって、

単一バッファと、

p (p は正の整数) 個のフローに含まれる複数のパケットを前記 p 個のフローの順序に従って前記単一バッファに格納する格納手段と、

1 回のチャンネルアクセスに応じて、前記 p 個のフローの先頭から重複するフローの 1 つ前のフローまでの r (r は正の整数) 個のフローに含まれるパケットを検出し、その検出した r 個のフローに含まれるパケットを送信する送信手段とを備える無線装置。

40

【請求項 8】

自律的に構築される無線ネットワークシステムに用いられ、エンド・ツー・エンド間のパケットの流れであるフローを単位として前記パケットを送信する無線装置であって、

p (p は正の整数) 個のフローに対応して設けられる p 個のバッファと、

複数のパケットを前記フローに応じて分類して s (s は、 $1 \leq s \leq p$ を満たす整数) 個のバッファに格納する格納手段と、

1 回のチャンネルアクセスに応じて、前記 p 個のバッファをリング状に順次検索して前記パケットが格納された s 個のバッファをカウントし、そのカウントした s 個のバッファに含まれるパケットに基づいて、相互に異なる少なくとも 1 つのフローに含まれるパケット

50

を送信する送信手段とを備える無線装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複数の無線装置を備える無線ネットワークシステムおよびそれに用いられる無線装置に関し、特に、複数の無線装置によって、自律的、かつ、即時的に構築されるアドホックネットワークシステムおよびそれに用いられる無線装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

アドホックネットワークは、複数の無線装置が相互に通信を行なうことによって自律的、かつ、即時的に構築されるネットワークである。アドホックネットワークでは、通信する2つの無線装置が互いの通信エリアに存在しない場合、2つの無線装置の中間に位置する無線装置がルータとして機能し、データパケットを中継するので、広範囲のマルチホップネットワークを形成することができる。

【0003】

無線アドホックネットワークを幅広く実現するために、QoS (Quality of Service) 制御の要求が高まっている。QoSは、サービスの品質を意味し、QoS制御を行なうには、公平性、安定性および通信のパフォーマンス等の様々な要素に着目する必要がある。その中でも、サービスが提供されるフロー間の公平性が重要である。

【0004】

有線ネットワークにおいて、フロー間の公平性が劣る主な原因は、異なるトラフィックが混在することである。例えば、ネットワーク上にUDP (User Datagram Protocol) トラフィックとTCP (Transmission Control Protocol) トラフィックとが混在する場合、ボトルネックで輻輳が発生すると、TCPは、輻輳制御を行ない、転送レートを減少させるが、UDPは、転送レートを変化させない。

【0005】

このように、非対称に対応する結果、TCPトラフィックが停止することが発生し得る。

【0006】

有線ネットワークで生じる公平性の問題を改善する方法として、バッファマネージメント (非特許文献1) およびスケジューリング (非特許文献2) 等のリンク層に着目した方式が提案されている。

【非特許文献1】Takashi Miyamura, Takashi Kurimoto, "A New Buffer Management Mechanism for Achieving Fair Bandwidth Allocation in High-Speed Network", IEICE Trans. Commun., Jan.2000.

【非特許文献2】E.L. Hahne and R.G. Gallager, "Round Robin Scheduling for Fair Control in Data Communication Networks", Proc.IEEEICC, pp103-107, June.1986.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

無線アドホックネットワークにおいては、複数の移動端末が無線チャネルを共有するため、お互いの通信範囲に位置する無線端末がパケットを同時に送信すると、その送信されたパケットが衝突し、無線通信が失敗する。このような事態を回避するため、MAC (Media Access Control) プロトコルは、各無線端末に均等にチャネル割当を行なうDCF (Distributed Coordination Function) チャネルアクセス方式を採用している。

【0008】

そうすると、複数のフローを持つ端末と、一本のフローしか持たない端末とが、同一通信範囲に存在する場合、各無線端末に均等にチャネル割当を行なったのでは、フローの公

10

20

30

40

50

平性が劣る。

【0009】

このように、無線アドホックネットワークにおいては、MAC層に起因してフロー間の公平性が劣るという問題がある。

【0010】

そして、非特許文献1, 2に開示された従来の公平性を改善する方法は、リンク層に起因する公平性の問題を解決する方法であるため、これを無線アドホックネットワークにおけるフローの公平性の問題を解決する方法として十分に適用することはできない。

【0011】

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、自律的に構築され、かつ、フロー間の公平性を改善可能な無線ネットワークシステムを提供することである。

10

【0012】

この発明の別の目的は、自律的に構築され、かつ、フロー間の公平性を改善可能な無線ネットワークシステムに用いられる無線装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この発明によれば、無線ネットワークシステムは、自律的に構築され、無線装置間で無線通信を行なう無線ネットワークシステムであって、複数の無線装置を備える。複数の無線装置は、各々が、エンド・ツー・エンド間のパケットの流れであるフロー毎にパケットを送受信する。そして、複数の無線装置は、第1および第2の無線装置を含む。第1の無線装置は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 n (n は正の整数)個のフローに含まれるパケットを送信する。第2の無線装置は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 m (m は正の整数)個のフローに含まれるパケットを送信する。

20

【0014】

好ましくは、第1の無線装置は、 p 個のバッファと、第1の格納手段と、第1の送信手段とを含む。 p 個のバッファは、 p (p は正の整数)個のフローに対応して設けられる。第1の格納手段は、複数のパケットをフローに応じて分類して s (s は、 $1 \leq s \leq p$ を満たす整数)個のバッファに格納する。第1の送信手段は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 p 個のバッファをリング状に順次検索してパケットが格納された s 個のバッファをカウントし、そのカウントした s 個のバッファに含まれるパケットに基づいて n 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する。第2の無線装置は、 q 個のバッファと、第2の格納手段と、第2の送信手段とを含む。 q 個のバッファは、 q (q は正の整数)個のフローに対応して設けられる。第2の格納手段は、複数のパケットをフローに応じて分類して t (t は、 $1 \leq t \leq q$ を満たす整数)個のバッファに格納する。第2の送信手段は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 q 個のバッファをリング状に順次検索してパケットが格納された t 個のバッファをカウントし、そのカウントした t 個のバッファに含まれるパケットに基づいて m 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する。

30

【0015】

好ましくは、第1の送信手段は、カウントした s 個を最大フロー数である M (M は正の整数)個と比較し、 s 個が M 個以下であるとき s 個のフローに含まれるパケットを n 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に s 個のバッファから順次読み出して送信し、 s 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローに含まれるパケットを n 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に M 個のバッファから順次読み出して送信する。第2の送信手段は、カウントした t 個を M 個と比較し、 t 個が M 個以下であるとき t 個のフローに含まれるパケットを m 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に t 個のバッファから順次読み出して送信し、 t 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローに含まれるパケットを m 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に M 個のバッファから順次読み出して送信する。

40

【0016】

50

好ましくは、第1の無線装置は、 p 個のバッファと、第1の格納手段と、第1の送信手段とを含む。 p 個のバッファは、 p (p は正の整数)個のフローに対応して設けられる。第1の格納手段は、複数のパケットをフローに応じて分類して s (s は、 $1 \leq s \leq p$ を満たす整数)個のバッファに格納する。第1の送信手段は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 p 個のバッファをリング状に順次検索してパケットが格納された s 個のバッファをカウントし、そのカウントした s 個のバッファに含まれるパケットに基づいて n 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する。

【0017】

第2の無線装置は、単一バッファと、第2の格納手段と、第2の送信手段とを含む。第2の格納手段は、 q (q は正の整数)個のフローに含まれる複数のパケットを q 個のフローの順序に従って単一バッファに格納する。第2の送信手段は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 q 個のフローの先頭から重複するフローの1つ前のフローまでの r (r は正の整数)個のフローに含まれるパケットを検出し、その検出した r 個のフローに含まれるパケットに基づいて m 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する。

10

【0018】

好ましくは、第1の送信手段は、カウントした s 個を最大フロー数である M (M は正の整数)個と比較し、 s 個が M 個以下であるとき s 個のフローに含まれるパケットを n 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に s 個のバッファから順次読み出して送信し、 s 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローに含まれるパケットを n 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に M 個のバッファから順次読み出して送信する。第2の送信手段は、検出した r 個を M 個と比較し、 r 個が M 個以下であるとき r 個のフローに含まれるパケットを m 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に単一バッファから順次読み出して送信し、 r 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローに含まれるパケットを m 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に単一バッファから順次読み出して送信する。

20

【0019】

好ましくは、第1の無線装置は、第1の単一バッファと、第1の格納手段と、第1の送信手段とを含む。第1の格納手段は、 p (p は正の整数)個のフローに含まれる複数のパケットを p 個のフローの順序に従って第1の単一バッファに格納する。第1の送信手段は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 p 個のフローの先頭から重複するフローの1つ前のフローまでの i (i は正の整数)個のフローに含まれるパケットを検出し、その検出した i 個のフローに含まれるパケットに基づいて n 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する。

30

【0020】

第2の無線装置は、第2の単一バッファと、第2の格納手段と、第2の送信手段とを含む。第2の格納手段は、 q (q は正の整数)個のフローに含まれる複数のパケットを q 個のフローの順序に従って第2の単一バッファに格納する。第2の送信手段は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 q 個のフローの先頭から重複するフローの1つ前のフローまでの j (j は正の整数)個のフローに含まれるパケットを検出し、その検出した j 個のフローに含まれるパケットに基づいて m 個のフローに含まれるパケットを決定して送信する。

【0021】

40

好ましくは、第1の送信手段は、検出した i 個を最大フロー数である M (M は正の整数)個と比較し、 i 個が M 個以下であるとき i 個のフローに含まれるパケットを n 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に第1の単一バッファから順次読み出して送信し、 i 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローに含まれるパケットを n 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に第1の単一バッファから順次読み出して送信する。第2の送信手段は、検出した j 個を M 個と比較し、 j 個が M 個以下であるとき j 個のフローに含まれるパケットを m 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に第2の単一バッファから順次読み出して送信し、 j 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローに含まれるパケットを m 個のフローに含まれるパケットとしてフロー毎に第2の単一バッファから順次読み出して送信する。

50

【 0 0 2 2 】

また、この発明によれば、無線装置は、自律的に構築される無線ネットワークシステムに用いられ、エンド・ツー・エンド間のパケットの流れであるフローを単位として前記パケットを送信する無線装置であって、単一バッファと、格納手段と、送信手段とを備える。格納手段は、 p (p は正の整数) 個のフローに含まれる複数のパケットを p 個のフローの順序に従って単一バッファに格納する。送信手段は、1 回のチャンネルアクセスに応じて、 p 個のフローの先頭から重複するフローの 1 つ前のフローまでの r (r は正の整数) 個のフローに含まれるパケットを検出し、その検出した r 個のフローに含まれるパケットを送信する。

【 0 0 2 3 】

更に、この発明によれば、無線装置は、自律的に構築される無線ネットワークシステムに用いられ、エンド・ツー・エンド間のパケットの流れであるフローを単位として前記パケットを送信する無線装置であって、 p (p は正の整数) 個のバッファと、格納手段と、送信手段とを備える。 p 個のバッファは、 p 個のフローに対応して設けられる。格納手段は、複数のパケットをフローに応じて分類して s (s は、 $1 \leq s \leq p$ を満たす整数) 個のバッファに格納する。送信手段は、1 回のチャンネルアクセスに応じて、 p 個のバッファをリング状に順次検索してパケットが格納された s 個のバッファをカウントし、そのカウントした s 個のバッファに含まれるパケットに基づいて、相互に異なる少なくとも 1 つのフローに含まれるパケットを送信する。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 4 】

この発明によれば、無線装置は、1 回のチャンネルアクセスに応じて少なくとも 1 個のフローに含まれるパケットを送信する。即ち、1 回のチャンネルアクセスがなされたときに、1 つのフローに含まれるパケットが存在すれば、その 1 つのフローに含まれるパケットを送信し、1 回のチャンネルアクセスがなされたときに、複数のフローに含まれるパケットが存在すれば、その複数のフローに含まれるパケットを送信する。つまり、フロー数に応じてチャンネルが割り当てられ、フロー数が多くなっても、各フローに対するチャンネルアクセスの割合が同じになる。

【 0 0 2 5 】

したがって、この発明によれば、フロー間の公平性を改善できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

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。

【 0 0 2 7 】

図 1 は、この発明の実施の形態による無線ネットワークシステムの概略図である。無線ネットワークシステム 10 は、無線装置 1 ~ 9 を備える。無線装置 1 ~ 9 は、無線通信空間に配置され、自律的にネットワークを構成している。そして、無線装置 1 から無線装置 3 へデータを送信する場合、無線装置 2、無線装置 9 および無線装置 6 は、無線装置 1 からのデータを中継して無線装置 3 へ届ける。

【 0 0 2 8 】

無線ネットワークシステム 10 においては、各無線装置 1 ~ 9 は、QoS (Quality of Service) 制御を行ない、各種のサービスを他の無線装置へ提供する。各無線装置 1 ~ 9 は、例えば、データを他の無線装置へ送信することによって所定のサービスを他の無線装置へ提供する。

【 0 0 2 9 】

この場合、各無線装置 1 ~ 9 は、パケットを送信することによってデータを他の無線装置へ提供するので、異なる送信先へデータを提供するためのパケットは、異なるフローを構成する。即ち、無線装置 4 へデータを提供するためのパケットは、フロー Flow 1 を構成し、無線装置 3 へデータを提供するためのパケットは、フロー Flow 2 を構成し、

10

20

30

40

50

無線装置 7 へデータを提供するためのパケットは、フロー Flow 3 を構成する。

【 0 0 3 0 】

この場合、無線装置 3, 4, 7 へのポート番号の組は、同じであってもよく、異なってもよい。各フロー Flow 1, Flow 2, Flow 3 は、後述するように、ポート番号の組と IP アドレスの組とからなるソケット情報によって分類されるので、送信先の無線装置が異なっていれば、IP アドレスが異なり、ソケット情報が異なるからである。

【 0 0 3 1 】

また、3 つのフローのパケットを無線装置 3 へ送信する場合、即ち、それらの 3 つのフローの IP アドレスが同じであっても、ポート番号が相互に異なるときには、3 つのフローは、異なるフロー Flow 1, Flow 2, Flow 3 を構成する。

10

【 0 0 3 2 】

従って、この発明においては、フローとは、エンド・ツー・エンド間のパケットの流れを意味する。そして、エンド・ツー・エンド間とは、IP アドレスとポート番号とによって特定される送信元および送信先間を意味する。

【 0 0 3 3 】

以下においては、図 1 に示す無線ネットワークシステム 10 において、各無線装置 1 ~ 9 がフロー間の公平性を改善して各フローに含まれるパケットを送信する方法について説明する。

【 0 0 3 4 】

[実施の形態 1]

20

図 2 は、図 1 に示す無線装置 1 の実施の形態 1 における構成を示す概略ブロック図である。無線装置 1 は、アンテナ 11 と、入力部 12 と、表示部 13 と、電子メールアプリケーション 14 と、通信制御部 15 とを含む。

【 0 0 3 5 】

アンテナ 11 は、無線通信空間を介して他の無線装置からデータを受信し、その受信したデータを通信制御部 15 へ出力するとともに、通信制御部 15 からのデータを無線通信空間を介して他の無線装置へ送信する。

【 0 0 3 6 】

入力部 12 は、無線装置 1 の操作者が入力したメッセージおよびデータの宛先を受け、その受付けたメッセージおよび宛先を電子メールアプリケーション 14 へ出力する。表示部 13 は、電子メールアプリケーション 14 からの制御に従ってメッセージを表示する。

30

【 0 0 3 7 】

電子メールアプリケーション 14 は、入力部 12 からのメッセージおよび宛先に基づいてデータを生成して通信制御部 15 へ出力する。

【 0 0 3 8 】

通信制御部 15 は、ARPA (Advanced Research Projects Agency) インターネット階層構造に従って、通信制御を行なう複数のモジュールからなる。即ち、通信制御部 15 は、無線インターフェースモジュール 16 と、MAC モジュール 17 と、LLC (Logical Link Control) モジュール 18 と、バッファ 19 と、IP (Internet Protocol) モジュール 20 と、ルーティングテーブル 21 と、TCP モジュール 22 と、UDP モジュール 23 と、SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) モジュール 24 と、ルーティングデーモン 25 とからなる。

40

【 0 0 3 9 】

無線インターフェースモジュール 16 は、物理層に属し、所定の規定に従って送信信号または受信信号の変復調および周波数変換等を行なう。

【 0 0 4 0 】

MAC モジュール 17 は、MAC 層に属し、フロー数取得要求を LLC モジュール 18 へ送信するとともに、後述する方法によって 1 回のチャンネルアクセスに応じて複数のフロ

50

ーに含まれるパケットを送信する。また、M A Cモジュール17は、M A Cプロトコルを実行してデータ(パケット)の再送制御等を行なう。そして、M A Cモジュール17は、データ(パケット)の再送回数が所定値を超えるとリンクが切断されたことを検知し、リンクが切断されたことをルーティングデーモン25に通知する。

【0041】

L L Cモジュール18は、データリンク層に属し、R R (R o u n d R o b i n)スケジューラを用いてI Pモジュール20からのパケットを後述する方法によって各フローに分類してバッファ19に格納する。また、L L Cモジュール18は、M A Cモジュール17からのフロー数取得要求に応じて、後述する方法によって1回のチャンネルアクセス時に送信するフロー数を決定し、その決定したフロー数をM A Cモジュール17へ送信する。そして、L L Cモジュール18は、決定したフロー数のフローに含まれるパケットをR Rスケジューラを用いてバッファ19から順次読み出してM A Cモジュール17へ送信する。

10

【0042】

バッファ19は、L L Cモジュール18によってフロー毎に分類された複数のパケットをフロー毎に記憶する。

【0043】

I Pモジュール20は、インターネット層に属し、I Pパケットを生成する。I Pパケットは、I Pヘッダと、上位のプロトコルのパケットを格納するためのI Pデータ部とからなる。また、I Pモジュール20は、T C Pモジュール22からデータを受けると、その受けたデータをI Pデータ部に格納してI Pパケットを生成する。そして、I Pモジュール20は、テーブル駆動型のルーティングプロトコルであるD S D Vプロトコルに従ってルーティングテーブル21を検索し、生成したI Pパケットを送信するための経路が正常であるか否かを判定する。I Pモジュール20は、データを送信するための経路が正常であるとき、生成したI PパケットをL L Cモジュール18へ送信する。

20

【0044】

ルーティングテーブル21は、インターネット層に属し、後述するように、各送信先アドレスに対応付けて経路情報を格納する。

【0045】

T C Pモジュール22は、トランスポート層に属し、T C Pパケットを生成する。T C Pパケットは、T C Pヘッダと、上位のプロトコルのデータを格納するためのT C Pデータ部とからなる。そして、T C Pモジュール22は、生成したT C PパケットをI Pモジュール20へ送信する。

30

【0046】

U D Pモジュール23は、トランスポート層に属し、ルーティングデーモン25によって作成されたU p d a t eパケットをブロードキャストし、他の無線装置からブロードキャストされたU p d a t eパケットを受信してルーティングデーモン25へ出力する。

【0047】

S M T Pモジュール24は、プロセス/アプリケーション層に属し、電子メールアプリケーション14から受け取ったデータに基づいて、全二重通信チャンネルの確保およびメッセージの交換等を行なう。

40

【0048】

ルーティングデーモン25は、プロセス/アプリケーション層に属し、他の通信制御モジュールの実行状態を監視するとともに、他の通信制御モジュールからのリクエストを処理する。また、ルーティングデーモン25は、D S D Vプロトコルに従って他の無線装置と経路情報を定期的に交換し合い、取得した経路情報に基づいて最適な経路を算出してインターネット層にルーティングテーブル21を動的に作成する。

【0049】

なお、図1に示す無線装置2~9の各々も、図2に示す無線装置1の構成と同じ構成からなる。

50

【 0 0 5 0 】

図3は、IPヘッダの構成図である。IPヘッダは、バージョン、ヘッダ長、サービスタイプ、パケット長、識別番号、フラグ、フラグメントオフセット、生存時間、プロトコル、ヘッダチェックサム、送信元IPアドレス、送信先IPアドレス、およびオプションからなる。

【 0 0 5 1 】

図4は、TCPヘッダの構成図である。TCPヘッダは、送信元ポート番号、送信先ポート番号、シーケンス番号、確認応答(ACK)番号、データオフセット、予約、フラグ、ウィンドウサイズ、ヘッダチェックサムおよびエージェントポインタからなる。

【 0 0 5 2 】

送信元ポート番号は、送信元の無線装置で複数のアプリケーションが動作しているときに、TCPパケットを出力したアプリケーションを特定する番号である。また、送信先ポート番号は、送信先の無線装置で複数のアプリケーションが動作しているときに、TCPパケットを届けるアプリケーションを特定する番号である。

【 0 0 5 3 】

TCP通信は、エンド・ツー・エンドの接続型通信プロトコルである。TCP通信の接続接続を要求する無線装置(以下、「TCP通信接続要求装置」という。)のTCPモジュール22は、接続の確立時に、TCPヘッダ内のCode BitにSYN(Synchronize Flag)を設定した接続の接続要求を示す第1パケットをTCP通信の接続接続を受理する端末(以下、「TCP通信接続受理装置」という。)のTCPモジュール22へ送信する。これを受けて、TCP通信接続受理装置のTCPモジュール22は、TCPヘッダ内のCode BitにSYNおよびACK(確認応答)を設定した接続の接続要求受理および接続完了を示す第2パケットをTCP通信接続要求装置のTCPモジュール22へ送信する。更に、これを受けて、TCP通信接続要求装置のTCPモジュール22は、TCPヘッダ内のCode BitをACK(確認応答)に設定した接続の接続完了を示す第3パケットをTCP通信接続受理装置のTCPモジュール22へ送信する。

【 0 0 5 4 】

接続の切断要求は、TCP通信要求装置およびTCP通信受理装置のいずれの側からでも行なうことができる。TCP通信の接続切断を要求する無線装置(以下、「TCP通信切断要求装置」という。)のTCPモジュール22は、接続の切断時に、TCPヘッダ内のCode BitをFIN(Finish Flag)に設定した接続の切断要求を示す第1パケットをTCP通信の接続切断を受理する無線装置(以下、「TCP通信切断受理装置」という。)へ送信する。これを受けて、TCP通信切断受理装置のTCPモジュール22は、TCPヘッダ内のCode BitをACK(確認応答)に設定した接続の切断要求受理を示す第2パケットと、TCPヘッダ内のCode BitをFINに設定した接続の切断完了を示す第3パケットをTCP通信切断要求装置のTCPモジュール22へ送信する。更に、これを受けて、TCP通信切断要求装置のTCPモジュール22は、TCPヘッダ内のCode BitをACK(確認応答)に設定した接続の切断完了を示す第4パケットをTCP通信切断受理装置のTCPモジュール22へ送信する。

【 0 0 5 5 】

図5は、図2に示すルーティングテーブル21の例を示す図である。ルーティングテーブル21は、送信先アドレスと、隣接する無線装置のアドレス(NextHopアドレス)と、メトリック(Metric)と、シーケンス番号(SeqNum)とからなる。そして、送信先アドレス、NextHopアドレス、Metric、およびSeqNumは、相互に対応付けられている。

【 0 0 5 6 】

送信先アドレスは、送信先の無線装置のIPアドレスを表す。NextHopアドレスは、次にホップする無線装置のIPアドレスを表す。Metricは、送信元の無線装置

10

20

30

40

50

と送信先の無線装置との間の経路状態を示す経路指標を表す。そして、Metricは、送信元の無線装置と送信先の無線装置との間の経路が正常であるとき、送信元の無線装置から送信先の無線装置までのホップ数が格納され、送信元の無線装置と送信先の無線装置との間の経路が異常であるとき、無限大(∞)が格納される。SeqNumは、経路情報が生成された順番を表す。

【0057】

図5に示すルーティングテーブル21の例では、第1の経路は、送信元の無線装置を無線装置1とし、送信先の無線装置を無線装置3とする経路であり、無線装置1が送信したパケットを最初に中継する端末が無線装置2であり、無線装置1が送信したパケットは、Metricが4であるので、3つの無線装置によって中継されて無線装置3に届くことを示している。

10

【0058】

また、第2の経路は、送信元の無線装置を無線装置1とし、送信先の無線装置を無線装置7とする経路であり、無線装置1が送信したパケットを最初に中継する無線装置が無線装置5であり、無線装置1が送信したパケットは、Metricが2であるので、1つの無線装置によって中継されて無線装置7に届くことを示している。

【0059】

更に、第3の経路は、送信元の無線装置を無線装置1とし、送信先の無線装置を無線装置4とする経路であり、無線装置1が送信したパケットを最初に中継する無線装置が無線装置2であり、無線装置1が送信したパケットは、Metricが2であるので、1つの無線装置によって中継されて無線装置4に届くことを示している。

20

【0060】

図6は、図2に示すバッファ19の構成図である。バッファ19は、バッファ191～198からなる。バッファ191～198は、8個のフローに対応して設けられる。バッファ191～198の各々は、LLCモジュール18によって分類されたパケットを格納する。

【0061】

上述したように、各無線装置1～9は、複数のエンドユーザーにデータを提供するので、その複数のエンドユーザーに対応した複数のフローに含まれるパケットを送信する。そして、LLCモジュール18は、IPモジュール20からのパケットをソケット情報に基づいて各フローに分類してバッファ19に格納するので、バッファ19は、フロー数に対応した数のバッファにのみ、パケットが格納された状態になる。

30

【0062】

図6に示す場合、バッファ19は、8個のバッファ191～198から構成されるので、バッファ19を備える無線装置は、最大8個の異なるフローをエンドユーザーへデータを提供することが可能である。

【0063】

バッファ19を備える無線装置が3個のフローを提供する場合、バッファ19は、3個のバッファが使用される。このように、バッファ19は、フロー数に応じた数のバッファが使用される。

40

【0064】

例えば、図1に示す無線装置1が3個のエンドユーザーにデータを提供する場合を想定する。上述したように、パケットは、ソケット情報に基づいて各フローに分類されるので、ソケット情報が異なれば、フローが異なる。そして、ソケット情報は、送信元/送信先のIPアドレスの組と、ポート番号の組とからなる。従って、フローが異なる場合としては、IPアドレスの組が異なる場合と、ポート番号の組が異なる場合とがある。

【0065】

まず、IPアドレスの組が異なる場合について説明する。例えば、無線装置1は、ポート番号PNO0からデータ1～3を無線装置3, 4, 7の同じポート番号PNO1へ送信する。この場合、データ1～3の送信先IPアドレスは異なる。

50

【 0 0 6 6 】

無線装置 1 が無線装置 4 のポート番号 P N O 1 ヘデータ 1 を送信する場合、無線装置 1 の T C P モジュール 2 2 は、図 4 に示す T C P ヘッダの送信元ポート番号に無線装置 1 で動作しているデータ 1 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 0 を格納し、送信先ポート番号に無線装置 4 で動作しているデータ 1 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 1 を格納して T C P ヘッダを作成する。そして、T C P モジュール 2 2 は、上位のプロトコルから受けたデータ 1 をデータ部に格納し、データ 1 が格納されたデータ部に T C P ヘッダを付与して T C P パケットを作成する。その後、T C P モジュール 2 2 は、作成した T C P パケットを I P モジュール 2 0 へ送信する。

【 0 0 6 7 】

I P モジュール 2 0 は、T C P モジュール 2 2 からの T C P パケットを I P データ部に格納する。そして、I P モジュール 2 0 は、図 3 に示す I P ヘッダの送信元 I P アドレスに無線装置 1 の I P アドレス A D D 1 を格納し、送信先 I P アドレスに無線装置 4 の I P アドレス A D D 4 を格納して I P ヘッダを作成する。その後、I P モジュール 2 0 は、T C P パケットが格納された I P データ部に I P ヘッダを付与して I P パケットを作成し、その作成した I P パケットを L L C モジュール 1 8 へ送信する。

【 0 0 6 8 】

また、無線装置 1 が無線装置 3 のポート番号 P N O 1 ヘデータ 2 を送信する場合、無線装置 1 の T C P モジュール 2 2 は、図 4 に示す T C P ヘッダの送信元ポート番号に無線装置 1 で動作しているデータ 2 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 0 を格納し、送信先ポート番号に無線装置 3 で動作しているデータ 2 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 1 を格納して T C P ヘッダを作成する。そして、T C P モジュール 2 2 は、上位のプロトコルから受けたデータ 2 をデータ部に格納し、データ 2 が格納されたデータ部に T C P ヘッダを付与して T C P パケットを作成する。その後、T C P モジュール 2 2 は、作成した T C P パケットを I P モジュール 2 0 へ送信する。

【 0 0 6 9 】

I P モジュール 2 0 は、T C P モジュール 2 2 からの T C P パケットを I P データ部に格納する。そして、I P モジュール 2 0 は、図 3 に示す I P ヘッダの送信元 I P アドレスに無線装置 1 の I P アドレス A D D 1 を格納し、送信先 I P アドレスに無線装置 3 の I P アドレス A D D 3 を格納して I P ヘッダを作成する。その後、I P モジュール 2 0 は、T C P パケットが格納された I P データ部に I P ヘッダを付与して I P パケットを作成し、その作成した I P パケットを L L C モジュール 1 8 へ送信する。

【 0 0 7 0 】

更に、無線装置 1 が無線装置 7 のポート番号 P N O 1 ヘデータ 3 を送信する場合、無線装置 1 の T C P モジュール 2 2 は、図 4 に示す T C P ヘッダの送信元ポート番号に無線装置 1 で動作しているデータ 3 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 0 を格納し、送信先ポート番号に無線装置 7 で動作しているデータ 3 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 1 を格納して T C P ヘッダを作成する。そして、T C P モジュール 2 2 は、上位のプロトコルから受けたデータ 3 をデータ部に格納し、データ 3 が格納されたデータ部に T C P ヘッダを付与して T C P パケットを作成する。その後、T C P モジュール 2 2 は、作成した T C P パケットを I P モジュール 2 0 へ送信する。

【 0 0 7 1 】

I P モジュール 2 0 は、T C P モジュール 2 2 からの T C P パケットを I P データ部に格納する。そして、I P モジュール 2 0 は、図 3 に示す I P ヘッダの送信元 I P アドレスに無線装置 1 の I P アドレス A D D 1 を格納し、送信先 I P アドレスに無線装置 7 の I P アドレス A D D 7 を格納して I P ヘッダを作成する。その後、I P モジュール 2 0 は、T C P パケットが格納された I P データ部に I P ヘッダを付与して I P パケットを作成し、その作成した I P パケットを L L C モジュール 1 8 へ送信する。

【 0 0 7 2 】

L L C モジュール 1 8 は、I P モジュール 2 0 から I P パケットを受けると、I P パケ

10

20

30

40

50

ットのIPヘッダから送信元IPアドレスおよび送信先IPアドレスを読み出し、IPパケットのTCPヘッダから送信元ポート番号および送信先ポート番号を読み出す。そして、LLCモジュール18は、IPパケットから読み出した[送信元IPアドレス、送信元ポート番号]および[送信先IPアドレス、送信先ポート番号]に基づいて、IPモジュール20から受けたパケットのフローを特定する。

【0073】

[送信元IPアドレス、送信元ポート番号]および[送信先IPアドレス、送信先ポート番号]がそれぞれ[無線装置1のIPアドレスADD1、無線装置1のデータ1用アプリケーションのポート番号PNO0]および[無線装置4のIPアドレスADD4、無線装置4のデータ1用アプリケーションのポート番号PNO1]である場合、LLCモジュール18は、パケットのフローをデータ1を無線装置4のポート番号PNO1へ送信するフローと特定し、パケットをバッファ191(バッファ191はフローFlow1を格納するバッファであるとする)へ格納する。

10

【0074】

また、[送信元IPアドレス、送信元ポート番号]および[送信先IPアドレス、送信先ポート番号]がそれぞれ[無線装置1のIPアドレスADD1、無線装置1のデータ2用アプリケーションのポート番号PNO0]および[無線装置3のIPアドレスADD3、無線装置3のデータ2用アプリケーションのポート番号PNO1]である場合、LLCモジュール18は、パケットのフローをデータ2を無線装置3のポート番号PNO1へ送信するフローと特定し、パケットをバッファ192(バッファ192はフローFlow2を格納するバッファであるとする)へ格納する。

20

【0075】

更に、[送信元IPアドレス、送信元ポート番号]および[送信先IPアドレス、送信先ポート番号]がそれぞれ[無線装置1のIPアドレスADD1、無線装置1のデータ3用アプリケーションのポート番号PNO0]および[無線装置7のIPアドレスADD7、無線装置7のデータ3用アプリケーションのポート番号PNO1]である場合、LLCモジュール18は、パケットのフローをデータ3を無線装置7のポート番号PNO1へ送信するフローと特定し、パケットをバッファ193(バッファ193はフローFlow3を格納するバッファであるとする)へ格納する。

30

【0076】

次に、ポート番号の組が異なる場合について説明する。例えば、無線装置1は、ポート番号PNO0から、データ1を無線装置4のポート番号PNO1へ送信し、データ2を無線装置4のポート番号PNO2へ送信し、データ3を無線装置4のポート番号PNO3へ送信する。この場合、データ1~3の送信先IPアドレスは同じである。

【0077】

無線装置1が無線装置4のポート番号PNO1へデータ1を送信する場合、無線装置1のTCPモジュール22は、図4に示すTCPヘッダの送信元ポート番号に無線装置1で動作しているデータ1用のアプリケーションを特定する番号PNO0を格納し、送信先ポート番号に無線装置4で動作しているデータ1用のアプリケーションを特定する番号PNO1を格納してTCPヘッダを作成する。そして、TCPモジュール22は、上位のプロトコルから受けたデータ1をデータ部に格納し、データ1が格納されたデータ部にTCPヘッダを付与してTCPパケットを作成する。その後、TCPモジュール22は、作成したTCPパケットをIPモジュール20へ送信する。

40

【0078】

IPモジュール20は、TCPモジュール22からのTCPパケットをIPデータ部に格納する。そして、IPモジュール20は、図3に示すIPヘッダの送信元IPアドレスに無線装置1のIPアドレスADD1を格納し、送信先IPアドレスに無線装置4のIPアドレスADD4を格納してIPヘッダを作成する。その後、IPモジュール20は、TCPパケットが格納されたIPデータ部にIPヘッダを付与してIPパケットを作成し、その作成したIPパケットをLLCモジュール18へ送信する。

50

【 0 0 7 9 】

また、無線装置 1 が無線装置 4 のポート番号 P N O 2 ヘデータ 2 を送信する場合、無線装置 1 の T C P モジュール 2 2 は、図 4 に示す T C P ヘッダの送信元ポート番号に無線装置 1 で動作しているデータ 2 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 0 を格納し、送信先ポート番号に無線装置 4 で動作しているデータ 2 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 2 を格納して T C P ヘッダを作成する。そして、T C P モジュール 2 2 は、上位のプロトコルから受けたデータ 2 をデータ部に格納し、データ 2 が格納されたデータ部に T C P ヘッダを付与して T C P パケットを作成する。その後、T C P モジュール 2 2 は、作成した T C P パケットを I P モジュール 2 0 へ送信する。

【 0 0 8 0 】

I P モジュール 2 0 は、T C P モジュール 2 2 からの T C P パケットを I P データ部に格納する。そして、I P モジュール 2 0 は、図 3 に示す I P ヘッダの送信元 I P アドレスに無線装置 1 の I P アドレス A D D 1 を格納し、送信先 I P アドレスに無線装置 4 の I P アドレス A D D 4 を格納して I P ヘッダを作成する。その後、I P モジュール 2 0 は、T C P パケットが格納された I P データ部に I P ヘッダを付与して I P パケットを作成し、その作成した I P パケットを L L C モジュール 1 8 へ送信する。

【 0 0 8 1 】

更に、無線装置 1 が無線装置 4 のポート番号 P N O 3 ヘデータ 3 を送信する場合、無線装置 1 の T C P モジュール 2 2 は、図 4 に示す T C P ヘッダの送信元ポート番号に無線装置 1 で動作しているデータ 3 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 0 を格納し、送信先ポート番号に無線装置 4 で動作しているデータ 3 用のアプリケーションを特定する番号 P N O 3 を格納して T C P ヘッダを作成する。そして、T C P モジュール 2 2 は、上位のプロトコルから受けたデータ 3 をデータ部に格納し、データ 3 が格納されたデータ部に T C P ヘッダを付与して T C P パケットを作成する。その後、T C P モジュール 2 2 は、作成した T C P パケットを I P モジュール 2 0 へ送信する。

【 0 0 8 2 】

I P モジュール 2 0 は、T C P モジュール 2 2 からの T C P パケットを I P データ部に格納する。そして、I P モジュール 2 0 は、図 3 に示す I P ヘッダの送信元 I P アドレスに無線装置 1 の I P アドレス A D D 1 を格納し、送信先 I P アドレスに無線装置 4 の I P アドレス A D D 4 を格納して I P ヘッダを作成する。その後、I P モジュール 2 0 は、T C P パケットが格納された I P データ部に I P ヘッダを付与して I P パケットを作成し、その作成した I P パケットを L L C モジュール 1 8 へ送信する。

【 0 0 8 3 】

そして、L L C モジュール 1 8 は、I P パケットから読み出した [送信元 I P アドレス、送信元ポート番号] および [送信先 I P アドレス、送信先ポート番号] に基づいて、I P モジュール 2 0 から受けたパケットのフローを特定する。

【 0 0 8 4 】

[送信元 I P アドレス、送信元ポート番号] および [送信先 I P アドレス、送信先ポート番号] がそれぞれ [無線装置 1 の I P アドレス A D D 1、無線装置 1 のデータ 1 用アプリケーションのポート番号 P N O 0] および [無線装置 4 の I P アドレス A D D 4、無線装置 4 のデータ 1 用アプリケーションのポート番号 P N O 1] である場合、L L C モジュール 1 8 は、パケットのフローをデータ 1 を無線装置 4 のポート番号 P N O 1 へ送信するフローと特定し、パケットをバッファ 1 9 1 (バッファ 1 9 1 はフロー F l o w 1 を格納するバッファであるとする) へ格納する。

【 0 0 8 5 】

また、[送信元 I P アドレス、送信元ポート番号] および [送信先 I P アドレス、送信先ポート番号] がそれぞれ [無線装置 1 の I P アドレス A D D 1、無線装置 1 のデータ 2 用アプリケーションのポート番号 P N O 0] および [無線装置 4 の I P アドレス A D D 4、無線装置 4 のデータ 2 用アプリケーションのポート番号 P N O 2] である場合、L L C モジュール 1 8 は、パケットのフローをデータ 2 を無線装置 4 のポート番号 P N O 2 へ送

10

20

30

40

50

信するフローと特定し、パケットをバッファ192（バッファ192はフローFlow2を格納するバッファであるとする）へ格納する。

【0086】

更に、[送信元IPアドレス、送信元ポート番号]および[送信先IPアドレス、送信先ポート番号]がそれぞれ[無線装置1のIPアドレスADD1、無線装置1のデータ3用アプリケーションのポート番号PNO0]および[無線装置4のIPアドレスADD4、無線装置4のデータ3用アプリケーションのポート番号PNO3]である場合、LLCモジュール18は、パケットのフローをデータ3を無線装置4のポート番号PNO3へ送信するフローと特定し、パケットをバッファ193（バッファ193はフローFlow3を格納するバッファであるとする）へ格納する。なお、無線装置1のポート番号は、データ1～3に対して同じポート番号PNO0であるとして説明したが、データ1～3に対して異なるようにしてもよい。

10

【0087】

このように、LLCモジュール18は、IPパケットに含まれる[送信元IPアドレス、送信元ポート番号]および[送信先IPアドレス、送信先ポート番号]（即ち、送信元のソケット情報および送信先のソケット情報）に基づいて、IPモジュール20から受けたパケットを各フローに分類し、その分類したフローに従ってパケットをバッファ19へ格納する。

【0088】

以下、(1)無線ネットワークシステム10におけるルーティング、(2)1回のチャネルアクセス時に送信するフロー数の決定、および(3)1回のチャネルアクセスにおけるパケットの送信について説明する。

20

【0089】

(1)無線ネットワークシステムにおけるルーティング

無線装置1のルーティングデーモン25は、次の方法によって、経路探索を定期的に行なう。ルーティングデーモン25は、自己の経路情報のSeqNumをインクリメントする。これによって、この経路情報は、他の無線装置（無線装置2～9）が持つルーティングテーブル21内の経路情報よりも新しいことを表す。

【0090】

ルーティングデーモン25は、Updateパケットに最新のルーティングテーブル21内の経路情報の全てを登録し、UpdateパケットをUDPモジュール23によってブロードキャストする。

30

【0091】

他の無線装置、例えば、無線装置2が無線装置1から送信されたUpdateパケットを受信すると、無線装置2のルーティングデーモン25は、その受信したUpdateパケット内の経路情報に基づいて、無線装置2のルーティングテーブル21内の経路情報を更新するとともに、必要に応じて、無線装置2のルーティングテーブル21内の経路情報の全てを登録したUpdateパケットをUDPモジュール23によってブロードキャストする。

【0092】

40

無線装置1のルーティングデーモン25は、無線装置2からのUpdateパケットを受信すると、その受信したUpdateパケットに含まれる経路情報に基づいて、無線装置1のルーティングテーブル21内の経路情報を更新するとともに、必要に応じて、無線装置1のルーティングテーブル21内の経路情報の全てを登録したUpdateパケットをUDPモジュール23によってブロードキャストする。

【0093】

このように、各無線装置1～9のルーティングデーモン25は、DSDVプロトコルに従って、自己のルーティングテーブル21内の経路情報をUpdateパケットに登録してブロードキャストし、経路情報を相互に送受信することによってパケットを送信する経路を定期的に探索する。

50

【 0 0 9 4 】

(2) 1 回のチャンネルアクセス時に送信するフロー数の決定

LLCモジュール18は、1回のチャンネルアクセスに応じて送信可能なフローの最大数MAX_fを保持しており、MACモジュール17からフロー数取得要求を受けると、RRスケジューラを用いて、最大数MAX_fを超えないように1回のチャンネルアクセスに応じて送信可能なフロー数を決定する。なお、この発明においては、最大数MAX_fは、“4”に設定される。

【 0 0 9 5 】

図7は、実施の形態1における1回のチャンネルアクセスに応じて送信可能なフロー数を決定する動作を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、LLCモジュール18は、MACモジュール17からフロー数取得要求を受ける(ステップS1)。そして、LLCモジュール18は、MACモジュール17からのフロー数取得要求に応じて、最初のバッファ191にパケットが存在するか否かを判定する(ステップS2)。なお、LLCモジュール18は、1回目のチャンネルアクセスに応じて最大数MAX_fを1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定した場合、2回目のチャンネルアクセスに応じてバッファ195にパケットが存在するか否かを判定する。

10

【 0 0 9 6 】

LLCモジュール18は、RRスケジューラを用いてフロー数を決定するため、バッファ191 バッファ192 バッファ193 バッファ194 バッファ195 バッファ196 バッファ197 バッファ198 バッファ191・・・の順序でリング状にバッファ191～198を検索し、パケットが存在するか否かを判定する。

20

【 0 0 9 7 】

ステップS2において、パケットがバッファ191に存在しないと判定されたとき、一連の動作は、ステップS4へ移行する。

【 0 0 9 8 】

一方、ステップS2において、パケットがバッファ191に存在すると判定されたとき、LLCモジュール18は、バッファ191に格納されたパケットのソケット情報を記憶し、フロー数Flow_Nを1だけ加算する(ステップS3)。

【 0 0 9 9 】

そして、ステップS2の“NO”またはステップS3の後、LLCモジュール18は、パケットの有無を判定する対象のバッファを次のバッファ192へ移行する(ステップS4)。その後、LLCモジュール18は、バッファ192が評価したバッファでなく、かつ、フロー数Flow_Nが最大数MAX_f未満であるか否かを判定する(ステップS5)。即ち、LLCモジュール18は、バッファ192がパケットの存在を評価したバッファでなく、かつ、フロー数Flow_Nが最大数MAX_f未満であるか否かを判定する。

30

【 0 1 0 0 】

バッファ192がパケットの存在を評価したバッファでなく、かつ、フロー数Flow_Nが最大数MAX_f未満である場合、ステップS2～ステップS5が繰り返し実行される。

40

【 0 1 0 1 】

なお、ステップS5において、評価対象となるバッファが既に評価したバッファであるか否かは、ステップS3において記憶したバッファ191に格納されたパケットのソケット情報と同じソケット情報を有するパケットが評価対象となるバッファに格納されているか否かによって判定される。そして、バッファ191に格納されたパケットのソケット情報と同じソケット情報を有するパケットが評価対象となるバッファに格納されているとき、その評価対象のバッファは、評価したバッファであると判定され、バッファ191に格納されたパケットのソケット情報と異なるソケット情報を有するパケットが評価対象となるバッファに格納されているとき、その評価対象のバッファは、評価したバッファでないと判定される。

50

【 0 1 0 2 】

一方、ステップ S 5 において、次のバッファが評価したバッファであると判定されたとき、またはフロー数が最大数 MAX_f 以上であると判定されたとき、または次のバッファが評価したバッファであり、かつ、フロー数が最大数 MAX_f 以上であると判定されたとき、LLCモジュール 18 は、フロー数 $Flow_N$ を MACモジュール 17 へ返す(ステップ S 6)。

【 0 1 0 3 】

この場合、LLCモジュール 18 は、ステップ S 3 において加算したフロー数 $Flow_N$ が最大数 MAX_f 未満であるとき、その加算したフロー数 $Flow_N$ を MACモジュール 17 へ返し、ステップ S 3 において加算したフロー数 $Flow_N$ が最大数 MAX_f に等しいとき、最大数 MAX_f をフロー数 $Flow_N$ として MACモジュール 17 へ返す。

10

【 0 1 0 4 】

図 6 を用いて具体的に説明する。

【 0 1 0 5 】

(i) バッファ 191 , 192 にパケットが存在し、バッファ 193 ~ 198 にパケットが存在しない場合

バッファ 191 , 192 にパケットが存在し、バッファ 193 ~ 198 にパケットが存在しない場合、ステップ S 2 ~ ステップ S 5 が実行されることによって、パケットの存在有無を判定する対象となるバッファは、バッファ 191 からバッファ 198 へ移行した後、バッファ 198 にパケットが存在していないので(ステップ S 2 の " NO " 参照)、再びバッファ 191 へ戻る(ステップ S 4 参照)。そして、この場合、ステップ S 3 において加算されたフロー数 $Flow_N$ は、" 2 " となっている。

20

【 0 1 0 6 】

そして、バッファ 191 へ戻った後、LLCモジュール 18 は、次のバッファ(バッファ 191) が評価したバッファであるか否かを判定する(ステップ S 5 参照)。この場合、次のバッファ(バッファ 191) は、最初に評価されているので、LLCモジュール 18 は、ステップ S 5 において " NO " と判定する。そして、LLCモジュール 18 は、フロー数 $Flow_N$ (= 2) が最大数 MAX_f (= 4) 以下であるので、フロー数 $Flow_N$ (= 2) を MACモジュール 17 へ返す(ステップ S 6 参照)。

30

【 0 1 0 7 】

(i i) バッファ 191 ~ 195 にパケットが存在し、バッファ 196 ~ 198 にパケットが存在しない場合

バッファ 191 ~ 195 にパケットが存在し、バッファ 196 ~ 198 にパケットが存在しない場合、ステップ S 2 ~ ステップ S 5 が実行されることによって、パケットの存在有無を判定する対象となるバッファがバッファ 191 からバッファ 195 へ移行すると、この時点でステップ S 3 で加算されたフロー数 $Flow_N$ は " 4 " になっているので、LLCモジュール 18 は、ステップ S 5 においてフロー数 $Flow_N$ が最大数 MAX_f 未満でないとして判定する。

【 0 1 0 8 】

従って、LLCモジュール 18 は、フロー数 $Flow_N$ (= 4) として最大数 MAX_f (= 4) を MACモジュール 17 へ返す(ステップ S 6 参照)。

40

【 0 1 0 9 】

このように、LLCモジュール 18 は、RRスケジューラを用いて、1回のチャンネルアクセスに応じて送信可能なフロー数 $Flow_N$ を最大数 MAX_f 以下になるように決定し、その決定したフロー数 $Flow_N$ を MACモジュール 17 へ送信する。

【 0 1 1 0 】

上述した(i i) の場合、LLCモジュール 18 は、1回目のチャンネルアクセスに応じて、フロー数 $Flow_N$ = 最大数 MAX_f (= 4) を MACモジュール 17 へ返し、2回目のチャンネルアクセスに応じて、バッファ 195 からパケットが存在するか否かを判

50

定し（ステップS 2参照）、図7に示すフローチャートに従ってフロー数Flow__Nを決定する。

【0111】

従って、最大数MAX__fをM（Mは正の整数）個とし、バッファの個数をp（pは正の整数）個としたとき、M個以上のバッファにバケットが存在する場合、第x（xは正の整数）回目のチャンネルアクセスに応じてバケットの存在有無の判定を開始するバッファは、第 $((x - 1) \times M + 1)$ 番目のバッファである。

【0112】

（3）1回のチャンネルアクセスにおけるパケットの送信

MACモジュール17は、LLCモジュール18からフロー数Flow__Nを受けると、その受けたフロー数Flow__Nを保持し、フロー数Flow__Nのフローに含まれるパケットを1回のチャンネルアクセスに応じて送信する。

10

【0113】

図8は、1回のチャンネルアクセスに応じてパケットを送信する動作を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、チャンネルを獲得し（ステップS 11）、MACモジュール17は、通信を開始する（ステップS 12）。即ち、LLCモジュール18は、バッファ191に含まれるパケットを読み出してMACモジュール17へ送信し、MACモジュール17は、LLCモジュール18から受けたパケットを無線インターフェースモジュール16を介して相手方へ送信する。

【0114】

20

その後、MACモジュール17は、通信が成功したか否かを判定し（ステップS 13）、通信が成功しなかったと判定したとき、さらに、リトライがオーバーしたか否かを判定する（ステップS 14）。そして、MACモジュール17は、リトライがオーバーしたと判定したとき、パケットを破棄する（ステップS 15）。

【0115】

一方、MACモジュール17は、リトライがオーバーしていないと判定したとき、バックオフ処理を行なう（ステップS 16）。より具体的には、MACモジュール17は、ゼロからCW（Contention Window）の所定の範囲で乱数を発生させ、その発生させた乱数からバックオフタイムを決定し、その決定したバックオフタイムの間、待機する。

30

【0116】

この場合、MACモジュール17は、リトライした回数をカウントしておき、そのカウントしたリトライ回数が増えるに従って乱数を発生させる範囲を規定するCWの値を2倍ずつ増加させる指数バックオフ処理を実行する。

【0117】

一方、ステップS 13において、通信が成功したと判定されたとき、MACモジュール17は、保持しているフロー数Flow__Nを1だけ減算し（ステップS 17）、フロー数Flow__Nが"0"であるか否かを判定する（ステップS 18）。

【0118】

そして、フロー数Flow__Nが"0"でないと判定されると、LLCモジュール18は、次のバッファ192からパケットを読み出してMACモジュール17へ送信し、MACモジュール17は、LLCモジュール18からパケットを取得する（ステップS 19）。

40

【0119】

その後、ステップS 18において、フロー数Flow__Nが"0"であると判定されるまで、上述したステップS 12～ステップS 18が繰り返し実行される。これによって、1回のチャンネルアクセスに応じて、複数のフローに含まれるパケットが送信される。即ち、異なるフローに含まれるパケットが1回のチャンネルアクセスに応じて送信される。

【0120】

なお、MACモジュール17は、2回目以降にステップS 12を実行する場合、即ち、

50

あるフローに含まれるパケットを送信した後、異なるフローに含まれるパケットを送信する場合、あるフローに含まれるパケットを送信した後、DIFS (DCF Inter Frame Space、DCF: Distributed Coordination Function) という待ち時間だけ待機した後に異なるフローに含まれるパケットを送信する。

【0121】

そして、ステップS18において、フロー数Flow_Nが"0"であると判定されると、MACモジュール17は、フロー数取得要求をLLCモジュール18へ送信する(ステップS20)。そして、LLCモジュール18において、図7に示すフローチャートに従ってフロー数を決定する動作が実行される。

10

【0122】

ステップS20の後、MACモジュール17は、ポストバックオフ処理を実行する(ステップS21)。このポストバックオフ処理は、ステップS16におけるバックオフ処理と同じ方法によって実行される。

【0123】

そして、ステップS15, S16, S21のいずれかの後、一連の動作は終了する。

【0124】

このように、1回のチャンネルアクセスに応じて、図8に示すフローチャートに従って最大数MAX_f以下の複数のフローに含まれるパケットが送信されるが、最大数MAX_f (= 4)を超える数のバッファにパケットが存在する場合、1回目のチャンネルアクセスに応じて、バッファ191~194に含まれるパケットが送信される。そして、2回目のチャンネルアクセスに応じて、バッファ195~198に含まれるパケットが送信される。

20

【0125】

従って、最大数MAX_f (= M)を超える数のバッファにパケットが存在する場合、一般的には、第x回目のチャンネルアクセスに応じて、第((x-1)×M+1)番目から(M×x)番目までのフローに含まれるパケットがフロー毎にバッファから順次読み出されて送信される。

【0126】

図9は、フロー間の公平性を示すタイミングチャートである。図9においては、フロー数が"1"である場合と、フロー数が"2"である場合とが示されている。

30

【0127】

フロー数が"1"である場合、1回目のチャンネルアクセスに応じて、タイミングt1~タイミングt3までの間でフローFlow0に含まれるパケットが送信される。そして、タイミングt3~タイミングt5までの待機期間T1の後、2回目のチャンネルアクセスに応じて、タイミングt5~タイミングt6までの間でフローFlow0に含まれるパケットが送信される。

【0128】

このように、フロー数が"1"である場合、1回のチャンネルアクセス毎に1個のフローに含まれるパケットが送信される。

【0129】

フロー数が"2"である場合、1回目のチャンネルアクセスに応じて、タイミングt2~タイミングt4までの間でフローFlow1, Flow2に含まれるパケットが順次送信される。なお、フローFlow2に含まれるパケットは、フローFlow1に含まれるパケットを送信した後、DIFSだけ待機した後に送信される。

40

【0130】

そして、タイミングt4~タイミングt7までの待機期間T1の後、2回目のチャンネルアクセスに応じて、タイミングt7~タイミングt8までの間でフローFlow1, Flow2に含まれるパケットが順次送信される。なお、待機期間T1の始めと終わりには、バックオフ処理のための期間Backoffが存在する。また、待機期間T1は、一定ではなく、随時変化する。

50

【 0 1 3 1 】

このように、フロー数が " 2 " である場合、1回のチャンネルアクセス毎に2個のフローに含まれるパケットが送信される。

【 0 1 3 2 】

その結果、フロー数の大小に拘わらず、1回のチャンネルアクセスに応じて各フローに含まれるパケットを送信するので、フロー間の公平性を改善できる。

【 0 1 3 3 】

また、フロー数が " 2 " 以上である場合、複数のフローに含まれるパケットを送信する時間を短縮できる。即ち、従来の方法では、フロー数が " 2 " である場合、フロー Flow 1, Flow 2 のパケットを送信するには、タイミング t_1 ~ タイミング t_6 までの期間が必要であったが、この発明におけるように、2つのフロー Flow 1, Flow 2 に含まれるパケットを1回のチャンネルアクセスに応じて送信する場合には、タイミング t_2 ~ タイミング t_4 までの期間でよい。従って、複数のフローに含まれるパケットを1回のチャンネルアクセスに応じて送信した場合、各フローに含まれるパケットの送信に必要なバックオフ時間を短縮でき、チャンネルユーティリティを向上できる。そして、チャンネルユーティリティを向上できる結果、無線ネットワークシステム 10 のトータルスループットを向上できる。

【 0 1 3 4 】

なお、図 9 には図示されていないが、1つのフロー Flow 0 のパケットの送信を開始する前、各無線装置は、送信要求 RTS (Request To Send) を送信先へ送信し、送信先から送信許可 CTS (Clear To Send) を受信した後に1つのフロー Flow 0 のパケットを送信先へ送信する。そして、各無線装置は、送信先から確認応答 ACK を受信する。

【 0 1 3 5 】

また、各無線装置は、2つのフロー Flow 1, Flow 2 のパケットを送信する場合も、同様に、まず、送信要求 RTS を送信先へ送信し、送信許可 CTS を送信先から受信した後にフロー Flow 1 のパケットを送信し、送信先から確認応答 ACK を受信する。そして、各無線装置は、引き続いて、フロー Flow 1 のパケットの送信時の動作を繰返してフロー Flow 2 のパケットを送信し、2つのフロー Flow 1, Flow 2 のパケットの送信を完了する。

【 0 1 3 6 】

フロー間の公平性についてのシミュレーション結果について説明する。

【 0 1 3 7 】

フロー間の公平性 Fairness Index は、次式によって表されることが知られている (Dimirios Vardalis, "On the Efficiency and Fairness of Wired/Wireless Networks", Master Thesis, State University of New York at Stony Brook, 2001. 参照)。

【 0 1 3 8 】

【 数 1 】

$$\text{FairnessIndex} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \text{Ave}|}{2(n-1)\text{Ave}} \quad \dots(1)$$

【 0 1 3 9 】

但し、 n は、全フロー数であり、 x_i は、フロー i のスループットであり、Ave は、無線ネットワークシステム 10 の平均スループットである。

【 0 1 4 0 】

式 (1) によって定義される公平性 Fairness Index は、" 0 " から " 1 " の間の値をとり、その値が " 1 " に近いほど、フロー間の公平性が優れていることを意味する。

【0141】

式(1)の右辺第2項の分子は、各フローのスループットと平均スループットとの差の絶対値の和を示し、分母は、無線ネットワークシステム10が最も不公平な時、つまり、1本のフローだけが帯域を使用し、他のフローに帯域が割当てられていない状態における各フローのスループットと平均スループットとの差の絶対値を示す。

【0142】

表1は、シミュレーションに用いたパラメータを示す。

【0143】

【表1】

シミュレーション時間	50 [s]
MAC プロトコル	IEEE 802.11b
無線リンクの帯域	2 [Mbps]
バッファタイプ	FIFO, RR
バッファサイズ	50 [pkts]
ルーティングプロトコル	DSDV
トラフィックタイプ	UDP(CBR), TCP(FTP)
CBR パケット送信間隔	1~20 [ms]
TCP 最大ウィンドウサイズ	20 [pkts]
パケットサイズ	512 [bytes], 1 [Kbytes]

10

20

【0144】

表1において、FIFO(First In First Out)は、格納した順序に従ってパケットを読み出すスケジューリング方式である。また、CBR(Constant Bit Rate)は、固定ビットレートを意味し、FTP(File Transfer Protocol)は、TCPの特定のポート番号で実行されるプロトコルである。

30

【0145】

表2は、リンク層、即ち、LLCモジュール18が用いるスケジューリング方式を示す。

【0146】

【表2】

方式	リンク層	MAC層
TY1	FIFOスケジューリング方式	IEEE 802.11b
TY2	RRスケジューリング方式	IEEE 802.11b
TY3	RRスケジューリング方式	本発明

40

【0147】

表2において、方式TY1は、リンク層(LLCモジュール18)がFIFOスケジューリング方式を用い、MAC層(MACモジュール17)がプロトコルとしてIEEE 802.11bを用いる方式である。即ち、方式TY1は、FIFOスケジューリング方式によって1つのバッファからパケットを読み出して1回のチャンネルアクセス毎に1つのフローに含まれるパケットを送信する方式である。

【0148】

また、方式TY2は、リンク層(LLCモジュール18)がRRスケジューリング方式を用い、MAC層(MACモジュール17)がプロトコルとしてIEEE 802.11b

50

を用いる方式である。即ち、方式TY2は、RRスケジューリング方式によって複数のバッファからパケットを読み出して1回のチャンネルアクセス毎に1つのフローに含まれるパケットを送信する方式である。

【0149】

更に、方式TY3は、リンク層(LLCモジュール18)がRRスケジューリング方式を用い、MAC層(MACモジュール17)がプロトコルとして図8に示すフローチャートを用いる方式である。即ち、方式TY3は、RRスケジューリング方式によって複数のバッファからパケットを読み出して1回のチャンネルアクセス毎に複数のフローに含まれるパケットを送信する方式である。

【0150】

図10は、シミュレーションの結果を示す図である。図10において、縦軸は、公平性Fairness Indexを表し、横軸は、1回のチャンネルアクセスに応じて送信されるフロー数を表す。

【0151】

フロー数が"1"である場合、公平性Fairness Indexは、全ての方式TY1~TY3において"1"である。そして、方式TY1, TY2においては、公平性Fairness Indexは、フロー数の増加に伴って低下するのに対し、この発明による方式TY3においては、公平性Fairness Indexは、フロー数が増加しても低下せず、最大数MAX_f (= 4)までの範囲において"1"である。

【0152】

このように、本発明がフロー間の公平性を実現するために有効であることがシミュレーションによって実証された。

【0153】

なお、図7および図8に示すフローチャートに従って、1回のチャンネルアクセスに応じて異なるフローに含まれるパケットを送信する無線装置1~9は、1回のチャンネルアクセスに応じて、n(nは正の整数)個のフローに含まれるパケットを送信する「第1の無線装置」、または1回のチャンネルアクセスに応じて、m(mは正の整数)個のフローに含まれるパケットを送信する「第2の無線装置」を構成する。

【0154】

また、IPモジュール20からのパケットをフロー毎に分類してバッファ191~198に格納するLLCモジュール18は、複数のパケットをフローに応じて分類してs(sは、1 ≤ s ≤ pを満たす整数、pは正の整数)個のバッファに格納する「第1の格納手段」、または複数のパケットをフローに応じて分類してt(tは、1 ≤ t ≤ qを満たす整数、qは正の整数)個のバッファに格納する「第2の格納手段」を構成する。

【0155】

更に、図7に示すフローチャートに従って、1回のチャンネルアクセス時に送信するフロー数Flow_Nを決定するLLCモジュール18および図8に示すフローチャートに従ってLLCモジュール18から受けたパケットを送信するMACモジュール17は、p個のバッファをリング状に順次検索してパケットが格納されたs個のバッファをカウントし、そのカウントしたs個のバッファに含まれるパケットに基づいてn個のフローに含まれるパケットを決定して送信する「第1の送信手段」、またはq個のバッファをリング状に順次検索してパケットが格納されたt個のバッファをカウントし、そのカウントしたt個のバッファに含まれるパケットに基づいてm個のフローに含まれるパケットを決定して送信する「第2の送信手段」を構成する。

【0156】

更に、図7に示すフローチャートに従って、1回のチャンネルアクセス時に送信するフロー数Flow_NをカウントするLLCモジュール18は、1回のチャンネルアクセスに応じて、p個のバッファをリング状に順次検索し、既に検索したバッファが検索対象となるまでパケットが格納されたバッファを検出する毎にカウント数を増加させることにより、s個のバッファをカウントする「第1のカウント手段」、または1回のチャンネルアクセス

10

20

30

40

50

に応じて、 q 個のバッファをリング状に順次検索し、既に検索したバッファが検索対象となるまでパケットが格納されたバッファを検出する毎にカウント数を増加させることにより、 t 個のバッファをカウントする「第 2 のカウント手段」を構成する。

【 0 1 5 7 】

更に、フロー数 $Flow_N$ を最大数 MAX_f と比較し、1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数をフロー数 $Flow_N$ または最大数 MAX_f に決定する LLC モジュール 1 8 は、カウントされた s 個を $M (= 最大数 MAX_f)$ 個と比較し、 s 個が M 個以下であるとき s 個のフローを 1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定し、 s 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローを 1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定する「第 1 のフロー決定手段」、またはカウントされた t 個を $M (= 最大数 MAX_f)$ 個と比較し、 t 個が M 個以下であるとき t 個のフローを 1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定し、 t 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローを 1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定する「第 2 のフロー決定手段」を構成する。

10

【 0 1 5 8 】

更に、図 8 に示すフローチャートに従って、1 回のチャンネルアクセス時に、カウントしたフロー数 $Flow_N$ のフローに含まれるパケットを送信する MAC モジュール 1 7 および LLC モジュール 1 8 は、 s 個のフローに含まれるパケットをフロー毎に s 個のバッファから順次読み出して送信する「第 1 のフロー送信手段」、または t 個のフローに含まれるパケットをフロー毎に t 個のバッファから順次読み出して送信する「第 3 のフロー送信手段」を構成する。

20

【 0 1 5 9 】

更に、図 8 に示すフローチャートに従って、1 回のチャンネルアクセス時に M 個のフローに含まれるパケットを送信する MAC モジュール 1 7 および LLC モジュール 1 8 は、第 x (x は正の整数) 回目のチャンネルアクセスに応じて $((x - 1) \times M + 1)$ 番目から $(M \times x)$ 番目までのフローに含まれるパケットをフロー毎に s 個のバッファから順次読み出して送信する「第 2 のフロー送信手段」、または第 y (y は正の整数) 回目のチャンネルアクセスに応じて $((y - 1) \times M + 1)$ 番目から $(M \times y)$ 番目までのフローに含まれるパケットをフロー毎に t 個のバッファから順次読み出して送信する「第 4 のフロー送信手段」を構成する。

30

【 0 1 6 0 】

更に、バッファ 1 9 1 ~ 1 9 8 は、「 p 個のバッファ」または「 q 個のバッファ」を構成する。

【 0 1 6 1 】

[実施の形態 2]

図 1 1 は、図 1 に示す無線装置 1 ~ 9 の実施の形態 2 における構成を示す概略ブロック図である。実施の形態 2 においては、無線装置 1 ~ 9 の各々は、図 1 1 に示す無線装置 1 A からなる。無線装置 1 A は、図 2 に示す無線装置 1 の通信制御部 1 5 を通信制御部 1 5 A に代えたものであり、その他は、無線装置 1 と同じである。

【 0 1 6 2 】

通信制御部 1 5 A は、通信制御部 1 5 の LLC モジュール 1 8 およびバッファ 1 9 をそれぞれ LLC モジュール 1 8 A およびバッファ 1 9 A に代えたものであり、その他は、通信制御部 1 5 と同じである。

40

【 0 1 6 3 】

LLC モジュール 1 8 A は、IP モジュール 2 0 からのパケットを FIFO スケジュール方式に従ってバッファ 1 9 A に格納する。また、LLC モジュール 1 8 A は、MAC モジュール 1 7 からのフロー数取得要求に応じて、FIFO スケジュール方式に従って、1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数を決定し、その決定したフロー数を MAC モジュール 1 7 へ送信する。

【 0 1 6 4 】

50

更に、L L Cモジュール18Aは、F I F Oスケジュール方式に従って、バッファ19Aからパケットを読み出してM A Cモジュール17へ送信する。

【0165】

バッファ19Aは、F I F Oスケジュール方式に従ってパケットを格納する。

【0166】

図12は、図11に示すバッファ19Aの構成図である。バッファ19Aは、L L Cモジュール18Aから受けた複数のパケットP K T 1 ~ P K T 7を受けた順序に従って記憶する。そして、バッファ19Aは、格納した順序に従ってパケットP K T 1 ~ P K T 7を出力する。つまり、バッファ19Aは、F I F Oスケジュール方式に従ってパケットを入力するメモリである。

10

【0167】

このように、無線装置1Aは、1つのバッファ19Aを有する。

【0168】

M A Cモジュール17からフロー数取得要求が送信されたときのL L Cモジュール18Aにおけるフロー数の決定方法について説明する。L L Cモジュール18Aは、I Pモジュール20からパケットを受け、その受けたパケットをバッファ19Aへ格納するとき、ソケット情報からなるリストを作成する。

【0169】

図13は、L L Cモジュール18Aが作成するリストの概念図である。リストL S Tは、L L Cモジュール18AがI Pモジュール20からパケットを受けた順に配列された複数のソケット情報からなる。従って、リストL S Tは、例えば、ソケット情報1 / ソケット情報2 / ソケット情報4 / ソケット情報1 / ソケット情報2 / ソケット情報4 / ソケット情報2 / . . . からなる。

20

【0170】

ソケット情報1 ~ 4の各々は、{送信元I Pアドレス、送信元ポート番号、送信先I Pアドレス、送信先ポート番号}からなる。

【0171】

図14は、バッファ19Aに格納されたパケットとリストL S Tとの関係図である。L L Cモジュール18Aは、I Pモジュール20からI Pパケットを受けると、I Pパケットから送信元I Pアドレスおよび送信先I Pアドレス(図3に示すI Pヘッダに含まれている)と、送信元ポート番号および送信先ポート番号(図4に示すT C Pヘッダに含まれている)を読み出してソケット情報1を作成し、I PパケットをパケットP K T 1としてバッファ19Aへ格納するとともに、作成したソケット情報1をリストL S Tへ格納する。

30

【0172】

そして、L L Cモジュール18Aは、以下同様にしてI Pモジュール20からI Pパケットを受ける毎にソケット情報を作成し、I Pパケットをバッファ19Aに格納するとともに、作成したソケット情報をリストL S Tに格納する。その結果、バッファ19Aに格納されたパケットP K T 1 ~ P K T 7の格納順序に配列されたソケット情報1 / ソケット情報2 / ソケット情報4 / ソケット情報1 / ソケット情報2 / ソケット情報4 / ソケット情報2からなるリストL S Tが作成される。

40

【0173】

図15は、実施の形態2における1回のチャネルアクセスに応じて送信可能なフロー数を決定する動作を説明するためのフローチャートである。なお、図15に示すフローチャートが実行される時、終了フラグは" F a l s e " (初期値)に設定されている。また、L L Cモジュール18Aは、バッファ19Aに最初に格納されたパケットP K T 1を評価用パケットおよび比較用パケットとして選択している。

【0174】

一連の動作が開始されると、L L Cモジュール18Aは、リストL S Tにパケット情報が存在するか否かを判定する(ステップS 31)。そして、リストL S Tにパケット情報

50

が存在しないと判定されたとき、一連の動作は、ステップS 4 0へ移行する。

【0175】

一方、ステップS 3 1において、リストL S Tにパケット情報が存在すると判定されたとき、L C Cモジュール1 8 Aは、さらに、評価用パケットP K T 1が比較用パケットP K T 1と同じでないか否かを判定する(ステップS 3 2)。

【0176】

評価用パケットP K T 1は、比較用パケットP K T 1と同じであるので、L L Cモジュール1 8 Aは、ステップS 3 2において評価用パケットは比較用パケットと同じであると判定する。そして、L L Cモジュール1 8 Aは、さらに、終了フラグが" F a l s e "であるか否かを判定する(ステップS 3 5)。終了フラグは、最初、" F a l s e "に設定されているので、L L Cモジュール1 8 Aは、ステップS 3 5において終了フラグは" F a l s e "であると判定し、フロー数F l o w _ Nを" 1 "だけ加算し(ステップS 3 6)、フロー数F l o w _ N = 1とする。

10

【0177】

その後、L L Cモジュール1 8 Aは、比較用パケットを先頭に移動し、評価用パケットを次へ移動する(ステップS 3 7)。即ち、L L Cモジュール1 8 Aは、比較用パケットをパケットP K T 1へ移動し、評価用パケットをパケットP K T 2へ移動する。

【0178】

そして、L L Cモジュール1 8 Aは、評価用パケットが存在し、かつ、終了フラグが" F a l s e "であり、かつ、フロー数F l o w _ Nが最大数M A X _ f未満であるか否かを判定する(ステップS 3 8)。現在の場合、評価用パケットP K T 2が存在し、終了フラグが" F a l s e "であり、フロー数F l o w _ N (= 1)が最大数M A X _ f (= 4)未満であるので、L L Cモジュール1 8 Aは、ステップS 3 8において" Y E S "と判定し、ステップS 3 2へ戻る。

20

【0179】

そして、L L Cモジュール1 8 Aは、評価用パケットP K T 2が比較用パケットP K T 1と同じでないか否かを判定する(ステップS 3 2)。比較用パケットP K T 1は、評価用パケットP K T 2と異なるので、L L Cモジュール1 8 Aは、評価用パケットP K T 2と比較用パケットP K T 1とは同じではないと判定し、さらに、ソケット情報が同じであるか否かを判定する(ステップS 3 3)。

30

【0180】

比較用パケットP K T 1のソケット情報1は、評価用パケットP K T 2のソケット情報2と異なるので、L L Cモジュール1 8 Aは、比較用パケットを次へ移動する(ステップS 3 9)。即ち、L L Cモジュール1 8 Aは、比較用パケットをパケットP K T 2へ移動する。

【0181】

そして、L L Cモジュール1 8 Aは、評価用パケットP K T 2が比較用パケットP K T 2と同じであるか否かを判定する(ステップS 3 2)。評価用パケットP K T 2は、比較用パケットP K T 2と同じであるので、L L Cモジュール1 8 Aは、ステップS 3 2において" N O "と判定し、さらに、終了フラグが" F a l s e "であるか否かを判定する(ステップS 3 5)。

40

【0182】

終了フラグは" F a l s e "であるので、L L Cモジュール1 8 Aは、ステップS 3 5において" Y E S "と判定し、フロー数F l o w _ Nを" 1 "だけ加算し(ステップS 3 6)、フロー数F l o w _ N = 2とする。そして、L L Cモジュール1 8 Aは、比較用パケットを先頭のパケットP K T 1へ移動し、評価用パケットを次のパケットP K T 3へ移動する(ステップS 3 7)。

【0183】

その後、L L Cモジュール1 8 Aは、評価用パケットが存在し、かつ、終了フラグが" F a l s e "であり、かつ、フロー数F l o w _ Nが最大数M A X _ f未満であるか否か

50

を判定する（ステップS38）。この場合、評価用パケットPKT3が存在し、終了フラグが"False"であり、フロー数Flow_N(=2)が最大数MAX_f(=4)未満であるので、LLCモジュール18Aは、ステップS38において"YES"と判定し、評価用パケットPKT3が比較用パケットPKT1と同じでないか否かを判定する（ステップS32）。

【0184】

評価用パケットPKT3は、比較用パケットPKT1と異なるので、LLCモジュール18Aは、ステップS32において"YES"と判定し、さらに、ソケット情報が一致するか否かを判定する（ステップS33）。評価用パケットPKT3のソケット情報4は、比較用パケット1のソケット情報1と異なるので、LLCモジュール18Aは、ステップS33において"NO"と判定し、比較用パケットを次のパケットPKT2へ移動する（ステップS39）。

10

【0185】

その後、LLCモジュール18Aは、評価用パケットPKT3が比較用パケットPKT2と同じでないか否かを判定する（ステップS32）。評価用パケットPKT3は、比較用パケットPKT2と異なるので、LLCモジュール18Aは、ステップS32において"YES"と判定し、さらに、ソケット情報が一致するか否かを判定する（ステップS33）。

【0186】

評価用パケットPKT3のソケット情報4は、比較用パケットPKT2のソケット情報2と異なるので、LLCモジュール18Aは、ステップS33において"NO"と判定し、比較用パケットを次のパケットPKT3へ移動する（ステップS39）。そして、LLCモジュール18Aは、評価用パケットPKT3が比較用パケットPKT3と同じでないか否かを判定する（ステップS32）。評価用パケットPKT3は、比較用パケットPKT3と同じであるので、LLCモジュール18Aは、ステップS32において"NO"と判定し、さらに、終了フラグが"False"であるか否かを判定する（ステップS35）。

20

【0187】

この場合、終了フラグは、"False"であるので、LLCモジュール18Aは、ステップS35において"YES"と判定し、フロー数Flow_Nを"1"だけ加算し（ステップS36）、フロー数Flow_N=3とする。そして、LLCモジュール18Aは、比較用パケットを先頭のパケットPKT1に戻し、評価用パケットを次のパケットPKT4へ移動する（ステップS37）。

30

【0188】

そして、LLCモジュール18Aは、評価用パケットが存在し、かつ、終了フラグが"False"であり、かつ、フロー数Flow_Nが最大数MAX_f未満であるか否かを判定する（ステップS38）。この場合、評価用パケットPKT4が存在し、終了フラグが"False"であり、フロー数Flow_N(=3)が最大数MAX_f(=4)未満であるので、LLCモジュール18Aは、ステップS38において"YES"と判定する。

40

【0189】

その後、LLCモジュール18Aは、評価用パケットPKT4が比較用パケットPKT1と同じでないか否かを判定する（ステップS32）。評価用パケットPKT4は、比較用パケットPKT1と異なるので、LLCモジュール18Aは、ステップS32において"YES"と判定し、さらに、ソケット情報が一致するか否かを判定する（ステップS33）。

【0190】

評価用パケットPKT4のソケット情報1は、比較用パケットPKT1のソケット情報1と同じであるので、LLCモジュール18Aは、ステップS33において"YES"と判定し、終了フラグを"True"に設定する（ステップS34）。

50

【0191】

その後、LLCモジュール18Aは、終了フラグが"False"であるか否かを判定する(ステップS35)。この場合、終了フラグは"True"であるので、LLCモジュール18Aは、ステップS35において"NO"と判定し、さらに、評価用パケットが存在し、かつ、終了フラグが"False"であり、かつ、フロー数が最大数MAX_f未満であるか否かを判定する(ステップS38)。

【0192】

この場合、終了フラグが"True"であるので、LLCモジュール18Aは、ステップS38において"NO"と判定し、フロー数Flow_N=3をMACモジュール17へ送信する(ステップS40)。

10

【0193】

なお、一連の動作がステップS31の"NO"からステップS40へ移行したとき、LLCモジュール18Aは、フロー数Flow_N=0をMACモジュール17へ送信する。

【0194】

また、ステップS38において、フロー数Flow_Nが最大数MAX_fに等しいと判定されたときも、一連の動作はステップS40へ移行されるので、この場合、LLCモジュール18Aは、最大数MAX_fをフロー数Flow_NとしてMACモジュール17へ送信する。

【0195】

20

このように、LLCモジュール18Aは、FIFOスケジュール方式に従って、バッファ19Aに格納された複数のパケットPKT1~PKT7のうちでソケット情報1が同じであるパケットPKT4(重複するパケット)が評価用パケットになるまでフロー数Flow_Nを加算し、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数Flow_Nを決定する。従って、LLCモジュール18Aは、1回のチャンネルアクセスに応じて、バッファ19Aに格納された先頭のパケットPKT1から、重複するパケットPKT4の1つ前のパケットPKT3までのパケットPKT1~PKT3を1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数Flow_N(=3)として決定する。そして、LLCモジュール18Aは、このようにして決定したフロー数Flow_Nが最大数MAX_fに達したとき、最大数MAX_fを1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数Flow_Nとして決定する。

30

【0196】

上述した例においては、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数Flow_Nは"3"であると決定される。そして、MACモジュール17は、LLCモジュール18Aからフロー数Flow_N=3を受けると、1回のチャンネルアクセスに応じて、実施の形態1における図8に示すフローチャートに従ってパケットPKT1~PKT3を送信する。

【0197】

この場合、LLCモジュール18Aは、バッファ19AからパケットPKT1, PKT2, PKT3を順次読み出してMACモジュール17へ送信するとともに、各パケットPKT1, PKT2, PKT3をMACモジュール17へ送信する毎にそれぞれソケット情報1、ソケット情報2およびソケット情報4をリストLISTから削除する。

40

【0198】

従って、LLCモジュール18Aは、次に、MACモジュール17からフロー数取得要求を受けると、パケットPKT4~PKT7と、ソケット情報1、ソケット情報2、ソケット情報4およびソケット情報2とに基づいて、図15に示すフローチャートに従ってフロー数Flow_Nを決定する。その結果、LLCモジュール18Aは、フロー数取得要求を受けると毎にバッファ19Aの先頭からパケットを検索し、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数Flow_Nを決定する。

【0199】

50

また、パケット P K T 1 ~ P K T 3 に対応するソケット情報は、それぞれ、ソケット情報 1、ソケット情報 2 およびソケット情報 4 であり、相互に異なるので、パケット P K T 1 ~ P K T 3 は、それぞれ、ソケット情報により特定される無線装置へ送信される。ソケット情報が異なれば送信先 I P アドレスおよび / または送信先ポート番号が異なるからである。従って、1 回のチャンネルアクセスに応じてパケット P K T 1 ~ P K T 3 を送信することは、1 回のチャンネルアクセスに応じて異なるフローに含まれるパケットを送信することに相当する。

【 0 2 0 0 】

F I F O スケジュール方式に従って 1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N を決定する場合にも、x 回のチャンネルアクセスに応じて決定したフロー数 F l o w _ N が連続して最大数 M A X _ f に達する場合があります。

10

【 0 2 0 1 】

図 1 6 は、バッファに格納されたパケットとリストとその他の関係図である。L L C モジュール 1 8 A は、1 回目のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N を図 1 5 に示すフローチャートに従って決定する場合、ソケット情報 1、ソケット情報 2、ソケット情報 4 およびソケット情報 3 に対応するパケット P K T 1 ~ P K T 4 の個数を 1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N = 4 と決定する。

【 0 2 0 2 】

そして、L L C モジュール 1 8 A は、最大数 M A X _ f をフロー数 F l o w _ N として M A C モジュール 1 7 へ送信し、パケット P K T 1 ~ P K T 4 をバッファ 1 9 A から順次読み出して M A C モジュール 1 7 へ送信する。

20

【 0 2 0 3 】

そして、L L C モジュール 1 8 A は、2 回目のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N を図 1 5 に示すフローチャートに従って決定する場合、ソケット情報 1、ソケット情報 4、ソケット情報 3 およびソケット情報 2 に対応するパケット P K T 5 ~ P K T 8 の個数を 1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N = 4 と決定する。

【 0 2 0 4 】

そして、L L C モジュール 1 8 A は、最大数 M A X _ f をフロー数 F l o w _ N として M A C モジュール 1 7 へ送信し、パケット P K T 5 ~ P K T 8 をバッファ 1 9 A から順次読み出して M A C モジュール 1 7 へ送信する。

30

【 0 2 0 5 】

その後、L L C モジュール 1 8 A は、3 回目のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N を図 1 5 に示すフローチャートに従って決定する場合、ソケット情報 2、ソケット情報 3、ソケット情報 1 およびソケット情報 4 に対応するパケット P K T 9 ~ P K T 1 2 の個数を 1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N = 4 と決定する。

【 0 2 0 6 】

そして、L L C モジュール 1 8 A は、最大数 M A X _ f をフロー数 F l o w _ N として M A C モジュール 1 7 へ送信し、パケット P K T 9 ~ P K T 1 2 をバッファ 1 9 A から順次読み出して M A C モジュール 1 7 へ送信する。

40

【 0 2 0 7 】

従って、1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N が連続して最大数 M A X _ f に達する場合、L L C モジュール 1 8 A は、第 1 回目のチャンネルアクセスに応じて、パケットの存在有無の判定を最初のパケット P K T 1 から開始し、第 2 回目のチャンネルアクセスに応じて、パケットの存在有無の判定を第 5 番目のパケット P K T 5 から開始し、第 3 回目のチャンネルアクセスに応じて、パケットの存在有無の判定を第 9 番目のパケット P K T 9 から開始する。つまり、L L C モジュール 1 8 A は、1 回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 F l o w _ N が連続して最大数 M A X _ f を超える場合、第 x 回目のチャンネルアクセスに応じてパケットの存在有無の判定を第 $((x - 1) \times$

50

M + 1) 番目のパケットから開始する。

【0208】

そして、バッファ19Aにp個のパケットが格納されている場合、パケットの送信時においては、LLCモジュール18Aは、第x回目のチャンネルアクセスに応じて((x - 1) × M + 1)番目から(M × x)番目または第p番目までのパケットを順次読み出してMACモジュール17へ送信する。

【0209】

FIFOスケジュール方式に従うバッファ19Aにおいては、1回目のチャンネルアクセスに応じて、パケットPKT1 ~ PKT4は、順次読み出されてMACモジュール17へ送信されるため、2回目のチャンネルアクセスに応じてフロー数Flow_Nを決定するときにはパケットPKT5が先頭のパケットになっており、3回目のチャンネルアクセスに応じてフロー数Flow_Nを決定するときにはパケットPKT9が先頭になっているため、LLCモジュール18Aは、各チャンネルアクセスに応じて、バッファ19Aの先頭からパケットの存在有無の判定を開始するが、図16に示すパケットPKT1 ~ PKT14がバッファ19Aに格納されている場合、LLCモジュール18Aは、概念上、第x回目のチャンネルアクセスに応じてパケットの存在有無の判定を第((x - 1) × M + 1)番目のパケットから開始し、第x回目のチャンネルアクセスに応じて((x - 1) × M + 1)番目から(M × x)番目または第p番目までのパケットを順次読み出してMACモジュール17へ送信することになる。

【0210】

また、FIFOスケジュール方式に従って決定したフロー数Flow_Nが最大数MAX_fに達したり、最大数MAX_f未満になることが順次繰返されるときは、最大数MAX_fのパケットがバッファ19Aから順次読み出されて送信されたり、フロー数Flow_Nのパケットがバッファ19Aから順次読み出されて送信されることが繰返し実行される。

【0211】

実施の形態2においても、式(1)を用いたシミュレーションによってフロー間の公平性Fairness Indexを評価した。図17は、シミュレーションの結果を示す図である。図17において、縦軸は、公平性Fairness Indexを表し、横軸は、1回のチャンネルアクセス当たりのフロー数を表す。また、方式TY4は、リンク層が従来のFIFOスケジューリング方式であり、MAC層のプロトコルがIEEE802.11bである従来の方式を表し、方式TY5は、リンク層が図15に示すフローチャートに従ってフロー数Flow_Nを決定し、MAC層が図8に示すフローチャートに従ってパケットを送信する方式を表す。

【0212】

従来の方式TY4は、フロー数の増加に伴って公平性Fairness Indexが著しく低下するのに対し、この発明による方式TY5は、フロー数の全体にわたって高い公平性Fairness Indexを維持する。従って、FIFOスケジュール方式を用いた場合にも、フロー間の公平性Fairness Indexを大きく改善できることがわかった。

【0213】

実施の形態1においては、無線ネットワークシステム10を構成する無線装置1 ~ 9の全てが複数のバッファ191 ~ 198を有し、RRスケジュール方式によって、複数のパケットをフロー毎に分類してバッファ191 ~ 198に格納するとともに、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数Flow_Nを最大数MAX_f以下になるように決定することを説明した。

【0214】

また、実施の形態2においては、無線ネットワークシステム10を構成する無線装置1 ~ 9の全てが単一のバッファ19Aを有し、FIFOスケジュール方式によって、複数のパケットを単一のバッファ19Aに入出力するとともに、1回のチャンネルアクセスに応じ

10

20

30

40

50

て送信するフロー数 $Flow_N$ を最大数 MAX_f 以下になるように決定することを説明した。

【0215】

そして、この発明による無線ネットワークシステム10は、同じ方式によって、複数のパケットをバッファに入出力するとともに、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 $Flow_N$ を最大数 MAX_f 以下になるように決定する無線装置からなる無線ネットワークシステムに限らず、RRスケジュール方式によって、複数のパケットをフロー毎に分類してバッファ191~198に格納するとともに、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 $Flow_N$ を最大数 MAX_f 以下になるように決定する無線装置と、FIFOスケジュール方式によって、複数のパケットを単一のバッファ19Aに入出力するとともに、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数 $Flow_N$ を最大数 MAX_f 以下になるように決定する無線装置とから構成される無線ネットワークシステムであってもよい。

10

【0216】

つまり、無線ネットワークシステム10は、複数のバッファを備える無線装置と、単一のバッファを備える無線装置とから構成されていてもよい。このように、構成しても、無線ネットワークシステム10においては、フロー間の公平性を改善できる。

【0217】

上記においては、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローの最大数 MAX_f は、“4”であるとして説明したが、この発明においては、最大数 MAX_f は、“4”以外の値であってもよい。そして、最大数 MAX_f は、無線ネットワークシステム10の混雑度合を考慮して決定するようにしてもよい。

20

【0218】

なお、図8および図15に示すフローチャートに従って、1回のチャンネルアクセスに応じて異なるフローに含まれるパケットを送信する無線装置1~9は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 n 個のフローに含まれるパケットを送信する「第1の無線装置」、または1回のチャンネルアクセスに応じて、 m 個のフローに含まれるパケットを送信する「第2の無線装置」を構成する。

【0219】

また、IPモジュール20から受けたIPパケットをバッファ19Aに順次格納するLLCモジュール18Aは、 p 個のフローに含まれる複数のパケットを p 個のフローの順序に従って第1の単一バッファに格納する「第1の格納手段」、または q 個のフローに含まれる複数のパケットを q 個のフローの順序に従って単一バッファ（または第2の単一バッファ）に格納する「第2の格納手段」を構成する。

30

【0220】

更に、図15に示すフローチャートに従って、1回のチャンネルアクセス時に送信するフロー数 $Flow_N$ を決定するLLCモジュール18Aおよび図8に示すフローチャートに従ってLLCモジュール18Aから受けたパケットを送信するMACモジュール17は、1回のチャンネルアクセスに応じて、 p 個のフローの先頭から重複するフローの1つ前のフローまでの i (i は正の整数)個のフローに含まれるパケットをフロー毎に第1の単一バッファから順次読み出して送信する「第1の送信手段」、または1回のチャンネルアクセスに応じて、 q 個のフローの先頭から重複するフローの1つ前のフローまでの j (j は正の整数)個のフローに含まれるパケットをフロー毎に第2の単一バッファから順次読み出して送信する「第2の送信手段」、または1回のチャンネルアクセスに応じて、 q 個のフローの先頭から重複するフローの1つ前のフローまでの r (r は正の整数)個のフローに含まれるパケットをフロー毎に単一バッファから順次読み出して送信する「第2の送信手段」を構成する。

40

【0221】

更に、図15に示すフローチャートに従って、1回のチャンネルアクセス時に送信するフロー数 $Flow_N$ をカウントするLLCモジュール18Aは、1回のチャンネルアクセス

50

に応じて、 p 個のフローのうちで重複するフローが検出されるまで、フローが第1の単一バッファから検出される毎にカウント数を増加させることにより i 個のフローをカウントする「第1のカウント手段」、または1回のチャンネルアクセスに応じて、 q 個のフローのうちで重複するフローが検出されるまで、フローが第2の単一バッファから検出される毎にカウント数を増加させることにより j 個のフローをカウントする「第2のカウント手段」、または1回のチャンネルアクセスに応じて、 q 個のフローのうちで重複するフローが検出されるまで、フローが単一バッファから検出される毎にカウント数を増加させることにより r 個のフローをカウントする「第2のカウント手段」を構成する。

【0222】

更に、カウントされたフロー数 $Flow_N$ を最大数 MAX_f と比較し、1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフロー数をフロー数 $Flow_N$ または最大数 MAX_f に決定する LLC モジュール 18A は、カウントされた i 個を $M (= 最大数 MAX_f)$ 個と比較し、 i 個が M 個以下であるとき i 個のフローを1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定し、 i 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローを1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定する「第1のフロー決定手段」、またはカウントされた j 個を $M (= 最大数 MAX_f)$ 個と比較し、 j 個が M 個以下であるとき j 個のフローを1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定し、 j 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローを1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定する「第2のフロー決定手段」、またはカウントされた r 個を $M (= 最大数 MAX_f)$ 個と比較し、 r 個が M 個以下であるとき r 個のフローを1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定し、 r 個が M 個よりも大きいとき M 個のフローを1回のチャンネルアクセスに応じて送信するフローと決定する「第2のフロー決定手段」を構成する。

【0223】

更に、図8に示すフローチャートに従って、1回のチャンネルアクセス時にカウントしたフロー数 $Flow_N$ のフローに含まれるパケットを送信する MAC モジュール 17 および LLC モジュール 18A は、 i 個のフローに含まれるパケットをフロー毎に第1の単一バッファから順次読み出して送信する「第1のフロー送信手段」、または j 個のフローに含まれるパケットをフロー毎に第2の単一バッファから順次読み出して送信する「第3のフロー送信手段」、または r 個のフローに含まれるパケットをフロー毎に単一バッファから順次読み出して送信する「第3のフロー送信手段」を構成する。

【0224】

更に、図8に示すフローチャートに従って、1回のチャンネルアクセス時に M 個のフローに含まれるパケットを送信する MAC モジュール 17 および LLC モジュール 18A は、1回のチャンネルアクセスに応じて1番目から M 番目までのフローに含まれるパケットをフロー毎に第1の単一バッファから順次読み出して送信する「第2のフロー送信手段」、または1回のチャンネルアクセスに応じて1番目から M 番目までのフローに含まれるパケットをフロー毎に単一バッファ（または第2の単一バッファ）から順次読み出して送信する「第4のフロー送信手段」を構成する。

【0225】

更に、バッファ 19A は、「単一バッファ」、または「第1の単一バッファ」、または「第2の単一バッファ」を構成する。

【0226】

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】

【0227】

この発明は、自律的に構築され、かつ、フロー間の公平性を改善可能な無線ネットワークシステムに適用される。また、この発明は、自律的に構築され、かつ、フロー間の公平

10

20

30

40

50

性を改善可能な無線ネットワークシステムに用いられる無線装置に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0228】

【図1】この発明の実施の形態による無線ネットワークシステムの概略図である。

【図2】図1に示す無線装置の実施の形態1における構成を示す概略ブロック図である。

【図3】IPヘッダの構成図である。

【図4】TCPヘッダの構成図である。

【図5】図2に示すルーティングテーブルの例を示す図である。

【図6】図2に示すバッファの構成図である。

【図7】実施の形態1における1回のチャンネルアクセスに応じて送信可能なフロー数を決定する動作を説明するためのフローチャートである。 10

【図8】1回のチャンネルアクセスに応じてパケットを送信する動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】フロー間の公平性を示すタイミングチャートである。

【図10】シミュレーションの結果を示す図である。

【図11】図1に示す無線装置の実施の形態2における構成を示す概略ブロック図である。

【図12】図11に示すバッファの構成図である。

【図13】LLCモジュールが作成するリストの概念図である。

【図14】バッファに格納されたパケットとリストとの関係図である。 20

【図15】実施の形態2における1回のチャンネルアクセスに応じて送信可能なフロー数を決定する動作を説明するためのフローチャートである。

【図16】バッファに格納されたパケットとリストとの他の関係図である。

【図17】シミュレーションの結果を示す図である。

【符号の説明】

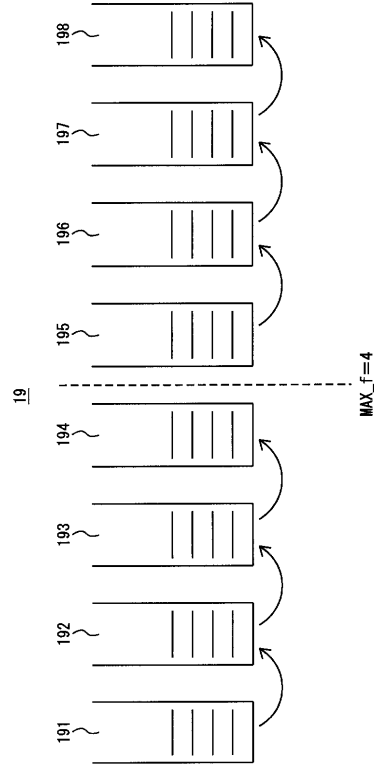
【0229】

1～9, 1A 無線装置、10 無線ネットワークシステム、11 アンテナ、12 入力部、13 表示部、14 電子メールアプリケーション、15, 15A 通信制御部、16 無線インターフェースモジュール、17 MACモジュール、18, 18A LLCモジュール、19, 19A バッファ、20 IPモジュール、21 ルーティング 30
テーブル、22 TCPモジュール、23 UDPモジュール、24 SMTPモジュール、25 ルーティングデーモン。

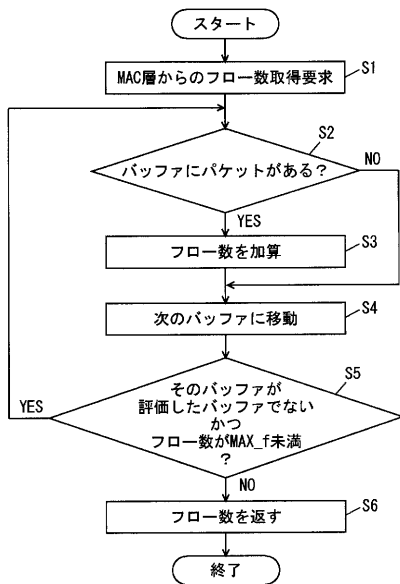
【図5】

送信先アドレス	NextHopアドレス	Metric	SeqNum
無線装置3のアドレス	無線装置2のアドレス	4	0
無線装置7のアドレス	無線装置5のアドレス	2	0
無線装置4のアドレス	無線装置2のアドレス	2	0
⋮	⋮	⋮	⋮

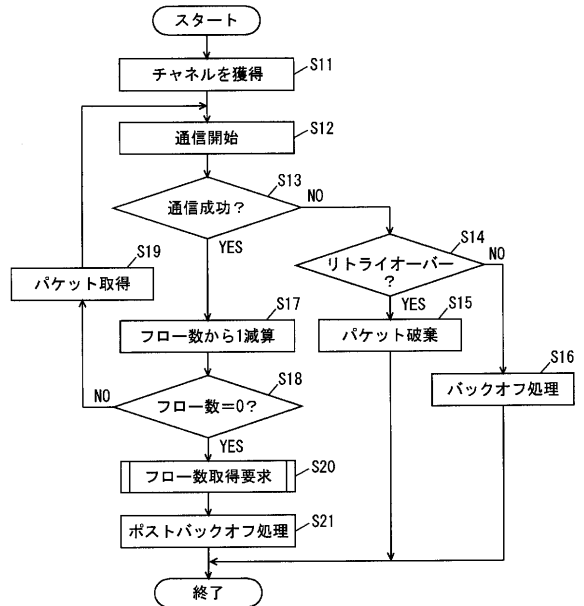
【図6】



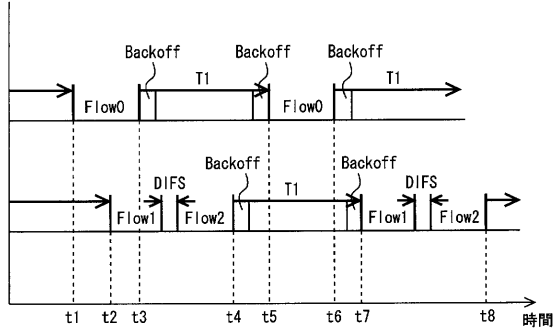
【図7】



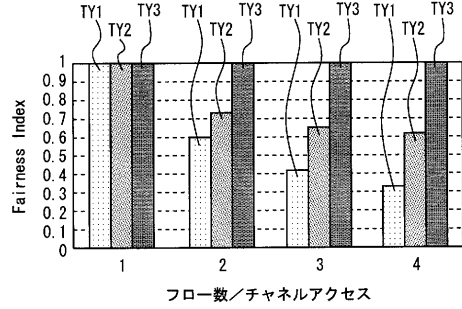
【図8】



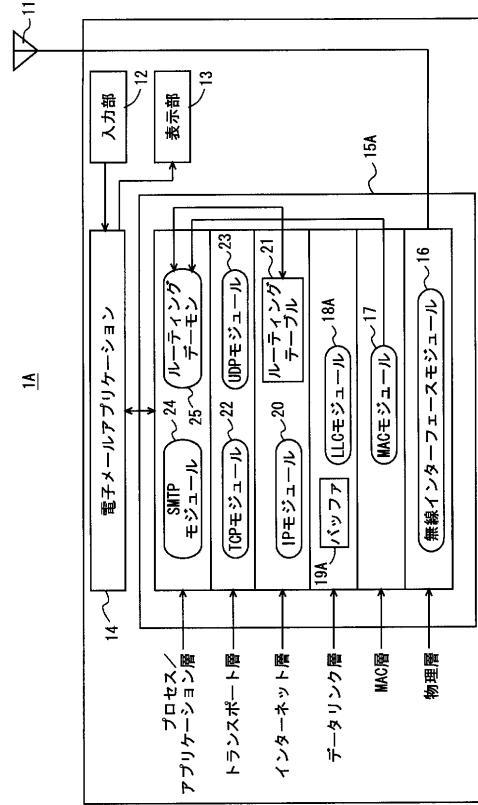
【図9】



【図10】

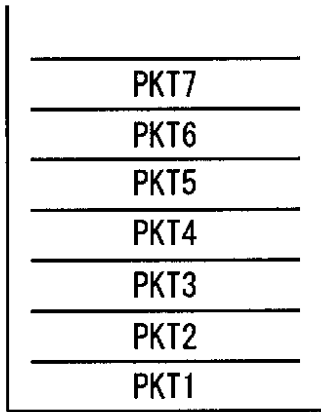


【図11】



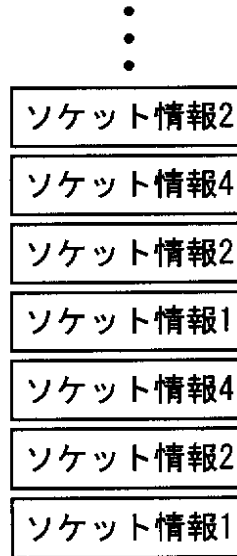
【図12】

19A

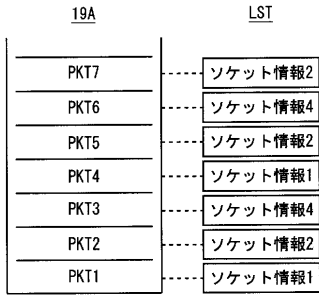


【図13】

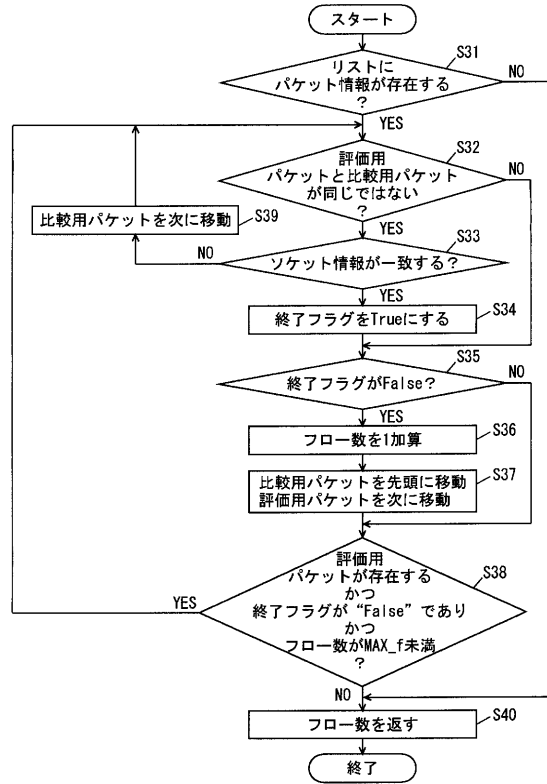
LST



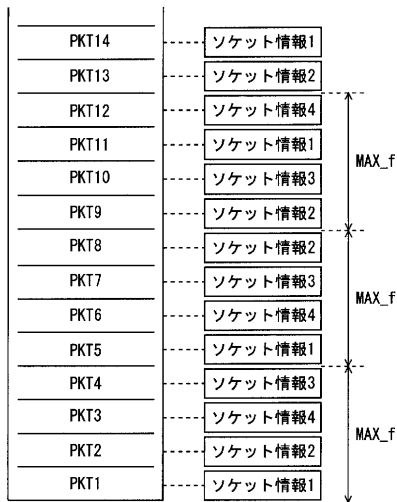
【図14】



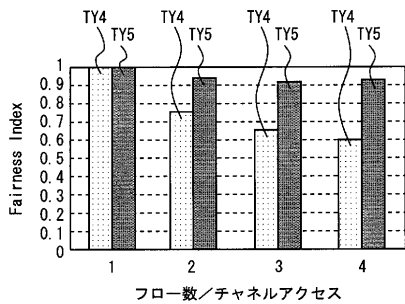
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-177562(JP,A)
国際公開第03/094546(WO,A1)
国際公開第03/071751(WO,A1)
特開平11-346227(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04W 74/08
H04W 84/12