

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-181003

(P2007-181003A)

(43) 公開日 平成19年7月12日(2007.7.12)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
H04L 12/28 (2006.01) H04L 12/28 300B 5K033
H04B 7/26 (2006.01) H04B 7/26 A 5K067

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-378252 (P2005-378252)	(71) 出願人	000208891 K D D I 株式会社 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号
(22) 出願日	平成17年12月28日 (2005.12.28)	(74) 代理人	100084870 弁理士 田中 香樹
		(74) 代理人	100079289 弁理士 平木 道人
		(74) 代理人	100119688 弁理士 田邊 壽二
		(72) 発明者	泉川 晴紀 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社K D D I 研究所内
		(72) 発明者	齊藤 研次 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社K D D I 研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信スケジューリング方法

(57) 【要約】

【課題】中継局を経由したP-MP方式の無線データ通信において、無線基地局が無線基地局／中継局間の通信スケジュールのみならず、中継局／中継局間の通信スケジュールや中継局／無線端末間の通信スケジュールもスケジューリングする。

【解決手段】BSで生成・管理されるSS管理テーブルには、通信端末(SS)ごとに直接接続先、ダウンロード時(SS受信時)干渉源、アップロード時(SS送信時)干渉源、BS-SS間のバーストプロファイルおよびRS-SS間のバーストプロファイルが登録されている。ダウンロード時干渉源は、各SSが干渉源となるBSもしくはRSの識別子を接続先のBSへ通知することで生成される。アップロード時干渉源は、BSがRS配下のSSから起動時のレンジング等をキャプチャしたり、RSが配下以外のSSからレンジング等をキャプチャし、そのリストをBSへ通知したりすることで生成される。

【選択図】図3

アドレス	通信端末(SS)	直接接続先	DL時干渉源	UL時干渉源	バーストプロファイル(BS-SS)	バーストプロファイル(RS-SS)
1	SS1	BS	—	RS1	X	—
10	SS2	BS	—	RS2	Y	—
15	SS11	RS1	—	—	Z	Y
28	SS12	RS1	RS2	RS2	Z	Y
33	SS21	RS2	—	—	Z	Y
40	SS22	RS2	BS	BS	Z	Y

SS管理テーブル

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

無線基地局、無線中継局および複数の無線端末を含み、無線基地局と各無線端末とが少なくとも一つの中継局を経由してパケットを交換するパケット交換網の通信スケジューリング方法において、

無線基地局が、自局から無線中継局および無線端末へのダウンロード時の干渉源を検知する手順と、

無線基地局が、無線中継局および無線端末から自局へのアップロード時の干渉源を検知する手順と、

無線基地局が、前記検知した干渉情報に基づいて、無線基地局と無線中継局との間、および無線中継局と無線端末との間での通信スケジュールを立案する手順と、 10

無線基地局から無線中継局へ、前記通信スケジュールのマップが登録されたフレームを送信する手順と、

無線中継局が、前記通信スケジュールが登録されたフレームを受信する手順と、

前記通信スケジュールが登録されたフレームを受信した無線中継局から無線端末へ、当該通信スケジュールのマップが登録されたフレームを送信する手順とを含むことを特徴とする通信スケジューリング方法。

【請求項 2】

前記無線基地局がダウンロード時の干渉源を検知する手順が、

各無線端末が、無線基地局および無線中継局から送信されるブロードキャストメッセージを受信する手順と、 20

各無線端末が、ブロードキャストメッセージを受信できた送信元のうち、接続先の無線基地局または無線中継局以外の他の無線基地局および無線中継局を干渉源として認識する手順と、

前記無線端末が、前記干渉源の識別情報を含む干渉情報を無線基地局へ通知する手順とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の通信スケジューリング方法。

【請求項 3】

前記無線基地局がアップロード時の干渉源を検知する手順が、

無線中継局が、無線端末から送信されたメッセージを受信する手順と、

無線中継局が、メッセージを受信できた無線端末のうち、配下以外の無線端末を干渉源として認識する手順と、 30

無線中継局が、前記干渉源の識別情報を含む干渉情報を無線基地局へ通知する手順とを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信スケジューリング方法。

【請求項 4】

前記無線基地局が、自局と中継局との間での通信タイミング、および中継局と無線端末との間での通信タイミングを規定するマップを作成する手順と、

前記無線基地局と無線中継局とが、前記マップおよび当該マップで通信タイミングを規定されたパケットが含まれるフレームを送受信する手順と、

前記無線中継局と無線端末とが、前記マップおよび当該マップで通信タイミングを規定されたパケットが含まれるフレームを送受信する手順とを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の通信スケジューリング方法。 40

【請求項 5】

前記無線基地局が、前記取得した干渉情報に基づいて、無線中継局間での通信スケジュールを立案する手順と、

無線中継局間で、通信スケジュールのマップおよびパケットの登録されたフレームを送受信する手順とをさらに含むことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の通信スケジューリング方法。

【請求項 6】

前記無線基地局は、相互に干渉しないパケットを同一タイミングで通信させる通信スケジュールを立案することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の通信スケジュー 50

ーリング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信スケジューリング方法に係り、特に、中継局を経由したP-MP方式の無線データ通信に好適な通信スケジューリング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

送信機会の割り当て方法はスケジューリングと呼ばれ、最もシンプルなアルゴリズムのFIFO(First In First Out)では、全てのフローに対してキューが1本のみ用意され、入力パケットが到着順にキューイングされるとともに到着した順番でスケジューリングが行われる。すなわち、より早く到着したパケットがより早く出力される。しかしながら、FIFOでは電話やビデオなどの時間に厳しいリアルタイムトラフィックと、ファイル転送やWeb、Eメール等のノンリアルタイムトラフィックとが混在してキューイングされるため、サービス品質(QoS)を保証することが難しい。

【0003】

非特許文献1には、IEEE802.16(以降、802.16)と呼ばれる高速無線アクセスシステムが開示され、QoS制御機能をサポートすることが謳われている。802.16におけるQoSパラメータには、パケットの遅延時間やジッタ、伝送速度などがある。ここで、これらのパラメータは基地局内もしくは基地局-無線端末間で保証されるものであり、エンド-エンドのものではない。つまり、例えば下りリンクの場合、保証すべき遅延時間やジッタは、基地局がパケットを受け取ってから、それを無線端末に対して送信するまでの遅延時間やジッタである。なお、802.16には特に指定されたスケジューリングアルゴリズムは存在しない。

【非特許文献1】IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, IEEE 802.16 -2004, Oct, 2004.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

802.16ではQoS保証が可能であるが、その具体的なスケジューリングアルゴリズムが規定されていない。そのため、802.16にはQoS保証の可能なスケジューリングアルゴリズムが必要となる。また、802.16を無線中継させたマルチホップネットワークを実現する際は、中継を考慮したスケジューリング手法の策定が必要である。

【0005】

本発明の目的は、上記した従来技術の課題を解決し、中継局を経由したP-MP方式の無線データ通信において、無線基地局が無線基地局/中継局間の通信スケジュールのみならず、中継局/中継局間の通信スケジュールや、中継局/無線端末間の通信スケジュールもスケジューリングできる通信スケジューリング方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記した目的を達成するために、本発明は、無線基地局、無線中継局および複数の無線端末を含み、無線基地局と各無線端末とが中継局を経由してパケットを交換するパケット交換網のスケジューリング方法において、以下のような手順を備えたことを特徴とする。

【0007】

(1)無線基地局が、自局から無線中継局および無線端末へのダウンロード時の干渉源を検知する手順と、無線基地局が、無線中継局および無線端末から自局へのアップロード時の干渉源を検知する手順と、無線基地局が、前記検知した干渉情報に基づいて、無線基地局と無線中継局との間、および無線中継局と無線端末との間での通信スケジュールを立案する手順と、無線基地局から無線中継局へ、前記通信スケジュールのマップが登録された

フレームを送信する手順と、無線中継局が、前記通信スケジュールが登録されたフレームを受信する手順と、前記通信スケジュールが登録されたフレームを受信した無線中継局から無線端末へ、当該通信スケジュールのマップが登録されたフレームを送信する手順とを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

上記した特徴(1)によれば、無線基地局は無線端末および無線中継局から干渉情報を取得できるので、無線基地局と無線中継局との間の通信タイミングのみならず、無線基地局間での通信タイミングおよび無線中継局と無線端末との間の通信タイミングを、干渉を生じさせることなく設定できるようになる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、図面を参照して本発明の最良の実施の形態について詳細に説明する。図1, 2は、本発明のパケットスケジューリング方法が適用される無線ネットワークシステムのネットワーク構成を示した図である。

【0010】

図1は、親局(無線基地局BSおよび無線中継局RS)のカバレッジエリアの位置関係を示した図であり、無線基地局BSのカバレッジエリアAbsと2つの無線中継局RS1, RS2のカバレッジエリアArs1, Ars2とが相互に重なっている。図2は、子局(無線端末SS)のカバレッジエリアの位置関係を示した図であり、各無線端末SS1, SS2...のカバレッジエリアAss1, Ass2...が相互に重なっている。

20

【0011】

各SSは、BSあるいはRSに接続されると、接続先以外のBSもしくはRSを予め定められた手順でBSへ通知する。この際、例えばレンジング要求(RNG-REQ)をベースにしたオリジナルメッセージに、干渉源となるBS/RSのMACアドレスもしくはBSID(BS識別子)を入れてBSへ通知することにより、BSは各SSの干渉源となるBS/RSを把握できる。また、各BS/RSも、レンジング要求等をキャプチャするなどして、自身に接続されてはいないが自身に電波が到達するSSを探索できる。

【0012】

図3は、図1, 2に示した位置関係に関して、各SSとの通信結果に基づいてBSで生成されるSS管理テーブルの一例を示した図であり、通信端末(SS)ごとに、その直接接続先、ダウンロード時(SS受信時)干渉源、アップロード時(SS送信時)干渉源、BS-SS間のバーストプロファイル(変調方式やFECコードタイプなどのパラメータ値のセット。BS-SS間のCINRなどにより決定される)、およびRS-SS間のバーストプロファイルが登録されている。

30

【0013】

このSS管理テーブルにおいて、ダウンロード時干渉源は、各SSが干渉源となるBSもしくはRSの識別子(MACアドレスやID)を接続先のBSへ通知することで生成される。各SSはBSやRSからのブロードキャストメッセージを聞くことで、干渉源となり得るBSやRSを認識する。すなわち、各SSは最初に接続先BSもしくはRSを決定する際に、数フレームに渡ってBSやRSから送信される様々なブロードキャストメッセージを確認し、その際に接続先BSもしくはRS以外のBS、RSを干渉源として認識する。また、SSが移動する場合は、定期的な上記のような検索処理が行なわれる。

40

【0014】

一方、アップロード時干渉源は、BSがSSからレンジング等を直接キャプチャしたり、あるいはBSがRS配下のSSから起動時のレンジング等をキャプチャしたり、RSが配下以外のSSからレンジング等をキャプチャし、そのリストをBSへ通知することで、BSはアップロード時に干渉が起きそうなSSの組を認識できる。

【0015】

例えば、図2に示したSS1のカバレッジエリアAss1内には、直接接続先のBS以外にRS1が

50

位置しており、SS1からBSへのアップロード時にRS1と干渉する可能性があるので、図3のSS管理テーブルでは、SS1のUL時干渉源に「RS1」が登録されている。ただし、図1に示したように、SS1はRS1のカバレッジエリアArs1およびRS2のカバレッジエリアArs2のいずれからも外れており、BSからSS1へのダウンロード時には干渉する親局が存在しない。したがって、図3のSS管理テーブルでは、SS1のDL時干渉源は未登録である。

【0016】

同様に、図2に示したSS2のカバレッジエリアAss2内には、直接接続先のBS以外にRS2が位置しており、SS2からBSへのアップロード時にRS2と干渉する可能性があるので、図3のSS管理テーブルでは、SS2のUL時干渉源に「RS2」が登録されている。ただし、図1に示したように、SS2はRS1のカバレッジエリアArs1およびRS2のカバレッジエリアArs2のいずれからも外れており、BSからSS2へのダウンロード時には干渉する親局が存在しない。したがって、図3のSS管理テーブルではSS2のDL時干渉源は未登録である。

10

【0017】

同様に、図2に示したSS12のカバレッジエリアAss2内には、直接接続先のRS1以外にRS2が位置しており、SS12からRS1へのアップロード時にRS2と干渉する可能性があるので、図3のSS管理テーブルでは、SS12のUL時干渉源に「RS2」が登録されている。さらに、図1に示したように、SS12はRS1のカバレッジエリアArs1のみならずRS2のカバレッジエリアArs2にも位置しているので、RS1からSS12へのダウンロード時にはRS2と干渉する可能性がある。したがって、図3のSS管理テーブルでは、SS12のDL時干渉源にRS2が登録されている。

20

【0018】

図4は、図1、2に示した位置関係のときにBSで生成されるRS管理テーブルの一例を示した図であり、無線中継局(RS)ごとに、その直接接続先、ダウンロード時(RS受信時)干渉源、アップロード時(RS送信時)干渉源、およびBSと通信する際のバーストプロファイルが前記と同様に登録されている。

【0019】

図5は、本発明を適用したBSの主要部の構成を示した機能ブロック図であり、ここでは本発明の説明に不用な構成は図示が省略されている。

【0020】

パケット分配部101は、BSが受信したSS宛のパケットを、そのサービスクラスに応じていずれかのキュー102(102-1、102-2...102-n)へキューイングする。各キュー102には、キューイングされたパケットのアドレス、パケットサイズおよびキューイング時刻等を管理するキューテーブル108(108-1、108-2...108-n)が設けられている。

30

【0021】

パケット抽出部103は、後に詳述する優先度ポリシー104に基づいて、中継局を経由するパケットのスケジューリング機会が中継局を経由しないパケットのスケジューリング機会よりも、中継局の経由数に相当するフレーム数分だけ優先され、その結果、中継局を経由することで生じる遅延が補われるように、各キュー102の先頭パケットを選択的に抽出してスケジューリング機会を与える。

40

【0022】

マップ作成部105は、前記SS管理テーブル110ならびに後に詳述する今回マップ作成補助テーブル111および次回マップ作成補助テーブル112等に基づいて、n番目のフレームで送信されるパケットの送信タイミングを管理するマップを作成する。フレーム作成部106は、前記パケット抽出部103で抽出された複数のパケットが、その送信タイミングを規定する前記マップと共に登録されたフレームを生成する。フレーム送信部107は、前記マップおよびパケットの登録されたフレームを送信する。

【0023】

フレームを受信したRSまたはSSでは、当該フレームに登録されているマップを参照し、BSから自局への送信タイミング(タイムスロット)を認識してパケットを受信すると共に

50

、当該マップで自局から配下のRSまたはSSへの送信タイミングが指定されていれば、これを認識して当該タイミングで配下のRSまたはSSへパケットを送信する。

【 0 0 2 4 】

図 6 は、前記フレーム生成 1 0 6 で生成されるフレームの主要部の構成を模式的に示した図であり、マップ登録部には、前記マップ生成部 1 0 5 で生成されたマップが登録される。このマップでは、フレームのDLスケジューリング部に登録されているSS宛またはRS宛のDLパケットの送信時刻 T_1 、 T_2 や、ULスケジューリング部に登録されているULパケットの受信時刻 T_a 、 T_b を定めたスケジュールが登録されている。

【 0 0 2 5 】

図 7 は、本実施形態において各フローに付与されるサービスクラスの分類を示した図であり、本実施形態では複数のサービスクラスが用意され、サービスクラスごとにキューが設けられている。ここではIEEE802.16と同様に、優先度の高いクラスからUGS (unsolicited grant service)、rtPS (real-time polling service)、nrtPS (non-real-time polling service)、およびBE (Best Effort) の 4 クラスに分類されている。さらに「UGS」、「rtPS」および「nrtPS」の各サービスクラスは、SSとの接続形態が直接であるかRSを中継するかに応じて分類され、さらに接続形態が「中継」であるサービスクラスに関してはBS-SS間のホップ数ごとに分類され、さらに緊急度が高いサブクラスと低いサブクラスとに分類されている。

【 0 0 2 6 】

前記UGSクラスには、等間隔で送信される固定長のパケットからなるフロー、例えばT1/E1回線やVoIPなどが含まれる。rtPSクラスには、等間隔で送信される可変長のパケットからなるフロー、例えばMPEGビデオなどが含まれる。nrtPSクラスには、FTPのように遅延耐性はあるが最低トラフィックレートは要求されるフローなどが含まれる。BEクラスには、何のQoSも必要とせず、基本的には空きスロットで配送されるフローが含まれる。UGSにおけるQoSパラメータとしてはジッタ、遅延時間、伝送速度が挙げられる。rtPSにおけるQoSパラメータとしては遅延時間、伝送レートが挙げられる。nrtPSにおけるQoSパラメータとしては伝送レートが挙げられる。

【 0 0 2 7 】

図 8 は、BSにおけるパケット送信のスケジューリング手順を模式的に表現した図であり、前記優先度ポリシー 1 0 4 に基づいてパケット抽出部 1 0 3 により実行される。

【 0 0 2 8 】

ステップS1では、サービスクラスが「UGS」でサブクラスが「緊急度高」のフローに割り当てられたキューのパケットにスケジューリング機会が与えられる。ステップS2では、サービスクラスが「rtPS」でサブクラスが「緊急度高」のフローに割り当てられたキューのパケットにスケジューリング機会が与えられる。ステップS3では、サービスクラスが「nrtPS」でサブクラスが「緊急度高」のフローに割り当てられたキューのパケットにスケジューリング機会が与えられる。

【 0 0 2 9 】

同様に、ステップS4では、サービスクラスが「UGS」でサブクラスが「緊急度低」のフローに割り当てられたキューのパケットにスケジューリング機会が与えられる。ステップS5では、サービスクラスが「rtPS」でサブクラスが「緊急度低」のフローに割り当てられたキューのパケットにスケジューリング機会が与えられる。ステップS6では、サービスクラスが「nrtPS」でサブクラスが「緊急度低」のフローに割り当てられたキューのパケットにスケジューリング機会が与えられる。ステップS7では、サービスクラスが「BE」のフローに割り当てられたキューのパケットにスケジューリング機会が与えられる。

【 0 0 3 0 】

図 9 は、上記したステップS1～S6でサービスクラスごとに実行されるパケットスケジューリングの手順を詳細に示したフローチャートである。なお、当該フローチャートのステップS24～S27で実施される今回マップ作成補助テーブル(111)に関する一連の処理、およびステップS27～S29で実施される次回マップ作成補助テーブル(1

10

20

30

40

50

12) に関する一連の処理については、後に図11～図13の各テーブルを参照して改めて詳細に説明する。

【0031】

ステップS21では、同一のサービスクラスに所属する各キューの先頭パケットを優先度順にスケジューリングするための優先度変数 m に初期値の「1」がセットされる。ステップS22では、今回のサービスクラス（最初は、「UGS」の「緊急度高」）の各キューの先頭パケットを対象に、スケジューリング条件が満足されているパケットの有無が、接続形態が直接および中継の区別無く判定される。スケジューリング条件が満足されているパケットが一つでもあればステップS23へ進む。

【0032】

図10は、サービスクラスごとに設定されたスケジューリング条件を一覧表示した図であり、ここで指定された条件を満足できる先頭パケットのみが送信機会をスケジューリングされる。

【0033】

本実施形態では、サービスクラスが「UGS」および「rtPS」のいずれかで緊急度が「高」の各キューの先頭パケットに関しては、現在時刻 t_c からキューイング時刻 t_q を減じた待機時間($t_c - t_q$)が、サービスクラスごとに異なる基準待機時間(t_{ugs} 、 t_{rtpt})を超えていれば、スケジューリング条件が満たされていると判定されることを基本としている。ただし、BSからRSを中継して宛先のSSに至るリレーパケットは、BSからRSを中継せずに宛先のSSへ直接至るダイレクトパケットよりも送信機会が中継回数（ホップ数）分だけ増えるので、当該中継回数に応じて遅延時間が生じる。

【0034】

そこで、本実施形態ではRSを経由するパケットがRSを経由しないパケットよりも、このRSを経由することで損なわれる品質（遅延時間）の相殺分だけ優先されて、両者のスケジューリング機会が均等化されるように、前記待機時間($t_c - t_q$)にホップ数($n-1$)とパケット長 L_f とを積を加算して待機時間を校正し、校正後の待機時間に基づいてスケジューリング条件を判定するようにしている。すなわち、本実施形態ではRSを経由するパケットが、RSを経由しないパケットよりも、このRSを経由することで生じる遅延時間（フレーム数）だけ先行して処理されるようにしている。

【0035】

前記基準待機時間(t_{ugs} 、 t_{rtpt})は、保証品質を維持できる下限値に所定の余裕を持たせた時間に設定されている。したがって、サービスクラスが「UGS」や「rtPS」であっても、保証品質上の余裕があるパケットに関してはスケジューリングが先送りされ、保証品質上の余裕のないパケットのみが先行してスケジューリングされる。

【0036】

また、サービスクラスが「nrtPS」で緊急度が「高」の各キューの先頭パケットに関しては、パケットを新たにスケジューリングしてもフローの伝送レートが保証レートを超えないこと、換言すれば、実績が保証品質を超えてしまわないことがスケジューリング条件とされている。また、サービスクラスが「UGS」、「rtPS」および「nrtPS」のいずれかで緊急度が「低」の各キューの先頭パケット、ならびにサービスクラスが「BE」のキューの先頭パケットに関しては、キューに存在する全てのパケットがスケジューリング条件を満たしていると判定される。

【0037】

図9へ戻り、ステップS23では、前記スケジューリング条件を満足するパケットの中から、優先度が m 番目の先頭パケットが選択される。したがって、サービスクラスが「UGS」および「rtPS」のいずれかであれば、前記校正後の待機時間が m 番目に長いパケットが選択され、サービスクラスが「nrtPS」であれば、伝送レートが m 番目に低いパケットが選択される。

【0038】

すなわち、本実施形態ではサービスクラスごとに、前記図6に関して説明したように、

10

20

30

40

50

BSと直接接続されたSS宛用のキューと、BSと1つの中継局を経由して(2ホップ)接続されたSS宛用のキューと、BSと2つの中継局を経由して(3ホップ)接続されたSS宛用のキューと、BSと3つの中継局を経由して接続されたSS宛用のキュー...とが設けられている。そして、ステップS23では各キューの先頭パケットの待機時間や伝送レートが参照され、待機時間がm番目に長いパケット、または伝送レートがm番目に低いパケットが選択される。

【0039】

ステップS24では、選択されたパケットが既にスケジューリング済みの他のパケットと同一タイミングで送信可能であるか否かが判定される。宛先が異なり、かつ干渉が生じないなどの所定条件が成立すれば、同時送信が可能と判定されてステップS25へ進む。ステップS25では、今回マップ作成補助テーブルの既存タイミングに当該パケットのエントリが追加される。

10

【0040】

これに対して、同時送信が不可能であればステップS26へ進み、今回のパケットを送信するために必要なバーストサイズをフレームに追加可能であるか否かが判定される。追加可能であればステップS27へ進み、今回マップ作成補助テーブル111の新規タイミングにエントリが追加される。

【0041】

ステップS28では、今回の選択パケットがBSからRSを中継せずに宛先のSSまで直接送信されるダイレクトパケットか、あるいはBSからSSまでRSを中継して送信されるリレーパケットのいずれであるかが判定される。リレーパケットであれば、さらにRS-SS間でのパケット交換をスケジューリングするためにステップS29へ進む。ステップS29では、今回の注目パケットが既にスケジューリング済みのパケットと同一タイミングで送信可能であるか否かが前記と同様に判定される。

20

【0042】

同時送信が可能であれば、ステップS30において次回マップ作成補助テーブル112の既存タイミングに当該パケットのエントリが追加される。同時送信が不可能であればステップS31へ進み、次回マップ作成補助テーブルの新規タイミングに当該パケットのエントリが追加される。ステップS32では、先頭パケットがスケジューリングされたキューのキューテーブル108が更新されて先頭パケットが更新される。

30

【0043】

一方、前記ステップS26において追加不可能と判定されるとステップS34へ進む。ステップS34では、優先度変数mが最大値 m_{max} に達しているか否かが判定され、最初は達していないと判定されるのでステップS35へ進む。ステップS35では、優先度変数mが更新($m=m+1$)され、同一のサービスクラス内で優先度が次に高い先頭パケットに関して上記した各処理が繰り返される。

【0044】

すなわち、優先度がm番目の先頭パケットの送信に必要なバーストサイズをフレームに確保できなければ、優先度がより低い他の先頭パケットが参照され、パケットサイズが小さくて、その送信に必要なバーストサイズを確保できる先頭パケットがあれば、そのスケジューリングを実施するためにステップS23へ戻る。

40

【0045】

以上のようにして、サービスクラスが「UGS」でサブクラスが「緊急度高」の各キューの先頭パケットが次々にスケジューリングされ、バーストサイズを確保できる先頭パケットが無くなるか、あるいはステップS22でスケジューリング条件を満足する先頭パケットがないと判定されれば図8のステップS2へ進み、サービスクラスが「rtPS」でサブクラスが「緊急度高」の各キューの先頭パケットに関して、上記したパケットスケジューリングの処理が改めて実行される。

【0046】

以下同様に、ステップS3において、サービスクラスが「nrtPS」でサブクラスが「緊急

50

度高」のキューに関して上記したパケットスケジューリングの処理が終了すると、ステップS4、S5、S6、S7では、それぞれサービスクラスが「UGS」でサブクラスが「緊急度低」のキュー、サービスクラスが「rtPS」でサブクラスが「緊急度低」のキュー、サービスクラスが「nrtPS」でサブクラスが「緊急度低」のキュー、およびサービスクラスが「BE」のキューの各先頭パケットに関してスケジューリングが順次に行われる。

【0047】

いずれのサービスクラスでも、「緊急度低」のサブクラスでは、ステップS22で判定されるスケジューリング条件が「キュー内にパケットが存在すること」（図10を参照）なので、キューにパケットが存在する限り同一クラスでスケジューリングが繰り返され、全てのパケットに関してスケジューリングが完了すると、下位のサービスクラスへ移行して同様の処理が実行される。

【0048】

次いで、上記したパケットスケジューリングのステップS24～S27で実施される今回マップ作成補助テーブル（111）へのエントリの登録方法、およびステップS27～S29で実施される次回マップ作成補助テーブル（112）へのエントリの登録方法を、図11、12の今回マップ作成補助テーブル111および図13の次回マップ作成補助テーブル112を参照して説明する。

【0049】

今回マップ作成補助テーブル111には、今回のフレームに登録されるマップで送信タイミングを規定される各パケットの管理情報が登録され、次回マップ作成補助テーブル112は、次のフレームに登録されるマップで送信タイミングを規定される各パケットの管理情報が登録される。したがって、今回マップ作成補助テーブル111に登録されたパケットは、次回マップ作成補助テーブル112に登録されたパケットよりも、1フレーム分だけ早いタイミングで送受信される。

【0050】

ここでは、図1に示したネットワーク構成において、BSからSS11宛、SS12宛、SS22宛およびSS21宛に送信するパケットを当該順序でスケジューリングする場合を例にして説明する。また、（n-1）番目のフレームのマップに関して作成された今回マップ作成補助テーブルが図11(a)の通りであるものとして、n番目のフレームに登録されるマップに関して生成される今回マップ作成補助テーブルの作成方法を説明する。

【0051】

BSは始めに図3のSS管理テーブルを参照し、SS11がRS1の配下であることを認識すると、さらに図4のRS管理テーブルを参照し、BSからRS1へ送信する際の干渉源がRS2であることを認識する。ここで、今回の注目パケット（SS11宛）を既にスケジューリング済みの他のパケットと同時に送信できる条件（図10のステップS24に相当）は、送信元（ここでは、BS）がスケジューリング済みパケットの「直接接続先」および「干渉源」として登録されておらず、かつ宛先（ここでは、RS1）が「直接接続先」および「宛先」に登録されていないことである。

【0052】

図11(a)の今回MAP作成補助テーブルを参照すれば、送信タイミングT₁では直接接続先に宛先のRS1が登録されているので、当該タイミングでは送信できない。送信タイミングT₂では、第2直接接続先に宛先のRS1が登録されているので当該タイミングでも送信できない。送信タイミングT₃では、第1干渉源に送信元のBSが登録されているので当該タイミングでも送信できない。したがって、今回の注目パケット（SS11宛）に関しては同時送信が不可能と判断され、図11(b)に示したように、新たな送信タイミングT₄にエントリが追加され、その第1宛先に「RS1」が登録され、直接接続先に「BS」が登録され、干渉源に「RS2」が登録される（図9のステップS27に相当）。

【0053】

これと同時に、図13(a)に示したように、次回MAP作成補助テーブルでも送信タイミングT₁₁にエントリが追加（図9のステップS31に相当）され、その第1宛先に「SS11」

が登録され、直接接続先に「RS1」が登録される。

【0054】

次いで、SS12宛のパケットに注目すると、SS12はRS1の配下なので、BSからRS1へ送信する際の干渉源を識別するために図4のRS管理テーブルが参照され、RS2が干渉源として認識される。

【0055】

ここで、更新された図11(b)の今回MAP作成補助テーブルを参照すれば、送信タイミングT₁では直接接続先に宛先のRS1が登録されているので、当該タイミングでは送信できない。送信タイミングT₂では、第2直接接続先に宛先のRS1が登録されているので当該タイミングでも送信できない。送信タイミングT₃では、第1干渉源に送信元のBSが登録されているので当該タイミングでも送信できない。したがって、今回の注目パケット(SS12宛)に関しては同時送信が不可能と判断され、図11(c)に示したように、新たな送信タイミングT₅にエントリが追加され、その第1宛先に「RS1」が登録され、直接接続先に「BS」が登録され、干渉源に「RS2」が登録される。

10

【0056】

これと同時に、図13(b)に示したように、次回MAP作成補助テーブルにおいて、送信タイミングT₁₂にエントリが追加され、その第1宛先に「SS12」が登録され、直接接続先に「RS1」が登録され、第1干渉源としてRS2が登録される。

【0057】

次いで、SS22宛のパケットに着目すると、SS22はRS2の配下なので、BSからRS2へ送信する際の干渉源を識別するために図4のRS管理テーブルが参照され、RS1が干渉源として認識される。

20

【0058】

ここで、更新された図11(c)のMAP作成補助テーブルを参照すれば、送信タイミングT₁では、送信元のBSが「直接接続先」および「干渉源」のいずれとしても登録されておらず、かつ宛先のRS2が「直接接続先」および「宛先」のいずれとしても登録されていない。したがって、BSからRS2宛のパケットは当該送信タイミングT₁で既登録のパケットと同時送信が可能と判定されるので、図11(d)に示したように、送信タイミングT₁のエントリに、第2宛先としてRS2が登録され、直接接続先としてBSが登録され、干渉源としてRS1が登録される。

30

【0059】

これと同時に、RS2からSS22宛のスケジューリングが次MAP作成補助テーブルに追加されるが、RS2からSS22宛のパケットは、送信タイミングT₁₁においてRS1からSS11宛のパケットと同時送信が可能と判断されるので、図13(c)に示したように、次MAP作成補助テーブルの送信タイミングT₁₁のエントリに、第2宛先としてSS22が登録され、直接接続先としてRS2が登録され、干渉源としてBSが登録される。

【0060】

次いで、SS21宛のパケットに着目すると、SS21はRS2の配下なので、BSからRS2へ送信する際の干渉源を識別するために図4のRS管理テーブルが参照され、RS1が干渉源として認識される。

40

【0061】

ここで、更新された図11(d)のMAP作成補助テーブルを参照すれば、送信タイミングT₁では、第2直接接続先に宛先のRS2が登録されているので、当該タイミングでは送信できない。送信タイミングT₂、T₃では、第1直接接続先に宛先のRS2が登録されているので当該タイミングでも送信できない。送信タイミングT₄、T₅では、第1直接接続先に送信元のBSが登録されているので当該タイミングでも送信できない。したがって、今回の注目パケット(SS21宛)に関しては同時送信が不可能と判断され、図11(e)に示したように、新たな送信タイミングT₆にエントリが追加され、その第1宛先に「RS2」が登録され、直接接続先に「BS」が登録され、干渉源に「RS1」が登録される。

【0062】

50

これと同時に、図 1 3 (d)に示したように、次MAP作成補助テーブルにおいて、送信タイミングT_13にエントリが追加され、その第 1 宛先に「SS21」が登録され、直接接続先に「RS2」が登録される。

【 0 0 6 3 】

上記した実施形態では、BSから各SSへのダウンリンク(DL)時のスケジューリングを例にして説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、各SSからBSへのアップリンク(UL)時のスケジューリングにも同様に適用できる。UL時のスケジューリングでは、BSはSSからの帯域要求を契機として帯域を割り当てるが、BSは帯域要求を検知すると、この要求を格納するメモリのアドレスを、要求を受信した時間と共に記録する。このようにすることで、UL時もDL時と同様の処理構成でMAPを生成できるようになる。

10

【 0 0 6 4 】

以上、好ましい実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施形態に囚われるものではなく、本発明の概念が変化しない範囲で多様に变化させて実施可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 5 】

【 図 1 】 無線基地局BSおよび無線中継局RSのカバレッジエリアの位置関係を示した図である。

【 図 2 】 無線端末SSのカバレッジエリアの位置関係を示した図である。

【 図 3 】 BSで管理されているSS管理テーブルの一例を示した図である。

20

【 図 4 】 各RSで管理されているRS管理テーブルの一例を示した図である。

【 図 5 】 BSの主要部の構成を示した機能ブロック図である。

【 図 6 】 フレームの主要部の構成を示した図である。

【 図 7 】 サービスクラスの分類を示した図である。

【 図 8 】 BSにおけるパケット送信のスケジューリング手順を模式的に表現した図である。

【 図 9 】 パケットスケジューリング手順の詳細フローチャートである。

【 図 1 0 】 サービスクラスごとに設定されたスケジューリング条件を一覧表示した図である。

【 図 1 1 】 今回マップ作成補助テーブルの登録内容を示した図(その 1)である。

【 図 1 2 】 今回マップ作成補助テーブルの登録内容を示した図(その 2)である。

30

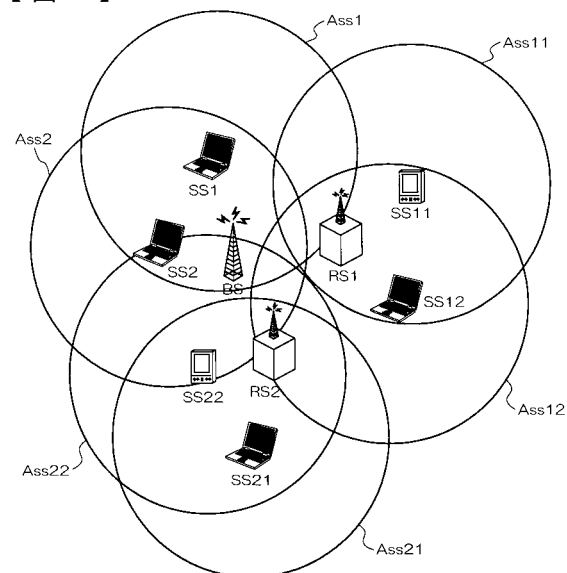
【 図 1 3 】 次回マップ作成補助テーブルの登録内容を示した図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 6 】

1 0 1 ... パケット分配部, 1 0 2 ... キュー, 1 0 3 ... パケット抽出部, 1 0 4 ... 優先度ポリシー, 1 0 5 ... マップ作成部, 1 0 6 ... フレーム作成部, 1 0 7 ... フレーム送信部, 1 0 8 ... キューテーブル, 1 1 0 ... SS管理テーブル, 1 1 1 ... 今回マップ作成補助テーブル, 1 1 2 ... 次回マップ作成補助テーブル

【圖 2】



アドレス	通信端用(SS)	直接接続用	DL時干渉源	UL時干渉源	バーストプロファイル(BS-SS)	バーストプロファイル(RS-SS)
1	SS1	BS	—	RS1	X	—
10	SS2	BS	—	RS2	Y	—
15	SS11	RS1	—	—	Z	Y
28	SS12	RS1	RS2	RS2	Z	Y
33	SS21	RS2	—	—	Z	Y
40	SS22	RS2	BS	BS	Z	Y

SS管理テーブル

【 図 5 】

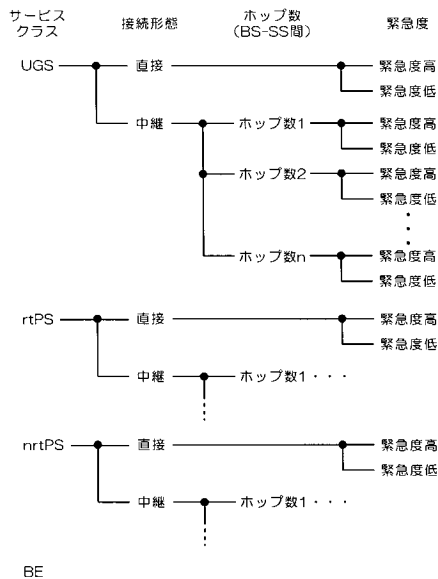
[illegible]

RS管理テーブル

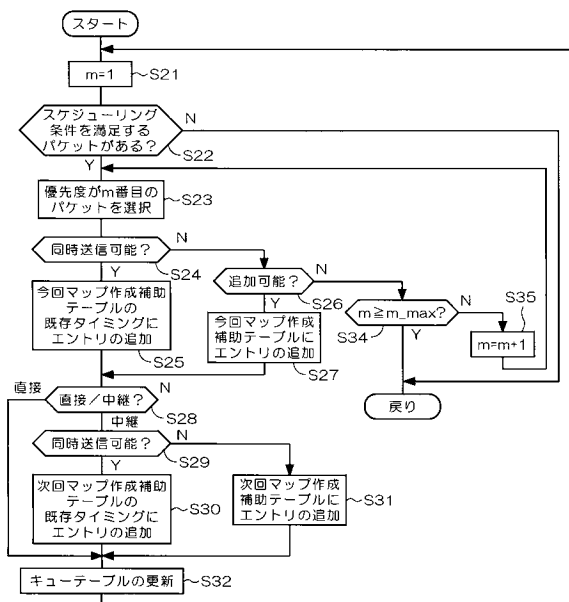
【 図 6 】



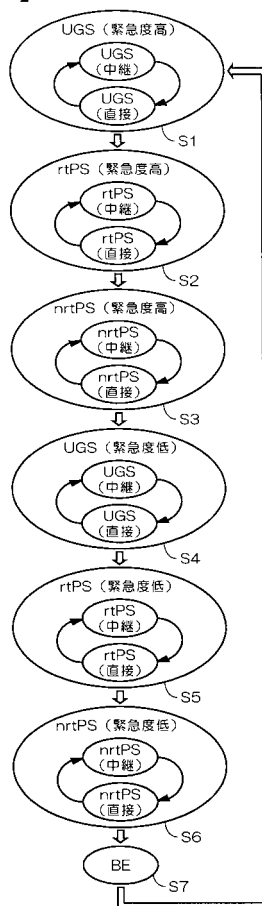
【图 7】



【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 1 0 】

サービス クラス	緊急度	スケジューリング条件
UGS	高	(現在時刻－キューイング時刻)＋ホップ数×無線フレーム長>D_ugs
	低	キュー内にパケットが存在すること
rtPS	高	(現在時刻－キューイング時刻)＋ホップ数×無線フレーム長>D_rtps
	低	キュー内にパケットが存在すること
nrtPS	高	パケットを送信しても伝送レートが保証レートを超えないこと
	低	キュー内にパケットが存在すること
BE		キュー内にパケットが存在すること

【図 1 1】

(a)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 n
T_1	SS12	RS1	RS2	—	—	—	...
T_2	SS21	RS2	—	SS11	RS1	—	...
T_3	SS22	RS2	BS	—	—	—	...
—	—	—	—	—	—	—	...

(b)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_1	SS12	RS1	RS2	—	—	—	—	—	—
T_2	SS21	RS2	—	SS11	RS1	—	—	—	—
T_3	SS22	RS2	BS	—	—	—	—	—	—
T_4	RS1 (SS11)	BS	RS2	—	—	—	—	—	—
...

(c)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_1	SS12	RS1	RS2	—	—	—	—	—	—
T_2	SS21	RS2	—	SS11	RS1	—	—	—	—
T_3	SS22	RS2	BS	—	—	—	—	—	—
T_4	RS1 (SS11)	BS	RS2	—	—	—	—	—	—
T_5	RS1 (SS12)	BS	RS2	...	...	...	...	...	...
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(d)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_1	SS12	RS1	RS2	RS2 (SS22)	BS	RS1	—	—	—
T_2	SS21	RS2	—	SS11	RS1	—	—	—	—
T_3	SS22	RS2	BS	—	—	—	—	—	—
T_4	RS1 (SS11)	BS	RS2	—	—	—	—	—	—
T_5	RS1 (SS12)	BS	RS2	...	...	...	...	...	...
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

【図 1 3】

(a)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_11	SS11	RS1	—	—	—	—	...	—	—
—	—	—	—	—	—	—	...	—	—
—	—	—	—	—	—	—	...	—	—

(b)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_11	SS11	RS1	—	—	—	—	...	—	—
T_12	SS12	RS1	RS2	—	—	—	...	—	—
—	—	—	—	—	—	—	...	—	—
—	—	—	—	—	—	—	...	—	—

(c)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_11	SS11	RS1	—	SS22	RS2	BS	...	—	—
T_12	SS12	RS1	RS2	—	—	—	...	—	—
—	—	—	—	—	—	—	...	—	—
—	—	—	—	—	—	—	...	—	—

(d)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_11	SS11	RS1	—	SS22	RS2	BS	...	—	—
T_12	SS12	RS1	RS2	—	—	—	...	—	—
T_13	SS21	RS2	—	—	—	—	...	—	—
—	—	—	—	—	—	—	...	—	—
...

【図 1 2】

(e)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_1	SS12	RS1	RS2	RS2 (SS22)	BS	RS1	—	—	—
T_2	SS21	RS2	—	SS11	RS1	—	—	—	—
T_3	SS22	RS2	BS	—	—	—	—	—	—
T_4	RS1 (SS11)	BS	RS2	—	—	—	—	—	—
T_5	RS1 (SS12)	BS	RS2	...	...	...	...	...	...
T_6	RS2 (SS21)	BS	RS1	—	—	—	—	—	—

(f)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_1	SS12	RS1	RS2	RS2 (SS22)	BS	RS1	—	—	—
T_2	SS21	RS2	—	SS11	RS1	—	SS2	BS	—
T_3	SS22	RS2	BS	—	—	—	—	—	—
T_4	RS1 (SS11)	BS	RS2	—	—	—	—	—	—
T_5	RS1 (SS12)	BS	RS2	...	...	...	...	...	...
T_6	RS2 (SS21)	BS	RS1	—	—	—	—	—	—

(g)

タイミング	宛先 1	直接 接続先1	干渉源 1	宛先 2	直接 接続先2	干渉源 2	宛先 3	直接 接続先3	干渉源 3
T_1	SS12	RS1	RS2	RS2 (SS22)	BS	RS1	—	—	—
T_2	SS21	RS2	—	SS11	RS1	—	SS2	BS	—
T_3	SS22	RS2	BS	—	—	—	—	—	—
T_4	RS1 (SS11)	BS	RS2	—	—	—	—	—	—
T_5	RS1 (SS12)	BS	RS2	...	...	...	...	...	...
T_6	RS2 (SS21)	BS	RS1	—	—	—	—	—	—
T_7	SS1	BS	—	—	—	—	—	—	—

フロントページの続き

(72)発明者 杉山 敬三

埼玉県ふじみ野市大原二丁目 1 番 1 5 号 株式会社 K D D I 研究所内

F ターム(参考) 5K033 CB01 CB08 DA02 DA19 DB17 DB18 EA06 EA07 EC01 EC03

5K067 AA03 CC08 DD19 DD51 EE02 EE06 EE10 GG06 HH23