

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4998564号
(P4998564)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4W 72/12 (2009.01)	HO4Q 7/00 561
HO4W 28/24 (2009.01)	HO4Q 7/00 285
HO4J 1/00 (2006.01)	HO4J 1/00
HO4J 11/00 (2006.01)	HO4J 11/00 Z

請求項の数 17 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2009-554076 (P2009-554076)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号
(86) (22) 出願日	平成19年7月31日 (2007.7.31)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(65) 公表番号	特表2010-522452 (P2010-522452A)	(74) 代理人	100146776 弁理士 山口 昭則
(43) 公表日	平成22年7月1日 (2010.7.1)	(72) 発明者	ハート,マイケル ジョン ビームス イギリス国,ダブリュ12 9エルエル, ロンドン,コボルド ロード 136番
(86) 國際出願番号	PCT/GB2007/002911	(72) 発明者	ジョウ,ユエフオン イギリス国,ケーティー22 0アールダ ブリュ,サリー,オックスショット,クロ ック ハウス ミード 10番
(87) 國際公開番号	W02008/113966		最終頁に続く
(87) 國際公開日	平成20年9月25日 (2008.9.25)		
審査請求日	平成22年1月26日 (2010.1.26)		
(31) 優先権主張番号	0705225.1		
(32) 優先日	平成19年3月19日 (2007.3.19)		
(33) 優先権主張国	英國(GB)		

(54) 【発明の名称】無線通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムの基地局で用いられるモジュールであって、
当該無線通信システムでは少なくともデータのパケットが当該基地局から複数の加入者
局へ送信され、

当該基地局は、前記加入者局とのコネクションを定め、
各コネクションは、複数のサービス・クラスのうちの1つを有し、
各サービス・クラスは関連するQoSを有し、
当該モジュールは、所定の単位時間内で利用可能なシステムのリソースを少なくとも一部
の前記コネクションに割り当て、
当該モジュールは：

前記コネクションの前記QoS要件に応じて、該コネクションのQoSを達成するため
に前記所定の単位時間内でスケジューリングされる必要のあるコネクションを決定する第
1段階のスケジューリング手段；

前記スケジューリングされる必要のあるコネクションにリソースを割り当てた後に依然
として利用可能なリソースを用いて、前記所定の単位時間内でスケジューリングできる他の
コネクションを決定し、QoS以外の要件に基づき該他のコネクションの優先順位を割
り当てる第2段階のスケジューリング手段；及び

前記第1段階のスケジューリング手段及び前記第2段階のスケジューリング手段により
行われた決定に従いリソースを少なくとも一部の前記コネクションに割り当てるリソース

10

20

割り当て手段；
を有するモジュール。

【請求項 2】

前記第1段階のスケジューリング手段及び前記第2段階のスケジューリング手段のそれ
ぞれは、コネクション記述子のリストを出力する、

請求項1記載のモジュール。

【請求項 3】

前記第1段階のスケジューリング手段により出力された前記コネクション記述子のリス
トは、サービス・クラスに基づく優先度の順で構成される、

請求項2記載のモジュール。

10

【請求項 4】

前記第2段階のスケジューリング手段により出力された前記コネクション記述子のリス
トは、リソースを割り当てるためによく使われる順によってランク付けされる、

請求項3記載のモジュール。

【請求項 5】

前記のコネクション記述子の複数のリストを単一のリストに結合し、結合した該リスト
を前記リソース割り当て手段に供給する手段、

を更に有する請求項2記載のモジュール。

【請求項 6】

前記所定の単位時間はフレームであって、該フレームは複数のバーストを有し、前記リ
ソース割り当て手段は、バーストをコネクションに割り当てるバースト・マップ部を有し
；

20

前記フレームは、下り回線サブフレーム及び上り回線サブフレームに分けられ、該下り
回線サブフレームの間にデータのパケットは当該基地局から前記加入者局へ送信され；

当該モジュールは、前記下り回線サブフレームで送信するためのサービス・データ・ユ
ニット(SDU)の形式でパケットを受信するようにされ、該SDUをプロトコル・データ
・ユニット(PDU)にするPDU形成部を更に有し、該PDU形成部は前記バースト
・マップ部からの情報に基づきPDUを形成するようにされ；及び

当該モジュールは、前記PDU形成部へ転送するために入来SDUをキューに配置する
手段を更に有する、

30

請求項1記載のモジュール。

【請求項 7】

基地局のサブシステムであって、
当該基地局は請求項1乃至6のいずれか一項記載のモジュールを有し、
当該基地局は無線通信システム内で用いられ、
該無線通信システムでは、データのフレームが複数の加入者局へ当該基地局を介して送
信され、

前記フレームは、時間的に複数のゾーンに分けられ、

各ゾーンは、複数のバーストを有し、

当該基地局は、複数の隣接する領域内の加入者局から信号を受信し、該加入者局とのコ
ネクションを定め、前記フレーム内のリソースを割り当てるにより該コネクションに
サービスを提供し、

40

当該サブシステムは：

コネクション毎に信号レベルを受信し、該信号レベルと閾レベルとの比較に基づき該コ
ネクションのゾーン割り当てを実行するゾーン割り当て手段；及び

該ゾーン割り当て手段によりゾーン割り当てのために用いられる前記閾レベルを選択す
る部分周波数再利用(FFR)管理部；

を有するサブシステム。

【請求項 8】

前記ゾーン割り当て手段は局管理部の一部であり、前記局管理部は、前記信号レベルを

50

含む前記各コネクションに関する情報を受信し維持し、前記割り当てられたゾーン内のコネクションにバースト・プロファイルを割り当て、

前記局管理部は、前記各コネクションに関する情報を前記第1段階のスケジューリング手段及び前記第2段階のスケジューリング手段に渡すようにされる、

請求項7記載のサブシステム。

【請求項9】

前記サブシステムは、前記基地局内に、当該無線通信システムで用いられるプロトコル・スタックの下位MAC層を実装する、

請求項8記載のサブシステム。

【請求項10】

IIEEE802.16無線通信システムで用いられる基地局のMACスケジューラ及びPDU形成部を有する、請求項8記載のサブシステム。

【請求項11】

通信ネットワークのノード間の通信で用いられるスケジューリング装置であって、

当該通信は、当該ノード間で、複数のサービス・クラスのうちの1つをそれぞれ有するコネクションを定めることにより管理され、

当該スケジューリング装置は、

所定の単位時間内で利用可能なシステム・リソースを少なくとも一部の前記コネクションに割り当て、

前記コネクションの前記サービス・クラスに応じて、前記所定の単位時間内でスケジューリングされる必要のあるコネクションを決定する第1段階のスケジューリング手段；

前記スケジューリングされる必要のあるコネクションにリソースを割り当てた後に依然として利用可能なリソースを用いて、前記所定の単位時間内でスケジューリングできる他のコネクションを決定し、該他のコネクションの優先順位を割り当てる第2段階のスケジューリング手段；及び

前記第1段階のスケジューリング手段及び前記第2段階のスケジューリング手段により行われた決定に従いリソースを少なくとも一部の前記コネクションに割り当てるリソース割り当て手段；

を有するスケジューリング装置。

【請求項12】

通信ネットワークのノード間の通信のためのスケジューリング方法であって、

当該方法は：

当該ノード間で、複数のサービス・クラスのうちの1つをそれぞれ有するコネクションを定める段階；及び

所定の単位時間内で利用可能なシステム・リソースを少なくとも一部の前記コネクションに割り当てる段階；

を有し、

前記割り当てる段階は：

前記コネクションの前記サービス・クラスを用い、前記所定の単位時間内でスケジューリングされる必要のあるコネクションを決定する第1のスケジューリング段階；

前記スケジューリングされる必要のあるコネクションにリソースを割り当てた後に依然として利用可能なリソースを用いて、前記所定の単位時間内でスケジューリングできる他のコネクションを決定し、該他のコネクションの優先順位を割り当てる第2のスケジューリング段階；及び

前記第1のスケジューリング段階及び前記第2のスケジューリング段階により行われた決定に従い少なくとも一部の前記コネクションにリソースを割り当てる段階；

を有する、スケジューリング方法。

【請求項13】

無線通信システムであって、

当該無線通信システムでは、フレーム内に含まれるデータ・パケットを交換することに

10

20

30

40

50

より基地局が加入者局と通信し、

前記各フレームは、基地局から加入者局への下り回線サブフレームを有し、

各サブフレームは、周波数再利用を可能にする目的で複数のゾーンを有し、

各基地局は、前記加入者局との複数の同時のコネクションを維持し、

各コネクションは、多かれ少なかれ当該システム内のリソースを要求する関連付けられたサービス・レベルを有し、

前記各基地局は：

前記各コネクションを介して前記加入者局から送信されたパケットを受信する手段；

最初にサービス・レベルを達成するために現行の下り回線サブフレーム内でスケジューリングされる必要のあるコネクションを決定し、次に依然として利用可能なリソースを用いて該現行の下り回線サブフレーム内でスケジューリングできる他のコネクションを決定し、次に前記コネクションに優先順位を割り当てる、該現行の下り回線サブフレーム内でパケットのスケジューリングを行う手段；及び

前記加入者局からの信号レベルと可変闇との間の比較に基づき少なくとも一部の前記コネクションにゾーンを割り当てるにより、前記基地局からの送信に利用可能な利用可能周波数の部分周波数再利用を実行する手段；

を有する、無線通信システム。

【請求項 1 4】

基地局であって、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載のモジュールを有する基地局。

【請求項 1 5】

基地局であって、請求項 7 記載のサブシステムを有する基地局。

【請求項 1 6】

コンピュータ可読媒体であって、

当該コンピュータ可読媒体にはソフトウェアが記録されており、前記ソフトウェアは、基地局のプロセッサにより実行されると、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載のモジュールを提供する、

コンピュータ可読媒体。

【請求項 1 7】

コンピュータ可読媒体であって、

当該コンピュータ可読媒体にはソフトウェアが記録されており、前記ソフトウェアは、基地局のプロセッサにより実行されると、請求項 7 記載のサブシステムを提供する、

コンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、基地局 (BS) が複数の固定又は移動加入者局 (SS) と通信する種類の無線通信システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、広帯域無線接続を介したデータ通信のために種々の規格が開発されてきている。このような規格の1つは、IEEE 802.16仕様書で設計され、WiMAXとして一般に知られている。当該仕様書は、主として固定加入者局を有するシステムを対象とする IEEE 802.16-2004、及び特に移動加入者局を規定する IEEE 802.16e-2005を含む。以下の記載では、加入者局 (SS) の語は固定及び移動局 (SS/M斯) の両方に適用される。

【0 0 0 3】

IEEE規格 802.16-2004 「Air Interface For Fixed Broadband Wireless Access Systems」の全体の内容は、参照されることにより本願明細書に組み込まれる。IEEE 802.16は、加入者局が、基地局が定める少なくとも1つの「セル」の範囲内で基地局と直接通信する

10

20

30

40

50

単一ホップシステムを想定する。基地局を所与の地理的領域内の適切な位置に展開することにより、及び／又は同一の基地局に複数のアンテナを設けることにより、セルの隣接するグループが作成され、広域ネットワークを形成し得る。本願明細書では、用語「ネットワーク」及び「システム」は、同等に使用される。

【0004】

上述の種類のシステムでは、加入者局と基地局との間でコネクション（マネジメント・コネクション又はトランスポート・コネクション）が維持される間、データは、加入者局と基地局との間のパケット交換により通信される。加入者局から基地局へのパケットの送信方向は上り回線（U L）と称される。また基地局から加入者局への方向は下り回線（D L）と称される。パケットは、システム及びシステムの構成要素の無線装置に適用される階層プロトコルに従う定められたフォーマットを有する。パケットに関するプロトコルの層は、それ自体、所謂、物理層（P H Y）及びメディアアクセス層（M A C）である。I E E E 8 0 2 . 1 6 - 2 0 0 4 仕様では、これらのプロトコル層は、図1に示されるプロトコル・スタックを形成する。

10

【0005】

図1に示されるメディアアクセス層は、本願明細書に記載される本発明に最も関連するプロトコル層である。メディアアクセス層は、ネットワークアクセス、帯域割り当て及びコネクション維持を含む種々の機能の処理に関与する。これは、B S及びS Sの、システム内で所定の単位時間であり且つ時間領域で多数のスロットに分割される「フレーム」に基づくネットワークへのアクセス制御を含む。データは、M A Cピアエンティティ間で、換言すると加入者局と基地局との間で、プロトコルデータユニット（P D U）の単位で交換される。P D UはP H Y層を渡り多数のスロットを使用して伝達される。従って、「スロット」は帯域を割り当てるために用いられる時間の単位である。M A Cは、認証、鍵交換及びP D Uの暗号化を可能にするセキュリティ副層を有する副層に分割される（図1を参照）。これらの機能及び副層は、大体、より高レベルの機能を有する「M A C上層」又はU M A Cとより低レベルの、よりスピードが重視される機能を有するM A C低層又はL M A Cにグループ化されうる。

20

【0006】

U M A Cは、通常、汎用プロセッサでソフトウェアを実行することにより実施され、更新及びシステム変更が要求されたときの再設定を可能にする。U M A Cの機能は、図1に示すようにM A C管理、サービス依存コンバージェンス層及びM A C共通副層（M A C C P S、図1を参照）を有する。L M A Cも、プロセッサにより実行されるソフトウェアにより提供されてよいが、本例では低レベルのコード（場合によってはプロセッサに実装される）及び／又はリアルタイム・オペレーティング・システムが必要である。L M A Cは、U M A CとP H Yとの間のブリッジとして動作し、データ暗号化／復号化（図1に示すセキュリティ副層の機能）、誤り訂正コード（C R C）の生成、P D U分類及び以下に更に説明するブロック処理を実行することにより、U M A Cのタスクの幾つかをオフロードする。

30

【0007】

データの送信を考えると、データ・フローは一般的にプロトコル・スタックの上位から下位へ流れる。従って、例えば、データ・パケット（又は所謂、サービス・データ・ユニット、S D U、以下に更に詳細に記載する）は、プロトコル・スタックの上位（アプリケーション層、図1に示さない）から、図1のC S S A Pを介して送信される。U M A Cでは、S D UはL M A Cへの送信キューに入れられ、サブフレームを構成するために（「パッキング」と称されるプロセスで）M A C P D Uに変換される。S D U及びP D Uのデータ・サイズは一致する必要がないので、所謂「フラグメンテーション」も必要とされる。フラグメンテーションでは、単一のS D Uは複数のM A C P D Uの間で分割される。物理層では、サブフレームの構成要素を電磁波の多数の「バースト」のうちの1つに割り当てるにより、組み立てられたサブフレームが送信のために準備される。図2はS D U、P D U及びバーストの間の関係を概略的に示す。

40

50

【0008】

バーストでは、前方誤り訂正（FEC）が用いられ、受信機が送信処理により導入された誤りを訂正するのを助ける。各バーストは、図2に示したように複数のFECブロックを有しうる。MAC PDUはFECブロック内に含まれ、MAC PDUはFECブロックの複数の境界に跨ってよい。

【0009】

利用可能な周波数範囲及びアプリケーションに依存して、種々の物理層の実装がIEEE 802.16ネットワークで可能である。例えば、以下に記載される時分割二重（TDD）方式及び周波数分割二重（FDD）方式である。PHY層はまた、OFDM（直交周波数分割多重）又はOFDMA（直交周波数分割多重アクセス）のような伝送技術を定める。これらの技術は以下に簡単に説明される。

10

【0010】

OFDMでは、単一のデータストリームがN個の並列のサブキャリアに変調される。各サブキャリアの信号はそれぞれの周波数範囲を有する。これは、全帯域（つまり所与の時間間隔で送信されるべきデータ量）を複数のサブキャリアに渡り分割し、それにより各データ・シンボルの期間を増大する。各サブキャリアは低い情報レートを有するので、複数搬送波システムは単一搬送波システムと比べてチャンネルに導入される歪みが少ないので有利である。これは、送信レート、従って各サブキャリアの帯域幅がチャンネルのコヒーレンス帯域幅より小さいことを保証することにより可能になる。結果として、単一搬送波で被るチャンネル歪みは周波数に依存せず、従って単純な位相及び振幅補正係数により補正できる。従って、複数搬送波受信機内でチャンネル歪みを補正することにより、システムの帯域幅がチャンネルのコヒーレンス帯域幅を超えている場合に、単一搬送波受信機内の対向部分の複雑性を有意に低下しうる。

20

【0011】

OFDMシステムは複数のサブキャリア周波数を用いる。複数のサブキャリア周波数は数学的意味で直交するので、サブキャリアのスペクトルが相互に独立であるという事実により、サブキャリアは干渉せずに重なり合う。OFDMシステムの直交性は帯域周波数を保護する必要がなく、それによりシステムのスペクトル効率を向上する。OFDMは多くの無線システムに提案され適用されている。OFDMシステムでは、逆離散又は高速フーリエ変換アルゴリズム（IDFT /IFFT）を用いることにより、N個の変調された並列データ源の信号ブロックがN個の直交する並列サブキャリアにマッピングされ、送信機で時間領域の「OFDMシンボル」として知られる信号を形成する。従って、「OFDMシンボル」はN個のサブキャリア信号全ての複合信号である。受信機で、受信された時間領域信号は、離散フーリエ変換（DFT）又は高速フーリエ変換（FFT）アルゴリズムを適用することにより周波数領域に変換して戻される。

30

【0012】

OFDMA（直交周波数分割多重アクセス）はOFDMの多重アクセス版である。OFDMAはサブキャリアのサブセットを個々のサブキャリアに割り当てることにより動作する。これは、複数のユーザからの同時送信を許容し、一層良好なスペクトル効率をもたらす。しかしながら、双方向通信の実現、つまり上り及び下り方向に干渉のない通信可能にするという課題が依然として存在する。

40

【0013】

2つのノード間で双方向通信を実現するために、2つの良く知られた異なる手法が存在する。これらの手法は、2つの（順方向又は下り、及び逆方向又は上り）通信リンクを二重にして、装置が同一のリソース媒体で同時に送信及び受信できないという物理的制約を克服する。第1の手法である周波数分割二重（FDD）は、2つのリンクを同時に動作するが、送信媒体を2つの別個の帯域、つまり1つはDL通信のため、もう1つはUL通信のために分割することにより異なる周波数帯域で動作する。第2の手法である時分割二重（TDD）は、2つのリンクを同一周波数帯で動作させるが、媒体への同時アクセスを分割し、如何なる時点においてもDL又はULのみが媒体を使用する。2つの手法（TDD

50

及びFDD)はそれぞれの利点を有し、共に単一ホップ有線及び無線通信システムに良く利用される技術である。IEEE802.16規格はFDDとTDD方式の両方を盛り込んでいるが、本願明細書では以下にTDD方式に関して主に記載する。

【0014】

図3及び4はIEEE802.16規格(WiMAX)のOFDMA物理層モードで用いられるTDDフレーム構造を示す。

【0015】

図3では、フレームは所与の時間長及び所与の周波数帯、つまり図3に「OFDMシンボル数」により示される時間軸、及び「サブチャネル数」(各サブチャネルは上述のサブキャリアのセットである)により示される周波数軸を占有すると考えられる。各フレームは、それぞれ別個の送信間隔であるDL及びUL下位フレームに分割される。それらは送信/受信及び受信/送信遷移保護間隔(それぞれTTG及びRTG)により分離される。各DL下位フレームはプリアンブルで始まり、次にフレーム制御ヘッダ(FCH)、DL-MAP、そしてUL-MAPが続く。FCHはDLフレーム・プレフィックス(DLFP)を含み、バースト特性及びDL-MAPの長さを指定する。DLFPは各フレームの始めに送信されるデータ構造であり、FCHにマッピングされる現在のフレームに関する情報を含む。同時DL割り当ては、ブロードキャスト、マルチキャスト及びユニキャストであり、それらはBSにサービスを提供するというより、別のBSのための割り当てを含む。同時ULはデータ割り当て及びレンジング又は帯域幅要求であってよい。

【0016】

図4は、ULサブフレーム内に2つの部分、つまりPHYヘッダ及びMAC-PDUを有する異なる観点からのOFDMA-TDDフレーム構造を説明する。MAC-PDUはまた、MACヘッダ、任意のペイロード及び任意の誤り訂正符号(巡回冗長符号又はCRC)を有する。PHY層ヘッダは、トレーニングシーケンス、周波数帯割り当て情報及び物理層パラメータに関する他の情報を有する。MAC-PDU内で、MACヘッダは通常、PDUの種類、MACアドレス及びMAC信号の種類等のような媒体アクセスのために不可欠なパラメータを与える。MAC-PDU内のCRCは任意であり、受信したMAC

PDUを検査するために使用されうる。MAC-PDU内のペイロードは、SSがBSへ送信したいデータを含めるために用いられるが、任意である。例えば、帯域要求のような制御メッセージ又はACKメッセージは、如何なるペイロードも有さない。ペイロードは、より高位の層のデータ又は追加MAC情報を与えうる副MACヘッダであり得る。

【0017】

また、802.16eのOFDMAは、ネットワーク性能を管理するより良い手段としてサブチャネル化を提供し、依存コンバージェンス層及び能力要件を解決する。OFDMA物理層は、利用可能なOFDMシンボル及び構成要素であるサブキャリア(図3を参照)を、別個の論理的及び物理的サブチャネルに分割し、図3に示すように複数のバーストの共存又は各時間間隔での重なり合いを許容する。下り回線では単一のバーストが複数のユーザ(加入者局)により共有されてよいが、上り回線では各バーストは一般的に単一のユーザに対応する。OFDMAサブチャネル化技術は、周波数分割及び周波数選択性伝送スキームを含む。

【0018】

周波数分割伝送スキームは、全帯域を用いたサブチャネル化(Full Usage of Subchannels: FUSC)及び帯域の一部を用いたサブチャネル化(Partial Usage of Subchannels: PUSC)モードにグループ化されうる。これらのモードは、周波数分割伝送に対応する。周波数分割伝送では、各論理サブチャネルに割り当てられたサブキャリアは利用可能なサブキャリアのセットに渡り疑似的にランダムに分散される。FUSCでは、サブキャリアは周波数範囲全域に分散されるが、PUSCでは、サブキャリアの幾つかの分散されたクラスタがサブチャネルを形成するために用いられる。これらのスキームは、変化するチャネル条件を扱うのに一層適しており且つネットワーク・カバレッジ及び能力に利益をもたらす周波数ダイバーシティを提供する。

10

20

30

40

50

【0019】

周波数選択性サブチャネル化は、帯域適応型変調及び符号化(Adaptive Modulation and Coding: A M C)モードで対応される。帯域A M Cは、物理的に隣接するサブキャリア配置、つまりサブキャリアの連続するグループを通じてサブチャネル構成を許容する。システム・スケジューラは、閉ループのチャネル帰還技術を利用し、固有のチャネル条件に基づき各サブキャリアに割り当てるべき最適なサブチャネルを決定しうる。図6は、F U S C、P U S C及びA M Cゾーンを有するO F D M A T D Dモードのフレーム構成を示す。一般に、F U S C及びP U S Cは基地局と移動局との間の接続に適している。一方でA M Cは固定加入者局との接続に適している。

【0020】

サブチャネル化は、隣接するセルの間で周波数を割り当てる周波数再利用スキームにとって重要である。恐らく、最も一般的な再利用スキームは「リユース3」(再利用係数3)と称される。このスキームでは、干渉を低減するために、六角形のセルは、隣接するセルの各対が周波数チャネルの異なるセットを割り当てられていると考えられる。チャネルの3個のセットはこれを達成するのに十分である。P U S C又はF U S Cは、この場合に適切な伝送スキームである。何故なら、サブキャリアのサブチャネルへのランダムな割り当てにより、異なるセル内の信号間の干渉の可能性が一層最小化されるからである。一方で「リユース1」は単に各セル内で同一の周波数セットを用いることを意味する(再利用係数1)。これは、干渉を増大させるが(C I N Rを減少させる)、利用可能な周波数範囲の全体(図3の全てのサブチャネル)が各接続により用いられることを可能にし、且つ単純なので実在のシステム内に実装できる。異なる再利用スキームを単一のセル内の異なるサブキャリアに対し同時に用いることが可能である。特に、リユース3はセルの端に近いユーザに適し、一方でリユース1は他のセルからの干渉が起こりにくいセルの中央に近いサブキャリアに安全に用いることができる。これは結果として1と3の間のどこかのシステムに対し「効率的な再利用係数」になる。通常、セルはそれぞれ個々の中央に位置する基地局を設けられるが、次第に複数方向のアンテナが単一の基地局に取り付けられ、同一の基地局が該基地局の周りの複数のセルにサービスを提供できるようになっている。

【0021】

D Lサブフレームは、D L - M A PとU L - M A Pを備えたブロードキャスト制御フィールドを含む。これらにより、B Sは受信装置にフレーム構造を知らせる。M A Pはフレーム内の帯域幅割り当てのマップであり、それぞれコネクションI Dを有する情報要素(I E)も含む。マップのI Eは、加入者局に、当該加入者局が情報を受信するよう割り当てられたバーストを知らせる。従って、T D D方式のネットワークでは、帯域幅割り当てはフレーム内の資源(スロット)の割り当てを意味する。D L - M A PとU L - M A PはB Sによる管理メッセージのブロードキャスト(つまり全ての加入者へ送信される)の例である。他の管理メッセージは、上りリンク・チャネル記述子U C Dと下りリンク・チャネル記述子D C D(両方とも図4に示す)、動的サービス要求及び応答(D S - R E Q及び-R S P)を含む。

【0022】

サービスの質(Q o S)の概念は、幅広いサービスの提供を可能にするため無線通信システムで利用される。提供されるサービスの種類(以下を参照)に依存して、パケットは、ある程度の精度及び/又はある時間遅延内に送信される必要がある。或いは、パケットは壊れており、場合によっては再送信を要求する必要がある。加入者局との通信中、基地局は、加入者局により要求されたサービスの種類及び利用可能な帯域に依存して、基地局が標準的に複数の加入者局と同時に通信することを念頭に置き、Q o Sレベルを割り当てる。Q o Sパラメータは、送信の優先度(時間遅延、又は待ち時間)、送信の精度(誤り率)及びスループット(データ・レート)を考慮に入れる。

【0023】

基地局と加入者局との間のコネクション(より詳細には、それら装置、所謂ピアエンティティのM A C層間)はコネクション識別子(C I D)を割り当てられ、基地局は基地局

10

20

30

40

50

のアクティブなコネクションを管理するため C I D を追跡し続ける。アドレス付与及び QoS 制御に対応するため、ある無線通信システムは、MAC ヘッダにコネクション識別子 (C I D) を付す。例えば WiMAX では、SS / MS と BS との間のサービス・フローは、ネットワーク・エントリ手順の間に又は動的サービス・フロー手順により作成され及び活性化され得る。前述のように、サービス・フロー I D (S F I D) は、存在するサービス・フローにそれぞれ割り当てられる。また各サービス・フローは特定の QoS 要求と関連付けられる。サービス・フローは、少なくとも 1 つの S F I D 及び関連する方向を有する。トランスポート・コネクションのコネクション識別子 (C I D) は、サービス・フローが許可された又はアクティブである場合のみ存在する。S F I D とトランスポート C I D との間の関係は一意的である。これは S F I D が 1 つより多いトランスポート I D に関連付けられるべきでないこと及びトランスポート C I D が 1 つより多い S F I D に関連付けられるべきでないことを意味する。

【0024】

BS は、スケジューラ (スケジューリング・アルゴリズム) を用い、現在アクティブな全てのコネクションへの帯域幅 (スロット) の割り当てを管理し、種々の加入者の要求の平衡をとる。つまり、各 SS は、ネットワーク・エントリに対し 1 回だけ交渉する必要がある。その後、BS により割り当てられた帯域幅は、SS からの要求により又はネットワークの他の必要により増大又は減少するが、当該 SS へ割り当てられたままであり、従ってコネクションをアクティブのままにする。

【0025】

スケジューラは、可能な限り、現行のフレーム (特に基地局で構成される DL サブフレーム) 内でサービスを提供される必要のある全てのコネクションが幾つかのリソース (帯域幅) を受けさせることを保証しなければならない。この QoS 要件とは別に、考慮されるべき他の要因には、基地局から各加入者への距離 (経路損失) 及び必要に応じて加入者の移動度が含まれる。加入者が基地局から遠い場合又は遠くに移動している場合、下り回線で実現可能な伝送レートは、基地局に近い加入者を優先的に取り扱うために (システム性能の観点から) より効率的になるよう低減される。他方で、如何なる加入者もデータがなくなることは許容できない。

【0026】

これらの要因のバランスを取ることを狙ったある技術は、「比例公平 (P F)」アルゴリズムと称される。該アルゴリズムは、全ての加入者に提供される長期平均データ・レートの対数を最大化することにより、システム性能と加入者に対する公平との間のバランスを達成することを目的とする。

【0027】

前述のように、各コネクションは、サービス・クラスと関連付けられた QoS を有する。QoS は、最初に、加入者局がネットワークへ参加するときのネットワーク・エントリ手順 (コネクション確立段階) の間に割り当てられ、そしてその後、コネクションが維持されている間、基地局への要求を行う加入者局により変更されてよい。これは、ネットワーク内で利用可能なリソースに依存して、おそらく繰り返し、コネクションへの追加の帯域幅の割り当てを伴う。

【0028】

QoS と C I D / S F I D との間の関係は、図 5 に図示される。図 5 の理解を簡単にするため、留意すべき点は、「サービス・フロー (Service flow)」が、特定の QoS を有するコネクションでの所与の方向 (上り回線又は下り回線) のデータ送信を示すことである。コネクションの QoS は、コネクション識別子と 1 対 1 の関係を有するサービス・フロー識別子 (S F I D) により定められる。厳密には、サービス・フロー (又はコネクション) に帯域幅が割り当てられるのだが、BS によりコネクションに含まれる SS に割り当てられている帯域幅を考慮するのが都合がよい。各サービス・フローは、サービス・クラス又は QoS クラスのセットの 1 つに分類されうる。基本的に DL と UL の両者に対して同一であるが、これらのサービス・クラスは、DL 及び UL スケジューラ

10

20

30

40

50

の観点からは僅かに異なるよう定められる。DL及びULのQoS配信のメカニズムの間には差異がある。この差異は、BSがMSにあるバッファ状態を直接見ることができず、MSでのパケット誤りレートを知らないかも知れないという事実に起因する。

【0029】

<下り回線(DL)>

以下のサービス・クラス・タイプはIEEE802.16で定められている。

- UGS: アンソリシテッド・グラント・サービス(Unsolicited grant service)
- RT-VR: リアルタイム可変レート・サービス(Real-time variable rate Service)
- ERT-VR: 拡張リアルタイム可変レート・サービス(Extended Real-time variable rate Service)
- NRT-VR: 非リアルタイム可変レート・サービス(Non Real-time variable rate Service)
- BE: ベストエフォート・サービス(Best Effort service)。

【0030】

表1は、目的の簡単な説明を提供し、各サービス・クラスと関連付けられたパラメータを列挙する。これらのパラメータを表2に説明する。

[表1] DLのサービス・タイプの概要

【表1】

種類	目的	関連付けられたパラメータ	
UGS	遅延及びジッタを保証する必要のある固定レートのデータを生成するリアルタイム・アプリケーションに対応する。PDU長は固定又は可変である。	<ul style="list-style-type: none"> 許容ジッタ (Tolerated jitter) 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) 最大待ち時間 (Maximum latency) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) アンソリシテッド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval) 	10
RT-VR	レート及び遅延を保証する必要のある可変レートのデータを生成するリアルタイム・データ・アプリケーションに対応する。	<ul style="list-style-type: none"> 最大待ち時間 (Maximum latency) 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) トラフィック優先度 (Traffic priority) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) アンソリシテッド・ポーリング・インターバル (Unsolicited grant interval) 	20
ERT-VR	遅延及びジッタを保証する必要のある可変レートのデータを生成するリアルタイム・データ・アプリケーションに対応する。	<ul style="list-style-type: none"> 最大待ち時間 (Maximum latency) 許容ジッタ (Tolerated jitter) 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) トラフィック優先度 (Traffic priority) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) アンソリシテッド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval) 	30
NRT-VR	レートを保証する必要があるが遅延に無関心な可変レートのデータを生成する非リアルタイム・データ・アプリケーションに対応する。	<ul style="list-style-type: none"> 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) トラフィック優先度 (Traffic priority) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) 	
BE	レート又は遅延要件のない可変レートのデータを生成するアプリケーションに対応する。	<ul style="list-style-type: none"> 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) トラフィック優先度 (Traffic priority) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) 	40

【0031】

[表2] パラメータの説明

【表2】

パラメータ	定義	
最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate)	CSの入力で測定された最大レート	
最大待ち時間 (Maximum latency)	ピアのCSとCSとの間でパケットを配信するための最大時間	
最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate)	最大SDUデータ・レートに拘束される。定義はベンダーの実装に委ねられる。超過すると見なされたSDUは遅延又はドロップされてよい。	10
要求/伝送ポリシー (Request/Transmission policy)	PDU構成属性 (フラグメント/パック/CRC/ヘッダの抑制)	
許容ジッタ (Tolerated jitter)	最大遅延変動	
トラフィック優先度 (Traffic priority)	2つのサービス・フローの全てのパラメータが同一の場合、トラフィック優先度はどのフローを優先的に取り扱うかを指示する。	
アンソリシティッド・ポーリング・インターバル (Unsolicited grant interval)	連続するポーリング・グラント機会の間の間隔。ポーリングは如何なるジッタも容認せずに実行されるべきである。	20
アンソリシティッド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval)	連続するデータ・グラント機会の間の間隔。グラントは、間隔時間と間隔時間+許容ジッタとの間で作成されるべきである。	

【0032】

下り回線のパケット・スケジューラの役割は、設定されたパラメータ設定に基づきアクティブなサービス・フロー毎に設定された要件が満たされることを保証することである。

【0033】

<上り回線(UL)>

以下のサービス・クラス・タイプ及びスケジューリング・サービスは、IEEE802.16規格で定められ、WiMAX Forum Mobile System Profileで支持されている。

- UGS : アンソリシティッド・グラント・サービス (Unsolicited grant service)
- rTPS : リアルタイム・ポーリング・サービス (Real-time Polling Service)
- eRTPS : 拡張リアルタイム・ポーリング・サービス (Extended Real-time Polling Service)
- nRTPS : 非リアルタイム・ポーリング・サービス (Non-Real-time Polling Service)
- BE : ベストエフォート・サービス (Best Effort service)

【0034】

表3は、目的の簡単な説明を提供し、各サービス・クラスと関連付けられたパラメータを列挙する(パラメータの説明は表2に示す)。

[表3] ULのサービス・タイプの概要

【表3】

種類	目的	関連付けられたパラメータ	
UGS	遅延及びジッタを保証する必要のある固定レートのデータを生成するリアルタイム・アプリケーションに対応する。アンソリシティッドに許可を提供する。	<ul style="list-style-type: none"> 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) 許容ジッタ (Tolerated jitter) 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) (最大持続的レートと同じ) 最大待ち時間 (Maximum latency) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) アンソリシティッド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval) 	10
r t P S	レート及び遅延を保証する必要のある可変レートのデータを生成するリアルタイム・データ・アプリケーションに対応する。周期的な要求機会を提供する。	<ul style="list-style-type: none"> 最大待ち時間 (Maximum latency) 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) トラフィック優先度 (Traffic priority) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) アンソリシティッド・ポーリング・インターバル (Unsolicited grant interval) 	
e r t P S	遅延及びジッタを保証する必要のある可変レートのデータを生成するリアルタイム・データ・アプリケーションに対応する。アンソリシティッドに許可を提供する。	<ul style="list-style-type: none"> 最大待ち時間 (Maximum latency) 許容ジッタ (Tolerated jitter) 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) トラフィック優先度 (Traffic priority) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) アンソリシティッド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval) 	20
n r t P S	レートを保証する必要があるが遅延に無関心な可変レートのデータを生成する非リアルタイム・データ・アプリケーションに対応する。定期的な要求機会を提供する。	<ul style="list-style-type: none"> 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) トラフィック優先度 (Traffic priority) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) 	30
BE	レート又は遅延要件のない可変レートのデータを生成するアプリケーションに対応する。ユニキャスト及び競合要求機会を用いる。	<ul style="list-style-type: none"> 最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) トラフィック優先度 (Traffic priority) 要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy) 	40

【0035】

上り回線のパケット・スケジューラの役割は、設定されたパラメータ設定に基づき、M S C I D に適切にリソースを割り当てるにより、アクティブなサービス・フロー毎に設定された要件が満たされることを保証することである。特に U L の場合には、スケジューラはポーリング間隔を有するサービス・フロー（例えば r t P S 又は n r t P S ）若しくは P M ビットセットを有する U G S コネクションの許可又はフロー・パラメータに基づくアンソリシティッドな許可の要求のためにポーリングの機会（ B W 要求を送信するのに十分な B W ）も提供しなければならない。

【0036】

ULでは、スケジューラは、MSの現在の要件に関するMSから受信した情報を検討する必要もある。これらの要件は次のものを含む。

- 許可管理サブヘッダ内のPBR、PM、SI、FL及びFLIビット（以下を参照）
- MACシグナリング・タイプIヘッダ内のBR（付加的又は集合体）
- CDMA BW要求

【0037】

これらの情報項目の更なる詳細を以下の表に示す。

【表4】

10

フィールド	目的
SI (UGS)	スリップ表示：サービス・フローが送信キューの深さを超過していることを示すフラグ。BSは許可サイズを1%だけ増大させることにより応答すべきである。
PM (UGS)	ポーリングすることの要求：UGSコネクションでは、別のコネクションのためのポーリング機会を供給することを示す。BSはBR*の送信を可能にするためにBWを許可すべきである。
FL / FLI (UGS)	フレーム待ち時間：データが利用可能になるまでのフレーム数。FLが特定の閾より高い限り、BSは次の許可時間を進めることにより応答すべきである。
BR / (PBR)	（ピギーバックされた）帯域幅要求：BSは本情報を用いてコネクションに必要なBWを更新すべきである。
CDMA BR	CDMAに基づくBR。BSはMSへの割り当てで応答し（CDMA割り当てIEを用いて）*BRを供給すべきである。

* BRメッセージは6バイトの割り当てを必要とすることに留意する。

20

30

【0038】

<対応するクラス及びパラメータ>

表4はサービス・クラス毎にどのパラメータが必須か、任意か又は適用できないかを示す。

[表4] 種類毎に対応するサービス・クラスのパラメータ

【表5】

パラメータ	UGS	RT	ERT	NRT	BE
最小レート (Min rate)	O*	M	M	M	-
最大レート (Max rate)	M	M	M	M	O
最大待ち時間 (Max latency)	M	M	M	-	-
ジッタ (Jitter)	M	-	O	-	-
要求／伝送ポリシー (Request/Transmission policy)	M	M	M	M	M
上り回線の許可するスケジューリングの種類 (Uplink grant scheduling type)	M	M	M	M	M
トラフィック優先度 (Traffic priority)	-	O	O	M	O
アンソリシティッド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval)	O	-	O	-	-
アンソリシティッド・ポーリング・インターバル (U L) (Unsolicited grant interval)	-	O	-	-	-

* 最大レートに等しく設定されるべきである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0039】

以上の説明から明らかなように、基地局内のUL及びDLのパケット・スケジューラのタスクが大いに関連する。しかしながら、WiMAXシステムでは、商業的に成功するためには基地局の機能は低価格で提供されなければならない。従って、簡単な方法で上述のスケジューリング機能を提供し、必要な処理能力及びその価格を最小限に抑えるようにする必要がある。

【0040】

より詳細には、効果的且つ費用効率の高いLMACスケジューラ及びPDU形成部を提供するサブシステムが必要である。

【課題を解決するための手段】

【0041】

本発明の第1の態様によると、無線通信システムの基地局で用いられるモジュールが提供される。当該無線通信システムでは少なくともデータのパケットが当該基地局から複数の加入者局へ送信され、当該基地局は、前記加入者局とのコネクションを定め、各コネクションは、複数のサービス・クラスのうちの1つを有し、各サービス・クラスは関連するQoSを有し、当該モジュールは、所定の単位時間内で利用可能なシステムのリソースを各コネクションに割り当てる。当該モジュールは、前記コネクションの前記QoS要件に応じて、該コネクションのQoSを達成するために前記所定の単位時間内でスケジューリングされる必要のあるコネクションを決定する第1段階のスケジューリング手段；前記スケジューリングされる必要のあるコネクションにリソースを割り当てる後に依然として利用可能なリソースを用いて、前記所定の単位時間内でスケジューリングできる他のコネクションを決定し、QoS以外の要件に基づき該他のコネクションの優先順位を割り当てる第2段階のスケジューリング手段；及び前記第1段階のスケジューリング手段及び前記第2段階のスケジューリング手段により行われた決定に従いリソースを各コネクションに割り当てるリソース割り当て手段；を有する。

10

20

30

40

50

【0042】

上述のモジュールでは、前記QoS以外の要件は、当該無線通信システムのオペレータにより定められる。前記他のコネクションのスケジューリングの方法を変更するために、当該モジュールは、QoS以外の要件に関する情報を受信する手段を有してよい。第2段階のスケジューリング手段の目的は、当該システムのスペクトル効率を最大化することであってよい。または、比例公平アルゴリズムが加入者に対する公平さを有しスペクトル効率を平衡させるために用いられてよい。

【0043】

本発明の第2の態様によると、無線通信システムの基地局で用いられるモジュールが提供される。当該無線通信システムでは、データのフレームが複数の加入者局から当該基地局を介して送信され、前記フレームは、時間的に複数のゾーンに分けられ、各ゾーンは、複数のバーストを有し、当該基地局は、複数の隣接する領域内の加入者局から信号を受信し、該加入者局とのコネクションを定め、前記フレーム内のリソースを割り当てることにより該コネクションにサービスを提供し、当該モジュールは：コネクション毎に信号レベルを受信し、該信号レベルと閾レベルとの比較に基づき該コネクションのゾーン割り当てを実行するゾーン割り当て手段；及び該ゾーン割り当て手段によりゾーン割り当てのために用いられる前記閾レベルを選択する部分周波数再利用管理部；を有する。

10

【0044】

当該モジュールは、例えば、前記領域のような隣接する六角形セルにサービスを提供するため3セクタのアンテナを有する基地局で用いられる。上述の構成では、望ましくは、ゾーンはリユース1ゾーン及びリユース3ゾーンを有し、該1及び3は前記セルの間の周波数再利用係数を示し、リユース1は、前記セルの間で周波数の再利用がないことを示し、リユース3は、前記周波数が、前記ゾーンにより占有される周波数帯域内でサブチャネルの3つのセットに分けられることを示し、各セットは異なるセルに割り当てられ、前記閾レベルは、最適なリユース3/リユース1の遷移信号レベルである。

20

【0045】

本発明の他の態様は、従属請求項に定められるように、上述のモジュールの一方又は両方を有するサブシステム、当該モジュール又はサブシステムを有する基地局、スケジューリング装置、スケジューリング方法、無線通信方法、無線通信システム及び以上に定められたモジュールの機能を実施するソフトウェアを提供する。

30

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】IEEE802.16に従うプロトコル層を示す。

【図2】IEEE802.16無線通信ネットワークにおけるSDU、PDU及びバーストの間の関係を示す。

【図3】IEEE802.16無線通信システムで用いられるTDD方式のフレーム・フォーマットを説明し、バーストの観点からのフレーム構造を示す。

【図4】IEEE802.16無線通信システムで用いられるTDD方式のフレーム・フォーマットを説明し、PDUの観点からのフレーム構造を示す。

【図5】IEEE802.16ネットワークにおけるCID、SFID及びQoSの間の関係を示す。

40

【図6】周波数再利用の場合の変更されたフレーム・フォーマットを概略的に示す。

【図7】本発明を実施する基地局サブシステムの全体構造を示す。

【図8】図7のサブシステムの全体の動作のフローチャートである。

【図9】パケット・スケジューリングに関する、図7のサブシステムの動作の第1の態様を示す。

【図10】所謂リユース3/リユース1の基地局の構成で用いられるフレーム・フォーマットを示す。

【図11】リユース3/リユース1構成のスペクトル効率と効果的な再利用係数との関係を示す。

50

【発明を実施するための形態】

【0047】

例として、添付の図面を参照する。

【0048】

<本発明を実施するモード>

本発明の実施例は、図7-11を参照し、IEEE802.16ネットワークを例として用いて記載される。先ず、WiMAX基地局がQoS配信を保証すること可能にすると共にスペクトル効率を最大化するMACスケジューラ及びPDU形成部の高レベルの説明を記載する。手短に言うと、これはサービス・フロー・タイプに基づきキューに入れられたパケットのコネクションに基づくパケット・スケジューリング、関連パラメータ及びチャネル状態の考慮の組み合わせを通じて達成される。次に、スケジューラ及びPDU形成部に関連する各構成要素内に含まれる幾つかのアルゴリズムの概略を説明する。

【0049】

図7は、下り回線の場合のWiMAX基地局のMACスケジューラ及びMAC PDU形成部の高レベルのアーキテクチャを示す。留意すべき点は、ULスケジューラの場合には、以下に説明するようにデータ・プレーンを形成する要素が必要ないことである。しかしながら実際には、DLスケジューラとULスケジューラの両方を実装するために同一のプロセッサが用いられ、設定のみが変更されるだろう。

【0050】

<下り回線(DL)スケジューラ>

下り回線スケジューラ及びPDU形成部の構成要素は、データ又は制御プレーンの部分に分けられる。データ・プレーンは、以下の構成要素を有する。

- (入来パケットの)分類部
- SDUキュー管理部
- SDUデキュー部
- PDU形成部(サブフレーム形成部内にある)
- PHYインターフェース

データ・プレーンの構成要素の全体的な動作は、入り(入力)SDUをキューに入れ、PHY層へ送信するために出(出力)MAC PDUに変換することである。これを達成するために、PDU形成部の機能は、該PDU形成部がどのように動作するかを知らせるバースト・マップ部の機能からの情報を必要とする。

【0051】

制御プレーンは、以下の構成要素を有する。

- サービス・フロー管理部
- サブフレーム決定部
- SDUキュー管理部
- FFR管理部
- 局管理部
- コネクション・スケジューラ
- バースト・マップ部(サブフレーム形成部内にある)

制御プレーンの構成要素の全体的な動作は、PDU形成部がその機能を実行するために必要とする入力をデータ・プレーン内のPDU形成部に供給し、結果としてPHY層へ送信するためにMAP IEを有するMAPメッセージを構築することである。これは、最終的にバースト・マップ部により提供される。バースト・マップ部は、示されたように、制御プレーンの他の構成要素からの情報を頼っている。

【0052】

<上り回線スケジューラ>

図示しないが、上り回線のスケジューラ内の機能的な構成要素は、下り回線のスケジューラ内の構成要素の一部を有する。上り回線の場合には、BSにはデータ・プレーンがなく、代わりにDL構成要素の等価物がMS内に存在している。従って、ULアーキテクチ

10

20

30

40

50

ヤは、サービス・フロー管理部、局管理部、コネクション・スケジューラ及びサブフレーム形成部のバースト・マップ部のみを有する。

【0053】

図8は、システム・レベルでコネクション・スケジューリング及びPDU形成のアルゴリズムをフローチャートに基づく表現で示す。フローチャート内の各ブロックの動作を以下に詳細に説明する。

【0054】

<高レベルの構成要素の説明>

(i) 局管理部

各承認された加入者局では、局管理部が局の状態情報を有するデータ構造を維持する。
状態情報自体は、能動的管理及びトランスポート・コネクションの状態情報を有するデータ構造を有している。構造に含まれる情報は、最低でも、コネクション・スケジューラ及びフレーム形成部により必要とされる。

10

【0055】

局管理部も、データ構造に影響する多くの機能を有する。該機能は以下を含む。

- ゾーン割り当て：局にサブフレーム内の適切なゾーンを割り当てる。
- バースト・プロファイル割り当て：局にバースト・プロファイルを割り当てる。
- MS/CID状態更新：局／コネクション状態データ構造を更新する。

【0056】

MS/CID状態更新機能は、新たな局情報が受信されたとき（例えば、サービス・フローの変更、CINR報告を受信した、コネクションがスケジューリングされた、新たなSDUが受信されたとき）に開始されてよく、周期的に実行され、SDUキュー長又は待ち時間情報のような情報をフェッチし更新してもよい。

20

【0057】

留意すべき点は、代案としてSDU情報がバースト・マップ部及びSDUキュー管理部からの情報、理論的には新たなSDUが到着するか又はSDUがスケジューリングされたときにSDUキュー管理部からの更新される必要のある情報のみに基づき追跡されうことである。或いは、局管理部によりフレーム毎に待ち時間が増大されうる。この情報は、事象に基づき更新され、SDUキュー管理部からの明示的な更新情報を必要とするか、或いはSDUキュー管理部への周期的な要求に基づき周期的に更新される。

30

【0058】

新たな受信情報に基づき、機能は、ゾーン割り当て又はバースト・プロファイル割り当て機能を開始し、現行の割り当てを更新する。

【0059】

ゾーン割り当て機能及びバースト・プロファイル割り当て機能はSISOユーザのみを扱うとする。DLのMIMOユーザのためのフレームワークを設計することを目的とし（Wave2に対応する必要がある）、MIMO割り当てを可能にするために次の2つの手法がある。

- STC_Zone / DL_Zone_Switch_I_Eを用いて別個のSISO及びMIMOゾーンを設定する：サブフレーム決定部が別個のゾーンを設定する必要がある。
- MIMO_DL_Basic_I_E又はMIMO_DL_Enhanced_I_Eを用いてSISOゾーン内のMIMOバーストを設定する：サブフレーム決定部がMIMO割り当て用のバーストを設定し、バースト・マップ部がバーストから各MIMOのスケジューリングされたコネクションへ領域を割り当てる必要がある。

40

【0060】

(i) コネクション・スケジューラ

コネクション・スケジューラは、フレーム毎にどのコネクションがスケジューリングされるべきかを決定する。

【0061】

結果としてコネクション記述子(CD)のリストを生じるこの決定は、局管理部から入

50

手可能な入力パラメータの数に基づく。全体の動作は、アクティブなパラメータ・セットにより記述されるような QoS を保証するとともにスペクトル効率を最大化することを目的とする。

【 0 0 6 2 】

第 1 の機能は、最大 QoS を保証することが確実に満たされるように、どのコネクションが高優先度にスケジューリングされるべきかを決定することである。これらのコネクションは、現行のフレーム内でスケジューリングされていない場合には、最低 QoS 要件を満たさないコネクションを抽出することにより決定される。この最初の部分は、サービス・クラスに基づきコネクションを分析することにより開始する。最初に UGS コネクションから開始し、次に RTT、ERT、そして最後に NRT コネクションを分析する。最低 QoS を満たすスケジューリングが一旦完了すると、第 2 の段階は、残りのコネクションのランク付けされたリストを作成し、フレーム内のリソースの割り当てを検討する。このランク付けされたリストは、次に第 1 の段階の一部として、抽出されたコネクションのリストに添付される。10

【 0 0 6 3 】

次に、コネクション・スケジューラは、このランク付けされたデータ・オブジェクトであるコネクション記述子のリストをバースト・マップ部へ渡す。これらのデータ・オブジェクトは、次に PDU 形成部へ供給される許可のサイズを決定するためにバースト・マップ部が必要とする情報を有する。

【 0 0 6 4 】

図 8 は、ランク付けされたコネクション記述子のリストに到達するために用いられる方法を詳細に示す。図 8 に示す高レベルのフローチャートは、この構成要素により実行される 2 つの段階及び結果として生じるコネクション記述子の構造を示す。20

【 0 0 6 5 】

(i i i) SDU デキュー部

SDU デキュー部は、SDU (又はフラグメント) を PDU 形成部へ要求に応じて供給し、要求されたコネクションのために SDU (又はフラグメント) を適切な SDU キューからフェッチし、また、PUD 形成部の動作の結果として作成された SDU フラグメントを保持する。留意すべき点は、SDU デキュー部、SDU キュー管理部及び分類部は、優先度の変化するどんなコネクションでも入りパケットを処理できるように設計される。30

【 0 0 6 6 】

(i v) 分類部及び SDU キュー管理部

分類部は、入り SDU を取り込み、該 SDU を適切なバッファに配置する。SDU キュー管理部は、キュー長及び SDU 待ち時間を監視し、この情報を要求に応じて局管理部に通知する。SDU キュー管理部は、局管理部に、それまで空だったキューへの新たなデータの到着についても通知する。この後者の機能は、データが SDU バッファ内に滞留するようになると局管理部が MS / CID 状態を更新することを可能にする。

【 0 0 6 7 】

(v) サブフレーム形成部

サブフレーム形成部は、2 つの構成要素、つまりバースト・マップ部及び PDU 形成部並びに以下に説明する 1 つのデータ構造 (サブフレーム・リソース・マップ) を有する。40

【 0 0 6 8 】

サブフレーム形成部は、コネクション・スケジューラにより供給されるランク付けされたコネクション記述子のリストの全体を、以下の終了条件の 1 つが満たされるまで順次解決する。

- サブフレーム構築の期限に達した。
- CD リストの終わりに達した。
- バースト内にリソースの残りがない。
- MAP メッセージ用に割り当てられた領域内にリソースの残りがない。

【 0 0 6 9 】

10

20

30

40

50

バースト・マップ部は、スケジューリングされたコネクションの PDU がマップされる割り当てられたゾーン内の対象バーストを決定する。また、バースト・マップ部は、以下に詳細に説明するように、入力パラメータの数に基づき該バースト内の割り当てサイズを計算する。一旦マップされると、バースト・マップ部は、そのサブフレーム内で用いられるリソースを示すためにサブフレーム・リソース・マップを更新する。バースト・マップ部は、DL の場合には MAP IE も更新し、UL の場合には IE を作成する。これらの IE は下り回線のサブフレーム・リソース・マップ内に格納される。

【0070】

バースト・マップ部は、局管理部にリソースの割り当てを通知する。これにより局管理部は MS / CID 状態データ構造内の適切な要素を更新できる。バースト・マップ部は、 PUD 形成部にこのコネクションで形成されるべき PUD のサイズ及び他のサポートする情報も通知する。

10

【0071】

PUD 形成部は、バースト・マップ部により指定されたサイズに PUD を形成する。 SDU 用に利用可能なペイロードのサイズを決定するときに、PUD 形成部は、 MAC ヘッダ、サブヘッダ及び CRC 用の PDU サイズを設定する。PUD 形成部は、 SDU デキュー部に PUD 形成部がペイロードに受け付け可能なデータの最大サイズを通知する。 SDU デキュー部は、次に、必要なフラグメントを含めるために必要なオーバーヘッドを考慮に入れて又はサブヘッダをパッキングして（つまり拡張タイプ及び ARQ の使用に依存して 8 又は 16 ビット） SDU （場合によっては先頭又は末尾にフラグメントを有する）を返送する。PUD 形成部は、次に PDU を構築し、適切な場合には CRC を付加する。

20

【0072】

（v-1）サブフレーム・リソース・マップ

これは、サブフレームの論理的マップを有するデータ構造である。このマップは、以下に説明するサブフレーム形成部により定められる制御用として設けられた領域（例えば、 MAP 、レンジング（ ranging ）、 CQICH 、 ACK 等）及びトランスポート・トラフィック用の領域（例えば、データ・バースト（ burst ））を有する。

【0073】

DL サブフレームの場合には、サブフレーム・リソース・マップは、ゾーンの階層的マップ及びサブフレーム形成部によりサブフレームのために定められたゾーン内のバーストを有する。また、割り当てのような MAP メッセージの構成は、バースト・マップ部により追跡されるべきである。DL の場合には、 MAP IE の内容の大部分は予め定められる。しかしながら、バースト・マップ部がバースト内の割り当てを行うとき、バースト・マップ部はサブフレーム・リソース・マップに含まれる MAP IE 内の CID リストを更新する。

30

【0074】

UL サブフレームの場合には、サブフレーム・リソース・マップは、サブフレームのために定められたゾーンの階層的マップを有する。また、 UL MAP メッセージを有する DL サブフレーム・リソース・マップの一部にアクセス可能である。バースト・マップ部がバーストの割り当てを行うとき、バースト・マップ部は、 MAP IE を DL サブフレーム・リソース・マップに含まれる UL MAP に挿入するとともに、適切なデータ・ゾーンの使用を更新する。

40

【0075】

（vi）サービス・フロー管理部

サービス・フロー管理部は、サービス・フローの許可及び起動を管理する。該管理は、許可制御アルゴリズムを用いて実行される。スケジューラに関するサービス・フロー管理部の主要な機能は、局管理部にアクティブなサービス・フローの追加、変更又は削除を通知することである。

【0076】

サービス・フロー管理部は、フロー許可制御を担う。許可制御アルゴリズムは局管理部

50

又はコネクション・スケジューラからの、余剰無線資源の可用性についてのフィードバックを要求してもよい。サービス・フロー管理部は、サービス・フロー毎に設定されるQoSパラメータの設定を決定し管理する。次に、サービス・フローが起動したときに、サービス・フロー管理部は、局管理部にこれらの値を通知する。

【0077】

(viii) サブフレーム決定部

サブフレーム決定部は、サブフレームのレイアウトを定め、サブフレーム構築部のサブフレーム・リソース・マップ内に格納する。サブフレーム決定部は、以下を含む制御メッセージ用にリソースを用意しておく。

- DL サブフレーム内の FCH / MAP

10

- UL サブフレーム内の CQICH、ACKCH、レンジング

サブフレーム決定部は、PHY層により用いられるべき他の領域も用意する。例えば、サウンディング・ゾーン、PAPR低減又はギャップ・ゾーン (DUC 又はUIC13) である。システム全体のリソースの使用の調整を担うネットワーク管理エンティティと連動して、サブフレーム決定部は、DL 及びUL サブフレーム内のゾーンの数及び位置も定める。最後に、DL ゾーン内で、サブフレーム決定部は、バースト・マップ部が割り当てを開始する前に、バースト・マップ部がリソースの割り当てを開始し空の CIDリストを有する DL MAP IE を含む MAP メッセージを構成する前に、バーストのレイアウトを定める。

【0078】

20

サブフレーム決定部は、サブフレーム・リソース・マップをフレーム毎に監視するか又はバースト・マップ部と通信しバースト、ゾーン及びサブフレームの現在の使用を決定し、局所的な変化を生成するか又はネットワーク管理エンティティへ起こり得るシステム全体の達成すべき変化について報告する。従って、DL の場合には、このレイアウトは、サブフレーム内のバーストの現在の使用の監視及びDCDメッセージ内に定められたバースト・プロファイルのリストに基づき動的に調整されうる。

【0079】

(viii) FFR 管理部

図11は、分割周波数再利用 (FFR) に対応するDL サブフレームの構成を示す。「リユース3」と「リユース1」ゾーンとの間のゾーン切り替え点が図11に示すようにネットワーク全体を通じて調整され、それによりサブフレーム決定部がネットワーク管理エンティティと連動してリユース3とリユース1のゾーン遷移点を設定することが期待される。FFR 管理部の役割は、局管理部のゾーン割り当て機能により用いられる閾を最適に選択し、MS が「R3」又は「R1」ゾーンのどちらに割り当てられたかを決定することである。これは、システムが図11に示すような最適な動作領域で動作することを可能にする。ゾーン割り当てアルゴリズム及び閾計算アルゴリズムに関する更なる詳細を以下に説明する。

30

【0080】

< PDU 生成部の MAC スケジューリングの構成要素の説明 >

WiMAX の BS スケジューラ及び PDU 生成部の主要な構成要素を以下に詳細に説明する。

40

【0081】

(a) 局管理部

局管理部は、3つの機能及び多数のデータ構造を有する。これらを以下の区分に分けて説明する。

【0082】

(a1) MS 状態データ構造

この構造は、MS に特有であるがMS のコネクション (又はサービス・フロー) の全てに適用されるパラメータの現在の状態を維持する。パラメータを以下に示す。

【表 6】

パラメータ	用途	
D L プリアンブル物理C I N R (DL Preamble Physical CINR) (リユース 1 設定)	ゾーン割り当て機能により用いられる。	10
D L プリアンブル物理C I N R (DL Preamble Physical CINR) (リユース 3 設定)	ゾーン割り当て機能により用いられる。	
D L パイロット物理C I N R (DL Pilot Physical CINR)	バースト・プロファイル割り当て機能により用いられる。	
D L 平均パイロット物理C I N R (DL Averaged Pilot Physical CINR) (P F 用)	コネクション・スケジューラにより用いられる。	
U L パイロットC I N R (UL Pilot CINR)	バースト・プロファイル割り当て機能により用いられる。	20
U L 平均パイロットC I N R (UL Averaged Pilot CINR)	コネクション・スケジューラにより用いられる。	

【0083】

MS 状態データ構造は、アクティブなコネクション毎に CID 状態オブジェクトも有する。

【0084】

BS 及びMS のPHY層は、物理C I N R レポートのみに対応してもよく (Wave 1) 、追加で実効C I N R レポートに対応してもよい (Wave 2) 。MS 状態データ構造は、物理C I N R だけでなく、物理C I N R 測定値又は実効C I N R 測定値のどちらかを有するよう拡張されうる。

【0085】

(a2) CID 状態データ構造

このデータ構造は、MS のコネクション (又はサービス・フロー) に特有なパラメータの現在の状態を維持するために用いられる。パラメータを以下に示す。

10

20

30

【表7】

パラメータ	用途	
状態 (State)	スリープ又はアクティブ。コネクション・スケジューラにより用いられる。	
次の傾聴ウインドウ (Next Listening Window)	スリープ・モードの場合、コネクション・スケジューラにより用いられる。	
サービス・フロー・スケジューリング・タイプ (Service flow scheduling type)	コネクション・スケジューラにより用いられ、コネクションに優先度を付ける。	10
QoSパラメータ・セット (QoS Parameter Set) (表2を参照)	コネクション・スケジューラ及びバースト・マップ部により用いられ、現在のQoSメトリクスとの比較に基づきいつ及びどれだけ許可するかを決定する。	
現行QoSメトリック (Current QoS metrics) {		
次の許可時間 (Next Grant Time)	コネクション・スケジューラにより用いられる。	
最後の許可時間 (Last Grant Time)	コネクション・スケジューラ及びバースト・マップ部により用いられる。	
最後の許可サイズ (Last Grant Size)	コネクション・スケジューラ及びバースト・マップ部により用いられる。	
次のポーリング時間 (Next Poll Time)	コネクション・スケジューラにより用いられる。	
最大許容SDU待ち時間 (Maximum Allowed SDU Latency)	コネクション・スケジューラにより用いられる。	
現在の最大SDU待ち時間 (Current Maximum SDU Latency) (DL)	(任意のSDUがキューに入れられている最大時間) コネクション・スケジューラにより用いられる。	
最大SDU待ち時間を経験するSDUの数 (Number of SDUs experiencing Maximum SDU Latency) (DL)	バースト・マップ部により用いられる。	
最大SDU待ち時間を経験するSDU内のバイト数 (Number of bytes in SDUs experiencing Maximum SDU Latency) (DL)	バースト・マップ部により用いられる。	
SDUバッファ・サイズ (SDU Buffer Size) (DL)	コネクション・スケジューラ及びバースト・マップ部により用いられる。	40
要求BW (Requested BW) (UL)	コネクション・スケジューラ及びバースト・マップ部により用いられる (DLのSDU Buffer Sizeと同様)。	
FL (UL)	コネクション・スケジューラ及びバースト・マップ部により用いられる。	
PM (UL)	コネクション・スケジューラにより用いられる。	
SI (UL)	コネクション・スケジューラ及びバースト・マップ部により用いられる。	
}		

最大許容SDU待ち時間 (Maximum Allowed SDU Latency) は、QoSパラメータ・セットの中に設定された最大待ち時間 (Maximum latency) に基づき計算される。最大待ち時間 (Maximum latency) はCSピア・ツー・ピアの待ち時間である。従って、最大許容SDU待ち時間 (Maximum Allowed SDU Latency) はSDUのスケジューリングとCSピアでの到着との間の特別遅延を考慮に入れる必要がある。局管理部は、最大許容SDU待ち時間 (Maximum Allowed SDU Latency) のこの計算を行う。

【0087】

(a3) MS / CID状態更新

本機能は、MS状態 (MS Status) 及び関連するCID状態 (CID Status) のデータ構造をイベントに基づき更新する。更新を生じさせるイベントを以下に示す。

【表8】

イベント	通知元	更新されるパラメータ
DL SDUキュー内の新たなパケット	SDUキュー管理部	SDUバッファ・サイズ (SDU buffer size)
CQI レポート	PHY層	パイロットCINR (Pilot CINR) プリアンブルCINR (Preamble CINR) (R=1又はR=3) (DL) 平均パイロットCINR (Average Pilot CINR)
許可割り当ての成功	バースト・マップ部	次の許可時間 (Next Grant Time) 最後の許可時間 (Last Grant Time) 最後の許可サイズ (Last Grant Size) SDUバッファ・サイズ (SDU Buffer Size) (DL) / 要求BW (Requested BW) (UL)
UL PDUの受信		FL (UL) PM (UL) SI (UL) 要求BW (Requested BW) (UL)
(周期的)	N/A	最大SDU待ち時間 (Maximum SDU Latency) (DL)

10

20

30

【0088】

(a4) CQIレポート・イベント

パイロットCINRについてのCQIレポートが受信されると、平均パイロットCINR (Average Pilot CINR) が更新される。更新に用いられる式を次に示す。

【数1】

40

$$CINR_{av}[k] = \begin{cases} CINR[k] & k=0 \\ (1-\beta)CINR_{av}[k-1] + \beta CINR[k] & k>0 \end{cases}$$

ここで、CINR_{av}[k] はフレーム k 内の平均パイロットCINR であり、CINR[k] はフレーム k 内のパイロットCINR であり、 β は適切に設定されるべき忘却因子

50

である。

【0089】

比例公平アルゴリズムにより用いられる平均CINRが適切であることを保証することを目的として、の最適な設定に達するためにシミュレーションを用いる。平均ウインドウが長すぎる場合、比例公平アルゴリズムはラウンドロビンのようになり、如何なるスペクトル効率の利益も提供しない。一方で、平均ウインドウが短すぎる場合、比例公平アルゴリズムは最大C/Iのようになり、如何なる公平さも提供しない。

【0090】

(a5) 許可 / ポーリング割り当ての成功イベント

許可の成功の場合には、最後の許可時間 (Last Grant Time) は現在時刻に等しく設定される。SDUバッファ・サイズ (SDU Buffer Size) 又は要求BW (Requested BW) は割り当てられたSDUバイト数だけ減じられる。サービスが設定されたアンソリシティド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval) を有する場合、次の許可時間 (Next Grant Time) が現在時刻とアンソリシティド・グラント・インターバルの和に基づき設定される。最後に、サービスが設定された次のポーリング時間 (Next Poll Time) を有する場合、該次のポーリング時間が現在時刻とアンソリシティド・ポーリング・インターバル (Unsolicited Polling Interval) の和に基づき設定される。ポーリング割り当ての成功の場合には、次のポーリング時間 (Next Poll Time) は現在時刻とアンソリシティド・ポーリング・インターバルの和に等しく設定される。

【0091】

(a6) ゾーン配置 (FFR)

プリアンブルCINRレポートが受信されたときは常に、ゾーン割り当て機能がMS/CID更新機能により呼び出される。ゾーン割り当て機能の動作は、MSがリユース1又はリユース3のゾーン内に配置されているかに依存する。

【0092】

ここでは、CINR1は再利用構成1のためにプリアンブルに対して行われたCINR測定値を表すために用いられる。またCINR3は再利用構成3のためにプリアンブルに対して行われたCINR測定値を表す。

【0093】

(a7) リユース3の動作

MSがリユース3ゾーンに現在割り当てられている場合、ゾーン割り当て機能は、CINR1リポートがR1/R3遷移閾より上かどうかを調べる。閾より上の場合、ゾーン割り当て機能は、CIDをR1ゾーンに割り当てる。閾より上でない場合、コネクションはR3ゾーンのままである。次に、ゾーン割り当て機能は、PHY層をスケジューリングし、CINR1の次の周期的チェックを実行する。

【0094】

(a8) リユース1の動作 (CINR1レポートの受信)

リユース1ゾーンの場合、ゾーン割り当て機能は、CINR1リポートがR1/R3遷移閾より下かどうかを調べる。閾より下の場合、ゾーン割り当て機能は、CINR3の測定値を要求する。閾より下でない場合、コネクションはR1ゾーンのままである。次に、ゾーン割り当て機能は、PHY層をスケジューリングし、CINR1の次の周期的チェックを実行する。

【0095】

(a9) リユース1の動作 (CINR3レポートの受信)

CINR3レポートがCINR1レポートより高い場合、ゾーン割り当て機能は、CIDをR3ゾーンに割り当てる。次に、ゾーン割り当て機能は、PHY層をスケジューリングし、CINR1の次の周期的チェックを実行する。レポートを得る1つの可能性は、CINR1レポートのためにCQICHを介して周期的CQIレポートを設定することである。次に、REP-REQ/RSPは、要求に応じてCINR3レポートを得るために利用されうる。

10

20

30

40

50

【0096】

(a10) バースト・プロファイル割り当て

パイロットCQIレポートが受信されたときは常に、バースト・プロファイル割り当て機能がMS/MS/CID更新機能により開始され、MSコネクションのために適正なバースト・プロファイル割り当てを行うことを保証する。Wave1ではMSはパイロット・サブキャリアについての物理CINR測定のみに対応しているので、バースト・プロファイル割り当てアルゴリズムはこのメトリックを利用する。

バースト・プロファイル割り当て機能は、物理CINRの検索テーブルの使用に基づき、アクティブなバースト・プロファイルのリストから最適なバースト・プロファイル・フォーマットを定める。バースト・プロファイルのCINRへのマッピングがチャネル・タイプと共に変化することが期待されるので、多数の検索テーブルが必要とされるだろう。

10

【0097】

(b) FFR管理部

FFR管理部の役割は、システムのスペクトル効率を最大化することである。一般に、図11に示すように、システムの効果的なスペクトル効率は実効再利用係数と共に変化すると期待される。

【0098】

通常、IEEE802.16システムのOFDMAフレームは、リユース3ゾーンから開始する。これは、リユース3ゾーンがフレームのプリアンブルのための伝送モードとして定められているからである(図3及び10を参照)。FFR管理部は、局管理部内のゾーン割り当て機能により用いられる最適なR3/R1(リユース3/リユース1)遷移CINRを選択し、OTA(over-the-air)スループット(つまり、PHY層へ送信されるペイロードのビット数)を最大化することによりスペクトル効率を最大化するようする。

20

【0099】

闇が低すぎる場合、全てのユーザはリユース1ゾーンになる。干渉は、セクタ端周辺の何人かのユーザに生じ、CINRを低下させる。これにより、バースト・プロファイルは非常に強制的に設定され、結果としてスループットが低下する。反対に、闇が高すぎる場合、全てのユーザはリユース3ゾーンになる。これは全てのユーザにリンク・レベルで最良のスループットを保証するが、割り当てに利用可能なスロット数は、前者の場合に利用可能なスロット数の3分の1である。従って、システムのスループットは妥協される。従って、OTAの闇を調整の影響を監視すること及び単純な傾斜降下に基づくアルゴリズムを用いることにより、FFR管理部が遷移点を最適に調整することが可能になる。

30

【0100】

(c) コネクション・スケジューラ

QoS要件が確実に満たされるために、コネクション・スケジューラは、UGSサービス・タイプに割り当てられたコネクションを考慮することから開始し、次にリアルタイム、拡張リアルタイム、非リアルタイムのサービス・タイプに割り当てられたコネクションへ進み、最後にベストエフォート・サービス・タイプへ進む。

40

【0101】

サービス・タイプ毎に、コネクション・スケジューラは、QoSパラメータ・セットに対して現在のQoSメトリック(Current QoS Metrics)を分析することにより、コネクションがフレーム内でスケジューリングされるべきかどうかを決定する必要がある。サービス・タイプ毎にこれを決定するアルゴリズムを以下で検討する。本説明は、先ず下り回線コネクション・スケジューラに焦点を当て、上り回線コネクション・スケジューラの場合との相違を強調する。

【0102】

コネクション・スケジューラが、フレーム内でコネクションをスケジューリングする必要がないが、利用可能なリソースが存在するならば該コネクションに帯域幅を許可しうると決定した場合、残りのコネクションの要件が検討されるまで、該コネクションは保留さ

50

れる。該コネクションが他の全ての後に検討されるべきか否かを決定する方法に関する詳細を以下に説明する。

【0103】

留意すべき点は、DLの全てのコネクションでは、該コネクションのSDUバッファ・サイズ(SDU Buffer Size)がゼロであるか又は該コネクションがスリープ状態であり現在のフレームが傾聴ウインドウではなく、従って該コネクションがスケジューリングされないことである。同様に、ULでは、要求BW(Requested BW)がゼロであり且つコネクションがアンソリシティッド・グラント若しくはポーリングを発行されない又はDL用に記述された同一のスリープ条件が存在する場合、コネクションはスケジューリングされない。

10

【0104】

ERT、NRT又はBEコネクションで受信される競合型のCDMA帯域幅要求の場合には、リソースの予約とCDMA_Allocation_IEのUL MAPへの挿入は、コネクション・スケジューラとは別個に解決される。CDMA_Allocation_IEのためのリソース割り当ては、バースト・マップ部がスケジューリングされたコネクションにリソースを割り当てる前に行われる。留意すべき点は、フレーム当たりの最大コネクション数も、MAC層のリソース限界に従って設定されることである。

20

【0105】

コネクション・スケジューラは、冒頭で概略を説明した種々のサービス・クラスのコネクションを以下のように処理する。

【0106】

(c1) UGS

UGSサービス・タイプに割り当てられたコネクションは、コネクションをスケジューリングするか否かの決定に関連する以下のQoSパラメータを設定される。

- 許容ジッタ(Tolerated jitter)
- 最大待ち時間(Maximum latency)
- 要求/伝送ポリシー(Request/Transmission policy)
- アンソリシティッド・グラント・インターバル(Unsolicited grant interval)

コネクション・スケジューラは、次の許可時間(Next Grant Time)がサブフレーム内か(又は期限切れか)又はコネクションがフレーム内にスケジューリングされていない場合に最大許容SDU待ち時間(Maximum Allowed SDU Latency)を超過しているかを調べる。結果が肯定的な場合、コネクションをそのフレーム内でスケジューリングすることが検討される。これらのイベントの何れも生じない場合、コネクションは現行フレーム内にスケジューリングされない。

30

【0107】

全てのUGSコネクションの検討が終了すると、現行フレームにスケジューリングされたコネクションは、以下に示す最後の許可時間(Latest Grant Time)に基づきランク付けされる。

Latest Grant Time=min(Next Grant Interval+Tolerated jitter, Next Grant Interval+Max.Allowed SDU Latency-Current Max.SDU Latency)

40

ランク付けは、最後の許可時間(Latest Grant Time)の昇順である。

【0108】

ULの場合、SDU待ち時間は、CID状態の中のFLフィールドを介して得られる。FLが最大許容SDU待ち時間(Max Allowed SDU Latency)と等しいか又はそれより大きい場合、コネクションはそのフレーム内にスケジューリングされる。

【0109】

(c2) リアルタイム(RT)サービス

RTサービス・タイプに割り当てられたコネクションは、コネクションをスケジューリングするか否かの決定に関連する以下のQoSパラメータを設定される。

- 最大待ち時間(Maximum latency)

50

- 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate)

コネクション・スケジューラは、コネクションがそのフレーム内にスケジューリングされていない場合に、SDU待ち時間 (SDU Latency) を超過しているか (つまり、Maximum Allowed SDU Latency - Current Maximum SDU Latency < フレーム期間か) を調べる。結果が肯定的な場合、コネクションをそのフレーム内でスケジューリングすることが検討される。また、コネクションがそのフレーム内にスケジューリングされていない場合、次式を用いて現在の最小レート (Current Minimum Rate) を計算することにより、最低保証トラフィック・レートが満たされるかも調べる。

Current Minimum Rate=Last Grant Size/(Next Frame Time-Last Grant Time)

Current Minimum Rate<Minimum reserved traffic rateの場合に、コネクションがスケジューリングされる。いずれの条件も満たされない場合、残りのサービス・クラスの検討が終了した後に、コネクションは再検討される。ULの場合には、BSは、アンソリシティッド・ポーリング・インターバル (Unsolicited Polling Interval) に基づき定期的なポーリング機会を提供する必要がある。これに対応するため、次のポーリング時間 (Next Poll Time) がそのフレーム内にスケジューリングされた (又は期限切れの) 場合、コネクション・スケジューラはコネクションをスケジューリングする。BSも、ULの場合と同様に、最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) が満たされることを保証する必要がある。従って、ULでも、Current Minimum Rate<Minimum reserved traffic rateの場合に、コネクションがスケジューリングされる。

【0110】

(c3) 拡張リアルタイム (ERT) サービス

ERTサービス・タイプに割り当てられたコネクションは、コネクションをスケジューリングするか否かの決定に関連する以下のQoSパラメータを設定される。

- 最大待ち時間 (Maximum latency)
- 許容ジッタ (Tolerated jitter)
- 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate)
- アンソリシティッド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval)

UGS及びRTについて上述したのと同一のメカニズムを用い、許可インターバル、待ち時間及び最低レートに基づき、コネクションをスケジューリングするかを決定する。更に、選択したコネクションは、UGSに用いられる基準に基づきランク付けされる。条件の何れも満たされない場合、コネクションはそのフレーム内にスケジューリングされない。

【0111】

ULの場合には、コネクション・スケジューラは、UGS及びRTについて上述したのと同一のメカニズムを用い、インターバル又はレートに基づきコネクションをスケジューリングするかどうか決定する。留意すべき点は、ULの場合には、ERTはポーリング機会を提供せず、常に許可を与えることである。許可は追加の帯域幅を要求するために用いられる。

【0112】

(c4) 非リアルタイム (NRT) サービス

NRTサービス・タイプに割り当てられたコネクションは、コネクションをスケジューリングするか否かの決定に関連する以下のQoSパラメータを設定される。

- 最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate)

RTの場合と同一のメカニズムが用い、コネクションを最低レート保証に基づきスケジューリングするかどうかを決定する。条件が満たされない場合、残りのサービス・クラスの検討が終了した後に、コネクションは再検討される。ULでは、コネクション・スケジューラはポーリング機会を提供するが、ポーリングのレートは1秒程度である。従って、ULの場合には、コネクションは要求に応じてスケジューリングされ、最低レートの要件又は次のポーリング時間が満たされること (若しくは期限切れ) を保証する。

【0113】

10

20

30

40

50

(c5) ベストエフォート(BE)サービス

BEに割り当てられたコネクション並びにRT及びNRTに割り当てられた、QoSの要求を満たすためにスケジューリングされなかったコネクションが最後に検討される。前述のメカニズムは結果として最低QoS要求を満たすようリソースを割り当てるので、残りのリソースは、スペクトル効率を最大化すると同時に、残りのリソースの部分の割り当てをある程公平に度維持するように割り当てられる。

【0114】

これを行う前に、コネクション・スケジューラは、以上にサービス・クラスと関連して概要を説明したメカニズムによってスケジューリングされた全てのRT及びNRTコネクションを、残りのコネクションのリストに追加する。これは、最初にQoSを保証するために必要な最低リソースを割り当てるPDU形成部の動作を支援することである。これが行われると、コネクション・スケジューラは、残りのリソースを割り当ててスペクトル効率を最大化する。従って、既に最小値を割り当てられたRT及びNRTコネクションは、スケジューリングされていないコネクションが検討されるのと同一の方法で、許可サイズを増大させるために再検討されうる。

【0115】

次に、コネクションのリストは、例えば均等に公平な基準を用いて格納される。最初の段階は、リスト i の中の各コネクションに対しコネクションの重みを計算することである。

Wi=Last recorded CINR/(Averaged CINR)

20

次に、コネクションは W_i の降順に格納される。多くのコネクションの重みが同一の範囲内にある場合に公平さを維持することを保証するために、コネクション・スケジューラは最後の許可時間(Grant Time)に基づきこれらのコネクションのリストを任意的にソートする。ULでは、同一のメカニズムを用い、残りのコネクションをスケジューリングするか否かを決定する。

【0116】

上述のスケジューリングされていないコネクションをソートするメカニズムは、特定の用途に好適なように、システム・オペレータにより置き換えられてよい(又は該メカニズムの基準を変更されてよい)。

【0117】

30

(c6) 他のタスク

各サービス・タイプが検討されると、コネクション記述子(Connection Descriptors)のリストが構築される。これは順序付けられたリストであり、最上位のUGSコネクションの記述子で開始し、厳格な順序でRT、ERT、NRTコネクションの記述子が続く。次に、格納されたBEコネクションのリストがコネクション記述子のリストに追加され、サブフレーム形成部へ供給されるコネクション記述子の完全なリストを形成する。ところで、あるシステムでは、順序付けられたリストの中でERTをRTより優先して扱うことが望ましい。

【0118】

コネクション記述子(Connection Descriptors)は、以下の情報を有する。

40

- CID状態(CID Status)へのポインタ(従って、パラメータがアクセスされうる。)

)

- スケジューリングの理由:許可インターバル(Grant Interval)、待ち時間(Latency)、最低レート(Min Rate)、なし、(ULでのポーリング)。

【0119】

アルゴリズムはQoSパラメータ・セット内のサービス・タイプ(Service Type)及びスケジューリングの理由に依存するので、スケジューリングの理由は、そのCIDの許可サイズ(Grant Size)を計算するために用いる方法を決定するためにバースト・マップ部により用いられる(更なる詳細は以下の「バースト・マップ部」の個所で説明する)。理由「なし」は、フレーム内のコネクションのスケジューリングを生じさせる如何なる

50

最低 QoS 要件も存在しないことを示す。

【0120】

(d) バースト・マップ部

バースト・マップ部は、コネクション・スケジューラにより供給されたコネクション記述子 (Connection Descriptors) のリストを順々に検索する。割り当てられ PDU 形成部に送信された PDU サイズに到達し MAP IE を更新 (又は UL の場合には生成) するため、バースト・マップ部は以下のアルゴリズムをコネクション毎に実行する。

1 (割り当てられたバースト・プロファイルを有するバースト用に割り当てられたゾーン内の検索に基づき) コネクションのための対象バーストの位置を決める。(注意: バースト当たり 256 個のコネクションの制限が守られなければならない。) 10

2 バーストが見付かると、スロット内の最大残りリソースを決定する。

3 利用可能なスロット及び割り当てられたバースト・プロファイル・フォーマットに基づき、最大許容 PDU 割り当てを計算する。

4 適切なアルゴリズムを用い、(以下に説明するように) サービス・クラスに基づき実際の PDU サイズを決定する。留意すべき点は、割り当てられたサイズが SDU バッファ内に残っている SDU の量又は対象バースト内で利用可能なリソースの量の最小値を決して超えないことである。UL の場合には、非 UGS コネクションの場合に要求された BW の量を超えない (留意すべき点は、割り当てがポーリングのためである場合には、如何なる要求された BW も突出していないので、割り当ては 6 バイトになることである)。また、バースト・サイズは、フラグメント化及び / 又はパッキングを防ぎうるのでコネクションのために設定された要求 / 伝送ポリシーを考慮しなければならない。この場合には、バースト・マップ部は、次の SDU のサイズを決定し、これを用いて割り当てサイズを制限しなければならない。 20

【0121】

許可サイズ (Grant Size) がコネクション毎に決定されると、MAP メッセージは適切に更新される。DL では、バーストを記述する IE は、コネクションの CID を含むように更新される。UL では、このコネクションがスケジューリングされた最初のコネクションである場合に、IE は UL MAP に挿入される。このコネクションがスケジューリングされた更なるコネクションである場合には、IE に記録された割り当てサイズは、(UL では MS 当たり 1 つの IE しかないので) 許可サイズ (Grant Size) だけ増加される。上述の終了条件のいずれも満たされない場合、バースト・マップ部は、コネクション記述子 (Connection Descriptors) のリストの処理を終了する。より詳細には、バースト・マップ部は以下のように異なるサービス・クラスのコネクションを処理する。 30

【0122】

(d1) UGS

UGS コネクションは、その許可インターバル又は SDU 待ち時間を超過しそうであることを理由にスケジューリングされている。前者の理由の場合には、許可サイズ (Grant Size) は最大持続的トラフィック・レート (Maximum sustained traffic rate) (最小値に等しい) 及びアンソリシテッド・グラント・インターバル (Unsolicited grant interval) から計算されうる。 40

$$\text{Grant Size} = \text{Traffic Rate} * \text{Unsolicited grant interval}$$

後者の理由でコネクションがスケジューリングされた場合、許可サイズ (Grant Size) は待ち時間の要件を超過しそうな SDU に含まれているデータの量 (つまり、最大遅延を経験する SDU 内のバイト数 (Number of Bytes in SDUs Experiencing Maximum Delay) のサイズとパッキングに対応するために必要なサブヘッダの和) (複数の SDU がスケジューリングされる場合には、最大遅延を経験する SDU の数 (Number of SDUs Experiencing Maximum Delay) の値) と等しい。

【0123】

選択したバーストがこのサイズの許可に対応できない場合、バースト・マップ部は、割り当てが行われうる別の適切なバーストの位置を決めようと試みる。如何なるバーストも 50

見付からない場合、許可サイズ (Grant Size) は、全ての可能な対象バースト内で見付かった最も大きい最大許容 PDU サイズに合うように調整される。UL の場合、同一の方法が用いられる。しかしながら、SID ビットが CID 状態 (CID Status) 内に設定されている場合、BS は許可サイズ (Grant Size) の 101% を割り当てることにより過剰に割り当てる。

【0124】

(d2) リアルタイム (RT) サービス

RT コネクションは、その SDU 待ち時間を超過しそうであること又は最低保証レートが満たされないことを理由にスケジューリングされている。前者の理由である場合、許可サイズ (Grant Size) は上述と同様に計算される。後者の理由である場合、サイズは最低及び最大レートの要件を満たすことを保証する必要がある。従って、許可は以下により区切られる。

Minimum reserved traffic rate* (現在時刻 - Last Grant Time) < Grant Size < Max Sustained Traffic Rate* (現在時刻 - Last Grant Time)

先ず最低 QoS 要件を維持するために、この段階で、許可サイズ (Grant Size) が設定され、最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) の要件を満たすことを保証する。次に、残りのサービス・タイプが更なる帯域幅の割り当てのために検討された後に、コネクションが再び検討される。UL では、コネクションは、最低保証トラフィック・レート (Minimum reserved traffic rate) が満たされない又はアンソリシティッド・ポーリング・インターバル (Unsolicited Polling Interval) が終了することを理由にスケジューリングされている。前者の場合、同一の方法を利用して、許可サイズを計算する。後者の場合、許可サイズ (Grant Size) は、(BW Request Header) を送信可能にするため 6 バイトに等しく設定される。留意すべき点は、追加の BW は BE サービスの場合に以下に説明するメカニズムで割り当てられてよい。

【0125】

(d3) 拡張リアルタイム (ERT) サービス

ERT コネクションは、その許可インターバル、SDU 待ち時間を超過しそうであること又は最低保証レートが満たされないことを理由にスケジューリングされている。最初の 2 つの場合のいずれかの場合には、UGS の場合に説明したメカニズムを利用して許可サイズを計算し、その他の場合には RT についてのレートのためのメカニズムを利用する。

【0126】

UL の場合には、ERT コネクションは、許可インターバル又は最低レートの要件によりスケジューリングされる。UL の場合に UGS 及び RT について既に説明した適切なメカニズムが利用される。

【0127】

(d4) 非リアルタイム (NRT) サービス

NRT コネクションは、スケジューリングされていない限り、最低保証レートが満たされないことを理由にスケジューリングされている。従って、許可サイズ (Grant Size) は以下により計算される。

Grant Size=Minimum reserved traffic rate* (現在時刻 - Last Grant Time)

UL では、最低保証レートの要件によりスケジューリングされ、この場合には同一のメカニズムを用いて許可サイズ (Grant Size) を決定する。或いは、ポーリング・インターバルの要件によりスケジューリングされる場合には、RT について上述した理由で 6 バイトが割り当てられる。

【0128】

(d5) ベストエフォート (BE) サービス及び「理由なし」

キューの最後の BE コネクション並びに RT 及び NRT コネクションは、留保しているデータがなく如何なる QoS 要件も既に満たされていることを理由に、スケジューリングされる。バースト・マップ部は、残りのコネクションを検索し、許可 (又は UL の場合に

10

20

30

40

50

はポーリング割り当てのみ)が未だ行われていない場合にはそのコネクションに対し最大の許可割り当てを行うことを試みる。許可(又はULの場合にはポーリング割り当てのみ)が既に行われている場合(RT及びNRTコネクションの場合に起こりうる)、バースト・マップ部は、それらのコネクションの割り当てのサイズを可能な限り最大まで増大させることを試みる。RT及びNRTの場合には、最大可能許可は最大持続的トラフィック・レート(Maximum sustained traffic rate)により次のように定められる。

Grant Size=Maximum sustained traffic rate*(現在時刻 - Last Grant Time)

BEの場合には、このパラメータが設定されていない場合、バースト・マップ部は、以上に外車区を説明した限度を考慮して可能な最大PDUサイズを用いる。

【0129】

10

<まとめ>

「主要な」構成要素、構成要素である機能及びデータ構造、「主要な」構成要素間及びスケジューラ又はPDU形成部の一部とは見なされない他の構成要素間の相互作用の詳細な説明で、WiMAX基地局の低位MACスケジューラ及びPDU形成部のシステムの高レベルのアーキテクチャを説明した。

【0130】

20

サブシステムの設計は、アクティブなコネクションに対して設定されたQoS要件が満たされると共に、自己最適化部分周波数再利用と比例公平スケジューリングとの組み合わせを通じてシステム全体のスペクトル効率を最大化することを保証する。上述の実施例では、これは、各局が最も適した再利用ゾーンに適正に割り当てられることを保証することにより、及び無線リソースをコネクションに割り当てて最低QoSが最初に満たされることを保証することにより、達成される。次に、残りの無線リソースが、比例公平基準に基づき割り当てられる。しかしながら、比例公平は残りのリソースを割り当てるためにのみ可能なアルゴリズムではない。別の可能な手法は、各コネクションのCINRのみに基づいて割り当てることである。この場合、例えばサービス・クラスをコネクションに割り当てるときに、「公平さ」はQoSレベルで提供される。

【0131】

30

サブシステムは幾らか複雑であるように見えるが、これは最低QoS要件を満たすことを保証する解決策に特有のものである。しかしながら、全ての構成要素である機能及びアルゴリズムの設計は、単純且つ良好に構成され、サブシステムを実施するために必要な処理能力の量を制限するという狙いを有する。

【0132】

上述の説明は、例としてSISO無線通信システム、つまりBSの単一のアンテナがSSの単一のアンテナと信号を交換するシステムを参照した。しかしながら、MIMOシステムも本発明のサブシステムを用いることができる。MIMOシステムでは、複数のアンテナ(及び関連する受信機回路)がコネクションの各端に存在する。

【0133】

40

本発明の実施例は、ハードウェア、又は1つ以上のプロセッサで若しくはそれらの組み合わせで作動するソフトウェアモジュールとして実施されてよい。つまり、当業者は、上述のサブシステムの動作の一部又は全ての機能を実施するために、マイクロプロセッサ又はデジタル信号プロセッサ(DSP)が実際に使用されてよいことを理解するだろう。本発明はまた、本願明細書に記載された方法の一部又は全てを実行する、1つ以上の素子又は装置のプログラム(例えば、コンピュータプログラム及びコンピュータプログラム製品)として実施されてよい。このような本発明を実施するプログラムは、コンピュータ可読媒体に格納されてよく又は例えば1つ以上の信号の形式であってよい。このような信号は、インターネットウェブサイトからダウンロード可能な若しくは搬送信号により提供される又は任意の他の形式のデータ信号であってよい。

【産業上の利用可能性】

【0134】

本発明は、フレーム内に含まれるデータ・パケットを交換することにより基地局が加入

50

者局と通信する無線通信システムに関する。フレームは、特定の時間期間及び周波数範囲を占有する。各フレームは基地局から加入者局への下り回線サブフレーム、及び加入者によりデータを基地局へ送信するために用いられる上り回線サブフレームを有する。各サブフレームは複数のゾーンを有し、各基地局はゾーン内で関連する加入者局へパケットを送信することにより加入者との複数の同時のコネクションを有する。ゾーンは、加入者が同一の基地局によりサービスを提供される異なるセル内に位置する場合に周波数再利用を可能にする。更に、各コネクションは、多かれ少なかれシステム内のリソースを要求する関連するサービス・レベルを有する。

【 0 1 3 5 】

本発明を実施する基地局は、パケットのスケジューリング及び部分周波数再利用管理を提供するサブシステムを有する。当該基地局は：各コネクションを介して加入者局から送信されたパケットを受信する手段；先ずサービス・レベルを達成するために現行の下り回線サブフレーム内でスケジューリングされる必要のあるタイムクリティカルなコネクションを決定し、次に依然として利用可能なリソースを用いて該サブフレーム内でスケジューリングできる非タイムクリティカルなコネクションを決定し、次に非タイムクリティカルなコネクションの優先順位を割り当てるにより、該サブフレーム内のパケット・スケジューリングを行う手段；及び加入者局からの信号レベルと可変闇との間の比較に基づき各コネクションにゾーンを割り当てるにより、当該基地局からの送信に利用可能な利用可能周波数の部分周波数再利用を実行する手段；を有する。

【 0 1 3 6 】

スケジューリング中に非タイムクリティカルなコネクションに与えられる優先順位は、システム・オペレータにより設定されたパラメータにより支配されてよい。一方、タイムクリティカルなコネクションを決定するために用いられるサービス・レベルは、システムの標準に設定される。部分周波数再利用に用いられる闇は、特定のセル内の加入者に最適なリユース 3 / リユース 1 遷移を提供するよう選択される。

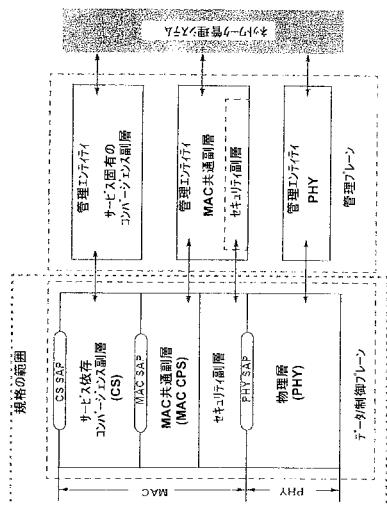
【 0 1 3 7 】

以上に IEEE 802.16 無線通信システムが例として記載されたが、本発明は、プロトコル・スタックの MAC 層でパケット・スケジューリングが必要とされる他の通信システムにも適用されてもよい。

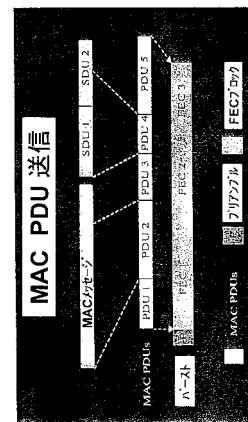
10

20

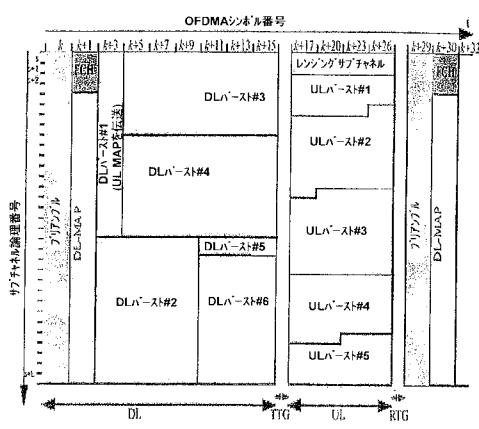
【図1】



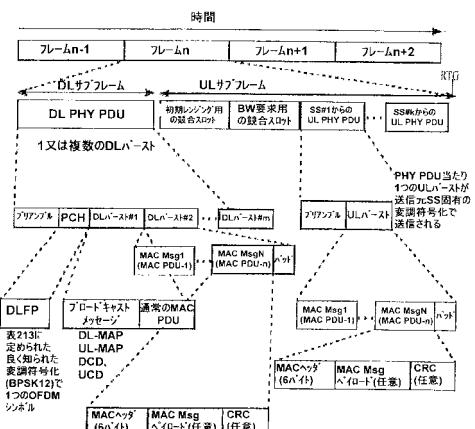
【図2】



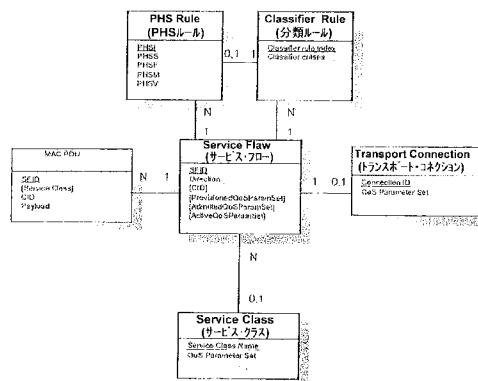
【図3】



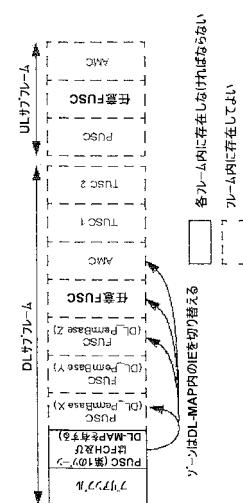
【図4】



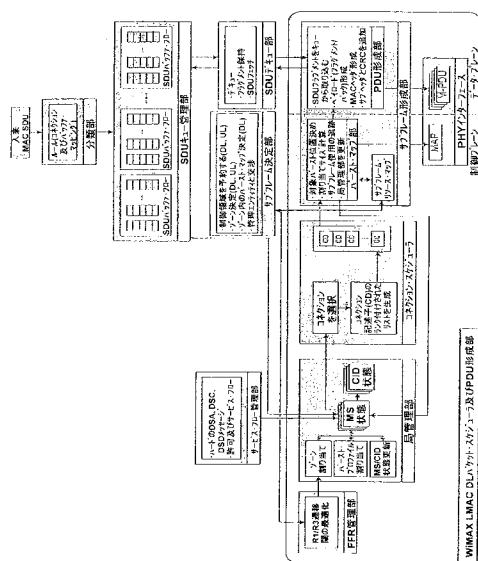
〔 四 5 〕



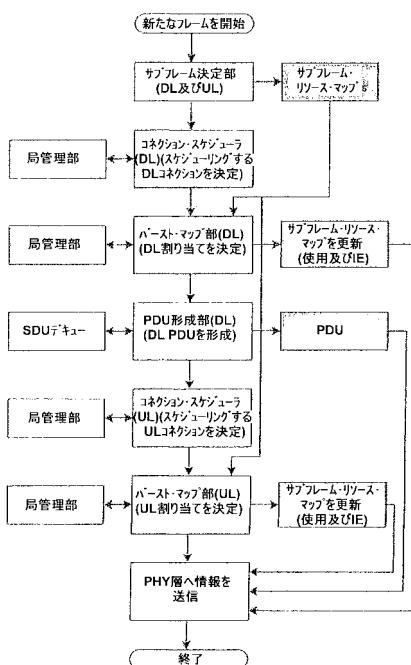
【 四 6 】



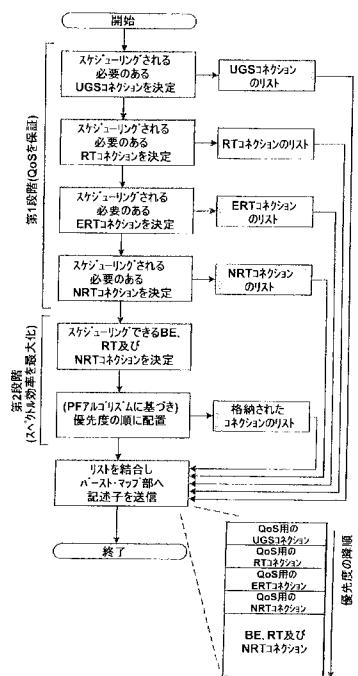
【 义 7 】



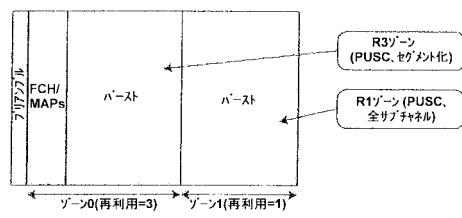
【 図 8 】



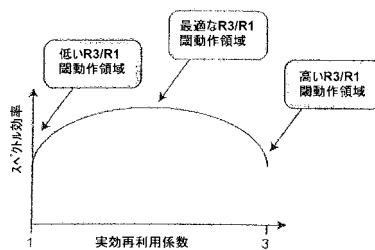
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

審査官 望月 章俊

(56)参考文献 米国特許出願公開第2004/0001491(US, A1)
国際公開第2004/017576(WO, A1)
米国特許出願公開第2003/0152083(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W4/00-H04W99/00

H04B7/24-H04B7/26

H04J1/00

H04J11/00