

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4870322号
(P4870322)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl.

F I

HO4W 76/00 (2009.01) HO4Q 7/00 580

HO4J 13/00 (2011.01) HO4J 13/00 100

請求項の数 9 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2002-582654 (P2002-582654)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成14年4月11日 (2002.4.11)		クァアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2004-533750 (P2004-533750A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成16年11月4日 (2004.11.4)		ED
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/011639		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(87) 国際公開番号	W02002/085061		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開日	平成14年10月24日 (2002.10.24)		ハウス・ドライブ 5775
審査請求日	平成17年4月7日 (2005.4.7)	(74) 代理人	100108855
審判番号	不服2009-11104 (P2009-11104/J1)		弁理士 蔵田 昌俊
審判請求日	平成21年6月15日 (2009.6.15)	(74) 代理人	100091351
(31) 優先権主張番号	60/283,885		弁理士 河野 哲
(32) 優先日	平成13年4月12日 (2001.4.12)	(74) 代理人	100088683
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 中村 誠
(31) 優先権主張番号	09/974,933	(74) 代理人	100109830
(32) 優先日	平成13年10月10日 (2001.10.10)		弁理士 福原 淑弘
(33) 優先権主張国	米国 (US)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおける送信のスケジュール方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信システムにおけるスケジュール方法において、
複数の移動体ユーザから、順方向リンク通信に対応するチャンネル状態インジケータを
基地局で受信し、

$i = 1, \dots, N$ について、 $A_i(t) = B_i(t) / B_AVE_i(t)$ として与えられる、前記チャンネル状態インジケータの各々に対応する関数 $A_i(t)$ を決定し、
チャンネル状態およびスループットの関数としての比例公正方法、または、スループット
およびユーザの優先順位の関数としてのパケットごとの一般化されたプロセッサ共有 (P
GPS) 方法、または、サービス時間の関数としての均一時間方法、または、スループット
の関数としてのサービスグレード (GOS) 方法、または、待ち時間および完了までの
デッドラインの関数としてのサービス時間方法のタイプを含んでいる、公正基準に基づい
て、前記複数の各移動体ユーザが公正時間期間中にサービスされた時間またはスループット
の関数として、前記複数の各移動体ユーザに対する公正インジケータを決定し、

前記関数 $A_i(t)$ と前記公正インジケータの関数として前記複数の各移動体ユーザを
評価し、

前記評価に基づいて、前記複数の移動体ユーザに対する送信スケジュールを決定するステ
ップを含んでおり、

$A_i(t)$ は i 番目の移動局に対するチャンネル状態インジケータの関数であり、 $B_i(t)$
 (t) は時間 t における i 番目の移動局からのチャンネル状態インジケータであり、 B

$\overline{A V E}_i(t)$ は最近 i 番目の移動局から受信されたチャンネル状態インジケータの平均値であり、 N は複数の移動局の総数である、スケジュール方法。

【請求項 2】

送信スケジュールの決定はさらに、

チャンネル状態インジケータと公正インジケータの関数として複数の移動局に対するスケジュールインジケータを計算し、

スケジュールインジケータに基づいて次に送信するための複数の移動局の少なくとも 1 つを選択するステップを含んでいる請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

チャンネル状態インジケータはデータレート制御リクエストであり、チャンネル状態インジケータの平均値は i 番目の移動局からの濾波されたデータレート制御リクエストである請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 4】

チャンネル状態インジケータの関数の計算は、

$B \overline{A V E}_i(t+1) = B \overline{A V E}_i(t) [1 - (1/T_c)] + B_i(t) [1/T_c]$ として時間 t における i 番目の移動局からの濾波されたデータレート制御リクエストを計算し、

ここで T_c は公正時間期間である請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

チャンネル状態インジケータの関数の計算はさらに、

それぞれ最近受信されたデータレート制御リクエストに加重を割当てするステップを含んでいる請求項 4 記載の方法。

20

【請求項 6】

スケジュールインジケータの計算は、

複数の移動局のそれぞれに対して、対応するチャンネル状態インジケータと対応する公正インジケータとの比の決定を含んでいる請求項 2 記載の方法。

【請求項 7】

コンピュータの実行可能な命令を含んでいるコンピュータの読取り可能な媒体で実行されるプログラムにおいて、

複数の移動体ユーザからの基地局で受信されたチャンネル状態インジケータを処理するための第 1 の命令のセットと、

30

チャンネル状態およびスループットの関数としての比例公正方法、または、スループットおよびユーザの優先順位の関数としてのパケットごとの一般化されたプロセッサ共有 (PGPS) 方法、または、サービス時間の関数としての均一時間方法、または、スループットの関数としてのサービスグレード (GOS) 方法、または、待ち時間および完了までのデッドラインの関数としてのサービス時間方法のタイプを含んでいる、公正基準に基づいて、前記複数の各移動体ユーザが公正時間期間中にサービスされた時間またはスループットの関数として、前記複数の各移動体ユーザに対する公正インジケータを決定する第 2 の命令のセットと、

$i = 1, \dots, N$ について、 $A_i(t) = B_i(t) / B \overline{A V E}_i(t)$ として与えられる、前記チャンネル状態インジケータの各々に対応する関数 $A_i(t)$ を計算する第 3 の命令のセットと、

40

前記関数 $A_i(t)$ と前記公正インジケータの関数として前記複数の各移動体ユーザを評価する第 4 の命令のセットと、

前記評価に基づいて、前記複数のユーザに対する送信スケジュールを決定する第 5 の命令のセットとを含んでおり、

$A_i(t)$ は i 番目の移動局に対するチャンネル状態インジケータの関数であり、 $B_i(t)$ は時間 t における i 番目の移動局からのチャンネル状態インジケータであり、 $B \overline{A V E}_i(t)$ は最近 i 番目の移動局から受信されたチャンネル状態インジケータの平均値であり、 N は複数の移動局の総数である、プログラム。

50

【請求項 8】

チャンネル状態インジケータと公正インジケータの関数は複数の移動局のそれぞれに対して、対応するチャンネル状態インジケータと対応する公正インジケータとの比を決定する請求項 7 記載のプログラム。

【請求項 9】

無線通信システムにおけるアクセスネットワークにおいて、

複数の移動体ユーザから、順方向リンク通信に対応するチャンネル状態インジケータを基地局で受信する受信手段と、

$i = 1, \dots, N$ について、 $A_i(t) = B_i(t) / B_AVE_i(t)$ として与えられる、前記チャンネル状態インジケータの各々に対応する関数 $A_i(t)$ を決定する手段と

10

、
チャンネル状態およびスループットの関数としての比例公正方法、または、スループットおよびユーザの優先順位の関数としてのパケットごとの一般化されたプロセッサ共有 (PGPS) 方法、または、サービス時間の関数としての均一時間方法、または、スループットの関数としてのサービスグレード (GOS) 方法、または、待ち時間および完了までのデッドラインの関数としてのサービス時間方法のタイプを含んでいる、公正基準に基づいて、前記複数の各移動体ユーザが公正時間期間中にサービスされた時間またはスループットの関数として、前記複数の各移動体ユーザに対する公正インジケータを決定する手段と

、
前記関数 $A_i(t)$ と前記公正インジケータの関数として前記複数の各移動体ユーザを評価する手段と、

20

前記評価に基づいて、前記複数の移動体ユーザに対する送信スケジュールを決定する手段とを具備しており、

$A_i(t)$ は i 番目の移動局に対するチャンネル状態インジケータの関数であり、 $B_i(t)$ は時間 t における i 番目の移動局からのチャンネル状態インジケータであり、 $B_AVE_i(t)$ は最近 i 番目の移動局から受信されたチャンネル状態インジケータの平均値であり、 N は複数の移動局の総数である、アクセスネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は一般的に通信に関し、特に通信システムで送信をスケジュールする方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明は本発明の出願人に譲渡され、ここで参考文献としている2001年4月12日出願の米国特許出願第60/283,885号明細書の優先権を主張している。

【0003】

本発明は2001年2月27日出願の米国特許出願第09/796,583号明細書（発明の名称“SYSTEM FOR ALLOCATING RESOURCES IN A COMMUNICATION SYSTEM”）に関する。

【0004】

40

通信システム、特に無線システムは種々のユーザ間でのリソースの効率的な割当てを目的に設計されている。無線システムは特に価格を最小にしながら全ての加入者の要求を満たすのに十分なリソースを提供することを目的としている。種々のスケジュールアルゴリズムが開発され、それぞれ予め定められたシステム基準に基づいている。

【0005】

コード分割多元アクセス、CDMA方式を使用する無線通信システムでは、1つのスケジュール方法は時間多重化を基礎として指定された時間間隔で各加入者装置を全てのコードチャンネルに割当てる。基地局BS等の中央通信ノードは加入者との専門の通信を可能にするために加入者に関連する特別な搬送波周波数またはチャンネルコードを構成する。

TDMA方式は物理的な接触リレイ交換またはパケット交換を使用して陸線システムで構

50

成されてもよい。C D M A システムは (1) ここでは I S - 9 5 標準と呼ばれる “ T I A / E I A / I S - 9 5 - B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband and Spread Spectrum Cellular System ”、(2) ここでは 3 G P P と呼ぶ “ 3rd Generation Partnership Project ” という名称の組合により提出され、ここでは W - C D M A 標準と呼ばれる文書番号 3G TS 25.211、3G TS 25.212、3G TS 25.213、3G TS 25.214、3G TS 25.302を含む 1 組の文書で実施されている標準、(3) ここでは 3 G P P 2 と呼ばれる “ 3rd Generation Partnership Project2 ” という名称の組合により提出される標準と、公式に I S - 2 0 0 0 M C と呼ばれる c d m a 2 0 0 0 とここで呼ばれている T R - 4 5 . 5、または (4) 幾つかの他の無線標準等の 1 以上の標準をサポートするように設計されている。

10

【 0 0 0 6 】

通信システム、特に無線システムでは、ユーザは典型的にクラスに割当てられ、各クラスは関連するシステム性能基準を有する。例えば各クラスは公正基準に関して異なって扱われ、1 クラスの各ユーザは同様に扱われる。クラスは各クラスの優先順位にしたがって扱われる。1 システムでは、ユーザはサービスプランのように、システムで使用されるサービスにしたがって分類される。幾つかのクラスが 1 つの通信システム内に存在する。

【 0 0 0 7 】

したがって、アプリケーションにより多数のクラスのユーザに対する通信システムの送信をスケジュールする方法および装置が必要とされている。さらに、種々の異なるスケジュール優先順位を適合するスケジュール方法および装置が必要とされている。

20

【 発明の開示 】**【 発明の概要 】****【 0 0 0 8 】**

ここで開示されている実施形態は無線通信システムにおけるデータ送信をスケジュールする手段を提供することにより前述の要求を解決する。一般化されたスケジューラは多数の移動局のスケジュールを可能にし、各移動局は異なる転送優先順位パラメータを有する。転送の優先順位パラメータは所望のデータ送信転送速度に影響を与えるために使用されるパラメータを規定する。例えば転送優先順位パラメータは所望のスループット、所望の時間割当て、所望の時間遅延等である。転送優先順位パラメータ値はそれぞれマップされた優先順位パラメータと呼ばれる共通のスケールへマップされる。動作点がその後選択され、各移動体ユーザに対する対応するマップされた優先順位パラメータ値が抽出される。一般化されたスケジューラはその後、共通のマップされた優先順位パラメータ値を使用して移動体ユーザをスケジュールする。換言すると、各ユーザは対応する転送優先順位パラメータ範囲内で同一の割合を実現するようにスケジュールされる。

30

【 0 0 0 9 】

1 特徴によると、無線通信システムにおけるスケジュール方法は複数の移動体ユーザから順方向リンク通信に対応するチャンネル状態インジケータを受信し、複数の移動体ユーザに対するスループットの関数として公正インジケータを決定し、チャンネル状態インジケータと公正インジケータの関数である複数の移動体ユーザに対する送信スケジュールを決定するステップを含んでいる。

40

【 0 0 1 0 】

別の特徴では、コンピュータの実行可能な命令を含んでいるコンピュータの読取り可能な媒体で実行されるプログラムは複数の移動体ユーザから受信されたチャンネル状態インジケータを処理するための第 1 の命令のセットと、複数の移動体ユーザに対するスループットの関数として公正インジケータを決定する第 2 の命令のセットと、チャンネル状態インジケータと公正インジケータの関数として複数のユーザの送信スケジュールを決定する第 3 の命令のセットとを含んでいる。

【 0 0 1 1 】

さらに別の特徴では、複数の遠隔局の 1 つの遠隔局と、無線通信システムの基地局との間でデータを送信する方法は、基地局で 1 つの遠隔局により送信される情報を受信し、そ

50

の情報に基づいて1つの遠隔局に特別な少なくとも1つのサービスパラメータのグレードを調節するステップを含んでいる。

【0012】

さらに別の特徴では、無線通信システムにおけるデータ送信をスケジュールする方法は、複数の移動体ユーザのそれぞれから転送優先順位のパラメータ値を受信し、任意の転送優先順位のパラメータ値が異なるタイプであるならば、各転送優先順位のパラメータをマップされた優先順位のパラメータへマップし、複数の移動体ユーザのマップされた優先順位パラメータに基づいて動作点を決定するステップを含んでいる。

【0013】

別の特徴によると、無線通信システムにおける装置は、処理素子と、処理素子に結合されているメモリ記憶装置とを具備し、メモリ記憶装置はコンピュータの読取り可能な命令を記憶するように構成され、コンピュータの読取り可能な命令は各複数の移動体ユーザから転送優先順位パラメータを受信し、各転送優先順位パラメータをマップされた優先順位パラメータへマップし、各複数の移動体ユーザのマップされた優先順位パラメータに基づいて動作点を決定することを実行する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

ここで説明した特徴と利点は添付図面を伴った以下の詳細な説明からさらに明白になるであろう。同一の参照符号は全体を通して対応して同一である。

現在、通信システムは種々の応用をサポートするために必要とされている。1つのこのような通信システムは以後IS-95と呼ぶ“TIA/EIA-95 Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System”とその後継に準じた符号分割多重化アクセス(CDMA)システムである。CDMAシステムは地上リンクによってユーザ間の音声およびデータ通信を可能にする。多数のアクセス通信システムにおけるCDMA技術の使用は米国特許第4,901,307号明細書(発明の名称“SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERR

【0015】

CDMAシステムでは、ユーザ間の通信は1以上の基地局を介して行われる。無線通信システムでは順方向リンクは信号が基地局から加入者局へ伝播するチャンネルを意味し、逆方向リンクは信号が加入者局から基地局へ伝播するチャンネルを意味する。逆方向リンクで基地局へデータを送信することにより、1つの加入者局の第1のユーザは第2の加入者局の第2のユーザと通信する。基地局は第1の加入者局からデータを受信し、そのデータを第2の加入者局をサービスする基地局へ伝送する。加入者局の位置に応じて、両者は単一の基地局または多数の基地局によりサービスされる。任意の場合において、第2の加入者局をサービスする基地局は順方向リンクでデータを送信する。第2の加入者局と通信する代わりに、加入者局はまたサービスする基地局との接続により地上インターネットと通信してもよい。IS-95に準じるような無線通信では、順方向リンクおよび逆方向リンク信号は別々の周波数帯域内で送信される。

【0016】

図1のAは複数のユーザをサポートし、本発明の少なくとも幾つの特徴と実施形態を実施することのできる通信システム100の1例を与える。任意の種々のアルゴリズムと方法はシステム100における送信のスケジュールに使用されてもよい。システム100はそれぞれ対応する基地局104A乃至104Gによりサービスされている102A乃至102Gの複数のセルで通信を行う。例示的な実施形態では、幾つかの基地局104は多数の受信アンテナを有し、別のものはただ1つの受信アンテナを有する。同様に、幾つかの基地局104は多数の送信アンテナを有し、別のものはただ1つの送信アンテナを有する。送信アンテナと受信アンテナの組み合わせには制限はない。それ故、基地局104が多数の送信アンテナと単一の受信

アンテナを有するか、多数の受信アンテナと単一の送信アンテナ、或いは両者共に単一または多数の送信アンテナと受信アンテナを有することが可能である。

【0017】

カバー区域の端末106 は固定（即ち静止）または移動体のいずれでもよい。図1のAに示されているように、種々の端末106 はシステム全体に分散されている。各端末106 は例えばソフトハンドオフが使用されるか否かまたは端末が（同時または逐次的に）多数の送信を多数の基地局から受信するように設計され、動作されるか否かに応じて、少なくとも1、恐らくそれ以上の基地局104 と任意の所定の瞬間にダウンリンクおよびアップリンクで通信する。CDMA通信システムのソフトハンドオフは技術でよく知られており、米国特許第5,101,501号明細書（発明の名称“Method and system for providing a Soft Handoff in a CDMA Cellular Telephone System”）に詳細に説明されており、これは本発明の出願人に譲渡されている。

10

【0018】

ダウンリンクは基地局から端末への送信を意味し、アップリンクは端末から基地局への送信を意味している。例示的な実施形態では、幾つかの端末106 は多数の受信アンテナを有し、別のものはただ1つの受信アンテナを有する。図1のAでは、基地局104Aはデータを端末106Aと106Jへダウンリンクで送信し、基地局104Bはデータを端末106Bと106Jへで送信し、基地局104Cはデータを端末106Cへ送信する。

【0019】

無線データ送信の需要の増加と無線通信技術により利用可能なサービスの拡大により特別なデータサービスが開発されている。1つのこのようなサービスは高データレート（HDR）と呼ばれる。例示的なHDRサービスは“HDR仕様”と呼ばれ、“EIA/TIA-IS856 CDMA2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification”で提案されている。HDRサービスは通常、無線通信システムでデータの packets を送信する効率的な方法を提供する音声通信システムへのオーバーレイである。送信されるデータ量と送信数が増加すると、無線送信に利用可能な限定された帯域幅は臨界的なリソースになる。それ故、利用可能な帯域幅の使用を最適化する通信システムで送信をスケジュールする効率的で公正な方法が必要とされている。例示的な実施形態では、図1のAに示されているシステム100 はHDRサービスを有するCDMAタイプのシステムと適応している。

20

【0020】

図1のBは、無線インターフェース124 によりアクセス端末AT 126と通信しているアクセスネットワークAN 122を有する通信システム120 のアーキテクチャ基準モデルを示している。1実施形態ではシステム10は特定されたHDR標準方式等の高データレートHDR、オーバーレイシステムを有する符号分割多元アクセスCDMAシステムである。AN 122はAT 126およびシステム120 内の任意の他のAT（図示せず）と無線インターフェース124 により通信する。AN 122は多数のセクタを含み、各セクタは少なくとも1つのチャンネルを提供する。チャンネルは所定の周波数割当て内でAN 122とAT間で送信するための通信リンクのセットとして規定される。チャンネルはAN 122からAT126 への送信の順方向リンク（FL）とAT126 からAN 122への送信の逆方向リンク（RL）からなる。

30

40

【0021】

データ送信では、AN 122はAT126 からデータリクエストを受信する。データリクエストはデータが送信されるデータレートと、送信されるデータパケットの長さ、データが送信されるセクタとを特定する。AT126 はAN 122とAT126 間のチャンネル品質に基づいてデータレートを決定する。1実施形態ではチャンネル品質は搬送波対干渉比C/Iにより決定される。別の実施形態はチャンネル品質に対応する他のメトリックを使用する。AT126 はDRCチャンネルと呼ばれる特別なチャンネルによってデータレート制御DRCメッセージを送信することによってデータ送信をリクエストする。DRCメッセージはデータレート部分とセクタ部分を含んでいる。データレート部分はデータを送信するためのAN 122のリクエストされたデータレートを示し、セクタはAN 122がデータを送

50

信するセクタを示している。データレートとセクタ情報は典型的にデータ送信のプロセスに必要とされる、データレート部分はDRC値と呼ばれ、セクタ部分はDRCカバーと呼ばれる。DRC値は無線インターフェース124によりAN 122へ送信されるメッセージである。1実施形態では、各DRC値は予め定められたDRC値割当てにしたがって関連するパケット長を有するキロビット／秒のデータレートに対応する。割当てはゼロのデータレートを特定するDRV値を含んでいる。実際に、ゼロのデータレートはAT 126がデータを受信できないことをAN 122に示す。1つの状態では、例えばチャンネルの品質はAT 126が正確にデータを受信するのは不十分である。

【0022】

動作において、AT 126はそれが次のデータパケット送信を受信できるデータレートを計算するためにチャンネル品質を連続して観察する。AT 126はその後、対応するDRC値を発生し、そのDRC値はデータ送信をリクエストするためにAN 122に送信される。典型的にデータ送信はパケットに区分されることに注意する。データのパケットの送信に必要な時間は与えられたデータレートの関数である。

【0023】

このDRC信号はまた情報を提供し、これはチャンネルスケジューラが各待ち行列に関連する各遠隔局の消費情報（または受信する送信されたデータ）の瞬間レートを決定するために使用する。1実施形態にしたがって、任意の遠隔局から送信されたDRC信号は遠隔局が多数の効率的なデータレートの任意の1つでデータを受信できることを示している。このような可変レート送信システムは2000年5月16日出願の米国特許第6,064,678号明細書（発明の名称“Method for Assigning Optimal packet Lengths in a Variable Rate Communication System”）に詳細に説明されており、本発明の出願人に譲渡され、ここで参考文献とされている。

【0024】

HDR送信をサポートし、多数のユーザへの送信をスケジュールするように構成された通信システムの1例が図7に示されている。図7を以下詳細に説明し、ここで特に基地局820と基地局制御装置810はパケットネットワークインターフェース806にインターフェースする。基地局制御装置810はシステム800での送信のためのスケジューアルゴリズムを実行するためのチャンネルスケジューラ812を含んでいる。チャンネルスケジューラ812は（最も最近受信されたDRC信号で示されているような）データを受信するための遠隔局の関連する瞬間レートに基づいて、データが任意の特定の遠隔局へ送信されるサービスインターバルの長さを決定する。サービスインターバルは時間的に連続しないでnスロット毎に一度生じる。1実施形態にしたがって、パケットの第1の部分は第1の時間の第1のスロット期間に送信され、パケットの第2の部分は後続する時間の4スロット後に送信される。また、パケットの後続部分は類似の4スロット分散、即ち相互に4スロット離れている多数のスロットで送信される。1実施形態にしたがって、受信データ R_i の瞬間レートは特定のデータ待ち行列に関連するサービスインターバルの長さ L_i を決定する。

【0025】

さらに、チャンネルスケジューラ812は送信のための特別なデータ待ち行列を選択する。送信されるデータの関連する品質はその後、データ待ち行列830から検索され、データ待ち行列830に関連する遠隔局へ送信するためにチャンネル素子826へ与えられる。以下説明するように、チャンネルスケジューラ812はデータを提供するための待ち行列を選択し、これは各待ち行列に関連する加重を含んだ情報を使用して後続するサービスインターバルで送信される。送信される待ち行列に関連する加重はその後更新される。

【0026】

パケットの一部のみが送信されてもユーザは正確にパケットを受信することが可能であることに注意する。これはチャンネル状態がユーザにより予測されるよりも良好であるときに生じる。その場合にはユーザはパケットが既に正確に受信されており、パケットの残りの部分は送信される必要がないことを示す“ACK”信号を基地局へ送信する。これが

10

20

30

40

50

行われるとき、データパケット全体はさらに短いサービスインターバルでユーザへ効率よく送信され、それによってパケットが送信される効率的なデータレートを増加する。基地局はその後、別のパケットを同じユーザまたは異なるユーザへ送信するためにそのパケットの残りの部分を送信するようにもともとスケジュールされているタイムスロットを再割当する。このプロセスは通常自動反復リクエスト（ARQ）と呼ばれる。

【0027】

ARQをサポートするシステムでは、データパケットは予め定められた数の送信を行うようにスケジュールされており、ここで各送信は異なる情報を含んでもよい。多数の送信は他のパケットを逐次的に挿入されている。受信機がパケットを復号し処理するのに十分な情報を受信するとき、受信機はこれ以上の情報が現在のパケットに必要なこと
10
の指示を送信機へ送信する。送信機はその後、現在のパケットにもともとスケジュールされているスロットを自由に別のパケットへスケジュールする。この方法で、システムリソースが保存され、受信機への送信時間は減少される。

【0028】

例示的な可変レートの通信システムの基本サブシステムを示しているブロック図が図7で示されている。基地局制御装置810 はパケットネットワークインターフェース806、公共交換電話網PSTN 808および通信システムの全ての基地局（簡単にするため1つの基地局820 だけが図7に示されている）とインターフェースする。基地局制御装置810 は通信システムの遠隔局と、パケットネットワークインターフェース806 とPSTN808 とに
20
接続されている他のユーザとの間の通信を調整する。PSTN808 は標準的な電話機ネットワーク（図7では図示せず）によりユーザとインターフェースする。

【0029】

基地局制御装置810 は多数のセレクトア素子816 を含んでいるが、簡単にするため1つだけが図7に示されている。各セレクトア素子816 は1以上の基地局820 と1つの遠隔局（図示せず）との間の通信を制御するように割当てられる。セレクトア素子816 が所定の遠隔局に割当てられていないならば、呼制御プロセッサ818 は遠隔局をページする必要性を通知される。呼制御プロセッサ818 はその後、遠隔局をページするように基地局820 に命令する。

【0030】

データソース802 は所定の遠隔局へ送信されるデータ量を含んでいる。データソース802 はデータをパケットネットワークインターフェース806 へ提供する。パケットネットワークインターフェース806 はデータを受信し、そのデータをセレクトア素子816 へ転送する。セレクトア素子816 はその後、ターゲット遠隔局と通信中の各基地局820 へそのデータを送信する。例示的な実施形態では、各基地局820 はデータの待ち行列830 を維持し、待ち
30
行列830 は遠隔局へ送信されるデータを記憶する。

【0031】

データはデータ待ち行列830 からチャンネル素子826 へデータパケットで送信される。例示的な実施形態では、順方向リンクで、“データパケット”は最大1024ビットのデータ量と、予め定められた“タイムスロット”（約1.667ミリ秒）内で目的地の遠隔局へ送信されるデータ量を意味する。各データパケットに対しては、チャンネル素子826
40
は必要な制御フィールドを挿入する。例示的な実施形態では、チャンネル素子826 は巡回冗長チェックCRCのデータパケットおよび制御フィールドの符号化を行い、コードテールビットのセットを挿入する。データパケット、制御フィールド、CRCパリティビット、コードテールビットはフォーマットされたパケットを構成している。例示的な実施形態では、チャンネルエレメント826 はその後フォーマットされたパケットを符号化し、符号化されたパケット内のシンボルをインターリーブ（または再度順序付け）する。例示的な実施形態ではインターリーブされたパケットはウォルシュコードでカバーされ、短いPNIとPNQコードで拡散される。拡散データはRF装置828 へ与えられ、そこで信号を直角位相変調、濾波、増幅する。順方向リンク信号は無線でアンテナを通して順方向リンク
50
へ送信される。

【0032】

遠隔局では、順方向リンク信号はアンテナにより受信され、受信機へ転送される。受信機は信号を濾波し、増幅し、直角位相復調し、量子化する。デジタル化された信号は復調器（DEMOD）へ与えられ、ここで短いPNIとPNQコードでデスプレッドされ、ウォルシュカバースがデカバースされる。復調されたデータ信号は復号器へ与えられ、ここで基地局820で行われた信号処理機能の逆、特に、デインターリーブ、復号、CRCチェック機能を行う。復号されたデータはデータシンクへ与えられる。

【0033】

先に指摘したように、ハードウェアは順方向リンクでデータ、メッセージング、音声、ビデオ、およびその他の通信の可変レート送信をサポートする。データ待ち行列830から送信されたデータのレートは遠隔局における信号強度と雑音環境の変化に適合するように変化する。各遠隔局は好ましくはデータレート制御DRC信号を、各タイムスロットで関連する基地局820へ送信する。DRC信号は情報を基地局820へ提供し、基地局820は遠隔局の識別子と、遠隔局が関連するデータ待ち行列からデータを受信するレートを含んでいる。したがって遠隔局の回路は信号強度を測定し、DRC信号で送信されるレート情報を決定するために遠隔局の雑音環境を評価する。

【0034】

各遠隔局により送信されるDRC信号は逆方向リンクチャンネルを通して伝送され、RF装置828へ結合された受信アンテナを通して基地局820で受信される。例示的な実施形態では、DRC情報はチャンネル素子826で復調され、基地局制御装置810中に位置されているチャンネルスケジューラ812または基地局820に位置されたチャンネルスケジューラ832へ提供される。第1の例示的な実施形態では、チャンネルスケジューラ832は基地局820中に位置される。別の実施形態では、チャンネルスケジューラ812は基地局制御装置810中に位置され、基地局制御装置810内の全てのセクタ素子816に接続される。

【0035】

最初に説明した例示的な実施形態では、チャンネルスケジューラ832は待ち行列サイズとも呼ばれる各遠隔局で待ち行列されるデータ量を示している情報をデータ待ち行列830から受信する。チャンネルスケジューラ832はその後、基地局820によりサービスされる各遠隔局のDRC情報と待ち行列サイズに基づいてスケジューリングを行う。待ち行列サイズが別の実施形態で使用されるスケジューリングアルゴリズムで必要とされるならば、チャンネルスケジューラ812はセクタ素子816から待ち行列サイズの情報を受信する。

【0036】

1以上のユーザへのパケットの送信中、ユーザは送信されたパケット部分を含んだ各タイムスロットの後に“ACK”信号を送信する。各ユーザにより送信されたACK信号は逆方向リンクチャンネルを伝播し、RF装置828に結合された受信アンテナを経て基地局820で受信される。例示的な実施形態では、ACK情報はチャンネル素子826で復調され、基地局制御装置810中に位置されているチャンネルスケジューラ812または基地局820に位置されているチャンネルスケジューラ832へ与えられる。第1の例示的な実施形態では、チャンネルスケジューラ832は基地局820に位置されている。別の実施形態では、チャンネルスケジューラ812は基地局制御装置810に位置され、基地局制御装置810内の全てのセクタ素子816に接続している。

【0037】

本発明の実施形態は可変レートの送信をサポートできる他のハードウェアアーキテクチャにも応用可能である。本発明は逆方向リンクで可変レートの送信をカバーするように容易に拡張されることができる。例えば遠隔局からのDRC信号に基づいて基地局820における受信データのレートを決定する代わりに、基地局820は遠隔局から受信された信号の強度を測定し、遠隔局からの受信データのレートを決定するための雑音環境を評価する。基地局820はその後、遠隔局から逆方向リンクでデータが送信されるレートを、各関連する遠隔局へ送信する。基地局820は順方向リンクについてここで説明した方法と類似した方法で逆方向リンクの異なるデータレートに基づいて逆方向リンクにおける送信をスケジ

10

20

30

40

50

ュールしてもよい。

【0038】

また、前述の実施形態の基地局820 は符号分割多元アクセスC D M A方式を使用して、基地局820 に関連する残りの遠隔局を除く遠隔局の選択された1以上のものへ送信する。任意の特定の時間に、基地局820 は受信基地局820 へ割当てられたコードを使用して遠隔局の選択された1つまたは選択された1以上のものへ送信する。しかしながら本発明はまた送信リソースを最適に割当てるために、データを他の基地局820 を除く選択された基地局820 へ提供する異なる時間分割多重アクセスT D M A方法を使用している他のシステムにも応用可能である。

【0039】

チャンネルスケジューラ812 は順方向リンクの可変レート送信をスケジュールする。チャンネルスケジューラ812 は待ち行列サイズを受信し、これは遠隔局へ送信するデータの量、遠隔局からのメッセージの量を示している。チャンネルスケジューラ812 は好ましくは公正制約に適合しながら最大のデータスループットのシステムの目的を実現するためにデータ送信をスケジュールする。

【0040】

図1で示されているように、遠隔局は通信システム全体に分散されており、ゼロまたは1つの基地局と順方向リンクで通信中である。例示的な実施形態ではチャンネルスケジューラ812 は順方向リンクデータ送信を通信システム全体にわたって調整する。高速度データ送信のためにスケジュール方法および装置は1997年2月11日出願の米国特許出願第08/798,951号明細書（発明の名称“Method and Apparatus for Forward Link Rate Scheduling”）に詳細に説明されており、これは本発明の出願人に譲渡され、ここで参考文献とされている。

【0041】

1実施形態によれば、チャンネルスケジューラ812 はコンピュータシステム中に構成され、プロセッサ、ランダムアクセスメモリ、R A Mおよびプロセッサ（図示せず）により実行される命令を記憶するためのプログラムメモリを含んでいる。プロセッサ、R A M、プログラムメモリはチャンネルスケジューラ812 の機能に専用とされていてもよい。他の実施形態では、プロセッサ、R A M、プログラムメモリは基地局制御装置810 における付加的な機能を行うための共有されたコンピュータ処理リソースの一部であってもよい。例示的な実施形態では、一般化されたスケジューラは図7に示されているシステム800 に適用され、以下詳細に説明する。データ送信のスケジュールのための優先順位機能を実行するのに使用されるB S C 810とB S 820内のこれらのモジュールについて一般化されたスケジューラの特定を行った後に説明する。

【0042】

無線データ応用での需要が増加すると、非常に効率的な無線データ通信システムの需要は著しく増加する。I S－95標準方式はトラフィックデータおよび音声データを順方向および逆方向リンクによって送信できる。I S－95標準方式にしたがって、トラフィックデータまたは音声データは14.4K b p s程度のデータレートで20ミリ秒の幅のコードチャンネルフレームに区画される。I S－95システムでは、各加入者局は限定された数の直交順方向リンクチャンネルの少なくとも1つを割当てられる。基地局と加入者局との通信が進行中である一方で、順方向リンクチャンネルは加入者局に割当てられたままの状態である。データサービスがI S－95システムで行われるとき、順方向リンクチャンネルは加入者局へ送信される順方向リンクデータが存在しないときでも加入者局へ割当てられた状態である。

【0043】

音声サービスとデータサービスの大きな差は前者が厳格で固定した遅延要求を有することである。典型的に、スピーチフレームの1方向遅延全体は100ミリ秒よりも小さいように特定される。それと対照的に、データ遅延はデータ通信システムの効率を最適にするために使用される可変パラメータになることができる。

【0044】

音声サービスとデータサービスの別の大きな差は前者が全てのユーザに対して固定し共通したグレードのサービス（GOS）を必要とすることである。典型的に音声サービスを提供するデジタルシステムでは、これは全てのユーザに対して固定された等しい送信レートと、スピーチフレームのエラー率に対する最大の許容値に変換される。対照的に、データサービスでは、GOSはユーザにより異なり、データ通信システムの全体効率を増加するように最適化されたパラメータである。データ通信システムのGOSは典型的にここではデータパケットと呼ぶ予め定められたデータ量の転送で被る総遅延として規定される。

【0045】

音声サービスとデータサービスのさらに別の大きな差は前者が確実な通信リンクを必要とすることであり、これは例示的なCDMA通信システムではソフトハンドオフにより行われる。ソフトハンドオフは信頼性を改良するために2以上の基地局から冗長送信を行う。しかしながら、この付加的な信頼性はエラーを有して受信されたデータパケットが再送信されるのでデータ送信に必要とされない。データサービスでは、ソフトハンドオフのサポートに使用される送信パワーは付加的なデータの送信にさらに効率的に使用されることができる。

【0046】

データパケットと平均スループットレートに必要な送信遅延はデータ通信システムの品質と効率性を規定するのに使用される2つの属性である。送信遅延は音声通信で行うのと同じ影響をデータ通信ではもたないが、データ通信システムの品質を測定するには重要なメトリックである。平均スループットレートは通信システムのデータ送信能力の効率の尺度である。無線チャンネルで提供されるタイプのサービスに適切なGOSを同時に提供しながら改良されたデータスループットを与える通信システムが技術で必要とされている。

【0047】

一般化されたスケジューラの必要性は無線システムのデータ送信の要求およびターゲットに基づいている。データ送信では、スループットは個々のビットまたはバイトに関するよりもデータのパケットの送信で被る遅延に関して規定される。インターネットプロトコルIPデータグラム等のデータパケットは、多くの場合、パケットの一部のみの受信はユーザがパケット全体を復号し使用するのに十分な情報を含まないのので、即ちパケットはエンドユーザに対して無用なので、分割できない装置である。エンドユーザはデータパケットを受信し、データパケットで巡回冗長チェックCRCを実行し、データを処理する。それ故、ユーザはパケットの最後のビットの到着時間に最も関心をもち、データパケットの個々おビットの遅延には関心をもたない。これはデータパケットの送信時間よりも小さい時間スケールにわたって異なるユーザへのレート割当てにかなりのフレキシブル性を可能にする。さらに、送信制御プロトコルTCPでは、タイプ接続、パケット遅延の幾つかの変化はTCPの再送信を不必要に起こす変化がそれ程予測不可能ではない限り、許容可能である。

【0048】

無線チャンネルの別の特徴はチャンネル自体の変動性である。HDRタイプのシステムでは、この変動性は時間にわたるリクエストされたレートの変化を生じる。チャンネルの使用を最大にするために、スケジューラは高いレートのユーザ、即ち最高のデータレートをリクエストするユーザにサービスするように設計されている。このことは時には、ユーザが彼等のリクエストされたレートが低い時間期間にサービスされない可能性があることを意味している。スループット全体はスケジューラが長時間、低いレートのユーザにサービスしないときに最大にされる。しかしながら、理想的にはスケジューラは前述したようにパケット遅延と遅延変化が比較的一貫性を有する要望に対してこれを平衡する。

【0049】

別の特徴はシステム中の多数のユーザに対する公正さを考慮する。公正スケジューラ方法を実現するために、スケジューラは理想的には異なるユーザ間に総合的なスループットを分配する。異なるベースの公正さ（または許容可能な非公正さ）は異なるシステムによ

10

20

30

40

50

って、個々のシステムの要求と要望に作用するように使用される。公正さの概念は多くのスケジューアルゴリズムで重要な概念である。公正さはサービスする異なるユーザに対して異なる量のフレキシブル性を与え、セクタの全体的なスループットに影響を有する。

【0050】

1実施形態によると、多数のクラスのユーザへの応用を有する通信システムでの送信のスケジューリング方法および装置は一般化されたスケジューラを構成する。一般化されたスケジューラは種々の異なるスケジューリング優先順位を適合する。それぞれ特別な送信要求を有する異なるクラスのユーザは全てのユーザで高いスループットを維持している一般化されたスケジューラによりサービスされる。

【0051】

例示的な実施形態では、一般化されたスケジューラの動作はチャンネル状態メトリックと公正さ基準の優先順位関数を実行し、ここで優先順位関数は次式で規定される。

$$f(A_i(t), U_i(t)) \quad (1)$$

ここで $A_i(t)$ はチャンネル状態メトリックを指し、 $U_i(t)$ はユーザ公正さメトリックを指している。関数 $A_i(t)$ は現在のチャンネル状態に基づいて時間 t においてユーザ i をサービスする要望を特定する。関数 $U_i(t)$ は受信されたサービスの過去の経歴に基づいて時間 t でユーザ i をサービスする要望を特定する。優先順位関数 $f()$ は2つの要望メトリック $A_i(t)$ と $U_i(t)$ を結合して、各ユーザに対する優先順位レベルを決定する。

【0052】

図9Aを参照すると、例示的な実施形態では、多数のユーザはそれぞれ同一の基地局から送信を受信するための所望の基準を有する。基準を測定するのに使用されるスケールはここでは転送優先順位パラメータ(DPP)と呼ばれ、DPPは各ユーザの所望の優先順位を反映している。例えば第1のユーザは特定の時間割当てで送信を受信することを望み、第2のユーザは特定のスループットの送信を受信することを望んでいる。さらに第3のユーザは特定された遅延を有する送信を受信することを望んでいる。第1のユーザのDPPは時間スケールを反映し、第2のユーザのDPPは秒当たりのビット(bps)スケールを反映し、第3のユーザのDPPは時間遅延スケールを示す。各ユーザのDPPは送信を受信するための所望の基準の特定値を識別する。

【0053】

多数のユーザのDPPは共通のスケールにマップされる。共通のスケールはDPP内の値範囲のユニットレス(unitless)の比例表示である。図9Aで示されているように、各DPPは異なる値の範囲を有し、各異なるDPP範囲は共通のスケールにマップされる。DPP範囲内の特定のユーザの実際値のマッピングはここではマップされた優先順位パラメータ(MPP)と呼ぶ。

【0054】

図9Bは第1のDPPをMPPへマッピングするシナリオを示しており、3つの異なるDPPタイプはA、B、Cとラベル付けされている。水平軸は各3つのタイプのDPP範囲を表している。垂直軸は値のMPP範囲を表している。理解を明白にするために、図9BではDPPタイプAは秒当たりのビットで測定されたスループットパラメータを表し、DPPタイプBは全てのユーザに割当てられた総時間に比例する1人のユーザに割当てられた時間のユニットレス比として測定された時間比例パラメータを表し、DPPタイプCはユニットレス比として測定された時間遅延比例を表している。別の実施形態は所定のシステムに特別な任意のタイプのDPPを構成し、さらに、別の実施形態はここでの例で説明されている比例値ではなく実際の時間単位を含んでいる。所定のDPPに対する値の範囲は予め定められた範囲にわたって与えられている。例えば、DPPタイプAの値の範囲は0bpsからシステムによりサポートされる最大値までである。同様に、DPPタイプBの値範囲はユーザが送信を受信しない0からユーザが全ての送信時間を受信する予め定められた最大値までである。DPPタイプCの値範囲は遅延なしから最大遅延までである。

【0055】

タイプAは増加する関数であり、 $MPP = 1$ は最大値に対応し、 $MPP = 0$ は最小値に対応する。タイプBも増加する関数であり、 $MPP = 1$ は最大値に対応し、 $MPP = 0$ は最小値に対応する。タイプCは減少する関数であり、 $MPP = 1$ は遅延なしに対応し、 $MPP = 0$ は最大遅延に対応することに注意する。 MPP 範囲は $DP P$ の最小から最大値を示している。換言すると、 MPP 範囲は $DP P$ 範囲を使用する。代わりのマッピングは種々の $DP P$ の共通の評価ベースを与えるように実行される。図9Bについて説明を継続すると、動作点は MPP 範囲1から0内で選択される。動作点は $DP P$ 範囲で示されるように各ユーザを満足するための利用可能なリソースを示している。動作点は与えられた範囲内の各 $DP P$ の正確な値を規定する。例えば、動作点はタイプAの値d3、タイプBの値d2、タイプCの値d1を規定する。これらの $DP P$ を有する個々のユーザには動作点が存在する。値d1、d2、d3は対応する $DP P$ の単位を考慮して解釈された各範囲内の特別な値である。値d1はbpsで解釈され、値d2は時間の割合として解釈され、値d3は遅延の割合として解釈される。

【0056】

図9Cは同じ $DP P$ から MPP のマッピングを示しており、ここでは異なる動作点を選択される。タイプBとタイプCの $DP P$ は結果的に共通の値d4となり、タイプAは異なる値d5を結果とする。図9Dは別の $DP P$ から MPP のマッピングを示している。ここで結果的な関数は減少する関数であるが、関数は線形ではない。動作点は $DP P$ 値d6を規定する。

【0057】

図10は1実施形態による一般化されたスケジューラ方法1200のフロー図を示している。ステップ1202で、一般化されたスケジューラはNのユーザのそれぞれから $DP P$ タイプの情報を受信する。 $DP P$ タイプの情報は一般化されたスケジューラにNのユーザ間の動作点を決定する情報を提供する。決定の菱形ブロック1204では、一般化されたスケジューラは全ての $DP P$ 値が全ての対のユーザで等しいか否か、即ちユニットを考慮せずに絶対値を決定する。全ての $DP P$ 対が等しい値を有するならば処理はステップ1212へ進み、前述の式(1)により規定された一般化されたスケジューラを適用する。 $DP P$ 値が全て等しくないならば、処理はステップ1206へ続き、図9A-9Dで示されているように、各 $DP P$ 範囲に対応する MPP 範囲へマップする。ステップ1208で、一般化されたスケジューラは各ユーザの利用可能なリソースによりサポートされた動作点を決定する。ステップ1210で、プロセスは動作点を各ユーザへ適用し、動作の継続のため正確な $DP P$ 値を決定する。処理はその後、前述の式(1)により規定された一般化されたスケジューラアルゴリズムを適用するためにステップ1212へ続く。このようにして、一般化されたスケジューラは個々の $DP P$ を考慮せずに共通の MPP 動作点を各ユーザへ適用する。 MPP 動作点が一度選択されると、一般化されたスケジューラは各 $DP P$ 範囲内の正確な $DP P$ 値へ外挿する。ユーザはそれ故、異なる優先順位のパラメータをそれぞれリクエストし、ここで一般化されたスケジューラは共通のスケールをスケジューラに適用する。

【0058】

例示的な実施形態にしたがって、一般化されたスケジューラは所定のクラスまたはユーザタイプ内で最高の優先順位関数 $f(A_i(t), U_i(t))$ をユーザにサービスする。例示的な実施形態では、優先順位関数 $f(A_i(t), U_i(t))$ により取られる値はチャンネル状態関数 $A_i(t)$ が増加するときに増加し、公正関数 $U_i(t)$ が増加するときに減少する。関数 $A_i(t)$ と $U_i(t)$ はしたがって決定される。さらに、優先順位関数 $f()$ はチャンネル状態メトリックとユーザ公正メトリックが測定される少なくとも1つの時間期間の関数である。別の実施形態では、優先順位関数 $f()$ はユーザ機能当たり時間依存性である。しかしながら、簡単にするために、全てのユーザに共通である結合器関数に固着し、ユーザの要求を反映するためにユーザ公正メトリックを変更することが最良である。また説明を明瞭にするため、分割演算として優先順位関数を考慮する。

【0059】

チャンネル状態メトリックはチャンネル状態の変化の効率を利用する。以下説明するよ

うに、メトリックは DRC 、 DRC/DRC_{ave} 、 $DRC-DRC_{ave}$ または定数値として規定される。多数のユーザダイバーシティからの利得を最大にするために、選択されたチャンネル品質メトリックはチャンネル状態がそのユーザの平均状態に関して良好であるときに高い値を有するべきである。説明を明白にするために、例示的な実施形態はチャンネル状態メトリックとして DRC/DRC_{ave} を考慮する。特に重要なのは DRC_{ave} の定義である。平均化はチャンネル状態の時定数 T_c にわたって行われなければならない。このように、チャンネル状態メトリックは T_c よりも小さい時間スケールにわたって DRC により変化することが予測される。 T_c よりも大きい時間スケールにわたって生じる DRC 値の変化は長期で考慮され、チャンネル状態メトリックの分子と分母の両者に等しく影響し、したがって相互に消去する。 T_c の値はチャンネルダイナミクスを観察することにより選択される。チャンネルダイナミクスが DRC 値が例えば T_1 の長さの時間スケールにわたって顕著に変化するようなものであるならば、時定数 T_c は T_1 よりも大きくなければならない。チャンネル状態メトリックはユーザの要求により可能にされる最大の時定数を使用しなければならないことに注意する。

10

【0060】

例示的な実施形態によると、公正メトリックはユーザのクラス毎に実効的に一定にされている。選択されたチャンネル状態メトリック、および約 1 で振動する傾向がチャンネル状態メトリックにあるならば、スケジューラは低いユーザ公正メトリック値を有するユーザにサービスし、高いユーザ公正メトリック値を有するユーザにサービスしない傾向がある。このように、一般化されたスケジューラは多数のユーザダイバーシティを利用しながらユーザ公正メトリックを一定に維持するアルゴリズムに類似している。各ユーザが最も所望する状態がユーザ公正メトリックの同じ数値になるようにユーザ公正メトリックを決定するため、システムが多数の異なるタイプの要求を有するユーザにサービスすることを可能にする。また、所望の動作点周辺の勾配はどれ程の過剰な容量または容量の欠損が異なるユーザ間で分配されているかを決定する。異なるユーザに対するスケジュールの重要な洞察は多数のユーザのダイバーシティを利用しながら一定値でユーザ公正メトリックを維持することである。

20

【0061】

サービスにしたがってユーザを区分するシステムでは、異なるクラスのユーザはラウンドロビン方法等の優先順位またはその他の方式にしたがってサービスされる。最初に単一のクラスまたはユーザタイプを考える。例示的な実施形態は最高の $f(A_i(t), U_i(t))$ を使用するが、別の実施形態は最低値および／または別のタイプの関数を使用してもよい。 $f()$ 、 $A_i(t)$ 、 $U_i(t)$ の適切な定義の決定はスケジュールの有効性を決定する。

30

【0062】

本発明は種々のスケジュールアルゴリズムと優先順位化に適用可能であり、ここで説明したものに限定されない。明白にするため、幾つかのスケジュールアルゴリズムを一般化されたスケジューラと種々の構造の例を与えるために説明した。

【0063】

本発明の実施形態は単一の通信ノードによってサービスされる通信ネットワークへ複数の加入者間のリソースを割当てるシステムおよび装置に関する。個々のディスクリートな送信インターバルまたは“サービスインターバル”で、個々の加入者は全ての他の加入者を除く通信ノードの有限リソースを使用する。個々の加入者は彼等に関連する加重またはスコアに基づいて有限リソースを使用するように選択される。個々の加入者に関連する加重の変化は個々の加入者が有限リソースを消費できる瞬間レートに基づくことが好ましい。

40

【0064】

1 実施形態では、 AT_{126} は DRC カバーにより DRC 値をカバーする。 DRC カバーはデータが送信されるセクタを識別するために適用するコーディングである。1 実施形態では、 DRC カバーは DRC 値に適用されるウォルシュコードであり、特有のコードは A

50

T 126のアクチブセットの各セクタに対応する。アクチブセットA Sはこれらのセクタからなり、これらのセクタと共にA T 126は現在情報を送信し受信している。D R C値とD R CカバーはD R C値がデータレートを特定し、D R Cカバーが送信セクタを識別するとき完全なデータリクエストを提供する。別の実施形態は送信セクタを識別する別のカバーまたは方法を使用してもよい。さらに別の実施形態はD R C値のセクタ識別子を含んでもよい。

【0065】

一般化されたスケジューラフレームワークを使用して構成されることのできるスケジューラの1例は、多数のユーザダイバーシティの利用によりシステムのスループットを改良する均等時間スケジューラである。このスケジューラのチャンネル状態メトリックは前述のD R C / D R C a v eである。特に任意の時間tにおいて、スケジューラは各ユーザiについてチャンネル状態メトリック $A_i(t)$ を計算する。 $A_i(t) = D R C_i(t) / D R C a v e_i(t)$ であり、ここで $D R C_i(t)$ は時間tでユーザiからのチャンネル状態を示す受信されたD R C信号であり、 $D R C a v e_i(t)$ は次式により与えられる。

$$D R C a v e_i(t) = D R C a v e_i(t-1)(1-1/t_a) + D R C_i(t-1)(1/t_a) \quad (2)$$

ここで t_a は平均化のための時定数である。

【0066】

ユーザの要求メトリック($U_i(t)$)が $f r a c i(t)$ として与えられ、ここで $f r a c i(t)$ は次式を使用して規定される。

$$f r a c i(t) = f r a c i(t-1)(1-1/t_u) + S e r v e d_i(t-1)(1/t_u) \quad (3)$$

$S e r v e d_i(t-1)$ はユーザiがスロットt-1中にサービスされるならば1であり、ユーザがスロットt-1中にサービスされないならば0である。 $f r a c i(t)$ はユーザiのサービスに費やす時間の平均的な割合であり、平均化は式(2)に基づいて行われることに注意すべきである。

【0067】

スケジューラはその後各時間スロットtにおける各ユーザおよび送信するデータを有するユーザ間で $A_i(t) / U_i(t)$ を計算し、最高の $A_i(t) / U_i(t)$ を有するユーザにサービスする。

【0068】

一般化されたスケジューラフレームワークを使用して構成されることのできるスケジューラの別の例は多数のユーザダイバーシティの利用によりシステムのスループットを改良するだけでなく2つの異なる品質のサービスを2つの異なるクラスのユーザに提供する均等時間スケジューラである。ユーザの1つのクラス、例えばクラスAはパケット遅延に敏感であり、スケジューラはそれらに別のクラス、例えばクラスBよりも小さいジッタをサービスする。このスケジューラのチャンネル状態メトリックは前述したD R C / D R C a v eである。特に、任意の時間tにおいて、スケジューラは以下のように各ユーザiのチャンネル状態メトリック $A_i(t)$ を計算する。

$$A_i(t) = D R C_i(t) / D R C a v e_i(t) \quad (4)$$

ここで、 $D R C_i(t)$ は時間tにおいてユーザiからのチャンネル状態を示す受信されたD R C信号であり、 $D R C a v e_i(t)$ は次式により与えられる。

$$D R C a v e_i(t) = D R C a v e_i(t-1)(1-1/a) + D R C_i(t-1)(1/t_a) \quad (5)$$

ここで t_a は平均化のための時定数である。

【0069】

クラスAのユーザに対するユーザ要求メトリック($U_i(t)$)は $f r a c i_a(t)$

であり、ここで $\text{fracia}(t)$ は次式を使用して規定される。

$$\begin{aligned} \text{fracia}(t) = & \\ & \text{fracia}(t-1)(1-1/t_{ua}) + \\ & \text{Servedia}(t-1)(1/t_{ua}) \end{aligned} \quad (6)$$

$\text{Servedia}(t-1)$ はクラスAのユーザ i がスロット $t-1$ 中にサービスされるならば1であり、ユーザがスロット $t-1$ 中にサービスされないならば0である。 $\text{fracia}(t)$ はユーザ i のサービスに費やす時間の平均的な割合であり、平均化は式(5)に基づいて行われることに注意する。

【0070】

クラスBのユーザのユーザ要求メトリック ($U_i(t)$) は $\text{fracib}(t)$ であり、ここで $\text{fracib}(t)$ は次式を使用して規定される。

$$\begin{aligned} \text{fracib}(t) = & \\ & \text{fracib}(t-1)(1-1/t_{ub}) + \\ & \text{Servedib}(t-1)(1/t_{ub}) \end{aligned} \quad (7)$$

$\text{Servedib}(t-1)$ はクラスBのユーザ i がスロット $t-1$ 中にサービスされるならば1であり、ユーザがスロット $t-1$ 中にサービスされないならば0である。 $\text{fracib}(t)$ はユーザ i のサービスに費やす時間の平均的な割合であり、平均化は式(5)に基づいて行われることに注意すべきである。スケジューラは各時間スロット t における各ユーザおよび送信するデータを有するユーザ間で $A_i(t)/U_i(t)$ を計算し、最高の $A_i(t)/U_i(t)$ を有するユーザにサービスする。

【0071】

この場合、 $t_{ua} < t_{ub}$ であり、クラスAのユーザの $U_i(t)$ がクラスBのユーザの $U_i(t)$ よりも速く減衰することを示している。結果として、クラスAのユーザはクラスBのユーザよりも頻繁にサービスを獲得するが、クラスAのユーザがサービスを獲得する度に、これはさらに小さい時間量である。全体として、スケジューラは各ユーザにサービスするのに等しい時間量を費やす。

【0072】

一般化されたスケジューラフレームワークを使用して構成されることのできる別の例のスケジューラは多数のユーザのダイバーシティの利用によりシステムのスループットを改良する比例公正スケジューラである。このスケジューラに対するチャンネル状態メトリックは前述した DRC/DRCave である。特に、任意の時間 t ではスケジューラは各ユーザ i についてチャンネル状態メトリック $A_i(t)$ を計算する。

$$A_i(t) = \text{DRC}_i(t) / \text{DRCave}_i(t) \quad (8)$$

ここで、 $\text{DRC}_i(t)$ は時間 t におけるチャンネル状態を示しているユーザ i から受信されたDRC信号であり、 $\text{DRCave}_i(t)$ は次式により与えられる。

$$\begin{aligned} \text{DRCave}_i(t) = & \text{DRCave}_i(t)(t-1)(1-t/t_a) + \\ & \text{DRC}_i(t-1)(1/t_a) \end{aligned} \quad (9)$$

ここで t_a は平均化のための時定数である。ユーザ要求メトリック ($U_i(t)$) は $\text{ServedRateave}_i(t)/\text{DRCave}_i(t)$ として与えられ、ここで $\text{ServedRateave}_i(t)$ は次式を使用して規定される。

$$\begin{aligned} \text{ServedRateave}_i(t) = & \\ & \text{ServedRateave}_i(t-1)(1-1/t_a) + \\ & \text{Served_Rate}_i(t-1)(1/t_a) \end{aligned} \quad (10)$$

ここで $\text{Served_Rate}_i(t-1)$ はユーザ i がスロット $t-1$ 中にサービスされるレートであり、ユーザがスロット $t-1$ 中にサービスされないならば0である。 $\text{Served_Rate}_i(t)$ は平均化が式(9)に基づいて行われる場合にユーザ i にサービスするために使用される平均データレートであることに注意すべきである。

【0073】

スケジューラは各時間スロット t における各ユーザの $A_i(t)/U_i(t)$ を計算して、データの送信を保留中のユーザ間で最高の $A_i(t)/U_i(t)$ を有するユーザに

10

20

30

40

50

サービスする。

【0074】

さらに、一般化されたスケジューラ方法を使用して構成されることのできる別の例のスケジューラはサービスグレードスケジューラである。サービスグレードスケジューラの原理は任意の2人のユーザ間のビットレート比を予め定められた値G内に維持することである。サービスグレードスケジューラは所定の時間インターバルにわたってビットレート比の要求を維持する。このスケジューラは短い時間インターバルにわたって多数のユーザのダイバーシティの利用によりシステムスループットを改良する。このスケジューラのチャンネル状態メトリックは前述のDRC/DRCaveである。特に任意の時間tにおいてスケジューラは各チャンネルユーザiに対するチャンネル状態メトリック $A_i(t)$ を計算する。 $A_i(t) = DRC_i(t) / DRCave_i(t)$ であり、ここでDRC $i(t)$ は時間tにおけるユーザiから受信されたチャンネル状態を示すDRC信号であり、DRCave $i(t)$ は次式により与えられる。

$$DRCave_i(t) = DRCave_i(t-1)(1 - 1/ta) + DRC_i(t-1)(1/ta) \quad (11)$$

ここでtaは平均化のための時定数である。

【0075】

ユーザ要求メトリック($U_i(t)$)は以下の方法で計算される。各タイムスロットで、全体的なシステムのスループットの尺度、即ち基地局によりサービスされる全てのユーザのスループットの合計は記憶され、Rtotalと呼ばれる。Rtotalの追跡を維持する1つの可能な方法は各タイムスロットtで以下の計算を行うことにより行われる。

$$Rtotal(t) = Rtotal(t-1)(1 - 1/ttotal) + SystemServedRate(t-1)(1/ttotal) \quad (12)$$

ここでSystemServedRate(t-1)はシステムが時間t-1で任意のユーザにサービスしているレートであり、ユーザが時間t-1中にサービスされないならば0であり、ttotalは適切に選択された時定数である。

【0076】

また、加重Wは各ユーザに対して維持される。長さBバイトを有するデータパケットがユーザに送信され、ユーザのデータレートがパケットが送信されたときのRtotalよりも小さいとき、加重Wは B^*G だけ増加される。Bバイトパケットがユーザに送信された後、加重WはBだけ増加され、ユーザのデータレートはパケットが送信されたときのRtotal以上である。加重Wは時間により変化するので、これは $W(t)$ として表される。また各ユーザは異なる加重を有するので、それに属するユーザを識別するための添字を使用する。それ故、時間tにおけるユーザjの加重は $W_j(t)$ により示される。

【0077】

さらに、カラーと呼ばれるパラメータが存在する。カラーはスケジューラパラメータとして特定化され時間の経過に対して変化しない数である。 $Wmin(t)$ が時間tにおける全てのユーザ間で最小の加重であることを想定する。ユーザ要求メトリック $U_i(t)$ は $Wmin(t)$ と $Wmin(t) + \text{カラー}$ との間の加重を有する全てのユーザで1に規定される。1つのケースでは、 $U_i(t)$ は全ての他のユーザに対して、例えば1000の大きい定数であるように規定される。

【0078】

次にスケジューラは各時間スロットtにおける各ユーザに対して $A_i(t) / U_i(t)$ を計算し、データの送信を保留中のユーザ間で、最高の $A_i(t) / U_i(t)$ を有するユーザにサービスする。

【0079】

前述したように、HDRシステム等の種々のスケジューアルゴリズムがデータ送信をサポートするシステムで送信をスケジューラするために使用される。1つの方法はサービスグレードGOSスケジューアルゴリズムと呼ばれる。図2は図1のシステム100に適

10

20

30

40

50

用可能なGOSスケジューラを示しており、ここで各アクティブユーザまたは移動局MSはデータレートリクエストを基地局BSへ送信する。GOSスケジューラは任意の2つのユーザ対の間のレート比を維持するデータ送信のためにユーザを選択する方法を提供し、したがって対応する公正基準を満たす。換言すると、GOSスケジューラに対する公正基準は各ユーザのスループットが他のそれぞれのユーザに比例することを確実にする。

【0080】

スケジューラ方法200はBSで実行され、アクティブセットのユーザを考慮し、ユーザはそのユーザとBSとの間で通信するために保留されたデータが存在するときのアクティブセットのメンバである。アクティブユーザの総数はNで与えられ、インデックス*i*はアクティブセットの個々のメンバを識別する。データ送信では、アクティブセットの各N数のユーザはBSにユーザが所望しているデータレートでデータを送信するように命令する。データレート情報はデータレートリクエストメッセージとして与えられる。1実施形態では、データレートリクエストはデータレート制御DRCメッセージである。データレートリクエストメッセージは順方向リンクFLの品質を示す。

【0081】

図2を続いて参照すると、ステップ202で各NのユーザはDRC値を送信する。ステップ204で、BSは送信されるビット数に基づいてNのユーザのそれぞれのスループットを決定する。BSは各N数のユーザに送信し、それ故所定の時間中に各ユーザに送信される送信ビット数を知っている。ユーザ*i*のスループットは*T_i*として与えられる。第2のインデックス*j*はユーザ*i*との比較のためにユーザを識別するのに使用される。決定の菱形ブロック206で、BSはユーザ*i*と、アクティブセットの全てのユーザのユーザ*j*とのスループット比を決定する。比はその後値*G*に比例する公正基準と比較される。

全ての*i*および*j*に対して、 $T_i / T_j \leq G$ (13)

式(13)で与えられるように、スループットは*G*の増加と共に増加することに注意すべきである。スループットの増加は公正さを犠牲にし、*G*値が高い程、異なるユーザのスループットの差は大きくなる。この意味で公正さは所定のユーザに送信される実際のビット数を指している。式(13)の比がユーザ*i*と*j*の任意の組合わせの式を満たさないならば、ステップ210でBSは式(13)の関係を実現またはほぼ実現するようにスケジューラを決定する。この場合、BSは典型的に低いスループット値を有するユーザへの送信を増加する。このようにして、最低のスループットを有するユーザと最高のスループットを有するユーザとの比は減少される。式(13)が決定菱形ブロック206で満足されたならば、BSはステップ208でほぼ*G*以下のスループット比を維持するようにスケジューラを決定する。スケジューラはステップ212で適用され、処理はステップ202へ戻り、例えばDRCの次データレートリクエストメッセージのセットを受信する。

【0082】

システム100に適用可能な別のスケジューラアルゴリズムが図3に示されている。スケジューラ方法250はステップ252で各ユーザの加重を初期化する。加重は優先順位インジケータであり、加重が大きい程、ユーザの送信の重要性を意味する。別の実施形態は加重の異なる重要性を構成する。加重はユーザにより選択されるサービスプランを含むがそれに限定されない種々ファクタにより決定されることができ。ステップ254で、BSは最小の加重を有するユーザを選択する。BSはステップ256でレートしきい値の*R_{th}*の値を計算し。決定菱形ブロック258で*R_{th}*の値を選択されたユーザのレートと比較する。BSはレートしきい値をデータ有するユーザに関連する瞬間レートの全ての平均としてレートしきい値を計算する。データ含まないユーザに関連する全ての瞬間レートは好ましくはこの計算で除去される。BSはレートしきい値の*R_{th}*の値を選択されたユーザのレートと比較し、ユーザレートがしきい値*R_{th}*の値を超えるならば、ステップ260でBSはこのユーザに関連される加重を、好ましくはビット、バイトまたはメガバイト等の単位で次のサービスインターバル中に送信されるデータの量を表す数である低い値だけ増加する。ユーザレートがしきい値*R_{th}*の値を超えないならば、ステップ262で好ましくはビット、バイトまたはメガバイト量のような次のサービスインターバル中に送信されるデータの量の

倍数“K”である高い値だけユーザの加重を増加する。

【0083】

Kの選択は高いレートでデータを受信する能力を有する遠隔局またはユーザへのサービスインターバルの割当を好む公正基準に基づくことが好ましい。システム設計者は高いレートでデータを受信する遠隔局がより低速度で受信する遠隔局よりも好まれる程度に基づいてKのサイズを選択する。K値が大きい程、使用されるBSの順方向リンクの効率は大きくなる。しかしながら、この効率は加入者から順方向リンクの送信リソースの低速度で受信するユーザを奪うことになる。それ故、システム設計者は好ましくは2つの競合する目的1) 順方向リンクの全体効率の強化と、2) 低速度で受信するユーザを奪うことの防止とを平衡する方法でKの値を選択する。高速度の関連する瞬間データレート（即ちしきい値 R_{th} の値を超過する）を有している選択されたユーザは少量だけ増加された関連する加重を有する傾向が高く、低いデータレート（即ちしきい値の R_{th} の値を超過しない）を有する選択されたユーザは非常に多量に増加された関連する加重を有する。図3の方法250は低いデータレートでデータを受信する遠隔局よりも比較的高いレートでデータを受信するユーザをサービスすることを好む傾向が高い。この傾向は順方向リンクでのデータ送信でBSのスループットの効率を強化するが、高いレート（即ちしきい値 R_{th} の値を超過する）のデータ受信を有するユーザに関連するしばしば選択された待ち行列に関する加重が増加され続けると、これらの加重は低いレート（即ちしきい値を超過しない）のデータ受信を有するユーザに関連する頻繁には選択されない待ち行列に関する加重に徐々に接近する。選択プロセスは高速度で受信するユーザの加重が低速度で受信するユーザの加重を超え始めたとき低速度で受信するユーザを好み始める。これは高速度で受信するユーザが低速度で受信するユーザを除外して基地局の順方向リンク送信リソースを占有することを防ぐことによって選択プロセスに公正制限を与える。

【0084】

さらに別のスケジュール方法はアクティブセットの全てのユーザにわたって送信時間を等しくしようとする公正基準を有する比例公正スケジューラと呼ばれる。比例公正スケジュール方法にしたがって、BSはデータレート $R_i(t)$ 等の時間の関数として各ユーザ i に関連するパラメータを追跡する。BSはアクティブセットの各ユーザからDRC情報を受信し、アクティブセットの各ユーザの以下の比を計算する。

$$DRC_i / R_i \quad (14)$$

この比は効率的に現在のチャンネル状態を最近の過去と比較する。所定のユーザに対しては、DRCが高くパラメータ R が低いならば、ユーザは送信の良好な候補と考慮される。

【0085】

減少された R 値はユーザが最近の過去の基地局からのデータ送信の受信者ではないことを示している。高いDRCはユーザが良好なチャンネル状態を検出していることを示している。1実施形態によれば、ユーザパラメータ R の計算は次式により与えられる。

$$R_i(t+1) = R_i(t) * (1 - 1/T_c) + D * (1/T_c) \quad (15)$$

ここで D は予め定められた時間インターバル t 中に受信されたデータレートを表し、 T_c は考慮される最近のインターバルを表している。最近のデータレートは各ユーザの実際の状態を反映するためにさらに重く加重される。

【0086】

図4Aは前述の方法の組合わせを示しており、データレートしきい値は予め定められた時間期間内の瞬間値に適用され、GOS基準は予め定められた時間期間により規定されたインターバルにわたって適用される。方法400は最初にステップ402でGOS時間期間を追跡するためにタイマを初期化する。タイマがステップ404で期間を満了しないならば、即ち依然としてGOS時間期間内であるならば、処理は各ユーザの優先順位関数を決定するために図4Bのステップ420へ継続する。例示的な実施形態では、優先順位関数はユーザのデータレート $R_i(t)$ である。ステップ422で、BSは優先順位関数にしたがって勝者を選択し、データをステップ424で送信する。データがステップ426で依然として

保留であるならば、処理はステップ420 へ戻り、そうでない場合には処理はこの時間期間で終了する。

【0087】

図4Aを続けて参照すると、タイマがステップ404 で満了したならば、即ちGOS時間期間が完了したならば、処理は他のユーザからDRCを受信するためにステップ406 へ続く。ステップ408 でBSは送信されたビット数に基づいて各ユーザのスループットを決定する。比はその後、前述の式(15)で示したように公正基準比例値Gと比較される。式(13)の比がユーザiとjの任意の組合わせに対して式を満足しないならば、ステップ414 でBSは式(13)の関係を実現またはほぼ実現するためにスケジュールを決定する。この場合、BSは低いスループット値を有するユーザへの送信を典型的に増加する。このようにして、低いスループットを有するユーザと、高いスループットを有するユーザとの比は減少される。式(13)が決定菱形ブロック410 で満足されるならば、BSはステップ414 でほぼG以下のスループット比を維持するようにスケジュールを決定する。スケジュールはステップ416 で適用され、処理はステップ402 へ戻り、例えばDRCのデータレートリクエストメッセージの次のセットを受信する。

【0088】

図4Aと4Bで示されている方法400 の特別な例が図5に与えられている。方法600 は最初にステップ602 で数Mのユーザ間の最小の加重を決定する。方法600 はさらにステップ604 で選択されたユーザのカラーKを決定し、ステップ606 で(M+K)を計算する。有効なDRCを送信し、保留データを有するユーザでは、ユーザの加重が(M+K)の計算された値よりも非常に小さいならば、処理はチャンネル状態に基づいてユーザを選択するようにステップ612 へ継続する。そうでなければ処理は最小の加重を有するユーザを選択するためにステップ610 へ継続する。選択されたユーザの加重はステップ614 で更新され、処理はステップ602 へ戻る。

【0089】

もともとHDRシステムの順方向リンク用に提案された1つのスケジュールアルゴリズムはHDRエンコーダパケットの細分性により可能にされるような小さい時間期間にわたってサービスグレードの公正さを与える。サービスグレードの公正さは幾らかの時間期間にわたって2人のユーザにより観察されたスループットがG:1の比だけ相互から異なることを意味するように規定されており、ここで $G \geq 1$ である。同じことを説明する別の方法は長さtの任意の時間期間にわたるそれを示すことである。

$$b_A(t) \leq G \cdot b_B(t) \quad \forall A, B \quad (16)$$

ここで $b_A(t)$ と $b_B(t)$ はそれぞれ長さtの時間期間にわたってユーザAとBにより受信されたビット数である。GOSスケジュールアルゴリズムは最初に待ち行列に関連する全ての加重をゼロの公称上の加重値に初期化する。アルゴリズムはその後、送信の待ち行列を選択し、選択された待ち行列からパケットを送信する。全ての加重はその後全ての待ち行列で更新される。アルゴリズムは送信のための次の待ち行列を選択する。

【0090】

選択された待ち行列はエントリなしに初期化され、負の無限大の加重を与えられる。プロセスはその後次の待ち行列を考慮し、次の待ち行列が制御チャンネル送信が開始をスケジュールされる前にデータパケットの送信を完了するのに十分な時間があるか否かをチェックする。十分な時間があるならば、プロセスは別の待ち行列をチェックする。このプロセスは待ち行列が利用可能な時間で送信が完了できることを発見するまで継続する。アルゴリズムは現在の待ち行列の加重を選択された待ち行列の加重と比較する。現在の待ち行列の加重が選択された待ち行列の加重よりも小さいならば、アルゴリズムは現在の待ち行列を選択し、メモリにその加重を記憶する。そうでなければ、現在の待ち行列の加重が選択された待ち行列の加重と等しいならば、アルゴリズムは以下のチェック、即ち(a)現在の待ち行列は選択された待ち行列と少なくとも同程度の現在のスロットを使用することができるか?、(b)現在の待ち行列の遠隔局は選択された待ち行列のレートよりも高いレートで受信することができるかのチェックを行う。両者の回答がイエスならば、アルゴ

リズムは現在の待ち行列を選択し、関連する加重をメモリに記憶する。プロセスは全ての待ち行列で反復される。データが保留中であるならば、この点では選択された待ち行列は存在しない。

【0091】

比例公正アルゴリズムはセクタのスループットをアクティブユーザの数の増加と共に増加させる。G o S アルゴリズムはこの特性をもたない。この差は公正さが維持される時間スケールにより生じる。比例公正方式は平均スループット計算器の時定数よりも短い時間スケールでは公正さを保証しない。その結果として、チャンネル状態の変化を使用するため短い時間期間にわたって異なるユーザへ送信を再度アレンジするためのフレキシブル性を有する。せいぜいこれらの時間期間はパケット遅延が顕著な影響を受けないような十分な短さである。

10

【0092】

しかしながら、比例公正アルゴリズムはまたサービスグレードスケジューラから公正さの概念を変更する。即ち最悪の場合、個人のユーザに対するビットレートの比はリクエストされたレートの最大の比（H D R システムの 1 実施形態では 64 : 1）と同じ大きさである。これは望ましくない。スループットを増加するために短期間にわたってチャンネル変化を利用するが長い時間にわたってサービスグレードの公正さを維持することが望ましい。

【0093】

前述したように、公正さの G o S 概念に基づくスケジューラは通常、式（16）が全ての時間インターバルで満足されることを確実にする。定数値 C を含むための式（16）の変形は次式を生む。

20

$$b_A(t) \leq G^* b_B(t) + C \quad \forall A, B \quad (17)$$

延長された時間インターバルにわたって、即ち大きな t 値で、インターバル $b_A(t)$ と b_B 中に送信されたビット数は C と比較して非常に大きい。t が無限大になる限界では、新しいルールは古いルールに減少される。これは長期間にわたってサービスグレードの公正さを与える。しかしながら短時間の期間ではユーザ A および B に送信されるビット数は任意の比を有する。したがって C を慎重に選択することによって、システムはどの時間期間が短く、どの時間期間が長いかを決定するように設計されることができる。これは短時間の期間においては G o S 公正度基準を犯す自由を許容し、それ故システムはスループットを最大にするために自由に任意の方式を使用する。ここで説明された修正されたアルゴリズムは、それぞれ 1 つ 1 つがこの自由を使用することによって性能を最適化し、さらにそれぞれがどのように値 C を決定するかについて相互に異なっている。

30

【0094】

しかしながら、ここで説明した G o S アルゴリズムと類似した方法で行われる代わりのスケジューアルゴリズムは、パラメータまたは定数値 C を選択手順に導入することによってユーザ選択プロセスの実行に応じて異なる可能性がある。前述したように、1 実施形態では G o S アルゴリズムは有効な D R C メッセージを有するユーザ間で、変数 M により識別される最小の加重を有するユーザを選択する。別の実施形態では、スケジューアルゴリズムは最小の加重のユーザの周辺で定数値 C により規定される範囲内、即ち $M + C$ として規定される範囲内の加重を有するユーザを選択する。換言すると、アルゴリズムは最小の加重に関するマージンを構成する。規定の範囲内、即ち $(M + C)$ により規定される加重の範囲内の加重を有するユーザのセットが決定される。この範囲内の選択プロセスは D R C 値またはその関数等のリクエストされたデータレートを含むがそれに限定されない別の基準に基づいていてもよい。種々の実施形態は類似のスケジューアル方法を実行することが可能であり、個々のスケジュール方式はこのセットからのユーザの選択に使用される方法に関して異なってもよい。最小の加重のユーザは保留中のデータの無いアクティブユーザおよび無効の D R C メッセージを有するアクティブユーザを含む全てのアクティブユーザのセットで最小の加重を有するユーザである。したがってこのユーザセットには保留中のデータおよび有効な D R C を有するユーザはいない可能性があり、残りのユーザの中で

40

50

最小の加重を有するユーザ、即ち ($M + C$) よりも大きい加重を有するアクティブセットのユーザは送信のために選ばれる。

【0095】

図8は1実施形態にしたがったスケジューアルゴリズム900を示しており、この方法はステップ902で最小の加重Mのユーザまたは待ち行列を決定する。範囲値Cはステップ904で決定され、その値は別の選択基準が使用されてもよい加重の範囲を規定するために使用される。ステップ906で、方法は $M + C$ 等の範囲を計算し、ステップ908でその範囲のユーザのグループを決定する。グループ中の少なくとも1人のユーザが保留中のデータと有効なDRCMessagesを有するならば、処理はグループから次のユーザを選択するためにステップ914へ進行する。グループに保留中のデータと有効なDRCMessagesを有するユーザがいなければ、グループは $M + C$ の範囲により規定されたグループに含まれないユーザとして規定される。換言すると、グループはステップ912で $M + C$ よりも大きい加重を有するユーザセットとして再度規定され、処理は908へ戻る。グループの少なくとも1人のユーザが保留中のデータと有効なDRCMessagesを有するならば、処理はグループから次のユーザを選択するためにステップ914へ移行する。アクティブセット中に保留中のデータと有効なDRCMessagesを有するユーザがいなければ、送信は処理されないことに注意する。ユーザまたは待ち行列をグループから選択するために使用される基準は所望性メトリックと呼ばれる。

10

【0096】

1実施形態では値Cはユーザの数にかかわらず定数である。比例公正タイプのアルゴリズムに類似して、各ユーザへの平均スループットの濾波されたバージョンは所望性メトリックとして実行される。例えば1実施形態にしたがって、所望性メトリック現在のリクエストされたデータレートから所定のユーザの平均スループット値を引いた数として規定される。

20

【0097】

別の実施形態によれば、Cは定数であり、所望性メトリックは現在のリクエストされたデータレートに等しい。この方法は高いDRCMessages値を適用する変形されたGOSアルゴリズムと呼ばれる。

【0098】

別の実施形態によれば、Cは定数であり、各ユーザへの平均スループットの濾波されたバージョンは比例公正タイプアルゴリズムのように維持される。この実施形態では、所望性メトリックは平均スループットにより割算された現在のリクエストされたデータレートに等しく設定される。

30

【0099】

さらに別の実施形態によれば、Cの値は($1 / \text{アクティブユーザ数}$)に比例する。各ユーザへの平均スループットの濾波されたバージョンは比例公正方式に同一の方法で維持され、所望性メトリックは平均スループットにより割算された現在のリクエストされたデータレートに等しく設定される。

【0100】

1実施形態では、スケジューアルゴリズムは基地局820から遠隔局までの送信をスケジューリングするために図7のチャンネルスケジューラ812を制御する。前述したように、データの待ち行列830は各遠隔局に関連される。チャンネルスケジューラ812は各データ待ち行列830に、次のサービスインターバルでデータを受信するために基地局820に関連する特定の遠隔局を選択するように評価される“加重”を割当てて。チャンネルスケジューラ812はディスクリートなサービスインターバルでデータ送信を受信するための個々の遠隔局を選択する。チャンネルスケジューラ812は最初に基地局820に関連する各待ち行列の加重を初期化する。

40

【0101】

チャンネルスケジューラ812は一連の送信インターバルまたはサービスインターバルを循環する。チャンネルスケジューラ812は、付加的な遠隔局6と先のサービスインターバ

50

ル中に検出された基地局820 との関連により付加される任意の付加的な待ち行列が存在するか否かを決定する。チャンネルスケジューラ812 はまた新しい待ち行列に関連する加重を初期化する。前述したように、基地局820 はタイムスロット等の規則的なインターバルでそれに関連する各遠隔局から D R C 信号を受信する。

【0102】

本発明の例示的な実施形態は種々のスケジューアルゴリズムに応用可能であり、種々の公正度の基準を実現するのに有効である。図6はチャンネル状態を最初に評価し、ステップ702 でチャンネル状態インジケータを準備する例示的な実施形態のスケジュール方法700 を示している。公正インジケータがステップ704 で選択される。公正インジケータは実行されるスケジュール方法の公正さを評価するために使用されるメトリックである。保留中のデータまたは不適切なチャンネル状態をほとんどもたないユーザに対して遅延を生じさせずにスループットを最大にすることによってシステムリソースを最適にすることが望ましい。さらに、方法は各ユーザのクラスにしたがってサービスを提供する。公正度基準は以下のタイプ、即ち：1) チャンネル状態およびスループットの関数としての比例公正方法、2) スループットおよびユーザの優先順位の関数としてのパケットごとの一般化されたプロセッサ共有 (P G P S) 方法、3) サービス時間の関数としての均一時間方法、4) スループットの関数としての G O S 方法、5) 待ち時間および完了までのデッドラインの関数としてのサービス時間方法を含んでいるが、これらに限定されない。

【0103】

続いて図6を参照すると、ステップ706 で、方法700 はスループットの関数として公正度インジケータ値を決定する。ステップ708 で、各ユーザはチャンネル状態インジケータと公正度インジケータの関数として評価される。スケジュールはステップ708 の評価に基づいて決定され、スケジュールはステップ710 において適用される。例示的な実施形態にしたがって、種々の方法はチャンネル状態評価に利用可能であり、それ故、チャンネル状態インジケータと公正度インジケータの多数の組み合わせがスケジュールで使用するのに有効である。

【0104】

図7は基地局制御装置 B S C の部分810 と、ネットワークと通信中の B S 部分820 とを含んでいるシステム800 を示している。ネットワークはそれぞれネットワークパケットインターフェース806 と通信しているデータソース802 とデータシンク804 を含んでいる。さらに、ネットワークは公共交換電話網 P S T N 808を含んでもよい。B S C 810はチャンネルスケジューラ812、公正セクタ814、セクタ素子816、呼制御プロセッサ818を含んでいる。パケットネットワークインターフェース806はセクタ素子816と呼制御プロセッサ818へ結合されている。呼制御プロセッサ818はシステム800内のユーザのアクティブセットの変化に作用する。セクタ素子816は通信に対するターゲットの関係者を決定し、適切な接続を行う。セクタ素子816はB S 820へも結合されている。公正セクタ814はB S C 810が所望の公正基準を実行し、情報をチャンネルスケジューラ812へ提供することを可能にする。公正セクタ814はまたB S 820から公正度インジケータ目的地を受信する。

【0105】

B S 820はチャンネルスケジューラ832を含んでおり、これは次のデータ送信のための選択されたユーザについての情報をチャンネル素子826に提供する。B S 820はさらにデータ待ち行列830、R F装置828、公正セクタ824、マイクロプロセッサ822を含んでいる。公正セクタ824は図6に示されている方法700を実行する。

【0106】

前述したように、例示的な実施形態は多数のユーザが優先順位方式または他の方式にしたがって区分されることを可能にする。2つのユーザセットをサポートするシステムを考慮する。第1のセットは遅延要求を有し、第2のセットは単に最善の努力のサービスを必要とする。第1のセットの遅延要求は予め定められた遅延量よりも少ない遅延量で送信が行われることを示し、それ故第2のセットよりも高い優先順位のセットである。例示的な

実施形態ではユーザ i は第 1 のセットのメンバである。ユーザ i は順方向リンクまたはダウンリンクでの送信の予め定められた遅延 d_i よりも少ないパケット遅延を特定し、ユーザ i は予め定められたレベルのフレキシブル性 f_i で遅延を実行する。第 2 のユーザセットには等しい時間方法でスロットへのアクセスが行われる。第 1 および第 2 のユーザセットをスケジュールするために、所望のスケジューラが多数のユーザダイバーシティを行い、異なる方法で各異なるユーザの要求を満足する。例を明白にするために、チャンネル状態メトリックは変更されない。

【0107】

第 1 のステップは適切なユーザ公正さメトリックを決定することであり、ユーザの公正さメトリックは 2 つのクラスのユーザで異なる関数により記述される。さらに制約は第 1 および第 2 のセットの両者が所望の動作点で同一の数値を生じることである。例えば次式のユーザ公正さメトリックを考慮する。

$$U_i(t) = (d_i + f_i - W_i(t)) / f_i \quad (18)$$

ここで $W_i(t)$ は保留中のデータのユーザ i の待ち行列の時間 t において最長の時間待機しているデータパケットが受けた遅延である。この関数はパケットの遅延が d_i であるときに値 1 を取り、遅延が $d_i + f_i$ 、即ち所望の遅延範囲内にあるときにゼロになる特性を有する。目標は遅延を d_i を維持するが、これが $d_i + f_i$ 程度の高さになる、即ち所望の遅延範囲内にあることを可能にすることである。

【0108】

第 2 のユーザセットでは、例示的な実施形態は等しい時間のスケジュールを全てのユーザに提供することによってデータパケットの遅延に関して最善の努力を与える。等しい時間スケジュールを実現するために、方法は次式のようなユーザ公正さメトリックを使用する。

$$U_i(t) = n * \text{franc}_i(t) \quad (19)$$

ここで n は (両セットの) セクタのユーザの総数であり、 $\text{franc}_i(t)$ はこのユーザにサービスするために使用されるスロットの割合である。 $\text{franc}_i(t)$ の値は適切な時定数の IIR フィルタを通過することにより計算される。このメトリックの公称値は各ユーザに対して 1 であるが、実現される実際の値は最近のチャンネル状態と、ユーザの他のセットの存在に基づいている。ユーザがサービスされていないとき、このメトリックは第 1 のユーザセットに対して規定されているメトリックよりも時間の経過と共に非常に低速度に落ちることに注意する必要がある。

【0109】

ユーザのこのメトリックの低い値はそのユーザに高い優先順位を与える。このことは各セットから 1 人ずつの 2 人のユーザがユーザ公正さメトリックの公称値にある (即ちユーザの公正さが 1 に等しい) ことを示唆するが、スケジューラが別のカスタマをサービス中であるので彼等はサービスを受けられず、第 1 のセットからのユーザに対するユーザ公正さメトリックスは急速に低下し、第 2 のセットからのユーザよりも早期にスケジューラからサービスを受ける。第 1 のユーザセットが満たすのが厳しいデッドラインを有しながら第 2 のユーザセットは最善の努力のサービスだけを必要とするので、この行為は正しい。

【0110】

先に詳細に説明した例を考慮すると、適切なユーザ公正さメトリックの決定を容易にする幾つかの差を識別することが可能である。時定数 T_c は短く維持されなければならない、 T_c よりも大きい時間スケールのユーザの要求を処理および考察することを可能にする。

【0111】

各スケジュールは公称動作点を有していてもよく、スケジューラは各ユーザに対してユーザ公正さメトリックの同じ公称値を実現するようにサービスするようにユーザをスケジュールする。メトリックは異なるユーザの要求の差を考慮するように規定される。別の考察は公称上の動作点周辺の勾配に受信されたサービスの関数として公正さの増加を示させることである。公正さは低い優先順位のサービスを有するユーザを犠牲にして高い優先順位のサービスを有するユーザを好む傾向が高い。1 実施形態によれば、受信されるサービ

10

20

30

40

50

スの関数としてのユーザ公正さメトリックの勾配はサービスの優先順位の減少と共に常に負である。 $1 / (\text{ユーザ公正さメトリック})$ の感度は各ユーザの要求により可能にされるフレキシブル性を考慮する。

【0112】

図7で示されているように無線通信システムへ一般化されたスケジューラを構成するために、公正基準およびチャンネル状態基準をチャンネルスケジューリング関数に適用する。例えばチャンネル状態メトリックを実行するためにはチャンネルフィードバック機構を設けることが含まれている。フィードバック機構はユーザにより与えられるDRC等の明白なインジケータでもよく、またC/I尺度等の盲目的なインジケータであってもよい。チャンネル状態インジケータと評価およびスケジューリングに使用される方法はシステムに特有である。チャンネル状態インジケータは先の説明のインジケータに限定されるものではなく、ここで詳細に説明されたチャンネル状態インジケータは理解を明白にするために例として与えられたものである。チャンネル品質の確実な尺度を有することが望ましい。

10

【0113】

同様に、ユーザ公正さメトリックの信頼できる尺度を有することが望ましい。BSがユーザへの送信を開始し処理するとき、BSは所定の時間期間に所定のユーザに送信されるビットまたはパケット数の十分な知識を有している。BSはこの情報をスループット、正確性、公正さを評価するのに使用する。公正さメトリックはそれが適用するシステムの関数であり、それ故、前述の公正さメトリックに限定されない。

【0114】

20

明白には前述していないが、同時の多数のユーザのサービスを阻止する有効な制限は存在しない。一般化されたスケジューラは $f(A_i(t), U_i(t))$ の減少する順序でユーザをランクすることができ、サービスされるリスト中の第1のユーザが残りの容量をサービスに残しておくならば、これは同時に次のユーザをサービスできる。1よりも多数のユーザの並列処理は帯域幅の使用を最大にし、全体としてシステムのスループットを最適化する。

【0115】

図4Aは前述の方法の組合せを示しており、データレートのしきい値は予め定められた時間期間内の瞬間値に適用され、GOS基準は予め定められた時間期間により規定されるインターバルにわたって適用される。方法400は最初にGOS時間期間を追跡するためにステップ402でタイマを初期化する。タイマがステップ404で満了していないならば、即ち依然としてGOS時間期間内であるならば、処理は図4Bのステップ420へ進み、各ユーザの優先順位関数を決定する。例示的な実施形態では、優先順位関数はユーザのデータレート $R_i(t)$ である。ステップ422で、BSは優先順位関数にしたがって勝者を選択しステップ424でデータを送信する。データがステップ426で依然として保留中であるならば、処理はステップ420へ戻り、そうでなければこの時間期間で処理は終了する。

30

【0116】

図4Aを続いて参照すると、タイマがステップ404で満了したならば、即ちGOS時間期間が完了したならば、処理は他のユーザからDRCを受信するためにステップ406へ進む。ステップ408でBSは送信されたビット数に基づいて各ユーザのスループットを決定する。比はその後前述の式(13)で与えられているように公正さ規準比例値Gに比較される。式(13)の比がユーザiとjの任意の組合わせに対して式を満足しないならば、ステップ414で、BSは式(13)の関係を実現またはほぼ実現するようにスケジューリングを決定する。この場合BSは典型的に低いスループット値を有するユーザへの送信を増加する。このようにして、最低のスループットを有するユーザと最高のスループットを有するユーザとの比は減少される。式(13)が決定菱形ブロック410で満足されるならば、BSはステップ414でほぼG以下のスループット比を維持するようにスケジューリングを決定する。スケジューリングはステップ416で適用され、処理は例えばDRC等のデータレートリクエストメッセージの次のセットを受信するためにステップ402へ戻る。

40

【0117】

50

図4Aと4Bで示されている方法400の特別な例は図5で与えられている。その方法600は最初にステップ602で数Mのユーザ間の最小の加重を決定する。方法600はさらにステップ604で選択されたユーザのカラーKを決定し、ステップ606で $(M+K)$ を計算する。有効なDRCを送信し、保留中のデータを有するユーザに対しては、ユーザの加重が $(M+K)$ の計算された値よりも非常に小さいならば、処理はチャンネル状態に基づいてユーザを選択するためステップ612に継続する。そうでなければ、処理は最小の加重を有するユーザを選択するためにステップ610に継続する。選択されたユーザの加重はステップ614で更新され、処理はステップ602に戻る。

【0118】

もともとHDRシステムの順方向リンクに対して提案されていた1つのスケジューアルゴリズムはHDRエンコーダパケット細分性により可能にされる程度の小さい時間期間にわたってサービスグレードの公正さを提供する。サービスグレードの公正さは幾らかの時間期間にわたって2人のユーザにより観察されるスループットがG:1の比だけ相互から異なることを意味するように規定されており、ここで $G \geq 1$ である。同じことを説明する別の方法は長さtの任意の時間期間の長さtにわたってそれを示すことである。

$$b_A(t) \leq G^* b_B(t) \quad \forall A, B \quad (20)$$

ここで $b_A(t)$ と $b_B(t)$ はそれぞれ長さtの時間期間にわたってユーザAとBにより受信されたビット数である。GOSスケジューアルゴリズムは最初に待ち行列に関連する全ての加重をゼロの公称上の加重値に初期化する。アルゴリズムはその後、送信の待ち行列を選択し、選択された待ち行列からパケットを送信する。全ての加重はその後全ての待ち行列で更新される。アルゴリズムは送信のための次の待ち行列を選択する。

【0119】

前述したように、例示的な実施形態はチャンネル状態インジケータと公正度インジケータを適用することにより多数のユーザ間で送信をスケジューリングする方法を提供する。1例として、例示的な実施形態にしたがって一般化されたスケジューラのフレームワークの比例公正スケジューラを考慮する。式(1)の関数 $f()$ は簡単な割算演算子として規定される。チャンネル状態メトリック $R_i(t)$ は次式で与えられている。

$$R_i(t) = DRC_i(t) / \text{average_}DRC_i(t) \quad (21)$$

ユーザ公正メトリックは次式のように与えられる。

$$U_i(t) = \frac{\text{average_throughput}_i(t)}{\text{average_}DRC_i(t)} \quad (22)$$

式(1)を考慮すると、結果的な方法は最高の $DRC_i(t) / \text{average_throughput}_i(t)$ を有するユーザにサービスし、これは比例公正スケジューラである。この場合、全ての平均化は予め定められた時定数を有する無限インパルス応答IIRフィルタを使用して行われる。先に与えられた式の検査により、多数のユーザダイバーシティ利得がチャンネル状態メトリックの関数であり、即ちチャンネル状態メトリックにより導入されることが明らかになった。DRCが各ユーザに対して平均化される時間期間はチャンネル状態メトリックの分母の計算に使用される。ユーザ公正メトリックはアルゴリズムの実際の公正さを与える。各ユーザのチャンネル状態メトリックは約1の値を与える。長期間にわたって異なるユーザにより受信されるスループットの相対値はチャンネル状態メトリックではなく主としてユーザ公正メトリックにより影響される。特に、ユーザにより実現される相対的なスループットは各ユーザの公正メトリックが同一値を実現するようにされている。

【0120】

さらに、所定のユーザに対するユーザ公正メトリックは次式のように書換えられる。

$$U_i(t) = (\text{fraction of slots served})^* \frac{(DRC_{ave} \text{ while served})}{DRC_{ave}} \quad (23)$$

(dBによる)全てのユーザのDRCがほぼ中間値の同一の統計値で変化する場合には、 $DRC_{ave_while_served}$ と DRC_{ave} の比は全てのユーザに対して同一であり、アルゴリズムの等時間特性を与える。

【0121】

比例公正スケジューラ式を書換える利点は均一時間スケジューラを得ることである。この均一時間スケジューラは多数のユーザダイバーシティにより利得を有する。チャンネル状態メトリックは比例公正アルゴリズムにしたがったのと同じであるが、 $\text{fraction_of_slots_served}$ により規定されたユーザ公正メトリックの適用により各ユーザへ等しい時間を保証する。1実施形態では、この割合は比例公正アルゴリズムで現在使用するのと同じの時定数を有するIIRフィルタを使用して平均される。

【0122】

さらに、前述したように、例示的な実施形態は区分方式にしたがって個々のユーザまたはユーザのグループにおける処理の区分化を可能にする。このようにして異なるユーザは異なるユーザ公正メトリック値を割当てられる。ユーザクラス j に対するユーザ公正メトリックが次式のように規定されるならば、即ち、

$$U_i(t) = a_j * \text{average_throughput}_i(t) / \text{average_DRC}(t) \quad (24)$$

ここでユーザクラス j は他のユーザクラスと比較して $(1/a_j)$ に比例する相対的な優先順位を受ける。例えばGOSアルゴリズムの一般化されたスケジューラへの適用を考慮すると、チャンネル状態メトリックはいつでも全てのユーザに対して1であり（即ちアルゴリズムは多数のユーザダイバーシティを使用しない）ユーザ公正メトリックはユーザに割当てられた加重である。セクタのスループットを最大にしながらGOS公正さを実現する方法で加重が割当てられたことを思い出されたい。結合関数は式(10)で与えられた割算演算子である。この例は f 、 $A_i(t)$ 、 $U_i(t)$ の異なる選択が同一のアルゴリズムに作用することを示している。換言すると、優先順位関数が評価されるとき、結果的なアルゴリズムは f 、 $A_i(t)$ 、 $U_i(t)$ の異なる組み合わせに対して同一である。例えば $f()$ が異なる演算子であり、即ち $f(a, b) = a - b$ であることを考慮し、チャンネル状態メトリックをゼロとしてユーザ公正メトリックを加重とする。結果は現在サービスされているユーザが最低の加重を有するユーザであるときGOSアルゴリズムに接近する。

【0123】

変形されたサービスグレードアルゴリズムでは、カラーと呼ばれるパラメータが使用され、マージンまたは最小の加重値の範囲内、即ち $\text{min_weight_to}(\text{min_weight} + \text{collar})$ の加重を有する全てのユーザはチャンネル状態に基づいてサービスされる。その範囲内に送信を保留中のデータを有するか有効なDRCを送信するユーザが発見されないならば、方法はユーザ間で最小の加重を有するユーザを選択する。ユーザ公正メトリックはその後、範囲内、即ち min_weight と $\text{min_weight} + \text{collar}$ との間および全ての他のユーザで無限の範囲内で加重を有する全てのユーザのうち1人に規定される。種々のチャンネル状態メトリックは1) DRCと2) $\text{DRC}/\text{DRC}_{ave}$ を含むがそれに限定されない例示的な実施形態への適用に使用されてもよい。

【0124】

強化された均一時間スケジューラは均一時間スケジューラに基づいて開発される。1実施形態にしたがって、時定数 T_c は強化された均一時間スケジューラ方法でユーザ公正メトリックに関連される。時定数 T_c を予め定められた数のスロットに等しく規定することは送信制御プロトコルTCPタイプのシミュレーションの経験に基づいており、ここでの T_c よりも小さい時間スケールにわたるスループット変化は重要ではない。しかしながら異なるユーザは現在行っているアプリケーションに基づいて適用された時間スケールに異なるフレキシブル性を有することが可能である。1実施形態ではユーザ公正メトリックは1人のユーザ当たりまたはユーザのグループ当たりの平均スループットを計算し続け、ユーザ公正メトリックの計算はユーザ当たりの平均を計算するのに個々の、即ち異なる時定数を使用する。ユーザ当たり異なる時定数を使用することによってユーザ当たりのスロットのほぼ平均的な割合で異なる変化が生じる。小さい変化は小さい時定数の適用により経験される。

ユーザ当りのスロットの割合はほぼ等しく維持される。類似の強化は他のユーザ公正メトリック、例えば比例公正スケジューラ ($\text{average_throughput/average_DRC}$) により使用されるメトリックで可能である。優先順位関数 $f()$ の適用は各個々のユーザのスループットに関して異なった変動性を与える。

【0125】

システム120のHDR動作では、AN122とAT126はそれぞれ信号処理モジュールに加えてプロセッサと少なくとも1つのメモリ記憶装置を含んでいる。プロセッサは中央処理装置または専用の制御装置である。メモリ記憶装置はコンピュータ読取り可能な命令および/または無線システム120内で通信を制御するためのルーチンを記憶する。AN122内で、メモリ記憶装置はデータ送信を制御するための命令を記憶する。AT126内で、メモリ記憶装置はデータリクエストを含むデータ送信を制御する命令を記憶する。

10

【0126】

1実施形態では、無線通信システムはリクエストされたデータレートよりも高い実際の受信されたデータレートを生じる送信プロトコルをサポートする。1つのこのようなシステムはARQ方式を実行するHDRシステムである。このようなシステムでは、ユーザはDRCメッセージのようなデータレートリクエストメッセージを基地局またはアクセス端末のような送信機に送信する。DRCメッセージはリクエストされたデータの送信に必要なスロットの総数を示している。送信機はDRCメッセージで示されているスロットの総数よりも少ないスロットでデータを送信する。受信機がスロットの総数よりも少ないスロットで情報を復号できるならば、受信機は応答メッセージを送信機へ送信し、送信機は送信を終了する。そうでなければ、送信機は応答を受信していないならば、送信は継続し、応答が受信されないならば識別された総数のスロットで送信するように進行する。

20

【0127】

受信データレートがリクエストされたデータレートと異なるとき、システム設計者は目的をスケジュールするために実際の受信されたデータレートを使用することを望む。このレートが送信機によって演繹的に知られていないときに受信されたデータレートの決定に問題が存在するが、むしろ送信プロセス中のもとの場所で決定される。換言すると、送信機はDRC等のリクエストされたデータレートを知っており、送信がDRCにより識別される全てのスロットを必要とすることを理解して受信機へ送信を開始する。送信機は受信機が応答メッセージを送信するとき、さらに少数のスロットで受信機が送信を受取ることができることを発見する。これは典型的にスケジュールアルゴリズムが選択を決定した後である。結果的に、ARQタイプの方式で物理層をサポートする無線通信システムはDRCによりリクエストされるレートと実際の受信されたレートとを分断する。スケジュールの公正さはDRCが送信ターゲットの選択に使用されるときに影響を受ける。

30

【0128】

1例として、2つのアクセス端末AT1とAT2を有するシステムを考える。AT1は307.2 kbpsのレートで全体で2のスロットによってデータをリクエストし、AT2は614.4 kbpsのレートで全体で1のスロットによってデータをリクエストする。比例公正タイプのスケジュールアルゴリズムを適用すると、AT1とAT2は等しい時間に対してスケジュールされ、AT1のスループットはAT2のスループットの半分であり、即ちAT1のスループットは153.6 kbpsであり、AT2のスループットは307.2 kbpsである。AT1が1つのスロット送信がいつでも受信されるようになった後応答メッセージを送信するならば、AT1の受信されたレートは614.4 kbpsである。それ故、AT1のスループットは204.8 kbps即ち614.4 kbpsの3分の1であり、AT2のスループットは409.6 kbps即ち614.4 kbpsの3分の2である。公正さ基準は違反される。ユーザはリクエストされたレートではなく実際の受信されたレートに比例するスループットを得ることが所望される。ARQタイプの方式が低いデータレートを有するユーザのデータレートに恩恵を与える可能性が高いので、典型的な比例公正タイプのアルゴリズムは全てのユーザヘシステムリソースを再分配することによりその恩恵を打消す。

40

50

【0129】

前述の1実施形態は公正比例タイプのアルゴリズムをG o Sタイプのスケジューラと結合することによりこの問題を解決する。短い時間インターバルに対して、組合わせプロセスは公比例タイプのアルゴリズムを使用し、長い時間インターバルにわたってG o S制約を適用する。G o S公正規準は予め定められた期間にわたって送信されるビットまたはバイトの総数を評価するので、実際にリクエストされたデータレートは選択プロセスへ直接的に入らない。

【0130】

等しくないG o Sアルゴリズムでは、高および低の2つのグレードが与えられる。各ユーザは前述したように加重を割当てられる。高いグレードのユーザがサービスされるとき、即ちデータ送信の受信者であるとき、ユーザの加重は1のような予め決められた値だけ増加される。低いグレードのユーザがサービスされるとき、ユーザの加重は調節された量だけ増加され、この調節された量は利得係数Gにより調節された予め定められた値である。所定のユーザはリクエストされたデータレートと平均スループットに応じてグレードを変化する。しきい値のスループット値を超えるユーザは高いグレードを割当てられ、平均スループット値を上げることを意図される。しきい値を下回るユーザはスループットへの影響を最小にするために低いグレードを割当てられる。しきい値はG o Sタイプのスケジューラを使用して実現可能な論理的平均スループットを決定するためにD R Cを使用してスロット当たりで計算される。計算はチャンネル変化を無視する。

【0131】

比例公正アルゴリズムに対して前述したように、D R Cが実際の受信されたデータレートと異なるときにG o Sアルゴリズムに問題が存在する。1実施形態ではI I Rフィルタを使用してセクタ当りの実際の平均スループットを追跡することによりその問題を解決する。フィルタの時定数はシミュレーションによりまたは動作により決定される値に固定される。この実施形態にしたがって、所定のセクタまたはセルのスループットは次式により規定される。

$$T[n+1] = T[n] * (1 - \alpha) + \alpha * R[n] \quad (25)$$

ここでTはしきい値であり、Rは時間インスタンスnにおけるサービスレートであり、またαは予め定められた値である。スループットはその後、高および低グレードのユーザを割当てするためのしきい値として使用される。

【0132】

変更された前述したG o Sタイプのスケジューラルアルゴリズムを適用しながら多数ユーザダイバーシティをさらに利用するために、1実施形態は予め定められた時間期間を適用する。この時間期間内で、プロセスは多数ユーザダイバーシティを使用し、時間期間にわたってG o Sタイプのスケジューラルアルゴリズムが適用される。この方法是对応するD R CをI I Rフィルタを通過させることにより各ユーザのリクエストされたデータレートの最近の平均を追跡する。各ユーザに対しては、比は最近の平均的なリクエストされたデータレートに対する現在のD R Cとして計算される。最高の比を有するユーザがサービスを受ける。別の実施形態では、全ての加重が予め定められた範囲内の値であるならば、最高の比を有するユーザがサービスを受ける。D R C値が比の分子と分母の部分であるとき、選択プロセスはリクエストされたレートではなく実際の受信されたデータレートを反映していると予測される。

【0133】

さらに別の実施形態は比例公正タイプのスケジューラルアルゴリズムの修正によって、リクエストされたデータレートと受信されたデータレートとの間の不一致を解決しようとする。比例公正タイプのアルゴリズムはリクエストされたデータレートと、ユーザ当りの平均スループットの比に基づいており、最高の比を有するユーザがサービスを受けるように選択される。平均スループットは以下のように計算される。

$$T_{ave}[n+1] = T_{ave}[n] * (1 - \alpha) + \alpha * R[n] \quad (26)$$

ここで、 T_{ave} は平均しきい値であり、Rは時間インスタンスnにおけるサービスレート

であり、 α は予め定められた値である。以下に規定されているように修正によってスループットの値が変更される。

【0134】

$$T_{ave} [n+1] = T_{ave} [n] * (1 - \alpha) + \alpha * DRC [n] \quad (27)$$

平均しきい値を計算するためのDRCの適用は実際の受信されたスループットよりも潜在的に低い平均しきい値を生成する。リクエストされたデータレートと平均スループットの比の分母を減少することにより、比の値は増加され、したがって所望の効果が得られる。

【0135】

以上、通信システムで送信をスケジュールする優秀で改良された方法および装置を説明した。当業者は先の説明を通じて参照されたデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、チップが電圧、電流、電磁波、磁界または粒子、光フィールドまたは粒子或いは任意のその組合わせにより有効に表されることを理解するであろう。当業者はさらにここで示した実施形態を伴って説明した種々の例示された論理ブロック、モジュール、回路、アルゴリズムステップが電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはその両者の組合わせとして構成されることを認識するであろう。種々の例示されたコンポーネント、ブロック、モジュール、回路、ステップをそれらの機能に関して一般的に説明した。機能がハードウェアとして実行されるか、またはソフトウェアとして実行されるかはシステム全体に課された特定の応用および設計の制約に基づいている。当業者はこれらの状態下におけるハードウェアとソフトウェアの交換性、各特定の応用での説明した機能を実行するのに最良の方法を認識するであろう。例として、種々の例示的な論理ブロック、モジュール、回路、アルゴリズムステップはデジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラム可能なゲートアレイ(FPGA)、その他のプログラム可能な論理装置、ディスクリートなゲートまたはトランジスタ論理装置、レジスタおよびFIFO等のディスクリートなハードウェアコンポーネント、1セットのファームウェア命令を実行するプロセッサ、任意の通常のプロプログラム可能なソフトウェアモジュール、プロセッサ、またはその任意の組合わせがここで説明した機能を行うように設計され、構成され、実行される。プロセッサはマイクロプロセッサであると有効であるが、その代りとして、プロセッサは任意の通常のプロセッサ、制御装置、マイクロプロセッサ、プログラム可能な論理装置、論理素子のアレイ、または状態マシンであってもよい。ソフトウェアモジュールはRAMメモリ、フラッシュメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、ハードディスク、取出し可能なディスク、CD-ROM、または技術で知られている任意の他の形態の記憶媒体に存在する。例示的なプロセッサは記憶媒体から情報を読み出し、そこへ情報を書込むように記憶媒体に有効に結合される。別のものとしては、記憶媒体はプロセッサに不可欠である。プロセッサおよび記憶媒体はASICに存在する。ASICは電話機または他のユーザ端末に存在してもよい。別のものとしては、プロセッサおよび記憶媒体が電話機または他のユーザ端末に存在してもよい。プロセッサはDSPとマイクロプロセッサの組合わせとして、またはDSPコア等を伴った2つのマイクロプロセッサとして構成されてもよい。

【0136】

以上、本発明の好ましい実施形態を示し説明した。しかしながら本発明の技術的範囲を逸脱せずに、多数の変形をここで説明した実施形態に対して行ってもよいことが当業者に明白であろう。それ故、本発明は特許請求の範囲の記載を除いては限定されない。

【図面の簡単な説明】

【0137】

【図1】無線通信システムおよび高いデータレートの送信をサポートする無線通信システムの概略図。

【図2】無線通信システムでデータ送信をスケジュールするサービスグレード、GOSおよびアルゴリズムのフロー図。

【図3】無線通信システムのデータ送信のスケジュールアルゴリズムのフロー図。

【図4A】無線通信システムにおけるデータ送信をスケジュールするための割合—公正ア

10

20

30

40

50

ルゴリズムのフロー図。

【図4B】無線通信システムにおけるデータ送信をスケジュールするための割合－公正アルゴリズムのフロー図。

【図5】無線通信システムにおける割合－公正アルゴリズムとGOSアルゴリズムを実行する組み合わせスケジュールアルゴリズムのフロー図。

【図6】無線通信システムの一般化されたスケジューラのフロー図。

【図7】図5および図6に示されているような組み合わせスケジュールアルゴリズムをサポートする無線通信システムのブロック図。

【図8】無線通信システムのスケジュールアルゴリズムのフロー図。

【図9A】共通のマップされた優先順位パラメータ範囲への種々の転送優先順位パラメータ範囲のマッピング図。

10

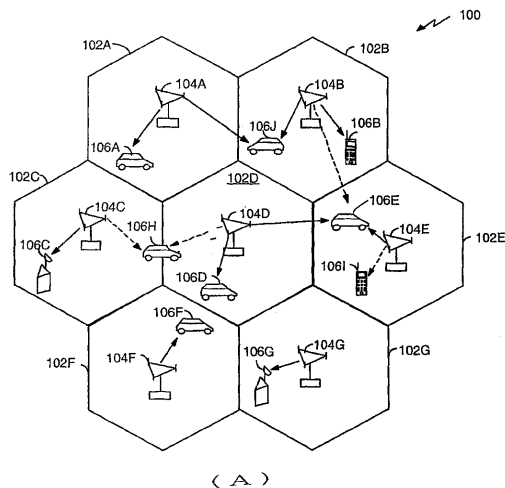
【図9B】多数のマップされた優先順位パラメータにわたる種々の動作点の決定を示した図。

【図9C】多数のマップされた優先順位パラメータにわたる種々の動作点の決定を示した図。

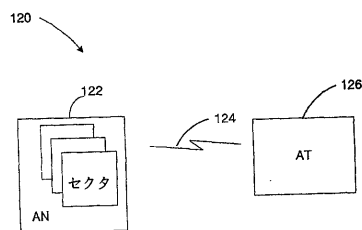
【図9D】多数のマップされた優先順位パラメータにわたる種々の動作点の決定を示した図。

【図10】一般化されたスケジューラのフロー図。

【図1】

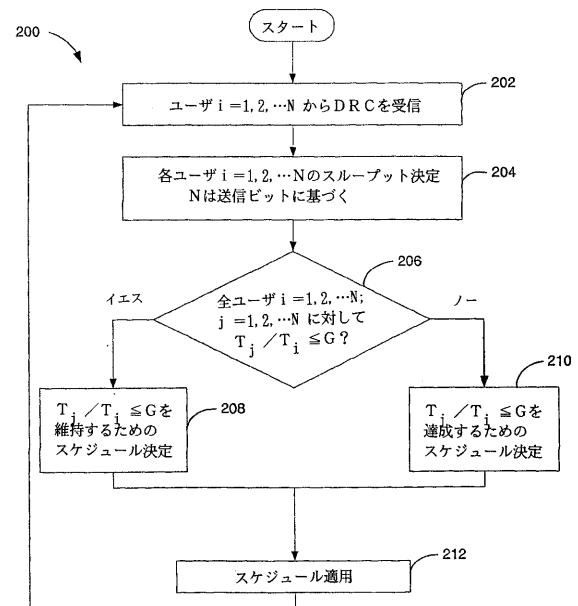


(A)

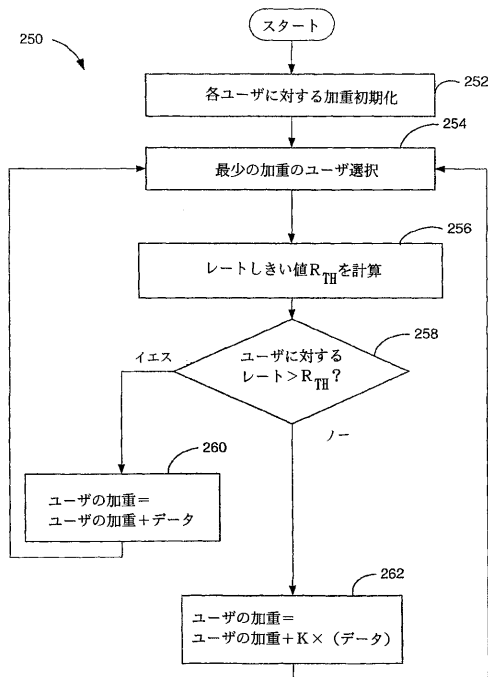


(B)

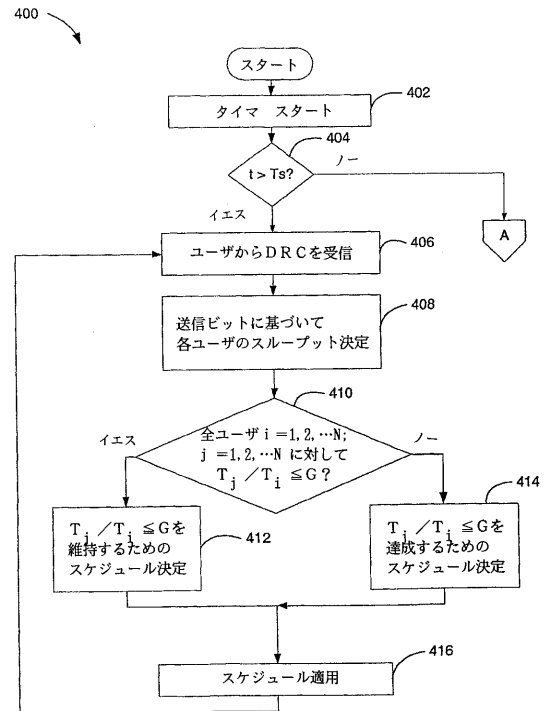
【図2】



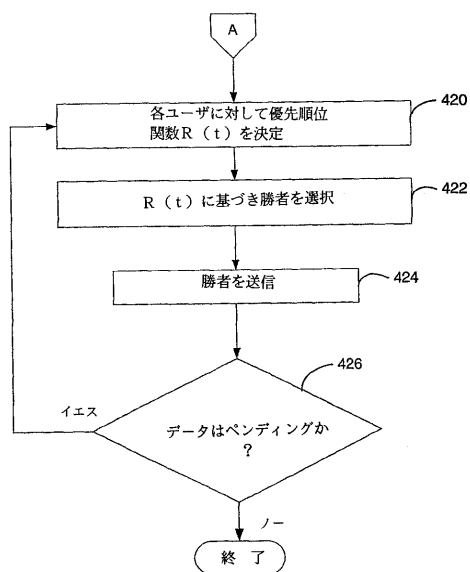
【図 3】



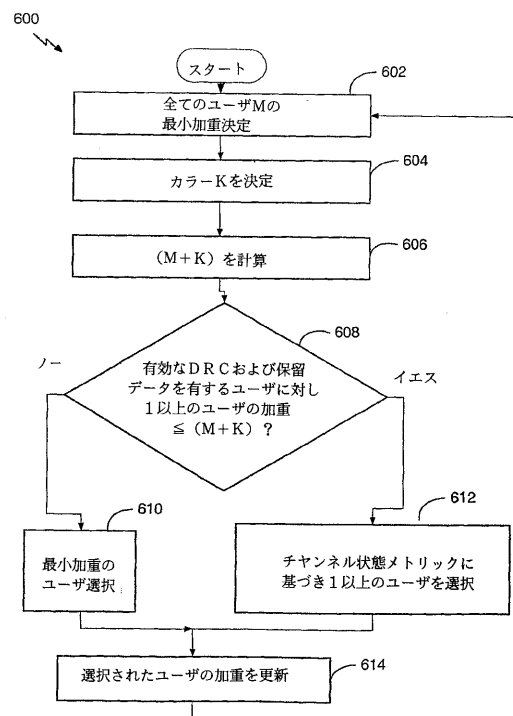
【図 4 A】



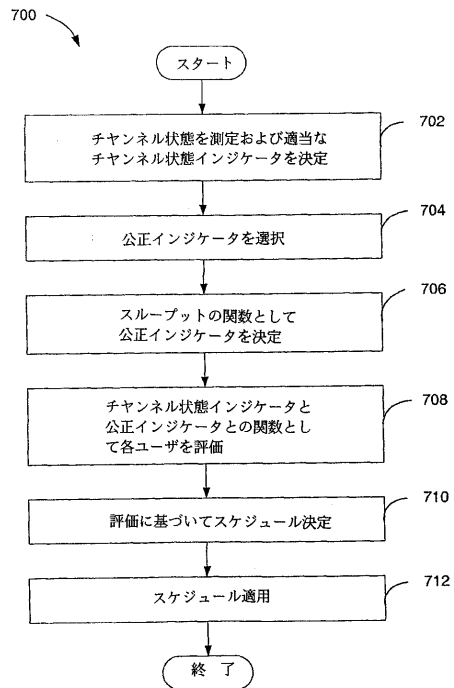
【図 4 B】



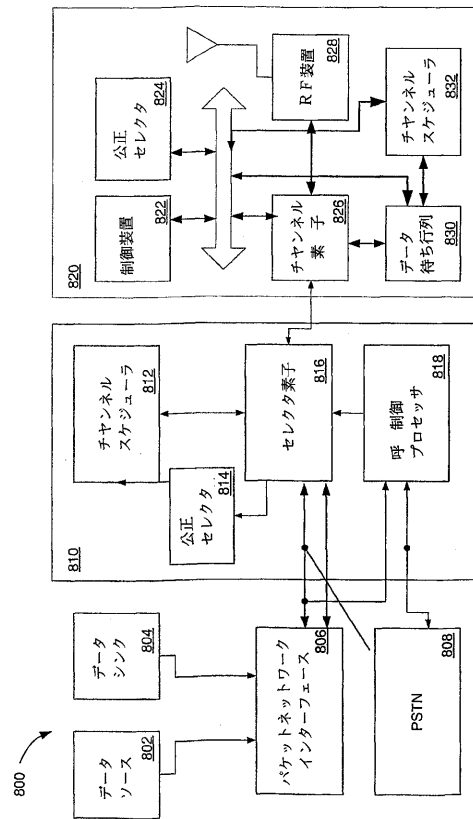
【図 5】



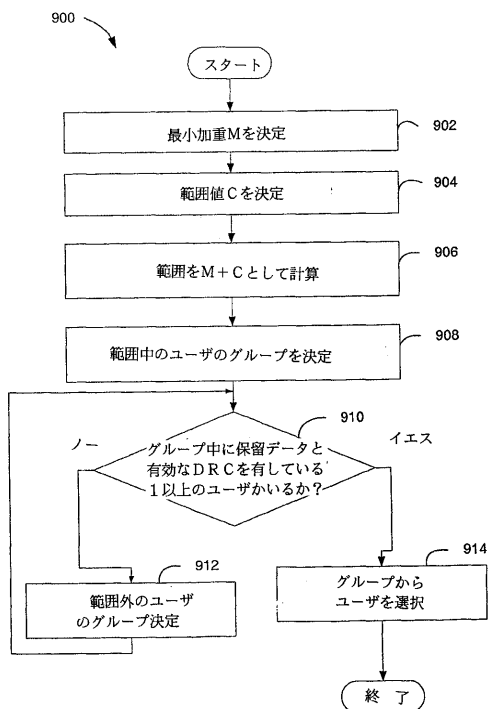
【図 6】



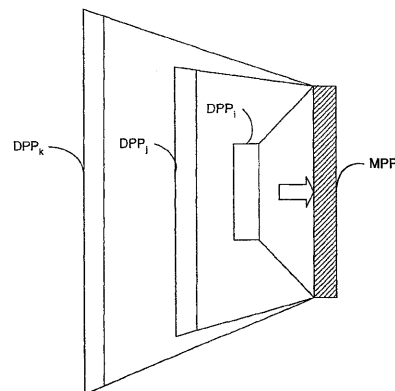
【図 7】



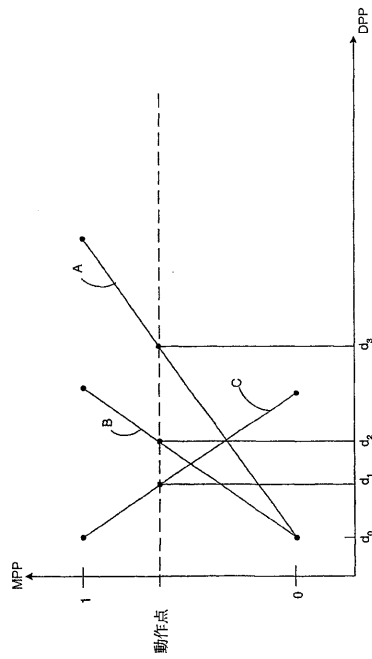
【図 8】



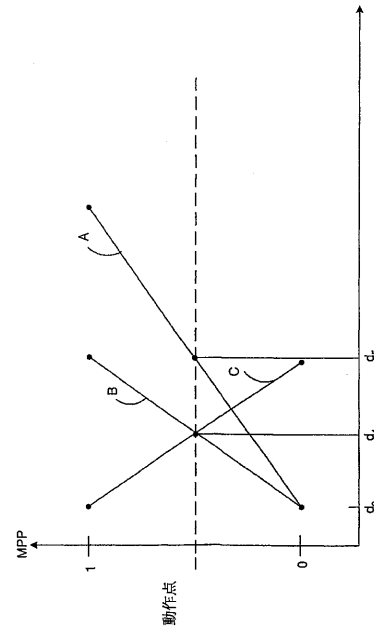
【図 9 A】



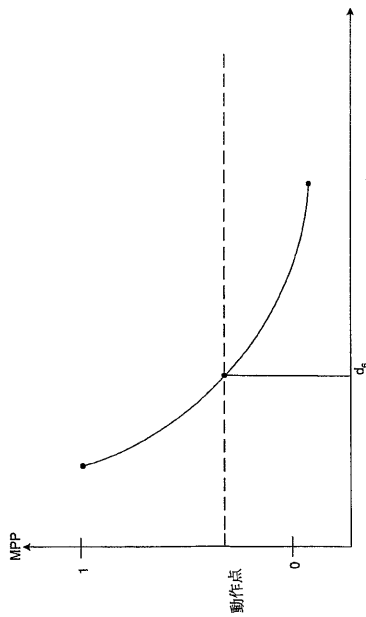
【図 9 B】



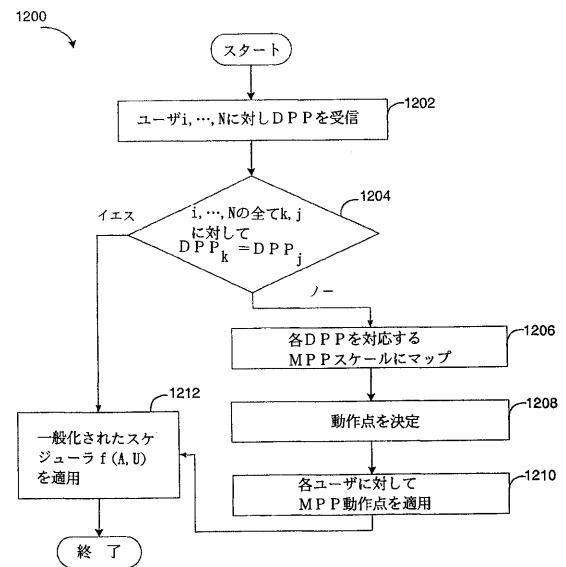
【図 9 C】



【図 9 D】



【図 10】



フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 パンカイ、ラジェシュ・ケー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 9、サン・ディエゴ、パーク・ビレッジ・ロード
7 3 5 6

合議体

審判長 大野 克人

審判官 稲葉 和生

審判官 齊藤 健一

(56)参考文献 国際公開第00／41542 (WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04Q7/00-7/38

H04B7/24-7/26