

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2004-529562
(P2004-529562A)

(43) 公表日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int.Cl.⁷
H04L 12/28
H04Q 7/38

F I
H04L 12/28 300B
H04B 7/26 109M

テーマコード (参考)
5K033
5K067

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2002-582648 (P2002-582648)	(71) 出願人	595020643 クォアルコム・インコーポレイテッド QUALCOMM INCORPORATED アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775
(86) (22) 出願日	平成14年4月11日 (2002.4.11)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(85) 翻訳文提出日	平成15年10月14日 (2003.10.14)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/011641	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
(87) 国際公開番号	W02002/085054	(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
(87) 国際公開日	平成14年10月24日 (2002.10.24)		
(31) 優先権主張番号	09/834,774		
(32) 優先日	平成13年4月12日 (2001.4.12)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

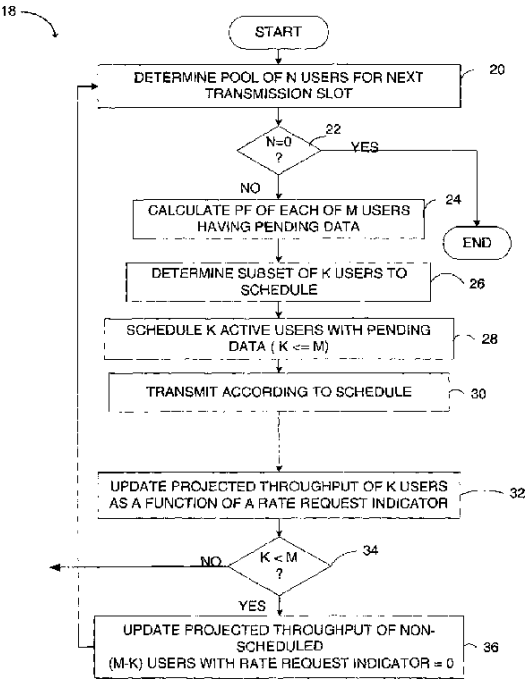
(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおいてパケットデータ送信をスケジュールするための方法と装置

(57) 【要約】

【課題】 無線通信システムにおいてパケットデータ送信をスケジュールするための方法と装置

【解決手段】 ユーザごとのプライオリティ関数 (PF) (24) がレート要求表示 (RRI) により示されたチャネル条件に基づいている無線通信システムにおいてパケットデータ送信をスケジュールするための方法 (18)。この方法は所定のサービス品質 (QoS) の条件により規定されたフェアネス基準も考慮する。1実施形態では、レート要求表示はデータレート要求 (DRR) である。他の実施形態では、レート要求表示は搬送波対妨害波 (C/I) 情報である。例示的な実施形態では、基地局は複数の移動ユーザについてのプライオリティ関数 (PF) を計算する。各 PF は与えられた移動ユーザのレート要求表示および計画スループットの関数である。1実施形態では、予測されたスループットは $T = (T)$ により計算される。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パケットデータ送信に適合した無線通信システムにおいて、下記を具備する方法：

移動局に関するレート要求表示 DRR を受信する；

該移動局に関するフェアネス・パラメータ を決定する；

該レート要求表示の関数としての該移動局に関する計画スループット値 T を計算する；

$DRR / (T)$ として該移動局に関するプライオリティ関数を計算する；および

該プライオリティ関数に従って該移動局への送信をスケジュールする。

【請求項 2】

プライオリティ関数の計算は、 (T) の単調関数を使用して該プライオリティ関数を計算することをさらに具備する、請求項 1 の方法。 10

【請求項 3】

該レート要求表示の各々は、複数の該移動局の 1 つから受信したデータレート要求である、請求項 1 の方法。

【請求項 4】

該レート要求表示の各々は、複数の該移動局の 1 つから受信した搬送波対妨害波比である、請求項 1 の方法。

【請求項 5】

送信をスケジュールすることに応じて複数の該移動局にデータを送信することをさらに具備する、請求項 1 の方法： 20

【請求項 6】

該レート要求表示の関数として、スケジュールされた移動局の該プライオリティ関数を更新することをさらに具備する、請求項 1 の方法：

【請求項 7】

該レート要求表示がゼロに等しいと仮定して、スケジュールされていない移動局の該プライオリティ関数を更新することを具備する、請求項 7 の方法：

【請求項 8】

下記を具備する、無線通信システムにおいてパケットデータ・トランザクションをスケジュールするための方法：

ユーザのプールを決定する； 30

該ユーザのプールの少なくとも一部のプライオリティ関数を計算する；

該ユーザのプールの該部分から未決定のデータ・トランザクションを有する第 1 の組のユーザをスケジュールする；

該ユーザのプールの該部分からレート要求表示を受信する；および

計画スループットの関数とフェアネス・パラメータとにより分割されたレート要求表示として該第 1 の組のユーザのプライオリティ関数を更新する。

【請求項 9】

ゼロのレート要求を使用している該第 1 の組のユーザとは異なる複数の該ユーザのプールの該部分内の第 2 の組のユーザを更新する、請求項 8 の方法：

【請求項 10】

複数のユーザの該プールの該部分は、未決定のデータを有するユーザである、請求項 8 の方法： 40

【請求項 11】

該第 1 の組のユーザは 1 ユーザから成る、請求項 10 の方法。

【請求項 12】

下記を具備する基地局装置：

プロセッサ；および

該プロセッサと連結されたメモリ蓄積装置、該メモリ蓄積装置は、複数のコンピュータ読み出し可能命令を蓄積するように動作し、下記を具備する：

移動局に関するレート要求表示 DRR を受信するための第 1 の組の命令； 50

該移動局に関するフェアネス・パラメータ を決定するための第 2 の組の命令；
該レート要求表示の関数としての該移動局に関する計画スループット値 T を計算するための第 3 の組の命令；
該移動局に関するプライオリティ関数を計算するための第 4 の組の命令、ここで、該プライオリティ関数は $DRR / (T)$ の関数である；および
該プライオリティ関数に従って該移動局への送信をスケジュールするための第 5 の組の命令。

【請求項 13】

該命令は、該プライオリティ関数を計算するための第 6 の組の命令であって、 $DRR / (T)$ の関数として該プライオリティ関数を計算することをさらに備える第 6 の組の命令を具備する、請求項 12 記載の方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は無線データ通信に関する。より詳しくは、本発明は無線通信システムにおいてパケットデータ送信をスケジュールするための新規なおよび改良された方法と装置とに関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムでは、基地局は複数の移動ユーザと通信する。無線通信は、音声やビデオ送信のような低遅延データ通信、またはパケット化されたデータ送信のような高速データ通信を含んでもよい。1997年11月3日出願の米国特許出願番号第08/963,386号、タイトル“高速パケットデータ送信のための方法と装置(METHOD AND APPARATUS FOR HIGH RATE PACKET DATA TRANSMISSION)”は高速パケットデータ送信を記述しており、ここに明示的に引用されて組み込まれる。 20

【0003】

パケットデータ送信は実時間送信を必要とせず、それゆえにシステム内での移動ユーザ送信のスケジュールリングに関して基地局に柔軟性を与える。一度スケジュールされると、基地局は与えられた時間周期の間に単一の移動ユーザと同様に少ないユーザにデータを送信することができる。一般に、1システム内のパケットデータ移動ユーザのスケジュールリングは2つのゴールを有する。第1のゴールは各チャネルの使用率を最適化することである。第2のゴールは送信を移動ユーザに公平に割り当てることである。2つのゴールは時には競合する。例えば、チャネル品質条件と与えられたユーザについての未決定データの量とはそのユーザに過度に時間を割り当てる結果となる可能性がある。したがって、移動ユーザに効率的なパケットデータ送信をスケジュールするための良い方法が必要である。 30

【0004】

概 要

1つの観点では、パケットデータ送信に適合した無線通信システムにおいて、1方法は移動局についてのレート要求表示 DRR を受信すること、移動局についてのフェアネス・パラメータ を決定すること、レート要求表示の関数として移動局についての計画スループット値 T を計算すること、移動局についてのプライオリティ関数、ここでプライオリティ関数は $DRR / (T)$ の関数である、を計算すること、およびプライオリティ関数に従って移動局への送信をスケジュールすることを含む。 40

【0005】

1つの観点によれば、無線通信システムにおいてパケットデータ・トランザクションをスケジュールするための方法は、ユーザのプールを決定すること、ユーザのプールの少なくとも一部のプライオリティ関数を計算すること、ユーザのプールのこの部分から未決定のデータ・トランザクションを有する第1の組のユーザをスケジュールすること、ユーザのプールのこの部分からレート要求表示を受信すること、および計画スループットの関 50

数とフェアネス・パラメータとにより分割されたレート要求表示として第1の組のユーザのプライオリティ関数を更新することを含む。

【0006】

もう1つの観点では、基地局装置はプロセッサと、このプロセッサと連結されたメモリ蓄積装置とを含み、このメモリ蓄積装置は複数のコンピュータ可読性の命令を蓄積するように動作する。メモリ蓄積装置は移動局についてのレート要求表示DRRを受信するための第1の組の命令、移動局についてのフェアネス・パラメータを決定するための第2の組の命令、レート要求表示の関数としての移動局についての計画スループット値Tを計算するための第3の組の命令、移動局についてのプライオリティ関数、ここでプライオリティ関数は $DRR / (T)$ の関数である、を計算するための第4の組の命令、およびプライオリティ関数に従って移動局への送信をスケジュールするための第5の組の命令を含む。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

語“例示的(exemplary)”は“実例、個別例、または具体例として取り扱うこと”を意味するためにこの中で排他的に使用される。この中に“例示的”として記述されたいずれかの実施形態は、必ずしも他の実施形態以上に好ましいものまたは有利なものと解釈されるべきではない。

【0008】

本発明の例示的な実施形態では、スペクトル拡散無線通信システムの基地局はユーザごとのプライオリティ関数(Priority Function)(PF)の瞬間値に基づいて移動ユーザへのパケットデータ送信をスケジュールする。ユーザ・スケジューリング・プライオリティはPF値に関係し、ここで高PF値は高いスケジューリング・プライオリティを示し、低PF値は低いプライオリティを示す。1つの観点では、PF値を決定するための方法はレート要求表示(Rate Request Indicator)(RRI)により示されるチャネル条件に基づく。この方法はまたサービス品質(Quality Of Service)(QoS)条件により規定されるフェアネス基準(fairness criteria)を考慮する。そのような方法は送信器側での非ゼロ・バッファのアンダーラン(non-zero buffer under-run)に対して強い保護を提供する。1実施形態では、レート要求表示はデータレート要求(Data Rate Request)(DRR)である。他の実施形態では、レート要求表示は搬送波対妨害波(Carrier-to-Interference)(C/I)情報である。代替の実施形態は他のタイプのレート要求表示または予測を実施してもよい。例示的な実施形態では、基地局は複数の移動ユーザについてのプライオリティ関数(Priority Function)(PF)を計算する。各PFは与えられた移動ユーザのレート要求表示と計画スループット(throughput)との関数である。PF値は、未決定のデータを有するアクティブ移動ユニットを基地局がスケジュールすることを可能にする。スケジューリング(scheduling)は複数の移動局へのほぼ等しいシェアの割当て送信時間を生成する。

20

30

【0009】

スケジューリング割当ては、割り当てられたデータレートに関連する逆効果を減少させることによりチャネル感度を改善する。実際のデータレート割当ては量子化された送信レートを提供することによりチャネル感度を改善する。これはシステム内のデータレートの粗い調整になる。実際のデータレートは、割り当てられて使用可能なデータレートに従うために、切られるか、さもなければ処理されてもよい。送信データレートを決定するためにレート要求表示を使用することにより、データレートはシステムの実際の要求条件と動作環境とに従って調整される。

40

【0010】

図1に図示された例示的な実施形態では、無線通信システム10は大気中インターフェイスまたは無線リンクを介して移動局14および移動局16と通信する基地局12を含む。基地局12は移動局16の各々について別々の送信を処理する。図示されるように、移動局14は音声通信のような、低遅延データ通信タイプのサービスを使用しており、一方移動局16は高速パケットデータ通信を使用している。基地局12と移動局14との間の通信は実時間で実行され、そしてそれゆえにすべてのアクティブな通信は同時にそして共に

50

実行される。対照的に、移動局 16 とのパケットデータ通信はスケジュールされることができ、ここで複数の移動局 16 への通信は与えられた時刻に同時に送信される。代替の実施形態はチャネル利用を最適化することを求めている 1 局以上の移動局 16 への同時送信を可能とすることができる。

【0011】

図 2 はシステム 10 内の移動局 16 をスケジュールするための方法 18 を図示する。処理はステップ 20 でシステム 10 内のアクティブな移動ユーザのプール(pool)を決定することにより始まる。プール内の移動局 16、またはユーザの全数は“N”として表される。ステップ 22 で、もし N が 0 に等しければ処理は終了し、でなければプール内の“M”ユーザの各サブセットについての PF を計算するために、処理はステップ 24 に続き、こ

10

$$PF(j) = DRR(j) / T(j) \quad (1)$$

$$j = 1, \dots, M$$

ここで j は未決定データを有する M アクティブ・ユーザに対応するユーザ・インデックスである。例示的な実施形態では、レート要求表示は、 $j = 1, \dots, M$ についてユーザ j から受信されたデータレート要求 (DRR) の $DRR(j)$ として実施される。分子内にチャネル・センシティブ・レート要求表示を有することは、システム 10 内のユーザのスケジューリングへの比例を提供する。もしそのユーザがスケジュールされており、そしてこのユーザのバッファが期待されたレートで送信するのに十分なデータを含んでいたならば、レート要求表示はその後、各ユーザ j と関連する計画スループット $T(j)$ により分割される。実際のスループットは式 (1) のこの計算においては直接使用されないが、各ユーザ j の実際のスループットは $T(j)$ と表現されてもよい。

20

【0012】

未決定データを有する M アクティブ・ユーザのサブセットから、ステップ 26 で、次のサブセットが送信についてスケジュールされるべき“K”ユーザと決定される。例示的な実施形態では、K ユーザのサブセットはシステム構成と所定のスケジューリング方針とに従って決定される。しばしば $K = 1$ であり、即ち K は単一ユーザを強いられる。しかしながら、K は M に等しいかそれ以下のいずれの数であってもよい。計算された PF 値に基づいて、基地局はステップ 28 で“K”ユーザをスケジュールする。K スケジュールされたユーザは、N アクティブ・ユーザのサブセットを構成する、即ち、 $(K \leq M \leq N)$ であることに注目されたい。基地局 12 はその後、ステップ 28 のスケジュールに従ってステップ 30 でパケットデータ送信を伝える。送信は送信パワー、パワー制御、データレート、変調、および伝送のその他のパラメータの決定を含む。同時に、基地局 12 は移動局 14 への低潜伏期送信 (low latency transmissions) を伝送している可能性があることに注目されたい。

30

【0013】

ステップ 32 で、基地局 12 は各スケジュールされたユーザから受信された対応レート要求表示の関数として K スケジュールされたユーザの各々について、各計画スループット T を更新する。次式は例示的な実施形態に従うスケジュールされたユーザについての T の更新計算を記述している：

40

$$T(j, n+1) = (1 - \alpha) \cdot T(j, n) + \alpha \cdot DRR(j) \quad (2)$$

インデックス n を有するデジタル・サンプルについてフィルタ・パラメータ 付きのローパス・フィルタを使用している。1 実施形態では、時定数は各移動局 16 の目標 QOS および / または速度に関係する可能性がある。例示的な実施形態では、レート要求表示は、 $j = 1, \dots, N$ について、ユーザ j から受信されたデータレート要求 (DRR) の $DRR(j)$ として実施される。分子内にチャネル・センシティブ・レート要求表示を有することは、システム 10 内のユーザのスケジューリングへの比例を提供する。レート要求表示はその後、各ユーザ j と関連する計画スループット $T(j)$ により分割される。実際のスループットは式 (1) のこの計算においては直接使用されないが、各ユーザ j の実際の

50

のスループットは $T(j)$ として表現されてもよい。むしろ、このスケジューリング法はこのユーザから受信されたレート要求表示に基づいて各ユーザのスループットの予測または計画を作成する。レート要求表示はデータレート制御(DRC)チャネルを介して送信されたDRRであってもよく、ここでユーザは送信チャネルの品質を決定し、そして要求に対応するデータレートを決定する。送信チャネルの品質はこのユーザにより受信された送信のC/I測定値であってもよく、ここで対応DRRはルックアップ・テーブルを介するような、C/I比に関連する。1実施形態では、ユーザはC/I比を基地局12に送り、そして基地局12はC/Iに基づくデータレートを決定する。交互に、ユーザはC/Iを測定することと、ユーザにより受信された送信データ内のエラーとに基づいて要求すべきデータレートを決定することができる。ユーザは基地局に要求したいデータレートを決定するために種々の方法を使用することができる。同様に、ユーザは基地局からデータレートを要求するために種々のレート要求表示を実施することができる。なお1実施形態では、さらに種々の移動局16は種々のレート要求表示を実施する。

【0014】

もしステップ34で $K < M$ ならば、Nアクティブ・ユーザのプール内のスケジューリングされていないユーザ、即ちMスケジューリングされたユーザに含まれないユーザについての各Tを更新するために、処理はステップ36に続く。スケジューリングされていないユーザについて計画スループット計算は次のように与えられる：

$$T(i, n+1) = (1 - \quad) \cdot T(i, n) \quad (3)$$

$$i = 1, \dots, (M - K)$$

ここでレート要求表示はスケジューリングされていないユーザに関連する各PFの更新のために使用される計画スループットの計算に関してはゼロであると仮定される。

【0015】

更新された計画スループット値はPF値を更新するために使用される。処理はその後ステップ26に戻り、ここで更新されたPF値はまだ未決定のデータを有するいずれのユーザをもスケジューリングし続けるために使用される。

【0016】

例示的な実施形態は、まるで各移動局16が常に十分な量の未決定データを有し、そして各移動局16により要求されたレートが実現化されるかのように、各ユーザについてPF値を更新する。したがって、式(1) - (3)でのように計算されたPFにより発生されたスケジューリング・シーケンスは、少なくとも1ビットの送信すべきデータを有するバッファと同じように長い送信バッファのいかなる予測できない状態にも神経質ではない。

【0017】

図3は、受信され、処理され、そして送信された信号を含んでいる、基地局12をさらに詳述する。図示されるように、基地局12は複数の移動局16から、DRRやC/Iのようなレート要求表示を受信する。制御情報はとにかく移動局16から受信され、そしてまた基地局コントローラ(BSC)(図示せず)のような、中央コントローラからも受信される可能性がある。基地局はインターネットのようなネットワーク(図示せず)から、“バックボーン(backbone)・トラフィック”と呼ばれるトラフィックを受信する。これらの信号に答えて、基地局12は移動局16にデータを送信する。

【0018】

図4は基地局12のスケジューラ部をさらに詳述する。基地局12は与えられた時刻にアクティブな移動局16の数と識別とを決定するためのプール計算ユニット40を含む。アクティブな移動局16は基地局12と通信するが、しかし任意の未決定データ・トランザクションを持たなくてもよい。プール計算ユニット40は移動局16とBSC(図示せず)とから制御情報を受信し、そしてまたネットワーク(図示せず)からトラフィックを受信する。これに答えて、プール計算ユニット40はPF計算ユニット42に $= 1, \dots, N$ についてのユーザ識別情報のユーザID()を供給する。ユーザ識別情報はシステム10内のすべてのNアクティブ・ユーザに供給される。

【0019】

10

20

30

40

50

P F 計算ユニット 4 2 は移動局 1 6 から、D R R () のような、データレート要求表示を受信する。P F 計算ユニット 4 2 は式 (1) に従って各ユーザについての P F を決定するためにレート要求表示を使用する。未決定データ $j = 1, \dots, K$ を有する全ユーザについての $P F (j)$ はスケジューリング・ユニット 4 6 に供給される。スケジューリング・ユニット 4 6 は $P F (j)$ に関連する種々のユーザ間のスケジュールを決定する。スケジューリング・ユニット 4 6 はスケジュール情報を送信回路 4 8 に供給する。D A T A I N も送信回路 4 8 に供給され、それは D A T A O U T を生成するためにスケジュール情報に従ってデータを送信する。スケジュール情報はまたアクティブ・N ユーザの計画スループットを更新する計算ユニット 5 0 にも供給される。スケジュールされたユーザは式 (2) に従って更新され、一方スケジュールされていないユーザは式 (3) に従って更新される。計画スループット値を更新するために、計算ユニット 5 0 は移動局 1 6 についてのレート要求表示を受信する。未決定データを有する M ユーザのサブセットについての更新された計画スループット値はその後、P F 値を更新するために P F 計算ユニット 4 2 に供給し返される。計算ユニット 5 0 は無限インパルス応答 (I I R) フィルタのような平滑フィルタを含む。平滑フィルタについてのタップ係数は変更可能である。

10

【 0 0 2 0 】

1 例では、移動局 1 6 は 3 km / hr の速度を有し、そして 5.4 Hz のドップラ周波数 f_{doppler} を経験する。計画スループットは、近似的に 2 秒であるとして与えられた時定数 T_w で式 (2) および (3) に従って I I R 平滑フィルタリングにかけられる。I I R フィルタのタップ係数は、次式として与えられた関係により時定数 T_w に関連する：

20

$$= 1 / T_w \cdot (\text{フレーム / 秒}) \quad (4)$$

2 0 ミリ秒、即ち 5 0 フレーム / 秒のフレーム持続時間を与えられた $1 / 100$ の時定数となる。一般に の計算はまず、移動局 1 6 が所定の許容範囲内で少時間片を割り当てられるところのフェアネス制約を反映して、送信のためのサービス品質を決定することを含む。この計算はその後、最適な現実のシステム・スループットを達成するために を最適化する。

【 0 0 2 1 】

1 実施形態では、プライオリティ関数の分母は $f (T)$ として与えられる関数に修正され、ここで関数は (T) のような、T の単調関数である。この実施形態では、 はフェアネス・パラメータである。スループットの指数関数の導入はフェアネス対総スループット・トレードオフを変化させる。比例したフェア・アルゴリズムへの適用では、 $P F (i) = D R R (i) / T (i)$ 、または $P F (i) = D R R (i) / (T (i))$ である。他のスケジューリング・アルゴリズムでのように、トレードオフはフェアネスとスループットとの間に存在する。における増加は同様にスケジューリングのフェアネスを増し、一方で総スループットを減少させる。

30

【 0 0 2 2 】

この分野の技術者は情報および信号が種々様々な技術および技能のいずれかを使用して表現されてもよいことを理解するであろう。例えば、上記説明書の全体を通して参照される可能性のあるデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、記号、およびチップは電圧、電流、電磁波、磁界または磁粒、光学界または光粒子、あるいはそのいずれかの組み合わせにより表現されてもよい。

40

【 0 0 2 3 】

技術者はさらに、この中に開示された実施形態に関して記述された種々の実例となる論理ブロック、モジュール、回路およびアルゴリズムが電子的ハードウェア、コンピュータ・ソフトウェア、または両者の組み合わせとして実施されてもよいことを認めるであろう。ハードウェアおよびソフトウェアのこの互換性を明瞭に説明するために、種々の実例となる部品、ブロック、モジュール、回路およびステップは、一般にそれらの機能性の表現で上述された。そのような機能性がハードウェアまたはソフトウェアのいずれで実施されるかは、システム全体に賦課された特別のアプリケーションおよび設計制約による。熟練工は各特別のアプリケーションについての方法を変更することで記述された機能性を実施でき

50

るが、しかしそのような実施の決定が本発明の範囲からの逸脱を引き起こすと理解すべきではない。

【0024】

種々の実例となる論理ブロック、モジュール、およびこの中に開示された実施形態に関して記述された回路は、汎用プロセッサ、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ゲートアレイ FPGA、または他のプログラム可能論理装置、ディスクリート・ゲートカトランジスタ論理、ディスクリート・ハードウェア要素、あるいはこの中に記述された機能を実行するために設計されたこれらのいずれかの組み合わせで実施または実行されることができる。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであってもよいが、しかし代替では、プロセッサはいずれか従前のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシンであってもよい。プロセッサはまた計算装置の組み合わせ、例えば、DSPとマイクロプロセッサ、複数マイクロプロセッサ、DSPコアとともに1つまたはそれ以上のマイクロプロセッサ、あるいは他のそのような構成との組み合わせとして実施されてもよい。

10

【0025】

この中に開示された実施形態とともに記述された方法またはアルゴリズムのステップは、ハードウェア内、プロセッサにより実行されるソフトウェア・モジュール内、または2つの組み合わせ内で直接に具体化されてもよい。ソフトウェア・モジュールはランダムアクセス・メモリ RAM、フラッシュ・メモリ、読み出し専用メモリ ROM、電氣的プログラム可能ROM EPROM、電氣的消去・プログラム可能ROM EEPROM、レジスタ、ハードディスク、着脱可能形ディスク、コンパクトディスクROM CD-ROM、あるいはこの分野において既知のいずれか他の形式の蓄積媒体に属してもよい。例示的な蓄積媒体はプロセッサが蓄積媒体から情報を読み出し、そしてそれに情報を書き込むことができるようにプロセッサに連結される。代替案では、蓄積媒体はプロセッサに一体化されてもよい。プロセッサおよび蓄積媒体はASICに属してもよい。ASICはユーザ端末内に属してもよい。代替案では、プロセッサおよび蓄積媒体はユーザ端末内のディスクリート部品として属してもよい。

20

【0026】

開示された実施形態の前の説明は、この分野のいかなる技術者も本発明を製作または使用することを可能とするように提供される。これらの実施形態へのいろいろな変更は、この分野の技術者にはたやすく明白であるだろうし、その中に定義された包括的な原理はこの発明の精神または範囲から逸脱すること無しに他の実施形態に適用されてもよい。従って、本発明はその中に示された実施形態に制限されるつもりはなく、しかしむしろこの中に開示された原理および新規な特徴と矛盾しない最も広い範囲が許容されるべきである。

30

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】無線通信システムを形成するブロック図。

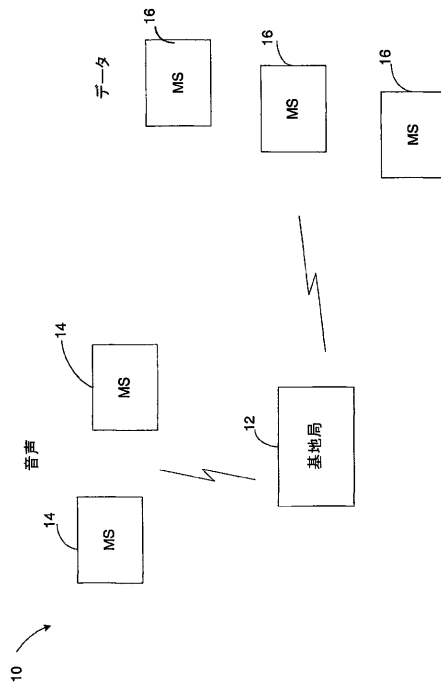
【図2】パケットデータ送信をスケジュールするための方法を形成するフロー図。

【図3】基地局を形成するブロック図。

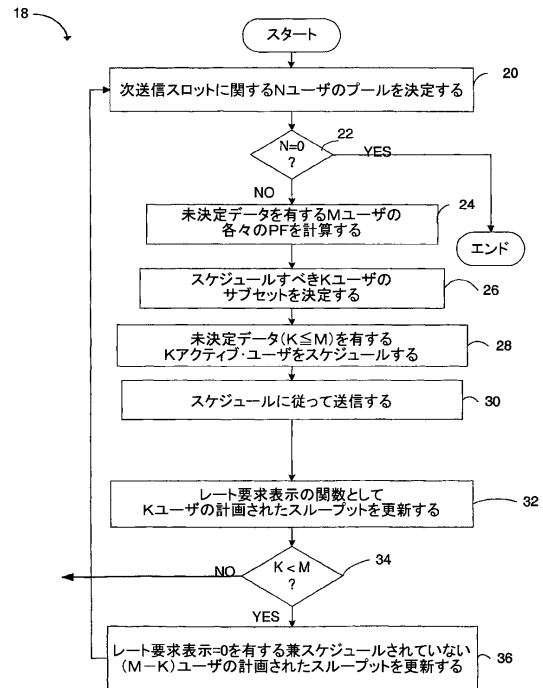
【図4】基地局の一部を形成するブロック図。

40

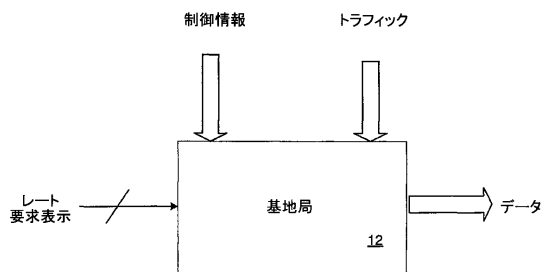
【図 1】



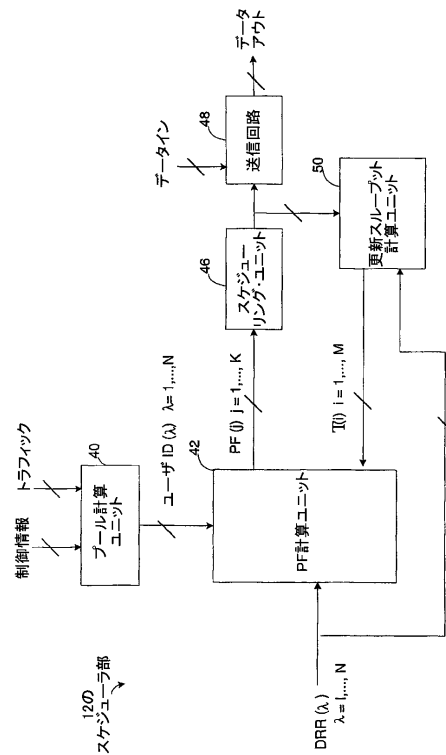
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
24 October 2002 (24.10.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/085054 A2

(51) International Patent Classification: H04Q 7/22

(21) International Application Number: PCT/US02/11641

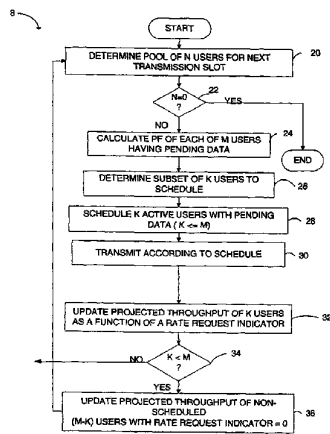
(22) International Filing Date: 11 April 2002 (11.04.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/834,774 12 April 2001 (12.04.2001) US(71) Applicant: QUALCOMM INCORPORATED [US/US];
5775 Morhouse Drive, San Diego, CA 92121-1714 (US).(72) Inventors: HOLTZMAN, Jack, M.; 12970 Caminito Ba-
utizo, San Diego, CA 92130 (US). RAZOUMOV, Leonid;
3700 Tenth Avenue, #3N, San Diego, CA 92103 (US).(74) Agents: WADSWORTH, Philip, R. et al.; Qualcomm In-
corporated, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121-
1714 (US).(81) Designated States (national): AI, AG, AL, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI,
GM, GR, GU, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LI, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE,
SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GI, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FR,
GB, GR, IE, IT, LI, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent

[Continued on next page]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR SCHEDULING PACKET DATA TRANSMISSIONS IN A WIRELESS COMMU-
NICATION SYSTEM

(57) Abstract: A method (18) for scheduling packet data transmissions in a wireless communication system wherein a per-user Priority Function (PF) (24) is based on a channel condition indicated by a Rate Request indicator (RRI). The method also considers fairness criteria dictated by predetermined Quality of Service (QoS) requirements. In one embodiment, the rate request indicator is a Data Rate Request (DRR). In another embodiment, the rate request indicator is Carrier-to-interference (C/I) information. In the exemplary embodiment, the base station calculates a Priority Function (PI) for the multiple mobile users. Each PF is a function of the rate request indicator and the projected throughput of a given mobile user. In one embodiment, the predicted throughput is calculated by $T = (T')^p$.

WO 02/085054 A2

WO 02/085054 A2 

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NL, SN, TD, TG). For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

Published:

— without international search report and to be republished upon receipt of that report

WO 02/085054

PCT/US02/11641

METHOD AND APPARATUS FOR SCHEDULING PACKET DATA TRANSMISSIONS IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM**BACKGROUND****Field**

[1001] The present invention relates to wireless data communication. More particularly, the present invention relates to a novel and improved method and apparatus for scheduling packet data transmissions in a wireless communication system.

Background

[1002] In a wireless communication system, a base station communicates with multiple mobile users. Wireless communications may include low delay data communications, such as voice or video transmissions, or high data rate communications, such as packetized data transmissions. U.S. Patent Application No. 08/963,386, entitled "METHOD AND APPARATUS FOR HIGH RATE PACKET DATA TRANSMISSION," filed Nov. 3, 1997 describes high rate packet data transmissions, and hereby expressly incorporated by reference.

[1003] Packet data transmissions are not required to be real-time transmissions, and therefore allow the base station flexibility in scheduling mobile user transmissions within a system. Once scheduled, the base station may transmit data to as little as a single mobile user during a given time period. In general, scheduling of packet data mobile users in a system has two goals. The first goal is to optimize the utilization of each channel. The second goal is to allocate transmissions to mobile users fairly. The two goals sometimes compete. For example, channel quality conditions and the amount of pending data for a given user may result in excessive time allocations to that user. There is a need, therefore, for a fair method for scheduling efficient packet data transmissions to mobile users.

WO 02/085054

PCT/US02/11641

2

SUMMARY

[1004] In one aspect, in a wireless communication system adapted for packet data transmissions, a method includes receiving a rate request indicator DRR for a mobile station, determining a fairness parameter α for the mobile station, calculating a projected throughput value T' for the mobile station as a function of the rate request indicator, calculating a priority function for the mobile station, wherein the priority function is a function of $DRR/(T')^\alpha$, and scheduling transmissions to the mobile stations according to the priority functions.

[1005] According to one aspect, a method for scheduling packet data transactions in a wireless communication system includes determining a pool of users, calculating a priority function of at least a portion of the pool of users, scheduling a first set of users having pending data transactions from the portion of the pool of users, receiving rate request indicators from the portion of the pool of users, and updating priority functions of the first set of users as the rate request indicators divided by a function of projected throughput and a fairness parameter.

[1006] In another aspect, a base station apparatus includes a processor, and a memory storage device coupled to the processor, the memory storage device operative to store a plurality of computer readable instructions. The memory storage device includes a first set of instructions to receive a rate request indicator DRR for a mobile station, a second set of instructions to determine a fairness parameter α for the mobile station, a third set of instructions to calculate a projected throughput value T' for the mobile station as a function of the rate request indicator, a fourth set of instructions to calculate a priority function for the mobile station, wherein the priority function is a function of $DRR/(T')^\alpha$, and a fifth set of instructions to schedule transmissions to the mobile stations according to the priority functions.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

WO 02/085054

PCT/US02/11641

3

[1007] FIG. 1 illustrates in block diagram form a wireless communication system.

[1008] FIG. 2 illustrates in flow diagram form a method for scheduling packet data transmission.

[1009] FIG. 3 illustrates in block diagram form a base station.

[1010] FIG. 4 illustrates in block diagram form a portion of a base station.

DETAILED DESCRIPTION

[1011] The word "exemplary" is used exclusively herein to mean "serving as an example, instance, or illustration." Any embodiment described herein as "exemplary" is not necessarily to be construed as preferred or advantageous over other embodiments.

[1012] In an exemplary embodiment of the present invention, a base station of a spread-spectrum wireless communication system schedules packet data transmissions to mobile users based upon the instantaneous values of a per-user Priority Function (PF). The user scheduling priority is related to the PF value, wherein a high PF value indicates a high scheduling priority and a low PF value indicates a low priority. In one aspect, a method for determining PF values is based on a channel condition indicated by a Rate Request Indicator (RRI). The method also considers a fairness criteria dictated by the Quality Of Service (QOS) requirements. Such a method provides robust protection against non-zero buffer under-runs on the transmitter side. In one embodiment, the rate request indicator is a Data Rate Request (DRR). In another embodiment, the rate request indicator is Carrier-to-Interference (C/I) information. Alternate embodiments may implement other types of rate request indicators or predictors. In the exemplary embodiment, the base station calculates a Priority Function (PF) for the multiple mobile users. Each PF is a function of the rate request indicator and the projected throughput of a given mobile user. The PF values allow the base station to schedule active mobile units having pending data. The scheduling produces an approximately equal share of the allocated transmission time to the multiple mobile stations.

WO 02/085054

PCT/US02/11641

4

[1013] Scheduling allocation improves channel sensitivity by reducing adverse effects associated with assigned data rates. Actual data rate assignments provide quantized transmission rates. This results in a coarse adjustment of data rates within a system. Actual data rates may be truncated, or otherwise manipulated, to conform to the assigned and available data rates. By using a rate request indicator to determine a transmission data rate, the data rate is adjusted according to the actual requirements and operating environment of the system.

[1014] In an exemplary embodiment illustrated in FIG. 1, a wireless communication system 10 includes a base station 12 that communicates with mobile stations 14 and mobile stations 16 via an air interface or radio link. The base station 12 processes separate transmissions for each of mobile stations 16. As illustrated, mobile stations 14 are employing low delay data communication type services, such as voice communications, while mobile stations 16 are employing high rate packet data communications. Communications between base station 12 and mobile stations 14 are performed in real-time and therefore all active communications are performed simultaneously and concurrently. In contrast, packet data communications with mobile stations 16 may be scheduled, wherein communications to multiple mobile stations 16 are transmitted simultaneously at a given time. Alternate embodiments may allow concurrent transmissions to more than one of mobile stations 16 seeking to optimize channel utilization.

[1015] FIG. 2 illustrates a method 18 for scheduling mobile stations 16 within system 10. The process begins by determining a pool of active mobile users within system 10 at step 20. The total number of mobile stations 16, or users, in the pool is designated as "N." If N is equal to 0, at step 22, the process ends, else the process continues to step 24 to calculate a PF for each of a subset of "M" users within the pool, wherein the M active users have data pending. The PF calculation is performed according to the following equation:

$$[1016] \quad PF(j) = \frac{DRR(j)}{T(j)}, \text{ for } j=1, \dots, M, \quad (1)$$

[1017] wherein j is a user index corresponding to the M active users with pending data. In the exemplary embodiment, a rate request indicator is implemented as DRR(j), the Data Rate Request (DRR) received from user j, for

WO 02/085054

PCT/US02/11641

5

$j=1, \dots, M$. Having the channel-sensitive rate request indicator in the numerator provides proportionality to the scheduling of users in system 10. The rate request indicator is then divided by a projected throughput associated with each user j , $T'(j)$ if the user was scheduled and the user's buffer contained enough data to transmit at the expected rate. The actual throughput of each user, j , may be represented as $T(j)$, although the actual throughput is not used directly in this calculation of Equation (1).

[1018] From the subset of M active users with data pending, at step 26, a further subset is determined of " K " users to be scheduled for transmission. In the exemplary embodiment, the subset of K users is determined according to system configuration and a predetermined scheduling policy. Often $K = 1$, or K is constrained to a single user. However, K may be any number less than or equal to M . Based on the calculated PF values, the base station schedules " K " users at step 28. Note that the K scheduled users constitute a subset of the N active users, i.e., $(K \leq M \leq N)$. The base station 12 then transmits packet data transmissions at step 30 according to the schedule of step 28. Transmission involves determination of transmission power, power control, data rate, modulation, and other parameters of transmission. Note that concurrently, the base station 12 may be transmitting low latency transmissions to mobile stations 14.

[1019] At step 32, the base station 12 updates each projected throughput, T' , for each of the K scheduled users as a function of a corresponding rate request indicator received from each scheduled user. The following formula describes the T' update calculation for scheduled users according to the exemplary embodiment:

$$\mathbf{[1020]} \quad T'(j, n+1) = (1-\beta) \cdot T'(j, n) + \beta \cdot DRR(j) \quad (2)$$

[1021] using a low pass filter with a filter parameter β for digital samples having index n . In one embodiment, the time constant may be related to the targeted QOS and/or velocity of each mobile station 16. In the exemplary embodiment, a rate request indicator is implemented as $DRR(\lambda)$, the Data Rate Request (DRR) received from user λ , for $\lambda=1, \dots, N$. Having the channel-sensitive rate request indicator in the numerator provides proportionality to the scheduling of users in system 10. The rate request indicator is then divided by

WO 02/085054

PCT/US02/11641

6

a projected throughput associated with each user j , $T'(j)$. The actual throughput of each user, j , may be represented as $T(j)$, although the actual throughput is not used directly in this calculation of Equation (1). Rather, the scheduling method makes a prediction or projection of the throughput of each user based on the rate request indicator received from that user. The rate request indicator may be the DRR transmitted via a Data Rate Control (DRC) channel, wherein the user determines a quality of the transmission channel and determines a corresponding data rate to request. The quality of the transmission channel may be a C/I measure of transmissions received by the user, wherein a corresponding DRR is associated with the C/I ratio, such as via a lookup table. In one embodiment, the user sends the C/I ratio to the base station 12 and the base station 12 determines a data rate based on the C/I. Alternately, the user may determine the data rate to request based on measuring C/I and on errors in transmitted data received by the user. The user may use a variety of methods to determine a data rate to request of the base station. Similarly, the user may implement a variety of rate request indicators for requesting a data rate from the base station. Still further, in one embodiment, different mobile stations 16 implement different rate request indicators.

[1022] If $K < M$ at step 34 processing continues to step 36 to update each T' for non-scheduled users within the pool of N active users, *i.e.*, users not included in the M scheduled users. The projected throughput calculation for non-scheduled users is given as:

$$T'(i, n+1) = (1 - \beta) \cdot T'(i, n), \quad (3)$$

[1024] for $i=1, \dots, (M-K)$. Here the rate request indicator is assumed to be zero for calculation of the projected throughput used for updating each PF associated with non-scheduled users.

[1025] The updated projected throughput values are used to update PF values. Processing then returns to step 26 wherein the updated PF values are used to continue scheduling any users that still have pending data.

[1026] The exemplary embodiment updates the PF values for each user as if each mobile station 16 always has sufficient amount of pending data, and that the rate requested by each mobile station 16 is realizable. Therefore, the

WO 02/085054

PCT/US02/11641

7

scheduling sequence generated by the PF computed as in Equations (1)-(3) is not sensitive to any unpredictable states of the transmission buffers as long as a buffer has at least one bit of data to send.

[1027] FIG. 3 further details base station 12, including signals received, processed, and transmitted. As illustrated, base station 12 receives a rate request indicator, such as DRR or C/I, from multiple mobile stations 16. Control information is received from at least the mobile stations 16, and also may be received from a central controller, such as a Base Station Controller (BSC) (not shown). The base station receives traffic, referred to as "backbone traffic," from a network (not shown), such as the Internet. In response to these signals, base station 12 transmits data to mobile stations 16.

[1028] FIG. 4 further details a scheduler portion of base station 12. Base station 12 includes a pool calculation unit 40 for determining the number and identification of mobile stations 16 active at a given time. Active mobile stations 16 communicate with base station 12, but may not have any pending data transactions. The pool calculation unit 40 receives control information from the mobile stations 16 and the BSC (not shown), and also receives traffic from a network (not shown). In response, the pool calculation unit 40 provides user identification information, User ID(λ) for $\lambda=1, \dots, N$, to a PF calculation unit 42. The user identification information is provided for all N active users in system 10.

[1029] The PF calculation unit 42 receives data rate request indicators from the mobile stations 16, such as DRR(λ). The PF calculation unit 42 uses the rate request indicator to determine a PF for each user according to Equation (1). The PF(j) for all users having pending data $j=1, \dots, K$ are provided to a scheduling unit 46. The scheduling unit 46 determines a schedule among the various users associated with PF(j). The scheduling unit 46 provides the schedule information to transmit circuitry 48. DATA IN is also provided to transmit circuitry 48, which transmits the data according to the schedule information to produce DATA OUT. The schedule information is also provided to a calculation unit 50 which updates the projected throughput of the active N users. The scheduled users are updated according to Equation (2), while the non-scheduled users are updated according to Equation (3). For updating the projected throughput values, the calculation unit 50 receives rate request

WO 02/085054

PCT/US02/11641

8

indicators for mobile stations 16. The updated projected throughput values for the subset of M users with pending data are then provided back to the PF calculation unit 42 to update the PF values. The calculation unit 50 includes a smoothing filter, such as an Infinite Impulse Response (IIR) filter. The tap coefficients for the smoothing filter are configurable.

[1030] In one example, a mobile station 16 has a velocity of 3 km/hr and experiences a doppler frequency, f_{doppler} , of 5.4 Hz. Projected throughput(s) are subject to IIR smoothing filtering according to Equations (2) and (3) with a time constant, T_w , given as approximately, is 2 sec. The IIR filter tap coefficient, β , is related to time constant T_w by a relation given as:

$$[1031] \quad \alpha = \frac{1}{T_w \cdot \left(\frac{\text{frames}}{\text{sec.}} \right)}, \quad (4)$$

[1032] resulting in a time constant of 1/100 given a frame duration of 20msec., i.e., 50 frames/sec. In general calculation of β involves first determining a quality of service for the transmissions reflecting a fairness constraint wherein each mobile station 16 is allocated a time fraction within a predetermined tolerance. The calculation then optimizes α to achieve optimum real system throughput.

[1033] In one embodiment, the denominator of the priority function is modified to a function given as $f(T)$, wherein the function is a monotonic function of T , such as $(T)^\alpha$. In this embodiment, α is the fairness parameter. The introduction of an exponential function of the throughput changes the fairness versus total throughput tradeoff. In application to a proportional fair algorithm, $PF(i) = \frac{DRR(i)}{T(i)}$, or $PF(i) = \frac{DRR(i)}{(T(i))^\alpha}$. As with other scheduling

algorithms, a trade-off exists between fairness and throughput. Increases in α correspondingly increase the fairness of the scheduling, while reducing the total throughput.

[1034] Those of skill in the art would understand that information and signals may be represented using any of a variety of different technologies and techniques. For example, data, instructions, commands, information, signals, bits, symbols, and chips that may be referenced throughout the above

description may be represented by voltages, currents, electromagnetic waves, magnetic fields or particles, optical fields or particles, or any combination thereof.

[1035] Those of skill will further appreciate that the various illustrative logical blocks, modules, circuits, and algorithm steps described in connection with the embodiments disclosed herein may be implemented as electronic hardware, computer software, or combinations of both. To clearly illustrate this interchangeability of hardware and software, various illustrative components, blocks, modules, circuits, and steps have been described above generally in terms of their functionality. Whether such functionality is implemented as hardware or software depends upon the particular application and design constraints imposed on the overall system. Skilled artisans may implement the described functionality in varying ways for each particular application, but such implementation decisions should not be interpreted as causing a departure from the scope of the present invention.

[1036] The various illustrative logical blocks, modules, and circuits described in connection with the embodiments disclosed herein may be implemented or performed with a general purpose processor, a Digital Signal Processor, DSP, an Application Specific Integrated Circuit, ASIC, a Field Programmable Gate Array, FPGA, or other programmable logic device, discrete gate or transistor logic, discrete hardware components, or any combination thereof designed to perform the functions described herein. A general purpose processor may be a microprocessor, but in the alternative, the processor may be any conventional processor, controller, microcontroller, or state machine. A processor may also be implemented as a combination of computing devices, e.g., a combination of a DSP and a microprocessor, a plurality of microprocessors, one or more microprocessors in conjunction with a DSP core, or any other such configuration.

[1037] The steps of a method or algorithm described in connection with the embodiments disclosed herein may be embodied directly in hardware, in a software module executed by a processor, or in a combination of the two. A software module may reside in Random Access Memory, RAM, flash memory, Read Only Memory, ROM, Electrically Programmable ROM, EPROM, Electrically Erasable Programmable ROM, EEPROM, registers, hard disk, a

WO 02/085054

PCT/US02/11641

10

removable disk, a Compact-Disk ROM, CD-ROM, or any other form of storage medium known in the art. An exemplary storage medium is coupled to the processor such the processor can read information from, and write information to, the storage medium. In the alternative, the storage medium may be integral to the processor. The processor and the storage medium may reside in an ASIC. The ASIC may reside in a user terminal. In the alternative, the processor and the storage medium may reside as discrete components in a user terminal.

[1038] The previous description of the disclosed embodiments is provided to enable any person skilled in the art to make or use the present invention. Various modifications to these embodiments will be readily apparent to those skilled in the art, and the generic principles defined herein may be applied to other embodiments without departing from the spirit or scope of the invention. Thus, the present invention is not intended to be limited to the embodiments shown herein but is to be accorded the widest scope consistent with the principles and novel features disclosed herein.

[1039] WHAT IS CLAIMED IS:

WO 02/085054

PCT/US02/11641

11

CLAIMS

1. In a wireless communication system adapted for packet data
2 transmissions, a method comprising:
 receiving a rate request indicator DRR for a mobile station;
4 determining a fairness parameter α for the mobile station;
 calculating a projected throughput value T' for the mobile station
6 as a function of the rate request indicator;
 calculating a priority function for the mobile station as $DRR/(T')^\alpha$;
8 and
 scheduling transmissions to the mobile stations according to the
10 priority functions.
2. The method as in claim 1, wherein calculating the priority function further
2 comprises calculating the priority function using a monotonic function of $(T')^\alpha$.
3. The method of claim 1, wherein each of the rate request indicators is a
2 data rate request received from one of the plurality of mobile stations.
4. The method of claim 1, wherein each of the rate request indicators is a
2 carrier-to-interference ratio received from one of the plurality of mobile stations.
5. The method of claim 1, further comprising:
2 transmitting data to the plurality of mobile stations in response to
 scheduling transmissions.
6. The method of claim 1, further comprising:
2 updating the priority functions of scheduled mobile stations as a
 function of the rate request indicator.
7. The method of claim 7, comprising:
2 updating the priority functions of non-scheduled mobile stations
 assuming the rate request indicator is equal to zero.

WO 02/085054

PCT/US02/11641

12

8. A method for scheduling packet data transactions in a wireless
2 communication system, comprising:
determining a pool of users;
4 calculating a priority function of at least a portion of the pool of
users;
6 scheduling a first set of users having pending data transactions
from the portion of the pool of users;
8 receiving rate request indicators from the portion of the pool of
users; and
10 updating priority functions of the first set of users as the rate
request indicators divided by a function of projected throughput
12 and a fairness parameter.
9. The method of claim 8, further comprising:
2 updating a second set of users within the portion of the pool of
users different from the first set of users using a rate request of
4 zero.
10. The method as in claim 8, wherein the portion of the pool of users are
2 users having pending data.
11. The method as in claim 10, wherein the first set of users comprises one
2 user.
12. A base station apparatus comprising:
2 processor; and
memory storage device coupled to the processor, the memory
4 storage device operative to store a plurality of computer readable
instructions, comprising:
6 a first set of instructions to receive a rate request indicator DRR
for a mobile station;
8 a second set of instructions to determine a fairness parameter α
for the mobile station;

WO 02/085054

PCT/US02/11641

13

- 10 a third set of instructions to calculate a projected throughput value
T' for the mobile station as a function of the rate request
12 indicator;
a fourth set of instructions to calculate a priority function for the
14 mobile station, wherein the priority function is a function of
DRR/(T')^α; and
16 a fifth set of instructions to schedule transmissions to the mobile
stations according to the priority functions.

13. The method as in claim 12, wherein the instructions further comprise:

- 2 a sixth set of instructions to calculate the priority function further comprises
calculating the priority function as a function of DRR/(T')^α.

WO 02/085054

PCT/US02/11641

1/4

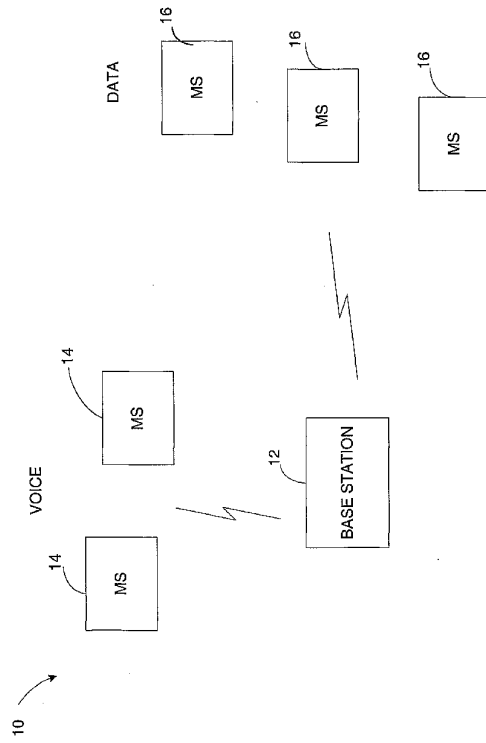


FIG. 1

WO 02/085054

PCT/US02/11641

2/4

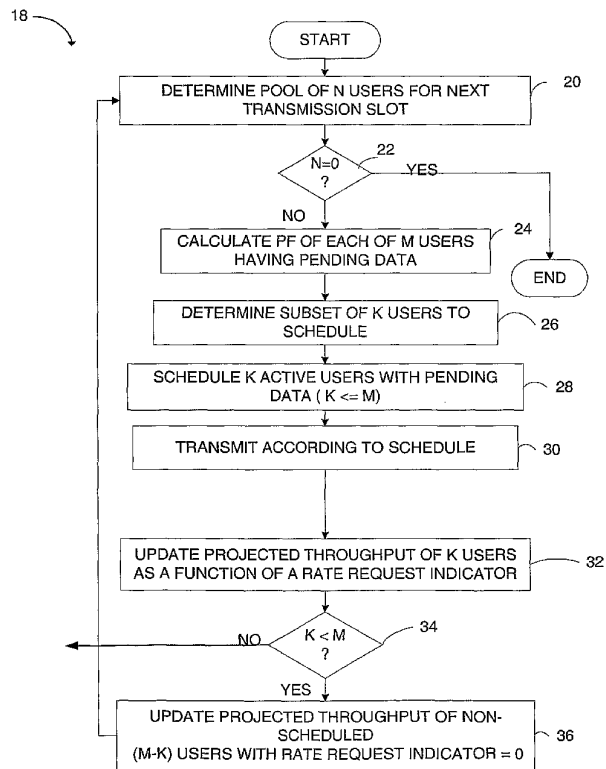


FIG. 2

WO 02/085054

PCT/US02/11641

3/4

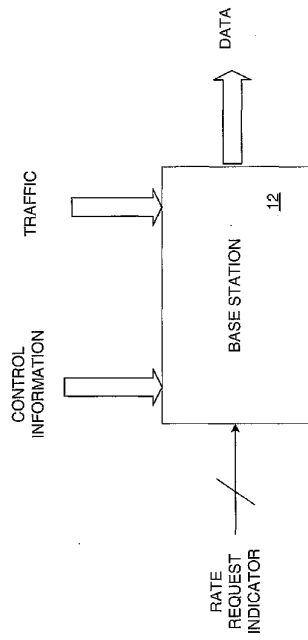


FIG. 3

WO 02/085054

PCT/US02/11641

4/4

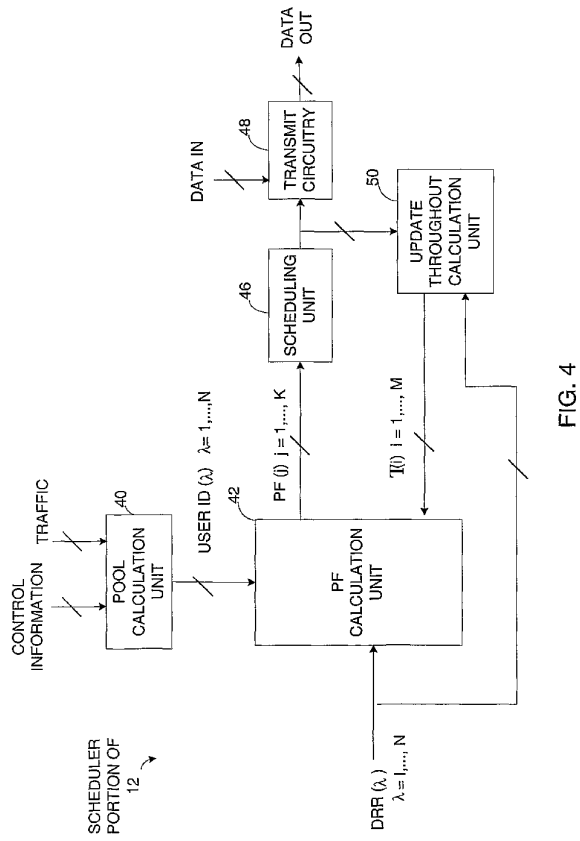


FIG. 4

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
24 October 2002 (24.10.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/085054 A3(51) International Patent Classification: **H04Q 7/22**

(21) International Application Number: PCT/US02/11641

(22) International Filing Date: 11 April 2002 (11.04.2002)

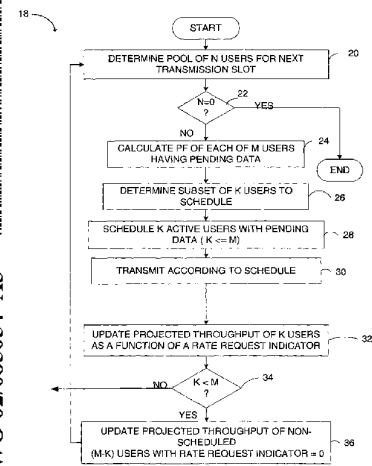
(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/834,774 12 April 2001 (12.04.2001) US(71) Applicant: QUALCOMM INCORPORATED [US/US];
5775 Morhouse Drive, San Diego, CA 92121-1714 (US).(72) Inventors: HOLTZMAN, Jack, M.; 12970 Caminito Ba-
utizo, San Diego, CA 92130 (US). RAZOUMOV, Leonid;
3700 Tenth Avenue, #3N, San Diego, CA 92103 (US).(74) Agents: WADSWORTH, Philip, R. et al.; Qualcomm In-
corporated, 5775 Morhouse Drive, San Diego, CA 92121-
1714 (US).(81) Designated States (national): AF, AG, AI, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,
SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR,
GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent

[Continued on next page]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR SCHEDULING PACKET DATA TRANSMISSIONS IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM



(57) Abstract: A method (18) for scheduling packet data transmissions in a wireless communication system wherein a per-user Priority Function (PF) (24) is based on a channel condition indicated by a Rate Request indicator (RRI). The method also considers fairness criteria dictated by predetermined Quality of Service (QoS) requirements. In one embodiment, the rate request indicator is a Data Rate Request (DRR). In another embodiment, the rate request indicator is Carrier-to-Interference (C/I) information. In the exemplary embodiment, the base station calculates a Priority Function (PF) for the multiple mobile users. Each PF is a function of the rate request indicator and the projected throughput of a given mobile user. In one embodiment, the predicted throughput is calculated by $T = (T^*)^p$.

WO 02/085054 A3

WO 02/085054 A3



(BI), BJ, CI, CG, CL, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG). (88) Date of publication of the international search report:
13 February 2003

Published:

- with international search report
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 02/11641
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04Q7/22		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04Q H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 003 302 A (NEC CORP.) 24 May 2000 (2000-05-24) abstract; figures 1-4 column 11, line 36 -column 13, line 22 ---	1,8,12
Y	DE 199 07 085 C (SIEMENS AG.) 13 April 2000 (2000-04-13) abstract; figures 1-3 column 3, line 68 -column 4, line 31 ---	1,8,12
A	WO 98 45966 A (QUALCOMM INC.) 15 October 1998 (1998-10-15) abstract; figures 2,7,10 page 45, line 12 -page 48, line 11 --- -/-	1,8,12
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *B* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone ** document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *S* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 November 2002		Date of mailing of the international search report 04/12/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5518 Patentkanal 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-3060, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Danielidis, S

Form PCT/ISA(210) (second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 02/11641
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 977 402 A (NEWBRIDGE CORP.) 2 February 2000 (2000-02-02) abstract; figures 1-3 column 5, line 5 - line 19 column 7, line 33 - line 51 -----	1,8,12
A	EP 1 089 500 A (NORTEL NETWORKS LTD.) 4 April 2001 (2001-04-04) abstract; claim 1; figures 1,3,6 page 6, line 37 - line 52 -----	1,8,12
P,A	EP 1 130 872 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.) 5 September 2001 (2001-09-05) abstract; figure 2; table 1 page 3, line 2 - line 21 page 5, line 9 - line 48 -----	1,8,12

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				Serial Application No PCT/US 02/11641	
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1003302	A	24-05-2000	AU 5954099 A		25-05-2000
			EP 1003302 A2		24-05-2000
			JP 3214498 B2		02-10-2001
			JP 2000217159 A		04-08-2000
DE 19907085	C	13-04-2000	DE 19907085 C1		13-04-2000
			EP 1030530 A2		23-08-2000
WO 9845966	A	15-10-1998	US 5914950 A		22-06-1999
			AU 7246698 A		30-10-1998
			CN 1263675 T		16-08-2000
			EP 0974237 A2		26-01-2000
			JP 2001519123 T		16-10-2001
			TW 391099 B		21-05-2000
			WO 9845966 A2		15-10-1998
			US 5923650 A		13-07-1999
			ZA 9802973 A		13-10-1998
EP 977402	A	02-02-2000	EP 0977402 A2		02-02-2000
EP 1089500	A	04-04-2001	EP 1089500 A2		04-04-2001
EP 1130872	A	05-09-2001	EP 1130872 A1		05-09-2001
			JP 2001274839 A		05-10-2001

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 ホルツマン、ジャック・エム

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 3 0、サン・ディエゴ、カミニト・パウティゾ 1 2
9 7 0

(72)発明者 ラズーモフ、レオニド

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 0 3、サン・ディエゴ、テンス・アベニュー・ナンバ
ー3エヌ 3 7 0 0

Fターム(参考) 5K033 CA11 CC01 DA17 DB16 DB17

5K067 AA21 BB21 CC08 DD11 DD51 EE02 EE10 FF02 GG02 HH22