

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-182425

(P2011-182425A)

(43) 公開日 平成23年9月15日(2011.9.15)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO4W 52/18	(2009.01)	HO4Q 7/00	437		5K028
HO4W 16/02	(2009.01)	HO4Q 7/00	201		5K067
HO4J 13/00	(2011.01)	HO4J 13/00	100		
HO4J 11/00	(2006.01)	HO4J 11/00	Z		
HO4J 3/00	(2006.01)	HO4J 3/00	H		

審査請求 有 請求項の数 34 O L 外国語出願 (全 85 頁)

(21) 出願番号	特願2011-83932 (P2011-83932)	(71) 出願人	595020643
(22) 出願日	平成23年4月5日 (2011.4.5)		クアルコム・インコーポレイテッド
(62) 分割の表示	特願2001-573660 (P2001-573660) の分割		QUALCOMM INCORPORATED
原出願日	平成13年3月20日 (2001.3.20)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(31) 優先権主張番号	09/539, 157		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(32) 優先日	平成12年3月30日 (2000.3.30)		ハウス・ドライブ 5775
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100159651
			弁理士 高倉 成男
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

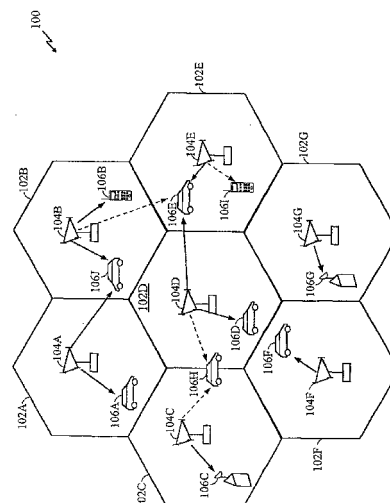
(54) 【発明の名称】 通信システムの送信を制御する装置および方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】無線通信システムで多数の送信装置を動作する方法を提供する。

【解決手段】利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、通信システムに対する複数のセルを含む再使用パターンを規定し、再使用パターンにおける各セルに対する1以上の特性を決定し、少なくとも部分的にセルの決定された1以上の特性に基づいて再使用パターン中の各セルに1組のチャンネルを割当て、通信システムの変化を反映するために決定および割当てを反復する。再使用パターン中の各セルは、フルパワーレベルで送信するためのそれぞれのセットのチャンネルを割当てられる。再使用パターン中の各セルは、フルパワーレベルで送信するのに利用可能な1以上のチャンネルと、減少されたパワーレベルで送信するのに利用可能な1以上のチャンネルを含んでいるそれぞれのセットのチャンネルを割当てられる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通信システムの 1 以上の特性を決定し、

利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、

少なくとも部分的に通信システムの決定された 1 以上の特性に基づいて複数のチャンネルの複数のバックオフファクタを規定し、各チャンネルはピーク送信パワーレベルからの減少を識別するそれぞれのバックオフファクタと関連され、各バックオフファクタはゼロから 1 の範囲であり、

少なくとも部分的に複数のバックオフファクタに基づいて決定されるパワーレベルで複数のチャンネルにより送信することを含んでいる通信システムの送信を制御する方法。

10

【請求項 2】

利用可能なシステムリソースは複数の時分割多重化 (TDM) タイムスロットに区分され、複数のチャンネルは規定されたタイムスロットのセットに対応している請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

利用可能なシステムリソースは複数の周波数分割多元化 (FDM) チャンネルに区分される請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

複数のチャンネルは直交周波数分割多重化 (OFDM) の側波帯に対応している請求項 3 記載の方法。

20

【請求項 5】

利用可能なシステムリソースは複数のコード分割多元 (CDMA) チャンネルに区分される請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

通信システムの決定された 1 以上の特性は通信システム中の受信機の搬送波対雑音プラス干渉 (C/I) 特性を含んでいる請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

通信システムの決定された 1 以上の特性は通信システムに対するロード確率を含んでいる請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

複数のバックオフファクタは通信システムの 1 以上の決定された特性にほぼ一致するように規定されている請求項 1 記載の方法。

30

【請求項 9】

複数のバックオフファクタは通信システムの受信機の C/I 特性にほぼ一致するように規定されている請求項 6 記載の方法。

【請求項 10】

複数のバックオフファクタは要求される供給停止確率に部分的に基づいて規定されている請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

複数のバックオフファクタは複数のチャンネルに対して選択された 1 以上の設定点に部分的に基づいて規定されており、各設定点はデータ送信で必要とされる C/I に対応している請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 12】

1 以上の設定点は要求される供給停止確率に部分的に基づいて決定される請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】

1 以上の設定点は複数のチャンネルでのデータ送信の必要とされるデータ速度に部分的に基づいて決定される請求項 11 記載の方法。

【請求項 14】

複数の各チャンネルの必要とされる送信パワーレベルを評価し、

50

複数のチャンネルに対する評価された要求される送信パワーレベルに基づいて複数のバックオフファクタを調節するステップをさらに含んでいる請求項 1 記載の方法。

【請求項 15】

特定のチャンネルに対して要求される送信パワーレベルは特定のチャンネルのデータ送信の C/I 評価に基づいて評価される請求項 14 記載の方法。

【請求項 16】

特定のチャンネルに対して要求される送信パワーレベルは特定のチャンネルのデータ送信のデータ速度に基づいてさらに評価される請求項 15 記載の方法。

【請求項 17】

少なくとも 1 つのチャンネルは 1 のバックオフファクタに関連されフル送信パワーを表し、残りのチャンネルは 1 よりも小さいバックオフファクタに関連される請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 18】

複数のバックオフファクタは通信システムの変化を反映するためにダイナミックに規定される請求項 1 記載の方法。

【請求項 19】

複数のバックオフファクタは通信システムの性能要求の変化を反映するためにダイナミックに規定される請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】

複数のバックオフファクタは通信システムの変化にほぼ一致するように適合可能に規定される請求項 1 記載の方法。

20

【請求項 21】

複数のバックオフファクタは通信システムの受信機の特性的変化にほぼ一致するように適合可能に規定される請求項 20 記載の方法。

【請求項 22】

複数のバックオフファクタは通信システムのロード状態の変化にほぼ一致するように適合可能に規定される請求項 20 記載の方法。

【請求項 23】

1 以上のバックオフファクタは測定された性能に基づいて調節される請求項 1 記載の方法。

30

【請求項 24】

1 以上のバックオフファクタは評価されたまたは測定された C/I に基づいて調節される請求項 23 記載の方法。

【請求項 25】

1 以上のバックオフファクタは測定されたフレーム消去レート (FER) に基づいて調節される請求項 23 記載の方法。

【請求項 26】

1 以上のバックオフファクタは評価された供給停止確率に基づいて調節される請求項 23 記載の方法。

【請求項 27】

1 以上のバックオフファクタは干渉を減少するために選択された時間インターバルに対して期間で減少される請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 28】

1 以上のバックオフファクタは 1 以上の関連するチャンネルの干渉を消去するために選択された時間期間中でゼロに設定される請求項 1 記載の方法。

【請求項 29】

特定のチャンネルのバックオフファクタは、その特定のチャンネルの性能が特定のしきい値よりも低下される場合にゼロに設定される請求項 1 記載の方法。

【請求項 30】

特定のチャンネルのバックオフファクタは、フレーム消去レート (FER) が特定の F E

50

Rしきい値を超える場合にはゼロに設定される請求項 29 記載の方法。

【請求項 31】

特定のチャンネルのバックオフファクタは、特定のチャンネルの供給停止確率が特定の値を超える場合にはゼロに設定される請求項 29 記載の方法。

【請求項 32】

通信システムに対して複数のセルを含む再使用パターンを規定し、

再使用パターン中の各セルに対する 1 以上の特性を決定し、

複数のチャンネルへ利用可能なシステムリソースを区分し、

少なくとも部分的に決定された 1 以上の特性に基づいて再使用パターンの各セルに対する複数のチャンネルの複数のバックオフファクタを規定し、各セルの各チャンネルはピーク送信パワーレベルからの減少を識別するそれぞれのバックオフファクタと関連され、各バックオフファクタはゼロから 1 の範囲であり、

少なくとも部分的に関連するバックオフファクタに基づいて決定されるパワーレベルで複数のセルから複数のチャンネルにより送信するステップを含んでいる通信システムの送信を制御する方法。

【請求項 33】

再使用パターンの各セルのバックオフファクタは再使用パターンで近隣のセルからほぼスタガーに配列されている請求項 32 記載の方法。

【請求項 34】

再使用パターンの各セルの複数のチャンネルに対する実効的なリンクマージンを評価し、評価された実効的なリンクマージンに基づいて再使用パターンの各セルに対するバックオフファクタを再度規定するステップをさらに含んでいる請求項 32 記載の方法。

【請求項 35】

1 組の状態が満足されるまで、評価および再規定は反復的に実行される請求項 34 記載の方法。

【請求項 36】

実効的なリンクマージンが特定のしきい値内になるまで評価および再規定は反復的に実行される請求項 34 記載の方法。

【請求項 37】

特定のセルにおいて、特定のチャンネルに対するバックオフファクタを減少するために 1 以上の近隣のセルから 1 以上のリクエストを受信し、

1 以上の受信されたリクエストにしたがって特定のチャンネルのバックオフファクタを減少するステップをさらに含んでいる請求項 32 記載の方法。

【請求項 38】

特定のチャンネルに対するバックオフファクタは 1 以上の近隣のセルからのリクエストされた減少の最大値により減少される請求項 37 記載の方法。

【請求項 39】

バックオフファクタは 1 以上のタイムスロットまたは 1 以上のチャンネル、または再使用パターン中の 1 以上のセルまたはその組合わせで与えられる請求項 32 記載の方法。

【請求項 40】

利用可能なシステムリソースは複数の時分割多重化 (TDM) タイムスロット、周波数分割多重化 (FDM) チャンネル、または複数のコード分割多元化アクセス (CDMA) チャンネルに区分され、複数のチャンネルは規定されたセットの TDM タイムスロット、複数の FDM チャンネル、または複数の CDMA チャンネル、またはその組合わせに区分されている請求項 32 記載の方法。

【請求項 41】

通信システムの決定された 1 以上の特性には通信システムの受信装置の搬送波対雑音プラス干渉 (C/I) 特性、または通信システムのロード確率、またはその両者が含まれている請求項 32 記載の方法。

【請求項 42】

10

20

30

40

50

各セルに対する複数のバックオフファクタはセルの受信機の C / I 特性、複数のチャンネルで選択された 1 以上の設定点、要求される供給停止確率、またはその組合わせに部分的に基づいて規定される請求項 3 2 記載の方法。

【請求項 4 3】

特定のセルの 1 以上のバックオフファクタは、測定されたフレーム消去レート (FER)、供給停止確率または C / I またはその組合わせに対応して測定または評価された性能に基づいて調節される請求項 3 2 記載の方法。

【請求項 4 4】

特定のセルに対する 1 以上のバックオフファクタは、測定された C / I および設定点に関する量だけ調節される請求項 3 2 記載の方法。

10

【請求項 4 5】

複数のセルに割当てられたバックオフファクタは同一チャンネル干渉を減少するために変更される請求項 3 2 記載の方法。

【請求項 4 6】

複数のセルはそれぞれデータ送信が可能にされる時間インターバルのそれぞれのセットを指定される請求項 3 2 記載の方法。

【請求項 4 7】

バックオフファクタはセクタ化されたセル中のセクタに関連されている請求項 3 2 記載の方法。

【請求項 4 8】

無線システムにおいて複数の送信機を動作する方法において、
利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、
通信システムに対する複数のセルを含む再使用パターンを規定し、
再使用パターンにおける各セルに対する 1 以上の特性を決定し、
少なくとも部分的にセルの決定された 1 以上の特性に基づいて再使用パターン中の各セルに 1 組のチャンネルを割当て、
通信システムの変化を反映するために決定および割当てを反復する無線通信システムにおける複数の送信機の動作方法。

20

【請求項 4 9】

再使用パターン中の各セルはフルパワーレベルで送信するためのそれぞれのセットのチャンネルを割当てられる請求項 4 8 記載の方法。

30

【請求項 5 0】

再使用パターン中の各セルはフルパワーレベルで送信するのに利用可能な 1 以上のチャンネルと、減少されたパワーレベルで送信するのに利用可能な 1 以上のチャンネルを含んでいるそれぞれのセットのチャンネルを割当てられる請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 1】

セルに割当てられたチャンネルのセットは複数の利用可能なチャンネルと再使用パターン中のセルの数に部分的に基づいて決定される請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 2】

セルに割当てられたチャンネルのセットはセルの評価されたロード状態に部分的に基づいて決定される請求項 4 8 記載の方法。

40

【請求項 5 3】

再使用パターン中の各セルは再使用パターン中の他のセルに割当てられたチャンネルに直交するそれぞれのチャンネルセットを割当てられる請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 4】

特定のセルに割当てられた 1 以上のチャンネルは干渉を減少するために減少されたパワーで送信される請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 5】

パワーの減少は規定されたステップで実行される請求項 5 4 記載の方法。

【請求項 5 6】

50

特定のセルに割当てられた 1 以上のチャンネルは干渉を減少するため送信を一時的に禁止される請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 7】

特定のセルは割当てられたチャンネルセットの容量によってサポートされない送信需要に対しては、割当てられていないチャンネルにおいて送信する請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 8】

割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルの評価された性能に基づいて選択される請求項 5 7 記載の方法。

【請求項 5 9】

割当てられていないチャンネルは近隣のセルにより選択されたチャンネルの占有の評価された確率に基づいて選択される請求項 5 8 記載の方法。

10

【請求項 6 0】

割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルで実現可能な搬送波対干渉プラス雑音 (C/I) に基づいて選択される請求項 5 8 記載の方法。

【請求項 6 1】

割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルに対する評価された供給停止確率に基づいて選択される請求項 5 8 記載の方法。

【請求項 6 2】

1 以上のチャンネルは特定の時間間隔で特定のセルによる送信用に保留される請求項 5 7 記載の方法。

20

【請求項 6 3】

近隣のセルは特定の時間間隔で 1 以上の保留されたチャンネルで送信することを禁止される請求項 6 2 記載の方法。

【請求項 6 4】

各割当てられたチャンネルの送信パワーは割当てられたチャンネルが送信中であるときのパワーレベル範囲に限定される請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 6 5】

決定および割当ては周期的に実行される請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 6 6】

決定および割当ては通信システム中の変化の指示を受信したときに実行される請求項 4 8 記載の方法。

30

【請求項 6 7】

再使用パターンは 3 以上のセルを含んでいる請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 6 8】

利用可能なシステムリソースは 1 2 以上のチャンネルに区分される請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 6 9】

複数の受信機へのデータ送信に使用される再使用方式を規定し、規定された再使用方式は特定の再使用パターン、利用可能なシステムリソースの初期割当て、1 組の動作パラメータを識別し、

40

規定された再使用方式にしたがって複数の受信機に送信し、

通信システムの性能を評価し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内であるか否かを決定し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内である場合には、再使用方式を再度規定することを含んでいる通信システムにおける複数の受信機へデータ送信を行う方法。

【請求項 7 0】

再使用方式の規定は、

通信システムの 1 以上のパラメータを特徴付け、

1 以上の特徴付けされたパラメータに少なくとも部分的に基づいて再使用プランを規定し、その再使用プランは特定の再使用パターンに基づいて特定の再使用パターンと、初期

50

セルの再使用レイアウトを識別する請求項 6 9 記載の方法。

【請求項 7 1】

特徴付けは通信システム中の複数の受信機に対する干渉特性の決定を含んでいる請求項 7 0 記載の方法。

【請求項 7 2】

1 以上のパラメータは通信システムの変化を反映するために周期的に更新される請求項 7 0 記載の方法。

【請求項 7 3】

再使用方式の規定は、

利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、

10

1 以上の特徴付けされたパラメータに少なくとも部分的に基づいてセルの再使用レイアウトの各セルに対して 1 組のチャンネルを割当ててをさらに含んでいる請求項 7 0 記載の方法。

【請求項 7 4】

特徴付けは、各セルに割当てられたチャンネルセットの占有の予測される確率の決定を含んでいる請求項 7 3 記載の方法。

【請求項 7 5】

占有の予測される確率は特徴付けされていないチャンネルでは 1 に設定される請求項 7 4 記載の方法。

【請求項 7 6】

20

再使用方式の規定は、

チャンネルの各割当てられたセットに関連される 1 組のバックオフファクタの規定をさらに含んでいる請求項 7 3 記載の方法。

【請求項 7 7】

動作パラメータのセットはチャンネルの各割当てられたセットに対して 1 組のバックオフファクタを含んでいる請求項 7 3 記載の方法。

【請求項 7 8】

さらに、通信システムにおける変化の指示を受信し、

通信システム中の受信された変化の指示に応答して再使用方式を再度規定する請求項 6 9 記載の方法。

30

【請求項 7 9】

評価は、1 つの特定のセルに対して実効的なリンクマージン、フレーム消去レート (FER)、供給停止確率、または平均スループット、またはその組み合わせの決定を含んでいる請求項 6 9 記載の方法。

【請求項 8 0】

データ送信のスケジュールに使用される第 1 のセットのパラメータを更新し、

データ送信の優先順位を決定し、

データ送信の優先順位に少なくとも部分的に基づいてそれぞれの利用可能なチャンネルへデータ送信を割当て、

データ送信の送信に使用される第 2 のセットのパラメータを更新し、

40

更新されたパラメータの第 2 のセットを使用して割当てられたチャンネルで複数の受信装置に送信する通信装置の複数の受信機へのデータ送信方法。

【請求項 8 1】

第 1 のセットのパラメータは、チャンネル占有確率、ロード確率、受信機の搬送波対干渉プラス雑音 (C/I)、またはバックオフファクタ、またはその組み合わせである請求項 8 0 記載の方法。

【請求項 8 2】

優先順位の決定は、更新された第 1 のセットのパラメータを使用して各受信機の利用可能なチャンネルのチャンネル計量を計算する動作を含んでいる請求項 8 0 記載の方法。

【請求項 8 3】

50

チャンネル計量は累積スループットに関するものである請求項 8 2 記載の方法。

【請求項 8 4】

累積スループットは実現可能な、または実際のデータ速度に基づいて決定される請求項 8 3 記載の方法。

【請求項 8 5】

累算スループットは特定の時間インターバルにわたって実現可能な、または実際のデータ速度のスライディング平均として決定される請求項 8 3 記載の方法。

【請求項 8 6】

チャンネル計量は供給停止確率に関するものである請求項 8 2 記載の方法。

【請求項 8 7】

チャンネル計量は予測された実現可能な搬送波対干渉プラス雑音 (C/I) に関するものである請求項 8 2 記載の方法。

【請求項 8 8】

チャンネル計量は干渉ソースからの予測された干渉を示す干渉制限マトリックスを反映したものである請求項 8 2 記載の方法。

【請求項 8 9】

優先順位の決定はさらに、計算されたチャンネル計量に部分的に基づいたデータ送信への優先順位の割当てを含んでいる請求項 8 2 記載の方法。

【請求項 9 0】

優先順位の決定はさらに、データ送信により受ける遅延に少なくとも部分的に基づいて特定のデータ送信の優先順位をアップグレードさせる請求項 8 9 記載の方法。

【請求項 9 1】

それぞれの利用可能なチャンネルへのデータ送信の割当ては、データ送信の割当てられた優先順位と、計算されたチャンネル計量に部分的に基づいて行われる請求項 8 9 記載の方法。

【請求項 9 2】

適切な低い優先順位のデータ送信は利用可能なチャンネルに割当てられ、最高の優先順位のデータ送信でスタートする請求項 9 1 記載の方法。

【請求項 9 3】

適切な小さいロードのデータ送信は利用可能なチャンネルに割当てられ、最高のロードデータ送信でスタートする請求項 9 1 記載の方法。

【請求項 9 4】

さらに、1 以上のデータ送信の性能を測定し、

測定された性能に基づいて 1 以上のデータ送信の送信パワーレベルを調節する請求項 8 0 記載の方法。

【請求項 9 5】

1 以上のデータ送信のための送信パワーレベルは 1 以上のデータ送信の測定フレーム消去レート (FER) に基づいて調節される請求項 9 4 記載の方法。

【請求項 9 6】

さらに、特定のデータ送信で必要とされる送信パワーを評価し、

評価された必要とされる送信パワーに少なくとも部分的に基づいて特定のデータ送信のデータ速度を調節する請求項 8 0 記載の方法。

【請求項 9 7】

割当てはデータ送信のデータ速度をほぼ等しくするように行われる請求項 8 0 記載の方法。

【請求項 9 8】

等しくされたデータ速度は 2 以上のチャンネルを低いデータ速度で送信されたデータ送信に割当てることにより行われる請求項 9 7 記載の方法。

【請求項 9 9】

複数のチャンネルにより通信システムの複数の受信機へデータ送信を行う方法において、

10

20

30

40

50

各受信機に対する複数のチャンネルのチャンネル計量を計算し、
データ送信の優先順位を決定し、
データ送信の優先順位と、計算されたチャンネル計量に基づいて複数のチャンネルへデータ送信を割当て、その割当ては、
最高の優先順位を有するデータ送信を選択し、
好ましくないが要求を満たしているチャンネル計量を有するチャンネルへ選択されたデータ送信を割当て、
優先順位を下る順序で残りのデータ送信を利用可能なチャンネルに連続的に割当てることを含んでおり、
割当てられたチャンネルで複数の受信機へ送信する送信方法。

10

【請求項 100】

さらに、好ましいチャンネル形状を有する利用可能なチャンネルへ 1 以上のデータ送信をアップグレードする請求項 99 記載の方法。

【請求項 101】

アップグレードはさらに、

最高の優先順位を有するデータ送信を選択し、

利用可能なチャンネルのリストから最も好ましいチャンネル計量を有するチャンネルを選択し、

選択されたチャンネルに関連するチャンネル計量がもとの割当てられたチャンネルに関するチャンネル計量よりも好ましいならば、選択されたデータ送信を選択されたチャンネルに再度割当てる請求項 100 記載の方法。

20

【請求項 102】

複数のチャンネルで通信システムの複数の受信機へデータ送信を行う方法において、

複数のチャンネルに対する複数のバックオフファクタを規定し、バックオフファクタはそれぞれのチャンネルに対してピーク送信パワーレベルからの減少を識別し、

データ送信を複数のチャンネルに割当て、

データ送信で要求される送信パワーレベルを決定し、

決定された要求される送信パワーレベルにしたがって複数のバックオフファクタを調節し、

複数の調節されたバックオフファクタにしたがって複数のチャンネルでデータ送信を実行するデータ送信方法。

30

【請求項 103】

複数のバックオフファクタの調節は送信の前に行われる請求項 102 記載の方法。

【請求項 104】

1 以上のデータ送信の性能を測定し、

測定された性能に基づいて 1 以上のデータ送信のための送信パワーレベルを調節する請求項 102 記載の方法。

【請求項 105】

複数のチャンネルへのデータ送信の割当ては、データ送信の優先順位に部分的に基づいて行われる請求項 102 記載の方法。

40

【請求項 106】

さらに、複数のバックオフファクタに少なくとも部分的に基づいてデータ送信のチャンネル計量を計算し、

複数のチャンネルへのデータ送信の割当ては計算されたチャンネル計量に部分的に基づいて行われる請求項 102 記載の方法。

【請求項 107】

さらに、データ送信の優先順位を決定し、

複数のチャンネルへのデータ送信の割当てはデータ送信の優先順位に部分的に基づいて行われる請求項 102 記載の方法。

【請求項 108】

50

データ送信の優先順位は得られた C / I に関する請求項 107 記載の方法。

【請求項 109】

データ送信の優先順位は実現可能な、または実際の累積スループットに関する請求項 107 記載の方法。

【請求項 110】

高い優先順位を有するデータ送信は割当てにおいて早期のものであると考慮される請求項 107 記載の方法。

【請求項 111】

さらに、1 以上のパラメータに基づいて特定のデータ送信の優先順位をアップグレードする請求項 107 記載の方法。

【請求項 112】

バックオフファクタは通信システムの 1 以上の特性にしたがって規定される請求項 102 記載の方法。

【請求項 113】

入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流に区分し、それら複数のチャンネルデータ流を処理するように動作するシステムデータプロセッサと、

前記システムデータプロセッサに結合され、複数の処理されたチャンネルデータ流を受信し、変調して 1 以上の変調された信号を発生する 1 以上の変調器と、

前記 1 以上の変調器に結合され、1 以上の変調された信号を受信し送信するように動作する 1 以上のアンテナとを具備し、

前記 1 以上の信号は複数のチャンネルにより複数の受信機へ送信される複数のデータ送信を含み、各チャンネルがピーク送信パワーレベルからの減少を識別するゼロから 1 の範囲のそれぞれのバックオフファクタに関連されている通信システムの送信機。

【請求項 114】

複数のチャンネルのバックオフファクタは C / I 特性または通信システムのロードに基づいて決定される請求項 113 記載の送信機。

【請求項 115】

1 以上の変調器は直交周波数分割多重 (OFDM) 変調を実行するように動作する請求項 113 記載の送信機。

【請求項 116】

複数の受信機へのデータ送信に使用される再使用方式を規定するデータを受信するように動作し、規定された再使用方式は特定の再使用パターン、利用可能なシステムリソースの初期割当て、および 1 組の動作パラメータを識別するリソース割当てプロセッサと、

入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流に区分し、規定された再使用方式にしたがって複数のチャンネルデータ流を処理するように動作するシステムデータプロセッサと、

システムデータプロセッサに結合され、複数の処理されたチャンネルデータ流を受信し、変調するように動作し、それによって複数のチャンネルにより複数の受信機へ送信される複数のデータ送信を有する 1 以上の変調された信号を発生する 1 以上の変調器と、

1 以上の変調器に結合され、1 以上の変調された信号を受信し送信するように動作する 1 以上のアンテナとを具備している通信システムの送信機。

【請求項 117】

リソース割当てプロセッサはさらに、

通信システムの性能を評価し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内であるか否かを決定し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内でない場合には、再使用方式を再度規定するように動作する請求項 116 記載の送信機。

【請求項 118】

データ送信のスケジュールに使用される第 1 のセットのパラメータを受信するように動作するリソース割当てプロセッサと、

10

20

30

40

50

リソース割当てプロセッサに結合され、入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流に区分し、第1のセットのパラメータにしたがって複数のチャンネルデータ流を処理するように動作し、それら複数のチャンネルデータ流が優先順位を付けられ、データ流の優先順位に少なくとも部分的に基づいて複数のチャンネルに割当てられるように構成されているシステムデータプロセッサと、

システムデータプロセッサに結合され、第2のセットのパラメータにしたがって複数の処理されたチャンネルデータ流を受信し、変調するように動作し、それによって複数のチャンネルで複数の受信機へ送信される複数のデータ送信を有する1以上の変調された信号を発生し、第2のセットのパラメータは複数のチャンネルに対する1組のバックオフファクタを含んでいる1以上の変調器と、

1以上の変調器に結合され、1以上の変調された信号を受信し、送信するように動作する1以上のアンテナとを具備する通信システムの送信機。

【請求項119】

システムデータプロセッサと、

システムデータプロセッサに結合する1以上の変調器と、

1以上の変調器に結合され、1以上の変調された信号を受信し送信するように動作する1以上のアンテナとを具備し、

前記システムデータプロセッサは、入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流へ区分し、

複数のチャンネルデータ流を処理し、

処理されたチャンネルデータ流を複数のチャンネルに割当て、

前記1以上の変調器は、複数の処理されたチャンネルデータ流を受信して変調し、複数のチャンネルにより送信される複数のデータ送信を含む1以上の変調された信号を発生し、

複数のチャンネルにおけるパワー制限に少なくとも部分的に基づいて複数のデータ送信の送信パワーレベルを決定し、

決定された送信パワーレベルにしたがって複数のチャンネルに関するパワーレベルを調節する通信システムの送信機。

【請求項120】

1以上の変調された信号を受信するように動作する1以上のアンテナと、

前記1以上のアンテナに結合され、1以上の変調された信号を受信し、それを1以上の復調されたシンボル流を発生するように復調するように動作する1以上の復調器と、

前記1以上の復調器に結合され、1以上の復調されたシンボル流を受信し、それを出力データを発生するように処理するように動作するデータプロセッサとを具備し、

前記1以上の変調された信号は、

入力データ流を複数のチャンネルデータ流に区分し、

複数のチャンネルデータ流を処理し、変調して、複数のチャンネルにより送信される複数のデータ送信を含む1以上の変調された信号を発生し、

複数のチャンネルに関連される1組のバックオフファクタにしたがって複数のデータ送信のパワーレベルを調節し、各バックオフファクタはピーク送信パワーレベルから減少を識別することによって発生され送信される通信システムの受信機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はデータ通信、特に効率を増加し性能を改良するために通信システムの送信を制御する優秀で改良された方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムは種々の通信応用をサポートする特別上等のシステムとしてさらに有力になっている。1つのこのような無線通信システムは多数のシステムユーザ間の通信を

10

20

30

40

50

容易にするコード分割多元アクセス (C D M A) システムである。他の無線通信システムは時分割多重アクセス (T D M A) システムおよび、周波数分割多元アクセス (F D M A) システムを含んでいる。移動体用のグローバルシステム (G S M (登録商標)) 通信システムは欧州で広く使用されている T D M A ベースのシステムである。

【0003】

C D M A の拡散スペクトル変調技術は多元アクセス通信システムの他の変調技術にまさる大きな利点を有する。多元アクセス通信システムにおける C D M A 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 TERRESTRIAL REPEATERS”、1990年2月13日)と、米国特許第5,103,459号明細書(発明の名称“SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM”、1992年4月7日)に記載されており、両者は本出願人に譲渡され、ここで参考文献とされる。

【0004】

C D M A システムは1以上のC D M A 標準方式に一致するように典型的に設計されている。このようなC D M A 標準方式の例には“TIA/EIA/IS-95-A Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System”と“TIA/EIA/IS-95-B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System”(集合的にI S - 9 5 標準)と、TIA/EIA/IS-95 -A, -B, -C標準(名称“Recommended Minimum Performance Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Cellular and PCS Mobile Stations”と“The cdma2000 ITU-R RTT Candidate Submission”)(以後、I S - 2 0 0 0 標準)とが含まれている。新しい標準方式は引続いて提案され使用のために採択されている。

【0005】

無線通信システムでは、ユーザ間の通信は1以上の基地局を通して行われる。1端末(例えば遠隔局)の第1のユーザはアップリンクでデータを基地局に送信することによって第2の端末の第2のユーザへ通信する。基地局はデータを受信し、そのデータを別の基地局へ伝送できる。データはその後、基地局から第2の端末へダウンリンクで送信される。ダウンリンクは基地局から端末までの送信を意味し、アップリンクは端末から基地局までの送信を意味する。I S - 9 5 システムでは、アップリンクとダウンリンクは別々の周波数を割当てられる。

【0006】

無線通信システムでは、各送信ソースはシステムの受信機への潜在的な干渉として動作する。端末と基地局が受ける干渉を克服し必要な性能レベルを維持するために、一般的なT D M A およびF D M A システムは周波数の再使用技術を使用し、それによって全てのタイムスロットおよび周波数チャンネルがそれぞれ各セルで使用されるわけではない。例えばT D M A システムは7セルの再使用パターンを使用してもよく、ここでは全体的な動作帯域幅Wは7つの等しい動作周波数帯域(すなわち $B = W / 7$)に分割され、7つのセルのそれぞれは周波数帯域の1つに割当てられる。したがって、7番目のセル毎に同一周波数帯域を再使用する。再使用により、各セルが同一周波数帯域を割当てられるならば各セルで経験する共通チャンネルの干渉レベルはそれに関して減少される。しかしながら、(通常のT D M A システムの7セルの再使用パターンのような)1よりも多くのセルの再使用パターンは、各セルが割当てられ、全体的な動作帯域幅の一部のみを使用できるので利用可能なリソースの効率的ではない使用を表している。

【0007】

C D M A システムは1セルの再使用パターンで動作できる(即ち隣接セルは同一の動作帯域幅を使用できる)。しかしながら、C D M A システムは低いデータ速度(例えば32 k b p s 以下)を有する音声データを伝送するように設計されている。コード分割拡散スペクトルを使用して、低速度のデータは広い帯域幅(例えば1.2288 M H z)にわたって拡散される。大きい拡散係数のために、送信される信号は低いまたは負の搬送波対雑音プラス干渉(C / I)レベルで受信されることができ、コヒーレント信号にデスプレ

ッドされて処理される。C D M A システムは高データ速度のデータ送信用に設計されていない。

【0008】

無線通信システムに対する需要が増加すると、高データ速度のデータ送信をサポートし、効率を増加し性能を改良するために利用可能なソースをさらに良好に使用することを可能にする方法および装置が強く所望されている。

【発明の概要】

【0009】

本発明は効率を増加し性能を改良するために通信システムの送信を制御する技術を提供する。通信システムは特定の C / I しきい値を超える受信された信号レベルにより、規定された時間の割合（例えば 99.99%）および／またはユーザの特定の割合（例えば 99%）に対して実現される特定された最小の平均ビットレートにより規定されている特定のカバー領域基準を典型的に満たすために必要とされる。カバー領域の要求は少数の干渉ソースから過剰な干渉を受ける少数の一部の不利なユーザによりしばしば影響を受ける。

【0010】

本発明はこの事実を認識し、カバー領域を実現するために可能なときまたは可能な場所で不利なユーザを補助しようとする種々の技術を提供する。本発明のある特徴にしたがって、システム中の各セルはバックオフファクタに関連するチャンネルに対してピーク送信パワーレベルの減少を識別する 1 組のバックオフファクタにしたがって動作するように設計されることができる。バックオフファクタは干渉量を減少しながら大きな割合のユーザに対して必要なパワーを与えるように規定されている。

【0011】

本発明の他の特徴によれば、セルは適合可能な再使用方式を使用して動作し、これはセルがシステムリソースを効率的に割当て、通信システムの変化を反映するために再割当てすることを可能にする。再使用方式は最初に規定され、リソースはセルに割当てられる。動作中、システムの動作状態の変化が検出され、再使用方式は必要なときに検出された変化に基づいて再度規定される。例えば、セルのロード状態が検出されることができ、リソースは再割当てされ、または再使用方式は検出されたロード状態に基づいて再度規定されることができる。

【0012】

本発明のある別の特徴によれば、データ送信を効率的にスケジュールし、チャンネルをユーザに割当てる技術が提供される。ユーザへのデータ送信はユーザの優先順位、幾つかの公正基準、システム要求、その他のファクタに基づいてスケジュールされることができる。ユーザへのデータ送信はチャンネル割当て方式の数に基づいて利用可能なチャンネルに割当てられる。チャンネル計量も与えられ、これはユーザの優先順位を与え、チャンネル割当てるために使用されることができる。本発明のこれらの種々の特性を以下、さらに詳細に説明する。

【0013】

本発明の特別な実施形態は通信システムの送信を制御する方法を提供する。この方法によれば、利用可能なシステムリソースは最初に多数のチャンネルに区分される。通信システムの 1 以上の特性が決定され、1 組のバックオフファクタは予め定められたシステム特性に基づいてチャンネルに対して規定される。各チャンネルはピーク送信パワーレベルからの減少を識別するゼロから 1 の範囲のそれぞれのバックオフファクタに関連される。データ送信はバックオフファクタに基づいて決定されるパワーレベルでそのチャンネルで送信される。1 以上のチャンネルは典型的に 1 のバックオフファクタに関連され、フル送信パワーを表し、残りのチャンネルは典型的に 1 よりも小さいバックオフファクタに関連する。

【0014】

利用可能なシステムリソースは複数の時分割多重化（TDM）されたタイムスロット、周波数分割多元化（FDM）チャンネルまたはコード分割多元化アクセス（CDMA）

チャンネルに区分されることができる。それらのチャンネルはその後、規定されたセットの TDM タイムスロット、FDM チャンネル、CDMA チャンネル、またはその組合わせに対応する。

【0015】

バックオフファクタは通信システムの受信装置の搬送波対雑音プラス干渉 (C/I) 特性、ロード確率、必要とされる供給停止確率、設定点 (即ち必要とされる C/I) またはシステムのその他の特性またはパラメータに基づいて規定されることができる。

【0016】

各チャンネルに対するバックオフファクタはチャンネルの評価され必要とされる送信パワーレベルに基づいて調節されることができる。必要とされる送信パワーは評価または測定された C/I 、フレーム消去レート (FER)、供給停止確率、その他に基づいて評価されることができる。バックオフファクタはまた通信システムの変化 (例えばユーザ特性、ロード、 C/I 要求等の変化) に基づいて調節されることもできる。1 以上のバックオフファクタは関連するチャンネルにおける干渉を減少するため選択された時間期間に対して減少 (またはゼロにセット) されることができる。過度に不適切なフレーム消去レート (FER) および/または供給停止確率を有する非常に劣化したチャンネルのバックオフファクタもゼロに設定されることができる。

【0017】

マルチセルシステムでは、1 組のバックオフファクタはセルの予め定められた特性に基づいて各セルに対して規定されることができる。特定のセルに対するバックオフファクタは干渉を減少するために再使用パターンで近隣のセルからほぼ互い違いに配列される。セルは他のセルに一時的にそれらの送信パワーを減少または遮断するようにリクエストしてもよく、それによって特定の不利なユーザがサービスされることができる。セルがパワー減少の多数のリクエストを受信したならば、セルは最大のリクエストされたパワー減少を与えることができる。パワー減少は種々の方法 (例えば規定されたステップで、特定された量だけ、指定された時間間隔で) 行われることができる。セルに割当てられたバックオフファクタも同一チャンネル干渉量を減少するために変更または調節されてもよい。各セルはまたデータ送信が可能にされる時間インターバルを指定されてもよい。また、バックオフファクタはセクタ化されたセルのセクタ (または特定の地理区域へ誘導された任意の送信) に関連することができる。

【0018】

本発明の別の特別な実施形態は無線通信システムで多数の送信装置を動作する方法を与える。その方法によれば、利用可能なシステムリソースは最初に複数のチャンネルに区分される。多数のセルを含む再使用パターンはその後、システムで規定される。使用パターンにおける各セルの 1 以上の特徴が決定され、1 組のチャンネルは決定されたセル特性に基づいて再使用パターンで各セルに割当てられる。セル特性は連続的に決定され、新しいセットのチャンネルは通信システムの変化を反映するように割当てられることができる。

【0019】

再使用パターンの各セルは典型的にフルパワーレベルの送信用の 1 組のチャンネルを割当てられ、さらに減少されたパワーレベルでの送信用の 1 以上のチャンネルを割当てられてもよい。チャンネル割当は典型的に多くのファクタ、例えば利用可能なチャンネル数、再使用パターンのセルの数、ユーザ特性、セルのロード状態等に基づいている。幾つかの構成では、セルは付加的な容量が必要とされるとき割当てられていないチャンネルで送信してもよい。割当てられていないチャンネルは例えばその評価された性能、他のセルによる占有確率、供給停止確率等に基づいて選択されることができる。1 以上のチャンネルは特定の時間間隔で特定のセルによる送信用に確保されることができる。

【0020】

さらに別の本発明の特別な実施形態は通信システム中の複数の受信機にデータ送信を行う方法を含む、その方法にしたがって、データ送信のスケジュールに使用される第 1 の

10

20

30

40

50

セットのパラメータが更新され、ユーザへのデータ送信は優先順位を定められ、それらの優先順位に基づいて利用可能なチャンネルに割当てられる。送信に使用される第2のセットのパラメータが更新され、データ送信は割当てられたチャンネルで、更新された第2のセットのパラメータを使用して受信機へ送信される。データ送信の性能（例えばFER）は測定されることができ、送信パワーレベルおよび／またはデータ送信のデータ速度はしたがって測定された性能に基づいて調節される。

【0021】

第1のセットのパラメータは例えばチャンネル占有確率、ロード確率、受信機のC/Iの特徴またはバックオフファクタまたはその組合わせを含んでもよい。優先順位の決定を実行するため、チャンネル計量は更新された第1のセットのパラメータを使用して各受信機の利用可能なチャンネルに対して計算されてもよい。チャンネル計量は受信機の（例えば実現可能または実際の）累算スループット、供給停止確率、予測されたC/I、または幾つかの他の尺度に関係し、さらに干渉ソースからの予測された干渉を反映している。

【0022】

データ送信は計算されたチャンネル計量に基づいて優先順位を割当てられ、優先順位は例えば送信遅延に基づいて変更されてもよい。データ送信は割当てられた優先順位と計算されたチャンネル計量に基づいて利用可能なチャンネルに割当てられることができる。幾つかの構成では、適切に低い優先順位のデータ送信が利用可能なチャンネルに割当てられ、最高の優先順位のデータ送信で開始される。幾つかの他の構成では適切に小さいロードデータ送信が利用可能なチャンネルに割当てられ、最高のロードで開始する。チャンネル割当はまた幾つかのデータ送信のデータ速度をほぼ等しくしようとすることができる。

【0023】

本発明の別の特別な実施形態は、複数のチャンネルにおけるデータ送信を通信システムの複数の受信機へ与える方法を含んでいる。その方法にしたがって1組のバックオフファクタがチャンネルで規定され、ここでバックオフファクタはチャンネルのピーク送信パワーレベルからの減少を識別する。データ送信はチャンネルに割当てられ、必要な送信パワーレベルがデータ送信に対して決定される。バックオフファクタは必要とされる送信パワーレベルにしたがって調節され、データ送信は調節されたバックオフファクタにしたがってそのチャンネルで送信される。バックオフファクタを規定し調節しデータ送信をスケジュールし前述のチャンネルを割当てる種々の特徴が適用されることができ。

【0024】

本発明のさらに別の特別な実施形態は、システムデータプロセッサ、1以上の変調器、1以上のアンテナを含んでいる送信機を与える。システムデータプロセッサは入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流に区分し、チャンネルデータ流を処理する。変調器は処理されたチャンネルデータ流を受信し、変調して、複数のチャンネルにより複数の受信機へ送信される複数のデータ送信を有する1以上の変調された信号を発生する。各チャンネルはゼロから1の範囲のバックオフファクタにそれぞれ関連され、ピーク送信パワーレベルからの減少を識別する。アンテナは変調された信号を受信し送信する。

【0025】

チャンネルに対するバックオフファクタは例えばC/I特性またはシステムのロード等の種々のシステム特性に基づいて規定される。変調器は直交周波数分割多元（OFDM）変調を実行するように設計されることができ。

【0026】

本発明のさらに別の特別な実施形態は1以上のアンテナ、1以上の復調器、およびデータプロセッサを含んでいる受信機を提供する。アンテナは発生された1以上の変調された信号を受信し、これらの信号は、（1）入力データ流を複数のチャンネルデータ流へ区分し、（2）チャンネルデータ流を処理し、変調し、複数のチャンネルにより送信される複数のデータ送信を有する1以上の変調された信号を発生し、（3）チャンネルに関連する1組のバックオフファクタにしたがってデータ送信のパワーレベルを調節することにより送信される。復調器は1以上の復調されたシンボル流を発生するために変調された信号

を受信し復調し、データプロセッサは復調されたシンボル流を受信し、それを出力データを発生するために処理する。

【0027】

送信機および受信機の種々の他の実施形態は以下説明するように提供される。さらに、通信システムの種々の特徴、特性、実施形態について以下説明する。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】多数のユーザをサポートし、本発明の少なくとも幾つかの特徴と実施形態を実行することができる通信システムの図。

【図2】特定の通信システムの多数の固定した再利用パターンに対して実現されるC/Iの累積分布関数(CDF)のグラフ。

【図3】本発明の幾つかの実施形態にしたがった通信システムの動作を説明しているフロー図。

【図4】本発明の構成可能な再利用方式の特別な構成のフロー図。

【図5】本発明の構成可能な再利用方式の幾つかの実施形態を使用できる3セルシステムの図。

【図6】図5で示されている3セルシステムにおけるリソース区分および割当ての1実施形態の図。

【図7】フルパワーで送信する全てのセルを有する1セル再利用パターンにおける得られたC/IのCDF図。

【図8】3セルの構成可能な再利用方式を使用する21セルシステムの図。

【図9】データ送信をスケジュールするための方式の1実施形態のフロー図。

【図10】需要ベースのチャンネル割当て方式の1実施形態のフロー図。

【図11】チャンネルアップグレード方式の1実施形態のフロー図。

【図12】2つの異なった散乱環境における設定点の関数としての平均再利用係数のグラフ。

【図13A】4つの送信アンテナと4つの受信アンテナとを有する4×4の多入力多出力(MIMO)モードに対するC/Iの関数として与えられるユーザのスループットのグラフ。

【図13B】5つの異なる再利用方式のシミュレーションに対して使用されるセルレイアウトを示したグラフ。

【図13C】平均ユーザスループットが各5つの再利用方式のx軸で与えられる値より下に入る確率を示したグラフ。

【図14】本発明の幾つかの特徴および実施形態を実行することのできるMIMO通信システム図。

【図15】図14で示されている送信システムのデータプロセッサおよび変調器の1実施形態のブロック図。

【詳細な説明】

【0029】

本発明の特徴、特性、利点は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示されている。

図1は、複数のユーザをサポートし、本発明の少なくとも幾つかの特徴と実施形態を実行することができる通信システム100の図である。システム100は対応する基地局104によりそれぞれサービスされる複数のセル102A乃至102Gに対する通信を行う。セルは所望の領域にわたるカバー区域を実現するように組織される。カバー区域は例えば端末106が特定のサービス(GOS)の等級を実現することのできる領域として規定されてもよい。カバー区域の端末106は固定(即ち静止)または可動でもよく、通常主要な基地局によりサービスされる。各アクティブ端末では、他の基地局および端末からの送信は潜在的に干渉を表している。

【0030】

10

20

30

40

50

図1で示されているように、種々の端末106はシステムを通じて分布されている。各端末106は例えば“ソフトハンドオフ”が使用されるかまたは端末が多数の基地局からの多数の送信を（同時または逐次的に）受信するように設計され動作されるかに基づいて、少なくとも1つまたは可能ならばさらに多くの基地局104と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。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する。

【0031】

図1では、基地局104Aはダウンリンクで端末106Aと106Jへデータを送信し、基地局104Bは端末106Bへデータを送信し、基地局104Cは端末106Cへデータを送信する。図1では、矢印の実線は基地局から端末へのデータ送信を示している。矢印の破線は端末が基地局からパイロット信号を受信しているがデータ送信をしていないことを示している。アップリンク通信は図を簡単にするために図1では示されていない。

10

【0032】

システム100は米国特許出願第09/532,492号（Attorney Docket No.PD000151）明細書（発明の名称“HIGH EFFICIENCY, HIGH PERFORMANCE COMMUNICATIONS SYSTEM EMPLOYING MULTI-CARRIER MODULATION”、2000年3月22日）に記載されている通信システム、または米国特許出願第08/532,492号（Attorney Docket No.PD000151）明細書（発明の名称“METHOD AND APPARATUS FOR HIGH RATE PACKET DATA TRANSMISSION”）に記載されているシステムに基づいて設計されており、その両者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。システム100はIS-95標準、W-CDMA標準、他の標準、その組み合わせ等の1以上のCDMA標準方式をサポートするCDMAシステムとして設計されてもよい。

20

【0033】

システム100では、多数の端末は共通のリソース、即ち全体的な動作帯域幅 W を共有する。特定の端末で所望のレベルの性能を実現するために、他の送信からの干渉は許容可能なレベルまで減少される必要がある。さらに、所望の動作帯域幅で高いデータ速度で確実に送信するために、特定の搬送波対雑音プラス干渉（ C/I ）レベル以上のレベルで動作することが必要である。干渉の減少および必要とされる C/I の達成は通常全体的な利用可能なリソースをフラクショナルに分割することにより実現され、各フラクショナルは特定のセルに割当てられる。

30

【0034】

例えば、全体的な動作帯域幅 W は N 個の等しい動作周波数帯域（即ち $B=W/N$ ）に分割され、各セルは N 個の周波数帯域の1つに対して割当てられることができる。周波数帯域は高いスペクトル効率を得るために周期的に再使用される。図1によりサポートされるような7セルの再使用パターンでは、セル102Aは第1の周波数帯域を割当てられ、セル102Bは第2の周波数帯域幅を割当てられ、以下同様である。

【0035】

通信システムは典型的に、例えばサービス品質（QoS）、カバー区域、性能要求を含む多くのシステム要求にしたがうように設計されている。サービス品質は典型的に特定された最小の平均ビット速度を、指定された時間の割合で実現することができるカバー区域中のあらゆる端末で規定される。例えば、システムは99.99%の時間で少なくとも1Mbpsの最小の平均ビット速度を任意の端末に与えることを必要とされる。カバー区域の要求は特定の C/I しきい値を超える受信信号レベルを有する端末の割合（例えば99%）が特定されたサービスの等級を実現することを示してもよい。性能要求は最小の平均ビット速度、特定のビットエラー率（BER）、特定のフレーム消去レート（FER）または幾つかの他の要求により規定されることができる。これらの要求は利用可能なリソースの割当てとシステム効率に影響を与える。

40

【0036】

図2は、特定の通信システムの複数の再使用パターンで得られた C/I の累積分布関数（CDF）のグラフである。水平軸 x は C/I を表し、垂直軸は特定の端末が水平軸で

50

示されているよりも小さい C/I を実現する確率（即ち $P(C/I < x)$ ）を表している。図 2 で示されているように、事実上、ゼロよりも悪い C/I を実現する端末はない。図 2 はまた大きな C/I の確率は大きい再使用と共に増加することを示している（即ち、7 セルの再使用パターンでは $P(C/I > x)$ は 1 セルの再使用パターンの $P(C/I > x)$ よりも大きい）。

【0037】

図 2 の C/I の CDF は通信システムの性能を特徴付けるために使用されることができ。1 例として、少なくとも 10 dB の C/I が時間の 99.99% に対して 1 Mbps の最小瞬間ビット速度を満たすことを必要とされる。1 の再使用を使用して（即ちあらゆるセルは同一チャンネルを再使用する）、必要とされる性能を実現しない確率（即ち供給停止確率）は約 12% である。同様に、3、4、7 のセルの再使用はそれぞれ 5.4%、3.4%、1.1% の供給停止確率にそれぞれ対応する。したがってユーザの 99% に対して、時間の 99.99% の 10 dB C/I を実現するために、少なくとも 7 つの再使用がこの例では必要とされる。

【0038】

複数の変調方式が送信前にデータを変調するために使用されることができる。このような変調方式は M 位相シフトキー（M-PSK）、M の直角振幅変調（M-QAM）、その他を含んでいる。複数の帯域幅の効率的な変調方式のスペクトル効率は、毎秒単位ヘルツ（bps/Hz）当り送信されるビット数として限定され、表 1 の列 2 に与えられている。特定のビットエラー率（例えば 1% の BER）を実現するために必要とされる C/I は表 1 の列 3 で与えられている。

表 1

変調方式	変調効率 (bps/Hz)	1% の BER で 必要とされる C/I (dB)
BPSK	1	4.3
QPSK	2	7.3
8-PSK	3	12.6
16-QAM	4	14.3
32-QAM	5	16.8
64-QAM	6	20.5

図 2 の実現可能な C/I の累算分布関数と、表 1 の C/I の関数として実現可能な変調効率を使用して、各再使用方式の平均チャンネル効率 E_{CH} は変調効率の加重された和として決定されることができ、加重は必要とされる C/I を実現する確率により決定される。例えば、BPSK 乃至 64-QAM が可能なときにはいつでもシステムにより使用されるならば、平均チャンネル効率は以下のように計算されることができる。

$$\begin{aligned}
 E_{CH} = & 1 \cdot P(4.3 < C/I < 7.3) \\
 & + 2 \cdot P(7.3 < C/I < 12.6) \\
 & + 3 \cdot P(12.6 < C/I < 14.3) \\
 & + 4 \cdot P(14.3 < C/I < 16.8) \\
 & + 5 \cdot P(16.8 < C/I < 20.3) \\
 & + 6 \cdot P(20.5 < C/I)
 \end{aligned}$$

種々の再使用パターンの平均チャンネル効率（例えば 1-セル、3-セル、5-セル、7-セル）は表 2 の列 2 に与えられている。平均スペクトル（即ち全体的な）効率も表 2 の列 3 に与えられ、平均チャンネル効率が再使用ファクタにより割算することにより計算される。表 2 から、平均チャンネル効率が再使用が増加するときに増加することが観察されることができる。しかしながら、再使用の増加によるこのチャンネル効率の増加は、端末の一部だけが同時に各チャンネルを使用することを可能にすることから生じる全体的なスペクトル効率の損失によるオフセットを超える。したがって全体的なスペクトル効率は再使用の増加で減少する。

セルの再使用	表 2	
	チャンネル効率 当りの平均 (bps/チャンネル)	平均スペクトル効率 (bps/Hz/ セル)
1	4 . 4	4 . 4
3	5 . 1 8	1 . 7 3
4	5 . 4	1 . 3 5
7	5 . 7 5	0 . 8 2

〔適合可能な再使用方式〕

本発明は利用可能なシステムリソース（即ちスペクトル）が、より大きな効率を実現しシステム要求を達成することが可能となるときまたは可能な場所で、より効率的な方法で共有されることを可能にする適合可能な再使用方式を提供する。本発明の適合可能な再使用方式にしたがって、再使用プランが規定され、各セルは最初に全体的な利用可能なシステムリソースの一部を割当てられる。割当ては所望または必要ならば、各セルが全体的な利用可能なリソースの大部分を同時に使用できるように行われることができる。初期割当ては固定された再使用方式に似ていてもよく、例えば利用可能なチャンネルのサブセット、それらのピークが可能にされた送信パワーレベルを伴う 1 組のチャンネル、または以下説明するように幾つかの他の割当てを含んでもよい。

【0039】

低いシステムロードで、各セルは割当てられたリソースを使用してユーザへ送信する。ロードが増加し、またはシステム特性が変更するとき、システムリソースはシステム状態に良好に整合するように再割当てされる。適合再使用方式によっては、リソースを制限されたセルは他のセルに割当てられているリソースを使用してそれらのセルの幾つかのユーザへ送信することができるようにしてもよい。特別なセルの全てまたは一部の割当てられたリソースはまた（例えば不利なユーザに必要とされる C/I を提供するため）必要なときに一時的に再度割当てられ、中断され、または省略されてもよい。

【0040】

本発明はしたがって、ダイナミックにおよび／または適合可能にリソースをセルに割当てするための技術と、セルに対してシステム要求を満たし高い効率を実現するためにダイナミックにおよび／または適合可能にリソースをユーザに割当てて技術を提供する。リソースを再構成し割当てる能力は、本発明のシステムが一般的な調節可能ではない固定した再使用方式を使用するシステムにより整合されない効率および性能レベルを実現することを可能にする。本発明の種々の特徴、実施形態、構成を以下さらに詳細に説明する。

【0041】

本発明は干渉を受ける任意の通信システムに適用できる。例えば、本発明は無線（例えばセルラ）通信システム、衛星通信システム、無線通信システム、再使用が性能を改良できるその他のシステムに応用されることができる。特に、本発明は固定された端末、高いデータ速度サービスに適合するように設計された多数のアクセス通信システムのスペクトル効率を改良するために有効に使用されることができる。

【0042】

本発明はユーザの一部だけが典型的に通信システムで不利益であることを認識し、平均的な再使用を改良し、したがって高い効率を得るためにこの観察を使用する。典型的な通信システムでは、システムの大きな割合のユーザは性能の所望レベルに対して必要とされる設定点に等しいかそれを超える C/I を観察する（設定点は所望レベルの性能を実現するのに必要な特定の C/I、例えば 1 % の BER または 0 . 0 1 % の供給停止確率または幾つかの他の基準である）。これらのユーザに対しては、1 の再使用パターンが高効率を実現するのに使用される。設定点より下の C/I を有するユーザの一部分に対しては、幾つかの他の再使用方式および／または幾つかの他の技術は必要な性能を与えるために使用されることができる。本発明の特徴にしたがって、再使用方式は例えば観察されたロード状態、システム要求、その他のような多数のファクタに基づいてダイナミックに、およ

び／または適合可能に調節されることができる。

【0043】

図3は本発明の通信システムの種々の特徴を一般的に示しているフロー図である。最初に、ステップ310で再使用方式が以下さらに詳細に説明する方法で規定される。再使用方式は、特定の再使用パターン、特定の再使用セルレイアウト、セルへのリソース割当て、動作パラメータ等のような種々の特徴をカバーする。再使用方式はシステムによる動作のためのフレームワークを提供する。システムはその後、正常な方法で動作し、ステップ320で規定された再使用方式にしたがってユーザに送信する。ステップ330で正常動作の過程に、システム性能は評価される。種々のパラメータおよび性能計量は以下説明するように評価されてもよい。

10

【0044】

その後、システム性能が許容可能か否かの決定がステップ340で行われる。システム性能が許容可能ではないならば、プロセスはステップ310へ戻り、再使用方式が再度規定される。再度規定された再使用方式は種々の動作パラメータへの変更を含んでもよく、別の再使用パターンおよび／または再使用セルレイアウトの選択さえも含んでもよい。例えば過度の干渉を受けたならば、再使用パターンは増加される（例えば3セルから7セル）。そうでなければ、システム性能が許容可能であるならば、システムはステップ320へ戻り、ユーザに送信し続ける。ステップ310乃至340はシステムが動作可能である状態で進行するプロセスを形成する。

【0045】

20

図4は本発明の適合可能な再使用方式の特別な構成のフロー図である。1実施形態では、変化するシステム状態への再使用方式の開発および適合はシステムの正常な動作と同時にされる。したがって、図4の幾つかのステップは図3の類似のステップに対応する。

【0046】

最初に、通信システムは1以上のパラメータに対してシステムから集められた情報を使用してステップ410で特徴付けされる。このような情報はシステムデータベース430中に記憶されてもよい。例えば各セルのユーザにより受ける干渉が決定され、干渉の特徴付けは以下説明するように進行されてもよい。干渉の特徴付けは単位セルベースで実行されることができ、典型的に各セルに対する全てのユーザの平均干渉レベルの特徴付けを含んでいる。干渉の特徴付けに使用される情報は例えばセルのC/IのCDF、各セルによりサービスされる各ユーザの干渉制限マトリックスを含んでもよい。各干渉制限マトリックスは他のセルからのユーザにより観察される特定のしきい値レベルを超えた干渉パワーレベルを記述する。セルが利用可能なチャンネルで送信される確率もまた、以下説明するように集められ解析されてもよい。特徴付けに使用される情報は新しいセルとユーザを考慮し、システムの任意の変化を反映するために周期的に更新されることができる。

30

【0047】

再使用プランはその後、開発されたシステムの特徴付けと他のシステムの制約および考察を使用してステップ412で規定される。再使用プランは典型的に、再使用クラスタのサイズN（即ち再使用数）と、規定された再使用クラスタを有する最初のセル再使用レイアウトを規定することを含んでいる。例えば、再使用クラスタは1セル、3セル、7セルまたは19セルの再使用パターンに対応してもよい。再使用クラスタと再使用レイアウトの設計の選択はステップ410で生成されたデータに基づいて実現されることができる。

40

【0048】

付加的なシステムパラメータおよび／または動作状態はその後、ステップ414で規定される。これは典型的に全体的な利用可能なシステムリソースをチャンネルに区分し、チャンネルは以下説明するように、時間単位、周波数帯域、または幾つかの他の単位に対応する。使用されるチャンネル数はステップ412で規定されている再使用プランに基づいてもよい。利用可能なチャンネルはその後、セットに関連され、各セルはそれぞれのチャンネルセットに割当てられる。セットはオーバーラップするチャンネルを含むことができる

50

(即ち特定のチャンネルは1より大きい数のセットに含まれることができる)。リソース区分および割当てを以下さらに詳細に説明する。

【0049】

典型的に規定されるその他のパラメータは例えばスケジュール間隔、システムのセルの動作設定点、割当てられたチャンネルセットに関連されるバックオフファクタ、バックオフファクタ限度、バックオフファクタへ調節するためのステップサイズ、その他を含んでいる。バックオフファクタはチャンネルのピーク送信パワーレベルの減少を決定する。さらに以下詳細に説明するパラメータおよび状態は正常な動作中にセルがしたがう1組の動作ルールに類似している。

【0050】

ステップ416で、システムの性能は、その後規定された再使用プランで評価される。このような評価は例えばシステムのユーザが受ける実効的なリンクマージン、供給停止確率、スループット、性能のその他の尺度を決定することを含んでもよい。例えば、各セルの各チャンネルのユーザの実効的なリンクマージンが計算されることができる。計算されたリンクマージンに基づいて、システムの平均スループットの評価はユーザの個々の性能と同様に生成されることができる。

【0051】

システム性能が一度評価されると、ステップ418で、規定された再使用プランの効率性(即ち性能)について決定が行われる。システム性能が1組のシステム要求に一致していないならば、プロセスはステップ412へ戻り、再使用プランが再度規定される。ステップ412乃至418はシステムの目標が達成されるまで反復して実行される。

【0052】

システム性能がシステム要求にしたがっているならば、ステップ420でシステムが変化されているか否かの決定が行われている。変化がないならば、プロセスは終了する。そうでなければ、システムデータベース430はステップ410で実行されたシステム特徴付けによりステップ424で更新される。システムはその後、システムの変更を反映するためにステップ410で再度特徴付けされる。図4のステップを以下さらに詳細に説明する。

【0053】

図4で示されているプロセスは周期的に、またはシステム変化が検出されたときに実行されることができる。例えば、プロセスはシステムが成長または変化したときに、例えば新しいセルおよびユーザが付加されたときおよび既存のセルおよびユーザが除去または変更されたとき実行されることができる。このプロセスによってシステムは例えばユーザの分布、トポロジ、トポグラフィにおける変化に適合することができる。

【0054】

本発明は(1)再使用方式の設計および適合、(2)セルへのリソース(即ちチャンネル)の割当て、(3)ユーザに対する送信スケジュール、(4)セルによるユーザへの割当てられたチャンネルの割振り、(5)チャンネル割当てで使用されるパラメータ、その他を含んだ多数の特徴をカバーする。これらの各特徴を以下さらに詳細に説明する。

【0055】

[チャンネル構造]

本発明にしたがって、セルおよびユーザ間で共有するリソースは時分割多重化(TDM)、周波数分割多元化(FDM)、コード分割多元化アクセス(CDMA)、ランダムアクセス技術を含む多数の異なる多重化方式を使用して実現されることができる。他の多重化方式および、その組み合わせも使用され、本発明の技術的範囲内にある。利用可能なシステムリソースは選択された多重化方式を使用してフラクションに区分される。

【0056】

TDMベースの方式では、送信時間は時間単位(例えばタイムスロット、フレームまたは幾つかの他の単位)に区分され、各セルは多数のタイムスロットを割当てられる。各時間単位では、システムの全体的な動作帯域幅はその時間単位で割当てられたセルによって1以上のユーザに割当てられることができる。FDMベースの方式では、全体的な動作

10

20

30

40

50

帯域幅は多数の周波数帯域（またはサブバンド）に分割されることができ、各セルは複数の周波数帯域を割当てられる。セルは割当てられた周波数帯域を使用してユーザへ（連続的に）送信することができる。CDMAベースの方式では、コードは需要に基づいてユーザに割当てられることができる。全ての多重化方式では、利用可能なリソースは高い効率を実現するように割当てられる。

【0057】

図5は本発明の構成可能な再使用方式の幾つかの実施形態を使用する3セルシステムの概略図である。簡単にするために、本発明の幾つかの特徴と実施形態を3セルシステムの文脈で以下説明する。しかしながら、特定の詳細な説明は例示のためであり、本発明を限定するものではない。本発明の別の構成と、ここで説明する特徴と実施形態の変更および変化が行われることができ、これらの変更および変化は全て本発明の技術的範囲内であることが認識されよう。

【0058】

図6は図5で示されている3セルシステムにおけるリソース区分および割当ての1実施形態を示している。この例では、システムリソースは12のフラクショナルに分割されている。分割は時間または周波数ドメイン、またはこれらの組み合わせで行われることができる。したがって、水平軸はTDMまたはFDMのいずれが使用されるかに基づいて周波数と時間のいずれかを表すことができる。例えば、12のフラクショナルはTDMベースの方式の12の時分割多重化タイムスロットまたはFDMベースの方式の12の周波数帯域を表すことができる。各フラクショナルはまたここでは“チャンネル”と呼ばれる。

【0059】

3セルシステムでは、区分されたシステムリソースはその後、3セットのチャンネルに関連され、各セルは最初にチャンネルセットの1つを割当てられる。各チャンネルセットは使用される特定の再使用方式に基づいて、全ての12の利用可能なチャンネルのうちの幾つかを含んでいる。例えば、図6で示されている実施形態では、セル1はチャンネル1乃至4を割当てられ、セル2はチャンネル5乃至8を割当てられ、セル3はチャンネル9乃至12を割当てられる。幾つかの他の実施形態では、各セルは他のセルに割当てられた1以上のチャンネルを含んでいるそれぞれのチャンネルセットを割当てられてもよい。これらの実施形態では、各セルはセルが各チャンネルで送信できる最大パワーを決定する1組のバックオフファクタを割当てられてもよい。全ての実施形態では、割当てられたチャンネルはまた例えば動作状態（例えばシステムのロード）に基づいてダイナミックにおよび／または適合可能に変更してもよい。

【0060】

低いロード（負荷）では、各セルはユーザを“良好な”割当てられたチャンネルに割当てる。図6で示されているチャンネル割当てでは、セル1のユーザはチャンネル1乃至4を割当てられ、セル2のユーザはチャンネル5乃至8を割当てられ、セル3のユーザはチャンネル9乃至12を割当てられる。各セルのロードが4以下のユーザであるとき、近隣のセルからの同一チャンネル干渉はなく、各ユーザはその設定点を実現できる。任意のセルのロードが4つのユーザを超えたとき、そのセルは付加的なユーザを、他のセルのチャンネルに“直交”しないチャンネルに割当ててもよい。ロードは典型的に各セルで独立して変化するので、割当てられた直交しないチャンネルは任意の近隣のセルにより占有されない。この事象の確率（即ち“衝突しない”確率）は各近隣のセルのそれぞれのロードの関数である。

【0061】

本発明のある実施形態によれば、セルの利用可能なチャンネルのサブセットには幾つかの形態の“保護”が与えられることができる。保護は例えばセルによる排他的使用における周期性に基づいて1組のチャンネルを確保することにより実現されることができる。排他性も必要とされるときのみ、不利なアクティブユーザを満足するのに必要な程度まで動作されるように規定される。保護されたチャンネルは種々の手段により近隣のセルに対して識別される。例えば1つのセルはその近隣のセルに、保護されるチャンネルのリストを

通信してもよい。近隣のセルは、特定量だけ保護されたチャンネルの送信パワーを一時的に減少するか、または保護されたチャンネルでの送信を停止する。チャンネル保護は近隣のセルからの過度の干渉のために所望の C/I を実現できない不利なユーザにサービスするために使用されることができる。これらのケースでは、不利なユーザの要求が一度満たされると、チャンネル保護が解除されることができる。

【0062】

本発明のある実施形態によれば、チャンネル状態が不所望なレベルまで劣化したならば（即ち FER がある割合を超えるか、供給停止確率が特定のしきい値を超えたならば）、セルはそれ自体に“ブロッキング”（即ち送信なし）を課すことができる。各セルはチャンネル性能を測定し、チャンネル状態が改善され確実な通信が実現できるという合理的な確証があるまで不適切に動作するチャンネルにブロッキングを課す。

10

【0063】

チャンネル保護とブロッキングは例えばセルの状態に基づいて、ダイナミックおよび／または適合可能に実行されることができる。

【0064】

[パワーバックオフファクタ]

本発明の1特徴によれば、セルからの送信パワーは性能および効率を改良するため規定された方法で制限されてもよい（即ちバックオフ）。特定のセルでは、幾つかのユーザは幾らかの他のユーザよりも他のセルの干渉に対して免疫性がある。この事実を使用するバックオフ構造を課すことにより、システムのスループットと性能の改良が実現されることができる。

20

【0065】

パワーバックオフは1以上の選択されたタイムスロットで、または1以上の選択されたセルによって、またはその組み合わせによって1以上の選択されたチャンネルで適用されることができる。パワーバックオフはセルの選択されたユーザに付加的にまたは代わりに適用されることができる。バックオフは最大の送信パワーレベルからの特別なバックオフでセルを動作することにより、または送信パワーを特定のパワー限度に限定することにより、またはセルの送信パワーを完全にオフに切換えることによって実現されることができる。1実施形態では、各セルはセルの動作状態に基づいてバックオフを与え、それによって所望の性能が他のセルのユーザに対する干渉を制限しながら与えられる。

30

【0066】

パワーバックオフ方式は複数のパラメータに基づいて設計されることができる。例えばパワーバックオフ方式はユーザ特性、ロード状態、必要とされる性能等を考慮するように設計されることができる。パワーバックオフ方式はまた任意のパラメータの変化を考慮するために調節されることができる。

【0067】

特別な実施形態では、パワーバックオフはセルのユーザの全体的な集合（アンサンブル）の C/I の分布に基づいて選択される。（これらのユーザの均一ではない加重は例えばその使用プロファイル等に基づいて与えられることができる。この加重は適合的および／またはダイナミック、例えば時刻依存にされることができる。）最初に、 C/I は例えばセルにより送信されるパイロットに基づいてユーザにより測定されることができる。同時に、ユーザはセルからの干渉レベル（ I ）を測定でき、これは以下説明するように過剰な干渉を生じるセルの送信パワーを制御するために後に使用されることができる。1次またはホームセル（即ちC）からの測定され受信された信号レベルと、他のセルからの受信された信号レベルとをプラスした信号レベルは1次セルに報告され、これはその後、セルの実効的な C/I のCDFを集め特徴付ける。その代わりに、1次セルには C/I 特徴付けが行われてもよい。

40

【0068】

多くの仮定は C/I 特徴付けを簡単にするために行われることができる。例えば、干渉セルはフルパワーで動作していると仮定されてもよい。 C/I 分布は全てのセルがフル

50

パワーで動作しているとき特定の C/I 値よりも大きい C/I 値を有するセル中のユーザの割合の指示を与える。

【0069】

図7は、フルパワーで送信する全てのセルを有する1セル再使用パターンにおける実現された C/I の累積的分布関数CDFの1例である。図7で示されている C/I 分布を使用して、ユーザの集団（ポピュレーション）はセットにセグメント化され、各セットは類似の他のセルの干渉を受ける（即ち値の範囲内の C/I を有する）ユーザに対応する。1例として、図7で示されているCDFは $N_c = N_r \cdot N_s$ セットに区分されることができ、ここで N_r は再使用クラスタ中のセル数であり、 N_s はクラスタ中の単位セル当り割当てられた直交チャンネルの数である。以下の例では、 $N_s = 4$ 、 $N_r = 3$ であり、 $N_c = 12$ を与える。以下の例では、等しくないサイズのセット区分も規定されることができ、セットは等しい大きさであるように選択される（即ち同一の割合のユーザが各セットに含まれる）。

【0070】

表3は $N_c = 12$ のユーザセットを識別し、各12のユーザセットのユーザに対する最小の C/I を表にしている。12のユーザセットが存在し、各セットは等しいサイズであるので、各セットはセル中のユーザの約8.3%を含んでいる。第1のセットは10dB以下の C/I を有するユーザを含み、第2のセットは10dB乃至13dBの範囲の C/I を有するユーザを含み、第3のセットは13dB乃至15dBの範囲の C/I を有するユーザを含み、第4のセットは15dB乃至17dBの範囲の C/I を有するユーザを含み、最後のセットは34.5dBよりも大きい C/I を有するユーザを含んでいる。

【表1】

表 3

ユーザセット	範囲の最小 C/I (dB)	$s(n)$ (dB)	$\beta(n)$
1	<10	<-5	1.0000
2	10	-5	1.0000
3	13	-2	1.0000
4	15	0	1.0000
5	17	2	0.6310
6	18.5	3.5	0.4467
7	20.5	5.5	0.2818
8	22	7	0.1995
9	24	9	0.1259
10	26	11	0.0794
11	29.5	14.5	0.0355
12	>34.5	>19.5	0.0112

【0071】

図7および表3から、セル内のユーザは異なる C/I ことが特徴を有することが認められる。これらのユーザは異なるレベルの性能を実現することができ、または特定のレベルの性能に対しては、異なる送信パワーレベルを必要とする。

【0072】

1例として、セルは許容可能なエラーレートを有して所望のデータ速度で動作するように特定の設定点 γ （即ち C/I に必要とされる最小値）をサポートするために必要とされる。典型的なシステムでは、設定点 γ はユーザにより選択された瞬間的なデータ速度の

関数であり、したがって、ユーザによって異なる。簡単な例では、15 dB の設定点 γ がセルの全てのユーザにより必要とされると仮定される。各ユーザのセットの最小のリンクマージン $s(n)$ はその後、以下のように計算される。

$$s(n) = \min \{ C/I(n) \} - \gamma \quad n = 1, 2, \dots, N_c$$

式 (1)

各ユーザのセットの最小のリンクマージン $s(n)$ はセット中のユーザの最小の C/I と設定点 γ との差である。最小のリンクマージン $s(n)$ は全てのセルからのフル送信パワーの仮定に基づいて必要とされる送信パワーと設定点との偏差を表す。正の値のリンクマージンは C/I が設定点 γ により規定される所望レベルの性能を実現するのに必要とされるよりも大きいことを示している。したがって、これらのユーザへの送信パワーはそのマージン量だけ減少され（即ちバックオフ）、依然として所望の性能レベルを与える。

10

【0073】

最大の送信パワーレベルが 1.0 として正規化されるならば、各ユーザセットの正規化されたバックオフファクタは次式のように表されることができる。

【数 1】

$$\beta(n) = \min(1, 10^{-0.1s(n)}) ; \quad n = 1, 2, \dots, N_c$$

式 (2)

20

【0074】

特定のユーザセットに関連するバックオフファクタは所望の設定点 γ 、したがって所望レベルの性能を維持しながらユーザセットに与えられることができる送信パワーの減少を表している。これらのユーザは良好な C/I を有するのでパワーにおけるバックオフは可能である。バックオフファクタによりアクティブユーザへの送信パワーを減少させることにより、他のセルのユーザの干渉はアクティブユーザの性能に影響せずに減少されることができる。

【0075】

表 3 は 15 dB の設定点 γ に対する各ユーザセットにおいて最小のリンクマージン $s(n)$ とバックオフファクタを列挙している。表 3 で示されているように、チャンネル 1 乃至 4 は 0 dB 以下のリンクマージンを有し、チャンネル 5 乃至 12 は漸進的に良好なリンクマージンを有する。結論としてチャンネル 1 乃至 4 はフルパワーで動作し、チャンネル 5 乃至 12 は漸進的に減少するパワーで動作される。バックオフファクタは関連するユーザセットのユーザへの送信に与えられる。例えばセット 5 のユーザは 17 dB またはそれにより良好の C/I と、2 dB の最小のリンクマージン $s(n)$ を有するので、これらのユーザへの送信パワーは 0.6310 までバックオフされてもよい。

30

【0076】

設定点 γ より下の C/I を有するユーザに対しては、多数のオプションが与えられる。これらのユーザへの送信のデータ速度は C/I によりサポートされることができるデータ速度まで減少されてもよい。その代わりに、低い C/I を発生する干渉装置 (interferer) はそれらの送信パワーを（一時的に）減少するか、低い C/I ユーザが適切にサービスされるまで影響を受けたチャンネルでの送信を停止するようにリクエストされてもよい。

40

【0077】

1 実施形態では、バックオフファクタが一度再使用パターンの 1 つのセルで決定されると、再使用パターン中の他のセルに対するバックオフファクタは交互にずらされることができる。例えば 12 チャンネルで動作し $N_s = 4$ チャンネルオフセットで動作する $N_r = 3$ （即ち 3 セル）再使用パターンでは、セル 2 に対するバックオフファクタは 4 のモジュロ N_c によりオフセットされ、セル 3 に対するバックオフファクタは 8 のモジュロ

50

N_c によりオフセットされる。この再使用パターンでは、セル 1 は（表 3 で示されているチャンネルとそれらのバックオフファクタを含んでいる）チャンネルセット 1 に関連するバックオフファクタを与え、セル 2 は（表 3 で示されているチャンネルとそれらのバックオフファクタを含んでいるが 4 チャンネルによりシフトダウンされ、ラップアラウンドされている）チャンネルセット 2 に関連するバックオフファクタを与え、セル 3 は（表 3 で示されているチャンネルとそれらのバックオフファクタを含んでいるが 8 チャンネルによりシフトダウンされ、ラップアラウンドされている）チャンネルセット 3 に関連するバックオフファクタを与える。4 チャンネルオフセットがこの例で使用されるが、他のオフセットも使用されることができる。

【0078】

表 4 は表 3 で示されているバックオフファクタと 4 チャンネルオフセットを使用してセル 1 乃至 3 に対するバックオフファクタを表にしている。例えば、チャンネル 1 では、セル 1 はセット 1 のチャンネル 1 に関連するバックオフファクタを与え、セル 2 はセット 1 のチャンネル 9 に関連するバックオフファクタを与え、セル 3 はセット 1 のチャンネル 5 に関連するバックオフファクタを与える。

【表 2】

表 4

チャンネル, n	$\beta_1(n)$	$\beta_2(n)$	$\beta_3(n)$
1	1.0000	0.1259	0.6310
2	1.0000	0.0794	0.4467
3	1.0000	0.0355	0.2818
4	1.0000	0.0112	0.1995
5	0.6310	1.0000	0.1259
6	0.4467	1.0000	0.0794
7	0.2818	1.0000	0.0355
8	0.1995	1.0000	0.0112
9	0.1259	0.6310	1.0000
10	0.0794	0.4467	1.0000
11	0.0355	0.2818	1.0000
12	0.0112	0.1995	1.0000

【0079】

表 4 で示されているバックオフファクタは図 7 の C/I の C D F に基づいて得られ、これはシステムの他のセルがフルパワーで送信しているという仮定で発生される。しかしながら、バックオフファクタが表 4 に示されているようにスタガーにされたチャンネル再使用方式と共に与えられるとき、セルのユーザにより観察される実際の C/I 値は、他のセルからの干渉が与えられたバックオフファクタにより減少されるので、表 3 の列 2 で与えられる最小の C/I 値よりも大きい。

【0080】

表 5 は 3 セル再使用パターン、スタガーされたチャンネルオフセット、パワーバックオフを使用して実現される C/I における改良を示しており、セル 2 および 3 からの等しい受信されたパワーレベルが観察されることを仮定している。列 1 はチャンネルインデックス 1 乃至 12 を与える。列 2 は他のセルがフルパワーで動作するとき 12 のチャンネルに関連する最小の C/I を与える。列 2 はチャンネル 1 に割当てられたセット 1 のユーザ、チャンネル 2 に割当てられたセット 2 のユーザ等、チャンネル 12 に割当てられたセット 12 のユーザで計算されている。

【0081】

列 3 は列 2 の最小の C/I を有する 1 2 のチャンネルの最小リンクマージン $s(n)$ を与える。 $s(n)$ の値が与えられ、設定点 $\gamma = 15 \text{ dB}$ を仮定する。列 4、5、6 はセル 1、2、3 のバックオフファクタをそれぞれ与え、列 3 で与えられるリンクマージンに基づいて計算される。列 7 は 3 セル再使用パターンと、セル 2 および 3 から等しいパワーレベルを観察するユーザに対する列 4 乃至 6 で示されたパワーバックオフファクタとを使用した結果として列 3 で示されているリンクマージン $s(n)$ における実効的な増加を与える。この例では実効的なマージン $\hat{s}_n$ は以下のように表されることができる。

【数 2】

$$\begin{aligned}\hat{s}(n) &= 10 \cdot \log_{10}[(I_2 + I_3)/(I_2 \cdot \beta_2(n) + I_3 \cdot \beta_3(n))] \\ &= 10 \cdot \log_{10}[2/(\beta_2(n) + \beta_3(n))], \quad I_2 = I_3.\end{aligned}$$

10

$\hat{s}, \hat{\phi}, \hat{L}$ のような上に $\hat{\cdot}$ を付けた記号は文中ではそれぞれ s, ϕ, L のように前に付けて表している。

【0082】

表 5 の最後の列はチャンネル 1 乃至 12 に割当てられるユーザに対する実効的な C/I を与え、次式のように表されることができる。

【数 3】

$$C/I_{\text{eff}}(n) = \gamma + \min(0, s(n)) + \hat{s}(n).$$

20

【表 3】

表 5

チャンネル, n	$C/I_{\min}(n)$ (dB)	$s(n)$ (dB)	$\beta_1(n)$	$\beta_2(n)$	$\beta_3(n)$	$\hat{s}(n)$ (dB)	$C/I_{\text{eff}}(n)$ (dB)
1	< 10	< -5	1.0000	0.1259	0.6310	4.2202	< 14.2202
2	10	-5	1.0000	0.0794	0.4467	5.7995	15.7995
3	13	-2	1.0000	0.0355	0.2818	7.9953	20.9953
4	15	0	1.0000	0.0112	0.1995	9.7727	24.7727
5	17	2	0.6310	1.0000	0.1259	2.4953	17.4953
6	18.5	3.5	0.4467	1.0000	0.0794	2.6783	17.6783
7	20.5	5.5	0.2818	1.0000	0.0355	2.8589	17.8589
8	22	7	0.1995	1.0000	0.0112	2.9618	17.9618
9	24	9	0.1259	0.6310	1.0000	0.8859	15.8859
10	26	11	0.0794	0.4467	1.0000	1.4066	16.4066
11	29.5	14.5	0.0355	0.2818	1.0000	1.9320	16.9320
12	> 34.5	> 19.5	0.0112	0.1995	1.0000	2.2202	> 17.2202

30

【0083】

40

表 5 で示されているように、チャンネル 1 乃至 12 に割当てられるユーザに対する実効的な C/I は減少された送信パワーで他のセルを動作する結果として増加する。パワーバックオフなしでは、チャンネル 1 乃至 3 に割当てられるユーザは 15 dB の設定点を実現することができなかった。パワーバックオフにより、チャンネル 1 に割当てられるユーザを除く全てのユーザは 15 dB の設定点を実現することができる。

【0084】

実際のシステムは典型的に前述の理想化されたシステムモデルに適合しない。例えばユーザの均一ではない分布、均一ではないセルサイト配置、変化した地形および形態等は、全て各セルで観察される干渉レベルの変化に影響する。したがって、各セルに対して得られるバックオフファクタは異なりがちであり、再使用クラスタのセルのバックオフファ

50

クタは表4で示されているように相互のモジュロシフトされたバージョンではない。バックオフファクタの異なるC/IのCDFの効果を以下示す。

【0085】

図8は3セルの適合可能な再使用方式を使用する21セルシステムの図である。この例では、12チャンネルが通信で利用可能であり、 $N_r = 3$ 、 $N_s = 4$ 、 $N_c = 12$ である。類似のシステム特性を有する理想化されたシステムでは、システムの各セルに割り当てられたチャンネルオフセットは $N_s \cdot \text{mod}(m, N_r = 3)$ として選択されることができ、それによって、

・ $\text{mod}(m, 3) = 0$ が0のチャンネルオフセットを割り当てられるインデックスを有するセル、

・ $\text{mod}(m, 3) = 1$ が4のチャンネルオフセットを割り当てられるインデックスを有するセル、

・ $\text{mod}(m, 3) = 2$ が8のチャンネルオフセットを割り当てられるインデックスを有するセルであり、

ここでmはセル番号である(21セルシステムでは $m = 1, 2, \dots, 20$)。このオフセット方式により、図8のセル0, 3, 6...18は0のチャンネルオフセットを割り当てられ、セル1, 4, 7...19は4のチャンネルオフセットを割り当てられ、セル2, 5, 8...20は8のチャンネルオフセットを割り当てられる。

【0086】

理想化されたシステムでは、ユーザがカバー区域にわたって均一に分布され、伝播がシステムの全てのセルで同一であるならば、システム中の各セルのC/IのCDFは同一である(フリッジ中のセルが同一のC/IのCDFを有するように無限数のセルを想定する)。実際には、これらの状態は満足されず、各セルのC/IのCDFは異なる傾向がある。例えば、図8で示されているシステムのセル0により観察される干渉レベルはセル7で観察される干渉レベルと異なる傾向がある。通常、C/IのCDFは各セルで異なる可能性があるため、バックオフファクタ $\beta_m(n)$ は各セルで異なることが予測されることができる。

【0087】

各セルに対して異なるバックオフファクタ $\beta_m(n)$ による再使用プランの設計に対する影響を1例を使用して説明することができる。この例では、セル1は図7で示されているC/IのCDFを有すると仮定され、セル2は同じCDFを有するが3dBだけ右にシフトされていると仮定され(即ち分布の中間値は20.5dBから23.5dBへ移動)、セル3は同じCDFを有するが3dBだけ左にシフトされていると仮定される(即ち中間値17.5dB)。実際には、CDFは相互のシフトされたバージョンである可能性はなく、簡単にされた例がシステム設計における異なる $\beta_m(n)$ の影響を容易に示すためにここで使用される。

【0088】

表6は(1)12の等しいサイズのセット中への各セルのユーザの区分と、(2)全てのセルがフルパワーで送信する仮定と、(3)共通の設定点 $\gamma = 15\text{ dB}$ とに基づいた3セルクラスタにおけるセル1, 2, 3のそれぞれの最小リンクマージン $s_1(n)$ 、 $s_2(n)$ 、 $s_3(n)$ を列挙している。

【0089】

3セルクラスタの3つの全てのセルの共通の設定点を使用し、同一のインデックス $\text{mod}(m, 3)$ を有する全てのセルが同一のC/IのCDFを有することを仮定して、各セルに対するバックオフファクタは共通の設定点に基づいて計算されることができる。それぞれセル1, 2, 3のバックオフファクタ $\beta_1(n)$ 、 $\beta_2(n)$ 、 $\beta_3(n)$ はそれぞれの最小リンクマージン $s_1(n)$ 、 $s_2(n)$ 、 $s_3(n)$ に対する式(2)を使用して計算される。例えばセル2に対するバックオフファクタ $\beta_2(n)$ は列3で示されている最小のリンクマージン $s_2(n)$ を使用し、4チャンネルによる結果、モジュロ12をオフセットして計算される。同様に、セル3のバックオフファクタ $\beta_3(n)$ は列4

10

20

30

40

50

で示されている最小のリンクマージン $s_3(n)$ を使用し、8チャンネルによる結果、モジュロ-12をオフセットして計算される。表6で示されているように、バックオフファクタ $\beta_1(n)$ 、 $\beta_2(n)$ 、 $\beta_3(n)$ はもはや相互のシフトされたバージョンではない。これはチャンネルの実効的なリンクマージンが各セルで異なることを示唆している。

【表4】

表 6

チャンネル,n	$s_1(n)$	$s_2(n)$	$s_3(n)$	$\beta_1(n)$	$\beta_2(n)$	$\beta_3(n)$
1	<-5	<-2	<-8	1.000	0.063	1.000
2	-5	-2	-8	1.000	0.040	0.891
3	-2	1	-5	1.000	0.018	0.562
4	0	3	-3	1.000	0.006	0.398
5	2	5	-1	0.631	1.000	0.251
6	3.5	6.5	0.5	0.447	1.000	0.158
7	5.5	8.5	2.5	0.282	0.794	0.071
8	7	10	4	0.200	0.501	0.022
9	9	12	6	0.126	0.316	1.000
10	11	14	8	0.079	0.224	1.000
11	14.5	17.5	11.5	0.035	0.141	1.000
12	19.5	22.5	16.5	0.011	0.100	1.000

【0090】

表7はそれぞれセル1、2、3に対する実効的なリンクマージン $\hat{s}_1(n)$ 、 $\hat{s}_2(n)$ 、 $\hat{s}_3(n)$ を列挙し、セルは表6でリストされているバックオフファクタ $\beta_1(n)$ 、 $\beta_2(n)$ 、 $\beta_3(n)$ で動作し、各セルからの等しい受信されたパワーを仮定する（即ち $I_1 = I_2 = I_3$ ）。バックオフファクタはセルがフルパワーで送信しているとき本来0dBリンクマージンを与えるように計算されたが、表7で示されている実効的なリンクマージンはセルがバックオフファクタを使用して送信するとき0dBから12dBを超えて変化する。

【表5】

表 7

チャンネル, n	$\hat{s}_1(n)$	$\hat{s}_2(n)$	$\hat{s}_3(n)$
1	2.74	3.55	6.55
2	3.32	5.19	8.19
3	5.38	7.54	10.54
4	6.95	9.55	12.55
5	2.04	2.50	2.74
6	2.37	2.68	2.84
7	3.64	2.86	2.93
8	5.82	2.96	2.99
9	1.82	0.00	0.89
10	2.13	0.24	1.41
11	2.44	1.07	2.69
12	2.60	1.55	4.55

【0091】

表7で示されているように、異なるC/IのCDFを有するセルの共通の設定点を使用することによって、実効的なリンクマージンが異なるのでクラスタ中の各セルの実効的なスループットは異なっている。例えば、それらの集合的なC/Iは最低であるのでパワーバックオフを課す前に、セル3のユーザは他のセルのユーザよりも不利であった。反対に、セル2のユーザはバックオフ構造を課す前に最大の集合的なC/Iを有した。しかしながら、バックオフファクタが一度与えられると、状態は反対になり、セル3のユーザは最高の実効的なリンクマージンを有し、一方セル2のユーザは最低の実効的なリンクマージンを有する。これはセル3のバックオフファクタがセル1、2で使用されるよりも大きく（即ち少ないパワー減少）それによって、他のセルに関するセル3のチャンネルの実効的なマージンを増加するためである。

10

【0092】

クラスタのセル間の実効的なリンクマージンの不均衡はクラスタの各セルの異なる設定点を使用することにより補正されることができる。例えばセル2で18 dBの設定点と、セル3の12 dBの設定点を使用することによって、（即ちC/IのCDFは±3 dBだけシフトされるので）各セルのバックオフファクタはこの特別な例で同一にされることができる。この概念はセルの個々のチャンネルまで延長されることもできる。

【0093】

表7で示されている実効的なリンクマージンの不均衡はまたバックオフファクタを反復的に計算することにより減少されることもできる。例えば、バックオフファクタの別のセットは表7で示されている実効的なリンクマージンに対して計算されることができる。バックオフファクタのこの第2のセットはバックオフファクタの“実効的な”セットを与えるために表6で示されているバックオフファクタの第1のセットと結合される。高い実効的なリンクマージンを有するセルおよびチャンネルはしたがって減少された送信パワーを有する。反復的なプロセスはセルの実効的なリンクマージンがもはや反復から反復で認知できる程度に変更しなくなるまで、または幾つかの規定された状態が満たされるまで継続できる。

20

【0094】

セルの特徴付けおよびセルの性能の正規化は典型的に前述したものよりも複雑である（即ちC/IのCDFは先の例で仮定されるように相互のシフトされたバージョンである可能性がある）。さらに、各セルのユーザは典型的に他のセルから異なるレベルの干渉を観察する。したがって、実効的なマージンをシステムのセルを横切って特定のしきい値レベル内に正規化することを必要とされる。セルおよび／またはチャンネルの異なる設定点は所望されるならば正規化された性能のレベルを実現するために使用されることができる。設定点はまた均等ではないシステム性能を実現するように変更されることもできる。

30

【0095】

[デフォルトバックオフファクタへの調節]

パワーバックオフを使用する実施形態では、バックオフファクタが計算され、システムのセルに与えられる。その後、各セルはバックオフファクタを送信に使用されるチャンネルに与える。

【0096】

本発明の特徴にしたがって、最初に割当てられた（即ちデフォルト）バックオフファクタは例えばシステムローディング、ユーザ特性、ユーザ需要、性能要求等の変化に基づいてダイナミックに、および／または適合可能に調節（即ち変更）されることができる。バックオフファクタは多数の方式を使用して調節されることができ、その幾つかを以下説明する。

【0097】

バックオフ調節方式の1実施形態では、オフエンディングセルのバックオフファクタは不利なユーザがアクティブに通信している時間中に減少される。前述したように、多数の例において不利なユーザは限定された数のセルからの過剰な干渉のために所望の設定点を実現できない。

50

【0098】

不利なユーザが最良の利用可能なチャンネルに割当てられたときでさえも所望の設定点を実現できない状態である、“ソフトブロッキング”と呼ばれる状態であるならば、干渉を生じさせる再使用パターンの他のセルは一時的に減少された送信パワーを有することができ、それによって不利なユーザは所望の設定点を得ることができる。1例として、セル1の不利なユーザに対して1次的な干渉ソースがセル2であるならば、セル2の送信パワーは不利なユーザが所望の設定点で動作することを可能にするのに必要な量だけ（例えば付加的な3 dB、 $\beta(n) = x$ から $\beta(n) = 0.5x$ ）バックオフされることができる。

【0099】

前述の例では、バックオフファクタがセル2に与えられるならば、セル2のユーザはもはや設定点を満たさず、潜在的に他のセルのバックオフファクタのさらなる減少を生じさせる。それ故、調節はバックオフファクタに加えてオフエンディングセルの特定されたチャンネルで使用される設定点に対して行われることができる。さらに、これらの調節は同様に局所的に行われることができ、したがってセル1とセル2の両者の設定点は両者のセルのユーザの供給停止基準を満たしながら集合的なスループットを実効的に最大にする値まで減少される。

【0100】

バックオフ調節方式の別の実施形態では、オフエンディングセルは不利なユーザがサービスされるように一時的に特定のチャンネルの使用を防止されてもよい。オフエンディングセルのバックオフファクタ $\beta(n)$ が影響を受けたチャンネルで0.0に設定される。

【0101】

特別な通信システムでは、特定のユーザに対する1次干渉は別の再使用クラスタのセルからの同一チャンネル干渉である。例えば図8を参照すると、1つの3セルクラスタのセル0のユーザに対する干渉の主要なソースは、別の3セルクラスタであってもよく、これはセル0としてバックオフファクタの同一セットを割当てられている。同一チャンネル干渉を減少させるために、セル3に対するバックオフファクタはセル0のバックオフファクタから変更されてもよい。例えばセル3に対するバックオフファクタは1以上のチャンネルによりシフトされることができ、セル3に対する1以上のバックオフファクタはセル0に対するバックオフファクタと異なって作られてもよく、または幾つかの他の変更が行われることができる。

【0102】

バックオフ調節方式の変形では、1以上のチャンネルが再使用パターンの各セルによる排他的使用のために確保されることができ、再使用パターンの他のセルはその後これらのチャンネルにおける送信を阻止（即ち遮断）される。多数の確保されたチャンネルはロードまたはシステム要求に基づくことができ、動作状態が変化するときダイナミックに、および／または適合可能に調節されることができ、また、セルはシステム設計および状態に基づいて、異なる数の確保されたチャンネルを割当てられてもよい。

【0103】

リクエストのためのパワーバックオフ量は種々の方法で得られる。幾つかの構成では、各セルは不利なユーザが所望の設定点で動作することを可能にするのに必要なバックオフファクタを知っている。バックオフファクタは予め計算され、保存されまたは前の送信から決定されてもよい。不利なユーザがアクティブになったとき、セルはユーザに必要なバックオフファクタを知っており、これをオフエンディングセルに通信する。

【0104】

オフエンディングセルの送信パワーを調節（例えば減少または遮断）することが所望される実施形態では、バックオフ調節をリクエストするセルはオフエンディングセルに不利なユーザの要求を満たすためにバックオフファクタに対する所望の調節を伝送することができる。調節はシステムの他のセルに送信されてもよく、それはこれらのセルの性能を

10

20

30

40

50

改良するためにその情報を使用してもよい。オフエンディングセルは規定されたバックオフ調節方式に基づいて、リクエストされたバックオフファクタを与える。このような調節方式は例えば、調節を与える時間とその期間を規定してもよい。オフエンディングセルが複数の他のセルからのバックオフリクエストを受信するならば、オフエンディングセルは典型的にリクエストするセルから受信する最大のバックオフファクタを与える。

【0105】

他のセルの送信パワーを一時的に減少または遮断するためのリクエスト（または指令）は不利なユーザへの送信が実現されることができるようオフエンディングセルへ通知されることができる。リクエストは必要なときにまたは規則的な方法（例えば数フレーム毎）または幾つかの他の方法によってオフエンディングセルにダイナミックに通信されることができ、例えば、各セルはリクエストが次の送信フレームで与えられることを予測して各送信フレームの開始時にこのようなリクエストのリストをその近隣のセルへ送信してもよい。リクエストを他のセルへ通信する他の方法が考慮されることができ、それらも本発明の技術的範囲内のものである。

【0106】

バックオフ調節は多数の方法を使用して実現されることができ、1方法では、バックオフファクタはダイナミックベースで近隣のセルへ送信され、その後（例えば次のフレームで）すぐに与えられる。別の方法では、バックオフファクタが予め定められた時間に与えられ、これは影響されたセルにより知られる。

【0107】

割当てられた（即ちデフォルト）値へのバックオフファクタの修復も多数の方法を使用して実現される。1方法では、もとのバックオフファクタは“回復”コマンドをオフエンディングセルへ出すことにより回復されることができ、別の方法では、バックオフファクタはそれを段階的に増加することによりもとの値に徐々に回復される。

【0108】

バックオフ調節のさらに別の方法では、各セルは各チャンネルでバックオフファクタを調節するための既知のステップサイズを維持する。各セルはバックオフファクタを増加および減少するために各チャンネルで使用されるバックオフファクタの現在値とステップサイズを維持する。その後、セルはそれが送信パワーを減少するためのリクエストを受信する度に、関連するステップサイズにしたがってバックオフファクタを調節する。

【0109】

1実施形態では、特定のセルの各チャンネルはバックオフファクタの上限および下限に関連されてもよい。1例として各セルで動作するスケジューラは共通のフレーム境界 $i = 1, 2, 3 \dots$ においてスケジューリングすると仮定する。さらに、 $\beta_m^{\max}(n)$ と $\beta_m^{\min}(n)$ をセル m のチャンネル n 中の β の最大値と最小値とし、 $\delta^{\text{up}}(n)$ と $\delta^{\text{down}}(n)$ をチャンネル n のパワーを増加および減少するステップサイズを表すとする。チャンネル n に対するセル m のフレーム i のバックオフ調節はその後以下のように表されることができる。

(a) 任意の近隣のセルがフレーム i で減少パワーコマンドを送信するならば、

$$\beta_m(n, i) = \max[\beta_m^{\min}(n), \beta_m(n, i-1) \cdot \delta^{\text{down}}(n)]$$

(b) そうでなければ、

$$\beta_m(n, i) = \min[\beta_m^{\max}(n), \beta_m(n, i-1) \cdot \delta^{\text{up}}(n)]$$

バックオフの上限および下限はまた所望または必要なときに調節されることができる。例えば上限および下限はシステムロードまたは要求に基づいて調節されることができる。

【0110】

バックオフファクタのダイナミックな調節はロード、性能または幾つかの他の尺度に基づいて、システム設定点、またはチャンネルに対する最大の許容されたデータ速度のダイナミックとの調節のために等しくされることができ、システムロードが増加すると、

設定点はチャンネル中における確実な動作を許容するレベルに調節（即ち減少）されることができる。通常、各チャンネルの設定点はまた適合可能にされることができる、このことによってチャンネルに関連するデータ速度は所望または必要ならば相違して設定されることができる。各チャンネルの設定点の適合は各セルにより局部的に実行されることができる。

【0111】

バックオフファクタのダイナミックな調節は、セル毎に全てのチャンネルに対してバックオフファクタがダイナミックに調節されることができるよう拡張されることができる。この特徴により、システムは各チャンネルのパワーレベルを基本的に調節することが可能であり、それによって特定されたチャンネルのアクチブユーザは所望の設定点を満たすことができる。近隣のセルのチャンネルのパワーはしたがって例えば局部セルのアクチブユーザのグループ、それらの要求等の関数である。セルのユーザの混合は全てが割当てられたチャンネルの設定点を実現するものであるならば、デフォルトバックオフファクタが使用される。そうでなければ、バックオフファクタの付加的な減少（即ち減少された送信パワー）は特定されたチャンネルのオフエンディング近隣のセルで一時的に、特定の期間だけ与えられる。

【0112】

バックオフファクタがダイナミックに変更されることを可能にされるとき、特定のセルのスケジューラは近隣のセルにより送信されるパワーであることは確実ではない。これは局部セルのユーザに対する実際の動作点（即ちC/I）に曖昧さを生じる。それにもかかわらず、バックオフファクタに対する調節は例えば影響されたチャンネルの観察された性能を調節のベースとすることによって依然としてダイナミックに実行されることができる。

【0113】

例えば、1構成では、セルは特定のチャンネルのユーザに関連する平均フレーム消去レート（FER）を監視する。実際のC/Iが設定点よりも低いならば、フレーム消去が生じる確率が高くなり、それによってエラーフレームの再送信が行われる。セルはその後、（1）ユーザのデータ速度を減少し、（2）特定のチャンネルの送信パワーを減少するためオフエンディングセルをリクエストし、または（1）と（2）の両者を行う。

【0114】

[チャンネル割当てに使用されるパラメータ]

本発明の適合的な再使用方式は、リソースをユーザがリクエストするデータ送信へ割当てる構造を提供する。正常なシステム動作中、データ送信のリクエストはシステムを通じて種々のユーザから受信される。その後、セルはデータ送信をスケジュールし、チャンネルをユーザへ割当てるようにタスクされ、したがって高い効率と性能が実現される。

【0115】

データ送信のスケジュールとリソースのユーザへの割当ては多くのファクタに基づいて実現されることができる。このようなファクタには、例えば（1）アクチブユーザに割当てられる優先順位と、（2）公正に関連する基準と、（3）1以上のチャンネル計量を含んでもよい。他のファクタも考慮され、それらの幾つかを以下説明し、本発明の技術的範囲内である。

【0116】

1実施形態では、データ送信とチャンネル割当ては高い優先順位のユーザが低い優先順位のユーザの前に通常サービスされるように実行される。以下説明するように、優先順位付けにより簡単なスケジュールとチャンネル割当てプロセスが典型的にさらに簡単になり、ユーザ間の公正を確実にするために使用されることができる。各セルのユーザは例えば平均スループット、ユーザにより受ける遅延等のような多くの基準に基づいて優先順位を付けられることができる。これらの基準の幾つかを以下説明する。

【0117】

ユーザの優先順位はユーザが既に受けた遅延量の関数を形成することができる。リソ

10

20

30

40

50

ース割当てが優先順位に基づいて行われたならば、低い優先順位のユーザはさらに長い遅延を受ける可能性が高くなる。最小レベルのサービスを確実にするために、ユーザの優先順位はユーザが受ける遅延量が増加するときにアップグレードされることができる。アップグレードは低い優先順位のユーザへのデータ送信が許容できない時間量だけまたは不確定に遅延されることを阻止する。

【0118】

ユーザの実現したC/Iはまた優先順位の決定に使用されることができる。実現したC/Iが低いユーザは低いデータ速度しかサポートされない。利用可能なリソースが実現したC/Iが高いユーザへの送信に使用されるならば、平均システムスループットは増加する傾向があり、それによってシステムの効率を改良する。通常、実現したC/Iが高いユーザへの送信がさらに好ましい。

10

【0119】

ユーザのペイロードはまた優先順位の決定に使用されることができる。大きいペイロードは典型的に少数の利用可能なチャンネルによりサポートされることができる高いデータ速度を必要とする。対照的に、小さいペイロードは典型的にさらに多くの利用可能なチャンネルによりサポートされることができる。例えば小さいペイロードは大きいペイロードで必要とされる高いデータ速度をサポートできない大きいバックオフファクタを有するチャンネルに割当てられる。大きいペイロードに対するデータ送信をスケジュールすることがさらに困難であるので、大きいペイロードを有するユーザは高い優先順位を割当てられることができる。このようにして、大きいペイロードを有するユーザは小さいペイロードを有するユーザと同等レベルの性能を有することができる。

20

【0120】

送信されるデータのタイプはユーザ間での優先順位の割当てで考慮されてもよい。幾つかのデータタイプは時間に敏感であり、早急の対処を必要とする。他のデータタイプは送信におけるさらに長い遅延を許容できる。高い優先順位は時間的に臨界的なデータへ割当てられることができる。1例として、再送信されるデータは最初に送信されるデータよりも高い優先順位を与えられることができる。再送信されたデータは典型的に誤って先に送信され受信されたデータに対応する。受信機における信号処理は誤って受信されたデータに基づいているから、再送信されたデータは高い優先順位を与えられることができる。

【0121】

30

与えられたデータサービスタイプはユーザの優先順位の割当てで考慮されてもよい。高い優先順位は高級のサービス（例えば高い料金を請求されるサービス）に割当てられることができる。価格付け構造が異なるデータ送信サービスで設定されることができる。価格付け構造により、ユーザは優先順位と、自身が楽しいと思われるサービスタイプを個別に決定することができる。

【0122】

前述のファクタとその他のファクタは加重され、ユーザの優先順位を得るために結合されてもよい。異なる加重方式は最適化されるシステム目標のセットに基づいて使用されることができる。1例として、セルの平均スループットを最適にするために、より大きい加重がユーザの達成可能なC/Iに与えられることができる。他の加重方式も使用されることができ、本発明の技術的範囲内にある。

40

【0123】

ユーザ優先順位付け方式の1実施形態では、ユーザはそれらの平均スループットに基づいて優先順位を定められる。この実施形態では、データ送信用にスケジュールされるように“スコア”が各アクティブユーザに対して維持される。セルはそれがサービスするアクティブユーザに対するスコアを維持でき（即ち分布された制御方式）、または中央制御装置は全てのアクティブユーザのスコアを維持できる（即ち中央化された制御方式で）。ユーザのアクティブ状態は通信システムの高い方の層で設定されることができる。

【0124】

この実施形態では、スコア $\phi_k(i)$ はスケジュールインターバル i （例えばフレ

50

ム i) においてユーザ k について計算される。フレーム i のユーザ k についてのデータ速度 $r_k(i)$ はビット／フレームの 1 単位を有し、最大のデータ速度 r_{max} と 0 により結合 (bound) される。データ速度 $r_k(i)$ は実現された (即ち測定された) または実現可能な (即ち評価された) C/I に基づいてユーザ k に対する “実現可能な” (即ち “潜在的な”) データ速度である。データ速度 $r_k(i)$ はまた現在のスケジュール期間に割当てられた実際のデータ速度または幾つかの他の量を定めることができるデータ速度である。実現可能なデータ速度の使用はチャンネル割当てプロセス中にシャッフル効果を誘発し、これは以下説明するように幾つかの不利なユーザの性能を改良できる。

【0125】

特別な構成では、アクティブユーザのスコア $\phi_k(i)$ は次式のように表されることができ、

$$\phi_k(i) = \alpha_1 \cdot \phi_k(i-1) + \alpha_0 \cdot r_k(i) / r_{max} \quad \text{式 (3)}$$

ここで $i < 0$ では $\phi_k(i) = 0$ であり、 α_0 と α_1 は加重されたファクタである。例えば α_0 と $\alpha_1 = 0.5$ であるならば、現在のデータ速度 $r_k(i)$ は従来のスケジュールインターバルからのスコア $\phi_k(i-1)$ と等しい加重が与えられる。スコア $\phi_k(i)$ はユーザの正規化された平均スループットにほぼ比例する。

【0126】

別の特別な構成では、各アクティブユーザに対するスコア $\phi_k(i)$ はスライディングタイムウィンドウにわたって移動する平均スループットとして計算されることができる。例えばユーザの平均的な (実現可能または実際の) スループットは特別な数のスケジュールインターバルにわたって (例えば最近の 10 フレームにわたって) 計算されることができ、スコアとして使用される。アクティブユーザに対するスコア $\phi_k(i)$ を計算するための他の構成が考慮されることができ、本発明の技術的範囲内にある。

【0127】

1 実施形態では、ユーザがアクティブになるとき、スコアはユーザが現在の C/I に基づいて実現できる正規化されたデータ速度に初期化される。現在のスケジュールインターバルによるユーザに対するデータ送信が存在するならば各アクティブユーザに対するスコアは各スケジュールインターバル (例えば各フレーム) で更新されることができ、典型的に実行される。ユーザに対するデータ送信が存在しないならば、スコアは (同値で) 維持され、ユーザがもはやアクティブではないならばゼロに最設定される。アクティブユーザが送信をスケジュールされていないならば、 $r_k(i) = 0$ である。フレームエラーが行われるときにはいつでも、実効的なレートも 0 である。フレームエラーはフレームエラー通報の往復遅延 (例えば Ack/Nak に対する遅延) のために直ちには知らされないが、スコアはしたがって一度フレームエラーが知られると調節されることができる。

【0128】

スケジュールプロセッサはその後チャンネル割当てのためユーザの優先順位を決定するためにスコアを使用する。特別な実施形態では、アクティブユーザのセットは最低のスコアを有するユーザが最高の優先順位を割当てられ、最高のスコアを有するユーザが最低の優先順位を割当てられるように優先順位が定められる。スケジュールプロセッサは優先順位付けの実行においてユーザスコアに均等ではない加重ファクタを割当ててもよい。このような均等ではない加重ファクタはユーザの優先順位の決定で考慮されるように (前述したような) 他のファクタを考慮に入れることができる。

【0129】

ある実施形態では (例えば実現可能なデータ速度が使用されるならば)、特定のユーザに対するスコア $\phi_k(i)$ はユーザによりサポートされることができるものを必ずしも指示しない (即ちユーザの潜在的なデータ速度を反映しない可能性がある)。例えば、一方のユーザは他方よりも高いデータ速度をサポートできても、2つのユーザは同一のデータ速度を割当てられてもよい。この場合、高い潜在性のデータ速度を有するユーザは高いスコアを割当てられることができ、したがって低い優先順位を有する。

【0130】

最小の等級のサービス（GOS）を確実に（または保証）するために、公正基準がデータ送信のスケジュールとチャンネルの割当てで課される。ユーザの特定のサブセット（例えば貴重なユーザ）も公正基準の提供において選択されてもよいが、公正基準は典型的にシステムの全てのユーザに与えられる。公正は優先順位の使用で実現されてもよい。例えばユーザはそのデータ送信がスケジュールから省略される度に、および／またはそれぞれの不適切な送信によって優先順位において上に移動されてもよい。

【0131】

前述のユーザの優先順位付け方式では、リソースの割当てはスコアの比を基礎として行われることができる。この場合、全てのアクティブユーザのスコアは変更されたスコア $\phi_n(k)$ を形成するためにユーザスコアの最大値を参照されることができ、これは次式のように表される。

【数4】

$$\hat{\phi}_k(i) = \phi_k(i) / \max_k \{\phi_k(i)\} \quad \text{式(4)}$$

【0132】

特定のユーザに割当てられたリソースはその後、それらの変更されたスコアに基づいてもよい。例えばユーザ1がユーザ2のスコアの2倍のスコアを有するならば、スケジュールプロセッサは（このようなチャンネルが利用可能であると）これらの2つのユーザのデータ速度を等しくするのに必要な容量を有する1つのチャンネル（または複数のチャンネル）を割当てることができる。公正の考察として、スケジュールプロセッサは各スケジュールインターバルでデータ速度を正規化しようとする。他の公正基準が課されてもよく、本発明の技術的範囲内にある。したがってユーザへのリソース（即ちチャンネル）の割当ては多数のパラメータに基づくことができる。これらのパラメータの幾つかはチャンネル計量に結合されることができる。それぞれのスケジュールおよびチャンネル割当てインターバル中、チャンネル計量は各アクティブユーザと各利用可能なチャンネルに対して計算される。これらの計算されたチャンネル計量はその後、リソースがさらに適切に使用されるようにチャンネルの割当てに使用される。多数の異なるチャンネル計量はシステム要求に基づいて使用されることができる。以下説明するように、付加的な制限（例えば最大のパワー、最小のC/I等）もチャンネル割当てを行うのにおいて使用されることができる。

【0133】

[チャンネル計量]

1以上のチャンネル計量は、リソースと改良された性能のさらに効率的な使用が実現されるようにチャンネル割当てを行うために使用されることができる。このようなチャンネル計量は例えば干渉、供給停止確率、最大スループットまたは幾つかのその他の尺度に基づいた計量を含んでいる。“良好さ”を示すチャンネル計量の幾つかの例を以下説明する。しかしながら、他のチャンネル計量も公式化され、使用され、本発明の技術的範囲内にあることが認識されよう。

【0134】

1実施形態では、アクティブユーザに対する供給停止確率に基づくチャンネル計量が行われ与えられることができる。チャンネルはその後、供給停止確率が可能な限り多数のユーザで最小にされるように割当てられる。供給停止確率 $d_m(n, k)$ はユーザの条件的C/Iの関数であり、所定のチャンネルの所定のユーザの供給停止確率の予測値を表す。3セルシステムでは、セル1の所定のユーザのチャンネル計量 $d_m(n, k)$ は以下のよう表されることができる。

【数 5】

$$d_m(n, k) = \left[\begin{array}{l} P_2(n) \cdot (1 - P_3(n)) \cdot f\{[I_1(1, k) \cdot \beta_1(n)]/[I_1(2, k) \cdot \beta_2(n)]\} \\ + P_3(n) \cdot (1 - P_2(n)) \cdot f\{[I_1(1, k) \cdot \beta_1(n)]/[I_1(3, k) \cdot \beta_3(n)]\} \\ + P_2(n) \cdot P_3(n) \cdot f\{[I_1(1, k) \cdot \beta_1(n)]/[I_1(2, k) \cdot \beta_2(n) + I_1(3, k) \cdot \beta_3(n)]\} \end{array} \right]$$

式 (5)

10

【0135】

ここで、

$\beta_m(n)$ はセル m のチャンネル n に関連するバックオフファクタであり、 $0 \leq \beta \leq 1$ である。 $\beta_m(n) = 0$ のとき、これはセル m がチャンネル n を使用することを阻止することに等しい。

$P_m(n)$ はセル m がチャンネル n を使用している確率（即ち占有の確率）である。

$I_m(1, k)$ はフルパワーで送信するセル 1 からのセル m のユーザ k により観察される受信されたパワーである。

$f(x)$ は x の関数として所定のデータ速度に対する供給停止確率を示す関数である。

【0136】

20

チャンネル計量 $d_m(n, k)$ はチャンネル n のセル m のユーザ k における供給停止確率を表す。チャンネル計量 $d_m(n, k)$ を使用する実施形態では、最低の供給停止確率を有するチャンネルはユーザに割当てられるための最良のチャンネルである。

【0137】

関数 $f(x)$ は 1 次セルと干渉セルからの送信パワー、 $I_m(1, k)$ の評価に基づいた信用の程度に対して計算されることができる。 $f(x)$ の値はある長さの時間にわたって平均され正確性を改善する。 $f(x)$ 値の変動は小さい信号フェーディングと、恐らく時折のシャドウ（例えば主要な信号路を遮断するトラック）のために生じる可能性がある。変動を考慮するため、バックオフファクタは若干のマージンを与えるように選択され、データ速度は動作状態の変化に基づいて適合されることができる。

30

【0138】

確率 $P_m(n)$ は種々の評価技術を使用して評価されることができる。例えばセルがチャンネルを使用していないならば、これは干渉レベルを測定し、このレベルがどの程度頻繁に特定のしきい値を超えるかのカウントを維持することができる。セルがチャンネルを使用しているならば、どの程度頻繁にフレーム消去が生じるかを測定する別のカウントを維持できる。これらの両者の測定は評価 $P_m(n)$ を得るために使用されることができる。値 1.0 も $P_m(n)$ で想定されることができる。

【0139】

パワーバックオフ構造により与えられる供給停止確率の改良を以下要約する。式 (5) が全ての m と n に対して $P_m(n) = 1.0$ で評価されるならば、結果は全てのセルがフルロードであるチャンネル割当て方式を試験することに等しい。バックオフが使用されないならば（即ち全ての m と n に対して $\beta_m(n) = 1.0$ のとき）チャンネル計量 $d_m(n, k)$ は全てのチャンネル $n = 1, 2, \dots, N_c$ で所定のユーザ k において等しい。したがって、パワーバックオフなしではチャンネル割当てに好ましくはない。このように好ましくないことによって、セルのユーザは類似の動作状態を受けない可能性があり、幾らかのユーザは他のユーザよりも他のセルの干渉に対する免疫があるので、利用可能なリソースの効率的ではない使用が行われる。ユーザの組成を利用するバックオフ構造を行わせることにより、システムスループットの改良は以下説明するように実現されることができる。

40

【0140】

50

一度供給停止確率がアクティブユーザに対して計算されると、チャンネル割当ては以下説明するようにユーザの優先順位に基づいて実現されることができ。考察中のユーザに割当てられる最良のチャンネルは最低の予測された供給停止確率を有するチャンネルである。

【0141】

式(5)で与えられた式は3セルシステムのための式である。チャンネル計量 $d_m(n, k)$ のための一般式は次のようなものである。

【数6】

$$d_m(n, k) = \sum_{j=0}^{2^{N_r}} a_j(n) \cdot \hat{f}_j(m, n, k), \quad \text{式(6)}$$

ここで、

$$a_j(n) = \prod_{i=0}^{N_r-1} b_{i,j}(n), \quad \text{式(7)}$$

$$b_{i,j}(n) = \begin{cases} P_i(n); c_{i,j} = 1 \\ 1 - P_i(n); c_{i,j} = 0 \end{cases}, \quad \text{式(8)}$$

$$c_{i,j} = j \cdot 2^i, \quad \text{式(9)}$$

$$\hat{f}_j(m, n, k) = f_j \left(\frac{I_m(l, k) \cdot \beta_m(n, k)}{\sum_{\substack{l=0 \\ l \neq m}}^{N_r-1} c_{l,j} \cdot \beta_l(n, k) \cdot I_m(l, k)} \right) \quad \text{式(10)}$$

【0142】

$c_{i,j}$ の符号 “ $\cdot$ ” は論理 “AND” 演算 (即ち $c_{i,j}$ は0または1のいずれかである) を示す。

【0143】

式(10)で与えられた関数 $f(x)$ は $C/I = x$ で評価された供給停止確率を表している。式(10)のさらなる一般化は幾つかの関数 $f^R(x)$ の評価を含んでおり、ここで上付きの R は特定のデータ速度 R の供給停止確率を記述する関数を示している。

【0144】

式(6)は再使用クラス N_r 中の任意の数のセルに対して使用されることができ、同一のインデックスモジュロ $-N_r$ を有するセルから受信された干渉に関連する項を含んでいる。伝播特性と N_r に応じて、これらの “同一チャンネル” の項はセル中のユーザのサブセットでは意味のないものではない。

【0145】

式(6)乃至(10)は局所的な再使用クラス外からの干渉を考慮するためにさらに一般化されることができ。この場合、 N_r は N_c で置換され、 N_c はシステムの全てのセルのセットである。典型的な構成では、 N_c はシステムの全てのセルを含む必要はないが、特定のしきい値レベルを超える干渉レベルを与えるセルを含まなければならない。

10

20

30

40

50

【0146】

別の実施形態では、アクティブユーザに対する予測されたC/Iに基づくチャンネル計量はチャンネル割当てに使用されることができる。計量はチャンネル占有の確率と干渉制約に基づいて行われることができる。3セルシステムの例を使用して、セル1のユーザ1の計量は次式のように表されることができる。

$n = 1, 2, \dots, N$ および $k = 1, 2, \dots, N$ において、
【数7】

$$h_1(n, k) = I_1(1, k) \cdot \left[\begin{array}{l} P_2(n) \cdot (1 - P_3(n)) \cdot I_1(2, k) \\ + P_3(n) \cdot (1 - P_2(n)) \cdot I_1(3, k) \\ + P_2(n) \cdot P_3(n) \cdot (I_1(2, k) + I_1(3, k)) \end{array} \right]^{-1} \quad 10$$

式(11)

【0147】

ここで、

$P_m(n)$ はチャンネル n がセル m のユーザにより占有される確率である。

$I_m(1, k)$ はセル1からのセル m 中のユーザ k により観察される受信されたパワーである。 20

式(11)の括弧内の量は加重された干渉の和である。和の第1の項はセル2が送信中でありセル3が送信中ではない確率をセル2からの干渉で乗算したことを示している。和の第2の項はセル3が送信中でありセル2が送信中ではない確率をセル3からの干渉で乗算したことを示している。和の第3の項はセル2と3が両者とも送信中である確率をセル2および3からの干渉で乗算したことを示している。“良好さ”は所望の信号パワー対干渉パワーの比に反比例する。

【0148】

式(11)は3セルシステムに対して示され、式(6)で実現されることと類似して、任意の数のセル、ユーザ、チャンネルに適合するために拡張されることができる。通常、和の項数はセル数が増加すると大きく増加する。しかしながら、幾つかの離れたセルからの影響は計算を簡単にするために無視されてもよい。 30

【0149】

前述したように、特定のセルの幾つかまたは全てのチャンネルに対する送信パワーは性能を改良し、システム要求を満たすために制限されることができる（即ちバックオフ）。式(11)はパワーバックオフを考慮するために修正されることができ、次式のように表されることができる。

【数8】

$$h_m(n, k) = I_1(1, k) \cdot \beta_1(n) \cdot \left[\begin{array}{l} P_2(n) \cdot (1 - P_3(n)) \cdot I_1(2, k) \cdot \beta_2(n) \\ + P_3(n) \cdot (1 - P_2(n)) \cdot I_1(3, k) \cdot \beta_3(n) \\ + P_2(n) \cdot P_3(n) \cdot (I_1(2, k) \cdot \beta_2(n) + I_1(3, k) \cdot \beta_3(n)) \end{array} \right]^{-1} \quad 40$$

式(12)

【0150】

ここで、 $\beta_m(n)$ はセル m のチャンネル n に関連するパワーバックオフファクタであり 50

、 $0 \leq \beta \leq 1$ である。したがって、式(12)中の干渉項はバックオフファクタ $\beta_m(n)$ によりスケールされ、 $\beta = 0$ のとき、これはセルが特定のチャンネルで送信されることを阻止することに等しい。 $\beta_m(n)$ の決定は前述した静止方法またはダイナミックな方法で行われてもよい。

【0151】

[他の制限および考察]

多数の制限および考察はまたデータ送信のスケジュールと、アクティブユーザへのチャンネル割当てにおけるチャンネル計量に加えて使用されてもよい。これらの制限および考察は例えば過度の供給停止確率、ペイロード要求、ユーザデータ速度、近隣のセルへの干渉、他のセルからの干渉、最大送信パワー、実現可能なC/I、必要とされる設定点、ユーザが受ける遅延、送信のためのデータのタイプおよび量、提供されるデータサービスのタイプなどを含んでもよい。前述したことは徹底的なリストではない。他の制限および考察もまた考慮され、本発明の技術的範囲内にある。

【0152】

[データ送信のスケジュール]

システムのセルは前述の方法で、規定されたルールおよび状態にしたがって公式化される適合可能な再使用プランを使用して動作する。正常動作中、各セルはセルの複数のユーザからのデータ送信に対するリクエストを受信する。セルはその後、システムの目標を満たすためにデータ送信をスケジュールする。このスケジュールは各セルにおいて(即ち分布されたスケジュール方式で)、中央制御装置により(即ち中央化されたスケジュール方式で)行われることができ、または幾つかのセルがそれらに固有の送信をスケジュールし中央制御装置が1組のセルの送信をスケジュールするハイブリッド方式により行われることができる。

【0153】

分布され中央化されたハイブリッドスケジュール方式は、米国特許第5,923,650号明細書(発明の名称“METHOD AND APPARATUS FOR REVERSE LINK RATE SCHEDULING”、1999年7月13日)と、米国特許第5,914,950号明細書(発明の名称“METHOD AND APPARATUS FOR REVERSE LINK RATE SCHEDULING”、1999年6月22日)と、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”、1997年2月11日)に詳細に記載されており、これは全て本発明の出願人に譲渡され、ここで参考文献とされる。

【0154】

図9はデータ送信をスケジュールするための方式の1実施形態のフロー図である。最初に、スケジュールに使用されるパラメータはステップ910で更新される。これらのパラメータは前述のチャンネル計量の計算で使用するパラメータを含んでおり、これは例えばロード確率、チャンネル占有の確率、C/IのCDF、スケジュールされる各セルの各ユーザの干渉制限マトリックス、バックオフファクタ、その他を含んでもよい。

【0155】

ユーザはその後、ステップ912で優先順位とランク付けをされる。通常、送信のためのデータを有するアクティブユーザだけが優先順位とランクを付けられる。ユーザの優先順位付けは複数のユーザ関連方式の1つを使用して実行されることができ、例えばペイロードのような先にリストした1以上の基準に基づくことができる。アクティブユーザはその後、したがってそれらの割当てられた優先順位に基づいてランクされる。

【0156】

チャンネルはその後、ステップ914でアクティブユーザに割当てられる。チャンネル割当ては典型的に複数のステップを含んでいる。第1に、チャンネル計量は更新されたパラメータを使用して利用可能なチャンネルに対して計算される。前述の任意の1つのチャンネル計量が使用されるか、または他のチャンネル計量も使用されることができ。ユーザはその後、それらの優先順位と需要の要求と計算されたチャンネル計量に基づいてチャンネルを割当てられる。 N_c まで、単位セル当りのユーザは N_c の利用可能なチャンネルに

おける送信をスケジュールされる。チャンネル割当てを以下さらに詳細に説明する。

【0157】

システムパラメータはその後、ステップ916 でチャンネル割当てを反映するために更新される。更新されるパラメータは例えば、他のセルからのリクエストに基づいてセルのチャンネルのバックオフファクタへの調節を含んでもよい。セルはまた近隣のセルの調節をリクエストし、近隣のセルによりリクエストされた調節を行うことができる。

【0158】

セルはその後、ステップ918 で割当てられたチャンネルと更新されたパラメータを使用してデータを送信する。通常、ステップ910 乃至918 はセルの正常動作中に実行される。ステップ920 で、任意のスケジュールされる送信が存在するか否かの決定が行われる。付加的な送信があるならば、プロセスはステップ910 へ戻り、次のセットの送信がスケジュールされる。ノーであるならばプロセスは終了する。

【0159】

[チャンネル割当て]

チャンネルは複数の方式を使用して割当てられることができ、複数のファクタを考慮する。1 実施形態では、セルの全てのアクティブユーザは、チャンネルの割当てが最高の優先順位のユーザから最低の優先順位のユーザへ行われることができるように優先順位を付けられる。ユーザの優先順位付けは前述したような多数のファクタに基づくことができる。

【0160】

本発明の特徴は需要ベースのチャンネル割当て方式を提供する。この方式ではユーザの需要またはペイロード要求は利用可能なリソースがさらに良好に使用されるようにチャンネル割当てを行うときに考慮される。特定のセットの利用可能なチャンネルでは、低いペイロード要求（例えば低いデータ速度）を有するユーザは複数の利用可能なチャンネルによりサービスされ、一方、高いペイロード要求（例えば高いデータ速度）を有するユーザは減少された数の利用可能なチャンネルによりサービスされてもよい。低いペイロード要求を有するユーザが高い優先順位を有し、（ユーザの要求を満たす多数のチャンネル間で）最良の利用可能なチャンネルを割当てられているならば、およびチャンネルが高いペイロードを有するユーザの要求を満たす唯一のチャンネルであるならば、1つのユーザだけがサービスされ、リソースは効率的に使用されない。

【0161】

1 例として、3つのチャンネルが2つのユーザに割当てられるのに利用可能であり、そのユーザ1が1 Kバイトのペイロード要求を有し、ユーザ2が10 Kバイトのペイロード要求を有する状態を考慮する。さらに、3つのチャンネルのうち1つのみがユーザ2の要求を満たし、一方、全ての3つのチャンネルはユーザ1の要求を満足させることを仮定する。チャンネルは以下のように割当てられることができる。

(a) ユーザ2がユーザ1よりも高い優先順位を有するならば、ユーザ2はそのスループットを最大にするチャンネルを割当てられる。ユーザ1はその後、デフォルトにより次に最良のチャンネルを割当てられる。両者のユーザはチャンネル割当てによりサービスされる。

(b) ユーザ1がユーザ2よりも高い優先順位を有し、そのユーザのペイロード要求がチャンネル割当てを行うことにおいて考慮されないならば、ユーザ1は任意の1つの利用可能なチャンネルがユーザ1の要求を満たしている場合でも、最大の実効的なマージンを有するチャンネルを割当てられてもよい。ユーザ2はデフォルトにより次に最良のチャンネルを割当てられ、これはその要求を満たさない。ユーザ2はその後、低いデータ速度でサービスされるか、または次のスケジュール期間まで列に残る。

【0162】

幾つかの割当てオプションがケース(b)で利用可能である。チャンネル割当てが前述したように実行されるならば、ユーザ1に割当てられるチャンネルで使用されるパワーは所望のデータ速度での確実な通信をするために必要とされるレベルまで減少されることができる。ケース(b)の別の割当てオプションではユーザ1をユーザ1の要求を満たす最

低のマージンを有するチャンネルに割当てて。このチャンネル割当てにより、（例えば高いペイロード要求または低い実現されたC/Iのために）他の良好なチャンネルはそれらを必要とする他のユーザに利用可能にされる。この需要またはペイロードベースのチャンネル割当てを使用して、大きいマージンを有するチャンネルは付加的なマージンを必要とする次のユーザへの割当てで利用可能である。ペイロードベースのチャンネル割当てはしたがって、このスケジュールインターバルの実効的なスループットを最大にする。

【0163】

前述の例のように、ユーザ数が利用可能なチャンネル数よりも少ないならば、ユーザのアップグレードが可能である。したがってユーザ1は割当てられたチャンネルよりも高いマージンを有する別の割当てられていないチャンネルにアップグレードされることができ
10
ユーザ1をアップグレードする理由は送信をサポートするのに必要とされる実効的な送信パワーを下げるためである。即ち、残りのチャンネルがユーザ1の需要を満たすので、ユーザ1をより高いマージンを有するチャンネルに再度割当ててことはマージン量だけ送信パワーの減少を可能にする。

【0164】

ユーザペイロードに加えて他のファクタが、チャンネル割当てにおいて考慮されることが
20
できる。例えば特定のチャンネルnで送信される他のセルの確率 $P_m(n)$ は考慮に入れることができる。チャンネル数が $P_m(n)$ を考慮せずにほぼ等しいチャンネル計量を有するならば、割当てにさらに良好なチャンネルは最低の使用確率を有するチャンネルである。したがって、チャンネル占有確率 $P_m(n)$ は最良のチャンネル割当てを決定するために使用されることができ
20

【0165】

過剰な供給停止確率はチャンネル割当ての実行で考慮されてもよい。幾つかの例では、チャンネルの特定のユーザへの割当ては保証されていないかまたは賢明ではない。例えば、特定のチャンネルのユーザの予測された供給停止確率が過度であるならば、そのチャンネルの送信全体が崩壊され再送信されることが必要である合理的な可能性が存在する。さらに、チャンネルの割当ては近隣のセルの送信もまた付加された干渉により崩壊される可能性を増加する。このような例では、チャンネルのユーザへの割当ては賢明ではなく、チャンネルを全く割当てないか、それを良好に使用する別のユーザへチャンネルを割当てを行うことがさらに良好である。
30

【0166】

図10は本発明の需要ベースのチャンネル割当て方式の1実施形態のフロー図である。最初に、チャンネル計量はステップ1010で、アクティブユーザと利用可能なチャンネルのために計算される。前述したような種々のチャンネル計量を使用されることができ。これらのチャンネル計量は情報が利用可能であるときユーザに特定の情報を考慮する。例えば、チャンネル計量は近隣のセルからユーザにより観察される干渉パワーレベルを記述している干渉制限マトリックスからの情報を使用できる。アクティブユーザはその後、ステップ1012で前述したファクタに基づいて優先順位とランクを付けられる。優先順位付けはまたステップ1010で計算された計量に基づくことができる。ユーザの優先順位とチャンネル計量はチャンネル割当ての実行に使用される。
40

【0167】

ステップ1014で、最高の優先順位のユーザがアクティブユーザのリストから選択される。選択されたユーザはその後、ステップ1016で最悪の計量を有しているがユーザの要求を満たすチャンネルに割当てられる。例えば、供給停止確率に基づくチャンネル計量を使用されるならば、選択されたユーザは最高の供給停止確率を有しているがそれでもなおユーザの供給停止要求を満足させるチャンネルに割当てられる。割当てられたユーザはその後、ステップ1018でアクティブユーザのリストから除かれる。アクティブユーザのリストが空である、即ち全てのアクティブユーザがチャンネルを割当てられていることを示すか否かの決定がステップ1020で行われる。リストが空でないならば、プロセスはステップ1014へ戻り、リスト中の最高の優先順位の割当てられていないユーザがチャンネル割当てに選択され
50

る。そうでなければ、全てのユーザがチャンネルを割当てられているならば、プロセスは終了する。

【0168】

図10の方式は通常、低い優先順位のユーザを、連続的に大きいバックオフファクタを有するチャンネルに適切に割当てて。ユーザが要求されるC/Iを実現できるチャンネルに割当てられることができないならば、そのユーザは減少されたデータ速度（ここでは“ディミング”と呼ばれる状態）での送信をスケジュールされてもよく、または別の時間（ここでは“ブランキング”と呼ばれる状態）での送信をスケジュールされてもよい。ディミングまたはブランキングされたユーザの優先順位が増加され、これが次のスケジュールとチャンネル割当てインターバルにおいて早期であると考慮される。ユーザが一度最初のチャンネルを割当てられると、ユーザは利用可能なチャンネルがあれば、さらに良好のチャンネルにアップグレードされることができる。

10

【0169】

1つのチャンネルのアップグレード方式では、ユーザはこれらのチャンネルがユーザの要求を満たし、さらに大きいリンクマージンを与えることができるならば（最高の優先順位のユーザから開始して）さらに良好なチャンネルに連続的に再割当てされる。連続した低い優先順位のユーザ（即ち最高から最低）はその後、任意の残りのチャンネルに割当てられる。このアップグレード方式は幾つかまたは全てのアクティブユーザが高いリンクマージンを有する良好なチャンネルを有することを可能にする。

【0170】

別のチャンネルアップグレード方式では、割当てられたユーザは複数の利用可能なチャンネルによりアップグレードされる。例えば3つのチャンネルが利用可能ならば、それぞれの割当てられたユーザは3スロットだけ上に移動する。このアップグレード方式はほとんどの（全てではない）ユーザが最良のチャンネルを有することを可能にする。例えば漸進的に悪い性能を有するチャンネル1乃至12が割当てに利用可能であり、9のユーザが最初にチャンネル4乃至12に割当てられるならば、各ユーザは3つのチャンネルによりアップグレードされる。9のユーザはその後、チャンネル1乃至9を占有し、チャンネル10乃至12はディスユーブルされることができる。

20

【0171】

その他のアップグレード方式が設計されることができ、本発明の技術的範囲内にある。

30

【0172】

図11は本発明のチャンネルアップグレード方式の1実施形態のフロー図である。図11で示されているアップグレードプロセスを開始する前に、アクティブユーザは最初のチャンネル割当てに割当てられ、これは図10の前述されたチャンネル割当て方式を使用して実現されることができる。ステップ1110で、全ての利用可能なチャンネルがユーザに割当てられるか否かの決定が行われる。全てのチャンネルが割当てられるならば、アップグレードに利用可能なチャンネルはなく、プロセスはステップ1128へ進む。ノーであるならば、これらのチャンネルがもとの割当てられたチャンネルよりも良好（即ち良好なチャンネル計量）であるならば、ユーザは利用可能なチャンネルにアップグレードされる。

40

【0173】

ステップ1112で、アクティブユーザのリストから最高の優先順位のユーザは可能なチャンネルアップグレードのために選択される。選択されたユーザに対しては、割当てられないチャンネルのリストから“最良”のチャンネルが選択される。最良のチャンネルは選択されたユーザに対する“最良”のチャンネル計量（例えば最低の供給停止確率）を有するチャンネルに対応する。

【0174】

その後、アップグレードが選択されたユーザで可能であるか否かの決定がステップ1116で行われる。最良の利用可能なチャンネルのチャンネル計量が選択されたユーザにもとめと割当てられたチャンネルの計量よりも悪いならば、アップグレードは行われず、プロ

50

セスはステップ1124へ進む。そうでなければ、選択されたユーザはステップ1118で最良の利用可能なチャンネルにアップグレードされ、これはその後、ステップ1120で利用可能なチャンネルのリストから除去される。選択されたユーザに最初に割当てられるチャンネルはステップ1122で、幾つかの他の低い優先順位のユーザへの可能な割当てのために利用可能なチャンネルのリストに載せられてもよい。選択されたユーザはその後、チャンネルのアップグレードが行われたか否かにかかわらず、ステップ1124でアクティブユーザのリストから除去される。

【0175】

ステップ1126で、アクティブユーザのリストが空であるか否かの決定が行われる。ユーザリストが空ではないならば、プロセスはステップ1110へ戻り、リスト中の最高の優先順位が可能なチャンネルアップグレードのために選択される。そうでなく、アップグレードのための利用可能なチャンネルがないか、全てのアクティブユーザが考慮されているならば、プロセスはステップ1128へ進み、全てのチャンネルのバックオフファクタは送信パワーを減少するために調節される。プロセスはその後、終了する。

【0176】

図11のアップグレードプロセスは改良された性能を与える可能性がより高い利用可能なチャンネルにアクティブユーザを実効的にアップグレードする。図11のチャンネルアップグレード方式は改良されたチャンネルアップグレードを与えるために変更されることができる。例えば、特別なユーザに対しては、低い優先順位のユーザによりフリーにされたチャンネルはこのユーザに良好であることが可能である。しかしながら、このチャンネルは低い優先順位のユーザが考慮されるときまでにユーザリストから既に除去されているので、ユーザはこのチャンネルに割当てられない。図11のプロセスはしたがって、多数回反復されることができ、またはこの状態を考慮するための他の試験が含まれている。他のアップグレード方式も使用されることができ、本発明の技術的範囲内にある。

【0177】

図10で示されているチャンネル割当て方式はアクティブユーザをそれらの優先順位に基づいて利用可能なチャンネルに割当てる。ユーザは式(3)を使用して先に計算されたスコアのような“スコア”に基づいて優先順位を割当てられることができる。公正さの考察の一部として、このようなチャンネルが利用可能であり、1つのチャンネルがユーザの要求を満たすことができないならば、特定のユーザは複数のチャンネルを割当てられてもよい。例えばユーザにはユーザの要求の50%をサポートできる第1のチャンネルと、ユーザの要求の35%をサポートできる第2のチャンネルと、ユーザの要求の15%をサポートできる第3のチャンネルが割当てられる。リソースのこの特別な割当てが他のユーザがそれらの要求を実現することを阻止するならば、サービスが行き届いていないユーザの優先順位はこれらがその後のスケジュールインターバルのリソース割当てにおいて早期であると考慮されるように改良することができる。

【0178】

本発明のある特徴によれば、チャンネルのユーザへの割当て(即ちリソースの割当て)は部分的にそれらの優先順位に基づき、ユーザの優先順位のダイナミックな調節はデータ送信で“シャッフル”効果を与える。特定のユーザに対するデータ送信は異なるスケジュールインターバルに対して異なるチャンネルに割当てられてもよい。幾つかのケースでのデータ送信のこのシャッフルは干渉の平均を行い、これは以下説明するように通信システムの不利なユーザの性能をさらに改良できる。

【0179】

本発明のある実施形態にしたがって、チャンネル割当てプロセスの任意の部分中(例えば最初のチャンネル割当てまたはチャンネルアップグレード)ユーザのデータ速度は割当てられたチャンネルの実効的なリンクマージンに合致するようにスケールされるか、バックオフファクタがチャンネルの送信パワーを減少するために増加され、またはその両方であってもよい。ユーザのデータ速度はシステムがスループットを増加することを可能にするように実効的なリンクマージンに基づいて調節されてもよい。実現されたC/Iが設

定点よりも低いならば（即ち実効的なリンクマージンは負）、ユーザのデータ速度はチャンネルによりサポートされるデータ速度まで下げられる。

【0180】

全てのチャンネルの送信パワーはまた所望のデータ速度での送信をサポートするのに必要とされる最小レベルまで減少されることができる。送信パワーの減少は割当てられたチャンネルに関連するバックオフファクタを調節することにより実現されることができる。割当てられていないチャンネルに対するバックオフファクタはゼロまで減少され（即ち遮断され）、他のセルへの干渉を減少する。

【0181】

チャンネルはゼロ以上の状態または使用上の制限を有するユーザに割当てられてもよい。このような状態は例えば（１）データ速度の限定、（２）最大の送信パワー、（３）設定点の制限等を含んでいる。

【0182】

最大のデータ速度はアクティブユーザに割当てられたチャンネルに課される。例えば予測された C/I が必要とされる供給停止確率をサポートできないならば、データ速度は要求を実現するために減少されてもよい。

【0183】

最大の送信パワー制限はある割当てられたチャンネルに与えられる。システム中のセルが他のセルのパワー制限を知っているならば、干渉レベルは高い信頼度で局部的に計算され、さらに良好なプランとスケジュールが可能である。

【0184】

特別な設定点（即ちターゲット C/I ）が例えばヘビーにロードの状態における割当てられたチャンネルに与えられてもよい。（例えば低い優先順位の）ユーザは必要とされる最小の供給停止確率を満たさないチャンネルを割当てられてもよい（即ち割当てられたチャンネルは特別な供給停止確率で必要とされる C/I よりも低い予測された C/I を有する）。この場合、ユーザは必要とされる供給停止確率を満たす低い設定点における割当てられたチャンネルを使用して動作することを必要とされる。使用される設定点は静止またはシステムロードで変化することができる。また、設定点はチャンネル当たりをベースとして与えられる。

【0185】

[制御方式]

適合可能な再使用方式、データ送信のスケジュール、およびチャンネルの割当ては中央化された制御方式、分布された制御方式、ハイブリッド制御方式のような種々の制御方式を使用して種々の方法で実行されることができる。幾つかのこれらの制御方式を以下さらに詳細に説明する。

【0186】

中央化された制御方式では、共通して制御される全てのセルのアクティブユーザからの情報は中央プロセッサへ与えられ、その中央プロセッサは情報を処理し、データ送信をスケジュールし、受信された情報と１組のシステム目標に基づいてチャンネルを割当てる。分布された制御方式では、各セルのアクティブユーザからの情報はセルプロセッサへ与えられ、このセルプロセッサは情報を処理し、データ送信をスケジュールし、そのセルのユーザから受信された情報と他のセルから受信された他の情報に基づいてそのセルのチャンネルを割当てる。

【0187】

分布された制御方式は、データ送信のスケジュールと、局部レベルでのチャンネル割当を実行する。分布された制御方式は各セルで実行され、セル間の関連する調節は必要とされない。

【0188】

分布された制御方式では、スケジュールとチャンネル割当が各セルで局部的に実行される場合であっても、局部情報はシステム中の他のセルとダイナミックに共有されること

10

20

30

40

50

ができる。供給された情報は例えば特定のセルでのロード、セルのアクティブユーザのリスト、チャンネル有効情報、割当てられたバックオフファクタなどを含んでいる。分布された制御方式では、この情報はダイナミックな方法で共有される必要はなく、システム中のセルに利用可能な“静止”情報であってもよい。共有された情報は最良にリソースを局部的に割当てる方法を決定することを容易にするためにセルにより使用されることができる。

【0189】

分布された制御方式は低および高ロード状態の両方で有効に使用されることができ、中央化された制御方式よりも実行が簡単である。低いロードでは、セルは他のセルから最小の干渉を生じる“直交”チャンネルを使用して送信することができる可能性がさらに高い。ロードが増加すると、システム中の干渉レベルは通常増加し、セルが直交しないチャンネルを使用して送信する可能性が高くなる。しかしながら、ロードが増加すると、セルが選択されるユーザセットも増加する。これらの幾つかのユーザは他よりも他のセル干渉に対して耐性がある。分布された制御方式はこの事実をチャンネル割当ておよびアクティブユーザのセットの送信のスケジュールで使用する。チャンネルは例えば各ユーザに対する最小の瞬間的および平均データ速度等のシステムスループットに与えられた制限を最大にするような方法で割当てられる。

【0190】

[パワー制御]

パワー制御は割当てられたチャンネルに対するセルにより行われることができる。ユーザがチャンネルを割当てられ、正のリンクマージンを有するならば（即ち予測されたC/Iと設定点との差が正）、送信パワーは決定されたリンクマージンに基づいて減少されることができる。システム中の他のセルが特別な送信のためのバックオフを知っていなくても、全体的な効果は干渉レベルを減少し、適切な送信の確率を改良することである。パワー制御は恐らく、CDMAシステムで実行される方法と類似する方法でダイナミックに実行されることができる。

【0191】

[セクタ]

本発明の種々の特性および実施形態を“セル”のコンテキストで説明する。ここで使用されているように、セルはまたセクタ化されたセルの“セクタ”を意味する。例えば3セクタセルが設計され、3つの異なる地理区域（たとえ典型的にオーバーラップしても）におけるユーザへの3つのデータセットの送信を行うように動作される。ここで使用されるようにセルはしたがって、通常特定の区域へ指向された送信を意味し、典型的に送信ソースからの特別なビームパターンにより規定される。指向された送信は全方向性送信よりも少ない干渉を生じ、したがって改良された性能および容量を生じる。特別なセルが多数のセクタをサポートするように動作するならば、同一セルのセクタ間の調節はリソースの割当て、データ送信のスケジュール、チャンネルの割当てのために実現されることができる。

【0192】

本発明の種々の特徴および実施形態はしたがって改良された効率と性能を与えるために、多数のセクタ化されたおよび／またはセクタ化されていないセルからなる構造内で実行されることができる。例えば1セットのバックオフファクタはセルの各セクタと、近隣および近くのセクタへの干渉量を最小にするように選択されているバックオフファクタとに関連されることができる。また、各セクタに対する送信はさらに干渉を減少するために指定された時間インターバルでエネーブルされることができる。例えば近隣および近くのセクタは同一チャンネル干渉量を減少するために異なる時間に送信するように指定されてもよい。

【0193】

[多数のセルとの通信]

通信システムは所定の動作環境で可能な限り多くの同時のユーザをサポートするように

設計されている。幾つかの構成では、各ユーザはデータ送信のために1以上のセルと通信できる。例えば多数のセルからのデータ送信はユーザの実効的なスループットを増加するために使用されることができる。リソースが利用可能であるか逐次的であるか或いはその両者の組合わせであるならば、データ送信は同時に実現されることができる。例えばユーザは（幾つかのセル間の）特定のセルから良好に得られたC/Iを有する送信をリクエストする。ダイナミック環境では、良好に実現されたC/Iは例えばユーザの移動、近隣のセルからの送信および干渉等の結果として時間にわたって異なるセルと関連されることができる。多数のセルからのデータ送信は特別な構成に基づいて同期され、あるいは同期されない。データ送信を受信するユーザには適切に受信されたデータを組立てるために必要な情報が与えられる。

10

【0194】

パケットデータ通信システムでは、セルは例えば特別な送信時間および／または特別なチャンネルのようなパラメータにおけるセル間の調整を必要とせずに、独立してパケットの送信をスケジュールすることができる。

【0195】

ソフトハンドオフは性能（即ち信頼性）の改良、または（幾つかの動作状態では）容量の強化に使用されることができる。設定点が特定のユーザに対して負または僅かに正であるとき、ソフトハンドオフはそのユーザに対するデータ送信の信頼性を改良するために使用されることができる（再送信が避けられるのでシステム性能を改良できる）。セル中の大部分のユーザが低いC/Iを有するとき、ソフトハンドオフは（例えば全方向性アンテナを有する端末で）システムの容量を改良することに使用されることができる。小さい割合のユーザが低いC/Iを有し付加的な容量が利用可能であるとき、ソフトハンドオフはデータ送信の信頼性を改良するために使用されることができる。

20

【0196】

ソフトハンドオフにより、多数のセルから特定のユーザへのデータ送信は、受信されたデータがコヒーレントに結合されることができるように、典型的に同期される。データ送信は必要とする同期を与えるために関係するセルによりスケジュールされることができる。

【0197】**[アップリンクスケジュール]**

前述した本発明の特徴、実施形態、構成はセルからユーザへのダウンリンク送信に適用されることができる。多数の特徴、実施形態、構成はユーザからセルへのアップリンク送信での使用に採用されることができる。アップリンクでは、利用可能なリソースの一部分はユーザリクエストおよびその他の通報の送信用に保留されることができる。

30

【0198】

1実施形態では、アップリンクデータ送信のリクエストはランダムアクセスチャンネルにおいてユーザにより送信されることができる。リクエストはこのような情報をペイロード（即ち送信されるデータ量）、得られたC/I等として含んでいる。セルはユーザリクエストを受信し、アップリンク送信をスケジュールし、スケジュール情報をユーザへ送信する。このようなスケジュール情報は例えばデータ送信が行われることができる時間インターバル、使用されるデータ速度（例えば変調およびコード化方式）、割当てられるチャンネルを含んでいる。アップリンク送信のスケジュールと、チャンネルの割当てはダウンリンク送信に対しても前述した方法と類似の方法で実行されることができる。

40

【0199】**[他の再使用構造との組合わせ]**

本発明は他の再使用構造内またはそれと組合わせて実行されることもできる。1つのこのような構造はT. K. Fongの文献（題名“Radio Resource Allocation in Fixed Broadband Wireless Networks”、IEEE Transactions Communications、46巻、No.6、1998年6月）に記載されており、ここで参考文献とされている。この参考文献は各セルを多数のセクタに区分し、干渉量を減少するように選択された指定された（および恐らく指定されてい

50

ない) およびスタガーされたタイムスロットで各セルに送信することを説明している。

【0200】

別の再使用構造は、K. K. Leung の文献 (題名 “Dynamic Allocation of Downlink and Uplink Resource for Broadband Services in Fixed Wireless Networks ”、IEEE Journal on Selected Areas in Communications、17巻、No.5、1999年5月) に記載されており、ここで参考文献とされている。この参考文献は各セルを複数のセクタに区分し、干渉量を減少するように選択された指定された (恐らく指定されていない) およびスタガーされたタイムスロットおよびサブタイムスロットで各セルに送信することを記載している。ユーザの C/I が決定され、ユーザは q までの同時的送信の許容度に基づいてグループに区分される。送信パターンがその後選択され、データ送信はユーザの要求との整合を確実にするためにスケジュールされる。

10

【0201】

別の再使用構造は K. C. Chawla の文献 (題名 “Quasi-Static Resource Allocation with Interference Avoidance for Fixed Wireless Systems ”、IEEE Journal on Selected Areas in Communications、17巻、No.3、1999年3月) に記載されており、ここで参考文献とされている。この参考文献は各セルに “ビームオフ” シーケンスを割当て、ユーザがセルにデータ送信に最良のタイムスロットを通知できることを記載している。

【0202】

[アプリケーション]

本発明は多数のアプリケーションで有効に使用されることができる。例えば本発明はブロードバンドパケットデータサービスを行う通信システムで使用されることができ、これはインターネット、Eコマース、内容の分配、メディアの放送および多数の他のアプリケーションをサポートするために使用されることができる。本発明は音声、ビデオ、データ、テキスト等を無線通信システムによって家庭、仕事、移動体環境のユーザへ提供するために使用されることができる。本発明は (例えば小売店、メディアソース等のような分布されたソースから) ユーザへの内容の分配に使用されることができる。内容は例えば映画、イメージ、新しい商品、本、オーディオ等のようにデジタルで表示されることができるものである。

20

【0203】

本発明はワールドワイドウェブで利用可能なデータの送信に特に適しており、ユーザに対して高速度インターネットアクセスを与えるために使用されることができる。本発明は (例えば需要のある映画を含む) プログラミング内容をユーザに提供することができる “無線ケーブル” システムとしてのサービスを行うように設計された通信システムで使用されてもよい。

30

【0204】

本発明は通信システムが高い性能および効率を実現することを可能にする技術を提供することによりこのようなアプリケーションをサポートする。本発明は利用可能なリソースを積極的に再使用することによって、効率的な割当てと、利用可能なシステムリソースの使用をサポートする。再使用は本発明の幾つかの構成のユニティ (unity) に近い。

【0205】

[第1の設計例]

本発明の幾つかの特性をさらに良好に理解するため、パワーバックオフを有するスタガーチャンネル再使用方式を使用する1例の設計を以下説明する。この例の設計では、3セル再使用プランが使用され、 $N_c = 12$ チャンネルが送信に利用可能である。セルのユーザは図7で示されている C/I の CDF を有する。

【0206】

この設計の最初のバックオフファクタを決定するために、図7の C/I の CDF は12の等しいサイズのセットに区分される。各ユーザセットは15 dB の設定点 γ に基づいて、表3で示されている最小のリンクマージン $s(n)$ を有する。最小のリンクマージン $s(n)$ はその後、12の利用可能なチャンネルに対してバックオフファクタを決定する

50

ために使用される。セルの送信特性はしたがってセルのユーザの C/I 特徴とほぼ合致するように設計されている。

【0207】

表4はセル1乃至3のバックオフファクタをリストしている。セル1はフルパワーで送信するためのチャンネル1乃至4を割当てられ、これらのチャンネルに関連するバックオフファクタに対応する減少されたパワーでチャンネル5乃至12で送信してもよい。この例では、チャンネル5は最初に0.6310のバックオフファクタで動作するように設計され、チャンネル6は0.4446のバックオフファクタで動作するように設計され、チャンネル12は0.0112のバックオフファクタで動作するように設計されている。

【0208】

セル2および3は同一のバックオフファクタを割当てられるが、それぞれ4チャンネルと8チャンネルのモジュロ12によりシフトされる。したがって、セル2はフルパワーで送信するためチャンネル5乃至8を割当てられ、減少されたパワーで他のチャンネルで送信し、セル3はフルパワーで送信するためチャンネル9乃至12を割当てられ、減少されたパワーで他のチャンネルで送信する。セル1乃至3のバックオフファクタは表4で示されている。

【0209】

表4で示されているバックオフファクタは全てのセルがフルパワーで送信するという仮定に基づいて得られる。バックオフファクタがスタガーの4チャンネルオフセット共に与えられるとき、他のセルからの干渉がバックオフファクタにより減少されるので、セルのユーザにより観察される実際の C/I 値は表3の列2で与えられる最小の C/I 値よりも大きい。

【0210】

1実施形態では、データ送信のスケジュールとチャンネルの割当ては部分的にユーザの優先順位に基づいて実行される。したがって、スケジュールとチャンネルの割当ての前に、アクティブユーザは前述の任意のファクタを使用して優先順位とランクを付けられる。

【0211】

この設計では、各セルのチャンネルは規定されたバックオフファクタのセットに基づいて動作される。以下のファクタと仮定はこの簡単な例で使用される。第1に、単位セル当たり12のアクティブユーザが存在し、セル1のユーザだけがこの例で考慮される。セル1のユーザの受信されたパワーレベルは同一であり1に等しいと仮定される。セル2および3からの受信されたパワーレベルは等しい（即ち $I_2 = I_3$ ）と仮定され、ユーザ1乃至12により観察される干渉は表9の列2で与えられる。ユーザ1乃至12の干渉は図7で前述した例えばユーザ1乃至12により観察される干渉にそれぞれ対応する。熱雑音は無視できる程度であると仮定される。

【0212】

この設計では、チャンネル割当てはユーザの予測された C/I に基づいたチャンネル計量を使用して実行される。したがって、スケジュールとチャンネル割当て前に、アクティブユーザのチャンネル計量は式(12)を使用して計算される。表8の列はセルに与えられた表4のバックオフファクタと、表9の列2で与えられている受信されたパワーレベル P_2 、 P_3 を有するアクティブユーザで計算されたチャンネル計量を表している。計算のために、 P_2 と P_3 の両者は1と仮定される。

【0213】

この例では、アクティブユーザは既知のバックオフファクタが与えられている最大の実現可能なチャンネル計量に基づいて優先順位を付けられる。全ての12のユーザの最大の実現可能なチャンネル計量が決定され、表8の最後の行から2番目にリストされている。この例では、最低の最大の実現可能なチャンネル計量を有するユーザ（即ちユーザ1）は12の最高の優先順位を割当てられ、次に最大の実現可能なチャンネル計量を有するユーザ（即ちユーザ2）は11の次に高い優先順位を割当てられ、最大の実現可能なチャンネル計量を有するユーザ（即ちユーザ12）は1の最低の優先順位を割当てられる。ユーザ

10

20

30

40

50

の優先順位は表 8 の最後の行と、表 9 の列 3 にも示されている。

【表 6】

表 8

チャ ン ネ ル	ユーザチャンネル計量											
	$d(1)$	$d(2)$	$d(3)$	$d(4)$	$d(5)$	$d(6)$	$d(7)$	$d(8)$	$d(9)$	$d(10)$	$d(11)$	$d(12)$
1	8.4	26.4	66.4	83.6	132.4	209.9	332.7	527.3	663.8	1052.0	2642.5	10520.1
2	12.0	38.0	95.5	120.2	190.5	302.0	478.6	758.5	954.9	1513.4	3801.4	15133.8
3	19.9	63.0	158.3	199.3	315.9	500.6	793.5	1257.6	1583.2	2509.2	6302.8	25091.9
4	30.0	94.9	238.4	300.1	475.6	753.8	1194.7	1893.5	2383.8	3778.1	9490.1	37780.7
5	3.5	11.2	28.2	35.4	56.2	89.0	141.1	223.6	281.5	446.2	1120.8	4462.0
6	2.6	8.3	20.8	26.2	41.5	65.7	104.2	165.1	207.9	329.5	827.6	3294.8
7	1.7	5.4	13.7	17.2	27.3	43.2	68.5	108.6	136.7	216.7	544.4	2167.1
8	1.2	3.9	9.9	12.5	19.8	31.3	49.7	78.7	99.1	157.1	394.6	1571.0
9	0.5	1.5	3.9	4.9	7.7	12.3	19.4	30.8	38.8	61.5	154.4	614.6
10	0.3	1.1	2.8	3.5	5.5	8.7	13.8	21.9	27.6	43.7	109.8	437.2
11	0.2	0.6	1.4	1.8	2.8	4.4	7.0	11.0	13.9	22.0	55.4	220.4
12	0.1	0.2	0.5	0.6	0.9	1.5	2.4	3.7	4.7	7.4	18.7	74.5
$d_{max}(k)$	30.0	94.9	238.4	300.1	475.6	753.8	1194.7	1893.5	2383.8	3778.1	9490.1	37780.7
優先 順位	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

10

20

【0 2 1 4】

ユーザはその後、それらの優先順位と計算されたチャンネル計量に基づいてチャンネルを割当てられる。最初に、最高の優先順位のユーザ（即ちユーザ 1）が選択され、その最大の実現可能なチャンネル計量に対応するチャンネル（即ちチャンネル 4、チャンネル計量 = 30.0）を割当てられる。次に高い優先順位のユーザ（即ちユーザ 2）がその後選択され、これが利用可能なチャンネル中で最良のチャンネルであるので（即ちチャンネル 4 は既にユーザ 1 に割当てられている）、その第 2 に最高の最大の実現可能なチャンネル計量に対応するチャンネル（即ちチャンネル 3、チャンネル計量 = 63.0）を割当てられる。チャンネル割当てプロセスは継続し、ユーザ 3 はチャンネル 2 に割当てられ、ユーザ 4 はチャンネル 1 に割当てられ、ユーザ 1 2 はチャンネル 1 2 に割当てられる。表 9 の列 4 は 1 2 のユーザに割当てられるチャンネルを示している。

30

【0 2 1 5】

ユーザの C/I はそれらの割当てられたチャンネルに基づいて計算され、セル 2 および 3 に与えられたバックオフファクタを考慮し、表 4 で示されている。ユーザにより実現される（dB で示す） C/I は表 9 の列 5 に与えられている。15 dB の設定点 γ では、ユーザに対するリンクマージンは列 5 で与えられた C/I に基づいて計算されることができる。列 6 は 15 dB に関して（dB で示す）リンクマージンを与え、バックオフファクタが与えられたとき割当てチャンネルの各ユーザに与えられる。この例では、ユーザ 2 乃至 12 は正のマージンを有し、ユーザ 1 はほぼその設定点を実現することができる。

【0 2 1 6】

40

ユーザのバックオフファクタはその後、存在するならば正のリンクマージンの量だけ減少されることができる。バックオフファクタに対する調節はチャンネル割当てプロセスの一部として体系的に実行されるか、パワー制御方式の一部としてダイナミックに実行される。表 9 の最後の列は設定点（即ちほぼゼロのリンクマージン）にほぼ等しい C/I を得るために必要とされるバックオフファクタを与える。要求される設定点のバックオフファクタとよとのバックオフファクタに対するバックオフファクタの減少は表 9 の最後の 2 つの列を比較することにより観察されることができる。

【表 7】

表 9

ユーザ	I_2, I_3	ユーザ 優先順位	割当て られた チャンネル	バック オフ を有する C/I (dB)	最初の バックオフ を有する マージン (dB)	オリジナル バックオフ	$C/I=15\text{dB}$ に必要と される実際の バックオフ
1	0.15811	12	4	14.773	-0.227	1.0000	1.000
2	0.05000	11	3	17.995	2.995	1.0000	0.502
3	0.01991	10	2	19.799	4.799	1.0000	0.331
4	0.01581	9	1	19.220	4.220	1.0000	0.378
5	0.00998	8	5	17.495	2.495	0.6310	0.355
6	0.00629	7	6	17.678	2.678	0.4467	0.241
7	0.00397	6	7	17.859	2.859	0.2818	0.146
8	0.00251	5	8	17.962	2.962	0.1995	0.101
9	0.00199	4	9	15.886	0.886	0.1259	0.103
10	0.00126	3	10	16.407	1.407	0.0794	0.057
11	0.00050	2	11	16.932	1.932	0.0355	0.023
12	0.00013	1	12	17.220	2.220	0.0112	0.007

【0217】

割当てられたチャンネルの C/I が設定点よりも大きいならば、付加的なリンクマージンが存在する。この場合、ユーザのデータ速度は供給停止基準を満たすレベルまで増加されてもよく、または送信されたパワーはリンクマージンの量まで減少されることができる。これらの調節は各アクティブユーザで行われることができる。

【0218】

利用可能なチャンネルの使用に関する C/I がユーザにより要求される C/I よりも悪いならば、所望の性能は実現されない。これが生じるとき、幾つかのオプションが利用可能である。1つのオプションでは、ユーザへのデータ送信は供給停止基準が満足されるような低いデータ速度である。別のオプションでは、ユーザは現在の送信インターバル中に送信するようにスケジュールされておらず、チャンネルは幾つかの他のユーザに利用可能にされている。この状態が生じると、スケジュールされていないユーザの優先順位は増加され、それによって次のスケジュールおよび割当てインターバルで早期であると考慮させる。

【0219】

パワーバックオフでさえも、セット1の一部のユーザは15 dBの設定点 γ で動作することができない。実効的な C/I が設定点よりも下であるとき、これらのユーザに関連するデータ速度は許容可能な性能（例えば特定のBER、FER、または供給停止確率）を生じるレベルまで減少されてもよい。それにもかかわらず、幾つかの例では、これらのユーザが設定点で動作することを阻止する主要な干渉源を除去することが必要である。これを実現するため、システムはユーザの特別な要求に基づいて、バックオフファクタおよび/またはチャンネルの設定点の適合を行うように設計されることができる。

【0220】

前述したように、バックオフファクタは特定の性能レベルで特定のデータ速度で動作することを必要とする設定点 γ に基づいている。実際に、設定点 γ はユーザにより選択されるデータ速度の関数である。ユーザのデータ速度が可変であるならば、式(6)により与えられる条件的な供給停止確率は選択されたデータ速度の関数である。

【0221】

ユーザの優先順位がそれらの平均スループットにしたがって更新されるならば、チャンネル割当てはユーザのデータ速度の割当ても同様に考慮するために行われることができ

る。従って、特定のユーザに割当てられたチャンネルは特定の供給停止確率レベルにおけるユーザのスループットを最大にする。例えば、チャンネル割当てプロセスは第1に利用可能なチャンネルのリストを与えられたユーザに対する最良のチャンネルを評価する。所望の供給停止確率基準を満たす最大のデータ速度がその後そのチャンネルのユーザに割当てられる。

【0222】

最大および最小のバックオフファクタもまた所望ならば、調節されることができる。例えばこれらの最大および最小限度はシステムのロードに基づいて調節されることができる。

【0223】

前述の例では、システムのロードがセル当たり4以下のユーザであるとき、セル1はユーザをチャンネル1乃至4に割当て、セル2はユーザをチャンネル5乃至8に割当て、セル3はユーザをチャンネル9乃至12に割当てる。この例では、これらの全てのチャンネルはフルパワーで動作され、それ故ユーザのデータ速度は割当てられたチャンネルの特定のユーザのスループットを最大にする値に調節されることができる。しかしながら、システムの設定点が下げられるならば、考慮されるロードにおいて近隣のセルの干渉が存在しなくても、これらのチャンネルの幾つかはチャンネルがフルパワーで動作することを阻止するバックオフファクタを有する。したがって、バックオフファクタをチャンネル1乃至4に対して1に設定することが望ましく、それによってセルのロードが4以下のユーザであるときに（例えば付加的なリンクマージンを与えるため）フルパワーが実行されることができる。

【0224】

[第2の設計例]

第2の設計例では、セルはそれぞれ利用可能なリソースのフラクションを割当てられ、その後、割当てられたリソースでフルパワーで送信する。各セルはまたロードが増加するとき、割当てられていないチャンネルで送信できる。

【0225】

第2の設計例では、干渉に対する高い耐性を有するユーザは大きい干渉レベルを有するさらに高い確率をチャンネルに割当てられる。任意の特定のセルのユーザが干渉に対する同一の耐性をもたず、この特性はチャンネル割当てにおいて各セルにより使用されることができることが認識される。各セルのロードが増加するとき、これらのユーザは干渉に対する高い耐性を有するので、相互に干渉する可能性が最も高いユーザのスループットにおける影響は最小にされる。

【0226】

1実施形態では、セルには他のセルからの送信により、セルの各アクティブユーザが受ける干渉を示す情報が与えられる。アクティブユーザの数が割当てられたチャンネルの数を超えたとき、セルは干渉に対する高い耐性を有するユーザを選択し、そのユーザの最良の全体的なC/Iを与えるオーバーラップした（直交しない）チャンネルにそのユーザを配置することができる。

【0227】

本発明をさらに良好に理解するため、3セル再使用方式が使用され、セル1が5つのアクティブユーザを含んでいる特別な例を説明する。

【0228】

表10はセル1の5つの各アクティブユーザに対する干渉制限の例を与えている。例を簡単にするため、以下の仮定が行われる。（1）熱雑音は無視できる程度である、（2）セル1の全てのユーザはセル1に対して同一の通路損失を有する、（3）全てのセルはそれらがアクティブであるとき同じ固定したパワーレベルで送信する（即ちパワーバックオフがなく、パワー制御がない）。これは受信された信号パワーが全てのユーザで同一であることを示している（即ち $C = I_1(1, k) = 1$ ）。

【0229】

前述の仮定に基づいて、表 10 の列 2 はセル 1 の各ユーザに対する近隣のセル 2 からの干渉レベル $I_1(2, k)$ を与え、列 3 は近隣のセル 3 からの干渉レベル $I_1(3, k)$ を与える。符号 $I_m(1, k)$ は特定のチャンネルに対するセル 1 の送信からセル m のユーザ k への干渉を示している。列 4 はセル 3 が送信していない場合のセル 1 のユーザに対する C/I を与える（再度 $C = 1$ を仮定する）。同様に、列 5 はセル 2 がオフであるならばセル 1 のユーザに C/I を与える。列 6 はセル 2 とセル 3 の両者がユーザに干渉する場合のユーザに実効的な C/I を与える。例えばセルにより送信されるパイロットに基づいて、干渉および C/I が決定されることができる。これらの量はまた（例えば固定した端末に対して）設置時、またはユーザによりダイナミックに決定されてセルに与えられることができる。

10

【0230】

最後の列はセル 1 の各ユーザに関連するランクであり、ここでランク 1 は典型的に最高の優先順位を示している。ランク付けは多くのランク付け方式に基づくことができ、システムの全体的な目的に基づいてその幾つかを以下説明する。簡単なランク付け方式の 1 例として、ユーザはそれらの全体的な平均スループットに基づいてランク付けが与えられている。この例では、ユーザに割当てられたランク付けはユーザの C/I に反比例する（即ち最低の C/I = 最高の優先順位）。

【表 8】

表 10

20

ユーザ, k	セル 2 干渉 $I_1(2,k)$	セル 3 干渉 $I_1(3,k)$	$C/I_1(2,k)$	$C/I_1(3,k)$	$C/I(k)$	ユーザ ランク
1	0.5	0.3	2	3.33	1.25	1
2	0.3	0.4	3.33	2.5	1.43	2
3	0.2	0.1	5	10	3.33	3
4	0.1	0.05	10	20	6.67	4
5	0.01	0.05	100	20	16.67	5

30

【0231】

チャンネル割当ては近隣のセルのロードを考慮することができ、それによって近隣のセルにより使用される可能性が少ないチャンネルが最初に割当てられる。ロード情報は近隣のセルにより与えられ、または局所的なセルにより評価されることができる。ロード情報はその後、近隣のセルが関係する送信期間で特定のチャンネルを使用している確率を計算するために使用されることができる。セルは類似のチャンネル割当てルールに基づいて動作するので、所定のチャンネルが近隣のセルにより占有される確率が計算されるか局所的に評価されることができる。

【0232】

表 11 は 3 セルシステムに対するチャンネル占有確率 $P_m(n)$ (n) の特定の例を表に示しており、ここで $P_m(n)$ はセル m のチャンネル n が占有される確率を示している。表 11 の列 2 はセル 1 がセルのアクティブユーザを特定のチャンネル番号（即ち $n = 1, 2, \dots, 12$ ）に割当てる確率を与えている。同様に、列 3 と 4 はセル 2 と 3 がそれぞれアクティブユーザを特定のチャンネル番号に割当てる確率を与えている。この例では、3 つのセルに割当てられるチャンネルは 4 チャンネルだけオフセットされ、これは 3 つのセルのチャンネル占有確率 $P_m(n)$ で反映される。

40

【0233】

この簡単な例では、各セルは平均約 4 つのユーザをサービスする。各セルの 2 つのユーザは他のセルからの干渉を最小にするために中間割当てチャンネルに割当てられる。例えば 2 つのユーザは典型的にセル 1 のチャンネル 2 と 3 に割当てられ、2 つのユーザは典

50

型的にセル 2 のチャンネル 6 と 7 に割当てられ、2 つのユーザは典型的にセル 3 のチャンネル 10 と 11 に割当てられる。この例では、ユーザは中間から離れたチャンネルに割当てられる確率が漸進的に少なくなる。したがって、セル 1 ではユーザはチャンネル 3 に割当てられる半分の頻度でチャンネル 4 に割当てられ、チャンネル 3 に割当てられる 4 分の 1 の頻度でチャンネル 5 に割当てられる。

【0234】

この簡単な例では、ロードは全ての 3 つのセルで同一であり、各セルのチャンネル占有確率は近隣のセルのチャンネル占有確率を単にシフトしたバージョンである。任意のセルは近隣のセルのロードを評価することにより局部的にこの表を得ることができることに留意する。

【表 9】

10

表 11

チャンネル, n	$P_1(n)$	$P_2(n)$	$P_3(n)$
1	0.5	0.03125	0.25
2	1	0.0625	0.125
3	1	0.125	0.0625
4	0.5	0.25	0.03125
5	0.25	0.5	0.03125
6	0.125	1	0.0625
7	0.0625	1	0.125
8	0.03125	0.5	0.25
9	0.03125	0.25	0.5
10	0.0625	0.125	1
11	0.125	0.0625	1
12	0.25	0.03125	0.5

20

【0235】

30

表 12 は全ての 12 の利用可能なチャンネルのセル 1 に対する全ての 5 つのアクティブユーザに対する式 (11) を使用して計算されたチャンネル計量 $h_m(n, k)$ を表にしたものである。列 1 は 12 のチャンネル 1 乃至 12 をリストしている。各列 2 乃至 6 は特定のユーザ k に対して計算されたチャンネル計量 $h_m(n, k)$ をリストしている。表 12 のチャンネル計量は表 11 で与えられたチャンネル占有確率 $P_m(n)$ と、表 10 で与えられたセル干渉 $I_m(1, k)$ を使用して計算される。

【0236】

例えば、チャンネル 1 のユーザ 1 に対するチャンネル計量 $h_m(n, k)$ は以下のように計算されることができる。

【数 9】

40

$$h_1(n,1) = I_1(1,1) \cdot \left[\begin{array}{l} P_2(1) \cdot (1 - P_3(1)) \cdot I_1(2,1) \\ + P_3(1) \cdot (1 - P_2(1)) \cdot I_1(3,1) \\ + P_2(1) \cdot P_3(1) \cdot (I_1(2,1) + I_1(3,1)) \end{array} \right]^{-1}$$

【表 10】

表 12

チャンネル n	ユーザ				
	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$	$k=5$
1	11.03	9.14	32.00	64.00	73.99
2	14.55	14.55	40.00	80.00	131.96
3	12.31	16.00	32.00	64.00	196.92
4	7.44	11.43	18.82	37.65	209.84
5	3.86	6.15	9.70	19.39	125.49
6	1.93	3.08	4.85	9.70	53.33
7	1.86	2.86	4.71	9.41	36.36
8	3.08	4.00	8.00	16.00	34.78
9	3.64	3.64	10.00	20.00	25.81
10	2.76	2.29	8.00	16.00	16.00
11	3.02	2.39	8.89	17.78	17.78
12	6.04	4.78	17.78	35.56	37.43
ユーザランク→	1	2	3	4	5
割当てられた チャンネル→	2	3	1	4	5

【0237】

表 12 から認められるように、セル 1 の全てのユーザのチャンネル計量は通常チャンネル 2 と 3 周辺（セル 1 に割当てチャンネルの中間）で高く、中間から次第に減少する傾向がある。またこの例では、ユーザ 1 は最低の計量セットを有し、ユーザ 5 は最高の計量セットを有し、計量は漸進的に左から右へ増加する。

【0238】

チャンネル割当て方式の 1 実施形態では、チャンネルはユーザのランクと、表 12 で与えられているようなチャンネル計量のセットに基づいて割当てられる。

【0239】

種々のチャンネル割当て方式はチャンネルをユーザに割当てるために使用されることができる。これらの方式は割当て結果の複雑性および最適性（即ち品質）に及んでいる。数個の方式を本発明の例示のために以下説明する。しかしながら、他の方式も適用され、本発明の技術的範囲内にある。

【0240】

構成が簡単な特定のチャンネル割当て方式では、最良の可能なチャンネルは連続的な低い優先順位のユーザに割当てられ、最高優先順位のユーザで開始する。高い優先順位のユーザは干渉に対する耐性が少なく、さらに良好なチャンネルを割当てられる。したがってユーザ 1（最高の優先順位のユーザ）は 14.55 の最高の計量に対応するチャンネル 2 を割当てられる。チャンネル 2 はその後、セルの利用可能なチャンネルのリストから除去される。ユーザ 2（第 2 に高い優先順位のユーザ）が次に 16.00 の最高の計量に対応するチャンネル 3 を割当てられ、チャンネル 3 はその後、リストから除去される。ユーザ 3（第 3 に高い優先順位のユーザ）がチャンネル 2 に対する最高の計量を有するが、チャンネル 2 と 3 の両者は既に割当てられて利用可能ではないのでチャンネル 1 を割当てられる。同様に、ユーザ 4 はチャンネル 1 乃至 3 が既に割当てられているので、第 4 の高い計量に対応するチャンネル 4 を割当てられる。最後に、ユーザ 5 は利用可能なチャンネル間で最高の計量を有するチャンネルであるチャンネル 5 を割当てられる。各ユーザに割当

てられるチャンネルは表 1 2 の最後の行にリストされる。

【0 2 4 1】

1 実施形態では、チャンネル割当て中にタイが存在するならば（即ち 1 以上のチャンネルが同一または類似のチャンネル計量に関連するならば）、チャンネルは直ちに割当てられない。その代わりに、タイを生じるこれらのチャンネルはタグを付けられ、他の低い優先順位のユーザの評価が継続する。次のユーザが任意の 1 つのタグを付けられたチャンネルに関連する最大の計量を有するならば、そのチャンネルはそのユーザに割当てられ、利用可能なチャンネルのリストから除去される。特定のユーザに対するタグ付けされたチャンネルのリストが 1 へ減少されたとき、残りのチャンネルはそのチャンネルをタグ付けした最高の優先順位のユーザに割当てられる。

10

【0 2 4 2】

前述の方式の変形である別のチャンネル割当て方式では、そのチャンネルに関連するチャンネル計量間の差はチャンネル割当てで考慮されることができる。幾つかの例では、最高の優先順位のユーザを最高の計量を有するチャンネルに割当てない方が良い。例えば、特定のユーザが適切に類似した計量を有する複数のチャンネルを有するならば、または複数のチャンネルが必要な C/I を与えることができるならば、ユーザは幾つかのチャンネルのうちの 1 つを割当てられてもよく、依然として適切にサービスされることができる。低い優先順位のユーザが最高の優先順位のユーザと同様にその最良のチャンネルを有し、第 2 の高い優先順位のユーザの最良のチャンネルと第 2 の最良のチャンネルとの間に大きな格差が存在するならば、最高の優先順位のユーザに第 2 の最良のチャンネルを割当て、最低の優先順位のユーザにその最良のチャンネルを割当てることがさらに適切である。例えばユーザ 1 がチャンネル 2、3 の同様のチャンネル計量を有し、次に低い優先順位のユーザ 2 がチャンネル 3 に対して非常に大きいチャンネル計量を有するならば、ユーザ 1 はチャンネル 2 を割当てられ、ユーザ 2 はチャンネル 3 を割当てられることができる。

20

【0 2 4 3】

さらに別のチャンネル割当て方式では、最高の優先順位のユーザは（前述のタイチャンネルのタグ付けに類似の）必要な性能を与える利用可能なチャンネルをタグ付けする。次に低い優先順位のユーザはその後、その許容可能なチャンネルをタグ付けする。チャンネル割当てはその後、低い優先順位のユーザが最初にチャンネルを割当てられるように行われるが、高い優先順位のユーザにより必要とされるチャンネルは確保される。

30

【0 2 4 4】

さらに別のチャンネル割当て方式では、チャンネルはセル中のアクティブユーザのグループにわたるチャンネル割当ての多数の順列を考慮することによりセルのアクティブユーザにさらに適切に割当てられる。この場合、特定のユーザに対するチャンネル決定はユーザ計量と優先順位単独に基づいては行われれない。1 構成では、ユーザの優先順位はセル中のチャンネル割当ての計算において計量のスケールに使用される加重に変換されることができる。

【0 2 4 5】

本発明のこのおよび他の実施形態では、不利なユーザがそれらの設定点を実現することを阻止する影響を受けたセルの送信機は、適合可能に減少され（ここでは“セルディミング”とも呼ばれる）、またはディスエーブルされ（ここでは“セルブランキング”とも呼ばれる）不利なユーザへの干渉を減少する。セルディミングまたはブランキングは多くの異なる方法で実現されることができる。1 実施形態では、情報はシステム中のユーザから集められ、最少数のセルはカバー区域内の全てのユーザの最小の要求を満たすためにディミングされブランキングされる。セルの制御は中央化された制御または分配された制御を使用して実現されることができる。

40

【0 2 4 6】

1 実施形態では、セルのディミングまたはセルのブランキングは各ユーザに対する干渉環境（例えば伝播損失環境）に関する情報を集収することにより実現される。例えば、各ユーザは特定のしきい値を超える各セルからの受信された信号レベルを測定することが

50

できる。類似の測定は送信するユーザから受信された信号に対するセルにより実行されることができる。集収された情報はセルのサブセットだけがエネーブルされるとき特定のユーザのC/Iを評価することに使用されることができる。この情報はその後、所定の時間インターバルで送信するためのユーザのサブセットを選択するのに使用され、そのためシステムスループットは所定のセットの制限で最大にされる。

【0247】

前述の設計例は本発明の幾つかの特徴の組合わせの特別な構成を示している。本発明の種々の特性および実施形態は多数の異なる通信システムを構成するため複数の方法で組合わせられることができる。

【0248】

〔適合可能な再利用による改良〕

本発明の幾つかの特徴にしたがって、利用可能なシステムリソースはより大きな効率を実現し、システムの要求を満たすために適合可能に割当てられる。高いスペクトル効率を実現するため、前述の性能基準を満たしながら、可能な限り1に近い再利用ファクタを使用することが望ましい。通常の固定した再利用パターンに対して、最小のデータ速度の要求がカバー区域の幾らかの特定の割合で満たされるように再利用ファクタが典型的に設定される。最悪の場合の要求を満たすように設計するとき（例えば1%の供給停止確率）、通常の固定した再利用パターンは高スペクトル効率を実現するために変化するシステム状態に対して利用可能なリソースをフレキシブルに適合するようにサポートしないので、非常に非効率である。

【0249】

本発明の適合可能な再利用により提供される平均性能の改良は、特定の最小のデータ速度要求（即ち特定の設定点）を満たすことを必要とするC/Iの関数として平均再利用を評価するモンテカルロシステムシミュレーションにより評価されることができる。このシミュレーションでは、再利用の利用はアクティブセルの数対セルの総数の比として規定される。システムシミュレーションでは、多数のトラフィック分布の実現（または単に実現）が評価される。

【0250】

六角形のセルレイアウトを有し、セル毎に共通の周波数を使用する理想化されたセルラシステムでは、理想化されたセル内で実現されたC/Iの分布が計算されることができる。任意の所定のユーザにより実現されるC/Iは通路損失の関数であり、これは地上セルラシステムでは、典型的に d^3 から d^4 のように増加し、ここで d はユーザから放射ソースまでの距離である。このシミュレーションでは、各実現はユーザを均等に各セル内に配置する。ユーザは30度の実効的な受信アンテナビーム幅を有する。全方向性アンテナはセルで使用される。 d Bで示す通路損失 L はユーザからセルへの距離 d に基づいて35 d B/デケードの損失勾配をたどる。セル m へのユーザ k に対する通路損失 $L_m(k)$ は以下のように表される。 $L_m(k) = 35 \cdot \log_{10}(d_m(k))$

通路損失は無線波の伝播路内の人工または自然の障害によるランダムな変化を受ける。これらのランダムな変化は8 d Bの標準的な偏差を有するログノーマルシャドウイングランダムプロセスとして典型的にモデル化される。実際の通路損失 $\hat{L}_m(k)$ は d Bで示される $L_m(k)$ と、ゼロ平均と8 d Bの標準的な偏差を有する正常に分布されたランダム変数 x との和により与えられる。

【数10】

$$\hat{L}_m(k) = L_m(k) + x_m(k)$$

【0251】

全方向性基地局アンテナと、8 d Bの標準的な偏差を有するシャドウイングプロセスによる理想的な六角形のセルラレイアウトで得られる結果的なC/I分布を図7で示す。

【0252】

最大のセル送信パワーは1に正規化され、ユーザkに対するセルmからの受信されたパワー $I_m(k)$ は次式により与えられる。

【数 1 1】

$$I_m(k) = 10^{-\hat{L}_m(k)}$$

【0 2 5 3】

ユーザの1次セルは最大の受信された信号レベルに関係するセルであり、次式により表される。

【数 1 2】

$$C_m(k) = \max_{n \in N_{cell_k}} \{I_n(k)\}$$

【0 2 5 4】

近隣のセルは干渉項を表し、それらの最大の干渉パワーは次式のように表されることができる。

【数 1 3】

$$\hat{I}_m(k) = \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq m}}^{N_{cell_k}} I_n(k)$$

【0 2 5 5】

シミュレーションの各実際化では、ユーザはシステムの各セル中にランダムに配置される（例えば均一に分布される）。その後、中間通路損失が各セルから各ユーザに対して評価される。

【0 2 5 6】

各ユーザへ送信されるパワーは多くの方法により評価されることができる。シミュレーションでは、送信パワー評価はフルパワー仮定に基づいており、即ちユーザはフル送信パワー仮定に基づいて各セルからの信号レベルを評価する。これを与えられると、ある有利なユーザは設定点を越えるC/Iレベルを観察する。これらの例では、セルはそのユーザに対して観察されたマージンに関連する量だけ送信されたパワーを減少することができる（即ち観察されたC/Iと設定点との間の差により減少される）。システム中のユーザの実際のC/Iは全てのセルがフル送信パワーで動作しているわけではないのでそのシミュレーションで計算されるよりも大きい。各ユーザにより要求されるパワーレベルをさらに正確に決定することも可能であり、これはさらに良好なスペクトル効率を生じる。

【0 2 5 7】

各理想化のために、干渉セルの送信パワーは各ユーザに対してランクを付けられる。シミュレーションで使用する適合可能な再使用方式はその後、スタートする1つのユーザをランダムに選択する。設定点を満たすようにディスエーブルされることを必要とする最少数のセル（即ちディスエーブルされる送信機）がこのユーザに対して決定される。これは（例えば最低から最高の送信パワーまでランクされる）干渉セルパワーのランク付けリストに基づいて干渉パワーを段階的に増加することにより、このユーザのC/Iを反復的に評価することにより実現されることができる。評価される各セルでは、測定されたC/Iがセルをエネーブルする結果として設定点よりも下に落ちるならば、このユーザに対するランクされたリストの現在および残りの干渉セルはディスエーブルされる。シミュレーションはその後、アクティブセルの残りのリストから別のセルをランダムに選択し、評価するアクティブセルが存在しなくなるまで継続する。エネーブルされるセル数と、セルの総

10

20

30

40

50

数の比として規定される再使用係数は各実行で記録される。

【0258】

図12は2つの異なる散乱環境における設定点の関数としての平均再使用係数のグラフを示している。図に“マルチパスではない”と付けられた曲線では、再使用係数は12 dBよりも小さい設定点で1.0に非常に近く示されている。設定点が増加されると、さらに多くのセルが設定点を実現するためにディスエーブルされ、再使用係数は低下する。この適合可能な再使用方式は固定した再使用方式よりも非常に大きいスペクトル効率を実現する。平均的な再使用はまたマルチパス散乱が優勢であるときさらに低く観察される。これは指向性アンテナを使用するとき、干渉セルに対して与えられた隔離がエネルギーのランダムな散乱のために実効的ではなくなるためである。散乱が存在するとき、多数のセルは設定点を満たすために平均的にディスエーブルされなければならない。

【0259】

表13はシミュレートされた適合可能な再使用方式により得られるスペクトル効率を示している。表13では、実現可能なスペクトル効率は2 dBのインクリメントで10から26 dBまでに及ぶ種々の設定点で計算される。表13はマルチパスではない状態で計算され、システムは特定された設定点の各ランクで動作することを仮定する。

【0260】

各設定点では、設定点に対応する平均再使用は図12から決定され、列2で与えられる。設定点に対する変調効率は表1から決定され、列3で与えられる。スペクトル効率は平均再使用を変調効率により乗算することにより計算される。例えば14 dBの設定点に対しては、図12から決定された平均再使用は約0.95である。表1から、少なくとも12.6 dBのC/Iは8-PSKを使用して、1%BERを得るために必要とされ、これは3ビット/Hzの変調効率に対応する（少なくとも14.3 dBが16QAMで必要とされる）。スペクトル効率はしたがって2.85（即ち0.95・3）として計算されることができる。

【表11】

表 13

設定点 (dB)	平均 再使用	変調 効率 (bps/Hz)	スペクトル 効率 (bps/Hz/cell)
10	0.99	2	1.98
12	0.98	2	1.96
14	0.95	3	2.85
16	0.90	4	3.61
18	0.83	5	4.16
20	0.74	5	3.69
22	0.64	6	3.83
24	0.54	6	3.24
26	0.45	6	2.68

【0261】

ここでシミュレートされる適合可能な再使用方式に関連するスペクトル効率と、通常の固定した再使用方式のスペクトル効率と比較すると、スペクトル効率の改良は容易に観察されることができる。適合可能な再使用方式の設定点は、最悪のケースのユーザが最小の性能要求を実現できることをほぼ保証し（即ち供給停止確率=0.0）、これは特定の割合の時間に対して特定の最小データ速度として規定されることができる。

【0262】

表 1 3 では、最大のスペクトル効率が 1 8 d B の設定点で実現されることが認められる。この設定点で、各リンクは 5 b p s / H z の変調効率で動作する。この動作設定点の平均再使用係数は約 0 . 8 3 であり、これは 4 . 1 6 b p s / H z / セルの全体的なスペクトル効率を与える。固定した再使用方式はこれよりも非常に低いスペクトル効率を有する。例えば、7 セル最小パターンを使用すると、0 . 8 2 b p s / H z / セルのスペクトル効率は 1 % の類似の供給停止確率で実現されることができる。したがって、この適合可能な再使用方式は低い供給停止確率を有する固定した再使用方式のスペクトル効率のほぼ 5 倍を実現する。

【 0 2 6 3 】

シミュレーションでは、最適化は実行されなかった。処理されるユーザはランダムに選択され、ディスエーブルされるセルの“最良の”組み合わせの検索は行われなかった。さらにインテリジェントな制御方式では、シミュレーションで使用されるランダム解よりも良好な解の検索が可能である。

【 0 2 6 4 】

最適な解により与えられる性能に近い性能を実現する次善の制御方式が使用されることができる。さらに、制御方式の複雑性を最少にし、セル間の実時間調節の依存性を減少することが好ましい。これを達成しようとする分布化されたリソース割当て、スケジュール、チャンネル割当てが行われることができる。

【 0 2 6 5 】

別のシミュレーションセットが前述の米国特許出願明細書 (Attorney Docket No, PD000 151) で記載されている等の多入力多出力 (M I M O) 通信システムに対して 5 つの異なる再使用方式で実行された。

【 0 2 6 6 】

図 1 3 A は、4 つの送信アンテナと 4 つの受信アンテナとを有する 4 × 4 M I M O 通信システムにおける C / I の関数として与えられるユーザのスループットのグラフである。

【 0 2 6 7 】

図 1 3 B は、シミュレーションに使用されるセルレイアウトを示したグラフである。シミュレーションでは、中心の 2 1 セル (即ち図 1 3 B の陰影を付けられたクラスタ) はセルの無限の平面 (即ち理想化された六角形のセルレイアウト) に埋設されている。性能は 2 1 セルの中心のクラスタでユーザに対して測定される。1 次セルから受信されたパワーと近隣のセルから受信された干渉項は前述したように計算されることができる。

【 0 2 6 8 】

特定のセルのチャンネル計量は規定されたバックオフファクタと再使用方式を使用してセル中のユーザに対して評価されることができる。ユーザは前述したように、計算されたチャンネル計量および他のファクタに基づいて優先順位を割当てられる。チャンネルは最高から最低の優先順位のユーザへセル中のアクティブユーザの優先順位に基づいてユーザに割当てられる。セル m のチャンネル n に割当てられた特定のユーザ k は次式により与えられる観察された C / I を有する。

【 数 1 4 】

$$C/I = \frac{\beta_m(n) \cdot C_m(k)}{\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq m}}^{N_{cells}} \beta_i(n) \cdot I_i(m,k)}$$

【 0 2 6 9 】

ここで、 $\beta_1(n)$ はセル 1 のチャンネル n で使用されるバックオフファクタである。

【 0 2 7 0 】

種々の性能尺度（例えば単位セル当たりの平均スループット、ユーザ C/I 分布、ユーザデータ速度分布等）は各実現に対して各 21 のセルのそれぞれにおけるユーザのそれぞれに対して記録される。多数の実現は性能尺度で適切な信頼度を与えるためにシミュレートされる。

【0271】

幾つかの再使用方式がそのシミュレーションで評価される。これらの再使用方式を以下説明する。

・再使用方式 A：ユニティの再使用、ランダムチャンネル割当て、パワー制御なし。ユーザはランダム化ベースでチャンネルを割当てられる。ユニティの再使用はセルがユーザを任意の利用可能なチャンネルに割当てるように使用される。パワー制御なしが使用され、全てのチャンネルはフルパワーで動作される。ユーザは（図 13A で示されているように）それらの得られた C/I により許容される最大のデータ速度で動作することを可能にされる。

10

・再使用方式 B：ユニティの再使用、ランダムチャンネル割当て、パワー制御。パワー制御が正のマージンを有するユーザに対して使用される点を除いて再使用方式 A と類似する（全てのセルがフルパワーで動作すると仮定して、マージンは測定される）。ユーザに割当てられた送信されたパワーは 15 dB の設定点を満たすことを必要とするパワーまで減少される。

・再使用方式 C：3 セル再使用、パワーバックオフが課され、計量ベースのチャンネル割当て、C/I に基づいたユーザの優先順位、パワー制御なし。

20

$N_r = 3$ の再使用プランが使用され、図 13B で示されているように 21 セルクラスタ中の各 3 セルの 7 サブクラスタを与える。サブクラスタ中の各セルは $N_s = 4$ チャンネルを割当てられ、セル当たり全部で $N_c = 12$ チャンネルを割当てのために利用可能にする。表 4 で与えられたバックオフ構造が適用され、これは 12 チャンネルの 11 の 15 dB 設定点を得るように設計されている。チャンネル割当ては式 (12) により与えられる予測された C/I チャンネル計量をベースとして行われる。ユーザ優先順位は 12 チャンネルにわたって平均されるチャンネル計量を基礎とする。パワー制御が行われず、各チャンネルで使用されるバックオフファクタは表 4 で示されているレベルに固定されている。

・再使用方式 D：3 セル再使用、パワーバックオフが課され、計量ベースのチャンネル割当て、C/I に基づいたユーザの優先順位、パワー制御。

30

パワー制御が正のマージンを有するユーザで実行される点を除いて再使用方式 C と類似する。各チャンネルで使用されるバックオフファクタは 15 dB の設定点を満たすために必要とされるレベルまで減少される（即ち送信パワーは減少される）。

・再使用方式 E：3 セル再使用、パワーバックオフが課され、計量ベースのチャンネル割当て、平均的な潜在的スループットに基づいたユーザの優先順位、パワー制御。

チャンネル割当てが、10 の割当てインターバル（例えば 10 フレーム）にわたって各ユーザの累算的な“潜在的”スループットを表すユーザの優先順位を使用して行われる点を除いて再使用方式 D に類似する。潜在的なスループットは前述した“実現可能な”データ速度に基づいている。各ユーザの実現化では、10 チャンネルの割当てが逐次的な方法で実行される。第 1 のフレームでは、ユーザの優先順位は式 (12) を使用して計算されたチャンネル計量の平均に基づいている。それに続くフレームのユーザの優先順位は 10 フレームの平均インターバル内の全ての先のフレームのユーザに対して実現された潜在的なスループットの和によって与えられる。例えば、フレーム 5 のユーザの優先順位はフレーム 1、2、3、4 のユーザにより得られる潜在的なスループットの和である。

40

【0272】

表 14 は異なるセルロードと前述の 5 つの各再使用方式に対する 15 dB の設定点よりも C/I が少ない確率を与えている。特定のロードでは、再使用方式 A は設定点よりも下の C/I を有するユーザの最大の割合を有する。再使用方式 B は設定点よりも下の C/I を有するユーザの割合が著しく減少されていることを示している。再使用方式 C はパワー制御のない固定したバックオフファクタを使用することによって、設定点よりも下の C

50

／Iを有するユーザ数の減少が再使用方式Aの結果に関して実現されることを示している。再使用方式Dはパワー制御がバックオフファクタを伴って使用されるとき、パワー制御だけが使用される再使用方式Bよりも性能が改良されることを示している。最後に、再使用方式Eは再使用方式Dに関して僅かな劣化を示しており、これは10フレーム平均インターバル中に生じる再優先順位付けのためにチャンネルにわたるユーザのシャッフルにより生じる。しかしながらシャッフルは幾らかの不利なユーザの平均性能を改良し、これは以下説明したように供給停止確率を減少する。

【表 1 2】

表 1 4

セルロード (ユーザ番号)	再使用 方式A	再使用 方式B	再使用 方式C	再使用 方式D	再使用 方式E
1	0.012810	0.005619	0.033810	0.005524	0.004286
2	0.031143	0.012214	0.036905	0.008667	0.007714
3	0.044159	0.018079	0.035079	0.013095	0.008619
4	0.060774	0.024476	0.045833	0.015869	0.017655
5	0.077419	0.029724	0.042286	0.017105	0.015229
6	0.094413	0.036516	0.046984	0.019595	0.020825
7	0.107231	0.044585	0.051769	0.019952	0.023014
8	0.128702	0.052351	0.062262	0.023393	0.026226
9	0.150847	0.059386	0.070212	0.026074	0.035439
10	0.168419	0.065781	0.080714	0.031314	0.042857
11	0.191372	0.074481	0.100043	0.036874	0.053866
12	0.209246	0.081190	0.144643	0.055512	0.082306

【0 2 7 3】

5つの各方式のスループットは典型的に、特定の間（または平均）値、特定の標準的な偏差、分布の一方または両端部のテールを有する特別な分布に準じる。分布の形状は使用される特定の再使用方式に基づいている。パワー制御またはパワーバックオフが使用されず、ユーザがそれらのC/Iにより示される最大の実現可能なデータ速度で送信することを可能にされる再使用方式Aでは、分布は高い平均と高い標準的な偏差を有する。多くの制御（例えばパワーバックオフおよびパワー制御）が適用されるとき、分布の平均は（送信パワーを有利なユーザ、したがってそれらのデータ速度へ限定する結果として）通常減少するが、（不利なユーザの性能は制御が与えられたために改良されるので）分布の標準的な偏差も減少する。与えられた制御は分布の形状、したがってシステムの性能に影響する。

【0 2 7 4】

表 1 5 は 5 つの各再使用方式のそれぞれに対するロードの関数としてチャンネル当たりの平均スループットを与える。再使用方式Aのチャンネル当たりの平均スループットは低いロードの1.66bps/Hzから、フルロードの1.33bps/Hzまで変化する。再使用方式Aのシミュレーションでは、ユーザのデータ速度は（図13Aに基づいて）達成されたC/Iで変化するのを可能にされる。再使用方式Aは5つの再使用方式の最高の平均スループットを有するが、チャンネル当たりに観察されたユーザデータ速度の範囲は大きい。これは割当てられたチャンネルで達成されるC/Iに基づいて異なるユーザが異なるサービスレベルを受けることを示唆している。

【0 2 7 5】

再使用方式B乃至Eは15dBの設定点を実現しようとする試みにおいて送信パワーを限定し、これは0.96bps/Hz/チャンネルのピークスループットに対応する。

送信パワーの限定により、表 1 4 で示されているように干渉レベルが減少され、貧弱な C / I を有するユーザの割合は減少する。限定された送信パワーの価格は再使用方式 A の平均スループットに関してチャンネル当たりの平均スループットを減少される。表 1 5 で与えられた性能データはチャンネル当たりの平均スループットがフルロードでさえも 0. 9 6 b p s / H z / チャンネルに合理的に近いことを示している。

【表 1 3】

表 1 5

セルロード (ユーザ番号)	再使用 方式 A	再使用 方式 B	再使用 方式 C	再使用 方式 D	再使用 方式 E
1	1.664	0.957	0.949	0.957	0.957
2	1.648	0.955	0.951	0.956	0.957
3	1.635	0.953	0.949	0.955	0.956
4	1.601	0.951	0.946	0.955	0.954
5	1.563	0.950	0.948	0.954	0.954
6	1.528	0.948	0.947	0.953	0.953
7	1.498	0.946	0.946	0.953	0.953
8	1.461	0.944	0.945	0.952	0.952
9	1.422	0.942	0.943	0.952	0.950
10	1.395	0.940	0.940	0.951	0.947
11	1.362	0.938	0.937	0.950	0.945
12	1.335	0.936	0.927	0.946	0.937

【0 2 7 6】

多くの通信システムでは、最小の平均スループット要求はカバー区域の全てのユーザに与えられる。それ故、チャンネル当たりの平均スループットを検査するのに加えて、幾つかの最小要求を超える平均スループットを有するユーザの割合は典型的に重要である。

【0 2 7 7】

図 1 3 C は平均ユーザスループットが各 5 つの再使用方式の x 軸で与えられる値より下に入る確率を示したグラフである。図 1 3 C で示されている結果は十分にロードされたセル（即ち各セルで占有される全ての 1 2 のチャンネル）のためのものであり、最小の平均スループット要求を満たす場合の各再使用方式の効率を示している。例えば、再使用方式 A は 9 0 % のユーザに対して 0. 7 b p s / H z / チャンネルの最小の平均スループットを実現し、一方、再使用方式 E は 9 9 % のユーザに対するこのスループットを達成する。結果を吟味する別の方法は特定の割合のユーザ（例えばユーザ 9 9 %、またはカバー要求の 9 9 %）で実現される最小の平均スループットを検査することである。9 9 % のカバー要求では、再使用方式 A は 0. 2 5 b p s / H z / チャンネルの最小平均スループットを実現し、一方、再使用方式 E はこの 3 倍の値、即ち 0. 7 5 b p s / H z / チャンネルを実現する。

【0 2 7 8】

[システム設計]

本発明は前述の米国特許出願第 09/532,492 号、08/963,386 号明細書と、米国特許第 5,103,459 号明細書に記載されているような多数の通信システムで実行されることができ、これらは全て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。

【0 2 7 9】

図 1 4 は本発明の幾つの特徴および実施形態を実行できる多入力多出力（M I M O）通信システム 1400 の図である。通信システム 1400 は前述の米国特許出願第 09/532,492 号

明細書で記載されているように、スペクトル効率を増加し、性能を改良し、フレキシブル性を強化するためにアンテナ、周波数、時間的ダイバーシティの組み合わせを与えるように動作する。

【0280】

図14で示されているように、通信システム1400は第2のシステム1420と通信している第1のシステム1410を含んでいる。システム1410は（送信）データプロセッサ1412を含んでおり、これは（1）データを受信または生成し、（2）アンテナ、周波数、または時間ダイバーシティまたはその組み合わせを与えるためにデータを処理し、（3）処理された変調シンボルを複数の変調器（MOD）1414A乃至1414Tへ与える。各変調器1414はさらに変調符号を処理し、送信に適したRF変調された信号を発生する。変調器1414A乃至1414TからのRF変調された信号はその後、通信リンク1418にわたってそれぞれのアンテナ1416A乃至1416Tからシステム1420へ送信される。

【0281】

図14で示されている実施形態では、システム1420は複数の受信アンテナ1422A乃至1422Rを含んでおり、それは送信された信号を受信し、受信された信号をそれぞれの復調器（DEMOD）1424A乃至1424Rへ与える。図14で示されているように、各受信アンテナ1422は例えばシステム1410で使用される動作モード、送信および受信アンテナの指向性、通信リンクの特性、その他のような多数のファクタに基づいて1以上の送信アンテナ1416から信号を受信する。各復調器1424は送信機で使用する復調方式に相補型の変調方式を使用してそれぞれの受信された信号を復調する。復調器1424A乃至1424Rからの復調されたシンボルはその後、出力データを与えるためにシンボルをさらに処理する（受信）データプロセッサ1426へ与えられる。送信機および受信機でのデータ処理は前述の米国特許出願第09/532,492号明細書にさらに詳細に説明されている。

【0282】

システム1410では、リソース割当てプロセッサ1430はデータプロセッサ1412と変調器1414A乃至1414Tに結合している。リソース割当てプロセッサ1430はシステムの動作状態を示すデータを集め、再使用プランを規定し、データ送信のためのユーザリクエストを受信し、リクエストされた送信のスケジュールを実行し、チャンネルをアクティブユーザへ割当て、データ送信を調節する。リソース割当てプロセッサ1430は前述の本発明の種々の特徴および実施形態を実行するように設計されることができる。

【0283】

システム1420では、チャンネル特徴付けプロセッサ1440はデータプロセッサ1426と（恐らく）復調器1424A乃至1424Rへ結合する。チャンネル特徴付けプロセッサ1440は受信された信号および／または通信リンク（例えばC/I、FER等）の種々の特性を決定するために受信されたサンプルを処理する。例えば、チャンネル特徴付けプロセッサ1440は設計され、システム1420が通信できる種々のセルからの信号に対してC/Iを決定するように動作され、これは主要なセルを選択するために使用されることができる。チャンネル特徴付けプロセッサ1440はまた近隣のセルからの干渉を決定し、それによって、過剰な干渉を生じるセルはシステム1420がその設定点を実現することを可能にするためにそれらの送信パワーを減少またはディスエーブルするようにリクエストされてもよい。特徴付けされたパラメータはシステム1420により関連するセルへ送信される。

【0284】

図14はシステム1410からシステム1420へのダウンリンク送信だけを示している。この構造はデータ放送と他の1方向データ送信応用のために使用されてもよい。双方向通信システムでは、簡略化のため図14では示されていないが、システム1420からシステム1410へのアップリンクも設けられる。双方向通信システムでは、各システム1410と1420は、データがその装置から送信されるかまたは受信されるかに応じて、送信機または受信機、またはその両者として同時に動作してもよい。

【0285】

簡単にするために、通信システム1400は1つの送信機（即ちシステム1410）と1つの

10

20

30

40

50

受信機（即ちシステム1420）を含んでいるように示されている。しかしながら、通信システムの他の変形および構造が可能である。例えば、多数のユーザの多元アクセス通信システムでは、単一の送信機がデータを同時に複数の受信機に送信するために使用されてもよい。また、I S - 9 5 C D M A システムのソフトウェアとハンドオフに類似の方法で、受信機は複数の送信機からの送信を同時に受信してもよい。通信システムは任意の数の送信機と受信機を含んでもよい。

【0286】

各送信機は図14で示されているように、単一の送信アンテナまたは複数の送信アンテナを含んでもよい。同様に、各受信機は図14で示されているような単一の受信アンテナまたは複数の受信アンテナを含んでもよい。例えば通信システムは中央システム（即ちI S - 9 5 C D M A システムの基地局に類似する）を含んでもよく、これは複数の遠隔システム（即ちC D M A システムの遠隔局に類似する加入者装置）へデータを送信し、そこからデータを受信する複数のアンテナを含んでおり、その幾つかは1つのアンテナを含んでもよく、その他のものは多数のアンテナを含んでもよい。通常、前述の米国特許出願第09/532,492号明細書で詳細に記載されているように、送信および受信アンテナの数が増加するとき、アンテナダイバーシティは増加し、性能は改良する。

【0287】

図15は図14のシステム1410のデータプロセッサ1412と変調器1414の1実施形態のブロック図である。システム1410により送信される全てのデータを含んでいる集合された入力データ流はデータプロセッサ1412内のデマルチプレクサ（D E M U X）1110に与えられる。デマルチプレクサ1110は入力データ流を複数の（K）チャンネルデータ流 S_1 乃至 S_K へデマルチプレクスする。各チャンネルデータ流は例えば信号通報チャンネル、放送チャンネル、音声呼、または通信データ送信に対応する。各チャンネルデータ流は特定のエンコード方式を使用してデータをエンコードするそれぞれのエンコーダ1512へ与えられる。

【0288】

エンコードはリンクの信頼性を増加するために使用されるエラー補正コード化またはエラー検出コード化またはその両者を含んでもよい。特に、このようなエンコードは例えばインターリーブ、コンボリューションコード化、ターボコード化、トレリスコード化、ブロックコード化（例えばリードソロモンコード化）、巡回冗長検査（C R C）コード化、その他を含んでもよい。ターボコード化は米国特許出願第09/205,511号明細書（発明の名称“TURBO CODE INTERLEAVER USING LINEAR CONGRUENTIAL SEQUENCES”、1998年12月4日）と、以後I S - 2 0 0 0 標準と呼ばれる文献“The cdma2000 ITU-R RTT Candidate Submission”にさらに詳細に記載されている。

【0289】

エンコードは図15で示されているように、チャンネル当りをベースとして、即ち各チャンネルデータ流について実行されることができる。しかしながら、エンコードはまた集合入力データ流で、複数のチャンネルデータ流で、チャンネルデータ流の一部で、1セットのアンテナを横切って、1セットのサブチャンネルを横切って、1セットのサブチャンネルおよびアンテナを横切って、各サブチャンネルを横切って、各変調シンボルで、または幾つかの他の時間単位、空間、周波数で実行されてもよい。エンコーダ1512A乃至1512Kからのエンコードされたデータはその後、データを処理して復調シンボルを発生するデータプロセッサ1520へ与えられる。

【0290】

1構造では、データプロセッサ1520は1以上のタイムスロット、1以上のアンテナで各チャンネルデータ流を1以上のサブチャンネルに割当てて。例えば音声呼に対応するチャンネルデータ流に対しては、データプロセッサ1520は（送信ダイバーシティが使用されないならば）1つのサブチャンネルを1つのアンテナに割当て、または（送信ダイバーシティが使用されるならば）そのセルで必要とされる数と同数のタイムスロットの多数のアンテナに割当てて。信号通報または放送チャンネルに対応するチャンネルデータ流では、

データプロセッサ1520は送信ダイバーシティが使用されるか否かに応じて、指定されたサブチャンネルを1以上のアンテナに割当てて、データプロセッサ1520はその後、データ送信に対応するチャンネルデータ流に対して残りの利用可能なリソースを割当てて、データ送信のバースト特性と、遅延に対する耐性度が大きいために、データプロセッサ1520は高性能で高効率のシステム目標が実現されるように利用可能なリソースを割当てて、データ送信はしたがってシステム目標を実現するように“スケジュール”される。

【0291】

各チャンネルデータ流をそのそれぞれのタイムスロット、サブチャンネル、およびアンテナへ割当て後、チャンネルデータ流のデータはマルチ搬送波変調を使用して変調される。1実施形態では、直交周波数分割多元化（OFDM）変調は多数の利点を与えるために使用される。OFDM変調の1構成では、各チャンネルデータ流のデータはブロックにグループ化され、各ブロックは特定の数のデータビットを有する。各ブロックのデータビットはその後、そのチャンネルデータ流に関連する1以上のサブチャンネルに割当てられる。

10

【0292】

各ブロックのビットは、その後、別々のサブチャンネルにデマルチプレクスされ、各サブチャンネルは（即ちサブチャンネルのC/Iと、MIMO処理が使用されるか否かに基づいて）潜在的に異なる数のビットを伝送する。これらの各サブチャンネルでは、ビットはそのサブチャンネルに関連する特別な変調方式（例えばM-PSKまたはM-QAM）を使用して変調シンボルにグループ化される。例えば16-QAMにより、信号コンステレーションは複素平面（即ち $a + j * b$ ）中の16の点からなり、複素平面の各点は4ビットの情報を伝送する。MIMO処理モードでは、サブチャンネルの各変調シンボルは変調シンボルの線形の組合わせを表し、そのそれぞれは異なるコンステレーションから選択されてもよい。

20

【0293】

L変調シンボルの集収は次元数Lの変調シンボルベクトルVを形成する。変調シンボルベクトルVの各エレメントは特有の周波数、または変調シンボルが伝送されるトーンとを有する特別なサブチャンネルに関連される。これらのL変調されたシンボルの集収は全て相互に直交する。各タイムスロットと各アンテナに対して、Lサブチャンネルに対応するL変調シンボルは逆高速度フーリエ変換（IFFT）を使用してOFDMシンボルに結合される。各OFDMシンボルはLサブチャンネルに割当てられたチャンネルデータ流からのデータを含んでいる。

30

【0294】

OFDM変調は文献（題名“Multicarrier Modulation for Data Transmission : An Idea Whose Time Has Come”、John A. C. Bingham、IEEE Communications Magazine、1990年5月）に詳細に記載されており、ここで参考文献とされている。

【0295】

データプロセッサ1520はしたがって、各送信アンテナに対して N_T 変調シンボルベクトル V_1 乃至 V_{NT} と、1つの変調シンボルベクトルを与えるためにKチャンネルデータ流に対応するエンコードされたデータを受信し処理する。幾つかの構成では、幾つかの変調シンボルベクトルは異なる送信アンテナを対象として特別なサブチャンネルで重複情報を有する。変調シンボルベクトル V_1 乃至 V_{NT} は変調器1414A乃至1414Tにそれぞれ与えられる。

40

【0296】

図15で示されている実施形態では、各変調器1414はIFFT1530（1520?）、循環接頭辞発生器1522、アップコンバータ1524を含んでいる。IFFT1530は受信された変調シンボルベクトルをOFDMシンボルと呼ばれるそれらの時間ドメイン表示に変換する。IFFT1520は任意の数のサブチャンネル（例えば8、16、32等）でIFFTを実行するように設計されている。1実施形態では、OFDMシンボルに変換される各変調シンボルベクトルに対しては、循環接頭辞発生器1522は特別なアンテナのための送信シンボル

50

を形成するためにOFDMシンボルの時間ドメイン表示の一部を反復する。循環接頭辞は送信シンボルが、マルチパス遅延が拡散されている場合にその直交特性を維持し、それによって、以下説明するように、有害な通路の影響に対して性能を改良する。IFFT1530と循環接頭辞発生器1532の構成は技術で知られており、ここでは詳細に説明しない。

【0297】

循環接頭辞発生器1532からの時間ドメイン表示（即ち各アンテナの送信シンボル）はその後アップコンバータ1524により処理され、アナログ信号に変換され、RF周波数に変調され、調節（例えば増幅および濾波）され、それぞれのアンテナ1416からその後送信されるRF変調された信号を発生する。

【0298】

図15は、データプロセッサ1520の1実施形態のブロック図も示している。各チャネルデータ流（即ちエンコードされたデータ流X）のエンコードされたデータはそれぞれのチャネルデータプロセッサ1532へ与えられる。チャネルデータ流が（少なくとも幾らかの送信で重複なく）多数のサブチャネルおよび／または多数のアンテナによって送信されるならば、チャネルデータプロセッサ1532はチャネルデータ流を複数（ $L \cdot N_T$ まで）のデータサブ流へデマルチプレクスする。各データサブ流は特定のアンテナの特定のサブチャネルでの送信に対応する。典型的な構成では、幾つかのサブチャネルは信号通報、音声、その他のタイプのデータで使用されるので、データサブ流の数は $L \cdot N_T$ よりも少ない。データサブ流の数はその後、結合装置1534へ与えられるそれぞれ割り当てられたサブチャネルの対応するサブ流を発生するように処理される。結合装置1534は各アンテナで指定された変調シンボルを変調シンボルベクトルへ結合し、それはその後変調シンボルベクトル流として与えられる。 N_T アンテナの N_T 変調シンボルベクトル流はその後、その次の処理ブロック（即ち変調器1414）へ与えられる。

【0299】

最もフレキシブルで、最良の性能および高効率を与える設計では、各サブチャネルにおいて各タイムスロットで送信される変調シンボルは個々におよび独立して選択される。この特徴により、全ての3つの次元、即ち時間、周波数、空間にわたる利用可能なリソースの最良の使用が可能である。各変調シンボルにより送信されるデータビット数はしたがって異なる。

【0300】

図15で示されている1実施形態では、リソース割当てプロセッサ1430はデマルチプレクサ1510、データプロセッサ1520、アップコンバータ1524へ結合する。データ送信のスケジュール後、リソース割当てプロセッサ1430はスケジュールされた送信のためのデータがデマルチプレクサ1510によってそれらのそれぞれの割り当てられたチャネルにデマルチプレクスされるように命令する。リソース割当てプロセッサ1430はさらに、決定されたリンク品質に基づいてこれらの送信の処理をさらに命令する。例えばリソース割当てプロセッサ1430は使用される変調方式（例えばM-PSK、M-QAM）と、これらの送信のデータ速度を決定してもよい。リソース割当てプロセッサ1430は所望のシステムの目標を実現するために幾つかまたは全ての利用可能なチャネルの送信パワーを減少またはディスエーブルするためにアップコンバータ1524へ指令を与える。

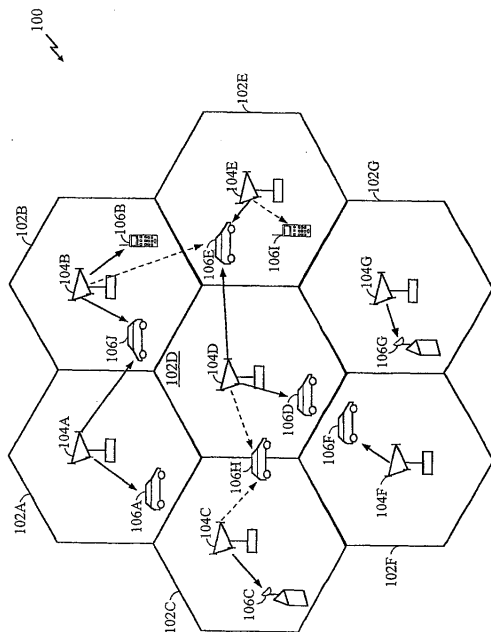
【0301】

前述したように、送信機と受信機は種々のタイプのデータプロセッサ、エンコーダ、IFFT、FFT、デマルチプレクサ、結合装置、リソース割当てプロセッサ、チャネル特徴付けプロセッサ等を含んでいる種々の処理装置でそれぞれ構成されている。これらの処理装置は、特定用途向け集積回路（ASIC）、デジタル信号プロセッサ、マイクロ制御装置、マイクロプロセッサ、またはここで説明した機能を実行するように設計された他の電子回路等の種々の方法で構成されてもよい。また、処理装置は汎用プロセッサまたはここで説明した機能を実現する命令コードを実行するように動作する特別に設計されたプロセッサで構成されてもよい。したがって、ここで説明する処理装置はハードウェア、ソフトウェア、またはその組合わせを使用して構成されることができる。

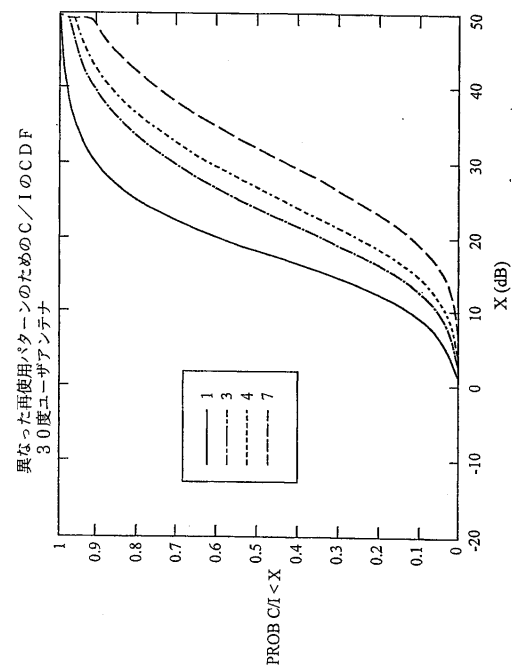
【0302】

当業者が本発明を実行または使用できるように好ましい実施形態の説明を行った。これらの実施形態の種々の変形は当業者に容易に明白であり、ここで規定されている一般原理は発明力を使用せずに他の実施形態で応用されてもよい。したがって、本発明はここで示された実施形態に限定されず、ここで説明した原理および優れた特徴と一貫して最も広い技術的範囲に従うことを意図している。

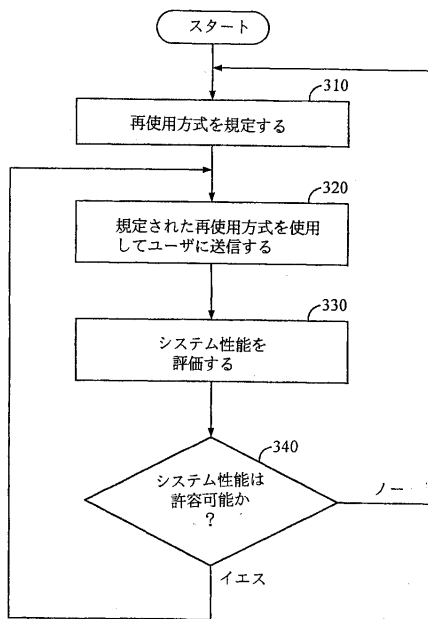
【図1】



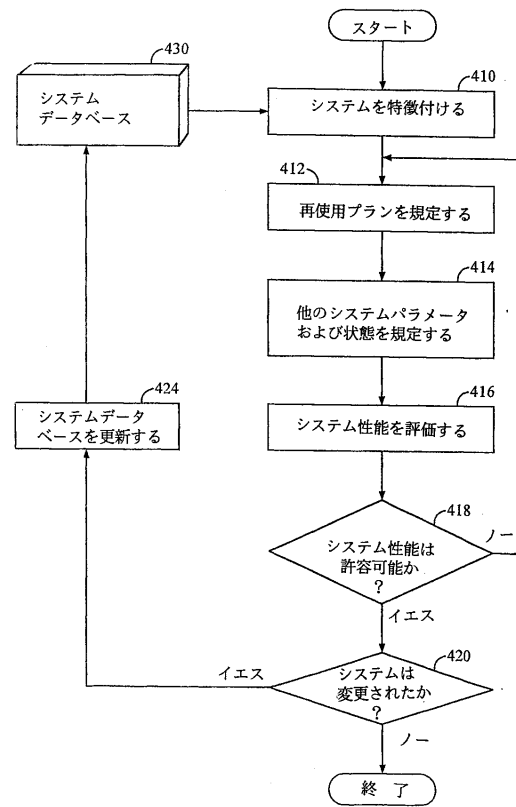
【図2】



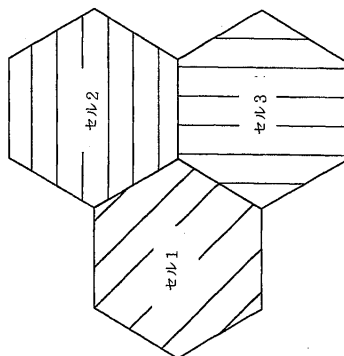
【図 3】



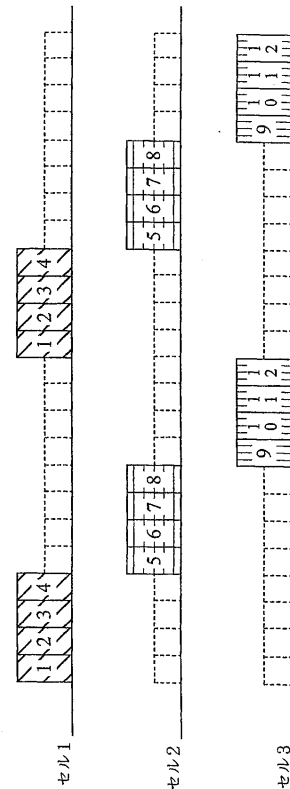
【図 4】



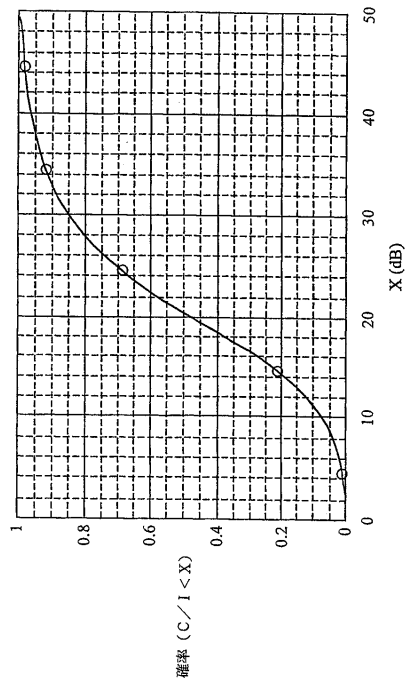
【図 5】



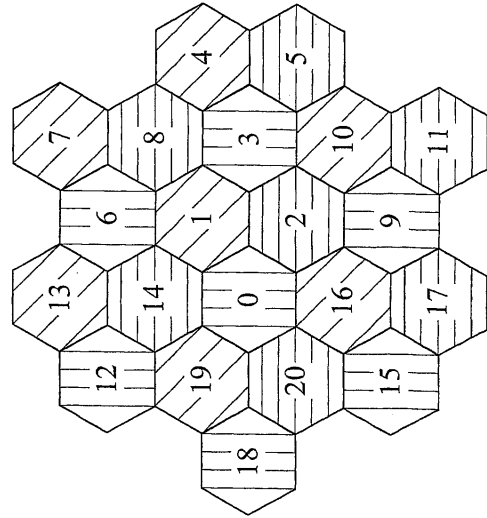
【図 6】



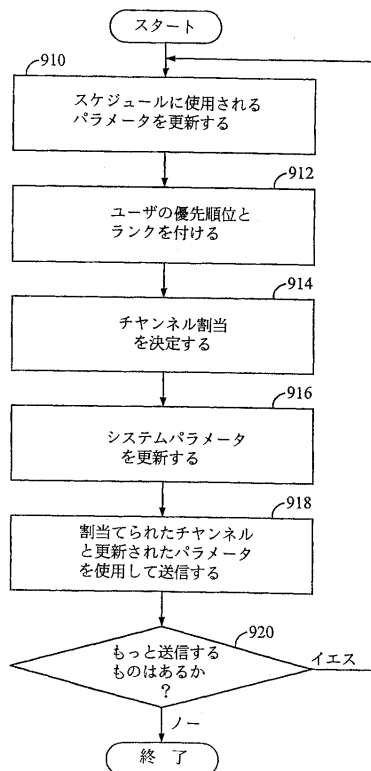
【図 7】



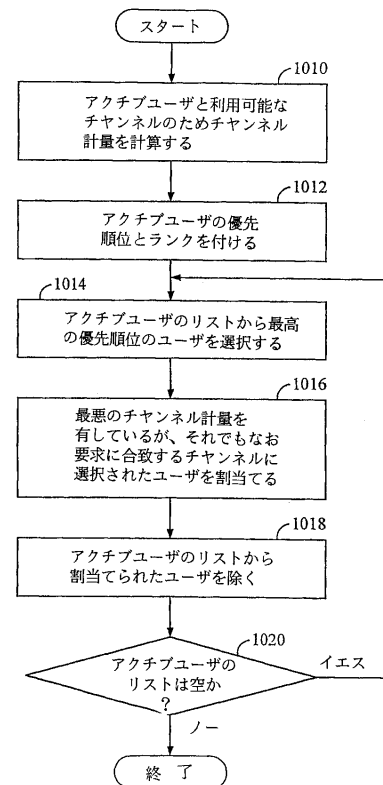
【図 8】



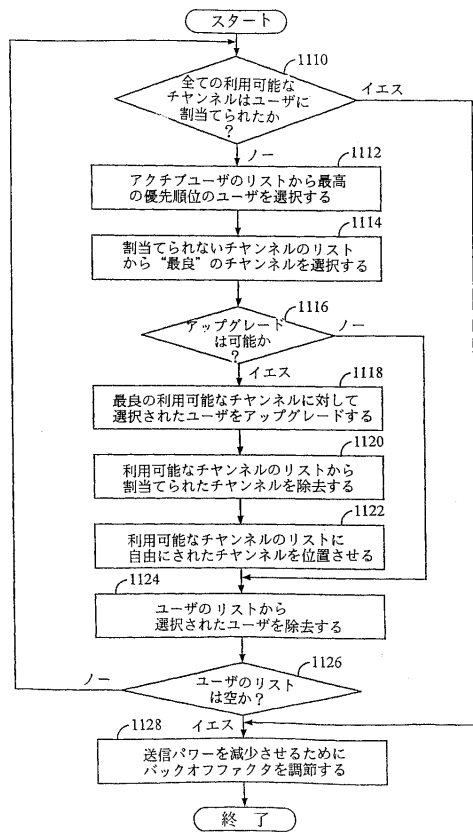
【図 9】



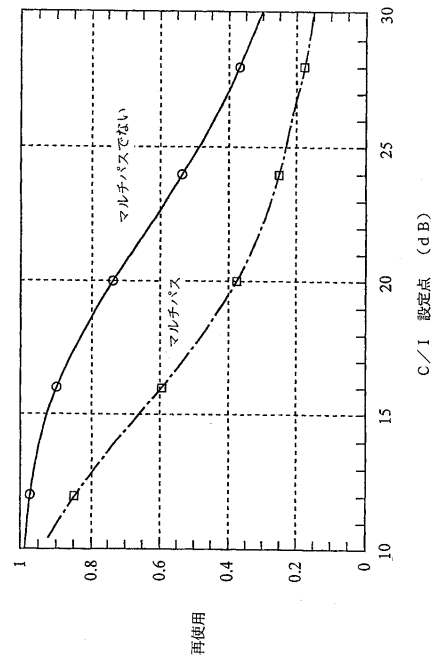
【図 10】



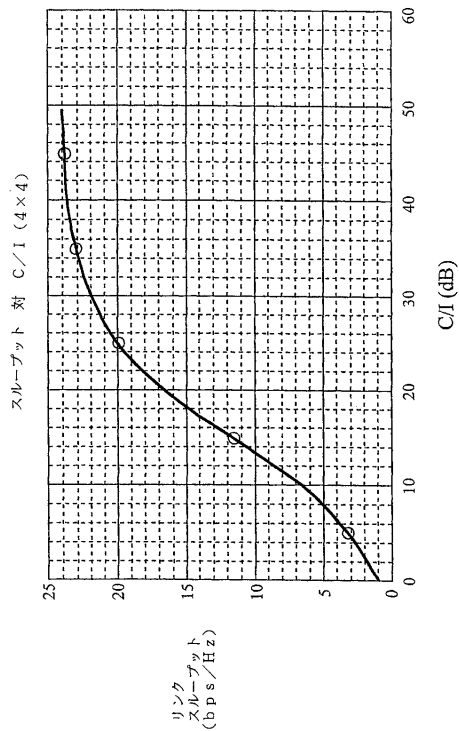
【図 1 1】



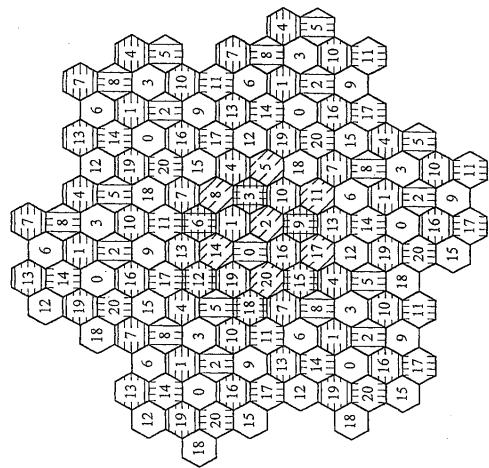
【図 1 2】



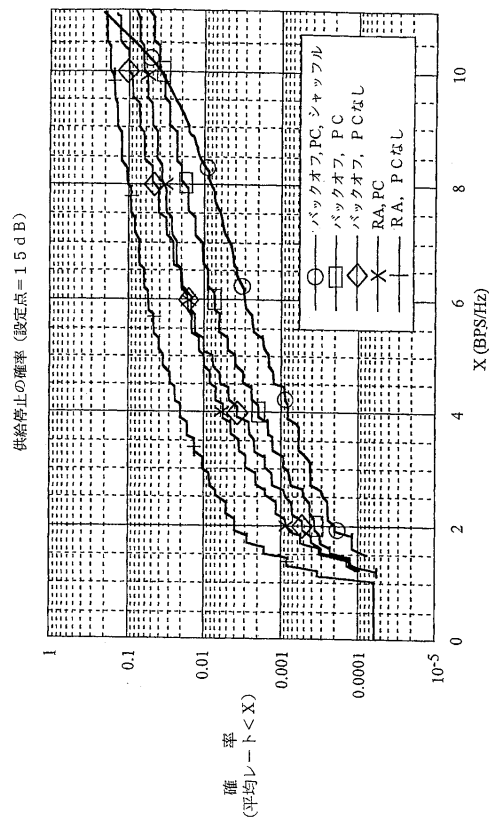
【図 1 3 A】



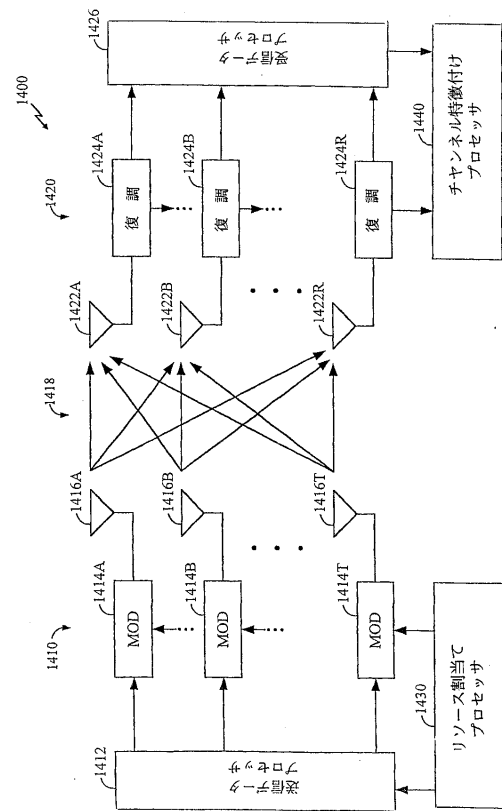
【図 1 3 B】



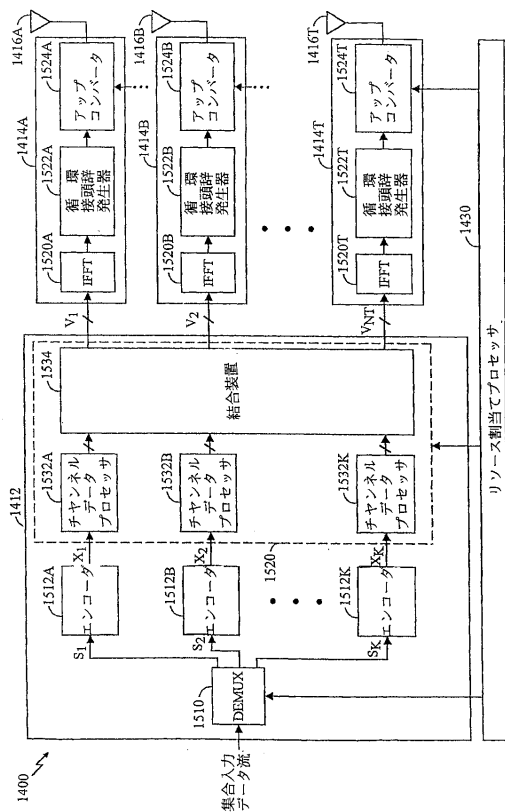
【図 13 C】



【図 14】



【図 15】



【手続補正書】

【提出日】平成23年5月6日(2011.5.6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線システムにおいて複数の送信機を動作する方法において、
利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、
通信システムに対する複数のセルを含む再使用パターンを規定し、
再使用パターンにおける各セルに対する 1 以上の特性を決定し、
少なくとも部分的にセルの決定された 1 以上の特性に基づいて再使用パターン中の各セルに 1 組のチャンネルを割当て、
通信システムの変化を反映するために決定および割当てを反復する無線通信システムにおける複数の送信機の動作方法。

【請求項 2】

再使用パターン中の各セルはフルパワーレベルで送信するためのそれぞれのセットのチャンネルを割当てられる請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

再使用パターン中の各セルはフルパワーレベルで送信するのに利用可能な 1 以上のチャンネルと、減少されたパワーレベルで送信するのに利用可能な 1 以上のチャンネルを含んでいるそれぞれのセットのチャンネルを割当てられる請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

セルに割当てられたチャンネルのセットは複数の利用可能なチャンネルと再使用パターン中のセルの数に部分的に基づいて決定される請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

セルに割当てられたチャンネルのセットはセルの評価されたロード状態に部分的に基づいて決定される請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

再使用パターン中の各セルは再使用パターン中の他のセルに割当てられたチャンネルに直交するそれぞれのチャンネルセットを割当てられる請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

特定のセルに割当てられた 1 以上のチャンネルは干渉を減少するために減少されたパワーで送信される請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

パワーの減少は規定されたステップで実行される請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】

特定のセルに割当てられた 1 以上のチャンネルは干渉を減少するため送信を一時的に禁止される請求項 1 記載の方法。

【請求項 10】

特定のセルは割当てられたチャンネルセットの容量によってサポートされない送信需要に対しては、割当てられていないチャンネルにおいて送信する請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルの評価された性能に基づいて選択される請求項 10 記載の方法。

【請求項 12】

割当てられていないチャンネルは近隣のセルにより選択されたチャンネルの占有の評価された確率に基づいて選択される請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】

割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルで実現可能な搬送波対干渉プラス雑音（C/I）に基づいて選択される請求項11記載の方法。

【請求項 14】

割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルに対する評価された供給停止確率に基づいて選択される請求項11記載の方法。

【請求項 15】

1以上のチャンネルは特定の時間間隔で特定のセルによる送信用に保留される請求項10記載の方法。

【請求項 16】

近隣のセルは特定の時間間隔で1以上の保留されたチャンネルで送信することを禁止される請求項15記載の方法。

【請求項 17】

各割当てられたチャンネルの送信パワーは割当てられたチャンネルが送信中であるときのパワーレベル範囲に限定される請求項1記載の方法。

【請求項 18】

決定および割当ては周期的に実行される請求項1記載の方法。

【請求項 19】

決定および割当ては通信システム中の変化の指示を受信したときに実行される請求項1記載の方法。

【請求項 20】

再使用パターンは3以上のセルを含んでいる請求項1記載の方法。

【請求項 21】

利用可能なシステムリソースは12以上のチャンネルに区分される請求項1記載の方法。

【請求項 22】

複数の受信機へのデータ送信に使用される再使用方式を規定し、規定された再使用方式は特定の再使用パターン、利用可能なシステムリソースの初期割当て、1組の動作パラメータを識別し、

規定された再使用方式にしたがって複数の受信機に送信し、

通信システムの性能を評価し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内であるか否かを決定し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内である場合には、再使用方式を再度規定することを含んでいる通信システムにおける複数の受信機へデータ送信を行う方法。

【請求項 23】

再使用方式の規定は、

通信システムの1以上のパラメータを特徴付け、

1以上の特徴付けされたパラメータに少なくとも部分的に基づいて再使用プランを規定し、その再使用プランは特定の再使用パターンに基づいて特定の再使用パターンと、初期セルの再使用レイアウトを識別する請求項22記載の方法。

【請求項 24】

特徴付けは通信システム中の複数の受信機に対する干渉特性の決定を含んでいる請求項23記載の方法。

【請求項 25】

1以上のパラメータは通信システムの変化を反映するために周期的に更新される請求項23記載の方法。

【請求項 26】

再使用方式の規定は、

利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、

1以上の特徴付けされたパラメータに少なくとも部分的に基づいてセルの再使用レイアウトの各セルに対して1組のチャンネルを割当てることをさらに含んでいる請求項23記

載の方法。

【請求項 27】

特徴付けは、各セルに割当てられたチャンネルセットの占有の予測される確率の決定を含んでいる請求項 26 記載の方法。

【請求項 28】

占有の予測される確率は特徴付けされていないチャンネルでは 1 に設定される請求項 27 記載の方法。

【請求項 29】

再使用方式の規定は、

チャンネルの各割当てられたセットに関連される 1 組のバックオフファクタの規定をさらに含んでいる請求項 26 記載の方法。

【請求項 30】

動作パラメータのセットはチャンネルの各割当てられたセットに対して 1 組のバックオフファクタを含んでいる請求項 26 記載の方法。

【請求項 31】

さらに、通信システムにおける変化の指示を受信し、

通信システム中の受信された変化の指示に応答して再使用方式を再度規定する請求項 2 記載の方法。

【請求項 32】

評価は、1 つの特定のセルに対して実効的なリンクマージン、フレーム消去レート (FER)、供給停止確率、または平均スループット、またはその組合わせの決定を含んでいる請求項 22 記載の方法。

【請求項 33】

複数の受信機へのデータ送信に使用される再使用方式を規定するデータを受信するように動作し、規定された再使用方式は特定の再使用パターン、利用可能なシステムリソースの初期割当て、および 1 組の動作パラメータを識別するリソース割当てプロセッサと、

入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流に区分し、規定された再使用方式にしたがって複数のチャンネルデータ流を処理するように動作するシステムデータプロセッサと、

システムデータプロセッサに結合され、複数の処理されたチャンネルデータ流を受信し、変調するように動作し、それによって複数のチャンネルにより複数の受信機へ送信される複数のデータ送信を有する 1 以上の変調された信号を発生する 1 以上の変調器と、

1 以上の変調器に結合され、1 以上の変調された信号を受信し送信するように動作する 1 以上のアンテナとを具備している通信システムの送信機。

【請求項 34】

リソース割当てプロセッサはさらに、

通信システムの性能を評価し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内であるか否かを決定し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内でない場合には、再使用方式を再度規定するように動作する請求項 33 記載の送信機。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0302

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0302】

当業者が本発明を実行または使用できるように好ましい実施形態の説明を行った。これらの実施形態の種々の変形は当業者に容易に明白であり、ここで規定されている一般原理は発明力を使用せずに他の実施形態で応用されてもよい。したがって、本発明はここで示された実施形態に限定されず、ここで説明した原理および優れた特徴と一貫して最も広

い技術的範囲に従うことを意図している。

以下に本件出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

- [1] 通信システムの 1 以上の特性を決定し、
利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、
少なくとも部分的に通信システムの決定された 1 以上の特性に基づいて複数のチャンネルの複数のバックオフファクタを規定し、各チャンネルはピーク送信パワーレベルからの減少を識別するそれぞれのバックオフファクタと関連され、各バックオフファクタはゼロから 1 の範囲であり、
少なくとも部分的に複数のバックオフファクタに基づいて決定されるパワーレベルで複数のチャンネルにより送信することを含んでいる通信システムの送信を制御する方法。
- [2] 利用可能なシステムリソースは複数の時分割多重化 (TDM) タイムスロットに区分され、複数のチャンネルは規定されたタイムスロットのセットに対応している [1] の方法。
- [3] 利用可能なシステムリソースは複数の周波数分割多元化 (FDM) チャンネルに区分される [1] の方法。
- [4] 複数のチャンネルは直交周波数分割多重化 (OFDM) の側波帯に対応している [3] の方法。
- [5] 利用可能なシステムリソースは複数のコード分割多元 (CDMA) チャンネルに区分される [1] の方法。
- [6] 通信システムの決定された 1 以上の特性は通信システム中の受信機の搬送波対雑音プラス干渉 (C/I) 特性を含んでいる [1] の方法。
- [7] 通信システムの決定された 1 以上の特性は通信システムに対するロード確率を含んでいる [1] の方法。
- [8] 複数のバックオフファクタは通信システムの 1 以上の決定された特性にほぼ一致するように規定されている [1] の方法。
- [9] 複数のバックオフファクタは通信システムの受信機の C/I 特性にほぼ一致するように規定されている [6] の方法。
- [10] 複数のバックオフファクタは要求される供給停止確率に部分的に基づいて規定されている [1] の方法。
- [11] 複数のバックオフファクタは複数のチャンネルに対して選択された 1 以上の設定点に部分的に基づいて規定されており、各設定点はデータ送信で必要とされる C/I に対応している [1] の方法。
- [12] 1 以上の設定点は要求される供給停止確率に部分的に基づいて決定される [11] の方法。
- [13] 1 以上の設定点は複数のチャンネルでのデータ送信の必要とされるデータ速度に部分的に基づいて決定される [11] の方法。
- [14] 複数の各チャンネルの必要とされる送信パワーレベルを評価し、
複数のチャンネルに対する評価された要求される送信パワーレベルに基づいて複数のバックオフファクタを調節するステップをさらに含んでいる [1] の方法。
- [15] 特定のチャンネルに対して要求される送信パワーレベルは特定のチャンネルのデータ送信の C/I 評価に基づいて評価される [14] の方法。
- [16] 特定のチャンネルに対して要求される送信パワーレベルは特定のチャンネルのデータ送信のデータ速度に基づいてさらに評価される [15] の方法。
- [17] 少なくとも 1 つのチャンネルは 1 のバックオフファクタに関連されフル送信パワーを表し、残りのチャンネルは 1 よりも小さいバックオフファクタに関連される [1] の方法。
- [18] 複数のバックオフファクタは通信システムの変化を反映するためにダイナミックに規定される [1] の方法。
- [19] 複数のバックオフファクタは通信システムの性能要求の変化を反映するためにダイナミックに規定される [18] の方法。

〔20〕 複数のバックオフファクタは通信システムの変化にほぼ一致するように適合可能に規定される〔1〕の方法。

〔21〕 複数のバックオフファクタは通信システムの受信機の特性的変化にほぼ一致するように適合可能に規定される〔20〕の方法。

〔22〕 複数のバックオフファクタは通信システムのロード状態の変化にほぼ一致するように適合可能に規定される〔20〕の方法。

〔23〕 1以上のバックオフファクタは測定された性能に基づいて調節される〔1〕の方法。

〔24〕 1以上のバックオフファクタは評価されたまたは測定されたC/Iに基づいて調節される〔23〕の方法。

〔25〕 1以上のバックオフファクタは測定されたフレーム消去レート(FER)に基づいて調節される〔23〕の方法。

〔26〕 1以上のバックオフファクタは評価された供給停止確率に基づいて調節される〔23〕の方法。

〔27〕 1以上のバックオフファクタは干渉を減少するために選択された時間インターバルに対して期間で減少される〔1〕の方法。

〔28〕 1以上のバックオフファクタは1以上の関連するチャンネルの干渉を消去するために選択された時間期間中でゼロに設定される〔1〕の方法。

〔29〕 特定のチャンネルのバックオフファクタは、その特定のチャンネルの性能が特定のしきい値よりも低下される場合にゼロに設定される〔1〕の方法。

〔30〕 特定のチャンネルのバックオフファクタは、フレーム消去レート(FER)が特定のFERしきい値を超える場合にはゼロに設定される〔29〕の方法。

〔31〕 特定のチャンネルのバックオフファクタは、特定のチャンネルの供給停止確率が特定の値を超える場合にはゼロに設定される〔29〕の方法。

〔32〕 通信システムに対して複数のセルを含む再使用パターンを規定し、再使用パターン中の各セルに対する1以上の特性を決定し、複数のチャンネルへ利用可能なシステムリソースを区分し、少なくとも部分的に決定された1以上の特性に基づいて再使用パターンの各セルに対する複数のチャンネルの複数のバックオフファクタを規定し、各セルの各チャンネルはピーク送信パワーレベルからの減少を識別するそれぞれのバックオフファクタと関連され、各バックオフファクタはゼロから1の範囲であり、

少なくとも部分的に関連するバックオフファクタに基づいて決定されるパワーレベルで複数のセルから複数のチャンネルにより送信するステップを含んでいる通信システムの送信を制御する方法。

〔33〕 再使用パターンの各セルのバックオフファクタは再使用パターンで近隣のセルからほぼスタガーに配列されている〔32〕の方法。

〔34〕 再使用パターンの各セルの複数のチャンネルに対する実効的なリンクマージンを評価し、

評価された実効的なリンクマージンに基づいて再使用パターンの各セルに対するバックオフファクタを再度規定するステップをさらに含んでいる〔32〕の方法。

〔35〕 1組の状態が満足されるまで、評価および再規定は反復的に実行される〔34〕の方法。

〔36〕 実効的なリンクマージンが特定のしきい値内になるまで評価および再規定は反復的に実行される〔34〕の方法。

〔37〕 特定のセルにおいて、特定のチャンネルに対するバックオフファクタを減少するために1以上の近隣のセルから1以上のリクエストを受信し、

1以上の受信されたリクエストにしたがって特定のチャンネルのバックオフファクタを減少するステップをさらに含んでいる〔32〕の方法。

〔38〕 特定のチャンネルに対するバックオフファクタは1以上の近隣のセルからのリクエストされた減少の最大値により減少される〔37〕の方法。

〔 3 9 〕 バックオフファクタは 1 以上のタイムスロットまたは 1 以上のチャンネル、または再使用パターン中の 1 以上のセルまたはその組合わせで与えられる〔 3 2 〕の方法。

〔 4 0 〕 利用可能なシステムリソースは複数の時分割多重化（TDM）タイムスロット、周波数分割多重化（FDM）チャンネル、または複数のコード分割多元化アクセス（CDMA）チャンネルに区分され、複数のチャンネルは規定されたセットの TDM タイムスロット、複数の FDM チャンネル、または複数の CDMA チャンネル、またはその組合わせに区分されている〔 3 2 〕の方法。

〔 4 1 〕 通信システムの決定された 1 以上の特性には通信システムの受信装置の搬送波対雑音プラス干渉（C/I）特性、または通信システムのロード確率、またはその両者が含まれている〔 3 2 〕の方法。

〔 4 2 〕 各セルに対する複数のバックオフファクタはセルの受信機の C/I 特性、複数のチャンネルで選択された 1 以上の設定点、要求される供給停止確率、またはその組合わせに部分的に基づいて規定される〔 3 2 〕の方法。

〔 4 3 〕 特定のセルの 1 以上のバックオフファクタは、測定されたフレーム消去レート（FER）、供給停止確率または C/I またはその組合わせに対応して測定または評価された性能に基づいて調節される〔 3 2 〕の方法。

〔 4 4 〕 特定のセルに対する 1 以上のバックオフファクタは、測定された C/I および設定点に関する量だけ調節される〔 3 2 〕の方法。

〔 4 5 〕 複数のセルに割当てられたバックオフファクタは同一チャンネル干渉を減少するために変更される〔 3 2 〕の方法。

〔 4 6 〕 複数のセルはそれぞれデータ送信が可能にされる時間インターバルのそれぞれのセットを指定される〔 3 2 〕の方法。

〔 4 7 〕 バックオフファクタはセクタ化されたセル中のセクタに関連されている〔 3 2 〕の方法。

〔 4 8 〕 無線システムにおいて複数の送信機を動作する方法において、
利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、
通信システムに対する複数のセルを含む再使用パターンを規定し、
再使用パターンにおける各セルに対する 1 以上の特性を決定し、
少なくとも部分的にセルの決定された 1 以上の特性に基づいて再使用パターン中の各セルに 1 組のチャンネルを割当て、

通信システムの変化を反映するために決定および割当てを反復する無線通信システムにおける複数の送信機の動作方法。

〔 4 9 〕 再使用パターン中の各セルはフルパワーレベルで送信するためのそれぞれのセットのチャンネルを割当てられる〔 4 8 〕の方法。

〔 5 0 〕 再使用パターン中の各セルはフルパワーレベルで送信するのに利用可能な 1 以上のチャンネルと、減少されたパワーレベルで送信するのに利用可能な 1 以上のチャンネルを含んでいるそれぞれのセットのチャンネルを割当てられる〔 4 8 〕の方法。

〔 5 1 〕 セルに割当てられたチャンネルのセットは複数の利用可能なチャンネルと再使用パターン中のセルの数に部分的に基づいて決定される〔 4 8 〕の方法。

〔 5 2 〕 セルに割当てられたチャンネルのセットはセルの評価されたロード状態に部分的に基づいて決定される〔 4 8 〕の方法。

〔 5 3 〕 再使用パターン中の各セルは再使用パターン中の他のセルに割当てられたチャンネルに直交するそれぞれのチャンネルセットを割当てられる〔 4 8 〕の方法。

〔 5 4 〕 特定のセルに割当てられた 1 以上のチャンネルは干渉を減少するために減少されたパワーで送信される〔 4 8 〕の方法。

〔 5 5 〕 パワーの減少は規定されたステップで実行される〔 5 4 〕の方法。

〔 5 6 〕 特定のセルに割当てられた 1 以上のチャンネルは干渉を減少するため送信を一時的に禁止される〔 4 8 〕の方法。

〔 5 7 〕 特定のセルは割当てられたチャンネルセットの容量によってサポートされ

ない送信需要に対しては、割当てられていないチャンネルにおいて送信する〔４８〕の方法。

〔５８〕 割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルの評価された性能に基づいて選択される〔５７〕の方法。

〔５９〕 割当てられていないチャンネルは近隣のセルにより選択されたチャンネルの占有の評価された確率に基づいて選択される〔５８〕の方法。

〔６０〕 割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルで実現可能な搬送波対干渉プラス雑音（ C/I ）に基づいて選択される〔５８〕の方法。

〔６１〕 割当てられていないチャンネルは選択されたチャンネルに対する評価された供給停止確率に基づいて選択される〔５８〕の方法。

〔６２〕 １以上のチャンネルは特定の時間間隔で特定のセルによる送信用に保留される〔５７〕の方法。

〔６３〕 近隣のセルは特定の時間間隔で１以上の保留されたチャンネルで送信することを禁止される〔６２〕の方法。

〔６４〕 各割当てられたチャンネルの送信パワーは割当てられたチャンネルが送信中であるときのパワーレベル範囲に限定される〔４８〕の方法。

〔６５〕 決定および割当ては周期的に実行される〔４８〕の方法。

〔６６〕 決定および割当ては通信システム中の変化の指示を受信したときに実行される〔４８〕の方法。

〔６７〕 再使用パターンは３以上のセルを含んでいる〔４８〕の方法。

〔６８〕 利用可能なシステムリソースは１２以上のチャンネルに区分される〔４８〕の方法。

〔６９〕 複数の受信機へのデータ送信に使用される再使用方式を規定し、規定された再使用方式は特定の再使用パターン、利用可能なシステムリソースの初期割当て、１組の動作パラメータを識別し、

規定された再使用方式にしたがって複数の受信機に送信し、

通信システムの性能を評価し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内であるか否かを決定し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内である場合には、再使用方式を再度規定することを含んでいる通信システムにおける複数の受信機へデータ送信を行う方法。

〔７０〕 再使用方式の規定は、

通信システムの１以上のパラメータを特徴付け、

１以上の特徴付けされたパラメータに少なくとも部分的に基づいて再使用プランを規定し、その再使用プランは特定の再使用パターンに基づいて特定の再使用パターンと、初期セルの再使用レイアウトを識別する〔６９〕の方法。

〔７１〕 特徴付けは通信システム中の複数の受信機に対する干渉特性の決定を含んでいる〔７０〕の方法。

〔７２〕 １以上のパラメータは通信システムの変化を反映するために周期的に更新される〔７０〕の方法。

〔７３〕 再使用方式の規定は、

利用可能なシステムリソースを複数のチャンネルに区分し、

１以上の特徴付けされたパラメータに少なくとも部分的に基づいてセルの再使用レイアウトの各セルに対して１組のチャンネルを割当ててをさらに含んでいる〔７０〕の方法。

〔７４〕 特徴付けは、各セルに割当てられたチャンネルセットの占有の予測される確率の決定を含んでいる〔７３〕の方法。

〔７５〕 占有の予測される確率は特徴付けされていないチャンネルでは１に設定される〔７４〕の方法。

〔７６〕 再使用方式の規定は、

チャンネルの各割当てられたセットに関連される１組のバックオフファクタの規定をさ

らに含んでいる〔73〕の方法。

〔77〕 動作パラメータのセットはチャンネルの各割当てられたセットに対して1組のバックオフファクタを含んでいる〔73〕の方法。

〔78〕 さらに、通信システムにおける変化の指示を受信し、
通信システム中の受信された変化の指示に応答して再使用方式を再度規定する〔69〕の方法。

〔79〕 評価は、1つの特定のセルに対して実効的なリンクマージン、フレーム消去レート（FER）、供給停止確率、または平均スループット、
またはその組み合わせの決定を含んでいる〔69〕の方法。

〔80〕 データ送信のスケジュールに使用される第1のセットのパラメータを更新し、

データ送信の優先順位を決定し、

データ送信の優先順位に少なくとも部分的に基づいてそれぞれの利用可能なチャンネルへデータ送信を割当て、

データ送信の送信に使用される第2のセットのパラメータを更新し、

更新されたパラメータの第2のセットを使用して割当てられたチャンネルで複数の受信装置に送信する通信装置の複数の受信機へのデータ送信方法。

〔81〕 第1のセットのパラメータは、チャンネル占有確率、ロード確率、受信機の搬送波対干渉プラス雑音（C/I）、またはバックオフファクタ、またはその組み合わせである〔80〕の方法。

〔82〕 優先順位の決定は、更新された第1のセットのパラメータを使用して各受信機の利用可能なチャンネルのチャンネル計量を計算する動作を含んでいる〔80〕の方法。

〔83〕 チャンネル計量は累積スループットに関するものである〔82〕の方法。

〔84〕 累積スループットは実現可能な、または実際のデータ速度に基づいて決定される〔83〕の方法。

〔85〕 累算スループットは特定の時間インターバルにわたって実現可能な、または実際のデータ速度のスライディング平均として決定される〔83〕の方法。

〔86〕 チャンネル計量は供給停止確率に関するものである〔82〕の方法。

〔87〕 チャンネル計量は予測された実現可能な搬送波対干渉プラス雑音（C/I）に関するものである〔82〕の方法。

〔88〕 チャンネル計量は干渉ソースからの予測された干渉を示す干渉制限マトリックスを反映したものである〔82〕の方法。

〔89〕 優先順位の決定はさらに、計算されたチャンネル計量に部分的に基づいたデータ送信への優先順位の割当てを含んでいる〔82〕の方法。

〔90〕 優先順位の決定はさらに、データ送信により受ける遅延に少なくとも部分的に基づいて特定のデータ送信の優先順位をアップグレードさせる〔89〕の方法。

〔91〕 それぞれの利用可能なチャンネルへのデータ送信の割当ては、データ送信の割当てられた優先順位と、計算されたチャンネル計量に部分的に基づいて行われる〔89〕の方法。

〔92〕 適切な低い優先順位のデータ送信は利用可能なチャンネルに割当てられ、最高の優先順位のデータ送信でスタートする〔91〕の方法。

〔93〕 適切な小さいロードのデータ送信は利用可能なチャンネルに割当てられ、最高のロードデータ送信でスタートする〔91〕の方法。

〔94〕 さらに、1以上のデータ送信の性能を測定し、
測定された性能に基づいて1以上のデータ送信の送信パワーレベルを調節する〔80〕の方法。

〔95〕 1以上のデータ送信のための送信パワーレベルは1以上のデータ送信の測定フレーム消去レート（FER）に基づいて調節される〔94〕の方法。

〔96〕 さらに、特定のデータ送信で必要とされる送信パワーを評価し、

評価された必要とされる送信パワーに少なくとも部分的に基づいて特定のデータ送信のデータ速度を調節する〔80〕の方法。

〔97〕 割当てはデータ送信のデータ速度をほぼ等しくするように行われる〔80〕の方法。

〔98〕 等しくされたデータ速度は2以上のチャンネルを低いデータ速度で送信されたデータ送信に割当てることにより行われる〔97〕の方法。

〔99〕 複数のチャンネルにより通信システムの複数の受信機へデータ送信を行う方法において、

各受信機に対する複数のチャンネルのチャンネル計量を計算し、

データ送信の優先順位を決定し、

データ送信の優先順位と、計算されたチャンネル計量に基づいて複数のチャンネルへデータ送信を割当て、その割当ては、

最高の優先順位を有するデータ送信を選択し、

好ましくないが要求を満たしているチャンネル計量を有するチャンネルへ選択されたデータ送信を割当て、

優先順位を下る順序で残りのデータ送信を利用可能なチャンネルに連続的に割当てることを含んでおり、

割当てられたチャンネルで複数の受信機へ送信する送信方法。

〔100〕 さらに、好ましいチャンネル形状を有する利用可能なチャンネルへ1以上のデータ送信をアップグレードする〔99〕の方法。

〔101〕 アップグレードはさらに、

最高の優先順位を有するデータ送信を選択し、

利用可能なチャンネルのリストから最も好ましいチャンネル計量を有するチャンネルを選択し、

選択されたチャンネルに関連するチャンネル計量がもとの割当てられたチャンネルに関するチャンネル計量よりも好ましいならば、選択されたデータ送信を選択されたチャンネルに再度割当て〔100〕の方法。

〔102〕 複数のチャンネルで通信システムの複数の受信機へデータ送信を行う方法において、

複数のチャンネルに対する複数のバックオフファクタを規定し、バックオフファクタはそれぞれのチャンネルに対してピーク送信パワーレベルからの減少を識別し、

データ送信を複数のチャンネルに割当て、

データ送信で要求される送信パワーレベルを決定し、

決定された要求される送信パワーレベルにしたがって複数のバックオフファクタを調節し、

複数の調節されたバックオフファクタにしたがって複数のチャンネルでデータ送信を実行するデータ送信方法。

〔103〕 複数のバックオフファクタの調節は送信の前に行われる〔102〕の方法。

〔104〕 1以上のデータ送信の性能を測定し、

測定された性能に基づいて1以上のデータ送信のための送信パワーレベルを調節する〔102〕の方法。

〔105〕 複数のチャンネルへのデータ送信の割当ては、データ送信の優先順位に部分的に基づいて行われる〔102〕の方法。

〔106〕 さらに、複数のバックオフファクタに少なくとも部分的に基づいてデータ送信のチャンネル計量を計算し、

複数のチャンネルへのデータ送信の割当ては計算されたチャンネル計量に部分的に基づいて行われる〔102〕の方法。

〔107〕 さらに、データ送信の優先順位を決定し、

複数のチャンネルへのデータ送信の割当てはデータ送信の優先順位に部分的に基づいて

行われる〔102〕の方法。

〔108〕 データ送信の優先順位は得られたC/Iに関する〔107〕の方法。

〔109〕 データ送信の優先順位は実現可能な、または実際の累積スループットに関する〔107〕の方法。

〔110〕 高い優先順位を有するデータ送信は割当てにおいて早期のものであると考慮される〔107〕の方法。

〔111〕 さらに、1以上のパラメータに基づいて特定のデータ送信の優先順位をアップグレードする〔107〕の方法。

〔112〕 バックオフファクタは通信システムの1以上の特性にしたがって規定される〔102〕の方法。

〔113〕 入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流に区分し、それら複数のチャンネルデータ流を処理するように動作するシステムデータプロセッサと、前記システムデータプロセッサに結合され、複数の処理されたチャンネルデータ流を受信し、変調して1以上の変調された信号を発生する1以上の変調器と、

前記1以上の変調器に結合され、1以上の変調された信号を受信し送信するように動作する1以上のアンテナとを具備し、

前記1以上の信号は複数のチャンネルにより複数の受信機へ送信される複数のデータ送信を含み、各チャンネルがピーク送信パワーレベルからの減少を識別するゼロから1の範囲のそれぞれのバックオフファクタに関連されている通信システムの送信機。

〔114〕 複数のチャンネルのバックオフファクタはC/I特性または通信システムのロードに基づいて決定される〔113〕の送信機。

〔115〕 1以上の変調器は直交周波数分割多重（OFDM）変調を実行するように動作する〔113〕の送信機。

〔116〕 複数の受信機へのデータ送信に使用される再使用方式を規定するデータを受信するように動作し、規定された再使用方式は特定の再使用パターン、利用可能なシステムリソースの初期割当て、および1組の動作パラメータを識別するリソース割当てプロセッサと、

入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流に区分し、規定された再使用方式にしたがって複数のチャンネルデータ流を処理するように動作するシステムデータプロセッサと、

システムデータプロセッサに結合され、複数の処理されたチャンネルデータ流を受信し、変調するように動作し、それによって複数のチャンネルにより複数の受信機へ送信される複数のデータ送信を有する1以上の変調された信号を発生する1以上の変調器と、

1以上の変調器に結合され、1以上の変調された信号を受信し送信するように動作する1以上のアンテナとを具備している通信システムの送信機。

〔117〕 リソース割当てプロセッサはさらに、

通信システムの性能を評価し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内であるか否かを決定し、

評価されたシステム性能が特定のしきい値内でない場合には、再使用方式を再度規定するように動作する〔116〕の送信機。

〔118〕 データ送信のスケジュールに使用される第1のセットのパラメータを受信するように動作するリソース割当てプロセッサと、

リソース割当てプロセッサに結合され、入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流に区分し、第1のセットのパラメータにしたがって複数のチャンネルデータ流を処理するように動作し、それら複数のチャンネルデータ流が優先順位を付けられ、データ流の優先順位に少なくとも部分的に基づいて複数のチャンネルに割当てられるように構成されているシステムデータプロセッサと、

システムデータプロセッサに結合され、第2のセットのパラメータにしたがって複数の処理されたチャンネルデータ流を受信し、変調するように動作し、それによって複数のチャンネルで複数の受信機へ送信される複数のデータ送信を有する1以上の変調された信号

を発生し、第2のセットのパラメータは複数のチャンネルに対する1組のバックオフファクタを含んでいる1以上の変調器と、

1以上の変調器に結合され、1以上の変調された信号を受信し、送信するように動作する1以上のアンテナとを具備する通信システムの送信機。

[119] システムデータプロセッサと、

システムデータプロセッサに結合する1以上の変調器と、

1以上の変調器に結合され、1以上の変調された信号を受信し送信するように動作する1以上のアンテナとを具備し、

前記システムデータプロセッサは、入力データ流を受信し、それを複数のチャンネルデータ流へ区分し、

複数のチャンネルデータ流を処理し、

処理されたチャンネルデータ流を複数のチャンネルに割当て、

前記1以上の変調器は、複数の処理されたチャンネルデータ流を受信して変調し、複数のチャンネルにより送信される複数のデータ送信を含む1以上の変調された信号を発生し、

複数のチャンネルにおけるパワー制限に少なくとも部分的に基づいて複数のデータ送信の送信パワーレベルを決定し、

決定された送信パワーレベルにしたがって複数のチャンネルに関するパワーレベルを調節する通信システムの送信機。

[120] 1以上の変調された信号を受信するように動作する1以上のアンテナと

前記1以上のアンテナに結合され、1以上の変調された信号を受信し、それを1以上の復調されたシンボル流を発生するように復調するように動作する1以上の復調器と、

前記1以上の復調器に結合され、1以上の復調されたシンボル流を受信し、それを出力データを発生するように処理するように動作するデータプロセッサとを具備し、

前記1以上の変調された信号は、

入力データ流を複数のチャンネルデータ流に区分し、

複数のチャンネルデータ流を処理し、変調して、複数のチャンネルにより送信される複数のデータ送信を含む1以上の変調された信号を発生し、

複数のチャンネルに関連される1組のバックオフファクタにしたがって複数のデータ送信のパワーレベルを調節し、各バックオフファクタはピーク送信パワーレベルから減少を識別することによって発生され送信される通信システムの受信機。

フロントページの続き

- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (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 100158805
弁理士 井関 守三
- (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
- (72)発明者 ジャイ・アール・ウォルトン
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 01886 ウェストフォード、レッジウッド・ドライブ
7
- (72)発明者 マーク・ウォレス
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 01730 ベッドフォード、マデル・レーン 4
- (72)発明者 ジャック・ホルツマン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92130 サン・ディエゴ、カミニト・パウティゾ 12
970
- (72)発明者 フランクリン・ピー・アントニオ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92014 デル・マー、コルドバ・コーブ 2765
- Fターム(参考) 5K028 HH00
5K067 AA21 BB04 BB21 DD27 EE02 EE10 EE16 FF02 FF32 GG08
HH22

【外国語明細書】
2011182425000001.pdf