

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4541210号
(P4541210)

(45) 発行日 平成22年9月8日(2010.9.8)

(24) 登録日 平成22年7月2日(2010.7.2)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4J	11/00	(2006.01)	HO4J	11/00	Z
HO4B	7/12	(2006.01)	HO4B	7/12	
HO4J	1/02	(2006.01)	HO4J	1/02	
HO4W	72/04	(2009.01)	HO4Q	7/00	542

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-101370 (P2005-101370)	(73) 特許権者	000208891
(22) 出願日	平成17年3月31日(2005.3.31)		KDDI株式会社
(65) 公開番号	特開2006-287344 (P2006-287344A)		東京都新宿区西新宿二丁目3番2号
(43) 公開日	平成18年10月19日(2006.10.19)	(74) 代理人	100106909
審査請求日	平成19年9月5日(2007.9.5)		弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(72) 発明者	古館 政人
			埼玉県上福岡市大原2丁目1番15号 株
			式会社KDDI研究所内
		(72) 発明者	石川 博康
			埼玉県上福岡市大原2丁目1番15号 株
			式会社KDDI研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチキャリア無線通信装置およびそのサブキャリア割り当て方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周波数の異なる複数のサブキャリアを利用して複数のユーザを周波数軸上で多重化する周波数分割多元接続方式のマルチキャリア無線通信装置であって、

前記ユーザと前記サブキャリアの組ごとの回線品質情報に基づき、前記組ごとの送信可能ビット数を算出する送信可能ビット数算出手段と、

前記組ごとの送信可能ビット数に基づき、前記サブキャリアごとの送信可能な平均ビット数を算出する平均ビット数算出手段と、

前記算出された送信可能ビット数および平均ビット数を記憶する管理テーブルと、

前記管理テーブルに基づき、前記ユーザに対する前記サブキャリアの割り当てを行うサブキャリア割り当て手段とを備え、

前記サブキャリア割り当て手段は、割り当て対象ユーザに関し、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアから割り当ててゆき、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアが複数あった場合に平均ビット数が小さい方のサブキャリアを割り当てる制御をする、

ことを特徴とするマルチキャリア無線通信装置。

【請求項2】

前記管理テーブルは、前記ユーザごとの利用可能な最大サブキャリア数を記憶し、

前記サブキャリア割り当て手段は、前記ユーザごとの利用可能な最大サブキャリア数に応じて、サブキャリアの割り当てを制御する、

ことを特徴とする請求項1に記載のマルチキャリア無線通信装置。

【請求項 3】

前記サブキャリア割り当て手段は、割り当て対象ユーザに割り当てるサブキャリアの送信可能ビット数の合計が該割り当て対象ユーザから要求された所要伝送レートに相当する所要ビット数を満たすように、サブキャリアの割り当てを制御する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマルチキャリア無線通信装置。

【請求項 4】

一ユーザに対し連続して割り当て可能なサブキャリア数である最大連続割り当て数を設定可能であり、

前記サブキャリア割り当て手段は、前記最大連続割り当て数に基づき、同一ユーザに対するサブキャリアの割り当てを制御する、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの項に記載のマルチキャリア無線通信装置。

【請求項 5】

前記サブキャリア割り当て手段は、固定的な伝送レートを必要とするユーザから先にサブキャリアの割り当てを行うことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかの項に記載のマルチキャリア無線通信装置。

【請求項 6】

固定的な伝送レートを必要とするユーザの接続数を設定可能であり、

前記サブキャリア割り当て手段は、前記接続数に基づき、サブキャリアの割り当てを制御する、

ことを特徴とする請求項 5 に記載のマルチキャリア無線通信装置。

【請求項 7】

前記送信可能ビット数に基づき、前記ユーザごとの最大送信ビット数を算出する最大送信ビット数算出手段を備え、

前記管理テーブルは、前記ユーザごとの最大送信ビット数を記憶し、

前記サブキャリア割り当て手段は、前記ユーザごとに該最大送信ビット数と所要伝送レートに相当する所要ビット数を比較し、この比較結果に応じてサブキャリアの割り当てを制御する、

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかの項に記載のマルチキャリア無線通信装置。

【請求項 8】

前記送信可能ビット数に基づき、前記ユーザごとの最大送信ビット数を算出する最大送信ビット数算出手段を備え、

前記管理テーブルは、前記ユーザごとの最大送信ビット数を記憶し、

前記サブキャリア割り当て手段は、前記ユーザごとの最大送信ビット数に応じて、サブキャリアを割り当てるユーザの順序を定める、

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかの項に記載のマルチキャリア無線通信装置。

【請求項 9】

周波数の異なる複数のサブキャリアを利用して複数のユーザを周波数軸上で多重化する周波数分割多元接続方式のマルチキャリア無線通信装置におけるサブキャリア割り当て方法であって、

前記ユーザと前記サブキャリアの組ごとの回線品質情報に基づき、前記組ごとの送信可能ビット数を算出する過程と、

前記組ごとの送信可能ビット数に基づき、前記サブキャリアごとの送信可能な平均ビット数を算出する過程と、

前記算出された送信可能ビット数および平均ビット数を管理テーブルに記憶する過程と、

前記管理テーブルに基づき、前記ユーザに対する前記サブキャリアの割り当てを行うサブキャリア割り当て過程とを有し、

10

20

30

40

50

前記サブキャリア割り当て過程において、割り当て対象ユーザに関し、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアから割り当ててゆき、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアが複数あった場合に平均ビット数が小さい方のサブキャリアを割り当てて制御をする、

ことを特徴とするサブキャリア割り当て方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチキャリアを利用して複数のユーザを周波数軸上で多重化する周波数分割多元接続 (Frequency Division Multiple Access : F D M A) 方式のマルチキャリア無線通信装置およびそのサブキャリア割り当て方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、マルチキャリア変調方式の1種である直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : O F D M) 方式を用い、各サブキャリアにユーザを割り当てることにより多元接続を実現する直交周波数分割多元接続 (Orthogonal Frequency Division Multiple Access : O F D M A) 方式が知られている (例えば、特許文献1参照)。O F D M A 方式では、ユーザ毎に異なる無線伝搬環境に応じて適応的な制御を行うことにより、通信特性の向上が可能である。

【0003】

20

O F D M 方式では、周波数の異なる複数のサブキャリアを利用して情報を送受信する。マルチパスフェージング環境においては、各サブキャリアの通信品質が異なるため、各サブキャリアに対して最適な変調多値数や符号化率を用いるように制御することで、より効率的な通信を行うことができる。さらに、O F D M A 方式では、サブキャリア毎の通信品質の違いに加え、ユーザ間の通信品質の差を利用して、サブキャリアの割り当てを適応的に行うことにより、一層の通信特性の向上を図ることが可能となる。

【0004】

特許文献1記載の従来技術では、ビットが誤る可能性に応じて、サブキャリアの使用権を割り当てている。さらに固定的な伝送レートを必要とする音声通信等や、非固定的な伝送レートでよいパケット通信等といった、特徴の異なる通信サービスが混在するシステムの場合、固定的な伝送レートを必要とするユーザの数を制限し、制限範囲内ならば固定的な伝送レートを必要とするユーザから先にサブキャリアを割り当てている。

30

【特許文献1】特開2003-18117号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上述した従来技術では、適応変調を適用する場合、ビットが誤る可能性の低いサブキャリアを優先することは必ずしも効率的であるとは言えない。また、ユーザ数の制限によって、固定的な伝送レートのユーザに対するサブキャリア割り当ての優先制御を行うので、例えば、固定的な伝送レートのユーザが通信品質の悪いエリアにいた場合であっても、そのユーザに数多くのサブキャリアが割り当てられて、システム全体の周波数利用効率が低下する恐れがある。

40

【0006】

本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、周波数利用効率の向上とともにマルチキャリア無線通信システムの容量の拡大化に寄与することのできるマルチキャリア無線通信装置およびそのサブキャリア割り当て方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するために、本発明に係るマルチキャリア無線通信装置は、周波数の異なる複数のサブキャリアを利用して複数のユーザを周波数軸上で多重化する周波数分割

50

多元接続方式のマルチキャリア無線通信装置であって、前記ユーザと前記サブキャリアの組ごとの回線品質情報に基づき、前記組ごとの送信可能ビット数を算出する送信可能ビット数算出手段と、前記組ごとの送信可能ビット数に基づき、前記サブキャリアごとの送信可能な平均ビット数を算出する平均ビット数算出手段と、前記算出された送信可能ビット数および平均ビット数を記憶する管理テーブルと、前記管理テーブルに基づき、前記ユーザに対する前記サブキャリアの割り当てを行うサブキャリア割り当て手段とを備え、前記サブキャリア割り当て手段は、割り当て対象ユーザに関し、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアから割り当ててゆき、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアが複数あった場合に平均ビット数が小さい方のサブキャリアを割り当てる制御をする、ことを特徴とする。

10

【0008】

本発明に係るマルチキャリア無線通信装置においては、前記管理テーブルは、前記ユーザごとの利用可能な最大サブキャリア数を記憶し、前記サブキャリア割り当て手段は、前記ユーザごとの利用可能な最大サブキャリア数に応じて、サブキャリアの割り当てを制御する、ことを特徴とする。

【0009】

本発明に係るマルチキャリア無線通信装置においては、前記サブキャリア割り当て手段は、割り当て対象ユーザに割り当てるサブキャリアの送信可能ビット数の合計が該割り当て対象ユーザから要求された所要伝送レートに相当する所要ビット数を満たすように、サブキャリアの割り当てを制御する、ことを特徴とする。

20

【0010】

本発明に係るマルチキャリア無線通信装置においては、一ユーザに対し連続して割り当て可能なサブキャリア数である最大連続割り当て数を設定可能であり、前記サブキャリア割り当て手段は、前記最大連続割り当て数に基づき、同一ユーザに対するサブキャリアの割り当てを制御する、ことを特徴とする。

【0011】

本発明に係るマルチキャリア無線通信装置においては、前記サブキャリア割り当て手段は、固定的な伝送レートを必要とするユーザから先にサブキャリアの割り当てを行うことを特徴とする。

【0012】

本発明に係るマルチキャリア無線通信装置においては、固定的な伝送レートを必要とするユーザの接続数を設定可能であり、前記サブキャリア割り当て手段は、前記接続数に基づき、サブキャリアの割り当てを制御する、ことを特徴とする。

30

【0013】

本発明に係るマルチキャリア無線通信装置においては、前記送信可能ビット数に基づき、前記ユーザごとの最大送信ビット数を算出する最大送信ビット数算出手段を備え、前記管理テーブルは、前記ユーザごとの最大送信ビット数を記憶し、前記サブキャリア割り当て手段は、前記ユーザごとに該最大送信ビット数と所要伝送レートに相当する所要ビット数を比較し、この比較結果に応じてサブキャリアの割り当てを制御する、ことを特徴とする。

40

【0014】

本発明に係るマルチキャリア無線通信装置においては、前記送信可能ビット数に基づき、前記ユーザごとの最大送信ビット数を算出する最大送信ビット数算出手段を備え、前記管理テーブルは、前記ユーザごとの最大送信ビット数を記憶し、前記サブキャリア割り当て手段は、前記ユーザごとの最大送信ビット数に応じて、サブキャリアを割り当てるユーザの順序を定める、ことを特徴とする。

【0015】

本発明に係るサブキャリア割り当て方法は、周波数の異なる複数のサブキャリアを利用して複数のユーザを周波数軸上で多重化する周波数分割多元接続方式のマルチキャリア無線通信装置におけるサブキャリア割り当て方法であって、前記ユーザと前記サブキャリア

50

の組ごとの回線品質情報に基づき、前記組ごとの送信可能ビット数を算出する過程と、前記組ごとの送信可能ビット数に基づき、前記サブキャリアごとの送信可能な平均ビット数を算出する過程と、前記算出された送信可能ビット数および平均ビット数を管理テーブルに記憶する過程と、前記管理テーブルに基づき、前記ユーザに対する前記サブキャリアの割り当てを行うサブキャリア割り当て過程とを有し、前記サブキャリア割り当て過程において、割り当て対象ユーザに関し、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアから割り当ててゆき、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアが複数あった場合に平均ビット数が小さい方のサブキャリアを割り当てる制御をする、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、周波数利用効率の向上とともにマルチキャリア無線通信システムの容量の拡大化に寄与することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図面を参照し、本発明の一実施形態について説明する。

図1、図2は、本発明の一実施形態に係るマルチキャリア無線通信装置の構成を示すブロック図である。図1には基地局における送信機1の構成、図2には移動局（ユーザ端末）における受信機2の構成が示されている。

【0018】

図1の送信機1において、サブキャリア変調符号化決定部100は、各ユーザ1、2、・・・、Nに対して、割り当てるサブキャリア、各サブキャリアの符号化率およびデータ変調方式を決定する。この決定結果を示す送信パラメータは、多重部104に出力される。

【0019】

符号化変調部101は、サブキャリア変調符号化決定部100による決定結果に従って、送信データの符号化およびデータ変調を行う。IFFT部102は、符号化変調部101出力後の信号に対して、周波数領域から時間領域に変換する逆高速フーリエ変換（IFFT）を行う。ガードインターバル挿入部103は、IFFT後の信号に対して、ガードインターバル信号を挿入する。多重部104は、ガードインターバル信号挿入後の信号に、サブキャリア変調符号化決定部100から入力される送信パラメータを制御用チャンネルに時分割多重する。多重部104出力後の信号は、無線機105に入力され、アップコンバージョン後にアンテナから無線送信される。

なお、サブキャリア変調符号化決定部100から出力される送信パラメータは、IFFT部102に入力し周波数分割多重してもよい。

【0020】

送信可能ビット数算出部106は、通信相手であるユーザ端末から受け取る変調符号化情報Dに基づき、各ユーザに関する各サブキャリアでの送信可能ビット数を算出する。ユーザ最大ビット数算出部107は、各ユーザに関する1シンボルで送信可能な最大送信ビット数を算出する。サブキャリア平均ビット数算出部108は、各サブキャリアでの送信可能な平均ビット数を算出する。最大割り当てサブキャリア数決定部109は、ユーザごとの利用可能な最大サブキャリア数を決定する。最大固定ユーザ数決定部110は、固定レートが必要なユーザを最大何ユーザまで割り当て可能かを示す、最大固定ユーザ数を決定する。最大連続割り当て数決定部111は、一ユーザに対し連続して割り当て可能なサブキャリア数である最大連続割り当て数を決定する。管理テーブル121は、ユーザごと及びサブキャリアごとに、サブキャリア割り当てに係る管理情報を記憶する。割り当て待ちユーザテーブル122は、ユーザごとに、連続して割り当てられたサブキャリア数を記憶する。

【0021】

図2の受信機2において、無線機200はアンテナを介して無線信号を受信し、ダウンコンバージョンする。ガードインターバル除去部201は、ダウンコンバージョン後の受

10

20

30

40

50

信信号からガードインターバル信号を除去する。分離部202は、ガードインターバル信号除去後の信号から制御用チャネルの送信パラメータを抽出する。この抽出結果の送信パラメータは、自分宛データ抽出部205およびデータ復調誤り訂正部207に出力される。

【0022】

FFT部203は、ガードインターバル信号除去後の信号に対して、時間領域から周波数領域に変換する高速フーリエ変換(FFT)を行う。伝搬路推定/補償部204は、周波数領域に変換後の信号に対して、無線伝搬路を推定し、伝搬路歪を補償する。なお、伝搬路推定および補償はFFTの前に行ってもよい。また、伝搬路歪を補償する対象のサブキャリアは自分に対して割り当てられたもののみでよい。この割り当てられたサブキャリアの情報、分離部202で抽出された送信パラメータから得ることができる。

10

なお、送信側から送られる送信パラメータが周波数分割多重されている場合は、FFT部203で分離するようにすればよい。

【0023】

自分宛データ抽出部205は、分離部202から受け取った送信パラメータに基づいて自分に対して割り当てられたサブキャリア、各サブキャリアの符号化率およびデータ変調方式を認識し、無線伝搬路の推定補償後の信号から自分宛のデータを抽出する。パラレル/シリアル変換部206は、その抽出された受信データをシリアルデータに変換する。データ復調誤り訂正部207は、分離部202から受け取った送信パラメータに基づいて自分に対して割り当てられたサブキャリア、各サブキャリアの符号化率およびデータ変調方式を認識し、パラレル/シリアル変換部206出力後の信号に対してデータ復調および誤り訂正を行い、受信データを出力する。

20

【0024】

回線品質算出部208は、データ復調誤り訂正部207の復調および誤り訂正の結果(例えばビット誤り率)および伝搬路推定/補償部204での伝搬路状態の推定結果に基づいて、今回のサブキャリアに関する回線品質を算出する。変調符号化情報算出部209は、その回線品質算出結果の情報に基づき、当該サブキャリアに最適な変調方式と符号化率を算出する。この算出結果である変調方式および符号化率の組み合わせ、並びに当該サブキャリアを示す変調符号化情報Dは、通信相手である基地局に制御用チャネルを用いて送信され、該基地局の送信機1に伝達される。

30

【0025】

なお、受信機2において、前のフレームで変調符号化情報Dにより送信側に通知した、各サブキャリアが用いるべき符号化率と変調方式を記憶するようにし、送信側からの送信パラメータには符号化率および変調方式の情報を省略するようにしてもよい。

【0026】

図1のサブキャリア変調符号化決定部100は、管理テーブル121に格納されている管理情報に基づいて、どのユーザに対してどのサブキャリアを割り当てるのかを決定する。さらに、各サブキャリアの符号化率および変調多値数を、受信側から通知された、各サブキャリアが用いるべき符号化率と変調方式の情報に基づき、複数の候補の中から選択し決定する。例えば、BPSK(Bi-Phase Shift Keying)、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM(16-positions Quadrature Amplitude Modulation)および64QAM(64-positions Quadrature Amplitude Modulation)などがその候補である。

40

【0027】

図5には、管理テーブル121の構成例が示されている。

送信可能ビット数算出部106は、通信相手であるユーザ端末から受け取った変調符号化情報Dに基づき、ユーザごとに、各サブキャリアでの送信可能ビット数を算出し、管理テーブル121に格納する。図6には、変調方式および符号化率の組み合わせと送信ビット数との対応関係の例が示されている。この例では、上記受信機2の回線品質算出部208は回線品質情報としてSINR(Signal to Interference and Noise power Ratio)を算出し、変調符号化情報算出部209はそのSINRから変調方式と符号化率を求める。

50

具体的には、図6に例示されるような変換テーブルを有し、SINRに対応する変調方式と符号化率を得る。送信可能ビット数算出部106は、図6に例示されるような変換テーブルを有し、変調符号化情報Dで示される変調方式および符号化率に対応する送信ビット数を得る。この送信ビット数は、変調符号化情報Dの送信元であるユーザに関する、当該変調符号化情報Dで示されるサブキャリアでの送信可能ビット数として、管理テーブル121に格納される。この結果、図5に示されるように、管理テーブル121には、ユーザごとに、各サブキャリアでの送信可能ビット数が格納されることになる。図5において、ユーザの番号とサブキャリア番号の組に対応する欄に格納されている値がその組の送信可能ビット数である。

【0028】

なお、本実施形態では、受信側から送信側へ変調符号化情報Dを通知しているが、受信側で送信ビット数を求めて送信側に通知するようにしてもよい。或いは、変調符号化情報算出部209を送信側に設け、受信側からは回線品質情報を送信側へ通知するようにしてもよい。

【0029】

ユーザ最大ビット数算出部107は、ユーザごとに、管理テーブル121中の送信可能ビット数を合計して最大送信ビット数を算出し、管理テーブル121に格納する。ここで、最大割り当てサブキャリア数決定部109によってユーザごとの利用可能な最大サブキャリア数が決定されている場合には、その最大サブキャリア数分のサブキャリアのみを合計対象とする。つまり、最大送信ビット数を算出するユーザに関し、送信可能ビット数の大きなサブキャリアから順番に最大サブキャリア数分までのサブキャリアを選択し、選択したサブキャリアでの送信可能ビット数を合計して当該ユーザの最大送信ビット数を算出する。なお、図5では最大サブキャリア数は考慮していない。

【0030】

サブキャリア平均ビット数算出部108は、サブキャリアごとに、管理テーブル121中の送信可能ビット数の平均値を算出し、平均ビット数として管理テーブル121に格納する。

【0031】

最大割り当てサブキャリア数決定部109には、ユーザの優先度などに基づいたユーザごとの利用可能な最大サブキャリア数が予め設定される。その設定値は任意の値でよい。最大固定ユーザ数決定部110には、システム状況や、例えば音声や動画通信といった各種通信サービスの優先度に応じた最大固定ユーザ数が予め設定される。その設定値は任意の値でよい。最大連続割り当て数決定部111には、システム設計の思想等に応じた最大連続割り当て数が予め設定される。その設定値は任意の値でよい。なお、最大サブキャリア数、最大固定ユーザ数および最大連続割り当て数は、適宜、システムの状況に応じて変更するようにしてもよい。

【0032】

次に、図3、図4を参照して、本実施形態に係るサブキャリア割り当て方法を説明する。図3、図4は、本実施形態に係るサブキャリア割り当て手順を示す処理フロー図である。以下、図7～図14に示される具体例を参照しながら説明する。

【0033】

ユーザからの通信要求については、制御用チャネル等により移動局（受信機2側）から基地局（送信機1側）に通知されている。

図3において、まず、ステップ301、302において、ユーザごとの各サブキャリアでの送信可能ビット数、ユーザごとの最大送信ビット数およびサブキャリアごとの平均ビット数が算出されて管理テーブル121に格納される。また、ユーザごとの最大サブキャリア数が管理テーブル121に格納される。この結果、図7に例示される管理テーブル121が作成される。この例では、ユーザ番号1～6の6ユーザが存在している。なお、図示される管理テーブル121において、ユーザの番号とサブキャリア番号の組に対応する欄に格納されている値がその組の送信可能ビット数である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

次いで、サブキャリア変調符号化決定部 1 0 0 は、固定的な伝送レートを必要とするユーザが存在するか確認し（ステップ 3 0 3）、存在するならば固定的な伝送レートが必要なユーザに対するサブキャリアの割り当て処理を起動する（ステップ 3 0 4）。一方、存在しなければ、ステップ 3 1 6 に進む。ここでは、固定的な伝送レートを必要とする具体的なユーザとして、ユーザ番号「1」、「2」、「3」の3ユーザが存在し、その所要ビット数は6（所要ビット数は所要伝送レートに相当する値である）、また最大固定ユーザ数は2として以降の説明を行う。これにより、ステップ 3 0 4 に進み、固定的な伝送レートが必要なユーザに対するサブキャリアの割り当て処理が起動される。

【 0 0 3 5 】

固定的な伝送レートが必要なユーザに対するサブキャリアの割り当て処理において、サブキャリア変調符号化決定部 1 0 0 は、まず、各ユーザの所要送信ビット数と、管理テーブル 1 2 1 中の最大送信ビット数とを比較し、最大送信ビット数が所要送信ビット数に満たないユーザを管理テーブル 1 2 1 から削除して割り当て対象から除外する（ステップ 3 0 5）。図 7 の例では、全てのユーザ 1 ~ 3 に関して、その最大送信ビット数は所要ビット数の 6 を上回っているため、そのままステップ 3 0 6 に進む。

【 0 0 3 6 】

次いで、ステップ 3 0 6 では、固定的な伝送レートを必要とするユーザに対する割り当て順位を決定する。この順位付けの仕方として、例えば、（1）最大送信ビット数が大きいユーザを優先することにより、より多くのユーザへの割り当てを可能とする手法、（2）最大送信ビット数が小さいユーザを優先することにより、公平性を高める手法、（3）できるだけ小さいサブキャリア数で所要ビット数（所要伝送レート）を達成できるユーザを優先することにより、より多くのユーザへの割り当てを可能とする手法、（4）すでに通信を行っているユーザを優先する手法、などが考えられる。いずれの手法を用いるのかは、適用するシステムに応じて決定すればよい。ここでは、（2）最大送信ビット数が小さいユーザを優先する手法を用いる。これにより、図 7 の例から、ユーザに対する割り当て順位は、最大送信ビット数が小さい順に、ユーザ 3、ユーザ 1、ユーザ 2 の順番となる。

【 0 0 3 7 】

次いで、割り当て順位が最大のユーザに対するサブキャリアの割り当てを開始する（ステップ 3 0 7）。図 7 の例ではユーザ 3 に対する割り当てが開始される。次いで、ステップ 3 0 8 では、割り当て対象ユーザに関し、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアを当該ユーザに割り当てる。そして、その割り当てたサブキャリアは以降の割り当てから除外する。なお、最も送信可能ビット数が大きいサブキャリアが複数あった場合には、平均ビット数が小さい方のサブキャリアを選択する。これにより、他ユーザにとっては状態の悪いサブキャリアを優先的に選択することになるので、全体としての周波数利用効率が向上する。図 7 の例では、ユーザ 3 の送信可能ビット数の最大値は 3 であり、サブキャリア 3、4、7 がこれに該当する。このため、サブキャリア 3、4、7 の平均ビット数「1.7」、「1.9」、「0.8」を比較し、最小値を有するサブキャリア 7 をユーザ 3 に割り当てる。ここで、サブキャリア 7 は以降の割り当てから除外される。

【 0 0 3 8 】

次いで、ステップ 3 0 9 では、所要ビット数を満たしているか否かを判断し、満たしていなければステップ 3 0 8 に戻り、同一ユーザに対する割り当てを繰り返す。所要ビット数を満たしていれば、当該ユーザを割り当て対象から除外し、ステップ 3 1 0 に進む。図 7 の例では、ユーザ 3 に割り当てたサブキャリア 7 だけでは、所要ビット数「6」に満たないので、ステップ 3 0 8 に戻り、サブキャリアの割り当てを再度行う。この割り当て処理により、ユーザ 3 には、送信可能ビット数が最大値「3」であり、且つ、平均ビット数が最小値「1.7」である、サブキャリア 3 が割り当てられる。ここで、サブキャリア 3 は以降の割り当てから除外される。この結果、ユーザ 3 には、サブキャリア 3、7 が割り当てられて、その送信可能ビット数の合計は 6 であり、所要ビット数「6」を満たす。

10

20

30

40

50

これにより、ユーザ3を割り当て対象から除外し、ステップ310に進む。ここでの結果は、図8に例示されるように管理テーブル121に記録される。図8において、割り当て対象から除外されたユーザ3と、割り当て済みのサブキャリア3、7とに関する管理情報が太線で囲まれて明示されるように、割り当て対象からの除外ユーザと、割り当て済みサブキャリアとが記録されている。

【0039】

次いで、ステップ310では、未割り当てのサブキャリアが存在するか判断し、全サブキャリアが割り当て済みの場合には処理を終了する。一方、未割り当てのサブキャリアが存在する場合には、ステップ311で割り当て完了したユーザの数が最大固定ユーザ数未満であるか判断する。この結果、最大固定ユーザ数未満ならばステップ314へ、最大固定ユーザ数に達したならばステップS312にそれぞれ進む。ステップ314では、固定的な伝送レートが必要なユーザであって割り当て未完了のユーザが存在するか判断し、存在するならばステップ315に進み、存在しないならばステップ313に進む。

10

【0040】

図8の例では、未割り当てのサブキャリア1、2、4、5、6、8、9、10が存在し、且つ、割り当て完了したユーザの数「1」が最大固定ユーザ数「2」未満であり、且つ、割り当て未完了のユーザ1、2が存在するので、ステップ315に進む。

【0041】

ステップ315では、割り当て対象からの除外ユーザと割り当て済みサブキャリアとに関する管理情報を除外して最大送信ビット数および平均ビット数を計算し、管理テーブル121を更新する。この結果、図8に例示されるように管理テーブル121が更新される。次いで、上記ステップ305に戻り、更新後の管理テーブル121に基づき、固定的な伝送レートが必要なユーザに対するサブキャリアの割り当て処理を行う。

20

【0042】

固定的な伝送レートが必要なユーザに対するサブキャリアの割り当て処理は、上記したステップ310で未割り当てのサブキャリアが存在しない、ステップ311で割り当て完了したユーザの数が最大固定ユーザ数に達した、ステップ314で割り当て未完了のユーザが存在しない、のいずれかの条件が満足された場合に、終了する。

【0043】

図8の例では、次の割り当て順位であるユーザ1に対するサブキャリアの割り当て処理がお行われる。この結果、ユーザ1には、サブキャリア4、5、9が割り当てられて所要ビット数「6」を満たすことになり、ユーザ1に対する割り当てが完了する。ここで、割り当て済みのユーザ数が2となり、最大固定ユーザ数「2」に達したので、上記ステップ311が「NO」となり、ステップ312に進む。

30

【0044】

ステップ312では、固定的な伝送レートが必要なユーザに対するサブキャリアの割り当て処理を終了し、割り当て未完了で残っている、固定的な伝送レートが必要なユーザを割り当て対象から除外する。この結果、図8の管理テーブル121は図9に例示されるように更新される。図9では、割り当て対象からの除外ユーザ1、2、3と、割り当て済みサブキャリア3、4、5、7、9とが、太線で囲まれて明示されるように記録されている。

40

【0045】

次いで、ステップ313で、割り当て未完了のユーザが存在するか判断し、存在するならばステップ316へ進み、存在しないならば処理を終了する。図9の例では、割り当て未完了のユーザ4、5、6が存在するので、ステップ316に進む。ステップ316では、サブキャリア変調符号化決定部100は、パケットユーザに対するサブキャリアの割り当て処理を起動する。ここで、パケットユーザとは、固定的な伝送レートが不要なユーザのことをいう。パケットユーザに対するサブキャリアの割り当て処理のフローは図4に示されている。

【0046】

50

図4において、まず、一ユーザに対し連続して割り当て可能なサブキャリア数である最大連続割り当て数が決定される(ステップ401)。ここでは、具体例として最大連続割り当て数は2とする。次いで、サブキャリア変調符号化決定部100は、管理テーブル121に基づき、割り当て未完了のユーザに係る割り当て待ちユーザテーブル122を作成する(ステップ402)。図9の例では割り当て未完了のユーザ4、5、6が存在するので、該ユーザ4、5、6ごとに、連続して割り当てられたサブキャリア数(連続割り当て数)を格納できる、図10に例示される割り当て待ちユーザテーブル122が作成される。なお、各ユーザの連続割り当て数の初期値は0である。

【0047】

次いで、ステップ403では、未割り当てのサブキャリアのうち、割り当て待ちユーザテーブル122に存在するユーザに関する送信可能ビット数で最大のサブキャリアを、当該ユーザに割り当てる。ここで、該当するサブキャリアが複数存在する場合には、平均ビット数が小さい方のサブキャリアを選択する。これにより、他ユーザにとっては状態の悪いサブキャリアを優先的に選択することになるので、システム全体としての周波数利用効率が向上する。なお、さらに、各ユーザの最大送信ビット数を比較して、その値が小さい方、あるいは大きい方のユーザを優先することにより、システムのポリシーを変化させることも可能である。ここでは、最大送信ビット数が小さい方のユーザを優先することとする。ステップ403の割り当て結果は管理テーブル121および割り当て待ちユーザテーブル122に反映させる。

【0048】

図9の例では、未割り当てのサブキャリア1、2、6、8、10のうち、割り当て待ちユーザテーブル122に存在するユーザ4、5、6に関する送信可能ビット数を比較すると、最大値は1であり、該当するのはサブキャリア1、2、6、8、10全てであり複数存在する。このため、平均ビット数を比較すると、最小値「0.7」のサブキャリア1、6、8、10に絞られる。ここで、各ユーザ4、5、6の最大送信ビット数を比較すると、最小値「2」はユーザ6のみであるので、平均ビット数「0.7」であってユーザ6に対応するサブキャリア10を該ユーザ6に割り当てる。この結果として、図11に示されるように、割り当て待ちユーザテーブル122は、ユーザ6の連続割り当て数が1に更新される。また、管理テーブル121は、図12に示されるように、割り当て済みとしてサブキャリア10が追加記録され、最大送信ビット数が再計算されて更新される。

【0049】

次いで、ステップ404では、未割り当てのサブキャリアが存在するか判断し、存在しなければ処理を終了する。未割り当てのサブキャリアが存在する場合には、ステップ405で、ユーザごとに、割り当てサブキャリア総数が最大サブキャリア数に達していないか判断する。この結果、いずれのユーザも未だ達していない場合にはステップ406に進み、達したユーザが存在する場合にはステップ407に進む。

【0050】

ステップ406では、連続割り当て数が最大連続割り当て数に達しているユーザが存在するか判断する。この結果、いずれのユーザも未だ達していない場合にはステップ403に戻り、達したユーザが存在する場合にはステップ407に進む。

【0051】

ステップ407では、上記ステップ405で割り当てサブキャリア総数が最大サブキャリア数に達したと判断されたユーザ、或いは上記ステップ406で連続割り当て数が最大連続割り当て数に達したと判断されたユーザを割り当て待ちユーザテーブル122から削除する。

【0052】

次いで、ステップ408で、割り当て待ちユーザテーブル122にユーザが存在しないか判断し、存在する場合にはステップ403に戻り、存在しない場合にはステップ409で割り当て待ちユーザテーブル122を再生成する。

【0053】

10

20

30

40

50

図11、図12の例では、未割り当てのサブキャリア4、5、6が存在する。そして、ユーザ6のみにサブキャリアが割り当てられており、その割り当てサブキャリア総数は1であり、ユーザ6の最大サブキャリア数は2である。また、ユーザ6の連続割り当て数は1（図11参照）であり、最大連続割り当て数「2」に達していないので、まだユーザ6に対する割り当ては可能である。これにより、ステップ404「YES」且つステップ405「NO」且つステップ406「NO」となる。従って、この段階ではいずれのユーザ4、5、6も割り当て待ちユーザテーブル122からは削除されずに、ステップ403からの処理が繰り返される。

【0054】

以降、ステップ403からの処理において、ステップ403で、ユーザ4に関するサブキャリア6と、ユーザ5に関するサブキャリア1、8が同条件となる。このため、ここではランダム方式で選択することとし、今回はユーザ5に対してサブキャリア1を割り当てる結果となる。この結果、図13に示されるように管理テーブル121には、割り当て済みとしてサブキャリア1が追加記録される。

【0055】

さらに次のステップ403からの処理において、ステップ403で、ユーザ5に対してサブキャリア8を割り当てる結果となり、割り当て待ちユーザテーブル122は、図14に示されるように、ユーザ5の連続割り当て数は2となる。この結果、ユーザ5の連続割り当て数「2」は、最大連続割り当て数「2」に等しくなり、ステップ406「YES」となるので、ユーザ5は割り当て待ちユーザテーブル122から削除される。これにより、割り当て対象のユーザはユーザ4、6のみとなり、ステップ403からの処理が繰り返される。その後、ユーザ4にサブキャリア6が、ユーザ6にサブキャリア2がそれぞれ割り当てられる結果となり、全てのサブキャリアが割り当て済みとなる。これにより、ステップ404「NO」となるので、割り当て処理は終了する。

【0056】

なお、上述した図3、図4に示されるサブキャリア割り当て処理の実行は、システム条件や環境条件に応じて適当な周期で繰り返し行うように制御する。

【0057】

なお、上述した具体例では、固定的な伝送レートが必要なユーザの所要ビット数（所要伝送レート）を1種類としたが、複数種類であっても同様の手順により適用可能である。或いは、全ユーザがパケットユーザである場合においても同様の手順により適用可能である。また、最低レートを補償するユーザが存在する場合には、固定的な伝送レートが必要なユーザに対するサブキャリアの割り当て処理において、所要ビット数として最低レートに対応する値を設定して処理を行い、さらに、パケットユーザに対するサブキャリアの割り当て処理においても当該ユーザを除外せずに行うことにより対応可能である。

【0058】

また、複数のサブキャリアをまとめて一つの制御単位として扱うようにしてもよい。

【0059】

上述したように本実施形態によれば、ユーザ要求（固定的な伝送レートが必要か否か等）や無線伝搬路状況などの複数の異なる条件を考慮して各ユーザに最適なサブキャリアを割り当てることができる。これにより、周波数利用効率を向上させることが可能となる。また、マルチキャリア無線通信システムの容量の拡大化に寄与することが可能となる。

【0060】

また、システム設計の思想や接続されるユーザ数、提供される通信サービスなどに応じて、柔軟にシステムの特性を変更することが可能となる。また、上述したサブキャリア割り当てに係る処理は基本的な演算のみで行われるので、実現する際の構成が容易となる。

【0061】

以上、本発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

例えば、最大送信ビット数を算出する機能を受信側に設け、さらに送信側からユーザの

10

20

30

40

50

利用可能な最大サブキャリア数を受信側に通知する機能を設けることによって、予め所要伝送レートを満たせないユーザは接続要求を出さないようにするようによい。さらに、このときユーザは最大サブキャリア数の増加を要求してもよい。

【 0 0 6 2 】

また、ユーザに対する割り当て順位付けのために、図 3 のステップ 3 0 1 など、先に所要伝送レートを達成するための必要サブキャリア数を算出しておいてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 3 】

【 図 1 】本発明の一実施形態に係るマルチキャリア無線通信装置の送信機構成を示すブロック図である。

10

【 図 2 】本発明の一実施形態に係るマルチキャリア無線通信装置の受信機構成を示すブロック図である。

【 図 3 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て手順を示す第 1 の処理フロー図である。

【 図 4 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て手順を示す第 2 の処理フロー図である。

【 図 5 】図 1 に示される管理テーブル 1 2 1 の構成例を示す図である。

【 図 6 】本発明の一実施形態に係る変調方式および符号化率の組み合わせと送信ビット数との対応関係の例を示す図表である。

【 図 7 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て処理を説明するための具体例を示した管理テーブル 1 2 1 の構成例を示す図である。

20

【 図 8 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て処理を説明するための具体例を示した管理テーブル 1 2 1 の構成例を示す図である。

【 図 9 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て処理を説明するための具体例を示した管理テーブル 1 2 1 の構成例を示す図である。

【 図 1 0 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て処理を説明するための具体例を示した割り当て待ちユーザテーブル 1 2 2 の構成例を示す図である。

【 図 1 1 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て処理を説明するための具体例を示した割り当て待ちユーザテーブル 1 2 2 の構成例を示す図である。

【 図 1 2 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て処理を説明するための具体例を示した管理テーブル 1 2 1 の構成例を示す図である。

30

【 図 1 3 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て処理を説明するための具体例を示した管理テーブル 1 2 1 の構成例を示す図である。

【 図 1 4 】本発明の一実施形態に係るサブキャリア割り当て処理を説明するための具体例を示した割り当て待ちユーザテーブル 1 2 2 の構成例を示す図である。

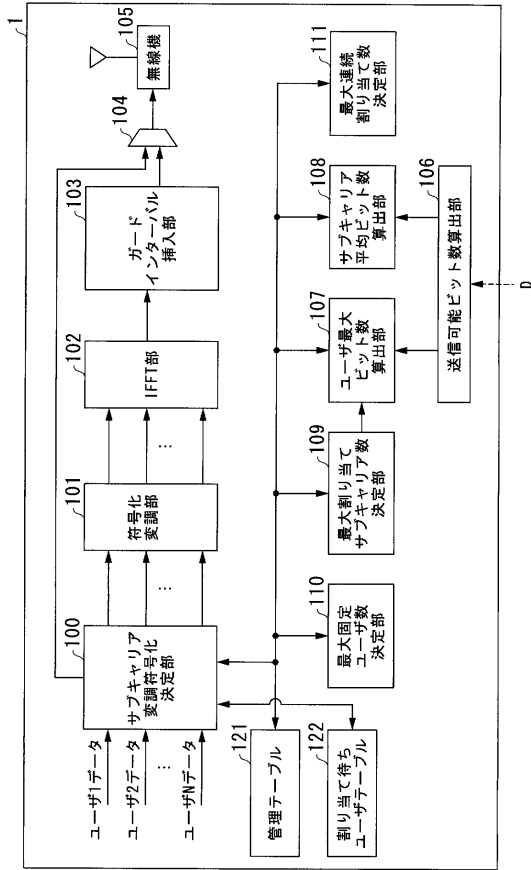
【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

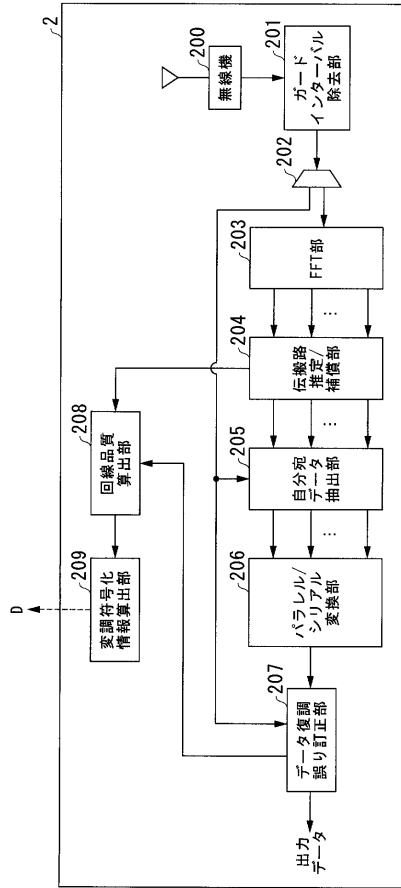
1 ... 送信機、 2 ... 受信機、 1 0 0 ... サブキャリア変調符号化決定部（サブキャリア割り当て手段）、 1 0 1 ... 符号化変調部、 1 0 2 ... I F F T 部、 1 0 3 ... ガードインターバル挿入部、 1 0 4 ... 多重部、 1 0 5 , 2 0 0 ... 無線機、 1 0 6 ... 送信可能ビット数算出部、 1 0 7 ... ユーザ最大ビット数算出部、 1 0 8 ... サブキャリア平均ビット数算出部、 1 0 9 ... 最大割り当てサブキャリア数決定部、 1 1 0 ... 最大固定ユーザ数決定部、 1 1 1 ... 最大連続割り当て数決定部、 1 2 1 ... 管理テーブル、 1 2 2 ... 割り当て待ちユーザテーブル、 2 0 1 ... ガードインターバル除去部、 2 0 2 ... 分離部、 2 0 3 ... F F T 部、 2 0 4 ... 伝搬路推定 / 補償部、 2 0 5 ... 自分宛データ抽出部、 2 0 6 ... パラレル / シリアル変換部、 2 0 7 ... データ復調誤り訂正部、 2 0 8 ... 回線品質算出部、 2 0 9 ... 変調符号化情報算出部

40

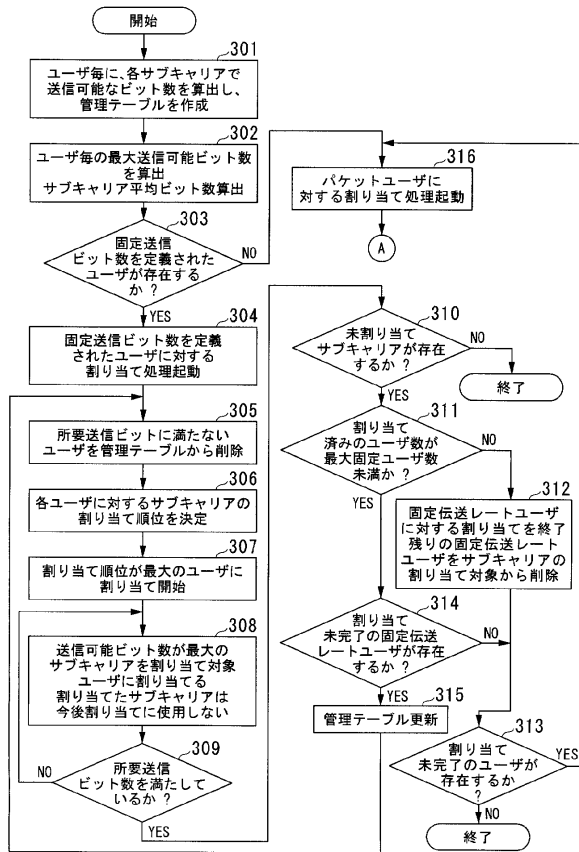
【図1】



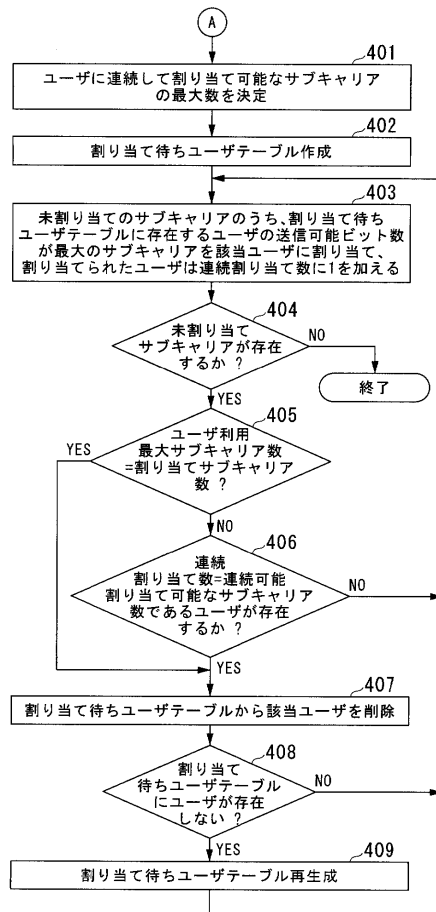
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

ユーザ	サブキャリア番号										最大送信ビット数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	0.5	1	3	2	0	0.5	0	1	1	10
2	2	1	1	0.5	2	1	0	0.5	3	3	14
3	0.5	2	3	3	2	0.5	3	2	2	1	19
4	0.5	1	2	3	2	1	0.5	0.5	0	1	11.5
5	1	0.5	1	1	0	0.5	0	1	0	0	5
6	0.5	1	2	1	1	0.5	1	0.5	0	1	8.5
平均ビット数	0.9	1.0	1.7	1.9	1.5	0.6	0.8	0.8	1.0	1.2	-

【図7】

ユーザ	サブキャリア番号										最大送信ビット数	ユーザ利用最大サブキャリア数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	0.5	1	3	2	0	0.5	0	1	1	7	4
2	2	1	1	0.5	2	1	0	0.5	3	3	8	3
3	0.5	2	3	3	2	0.5	3	2	2	1	6	2
4	0.5	1	2	3	2	1	0.5	0.5	0	1	11.5	10
5	1	0.5	1	1	0	0.5	0	1	0	0	5	10
6	0.5	1	2	1	1	0.5	1	0.5	0	1	3	2
平均ビット数	0.9	1.0	1.7	1.9	1.5	0.6	0.8	0.8	1.0	1.2	-	-

【図6】

SINR	符号化率	変調方式	送信ビット数
2	1/2	BPSK	0.5
5	1/2	QPSK	1
10	1/2	16QAM	2
14	1/2	16QAM	3

【図8】

ユーザ	サブキャリア番号										最大送信ビット数	ユーザ利用最大サブキャリア数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	0.5	1	3	2	0	0.5	0	1	1	7	4
2	2	1	1	0.5	2	1	0	0.5	3	3	8	3
3	0.5	2	3	3	2	0.5	3	2	2	1	6	2
4	0.5	1	2	3	2	1	0.5	0.5	0	1	9	10
5	1	0.5	1	1	0	0.5	0	1	0	0	4	10
6	0.5	1	2	1	1	0.5	1	0.5	0	1	2	2
平均ビット数	1.0	0.8	1.7	1.7	1.4	0.6	0.8	0.5	0.8	1.2	-	-

【図9】

ユーザ	サブキャリア番号										最大送信ビット数	ユーザ利用最大サブキャリア数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	0.5	1	3	2	0	0.5	0	1	1	7	4
2	2	1	1	0.5	2	1	0	0.5	3	3	7	3
3	0.5	2	3	3	2	0.5	3	2	2	1	6	2
4	0.5	1	2	3	2	1	0.5	0.5	0	1	4	10
5	1	0.5	1	1	0	0.5	0	1	0	0	3	10
6	0.5	1	2	1	1	0.5	1	0.5	0	1	2	2
平均ビット数	0.7	0.8	1.7	1.7	1.4	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	-	-

【図10】

ユーザ	連続割り当て数
4	0
5	0
6	0

【 図 1 1 】

ユーザ	連続割り当て数
4	0
5	0
6	1

【 図 1 2 】

ユーザ	サブキャリア番号										最大送信ビット数	ユーザ利用最大サブキャリア数	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	1	1	0.5	1	3	2	0	0.5	0	1	1	7	4
2	2	2	1	1	0.5	2	1	0	0.5	3	3	7	3
3	0.5	2	3	3	2	0.5	3	2	2	1	6	2	2
4	0.5	1	2	3	2	1	0.5	0.5	0	1	3	10	10
5	1	0.5	1	1	0	0.5	0	1	0	0	3	10	10
6	0.5	1	2	1	1	0.5	1	0.5	0	1	1.5	5	2
平均ビット数	0.7	0.8	1.7	1.7	1.4	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	-

【 図 1 3 】

ユーザ	サブキャリア番号										最大送信ビット数	ユーザ利用最大サブキャリア数	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	1	1	0.5	1	3	2	0	0.5	0	1	1	7	4
2	2	2	1	1	0.5	2	1	0	0.5	3	3	7	3
3	0.5	2	3	3	2	0.5	3	2	2	1	6	2	2
4	0.5	1	2	3	2	1	0.5	0.5	0	1	3	10	10
5	1	0.5	1	1	0	0.5	0	1	0	0	3	10	10
6	0.5	1	2	1	1	0.5	1	0.5	0	1	1.5	5	2
平均ビット数	0.7	0.8	1.7	1.7	1.4	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	-

【 図 1 4 】

ユーザ	連続割り当て数
4	0
5	2
6	1

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 利則

埼玉県上福岡市大原2丁目1番15号 株式会社KDDI研究所内

審査官 岡 裕之

(56)参考文献 特開2003-018117(JP, A)

特開2005-151583(JP, A)

大谷 嘉之 et al., "マルチユーザOFDMシステムにおける低計算量サブキャリア割り当てアルゴリズム", 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2005年 3月 8日, CAS2004-115, vol.104, No.717, pp.103-108

田瀬 博幸 et al., "マルチユーザOFDMシステムのビットレート最大化", 電子情報通信学会論文誌, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2005年 3月 1日, A, 基礎・境界 J88-A(3), pp.364-372

古館 政人 et al., "サブキャリア適応制御を行うOFDMAのスループット特性評価", 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2005年 3月 7日, 2005年 通信(1), p.488

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J 11/00

H04B 7/12

H04J 1/02

IEEE Explore

CiNii