

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5119977号

(P5119977)

(45) 発行日 平成25年1月16日 (2013. 1. 16)

(24) 登録日 平成24年11月2日 (2012. 11. 2)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 W 72/10 (2009. 01)

H O 4 Q 7/00 5 5 7

H O 4 W 72/04 (2009. 01)

H O 4 Q 7/00 5 4 8

H O 4 J 11/00 (2006. 01)

H O 4 J 11/00

請求項の数 10 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2008-48216 (P2008-48216)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成20年2月28日 (2008. 2. 28)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2009-206945 (P2009-206945A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年9月10日 (2009. 9. 10)	(74) 代理人	100092978
審査請求日	平成22年10月18日 (2010. 10. 18)		弁理士 真田 有
		(74) 代理人	100112678
			弁理士 山本 雅久
		(72) 発明者	木村 大
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	下村 剛史
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線リソースの割当制御装置及び方法並びに無線基地局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムにおいて複数の無線端末が通信に用いる無線リソースの割り当てを制御する装置であって、

優先度評価式を用いて、前記複数の無線端末から前記無線リソースの前記割り当てを行なう無線端末を選択する選択手段と、

前記無線リソース毎に前記割り当ての対象として選ばれやすい無線通信特性の無線端末が変化するように、前記無線リソース毎に前記優先度評価式に前記無線端末との間の無線通信特性に関する異なる係数を与える制御を行なう制御手段と、

をそなえたことを特徴とする、無線リソースの割当制御装置。

10

【請求項 2】

前記制御手段は、

前記無線リソースとしての、前記無線通信システムで利用可能な複数の周波数帯域毎に、前記係数を制御する、ことを特徴とする、請求項 1 記載の無線リソースの割当制御装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、

前記無線リソースとしての、前記複数の無線端末から受信した信号を復調及び復号する順序を表すレイヤ毎に、前記係数を制御する、ことを特徴とする、請求項 1 記載の無線リソースの割当制御装置。

20

【請求項 4】

前記制御手段は、

前記無線リソースとしての、前記無線通信システムで利用可能な複数の周波数帯域毎および前記複数の無線端末から受信した信号を復調及び復号する順序を表すレイヤ毎に、前記係数を制御する、ことを特徴とする、請求項 1 記載の無線リソースの割当制御装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、

前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタ間で同じ無線リソースに対する前記係数を異なる値に制御する、ことを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の無線リソースの割当制御装置。

10

【請求項 6】

前記制御手段は、

前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタの無線基地局から通知される干渉量に関する情報に基づいて、前記干渉量が抑制される方向に前記係数を制御する、ことを特徴とする、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の無線リソースの割当制御装置。

【請求項 7】

前記無線通信特性は、前記無線端末との間の通信の平均スループット及び瞬時スループットと、前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタへの伝搬路ゲインとを基に与えられる、ことを特徴とする、請求項 1～4 のいずれかに記載の無線リソースの割当制御装置。

20

【請求項 8】

前記制御手段は、

前記平均スループットについての第 1 の係数と、前記伝搬路ゲインについての第 2 の係数と、を前記無線リソース毎に、独立に制御する、ことを特徴とする、請求項 7 記載の無線リソースの割当制御装置。

【請求項 9】

請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の無線リソースの割当制御装置をそなえたことを特徴とする、無線基地局。

【請求項 10】

無線通信システムにおいて複数の無線端末が通信に用いる無線リソースの割り当てを制御する方法であって、

30

優先度評価式を用いて、前記複数の無線端末から前記無線リソースの前記割り当てを行なう無線端末を選択する選択過程と、

前記無線リソース毎に前記割り当ての対象として選ばれやすい無線通信特性の無線端末が変化するように、前記無線リソース毎に前記優先度評価式に前記無線端末との間の無線通信特性に関する異なる係数を与える制御を行なう制御過程と、
を有する、ことを特徴とする、無線リソースの割当制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本件は、無線リソースの割当制御装置及び方法並びに無線基地局に関する。本件は、例えば、無線通信システムにおいて複数のユーザ（無線端末）に対するデータの送受信制御（スケジューリング）を行なう際に用いられる場合がある。

【背景技術】

【0002】

次世代移動通信方式として検討されている 3 G P P（3rd Generation Partnership Project）の L T E（Long Term Evolution）においては、無線基地局から無線端末（ユーザ端末）への方向であるダウンリンク（D L）の無線アクセス方式として、O F D M（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）を用いることが可能であり、その逆の方向であるアップリンク（U L）の無線アクセス方式として、S C - F D M A（Single Carrier

50

-Frequency Division Multiple Access) 方式を用いることが可能である。

【0003】

これらの方式においては、ユーザ端末としての複数の無線端末（以下、単に「ユーザ」ともいう）への信号あるいは複数のユーザからの信号を同じ時刻（タイミング）に異なる周波数帯域に多重して通信を行なうことができる。

【0004】

また、複数アンテナから送信される独立な信号を複数の受信アンテナで受信するシングルユーザMIMO（Multi-Input Multi-Output）方式や、無線基地局の複数のアンテナと、複数のユーザ端末との間で同時に送受信を行なうマルチユーザMIMO方式等も検討されている。

10

【0005】

ここで、無線基地局におけるスケジューラは、スループットやカバレッジ等を考慮して、時間領域、周波数領域、あるいは、空間領域（送信アンテナ間）においてスケジューリングを行なうことができる。すなわち、スケジューラは、自局の無線エリア（セル）内に分布するユーザの受信状態等を把握しつつ、無線リソース（周波数、タイミング等）をユーザに割り当て、ULデータの送信動作やDLデータの受信動作を、制御チャネルを用いてユーザ端末に指示することができる。

【0006】

スケジューリングに用いられるアルゴリズムとしては、例えば、ラウンドロビン（RR）方式、Maximum Carrier-to-Interference power Ratio（MaxCIR）方式、Proportional Fairness（PF）方式がある。

20

【0007】

ラウンドロビン方式は、各ユーザに順番に（優先度を設定せずに）送受信機会を割り当てる方式である。

【0008】

MaxCIR方式は、最大のチャネル品質（受信品質）のユーザに送受信機会を優先的に割り当てる方式であり、システム全体のスループット（システムスループット）の最大化を図るという観点からは好適なアルゴリズムである。しかし、受信品質の悪いユーザに対しては、ほとんど送受信機会が与えられない可能性がある。

【0009】

30

そこで、各ユーザに対して公平に送受信機会を割り当てながらシステムスループットの最大化を図るという観点から考えられたのが、PF方式である。PF方式は、瞬時レート（スループット）を平均レート（スループット）で割った値を各ユーザ端末の優先度として、この優先度が最大になるユーザに対して優先的に送受信機会を割り当てる方式である。

【0010】

下記の式（1）に、PF方式における優先度（ $\rho_{k,l}$ ）の計算式の一例を示す。ただし、 k はユーザのインデックス、 l は時刻（タイミング）のインデックスを表す。また、 $r_{k,l}$ はユーザ# k のタイミング# l での瞬時受信可能レートを表し、SIR（Signal to Interference Ratio）と受信機の性能とを基に求めることができる。また、 R_k はユーザ# k の平均受信レート、すなわち、ユーザ# k が実際に受信に成功した平均レートを示す。

40

【0011】

【数1】

$$\rho_{k,l} = \frac{r_{k,l}}{R_k} \quad \dots (1)$$

【0012】

上記のPF方式は、周波数スケジューリングとして用いることも可能である。すなわち、複数の周波数帯域（インデックスを i とする）について各ユーザのSIR（又は予測スループット）を計算し、周波数帯域 i 毎に例えば下記の式（2）に示すPF方式に基づく

50

優先度 ($\rho_{i,k,l}$) を計算して、その優先度が最大のユーザに送受信機会を割り当てる。

【0013】

【数2】

$$\rho_{i,k,l} = \frac{r_{i,k,l}}{R_k} \quad \dots (2)$$

【0014】

この式(2)は、任意の重み係数 α を用いて、下記の式(3)に示すように一般化することもできる。

【数3】

$$\rho_{i,k,l} = \frac{r_{i,k,l}}{R_k^\alpha} \quad \dots (3)$$

【0015】

ここで、 $\alpha = 0$ の場合にMaxCIR方式に相当するスケジューリングとなり、 $\alpha = 1$ の場合にPF方式に相当するスケジューリングとなる。 $\alpha \rightarrow \infty$ とすると、各ユーザの平均スループットを同等にする(平均スループットが小さいユーザほど優先される)ようなスケジューリングとなる。

【0016】

以降、ULのスケジューリングについて説明するが、DLのスケジューリングについても同様の議論を行なうことが可能である。

【0017】

セル(あるいはセクタ)の境界及びその近傍(以下、セル端という)に位置するユーザ(以下、セル端ユーザともいう)の送信電波は、隣接セルのセル端ユーザとの間で互いに干渉となる場合がある。そのため、隣接する各セルのセル端ユーザに同時に送信機会が割り当てられると、セル端スループットが大幅に減少する場合がある。

【0018】

これを回避してセルカバレッジを向上するために、周波数帯域毎に、セル端ユーザ用の帯域と、無線基地局に近い場所に位置するユーザ(セル中心ユーザ)用の帯域とを設定し、隣接セル間でその帯域設定を変化させる(異ならせる)ことも提案されている。

【0019】

例えば、各ユーザの受信SIRに関して閾値を設け、その閾値よりも大きい受信SIRのユーザをセル中心ユーザと定義し、当該閾値よりも小さい受信SIRのユーザをセル端ユーザと定義する。そして、システム周波数帯域をスケジューリングの単位で分割し(この分割帯域をサブバンドと呼ぶ)、各サブバンドとユーザの分類とを関係付ける。つまり、あるサブバンドはセル中心ユーザに専用、別のあるサブバンドはセル端ユーザに専用とする。

【0020】

この関係付けを、隣接セル(あるいはセクタ)間でセル端ユーザ同士が同時に同じサブバンドの送信機会を割り当てられるケースがなくなるように、サブバンド毎にシフトさせる(異ならせる)ことにより、セル端ユーザのスループットを向上することができる。

【0021】

一方、ULマルチユーザMIMO方式は、ULにおいて複数ユーザを同じ時刻、同じ周波数に割り当ててMIMO受信することによりスループットの向上を図る方式である。マルチユーザMIMO方式の概要を以下に示す。ここでは、ユーザの送信アンテナ数を1とした場合について説明する。スケジューラにより選択されたN個のユーザ番号(インデックス)を $k(1), k(2), \dots, k(N)$ で表現すると、受信信号 y_k は、以下の式(4)に示すように記述できる。

【0022】

10

20

30

40

【数 4】

$$\mathbf{y}_k = \sum_{i=1}^N \mathbf{h}_{k(i)} x_{k(i)} + \mathbf{n} = \mathbf{H}_k \mathbf{x}_k + \mathbf{n} \quad \dots (4)$$

【0023】

ただし、 $\mathbf{x}_{k(i)}$ はユーザ $k(i)$ ($i = 1 \sim N$) からの送信信号ベクトルを表し、 $\mathbf{h}_{k(i)}$ はユーザ $k(i)$ についてのチャネル推定ベクトル、 $\mathbf{H}$ はチャネル行列、 $\mathbf{n}$ は雑音ベクトルを表す。

スケジューリングにおける選択の候補数は、セル（セクタ）あたりのユーザ数を N_{user} とすると、

$$N_{\text{user}} C_N$$

通りある。例えば、 $N = 2$ の場合は、選択の候補数は $N_{\text{user}} (N_{\text{user}} - 1) / 2$ 通りとなる。

【0024】

さらに、マルチユーザMIMO方式のスループットを向上するために、MMSE-SIC (Minimum Mean Square Error-Successive Interference Cancel) 方式が検討されている。MMSE-SIC方式では、複数の送信ストリームについて、MMSEウェイトを用いて順番に等化、復号を行ない、CRC (Cyclic Redundancy Check) 結果がOKであれば再符号化した送信シンボル列とチャネル推定値とを基にレプリカ信号を生成し、このレプリカ信号成分を受信信号からキャンセルする。このMMSE-SICにおける前記の等化、復号する順番を「レイヤ」と称する。

【0025】

ULマルチユーザMIMO方式において、複数のセル端ユーザを同じタイミングに同じサブバンドに多重すると、セル間干渉の増大を引き起こし、スループットの劣化が生じる場合がある。これを回避するために、セル端ユーザとセル中心ユーザとを前述のように区別して各レイヤに割り当てることにより、スループットを向上することも提案されている。

【特許文献1】特開2005-236918号公報

30

【特許文献2】特開2005-191745号公報

【非特許文献1】A. Jarali, R. Padovani, R. Pankaj, “Data Throughput of CDMA-HDR a High Efficiency-High Data Rate Personal Communication Wireless System”, Proceeding of IEEE VTC-2000 Spring

【非特許文献2】Nortel, 3GPP TSG-RAN WG1#49bis R1-072774 (“UL MU-MIMO Performance Improvement for E-UTRA”), Orlando, FL USA, June 25-29, 2007

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0026】

しかし、上述のように閾値を用いてセル端ユーザとセル中心ユーザとを区別（グループ化）する方法によると、それぞれのグループのユーザを割り当てるサブバンドあるいはレイヤが固定される。そのため、セルあるいはセクタ内のユーザの分布状況などが変化したとしても柔軟に対応できず、特定の無線リソースが枯渇する等、非効率な割り当てとなる場合がある。

【0027】

本件の目的の一つは、無線リソースの効率的で柔軟な割り当てを可能にすることにある。

また、隣接セル（又はセクタ）間の電波干渉を抑制できるようにすることも本件の他の目的の一つである。

【0028】

50

なお、前記目的に限らず、後述する発明を実施するための最良の形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本件の他の目的の一つとして位置付けることができる。

【課題を解決するための手段】

【0029】

例えば、以下の手段を用いることができる。

(1) 無線通信システムにおいて複数の無線端末が通信に用いる無線リソースの割り当てを制御する装置であって、優先度評価式を用いて、前記複数の無線端末から前記無線リソースの前記割り当てを行なう無線端末を選択する選択手段と、前記無線リソース毎に前記割り当ての対象として選ばれやすい無線通信特性の無線端末が変化するように、前記無線リソース毎に前記優先度評価式に前記無線端末との間の無線通信特性に関する異なる係数を与える制御を行なう制御手段と、をそなえる、無線リソースの割り当て制御装置を用いることができる。

10

【0030】

(2) ここで、前記制御手段は、前記無線リソースとしての、前記無線通信システムで利用可能な複数の周波数帯域毎に、前記係数を制御する、こととしてもよい。

【0031】

(3) また、前記制御手段は、前記無線リソースとしての、前記複数の無線端末から受信した信号を復調及び復号する順序を表すレイヤ毎に、前記係数を制御する、こととしてもよい。

20

【0032】

(4) さらに、前記制御手段は、前記無線リソースとしての、前記無線通信システムで利用可能な複数の周波数帯域毎および前記複数の無線端末から受信した信号を復調及び復号する順序を表すレイヤ毎に、前記係数を制御する、こととしてもよい。

【0033】

(5) また、前記無線通信特性は、前記無線端末から受信される信号の平均スループットと瞬時スループットとを基に与えられる、こととしてもよい。

【0034】

(6) さらに、前記選択手段は、下記の優先度評価式(5)により求められる優先度を基に前記割り当て対象の無線端末を選択する、こととしてもよい。

30

【数5】

$$\rho_{i,k,l} = \frac{r_{i,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_i}} \quad \dots (5)$$

ただし、kは前記無線端末のインデックス、lはタイミングのインデックス、iは前記周波数帯域のインデックスをそれぞれ表し、 $r_{i,k,l}$ は、無線端末#kの、タイミング#l、周波数帯域#iでの瞬時スループットを表し、 $R_{k,l}$ は、無線端末#kのタイミング#lまでの平均スループットを表し、 α_i は、周波数帯域#iについての前記係数を表す。

【0035】

(7) また、前記選択手段は、下記の優先度評価式(6)により求められる優先度を基に前記割り当て対象の無線端末を選択する、こととしてもよい。

40

【数6】

$$\rho_{j,k,l} = \frac{r_{j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_j}} \quad \dots (6)$$

ただし、kは前記無線端末のインデックス、lはタイミングのインデックス、jは前記レイヤのインデックスをそれぞれ表し、 $r_{j,k,l}$ は、無線端末#kの、タイミング#l、レイヤ#jでの瞬時スループットを表し、 $R_{k,l}$ は、無線端末#kのタイミング#lまでの平均スループットを表し、 α_j は、前記レイヤ#jについての前記係数を表す。

50

【0036】

(8) さらに、前記選択手段は、下記の優先度評価式(7)により求められる優先度を基に前記割り当て対象の無線端末を選択することとしてもよい。

【数7】

$$\rho_{i,j,k,l} = \frac{r_{i,j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_{i,j}}} \quad \dots (7)$$

ただし、kは前記無線端末のインデックス、lはタイミングのインデックス、iは前記周波数帯域のインデックス、jは前記レイヤのインデックスをそれぞれ表し、 $r_{i,j,k,l}$ は無線端末#kの、タイミング#l、周波数帯域#i及びレイヤ#jでの瞬時スループットを表し、 $R_{k,l}$ は、無線端末#kのタイミング#lまでの平均スループットを表し、 $\alpha_{i,j}$ は、前記周波数帯域#i及びレイヤ#jについての前記係数を表す。

10

【0037】

(9) また、前記制御手段は、前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタ間で同じ無線リソースに対する前記係数を異なる値に制御することとしてもよい。

【0038】

(10) さらに、前記制御手段は、前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタの無線基地局から通知される干渉量に関する情報に基づいて、前記干渉量が抑制される方向に前記係数を制御することとしてもよい。

20

【0039】

(11) また、前記無線通信特性は、前記無線端末から受信される信号の平均スループット及び瞬時スループットと、前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタへの伝搬路ゲインとを基に与えられることとしてもよい。

【0040】

(12) さらに、前記制御手段は、前記平均スループットについての第1の係数と、前記伝搬路ゲインについての第2の係数と、を前記無線リソース毎に、独立に制御することとしてもよい。

【0041】

(13) また、上記(1)～(12)のいずれか1項に記載の無線リソースの割り当て制御装置をそなえる、無線基地局を用いることもできる。

30

【0042】

(14) さらに、無線通信システムにおいて複数の無線端末が通信に用いる無線リソースの割り当てを制御する方法であって、優先度評価式を用いて、前記複数の無線端末から前記無線リソースの前記割り当てを行なう無線端末を選択する選択過程と、前記無線リソース毎に前記割り当ての対象として選ばれやすい無線通信特性の無線端末が変化するように、前記無線リソース毎に前記優先度評価式に前記無線端末との間の無線通信特性に関する異なる係数を与える制御を行なう制御過程と、を有する、無線リソースの割り当て方法を用いることもできる。

【発明の効果】

40

【0043】

開示の技術によれば、無線リソースの効率的で柔軟な割り当てが可能となる。

また、隣接セル(又はセクタ)間の電波干渉を抑制することも可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下、図面を参照して実施の形態を説明する。ただし、以下に説明する実施形態は、あくまでも例示であり、以下に明示しない種々の変形や技術の適用を排除する意図はない。即ち、本実施形態は、その趣旨を逸脱しない範囲で種々変形(各実施例を組み合わせる等)して実施することができる。

【0045】

50

〔A〕 概要

先に述べた従来例に対して、本例では、周波数スケジューリング、空間スケジューリングについてP F方式の利点を活かしつつ、少ないパラメータで、かつ、状況の変化に柔軟に対応できるようなスケジューリング方式を提供する。

【0046】

一例として、時間領域、周波数領域及び空間領域（レイヤ）でスケジューリング（時間／周波数／空間スケジューリング）を行なう場合には、ユーザ（無線端末）のインデックスを k 、時刻（タイミング）のインデックスを l 、周波数帯域（サブバンド）のインデックスを i 、レイヤのインデックスを j 、とそれぞれ表すと、ユーザ# k の優先度（スケジューリングパラメータ） $\rho_{i,j,k,l}$ は、下記の式（8）で表される優先度評価式により求

10

【0047】

【数8】

$$\rho_{i,j,k,l} = \frac{r_{i,j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_{i,j}}} \quad \dots (8)$$

【0048】

ここで、 $r_{i,j,k,l}$ は、ユーザ# k の、タイミング# l 、周波数帯域（サブバンド）# i 、レイヤ# j での瞬時スループットを表す。 $R_{k,l}$ は、ユーザ# k のタイミング# l までの平均スループットを表し、ユーザ# k が実際に受信に成功した平均レートを示す。 $\alpha_{i,j}$ は、周波数帯域# i 及びレイヤ# j について異なる値に設定可能な重み係数を表す。 $\alpha_{i,j} = 0$ とすると、MaxCIR方式に相当するスケジューリングとなり、 $\alpha_{i,j} = 1$ とするとP F方式に相当するスケジューリングとなる。 $\alpha_{i,j} \rightarrow \infty$ とすると、各ユーザ# k の平均スループットを同等にする（平均スループットが小さいユーザほど優先される）ようなスケジューリングとなる。

20

【0049】

前記の瞬時スループット及び平均スループットは、ユーザ（無線端末）# k のDLについての受信スループットでもよいし、ULの送信スループットでもよい。いずれの場合も、ユーザ# k で測定されてULの制御信号等として無線基地局へ通知される瞬時受信（送信）スループット及び平均受信（送信）スループットを用いることもできるし、無線基地局がDL（UL）の送信（受信）データの瞬時送信（受信）可能スループット及び平均送信（受信）スループットを測定して、その測定結果を近似的にユーザ# k の瞬時受信（送信）可能スループット及び平均受信（送信）スループットとして用いることもできる（以下、同様）。

30

【0050】

なお、以降の説明において、 X_y のように添字を付記して表すパラメータは、 $X(y)$ のように添字部分を括弧付きで表現したり、添字部分を省略して単に X と表現したりすることがある。一例を示すと、優先度 $\rho_{i,j,k,l}$ は、 $\rho(i, j, k, l)$ あるいは単に ρ と表すことがあり、重み係数 $\alpha_{i,j}$ は、 $\alpha(i, j)$ あるいは単に α と表すことがある。

40

【0051】

本例のスケジューラは、優先度評価式の一例としての前記式（8）で求められる優先度 ρ が最大のユーザ# k から送信及び／又は受信機会を割り当ててゆく。ただし、式の形式は式（8）に限定されない。一般化して、 $R_{k,l}$ 、 $\alpha_{i,j}$ および $r_{i,j,k,l}$ の関数 $f(R_{k,l}, \alpha_{i,j}, r_{i,j,k,l})$ として表されればよい。

【0052】

また、時間領域及び周波数領域でスケジューリング（時間／周波数スケジューリング）を行なう場合は、優先度評価式として次式（9）を用いることができる。

【数 9】

$$\rho_{i,k,l} = \frac{r_{i,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_i}} \quad \dots (9)$$

【0053】

さらに、時間領域及び空間領域（レイヤ）でスケジューリング（時間／空間スケジューリング）を行なう場合は、優先度評価式として次式（10）を用いることができる。

【数 10】

$$\rho_{j,k,l} = \frac{r_{j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_j}} \quad \dots (10)$$

10

【0054】

このように、周波数やレイヤ毎に、重み係数 α を変えることにより、周波数やレイヤによって選ばれやすいユーザに変化を与えることが可能となる。そして、隣接セル間で同じ周波数や同じレイヤに同じ重み係数 α が用いられないように設定することにより、従来例以上の効果が期待できる。

【0055】

さらに、セル端ユーザとセル中心ユーザの分布（比率）が大きく変化した場合にも、その変化に応じて柔軟に対応することが可能である。すなわち、本例によれば、従来例と比較してセルスループットやセルカバレッジを向上することができ、また、状況の変化に強いスケジューリングアルゴリズムを提供することができる。なお、従来例においては、重み係数 α を周波数（帯域）やMIMOのレイヤと関連付けることはなされていない。

20

【0056】

なお、上記の式（8）～式（10）は、いずれもPF法で用いられる評価式をベースにしているが、一例であり、他の評価式をベースにした式を用いてもよい。無線基地局と無線端末との間の無線通信特性に関する異なる係数を与えられることにより、無線リソース（周波数、タイミング、レイヤ等）の割り当ての対象として選ばれやすい無線通信特性の無線端末が変化するような優先度評価式を用いればよい。

30

【0057】

〔B〕一実施例

以下では、LTEのULのスケジューリングを例にして説明を行なうが、本例のスケジューリングは、他のシステムのUL及びDLのスケジューリングに適用することも可能である。

【0058】

（B1）SIMO（Single-Input Multi-Output）での時間／周波数スケジューリング

図1は、一実施例に係る無線通信システムの無線基地局（BS：Base Station）の構成例を示すブロック図であり、図2は、前記BSと無線リンクにより通信するユーザ端末の一例としての無線端末（UE：User Equipment）の構成例を示すブロック図である。

40

【0059】

（BSについて）

図1に例示するBS10は、例えば、1又は複数のアンテナ11と、送受信機12と、SIR測定部13と、レート計算部14と、符号化・変調部15と、復調・復号部16と、CRC演算部17と、スケジューラ18と、をそなえる。

【0060】

アンテナ11は、自局10が形成する無線エリア（セルあるいはセクタ）内に位置するUE50との間で無線リンクを介して無線信号を送受信する無線インタフェースである。なお、前記無線リンクには、ULとDLとが含まれ、それぞれ制御チャネルとデータチャネルとが含まれ得る。また、ULには、UE50がパイロット信号等の既知の信号系列を

50

B S 1 0 に対して周期的に送信するためのサウンディングチャネル（パイロットチャネル）が含まれ得る。

【 0 0 6 1 】

送受信機 1 2 は、アンテナ 1 1 で受信された U L の無線信号に対して、低雑音増幅、ベースバンド周波数への周波数変換（ダウンコンバージョン）、A D 変換、チャネル分離などの受信処理を行なう一方、U E 5 0 宛の D L の送信信号（制御チャネル、データチャネルの信号が含まれる）に対して、チャネル多重、D A 変換、無線周波数への周波数変換（アップコンバージョン）、電力増幅などの送信処理を行なう。

【 0 0 6 2 】

S I R 測定部 1 3 は、送受信機 1 2 で受信、分離された前記サウンディングチャネルの信号を基に、サブバンド毎の S I R 測定を行ない、その S I R を基に符号化・変調部 1 5 で用いる符号化方式と変調方式とをサブバンド毎に決定する。なお、符号化方式の一例としては、例えば、畳み込み符号化、ターボ符号化、低密度パリティ検査（L D P C : Low Density Parity Check）符号化等の誤り訂正符号化（F E C : Forward Error Correction）が挙げられる。また、変調方式の一例としては、Q P S K や 1 6 Q A M 、 6 4 Q A M 等の多値直交変調方式が挙げられる。

【 0 0 6 3 】

レート計算部 1 4 は、上述のごとく変調方式と符号化率とが決定されると、パケットデータ（以下、単に「パケット」ともいう）毎の送信ビット数が決定するから、これを基に瞬時送信可能レート（スループット） $r_{i,k,l}$ を計算することができる。ここで、 i はサブバンドのインデックス、 k はユーザ（U E 5 0）のインデックス、 l は時刻（タイミング）のインデックスをそれぞれ表わす。

【 0 0 6 4 】

スケジューラ 1 8 は、無線通信システムにおいて複数のユーザ # k が通信に用いる無線リソース（周波数やレイヤ）の割り当てを制御する装置であり、受信済みのデータ（データチャネルの信号）と D L の送信開始からの経過時間とを基に、平均受信レート（スループット） $R_{k,l}$ を計算する。なお、平均受信レート（スループット） $R_{k,l}$ は、下記の式（1 1）により更新することも可能である。

【数 1 1】

$$R_{k,l} = \beta R_{k,l-1} + (1 - \beta) r_{RXk,l} \quad \cdots (11)$$

【 0 0 6 5 】

ここで、 β は 0 ~ 1 の任意の値をとることのできる係数であり、 $r_{RXk,l}$ は前回の受信パケットの受信レートを示す。ユーザ # k から U L のデータが送信されなかった、あるいは送信されたが受信に成功しなかった場合は $r_{RXk,l} = 0$ とする。

【 0 0 6 6 】

スケジューラ 1 8 は、これらの値を用いて、優先度 $\rho(i, k, l)$ を次式（1 2）で表される優先度評価式により求める。

【数 1 2】

$$\rho_{i,k,l} = \frac{r_{i,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_i}} \quad \cdots (12)$$

【 0 0 6 7 】

ここで、 α_i は、平均受信レート $R_{k,l}$ についての重み係数であり、サブバンド # i 毎に異なる値を設定することができる。この α_i の値を大きくするとより平均スループットが小さいユーザ（例えば、セル端ユーザ）の優先度（選択確率）が高くなり、反対に小さくすると、より平均スループットが大きいユーザ（例えば、セル中心ユーザ）の優先度が高くなる。

【 0 0 6 8 】

つまり、本例のスケジューラ 18 は、図 1 中に例示するように、ユーザ # k との間の無線通信特性に関する異なる係数 α を与えられることにより、無線リソースの一例としての周波数（サブバンド # i）の割り当ての対象として選ばれやすい無線通信特性のユーザ # k が変化する優先度評価式（12）を用いて、前記割り当てを行なうユーザ # k を選択するユーザ選択部（選択手段）181 としての機能と、前記無線リソース（サブバンド # i）毎に係数 α を制御する係数制御部（制御手段）182 としての機能と、を具備する。

【0069】

したがって、係数 α を変えることにより、周波数（サブバンド）によって選ばれやすいユーザに変化を与えることが可能となるから、特定のユーザが特定の無線リソース（サブバンド）に固定されることがなく、無線リソースの効率的で柔軟な割り当てが可能となる。

10

【0070】

そして、隣接セル（又はセクタ）間でサブバンド # i に対する重み係数 α_i の設定パターンを異ならせる（例えば、同じ重み係数 α_i が設定されるサブバンドを隣接セル（又はセクタ）間で異ならせる）ことにより、隣接セル（あるいはセクタ）のセル端ユーザに対して同じサブバンドの送信機会が同時に割り当てられる確率を抑えることができる。したがって、隣接セル（又はセクタ）間の干渉を抑制することが可能となる。

【0071】

例えば、図 3 に例示するセル（3 セクタ）配置において、図 5 に示すような重み係数 α の設定が可能である。すなわち、セクタ # 1 のサブバンド # 1 では $\alpha_1 = 0$ （つまり、Max CIR 方式）、サブバンド # 2 では $\alpha_2 = 1$ 、サブバンド # 3 では $\alpha_3 = 2$ とし、隣接セクタ # 2 のサブバンド # 1 では $\alpha_1 = 2$ 、サブバンド # 2 では $\alpha_2 = 0$ 、サブバンド # 3 では $\alpha_3 = 1$ とし、隣接セクタ # 3 のサブバンド # 1 では $\alpha_1 = 1$ 、サブバンド # 2 では $\alpha_2 = 2$ 、サブバンド # 3 では $\alpha_3 = 0$ とする。

20

【0072】

なお、参考までに、比較のために、従来例として先に述べたセル端ユーザ及びセル中心ユーザとサブバンドとの関連付けの一例を示すと、例えば図 4 に示すような割り当てとなる。すなわち、セル端ユーザ専用（セル中心ユーザ専用）に割り当てられるサブバンドは、セクタ毎に異なるものが固定される。

【0073】

30

そして、本例のスケジューラ 18 は、前記の式（12）により求めた優先度 ρ の中で最大の優先度のユーザを、送信機会（無線リソース）を割り当てる対象ユーザとして選択し、そのユーザ宛の送信機会の割当情報（制御情報）を生成する。

【0074】

符号化・変調部 15 は、前記制御情報を、先に述べたように S I R の測定結果を基に決定した符号化方式及び変調方式を用いて符号化、変調する。これにより得られた変調信号は制御チャネルの信号として送受信機 12 及びアンテナ 11 を経由して対象ユーザ（UE 50）宛に送信される。

【0075】

復調・復号部 16 は、送受信機 12 で受信、分離された U L のデータチャネルの信号を、送信元（UE 50）での符号化方式及び変調方式に対応する復号方式及び復調方式を用いて復調、復号する。

40

【0076】

C R C 演算部 17 は、復調・復号部 16 により得られた復号データに対して C R C 演算を行ない、その演算結果（O K 又は N G）を、前記の平均受信レート $R_{k,1}$ の計算を可能とするために、スケジューラ 18 に通知する。

【0077】

（UE について）

図 2 に例示する UE 50 は、例えば、アンテナ 51 と、送受信機 52 と、変調部 53 と、復調・復号部 54 と、符号化・変調部 55 と、周波数割当部 56 と、をそなえる。

50

【0078】

アンテナ51は、BS10との間で前記無線リンクを介して無線信号を送受信する無線インタフェースである。

【0079】

送受信機52は、アンテナ51で受信されたDLの無線信号（制御チャネルの信号が含まれる）に対して、低雑音増幅、ベースバンド周波数への周波数変換（ダウンコンバージョン）、AD変換、チャネル分離などの受信処理を行なう一方、BS10宛のULの送信信号（サウンディングチャネル、データチャネルの信号が含まれる）に対して、チャネル多重、DA変換、無線周波数への周波数変換（アップコンバージョン）、電力増幅などの送信処理を行なう。

10

【0080】

変調部53は、前記パイロット信号等の既知の信号系列（例えば固定パターンの信号系列）を変調する。その変調方式の一例としては、QPSKや16QAM、64QAM等の多値直交変調方式が挙げられる。

【0081】

復調・復号部54は、送受信機52で受信、分離された制御チャネルの信号を、BS10での符号化方式及び変調方式に対応する復号方式及び復調方式を用いて、復調、復号する。

【0082】

符号化・変調部55は、BS10宛のULの送信データ（情報ビット）を、復調・復号部54で復号された制御情報によりBS10から指定された符号化方式及び変調方式にて、符号化し変調する。符号化方式には、BS10側と同様に、例えば、畳み込み符号化、ターボ符号化、LDPC符号化等の誤り訂正符号化（FEC）を適用することができる。また、変調方式についても、BS10側と同様に、QPSKや16QAM、64QAM等の多値直交変調方式を適用することができる。

20

【0083】

周波数割当部56は、符号化・変調部55により得られた変調信号を、復調・復号部54で復号された制御情報によりBS10から指定された送信周波数（データチャネル）に割り当てる。このデータチャネルの信号は、送受信機52を経由してBS10へ送信される。

30

【0084】

次に、上述のBS10（スケジューラ18）によるUE50に対する周波数スケジューリングについて、図6に示すフローチャートを用いて説明する。なお、この図6に例示するフローチャートは、所定のスケジューリング周期で繰り返し実行される

【0085】

スケジューラ18は、或るスケジューリング周期のタイミング#1において、各ユーザ#k（UE50）及び各サブバンド#iの優先度 $p(i, k, 1)$ を前記の式(12)により求める（処理1001）。そして、スケジューラ18は、求められた優先度 $p(i, k, 1)$ の中で最大のものをサーチし、その優先度に対応するユーザのインデックスを k' 、サブバンドのインデックスを i' とする（処理1002）。

40

【0086】

最大の優先度 $p(i', k', 1)$ に対応するユーザ# k' が、サブバンド# i' と隣接していないサブバンドに既に割り当てられている場合は、マルチキャリア信号となるため、LTEのUL通信の仕様上は選択しない方が望ましい。そのため、スケジューラ18は、オプション的に、ユーザ# k' が、サブバンド# i' と隣接していないサブバンドに既に割り当てられているか否かの隣接サブバンドチェックを行なうことができ（処理1003）、既に割り当てられていれば（処理1003でNGであれば）、この組み合わせに対する優先度 $p(i', k', 1)$ を0として（処理1004）、再度、最大の優先度 $p(i, k, 1)$ をサーチすることができる（処理1002）。

【0087】

50

サブバンドチェックの結果が問題ない場合（処理1003でOKの場合）は、スケジューラ18は、サブバンド# i' にユーザ# k' を割り当てる（処理1005）。ここで、全てのサブバンドに対する割り当てが完了していればタイミング#1でのスケジューリングは終了となり（処理1006のYESルート）、そうでなければ（処理1006でNOであれば）、スケジューラ18は、サブバンド# i' に関する優先度 $\rho(i', k, l)$ を全て0とする（処理1007）。

【0088】

スケジューラ18は、オプション的に、各ユーザの余剰送信電力を例えば「最大送信電力－割り当て済み送信電力」により計算することができ、その余剰送信電力が所定の閾値以下の場合（つまり、送信電力に余裕が無い場合）には、そのユーザ# k' がそれ以上選

10

【0089】

一方、前記余剰送信電力が前記閾値を超えている場合、つまり、送信電力に余裕がある場合（処理1008でOKの場合）には、スケジューラ18は、そのユーザ# k' とサブバンド# i' の組み合わせに対する優先度 $\rho(i', k', l)$ を0として（処理1004）、最大優先度 $\rho(i, k, l)$ の再サーチを行なうことができる（処理1002）。なお、このケースでは、前記処理1004は図6中に点線矢印で示すようにバイパスすることもできる。

【0090】

20

そして、スケジューラ18は、全てのユーザについての優先度 $\rho(i, k, l)$ が0か否かをチェックし（処理1010）、0であればタイミング#1でのスケジューリングを終了し（処理1010のYESルート）、そうでなければ、割り当て済みの組み合わせが再選択されないように、対応する優先度 $\rho(i', k', l)$ を0として（処理1010のNOルートから処理1004）、最大優先度 $\rho(i, k, l)$ の再サーチを行なう（処理1002）。なお、このケースにおいても、前記処理1004は図6中に点線矢印で示すようにバイパスすることができる。

【0091】

以上のように、本例によれば、優先度評価式における重み係数 α を変えることにより、周波数（サブバンド）によって選ばれやすいユーザに変化を与えることが可能となるから

30

【0092】

そして、隣接セル（又はセクタ）間で同じ周波数に同じ重み係数 α が用いられないように設定することにより、隣接セル（又はセクタ）間の干渉を抑制することも可能となる。

【0093】

さらに、セル端ユーザとセル中心ユーザの分布（比率）が大きく変化した場合にも、その変化に応じて柔軟に対応することが可能である。すなわち、本例によれば、従来例と比較してセルスループットやセルカバレッジを向上することができ、また、状況の変化に強いスケジューリングアルゴリズムを提供することができる。

40

【0094】

（B2）MIMOでの時間／空間スケジューリング（周波数スケジューリングなし）

次に、ULのマルチユーザMIMO方式、即ち、ULにおいて複数ユーザ（UE50）を同じ時刻に同じ周波数に割り当ててMIMO受信するBS10の一例について説明する。

【0095】

マルチユーザMIMO方式では複数のユーザが同じ時刻に同じ周波数を用いて送信を行なうことが可能なため、総受信電力を大きくすることができる。その一方で、マルチセル（又はセクタ）環境下では、セル（又はセクタ）間干渉が増大する場合がある。これを避けるために、セル間干渉を抑えつつマルチユーザMIMO方式の利点を活かすことができ

50

るスケジューリングを行なうことが望ましい。

【0096】

一例として、マルチユーザ（同時送信ユーザ）数が2の場合を例にして説明する。また、MIMOの受信方式の一例として、前述のMMSE-SIC方式を用いることとする。MMSE-SIC方式は、先にも述べたとおり、信号検出後の判定帰還データを用いてMMSE等化および送信信号の干渉レプリカの除去を逐次的に行なう方式である。

【0097】

MMSE-SIC方式を用いる場合のMIMO受信機の構成例を図7に示す。なお、この図7に例示するMIMO受信機は、既述のBS10の受信系（例えば図1に示す復調・復号部16）に適用することができる。

10

【0098】

この図7に例示するMIMO受信機は、例えば、マルチユーザ数に対応した2本のアンテナ11と、チャネル推定部161と、第1のMMSE（Minimum Mean Square Error）等化器162と、第1の復号器（デコーダ）163と、レプリカ生成部164と、減算器165と、第2のMMSE等化器166と、第2の復号器（デコーダ）167と、をそなえる。

【0099】

各アンテナ11は、それぞれ、UE50が送信した無線信号を受信する無線インタフェースである。本例では、2台のUE50（UE#1，UE2）が同じ時刻に同じ周波数でそれぞれアンテナ51から送信した無線信号が当該アンテナ11で受信されるものとする。なお、アンテナ11は受信アンテナブランチ、アンテナ51は送信アンテナブランチにそれぞれ相当する。

20

【0100】

チャネル推定部161は、UE#1，#2から受信されたULの既知信号（パイロット信号）を用いてUE#1，#2との間のチャネル推定値を求める。

【0101】

MMSE等化器162は、平均2乗誤差最小（MMSE）規範に基づく線形フィルタにより、UE#1，#2のアンテナ（送信アンテナブランチ）51からそれぞれ独立に送信されて空間で混ざり合ってMIMO受信機の各アンテナ（受信アンテナブランチ）11で受信されたMIMO受信信号を分離する。なお、無線アクセス方式にOFDM（あるいはOFDMA）やSC-FDMA等を用いる場合、各受信アンテナブランチ51の受信信号は、高速フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transform）後の各サブキャリアの信号と考えることができる。

30

【0102】

第1のMMSE等化器162は、チャネル推定部161で求められたチャネル推定値を用いて、送信アンテナブランチ51毎、つまりはUE#1，UE#2毎に、他の送信アンテナブランチ51からの干渉を抑圧するMMSEウェイトを計算し、受信信号ベクトルにMMSEウェイト行列を乗算することにより、送信アンテナブランチ51毎にMMSE等化による他の送信アンテナブランチ51からの干渉の抑圧（等化）を行なう。そして、等化後の信号と各送信信号点レプリカとの2乗ユークリッド距離を基に、ビットごとの信頼度情報である対数尤度比（LLR：Log Likelihood Ratio）を計算して、第1のデコーダ163に与える。

40

【0103】

第1のデコーダ163は、第1のMMSE等化器162から与えられたLLRを用いて受信信号系列の復号（軟判定復号）を行なう。

【0104】

レプリカ生成部164は、第1のデコーダ163により復号され、CRC結果がOKであった復号データを再符号化し、その再符号化データと、チャネル推定部161で求められたチャネル推定値とを基に、前記一方の送信アンテナブランチ51（UE#1）についての干渉（受信信号）レプリカ信号を生成する。

50

【0105】

減算器165は、各受信アンテナブランチ11で受信した信号系列から前記レプリカ信号（干渉成分）を減算してキャンセルする。

【0106】

第2のMMSE等化器166は、減算器165にて前記干渉成分をキャンセルされた受信信号系列について、UE#1からの受信信号がないものと仮定してMMSE等化を行なうことにより、他方の送信アンテナブランチ51（UE#2）についての等化後信号及びLLRを得る。

【0107】

第2のデコーダ167は、第2のMMSE等化器166から与えられたLLRを用いて等化後信号の復号（軟判定復号）を行なう。

10

【0108】

このように、MMSE-SIC方式では、各送信アンテナブランチ51からの受信信号系列を、所定の順番で等化、復号する。マルチユーザ数が3以上の場合も、同様に、所定の順番で等化、復号を繰り返し行なうことになる。なお、マルチユーザ数は、データのストリーム数と考えることもできる。

【0109】

既述のように、このような順番でそれぞれ等化、復号が行なわれるステージを本例では「レイヤ」と呼ぶ。これをULのスケジューリングとの関係でみると、先に等化、復号が行なわれるレイヤに対応するUE#1は、後に等化、復号が行なわれるレイヤに対応するUE#2よりも後にスケジューリングされる関係にあるのが望ましい。本例では、例示的に、先にスケジューリングされるUE#2に対応するレイヤのインデックスを0、後にスケジューリングされるUE#1に対応するレイヤのインデックスを1と定義する。

20

【0110】

この場合、BS10は、例えばSIR測定部13にて、レイヤ#jの受信SIR（ γ_j ）を、下記の式（13）により求めることができる。

【数13】

$$\gamma_0 = \mathbf{h}_0^H \mathbf{h}_0 / \sigma^2$$

$$\gamma_1 = \mathbf{h}_1^H (\mathbf{h}_0 \mathbf{h}_0^H + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} \mathbf{h}_1 \quad \cdots (13)$$

30

ただし、jはレイヤのインデックスであり、ユーザ（UE50）を（空間領域で）選ぶ（スケジューリングする）順序を示す。また、 $\mathbf{h}_j$ はレイヤ#jで選ばれたユーザのチャネルベクトル、 $\mathbf{x}^H$ はベクトルxの共役転置、 σ^2 は平均干渉電力、Iは単位行列をそれぞれ表わす。レイヤ#1（UE#1）のSIRは、レイヤ#0のユーザ#2が確定してから計算される。

【0111】

そして、スケジューラ18は、このレイヤ#j毎のSIRを用いて各レイヤ#jのスケジューリングパラメータ（優先度） $\rho(j, k, l)$ を下記の式（14）により計算し、スケジューリングパラメータ $\rho(j, k, l)$ が最大のユーザに送信機会を割り当てる。

40

【数14】

$$\rho_{j,k,l} = \frac{r_{j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_j}} \quad \cdots (14)$$

なお、 $R_{k,l}$ はユーザ#kのタイミング#lの平均スループット、 $r_{j,k,l}$ はユーザ#kのレイヤ#jの瞬時スループットをそれぞれ表わし、前述のSIR計算式（13）の計算結果から求めることができる。 α_j はレイヤ#jについての重み係数である。

【0112】

ここで、マルチユーザ数が2の場合に、例えば、レイヤ#0の重み係数 $\alpha_0 = 1$ 、レイ

50

ヤ#1の重み係数 $\alpha_1=0$ とする。これにより、例えば、レイヤ#0においてはセル端ユーザが、レイヤ#1においてはセル中心ユーザがそれぞれ選ばれやすくなる。

【0113】

したがって、例えば、隣接セクタ間で、少なくともいずれかのレイヤ#jの重み係数 α_j を異なる値に設定すると、セル(セクタ)間干渉を抑えることが可能となる。その一例を図8に示す。なお、図8に示す設定はあくまでも一例であり、これに限定されない。

【0114】

本例でのBS1(スケジューラ18)によるULのスケジューリング(時間/空間スケジューリング)の一例を図9に示す。なお、この図9に例示するフローチャートは、所定のスケジューリング周期で繰り返し実行される。

10

【0115】

スケジューラ18は、或るスケジューリング周期のタイミング#1において、各ユーザ#kのレイヤ#j(=0)の優先度 $\rho(j, k, 1)$ を前記式(14)により求める(処理1110)。そして、スケジューラ18は、優先度 $\rho(j, k, 1)$ が最大のユーザ#kをサーチし、そのユーザ#kをユーザ#k'とし(処理1120)、当該ユーザ#k'をレイヤ#0に割り当てる(処理1130)。

【0116】

次いで、スケジューラ18は、レイヤ#0で選択されなかった残りのユーザ#k($\neq k'$)の異なるレイヤ#j(=1)の優先度 $\rho(j, k, 1)$ を前記式(14)により求める(処理1140)。そして、スケジューラ18は、優先度 $\rho(j, k, 1)$ が最大のユーザ#kをサーチし、そのユーザ#kをユーザ#k'とし(処理1150)、当該ユーザ#k'をレイヤ#j(=1)に割り当てる(処理1160)。

20

【0117】

以上のように、本例によれば、優先度評価式における重み係数 α をレイヤ毎に制御(設定)することにより、レイヤによって選ばれやすいユーザに変化を与えることが可能となるから、特定のユーザが特定のレイヤに固定されることがない。したがって、無線リソースの一例としてのレイヤに関して効率的で柔軟な割り当てが可能となる。

【0118】

そして、隣接セル(又はセクタ)間で同じレイヤに同じ重み係数 α が用いられないように設定することにより、隣接セル(又はセクタ)間の干渉を抑制することも可能となる。

30

【0119】

さらに、平均スループットの低いユーザ(例えば、セル端ユーザ)と平均スループットの高いユーザ(例えば、セル中心ユーザ)の分布(比率)が大きく変化した場合にも、その変化に応じて柔軟に対応することが可能である。すなわち、本例によれば、従来例と比較してセルスループットやセルカバレッジを向上することができ、また、状況の変化に強いスケジューリングアルゴリズムを提供することができる。

【0120】

(B3)MIMOでの時間/周波数/空間スケジューリング

以上で述べたMIMOのレイヤ間(空間)スケジューリングと周波数スケジューリングとは、複合的に実施することができる。その場合のスケジューラ18は、例えば下記の式(15)により、タイミング#1での、ユーザ#kのサブバンド#i及びレイヤ#jの優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ を求めることができる。

40

【0121】

【数15】

$$\rho_{i,j,k,l} = \frac{r_{i,j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_{i,j}}} \quad \dots (15)$$

【0122】

つまり、レイヤ#j及びサブバンド#i毎に、異なる重み係数 $\alpha(i, j)$ を用いるこ

50

とができる。図10に重み係数 $\alpha(i, j)$ の割り当て(設定)例を示す。

【0123】

図11に、本例のスケジューラ18による時間／周波数／空間スケジューリングの一例を示す。なお、レイヤ数(マルチユーザ数)は、項目(B2)の場合と同様に2(レイヤ#0、レイヤ#2)と仮定する。また、図11に例示するフローチャートは、所定のスケジューリング周期で繰り返し実行される。

【0124】

スケジューラ18は、或るスケジューリング周期のタイミング#1において、レイヤ# j ($j=0$)について各ユーザ# k 及び各サブバンド# i の優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ を前記の式(15)により求める(処理1201)。そして、スケジューラ18は、求め

10

られた優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ の中で最大のものをサーチし、その優先度に対応するユーザのインデックスを k' 、サブバンドのインデックスを i' とする(処理1202)。

【0125】

本例においても、先に述べたとおり、最大の優先度 $\rho(i', j, k', 1)$ に対応するユーザ# k' が、サブバンド# i' と隣接していないサブバンドに既に割り当てられている場合は、マルチキャリア信号となるため、LTEのUL通信の仕様上は選択しない方が望ましい。そのため、スケジューラ18は、ユーザ# k' が、サブバンド# i' と隣接していないサブバンドに既に割り当てられているか否かの隣接サブバンドチェックを行ない(処理1203)、既に割り当てられていれば(処理1203でNGであれば)、この

20

組み合わせに対する優先度 $\rho(i', j, k', 1)$ を0として(処理1204)、再度、最大の優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ をサーチすることができる(処理1202)。

【0126】

サブバンドチェックの結果が問題ない場合(処理1203でOKの場合)は、スケジューラ18は、レイヤ# j ($=0$)及びサブバンド# i' にユーザ# k' を割り当てる(処理1205)。ここで、全てのサブバンドに対する割り当てが完了していなければ(処理1206でNOであれば)、スケジューラ18は、サブバンド# i' に関する優先度 $\rho(i', j, k, 1)$ を全て0とする(処理1207)。

【0127】

さらに、スケジューラ18は、オプション的に、各ユーザの余剰送信電力を例えば「最大送信電力ー割り当て済み送信電力」により計算することができ、その余剰送信電力が所定の閾値以下の場合(つまり、送信電力に余裕が無い場合)には、そのユーザ# k' がそれ以上選択されることを回避するために、そのユーザ# k' に関する優先度 $\rho(i, j, k', 1)$ を全て0とすることができる(処理1208のNGルートから処理1209)。

30

【0128】

一方、前記余剰送信電力が前記閾値を超えている場合、つまり、送信電力に余裕がある場合(処理1208でOKの場合)には、スケジューラ18は、そのユーザ# k' とレイヤ# j 及びサブバンド# i' の組み合わせに対する優先度 $\rho(i', j, k', 1)$ を0として(処理1204)、最大優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ の再サーチを行なうことができる(処理1202)。なお、このケースでは、前記処理1204は図6と同様にバイパスすることもできる。

40

【0129】

そして、スケジューラ18は、全てのユーザについての優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ が0か否かをチェックし(処理1210)、0でなければ、割り当て済みの組み合わせが再選択されないように、対応する優先度 $\rho(i', j, k', 1)$ を0として(処理1210のNOルートから処理1204)、最大優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ の再サーチを行なう(処理1202)。なお、このケースにおいても、前記処理1204は図6と同様にバイパスすることができる。

【0130】

50

一方、全てのユーザについての優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ が 0 である場合（処理 1210 で YES の場合）、および、前記の処理 1206 で全てのサブバンドに対する割り当てが完了している場合（処理 1206 で YES の場合）、スケジューラ 18 は、残りのユーザの各サブバンド # i のレイヤ # $j+1$ ($=1$) の優先度 $\rho(i, j+1, k, 1)$ を前記式 (15) により求める（処理 1211）。

【0131】

そして、スケジューラ 18 は、求められた優先度 $\rho(i, j+1, k, 1)$ の中で最大のものをサーチし、その優先度に対応するユーザのインデックスを k' 、サブバンドのインデックスを i' とする（処理 1212）。

【0132】

さらに、スケジューラ 18 は、オプション的に、ユーザ # k' が、サブバンド # i' と隣接していないサブバンドに既に割り当てられているか否かの隣接サブバンドチェックを行なうことができ（処理 1213）、既に割り当てられていれば（処理 1213 で NG であれば）、この組み合わせに対する優先度 $\rho(i', j+1, k', 1)$ を 0 として（処理 1214）、再度、最大の優先度 $\rho(i, j+1, k, 1)$ をサーチすることができる（処理 1212）。

【0133】

サブバンドチェックの結果が問題ない場合（処理 1213 で OK の場合）は、スケジューラ 18 は、レイヤ # $j+1$ ($=1$) 及びサブバンド # i' にユーザ # k' を割り当てる（処理 1215）。ここで、全てのサブバンドに対する割り当てが完了していなければ（処理 1216 で NO であれば）、スケジューラ 18 は、サブバンド # i' に関する優先度 $\rho(i', j+1, k, 1)$ を全て 0 とする（処理 1217）。

【0134】

さらに、スケジューラ 18 は、オプション的に、各ユーザの余剰送信電力を例えば「最大送信電力－割り当て済み送信電力」により計算することができ、その余剰送信電力が所定の閾値以下の場合（つまり、送信電力に余裕が無い場合）には、そのユーザ # k' がそれ以上選択されることを回避するために、そのユーザ # k' に関する優先度 $\rho(i, j+1, k', 1)$ を全て 0 とすることができる（処理 1218 の NG ルートから処理 1219）。

【0135】

一方、前記余剰送信電力が前記閾値を超えている場合、つまり、送信電力に余裕がある場合（処理 1218 で OK の場合）には、スケジューラ 18 は、そのユーザ # k' とレイヤ # $j+1$ 及びサブバンド # i' の組み合わせに対する優先度 $\rho(i', j+1, k', 1)$ を 0 として（処理 1214）、最大優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ の再サーチを行なうことができる（処理 1212）。なお、このケースでも、前記処理 1214 は図 6 と同様にバイパスすることもできる。

【0136】

そして、スケジューラ 18 は、全てのユーザについての優先度 $\rho(i, j+1, k, 1)$ が 0 か否かをチェックし（処理 1220）、0 でなければ、割り当て済みの組み合わせが再選択されないように、対応する優先度 $\rho(i', j, k', 1)$ を 0 として（処理 1220 の NO ルートから処理 1214）、最大優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ の再サーチを行なう（処理 1212）。なお、このケースにおいても、前記処理 1214 は図 6 と同様にバイパスすることができる。

【0137】

一方、全てのユーザについての優先度 $\rho(i, j, k, 1)$ が 0 である場合（処理 1210 で YES の場合）、スケジューラ 18 は、タイミング # 1 でのスケジューリングを終了する。なお、マルチユーザ数（レイヤ数）が 3 以上の場合は、異なるレイヤについて前記処理 1211～処理 1220 を繰り返せばよい。

【0138】

以上のように、本例によれば、優先度評価式における重み係数 α を周波数（サブバンド

10

20

30

40

50

）及びレイヤ毎に制御することにより、周波数（サブバンド）及びレイヤによって選ばれやすいユーザに変化を与えることが可能となるから、特定のユーザが特定の周波数帯域、レイヤに固定されることがない。したがって、周波数及びレイヤの効率的で柔軟な割り当てが可能となる。

【0139】

そして、隣接セル（又はセクタ）間で同じ周波数帯域及びレイヤに同じ重み係数 α が用いられないように設定することにより、隣接セル（又はセクタ）間の干渉を抑制することも可能となる。

【0140】

さらに、セル端ユーザとセル中心ユーザの分布（比率）が大きく変化した場合にも、その変化に応じて柔軟に対応することが可能である。すなわち、本例によれば、従来例と比較してセルスループットやセルカバレッジを向上することができ、また、状況の変化に強いスケジューリングアルゴリズムを提供することができる。

10

【0141】

（B4）BS間で干渉量が既知の場合

LTEにおいてはULの干渉量をBS10間でネットワークを介して通知しあうことができる。この場合、他セル（又はセクタ）に与える干渉量が多い場合は送信電力制御のパラメータを変えることができる。ここで、送信電力制御の代わりに、あるいは、送信電力制御とともに、上述したように、そのサブバンドに関するパラメータ（重み係数 α ）をセル端ユーザが割り当てられにくくなるように設定すれば、他セル（セクタ）干渉を低減

20

【0142】

その一例について、図12及び図13を用いて説明する。

図12は、本例のBS10の構成例を示すブロック図である。この図12に例示するBS10は、コアネットワーク（CN）70を介して他のBS10と通信可能に接続されて、CN70経由でBS間通信を行なうことができる。また、このBS10は、図1に示した構成に比して、閾値比較部19と、係数調整部20と、をさらにそなえる。なお、この図12において、既述の符号と同一符号を付して示す部分は、特に断らない限り、既述の部分と同一若しくは同様である。

【0143】

閾値比較部19は、SIR測定部13にて、前記サウンディングチャネルの既知の受信信号を用いてサブバンド毎に測定された干渉量に関する情報の一例としての干渉電力と、所定の閾値とを比較して、干渉電力が閾値を超えた場合に、その旨を例えばOI（Overload Indicator）として他のBS10へ通知する。

30

【0144】

係数調整部20は、他のBS10からOIが通知されると、スケジューラ18で用いる、当該OIにより特定されるサブバンド# i の重み係数 α_i を制御（小さく）するようスケジューラ18（係数制御部182）に指示する。なお、この係数調整部20の機能は、係数制御部182に含めてもよい。

【0145】

スケジューラ18（係数制御部182）は、前記指示を受けると、該当サブバンドの重み係数 α を小さく設定する。これにより、そのサブバンドにセル端ユーザが割り当てられる確率が小さくなる。

40

【0146】

例えば図13に示すように、3台のBS#1、#2、#3が設置され、それぞれ利用可能なサブバンド#1～#4が設定されている状況において、BS#3の閾値比較部19にてサブバンド#4に関して閾値を超える干渉電力が検出されると、BS#3から他のBS#1及びBS#2に対してそれぞれOIが通知される。

【0147】

BS#1及びBS#2は、それぞれ係数調整部20にてBS#3からの前記OIを受信

50

すると、そのO Iが示すサブバンド# 4に用いる重み係数 α_4 をそれまでよりも小さな値に設定する。

【0148】

これにより、BS# 1及びBS# 2のスケジューラ18において、サブバンド# 4に平均スループットが小さいユーザ（例えば、セル端ユーザ）が割り当てられる確率が小さくなり、他セル（セクタ）干渉を低減することが可能となる。

【0149】

（B5）隣接セル（又はセクタ）のゲインを考慮する場合

ユーザ（UE50）は、既知のDL信号を用いて、接続しているBS（サービングBS）10（サービングセル）の隣接セルの各BS10からの平均受信電力を測定する。また、BS10の送信電力は、例えばDLの報知情報としてUE50で受信することが可能である。

10

【0150】

UE50は、これらを用いて各BS10との間のDLの伝搬路（パス）ゲイン（伝搬路ロスの逆数）Gを求めることができる。そして、UE50は、この値（上位複数あるいは1つのBS10との間のパスゲイン、あるいはそれらの和）を、ULの制御信号によりサービングBS10に通知する。DLの伝搬路とULの伝搬路の長期的なパスゲインはほぼ同等であるとすれば、サービングBS10は、UE50から通知された伝播路ゲインをULのパスゲインとして扱うことができる。ユーザ# kに対してこの値を G_k と表す。

20

【0151】

BS10は、スケジューラ18において、このパスゲイン G_k を用いて、セル間干渉を正確に考慮したULのスケジューリングを実施することができる。例えば、スケジューラ18は、既述の優先度の計算式に代えて、以下の式（16）～式（18）のいずれかに示す、パスゲイン G_k をパラメータに含む計算式を用いて、優先度（スケジューリングパラメータ） ρ を求めることができる。

【0152】

【数16】

$$\rho_{i,k,l} = \frac{r_{i,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_i}} G_k^{\beta_i} \quad \dots (16)$$

30

【0153】

【数17】

$$\rho_{j,k,l} = \frac{r_{j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_j}} G_k^{\beta_j} \quad \dots (17)$$

【0154】

【数18】

$$\rho_{i,j,k,l} = \frac{r_{i,j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_{i,j}}} G_k^{\beta_{i,j}} \quad \dots (18)$$

40

ただし、隣接セルのパスゲイン G_k は、サービングBS10の次にゲインが大きいBS10との間のパスゲイン、又は、サービングBS10以外のゲインが大きい上位複数のBS10との間のパスゲインの和を表わす。 β （第2の係数）は、サブキャリア（サブバンド）# i間、あるいは、送信ストリーム（レイヤ）# j間で異なる値をとることができる係数（パラメータ）である。 β は、 α （第1の係数）とは独立して設定（制御）可能なパラメータであってもよいし、 α の関数として表されてもよい。

【0155】

すなわち、スケジューラ18は、時間／周波数スケジューリングを行なう場合に、式（

50

16)を用いることができ、時間／空間スケジューリングを行なう場合に、式(17)を用いることができ、時間／周波数／空間スケジューリングを行なう場合に、式(18)を用いることができる。

【0156】

ここで、 $\beta_{i,j}$ の値を大きくすると、他セルに与える干渉量が大きいユーザが割り当てられやすくなり、逆に小さくすると、他セルに与える干渉量が小さいユーザが割り当てられやすくなる。

【0157】

本例のUE50の構成例を図14に、BS10の構成例を図15にそれぞれ示す。

(UEについて)

図14に例示するUE50は、例えば、受信アンテナ51-1と、送信アンテナ51-2と、隣接セル数(#1～#N)に対応した、パターンキャンセル部57-1～57-N、平均受信電力測定部58-1～58-N及びパスゲイン計算部59-1～59-Nの組と、パスゲイン選択部60と、変調部53と、送信電力調整部521と、をそなえる。

【0158】

受信アンテナ51-1は、BS10が送信した無線信号を受信する無線インタフェースであり、本例では、複数(N個)の隣接セル(BS10)からの無線信号がこの受信アンテナ51-1で受信され得る。この受信無線信号には、既知の信号である共通リファレンス信号が含まれ得る。共通リファレンス信号は、セル毎に固有の信号パターンとすることができる。

【0159】

送信アンテナ51-2は、BS10への無線信号を送信する無線インタフェースである。なお、これらのアンテナ51-1、51-2は、送受信共用の1本のアンテナとしてもよい。

【0160】

パターンキャンセル部57-p($p=1\sim N$)は、それぞれ、受信アンテナ51-1で受信された信号系列に対して、セル#pに固有の共通リファレンス信号の信号パターンを乗算することで、受信信号系列からセル#pの受信信号系列を検出する。つまり、受信アンテナ51-1で受信された信号系列は、パターンキャンセル部57-pにて、異なるセル#p毎の信号系列に分離される。

【0161】

なお、各パターンキャンセル部57-pに入力される信号は、受信アンテナ51-1で受信された後、各部57-p、58-p及び59-pでの信号処理が可能な形式の信号、例えば、既述の送受信機52(図1参照)にて低雑音増幅、ベースバンド周波数へのダウンコンバージョン、AD変換などの無線受信処理を受けた後の信号に相当するものとする。

【0162】

平均受信電力測定部58-pは、それぞれ、対応するパターンキャンセル部57-pで検出されたセル#pの受信信号系列の平均受信電力を測定する。

【0163】

パスゲイン計算部59-pは、それぞれ、対応する平均受信電力測定部58-pで測定された平均受信電力を基に、セル#pからのパスゲイン G_k を計算する。例えば、BS10の送信電力が前記報知情報の受信により認識している場合には、その送信電力から受信電力を引いた値をパスゲイン G_k とすることができる。

【0164】

パスゲイン選択部60は、各パスゲイン計算部59-1～59-Nにより求められたセル#1～#N毎のパスゲイン G_k の中で、2番目に大きいパスゲイン(G_{k2} とする)を隣接セルへのパスゲインとして、その情報を例えばULの制御チャネルの信号(以下、UL制御信号ともいう)に含める。

【0165】

当該UL制御信号は、変調部53に入力され、変調部53は、QPSKや16QAM、64QAMなどの変調方式にて前記UL制御信号を変調する。

【0166】

その変調信号は、送信電力調整部521に入力され、送信電力調整部521は、変調された前記UL制御信号の送信電力を調整した上で、送信アンテナ51-2からBS10に向けて送信する。

【0167】

(BSについて)

一方、図15に例示するBS10は、図1に示したBS10の構成に比して、パスゲイン受信部21が付加されている点が異なる。なお、この図15において、既述の符号と同一符号を付して示す部分は、特に断らない限り、既述の部分と同一若しくは同様の部分である。

10

【0168】

このパスゲイン受信部21は、上述のようにUE50がULの制御チャネルを用いて送信したパスゲイン G_{k2} の情報(UL制御信号)を受信し、スケジューラ18に出力する。なお、ULの制御チャネルの信号は、送受信機12にて分離される。

【0169】

スケジューラ18は、受信したパスゲイン G_{k2} を用いて、前記の式(16)~式(18)のいずれかによる計算を行なうことにより、セル間干渉を正確に考慮した優先度(スケジューリングパラメータ) ρ を求めることができる。

20

【0170】

〔C〕付記

(付記1)

無線通信システムにおいて複数の無線端末が通信に用いる無線リソースの割り当てを制御する装置であって、

前記無線端末との間の無線通信特性に関する異なる係数を与えられることにより、前記割り当ての対象として選ばれやすい無線通信特性の無線端末が変化する優先度評価式を用いて、前記割り当てを行なう無線端末を選択する選択手段と、

前記無線リソース毎に前記係数を制御する制御手段と、
をそなえたことを特徴とする、無線リソースの割り当て制御装置。

30

【0171】

(付記2)

前記制御手段は、

前記無線リソースとしての、前記無線通信システムで利用可能な複数の周波数帯域毎に、前記係数を制御する、ことを特徴とする、付記1記載の無線リソースの割り当て制御装置。

【0172】

(付記3)

前記制御手段は、

前記無線リソースとしての、前記複数の無線端末から受信した信号を復調及び復号する順序を表すレイヤ毎に、前記係数を制御する、ことを特徴とする、付記1記載の無線リソースの割り当て制御装置。

40

【0173】

(付記4)

前記制御手段は、

前記無線リソースとしての、前記無線通信システムで利用可能な複数の周波数帯域および前記複数の無線端末から受信した信号を復調及び復号する順序を表すレイヤ毎に、前記係数を制御する、ことを特徴とする、付記1記載の無線リソースの割り当て制御装置。

【0174】

(付記5)

前記無線通信特性は、前記無線端末との間の通信の瞬時スループットと平均スループッ

50

トとを基に与えられる、ことを特徴とする、付記 1 ～ 4 のいずれかに記載の無線リソースの割当制御装置。

【0175】

(付記 6)

前記選択手段は、

下記の優先度評価式 (5) により求められる優先度を基に前記割り当て対象の無線端末を選択する、ことを特徴とする、付記 2 記載の無線リソースの割当制御装置。

【数 19】

$$\rho_{i,k,l} = \frac{r_{i,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_i}} \quad \dots (5) \quad 10$$

ただし、k は前記無線端末のインデックス、l はタイミングのインデックス、i は前記周波数帯域のインデックスをそれぞれ表し、 $r_{i,k,l}$ は、無線端末 # k の、タイミング # l、周波数帯域 # i での瞬時スループットを表し、 $R_{k,l}$ は、無線端末 # k のタイミング # l までの平均スループットを表し、 α_i は、周波数帯域 # i についての前記係数を表す。

【0176】

(付記 7)

前記選択手段は、

下記の優先度評価式 (6) により求められる優先度を基に前記割り当て対象の無線端末を選択する、ことを特徴とする、付記 3 記載の無線リソースの割当制御装置。

【数 20】

$$\rho_{j,k,l} = \frac{r_{j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_j}} \quad \dots (6) \quad 20$$

ただし、k は前記無線端末のインデックス、l はタイミングのインデックス、j は前記レイヤのインデックスをそれぞれ表し、 $r_{j,k,l}$ は、無線端末 # k の、タイミング # l、レイヤ # j での瞬時スループットを表し、 $R_{k,l}$ は、無線端末 # k のタイミング # l までの平均スループットを表し、 α_j は、前記レイヤ # j についての前記係数を表す。

【0177】

(付記 8)

前記選択手段は、

下記の優先度評価式 (7) により求められる優先度を基に前記割り当て対象の無線端末を選択する、ことを特徴とする、付記 4 記載の無線リソースの割当制御装置。

【数 21】

$$\rho_{i,j,k,l} = \frac{r_{i,j,k,l}}{R_{k,l}^{\alpha_{i,j}}} \quad \dots (7) \quad 30$$

ただし、k は前記無線端末のインデックス、l はタイミングのインデックス、i は前記周波数帯域のインデックス、j は前記レイヤのインデックスをそれぞれ表し、 $r_{i,j,k,l}$ は、無線端末 # k の、タイミング # l、周波数帯域 # i 及びレイヤ # j での瞬時スループットを表し、 $R_{k,l}$ は、無線端末 # k のタイミング # l までの平均スループットを表し、 $\alpha_{i,j}$ は、前記周波数帯域 # i 及びレイヤ # j についての前記係数を表す。

【0178】

(付記 9)

前記制御手段は、

前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタ間で同じ無線リソースに対する前記係数を異なる値に制御する、ことを特徴とする、付記 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の無線リソースの割当制御装置。

【0179】

(付記10)

前記制御手段は、

前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタの無線基地局から通知される干渉量に関する情報に基づいて、前記干渉量が抑制される方向に前記係数を制御する、ことを特徴とする、付記1～9のいずれか1項に記載の無線リソースの割当制御装置。

【0180】

(付記11)

前記無線通信特性は、前記無線端末との間の通信の平均スループット及び瞬時スループットと、前記無線通信システムにおいて隣接するセル又はセクタへの伝搬路ゲインとを基に与えられる、ことを特徴とする、付記1～4のいずれかに記載の無線リソースの割当制御装置。

10

【0181】

(付記12)

前記制御手段は、

前記平均スループットについての第1の係数と、前記伝搬路ゲインについての第2の係数と、を前記無線リソース毎に、独立に制御する、ことを特徴とする、付記11記載の無線リソースの割当制御装置。

【0182】

(付記13)

付記1～12のいずれか1項に記載の無線リソースの割当制御装置をそなえたことを特徴とする、無線基地局。

20

【0183】

(付記14)

無線通信システムにおいて複数の無線端末が通信に用いる無線リソースの割り当てを制御する方法であって、

前記無線端末との間の無線通信特性に関する異なる係数を与えられることにより、前記割り当ての対象として選ばれやすい無線通信特性の無線端末が変化する優先度評価式を用いて、前記割り当てを行なう無線端末を選択する選択過程と、

前記無線リソース毎に前記係数を制御する制御過程と、
を有する、ことを特徴とする、無線リソースの割当制御方法。

30

【図面の簡単な説明】

【0184】

【図1】一実施例に係る無線通信システムの無線基地局（BS：Base Station）の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1に示すBSと通信するユーザ端末（UE：User Equipment）の構成例を示すブロック図である。

【図3】一実施例に係るセル（セクタ）配置例を示す図である。

【図4】一実施例を従来例と比較して説明すべく図3の配置におけるセクタ毎のユーザ割り当て例を示す図である。

40

【図5】図3の配置におけるセクタ毎の重み係数設定例を示す図である。

【図6】図1に示すBSのスケジューラによる時間／周波数スケジューリングの一例を説明するフローチャートである。

【図7】MMSE-SIC方式をBSに用いる場合のMIMO受信機の構成例を示すブロック図である。

【図8】図7に示すMIMO受信機を用いるBSにおけるレイヤ毎の重み係数設定例を示す図である。

【図9】図7に示すMIMO受信機を用いるBSのスケジューラによる時間／空間スケジューリングの一例を説明するフローチャートである。

【図10】図7に示すMIMO受信機を用いるBSにおける周波数（サブバンド）及びレ

50

イヤ毎の重み係数設定例を示す図である。

【図１１】図７に示すＭＩＭＯ受信機を用いるＢＳのスケジューラによる時間／周波数／空間スケジューリングの一例を説明するフローチャートである。

【図１２】一実施例に係るＢＳの変形例を示すブロック図である。

【図１３】図１２に示すＢＳによる重み係数制御の一例を説明するイメージ図である。

【図１４】隣接セル（又はセクタ）のゲインを考慮してスケジューリングを実施する場合のＵＥの構成例を示すブロック図である。

【図１５】隣接セル（又はセクタ）のゲインを考慮してスケジューリングを実施する場合のＢＳの構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

10

【０１８５】

１０ 無線基地局（ＢＳ：Base Station）

１１ アンテナ

１２ 送受信機

１３ ＳＩＲ測定部

１４ レート計算部

１５ 符号化・変調部

１６ 復調・復号部

１６１ チャンネル推定部

１６２ 第１のＭＭＳＥ等化器

１６３ 第１の復号器（デコーダ）

１６４ レプリカ生成部

１６５ 減算器

１６６ 第２のＭＭＳＥ等化器

１６７ 第２の復号器（デコーダ）

１７ ＣＲＣ演算部

１８ スケジューラ

１８１ ユーザ選択部（選択手段）

１８２ 係数制御部（制御手段）

１９ 閾値比較部

２０ 係数調整部

２１ パスゲイン受信部

５０ ユーザ端末（ＵＥ：User Equipment）

５１ アンテナ

５２ 送受信機

５２１ 送信電力調整部

５３ 変調部

５４ 復調・復号部

５５ 符号化・変調部

５６ 周波数割当部

５７－１～５７－Ｎ パターンキャンセル部

５８－１～５８－Ｎ 平均受信電力測定部

５９－１～５９－Ｎ パスゲイン計算部

６０ パスゲイン選択部

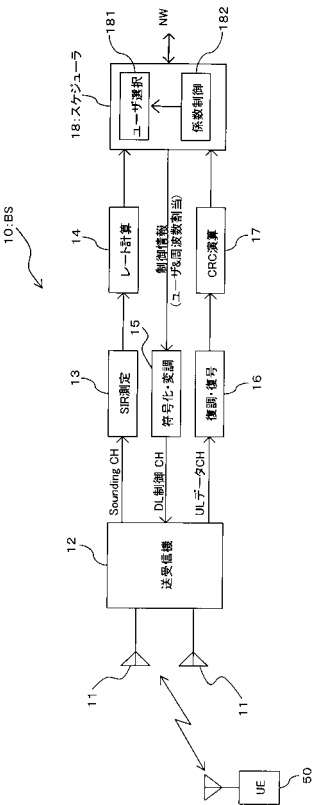
７０ コアネットワーク（ＣＮ）

20

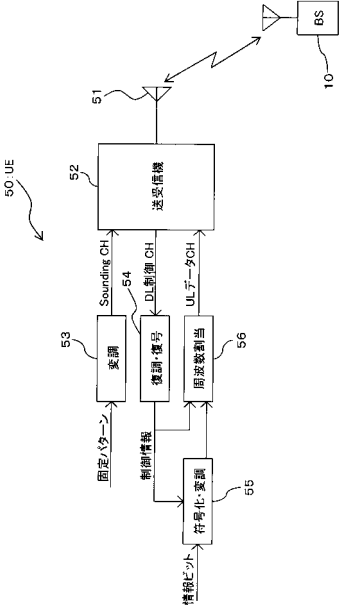
30

40

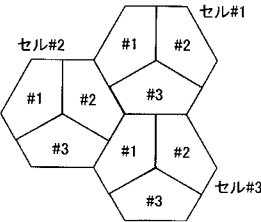
【図 1】



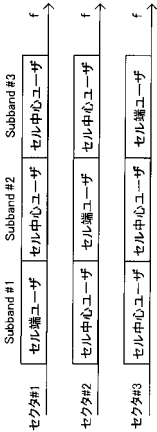
【図 2】



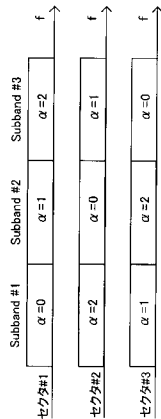
【図 3】



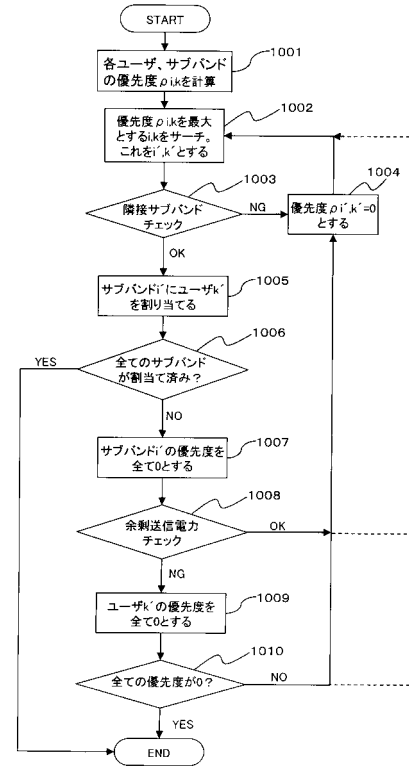
【図 4】



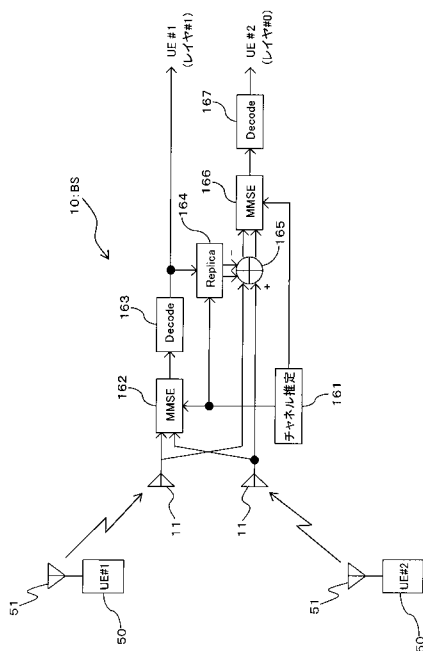
【図 5】



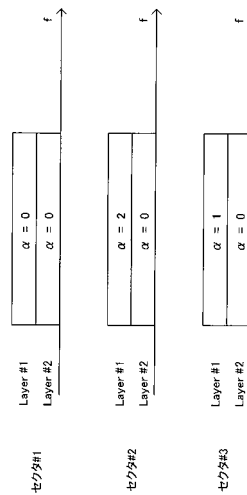
【図 6】



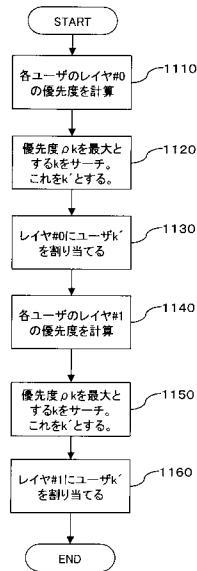
【図 7】



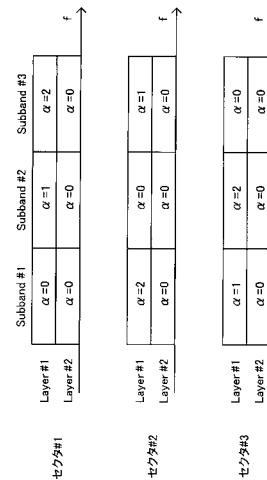
【図 8】



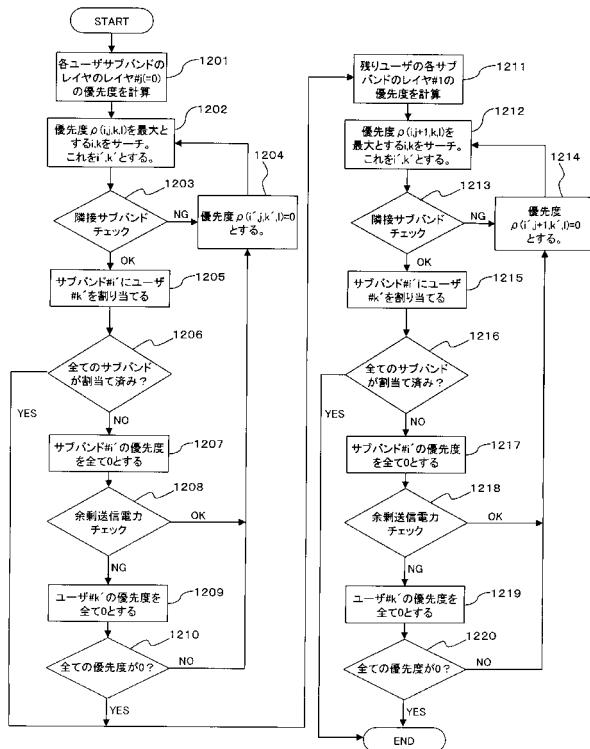
【図 9】



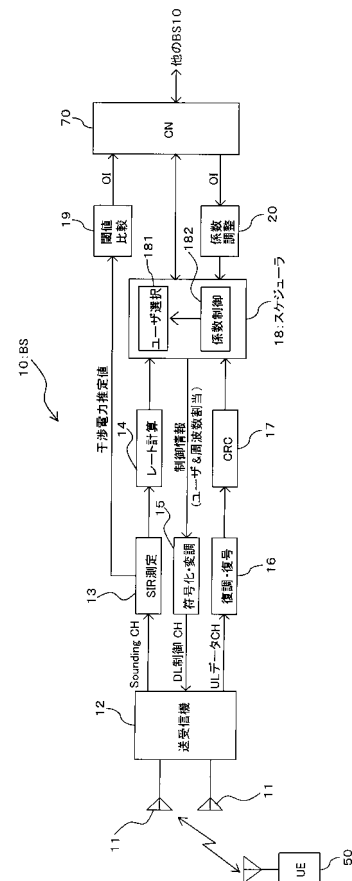
【図 10】



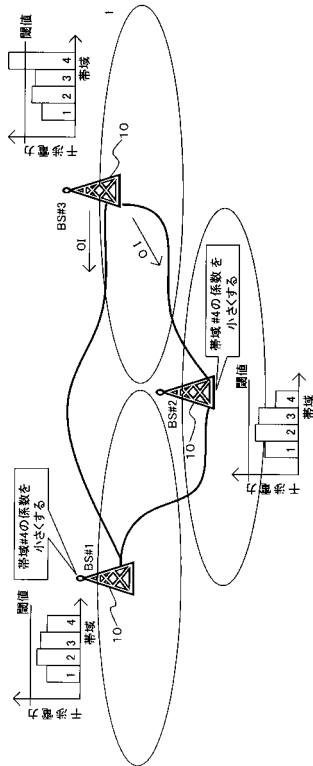
【図 11】



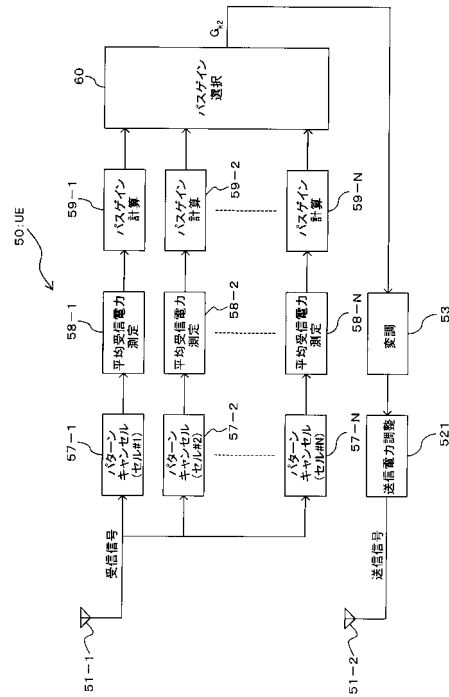
【図 12】



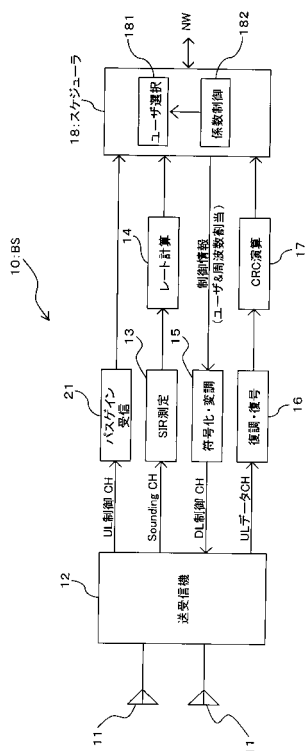
【図 1 3】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 関 宏之

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 中村 信也

(56)参考文献 特開2003-018647 (JP, A)

特開2004-312190 (JP, A)

特開2003-152630 (JP, A)

特開2005-117579 (JP, A)

特開2008-022135 (JP, A)

特開2003-229894 (JP, A)

特開2002-171287 (JP, A)

特開2003-018648 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00

H04J 4/00 - 11/00