

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4610643号
(P4610643)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl. F I
 HO4W 52/30 (2009.01) HO4Q 7/00 443
 HO4W 72/04 (2009.01) HO4Q 7/00 543

請求項の数 10 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-207729 (P2008-207729) (22) 出願日 平成20年8月12日(2008.8.12) (65) 公開番号 特開2010-45559 (P2010-45559A) (43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25) 審査請求日 平成20年8月12日(2008.8.12)</p> <p>(出願人による申告)平成20年度、総務省、「衛星通信における適応偏波多重(APDM)伝送技術の研究開発」委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 (74) 代理人 100144185 弁理士 稲場 寿雄 (74) 代理人 100074930 弁理士 山本 恵一 (72) 発明者 中平 勝也 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内 (72) 発明者 小林 聖 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内</p> <p>審査官 ▲高▼橋 真之</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】無線回線割当方法及び該方法を実行する制御局装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の端末局装置がノード局装置を介して無線通信を行うシステムにおいて、
 所定の通信速度を要求する新規の端末局装置が前記システムに加入する際の、前記ノード局装置に接続される制御局装置による当該端末局装置に対する回線の通信方式と帯域と電力の割当を、

前記ノード局装置が利用可能な最大帯域であるシステム帯域に対する、前記新規の端末局装置へ回線を割当てた後の前記ノード局に接続される全ての端末局装置に割当てられた帯域の総和の比率である帯域利用率、および

前記ノード局装置が利用可能な最大電力であるシステム電力に対する、前記新規の端末局装置へ回線を割当てた後の前記ノード局に接続される全ての端末局装置に割当てられた電力の総和の比率である電力利用率に基づいて、決定することを特徴とする無線回線割当方法。

【請求項2】

前記回線の割当を帯域利用率と電力利用率の差の絶対値 が最小となるように決定する請求項1記載の無線回線割当方法。

【請求項3】

前記回線の割当を帯域利用率と電力利用率の積又は和が最小となるように決定する請求項1記載の無線回線割当方法。

【請求項4】

10

20

帯域利用率及び電力利用率が共に各々のしきい値より小さいか等しいときは帯域利用率と電力利用率の積又は和が最小となるように前記回線の割当を決定し、それ以外の時は、帯域利用率と電力利用率の差の絶対値が最小となるように前記回線の割当を決定する請求項 1 記載の無線回線割当方法。

【請求項 5】

前記新規の端末局装置が、通信を複数のサブキャリアに分けて行う、請求項 2 ~ 4 のひとつに記載の無線回線割当方法。

【請求項 6】

複数の端末局装置がノード局装置を介して無線通信を行うシステムにおける、前記ノード局装置に接続されて前記端末局装置への回線を割当てる制御局装置において、

前記ノード局に接続される制御回線モデム(10)と、

該制御回線モデムに接続され、前記端末局装置から送られる回線要求信号から端末局 ID 情報と要求速度を取り出すアクセス制御部と、

該アクセス制御部に接続され前記端末局 ID 情報と前記要求速度を通知される回線割当アルゴリズム部と、

該回線割当アルゴリズム部と前記アクセス制御部に接続され、各端末局装置が選択できる通信方式を当該端末局装置の端末局 ID 情報と関連付けてデータベース化する回線管理 DB とを有し、

前記割当アルゴリズム部は、

前記回線管理 DB からノード局の残留帯域と残留電力を算出し、

所定の通信速度を要求する新規の端末局装置が前記システムに加入する際の当該端末局装置に対する回線の通信方式と帯域と電力の割当を、

前記ノード局装置が利用可能な最大帯域であるシステム帯域に対する、前記新規の端末局装置へ回線を割当てた後の前記ノード局に接続される全ての端末局装置に割当てられた帯域の総和の比率である帯域利用率、および

前記ノード局装置が利用可能な最大電力であるシステム電力に対する、前記新規の端末局装置へ回線を割当てた後の前記ノード局に接続される全ての端末局装置に割当てられた電力の総和の比率である電力利用率に基づいて、決定することを特徴とする制御局装置。

【請求項 7】

前記回線の割当を帯域利用率と電力利用率の差の絶対値が最小となるように決定する請求項 6 記載の制御局装置。

【請求項 8】

前記回線の割当を帯域利用率と電力利用率の積又は和が最小となるように決定する請求項 6 記載の制御局装置。

【請求項 9】

帯域利用率及び電力利用率が共に各々のしきい値より小さいか等しいときは帯域利用率と電力利用率の積又は和が最小となるように前記回線の割当を決定し、それ以外のときは、帯域利用率と電力利用率の差の絶対値が最小となるように前記回線の割当を決定する請求項 6 記載の制御局装置。

【請求項 10】

前記新規の端末局装置が、通信を複数のサブキャリアに分けて行う、請求項 7 ~ 9 のひとつに記載の制御局装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、端末局と端末局がノード局を介して通信を行う無線通信システムにおいて、帯域と電力の有効利用を図ることを目的とした、回線割当方法及び当該方法を実行する装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

以降では、通信に用いる(1)電力、(2)帯域、(3)変復調方式、(4)誤り訂正符号化率を合わせて通信回線または回線と呼ぶ。また(3)と(4)の組み合わせは通信方式と呼ぶ。無線通信では図1に示すように、通信方式に応じて、受信信号のC/N(雑音電力Nに対する受信電力Cの比)とビット誤り率(BER)が一意に決まる。そこで、所要BERを確保するために必要なC/N(以降は所要C/Nまたは C/N_{req} と記す)が通信方式毎に定められる。また、図2に示すように、C/Nは端末局毎に割り当て電力に応じて増減する。加えて、端末局周辺の環境に応じて受信波の減衰や反射が起こるため、変動する。以上を踏まえ、以下に C/N_{req} を確保する回線割当方法に関して従来技術を述べる。

【0003】

10

従来技術Aは表1及び図3に示すように同一の通信方式を割り当てる。そして、 $C/N = C/N_{req}$ となるように端末毎に電力を調整して割り当てる。このような電力の調整方法は送信電力制御と呼ばれ、非特許文献1、非特許文献2に記載されている。

【0004】

また、従来技術Bは表2及び図4に示すように、同一の電力を割り当てる。次に $C/N = C/N_{req}$ を満たす通信方式を端末毎に割り当てる。このとき、選択可能な通信方式の種類の中に $C/N = C/N_{req}$ を満たす通信方式が存在しない場合は、代わりに $C/N > C/N_{req}$ を満たす通信方式を割り当てる。このような通信方式の選択方法は適応変復調と呼ばれ、非特許文献3、非特許文献4に記載されている。

【0005】

20

【表1】

送信電力(dBW)	ノード局端末局間ロス(dB)	雑音電力(dBW)	C/N(dB)	通信方式	C/Nreq(dB)
18.3	160.0	-153.0	11.3	8PSK3/4	11.3
20.3	162.0	-153.0	11.3	8PSK3/4	11.3
21.3	162.0	-152.0	11.3	8PSK3/4	11.3
22.3	163.0	-152.0	11.3	8PSK3/4	11.3
23.3	163.0	-151.0	11.3	8PSK3/4	11.3

30

【0006】

【表2】

送信電力(dBW)	ノード局端末局間ロス(dB)	雑音電力(dBW)	C/N(dB)	通信方式	C/Nreq(dB)
19.0	160.0	-153.0	12.0	8PSK3/4	11.3
19.0	162.0	-153.0	10.0	QPSK7/8	8.7
19.0	162.0	-152.0	9.0	QPSK7/8	8.7
19.0	163.0	-152.0	8.0	QPSK3/4	7.4
19.0	163.0	-151.0	7.0	QPSK1/2	4.8

40

【0007】

【非特許文献1】服部武，藤岡雅宜，ワイヤレスブロードバンド教科書，IDGジャパン，2002年，p104

【非特許文献2】佐和橋他，W-CDMA技術その1，W-CDMAにおけるチャネル構成・拡散符号割り当て，NTTDocomoテクニカル・ジャーナル，vol.8，No

50

. 3, 2000年

【非特許文献3】小林英雄，OFDM通信方式の基礎と応用技術，トリケップス出版，2004年，p113 - 116

【非特許文献4】Vladimir Bykovnikov, The Advantages of SOFDMA for WiMAX, Intel Corporation, 2005

【非特許文献5】自治体衛星通信機構，衛星通信のしくみ，<http://www.lascom.or.jp/sat/system.html>

【非特許文献6】大槻知明，誤り訂正符号，IEICE TRANS. COMMUN., Vol. E890B, NO. 1, JAN. 2006

【非特許文献7】田辺隆人，非線形計画法アルゴリズムの実装と応用，日本オペレーションズリサーチ学会，第49回シンポジウム，Nov. 2003

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

端末局と端末局がノード局を介して通信を行う無線通信システムでは、全通信がノード局を経由する。従って、全回線の総帯域（全帯域）と全回線の総電力（全電力）はノード局が利用できる最大帯域（システム帯域）と最大電力（システム電力）以下に制約される。従って、システム帯域とシステム電力を最大限利用できる回線割当方法が重要となる。

【0009】

全電力がシステム電力に達した場合には、全帯域がシステム帯域に達しなくても、それ以上、回線を割当てられない。逆に全帯域がシステム帯域に達した場合には、全電力の合計がシステム電力に達しなくても、それ以上、回線を割当てられない。以下、この状況をリソース偏残留と呼ぶ。また、この時のシステム電力と全電力の差またはシステム帯域と全帯域の差をリソース残留量と呼ぶ。従来技術A、Bはリソース偏残留を回避する手段やリソース残留量を減らす手段を有さない。また、従来技術Bは $C/N > C/N_{req}$ となる通信方式が選択された場合は、信号品質を確保するために必要な電力の

【0010】

【数1】

$$\frac{C/N}{C/N_{req}}$$

倍の電力が割当てられ電力が無駄となる。以上より、従来技術A、Bはシステム帯域やシステム電力を最大限に有効利用できない。

【0011】

以上の課題に対し、本発明は、システム帯域とシステム電力の有効利用を図ることを目的とした回線割当方法及び当該方法を実行する装置に関するものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のひとつの特徴は、複数の端末局装置がノード局装置を介して無線通信を行うシステムにおいて、

所定の通信速度を要求する新規の端末局装置が前記システムに加入する際の、前記ノード局装置に接続される制御局装置による当該端末局装置に対する回線の通信方式と帯域と電力の割当を、

前記ノード局装置が利用可能な最大帯域であるシステム帯域に対する、前記新規の端末局装置へ回線を割当てた後の前記ノード局に接続される全ての端末局装置に割当てられた帯域の総和の比率である帯域利用率、および

前記ノード局装置が利用可能な最大電力であるシステム電力に対する、前記新規の端末局装置へ回線を割当てた後の前記ノード局に接続される全ての端末局装置に割当てられた電力の総和の比率である電力利用率に基づいて、決定する無線回線割当方法にある。

【 0 0 1 3 】

好ましくは、前記回線の割当を帯域利用率と電力利用率の差の絶対値 が最小となるように決定する。

【 0 0 1 4 】

好ましくは、前記回線の割当を帯域利用率と電力利用率の積又は和が最小となるように決定する。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、帯域利用率及び電力利用率が共に各々のしきい値より小さいか等しいときは帯域利用率と電力利用率の積又は和が最小となるように前記回線の割当を決定し、それ以外の時は、帯域利用率と電力利用率の差の絶対値 が最小となるように前記回線の割当

10

【 0 0 1 6 】

好ましくは、前記新規の端末局装置が、通信を複数のサブキャリアに分けて行う。

【 0 0 1 7 】

本発明の別の特徴は、複数の端末局装置がノード局装置を介して無線通信を行うシステムにおける、前記ノード局装置に接続されて前記端末局装置への回線を割当てる制御局装置において、

前記ノード局に接続される制御回線モデム (1 0) と、

該制御回線モデムに接続され、前記端末局装置から送られる回線要求信号から端末局 I D 情報と要求速度を取り出すアクセス制御部と、

20

該アクセス制御部に接続され前記端末局 I D 情報と前記要求速度を通知される回線割当アルゴリズム部と、

該回線割当アルゴリズム部と前記アクセス制御部に接続され、各端末局装置が選択できる通信方式を当該端末局装置の端末局 I D 情報と関連付けてデータベース化する回線管理 D B とを有し、

前記割当アルゴリズム部は、

前記回線管理 D B からノード局の残留帯域と残留電力を算出し、

所定の通信速度を要求する新規の端末局装置が前記システムに加入する際の当該端末局装置に対する回線の通信方式と帯域と電力の割当を、

前記ノード局装置が利用可能な最大帯域であるシステム帯域に対する、前記新規の端末局装置へ回線を割当てた後の前記ノード局に接続される全ての端末局装置に割当てられた帯域の総和の比率である帯域利用率、および

30

前記ノード局装置が利用可能な最大電力であるシステム電力に対する、前記新規の端末局装置へ回線を割当てた後の前記ノード局に接続される全ての端末局装置に割当てられた電力の総和の比率である電力利用率に基づいて、決定する制御局装置にある。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

本発明がターゲットとする無線通信システムの構成例を図 5 と図 6 に示す。端末局は制御回線により制御局から指示された通信回線を用い別の端末局とノード局を介して通信を行う。ノード局は前者が通信衛星、後者がセルラ基地局となる。このようなシステム構成に対し、本発明は、回線割当においてシステム帯域とシステム電力を効率的かつ無駄なく用いることを目的とする。以下に目的に則った本発明の方法及びその効果を述べる。

40

【 0 0 1 9 】

複数の端末局が同 周波数を用いて通信を行うと、お互いの信号が干渉し、正常な通信が行われない。一方、周波数がオーバーラップしないように各端末局に常時固定的に回線を割当てると、通信を行っていない端末局にも回線が必要になり、帯域と電力が無駄となる。よって、本発明は、通信開始時に端末局に動的に回線を割当て、通信終了時に回線を解放する D A M A (Demand Assign Multiple Access) ベース (非特許文献 5) の回線割当を実施する。

【 0 0 2 0 】

50

ここで端末局の種類を以下のように定義する。

新規端末局 回線要求を行う端末局

相手端末局 新規端末局と通信を行う相手の端末局

収容端末局 新規端末局が回線要求を行った時点で既に回線割当済みの端末局

このとき、本発明の回線割当の手順は図7である。すなわち、

1. 新規端末局から相手端末局への通信要求が発生する
2. 新規端末局が制御回線を用い、ノード局経由で制御局に回線要求の信号を送信する

3. 制御局は新規端末局、相手端末局が収容端末局でないことを確認した後、収容端末局が使用していない空き帯域の中から本発明の回線割当方法を用いて回線を決定し、その後、回線情報をノード局経由で新規端末局と相手端末局に返信する。それと同時に、新規端末局と相手端末局を収容端末局として登録する

4. 新規端末局と相手端末局がノード局経由で通信を行う

5. 通信終了時に新規端末局または相手端末局が回線解放の信号をノード局経由で制御局に送信する

6. 制御局は収容端末局の登録から新規端末局と相手端末局を取り除く

である。上記の制御回線は固定的に割当られるものとする。そこで、本発明では通信回線の有効利用のみに着目する。また、1通信に対して必要となる回線数は新規端末局からノード局を経由し相手端末局に達する方向の発回線とその逆方向の着回線の2回線である。これに対し以降では着回線の割当方法を示し、発回線の割当方法は省略する。何故なら発回線は、本発明における新規端末局を相手端末局と見なし、相手端末局を新規端末局と見なし、本発明に記載される着回線の割当方法を用いることが出来るためである。また実際に通信を行うには回線情報に周波数の情報を加える必要があるが、本発明には直接関係ないので周波数の選択方法は省略する。

【0021】

本発明は送信電力制御と適応変復調をベースとする。表3に通信方式の種類と各通信方式のスペクトラム利用効率と C/N_{req} の例を示す。 η は変調指数と誤り訂正符号化率の積であり、周波数あたりに伝送可能なビットレートを示す。また、表3の C/N_{req} は図1において $BER = 10^{-5}$ を満たす C/N である。

【0022】

【表3】

通信方式の番号	変調方式(変調指数)	符号化率	スペクトラム利用効率	所要 C/N (dB)
1	BSPK(1)	1/3	0.3	-2.5666
2	BSPK(1)	1/2	0.5	-0.3841
3	QPSK(2)	1/2	1	2.8210
4	QPSK(2)	3/4	1.5	5.4185
5	QPSK(2)	7/8	1.75	6.7245
6	8PSK(3)	3/4	2.25	9.3470
7	8PSK(3)	7/8	2.63	11.0475
8	16QAM(4)	3/4	3	11.8186
9	16QAM(4)	7/8	3.5	13.4017

【0023】

本発明の第一～第三の方法までに共通する手順を述べる。まず、新規端末局に回線割当を行った後の帯域(周波数)利用率 $W_r(i)$ と電力利用率 $P_r(i)$ を求める。添字 r は比率を示す。 $W_r(i)$ 、 $P_r(i)$ は収容端末局数の増加に伴い0(収容端末局=0)から1(収容端末局がシステム電力あるいはシステム帯域を全て使用)まで単調に増加する関数である。例として次式を用いる。

【0024】

【数2】

$$W_r(i) = \frac{W_n(i) + \sum_{n=1}^N W_o(n)}{W_{sys}} \quad (1)$$

【0025】

【数3】

$$P_r(i) = \frac{P_n(i) + \sum_{n=1}^N P_o(n)}{P_{sys}} \quad (2)$$

【0026】

ここで i は新規端末局が選択できる i 番目の通信方式（以下は通信方式 i ）、 $W_n(i)$ 、 $P_n(i)$ は通信方式 i での新規端末局向けの帯域と電力、 N は新規端末局に割り当てる前の収容端末局数、 $W_o(n)$ 、 $P_o(n)$ は n 番目の収容端末局向けの帯域と電力、 W_{sys} 、 P_{sys} は、各々、ノード局装置が利用可能な最大帯域及び最大電力である、システム帯域とシステム電力である。式(1)と式(2)における分子は、各々、新規端末局に回線を割り当てた後の全ての割り当てられなかった帯域及び電力の総和である。従って、 $W_r(i)$ と $P_r(i)$ は各々該総和のシステム帯域及びシステム電力に対する比率であり、帯域利用率及び電力利用率である。

10

【0027】

通信方式 i のスペクトラム利用効率を $\eta(i)$ とするとき、回線割り当てによって達成される伝送速度が新規端末局の要求速度 R と一致するため次式が成立する。

【0028】

【数4】

$$W_n(i) = R/\eta(i) \quad (3)$$

【0029】

また、通信方式 i の所要 C/N を $C/N_{req}(i)$ とするとき、 $P_n(i)$ 及び相手端末局の所要送信電力 $P'_n(i)$ は $C/N_{req}(i)$ に対し単調増加する関数である。例として次式を用いる。

【0030】

【数5】

$$P_n(i) = C/N_{req}(i)N_0W_n(i)L_nM \quad (4)$$

30

【0031】

【数6】

$$P'_n(i) = C/N_{req}(i)N'_0W_n(i)L'_nM' \quad (5)$$

【0032】

ここで、 N_0 は新規端末局の雑音電力密度（周波数あたりの雑音電力）、 L_n はノード局と端末局間の電力損失率、 N'_0 ノード局の雑音電力密度、 L'_n はノード局と相手端末局の電力損失率、 M 、 M' は回線設計マージンである。このとき、相手端末局の最大送信電力を P_{max} とすると、

40

【数7】

$$P'_n(i) \leq P_{max} \quad (6)$$

を満たす必要がある。

【0033】

以上を用い、本発明の第一の方法は式(6)の制約条件下で式(7)で定義されるが最小値となる通信方式 i_m と $W_n(i_m)$ と $P_n(i_m)$ を新規端末局に割り当てる方法である。

【0034】

【数 8】

$$\alpha = |W_r(i) - P_r(i)| \quad (7)$$

【0035】

図 8 に第一の方法のイメージを示す。回線 a、b、c の中では回線 a が最も α が小さい。従って、システム帯域とシステム電力が最も均等に消費される。その結果、図 9 に示すように、割当回線がシステム内に増加しつづけた場合、割当総帯域と割当総電力は、同時にシステム帯域とシステム電力に達する。つまり、リソース偏残留を回避することができる。

【0036】

なお、式 (7) において $W_r(i)$ と $P_r(i)$ の大小を気にする必要はなく、差の絶対値 α を最小とすることで十分である。理由は、表 3 から明らかなように、スペクトラム利用効率に対して所要 C/N は単調増加するため、 i を変化させた結果 $W_r(i)$ が大きくなれば $P_r(i)$ は必ず小さくなるからである。

【0037】

次に、本発明の第二の方法は式 (6) を満たす条件下で式 (8) または式 (9) で定義される β が最小値となる通信方式 i_m と $W_n(i_m)$ と $P_n(i_m)$ を新規端末局に割当てる方法である。なお、以降は式 (8) を用いて説明する。

【0038】

【数 9】

$$\beta = W_r(i)P_r(i) \quad (8)$$

【0039】

【数 10】

$$\beta = W_r(i) + P_r(i) \quad (9)$$

【0040】

図 10 に第二の方法のイメージを示す。回線 a、b、c の中では回線 c が最も β が小さい。この方法で回線 c を割当てた場合は、割当後の周波数及び電力利用率が小さい回線が選ばれるのでシステム帯域とシステム電力の有効活用が行われる。

【0041】

第一の方法と第二の方法の計算例を示す。なお、式 (6) の制約条件は本発明の効果には直接関係ないため今後は考慮しない。表 4 に示した値を用い収容端末局 = 0 台のときに要求速度 $R = 500 \text{ kbps}$ の新規端末に対する β の計算結果を表 5 に示す。このとき、 β の最小値はいずれも通信方式 5 となった。従って、第一と第二の方法によれば、通信方式 5、帯域 285.7 kHz 、電力 20.2 dBW が新規端末局に割当られる。

【0042】

【表 4】

項目	記号	値
システム帯域	W_{sys}	72MHz
システム電力	P_{sys}	45.2dBW
ノード局端末局間ロス	L_n	-160.7dB
端末雑音電力密度	N_0	-203.8dBW/Hz
回線設計マージン	M, M'	2dB

【0043】

10

20

30

40

【表 5】

通信方式	周波数利用率	電力利用率	α	β	割当帯域 (kHz)	割当電力 (dBW)
1	0.020833	0.001941	0.018892	0.000040	1500.0	18.1
2	0.013889	0.002144	0.011745	0.000030	1000.0	18.5
3	0.006944	0.002237	0.004707	0.000016	500.0	18.7
4	0.004630	0.002712	0.001917	0.000013	333.3	19.6
5	0.003968	0.003141	0.000828	0.000012	285.7	20.2
6	0.003086	0.004468	0.001382	0.000014	222.2	21.7
7	0.002646	0.005665	0.003020	0.000015	190.5	22.8
8	0.002315	0.005920	0.003605	0.000014	166.7	22.9
9	0.001984	0.007306	0.005322	0.000014	142.9	23.9

10

【 0 0 4 4 】

ところで、式(8)、式(9)は $W_r(i)$ と $P_r(i)$ を均等に近づける条件ではないため、第二の方法はリソース偏残留を回避できるとは限らない。そこで、本発明の第三の方法は $W_r(i)$ 、 $P_r(i)$ のしきい値を W_{lim} 、 P_{lim} に設定する。そして $W_r(i) > W_{lim}$ かつ $P_r(i) > P_{lim}$ を満たす時は第二の方法を用いて回線割当を行い、それ以外のときは第一の方法を用いて回線割当を行う。つまり、リソース偏残留が十分大きいときは、帯域または電力の消費が少ない第二の方法を用い、リソース偏残留が少なくなるとリソース偏残留を回避する第一の方法に切り替える。その結果、第二の方法によるリソース偏残留の増加の可能性を回避することが出来る。

20

【 0 0 4 5 】

本発明の第四～第六の方法は、通信を所定の帯域幅 W_0 のサブキャリアに分けて行う。なお、各サブキャリアの帯域幅は各々所定の帯域幅をもつものとするが、本発明では各サブキャリアの帯域幅が全て等しい必要はなく、各々異なる帯域幅をもつことができる。このとき、要求速度 R はサブキャリアの伝送速度の合計と一致するため、次式が成立する。

【 0 0 4 6 】

【数 1 1】

$$R = \sum_{j=1}^J \eta(Z_j) W_0 \quad (10)$$

30

【 0 0 4 7 】

ここで Z_j は j 番目のサブキャリアの通信方式、 J はサブキャリア数である。そこで、新規端末局の回線を決定する前に式(10)から Z_j を求める。ところで、要求速度 R に対し Z_j の組み合わせのパターンが複数存在する場合がある。例えば、 $R = 500 \text{ kbps}$ 、 $W_0 = 100 \text{ kHz}$ のとき、少なくとも表6の14種類の組み合わせパターンがある。

【 0 0 4 8 】

【表 6】

パターン番号	通信方式の組み合わせ
1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1
2	2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 1
3	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 3, 1
4	1, 1, 2, 1, 3, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2
5	1, 2, 2, 1, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 2
6	2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2
7	3, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2
8	4, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2
9	2, 2, 2, 4, 2, 2, 3
10	2, 3, 2, 3, 3, 3
11	3, 3, 3, 3, 3
12	2, 4, 4, 4
13	4, 5, 5
14	9, 4

10

【 0 0 4 9 】

なお、表 6 の通信方式の組み合わせ番号は表 3 で示した通信方式の番号である。本組み合わせの導出方法としては非線形 2 次計画法（非特許文献 7）などの最適化手法を用いる方法がある。

20

【 0 0 5 0 】

ここで各組み合わせパターンを記号 k で区別し、 Z_j と J を改めて $Z_j(k)$ と $J(k)$ と表記する。そして、次式を用いてパターン毎の新規端末への割当帯域 $W_n(k)$ を求める。

【 0 0 5 1 】

【数 1 2】

$$W_n(k) = W_0 J(k) \tag{11}$$

30

【 0 0 5 2 】

また新規端末局向けの送信電力 $P_n(k)$ と相手端末局の所要送信電力 $P'_n(k)$ は

【数 1 3】

$$\sum_{j=1}^{J(k)} C/N_{req}(Z_j(k))$$

に対し単調増加する関数である。例えば次式を用いる。

【 0 0 5 3 】

【数 1 4】

$$P_n(k) = \sum_{j=1}^{J(k)} C/N_{req}(Z_j(k)) N_0 W_0 L_n M \tag{12}$$

40

【 0 0 5 4 】

【数 1 5】

$$P'_n(k) = \sum_{j=1}^{J(k)} C/N_{req}(Z_j(k)) N'_0 W_0 L'_n M' \tag{13}$$

【 0 0 5 5 】

本発明の第四、第五、第六の方法は $W_n(k)$, $P_n(k)$, $P'_n(k)$ の k を i に

50

読み替え、それぞれ第一、第二、第三の方法を用いて、サブキャリア数 J とサブキャリア毎の通信方式 Z_j を求める方法である。例えば、表 7 は表 4 を用い収容端末 0 台のときに要求速度 $R = 500 \text{ kbps}$ の新規端末に対する α と β の計算結果である。この場合、 α と β の最小値はいずれもパターン 13 の時となる。つまり、第四～第六の方法によれば、サブキャリア毎の通信方式 4, 5, 5 と式 (4) によるサブキャリア毎の電力が新規端末局に割当てられる。

【0056】

ところで、通信装置によっては、使用できる帯域が一定の幅（周波数スロット）を単位として離散的にしか設定できない場合がある。そこで、周波数スロット単位で回線割当を行う無線通信システムに対して、本発明を用いる場合を考察する。このようなシステムに対し、第四～第六の方法はサブキャリアを周波数スロットと見なして対処できる。第一～第三の方法を用いる場合は、次式において R が $(i)W_0$ で割り切れ $J(i)$ が整数となる条件下で通信方式 $J(i)$ を求め、式 (1) の $W_n(i)$ を $J(i)W_0$ に代えて対処する。

【0057】

【表 7】

パターン番号	通信方式組み合わせ	周波数利用効率	電力利用効率	α	β
1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	0.020833	0.001941	0.018892	0.000040
2	2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 1	0.019444	0.001982	0.017463	0.000039
3	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 3, 1	0.018056	0.002000	0.016055	0.000036
4	1, 1, 2, 1, 3, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2	0.016667	0.002041	0.014626	0.000034
5	1, 2, 2, 1, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 2	0.015278	0.002103	0.013174	0.000032
6	2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2	0.013889	0.002144	0.011745	0.000030
7	3, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2	0.012500	0.002163	0.010337	0.000027
8	4, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2	0.011111	0.002315	0.008797	0.000026
9	2, 2, 2, 4, 2, 2, 3	0.009722	0.002333	0.007389	0.000023
10	2, 3, 2, 3, 3, 3	0.008333	0.002219	0.006115	0.000018
11	3, 3, 3, 3, 3	0.006944	0.002237	0.004707	0.000016
12	2, 4, 4, 4	0.005556	0.002656	0.002900	0.000015
13	4, 5, 5	0.004167	0.003012	0.001155	0.000013
14	9, 4	0.002778	0.005928	0.003150	0.000016

【0058】

【数 16】

$$J(i) = \frac{R}{\eta(i)W_0} \quad (14)$$

【0059】

ここで、 $J(i)$ は通信方式 i の周波数スロット数、 W_0 は 1 周波数スロット幅である。言い換えると第一～第三の方法は第四～第六の方法に全サブキャリアが同一通信方式の制約条件を課して α または β を評価する。

【0060】

例えば、表 7 の結果において、第一～第三の方法は全サブキャリア同一通信方式となるパターン番号 1, 6, 11 のみが評価対象となる。一方で第四～第六の方法は全パターンを対象とできる。従って、第一の方法では $\alpha = 0.004707$ となるが、第四の方法では $\alpha = 0.001155$ となる。また、第二の方法では $\beta = 0.000016$ となるが、第五の方法では $\beta = 0.000013$ となる。同様に、少なくとも、第六の方法は第三の方法よりも等しいかもしくは小さい α 、 β となる。以上より、周波数スロット単位で回線割当を行う無線通信システムに対しては、第四～第六の方法は、第一～第三の方法より、

システム帯域とシステム電力の有効利用が行える。

【 0 0 6 1 】

本発明をシミュレーションで定量的に評価する。表 4 の条件において、端末が次々に回線要求を行い、全帯域または全電力がシステム帯域またはシステム電力に達するまで回線割当を行う。1 台の端末局は発回線と着回線の 2 回線を要求し、発 / 着回線とも同一要求速度とする。このとき要求速度は 1 0 0 k b p s ~ 1 M b p s 範囲で 1 0 0 k b p s ステップの値からランダムに選択する。また、周波数スロット幅を 1 0 0 k H z とする。各端末局に割当てた周波数スロット数及び通信方式、回線割当毎の周波数利用率及び電力利用率の変化を図 1 1 (第四の方法)、図 1 2 (従来技術 A) に示す。ここで、従来技術 A は通信方式を変調方式 8 P S K、符号化率 3 / 4 に固定した。

10

【 0 0 6 2 】

図より、第四の方法はシステム内に端末局を 1 2 0 台収容できたが、従来技術 A は 9 0 局の収容に留まった。この理由は、第四の方法ではシステム帯域とシステム電力を最大限まで利用しているのに対し、従来技術 A はシステム帯域を約 6 0 % までしか利用できないためである。なお、表 8 にその他の方法も含めた収容局数の結果をまとめる。従来技術 B は本シミュレーション条件のように C / N 変動がない環境では従来技術 A と同様な結果となる。また、第三と第六の方法は、それぞれ少なくとも第二と第三の方法より収容局数が大きくなるため、評価を省略した。以上より、本発明は従来技術よりシステム帯域及びシステム電力を有効利用できることが定量的に明らかである。

20

【 0 0 6 3 】

【 表 8 】

第一	第二	第四	第五	従来 A, B
102	100	120	105	89

【 0 0 6 4 】

以上の説明では、回線の割当要素を (1) 電力、(2) 帯域、(3) 変復調方式、(4) 誤り訂正符号化率としたため F D M A を用いる無線通信システムに適用できる。このうち (2) が端末局を分離するために用いられる割当要素であるため、これに代えて (5) 拡散符号と (6) 時間のどちらか一方、あるいは (2) , (5) , (6) を組み合わせた情報を端末固有の割当要素とすれば C D M A、T D M A あるいはこれらを組み合わせた無線通信システムにも適用できる。また、新規端末の要求速度と回線割当によって達成される伝送速度が一致すると限定したが、伝送速度が要求速度以上となる回線を許容してもよい。

30

【 0 0 6 5 】

最後に制御局の装置構成を図 1 3 に示す。本発明を実現するには、各端末局が選択できる通信方式と要求速度を制御局が把握する必要がある。選択できる通信方式は予め知り得る端末局固有の情報であるので、端末局 I D 情報と関連付けて制御局の回線管理 D B に表 9 に例示するようにデータベース化する。一方、要求速度は回線要求毎に異なる。従って、図 7 に示す回線割り当ての手順において、端末局は回線要求信号に端末局 I D 情報と要求速度を付与し制御回線を用いて制御局に送信する。制御局は制御回線モデムから回線要求信号を受信すると、アクセス制御部が端末局 (地球局) I D と要求速度を取り出し、回線割当アルゴリズム部に通知する。回線割当アルゴリズム部では、回線管理 D B 部の内容から要求速度を満たす回線を以下の手順で選択する。

40

1 . 回線管理 D B からノード局の残留帯域と残留電力を算出する。

2 . 本発明の回線割当方法により所要電力、所要帯域、通信方式を算出する。

選択した回線情報は回線割当信号に付与し制御回線モデムから端末局に返信すると共に、割当済み回線として回線管理 D B 部の内容を更新する。端末局は通信が終了すると回線解放信号に端末局 I D を付与して制御回線を用いて制御局に送信する。制御局は制御回線モデムから回線解放信号を受信すると、アクセス制御部が端末局 (地球局) I D を取り出し、回線割当アルゴリズム部に通知する。これに対し、回線割当アルゴリズム部は回線管理

50

D B 部から割当済み回線の情報を消去する。

【 0 0 6 6 】

以上述べたように、本発明の回線割当を実施すると、無線通信を行う端末局の通信品質と要求速度を満たしつつ、システム帯域とシステム電力を最大限まで有効利用することができる。

【 0 0 6 7 】

【表 9】

端末局 ID	選択可能な通信方式	割当回線	電力	帯域	通信方式
1	BPSK 1/3, QPSK 1/2, 8PSK 3/4	あり	$a_1(W)$	$b_1(Hz)$	BPSK 1/2
2	BPSK 1/3, BPSK 1/2, QPSK 1/2, 16QAM 3/4	なし	-	-	-
3	8PSK 3/4, 8PSK 7/8, 16QAM 3/4, 16QAM 7/8	なし	-	-	-
...
N	BPSK 1/3, QPSK 1/2, 8PSK 3/4	あり	$a_n(W)$	$b_n(Hz)$	8PSK 3/4

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 8 】

【図 1】受信信号の C / N とビット誤り率 (B E R) が通信方式に応じて一意に決まることを示す図である。

【図 2】C / N が端末局毎に割当て電力に応じて増減することを示す図である。

20

【図 3】従来の技術による端末局毎の送信電力制御を説明する図である。

【図 4】従来の技術により各端末局に同一の電力を割当て、所望の C / N を満たす通信方式を端末局に割当ててを説明する図である。

【図 5】本発明が適用される無線通信システムの一例である。

【図 6】本発明が適用される無線通信システムの別の例である。

【図 7】本発明による回線割当の手順を示す図である。

【図 8】本発明の第一の方法による回線割当を説明する図である。

【図 9】本発明の第一の方法によりリソース偏残留が回避できることを説明する図である。

。

【図 10】本発明の第二の方法による回線割当を説明する図である。

30

【図 11】本発明をシミュレーションで定量的に評価した結果を示す図である。

【図 12】従来の技術をシミュレーションで定量的に評価した結果を示す図である。

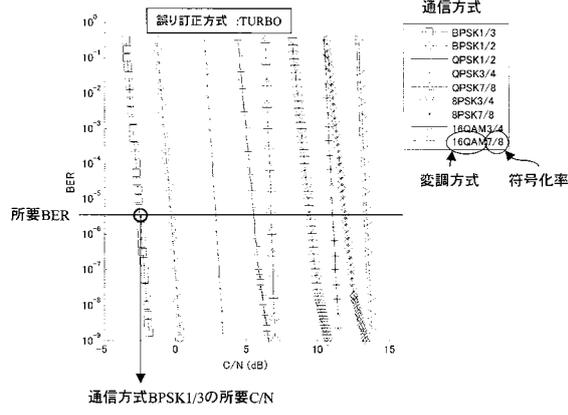
【図 13】本発明による制御局のブロック図である。

【符号の説明】

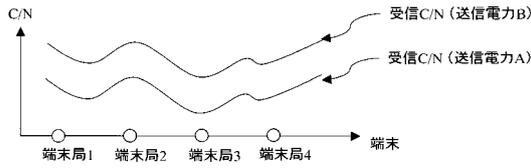
【 0 0 6 9 】

- 1 0 制御回線モデム
- 2 0 アクセス制御部
- 3 0 回線管理部 D B
- 4 0 回線割当アルゴリズム部

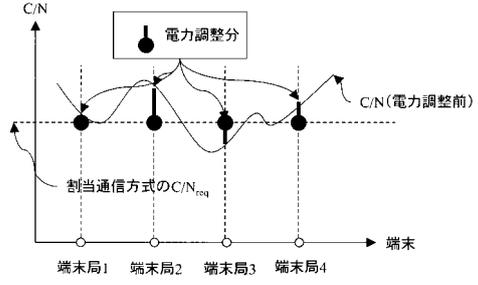
【図1】



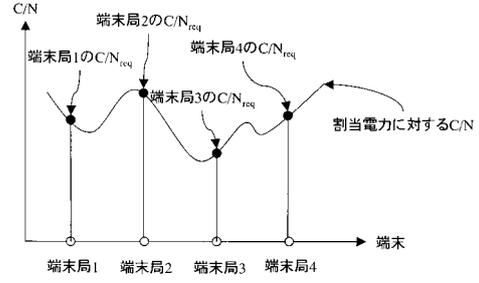
【図2】



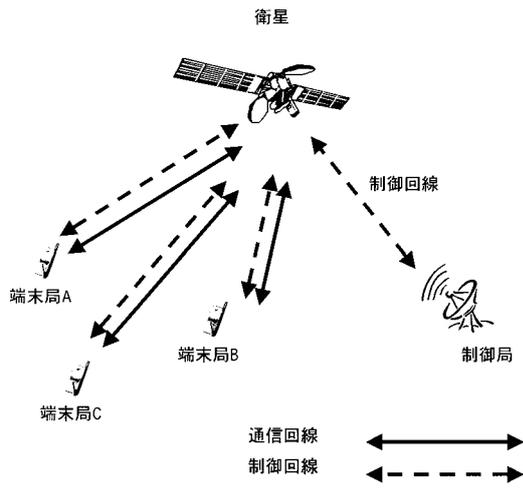
【図3】



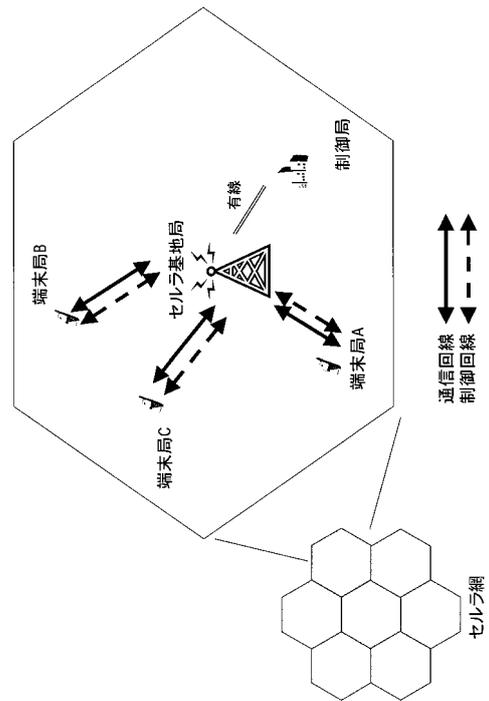
【図4】



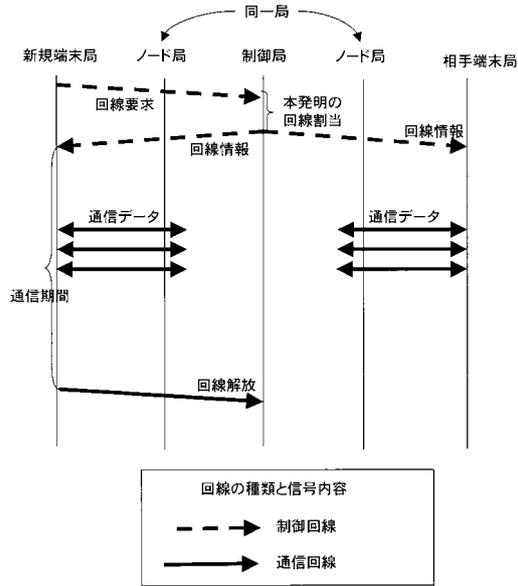
【図5】



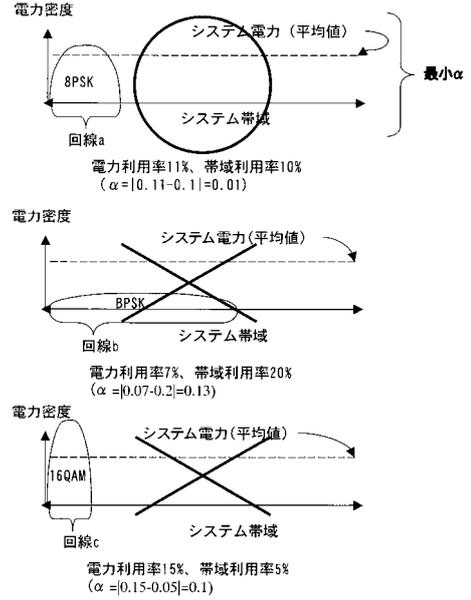
【図6】



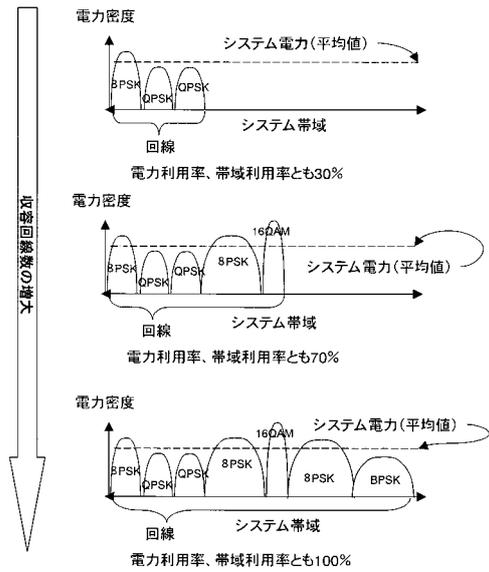
【図7】



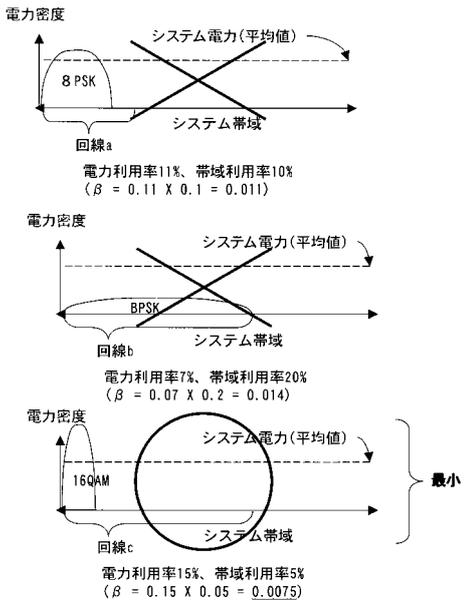
【図8】



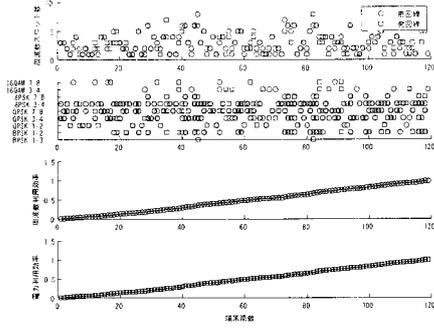
【図9】



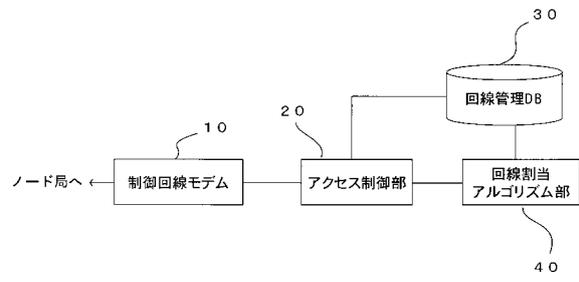
【図10】



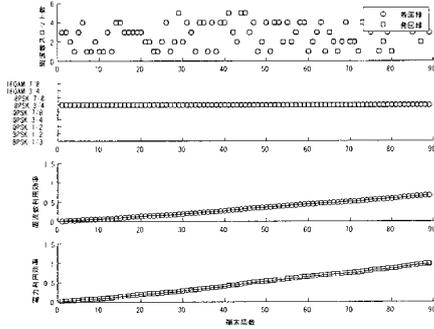
【図11】



【図13】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-237897(JP,A)
特開2003-008504(JP,A)
特開2004-343524(JP,A)
特開2007-174587(JP,A)
特開2006-211210(JP,A)
特開2003-70056(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00