

(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2013-115503

(P2013-115503A)

(43) 公開日 平成25年6月10日 (2013.6.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 72/08 (2009.01)	HO4Q 7/00 554	5K067
HO4W 16/04 (2009.01)	HO4Q 7/00 202	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2011-257896 (P2011-257896)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成23年11月25日 (2011.11.25)	(71) 出願人	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
		(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
		(74) 代理人	100141139 弁理士 及川 周
		(72) 発明者	工藤 理一 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

最終頁に続く

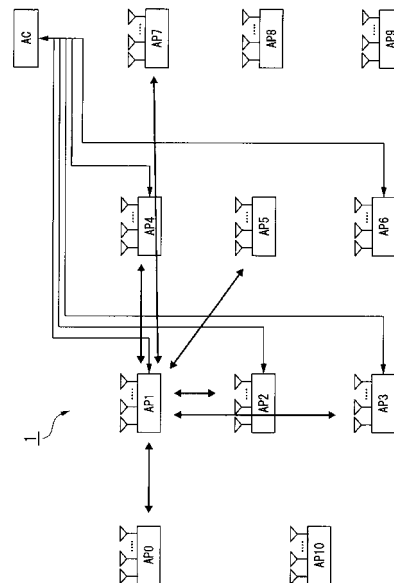
(54) 【発明の名称】 無線通信システム

(57) 【要約】

【課題】 重複する周波数を用いた他の無線通信装置が近隣に存在し干渉信号が生じている無線通信システムにおいて、無線通信の効率を向上させる。

【解決手段】 集中制御局と、集中制御局に接続された複数の基地局装置とを備え、基地局装置において干渉信号が受信される環境で無線通信を行う無線通信システムの基地局装置は、干渉信号に関する情報である干渉関係情報を推定し、推定された干渉関係情報を集中制御局に通知し、端末装置との無線通信に用いるチャンネルを、集中制御局から通知されたチャンネルに変更する。集中制御局は、基地局装置毎に、周波数帯域が異なる複数のチャンネルを含むチャンネル候補の中から、2つ以上のチャンネル候補のスループット指標を計算し、計算されたスループット指標に基づいて基地局装置のチャンネルを決定し、決定されたチャンネルを、基地局装置に通知する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

集中制御局と、前記集中制御局に接続された複数の基地局装置とを備え、前記基地局装置において干渉信号が受信される環境で無線通信を行う無線通信システムであって、

前記基地局装置は、

前記干渉信号に関する情報である干渉関係情報を推定する干渉推定手段と、

推定された干渉関係情報を前記集中制御局に通知する干渉関係情報通知手段と、

端末装置との無線通信に用いるチャネルを、前記集中制御局から通知されたチャネルに変更するチャネル設定手段と、を備え、

前記集中制御局は、

前記基地局装置毎に、周波数帯域が異なる複数のチャネルを含むチャネル候補の中から、2つ以上のチャネル候補のスループット指標を計算し、計算されたスループット指標に基づいて前記基地局装置のチャネルを決定するチャネル決定手段と、

決定されたチャネルを、前記基地局装置に通知するチャネル通知手段と、を備える無線通信システム。

**【請求項 2】**

前記チャネル決定手段は、接続されている基地局装置のチャネル候補の周波数帯域の範囲内で通信している他の装置であって当該基地局装置と無線通信している前記端末装置以外の装置の数または通信頻度と、前記チャネル候補の周波数帯域幅またはデータサブキャリア数と、に基づいて前記スループット指標を計算する、請求項 1 に記載の無線通信システム。

**【請求項 3】**

前記基地局装置は、自装置と通信している前記端末装置の数と、前記端末装置との通信に用いている周波数帯域幅またはデータサブキャリア数と、前記端末装置の通信頻度情報、のうち少なくとも一つを含む端末情報を、前記集中制御局に通知する端末情報通知手段をさらに備え、

前記集中制御局の前記チャネル決定手段は、前記端末情報にさらに基づいて前記スループット指標を計算する、

請求項 1 ~ 2 のいずれか一項に記載の無線通信システム。

**【請求項 4】**

前記基地局装置の前記干渉推定手段は、自装置において通信停止中に受信されるピーコンで通知される情報又は通信パケットの送信元アドレス、通信パケットの送信先アドレス、所属する基地局装置のアドレス、通信パケットの時間占有率、のうち少なくとも一つを干渉関係情報として取得する、

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の無線通信システム。

**【請求項 5】**

前記集中制御局は、前記基地局装置に一定時間通信を行わず、干渉関係情報を収集するように通知する通信停止手段を更に備え、

前記基地局装置の干渉推定手段は、前記集中制御局から通信の停止を指定されると、データ通信を停止し、干渉関係情報を収集する、

請求項 4 に記載の無線通信システム。

**【請求項 6】**

前記集中制御局は、前記基地局装置に共通のチャネルを指定する干渉測定指定手段をさらに備え、

前記基地局装置の前記干渉推定手段は、前記集中制御局から指定されたチャネルを用いて、各基地局装置から送信された信号が検出可能か否か判定し、干渉関係情報として取得する、

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の無線通信システム。

**【請求項 7】**

前記集中制御局は、前記基地局装置から通知された情報に基づいて、特定のチャネル候

10

20

30

40

50

補の周波数帯域内のチャンネルを用いて、独立に動作する基地局装置のグループの数を判定するカウント手段をさらに備え、

前記チャンネル決定手段は、当該チャンネル候補内で独立に動作する基地局装置の数を用いて、当該チャンネル候補のスループット指標を計算する、

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の無線通信システム。

【請求項 8】

前記集中制御局は、前記基地局装置から通知された情報に基づいて、接続されていない基地局が用いているチャンネルの周波数帯域の中に、当該接続されていない基地局と干渉関係にあり、かつ互いに信号が検出可能な関係ではない複数の前記基地局のチャンネルを割り当てる、

10

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の無線通信システム。

【請求項 9】

前記チャンネル決定手段は、前記基地局装置の用いるチャンネルを評価する順番を決定し、決められた順番で基地局装置毎にスループット指標の高い前記チャンネルを決定する、

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の無線通信システム。

【請求項 10】

前記チャンネル決定手段は、前記順番を複数パターン決定し、パターン毎に決められた順番で基地局装置毎に前記チャンネルを決定し、前記パターン毎に決定されたチャンネルの組み合わせとスループット指標とに基づいて、いずれか一つのパターンにおけるチャンネルの組み合わせを選択する、

20

請求項 9 に記載の無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信におけるチャンネルの切り替え技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、2.4GHz帯又は5GHz帯を用いた高速無線アクセスシステムとして、IEEE 802.11g規格、IEEE 802.11a規格などに基づいた基地局装置（AP：Access point）が広く普及している。これらの規格に基づいたシステムでは、マルチパスフェージング環境での特性を安定化させるための技術である直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）変調方式を用い、最大で54Mbpsの伝送速度を実現している。

30

【0003】

ただし、上述した伝送速度は物理レイヤ上での伝送速度であり、ユーザにとって有効なデータのスループットではない。実際には、MAC（Medium Access Control）レイヤでの伝送効率が50~70%程度であるために、スループットは30Mbps程度が上限値となっている。

【0004】

一方、有線LANの通信速度もFTTH（Fiber to the home）の普及から、上昇の一端をたどっている。そのため、今後無線LANにおいても更なる伝送速度の高速化が求められることが想定される。無線区間のスループット増大のために、MIMOやマルチユーザMIMOなど様々な空間信号処理技術が検討されているが、他の方法として通信周波数帯域の拡大も行なわれている。IEEE 802.11aでは、各チャンネル20MHzの周波数帯域が用いられていたが、IEEE 802.11nでは、40MHzの周波数帯域が用いられている。さらに、IEEE 802.11acでは、オプションを含めると160MHzまで検討されている。このように、チャンネルの帯域拡大が進んでいる。

40

【0005】

このように、チャンネルの周波数帯域はIEEE 802.11aから11acまでで、8倍に拡大している。しかし、無線LANに用いることのできる周波数帯域全体については

50

、大きな拡張が認められていない。よって、無線端末の普及に伴い、周波数資源は十分でなくなりつつある。例えば、複数の基地局装置が同じ周波数帯域を用いる環境が増加している。このため、基地局装置が選択したチャンネルによっては、通信セルが互いにオーバーラップする他の基地局装置からのパケット信号の影響によって、スループットが低下したり、システム全体のスループット効率が低下したりするという問題があった。更に、各基地局装置が選択しうるチャンネルの帯域幅も多様化している。そのため、集中制御局（AC）を用いて基地局装置の周波数チャンネルを管理する場合、どの周波数を用いるかだけでなく、どの周波数帯域を用いるかも集中制御局において判断する必要がある。

【0006】

複数の基地局装置を集中制御局に接続し、各基地局装置にチャンネルを割り当てる方法については特許文献1に記載されている。特許文献1では、基地局装置におけるスループットなどの通信状態を入力情報として用い、システムスループットを最大化するようにチャンネルを選択することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-74097号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1の方法は、制御可能な基地局装置の近隣に存在する制御できない基地局装置が様々な周波数帯域のチャンネルを用いて通信している場合に、どのようにチャンネルを選択すべきかについては考慮していない。無線LANの例では、近隣に20~160MHzのチャンネルを用いる基地局装置が存在する中で、集中制御局がどのようなチャンネルを用い、それらをどのように接続された基地局装置に割り当てるかが明らかでない。

【0009】

上記事情に鑑み、本発明は、重複する周波数を用いた他の無線通信装置が近隣に存在し干渉信号が生じている無線通信システムにおいて、無線通信の効率を向上させる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様は、集中制御局と、前記集中制御局に接続された複数の基地局装置とを備え、前記基地局装置において干渉信号が受信される環境で無線通信を行う無線通信システムであって、前記基地局装置は、前記干渉信号に関する情報である干渉関係情報を推定する干渉推定手段と、推定された干渉関係情報を前記集中制御局に通知する干渉関係情報通知手段と、端末装置との無線通信に用いるチャンネルを、前記集中制御局から通知されたチャンネルに変更するチャンネル設定手段と、を備え、前記集中制御局は、前記基地局装置毎に、周波数帯域が異なる複数のチャンネルを含むチャンネル候補の中から、2つ以上のチャンネル候補のスループット指標を計算し、計算されたスループット指標に基づいて前記基地局装置のチャンネルを決定するチャンネル決定手段と、決定されたチャンネルを、前記基地局装置に通知するチャンネル通知手段と、を備える無線通信システムである。

【0011】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記チャンネル決定手段は、接続されている基地局装置のチャンネル候補の周波数帯域の範囲内で通信している他の装置であって当該基地局装置と無線通信している前記端末装置以外の装置の数または通信頻度と、前記チャンネル候補の周波数帯域幅またはデータサブキャリア数と、に基づいて前記スループット指標を計算する。

【0012】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記基地局装置は、自装置と通

10

20

30

40

50

信している前記端末装置の数と、前記端末装置との通信に用いている周波数帯域幅またはデータサブキャリア数と、前記端末装置の通信頻度情報、のうち少なくとも一つを含む端末情報を、前記集中制御局に通知する端末情報通知手段をさらに備え、前記集中制御局の前記チャンネル決定手段は、前記端末情報にさらに基づいて前記スループット指標を計算する。

【0013】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記基地局装置の前記干渉推定手段は、自装置において通信停止中に受信されるビーコンで通知される情報又は通信パケットの送信元アドレス、通信パケットの送信先アドレス、所属する基地局装置のアドレス、通信パケットの時間占有率、のうち少なくとも一つを干渉関係情報として取得する。

10

【0014】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記集中制御局は、前記基地局装置に一定時間通信を行わず、干渉関係情報を収集するように通知する通信停止手段を更に備え、前記基地局装置の干渉推定手段は、前記集中制御局から通信の停止を指定されると、データ通信を停止し、干渉関係情報を収集する。

【0015】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記集中制御局は、前記基地局装置に共通のチャンネルを指定する干渉測定指定手段をさらに備え、前記基地局装置の前記干渉推定手段は、前記集中制御局から指定されたチャンネルを用いて、各基地局装置から送信された信号が検出可能か否か判定し、干渉関係情報として取得する。

20

【0016】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記集中制御局は、前記基地局装置から通知された情報に基づいて、特定のチャンネル候補の周波数帯域内のチャンネルを用いて、独立に動作する基地局装置のグループの数を判定するカウント手段をさらに備え、前記チャンネル決定手段は、当該チャンネル候補内で独立に動作する基地局装置の数をを用いて、当該チャンネル候補のスループット指標を計算する。

【0017】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記集中制御局は、前記基地局装置から通知された情報に基づいて、接続されていない基地局が用いているチャンネルの周波数帯域の中に、当該接続されていない基地局と干渉関係にあり、かつ互いに信号が検出可能な関係ではない複数の前記基地局のチャンネルを割り当てる。

30

【0018】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記チャンネル決定手段は、前記基地局装置の用いるチャンネルを評価する順番を決定し、決められた順番で基地局装置毎にスループット指標の高い前記チャンネルを決定する。

【0019】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記チャンネル決定手段は、前記順番を複数パターン決定し、パターン毎に決められた順番で基地局装置毎に前記チャンネルを決定し、前記パターン毎に決定されたチャンネルの組み合わせとスループット指標とに基づいて、いずれか一つのパターンにおけるチャンネルの組み合わせを選択する。

40

【発明の効果】

【0020】

本発明により、重複する周波数を用いた他の無線通信装置が近隣に存在し干渉信号が生じている無線通信システムにおいて、無線通信の効率を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態として無線システム1の概略を表す図である。

【図2】無線システム1において用いられるチャンネルを示す図である。

【図3】干渉AP及びシステムAPの検出結果の例を示す図である。

【図4】各システムAPに対して選択されるチャンネルごとに期待されるスループット指標

50

$T_j$  を表す表である。

【図 5】各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー 1-1）を示す図である。

【図 6】各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー 1-2）を示す図である。

【図 7】干渉 AP 及びシステム AP の検出結果の例を示す図である。

【図 8】各システム AP に対して選択されるチャンネルごとに期待されるスループット指標  $T_j$  を表す表である。

【図 9】各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー 2-1）を示す図である。

10

【図 10】各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー 2-1）を示す図である。

【図 11】各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー 2-2）を示す図である。

【図 12】各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー 2-2）を示す図である。

【図 13】干渉 AP のチャンネル検出結果を表す図である。

【図 14】AP 4 と AP 1 に対しそれぞれチャンネル E (X)、チャンネル F ( ) を選択した場合の通信頻度の検出表を表す。

【図 15】AP 2 に対しチャンネル A (T) を選択した場合の通信頻度の検出表を表す。

20

【図 16】集中制御局 AC が AP 4 のチャンネルとして、F ( ) を選択した場合の関係を示す図である。

【図 17】AP 0 のチャンネルがチャンネル C (Q)、AP 7 のチャンネルがチャンネル A (T) であり、それぞれ通信頻度が 90、100 であり、AP 3 に AP 7 の信号が届く場合の表の具体例を示す図である。

【図 18】各端末の機能を表す表である。

【図 19】AP 1 に対しチャンネル F を選択し、AP 4 に対しチャンネル E を選択した場合の通信頻度の検出表を表す図である。

【図 20】本発明におけるチャンネル決定方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 21】本発明におけるチャンネル決定方法の変形例の処理の流れを示すフローチャートである。

30

【図 22】図 13 の通信チャンネルの検出結果の表に、チャンネル間干渉の影響で特性劣化が生じるチャンネルに星印を加えた表を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の一実施形態について説明する。なお、以下の説明では、基地局装置、集中制御局をそれぞれ“AP”、“AC”と記載することがある。

【0023】

[概略]

図 1 は、本発明の一実施形態として無線システム 1 の概略を表す図である。無線システム 1 は、集中制御局 AC と、複数台の基地局装置を備える。各基地局装置は、自装置の配下に接続された端末と無線通信によって通信する。複数台の基地局装置 (AP 1、AP 2、AP 3、AP 4、AP 6) が集中制御局 AC に接続されている。一方、基地局装置 AP 0、AP 5、AP 7、AP 8、AP 9、AP 10 は、集中制御局 AC に接続されていない。以下の説明では、集中制御局 AC に接続された基地局装置を「システム AP」と呼ぶ。また、集中制御局 AC に接続されていない基地局装置を「干渉 AP」と呼ぶ。

40

【0024】

ある基地局装置は、上下左右方向に一つ隣に位置する他の基地局装置と、一つ斜め隣に位置する他の基地局装置と、上下左右方向に二つ隣に位置する他の基地局装置と、互いに信号を検出可能な関係にあることとする。例えば、基地局装置 AP 1 は、他の基地局装置

50

AP0、AP2、AP3、AP4、AP5、AP7との間で、互いに信号を検出可能である。言い換えれば、基地局装置AP1は、他の基地局装置AP0、AP2、AP3、AP4、AP5、AP7いずれかが発した信号を検出できる。一方、基地局装置AP1が発した信号は、他の基地局装置AP0、AP2、AP3、AP4、AP5、AP7の全てによって検出される。

無線システム1では、システムAPのスループットを向上させる。

#### 【0025】

図2は、無線システム1において用いられるチャンネルを示す図である。無線システム1におけるチャンネル配置は、例えば図2に示されるように、IEEE802.11の5GHz帯で用いることができる帯域を適用できる。なお、上述したチャンネルは一例であり、無線システム1において用いられるチャンネルは他の周波数であっても良い。

10

#### 【0026】

集中制御局ACは、各システムAPに対し、20MHz、40MHz、80MHz、160MHzの帯域のA～のチャンネルの中から、通信に使用するチャンネルを指定する。集中制御局ACは、20MHzのチャンネルP～の中から、プライマリチャンネルを選択する。例えば、チャンネルAを用いて通信する場合は、集中制御局20は、チャンネルP～Wの中の一つの20MHzチャンネルをプライマリチャンネルとし、その他のチャンネルをセカンダリチャンネルとする。

#### 【0027】

##### [第1実施形態]

本発明の第1実施形態について説明する。第1実施形態における集中制御局ACは、選択するチャンネルの中で通信を行うシステムAPの数、または、システムAPと端末の数をを用いてスループット指標を計算する。そして、集中制御局ACは、計算された指標に基づいてチャンネルを決定する。以下、第1実施形態について詳細に説明する。

20

#### 【0028】

図3は、干渉AP及びシステムAPの検出結果の例を示す図である。図3Aは干渉APのプライマリチャンネルの検出結果の例を示す。図3BはシステムAPとの干渉の検出結果の例を示す。図3Bにおいて丸印は、同じ周波数帯の信号を用いた場合に干渉することを表す。第1実施形態では、システムAPは、集中制御局ACからの指示に基づいて端末との通信を停止し、干渉APの用いているプライマリチャンネルを検出する。

30

#### 【0029】

図3Aに示される干渉APの検出結果は、システムAPによって検出された干渉APが用いているプライマリチャンネルの表である。同じ枠(AP2の とAP6の )に二つの記し(二重丸)があるのは、別の基地局装置が同じチャンネルを用いていることが検出されたためである。図3Aによれば、AP0はチャンネルT、AP5はチャンネルX、AP7はチャンネルQ、AP8はチャンネル、AP9はチャンネル、AP10はチャンネルをプライマリチャンネルとして用いている。

#### 【0030】

図3Bに示されるシステムAPの検出結果は、システムAP同士が互いに干渉しているか否か調査した結果である。これは、集中制御局ACから各システムAPに対して同じチャンネルを指定し、互いのビーコンもしくは通信パケットを観測することで測定できる。

40

#### 【0031】

##### (チャンネルの評価指標1)

次に、チャンネルの評価指標の一つの具体例として、スループット指標について説明する。スループット指標とは、システムAPが、異なる周波数帯域幅を含む複数のチャンネルから、どのチャンネルを選択するべきか判定する際に用いる指標である。j番目のシステムAPのスループット指標 $T_j$ を、活用周波数帯域指標 $B_j$ と、帯域内に存在する他の干渉APやシステムAPにより影響されるスループット劣化率 $\alpha_j$ と、を用いて式1のように表すことができる。

【数 1】

$$T_j = B_j \rho_j \quad \dots (式1)$$

【0032】

活用周波数帯域指標  $B_j$  には  $j$  番目のシステム A P が選択したチャンネルの帯域幅  $B_c$  やデータに用いているサブキャリア数を代入することができる。

$\rho_j$  は以下の式 2 のように  $m(j)$  と  $l(j)$  の関数で表される。

【数 2】

10

$$\rho_j = e(m(j), l(j)) \quad \dots (式2)$$

【0033】

$m(j)$  は、同じチャンネルに存在する  $j$  番目のシステム A P 以外の基地局装置の数であり、 $l(j)$  は  $j$  番目のシステム A P の数である ( $l$  はエルの小文字)。 $m(j)$  は、同じチャンネルに存在する  $j$  番目のシステム A P 以外の基地局装置及び  $j$  番目のシステム A P 以外の基地局装置と通信している端末の数として定義されても良い。この場合、 $j$  番目のシステム A P と通信している端末及び  $j$  番目のシステム A P の数を  $l(j)$  と定義しても良い。 $\rho_j$  は以下の式 3 のように表されてもよい。

20

【0034】

【数 3】

$$\rho_j = \Omega \frac{m(j)}{l(j)} \quad \dots (式3)$$

$\rho_j$  は、以下の式 4 のように表されてもよい。

30

【数 4】

$$\rho_j = \frac{l(j)}{m(j) + l(j)} \quad \dots (式4)$$

【0035】

$\rho_j$  は、以下の式 5 のように表されてもよい。

【数 5】

40

$$\rho_j = \left( \frac{l(j)}{m(j) + l(j)} + f(m(j) + l(j)) \right) \quad \dots (式5)$$

式 5 の場合、 $m(j)$  の関数で得られる値を  $l(j) / (m(j) + l(j))$  に足すことで、スループットの期待値を上げたり、下げたりすることもできる。

【0036】

$f(m(j) + l(j))$  を正にしてスループットの期待値を上げるのは以下の理由に

50



よる。実際には通信が同じタイミングに発生するとは限らない。そのため、互いに独立のタイミングに通信し、たまたまそれらが時間的にずれていれば、お互いに通信の劣化を受けないためである。

【0037】

$f(m(j) + l(j))$ を負にしてスループットを下げるのは以下の理由による。パケット衝突などにより、単に時間で分けるより、実行スループットが低下することを考慮するためである。

$m(j) + l(j)$ が大きいと、 $f(m(j) + l(j))$ を小さくするか、または負の値をとるようにし、 $m(j) + l(j)$ が小さいと、 $f(m(j) + l(j))$ を大きくしたり、正の値としたりするように $f(m(j) + l(j))$ を定義することもできる。

10

【0038】

$f(m(j) + l(j))$ の値は、式6のように表されても良い。G、DとZは正数で与えられる。式6のように、 $m(j) + l(j)$ が増えてくると負の値をとるようにすることができる。

【数6】

$$f(m(j) + l(j)) = \frac{G}{(m(j) + l(j) + D)} - Z \quad \dots (式6)$$

20

【0039】

$j$ は、以下の式7のように表されても良い。

【数7】

$$\rho_j = \left( \frac{l(j)}{m(j) + l(j)} g(m(j) + l(j)) \right) \quad \dots (式7)$$

30

$j$ は、以下の式8のように表されても良い。

【0040】

【数8】

$$\rho_j = \left( \frac{l(j)}{m(j) + l(j)} \right)^{h(m(j) + l(j))} \quad \dots (式8)$$

この場合、 $m(j) + l(j)$ の関数gまたは関数hによる補正を行うこともできる。 $g(m(j) + l(j))$ の関数で得られる値を $l(j) / (m(j) + l(j))$ に乗算する、または $h(m(j) + l(j))$ の階乗を行うことで、スループットの期待値を上げたり、下げたりすることもできる。 $m(j) + l(j)$ が小さい値をとるときは、 $g(m(j) + l(j))$ を1より大きくする、または $h(m(j) + l(j))$ を1より小さくしてスループットの期待値を上げることができる。これは、通信が実際には同じタイミングに発生するとは限らず、互いに独立のタイミングに通信し、たまたまそれらが時間的にずれていれば、お互いに通信の劣化を受けないためである。また、 $m(j) + l(j)$ が大きい値をとる場合には、 $g(m(j) + l(j))$ を1より小さくしたり、 $h(m(j) + l(j))$ を1より大きくしたりしてスループット指標を下げるることができる。これは、パケット衝突などにより、単に時間で分けるより、実行スループットが低下することを考慮す

40

50

るためである。また、 $f(m(j) + 1(j))$ と同様に $g(m(j) + 1(j))$ と $h(m(j) + 1(j))$ も当該チャネルのデータ量などによる通信状況により変化させることができる。

【0041】

式4～式8において、 $m(j)$ をj番目の基地局装置以外の基地局装置の数とする場合には、 $1(j)$ はj番目の基地局装置の数であり、すなわち $1(j) = 1$ である。

スループット指標 $T_j$ は、以下の式9のように表されても良い。この場合、集中制御局ACは、j番目の基地局装置が選択しているチャネルにおいて、独立に動作する基地局装置のグループ(以下、「APグループ」という。)の数を調査する。そして、独立に動作するAPグループがn個存在する場合には、これらの数に応じたj番目の基地局に対する独立APペナルティ $\rho_{n,j}$ をスループット指標に反映させることができる。

10

【数9】

$$T_j = B_j \Gamma_{n,j} \rho_j \dots (式9)$$

【0042】

nは独立のプライマリチャネルを有するAPグループの数である。nには、同じプライマリチャネルを有するものの互いに通信パケットやビーコンが検出できない位置関係にいるAPグループの数も含まれても良い。このような位置関係(同じプライマリチャネルを有しており且つ独立して動作している関係)であるか否かは、RTS/CTSなどにより一方の基地局装置がアクセス権を取得しているにもかかわらず、もう一方の基地局装置が通信をしているか否かに基づいて判断する。上記位置関係か否かは、一方の基地局装置が送信している最中に他方の基地局装置が通信パケットやビーコンを送信しているか否かに基づいて判断しても良い。なお、上記判断は、システムAPによる観測結果に基づいて行う事ができる。例えば、システムAPは、集中制御局ACに干渉関係を報告する際に、同一のプライマリセルに観測された干渉APが、独立に動作しているのか、または、互いに通信パケットを受信可能な位置関係で、RTS/CTSやCSMA/CAのルールを互いに守って通信しているのか判定して、集中制御局ACに通知することができる。

20

30

【0043】

異チャネルペナルティ $\rho_{n,j}$ は、n個の独立して動作するAPグループが同一チャネルにいる場合のj番目の基地局に対する異チャネルペナルティ量を表す。例えば、 $\rho_{1,j} = 1$ 、 $\rho_{2,j} = 0.5$ 、 $\rho_{3,j} = 0.1$ 、 $\rho_{4,j} = 0.02$ のように設定できる。

【0044】

スループット指標 $T_j$ を算出する具体的な例について説明する。この説明では、式2及び式9を用いてスループット指標 $T_j$ を算出する。ここで、周波数帯域幅を指標 $B_j$ として用い、最も広い160MHzの場合には $B_j = 160$ 、80MHzの際には $B_j = 80$ 、というように単位をMHzとして選択したチャネルの帯域幅の値を用いても良い。ここで、 $B_j = 160$ 、 $\rho_{1,j} = 0.6$ 、 $m(j)$ をj番目のシステムAP以外の基地局装置の数とする。干渉APのプライマリチャネルが1つ含まれる場合は、 $T_j = 160 \times 1 \times 0.6^1 = 96$ となる。干渉APのプライマリチャネルが2つ含まれ、これらが独立のプライマリチャネルである場合は、 $T_j = 160 \times 0.5 \times 0.6^2 = 14.4$ となる。基地局装置が自装置以外に4つ存在し、独立のチャネルが3つ含まれる場合は、 $T_j = 160 \times 0.1 \times 0.6^4 = 2.08$ となる。

40

【0045】

図4は、各システムAPに対して選択されるチャネルごとに期待されるスループット指標 $T_j$ を表す表である。図4の表には、値が大きくなるものから順に8～10個程度のスループット指標 $T_j$ を記載している。スループット指標 $T_j$ は、式2及び式9を用いて計

50

算した値である。 $\alpha = 0.6$ 、 $\beta_1 = 1$ 、 $\beta_2 = 0.5$ 、 $\beta_3 = 0.1$ 、 $\beta_4 = 0.02$ 、 $m$ を他の干渉APとシステムAPの数としている。

【0046】

集中制御局ACは、各APに実際にどのチャンネルを割り当てるかについて、総当たりで検討してもよいし、順番に一つずつ決定してもよい。一つずつ決定する場合には、予め定められた基地局装置の優先度に基づいてその順番が決定されてもよいし、図4で得られたスループットの候補の大きさに基づいてその順番が決定されてもよいし（例えば大きいものから順に、又は小さいものから順に）、毎回ランダムに順番が決定されてもよい。予め定められた基地局装置の優先度は、各基地局装置の所有ユーザの使用料金により決められてもよいし、各基地局装置の機能や性能などに基づいて決められてもよいし、各基地局装置から通知された干渉APの情報に応じて決められてもよいし、バッファとして各基地局が記憶している送信待ちのデータ量により決められてもよいし、各基地局装置がやり取りするデータの量により決められてもよい。

10

【0047】

(チャンネル決定フロー1-1)

図5は、各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー1-1）を示す図である。図5に示される具体例は、図4のようにスループット指標 $T_j$ が得られた場合において、スループットの候補の大きいものから順に一つずつ決定していく処理の流れを示す。図4では、システムAP間のチャンネルの使用は考慮されていない。そのため、システムAPのチャンネルが決定されるにつれ、候補となるチャンネルとそのスループット指標 $T_j$ を更新する必要がある。まず図3Bに示されるシステムAPの検出結果と、図3Aに示される干渉APの検出結果とをマージして縦軸に表す。また、検出されるシステムAP及び干渉APの使用チャンネルを横軸に表す。図5Aは、この状態における表の状態を表す。各システムAPがどのチャンネルを使うかは未定であるので、システムAPの関係として丸印をつけている。

20

【0048】

まず、集中制御局ACは、スループットが最も大きい候補があるAP3について処理を行う。AP3では、図4に示されたようにチャンネルAを用いることで、スループット指標160の通信が期待できる。よって、集中制御局ACは、AP3の使用チャンネルとしてチャンネルAを選択する。図5Bは、この状態における表の状態を表す。集中制御局ACがAP3のチャンネルとしてチャンネルAを選択したため、AP3の干渉状態が丸印からAに変更されている。

30

【0049】

次に、集中制御局ACは、AP3の次にスループットが大きいAP6について処理を行う。図5Bによれば、AP6については、チャンネルA、x、yから干渉を受けるため、これらに基づいてチャンネルを決定する必要がある。また、スループットの指標は、図4に示される値から更新される必要がある。チャンネルAがAP3により使われることが決定しているため、チャンネルA、C、DはAP3と共有することとなる。そのため、式1において $\alpha = 0.6$ となる。つまり、新しいスループット候補は、A:96, C:48, D:48, E:48, G:40, H:40, I:40, J:40, L:40, O:40, ...として得られる。ただし、チャンネルA、C、D、G、H、I、Jを選択すると、AP3のスループット指標が160から66低下し、96となる。このように既に選択したシステムAPのスループット指標を低下させる場合に、選択チャンネルにペナルティを与えてもよい。

40

例えば、スループットを低下させるシステムAPの数だけ、減衰係数 $\beta$ を乗算することができる。ここで、 $\beta$ を0.8とすると、スループット候補は、A:76.8, E:48, L:40, O:40, C:38.4, D:38.4, G:32, H:32, I:32, J:32, ...として得られる。この場合でも、チャンネルAが最も大きい値をとるため、集中制御局ACはAP6のチャンネルとしてチャンネルAを選択する。図5Cは、この状態を示す関係表を表す。

50

## 【 0 0 5 0 】

上記の例では、AP3とAP6の用いるチャンネルAの中に、干渉APのプライマリチャンネルは存在しない。そのため、集中制御局ACは、新たにプライマリチャンネルを決定する必要がある。集中制御局ACは、この時点で新たなプライマリチャンネルをP～Wの中から決定しても良いし、全てのチャンネルが決定された後に新たなプライマリチャンネルを決めても良い。最後に決定することで、システムAPが選択したチャンネルの中に複数のプライマリチャンネルが生じないように調整することが可能である。

## 【 0 0 5 1 】

次に、集中制御局ACは、AP6の次にスループットが大きいAP1について処理を行う。図5Cによれば、AP1については、チャンネルA、Q、T、Xから干渉を受けるため、これらに基づいてチャンネルを決定する必要がある。また、スループットの指標は、図4に示される値から更新される必要がある。新しいスループット候補は、B：96、F：80、E：48、L：40、N：40、M：40、O：40、H：40×0.6=24、J：40×0.6=24、・・・として得られる。ここで、C、Dが選択肢から消えたのは、AP3がチャンネルAを選択しており、AP3からは干渉APのチャンネルQ、Tが検出されていないため、同じチャンネル内に独立に動作するAPが2つになっているためである。集中制御局ACは、AP1のチャンネルとしてスループットの大きいチャンネルBを選択する。ここで、プライマリチャンネルXを観測しているため、チャンネルBのプライマリチャンネルはXに設定される。図5Dは、この状態における表の状態を表す。図5Dにおける“B(X)”という記載は、プライマリチャンネルをXとしたチャンネルBを表す。

## 【 0 0 5 2 】

次に、集中制御局ACは、AP1の次にスループットが大きいAP2について処理を行う。図5Dによれば、AP2については、チャンネルA、B、Q、T、Xから干渉を受けるため、これらに基づいてチャンネルを決定する必要がある。また、スループットの指標は、図4に示される値から更新される必要がある。新しいスループット候補は、C：48（プライマリチャンネルをP～S）、O：40、E：28.8、G：24（プライマリチャンネルをPまたはQ）、H：24（プライマリチャンネルをRまたはS）、・・・として得られる。ただし、チャンネルCを選択すると、AP3及びAP6のプライマリチャンネルをP～Sのうちから選択する必要がある。さらに、AP3及びAP6と同じプライマリチャンネルを共有することになる。そのため、AP3及びAP6のスループットが下がる。スループットを減らすことになるシステムAPの数だけ、(=0.8)を乗算すると、スループット候補は、O：40、C：48×0.8×0.8=30.7、E：28.8、G：24×0.8×0.8=15.4、H：24×0.8×0.8=15.4、・・・となる。よって、システムスループットを上げるため、集中制御局ACは、AP2のチャンネルとしてチャンネルOを選択する。

## 【 0 0 5 3 】

次に、集中制御局ACは、AP2の次にスループットが大きいAP4について処理を行う。AP4は、同じ周波数帯の信号を用いた場合にAP6と干渉するが、AP3とは干渉しない。しかし、AP6は、同じ周波数帯の信号を用いた場合にAP3及びAP4のいずれとも干渉する。そのため、AP4がチャンネルAおよびチャンネルAに関連する下位のチャンネル(C、D、G、H、I、J、P～W)を選択すると、著しくスループットが低下することになる。また、AP4からはAP1のチャンネルB（プライマリチャンネルがX）を観測しているため、チャンネルBに関連する下位のチャンネルで、プライマリチャンネルがXでないものは選択しないことができる。よって、AP4の選択可能なチャンネルは、E(X)：80×0.6×0.6=28.8、O：40×0.6=24のみとなる。

## 【 0 0 5 4 】

AP4のチャンネルとしてチャンネルE（プライマリチャンネルX）を選択すると、AP1の用いるチャンネルBと共有することになる。この場合、AP1にとって、同一チャンネルに他のAPのプライマリチャンネル（チャンネルX）が存在することになる。そのため、AP1のスループット指標は、160×0.6=96から、160×0.6<sup>2</sup>=57.6に低下す

10

20

30

40

50

る。

一方、AP4のチャンネルとしてチャンネルOを選択した場合、AP2のスループット指標は $40 \times 0.6 = 24$ に低下する。

【0055】

いずれの場合でも、1つのシステムAPのスループットを低下させるため、AP4はスループットの指標の高いチャンネルE(X)を選択することができる。

集中制御局ACは、予め設定されたポリシーに従ってチャンネルを選択する。システムスループットを最大化するポリシーが設定されている場合には、他のシステムAPのスループット指標を低下させる際に、低下したスループット指標をペナルティとして、スループット指標の候補から減算することもできる。すなわち、最後のAP4のチャンネル選択においてE(X)を選択すると、AP1のスループット指標が $38.4$ 低下し、Oを選択するとAP4のスループット指標が $16$ 低下する。この値をとしてスループット指標から引くと、AP4の選択可能なチャンネルはE(X)： $80 \times 0.6 \times 0.6 - 36.6 = -7.6$ 、O： $40 \times 0.6 - 16 = 8$ となり、チャンネルOが選択される。

【0056】

図5Eで最終的に得られるAP1, 2, 3, 4, 6のスループット指標は、AP1： $57.6$ （プライマリチャンネルXを干渉AP1台と、システム1台と共用）、AP2： $40$ （ $40\text{MHz}$ チャンネル）、AP3： $96$ （チャンネルAをAP6と共有）、AP4： $28.8$ （プライマリチャンネルXを干渉AP1台とAP1と共有）、AP6： $96$ となる。また、システム全体のスループット指標は $318.4$ となる。

【0057】

（チャンネル決定フロー1-2）

図6は、各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー1-2）を示す図である。図6に示される具体例は、図4のようにスループット指標 $T_i$ が得られた場合において、スループットの候補の低いものから順に一つずつ決定していく処理の流れを示す。このような順で処理が行われることにより、フェアネスを得られる効果や、システムAPの最小スループットを最大化する効果が得られる。

【0058】

まず、集中制御局ACは、スループットの候補が最も小さい値となるAP4について処理を行う。図4に示されるように、チャンネルC, D, E, Fのうちいずれかを用いることによりAP4のスループットは最大化される。ここで、集中制御局ACは、これらのチャンネルの候補からチャンネルをランダムに選択しても良い。また、集中制御局ACは、システムAPで検出した干渉APのプライマリチャンネル全体で検出数が少ないチャンネルを選択しても良い。また、集中制御局ACは、システムAPで検出した干渉APのプライマリチャンネル全体で検出数が多いチャンネルを選択してもよい。

【0059】

本説明では、集中制御局ACは、システムAPにおいて検出数が多いチャンネルを選択する。システムAPにおける検出数が多いチャンネルを選択することで、当該システムAP（AP4）以外のシステムAPが使いにくいチャンネルを選択することができる。そのため、他のシステムAPのチャンネル選択の選択肢を広げることができる。

【0060】

図3の干渉APの検出結果から、プライマリチャンネル検出数は、Q： $2$ 個、T： $3$ 個、X： $5$ 個、： $2$ 個、： $7$ 個である。また、チャンネルC, D, E, Fに属する干渉APのプライマリチャンネルの総数は、C（P, Q, R, S）： $2$ 個、D（T, U, V, W）： $3$ 個、E（X, Y, Z, ）： $5$ 個、F（, , , ）： $9$ 個である。この場合、チャンネルFに対応するプライマリチャンネルが多い。よって、集中制御局ACは、AP4のチャンネルとしてF（プライマリチャンネル：）を選択する。図6Aは、この状態における表の状態を示す。集中制御局ACがAP4のチャンネルとしてチャンネルF（プライマリチャンネル：）を選択したため、AP4の干渉状態が丸印からF（）に変更されている。

【0061】

10

20

30

40

50

次に、集中制御局 A C は、A P 4 の次にスループットの候補が小さい A P 2 について処理を行う。図 6 A によれば、A P 2 について選択しうるチャンネル候補は、A P 4 の F ( ) が増えたことによる影響はない。そのため、集中制御局 A C は、A P 2 のチャンネルとしてチャンネル A (プライマリチャンネル：T) を選択する。図 6 B は、この状態における表の状態を示す。集中制御局 A C が A P 2 のチャンネルとしてチャンネル A (プライマリチャンネル：T) を選択したため、A P 2 の干渉状態が丸印から A (T) に変更されている。

【 0 0 6 2 】

次に、集中制御局 A C は、A P 2 の次にスループット指標の候補が小さい A P 1 について処理を行う。図 6 B によれば、A P 2 のプライマリチャンネル T と A P 4 のプライマリチャンネル が加わっているため、チャンネルの選択候補は、F : 48 , C : 48 , E : 48 , H : 40 , L : 40 , N : 40 , O : 40 , . . . となる。チャンネル C、E、F が同じスループットの期待値である。しかし、チャンネル C 及び F は、他のシステム A P ( A P 2 及び A P 4 ) に影響を与えてしまう。そのため、集中制御局 A C は、他のシステム A P に対する影響の少ないチャンネルとして、チャンネル E (プライマリチャンネル：X) を選択する。図 6 C は、この状態における表の状態を示す。集中制御局 A C が A P 1 のチャンネルとしてチャンネル E (プライマリチャンネル：X) を選択したため、A P 1 の干渉状態が丸印から E (X) に変更されている。

10

【 0 0 6 3 】

次に、集中制御局 A C は、A P 1 の次にスループットの候補が小さい A P 6 について処理を行う。なお、A P 3 の候補と A P 6 の候補は、スループットの最大値が同じである。しかし、最もスループットの期待値 (候補) が低い A P 4 に係る (互いに通信セルがオーバーラップする) A P は A P 6 である。そのため、集中制御局 A C は、A P 3 よりも先に A P 6 について処理を行うことができる。

20

【 0 0 6 4 】

図 6 C によれば、A P 2 のプライマリチャンネル T と A P 4 のプライマリチャンネル が加わっているため、チャンネルの選択候補は、A : 96 , C : 80 , D : 48 , E : 48 , L : 40 , O : 40 , . . . となる。ただし、チャンネル A を選択すると、A P 2 のチャンネル A の中に 2 つの独立のプライマリセルが生じ、A P 2 のスループット指標が 96 から著しく低下する。具体的には、式 1 の  $j$  において、式 9 の  $n, j$  を考慮した場合、2 つの独立に動作する A P の指標として  $n, j \times = 0.2 \times (0.6)$  を考慮すると、A P 2 のスループット指標は  $160 \times 0.2 \times 0.6 = 19.2$  となる。このように、異チャンネルペナルティ  $n, j$  が生じる場合は、集中制御局 A C は、当該チャンネル (ここでは、チャンネル A) を選択しないこともできる。次に、チャンネル C を選択すると、A P 2 はチャンネル内に複数のプライマリチャンネルを有することになるため、A P 2 の選択したチャンネルを A (T) から、D (T) に変更し、スループットの指標を 96 から 48 に低下させることで、異チャンネルペナルティを回避することができる。D (T) を選択しなおした方が、A (T) のままで、異チャンネルペナルティを乗算されるよりスループット指標が大きい。チャンネル D (プライマリチャンネル：T) も、チャンネル A と同様、A P 2 のチャンネルに 2 つの独立したプライマリチャンネルを存在させることになる。チャンネル E のプライマリチャンネルであるチャンネル X も、A P 1 により既に選択されている。そのため、A P 6 のチャンネルとしてチャンネル E を選択すると、A P 1 と A P 6 の両方とオーバーラップしている A P 2 , 3 , 4 に対し、異チャンネルペナルティを発生させ、スループット指標を著しく低下させることとなる。チャンネル L を選択すると、A P 1 にチャンネル内に複数のプライマリチャンネルを生じさせることになり、異チャンネルペナルティを受ける。このため、A P 1 のチャンネルをチャンネル K (X) に変更し、異チャンネルペナルティを回避することもできる。この場合、スループット指標は 48 から、 $40 \times 0.6 \times 0.6 = 14.4$  に低下する。よって、ここでは、集中制御局 A C は、A P 6 のチャンネルとして、他のシステム A P に影響しないチャンネル O を選択する場合を示す。図 6 D は、この状態を表す対応表を示す。集中制御局 A C が A P 6 のチャンネルとしてチャンネル O を選択したため、A P 6 の干渉状態が丸印から O (オー) に変更されている。

30

40

50

## 【 0 0 6 5 】

次に、集中制御局 A C は、残る A P 3 について処理を行う。図 6 D によれば、チャンネルの候補とスループット指標は、A : 9 6 , C : 8 0 , D : 4 8 , G : 4 0 , J : 4 0 , H : 4 0 , L : 4 0 , E : 2 8 . 8 , . . . となる。しかし、チャンネル A またはチャンネル D を選択すると、A P 2 のチャンネル A 内に独立に動作する 2 つプライマリチャンネルを存在させることになり、異チャンネルペナルティによりスループット指標が大きく低下する。A P 3 からは、A P 2 で観測される干渉 A P のプライマリチャンネル T が観測されていないためである。また、チャンネル C、G、H を選択すると、異チャンネルペナルティを避けるために、A P 2 のチャンネル A ( T ) をチャンネル D ( T ) に変更する必要がある、このときスループット指標は、9 6 から、 $8 0 \times 0 . 6 = 4 8$  に低下する。チャンネル J を選択すると、A P 2 に対する異チャンネルペナルティを避けるために、チャンネル A ( T ) をチャンネル I ( T ) に変更する必要がある、このときスループット指標は、9 6 から、 $4 0 \times 0 . 6 = 2 4$  に低下する。チャンネル L を選択すると、A P 1 に対する異チャンネルペナルティを避けるために、チャンネル E ( X ) をチャンネル K ( X ) に変更する必要がある、スループット指標は 4 8 から、 $4 0 \times 0 . 6 = 2 4$  に低下する。このように、いずれのチャンネルを選択した場合であっても、他のシステム A P のスループットに影響が生じる。チャンネルを選択するため、集中制御局 A C は、スループットを低下させるシステムの A P の数だけ係数を乗算しても良い。また、チャンネルを選択するため、集中制御局 A C は A P 3 と選択先の A P のスループット指標の和、または積を最大化するチャンネルを決定しても良い。ここでは、スループットを低下させる A P の数だけではチャンネルが決定できないため、後者の処理を行う場合について説明する。A P 3 のチャンネルとしてチャンネル C を選択し、A P 2 のチャンネルを D ( T ) とする場合、A P 2 と A P 3 のスループット指標がそれぞれ 4 8、8 0 となり、スループット指標の和および積とも最大となる。よって、集中制御局 A C は、A P 2 のチャンネルをチャンネル D ( T ) に変更し、A P 3 のチャンネルとしてチャンネル C を選択する。

10

20

## 【 0 0 6 6 】

最終的に得られる A P 1 , 2 , 3 , 4 , 6 のスループット指標は A P 1 : 4 8 ( プライマリチャンネル X を干渉 A P 1 台と共用 )、A P 2 : 4 8 ( プライマリチャンネル T を干渉 A P 1 台と共用 )、A P 3 : 8 0 ( チャンネル C 共有なし )、A P 4 : 4 8 ( プライマリチャンネル を干渉 A P 1 台と共有 )、A P 6 : 4 0 ( チャンネル O 共有無し ) であり、合計となるシステムスループット指標は 2 6 4 となる。チャンネル決定フロー 1 - 1 に比べて、総スループット指標は低下したが、最低スループット指標は 2 8 . 8 から 4 0 に改善することができた。

30

## 【 0 0 6 7 】

上記の無線システム 1 は、重複する周波数を用いた他の基地局装置が近隣に存在する無線通信システムであるが、このような状況において無線通信の効率を向上させることが可能となる。具体的には、無線システム 1 では、干渉 A P の使用チャンネルに応じて、システム A P のスループットを改善するように、各システム A P が使用するチャンネルを決定することができる。

## 【 0 0 6 8 】

## [ 第 2 実施形態 ]

本発明の第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態における集中制御局 A C は、プライマリチャンネルだけでなく、通信のため用いているセカンダリチャンネルの全てにも基づいて各システム A P のチャンネルを決定する。図 7 は、干渉 A P 及びシステム A P の検出結果の例を示す図である。図 7 A は、集中制御局 A C に接続されたシステム A P によって検出された干渉 A P が用いているプライマリチャンネル及びセカンダリチャンネルの表である。丸印は、基本となる 2 0 M H z のチャンネルと同じ 4 0 M H z チャンネル内に存在するセカンダリチャンネルを表す。三角印は、同じ 8 0 M H z チャンネル内に存在する他方の 4 0 M H z のセカンダリチャンネルを表す。四角印は、同じ 1 6 0 M H z チャンネル内に存在する他方の 8 0 M H z に対応するセカンダリチャンネルを表す。図 7 B において丸印は、同じ周波数帯

40

50

の信号を用いた場合に干渉することを表す。ここで、AP0はチャンネルA（プライマリチャンネルはチャンネルT）、AP5はチャンネルE（X）、AP7はチャンネルA（Q）、AP8はチャンネルN（）、AP9はチャンネルM（）、AP10はチャンネルF（）をチャンネルとして用いている。

【0069】

図8は、各システムAPに対して選択されるチャンネルごとに期待されるスループット指標 $T_j$ を表す表である。図8の表には、値が大きくなるものから順に8～10個程度のスループット指標 $T_j$ を記載している。スループット指標 $T_j$ は、式5、式6、及び式9を用いて計算した値である。式6において、各定数は、 $G = 0.5$ 、 $D = 1$ 、 $Z = 0$ 、として計算した。当該チャンネル内に独立に動作するAPグループの数 $n$ も考慮し、 $\alpha_{1,j} = 1$ 、 $\alpha_{2,j} = 0.5$ 、 $\alpha_{3,j} = 0.1$ 、 $\alpha_{3,j} = 0.02$ とした。第2実施形態では、第1実施形態と異なり、 $n$ の値はセカンダリチャンネルも含めて計算される。また、式4において、 $m(j)$ は選択したチャンネルにおける他の基地局装置の数とし、 $l(j) = 1$ として計算する。

10

【0070】

また、図8において、括弧内に示したチャンネルとスループット指標 $T_j$ は、干渉APのセカンダリチャンネルに対応するチャンネルの選択に対応する。このようなチャンネルを通信チャンネルとして選択すると、干渉APがRTS/CTSなどのMACプロトコルを理解せず、干渉パケットが到来してスループットが低下する可能性がある。そのため、通常はこのようなチャンネルを選択しない。ただし、例外としてこのようなチャンネルを選択する場合がある。詳細については後述する。

20

【0071】

（チャンネル決定フロー2-1）

図9及び図10は、各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例（チャンネル決定フロー2-1）を示す図である。図9及び図10に示される具体例は、図8のようにスループット指標 $T_j$ が得られた場合において、スループットの候補の大きいものから順に一つずつ決定していく処理の流れを示す。図8では、システムAP間のチャンネルの使用は考慮されていない。そのため、システムAPのチャンネルが決定されるにつれ、候補となるチャンネルとそのスループット指標 $T_j$ を更新する必要がある。まず、図7Bに示されるシステムAPの検出結果と、図7Aに示される干渉APの検出結果とをマージして縦軸に表す。また、検出されるシステムAP及び干渉APの使用チャンネルを横軸に表す。図9Aは、この状態における表の状態を表す。各システムAPがどのチャンネルを使うかは未定であるので、各システムAPの関係として丸印をつけている。

30

【0072】

まず、集中制御局ACは、スループットが最も大きい候補があるAP3について処理を行う。AP3では、図8に示されたようにチャンネルAを用いることで、スループット指標160の通信が期待できる。よって、集中制御局ACは、AP3の使用チャンネルとしてチャンネルAを選択する。図9Bは、この状態における表の状態を表す。集中制御局ACがAP3のチャンネルとしてチャンネルAを選択したため、AP3の干渉状態が丸印からAに変更されている。

40

【0073】

次に、集中制御局ACは、AP3の次にスループットが大きいAP6について処理を行う。図9Bによれば、AP6については、チャンネルA、X、Y、Z、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ からの干渉に基づいてチャンネルを決定する必要がある。また、スループットの指標は、図8に示される値から更新される必要がある。チャンネルAがAP3により使われることが決定しているため、チャンネルA、C、DはAP3と共有することとなる。そのため、式5と式6（ $G = 0.5$ 、 $D = 1$ 、 $Z = 0$ ）により3番目のAP、AP3の $\alpha_{3,j}$ は、 $\alpha_{3,j} = 1 / (m(3) + l(3)) + 0.5 / (m(3) + l(3) + 1) = 1 / 2 + 1 / 6 = 0.667$ となる。つまり、新しいスループット候補は、A： $180 \times 1 \times 0.667 = 118.06$ 、C： $80 \times 1 \times 0.667 = 53.3$ （AP3とプライマリチャンネルを共有する

50



場合)又は80(AP3のチャンネルをチャンネルDに変更した場合),D:53.3(AP3とプライマリチャンネルを共有する場合)又は80(AP3のチャンネルをチャンネルCに変更した場合),E:53.3,G:40(AP3のチャンネルをチャンネルDに変更した場合),H:40(AP3のチャンネルをチャンネルDに変更した場合),I:40(AP3のチャンネルをチャンネルCに変更した場合),J:40(AP3のチャンネルをチャンネルCに変更した場合),O:40,...として得られる。チャンネルAが最も大きい値をとるため、集中制御局ACはAP6のチャンネルとしてチャンネルAを選択する。図9Cは、この状態における表の状態を表す。

#### 【0074】

次に、集中制御局ACは、AP6の次にスループットが大きいAP2について処理を行う。集中制御局ACは、チャンネルA,T,U,V,W,X,Y,Z,...,における干渉信号に基づいてチャンネルを決定する。チャンネル候補及びそのスループット指標は、以下のように得られる。 $A:160 \times 0.5 \times (1/3 + 1/8) = 36.7$ (ペナルティとして0.5を乗算しているのは、AP2のチャンネルDのAPは、AP3とAP6からは見えていないため、独立のプライマリチャンネルが2つ( $n=2$ )となるから), $C:80 \times 1 \times (1/3 + 1/8) = 36.7$ (AP6とAP3のチャンネルがチャンネルAでプライマリチャンネルをチャンネルC内のP~Sとする場合)又は80(AP6とAP3のチャンネルをチャンネルDに変更した場合),D:53.3(AP3とAP6のチャンネルをチャンネルCに変更した場合),E:53.3,G:40(AP3とAP6のチャンネルをチャンネルDに変更した場合),H:40(AP3とAP6のチャンネルをチャンネルDに変更した場合),O:40。他のシステムAPのスループット指標を低下させず、高いスループット指標となるのは、AP2のチャンネルとしてチャンネルEを選択した場合である。そのため、集中制御局ACは、AP2のチャンネルとしてはチャンネルE(プライマリチャンネル:X)を選択する。図9Cは、この状態における表の状態を表す。

ここでは、チャンネルEを選択したが、システムAPのスループットを低下させることを考慮したうえで、第一の実施例と同様、様々なポリシーに基づき決定できる。例えば、スループットを低下させるシステムAPの数だけ、を乗算し、スループット指標を低く評価しても良い。また、スループットに影響を与えるシステムAPのスループット指標との和、または積が最大となるチャンネルを選択することができる。

#### 【0075】

次に、集中制御局ACは、AP2の次にスループットの候補が大きいAP1について処理を行う。集中制御局ACは、AP1のチャンネルについて、図9Cから、チャンネルA,E(X),P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z,...の干渉に基づいてチャンネルを決定する。チャンネル候補及びそのスループット指標は、以下のように得られる。 $B:160 \times 1 \times (1/3 + 1/8) = 73.3$ , $F:80$ , $E:80 \times 1 \times (1/3 + 1/8) = 36.7$ , $N:40$ , $M:40$ , $O:40$ 。高いスループット指標となり、かつシステムAPのスループットを低下させないのは、チャンネルFを選択した場合。そのため、集中制御局ACは、AP2のチャンネルとしてチャンネルFを選択する。図10Aは、この状態における表の状態を表す。

#### 【0076】

集中制御局ACは、最後に、AP4について処理を行う。AP4は、図10Aから、チャンネルA,F,E(X),P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z,...,における干渉に基づいてチャンネルを決定する。チャンネル候補及びそのスループット指標は、以下のように得られる。 $E:80 \times 1 \times (1/3 + 1/8) = 36.7$ , $F:80 \times 1 \times (1/3 + 1/8) \times 0.5 = 18.4$ , $M:40 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 26.7$ (AP1がプライマリチャンネルを~とする場合), $O:40$ 。高いスループット指標となるのは、チャンネルOを選択した場合であるので、集中制御局ACはAP4のチャンネルとしてチャンネルOを選択する。図10Bは、この状態における表の状態を表す。

#### 【0077】

このようにして、第2実施形態の集中制御局ACは、プライマリチャンネル及びセカンダ

10

20

30

40

50

リチャンネルに基づいて、システム A P のチャンネルを決定する。そのため、各システム A P に対し、無線システム 1 の総スループット指標を高くするようなチャンネルを割り当てることが可能となる。本具体例では、各システム A P のスループット指標は 80、53.3、106.6、40、106.6 として得られ、総スループット指標は 386.7 として得られる。

#### 【0078】

(チャンネル決定フロー 2 - 2)

図 11 及び図 12 は、各基地局装置が用いるチャンネルを決定していく処理の具体例(チャンネル決定フロー 2 - 2)を示す図である。図 11 及び図 12 に示される具体例は、検出されている干渉 A P のチャンネル数が多いシステム A P から順に一つずつチャンネルを決定していく処理の流れを示す。図 8 では、システム A P 間のチャンネルの使用は考慮されていない。そのため、システム A P のチャンネルが決定されるにつれ、候補となるチャンネルとそのスループット指標とを更新する必要がある。図 7 B のシステム A P の検出結果と、図 7 A の干渉 A P のチャンネルの検出結果とをマージして縦軸に表す。検出されるシステム A P 及び干渉 A P の使用チャンネルを横軸に表す。この時点の表の内容は、図 10 A に表されているものと同じである。

10

#### 【0079】

まず、集中制御局 A C は、20 MHz 単位で考えたチャンネルの検出数が最も多い A P 4 について処理を行う。A P 4 では、図 8 に示されたようにチャンネル E または F を用いることで、スループット指標 53.3 の通信が得られる。ここで、集中制御局 A C は、いずれか一方を選択しても良い。また、2つの候補を残したまま、次にチャンネルの検出数が多いシステム A P の処理を行っても良い。ここでは、集中制御局 A C は、E (X) と F ( ) のいずれかとして、次のシステム A P の処理を行う。図 11 A は、この状態における表の状態を表す。

20

#### 【0080】

集中制御局 A C は、次にチャンネルの検出数(干渉チャンネル数)が大きい A P 1 について処理を行う。A P 1 のチャンネル候補及びスループット指標は、A P 4 が E (X) を選択していると仮定すると、 $B : 160 \times 1 \times (1/3 + 1/8) = 73.3$ 、 $F : 80$ 、 $E : 80 \times 1 \times (1/3 + 1/8) = 36.7$ 、 $N : 40$ 、 $M : 40$ 、 $O : 40$  となる。A P 4 が F ( ) を選択していると仮定すると、A P 1 のチャンネル候補及びスループット指標は、 $B : 160 \times 0.5 \times (1/3 + 1/8) = 36.7$ 、 $F : 80 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 53.3$ 、 $E : 80 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 53.3$ 、 $N : 40 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 26.7$ 、 $O : 40$  となる。A P 4 のチャンネルとして E (X) を選択し、A P 1 のチャンネルとして F を選択すると、A P 4 のスループットを低下させず、かつ、A P 1 のスループット指標が最も高くなる。そのため、集中制御局 A C は、A P 4 のチャンネルを E (X)、A P 1 のチャンネルを F とする。図 11 B は、この状態における表の状態を表す。

30

#### 【0081】

次に、集中制御局 A C は、A P 1 の次にチャンネルの検出数が多い A P 2 について処理を行う。A P 2 のチャンネルの候補とスループット指標は、図 11 B により、 $A : 160 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 106.7$ 、 $C : 80$ 、 $E : 80 \times 1 \times (1/3 + 1/8) = 36.7$ 、 $G : 40$ 、 $H : 40$ 、 $O : 40$  として得られる。よって、集中制御局 A C は、A P 2 のチャンネルとしてチャンネル A (プライマリチャンネル : T) を選択する。

40

#### 【0082】

次に、集中制御局 A C は、A P 2 の次にチャンネルの検出数が多い基地局装置を判定する。A P 3 及び A P 6 は、チャンネルの検出数が同数のため、集中制御局 A C は処理対象の基地局装置としていずれか一方を選択する。このとき、集中制御局 A C は、処理対象となる基地局装置をランダムに選択してもよい。また、集中制御局 A C は、最も観測チャンネル数が多いシステム A P (A P 4) と互いに通信セルがオーバーラップするシステム A P (A P 6) を、先に処理対象として処理を実行しても良い。集中制御局 A C は、互いに通信

50

セルがオーバーラップするシステム A P ( A P 1 ) のプライマリチャネルが決定されていないシステム A P ( A P 3 ) を、先に処理対象として処理を実行しても良い。

【 0 0 8 3 】

ここでは、A P 6 が選択された例で説明する。この場合、チャネル候補及びスループット指標は、 $A : 160 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 106.7$ 、 $C : 80 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 53.3$ 、 $D : 80 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 53.3$ 、 $E : 80 \times 1 \times (1/3 + 1/8) = 36.7$ 、 $O : 40$ となる。しかし、チャネル A、D、C が A P 6 のチャネルとして選択されると、A P 2 のチャネル A ( T ) の中に独立した複数のプライマリチャネルを生じることとなり、異チャネルペナルティにより、A P 2 のスループット指標が大きく低下する。A P 6 にはチャネル T をプライマリとする干渉 A P の通信が届かないためである。よって、チャネル候補は、 $C : 80$  ( A P 2 をチャネル D ( T ) に変更し、A P 2 のスループット指標を  $106.7$  から  $53.3$  へ減少させる )、 $E : 36.6$ 、 $O : 40$  となる。集中制御局 A C は、この候補の中から、システム A P のスループット指標に影響を与えず、高いスループット指標を得られるチャネル ( チャネル O ) を選択する。ここでも、予め定めたポリシーに従い、チャネルを選択できる。影響を与えるシステム A P のスループット指標との積で考えると、チャネル C を選択した場合、A P 6 のスループット指標  $\times$  A P 2 のスループット指標は、 $80 \times 53.3 = 4264$ 、チャネル O では、 $40 \times 106.7 = 4268$  となり、この場合もチャネル O を選択することとなる。

10

【 0 0 8 4 】

最後に、集中制御局 A C は、残った A P 3 について処理を行う。A P 3 についてのチャネル候補及びスループット指標は、 $A : 160 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 106.7$ 、 $C : 80$  ( A P 2 のチャネルをチャネル D に変更 (  $106.7$  から  $53.3$  へ修正 ) )、 $D : 80 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 106.7$ 、 $E : 80 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 53.3$ 、 $O : 40 \times 1 \times (1/2 + 1/6) = 26.7$  となる。ただし、A P 6 の場合と同様、A P 2 のチャネル A のスループット指標を大きく低下させるため、異チャネルペナルティの影響が大きいスループット指標の定義では、集中制御局 A C はチャネル A とチャネル D を選択しない。また、チャネル E ( X ) を選択すると、A P 3 から A P 4 のチャネル E ( X ) が観測されていないため、A P 2 と A P 4 が同時に観測可能で、かつ E ( X ) に関連するチャネル ( B、E、K、L、X、Y、Z、 ) を用いるシステム A P がいないか確認する。ここでは、他のシステム A P はこれらのチャネルを用いていない。そのため、集中制御局 A C は、A P 3 のチャネルとして E ( X ) を選択できる。よって、集中制御局 A C は、他のシステム A P に影響を与えず、且つ、高いシステムスループットが得られるチャネル E ( X ) を選択する。

20

30

【 0 0 8 5 】

このようにして、セカンダリチャネルまで考慮して、システム A P のチャネルを決定することができる。よって、5 つのシステム A P に対し、スループット指標は  $80$ 、 $106.7$ 、 $53.3$ 、 $53.3$ 、 $40$  として得られ、総スループット指標は  $333.3$  として得られる。

また、処理の対象とするシステム A P の順序によって、上述のように各システム A P のスループットが変わる。このことから、集中制御局 A C は、複数のシステム A P の選択順序でチャネルの決定を行い、通信状態に応じて最適なチャネルを選択しても良い。例えば、図 9 及び図 10 のようにシステム A P のチャネルを決定した場合には、A P 4 スループットが最も低い。一方、図 11 及び図 12 のように決定すると、A P 5 のスループットが最も低い。例えば、データ通信の頻度や、データ通信のビット量や、優先度、などが高いシステム A P が A P 4 であった場合には、集中制御局 A C は、図 11 及び図 12 に示される処理の結果として得られるチャネル配置を選択し、各システム A P に当該チャネルを用いるように通知する。

40

【 0 0 8 6 】

[ 第 3 実施形態 ]

本発明の第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態におけるシステム A P は、干渉

50

AP やシステム AP、およびそれらと通信する端末のアドレス情報に加えて、干渉 AP の通信頻度に関する情報（通信頻度情報）も推定する。図 13 は、干渉 AP のチャンネル検出結果を表す図である。

【0087】

（チャンネルの評価指標 2）

集中制御局 AC によって干渉関係情報の推定が指示されると、各システム AP は、干渉 AP の通信パケットを受信する頻度や、アクセス権の取得している時間率等に関する情報（通信頻度情報）を推定し取得する。すなわち、通信頻度情報は、干渉関係情報の一具体例である。集中制御局 AC は、干渉 AP  $k$  の通信の頻度を干渉頻度指標  $\Lambda_k$  として取得する。干渉頻度指標  $\Lambda_k$  は、当該干渉 AP  $k$  の通信の頻度を表す係数でもよいし、当該干渉 AP  $k$  の通信時間率や干渉 AP  $k$  に所属する端末数全体の通信の頻度を表す係数でもよい。当該干渉 AP  $k$  に属する端末数を  $U_k$  とし、 $i$  番目の干渉 AP  $k$  と通信する端末の通信頻度を  $\Lambda_{k,i}$  とし、当該干渉 AP  $k$  の通信頻度を  $\Lambda_{k,0}$  とする。この場合、干渉頻度指標  $\Lambda_k$  は、以下の式 10 のように表される。

10

【数 10】

$$\Psi_k = \Lambda_{k,0} + \sum_{i=1}^{U_k} \Lambda_{k,i} \quad \dots (式 10)$$

20

【0088】

式 10 で、 $\Lambda_{k,0} = \Lambda_{k,1} = \dots =$  のように、通信頻度の係数を共通の定数とすれば、単に AP と端末の和を考慮することができる。また、 $\Lambda_{k,0} = 0$  とすれば、端末の数のみ考慮できる。

【0089】

さらに、 $j$  番目のシステム AP に対する通信頻度指標  $\Phi_j$  を決定する。通信頻度指標  $\Phi_j$  は、 $\Phi_j =$  として、全システム AP で共通としても良い。また、各 AP に属する端末数と通信頻度から、通信頻度指標  $\Phi_j$  は以下の式 11 のように表されても良い。

【数 11】

$$\Phi_j = \Lambda_{j,0} + \sum_{i=1}^{U_j} \Lambda_{j,i} \quad \dots (式 11)$$

30

【0090】

また、式 10 と式 11 は、20 MHz ごとの各チャンネルでそれぞれ評価することもできる。この場合、 $U_k$ 、または  $U_j$  は当該チャンネルで動作している干渉 AP  $k$  と通信する端末数、またはシステム AP  $j$  と通信する端末数、である。

40

例として、 $\Lambda_{j,0} = 0$ 、 $\Lambda_{j,i} = 10$  とし、AP 1、2、3、4、6 が通信を行う端末の数を、10、2、5、7、3 とした場合について、チャンネルの決定方法を示す。各システム AP（AP 1、AP 2、AP 3、AP 4、AP 6）に対する通信頻度指標は、それぞれ 100、20、50、70、30 となる。

【0091】

あるシステム AP  $j$  が、あるチャンネルを選択しようとする時、当該チャンネルに影響する基地局装置のうち、最も通信頻度が高い 20 MHz チャンネルにおける通信頻度指標と干渉頻度指標と異チャンネルペナルティを用いて、AP  $j$  のスループット指標  $T_j$  は式 12 のように表される。

【数 1 2】

$$T_j = B_j \Gamma_{n,j} \left( \frac{\Phi_j}{\sum_{i \in \theta} \Phi_i + \sum_{k \in \psi} \Psi_k} \right) \quad \dots (式 1 2)$$

10

【0092】

は、AP<sub>j</sub>が選択したチャンネルに属するシステムAPの集合である。は、AP<sub>j</sub>が選択したチャンネルに属する干渉APの集合である。さらに、以下の式13として得られる通信頻度と干渉頻度との和に基づいて、式14のように<sub>j</sub>の関数fによる補正が行われても良い。

【数 1 3】

$$\Pi_j = \sum_{i \in \theta} \Phi_i + \sum_{k \in \psi} \Psi_k \quad \dots (式 1 3)$$

20

【数 1 4】

$$T_j = B_j \Gamma_n \left( \frac{\Phi_j}{\Pi_j} + f(\Pi_j) \right) \quad \dots (式 1 4)$$

【0093】

30

f(<sub>j</sub>)の関数で得られる値を<sub>j</sub>/<sub>j</sub>に足すことで、スループットの期待値を上げたり、下げたりすることもできる。f(<sub>j</sub>)を正にしてスループットの期待値を上げるのは、通信が実際には同じタイミングに発生するとは限らず、互いに独立のタイミングに通信し、たまたまそれらが時間的にずれていれば、お互いに通信の劣化を受けないためである。f(<sub>j</sub>)を負にしてスループットを下げる場合は、パケット衝突などにより、単に時間で分けるより、実行スループットが低下することを考慮するためである。このため、集中制御局ACは、f(<sub>j</sub>)は通信状況により変化させ、通信したいデータ量が増え、回線がひっ迫してくると負の値をとるようにし、通信頻度が低い場合は正の値をとるように適応的に制御することもできる。同様に、集中制御局ACは、式15や式16のように、<sub>j</sub>の関数g又は関数hによる補正を行っても良い。

40

【数 1 5】

$$T_j = \frac{B_j \Gamma_n \Phi_j g(\Pi_j)}{\Pi_j} \quad \dots (式 1 5)$$

【数 16】

$$T_j = B_j \Gamma_n \left( \frac{\Phi_j}{\Pi_i} \right)^{h(\Pi_i)} \dots \text{(式 16)}$$

【0094】

集中制御局 AC は、 $g(\quad_j)$  の関数で得られる値を  $\quad_j / \quad_j$  に乗算することによって、または、 $h(\quad_j)$  の階乗を行うことによって、スループットの期待値を上げたり下げたりしても良い。 $g(\quad_j)$  を 1 より大きくする、または  $h(\quad_j)$  を 1 より小さくしてスループットの期待値を上げるのは、通信が実際には同じタイミングに発生するとは限らず、互いに独立のタイミングに通信し、たまたまそれらが時間的にずれていれば、お互いに通信の劣化を受けないためである。 $g(\quad_j)$  を 1 より小さくしたり、 $h(\quad_j)$  を 1 より大きくしたりしてスループットを下げる場合は、パケット衝突などにより、単に時間で分けるより、実行スループットが低下することを考慮するためである。集中制御局 AC は、 $f(\quad_j)$  と同様に、 $g(\quad_j)$  と  $h(\quad_j)$  も通信状況により変化させても良い。

【0095】

第 3 実施形態では、上述したように、干渉 AP の通信頻度に基づいて、周波数帯域の異なる候補を含むチャンネルを決定することができる。チャンネルの決定はシステム AP が取りうるチャンネルの選択について、すべての組み合わせに対し、スループット指標を計算し、適切なチャンネル組み合わせを決定することもできるし、システム AP に順番にチャンネルを決定していくこともできる。

【0096】

図 13 の例をもとに、システム AP のチャンネル決定方法を示す。図 13 で、プライマリチャンネルまたはセカンダリチャンネルを示す記号の下に示した数値が干渉通信頻度係数である。同じ干渉 AP に関する干渉通信頻度係数は同じものとなっているが、各システム AP で干渉 AP の通信パケットの受信頻度を評価するため、システム AP により異なる値をとることもありうる。また、プライマリチャンネルとセカンダリチャンネルで干渉通信頻度係数が異なる例がある理由は、当該干渉 AP が通信している端末が、必ずしもシステム AP が取得したチャンネル全てを用いない、または用いる機能がない場合があるためである。

【0097】

(チャンネル決定フロー)

第 3 実施形態において、集中制御局 AC がシステム AP 毎に順番にチャンネルを決定していく処理の具体例を示す。チャンネルを決定するシステム AP の順番は、上述した第 1 実施形態や第 2 実施形態と同様である。本説明では、干渉 AP の通信頻度の和の多い順に処理を行う。

干渉頻度の和を全チャンネルで取ると、AP 1 ~ AP 6 に対しそれぞれ、 $90 \times 4 + 20 \times 8 + 30 \times 8 = 760$ 、 $20 \times 8 + 30 \times 6 + 20 \times 2 + 10 \times 2 = 400$ 、 $30 \times 4 + 70 \times 2 + 30 \times 2 + 10 \times 2 = 340$ 、 $90 \times 4 + 20 \times 10 + 30 \times 8 = 800$ 、 $30 \times 6 + 70 \times 2 + 20 \times 2 + 10 \times 2 = 380$  として得られる。

【0098】

本説明では、干渉条件の悪いものから順(すなわち干渉 AP の通信頻度の和の多い順)に処理を行う。よって、AP 4、AP 1、AP 2、AP 6、AP 3 の順でチャンネルを決定する処理が行われる。

まず、集中制御局 AC は、AP 4 のチャンネル候補とスループット指標を式 12 に基づき算出する。AP 4 のチャンネル候補及びスループット指標は、 $A : 160 \times 0.5 \times (70 / (70 + 90 + 20)) = 31.1$ 、 $B : 160 \times 0.5 \times (70 / (70 + 30 + 2$

0) ) = 46.7、C :  $80 \times 0.5 \times (70 / (70 + 90 + 20)) = 15.6$ 、D :  $80 \times 0.5 \times (70 / (70 + 30 + 20)) = 23.3$ 、E :  $80 \times 1 \times 70 / (70 + 30) = 56$ 、F :  $80 \times 1 \times 70 / (70 + 20) = 62.2$ 、G : 7.8、(H : 7.8)、I : 11.7、(J : 11.7)、K :  $40 \times 1 \times 70 / (70 + 30) = 28$ 、(L : 28)、M : 40、N : 31.1、O : 40として得られる。高いスループット指標が得られるのはチャンネルEまたはFであるので、集中制御局ACは、これらの一方をAP4のチャンネルとして選択する。集中制御局ACは、チャンネルMに空きがあるチャンネルFを選択しても良いし、ランダムにいずれか一方を選んで良いし、候補を複数保持したまま次のシステムAPの処理に移行しても良い。本説明では、集中制御局ACは、E(X)およびF( )の両方を候補として保持し、次のシステムAPの処理に移行する場合のフローについて説明する。また、ここでは、集中制御局ACが同じスループット指標の候補を複数記憶する例を示したが、同じスループット指標とならなくても、スループット指標の高い候補を複数記憶して、それぞれに対して他のシステムAPのスループット指標がどのような値をとるか評価しても良い。

10

## 【0099】

次に、集中制御局ACは、AP4の次に干渉条件の多いAP1のスループット指標を評価する。AP4がチャンネルE(X)を選択した場合、スループット指標は、チャンネルA :  $160 \times 0.5 \times (100 / (100 + 90 + 20)) = 38.1$ 、B :  $160 \times 1 \times (100 / (100 + 70 + 30)) = 80$ 、C :  $80 \times 0.5 \times (100 / (100 + 90 + 20)) = 19$ 、D :  $80 \times 0.5 \times (100 / (100 + 30 + 20)) = 53.3$ 、E :  $80 \times 1 \times (100 / (100 + 30 + 70)) = 40$ 、F : 80、K :  $40 \times 1 \times (100 / (100 + 30 + 70)) = 20$ 、(L : 20)、M : 40、N : 40、O : 40として得られる。一方、AP4がチャンネルF( )を選択した場合、スループット指標は、A :  $160 \times 0.5 \times (100 / (100 + 90 + 20)) = 38.1$ 、B :  $160 \times 0.5 \times (100 / (100 + 70 + 30)) = 40$ 、C : 19、D :  $80 \times 0.5 \times (100 / (100 + 30 + 20)) = 53.3$ 、E :  $80 \times 1 \times (100 / (100 + 30)) = 61.5$ 、F :  $80 \times 1 \times (100 / (100 + 70)) = 47.1$ 、K : 30.8、(L : 30.8)、N :  $40 \times 1 \times (100 / (100 + 70)) = 23.5$ 、O : 40として得られる。

20

## 【0100】

以上より、AP4のチャンネルとしてチャンネルE(X)を選択し、AP1のチャンネルとしてチャンネルB(X)またはF( )を選択することで、スループット指標80が得られる。AP1のチャンネルとしてチャンネルB(X)とF( )とのどちらを選択するべきかについては、集中制御局ACは周波数帯域幅のより少ないチャンネル(チャンネルF)を選択しても良い。少ない帯域幅で、高いスループットを得るように選択することで、他のシステムに不要な干渉を与えることを防ぐことができる。

30

## 【0101】

図14は、AP4とAP1に対しそれぞれチャンネルE(X)、チャンネルF( )を選択した場合の通信頻度の検出表を表す。このようにシステムAPのチャンネルが決定されると、それに従って干渉条件が増える。そのため、集中制御局ACは、システムAPのチャンネルが決定されるごとに、測定されるチャンネル数の数や、干渉頻度の和を更新して、残りのシステムAPのうちどのシステムAPのチャンネルを決定するか、その順番を変更することもできる。図14に示されている時点では、チャンネルが決定されていないシステムAPはAP2、AP3、AP6であり、干渉頻度の和は、 $20 \times 10 + 100 \times 4 + 30 \times 6 + 70 \times 4 + 10 \times 2 = 1080$ 、 $30 \times 4 + 100 \times 4 + 70 \times 2 + 20 \times 2 = 700$ 、 $30 \times 6 + 70 \times 6 + 20 \times 2 + 10 \times 2 = 660$ である。

40

## 【0102】

次に、集中制御局ACは、AP2について処理を行う。チャンネル候補及びスループット指標は、A :  $160 \times 1 \times (20 / (20 + 20)) = 80$ 、(C :  $80 \times 1 \times (20 / (20 + 20)) = 40$ )、D :  $80 \times 1 \times (20 / (20 + 20)) = 40$ 、E : 80

50

$\times 1 \times (20 / (20 + 30 + 100)) = 10.7$ 、 $F : 80 \times 0.5 \times (20 / (20 + 20 + 30 + 70)) = 11.4$ 、 $O : 40$ として得られる。最も高いスループットはチャンネルA(T)を選択することで得られるため、集中制御局ACは、AP2のチャンネルとしてチャンネルA(T)を選択する。図15は、AP2に対しチャンネルA(T)を選択した場合の通信頻度の検出表を表す。

#### 【0103】

次に、集中制御局ACは、AP6について処理を行う。チャンネル候補及びスループット指標は、図15の関係から次のように導かれる。 $A : 160 \times 1 \times (30 / (30 + 20)) = 96$ 、 $B : 160 \times 0.1 \times (30 / (30 + 30 + 70 + 70 + 30)) = 2.1$ 、 $(C : 80 \times 1 \times (30 / (30 + 20)) = 48)$ 、 $D : 80 \times 1 \times (30 / (30 + 20)) = 48$ 、 $E : 80 \times 1 \times (30 / (30 + 30)) = 40$ 、 $F : 80 \times 0.5 \times (30 / (30 + 30 + 70 + 70)) = 6$ 、 $O : 40$ 。ここで、チャンネルAが高いスループット指標となっているが、AP6のチャンネルとしてチャンネルA、C、Dを選択すると、システムAPであるAP2に同じチャンネル内に独立のAPを2つ有することになる。異チャンネルペナルティが大きい設定の場合、システムAPのスループット指標が大きく低下するため、AP6のチャンネルとしてチャンネルA、C、Dは選択しない。チャンネルE(X)を選択するかチャンネルOを選択することで、スループット指標40を得ることができる。ここで、集中制御局ACは、よりチャンネル帯域幅が小さいチャンネルとしてチャンネルOを選択しても良い。集中制御局ACは、チャンネルEを用いることで、干渉APが用いているチャンネルEに2つの独立して動作するAPを構築しても良い。つまり、AP4とAP1で検出されるチャンネルEの干渉AP(AP5)は同一のAPであり、AP4とAP1は互いに観測不可能な位置関係にある。このことから、互いに独立してアクセス権の取得が行える。よって、AP4がチャンネルEを選択することで、当該干渉AP(AP5)は異チャンネルペナルティによりアクセス権を取得することが難しくなるため、実効的にAP5の通信頻度を30から低下させ、AP1とAP4のスループットが高まることが期待できる。

#### 【0104】

集中制御局ACがAP4のチャンネルとして、F( )を選択した場合の関係を図16に示す。次に、集中制御局ACは、AP3について処理を行う。AP3のチャンネル候補及びスループット指標は、 $A : 160 \times 1 \times (50 / (50 + 20)) = 114.3$ 、 $(C : 80 \times 1 \times 50 / (50 + 20) = 57.1)$ 、 $D : 80 \times 1 \times 50 / (50 + 20) = 57.1$ 、 $F : 80 \times 0.5 \times 50 / (50 + 70 + 20) = 14.3$ 、 $O : 40$ と計算できる。しかし、AP3のチャンネルとしてチャンネルA、C、Dを選択すると、システムAPであるAP2のチャンネルA(T)内に独立に動作する2つのプライマリチャンネルを生じることになる。そのため、集中制御局ACは、AP3のチャンネルとして上記チャンネルを選択しない。したがって、集中制御局ACは、残ったチャンネルであるチャンネルOを選択する。

または、他のポリシーに従い、チャンネルを決定することもできる。集中制御局ACは、AP2のチャンネルをA(T)からD(T)に変更し、AP2のスループット指標を80から40に低下させることで、AP3のチャンネルとしてチャンネルC:80を選択しても良い。スループット指標の積で考えると、AP2のスループット指標 $\times$ AP3のスループット指標は、チャンネルCを選択する場合、 $40 \times 80 = 3200$ 、チャンネルOを選択する場合、 $80 \times 40 = 3200$ で同値となる。ランダムでいずれかを決定してもよいし、優先度が高いシステムAPにスループット指標80が得られるように決定してもよい。また、集中制御局ACは、AP2とAP3のチャンネルを、一定時間ごとに上記チャンネルの組合せを入れ替えても良い。

#### 【0105】

このようにして、AP1:61.5、AP2:80、AP3:40、AP4:56、AP6:40として各システムAPのチャンネルが集中制御局ACによって選択される。AP1とAP6によりチャンネルEの干渉APのスループットが下がりやすくなるため、AP1とAP6のスループットは、AP7の通信頻度指標が30より低下することでより高くな

10

20

30

40

50



ることが期待される。

【0106】

また、上記の方法だと、図13で観測されていたAP3とAP6で干渉APからの影響なしで用いることができたチャンネルAを用いることができない。AP2がチャンネルAを用い、AP2が干渉APを観測しているため、AP3及びAP6も新たにチャンネルAに係るチャンネルを選択できなくなったためである。このため、大きな周波数帯域の空きチャンネルを最優先して決定することはシステムスループット最大化の上では重要であり、各システムAPの取りうる最大スループットを先に計算し、スループットの高いものから決定することでシステムスループットを高めることができる。

【0107】

また、上記の方法で、第2の実施例と第3の実施例で括弧書きで示したセカンダリチャンネルをチャンネルとして選択する例を示す。セカンダリチャンネルを選択すると、相手の基地局装置にRTS/CTSなどの制御信号を認識されず、大きくスループットが低下するリスクがある。そのため、通常はセカンダリチャンネルを選択しない。しかし、当該基地局装置と通信セルとがオーバーラップする2つの独立のAPを用いて、プライマリチャンネルとセカンダリチャンネルで動作させることで、当該干渉APのチャンネル内に独立のプライマリチャンネルを生じさせることができる。したがって、干渉APのスループットを低下させることでシステムAPのスループットを高めることができる。

【0108】

図17は、図13の関係から、AP0のチャンネルがチャンネルC(Q)、AP7のチャンネルがチャンネルA(T)であるものとして変更し、それぞれ通信頻度が90、100であり、AP3にAP7の信号が届くものとした場合の表の具体例を示す図である。図17の場合、AP7はシステムAP(AP1、AP2、AP3、AP4)で検出されており、システムAPのチャンネルの選択を制限している。このような端末が存在する際に、例えばAP1のチャンネルとしてチャンネルD(T)を選択し、AP2のチャンネルとしてチャンネルCを選択することで、AP7のチャンネル内に独立の基地局装置を2つ生じさせ、アクセス権を取りにくくさせることができる。このようにすることで、主要な干渉源のスループットを低減させることができる。また、AP3及びAP4のチャンネルとしてチャンネルD(T)を選択し、AP2のチャンネルとしてチャンネルCを選択すると、AP3とAP4が互いに通信エリア外であることから、AP7のチャンネル内に独立動作するプライマリチャンネルを3つ生じさせ、干渉源の通信を大きく制限できる。

【0109】

[第4実施形態]

次に、本発明の第4実施形態について説明する。第4実施形態における集中制御局ACは、さらにシステムAPの通信している端末の周波数帯域に対する性能に基づいて処理を行う。

【0110】

第1～第3実施形態における説明では、活用周波数帯域指標Bは当該チャンネルの周波数帯域幅を用いた。しかし、第4実施形態では、活用周波数帯域指標Bを端末の機能と当該チャンネルの周波数帯域幅を用いて計算する。システムAPが通信している端末が、それぞれ20MHz～160MHzまで周波数帯域幅の機能が様々なものである場合の評価方法を示す。このとき、端末の周波数帯域幅の機能が20MHzであるシステムAPに160MHzのチャンネルを割り当てても、20MHzまでしか用いられない。

【0111】

(チャンネルの評価指標3)

上述した理由により、式1の $B_j$ として、以下の式17によって得られる値 $B_j$ を適用することができる。

10

20

30

40

【数 17】

$$B_j = \frac{1}{U_j} \sum_{i=1}^{U_j} \min(B_c, B_{j,i}) \quad \dots (式17)$$

【0112】

ここで、 $B_c$  は割り当てられたチャンネルの周波数帯域幅、またはサブキャリア数に対応する数であり、ここでは簡単のため、160MHzのチャンネルであれば $B_c = 160$ とする。 $B_{j,i}$  は、当該j番目のシステムAPが通信しているi番目の端末の周波数帯域幅の機能である。例えば、端末が20MHz、40MHz、80MHzの周波数帯域まで考慮する機能がある場合には、 $B_{j,i}$  はそれぞれ、20、40、80と設定される。 $U_j$  は、当該j番目のシステムAPが通信している端末の数である。

10

【0113】

式1の $B_j$ として、以下の式18によって得られる値 $B_j$ を適用しても良い。なお、 $j, 1 \sim j, U_j$  は、1～ $U_j$ の端末の通信頻度である。

【数 18】

$$B_j = \sum_{i=1}^{U_j} \sigma_{j,i} \min(B_c, B_{j,i}) \quad \dots (式18)$$

20

第4実施形態におけるj番目のシステムAPは、通信を行う端末の周波数帯域情報 $B_{j,i}$ や式17や式18から得られる $B_j$ や端末の通信頻度 $j, i$ を集中制御局ACに通知する。

【0114】

30

(チャンネル決定フロー)

第4実施形態においてチャンネルを選択する例を示す。ここまでの例では、チャンネルの帯域幅とスループットとを比例させていた。一方、第4実施形態では、各システムAPの端末の機能情報に基づいて式18を用いてスループット $B_j$ を計算する。式18において、通信頻度は均等な値 $1/U_j$ とした。図18は、各端末の機能を表す表である。AP1、2、3、4、6の通信する端末数を10、2、5、7、3として、各端末の機能は図18に示す通りであるものとする。通信頻度の高いシステムAPから順に処理を行う。したがって、AP1、AP4、AP3、AP6、AP2の順に処理を行う。干渉APからの干渉条件は、図13に示された通りである。

【0115】

40

まず、集中制御局ACは、通信頻度指標の最も大きいAP1のスループット指標を以下のように評価する。

チャンネルA： $(5 \times 160 + 3 \times \text{Min}(160, 80) + 2 \times \text{Min}(160, 40)) / 10 \times 0.5 \times (100 / (100 + 90 + 20)) = 26.7$ 、  
 B： $(5 \times 160 + 3 \times \text{Min}(160, 80) + 2 \times \text{Min}(160, 40)) / 10 \times 1 \times (100 / (100 + 70)) = 86.2$ 、  
 C： $(5 \times \text{Min}(80, 160) + 3 \times \text{Min}(80, 80) + 2 \times \text{Min}(80, 40)) / 10 \times 0.5 \times (100 / (100 + 90 + 20)) = 17.1$ 、  
 D： $(5 \times \text{Min}(80, 160) + 3 \times \text{Min}(80, 80) + 2 \times \text{Min}(80, 40)) / 10 \times 0.5 \times (100 / (100 + 30 + 20)) = 24$ 、  
 E： $(5 \times \text{Min}(80, 160) + 3 \times \text{Min}(80, 80) + 2 \times \text{Min}(80, 40))$

50

$/ 10 \times 1 \times (100 / (100 + 30)) = 55.4$ 、 $F : 80$ 、 $K : (5 \times \text{Min}(40, 160) + 3 \times \text{Min}(40, 80) + 2 \times \text{Min}(40, 40)) / 10 \times 1 \times (100 / (100 + 30)) = 30.8$ 、 $(L : 30.8)$ 、 $M : 40$ 、 $N : 40$ 、 $O : 40$

【0116】

集中制御局ACは、AP1のチャンネルとして、最も高いスループット指標のチャンネルBを選択することができる。しかし、AP1の端末の機能が必ずしも160MHzをサポートしていない。そのため、160MHzのチャンネルBと、80MHzのチャンネルFの選択によるスループット指標の差は、わずかである(86.2 - 80 = 6.2)。2倍の帯域を用いても効果がわずかしか得られない場合に、集中制御局ACは、狭い帯域のチャンネルを選択しても良い。具体的には、予め閾値が設定され、この閾値よりも上記効果の程度(例えば指標の差分値や指標の割合など)が大きいか否かに応じて、集中制御局ACは選択するチャンネルを変更しても良い。ここでは、閾値が10%として設定されていたとすると、チャンネルBの選択は、チャンネルFの選択に対し十分に大きな効果があるとはいえない。したがって、この場合は集中制御局ACは、チャンネルFを選択する。

10

【0117】

次に、集中制御局ACは、AP4のスループット指標について以下のように評価する。  
 $A : (5 \times 160 + 1 \times \text{Min}(160, 80) + 1 \times \text{Min}(160, 40)) / 7 \times 0.5 \times (70 / (70 + 90 + 20)) = 25.6$ 、 $B : (5 \times 160 + 1 \times \text{Min}(160, 80) + 1 \times \text{Min}(160, 40)) / 7 \times 0.5 \times (70 / (70 + 100 + 30 + 30)) = 20$ 、 $C : (5 \times \text{Min}(80, 160) + 1 \times \text{Min}(80, 80) + 1 \times \text{Min}(80, 40)) / 7 \times 0.5 \times (70 / (70 + 90 + 20)) = 12.8$ 、 $D : (5 \times \text{Min}(80, 160) + 1 \times \text{Min}(80, 80) + 1 \times \text{Min}(80, 40)) / 7 \times 0.5 \times (70 / (70 + 30 + 20)) = 21.7$ 、 $E : (5 \times \text{Min}(80, 160) + 1 \times \text{Min}(80, 80) + 1 \times \text{Min}(80, 40)) / 7 \times (70 / (70 + 30)) = 52$ 、 $F : (5 \times \text{Min}(80, 160) + 1 \times \text{Min}(80, 80) + 1 \times \text{Min}(80, 40)) / 7 \times 0.5 \times (70 / (70 + 100 + 30)) = 13$ 、 $K : (5 \times \text{Min}(40, 160) + 1 \times \text{Min}(40, 80) + 1 \times \text{Min}(40, 40)) / 7 \times 1 \times (70 / (70 + 30)) = 26$ 、 $(L : 26)$ 、 $(M : 40 \times 0.5 \times 70 / (70 + 100)) = 8.3$ 、 $N : 40 \times 0.5 \times 70 / (70 + 30 + 100) = 7$ 、 $O : 40$ 。

20

30

【0118】

最も高いスループットが得られるのはチャンネルE(X)である。したがって、集中制御局ACは、チャンネルE(X)をAP4のチャンネルとして選択する。

【0119】

図19は、AP1に対しチャンネルFを選択し、AP4に対しチャンネルEを選択した場合の通信頻度の検出表を表す図である。

次に、集中制御局ACは、AP3のスループット指標について以下のように評価する。  
 $A : (3 \times 160 + 2 \times \text{Min}(160, 80)) / 5 = 128$ 、 $C : (3 \times \text{Min}(80, 160) + 2 \times \text{Min}(80, 80)) / 5 = 80$ 、 $D : 80$ 、 $E : 80 \times 1 \times 50 / (50 + 30) = 50$ 、 $O : 40$ 。

40

【0120】

最も高いスループットは、チャンネルAを選択することで得られる。そのため、集中制御局ACは、AP3のチャンネルとしてチャンネルAを選択する。チャンネルAを選択した場合のスループットは、チャンネルCを選択した場合よりも閾値(10%)以上高いスループットである。

次に、集中制御局ACは、AP6のスループット指標について以下のように評価する。  
 $A : (2 \times 160 + 1 \times \text{Min}(160, 40)) / 3 \times 1 \times 30 / (30 + 50) = 45$ 、 $C : (2 \times \text{Min}(80, 160) + 1 \times \text{Min}(80, 40)) / 3 \times 30 / (30 + 50) = 25$ 、 $D : 25$ 、 $E : (2 \times \text{Min}(80, 160) + 1 \times \text{Min}(80, 40))$

50

) /  $3 \times 1 \times 30 / (30 + 70 + 30) = 15.4$ 、 $O : 40$ 。

【0121】

最も高いスループットは、チャンネルAを選択することで得られる。そのため、集中制御局ACは、AP6のチャンネルとしてチャンネルAを選択する。

最後に、集中制御局ACはAP2について処理を行う。AP2は、端末の機能が最大でも40MHzまでのサポートである。そのため、40MHz以下のチャンネルのみに基づいて以下のように評価できる。 $I : (Min(40, 40) + Min(40, 20)) / 2 \times 0.5 \times 20 / (20 + 50 + 30) = 2.5$ 、 $K : (Min(40, 40) + Min(40, 20)) / 2 \times 1 \times 20 / (20 + 70 + 30) = 5$ 、 $N : (Min(40, 40) + Min(40, 20)) / 2 \times 0.1 \times 20 / (20 + 100 + 30 + 20) = 0.4$ 、 $O : (Min(40, 40) + Min(40, 20)) / 2 = 30$

集中制御局ACは、AP2に最も高いスループット指標となるチャンネルOを選択する。

【0122】

このようにして、集中制御局ACは、AP1 : 80、AP2 : 40、AP3 :  $(3 \times 160 + 2 \times Min(160, 80)) / 5 \times 50 / (50 + 30) = 80$ 、AP4 : 52、AP6 : 45のスループット指標を得るチャンネル配置を決定できる。

また、図3、7、13のようなAP間の干渉関係の情報は、集中制御局ACから指示を行い、システムAPの通信を停止し、隣接干渉APからの受信信号を用いて取得しても良い。また、集中制御局ACからシステムAPに同じ周波数チャンネルを選択する指示し、互いの干渉関係を測定して取得しても良い。また、システムAPが通信のため選択しているチャンネル、もしくは受信帯域を送信帯域より広く設定することで検出できるチャンネルの情報から取得しても良い。後者の各システムAPが通信に用いているチャンネルの情報を収集する場合、干渉APの情報やシステムAPの情報は図3、7、13のように完全には得られない。しかし、不完全なものであっても、本実施形態の方法により、システムAPのチャンネル決定の順番を決め、集中制御局ACが取得した範囲の情報からスループット指標が高くなるように各システムAPのチャンネルを決定できる。

【0123】

(原理)

図20は、本発明におけるチャンネル決定方法の処理の流れを示すフローチャートである。以下、本発明におけるチャンネル決定方法について、図20を用いて説明する。集中制御局ACは、各システムAPから、干渉APが用いているチャンネル、通信の頻度情報を収集する。そして、集中制御局ACは、図3、7、13のようにシステムAPに対する干渉APからの影響を表す干渉関係情報を記憶する(ステップS101)。

【0124】

集中制御局ACは、干渉関係情報が得られると、システムAPのチャンネルを順番に決定する。例えば、集中制御局ACは、式1~16を用いてスループット指標を計算し、計算結果に基づいてシステムAPのチャンネル決定の順番を決定する。具体的には、スループット指標の大きい順でも良いし、スループット指標の少ない順でも良い。また、集中制御局ACは、チャンネル決定の順番を必ずしもスループット指標に基づいて決定する必要は無く、例えば以下の順で決定しても良い。通信を検出できるプライマリチャンネルの数の多い順。上記プライマリチャンネルの数の少ない順。観測された干渉APの通信頻度の指標の和が大きい順。上記指標の和が小さい順。通信を行う端末数が多い順。通信を行う端末数が少ない順。システムAPに対し予め定められた優先度順。システムAPへ流れるデータビットの多い順。システムAPが通信を行う端末の機能が低い順。上記機能が低い順。バッファに蓄積されているビット量の多い順。パケット衝突が多い順。

【0125】

集中制御局ACは、カウンタの値を初期化する。具体的には、集中制御局ACは  $j = 1$  と設定する(ステップS102)。

集中制御局ACは、 $j$  番目のシステムAPに対し、選択しうるチャンネルに対し、式1~16のいずれか一つ又は複数に基づいてスループット指標を計算する(ステップS103)

)。集中制御局 A C は、最も高いスループット指標を有するチャンネルを当該システム A P のチャンネルに決定する (ステップ S 1 0 4)。全てのシステム A P のチャンネルが決まっていなない場合は、集中制御局 A C は、これまでに決定されたチャンネルの割り当てに基づいて干渉関係情報を更新し、 $j = j + 1$  として、ステップ S 1 0 3 の処理に戻る (ステップ S 1 0 6)。

#### 【 0 1 2 6 】

集中制御局 A C は、全てのシステム A P のチャンネルを決定すると、各システム A P に対し、決定されたチャンネルを通知する (ステップ S 1 0 7)。各システム A P は、端末との無線通信に用いるチャンネルを、集中制御局 A C から通知されたチャンネルに変更し、通信を開始する (ステップ S 1 0 8)。

上述した処理が実行されるタイミングは、一定時間ごとにステップ S 1 0 1 から実行されても良い。また、常にステップ S 1 0 1 の処理は繰り返し実行され、一定時間ごとにステップ S 1 0 2 以降の処理が実行されても良い。また、各システム A P は、干渉 A P の用いているチャンネルやパケット信号の通信頻度などの通信状態が変更された場合に、変更後の情報を集中制御局 A C に通知し (ステップ S 1 0 9)、集中制御局 A C はこの通知をステップ S 1 0 1 の開始のトリガとしても良い。

#### 【 0 1 2 7 】

ステップ S 1 0 9 において各システム A P が検出する通信状態の変化とは例えば以下のような状態である。新規の干渉 A P が、システム A P において観測可能チャンネルで通信やビーコン送信を開始したことを検知した場合。一定時間以上通信を行っていた干渉 A P からの通信やビーコンを受信できなくなったことを検知した場合。同じチャンネルを用いている干渉 A P の通信パケットの時間占有率が所定値以上変化した状態が一定時間続いたことを検知した場合。干渉 A P に属する端末数が所定値以上変化した場合。干渉 A P がチャンネルを変更する通知を送信しているのを検出した場合。

また、S 1 0 2 ~ S 1 0 6 までのように、一つずつ決定するのではなく、システムがとりうるチャンネルの組み合わせを総当たりでチェックし、最もよい組み合わせを各システム A P へのチャンネル割り当てとして決定してもよい。この場合、S 1 0 2 において、全てのシステム A P に対するチャンネルが決定され、S 1 0 7 において、各システム A P に通知される。

#### 【 0 1 2 8 】

< 変形例 >

上述した干渉 A P 以外の装置であっても、レーダーなどのように干渉信号を出力する装置 (干渉装置) が存在する場合には、システム A P が自律的にチャンネルを変更することができる。また、干渉装置による信号を観測したシステム A P が自律的にチャンネルを変更させた後、仮にチャンネルを変更したことを集中制御局 A C に通知し、干渉装置に用いられているチャンネルを使わない条件で新たに集中制御局 A C がシステム A P のチャンネルを決定しても良い。

#### 【 0 1 2 9 】

また、新たなシステム A P が A C に接続されると、新規システム A P から A C に接続されたことを通知し、S 1 0 1 から開始して、システム A P のチャンネルを再決定することもできる。

無線システム 1 において、システム A P 及び干渉 A P の検出が同時に行われても良い。具体的には以下のように行われる。システム A P は、予め集中制御局 A C によって指定されたタイミングで、使用可能なチャンネルの状況を観測する。システム A P は、受信したビーコンまたは通信パケットに基づいて、送信元端末のアドレスや、送信元端末が接続している基地局装置のアドレス等の情報を収集する。これらの情報の収集によって、干渉 A P の検出が行われる。このとき、観測されるチャンネルにおいて、各システム A P もビーコンや通信パケット等を送信していれば、各システム A P に関する情報の収集も可能となる。すなわち、各システム A P は他のシステム A P の検出と干渉 A P の検出とを同時に行うことができる。各システム A P は、収集した情報を集中制御局 A C に通知する。集中制御局

10

20

30

40

50

ACは、各システムAPから通知されたアドレスが、システムAPに属する端末又はシステムAPのアドレスであるか判定する。この判定により、各情報が干渉APに関する情報であるかシステムAPに関する情報であるか判定できる。

【0130】

上記ステップS104において、集中制御局ACは、j番目のシステムAPのチャンネルを決定する際に、最も高いスループット指標に対応するチャンネルが、より低い周波数帯域幅のチャンネルを選択した場合のうち最も高いスループット指標に対し、所定値以上高くなるか否か判定しても良い。そして、所定値以上高くなる場合には、集中制御局ACは、j番目のシステムAPのチャンネルとして、最も高いスループット指標に対応するチャンネルを選択しても良い。一方、所定値以上高くない場合には、集中制御局ACは、j番目のシステムAPのチャンネルとして、より低い周波数帯域幅のチャンネルを選択した場合のうち最も高いスループット指標となるチャンネルを選択しても良い。このようにチャンネルの選択が行われることにより、効率の低い広帯域チャンネルの使用を避けることができる。

10

また、上記ステップS104において、集中制御局ACは、j番目のシステムAPのチャンネルを決定する際に、他のシステムAPのスループット指標を低下させる場合に、ペナルティを考慮することができる。スループットを低下させるシステムAPの数だけ、係数を乗算したり、システムAPのシステムスループットの和、または積の値が高いチャンネルを選択するポリシーを用いることで、他のシステムAPのスループット指標を大きく低下させることを防ぐことができる。

【0131】

20

また、ステップS104において、集中制御局ACがj番目のシステムAPのチャンネルを決定する際に、干渉APのチャンネル内に独立に動作する複数のプライマリチャンネルを存在させる条件となるチャンネルを優先して選択しても良い。

【0132】

図21は、本発明におけるチャンネル決定方法の変形例の処理の流れを示すフローチャートである。図21に示すフローチャートでは、集中制御局ACにシステムAPのチャンネル決定順序の基準が予めq通り設定されている。集中制御局ACは、それぞれの基準にしたがって決定順序を決定し、各決定順序にしたがってS102-1~S106-qの処理によりチャンネルを決定する。集中制御局ACは、得られたq通りのチャンネル割り当てとそのスループット指標に基づいて、最適なチャンネル配置を選択しても良い(ステップS200)。

30

【0133】

また、システムAP同士の干渉関係情報が得られない場合には、集中制御局ACは、システムAP同士が互いに信号を検出しているものと仮定して上記処理を行っても良い。同様の場合に、集中制御局ACは、システムAPの位置情報を別途取得し、干渉関係を作成することによって上記処理を行っても良い。

【0134】

また、通信に選択したチャンネルの周波数帯域幅により、帯域あたりの送信電力が異なる場合には、チャンネルの帯域幅の条件によって、図3下図のように示されるシステムAP間の干渉関係をそれぞれ用意することもできる。例えば、周波数帯域幅が広がるにつれ、帯域あたりの送信電力が低下するシステムの場合には、帯域が広いものほど干渉関係が減り、帯域が狭いほど干渉関係が増える。このような干渉関係を表す表を、各帯域幅について予め集中制御局ACが記憶しても良い。

40

また、集中制御局ACは、チャンネルを選択する際に、当該チャンネルの中に複数の異なるプライマリチャンネルを含むこととなるチャンネルは選択しないという条件で、チャンネルを決定しても良い。

【0135】

また、使用しているチャンネルの隣接チャンネルに与える、チャンネル間干渉の影響を考慮し

50

、チャンネルを選択することもできる。図 2 2 は、図 1 3 の通信チャンネルの検出結果の表に、チャンネル間干渉の影響で特性劣化が生じるチャンネルに星印を加えた表を示す図である。本来あるチャンネルを使用している際には、隣接するチャンネルに大きな干渉信号がもれないように、バンドパスフィルタなどにより、信号が減衰するように設計されているが、端末や基地局の位置関係によっては、隣接チャンネルに生じるチャンネル間干渉が十分に抑圧されずに当該チャンネルの特性を劣化させることが考えられる。図 2 2 の星印が記載されたチャンネルでは、隣接チャンネルの通信が十分に減衰されずに漏れこんでいる可能性がある。よって、この星印が示すチャンネルを選択しないように条件を追加したり、星印の数だけ、減衰係数を乗算したり（ $0 < \text{係数} < 1$ ）、スループットペナルティ<sup>1</sup>だけ減算したり、当該チャンネル間干渉を引き起こしている主信号の通信頻度（図 2 2 の括弧内の数字）に応じて当該チャンネルを選択した際のスループット指標を低下させたり、することができる。

10

【 0 1 3 6 】

また、システム A P 間の干渉関係の情報を用いずに、チャンネルを決定することができる。この方法では、図 2 B や図 7 B の情報として、全てのシステム A P が干渉関係にある、または、全ての A P が干渉関係にない、または、検出される干渉 A P に類似性があるシステム A P を互いに検出可能であるとする、ことができる。検出される干渉 A P に類似性があるかの判定としては、検出された干渉 A P の種類が X パーセント以上同じものであるシステム A P を互いに検出可能エリアにいるものと考えることができる。例えば、図 7 の例で、検出されている干渉 A P が半分（50 パーセント）以上同じものであるシステム A P が、互いに信号検出可能エリアにいるものと考え、A P 1 で検出可能な干渉 A P は、A P 0、A P 5、A P 7 であることから、A P 2、A P 4 とは互いに信号検出可能エリアにいるものとして、実際に信号検出可能か互いの信号を受信することなく、干渉関係を知ることができる。

20

【 0 1 3 7 】

以上のように構成された無線システム 1 では、複数のシステム A P の周波数チャンネルを制御する集中制御局 A C において、近隣に同一周波数を用いる装置（干渉 A P）が存在する場合に、干渉条件から各システム A P が用いるべき周波数チャンネルを決定し、システムスループットの向上を図ることができる。

【 0 1 3 8 】

以上、この発明の実施形態について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、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

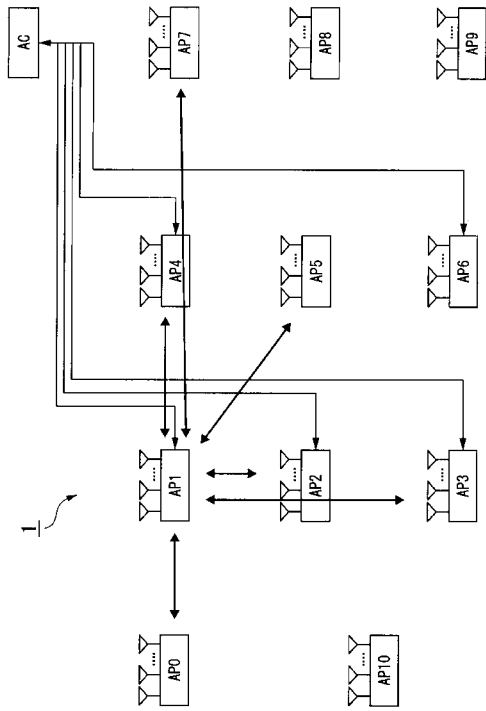
30

【 符号の説明 】

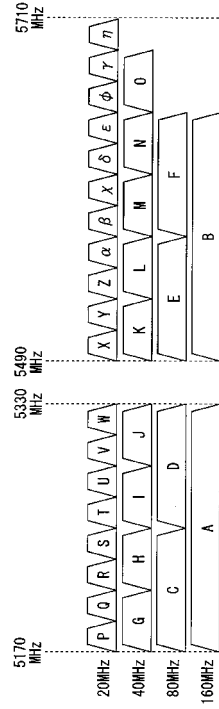
【 0 1 3 9 】

1 ... 無線システム ,    A C ... 集中制御局 ,    A P ... 基地局装置

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	α	β	γ	δ	ε	φ	ψ	η
AP1	◎								◎										
AP2			◎						◎							◎			
AP3													◎						
AP4					◎				◎										
AP6													◎						

(A)

	AP1	AP2	AP3	AP4	AP6
AP1	◎	○	○	○	○
AP2	○	◎	○	○	○
AP3	○	○	◎	○	○
AP4	○	○	○	◎	○
AP6	○	○	○	○	◎

(B)

【 図 4 】

AP1	B:96, F:80, C:48, D:48, E:48, H:40, J:40, L:40, N:40, M:40, O:40, ...
AP2	A:96, C:80, D:48, E:48, G:40, H:40, J:40, L:40, M:40, O:40, ...
AP3	A:160, C:80, D:80, E:48, G:40, H:40, I:40, J:40, L:40, O:40, ...
AP4	C:48, D:48, E:48, F:48, H:40, J:40, L:40, M:40, O:40, ...
AP6	A:160, C:80, D:80, E:48, G:40, H:40, I:40, J:40, L:40, O:40, ...



【 5 】

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1	B(X)	O	A	O	-	Q, T, X
AP2	B(X)		A	O	A	T, X, ε, ε
AP3	B(X)	O	A	-	A	X, β, ε, ε
AP4	B(X)	O	-		A	Q, T, X, ε
AP6	-	O	A	O	A	X, β, ε, ε

(D)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1	B(X)	0	A	E(X)	-	Q, T, X
AP2	B(X)	0	A	E(X)	A	T, X, ε, ε
AP3	B(X)	0	A	-	A	X, β, ε, ε
AP4	B(X)	0	-	E(X)	A	Q, T, X, ε
AP6	-	0	A	E(X)	A	X, β, ε, ε

(E)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1		O	O	O	-	Q, T, X
AP2	O		O	O	O	T, X, ε, ε
AP3	O	O		-	O	X, β, ε, ε
AP4	O	O	-		O	Q, T, X, ε
AP6	-	O	O	O		X, β, ε, ε

(A)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1		O	A	O	-	Q, T, X
AP2	O		A	O	O	T, X, ε, ε
AP3	O	O		-	O	X, β, ε, ε
AP4	O	O	-		O	Q, T, X, ε
AP6	-	O	A	O		X, β, ε, ε

(B)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1		O	A	O	-	Q, T, X
AP2	O		A	O	A	T, X, ε, ε
AP3	O	O		-	A	X, β, ε, ε
AP4	O	O	-		A	Q, T, X, ε
AP6	-	O	A	O	A	X, β, ε, ε

(C)

【 7 】

A													B													
C						D						E						F								
G			H			I			J			K			L			M			N			O		
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	α	β	γ	δ	ε	φ	ψ	η								
AP1	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□				
AP2	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□				
AP3	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□				
AP4	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□				
AP6	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□				

(A)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6
AP1	O	O	O	O	-
AP2	O		O	O	O
AP3	O	O		-	O
AP4	O	O	O		O
AP6	-	O	O	O	O

(B)

【 6 】

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1	E(X)	A(T)	O	F(ε)	-	Q, T, X
AP2	E(X)	A(T)	O	F(ε)	0	T, X, ε, ε
AP3	E(X)	A(T)	-	-	0	X, β, ε, ε
AP4	E(X)	A(T)	-	F(ε)	0	Q, T, X, ε
AP6	-	A(T)	O	F(ε)	0	X, β, ε, ε

(D)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1	E(X)	D(T)	0	F(ε)	-	Q, T, X
AP2	E(X)	D(T)	0	F(ε)	0	T, X, ε, ε
AP3	E(X)	D(T)	0	-	0	X, β, ε, ε
AP4	E(X)	D(T)	-	F(ε)	0	Q, T, X, ε
AP6	-	D(T)	0	F(ε)	0	X, β, ε, ε

(E)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1		O	O	F(ε)	-	Q, T, X
AP2	O		O	F(ε)	O	T, X, ε, ε
AP3	O	O		-	O	X, β, ε, ε
AP4	O	O	-	F(ε)	O	Q, T, X, ε
AP6	-	O	O	F(ε)		X, β, ε, ε

(A)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1		A(T)	O	F(ε)	-	Q, T, X
AP2	O		O	F(ε)	O	T, X, ε, ε
AP3	O	A(T)		-	O	X, β, ε, ε
AP4	O	A(T)	-	F(ε)	O	Q, T, X, ε
AP6	-	A(T)	O	F(ε)		X, β, ε, ε

(B)

	API	AP2	AP3	AP4	AP6	干渉AP
AP1	E(X)	A(T)	O	F(ε)	-	Q, T, X
AP2	E(X)		O	F(ε)	O	T, X, ε, ε
AP3	E(X)	A(T)		-	O	X, β, ε, ε
AP4	E(X)	A(T)	-	F(ε)	O	Q, T, X, ε
AP6	-	A(T)	O	F(ε)		X, β, ε, ε

(C)

【 8 】

AP1	B:106.7, F:80, E:53.3, N:40, M:40, O:40, (L:26.7), K:26.7, β:20, ...
AP2	A:106.7, D:80, E:53.3, G:40, H:40, O:40, K:26.7, (J:26.7), (L:26.7), (M:26.7), ...
AP3	A:160, C:80, D:80, E:53.3, G:40, H:40, I:40, J:40, O:40, K:26.7, (L:26.7), ...
AP4	E:53.3, F:53.3, M:40, O:40, N:26.7, K:26.7, (L:26.7), β:20, ...
AP6	A:160, C:80, D:80, E:53.3, G:40, H:40, I:40, J:40, O:40, K:26.7, (L:26.7), ...

【 図 9 】

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	○	○	○	○	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	○	○	○	○	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	○	○	○	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	○	○	○	○	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	○	○	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(A)

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	○	○	○	○	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	○	○	○	○	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	○	○	○	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	○	○	○	○	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	○	○	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(B)

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	E(X)	A	○	○	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	E(X)	A	○	○	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	E(X)	A	○	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	E(X)	—	○	○	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	E(X)	A	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(C)

【 図 10 】

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	F	E(X)	A	○	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	F	E(X)	A	○	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	F	E(X)	A	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	F	E(X)	—	○	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	E(X)	A	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(A)

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	F	E(X)	A	○	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	F	E(X)	A	○	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	F	E(X)	A	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	F	E(X)	—	○	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	E(X)	A	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(B)

【 図 11 】

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	○	○	E(X),F(ε)	—	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	○	○	E(X),F(ε)	○	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	○	○	—	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	○	○	E(X),F(ε)	○	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	○	E(X),F(ε)	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(A)

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	F	○	E(X)	—	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	F	○	E(X)	○	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	F	○	—	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	F	○	E(X)	○	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	○	E(X)	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(B)

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	F	A(T)	○	E(X)	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	F	A(T)	○	E(X)	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	F	A(T)	—	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	F	A(T)	—	E(X)	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	A(T)	○	E(X)	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(C)

【 図 12 】

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	F	A(T)	○	E(X)	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	F	A(T)	○	E(X)	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	F	A(T)	—	○	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	F	A(T)	—	E(X)	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	A(T)	○	E(X)	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(A)

干渉チャネル						
AP1	AP2	AP3	AP4	AP6		
AP1	F	A(T)	E(X)	E(X)	—	P,P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α
AP2	F	A(T)	E(X)	E(X)	○	T,U,V,W,X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP3	F	A(T)	E(X)	—	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε
AP4	F	A(T)	—	E(X)	○	P,Q,Q,R,R,S,S,T,U,U,V,V,W,W,X,Y,Z,α,δ,ε
AP6	—	A(T)	E(X)	E(X)	○	X,Y,Z,α,β,γ,δ,ε,ε,ε

(B)



【図 17】

	A										B																
	C					D					E					F											
	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	α	β	γ	δ	ε	φ	ψ
AP1 100	○ (90)	△ (90)	△ (90)	△ (90)	△ (90)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)
AP2 20	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)
AP3 50	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)
AP4 70	○ (90)	△ (90)	△ (90)	△ (90)	△ (90)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)
AP6 30	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)

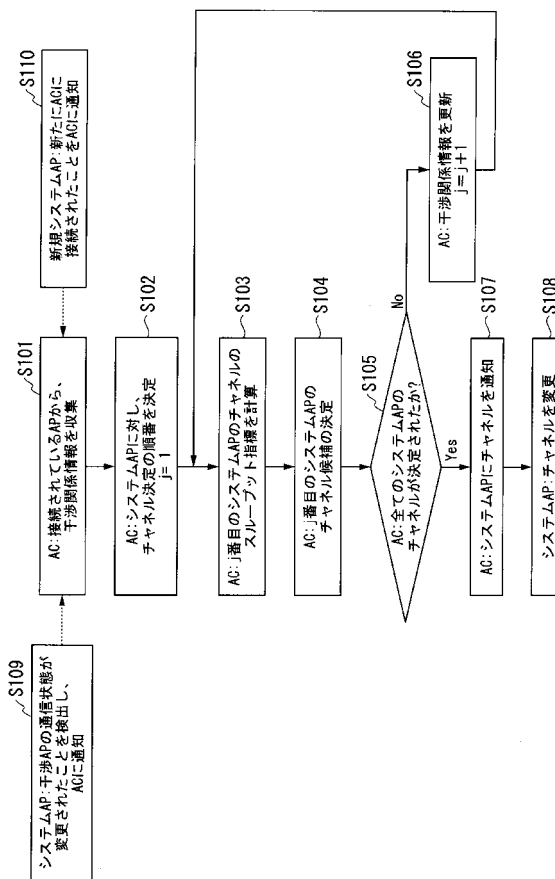
【図 18】

	160MHz端末	80MHz端末	40MHz端末	20MHz端末
AP1	5	3	2	0
AP2	0	0	1	1
AP3	3	2	0	0
AP4	5	0	1	1
AP6	2	0	1	0

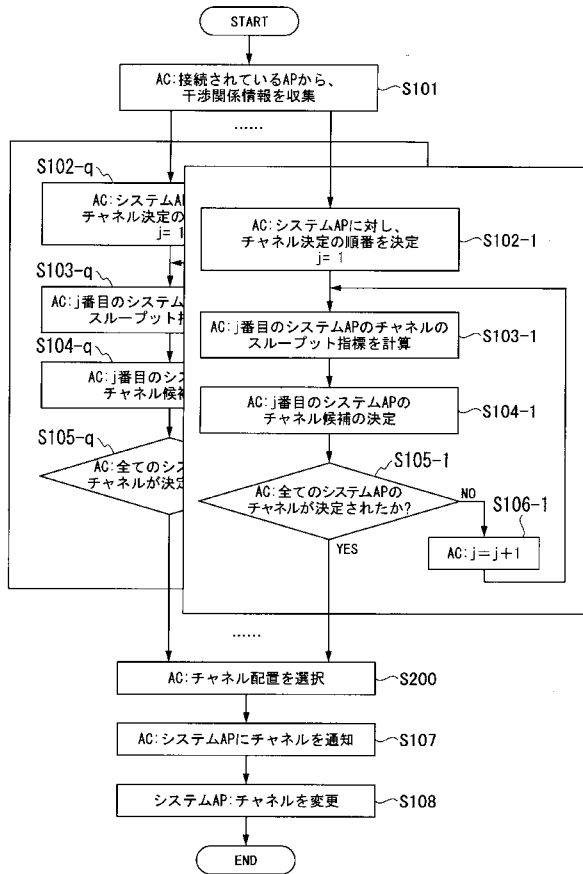
【図 19】

	A										B																
	C					D					E					F											
	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	α	β	γ	δ	ε	φ	ψ
AP1 100	○ (90)	△ (90)	△ (90)	△ (90)	△ (90)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)
AP2 20	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)
AP3 50	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)
AP4 70	○ (90)	△ (90)	△ (90)	△ (90)	△ (90)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)
AP6 30	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)	○ (100)

【図 20】



【図21】



【図22】

		π				
		η				
		γ				
		φ				
		ε		**	*	**
		δ	⊙(30) ⊙(20)	⊙(30)	⊙(20)	⊙(20) ⊙(30)
		ξ	○(30) ○(20)	○(30) *	○(20)	○(20) ○(30)
		χ	*△(10)	*△(10) ○(70)	*	○(70) △(10)
		β	*△(10)	*△(10) ⊙(70)	*	⊙(70) △(10)
		α	△(30) *	△(30) *	△(30)	△(30) **
		ζ	△(30)	△(30) *	△(30)	△(30)
		λ	**★○(30)	*○(30)	○(30)	**★○(30)
		κ	**★⊙(30)	*⊙(30)	⊙(30)	⊙(30)
		ι	**★⊙(30)	*⊙(30)	⊙(30)	⊙(30)
		θ	□(30) △(20) *	△(20) *	*	△(20) □(30) *
		ω	□(30) △(20)	△(20)		△(20) □(30)
		υ	□(30) ○(20)	○(20)		○(20) □(30)
		τ	□(30) ⊙(20)	⊙(20)		⊙(20) □(30)
		σ	△(90) □(20)	□(20)		△(90) □(20)
		ρ	△(90) □(20)	□(20)		△(90) □(20)
		q	⊙(90) □(20)	□(20)		⊙(90) □(20)
		p	○(90) □(20)	□(20)		○(90) □(20)
		o	□(20)			
		n				
		m				
		l				
		k				
		j				
		i				
		h				
		g				
		f				
		e				
		d				
		c				
		b				
		a				
			AP1 100	AP2 20	AP3 50	AP4 70
						AP6 30

---

フロントページの続き

- (72)発明者 石原 浩一  
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 村上 友規  
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 溝口 匡人  
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 山本 高至  
京都府京都市左京区吉田本町 国立大学法人京都大学大学院情報学研究科内
- Fターム(参考) 5K067 AA03 BB01 BB21 DD42 DD48 EE02 EE10 EE16 FF16 JJ11