

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4080787号
(P4080787)

(45) 発行日 平成20年4月23日(2008.4.23)

(24) 登録日 平成20年2月15日(2008.2.15)

(51) Int.Cl. F I
 H O 4 L 12/28 (2006.01) H O 4 L 12/28 3 1 0
 H O 4 Q 7/36 (2006.01) H O 4 B 7/26 1 0 5 D

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2002-131407 (P2002-131407)	(73) 特許権者	596092698
(22) 出願日	平成14年5月7日(2002.5.7)		ルーセント テクノロジーズ インコーポ レーテッド
(65) 公開番号	特開2003-37607 (P2003-37607A)		アメリカ合衆国、07974-0636
(43) 公開日	平成15年2月7日(2003.2.7)		ニュージャージー、マレイ ヒル、マウン テン アヴェニュー 600
審査請求日	平成17年3月1日(2005.3.1)	(74) 代理人	100064447
(31) 優先権主張番号	01304113.2		弁理士 岡部 正夫
(32) 優先日	平成13年5月8日(2001.5.8)	(74) 代理人	100085176
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 加藤 伸晃
		(74) 代理人	100106703
			弁理士 産形 和央
		(74) 代理人	100096943
			弁理士 臼井 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクセスポイント、通信システム、動的チャンネル選択方法、及びデータキャリア

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信ネットワークで用いられるアクセスポイントであって、該アクセスポイントがプロセッサ(12)及びメモリ(14)からなり、該アクセスポイントが、

(a) 該プロセッサが複数個の可能なチャンネルの中からあるチャンネルを選択するステップと、

(b) 該プロセッサが所定の走査時間の間の前記チャンネルのメディアアクティビティの少なくともレベルに関するデータを収集するステップと、

(c) 前記メディアアクティビティの前記レベルが第一閾値を超過した、前記走査時間における時間期間を表すチャンネル干渉パラメータを該メモリに蓄積するステップと、

(d) 前記複数個のチャンネルの他の全てのチャンネルについて前記ステップ(b)及び(c)を反復するステップと、

(e) 該プロセッサが、前記チャンネル干渉パラメータを考慮した、該メモリに蓄積された所定のルールに従って前記最適チャンネルを選択するステップと

を実行することによって最適チャンネルを動的に選択するよう構成され、

前記所定のルールが、それ自体の負荷を決定し、当該負荷が低い場合にはより長い走査時間を用い、その逆の場合にはより短い走査時間を用いるように設定されていることを特徴とするアクセスポイント。

【請求項2】

前記アクセスポイントが、さらに、

・ステップ(c)において、メディアアクティビティの前記レベルが第二閾値を超過した、前記走査時間における時間期間を表すチャンネル共有パラメータを蓄積するステップと

・ステップ(e)において、前記チャンネル干渉パラメータ及び前記チャンネル共有パラメータを考慮して所定のルールに従って前記最適チャンネルを選択するステップとを実行することを特徴とする請求項1に記載のアクセスポイント。

【請求項3】

前記チャンネル干渉パラメータが、システムスタートアップ時に、

$$CI(j) = T_interference(j) / T_scan(j)$$

として定義され、

ここで、 $T_scan(j)$ は前記チャンネル(j)に係る前記走査時間であり、 $T_interference(j)$ は、前記メディアアクティビティの前記レベルが前記第一閾値を超過した、前記走査時間における時間期間であることを特徴とする請求項1に記載のアクセスポイント。

【請求項4】

前記チャンネル共有パラメータが、システムスタートアップ時に、

$$CS(j) = T_sharing(j) / T_scan(j)$$

として定義され、

ここで、 $T_scan(j)$ は前記チャンネル(j)に係る前記走査時間であり、 $T_sharing(j)$ は、前記メディアアクティビティの前記レベルが前記第二閾値を超過した、前記走査時間における時間期間であることを特徴とする請求項2に記載のアクセスポイント。

【請求項5】

前記最適チャンネルが、前記チャンネル干渉パラメータと前記チャンネル共有パラメータとの最小和を有するチャンネルとして決定されることを特徴とする請求項2に記載のアクセスポイント。

【請求項6】

前記最適チャンネルが、前記チャンネル干渉パラメータと前記チャンネル共有パラメータとの和を有するチャンネルの組の一部として定義され、

ここで、前記和は前記最小和から所定の差体内に存在し、前記最適チャンネルが前記組の中で最大のチャンネル共有パラメータを有するものであることを特徴とする請求項2に記載のアクセスポイント。

【請求項7】

前記アクセスポイントにおいて、前記チャンネル干渉パラメータが、オンタイムで以下の式に従う $CI(j)$ として定義され、

【数1】

$$CI(j) := \frac{CI(j)_{previous(古い値)} + w \times \frac{T_Interference(j)}{T_scan}}{w + 1}$$

ここで、 $T_scan(j)$ は前記チャンネル(j)に係る前記走査時間であり、 $T_interference(j)$ は、前記メディアアクティビティの前記レベルが前記第一閾値を超越した、前記走査時間における時間期間であり、 w は、新たなチャンネル干渉パラメータが古い $CI(j)$ の値よりも重要であるようにするための重み付けファクタ($w > 1$)であることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のアクセスポイント。

【請求項8】

前記アクセスポイントにおいて、前記チャンネル共有パラメータが、オンタイムで以下の式に従う $CS(j)$ として定義され、

10

20

30

40

【数 2】

$$CS(j) := \frac{CS(j)_{\text{previous (古い値)}} + w \times \frac{T_sharing(j)}{T_scan}}{w + 1}$$

ここで、 $T_scan(j)$ は前記チャンネル (j) に係る前記走査時間であり、 $T_sharing(j)$ は、前記メディアアクティビティの前記レベルが前記第二閾値を超越した、前記走査時間における時間期間であり、 w は、新たなチャンネル干渉パラメータが古い $CS(j)$ の値よりも重要であるようにするための重み付けファクタ ($w > 1$) であることを特徴とする請求項 2 または 4 に記載のアクセスポイント。

10

【請求項 9】

前記アクセスポイントが、平均擾乱 Av_dist を計算する目的で、通常動作の間にその現時点でのチャンネルをモニタし、

ここで、前記アクセスポイントは、当該計算された平均擾乱が許容可能な擾乱に係る擾乱閾値 K_dist を超越する場合に前記最適チャンネルへスイッチし、前記平均擾乱 Av_dist が次式に従って計算され、

【数 3】

$$Av_dist := \frac{Av_dist_{\text{previous (古い値)}} + w \times \frac{T_oc(j)}{T_idle}}{w + 1}$$

20

ここで、 T_idle はアイドルリング状態の持続時間であり、 T_oc は当該アクセスポイントが企図されていないメディアアクティビティが測定される時間の持続時間であり、 w は、新たな平均擾乱が古い Av_dist の値よりも重要であるようにするための重み付けファクタ ($w > 1$) であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のアクセスポイント。

【請求項 10】

30

無線通信ネットワークに対するアクセスポイントによって最適チャンネルを動的に選択する方法において、該アクセスポイントがプロセッサ (12)、及び、データと命令とを蓄積するメモリ (14) からなり、該方法が、

- (a) 複数個の可能なチャンネルの中からあるチャンネルを選択するステップと、
- (b) 所定の走査時間の間の前記チャンネルのメディアアクティビティの少なくともレベルに関するデータを収集するステップと、
- (c) 前記メディアアクティビティの前記レベルが第一閾値を超過した、前記走査時間における時間期間を表すチャンネル干渉パラメータを蓄積するステップと、
- (d) 前記複数個のチャンネルの他の全てについて前記ステップ (b) 及び (c) を反復するステップと、
- (e) 前記チャンネル干渉パラメータを考慮した所定のルールに従って前記最適チャンネルを選択するステップ

40

からなり、

前記アクセスポイントが、それ自体の負荷を決定し、当該負荷が低い場合にはより長い走査時間を用い、その逆の場合にはより短い走査時間を用いるように設定されていることを特徴とする動的チャンネル選択方法。

【請求項 11】

前記方法において、さらに、

・ステップ (c) において、メディアアクティビティの前記レベルが第二閾値を超過した、前記走査時間における時間期間を表すチャンネル共有パラメータを蓄積するステップと

50

・ステップ(e)において、前記チャネル干渉パラメータ及び前記チャネル共有パラメータを考慮して所定のルールに従って前記最適チャネルを選択するステップとが実行されることを特徴とする請求項10に記載の動的チャネル選択方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は複数個のアクセスポイント(AP)及びネットワーク局を含む通信システムに関し、前記ネットワーク局が、無線通信プロトコルを介して前記アクセスポイントのうち一つの通信するように配置されているような通信システムに関する。

10

【0002】

【従来の技術】

無線ローカルエリアネットワーク(LAN)は、有線LANを拡張置換するものとして開発されてきている。データ通信に係る無線LANにおいては、無線通信可能な複数個の(移動体)ネットワーク局(例えば、パーソナルコンピュータ、通信デバイスなど)が存在する。有線LANに比較して、無線LANにおけるデータ通信は、LANによってカバーされている領域におけるネットワーク局の配置の柔軟性、及び、ケーブル接続が不要であること、の双方の理由から、より広範囲な利用が見込まれる。

【0003】

無線LANは、通常、ISO/IEC 8802-11国際標準(IEEE 802.11)によって規定された標準に従って実装される。IEEE 802.11は、2.4-2.5 GHzのISM(産業、科学及び医学)帯で動作する無線LANに係る標準を記述する。このISM帯は全世界的に利用可能であり、スペクトル拡散システムに関して免許無しで使用することが許可されている。米国及び欧州の双方においては、2,400-2,483.5 MHz帯が割り当てられており、日本などの他の国々においては、2.4-2.5 GHzのISM帯の別な部分が割り当てられている。IEEE 802.11標準は、APベースのネットワーク及びアドホックネットワークに係るMAC(媒体アクセス制御)及びPHY(物理層)プロトコルに焦点を当てている。

20

【0004】

APベースの無線ネットワークにおいては、グループすなわちセル内の局は、APに対してのみ直接通信することが可能である。APは、メッセージを、同一のセル内の宛先局へ転送し、あるいは、有線分配システムを介して他のAPへ転送して、そのAPからメッセージの宛先局へ転送される。アドホックネットワークにおいては、各局はピア-ツー-ピアレベルで動作し、APすなわち(有線接続された)分配システムは存在しない。

30

【0005】

802.11標準は、3つのPHYプロトコルをサポートする：DSSS(直接シーケンススペクトル拡散)、FHSS(周波数ホッピングスペクトル拡散)、及びPPM(パルス位置変調)を有する赤外線である。これらの3つのPHYは、1及び2 Mビット/秒のビットレートを実現する。さらに、IEEE 802.11は、拡張11a及び11bを含んでおり、より高いビットレートを可能にしている：拡張11bは、1及び2 Mビット/秒のビットレートを有する基本的なDSSSと共に、5.5及び11 Mビット/秒のビットレートを、同一の2.4-2.5 GHzのISM帯で実現する。拡張11aは、5 GHz帯において、6から54 Mビット/秒の範囲のビットレートを実現する高ビットレートOFDM(直交周波数分割多重化変調)PHY標準を提供する。IEEE 802.11基本MACプロトコルは、CSMA/CA(衝突回避キャリア検出多重アクセス)プロトコル及びビジー媒体状況に引き続くランダムバックオフ時間の利用を通じて、コンパチブルなPHY間でのインターオペラティビティ(相互動作性)を許容する。IEEE 802.11 CSMA/CAプロトコルは、媒体に同一時刻にアクセスする複数個の局間の衝突確率を低減するように設計されている。それゆえ、延期及びランダムバックオフタイム配置が、媒体競合を解決する目的で用いられる。延期の決定は、延期閾値(R_defer

40

50

)と呼称される設定量に基づいてなされる。キャリア信号レベルがR__d e f e rより大きいと測定された場合には、ネットワーク局は、ペンディングになっている送信要求を延期する。観測されたレベルがR__d e f e r未満の場合には、その関連するアクセスポイントとの通信を開始する目的で、ネットワーク送信が許可される。

【0006】

加えて、IEEE 802.11 MACプロトコルは、パケットフラグメンテーション、(時間制限を有するサービスに関して)RTS/CTS(送信要求/送信クリア)ポーリングインタラクション及びポイントコーディネーションを介した媒体予約に係る特別な機能上の振る舞いを規定する。

【0007】

さらに、IEEE 802.11 MACプロトコルは、局がAPの存在をモニタすることを可能にする目的で、APによって一定間隔で送出されるビーコンフレームを規定する。

【0008】

IEEE 802.11標準は、2つのタイプのMAC機構を規定している：競合フリーのフレーム転送を実現するPCF(ポイント調停機能)及び競合ベースのフレーム転送を実現するDCF(分散調停機能)である。双方のMAC機構とも、同時に機能することが可能である。このことは、二つのビーコン間の時間を競合フリー部分(PCF)及び競合部分(DCF)に分割することによって実現される。CFP(競合フリー期間)反復間隔は固定長であり、競合フリー期間と競合期間との双方を含んでいる。IEEE 802.11標準の図59を参照。

【0009】

IEEE 802.11 MACプロトコルは、プローブ要求フレームを含む管理フレームの組を利用する。このプローブ要求フレームは、局によって送出され、利用可能なAPによって送出されるプローブ応答フレームがその後に続く。このプロトコルは、局が、他の周波数チャンネル上で動作しているAPをアクティブ走査することを可能にし、APが、局に対して、どのようなパラメータ設定を当該APが用いているのかを示す。802.11 APベースの無線LANネットワークにおいては、局は、通常、最も良好に受信され、最も近接し、対応するネットワークフレームを有するAPに関連している。

【0010】

各DSSS APは、単一チャンネル上で動作する。チャンネル数は、無線LANが用いられる制御ドメインに依存する(例えば、2.4GHz帯の場合には、米国では11チャンネルである)。このチャンネル数は、ISO/IEC 8802-11、ANSI/IEEE標準802.11、1999-00-00版に記載されている。相異なったチャンネルを用いている、重複したセルは、チャンネル間隔が少なくとも3以上である場合には、干渉することなく同時に機能することが可能である。重複していないセルは、同一のチャンネルを干渉することなく用いることが可能である。チャンネル割り当ては、動的になされることも可能であり、また、固定されていてもよい。環境それ自体も動的である場合には、動的チャンネル割り当てが望ましい。

【0011】

Kameranによる1999年12月の文献においては、チャンネルの動的割り当ては、動的周波数選択(DFS)と呼ばれている。DFSアルゴリズムの目的は、無線LANにおけるチャンネルを、最良の性能が実現されるように動的に割り当てることである。性能は、スループット、遅延、及び公平性の観点で表現される。動的周波数選択を有するAPは、より良好に動作するチャンネルを獲得する目的で、チャンネルを切り替えることが可能である。この方式においては、通常、現行のチャンネルよりも、チャンネル共有が少なく、かつ、干渉の影響をより受けていないチャンネルが選択される。APは、どのチャンネル周波数が用いられているか、及び、隣接するセルにおいてどのような受信レベル及び負荷ファクタが発生するかを決定する目的で、全てのチャンネルを走査する。チャンネルの走査の間、APはプローブ要求を送出し、同一のチャンネルに同調して無線到達範囲内に存在する全てのAPからのプローブ応答を喚起する。プローブ応答パケットは、各APからの、問題にしている

10

20

30

40

50

チャンネルに係る負荷ファクタに関する情報を伝達する。

【 0 0 1 2 】

全チャンネルを走査することによって、APは、各チャンネル毎のエントリテーブルを作成する。各エントリには、受信レベル、プローブ応答パケットにおいて報告された負荷ファクタ、及び、測定された雑音レベルが含まれる。テーブルにストアされている受信レベルとは、問題にしているチャンネルにおいてアクティブ動作している別のAPから受信されたプローブ応答パケットが受信されたレベルである。このテーブルは、前掲のKameranによる1999年12月の文献において記載されているように、DFSアルゴリズムにおいて用いられる。

【 0 0 1 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

前掲のKameranによる1999年12月の文献において記載されているDFSアルゴリズムの戦略は、応答しているAPが、プローブ応答において負荷情報を送出することを期待しているが、これは、標準(IEEE 802.11)に従ったものではない。それゆえ、この負荷情報が他の製造業者によって製造されたAPからは決して得られない、という可能性は極めて高い。よって、この方式は、免許無しで利用可能なスペクトルの問題を解決しない。第二に、プローブ要求の待機は、他のAPが極めてビジーである場合には、50ミリ秒にも及びうる。この状況は、特に、プローブ要求を送出しているAPが高負荷である場合には、極めて望ましくない。プローブ要求を送出しているAPの負荷は、周期的走査の間には考慮されない。第三に、前掲のKameranによる1999年12月の文献において記載されている戦略は、いつチャンネルを変更すべきかに係る戦略を書いている。チャンネル変更は周期的になされるが、全く必要ではない可能性もある。最後に、前述されたDFSアルゴリズムにおいては、1時間という固定された走査間隔が用いられる。これは非常に長い時間であり、その間に数多くの状況変化が発生しうる。例えば、電子レンジが使い始められてその時間の中にそれが終わり、その結果、APのスループットが低下することもある。他方、走査間隔が非常に小さい値に低減されると、APがそのほとんどの時間を走査に費やし、結果としてスループットの低下を招く。問題は、固定走査間隔及び全チャンネルが次々に走査されるという事実にある。

【 0 0 1 4 】

それゆえ、本発明の目的は、前述された問題点を、相異なったアルゴリズムを用いることによって克服することである。本発明に係るアルゴリズムは、APが相異なったチャンネルを受動的に傍受することに基づいている。本発明に係る受動傍受方法は、チャンネルに対する可能な全ての干渉源に係る情報のみならずそのチャンネルの負荷に係る情報も提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 5 】

本発明は、無線通信ネットワークにおけるアクセスポイントに関連している。このアクセスポイントは、プロセッサ、及び、データ及び命令をストアするメモリを有しており、以下のステップを実行することによって、最適チャンネルを動的に選択するように設定されている。

- (a) 複数個の可能なチャンネルからあるチャンネルを選択するステップと、
- (b) 所定の走査時間の間に、前記チャンネルにおける、少なくともメディアアクティビティレベルに係るデータを収集するステップと、
- (c) 前記走査時間における、メディアアクティビティの前記レベルが第一閾値を超過した時間期間を表わすチャンネル干渉パラメータをストアするステップと、
- (d) 前記複数個のチャンネルの他の全てのチャンネルに関してステップ(b) 及び(c) を反復するステップと、
- (e) 前記チャンネル干渉パラメータを考慮して所定のルールに従って前記最適チャンネルを選択するステップ。

【 0 0 1 6 】

さらに、本発明は、前述されているようにアクセスポイントに関し、以下のステップが実

10

20

30

40

50

行され、

・ステップ(c)において、前記走査時間における、メディアアクティビティの前記レベルが第二閾値を超過した時間期間を表わすチャンネル共有パラメータをストアするステップと、

・ステップ(e)において、前記チャンネル干渉パラメータ及び前記チャンネル共有パラメータを考慮して所定のルールに従って前記最適チャンネルを選択するステップ。

【0017】

さらに、本発明は、前述されたアクセスポイントを有する通信システムに関する。

【0018】

また、本発明は、無線通信ネットワークにおけるアクセスポイントが最適チャンネルを動的に選択する方法に関しており、前記無線通信ネットワークが、プロセッサ、及び、データ及び命令をストアするメモリ、を有しており、当該方法が、

(a) 複数個の可能なチャンネルの中からあるチャンネルを選択するステップと、

(b) 所定の走査時間の間に前記チャンネルにおける少なくとも干渉レベルに係るデータを収集するステップと、

(c) 前記走査時間における、前記干渉レベルが第一閾値を超過した時間期間を表わすチャンネル干渉パラメータをストアするステップと、

(d) 前記複数個のチャンネルの他の全てのチャンネルに関してステップ(b)及び(c)を反復するステップと、

(e) 前記チャンネル干渉パラメータを考慮して所定のルールに従って前記最適チャンネルを選択するステップと

を有している。

【0019】

さらに、本発明は、以下のステップが実行されるような前述された方法に関し、

・ステップ(c)において、前記走査時間における、前記共有レベルが第二閾値を超過した時間期間を表わすチャンネル共有パラメータをストアするステップと、

・ステップ(e)において、前記チャンネル干渉パラメータ及び前記チャンネル共有パラメータを考慮して所定のルールに従って前記最適チャンネルを選択するステップ。

【0020】

さらに、本発明は、無線通信ネットワークのアクセスポイントが最適チャンネルを動的に選択するコンピュータプログラム製品に関しており、前記無線通信ネットワークが、プロセッサ、及び、データ及び命令をストアするメモリ、を有しており、前記コンピュータプログラム製品は、ロードされた後に、前記アクセスポイントに以下の機能を実現させ、

(a) 複数個の可能なチャンネルの中からあるチャンネルを選択すること、

(b) 所定の走査時間の間に前記チャンネルにおける少なくとも干渉レベルに係るデータを収集すること、

(c) 前記走査時間における、前記干渉レベルが第一閾値を超過した時間期間を表わすチャンネル干渉パラメータをストアすること、

(d) 前記複数個のチャンネルの他の全てのチャンネルに関してステップ(b)及び(c)を反復すること、

(e) 前記チャンネル干渉パラメータを考慮して所定のルールに従って前記最適チャンネルを選択すること。

【0021】

本発明は、さらに、前述されているようなコンピュータプログラム製品が備えられているデータキャリアに関する。

【0022】

本発明は、受動傍受に基づいており、他の製造者によって製造された他のAPからの応答に依存しない。よって、従来技術に係るシステムよりも、免許無しで利用可能な帯域に対してより適している。さらに、本発明においては、直接測定であるがゆえに、従来技術に係る推定方式に比べ、アクセスポイントが干渉を遙かに正確に評価することが可能である

10

20

30

40

50

。加えて、本発明に係るアクセスポイントは、プローブ応答及びプローブ要求を用いた負荷情報を送出する必要無しに、他のＡＰの負荷を決定することが可能である。本発明は、受動傍受の持続時間を変更することに基づいており、従って、負荷に依存してＡＰが総走査期間を調節することが可能である。これ以外に、本発明に係るアクセスポイントは、その動作チャンネルを傍受してそれに係る干渉を記録することにより、いつチャンネルを変更すべきかを決定することが可能である。

【発明の実施の形態】

【００２３】

図１には、無線ＬＡＮ１及びそのアクセスポイントのうちの一つＡＰ１、ＡＰ２及びセル２、４が示されている。さらに、ネットワーク局ＮＳ１、ＮＳ２も図示されている。アクセスポイントＡＰ１はセル２に対してサービスを提供し、アクセスポイントＡＰ２はそれ自体に係るセル４を有している。セル２の境界は、ＮＳ１、ＮＳ２及びアクセスポイントＡＰ１によって用いられるキャリア検出閾値（ＣＴ）によって規定されている。セル２の外側では、ＡＰ１から受信される信号のレベルがＣＴよりも低く、セル２の外側に位置するネットワーク局はＡＰ１と通信すること（ＡＰ１に関連付けられること）が不可能である。セル２の外側は同一の無線ＬＡＮに属する別のＡＰによってカバーされているか、あるいは当該無線ＬＡＮの範囲ではない。ネットワーク局ＮＳ１及びＮＳ２の双方は、アクセスポイントＡＰ１の動作チャンネルＣ１上で動作している。

10

【００２４】

図１においては、干渉源ＩＳが、ＡＰ１の位置において干渉を引き起こすように位置している。干渉源ＩＳは、ＡＰ１と同一の周波数を送出している。円６は、ＩＳから受信される信号レベルがＡＰ１のキャリア検出閾値と等しい位置を示している。

20

【００２５】

干渉源ＩＳが活動を開始すると、ＡＰ１は他のチャンネルへの切り替えを決定する。干渉源ＩＳは、例えば電子レンジや、適切なチャンネルへ切り替えることができない（ＤＦＳ）別のＡＰである。無線ＬＡＮ１は免許の不要な２．４ＧＨｚのＩＳＭ帯で動作しているため、他の予測不可能な干渉源がアクセスポイントＡＰ１及びそのネットワーク局ＮＳ１、ＮＳ２に干渉を与える可能性がある。

【００２６】

図２は、本発明に係るメディアアクセスコントローラ（ＭＡＣ）デバイス１１の配置例を示すブロック図である。このＭＡＣデバイス１１は、ネットワーク局ＮＳ１、ＮＳ２にインストールされた無線ＬＡＮインターフェースカード、あるいは、アクセスポイントＡＰ１、ＡＰ２にインストールされた同様の無線ＬＡＮインターフェースカードにそれぞれ搭載されている。

30

【００２７】

この図においては、ＭＡＣデバイス１１が模式的に示されており、本発明に係る当該実施例の記述に必要なとされる信号処理ユニット１２、信号受信レベル検出回路１３、アンテナ３１及びオンボードメモリ１４のみが示されている。ＭＡＣデバイス１１は、図示されていない他のコンポーネントも含み得る。さらに、図示されているコンポーネント１２、１３、１４は、個別のデバイスであっても、単一のデバイスに集積化されていてもよい。必要に応じて、これらのデバイスは、アナログ回路あるいはデジタル回路の形態で実装される。オンボードメモリ１４は、ＲＡＭ、ＲＯＭ、フラッシュＲＯＭ及び／あるいは当業者には公知の他のタイプのメモリデバイスよりなる。

40

【００２８】

図３は、プロセッサ手段２１及びその周辺装置を有するネットワーク局ＮＳ１、ＮＳ２の実施例を模式的に示すブロック図である。プロセッサ手段２１は、命令及びデータをストアするメモリユニット１８、２２、２３、２４、（例えば、風呂ピーディスク１９、ＣＤ-ＲＯＭ２０、ＤＶＤなどを読み取るための）単一あるいは複数個の読み取りユニット２５、入力デバイスとしてのキーボード２６及びマウス２７、出力デバイスとしてのモニタ２８及び２９に接続されている。トラックボールやタッチスクリーンなどの他の入力デバ

50

イス及び他の出力デバイスが備えられることもありうる。無線LAN1を介したデータ通信のために、インターフェースカード30が備えられている。インターフェースカード30はアンテナ31に接続されている。

【0029】

図示されているメモリユニットは、RAM22、(E)EPROM23、ROM24及びハードディスク18よりなる。しかしながら、当業者には公知のより多く及び/あるいは他のメモリユニットが実装されることが可能であることに留意されたい。

【0030】

さらに、必要な場合には、単一あるいは複数個の周辺装置が、プロセッサ手段21から物理的に離れたところに配置されることも可能である。この図においては、プロセッサ手段21は一つのボックスとして示されているが、並列に機能する、あるいは、単一のメインプロセッサによって制御される複数個の処理ユニットよりなることも可能であり、それらが互いに離れて配置されることも可能である。このようなことは当業者には公知である。本発明の別の実施例においては、ネットワーク局5、6が、インターフェースカード30のコンポーネントが組み込まれた通信デバイスである場合があるが、これらは当業者には公知である。

【0031】

図4は、プロセッサ手段121及びその周辺装置を有するアクセスポイントAP1、AP2の実施例を模式的に示すブロック図である。プロセッサ手段121は、命令及びデータをストアするメモリユニット118、122、123、124、(例えば、風呂ピーディスク119、CD-ROM120、DVDなどを読み取るための)単一あるいは複数個の読み取りユニット125、入力デバイスとしてのキーボード126及びマウス127、出力デバイスとしてのモニタ128及び129に接続されている。無線LAN1を介したデータ通信のために、インターフェースカード130が備えられている。インターフェースカード130は、アンテナ131に接続されている。さらに、アクセスポイントAP1、AP2は、他のアクセスポイント及び/あるいは他の通信デバイスとの通信のために、I/O手段132を介して有線分配ネットワーク140に接続されている。

【0032】

図示されているメモリユニットは、RAM122、(E)EPROM123、ROM124及びハードディスク118よりなる。しかしながら、当業者には公知のより多く及び/あるいは他のメモリユニットが実装されることが可能であることに留意されたい。

【0033】

さらに、必要な場合には、単一あるいは複数個の周辺装置が、プロセッサ手段121から物理的に離れたところに配置されることも可能である。この図においては、プロセッサ手段121は一つのボックスとして示されているが、並列に機能する、あるいは、単一のメインプロセッサによって制御される複数個の処理ユニットよりなることも可能であり、それらが互いに離れて配置されることも可能である。このようなことは当業者には公知である。さらに、図示されているもの(すなわち、126、127、128、129)以外の他の入力/出力デバイスが備えられることも可能である。

【0034】

本発明の別の実施例においては、アクセスポイントAP1、AP2は、インターフェースカード130のコンポーネントが組み込まれた通信デバイスである場合があるが、これらは当業者には公知である。

【0035】

図1に示された干渉源ISが起動すると、AP1に急激な干渉を与える。なぜなら、同一のチャンネルC1を用いているからである。この時点で、アクセスポイントAP1は、その干渉源から受けた干渉が所定の閾値を超過した後にランダムな時間が経過した後で、利用しているチャンネルを変更して別のチャンネルへ切り替えることを選択する。新たなチャンネルの選択は、他の全てのチャンネルに関してある期間の間に収集されてストアされた統計情報に基づいている。より最近の情報には、古い情報よりもより多くの重みが与えられる。チ

10

20

30

40

50

チャンネル変更に係るランダムタイマーによって、複数個のAPがチャンネルを同時に変更してしまうことが回避される。

【0036】

図5は、全チャンネルに係る統計情報を収集し、利用可能な最良チャンネルを選択するためにスタートアップ時にAP1によって実行されるチャンネル操作手順200を示す流れ図である。

【0037】

ステップ202においては、AP1は、まず、0から20ミリ秒の間のランダムな時間だけ待機する。ステップ204では、チャンネル変数jが1にセットされる。次に、ステップ206では、アクセスポイントAP1がチャンネルjへスイッチする。AP1は、T_scan_stミリ秒の間、チャンネルjを傍受する(ステップ208)。チャンネルjの傍受とは、他の送出源からチャンネルj上で送出された信号を受信することを意味している。ステップ210では、変数T_sharing(j)及びT_interference(j)が決定される。T_sharing(j)は、チャンネルjに係る遅延閾値R_deferを越えたメディアアクティビティの持続時間である。T_interference(j)は、チャンネルjに関して、遅延閾値R_deferより低く、かつ、キャリア閾値R_carrierを越えたメディアアクティビティの持続時間である。ステップ212では、チャンネル共有変数CS(j)及びチャンネル干渉変数CI(j)が、 $CS(j) = T_sharing(j) / T_scan_st$ 及び $CI(j) = T_interference(j) / T_scan_st$ によって計算される。これらの値は、表にストアされる。ここでは、遅延閾値がキャリア検出閾値よりも高いことが仮定されている。しかしながら、キャリア検出閾値が遅延閾値よりも高いような条件では、T_interference(j)はゼロにセットされる。本発明の望ましい実施例においては、T_sharing(j)はチャンネルjに係る遅延閾値R_deferを越えたメディアアクティビティの持続時間であり、T_interference(j)は、チャンネルjに関して、遅延閾値R_deferより低く、かつ、チャンネルに係る閾値R_newを越えたメディアアクティビティの持続時間である。ここで、R_newはR_defer未満である。

【0038】

ステップ214では、jがNと等しいか否かがチェックされる。ここで、Nは最大チャンネル数である。通常、Nは1より大きく、従ってステップ216が実行される。このことは、jが1だけインクリメントされることを意味している。その後、ステップ206-214が再び実行される。このループは、jがNと等しくなるまで続く。その場合には、ステップ214での結果がYESとなり、ステップ218に移行する。ステップ218では、最適チャンネルj_optが、 $CS(j_opt) + CI(j_opt) = \min(CS(j) + CI(j); j = 1, \dots, N)$ で決定される。ステップ220では、ほとんど同程度の共有及び干渉を有する他のチャンネルが存在するか否かがチェックされる。言い換えれば、 $(CS(j_opt) + CI(j_opt)) - (CS(j) + CI(j)) <$ なるチャンネルjが存在するか否かがチェックされる。ここで、は、所定の非常に小さい値である。そのようなチャンネルが存在しない場合には、ステップ222において、最適チャンネルパラメータC_optimalがj_optにセットされる。ステップ220においてチェックされた状況が真である場合には、ステップ220の条件を満たすチャンネルの中でCS(j)の値が最高のものがC_optimalとして用いられる(ステップ224)。最後に、ステップ226で、APはチャンネルC_optimalでの動作に移行する。

【0039】

図6は、APによる、オンタイムでのチャンネル走査手順を示す流れ図である。手順300はステップ302から開始され、変数tが、0とT_rep_int - T_scanとの間のランダムな値として計算される。値T_rep_intは、CFP反復間隔の持続時間、すなわち、二つのビーコンフレーム間の間隔を表わしている。値T_scanは、特定のチャンネルの受動傍受に費やされた時間を表わしている。

【 0 0 4 0 】

ステップ304では、この手順の開始からの経過時間を表わす変数 $T_elapsed$ がゼロにセットされる。ステップ306では、チャンネル変数 j が最大チャンネル数 N に等しいか否かがチェックされる。等しい場合にはステップ308が実行され、 j が1にセットされる。 j が N 未満である場合には、ステップ310がすぐに実行される。ステップ310では、 j が現時点でのチャンネルであるか否かがチェックされる。現時点でのチャンネルである場合にはステップ312が実行され、 j が1だけインクリメントされる。 j が現時点でのチャンネルではない場合には、ステップ314がすぐに実行される。ステップ314では、 t がゼロより大きいかがチェックされる。これが真である場合には、図8に示されている手順が次に続く。 t がゼロである場合には、図7に示されている手順が続く。

10

【 0 0 4 1 】

図7は、新たな $C_optimal$ を得る手順400を示す流れ図である。手順400はステップ402から開始され、 AP がチャンネル j に切り替える。その後、ステップ404において、 AP がチャンネル j を T_scan ミリ秒の間傍受する。ステップ406では、 $T_sharing(j)$ 及び $T_interference(j)$ の値が決定される。 $T_sharing(j)$ は、チャンネル j に係る遅延閾値 R_defer を越えたメディアアクティビティの持続時間である。 $T_interference(j)$ は、チャンネル j に関して、遅延閾値 R_defer より低く、かつ、キャリア閾値 $R_carrier$ を越えたメディアアクティビティの持続時間である。ステップ408では、 $CS(j)$ 及び $CI(j)$ の値が、次式に従って計算される。

20

【 数 4 】

$$CS(j) := \frac{CS(j)_{\text{previous (古い値)}} + w \times \frac{T_sharing(j)}{T_scan}}{w + 1}$$

$$CI(j) := \frac{CI(j)_{\text{previous (古い値)}} + w \times \frac{T_interference(j)}{T_scan}}{w + 1}$$

30

【 0 0 4 2 】

これらの式において、 w は、新たな（測定された）チャンネル共有及びチャンネル干渉パラメータが $CS(j)$ 及び $CI(j)$ のより古い値よりも重要であるようにするための重み付けファクタ ($w > 1$) である。

【 0 0 4 3 】

図7のステップ410においては、取りうる最適チャンネル j_opt が決定される。これは、 $CS(j) + CI(j)$ が最小であるチャンネルである。ステップ412においては、 $CS(j) + CI(j)$ がチャンネル j_opt とほとんど同程度の単一あるいは複数個のチャンネル（これらのチャンネルの組を S とする）が存在するか否かがチェックされる。このようなチャンネルが存在しない場合には、ステップ414にすぐに移行し、最適チャンネル $C_optimal$ が j_opt に設定される。しかしながら、ステップ412においてチェックされた条件が充足される場合には、ステップ416へ移行する。このことは、組 S に属し、最高の $CS(j)$ を有するチャンネルが最適チャンネル $C_optimal$ として用いられることを意味する。このように、共有パラメータに対して干渉パラメータよりも高い優先度が与えられている。ステップ418では、チャンネル数がチェックされる。 $j + 1$ が N より大きい場合は、ステップ422において j が1にセットされる。 $j + 1$ が N より

40

50

大きくない場合には、ステップ420においてjが1だけインクリメントされる。その後、ステップ424において、T__elapsedの値がT__scanだけ増加させられる。ステップ426では、T__elapsedがT__rep__int以上であるか否かがチェックされる。ここで、T__rep__intは、二つのビーコン間の時間間隔である。これが真である場合には、図6に示された手順に移行する。ステップ426のテスト結果が真ではない場合には、ステップ428で変数tがT__rep__int - T__elapsedに設定され、図8に示されている手順に移行する。

【0044】

図8は、APの通常の動作及び使用されているチャンネルに係る情報の収集に係る手順500を示す流れ図である。この手順は、ステップ502で、通常の動作から開始される。ステップ504では、APがアイドル状態であるか否かがチェックされる。APがアイドル状態では無い場合には、通常の手順が継続される。APがアイドル状態である場合には、T__idle及びT__ocが決定される。ここで、T__idleはAPのアイドル状態の継続時間であり、T__ocは現時点でのチャンネルで観測されるメディアアクティビティの持続時間である。このメディアアクティビティは、受信された、当該AP宛ではないパケット及びある閾値を越えたアクティビティをモニタすることである。ステップ508では、平均擾乱Av__distの値が、次式に従って計算される：

【数5】

$$Av_dist := \frac{Av_dist_{\text{previous(古い値)}} + w \times \frac{T_oc(j)}{T_idle}}{w + 1}$$

【0045】

上式においては、wは、新たな（測定された）擾乱パラメータがAv__distのより古い値よりも重要であるようにするための重み付けファクタ（w > 1）である。初期のアクセスポイントのスタートアップ時には、Av__distの値はゼロにセットされる。

【0046】

ステップ510では、Av__distがK__distと比較される。K__distは、現時点で動作しているチャンネルに対する許容可能な擾乱に係る閾値である。Av__distがK__distより大きい場合には、ステップ512に移行する。このことは、APがその使用中のチャンネルを、即時あるいはあるランダムな時間の経過後に、C__optimalへスイッチすることを意味している。このステップでは、それまで使用されてきたチャンネルに関して収集されたデータが表にストアされる。その後、図6に示された手順に移行する。ステップ510においてAv__distの値がK__dist以下である場合には、ステップ516に移行する。ステップ516では、T__elapsedがtだけインクリメントされる。その後、ステップ518において、経過時間T__elapsedがT__rep__intと比較される。T__elapsedがT__rep__int以上である場合には、図6に示された手順に移行する。T__elapsedがT__rep__int未満である場合には、図7に示された手順に移行する。

【0047】

ステップ208（図5）では、APはチャンネルjをT__scanミリ秒の間傍受する。T__scanの値は、APの負荷に依存するようにすることが可能である。すなわち、APは、その負荷が低い場合には他のチャンネルの走査（＝傍受）により多くの時間を費やすように設定されることが可能であり、また、その逆も可能である。TX/RXアクティビティ（TX/RX＝送信/受信）は、APの負荷パーセンテージを与えうる。これは、10秒以上に維持される。持続的ではないようなCSMA遅延は、負荷に著しく依存することは公知の事実である。例えば、Joao L. Sobrinho, A.S. Krishnakumarによる“IEEE

10

20

30

40

50

802.11 MAC層を介したリアルタイムトラフィック”(Bell Labs Technical Journal、1996年秋期号)という表題の論文、及び、Kwang-Cheng Chenによる“モバイルコンピューティング向け無線LANにおけるMAC”(IEEE Network Magazine、第8巻、第5号、1994年9月/10月)という表題の論文を参照。遅延は、負荷が例えば60%を越えて増大すると、際限なく増加する。それゆえ、走査に利用可能な時間の割合は、1秒当たり $(0.6 - TR)$ 秒である。ここで、 $TR = \min(0.55, (TX/R \times \text{アクティビティを\%表示した値}) / 100)$ である。 T_rep_int の持続期間長が100ミリ秒の場合には、走査に利用可能な時間は、 $(6 - TR * 10) * 10$ ミリ秒となる。すなわち、各反復において $(6 - TR * 10)$ ミリ秒の時間を他のチャネルの走査に費やすことが可能である。この値があまりに小さい場合には、1反復間隔の間に一つのチャネルしか走査され得ないことになる。さらに、頻度も低減されることになる。例えば、各チャネルが、2回の反復毎に、 $2 * (6 - TR * 10)$ ミリ秒の間走査される。相異なったチャネルの走査に関しても、このシーケンスが維持されるべきである。

10

【0048】

上述されたアルゴリズムは、共有と干渉とを区別する目的で、二つの閾値を利用している。現行のハードウェアにおいて、二つの閾値を利用することが不可能な場合には、本発明は、EDT(エネルギー検出閾値)と呼称される一つの閾値のみを用いることを提案する。APはモニタして、この閾値を越えるもののみを検出する。このEDTは、それ以上の強度を有するあらゆる受信された信号が最悪の場合に干渉を起こしうるような値にセットされることによって、干渉を検出する目的で用いられる。このように、最適チャネルが、少なくとも干渉ベースにのみ基づいて選択される。この場合には、最適チャネルは、以下のようにして見いだされる：

20

$C_optimal = \min(T_interference(j) / T_scan)$ を有するチャネル；ここで、 $T_interference$ は干渉アクティビティがEDTを越える時間である。EDTの代表的な値は、前記キャリア検出閾値と前記遅延閾値の平均値である。

【0049】

Kammermanによる1999年12月の文献において述べられている、ネットワーク局に対するチャネル変更通知は、本発明に係る受動傍受アルゴリズムにおいても用いられうる。例えば、APは、そのチャネルを走査目的で変更する場合には、関連しているネットワーク局に対して、追隨してくるように命令することが可能である。この場合には、APは、そのチャネルに、通常の動作及び傍受の双方の目的でとどまることになる。このように、APは、そのチャネルに、1反復間隔(100ミリ秒)あるいはそれ以上とどまることが可能である。

30

【0050】

十分な情報を収集すると、APは他のチャネルに移行することが可能になる。しかしながら、APは、そのチャネルが十分に良好であれば、そのチャネルにとどまることも可能である。あるいは、APは走査を継続し、長時間動作に関する最良チャネルを選択することもできる。この種の操作手順は、APが現時点でのチャネルに関して受けた擾乱が所定の閾値を超過するたび毎に開始される。

40

【0051】

以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例が考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

【0052】

【発明の効果】

以上述べたごとく、本発明によれば、無線LANにおいて用いられる、スループット低下を招かない動的チャネル変更方法及びその装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第一アクセスポイントAP1及びそれに関連する二つのネットワーク局NS1、NS2、第二アクセスポイントAP2及び干渉源ISを有する無線LANを模式的に示

50

す図。

【図2】 本発明に従った無線LANインターフェースカードの配置を示すブロック図。

【図3】 ネットワーク局を模式的に示すブロック図。

【図4】 APを模式的に示すブロック図。

【図5】 本発明に従ったAPにおいてスタートアップ時に実行されるチャンネル走査手順を示す流れ図。

【図6】 本発明に従ったAPにおいてオンタイムの間に実行されるチャンネル走査手順を示す流れ図。

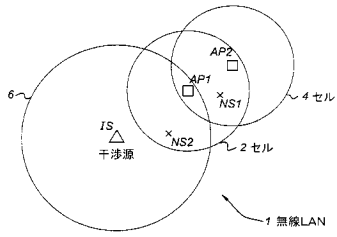
【図7】 本発明に従ったAPにおいてオンタイムの間に実行されるチャンネル走査手順を示す流れ図。

【図8】 本発明に従ったAPにおいてオンタイムの間に実行されるチャンネル走査手順を示す流れ図。

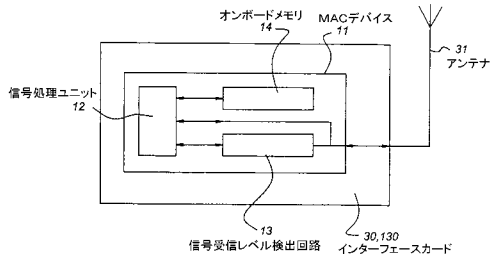
【符号の説明】

- | | | |
|-----|-----------------|----|
| 1 | 無線LAN | |
| 2、4 | セル | |
| 6 | 干渉源からの干渉が及ぶ範囲 | |
| 11 | MACデバイス | |
| 12 | 信号処理ユニット | |
| 13 | 信号受信レベル検出回路 | |
| 14 | オンボードメモリ | 20 |
| 18 | ハードディスク | |
| 19 | フロッピー（登録商標）ディスク | |
| 20 | CD-ROM | |
| 21 | プロセッサ手段 | |
| 22 | RAM | |
| 23 | EPROMあるいはEEPROM | |
| 24 | ROM | |
| 25 | 読み取りユニット | |
| 26 | キーボード | |
| 27 | マウス | 30 |
| 28 | モニタ | |
| 29 | プリンタ | |
| 30 | インターフェースカード | |
| 31 | アンテナ | |
| 118 | ハードディスク | |
| 119 | フロッピー（登録商標）ディスク | |
| 120 | CD-ROM | |
| 121 | プロセッサ手段 | |
| 122 | RAM | |
| 123 | EPROMあるいはEEPROM | 40 |
| 124 | ROM | |
| 125 | 読み取りユニット | |
| 126 | キーボード | |
| 127 | マウス | |
| 128 | モニタ | |
| 129 | プリンタ | |
| 130 | インターフェースカード | |
| 131 | アンテナ | |
| 132 | I/O手段 | |
| 140 | 有線ネットワーク | 50 |

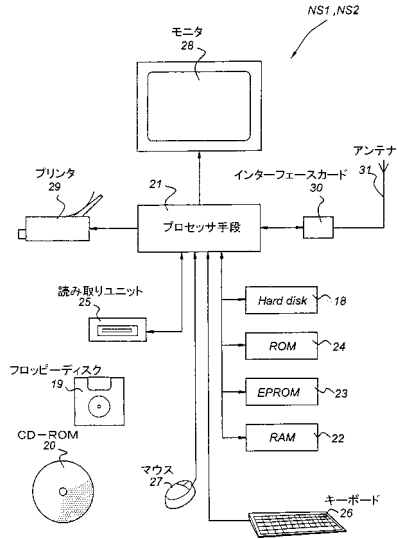
【図1】



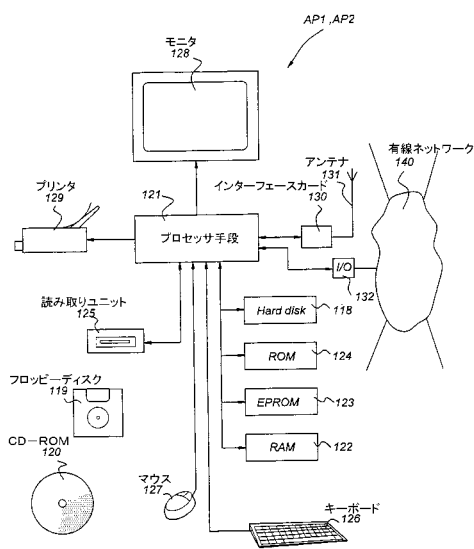
【図2】



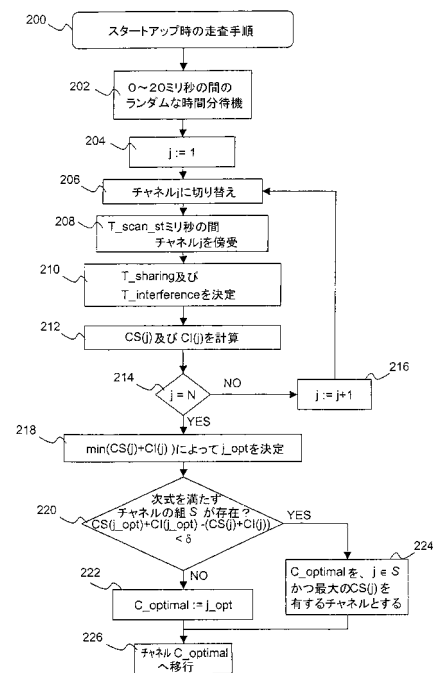
【図3】



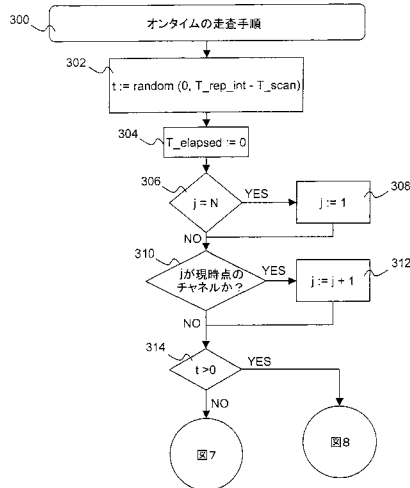
【図4】



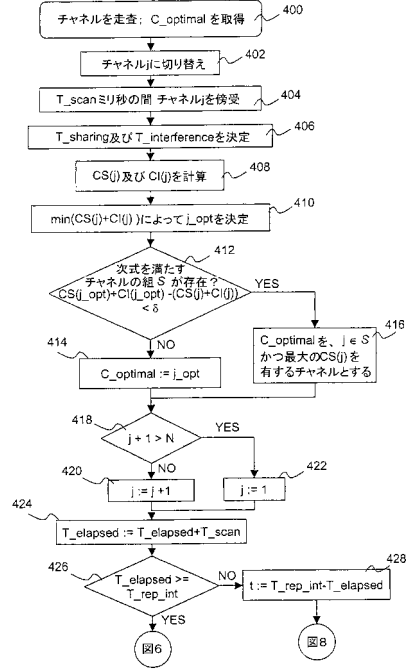
【図5】



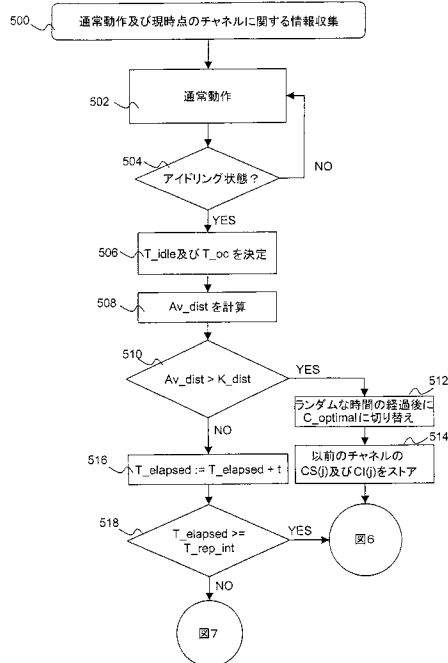
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (74)代理人 100091889
弁理士 藤野 育男
- (74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100102808
弁理士 高梨 憲通
- (74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100107401
弁理士 高橋 誠一郎
- (74)代理人 100106183
弁理士 吉澤 弘司
- (74)代理人 100081053
弁理士 三俣 弘文
- (74)代理人 100100505
弁理士 刈谷 光男
- (72)発明者 パトリック ブッシュ
オランダ、7511ディー ピー、エンスヘーデ、トヴェンテ、ウィルヘルミナストラット 70
- (72)発明者 リシャ マルホトラ
オランダ、7511ディー ジー、エンスヘーデ、トヴェンテ、デ クロンブ 75-16

審査官 羽岡 さやか

- (56)参考文献 特開2000-232464(JP,A)
特開平11-163897(JP,A)
特開平09-224283(JP,A)
米国特許第05933420(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- H04L 12/28
H04B 7/24-7/26
H04Q 7/00-7/36