

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-538642

(P2005-538642A)

(43) 公表日 平成17年12月15日(2005.12.15)

(51) Int. Cl.⁷
H04J 11/00

F I
H04J 11/00

テーマコード(参考)
5K022

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2004-535787 (P2004-535787)
 (86) (22) 出願日 平成15年9月1日(2003.9.1)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年3月8日(2005.3.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2003/003992
 (87) 国際公開番号 W02004/025870
 (87) 国際公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)
 (31) 優先権主張番号 02078749.5
 (32) 優先日 平成14年9月10日(2002.9.10)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)

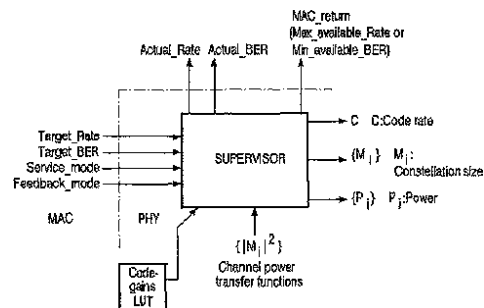
(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 Koninklijke Philips Electronics N. V.
 オランダ国 5621 ペーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェッハ 1
 Groenewoudseweg 1, 5621 BA Eindhoven, The Netherlands
 (74) 代理人 100075812
 弁理士 吉武 賢次
 (74) 代理人 100088889
 弁理士 橘谷 英俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDM無線通信システムにおける送信電力の最適化

(57) 【要約】

MAC層とPHY層を含み、前記MAC層が、PHY層の性能を実時間制御するスーパーバイザ装置を含む、柔軟かつ双方向のOFDM無線通信システムにおいて、処理電力および送信電力を最小にする方法を開示した。この方法は、Target Rate(所望の情報レート)、Target BER(所望のビット・エラー・レート(Bit Error Rate))、およびMax Delay(最大許容遅延)を含む、PHY層でのQoS要件に関する入力データの第1の集合をMAC層からスーパーバイザ装置に送ることと、チャンネル電力転送関数 $H = (|H_i|^2)$ (添え字 i は i 番目の副搬送波を表す)を含む入力データの第2の集合をPHY層からスーパーバイザ装置に送ることと、無線通信ネットワーク・システムの処理電力と送信電力を最小にするために入力データの第1および第2の集合を処理することと、 N 、変調および符号化パラメータ、および送信電力パラメータをPHY層に出力することを含む。PHY層に出力する符号化パラメータおよび送信電力パラメータは、 C (符号レート・データ)と、 B (ブロック長データ)と



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

M A C 層および P H Y 層を含む O F D M 無線通信システムを監視（スーパーバイズ）する方法であって、前記 P H Y 層はスーパーバイザ装置を含み、

a) T a r g e t _ R a t e および T a r g e t _ B E R を含む入力データの第 1 の集合が前記スーパーバイザ装置に入力され、

b) 入力データの前記第 1 の集合が前記スーパーバイザ装置で処理され、

c) サブ・チャンネルの配置を指定する符号レート C および符号の集合 $M = \{ M_i \}$ が前記スーパーバイザ装置から出力される方法。

【請求項 2】

前記 O F D M 無線通信システムの送信電力を最小にする方法であって、前記 P H Y 層が、前記 P H Y 層の性能を制御する前記スーパーバイザ装置を含み、

a) 無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするために入力データの第 1 および第 2 の集合を処理することが、

b) すべてのサブ・チャンネルをオンにした状態で、変調 k および符号レート i で識別されるすべての M / C 対によって達成可能な最大ビット・レートを計算することと、

c) 達成可能な最大ビット・レートが要求に満たない M / C 対を除去することと、

d) 有効な M / C のすべての対について、

d 1) ビット・レート B を達成するために必要なサブ・チャンネルの最小数を計算することと、

d 2) A W G N の場合に所望の B E R を得るために必要な S N R を、シミュレーション・ベースの曲線から抽出し、これを用いて、最悪のサブ・チャンネルで必要な S N R を導出することと、

e) $N^{(k, i)}$ 個のサブ・チャンネルすべての受信電力の合計を計算することと、

f) $P_r^{(k, i)}$ を最小にする「最適な」M / C 対 ($(M, C)_{\min_pow}$)、すなわち

【数 1】

$$P_{r, \min_pow} = \min_{(k, i)} \{ P_{r, tot}^{(k, i)} \}$$

を選択して出力することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

開始情報が最大送信電力および T a r g e t _ B E R である場合に、無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするための入力データの前記第 1 および第 2 の集合の処理が、

a) 最大受信電力を計算することと、

b) 考慮されるすべての番号 j のサブ・チャンネルについて、最も微弱なサブ・チャンネルの最小 S N R を計算し、その結果を保存することと、

c) すべての M / C 対について、M A C 副層から要求される B E R を与えるしきい値を超える S N R を有するサブ・チャンネルの数を計算することと、

d) $N^{(k, i)}$ 個のサブ・チャンネルを用いて達成可能なビット・レートを計算することと、

e) 最大ビット・レートを与える M / C ($(M, C)_{\max}$ と称する) を求めることと、

f) 「最適な」M / C 対 ($(M, C)_{\max}$ と称する) を選択して出力することを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

開始情報が最大送信電力および T a r g e t _ R a t e である場合に、無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするための入力データの前記第 1 および第 2 の集合の処理が、

a) 最大受信電力を計算することと、

- b) すべてのM/Cについて、ビット・レートTarget_Rateを達成するために用いるサブ・チャンネルの数を計算することと、
- c) 最悪のサブ・チャンネルのSNRを選択することと、
- d) 変調kおよび符号レートiの最悪のサブ・チャンネルに対応するBERを、BER-SNR曲線から計算することと、
- e) 最小値を与えるM/C ($(M, C)_{min}$ と称する) を求めることと、
- f) 「最適な」M/C対 ($(M, C)_{min}$ と称する) を選択して出力することを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項5】

- MAC層およびPHY層を含むOFDM無線通信システムの処理電力を最小にする方法であって、前記PHY層が、前記PHY層の性能を制御するスーパーバイザ装置を含み、
- a) 入力データの第1および第2の集合を処理することが、
- b) (1からmax_available_Nまでの) 使用可能な各Nについて、Target_RateとRate(N) = C * log(M) * Nを比較することと、
- c) Target_Rate Rate(N)を満たすNの値を選択して受け入れることと、
- d) これらの値を昇順に並べて[N_min, N_max]を取得することと、
- e) $N_{opt} = N_{min}$ と仮定することと、
- f) N_{opt} および最小TX電力パラメータを出力として提供することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

- $N_{opt} = N_{min}$ を仮定した後、さらに、
- 送信電力の制約条件が満たされているかどうかをチェックし、満たされている場合は、 N_{opt} および最小TX電力パラメータを出力として提供し、満たされていない場合は、集合[N_min, N_max]内で別の値が使用可能かどうかをチェックすることに進み、使用可能な場合は、次(next_N)を選択し、Nをnext_Nに設定して、Target_Rate Rate(N)を満たすNの値を選択して受け入れることにジャンプし、使用可能でない場合は、 $N_{opt} = 0$ と設定し、 N_{opt} および最小TX電力パラメータを出力として提供することを含む、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

- 無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするための入力データの前記第1および第2の集合の処理が、
- (max_available_N - ($N_{opt} - 1$) 個の) 可能なウィンドウ位置から最良のウィンドウ位置を選択することと、
- 前記選択したウィンドウ内で、採用されたTX電力最小化アルゴリズムを実行することを含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

- 前記PHY層でのQoS要件に関する入力データの第1の集合を前記MAC層から前記スーパーバイザ装置に送ることと、
- チャンネル電力転送関数 $H = \{ |H_i|^2 \}$ (添え字iはi番目の副搬送波を表す) を含む入力データの第2の集合をPHY層から前記スーパーバイザ装置に送ることと、
- 無線通信システムの処理電力および送信電力を最小にするために入力データの前記第1および第2の集合を処理することと、
- N、変調および符号化パラメータ、および送信電力パラメータを前記PHY層に出力することを含む、請求項1、2、または5に記載の方法。

【請求項9】

- PHY層でのQoS要件に関する入力データの前記第1の集合を前記MAC層から前記スーパーバイザ装置に送ることが、Max_Delay (最大許容遅延) を送ることを含む、請求項8に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項10】

符号化パラメータおよび送信電力パラメータの前記PHY層への出力が、

N (IFFT/FFT長)と、

C (符号レート・データ)と、

B (ブロック長データ)と、

n (復号化の反復回数のデータ)と、

$M = \{ M_i \}$ (様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な配置を指定する符号の集合に関するデータ(たとえば、 $M_i = 0$ は、 i 番目のサブ・チャンネルがOFFであることを意味し、別の値は、所定の使用可能な集合にある配置タイプを指定する))と、

$P = \{ P_i \}$ (様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な送信電力の集合に関するデータ(たとえば、 $P_i = 0$ は、 i 番目のサブ・チャンネルがOFFであることを意味する))とを含む、請求項8に記載の方法。

10

【請求項11】

実際のQoSデータを前記MAC層に出力することを含む、請求項8に記載の方法。

【請求項12】

実際のQoSデータを前記MAC層に出力することが、

$Actual_Rate$ (現在の送信について実際に決定されたレート)と、

$Actual_BER$ (現在の送信について実際に決定されたBER)とを出力することを含む、請求項1、2、5、または11に記載の方法。

【請求項13】

前記MAC層が、 $Feedback_mode [0/1]$ (MACが「現在の」使用可能な最大レートに関するフィードバック情報を必要としているか、使用可能な最小BERに関するフィードバック情報を必要としているかを指定する1ビット情報)を指定してフィードバックを要求し、さらに、 $Service_mode [0/1]$ (MAC QoS要件が、Rateを保証されるサービスを指すか、BERを保証されるサービスを指すかを指定する1ビット情報)を指定する、請求項11または12に記載の方法。

20

【請求項14】

実際のQoSデータを前記MAC層に出力することが、さらに、MAC層からの $Feedback_mode$ 要求に応じて、最適化処理後に、

$Max_available_Rate$ (BERおよび許容遅延の要件が満たされている場合の現在のチャンネル状態での使用可能な最大レート)または

$Min_available_BER$ (レートおよび許容遅延の要件が満たされている場合の現在のチャンネル状態での使用可能な最小BER)を含むMAC_returnの出力が行われることを含む、請求項11から13のいずれかに記載の方法。

30

【請求項15】

無線通信ネットワーク・システムの処理電力および送信電力を最小にするための入力データの前記第1および第2の集合の処理が、 $Target_Rate$ および $Target_BER$ の要件を最小電力で現在のチャンネル状態に適合させるために必要な N 、 M/C 対、およびONサブ・チャンネルを求めることを含む、請求項1、2、5、または11に記載の方法。

40

【請求項16】

チャンネル状態が悪いために、使用可能な最大の送信電力を用いても所望のQoSを達成できない場合に、($Service_mode$ に応じて)スーパーバイザ・アルゴリズムが、

現在のチャンネル状態、およびシステム仕様で許容される最大電力において、 $Target_BER$ 要件に適合する $Maximum_Rate$ (最大レート)、または

現在のチャンネル状態、およびシステム仕様で許容される最大電力において、 $Target_Rate$ 要件に適合する $Minimum_BER$ (最小BER)を得るために必要な M/C 対、ONサブ・チャンネルの数および位置を明らかにする、請求項15に記載の方法。

50

【請求項 17】

M A C 層および P H Y 層を含む O F D M 無線通信システムであって、前記 P H Y 層がスーパーバイザ装置を含み、前記スーパーバイザ装置が、請求項 1 から 16 のいずれかに記載の方法を実行するように構成される O F D M 無線通信システム。

【請求項 18】

M A C 層および P H Y 層を含む O F D M 無線通信ネットワーク・システムにおいて前記 P H Y 層に含まれるスーパーバイザ装置であって、請求項 1 から 16 のいずれかに記載の方法を実行するように構成されるスーパーバイザ装置。

【請求項 19】

M A C 層および（スーパーバイザ装置を含む）P H Y 層を含む O F D M 無線通信システムに含まれるインターフェース装置であって、前記スーパーバイザ装置と前記 M A C 層の間に配置され、請求項 1 から 16 のいずれかに記載の方法を実行するように構成されるインターフェース装置。

10

【請求項 20】

M A C 層および（スーパーバイザ装置を含む）P H Y 層を含む O F D M 無線通信システムで使用され、前記スーパーバイザに実装され、前記スーパーバイザ装置内で実行された場合に、請求項 1 から 16 のいずれかに記載の方法を前記スーパーバイザに実行させるコンピュータ可読プログラムを収容するコンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、O F D M 無線通信の方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年の無線技術の発達はすべて、様々な市場要求や用途（たとえば、オフィス I T 企業におけるポータブル接続のための W L A N、ケーブルの置き換えと個人領域の相互接続のための W P A N など）によって引き起こされたものであるにせよ、一方において容量、密度、リンク速度の高度化、他方において変動するチャネル状態および/またはトラフィック負荷ならびに Q o S システム要件が存在する中での信頼性および柔軟性の高度化の共通的な追究として特徴付けられる。

30

【0003】

そうした目的のためには、サービス要件およびチャネル状態の時間変動を必然的に伴う状況においてのシステム性能の動的最適化をねらいとする、下位層間にまたがる共同適応戦略を実現する構成が必要である。そうした機能を持続させるためには、すべての基本的な無線インターフェース方式（すなわち、変調、符号化、アクセスなどの方式）を、それらのパラメータの高度に細分化され、かつ柔軟な変化が可能であるように設計しなければならない。これらは、適応アルゴリズムおよび再構成可能なサブシステムによって具体化される。さらに、物理層に適応性をもたらすための可能な方策の 1 つは、スロット（シンボル）およびフレームの長さを固定し、変調の大きさ、符号レート、および送信電力の三つ組みを変化させることである。

40

【0004】

上記の種類を送受信装置の構成を図 1 に示す。この送受信装置は、送信機側に、スーパーバイザ 4 およびターボ符号器 6 に接続された M A C 層 2 を含む。このスーパーバイザは、ターボ符号器 6 と、ターボ符号器 6 の出力も受け取る O F D M 変調器 8 に接続される。O F D M 変調器の出力は、高出力増幅器 10 によってアンテナ 12 に給電される。

【0005】

受信機側では、アンテナ 14 が信号を受信し、低雑音増幅器 16 に送る。低雑音増幅器 16 の出力は、チャネル推定器 18、O F D M 復調器 20、およびターボ復号器 22 を経由して、受信機側の M A C 層 24 に送られる。

【0006】

50

このような仕組みでは、スーパーバイザ4が必要である。スーパーバイザは、実行時に所定のシステム最適化を実施するための、適応性があり再構成が可能な任意のシステムの基本的な処理および制御装置である。スーパーバイザの入力と出力は、パラメータと命令の両方である。スーパーバイザの役割は、MAC（媒体アクセス制御）層からのQoS（サービス品質）要求を最小の送信電力で現在のチャンネル状態（入力パラメータ）に適合させる課題に解を与えることである。出力パラメータは、様々な符号化方式および変調方式、送信電力の調節内容、および削減する副搬送波のサブセットになりうる。チャンネル（雑音以外）は、双方向であると見なされる。したがって、TX（送信機）は、RX（受信機）で行われた測定に従って送信機パラメータを調節できる。現在使用中の送信機パラメータの値は、リンクの反対側にあるRXに伝達されて復調され、それによって実際のデータの復調が可能になる。

10

【0007】

MAC層では、ビット送信は、時分割多重接続（TDMA）方式で編成される。時間軸はフレームに分割でき、フレームは時間スロットに分割できる。時間スロットは、継続時間長が固定されていることで特徴付けられるが、それによって必然的に、フレームの継続時間長が固定され、処理されるビットの数が可変になる。このビット数は、採用される符号化および変調の方式によって決まる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、柔軟かつ双方向のOFDM無線通信システムにおいて、たとえば、処理電力および送信電力を最小にしながら、システムを柔軟に管理するための方法およびシステムを提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

この目的を達成するために、MAC層およびPHY層を含むOFDM無線通信システムを監視（スーパーバイズ）する方法を提供する。前記PHY層はスーパーバイザ装置を含み、

a) Target_RateおよびTarget_BERを含む入力データの第1の集合がスーパーバイザ装置に入力され、

b) 入力データの第1の集合がスーパーバイザ装置で処理され、

30

c) サブ・チャンネルの配置を指定する符号レートCおよび符号の集合 $M = \{ M_i \}$ がスーパーバイザ装置から出力される。

【0010】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、MAC層およびPHY層を含むOFDM無線通信システムの送信電力を最小にするために、前記PHY層はPHY層の性能を制御するスーパーバイザ装置を含み、本方法は、

a) 無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするために入力データの第1および第2の集合を処理することを含み、この処理は、

b) すべてのサブ・チャンネルをオンにした状態で、変調kおよび符号レートiで識別されるすべてのM/C対によって達成可能な最大ビット・レートを計算することと、

40

c) 達成可能な最大ビット・レートが要求に満たないM/C対を除去することと、

d) 有効なM/Cのすべての対について、

d1) ビット・レートBを達成するために必要なサブ・チャンネルの最小数を計算することと、

d2) AWGNの場合に所望のBERを得るために必要なSNRを、シミュレーション・ベースの曲線から抽出し、これを用いて、最悪のサブ・チャンネルで必要なSNRを導出することと、

e) $N^{(k, i)}$ 個のサブ・チャンネルすべての受信電力の合計を計算することと、

f) $P_r^{(k, i)}$ を最小にする「最適な」M/C対 $((M, C)_{min_pow})$ 、すなわち

50

【数 1】

$$P_{r, \min_pow} = \min_{(k,i)} \{P_{r, \text{tot}}^{(k,i)}\}$$

を選択して出力することを含む。

【0011】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、開始情報が最大送信電力および Target_BER である場合、無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするための入力データの第 1 および第 2 の集合の処理は、

- a) 最大受信電力を計算することと、
- b) 考慮されるすべての番号 j のサブ・チャネルについて、最も微弱なサブ・チャネルの最小 SNR を計算し、その結果を保存することと、
- c) すべての M/C 対について、MAC 副層から要求される BER を与えるしきい値を超える SNR を有するサブ・チャネルの数を計算することと、
- d) $N^{(k,i)}$ 個のサブ・チャネルを用いて達成可能なビット・レートを計算することと、
- e) 最大ビット・レートを与える M/C ($(M, C)_{\max}$ と称する) を求めることと、
- f) 「最適な」 M/C 対 ($(M, C)_{\max}$ と称する) を選択して出力することを含む。

10

【0012】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、開始情報が最大送信電力および Target_Rate である場合、無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするための入力データの第 1 および第 2 の集合の処理は、

- a) 最大受信電力を計算することと、
- b) すべての M/C 対について、ビット・レート Target_Rate を達成するために用いるサブ・チャネルの数を計算することと、
- c) 最悪のサブ・チャネルの SNR を選択することと、
- d) 変調 k および符号レート i の最悪のサブ・チャネルに対応する BER を、BER - SNR 曲線から計算することと、
- e) 最小値を与える M/C ($(M, C)_{\min}$ と称する) を求めることと、
- f) 「最適な」 M/C 対 ($(M, C)_{\min}$ と称する) を選択して出力することを含む。

20

30

【0013】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、MAC 層および PHY 層を含む OFDM 無線通信システムの処理電力を最小にするために、前記 PHY 層は PHY 層の性能を制御するスーパーバイザ装置を含み、本方法は、

- a) 入力データの第 1 および第 2 の集合を処理することを含み、この処理は、
- b) (1 から $\max_available_N$ までの) 使用可能な各 N について、Target_Rate と $Rate_N = C * \log(M) * N$ を比較することと、
- c) Target_Rate $Rate_N$ を満たす N の値を選択して受け入れることと、
- d) これらの値を昇順に並べて $[N_{\min}, N_{\max}]$ を取得することと、
- e) $N_{opt} = N_{\min}$ と仮定することと、
- f) N_{opt} および最小 TX 電力パラメータを出力として提供することを含む。

40

【0014】

好ましい一実施形態によれば、本発明の方法は、 $N_{opt} = N_{\min}$ を仮定した後、さらに、

送信電力の制約条件が満たされているかどうかをチェックし、満たされている場合は、 N_{opt} および最小 TX 電力パラメータを出力として提供し、満たされていない場合は、集合 $[N_{\min}, N_{\max}]$ 内で別の値が使用可能かどうかのチェックに移行し、使用

50

可能な場合は、次 (next__N) を選択し、N を next__N に設定して、Target__Rate__Rate__(N) を満たす N の値を選択して受け入れることにジャンプし、使用可能でない場合は、

$N_{opt} = 0$ と設定し、 N_{opt} および最小 TX 電力パラメータを出力として提供することを含む。

【0015】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするための入力データの第1および第2の集合の処理は、

(max__available N - ($N_{opt} - 1$) 個の) 可能なウィンドウ位置から最良のウィンドウ位置を選択することと、

選択したウィンドウ内で、採用された TX 電力最小化アルゴリズムを実行することとを含む。

10

【0016】

好ましい一実施形態によれば、本発明の方法は、PHY層でのQoS要件に関する入力データの第1の集合をMAC層からスーパーバイザ装置に送ることと、チャンネル電力転送関数 $H = \{ |H_i|^2 \}$ (添え字 i は i 番目の副搬送波を表す) を含む入力データの第2の集合をPHY層からスーパーバイザ装置に送ることと、無線通信システムの処理電力および送信電力を最小にするために入力データの第1および第2の集合を処理することと、N、変調、符号化パラメータ、および送信電力パラメータをPHY層に出力することとを含む。

20

【0017】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、PHY層でのQoS要件に関する入力データの第1の集合をMAC層からスーパーバイザ装置に送ることは、Max__Delay (最大許容遅延) を送ることを含む。

【0018】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、符号化パラメータおよび送信電力パラメータのPHY層への出力は、

N (IFFT / FFT 長) と、

C (符号レート・データ) と、

B (ブロック長データ) と、

n (復号化の反復回数のデータ) と、

$M = \{ M_i \}$ (様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な配置を指定する符号の集合に関するデータ (たとえば、 $M_i = 0$ は、 i 番目のサブ・チャンネルがOFFであることを意味し、別の値は、所定の使用可能な集合にある配置タイプを指定する)) と、

$P = \{ P_i \}$ (様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な送信電力の集合に関するデータ (たとえば、 $P_i = 0$ は、 i 番目のサブ・チャンネルがOFFであることを意味する)) とを含む。

30

【0019】

好ましい一実施形態によれば、本発明の方法は、実際のQoSデータをMAC層に出力することを含む。

40

【0020】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、実際のQoSデータをMAC層に出力することは、Actual__Rate (現在の送信について実際に決定されたレート) と、Actual__BER (現在の送信について実際に決定されたBER) とを出力することを含む。

【0021】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、MAC層は、Feedback__mode [0 / 1] (MACが「現在の」使用可能な最大レートに関するフィードバック情報を必要としているか、使用可能な最小BERに関するフィードバック情報を必要としているかを指定する1ビット情報) を指定してフィードバックを要求し、さらに、Service

50

e__mode [0 / 1] (M A C Q o S 要件が、 R a t e を保証されるサービスを指すか、 B E R を保証されるサービスを指すかを指定する 1 ビット情報) を指定する。

【 0 0 2 2 】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、実際の Q o S データを M A C 層に出力することは、さらに、 M A C 層からの F e e d b a c k _ m o d e 要求に応じて、最適化処理後に、 M a x _ a v a i l a b l e _ R a t e (B E R および許容遅延の要件が満たされている場合の現在のチャネル状態での使用可能な最大レート) または M i n _ a v a i l a b l e _ B E R (レートおよび許容遅延の要件が満たされている場合の現在のチャネル状態での使用可能な最小 B E R) を含む M A C _ r e t u r n の出力が行われることを含む。

10

【 0 0 2 3 】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、無線通信ネットワーク・システムの処理電力および送信電力を最小にするための入力データの第 1 および第 2 の集合の処理は、 T a r g e t _ R a t e および T a r g e t _ B E R の要件を最小電力で現在のチャネル状態に適合させるために必要な N、 M / C 対、および O N サブ・チャネルを求めることを含む。

【 0 0 2 4 】

本発明の方法の好ましい一実施形態によれば、チャネル状態が悪いために、使用可能な最大の送信電力を用いても所望の Q o S を達成できない場合、 (S e r v i c e _ m o d e に応じて) スーパーバイザ・アルゴリズムは、現在のチャネル状態、およびシステム仕様で許容される最大電力において、 T a r g e t _ B E R 要件に適合する M a x i m u m R a t e (最大レート)、または現在のチャネル状態、およびシステム仕様で許容される最大電力において、 T a r g e t _ R a t e 要件に適合する M i n i m u m B E R (最小 B E R) を得するために必要な M / C 対、 O N サブ・チャネルの数および位置を明らかにする。

20

【 0 0 2 5 】

上記目的を達成するために、 M A C 層および P H Y 層を含む O F D M 無線通信システムを提供する。前記 P H Y 層は、この無線通信システムの処理電力および送信電力を最小にするために P H Y 層の性能を制御するスーパーバイザ装置を含み、このスーパーバイザ装置は、任意の上記方法を実行するように構成される。

30

【 0 0 2 6 】

上記目的を達成するために、 M A C 層および P H Y 層を含む O F D M 無線通信ネットワーク・システムにスーパーバイザ装置を設ける。前記スーパーバイザ装置は、 P H Y 層に含まれ、無線通信システムの送信電力を最小にするために P H Y 層の性能を制御する。このスーパーバイザ装置は、任意の上記方法を実行するように構成される。

【 0 0 2 7 】

上記目的を達成するために、 M A C 層および P H Y 層を含む O F D M 無線通信システムにインターフェース装置を設ける。前記 P H Y 層は、無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にするために P H Y 層の性能を制御するスーパーバイザ装置を含み、前記インターフェースは、スーパーバイザ装置と M A C 層の間に配置され、前記インターフェース装置は、任意の上記方法を実行するように構成される。

40

【 0 0 2 8 】

上記目的を達成するために、 M A C 層および P H Y 層を含む O F D M 無線通信システムの処理電力を最小にするためのコンピュータ可読プログラムを収容するコンピュータ可読媒体を設ける。前記 P H Y 層は、無線通信システムの処理電力および送信電力を最小にするために P H Y 層の性能を制御するスーパーバイザ装置を含み、そのプログラムは、スーパーバイザに実装され、スーパーバイザ装置内で実行された場合に、任意の上記方法をスーパーバイザに実行させる。

【 0 0 2 9 】

本発明は、実行時にシステム自体を再構成することおよび適応させることができるよう

50

にするためにシステムの実装に導入された柔軟性を、現在のチャネル状態においてQoSを実現するために必要な処理電力および送信電力を最小化する目的で活用する。

【0030】

本発明は、現在のチャネル状態においてQoSを実現するために必要な送信電力および/または処理電力を最小化することを目的として、柔軟かつ双方向のOFDM無線通信ネットワーク・システムの送信電力を最小にする、高性能かつ柔軟でQoSを考慮に入れた方法と、実行時にシステム自体を再構成できるようにするために、処理の複雑さを減らして送信パラメータを最適化した、柔軟かつ双方向のOFDM無線通信ネットワーク・システムとを、有利な方法で提供する。特に、そのようなシステムの移動端末の固有の電力消費を低減できることは有利である。

10

【0031】

本発明を特徴付ける新規性を有する、これらおよび他の様々な利点や機能については、本明細書に添付され、本明細書の一部をなす特許請求項で詳細に示されている。しかしながら、本発明、その利点、およびその使用によって達成される目的についてよりよく理解するために、本明細書のさらなる部分をなす図面、ならびに付随説明を参照されたい。これらには、本発明の好ましい実施形態が例示および説明されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

図2は、既に説明した図1のシステムで使用するスーパーバイザ装置の実施形態の概略図である。図2のスーパーバイザ装置のより詳細な概略図である図3に示すように、スーパーバイザは、物理層において、実時間でのシステム最適化を実施するために必要なビルディング・ブロックである。システム最適化は、所与のコスト関数の実時間での最小化を目的とする、柔軟性に基づく状況(コンテキスト)依存型の処理である。少なくとも、システムに適応性があるか、かつ/またはシステムが再構成可能であれば、そのシステムは柔軟性を有するように定義されている。状況(コンテキスト)がQoS要件やチャネル状態の変化を指していても、コスト関数は、たとえば、電力(送信電力および/または処理電力)である場合がある。スーパーバイザの入力は、物理層およびMAC層からの一組のパラメータである。スーパーバイザの出力は、物理層およびMAC層への一組のパラメータと命令である。スーパーバイザの目的は、現在の入力を与えられたコスト関数を最小にするための最良の出力命令および出力パラメータ値を求めることである。

20

30

【0033】

スーパーバイザの入力はパラメータだけであるのに対し、出力はパラメータと命令の両方である。「命令」という言葉は、実行されるべき操作(たとえば、いくつかのサブブロックを、選択したアルゴリズムの要件を満たすように再構成する操作)の指示を意味する。

【0034】

スーパーバイザは、PHYレベルで最適化を実行する。これにより、真の実時間最適化が可能になる。スーパーバイザはさらに、MAC_ut情報を上位層に供給して、MACが独自に最適化処理を実行することを可能にする。

【0035】

スーパーバイザ・アルゴリズム：処理電力の最小化

40

低電力用途向けVLSI技術およびASIC技術の絶え間ない進歩は、バッテリー寿命に対する電力消費の影響を低減するのに役立つだけなので、解決策の一部しか提供することができない。効果的な結果を得るためには、何らかの相補的な対策が必要になる。そこで、本願発明者らは、この同じ問題をシステム・レベルの見地から取り組むことにした。

【0036】

説明が具体的になるように、OFDMベースのシステムを考え、レートが主たるQoS要件であること、および送信機が現在のチャネル状態を認識していることを仮定する。通常のOFDMシステムでは、そのような情報を、たとえば送信電力の最小化を目的として、ビットおよび電力の最適な配分方法を求めるためにのみ利用する。必要なレートが、仕様で許容される最大値であっても、それ以外の値であっても、格段に低い値であっても、

50

処理電力に関しては何も変わらない。低いレート（たとえば、 $f_{full_rate}/4$ ）については、より「アクティブ」でない副搬送波（たとえば、 $N_n/4$ ）を用いる（つまり、特定の数のゼロ（図4Bを参照）をOFDM変調器（IFFT）に送る）ことで対応する。送信電力を節約することは有益であるが、処理電力に対しては影響はない。処理ブロック（FFT）は、全潜在帯域幅が同じであるように、フル速度で動作し続ける。

【0037】

これに対し、スケラブルなOFDM変調器/復調器を使用することを考える。これは、様々な長さのFFTを様々な速度で実行できるように（IFFT処理ブロックを実装することを意味する（FFT=高速フーリエ変換、IFFT=逆高速フーリエ変換）。言い換えると、 N 点FFTをクロック周波数 f_{CLK} で計算することができれば、 $N/2^n$ 点FFTを $f_{CLK}/2^n$ （ $n=1, 2, \dots$ ）で実行することもできる。このことは、システムの見地からは、レートの制約条件で要求されていない場合には、システムが、より低速（たとえば、 $f_{CLK}/4$ ）で動作できるように、より小さな潜在帯域幅（たとえば、 $B/4$ ）を現在の送信に割り当てることができることを意味する（図4Aを参照）。このことは、必要な処理電力を大幅に低減できることを意味する（処理電力が主にクロック周波数に起因するからである）。一般に、装置に供給すべき総ビット・レートが最大ビット・レートの $1/K$ であれば、クロック周波数およびFFT/IFFTの点の数はその割合で少なくなる。このようにして、電力消費は $K^2 * \log_2 N / \log_2 (N/K)$ に減る。

10

【0038】

そのようなスケラブルなFFTの場合は、現在のチャンネル状態およびQoS制約条件（Target_RateおよびTarget_BER）で必要とされる処理電力を最小にする目的で送信を最適化するために、そのシステムとしての柔軟性を管理するという課題が存在する。

20

【0039】

本アルゴリズムは以下のように動作する。

1. 以下の入力を受け入れる。

a. Target_Rate（必要とされる情報レート）

b. Target_BER（必要とされるビット・エラー・レート（BER））

c. チャンネル状態 = $\{ |H_i|^2 \}$ （チャンネル電力転送関数の集合（添え字 i は i 番目の副搬送波（サブ・チャンネル）を示す））

30

【0040】

2. (1から $max_available_N$ までの)使用可能な各 N について、Target_RateとRate_(N)を比較する。Rate_(N) = $C * \log(M) * N$ である。これは、サブ・チャンネルの総数が N に等しい場合に得られる最大レートを定義する。もちろん、これは、対象システムについて使用可能な最大の符号レートおよび配置サイズを意味する。

【0041】

3. Target_Rate Rate_(N)を満たす N の値を選択して受け入れる。これにより、レート制約条件を満たさない N の値を破棄することが可能になる。

40

【0042】

4. これらの値を昇順に並べて $[N_{min}, N_{max}]$ を取得する。

【0043】

処理電力に関する限り、最適値は常に N_{min} であるが、処理電力だけでなく、送信電力も考慮しなければならない。サブ・チャンネルの総数が N_{min} の場合は、Target_Rateを得るために C および M の値を高くしなければならず、これに対応する、Target_BERを達成するために必要とされる送信電力は、最大許容値を超えるであろう。もちろん、これは、 N_{min} 個の副搬送波が伝送される現在のチャンネルの状況にも左右される。たとえば、現在のチャンネル状態に対して送信電力の制約条件を満たす(M, C)の組み合わせがないとする。これは、送信電力に対する新しいチェック手続きのために

50

、サブ・チャンネルの総数を増やす必要があることを意味する。この「試行錯誤 (t r y a n d c h e c k)」のプロセスは、最初の解が見つかるまで繰り返す必要がある。この「チェック」手続きでは、システムに割り当てられている全帯域幅に対する $N_{m i n}$ 個のサブ・チャンネルの位置も非常に重要であることに注意されたい。位置が異なることは、チャンネル係数の集合が異なることに対応するからである。送信される信号のスペクトラムが I F の後でシフトする可能性があるとは仮定すると ($m a x_a v a i l a b l e_N - (N_{o p t} - 1)$ 個のとりうる位置がある)、電力最小化手続きを改善するためには、この自由度も考慮に入れなければならない。

【 0 0 4 4 】

5 . $N_{o p t} = N_{m i n}$ と仮定する。

(a) ($m a x_a v a i l a b l e_N - (N_{o p t} - 1)$ 個の) 可能なウィンドウ位置から最良のウィンドウ位置を選択する。

これは、送信電力最小化手続きの前に行うのが効率的である場合がある。既知の最小化基準が存在すれば (たとえば、最小化が最悪のサブ・チャンネルに基づくとする)、最悪のサブ・チャンネルに対して値が最も高いウィンドウが最良のウィンドウだからである。

【 0 0 4 5 】

(b) 選択したウィンドウ内で、採用された T X 電力最小化アルゴリズムを実行する。

より明示的な説明になるように、ここでは、T X 電力最小化アルゴリズムが、ある可能なアルゴリズムの 1 つを意味するとする。そのアルゴリズムは、チャンネルの状態情報に基づき、最小の送信電力 (「スーパーバイザ・アルゴリズム : 送信電力の最小化」を参照) で所望の Q o S (ビット・レートおよび B E R) を保証する送信パラメータを選択することを目的とする。

【 0 0 4 6 】

(c) 送信電力の制約条件が満たされているかどうかをチェックする。満たされている場合はステップ 6 にジャンプし、満たされていない場合は 5 (d) に進む。

【 0 0 4 7 】

(d) 集合 [$N_{m i n} , N_{m a x}$] 内で別の値が使用可能かどうかをチェックする。使用可能であれば、次 ($n e x t_N$) を選択し、N を $n e x t_N$ に設定して、5 (a) にジャンプする。使用可能でなければ、 $N_{o p t} = 0$ と設定する。これは、N についての「最適な」解がないことを意味するフラグとして解釈される。

【 0 0 4 8 】

6 . 以下を出力する。

a . $N_{o p t}$

b . 最小の T X 電力パラメータ

このアルゴリズムは、スケラブルな I F F T / F F T を採用するすべての O F D M ベース・システムに適用できる。この電力節約機能から得られる最大の恩恵が、バッテリー寿命が常に問題となる移動 / ポータブル無線システムでは最も重要である。

【 0 0 4 9 】

スーパーバイザ・アルゴリズム : 送信電力の最小化

最小送信電力のスーパーバイザ・アルゴリズムは、スーパーバイザ装置において、実時間適応型のシステム最適化を実施する。これは、符号化 O F D M (直交周波数分割多重) ベース・システムにおける、周波数選択性チャンネルによる送信を最適化しようとするものである。このアルゴリズムは、現在のチャンネル状態に対して、最小送信電力で、M A C 層からの Q o S 要件に適合する送信パラメータの最適な組み合わせを決定する。この組み合わせは、アルゴリズムの要求する計算の複雑さが低いことに関し、従来の方法と比較して、「最適」であると見なされなければならない。

【 0 0 5 0 】

スーパーバイザは、P H Y レベルで最適化を実行する。これにより、真の実時間最適化が可能になる。スーパーバイザはさらに、M A C_{u t} 情報を上位層に供給して、M A C が独自に最適化処理を実行することを可能にする。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

処理装置インターフェースは、処理装置ブロック（たとえば、スーパーバイザ）、他のPHY層ブロック、およびMAC層の間のインターフェースである。このインターフェースは、入力パラメータとして与えられた現在のチャンネル状態およびMACからのQoSに対して、送信される電力を最小にするためのものである。処理装置インターフェースは、異なる2つの出力を提供する。1つは他のPHYブロックに向けたもので、もう1つはMAC層に向けたものである。他のPHYブロックに対する出力インターフェースは、任意の柔軟な送信システム（すなわち、ビットおよび/または電力負荷を有する/有しない、ブロック/畳み込み/ターボ符号化された単一/複数搬送波変調システム）を指定するのに十分な送信パラメータの適切な集合である。MAC層に対する出力インターフェースは、実際に達成された性能を示し、現在のチャンネル状態でのPHY層の最大限可能な性能に関するフィードバック状態を与える。そのような入力および出力を図2に示し、図3ではさらに詳細に示した。

10

【 0 0 5 2 】

MACから：

PHY層でのQoS要件：

Target_Rate（必要とされる情報レート）

Target_BER（必要とされるビット・エラー・レート（BER））

Max_Delay（最大許容遅延）

MACフィードバック要求タイプ：

Service_mode [0 / 1]（MAC QoS要件が、Rateを保証されるサービスを指すか、BERを保証されるサービスを指すかを指定する1ビット情報。現在のチャンネル状態が悪いために、使用可能な最大電力を用いても要件を満たすことができない場合、この電力を用いて、使用可能な最小BERでTarget_Rateを保証するか、使用可能な最大RateでTarget_BERを保証するかを、この情報で指定する）

20

Feedback_mode [0 / 1]（MACが、次のQoS要求を定義するために、「現在の」使用可能な最大レートに関するフィードバック情報を必要としているか、使用可能な最小BER（「出力（OUTPUTS）」を参照）に関するフィードバック情報を必要としているかを指定する1ビット情報。）

30

【 0 0 5 3 】

PHYから：

$H = \{ |H_i|^2 \}$ （チャンネル電力転送関数の集合（添え字*i*は、*i*番目の副搬送波（サブ・チャンネル）を指す。単一搬送波システムでは添え字は不要）

PHYへ出力：

C（符号レート）

B（ブロック長）

N（復号化の反復回数（たとえば、N = 0は、チャンネル符号化がターボ符号化方式ではないことを意味し、所定の使用可能な値の集合の中の他の値は、要求された復号化の反復回数を指定する）

40

M = { M_i }（様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な配置を指定する符号の集合（たとえば、M_i = 0は、*i*番目のサブ・チャンネルがOFFであることを意味し、別の値は、所定の使用可能な集合にある配置タイプを指定する）

P = { P_i }（様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な送信電力の集合（たとえば、P_i = 0は、*i*番目のサブ・チャンネルがOFFであることを意味する）

【 0 0 5 4 】

MACへ出力：

Actual_Rate（現在の送信について実際に決定されたレート。これは、Target_Rate以上であることが期待されるが、現在のチャンネル状態が悪いために、使用可能な最大電力を用いても要件を満たすことができない場合は、Target_Ra

50

t eより小さくてもよい。その場合、サービスが、B E Rが保証されているサービスであれば、この値は、使用可能な最大R a t eに等しくなる)

A c t u a l _ _ B E R (現在の送信について実際に決定されたB E R。これは、T a r g e t _ _ B E R以下であることが期待されるが、現在のチャネル状態が悪いために、使用可能な最大電力を用いても要件を満たすことができない場合は、T a r g e t _ _ B E Rより大きくてもよい。その場合、サービスが、R a t eが保証されているサービスであれば、この値は、使用可能な最小B E Rに等しくなる)

M A C _ _ r e t u r n (M A CからのF e e d b a c k _ _ m o d e要求に応じて、最適化処理後にM a x _ _ a v a i l a b l e _ _ R a t eまたはM i n _ _ a v a i l a b l e _ _ B E Rが出力される)

M a x _ _ a v a i l a b l e _ _ R a t e (B E Rおよび許容遅延の要件が満たされている場合の現在のチャネル状態での使用可能な最大レート。このレートは、全電力が、システム仕様で定義されている最大電力に等しい場合に得られる)

M i n _ _ a v a i l a b l e _ _ B E R (レートおよび許容遅延の要件が満たされている場合の現在のチャネル状態での使用可能な最小B E R。このB E Rは、全電力が、システム仕様で定義されている最大電力に等しい場合に得られる)

【0055】

この、高性能かつ柔軟でQ o Sを考慮に入れた低電力デジタル送受信装置の枠組みにおいては、O F D M屋内無線システムの送信パラメータを高速で、まとめて最適化するための、複雑さを減らしたアルゴリズムは、副搬送波を切り替える概念に基づき、任意の適応型かつ再構成可能なシステムの基本的な処理および制御装置であるスーパーバイザ装置で処理され、所定のシステム最適化を実時間で実行しようとするものである。提案されたアルゴリズムは、周波数選択性環境で動作するO F D Mベース・システムの変調パラメータおよびチャネル符号化パラメータを動的に決定する。このアルゴリズムは、チャネル状態情報に基づき、所望のQ o S (ビット・レートおよびB E R)を最小送信電力で保証する送信パラメータを選択する。

【0056】

スーパーバイザ・アルゴリズムのコアは、周波数選択性チャネルを通るO F D Mベース送信の最適な配置サイズ、チャネル符号レート、アクティブな副搬送波(サブ・チャネル)の数と位置、および送信電力を計算することである。ここでの「最適」とは、スーパーバイザ・アルゴリズムで選択されたパラメータが、現在のチャネル状態に対して、M A C副層で要求されるビット・レートおよびB E Rを「最小」送信電力で保証することを意味する。この電力は、アルゴリズムの複雑さが低い割に得られる「最小限」の電力であると見なさなければならない。このスーパーバイザ・アルゴリズムはサブ・チャネル切り替えを利用している(つまり、要求どおりのレートを得ることが絶対に必要というわけではない場合に、大きく減衰したサブ・チャネルを使用しない)。これが、O Nサブ・チャネルの現在の数と位置も出力情報の一部であることの理由である。

【0057】

計算した「最小限」の電力がシステムの使用可能な最大電力より大きい場合、この最大電力の値が現在の「最小限」の電力であると仮定され、アルゴリズムは、サービスのタイプに応じて、可能な2つの次善の解のいずれかをさらに提供できる。この場合、スーパーバイザ・アルゴリズムは、要求されたB E Rに対して使用可能な最大ビット・レートを、対応するパラメータの集合とともに提供するか、要求されたビット・レートに対して最小B E Rの値を、対応するパラメータとともに提供する。前者の解は、B E Rの影響を受けやすいサービス(ファイル転送)を想定したものであり、後者の解は、R a t eの影響を受けやすいサービス(実時間の音声/ビデオ)に適している。

【0058】

以下のように仮定する。

1. O F D Mベースの送信は、N個の、並列であり独立している単一搬送波送信と等価であると見なすことができる。

10

20

30

40

50

2. すべてのサブバンドを、複雑な係数 H で定義されたフラットなチャンネル応答を有する AWGN チャンネルとしてモデル化できる。
3. 受信機側でのすべてのサブ・チャンネルの平均パス損失およびチャンネル電力利得 $a = |H|^2$ が、送信機側で認識されている。
4. すべての ON サブ・チャンネルで、単一搬送波配置だけでなく送信電力も同じである。
5. 符号化方式において、符号レートだけが調整可能なパラメータである。
6. 使用可能な配置および符号レートごとの、AWGN チャンネルの符号化利得が既知である。

【0059】

スーパーバイザ・アルゴリズムは、入力データを、MAC 副層（所望の BER およびビット・レート）および物理層（チャンネル状態情報、すなわち、チャンネル電力利得（サブ・チャンネルごとに1つずつ））を受け取る。さらにスーパーバイザ・アルゴリズムは、内部 LUT（ルックアップ・テーブル）の静的データ（AWGN チャンネルのすべての配置 / 符号レート（M/C）対の符号化利得など）にアクセスできる。Feedback__mode 入力は、単に、MAC が最適化処理後に受け取りたい情報（MAC__return）が、現在の使用可能な最大レートに関するものか、使用可能な最小 BER に関するものかを指定する。一方、Service__mode フラグ信号は、サービスのタイプを SV に知らせる。1 は、BER が保証されるサービスを指し、0 は、ビット・レートが保証されるサービスを指す。処理の出力は、MAC 副層から要求された BER およびビット・レートを達成するために必要とされる、「最適な」M/C 対、必要なサブ・チャンネルの数と位置、および送信電力である。この送信電力は、最適化アルゴリズムの複雑さが低い状態で、目標 QoS を達成するために必要な「最小限」の送信電力である。スーパーバイザ・アルゴリズムは、また、達成した実際のビット・レートおよび BER を MAC 副層に返す。これらは必ず、要求したもの以上でなければならない。チャンネル状態が悪いために所望の QoS を達成できない場合、スーパーバイザ・アルゴリズムは、BER が保証されるサービスまたはビット・レートが保証されるサービス（サービス・タイプは Service__mode で指定される）に対し、それぞれ使用可能な最大レートまたは使用可能な最小 BER をねらいとして、現在の送信の全パラメータを設定する。それぞれの場合において、アルゴリズムはさらに、現在のチャンネル状態で得られる最大性能（使用可能な最大レートまたは使用可能な最小 BER）に関するフィードバック情報を MAC に提供する。MAC は、どの値が必要かを、Feedback__mode フラグで指定する。フィードバック情報は、MAC が次の QoS 要求を決定するのに役立つ。

【0060】

詳細なアルゴリズムの説明

前述のように、スーパーバイザ・アルゴリズムは、以下のようにして、「最小」電力解を求める課題を解決できる。

【0061】

(I) 現在のチャンネル状態において、Target__Rate および Target__BER 要件に最小電力で適合するために必要な M/C 対、ON サブ・チャンネルの数および位置を求める。

【0062】

チャンネル状態が悪いために、使用可能な最大電力を用いても所望の QoS を達成できない場合、スーパーバイザ・アルゴリズムは、BER が保証されるサービスまたはビット・レートが保証されるサービス（サービス・タイプは Service__mode で指定される）に対し、それぞれ使用可能な最大レートまたは使用可能な最小 BER をねらいとして、現在の送信の全パラメータを設定する。したがって、スーパーバイザ・アルゴリズムは、以下の課題を解決することもできる。

【0063】

(Ia) 現在のチャンネル状態およびシステム仕様で許容される最大電力において、T a

10

20

30

40

50

target_BER要件を満たす最大レートを得るために必要なM/C対、ONサブ・チャンネルの数および位置を求める。

【0064】

(Ib)現在のチャンネル状態およびシステム仕様で許容される最大電力において、target_Rate要件を満たす最小BERを得るために必要なM/C対、ONサブ・チャンネルの数および位置を求める。

【0065】

ターゲットRateおよびターゲットBERに対する最小送信電力

MAC層からの入力データは、target_BERおよびtarget_Rate Rである。target_BERを満たすために必要な最小電力を求める場合にも、サブ・チャンネルのプリセットされた数字(たとえば、8%)をオフにすることによって、まったく同じアルゴリズムを用いることができることに注目されたい。異なるのは、ステップ1でNの代わりに(1 -)Nを用いること(はOFFサブ・チャンネルの小数部)と、ステップ3a(N^(k,i) = (1 -)N)をスキップすることだけである。

【0066】

1.すべてのサブ・チャンネルをオンにした状態で、変調kおよび符号レートiで識別されるすべてのM/C対によって達成可能な最大ビット・レートを次式で計算する。

【数2】

$$R_{\max}^{(k,i)} = N \cdot R_n^{(k,i)}, \quad R_n^{(k,i)} = nbit_k C_i \quad (1)$$

ただし、Nはサブ・チャンネルの総数であり、R_n^(k,i)は、変調kおよび符号レートiにより、n番目のサブ・チャンネルで搬送される、事前に符号化されたビット・レートであり、C_iは符号レートであり、nbit_kは、変調シンボル当たりのビット数である。この計算は、初期化時にオフラインで実施できることに注意されたい。

【0067】

2.達成可能な最大ビット・レートが要求に満たない(

【数3】

$$R_{\max}^{(k,i)} < R.$$

である)M/C対を除去する。

【0068】

3.有効なM/Cのすべての対について、

a.ビット・レートBを達成するために必要なサブ・チャンネルの最小数を次式で計算する。

【数4】

$$N^{(k,i)} = \left\lceil \frac{R}{R_n^{(k,i)}} \right\rceil \quad (2)$$

ただし、

【数5】

⌈.⌉

は、次の整数に丸めることを意味する。実際の実装では、サブ・チャンネルの数は、OFDMシンボルごとに整数個の情報ビットを配置するように計算されることに注意されたい。ただし、式(2)を丸める方法は、アルゴリズムのこの後のステップにはまったく影響しない。

【0069】

2. AWGNの場合に所望のBERを得るために必要なSNRを、シミュレーション・ベースの曲線から抽出する(*)。SNR_{sub-channel}^(k,i)を、変調kおよびチャンネル符号化iを用い、AWGNチャンネルを仮定した場合の、単一サブ・チャネ

10

20

30

40

50

ルがBERで動作するために必要なSNRとすると、次式が成り立つ。

【数6】

$$SNR_{SC}^{(k,i)} = SNR_{SC}^k - G_c^i \quad (3)$$

ただし、 $SNR_{sub-channel}^k$ は、変調kに必要な、復号化されたSNRであり、 G_c^i は符号化利得i (dB)である。したがって、 $N^{(k,i)}$ 個のサブ・チャネルを用いると、受信電力は次式で与えられる。

【数7】

$$P_{r,AWGN}^{(k,i)} = P_n \cdot snr_{SC}^{(k,i)} N^{(k,i)}, \quad (not\ dB!) \quad (4)$$

P_n は、n番目のサブ・チャネル・バンドの白色雑音電力であり、 $snr_{sub-channel}^{(k,i)}$ は、変調kおよび符号iにおける信号対雑音比である。

【0070】

(*)これは、単一搬送波の符号化変調におけるBERとSNRの関係を求める最良の方法である。複雑な解析的關係が得られる場合でも、それを算出する必要はない。実際のチャネルはAWGNとして想定されていないことに注目されたい。このステップは、まだアルゴリズムの開始点であり、実際のチャネルについてはステップ3cで考慮する。

【0071】

c.

【数8】

$$\text{Let } \vec{A} = \{a_1, a_2, \dots, a_N\}$$

を、N個のサブ・チャネルすべてのチャネル電力利得のベクトルとする。一般性を失わずに、ベクトルAが降順に並んでいると仮定し、先頭の $N^{(k,i)}$ の要素が次式で与えられるとする。

【数9】

$$\vec{A}^{(k,i)} = \{a_1, a_2, \dots, a_{N^{(k,i)}}\} \quad (5)$$

【0072】

したがって、 $a_{N^{(k,i)}}$ は、必要な $N^{(k,i)}$ 個のサブ・チャネルのうちの低いほうの利得である。このサブ・チャネルのSNRが(変調kおよび符号レートiにおける)所望の $SNR^{(k,i)}$ 以上であれば、明らかに $N^{(k,i)}$ 個のサブ・チャネルすべてに対してまったく同じ状態が保たれる。受信機側での信号電力は、最悪のサブ・チャネルに対して上記の状態が当てはまるようであればならない。すなわち、ステップ3で計算される受信信号電力は、次式のように係数 $1/a_{N^{(k,i)}}$ で縮小されなければならない。

【数10】

$$P_r^{(k,i)} = (1/a_{N^{(k,i)}}) \cdot P_{r,AWGN}^{(k,i)} \quad (6)$$

d) $N^{(k,i)}$ 個のサブ・チャネルすべての受信電力の合計を次式で計算する。

【数11】

$$P_{r,tot}^{(k,i)} = P_r^{(k,i)} \cdot N^{(k,i)} \quad (7)$$

【0073】

4. 「最適な」M/C対((M,C)_{min_pow})は、次式のように $P_r^{(k,i)}$ を最小にする(**)。

【数12】

$$P_{r,min_pow} = \min_{(k,i)} \{P_{r,tot}^{(k,i)}\} \quad (8)$$

最小受信電力(8)が受信機の感度しきい値 T_r を下回る場合は、最適な対に対して、

10

20

30

40

50

電力の追加分

【数 1 3】

$$\Delta P = T_r - P_{r,\min_pow} \quad (9)$$

を考慮する。すなわち、受信電力は、次式のように、感度しきい値に等しく設定される。

【数 1 4】

$$P_{r,\min_pow} = T_r \quad (10)$$

【0 0 7 4】

(*) これは、所望の最小電力の上限に過ぎないが、本願発明者らの知る限りでは、符号化された OFDM シンボル全体の実際の BER を、種々のサブ・チャネルの様々な BER から導出する方法はない。そのような関係式が存在したとしても、おそらく複雑すぎて実装は不可能であろう。どのような場合でも、上記の上限に基づくシステム設計が、複雑さと性能のほどよいトレードオフであると見なすことができよう。

【0 0 7 5】

5. (M, C)_{min_pow} 対は、実際のレート $R_{\min_pow} = N_{\min_pow} \cdot \text{nb_it}_k \cdot C^i$ および MAC 副層から要求された BER を、 N_{\min_pow} 個のサブ・チャネルを用いて、次式で与えられる、可能な最小送信電力で達成できる。

【数 1 5】

$$P_{t,\min_pow} = P_{r,\min_pow} + A \quad (dB) \quad (11)$$

ただし、A は平均パス損失 (dB) である。 P_{t,\min_pow} がシステムの最大送信電力 $P_{t,\max}$ を上回る場合、スーパーバイザ・アルゴリズムは、Service_mode の指定に応じて、所与の BER で使用可能な最大ビット・レート、または所与のビット・レートでの最小 BER を $P_{t,\max}$ で与える M/C 対を返す。どのような場合でも、スーパーバイザ・アルゴリズムは、MAC_return 値 (使用可能な最大レートである R_{\max} か、使用可能な最小 BER である BER_{\min}) と、現在の送信のすべての最適出力 (Actual_Rate、Actual_BER、(M, C)_{opt}、 N_{opt} 、および P_{opt}) とを MAC 副層に供給する。

【0 0 7 6】

ターゲット BER および所与の電力に対する使用可能な最大レート

この場合、開始情報は、最大送信電力と Target_BER である。この機能は、Service_mode が 1 に設定されている場合 ($P_{t,\min_pow} > P_{t,\max}$ である場合)、または Feedback_mode が 1 に設定されている場合に呼び出される。

【0 0 7 7】

1. 最大受信電力を次式で計算する。

【数 1 6】

$$P_{r,\max} = P_{t,\max} - A \quad (dB) \quad (12)$$

ただし、A は平均パス損失である。

【0 0 7 8】

2.

【数 1 7】

$$\vec{A} = [a_1, a_2, \dots, a_N]$$

を、N 個のサブ・チャネルすべて (降順) のチャネル電力利得のベクトルとし、

【数 1 8】

$$\vec{P} = [p_j] = [P_{r,\max}/1, P_{r,\max}/2, \dots, P_{r,\max}/j, \dots, P_{r,\max}/N]$$

10

20

30

40

50

を、j 個のサブ・チャンネルがオンになっていると仮定した場合の、サブ・チャンネルごとの受信電力のベクトルであるとする。この場合は、対象のサブ・チャンネルのすべての番号 j について、最も微弱なサブ・チャンネルの最小 SNR を計算し、結果を次式のベクトルに保存するのが単純明快である。

【数 19】

$$\overline{SNR} = \frac{1}{P_n} [a_1 p_1, a_2 p_2, \dots, a_N p_N] \quad (13)$$

単純に、j 番目の要素

【数 20】

$$\frac{a_j P_{r,Max}}{j P_n}$$

10

が、対象の j 個のサブ・チャンネルの中の最悪のサブ・チャンネルの SNR であることに注意されたい。また、SNR ベクトルが降順に並んでいる点にも注意されたい。

【0079】

3. すべての M/C 対について、

a. MAC 副層から要求された BER を与えるしきい値を超える SNR を有するサブ・チャンネルの数を次式で計算する。

【数 21】

$$N^{(k,i)} = \min_j \{ \overline{SNR}_j \geq SNR^{(k,i)} \} \quad (14)$$

20

ただし、関数

【数 22】

$$\min_j \{ cond \}$$

は、状態 cond が有する最小の添え字 j を返す。

【0080】

4. $N^{(k,i)}$ 個のサブ・チャンネルを用いて達成可能なビット・レートを次式で計算する。 30

【数 23】

$$R_{MAX}^{(k,i)} = N^{(k,i)} R_n^{(k,i)} \quad (15)$$

5. 最大ビット・レート (次式) を与える M/C ((M, C) _{max} と称する) を求める。

【数 24】

$$R_{MAX} = \max_{(k,i)} \{ R_{MAX}^{(k,i)} \} \quad (16)$$

N_{max} は、(M, C) _{max} に対する $N^{(k,i)}$ 個のサブ・チャンネルである。 40

【0081】

ターゲット Rate および所与の電力に対する使用可能な最小 BER

開始情報は、最大送信電力と Target_Rate である。この機能は、Service_mode が 0 の場合 ($P_{t, min_pow} > P_{t, MAX}$ の場合)、または Feedback_mode が 0 の場合に呼び出される。

【0082】

1. 最大受信電力を次式で計算する。

【数 25】

$$P_{r, max} = P_{t, max} - A \text{ (dB)} \quad (17)$$

50

ただし、Aは平均パス損失である。

【0083】

2.すべてのM/Cについて、

a.ビット・レートRを達成するために使用するサブ・チャンネルの数を次式で計算する。

【数26】

$$N^{(k,i)} = \frac{R}{R_n^{(k,i)}} \quad (18)$$

b.最悪のサブ・チャンネルのSNR(信号対雑音比)は次式で与えられる。

10

【数27】

$$SNR_{MIN}^{(k,i)} = a_{N^{(k,i)}} \frac{P_{r,MAX}}{P_n N^{(k,i)}} \quad (19)$$

c.最悪のサブ・チャンネルに対応するBERは、変調kおよび符号レートiのBER-SNR曲線から計算できる。

【0084】

3.最小値(次式)を与えるM/C((M,C)_{min}と称する)を求める。

【数28】

$$BER_{MIN} = \min_{(k,i)} \{BER^{(k,i)}\} \quad (20)$$

20

N_{min} は、(M,C)_{min}に対する $N^{(k,i)}$ 個のサブ・チャンネルである。

【0085】

いくつかのシミュレーションを、WIND-FLEXシナリオで実施した。WIND-FLEXシステムの構成は、ターボ・チャンネル符号化およびOFDM変調方式に基づいており、実時間システム最適化のためのスーパーバイザ装置が設けられている。

【0086】

図10A、10B、および10Cは、スーパーバイザ・アルゴリズムを用いる方法を適用して得られた性能結果を、スーパーバイザ・アルゴリズムを実装しない場合の性能と比較したものである。図10A、10B、および10Cは、NLOSチャンネルの平均RX電力と、使用可能な副搬送波変調方式(BPSK(2相位相変調)、QPSK(4相位相変調)、16-QAM、および64-QAM)との関係を示している。図10Aでは、送信レートは72Mbit/sで、@BERは1e-5であり、図10Bでは、送信レートは72Mbit/sで、@BERは1e-6であり、図10Cでは、送信レートは108Mbit/sで、@BERは1e-5である。使用可能な副搬送波変調方式は、適応的に選択される。有効な副搬送波の総数は100であるが、可変数の副搬送波を適応的にオフに切り替えることもできる(サブ・チャンネル切り替え)。

30

【0087】

符号化方式は、並列畳み込みターボ符号(parallel convolutional turbo code)である。使用可能な符号レートは1/2、2/3、および3/4であり、ブロック長は、適応的であって、符号レート、配置サイズ、およびON副搬送波の数の三つ組みに依存する。

40

【0088】

WIND-FLEX Consortiumから提供された17GHzチャンネルのモデルを採用した。このチャンネルは、周波数選択性動作を示し、50MHz幅のスペクトル応答に深い減衰がほとんどない。

【0089】

最悪ケースのシナリオ、すなわち、NLOSチャンネルで、送信機からの距離が最大(5m)である場合について検討した。各シミュレーションで10000チャンネルの具現化

50

行った。すなわち、スーパーバイザ・アルゴリズムを10000回実行した。そして、すべてのチャンネル具現化に対して、所望のQoSを最小送信電力で与える「最適」なM/C対を求めた。異なるチャンネル具現化に対して、最適な対（および必要な電力）が常に同じであるとは限らないことに注意されたい。下側の水平線は、最小電力ラインであり、グラフでは、必要な最小平均受信電力を定めている。このラインは、各チャンネル具現化の最適M/C対の受信電力を選択し、チャンネル具現化の総数で平均をとることによって得られる。グラフはさらに、各M/C対で必要とされる平均電力も示している。欠落している対があるのは、それらが、システム仕様で許容される最大レベル（10 dBm EIRP送信電力）を上回る電力レベルを必要とするためである。

【0090】

スーパーバイザ・アルゴリズムを適用しない場合、最適なM/C対は、すべてのチャンネル具現化について常に同じであり（たとえば、図10Aの16QAMと3/4レート畳み込みターボ符号化）、したがって、最小電力ラインのレベルは、この変調/符号化方式に必要な平均電力で定まることに注意されたい。一方、スーパーバイザ・アルゴリズムを適用した場合、最適な対は変わる可能性があり、したがって、最小電力ラインは、一般的には、単一の対に必要な電力レベルに対応しない（図10Bおよび図10C）。特に、高いビット・レートと低いBERがMAC層から要求されている場合は、スーパーバイザ・アルゴリズムを用いることによって電力を大幅に節約できることにも注意されたい。

【0091】

QoSを考慮に入れた、任意の適応型のOFDM受信機で実行できる、シンプルで効果的なアルゴリズムを開発し、提案した。このアルゴリズムは、副搬送波切り替え手法に基づき、現在のチャンネル状態において、Target_RateおよびTarget_BERの要件を「最小」電力で満たすために必要な、変調/符号化方式とON副搬送波の数および位置を求める課題を解決する。提案した解決法は、「注水(water filling)」解決法で与えられる理論的な最適解と比較して、複雑さと性能のほどよいトレードオフと見なすことができる。さらに、この、複雑さを減らしたアルゴリズムは、実時間用途にも向いている。本明細書で説明したように、スーパーバイザ・アルゴリズムは、必要な最小電力の上限だけを与える。種々のサブ・チャンネルの様々なBERから、符号化されたOFDMシンボルの全体の実際のBERを導出する方法については、WIND-FLEXプロジェクトの枠組みで研究中である。

【0092】

好ましい実施形態の概要を示すために、MAC層とPHY層を含み、前記MAC層が、PHY層の性能を実時間制御するスーパーバイザ装置を含む、柔軟かつ双方向のOFDM無線通信システムにおいて、処理電力および送信電力を最小にする方法を開示した。この方法は、Target_Rate（所望の情報レート）、Target_BER（所望のビット・エラー・レート(Bit Error Rate)）、およびMax_Delay（最大許容遅延）を含む、PHY層でのQoS要件に関する入力データの第1の集合をMAC層からスーパーバイザ装置に送ることと、チャンネル電力転送関数 $H = \{ |H_i|^2 \}$ （添え字*i*は*i*番目の副搬送波を表す）を含む入力データの第2の集合をPHY層からスーパーバイザ装置に送ることと、無線通信ネットワーク・システムの処理電力と送信電力を最小にするために入力データの第1および第2の集合を処理することと、*N*、変調および符号化パラメータ、および送信電力パラメータをPHY層に出力することとを含む。PHY層に出力する符号化パラメータおよび送信電力パラメータは、*C*（符号レート・データ）と、*B*（ブロック長データ）と、*n*（復号化の反復回数のデータ）と、 $M = \{ M_i \}$ （様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な配置を指定する符号の集合に関するデータ（たとえば、 $M_i = 0$ は、*i*番目のサブ・チャンネルがOFFであることを意味し、別の値は、所定の使用可能な集合にある配置タイプを指定する））と、 $P = \{ P_i \}$ （様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な送信電力の集合に関するデータ（たとえば、 $P_i = 0$ は、*i*番目のサブ・チャンネルがOFFであることを意味する））とを含む。

【0093】

10

20

30

40

50

説明した、最小送信電力スーパーバイザ・アルゴリズムは、スーパーバイザ装置において、適応型のシステム最適化を実施するものである。これは、リンク適応アルゴリズムである。ここまで、本明細書で包含される本発明の新しい特徴や利点について説明してきた。ただし、この開示は、多くの点で、例示に過ぎないことを理解されたい。本発明の範囲を超えることなく、（特に形状、サイズ、部品配置などの点で）細部を変更することが可能である。当然ながら、本発明の範囲は、添付した特許請求項を表現している言葉で定義される。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】無線通信システム・ネットワークのブロック図である。

10

【図2】図1のシステムで使用するスーパーバイザ装置の実施形態の概略図である。

【図3】図2のスーパーバイザ装置のより詳細な概略図である。

【図4A】フル・レートのOFDMシステム、レートを下げたOFDMシステム、スケールダウンした(I)FFT処理のグラフである。

【図4B】フル・レートのOFDMシステム、レートを下げたOFDMシステム、スケールダウンした(I)FFT処理のグラフである。

【図4C】フル・レートのOFDMシステム、レートを下げたOFDMシステム、スケールダウンした(I)FFT処理のグラフである。

【図5A】送信電力パラメータを最小にする方法の一実施形態のアルゴリズムのフロー・チャートである。

20

【図5B】送信電力パラメータを最小にする方法の一実施形態のアルゴリズムのフロー・チャートである。

【図6】処理電力を最小にする方法の一実施形態のアルゴリズムのフロー・チャートであり、送信電力を最小化する処理については、図5Aおよび図5Bのアルゴリズムにゆだねている。

【図7】送信電力パラメータを最小にして（図5Aおよび図5Bを参照）使用可能な最小BERを得る方法の実施形態に必要な手続きのフロー・チャートである。

【図8】送信電力パラメータを最小にして使用可能な最大レートを得る方法の実施形態に必要な手続きのフロー・チャートである。

【図9】送信電力パラメータを最小にしてチャンネル利得を順序付ける方法の実施形態に必要な手続きのフロー・チャートである。

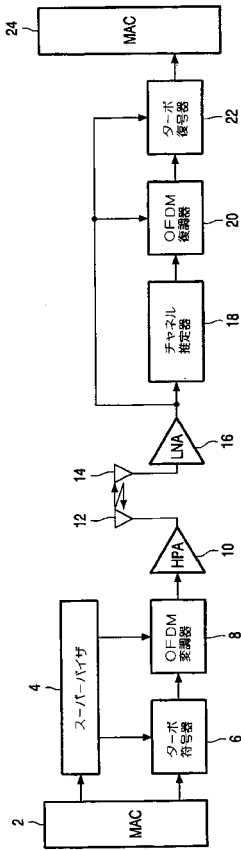
30

【図10A】本アルゴリズムを用いた方法を適用して得られた性能結果を示す図である。

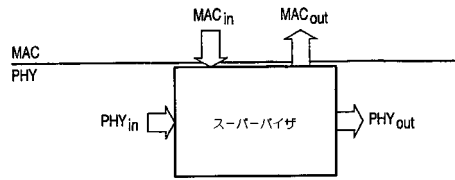
【図10B】本アルゴリズムを用いた方法を適用して得られた性能結果を示す図である。

【図10C】本アルゴリズムを用いた方法を適用して得られた性能結果を示す図である。

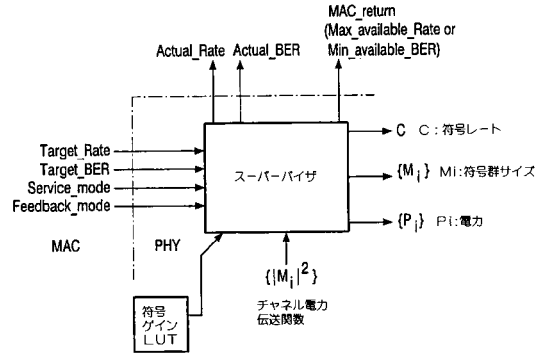
【図1】



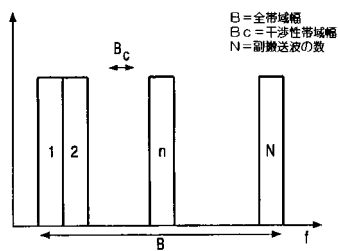
【図2】



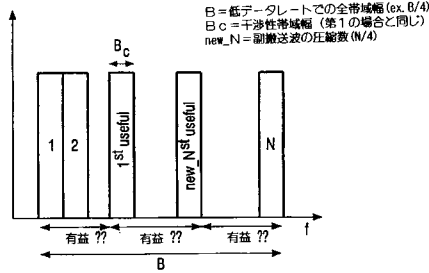
【図3】



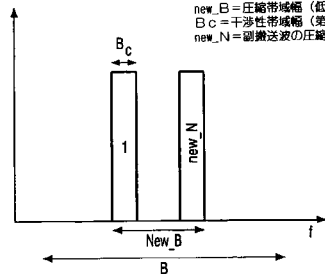
【図4A】



【図4B】



【図4C】



【図5A】

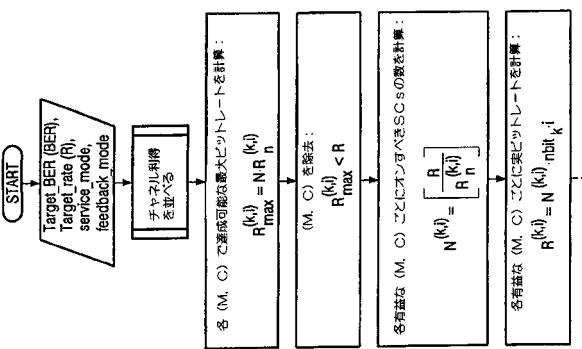
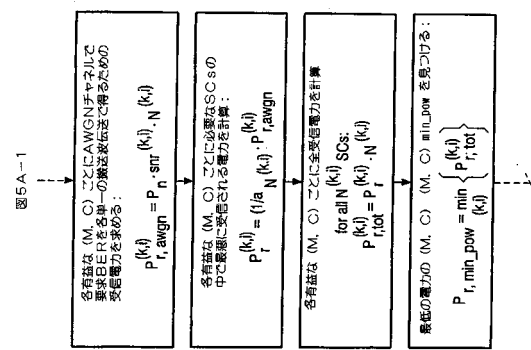
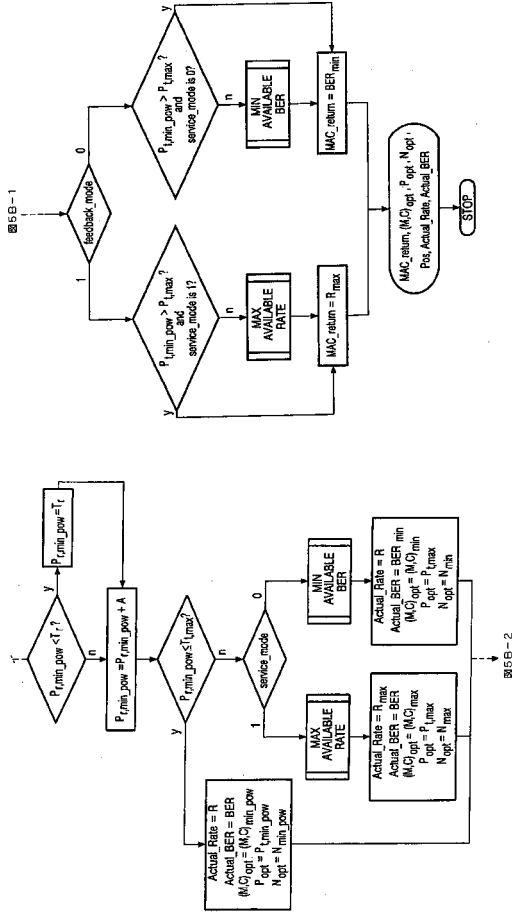
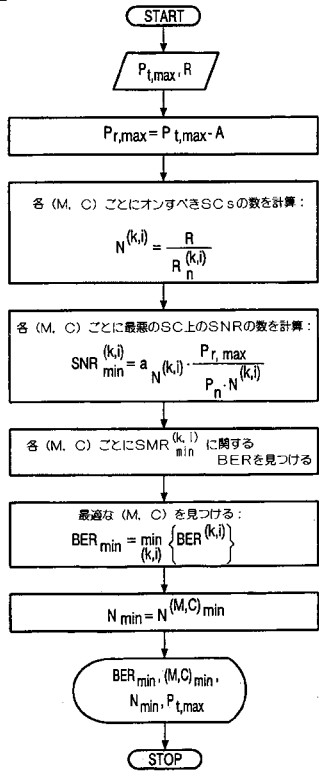


図5A-2

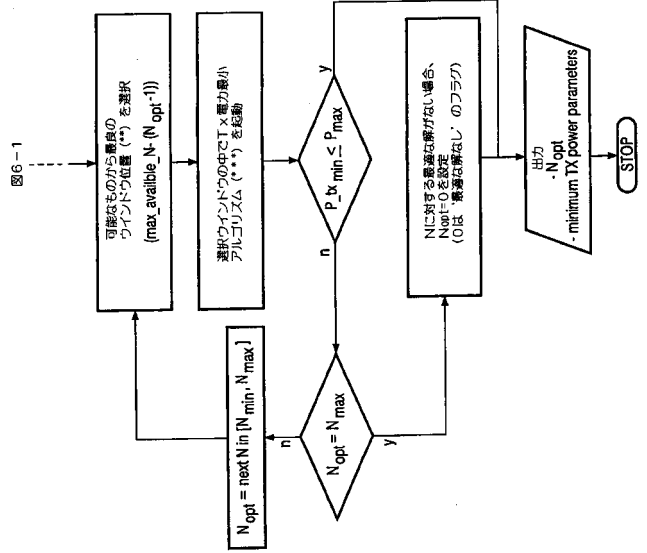
【 図 5 B 】



【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】

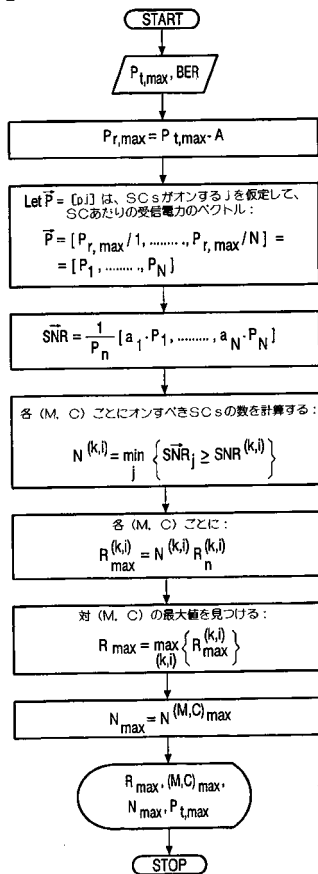
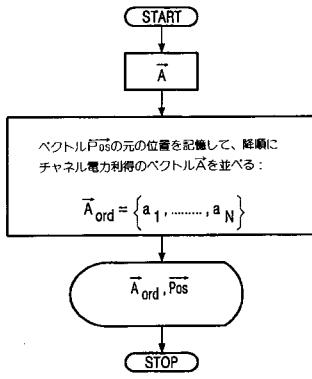


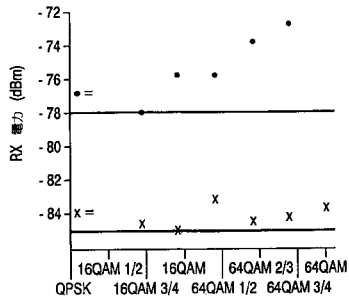
図6-1

図6-2

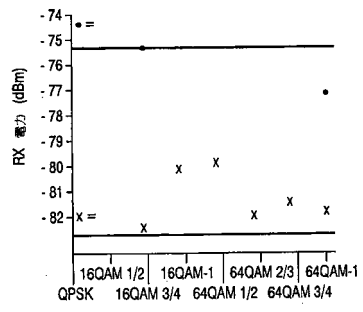
【 図 9 】



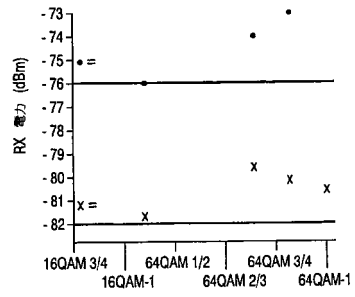
【 図 10 A 】



【 図 10 B 】



【 図 10 C 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Classification No PCT/IB 03/03992
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04B7/005 H04L27/26 H04L1/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04B H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	"WIND-FLEX: A flexible radio interface architecture for short-range high-speed wireless networking" WIND-FLEX WHITE PAPER V32.DOC, 'Online! 20 May 2002 (2002-05-20), pages 1-12, XP002266998 Retrieved from the Internet: <URL:http://www.vtt.fi/ele/research/els/projects/windflex.htm> 'retrieved on 2004-01-14! page 5, Baseband architecture page 6 --- -/--	1,8, 10-12, 15-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 January 2004		Date of mailing of the international search report 30/01/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Moreno, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/IB us/03992

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>ROHLING H ET AL: "Adaptive coding and modulation in an OFDM-TDMA communication system" VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, 18 - 21 May 1998, pages 773-776, XP010288041 IEEE, NEW YORK, USA ISBN: 0-7803-4320-4 page 774, column 2, last paragraph page 774, column 1, last paragraph ---</p>	1,17-20
T	<p>MORENA MINTO ET AL.: "Minimum transmission power algorithm for OFDM-based flexible systems" MESA PROJECT WORKSHOP, 'Online! 12 - 13 September 2002, pages 1-4, XP002266999 Retrieved from the Internet: <URL:http://www.projectmesa.org/ftp/TSG_SY S/Workshops/01_Broadband_Access_Sept2002/A ccompanying_papers/Cefriel-Philips> 'retrieved on 2004-01-14! the whole document ---</p>	1-20
A	<p>US 6 385 462 B1 (CLASSON BRIAN KEITH ET AL) 7 May 2002 (2002-05-07) column 5, line 21 - line 31 column 7, line 5 - line 33 column 10, line 27 - line 30 ---</p>	1-4
A	<p>EP 0 869 647 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 7 October 1998 (1998-10-07) page 2, line 26 - line 45 page 3, line 24 - line 44 page 6, line 36 - line 42 ---</p>	1-8
A	<p>US 6 262 994 B1 (GREUBEL GERHARD ET AL) 17 July 2001 (2001-07-17) column 1, line 19 - line 20 column 1, line 32 - line 41 ---</p>	1-4,13, 14
A	<p>US 2002/044610 A1 (JONES DAVID) 18 April 2002 (2002-04-18) page 8, column 2, last paragraph -page 9, column 1, paragraph 2 -----</p>	1-4

International Application No. PCT/IB 03 03992

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box I.2

The last step of claim 5: "f) providing N_{opt} and minimum TX power parameters as output " attempts to define the subject-matter in terms of the result to be achieved, rendering the claim unclear (Art. 6 PCT). In this instance, however, it appears possible to define the subject-matter in more concrete terms, viz. in terms of how these parameters are provided. Consequently, claim 5 has been searched considering that the minimum transmission power parameters are provided by the method claimed in claim 2. This interpretation of claim 5 is supported in the description (page 7, lines 32-34).

Considering other possible algorithms would render a meaningful search over the whole of the claimed scope impossible. Furthermore, it would give a broader scope than justified by the description and drawings (Art. 6 PCT) and a possible objection of lack of unity of the invention (R. 13.1 PCT).

The applicant's attention is drawn to the fact that claims, or parts of claims, relating to inventions in respect of which no international search report has been established need not be the subject of an international preliminary examination (Rule 66.1(e) PCT). The applicant is advised that the EPO policy when acting as an International Preliminary Examining Authority is normally not to carry out a preliminary examination on matter which has not been searched. This is the case irrespective of whether or not the claims are amended following receipt of the search report or during any Chapter II procedure.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB 03/03992

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: -
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

 International Application No
 PCT/IB 03/03992

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6385462	B1	07-05-2002	AU 5301401 A 11-12-2001
			WO 0193471 A1 06-12-2001
EP 0869647	A	07-10-1998	US 6175550 B1 16-01-2001
			DE 69806670 D1 29-08-2002
			DE 69806670 T2 27-02-2003
			EP 0869647 A2 07-10-1998
			JP 10303849 A 13-11-1998
US 6262994	B1	17-07-2001	DE 19651593 A1 18-06-1998
			EP 0848515 A2 17-06-1998
US 2002044610	A1	18-04-2002	US 6310909 B1 30-10-2001
			AU 2196600 A 31-07-2000
			EP 1142249 A1 10-10-2001
			WO 0039977 A1 06-07-2000

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74) 代理人 100082991
弁理士 佐藤 泰和

(74) 代理人 100096921
弁理士 吉元 弘

(74) 代理人 100103263
弁理士 川崎 康

(72) 発明者 ルイージ、アガロッシ
オランダ国 5 6 5 6、アーアー、アインドーフエン、ケアオブ、プロフ・ホルストラーン、6

(72) 発明者 ルカ、ジャンガスペロ
オランダ国 5 6 5 6、アーアー、アインドーフエン、ケアオブ、プロフ・ホルストラーン、6

(72) 発明者 ミント、モレーナ
オランダ国 5 6 5 6、アーアー、アインドーフエン、ケアオブ、プロフ・ホルストラーン、6

(72) 発明者 ディエゴ、ラガッツィ
オランダ国 5 6 5 6、アーアー、アインドーフエン、ケアオブ、プロフ・ホルストラーン、6
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD21

【要約の続き】

、 n (復号化の反復回数のデータ) と、 $M = \{ M_i \}$ (様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な配置を指定する符号の集合に関するデータ (たとえば、 $M_i = 0$ は、 i 番目のサブ・チャンネルが OFF であることを意味し、別の値は、所定の使用可能な集合にある配置タイプを指定する)) と、 $P = \{ P_i \}$ (様々なサブ・チャンネルに採用される、一般的に様々な送信電力の集合に関するデータ (たとえば、 $P_i = 0$ は、 i 番目のサブ・チャンネルが OFF であることを意味する)) とを含む。この方法は、無線通信システムの、特にスーパバイザ装置において実施される。