

【技術分類】 3-3-6 信号処理／最適ビーム形成（計算手順）／その他

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@C, H04B7/26@B, H04B7/005

【技術名称】 3-3-6-1 サブキャリアクラスタリング

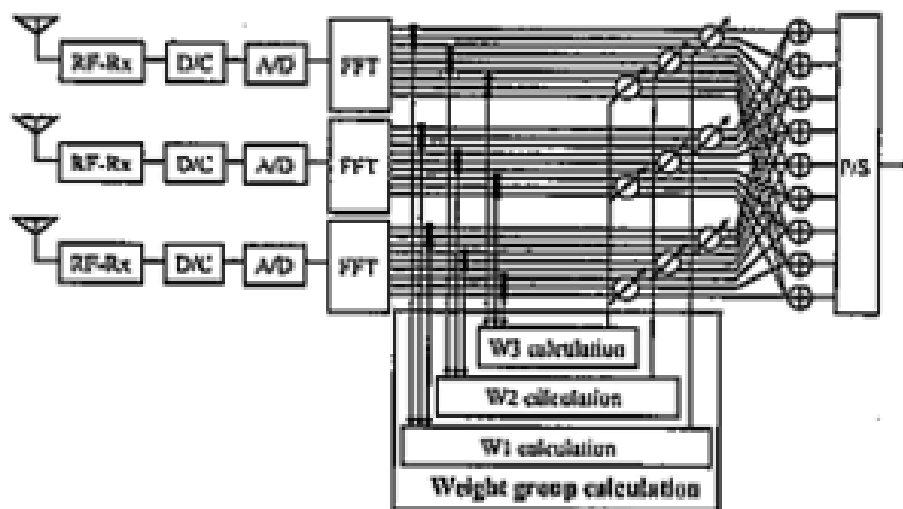
【技術内容】

各素子で受信された信号は、周波数変換（ダウンコンバート）や A/D 変換等の後に、それぞれ FFT 処理が施され、マルチキャリア化される。この各々のサブキャリア信号は、ウェイト制御のための入力信号として用いられる。その際、幾つかのサブキャリアが 1 つにグループ化され、そのグループ毎にウェイトの計算が行われる。すなわち、グループ数分のウェイト計算部が設けられる。

図 1 の例では、各素子アンテナの出力は、周波数変換（ダウンコンバート）や A/D 変換後に FFT 処理され、それぞれが 9 系統のサブキャリアに変換されている。そして、これらサブキャリアは上 3 系統、中 3 系統、下 3 系統が一つにグループ化され、各グループに対応するウェイト計算部 W1、W2、W3 でそれぞれウェイトの計算が行われる。このようにグループ化して求められたウェイトを対応するサブキャリア信号にそれぞれ乗じ、サブキャリア毎に合成し直したものを P/S 変換することで、最終的な出力が得られる。

【図】

図 1 サブキャリアクラスタリングの構成



出典 : Hidehiro MATSUOKA, Yong SUN : 「Subcarrier Clustering in Adaptive Array Antenna for OFDM Systems in the Presence of Co-channel Interference」, Fig.2, IEICE Trans. Commun., Vol.E87-C, No.9, pp.1477-1484, 2004/9

【出典／参考資料】

- ・Hidehiro MATSUOKA, Yong SUN : 「Subcarrier Clustering in Adaptive Array Antenna for OFDM Systems in the Presence of Co-channel Interference」, IEICE Trans. Commun., Vol.E87-C, No.9, pp.1477-1484, 2004/9

【技術分類】 3-3-6 信号処理／最適ビーム形成（計算手順）／その他

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@C, H04B7/26@B, H04B7/005

【技術名称】 3-3-6-2 カルマンフィルタを用いたアダプティブアレーアンテナ

【技術内容】

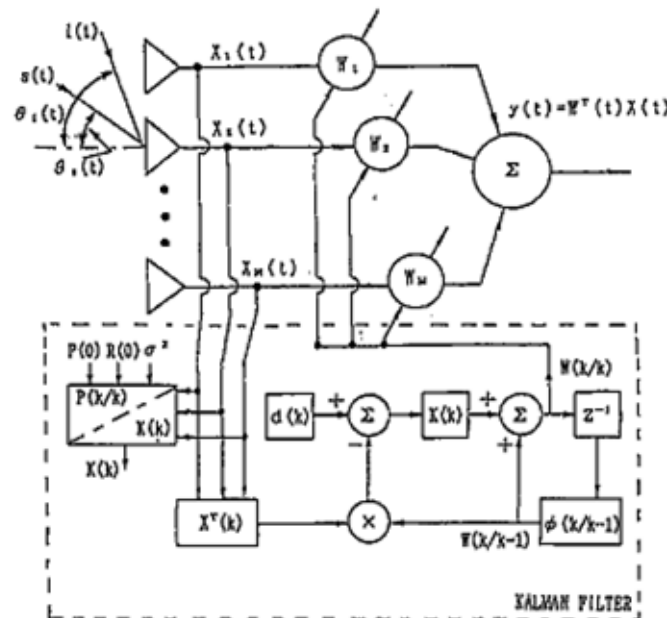
各素子アンテナで受信した信号をカルマンフィルタに入力し、同フィルタによってウェイトが決定されるものである。

カルマンフィルタは、ウェイトベクトルの初期値（図中 $P(0)$ ）と推定誤差分散行列の初期値（同 $W(0)$ ）を入力することによって起動される。カルマンフィルタは、全てのパラメータが既知の場合、最適値に速やかに収束するが、 $P(0)$ 、 $W(0)$ が未知であるため、 $P(0)$ と $W(0)$ の選択の仕方により収束特性が変化する。

実用的には、 $P(0)$ は大きく、 $W(0)$ はできる限り小さく設定するのが望ましい。

【図】

図1 同一チャネル干渉の低減する CMA アダプティブアレーの構成例



出典：汪 晋寛，高野 忠，萩野 剛二郎：「高速移動通信に適用できるカルマンフィルタ型アダプティブアンテナ」，図1，電子情報通信学会論文誌，Vol.J76-B2，No.4，pp.277-285，1993年4月

【出典／参考資料】

- ・汪 晋寛，高野 忠：「カルマンフィルタを用いたアダプティブアンテナの検討」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J75-B2，No.11，pp.835-842，1992年11月
- ・汪 晋寛，高野 忠，萩野 剛二郎：「高速移動通信に適用できるカルマンフィルタ型アダプティブアンテナ」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J76-B2，No.4，pp.277-285，1993年4月

【技術分類】 3-3-6 信号処理／最適ビーム形成（計算手順）／その他

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@C, H04B7/26@B, H04B7/005

【技術名称】 3-3-6-3 格子型フィルタを用いたアダプティブアレーアンテナ

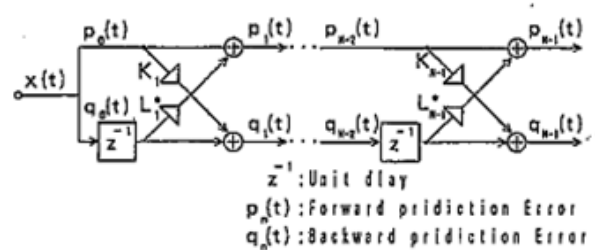
【技術内容】

実装の容易であるなどの理由から LMS (Least Mean Square) アルゴリズムが用いられているが、荷重の収束速度が遅い、複数干渉信号に対する抑圧性能が十分に得られない場合があるなどの問題があったことから、アダプティブアレーアンテナの収束速度を向上させ、複数の干渉信号に対する抑圧性能を改善することが、アダプティブアレーアンテナへの格子型フィルタ適用の目的である。この構成においては、空間積分を導入すること、及び前向予測誤差信号と後向予測誤差信号の和電力を最小化することで、反射係数の個数が $N-1$ になっている (N は素子数)。

格子型フィルタをアダプティブアレーアンテナの前処理に用い、(1) アレーアンテナで受信したすべての信号を空間積分して反射係数を計算するとともに、(2) 反射係数を $K_n = L_n^*$ (図 1 参照) に拘束することにより、前処理の除算量を軽減することができる。

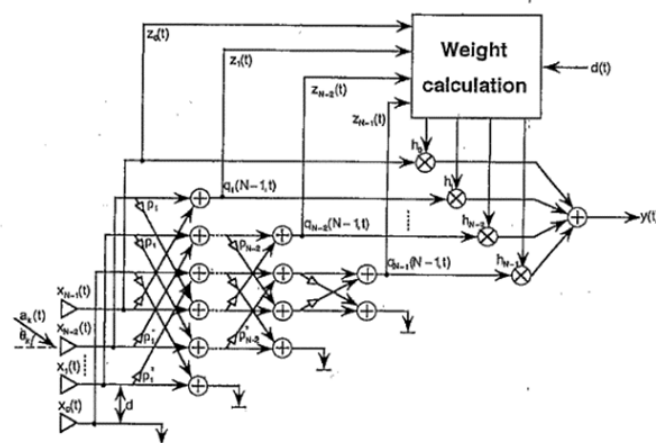
【図】

図 1 適応格子型フィルタ



出典：桐本 哲郎，原沢 康弘：「格子形フィルタを用いたアダプティブアンテナ」，図 4，電子情報通信学会論文誌，Vol.J75-B2，No.11，pp.843-853，1992 年 11 月

図 2 格子型フィルタを用いた AAA の構成



出典：桐本 哲郎，原沢 康弘：「格子形フィルタを用いたアダプティブアンテナ」，図 4，電子情報通信学会論文誌，Vol.J75-B2，No.11，pp.843-853，1992 年 11 月

【出典／参考資料】

- ・ 桐本 哲郎，原沢 康弘：「格子形フィルタを用いたアダプティブアンテナ」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J75-B2，No.11，pp.843-853，1992 年 11 月

【技術分類】 3-3-6 信号処理／最適ビーム形成（計算手順）／その他

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@C, H04B7/26@B, H04B7/005

【技術名称】 3-3-6-4 送信フレームにトレーニング系列を用いた DS-CDMA アダプティブアレーアンテナ

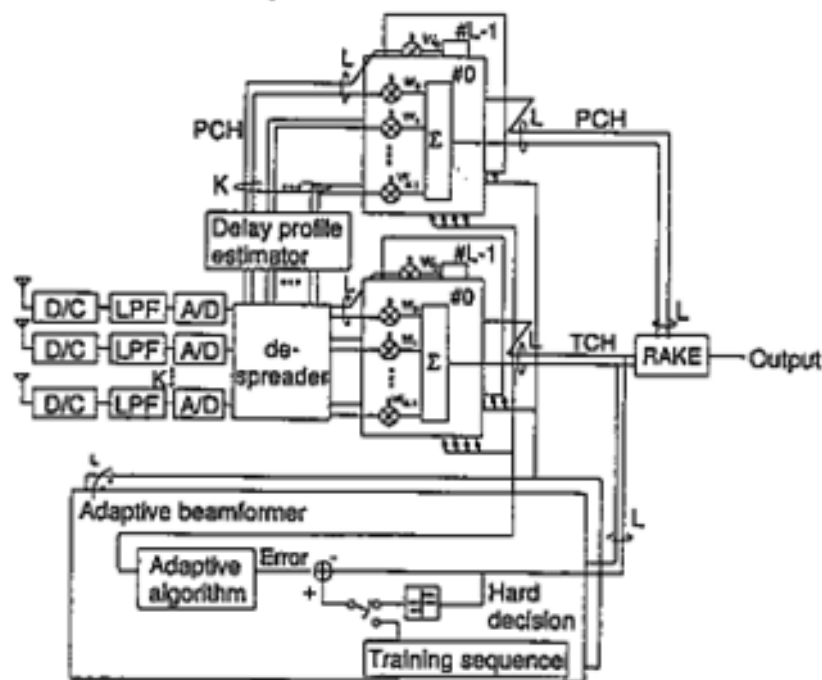
【技術内容】

各素子アンテナにおいて受信された受信信号を、それぞれに対応した逆拡散符号を用いることにより、逆拡散器においてトラフィックチャネル（TCH）とパイロットチャネル（PCH）に分離する。そして、合成される各パス毎に独立に最適ウェイトを求める。

RAKE 受信には、ビーム形成後の遅延プロファイル情報が必要となることから、図 1 の例では、その情報を合成するため、最上部に示されている PCH に関する L 組のビームパターンを形成する。PCH のビーム形成のためのウェイトと TCH の合成のためのウェイトは、いずれも適応ビーム形成器で計算された同一の値が用いられる。

【図】

図 1 送信フレームにトレーニング系列を用いた DS-CDMA アダプティブアレーアンテナの構成



出典：渡部 勝己，三瓶 政一，森永 規彦：「DS/CDMA 方式におけるマルチパス群一括受信ビームフォーミング方式」，図 2，電子情報通信学会論文誌，Vol.J84-B, No.7, pp.1132-1140, 2001 年 7 月

【出典／参考資料】

- ・渡部 勝己，三瓶 政一，森永 規彦：「DS/CDMA 方式におけるマルチパス群一括受信ビームフォーミング方式」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J84-B, No.7, pp.1132-1140, 2001 年 7 月

【技術分類】 3-3-6 信号処理／最適ビーム形成（計算手順）／その他

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@C, H04B7/26@B, H04B7/005

【技術名称】 3-3-6-5 遅延プロファイルを用いた DS-CDMA アダプティブアレーアンテナ

【技術内容】

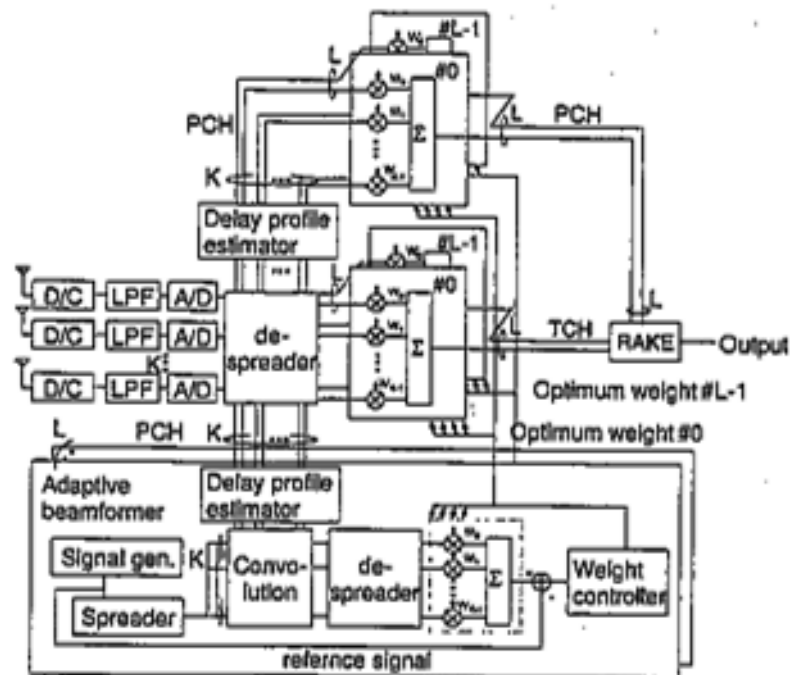
各素子アンテナで受信された信号を、それぞれに対応した逆拡散符号を用いることにより、逆拡散器においてトラフィックチャネル（TCH）とパイロットチャネル（PCH）に分離し、PCHを対象として遅延プロファイル評価部において遅延プロファイルを導出する。この遅延プロファイルと予め用意された既知の信号とを畳み込み積分演算処理し、擬似受信信号を生成してウェイトを決定する。

この構成では、既知信号を送信フレームに挿入することなく、遅延プロファイル情報のみでウェイトの計算が実行でき、TCHとは独立したウェイト更新を設定できる。

更には、各ブランチにおいて各パスの瞬時値変動による位相回転を補償し、遅延時間差を0とすると、希望端末の全てのマルチパス成分が同一時間に同相で到来するものとしてウェイト更新することができ、その得られたウェイトを全てのマルチパス波に対して共通に用いると、ウェイトの処理量は $1/L$ となる（ L はRAKE受信のフィンガ数）。

【図】

図1 遅延プロファイルを用いた DS-CDMA アダプティブアレーアンテナの構成



出典：渡部 勝己，三瓶 政一，森永 規彦：「DS/CDMA 方式におけるマルチパス群一括受信ビームフォーミング方式」，図 3，電子情報通信学会論文誌，Vol.J84-B, No.7, pp.1132-1140, 2001 年 7 月

【出典／参考資料】

- ・渡部 勝己，三瓶 政一，森永 規彦：「DS/CDMA 方式におけるマルチパス群一括受信ビームフォーミング方式」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J84-B, No.7, pp.1132-1140, 2001 年 7 月

【技術分類】 3-3-6 信号処理／最適ビーム形成（計算手順）／その他

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@C, H04B7/26@B, H04B7/005

【技術名称】 3-3-6-6 相関ベクトル安定化及びウェイト平均化による周波数オフセット補償

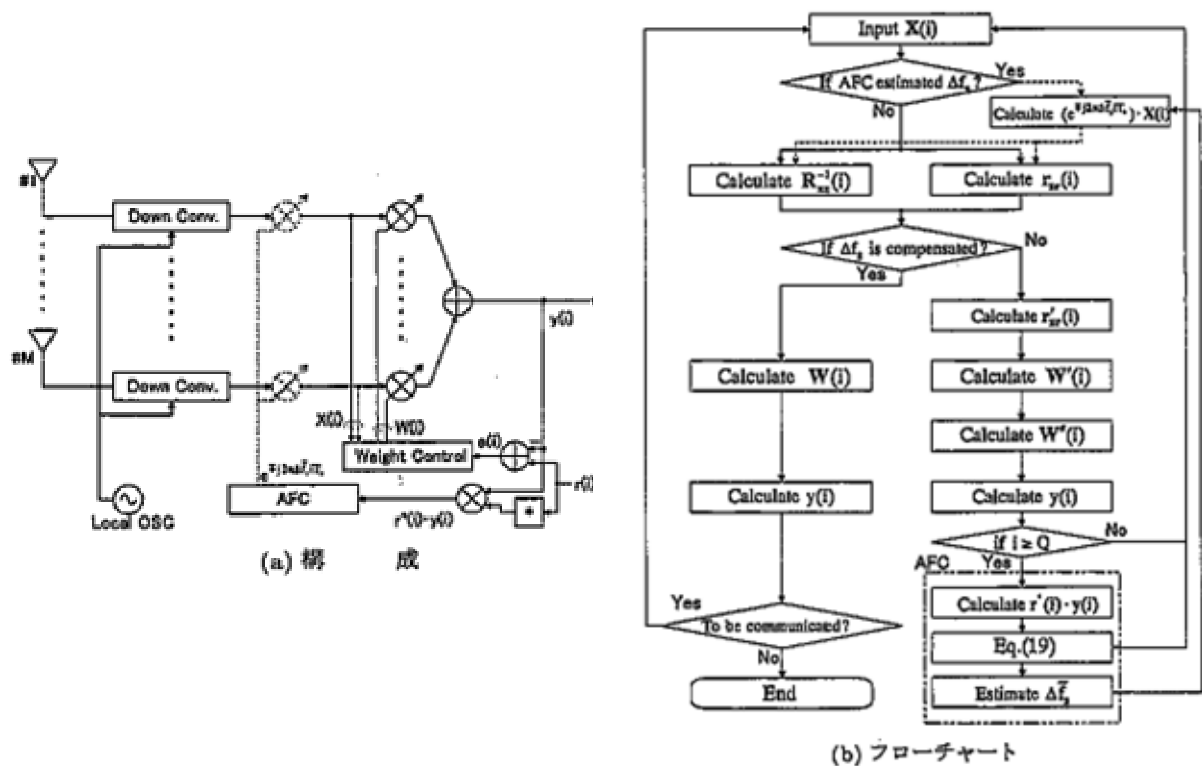
【技術内容】

周波数オフセットの影響で変動している相関ベクトルを安定化させ（SCV : Stabilizing Correlation Vector）、干渉、雑音成分を除去するために算出したウェイトを平均化する（AW : Averaging of Weights）ことにより、アレー出力段での SINR を向上させることができる。この方法が、SCV-AW 法である。

SCV-AW 法を MMSE-SMI アダプティブアレーに適用すると、まず、受信した信号をベースバンドに周波数変換し、次に MMSE 基準 SMI アルゴリズムによる信号処理の後、最終的にアレー出力と参照信号の複素共役の積を AFC に入力させて周波数オフセット量を推定する。この周波数オフセットは、アレー入力信号に周波数オフセット分の複素ウェイトを掛け合わせることによって補償する。

【図】

図1 SCV-AW 法を適用した MMSE-SMI アダプティブアレーアンテナの構成



出典：市川 佳弘，尾保手 茂樹，鹿子嶋 憲一：「MMSE-SMI アダプティブアレーアンテナにおける周波数オフセット補償法」，図 5，電子情報通信学会，Vol.J86-B，No.9，pp.1914-1924，2003 年 9 月

【出典／参考資料】

- ・市川 佳弘，尾保手 茂樹，鹿子嶋 憲一：「MMSE-SMI アダプティブアレーアンテナにおける周波数オフセット補償法」，電子情報通信学会，Vol.J86-B，No.9，pp.1914-1924，2003 年 9 月

【技術分類】 3-3-6 信号処理／最適ビーム形成（計算手順）／その他

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@C, H04B7/26@B, H04B7/005

【技術名称】 3-3-6-7 ウェイトの間欠更新

【技術内容】

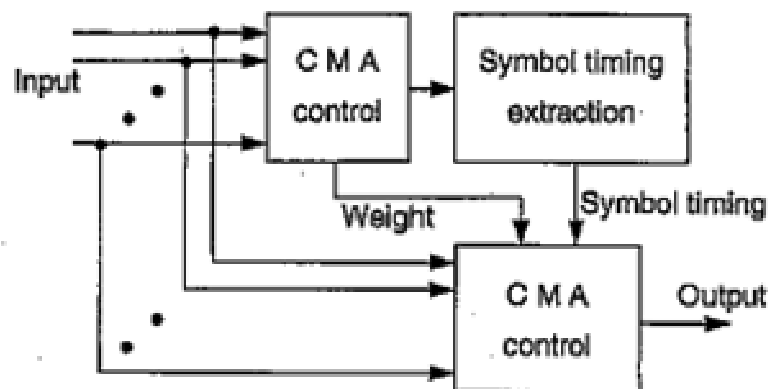
CMA は参照信号を必要とせず、「希望信号の包絡線が一定」という情報のみを用いるが、 $\pi/4$ シフト QPSK 信号等の帯域制限施すことによって包絡線が変化する変調信号に対しては、収束後のウェイトが包絡線の変化に追随する。これは受信特性の劣化を来すため、ウェイトの更新を符号識別時点でのみ行うものである。ただし、ウェイトの収束には多くのシンボルを必要とし、また、予め符号識別時点を検出しなければならない。

当技術は、符号識別時点を検出し、符号識別時点でのみウェイトの更新を間欠して行うものである。図1の構成例では、最初の CMA 処理（図中上段の CMA）で、ウェイト更新を全サンプリング点で行い、その符号識別時点のみを検出する。（アレー出力波形は、符号識別時点での振幅値が元の変調信号のものとは異なるものとなる。）

次に、最初の CMA 処理を行ったものと同じのスロットにおいて、再度 CMA 処理（同下段の CMA）を行う。この処理においては、ウェイト更新は最初の CMA 処理で検出された符号識別時点でのみ行われる。また、ウェイトの初期値は、最初の CMA 処理で収束したウェイトを採用する。したがって、再度の CMA 処理においては、ウェイトの収束のために多数のシンボルを必要とする問題を回避できる。

【図】

図1 ウェイト間欠更新 CMA の構成



出典：古川 博史，神尾 享秀，笹岡 秀一：「CMA アダプティブアレーを用いた同一チャネル干渉キャンセラ」，図3，電子情報通信学会論文誌，Vol.J81-B2，No.6，pp.565-574，1998年6月

【出典／参考資料】

- ・古川 博史，神尾 享秀，笹岡 秀一：「CMA アダプティブアレーを用いた同一チャネル干渉キャンセラ」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J81-B2 No.6 pp.565-574 1998年6月

【技術分類】 3-3-6 信号処理／最適ビーム形成（計算手順）／その他

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@C, H04B7/26@B, H04B7/005

【技術名称】 3-3-6-8 OFDM ガード区間を利用したアダプティブアレーアンテナ

【技術内容】

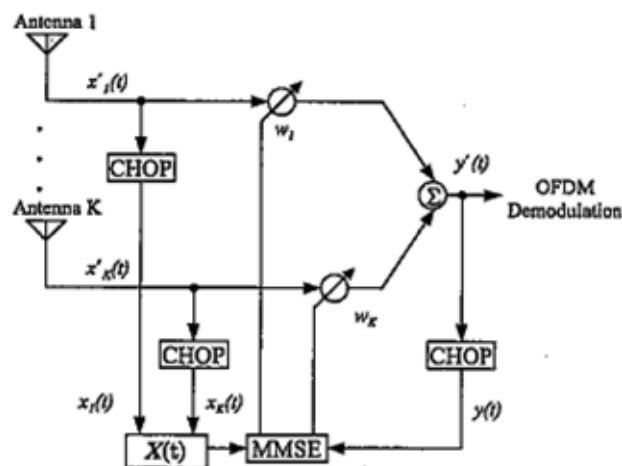
OFDM の先頭に付加されるガード区間 (Head Guard Interval) と末尾のガード区間 (Tail Guard Interval) が同一の信号であることから、この両者のガード区間分の信号のみを取り出し、その差が最小となるように MMSE 規範によりウェイトの制御を行うものである。

図 1 は、OFDM ガード区間を利用したアダプティブアレーアンテナの構成例である。同図の各素子アンテナで受信された信号に対し周波数変換（ダウンコンバート）や A/D 変換を施して得られる各ブランチのベースバンド信号に、上記により求められるウェイトをかけ、これらを合成することで最終的な出力を得る。

なお、図中の CHOP は、ガード区間分の信号を取り出す操作を表す。

【図】

図 1 OFDM 用アダプティブアレーアンテナの構成例



出典：堀 智，菊間 信良，稲垣 直樹：「OFDM 用ガード区間 MMSE アダプティブアレーの収束特性の改善」，図 2，電子情報通信学会論文誌，Vol.J86-B，No.6，pp.1035-1039，2003 年 6 月

【出典／参考資料】

- ・堀 智，菊間 信良，稲垣 直樹：「OFDM におけるガード区間を利用した MMSE アダプティブアレー」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J85-B，No.9，pp.1608-1615，2002 年 9 月
- ・堀 智，菊間 信良，稲垣 直樹：「OFDM 用ガード区間 MMSE アダプティブアレーの収束特性の改善」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J86-B，No.6，pp.1035-1039，2003 年 6 月
- ・堀 智，菊間 信良，稲垣 直樹：「ガード区間を超える到来波のみを抑圧する固定受信のための OFDM 用 MMSE アダプティブアレー」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J86-B，No.9，pp.1934-1940，2003 年 9 月