【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第７部門第３区分
【発行日】平成17年11月10日(2005.11.10)

【公表番号】特表2001-519111(P2001-519111A)
【公表日】平成13年10月16日(2001.10.16)
【出願番号】特願平10-542356
【国際特許分類第７版】
　Ｈ０１Ｑ　 1/18
　Ｂ６３Ｂ　49/00
【ＦＩ】
　Ｈ０１Ｑ　 1/18
　Ｂ６３Ｂ　49/00　　Ｚ

【手続補正書】
【提出日】平成17年3月22日(2005.3.22)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】補正の内容のとおり
【補正方法】変更
【補正の内容】

手　続　補　正　書

平成１７年　３月２２日

特許庁長官　小川　洋　殿

１　事件の表示

平成１０年　特許願　第５４２３５６号

２　補正をする者

名　称　　タレス　ネーデルラント　ベスローテン
フェンノートシャップ



３　代　理　人

住　所　　東京都千代田区霞が関３丁目２番４号
霞山ビルディング７階　電話(3581)2241番(代表)

氏　名　　(7205)　弁理士　　杉　村　興　作



４　補正対象書類名　　請求の範囲　明細書

５　補正対象項目名　　請求の範囲　明細書

６　補正の内容　　別紙の通り

方式

明細書

発明の名称　移動プラットフォーム上のアンテナシステム用のレーダ送信制御装置

請求の範囲

１．移動プラットフォーム上に配置されて相互に異なるブロードサイド方向を有するアンテナから成るアンテナシステムのレーダ送信を制御する制御装置において、

前記移動プラットフォームに結合した座標系の、基準座標系に対する角度位置を予測すべく設計された角度予測手段を具えていることを特徴とするレーダ送信制御装置。

２．将来の時間ウインドウ内に送信することを要求されたレーダ送信をアンテナに割り当てるアンテナ選択器を設けた請求項１に記載の装置において、

前記アンテナ選択器を前記角度予測手段に接続したことを特徴とする装置。

３．更に、前記将来の時間ウインドウ内における前記レーダ送信の送信方向の、前記アンテナに対するブロードサイド外れ角の予測値を計算すべく設計されていることを特徴とする請求項２に記載の装置。

４．前記アンテナ選択器が、前記将来の時間ウインドウ内の最長の時間区間を通して、前記レーダ送信の送信方向に対するブロードサイド外れ角の最小の予測値を実現するアンテナを割り当てるように、前記アンテナ選択器を設計したことを特徴とする請求項３に記載の装置。

５．アンテナ毎にスケジューラを具えて、前記スケジューラが、当該アンテナに割り当てられた前記レーダ送信をスケジュールすべく設計されていることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の装置。

６．請求項１～５のいずれかに記載の装置を具えた多面フェーズドアレー・アンテナシステム。

７．移動プラットフォーム上に配置されて互いに異なるブロードサイド方向を有するアンテナから成るアンテナシステムから、将来の時間ウインドウ内に送信することを要求されたレーダ送信を、アンテナに割り当てる方法において、

前記プラットフォームに結合した座標系の、基準座標系に対する角度位置の予測値を利用することを特徴とするレーダ送信割り当て方法。

８．前記プラットフォームに結合した座標系の角度位置を、適応予測フイルタによって予測することを特徴とする請求項７に記載の方法。

９．前記将来の時間ウインドウ内の最長の時間区間を通して、前記レーダ送信の送信方向が、アンテナに対するブロードサイド外れ角の最小の予測値を実現する場合に、前記レーダ送信をこのアンテナに割り当てることを特徴とする請求項７または８に記載の方法。

１０．各送信アンテナにセクターを割り当てて、前記レーダ送信に対応する送信方向がアンテナに割り当てられたセクター内に入る場合に、前記レーダ送信をこのアンテナに割り当てることを特徴とする請求項７または８に記載の方法。

１１．アンテナに割り当てられた前記セクターの大きさが、このアンテナの負荷に応じて変更可能であることを特徴とする請求項１０に記載の方法。

１２．動作中に、請求項７～１１のいずれかに記載の方法を実現するアルゴリズムを具えたコンピュータシステム。

発明の詳細な説明

本発明は、移動プラットフォーム上に配置されて相互に異なるブロードサイド(broadside)方向（アンテナアレー面に垂直な放射方向）を有するアンテナから成るアンテナシステムのレーダ送信制御用に設計した制御装置に関するものである。

本発明は更に、移動プラットフォーム上に配置されて相互に異なるブロードサイド方向を有するアンテナから成るアンテナシステムから、将来の時間ウインドウ内に送信することを要求されたレーダ送信を、前記アンテナに割り当てる方法に関するものである。

この種の制御装置は特に、集合的に多面フェーズドアレー・アンテナシステムを構成するフェーズドアレー・アンテナ面システムのレーダ送信を制御するため

に使用される。これらのアンテナは送信及び受信の目的に共に使用される。この制御装置は一般に、外部要求発生器によって発生され、特定の将来時間ウインドウ内にレーダ送信を実現する要求を絶えず受ける。

多面フェーズドアレー・レーダシステムのレーダ送信を制御する装置の一例は、欧州特許出願EP-A-0.440.200号より既知である。この特許出願に開示されている制御装置は、複数のトラック（追跡）コンピュータを含み、これらのトラック・コンピュータは、いくつかのPRT（Pulse Repetition Time:パルス反復時間）タイミング・コンピュータによって、送信パルスの発生を要求する。これらの要求はスケジューラに供給されて、スケジューラは、レーダ送信を時刻通りに行わせ、そして、レーダ送信毎にアンテナ面を割り当てる。

この従来の技術による制御装置の欠点は、アンテナシステムが例えば船舶のような移動プラットフォーム上に搭載され、そして、レーダ送信を要求した将来の瞬時あるいは時間ウインドウが、（結果的に）船舶が動き出す瞬時あるいは時間ウインドウであった場合における不満足な性能である。その間に、要求されたレーダ送信の、選択したアンテナ面に対する送信方向が、船舶のローリング（横揺れ）、ピッチング（縦揺れ）、及びヨーイング（片揺れ、首振り）によって不都合なように変化していることがあり、これにより、要求されたレーダ送信を、レーダ送信の送信方向に対するアンテナ面の位置がより好適であるような他のアンテナ面に割り当てる方が好都合になる。

本発明による制御装置は、上記の欠点をなくして、これに加えて、この制御装置は、移動プラットフォームに結合した座標系の、基準座標系に対する角度位置を予測すべく設計した角度予測手段を具えていることを特徴とする。

本発明による方法は、これに加えて、レーダ送信のアンテナへの割当て中に、移動プラットフォームに結合した座標系の基準座標系に対する角度位置の予測値を利用する。

上記基準座標系を北ー水平座標系で構成して、上記角度位置の予測値に明確な基準を持たせることが好ましい。移動プラットフォームに結合した座標系は、船舶の船体、あるいは船舶に強固に取り付けられた他のいずれかの物体、例えばア

ンテナ面のうちの１つに接続することができる。こうして、この座標系は船舶固定の座標系を構成する。

船舶固定の座標系の角度位置は、適応予測フイルタによって予測することが好ましい。船舶のローリング、ピッチング、及びヨーイングは限られた周波数スペクトルを有し、このため、対応する角度位置はある程度予測可能な性質のものである。予測フイルタを適応型にすることによって、異なる海の状態のような変化する環境下でもなお、所望の角度の適切な予測を生成することが可能である。

レーダ送信の要求をアンテナ面に割り当てるために、制御ユニットに、前記予測フイルタに接続したアンテナ選択器（セレクタ）を設けることができる。従って、本発明の好適例は、前記アンテナ選択器が、将来の時間ウインドウ内の最長の時間区間を通して、レーダ送信の送信方向に対するブロードサイド外れ角（off-broadside angle）の最小の予測値を実現するアンテナを選択するように、前記アンテナ選択器を設計したことを特徴とする。このことの結果的な利点は、アンテナ利得が最適であり、サイドローブ・レベルが低い値に留まることである。

代案の好適例は、前記制御装置が、各送信アンテナに、当該セクター内でレーダ送信が行われ得るセクターを割り当てるように、前記制御装置を設計し、かつ、将来時点におけるレーダ送信の送信方向が、ある送信アンテナのセクター内に入る場合に、前記アンテナ選択器がこの送信アンテナを選択するように、前記アンテナ選択器を設計したことを特徴とする。一方では、２つのアンテナが同じレーダ送信を受信することがなく、他方では、レーダ送信が常に可能なように、各送信アンテナに割り当てたセクターを、隣接するアンテナのセクターと連続させることが好ましい。こうしたアンテナ・セクターの大きさを変化させることによって、さらに、このアンテナに送信が割り当てられる機会を増加させることも減少させることも可能になる。

以下、本発明による制御装置および方法について、図面を参照しながらより詳細に説明する。

図１Ａ及び図１Ｂに、４面フェーズドアレー・アンテナシステムを図式的に示す。フェーズドアレー・アンテナ面は、例えば、ダイポール、スロット、導波管

放射器、またはパッチのようなふく射素子の平面アレーで構成することができる。本実施例では、各アンテナ面がふく射素子のアレーを具えて、個々の素子の位相が調整可能である。４つのアンテナ面１、２、３及び４は、船舶６のマスト５に、いわゆる４面ダイヤモンド構成で配置される。より多数あるいはより少数のアンテナ面を具えた他の構成も考えられる。図１Ｂに、アンテナシステムの上面図を示す。アンテナ面の法線方向に等しいブロードサイド方向は、２つの前面アンテナ面１及び２について、矢印N1及びN2によって示す。これらの方向は、船舶の甲板に対する特定の仰角を示す。本実施例では、隣接する２つのアンテナ面のブロードサイド方向の、水平面上への投影は、互いに少なくともほぼ直交し、従って４つのアンテナ面が半球をカバーする。例えば目標７を追跡するために、時刻 t_i の時点あるいは将来の時間ウインドウ内における送信として、北－水平座標系Ｅ(x, y, z)に対する送信方向Ｒを有するレーダ送信が要求される。このレーダ送信を実行するためのアンテナ面を選択するに当たり、ブロードサイド外れ角、即ち、アンテナ面に対する送信方向とアンテナ面のブロードサイド方向とがなす角度を考慮すべきである。この角度が大きくなると共に、フェーズドアレー・アンテナのアンテナ利得が減少してサイドローブ・レベルが増加する。実際には、適用可能なブロードサイド外れ角は約70度に制限される。従って、図に示す構成では、隣接する２つのアンテナ面が50度のオーバラップ（重複）を示し、このオーバラップの範囲内で両アンテナを選択することができる。ブロードサイド外れ角を最小にするために、半球を４つの等しいセクターＳ1～Ｓ4に分割して、各アンテナ面が１つのセクターを担うことができる。図では、アンテナ面１及び２のセクターが二等分面Ｖによって分離されるように示し、二等分面Ｖは、アンテナ面１及び２に対するブロードサイド外れ角が等しくなる方向を有する。

必要ならば、例えばアンテナ負荷が高過ぎる場合には、当該アンテナ面に割り当てたセクターを減少させ、これに対応して、隣接するセクターを増加させることができる。

図に示す状況では、船舶は北－水平基準座標系Ｅの垂直Ｚ軸に対して特定の姿勢（attitude）ϕを取る。この場合には、図に示す送信方向用にアンテナ面１

を選択することが最良である。しかし、時刻t_iの将来時点では、船舶が右に揺れ（ローリング）戻っていることがあり、その結果、船舶に対する所望の送信方向が二等分面Ｖの他の側に逸れることがあり得る。この場合には、アンテナ面２を選択することが推奨される。

船舶の角度の予測が、アンテナ面の適切な選択を可能にする。同様に、ヨーイング及びピッチングも、将来のレーダ送信を割り当てるべきアンテナ面の選択に影響する。

図２に、本発明による制御装置のブロック図を示す。制御装置８は、必要な機能を実行するためのアルゴリズムを用意した制御コンピュータとして実現することが好ましい。図１Ａ及び図１Ｂに示す４つのアンテナ面は、図２でも同じ番号を付けている。制御装置８は、アンテナ面選択器（セレクタ）９、アンテナ面毎のスケジューラ１０、１１、１２、１３、及び船舶角度予測器１４を具えている。各アンテナ面は、ビーム走査コンピュータおよびＲＦ発生器を具えた制御ユニット１５、１６、１７、１８によって制御される。制御装置８は、レーダ送信の要求を発生する要求発生器１９によって起動される。更に、制御装置８は、北－水平線座標系Ｅ(x, y, z)あるいは他の基準座標系に対する将来の船舶角度に関する情報を、予測器14から受信する。

制御装置８の動作原理は次の通りである。要求発生器１９は、例えば利用者の要求時に、あるいは多面アンテナシステムが実行した前の測定に基づいて、いわゆるドエル（dwell）要求２０を発生し、ドエル要求２０は即ち、将来の特定時間ウインドウ内に、基準座標系に対する特定方向へのレーダ送信を実行する要求（ドエルとも称する）である。この過程（プロセス）では適切なドエル・パラメータが供給され、これらは例えば、要求された送信方向、時間ウインドウ、送信周波数およびパルス長である。この要求はアンテナ面選択器９に送られて、アンテナ面選択器９は、船舶の予測角度を予測フイルタ１４から受け取る。予測フイルタ１４は、測定した船舶角度２２を使用して、異なる将来時点における船舶角度を予測する。予測した船舶角度は、サイクリック・メモリ（図示せず）に連続的に記憶する。選択器９または予測フイルタ１４は、予測した船舶角度を、４つのアンテナ面すべての、基準座標系に対する予測ブロードサイド方向に変換する

。この目的のために、各アンテナ面の船舶に対する位置についての情報を利用する。これに続いて、各アンテナ面に対する、予測したブロードサイド外れ角を計算する。アンテナ面選択器９は、ドエル２０の所望方向、及び予測した将来の時間間隔内のブロードサイド外れ角に基づいて、アンテナ面１、２、３、４を選択する。

そして、ドエルは選択したアンテナ面に対応するスケジューラ１０、１１、１２または１３に送られる。このスケジューラは、所望時点t_i、あるいは所望の時間ウインドウ内のドエルの送信を取り計らう。前記スケジューラは、問題とするアンテナ面向けにスケジュールされた他のドエルよりも優先度の高いドエルを優先させることができる。ドエルを送信することになれば、制御ユニット１５、１６、１７または１８を作動させる。各制御ユニットは、ＲＦ発生器及びビーム走査コンピュータを具えている。このビーム走査コンピュータは、各瞬時の船舶角度を考慮しながら、ふく射素子の位相を適正に調整することによって、所望方向へのレーダ送信を可能にする。レーダ送信に続いて、受信間隔を設けることができる。この受信間隔中に受信した反射信号を、受信機２３及びディジタル・プロセッサに供給して、このディジタル・プロセッサは、プロット値抽出及びドップラ処理を行う。そして、関係データを、追跡コンピュータまたは要求発生器１９に渡すことができる。

必要ならば、例えばアンテナ面の負荷容量に基づいて、各アンテナ面にセクターを割り当てるセクター割り当て器（アロケータ）２４を設けることができる。この目的のために、セクター割り当て器２４を要求発生器１９によって制御する。

予測フイルタ１４は、信号処理に適したあらゆる種類の予測フイルタとすることができ、例えば外挿補間器または適応ウィーナー（Wiener）フイルタである。上記のフイルタは、その特性が適応型であるか、あるいは学習型であることが望ましく、海の状態と船舶の角度スペクトルとが異なる特性を有する本来の場合に、フイルタ・パラメータを適応させることによる。前記予測フイルタは、前に確定した予測誤差に基づいて適応させることができる。例えば、前記フイルタが、連続的あるいは規則的な間隔で、海の状態のスペクトル・パラメータを測定す

ることができ、従って、こうして得られたパラメータを使用して前記フイルタを調整することができる。

図３に、アンテナ面選択器９の動作原理のグラフ表現である。水平軸２５上に、時刻ｔ、及び要求されたドエルを当該時間ウインドウ内に送信すべき将来の時間ウインドウを示す。図１Ａ及び図２Ａに示す、隣接する２つのアンテナ面１及び２について、垂直軸２６は、少なくとも関連する時間ウインドウＴ内で予測したブロードサイド外れ角ϕの曲線の値を示す。この関係では、隣接するアンテナ面１及び２の二等分面Ｖ付近の方向に、レーダ送信が要求されたものと仮定する。線２７は、アンテナ面１についての、予測したブロードサイド外れ角の曲線を示し、線２８は、アンテナ面２についての曲線を示す。時点t_0とt_1との間の第１時間間隔では、アンテナ面１が最小の（より小さい）ブロードサイド外れ角を有し；時点t_1とt_2との間の第２時間間隔では、アンテナ面２が最小の外れ角を有する。しかし、アンテナ面選択器は、時間ウインドウ内のどの時点でドエルが送信されるかの情報を有しない。実際の送信瞬時はスケジューラが決定する。アンテナ面選択器は、最長の時間区間を通して最小のブロードサイド外れ角を実現するアンテナ面を選択する。本実施例の場合には、前記第１時間間隔が前記第２時間間隔より長いので、アンテナ面１が選択される。このようにして、実際の送信の場合には、時間ウインドウＴ上の送信について一様確率分布を仮定すれば、ブロードサイド外れ角が最小になりやすくなる。

要求されたドエルに対応する時間ウインドウＴが長さ０を有する究極の場合には、この時間ウインドウを固定の将来時点$t_0 = t_1 = t_2$に持って来て、この時点で種々のアンテナ面のブロードサイド角を比較する。

以上の実施例は、船舶搭載の構成に基づくものである。しかし、前記制御装置は、角度移動の周波数スペクトルが限定された他の種類の移動プラットフォームにも適している。

図面の簡単な説明

図１Ａ、図１Ｂは、船舶搭載の多面アンテナシステムを示す図である。

図２は、本発明による制御装置のブロック図である。

図３は、アンテナ面選択器の動作原理を示すグラフ図である。