

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6178663号  
(P6178663)

(45) 発行日 平成29年8月9日 (2017.8.9)

(24) 登録日 平成29年7月21日 (2017.7.21)

(51) Int.Cl.	F I
G 0 8 G 3/00 (2006.01)	G 0 8 G 3/00 A
G 0 1 S 13/91 (2006.01)	G 0 1 S 13/91 2 1 O
G 0 1 S 13/90 (2006.01)	G 0 1 S 13/90
B 6 3 B 49/00 (2006.01)	B 6 3 B 49/00 Z

請求項の数 12 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2013-167352 (P2013-167352)	(73) 特許権者	000233055
(22) 出願日	平成25年8月12日 (2013.8.12)		株式会社日立ソリューションズ
(65) 公開番号	特開2015-36832 (P2015-36832A)		東京都品川区東品川四丁目12番7号
(43) 公開日	平成27年2月23日 (2015.2.23)	(74) 代理人	110001678
審査請求日	平成28年2月26日 (2016.2.26)		特許業務法人藤央特許事務所
		(72) 発明者	連 燦紅
			東京都品川区東品川四丁目12番7号 株
			式会社日立ソリューションズ内
		(72) 発明者	岩田 泰明
			東京都品川区東品川四丁目12番7号 株
			式会社日立ソリューションズ内
		(72) 発明者	松本 俊子
			東京都品川区東品川四丁目12番7号 株
			式会社日立ソリューションズ内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ補完装置、データ補完方法、およびデータ補完プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1データベースから、領域を撮影した領域画像データの撮影時刻前後の観測時刻における第1の移動体およびその挙動を特定する第1の特徴データを含む第1の観測データを取得して、前記第1の特徴データの値が異常であるか否かを判定し、異常である場合には異常であることを示す異常情報を前記第1の特徴データに設定するフィルタリング処理部と、

第2データベースから、前記領域画像データ上における前記領域内を移動する第2の移動体の画像と前記第2の移動体およびその挙動を特定する第2の特徴データとを含む移動体画像データと取得して、前記フィルタリング処理部によって前記異常情報が設定されていない前記第1の特徴データを含む前記第1の観測データと、前記移動体画像データと、に基づいて、前記第1の移動体と前記第2の移動体との同一性を判定し、同一性ありと判定された場合、前記移動体画像データおよび前記第1の特徴データとに対応関係があることを示す第1の情報を設定し、同一性なしと判定された場合または前記第1の特徴データに前記異常情報が設定された場合、前記移動体画像データが対応付けられないことを示す第2の情報を前記第1の特徴データに設定し、前記第1の特徴データが対応付けられないことを示す第3の情報を前記移動体画像データに設定するマッピング処理部と、

前記フィルタリング処理部によって前記異常情報が設定され、かつ、前記マッピング処理部によって前記第2の情報が設定された前記第1の特徴データと、前記第3の情報が設定された前記移動体画像データとに基づいて、前記第1の移動体と前記第2の移動体との

同一性を判定し、同一性ありと判定された場合または前記マッピング処理部で同一性有りと判定された場合に前記第 2 の特徴データと同一になるように前記第 1 の特徴データを補完する第 1 の補完処理と、同一性なしと判定された場合または前記マッピング処理部で同一性なしと判定された場合に前記第 2 の特徴データに基づく第 2 の観測データを生成する第 2 の補完処理とのうち、少なくとも前記第 1 の補完処理を実行する補完処理部と、

前記マッピング処理部または前記補完処理部による処理結果を出力する出力処理部と、を有し、

前記マッピング処理部および前記補完処理部のうち少なくとも一方の処理部は、前記同一性の判定において、前記第 1 の特徴データの中の前記撮影時刻前の観測時刻である先行観測時刻での前記第 1 の移動体の位置、速度、および、前記先行観測時刻での前記第 1 の移動体の位置から前記第 1 の特徴データの中の前記撮影時刻後の観測時刻である後続観測時刻での前記第 1 の移動体の位置への移動方向を示す方位角に基づいて、前記撮影時刻での前記第 1 の移動体の第 1 の推定位置を算出し、前記後続観測時刻での前記第 1 の移動体の位置、速度、および、前記方位角に基づいて、前記撮影時刻での前記第 1 の移動体の第 2 の推定位置を算出し、前記第 1 の推定位置および前記第 2 の推定位置のいずれも前記領域画像データ内の位置である場合、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体との同一性の確からしさを示す対応スコアを算出し、算出した前記対応スコアに基づいて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体との同一性を判定することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のデータ補完装置であって、

前記フィルタリング処理部は、前記第 1 の特徴データの中の前記第 1 の移動体を特定する識別情報が既登録の識別情報であるか否かにより異常であるか否かを判定することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のデータ補完装置であって、

前記フィルタリング処理部は、前記第 1 の特徴データの中の前記第 1 の移動体のサイズを示す情報が基準範囲内であるか否かにより異常であるか否かを判定することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のデータ補完装置であって、

前記フィルタリング処理部は、前記第 1 の観測データの値が部分的に欠損しているか否かを判定し、部分的に欠損している場合には部分欠損であることを示す異常情報を前記第 1 の特徴データに設定することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のデータ補完装置であって、

前記フィルタリング処理部は、前記撮影時刻前の観測時刻である先行観測時刻と前記撮影時刻後の観測時刻である後続観測時刻との間隔が、所定間隔以上であるか否かにより部分的に欠損しているか否かを判定することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のデータ補完装置であって、

前記少なくとも一方の処理部は、前記第 1 の特徴データの中の前記第 1 の移動体のサイズと、前記第 2 の特徴データの中の前記第 2 の移動体のサイズと、の差に基づいて、前記対応スコアを算出することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のデータ補完装置であって、

前記少なくとも一方の処理部は、前記第 1 の特徴データの中の前記第 1 の移動体の速度と、前記第 2 の特徴データの中の前記第 2 の移動体の速度と、の差に基づいて、前記対応スコアを算出することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のデータ補完装置であって、

前記少なくとも一方の処理部は、前記第1の特徴データの中の前記第1の移動体の画像と、前記第2の特徴データの中の前記第2の移動体の画像と、の差に基づいて、前記対応スコアを算出することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項9】

請求項1に記載のデータ補完装置であって、

前記少なくとも一方の処理部は、前記第1の特徴データの中の前記先行観測時刻での前記第1の移動体の位置から前記第2の特徴データの中の前記撮影時刻での前記第2の移動体の位置への移動方向を示す第1の方位角と、前記第2の特徴データの中の前記撮影時刻での前記第2の移動体の位置から前記第1の特徴データの中の前記後続観測時刻での前記第1の移動体の位置への移動方向を示す第2の方位角と、の差に基づいて、前記対応スコアを算出することを特徴とするデータ補完装置。

10

【請求項10】

請求項1に記載のデータ補完装置であって、

前記少なくとも一方の処理部は、

前記先行観測時刻での前記第1の移動体の位置から前記後続観測時刻での前記第1の移動体の位置までの距離と、前記先行観測時刻から前記撮影時刻までの前記第1の移動体の移動距離と、前記撮影時刻から前記後続観測時刻までの前記第1の移動体の移動距離と、に基づいて、前記第2の移動体の探索範囲を示す最大探索距離を算出し、

前記第1の推定位置と前記第2の推定位置とを結び移動経路から前記撮影時刻における前記第2の移動体の位置までの前記第2の移動体の離間距離を算出し、

20

前記離間距離が前記最大探索距離以下である場合、前記対応スコアを算出することを特徴とするデータ補完装置。

【請求項11】

プログラムを実行するプロセッサと、前記プロセッサが実行するプログラムを格納するメモリと、を有するデータ補完装置によるデータ補完方法であって、

前記プロセッサが、

第1データベースから、領域を撮影した領域画像データの撮影時刻前後の観測時刻における第1の移動体およびその挙動を特定する第1の特徴データを含む第1の観測データを取得して、前記第1の特徴データの値が異常であるか否かを判定し、異常である場合には異常であることを示す異常情報を前記第1の特徴データに設定するフィルタリング処理と

30

第2データベースから、前記領域画像データ上における前記領域内を移動する第2の移動体の画像と前記第2の移動体およびその挙動を特定する第2の特徴データとを含む移動体画像データと取得して、前記フィルタリング処理によって前記異常情報が設定されていない前記第1の特徴データを含む前記第1の観測データと、前記移動体画像データと、に基づいて、前記第1の移動体と前記第2の移動体との同一性を判定し、同一性ありと判定された場合、前記移動体画像データおよび前記第1の特徴データとに対応関係があることを示す第1の情報を設定し、同一性なしと判定された場合または前記第1の特徴データに前記異常情報が設定された場合、前記移動体画像データが対応付けられないことを示す第2の情報を前記第1の特徴データに設定し、前記第1の特徴データが対応付けられないことを示す第3の情報を前記移動体画像データに設定するマッピング処理と、

40

前記フィルタリング処理によって前記異常情報が設定され、かつ、前記マッピング処理によって前記第2の情報が設定された前記第1の特徴データと、前記第3の情報が設定された前記移動体画像データとに基づいて、前記第1の移動体と前記第2の移動体との同一性を判定し、同一性ありと判定された場合または前記マッピング処理で同一性ありと判定された場合に前記第2の特徴データと同一になるように前記第1の特徴データを補完する第1の補完処理と、同一性なしと判定された場合または前記マッピング処理で同一性なしと判定された場合に前記第2の特徴データに基づく第2の観測データを生成する第2の補完処理とのうち、少なくとも前記第1の補完処理を実行する補完処理と、

前記マッピング処理または前記補完処理による処理結果を出力する出力処理と、を実行

50

し、

前記マッピング処理および前記補完処理のうち少なくとも一方の処理では、前記プロセッサは、

前記同一性の判定において、前記第 1 の特徴データの中の前記撮影時刻前の観測時刻である先行観測時刻での前記第 1 の移動体の位置、速度、および、前記先行観測時刻での前記第 1 の移動体の位置から前記第 1 の特徴データの中の前記撮影時刻後の観測時刻である後続観測時刻での前記第 1 の移動体の位置への移動方向を示す方位角に基づいて、前記撮影時刻での前記第 1 の移動体の第 1 の推定位置を算出し、前記後続観測時刻での前記第 1 の移動体の位置、速度、および、前記方位角に基づいて、前記撮影時刻での前記第 1 の移動体の第 2 の推定位置を算出し、前記第 1 の推定位置および前記第 2 の推定位置のいずれも前記領域画像データ内の位置である場合、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体との同一性の確からしさを示す対応スコアを算出し、算出した前記対応スコアに基づいて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体との同一性を判定することを特徴とするデータ補完方法。

10

【請求項 12】

第 1 データベースおよび第 2 データベースにアクセス可能なデータ補完装置内のプロセッサに実行されるデータ補完プログラムであって、

前記プロセッサに、

前記第 1 データベースから、領域を撮影した領域画像データの撮影時刻前後の観測時刻における第 1 の移動体およびその挙動を特定する第 1 の特徴データを含む第 1 の観測データを取得して、前記第 1 の特徴データの値が異常であるか否かを判定し、異常である場合には異常であることを示す異常情報を前記第 1 の特徴データに設定するフィルタリング処理と、

20

前記第 2 データベースから、前記領域画像データ上における前記領域内を移動する第 2 の移動体の画像と前記第 2 の移動体およびその挙動を特定する第 2 の特徴データとを含む移動体画像データと取得して、前記フィルタリング処理によって前記異常情報が設定されていない前記第 1 の特徴データを含む前記第 1 の観測データと、前記移動体画像データと、に基づいて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体との同一性を判定し、同一性ありと判定された場合、前記移動体画像データおよび前記第 1 の特徴データとに対応関係があることを示す第 1 の情報を設定し、同一性なしと判定された場合または前記第 1 の特徴データに前記異常情報が設定された場合、前記移動体画像データが対応付けられないことを示す第 2 の情報を前記第 1 の特徴データに設定し、前記第 1 の特徴データが対応付けられないことを示す第 3 の情報を前記移動体画像データに設定するマッピング処理と、

30

前記フィルタリング処理によって前記異常情報が設定され、かつ、前記マッピング処理によって前記第 2 の情報が設定された前記第 1 の特徴データと、前記第 3 の情報が設定された前記移動体画像データとに基づいて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体との同一性を判定し、同一性ありと判定された場合または前記マッピング処理で同一性ありと判定された場合に前記第 2 の特徴データと同一になるように前記第 1 の特徴データを補完する第 1 の補完処理と、同一性なしと判定された場合または前記マッピング処理で同一性なしと判定された場合に前記第 2 の特徴データに基づく第 2 の観測データを生成する第 2 の補完処理とのうち、少なくとも前記第 1 の補完処理を実行する補完処理と、

40

前記マッピング処理または前記補完処理による処理結果を出力する出力処理と、を実行させ、

前記マッピング処理および前記補完処理のうち少なくとも一方の処理では、前記プロセッサに、

前記同一性の判定において、前記第 1 の特徴データの中の前記撮影時刻前の観測時刻である先行観測時刻での前記第 1 の移動体の位置、速度、および、前記先行観測時刻での前記第 1 の移動体の位置から前記第 1 の特徴データの中の前記撮影時刻後の観測時刻である後続観測時刻での前記第 1 の移動体の位置への移動方向を示す方位角に基づいて、前記撮影時刻での前記第 1 の移動体の第 1 の推定位置を算出し、前記後続観測時刻での前記第 1

50



の移動体の位置、速度、および、前記方位角に基づいて、前記撮影時刻での前記第1の移動体の第2の推定位置を算出し、前記第1の推定位置および前記第2の推定位置のいずれも前記領域画像データ内の位置である場合、前記第1の移動体と前記第2の移動体との同一性の確からしさを示す対応スコアを算出し、算出した前記対応スコアに基づいて、前記第1の移動体と前記第2の移動体との同一性を判定する処理を実行させることを特徴とするデータ補完プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データを補完するデータ補完装置、データ補完方法、およびデータ補完プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

GPS (Global Positioning System) が一般に公開されて以来、船舶や航空機、自動車等の移動体にGPS受信端末が搭載され、移動体の軌跡データを得やすい環境が整ってきている。たとえば、船舶の安全航行を目的とし、船舶自動識別装置 (Automatic Identification System, AIS) が搭載される船舶がある。AISには、GPS受信端末が搭載または接続される。AISは、GPSで測位した位置や速度などの船舶航跡データ (以降、AISデータとする) を、定期的に近隣の港湾や船舶に無線で配信する。

【0003】

また、解像度が高い衛星画像が比較的安価に入手できるようになったことから、写った移動体においてサイズや位置などの情報を抽出し、移動体の航跡データを組み合わせることにより、相互の情報の参照を支援する技術が開発されている。たとえば、船舶において、非特許文献1は、SAR衛星画像から位置やサイズ、速度などの船舶情報を抽出し、AISデータにおける船舶の座標やサイズや速度を比較することでSAR (合成開口レーダ: Synthetic Aperture Radar) 画像上の船舶画像とAISデータとをマッピングする手法を開示する。

【0004】

当該手法では、SAR衛星の撮影後に取得した1件のAISデータにおける速度と船舶の向きとを基に撮影時刻の位置を推測し、近傍手法を用いてサイズまたは速度の差が閾値以下のAISデータと船舶画像とが対応すると判断する。これにより、衛星画像上の船舶画像とAISデータを相互的に参照することが可能になり、欠損したAISデータや該当する船舶画像が無いAISデータなどを検出することが可能になる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】S.K. Chaturvedi, "Ship Recognition by Integration of SAR and AIS", Journal of Navigation, Volume 65, Issue 02, pp. 323-337, April 2012.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上述した従来技術では、IMO (International Maritime Organization) 番号 (船舶識別番号) やサイズなど手入力された値に誤りがあったり、一つの船舶における時系列のAISデータに欠損がある場合、AISデータと船舶画像との対応関係に誤りが発生する場合がある。

【0007】

たとえば、サイズの値に誤りがあると、SAR画像上の船舶画像から求めたサイズと乖離することとなり、正しく対応付けることができない。また、IMO番号に誤りがある船舶は、海賊などの不審船が通常の船舶を偽装するなど、本来、異常な船舶として警告表示

10

20

30

40

50

をすべき船舶である。しかしながら、A I Sデータと船舶画像との対応関係に誤りがあると、誤警告をしてしまうという問題がある。

【0008】

また、A I Sの電源を入れ忘れやA I Sが故障していた場合、A I Sデータを収集するストレージにおいて格納コストや通信コストを削減するためA I Sデータを間引いている場合など、A I Sデータには欠損が生じることが多くある。このような場合、衛星画像の撮影時刻から乖離したA I Sデータから、船舶の座標値を推測しなくてはならない。しかしながら、速度の調整や旋回などの操作が行われた場合には衛星画像の撮影時刻を推測することは困難となる。特に、G P Sの誤差や船舶が集中した海域の場合、必ずしもA I Sデータが示す座標値の近傍に船舶画像があるわけではなく、A I Sデータと船舶画像との対応付けが困難になる。

10

【0009】

本発明は、移動体の時系列な観測データと移動体の時系列な画像データとの対応関係についての信頼性の向上を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本願において開示される発明の一側面となるデータ補完装置、データ補完方法、およびデータ補完プログラムは、プロセッサが、第1データベースから、領域を撮影した領域画像データの撮影時刻前後の観測時刻における第1の移動体およびその挙動を特定する第1の特徴データを含む第1の観測データを取得して、前記第1の特徴データの値が異常であるか否かを判定し、異常である場合には異常であることを示す異常情報を前記第1の特徴データに設定するフィルタリング処理と、第2データベースから、前記領域画像データ上における前記領域内を移動する第2の移動体の画像と前記第2の移動体およびその挙動を特定する第2の特徴データとを含む移動体画像データと取得して、前記フィルタリング処理によって前記異常情報が設定されていない前記第1の特徴データを含む前記第1の観測データと、前記移動体画像データと、に基づいて、前記第1の移動体と前記第2の移動体との同一性を判定し、同一性ありと判定された場合、前記移動体画像データおよび前記第1の特徴データとに対応関係があることを示す第1の情報を設定し、同一性なしと判定された場合または前記第1の特徴データに前記異常情報が設定された場合、前記移動体画像データが対応付けられないことを示す第2の情報を前記第1の特徴データに設定し、前記第1の特徴データが対応付けられないことを示す第3の情報を前記移動体画像データに設定するマッピング処理と、前記フィルタリング処理によって前記異常情報が設定され、かつ、前記マッピング処理によって前記第2の情報が設定された前記第1の特徴データと、前記第3の情報が設定された前記移動体画像データとに基づいて、前記第1の移動体と前記第2の移動体との同一性を判定し、同一性ありと判定された場合または前記マッピング処理で同一性ありと判定された場合に前記第2の特徴データと同一になるように前記第1の特徴データを補完する第1の補完処理と、同一性なしと判定された場合または前記マッピング処理で同一性なしと判定された場合に前記第2の特徴データに基づく第2の観測データを生成する第2の補完処理とのうち、少なくとも前記第1の補完処理を実行する補完処理と、前記マッピング処理または前記補完処理による処理結果を出力する出力処理と、を実行し、前記マッピング処理および前記補完処理のうち少なくとも一方の処理では、前記プロセッサは、前記同一性の判定において、前記第1の特徴データの中の前記撮影時刻前の観測時刻である先行観測時刻での前記第1の移動体の位置、速度、および、前記先行観測時刻での前記第1の移動体の位置から前記第1の特徴データの中の前記撮影時刻後の観測時刻である後続観測時刻での前記第1の移動体の位置への移動方向を示す方位角に基づいて、前記撮影時刻での前記第1の移動体の第1の推定位置を算出し、前記後続観測時刻での前記第1の移動体の位置、速度、および、前記方位角に基づいて、前記撮影時刻での前記第1の移動体の第2の推定位置を算出し、前記第1の推定位置および前記第2の推定位置のいずれも前記領域画像データ内の位置である場合、前記第1の移動体と前記第2の移動体との同一性の確からしさを示す対応スコアを算出し、算出した前記対応スコアに

20

30

40

50

基づいて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体との同一性を判定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明の代表的な実施の形態によれば、移動体の時系列な観測データと移動体の時系列な画像との対応関係の高精度化を図ることができる。前述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】 A I S データと船舶画像データとの対応付けの一例を示す説明図である。

10

【図 2】 データ補完例 1 を示す説明図である。

【図 3】 データ補完例 2 を示す説明図である。

【図 4】 通信システムのシステム構成例を示す説明図である。

【図 5】 データ補完装置の構成例を示すブロック図である。

【図 6】 衛星画像データのデータ構造例を示す説明図である。

【図 7】 船舶画像データのデータ構造例を示す説明図である。

【図 8】 A I S データのデータ構造例を示す説明図である。

【図 9】 図 8 に示した時系列データのデータ構造例を示す説明図である。

【図 10】 船舶対応データのデータ構造例を示す説明図である。

【図 11】 データ補完装置による詳細な処理手順例を示すフローチャートである。

20

【図 12】 図 8 に示したフィルタリング処理部によるフィルタリング処理（ステップ S 1 1 0 1）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。

【図 13】 図 11 に示したマッピング処理部によるマッピング処理（ステップ S 1 1 0 6）の詳細な処理手順例を示すフローチャート 1 である。

【図 14】 図 11 に示したマッピング処理部によるマッピング処理（ステップ S 1 1 0 6）の詳細な処理手順例を示すフローチャート 2 である。

【図 15】 推定航路と最大探索距離との関係を示す説明図である。

【図 16】 図 13 に示したタイムシフト処理（ステップ S 1 3 0 6）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。

【図 17】 図 14 に示した最大探索距離算出処理（ステップ S 1 4 0 1）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。

30

【図 18】 図 14 に示した対応スコア算出処理（ステップ S 1 4 0 5）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。

【図 19】 s h i p の方向と方位角との関係を示す説明図である。

【図 20】 図 11 に示した補完処理部による再マッピング処理（ステップ S 1 1 0 7）の詳細な処理手順例を示すフローチャート 1 である。

【図 21】 図 11 に示した補完処理部による再マッピング処理（ステップ S 1 1 0 7）の詳細な処理手順例を示すフローチャート 2 である。

【図 22】 異常・欠損補完例を示す説明図である。

【図 23】 図 5 のデータの表示処理部によって出力された A I S データの補完結果の出力画面の例を示す説明図である。

40

【図 24】 図 5 のデータの表示処理部によって出力された A I S データと船舶画像の出力画面の例 1 を示す説明図である。

【図 25】 図 5 のデータの表示処理部によって出力された A I S データと船舶画像の出力画面の例 2 を示す説明図である。

【図 26】 図 5 のデータの表示処理部によって出力されたデータ表示画面の例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照しながら、本発明に係る移動体情報補完装置の形態例を説明する

50

。以下の図において、同一の符号を付した部分は同一物を表し、基本的な構成及び動作は同様であるものとする。尚、本発明の実施形態において、使用される機器、手法等は一例であり、本発明はこれらに限定されるものではないことは勿論である。

【0014】

更に、本発明の実施形態は、後述されるように、汎用コンピュータ上で稼動するソフトウェアで実装しても良いし専用ハードウェア又はソフトウェアとハードウェアの組み合わせで実装しても良い。また、本発明はAISデータを一例としており、その他の移動体情報の補完にも対象となる。

【0015】

< AISデータと船舶画像データとの対応付け >

10

図1は、AISデータと船舶画像データとの対応付けの一例を示す説明図である。図1では、AISデータと船舶画像データとをマッピングした画面を示す。AISデータと、船舶画像データの抽出元となる衛星画像データとは、それぞれ別ルートでかつ非同期で得られるデータである。AISデータa1は、船舶の船舶ID、船舶のサイズ、船舶の速さを含む。船舶画像データA1は、船舶画像ID、船舶のサイズ、船舶の速さを含む。AISデータa1と船舶画像データA1との対応付けは、両データを比較することにより行われる。たとえば、サイズの差および速さの差が許容範囲内であれば、同一船舶であるとして、AISデータa1と船舶画像データA1とが対応付けられる。

【0016】

図1の例では、船舶画像データA1は、2012年11月11日16:25:05に取得されたデータであり、AISデータa1は、同日の16:00(図1中、t0)、16:20(図1中、t1)、16:40(図1中、t2)に取得されたデータである。t0~t2は、AISデータa1に含まれる時系列データであり、船舶の速さ、取得時刻、当該取得時刻での位置を含む。本実施例のように、AISデータa1と船舶画像データA1とを対応付けることにより、衛星画像上での船舶の時系列な航行経路を確認することができる。

20

【0017】

< データ補完例 >

図2は、データ補完例1を示す説明図である。データ補完例1では、AISデータa2に異常があった場合に、AISデータa2を補完することにより、AISデータa2と船舶画像データA2とを対応付ける例である。

30

【0018】

(A) 図2では、AISデータa2のサイズ(0m、23m)のうち、船舶の長さが誤入力により「0m」となっており、船舶の最短長さよりも短い。したがって、AISデータa2と船舶画像データA2とを対応付けることができない。このように、異常な値を含むAISデータa2を異常データと呼ぶ。

【0019】

(B) 本実施例では、異常データについて、データ補完装置が、異常値以外のデータにより船舶画像データA2と対応付けるのにふさわしいデータであるか否かを示す指標値となる対応スコアを求める。対応スコアにより、AISデータa2が船舶画像データA2と対応付けるのにふさわしいデータであると判断された場合には、データ補完装置は、船舶画像データにおける船舶の長さ「101m」で、AISデータa2における船舶の長さ「0m」を更新することにより、データ補完する。これにより、図1と同様、AISデータa2と船舶画像データA2とを対応付けることができるようになる。

40

【0020】

図3は、データ補完例2を示す説明図である。データ補完例2は、AISデータが欠損している場合に、AISデータa3を補完することにより、AISデータa3と船舶画像データA3とを対応付ける例である。

【0021】

(A) AISデータまたはAISデータ内の時系列データに欠損がある場合、AIS

50

データと船舶画像データ A 3 とを対応付けることができない。

【 0 0 2 2 】

( B ) 本実施例では、船舶画像データ A 3 に対応付ける A I S データに欠損がある場合、データ補完装置は、船舶画像データ A 3 を用いて、船舶画像データ A 3 に対応する A I S データ a 3 を生成することにより、A I S データを補完する。これにより、図 1 と同様、A I S データ a 3 と船舶画像データ A 3 とを対応付けることができるようになる。

【 0 0 2 3 】

< システム構成例 >

図 4 は、通信システムのシステム構成例を示す説明図である。通信システム 4 0 0 では、地球の周りを周回している 3 種類の人工衛星 4 0 1 ~ 4 0 3 が用いられる。第 1 の人工衛星は、衛星画像を撮影して、データベースサーバ 4 0 7 に送信する人工衛星である。第 2 の人工衛星 4 0 2 は、A I S データを送受信する人工衛星である。第 3 の人工衛星 4 0 3 は、時刻情報と第 3 の人工衛星 4 0 3 自身の軌道情報を含む G P S 信号を A I S 4 0 5 に発信する人工衛星である。

【 0 0 2 4 】

また、通信システム 4 0 0 は、A I S 4 0 5 と、基地局 4 0 6 と、データベースサーバ 4 0 7 と、データ補完装置 4 0 8 と、を含む構成である。上述したように、A I S 4 0 5 は、船舶 4 0 4 に搭載され、G P S 受信端末が搭載または接続される。A I S 4 0 5 は、第 3 の人工衛星 4 0 3 からの G P S 信号を受信し、当該 A I S 4 0 5 を搭載する船舶の位置や速度などの A I S データを測位して、定期的に近隣の港湾にある基地局 4 0 6 や船舶 4 0 4、または第 2 の人工衛星 4 0 2 に無線で配信する。A I S データが第 2 の人工衛星 4 0 2 に配信される場合は、A I S データは、第 2 の人工衛星 4 0 2 から基地局 4 0 6 に配信される。

【 0 0 2 5 】

基地局 4 0 6 は、たとえば、港湾に設置され、船舶 4 0 4 の A I S 4 0 5 や第 2 の人工衛星 4 0 2 からの A I S データを受信して、データベースサーバ 4 0 7 に転送する。また、基地局 4 0 6 は、第 1 の人工衛星 4 0 1 が撮影した衛星画像データを第 1 の人工衛星 4 0 1 から受信して、データベースサーバ 4 0 7 に転送する。なお、衛星画像データは、基地局 4 0 6 以外の図示しない他の受信装置で受信して、データベースサーバ 4 0 7 に転送することとしてもよい。

【 0 0 2 6 】

データベースサーバ 4 0 7 は、A I S データと衛星画像データとを蓄積する。なお、本例では、便宜上、同一のデータベースサーバ 4 0 7 が、A I S データと衛星画像データとを蓄積するが、A I S データを蓄積するデータベースサーバ 4 0 7 と、衛星画像データを蓄積するデータベースサーバ 4 0 7 とは、別サーバでもよい。いずれにしても、データ補完装置 4 0 8 に対して、A I S データと衛星画像データとが与えられれば良い。

【 0 0 2 7 】

データ補完装置 4 0 8 は、海域エリアの衛星画像上の船舶画像データと A I S データとをマッピングし、A I S データの異常 ( 図 2 ) または欠損 ( 図 3 ) を補完する。具体的には、データ補完装置 4 0 8 は、衛星画像データの撮影時刻の直近および直後の観測時刻での 2 つの A I S データを用いて、衛星画像データの撮影時刻における船舶 4 0 4 の位置の推測範囲を決定し、A I S データの属性と船舶画像データから抽出できる属性を比較する。そして、データ補完装置 4 0 8 は、衛星画像に写っている船舶画像と A I S データを照合し、上述した異常または欠損を検出して A I S データを補完する。データ補完装置 4 0 8 の各機能については、図 5 で説明する。

【 0 0 2 8 】

< データ補完装置 4 0 8 の構成例 >

図 5 は、データ補完装置 4 0 8 の構成例を示すブロック図である。図 5 において、データ補完装置 4 0 8 は、単独の計算機として示されているが、各構成部が遠隔的に配置され、それぞれがネットワークを介して接続されて構成される、計算機システムとして構成さ

10

20

30

40

50

れるようにしても良い。

#### 【0029】

データ補完装置408は、衛星画像DB500と、船舶画像DB501と、AISデータDB502と、船舶対応DB503と、マスタDB505と、中央処理装置505と、入力装置506と、表示装置507と、データメモリ508と、プログラムメモリ509と、を有する。

#### 【0030】

衛星画像DB500は、第1の人工衛星401により取得された衛星画像データを格納する。船舶画像DB501は、衛星画像データから抽出した船舶画像データを格納する。AISデータDB502は、定期的に収集されたAISデータを格納する。船舶対応DB503は、AISデータと船舶画像データとの対応関係を示す船舶対応データを格納する。マスタDB504は、既登録のIMO番号と、基準となる船舶404のサイズ範囲と、を格納する。これらDB500～505は、不揮発性メモリやハードディスクなどの記憶装置によりその機能を実現する。また、これらDB500～505の少なくともいずれか1つは、データベースサーバ407が保持する構成としてもよい。

#### 【0031】

中央処理装置505は、フィルタリング処理部511と、マッピング処理部512と、補完処理部513と、データ表示処理部514と、を有する。この形態例の場合、コンピュータによって構成され、フィルタリング処理部511、マッピング処理部512、補完処理部513およびデータの表示処理部514は、いずれもコンピュータ上で実行されるプログラムの機能の一部として実現される。なお、これらのプログラムは、プログラムメモリ509に格納される。フィルタリング処理部511、マッピング処理部512、補完処理部513およびデータ表示処理部514の詳細については後述する。

#### 【0032】

入力装置506は、データを中央処理装置505に入力し、表示装置507は、中央処理装置505からのデータを表示する。データメモリ508は、衛星画像データ521と、船舶画像データ522と、AISデータ523と、船舶対応データ524と、を格納する。プログラムメモリ509は、OS(Operating System)や、フィルタリング処理部511、マッピング処理部512、補完処理部513およびデータの表示処理部514を実現するプログラムを格納する。

#### 【0033】

<データ構造例>

つぎに、図2に示した各種DB500～505およびデータメモリ508に格納されるデータのデータ構造例について説明する。

#### 【0034】

図6は、衛星画像データ521のデータ構造例を示す説明図である。衛星画像データ521は、衛星画像DB500に記憶されており、中央処理装置505により読み出されてデータメモリ508に書き込まれる。そして、更新後は、再度衛星画像DB500に格納される。

#### 【0035】

衛星画像データ521は、衛星画像ID600と、撮影時刻601と、最小経度602と、最小緯度603と、最大経度604と、最大緯度605と、ピクセルデータ606と、を含み、たとえば配列の形式でこれらの情報が保有される。

#### 【0036】

衛星画像ID600は、衛星画像データ521において一意に振られた値が保持される。撮影時刻601には、値として、衛星画像を撮影した日付が保持される。最小経度602、最小緯度603、最大経度604、および最大緯度605には、それぞれ、値として、天体表面上の地理座標系において衛星画像の範囲を示す座標値が保持される。ピクセルデータ606には、RGBカラーモデルの値が衛星画像の大きさに従った二次元配列上に保持される。ピクセルデータ606が表示装置において衛星画像として表示される。

## 【 0 0 3 7 】

図 7 は、船舶画像データ 5 2 2 のデータ構造例を示す説明図である。船舶画像データ 5 2 2 は、船舶画像 D B 5 0 1 に記憶されており、中央処理装置 5 0 5 により読み出されてデータメモリ 5 0 8 に書き込まれる。そして、更新後は、再度船舶画像 D B 5 0 1 に格納される。なお、船舶画像データ 5 2 2 は、既存技術により衛星画像データから抽出されたデータである。

## 【 0 0 3 8 】

船舶画像データ 5 2 2 は、衛星画像 I D 7 0 0 と、船舶画像 I D 7 0 1 と、経度 7 0 2 と、緯度 7 0 3 と、速度 7 0 4 と、方向 7 0 5 と、長さ 7 0 6 と、幅 7 0 7 と、ピクセルデータ 7 0 8 と、データ状態 7 0 9 と、を含み、たとえば配列の形式でこれらの情報が保有される。

10

## 【 0 0 3 9 】

船舶画像 I D 7 0 1 には、船舶画像データ 5 2 2 に対して一意に振られた値が保持される。経度 7 0 2 および緯度 7 0 3 には、それぞれ、値として、天体表面上の地理座標系における船舶 4 0 4 の座標値が保持される。速度 7 0 4 には、値として、船舶画像データから抽出した船舶 4 0 4 の速度が保持される。方向 7 0 5 には、値として、船舶画像データから抽出した船舶 4 0 4 の向き情報が保持される。長さ 7 0 6 および幅 7 0 7 は、値として、船舶画像データから抽出した船舶 4 0 4 のサイズが保持される。ピクセルデータ 7 0 8 は、衛星画像データから検出された船舶画像の大きさに従って R G B カラーモデルの値が二次元配列上に保持される。ピクセルデータ 7 0 8 が表示装置において船舶画像として表示される。

20

## 【 0 0 4 0 】

データ状態 7 0 9 には、値として、当該船舶画像として表示される船舶 4 0 4 の A I S 4 0 5 から A I S データが発信されていたかどうかを示す識別情報が保持される。具体的には、たとえば、A I S データと船舶画像データとのマッピング処理により、当該船舶画像データに対応する A I S データが存在する場合には「正常」が格納され、対応する A I S データが存在しない場合には「欠損」が格納される。なお、デフォルトの場合、データ状態 7 0 9 には「N U L L」が保持される。

## 【 0 0 4 1 】

図 8 は、A I S データ 5 2 3 のデータ構造例を示す説明図である。A I S データ 5 2 3 は、A I S データ D B 5 0 2 に記憶されており、中央処理装置 5 0 5 により読み出されてデータメモリ 5 0 8 に書き込まれる。そして、更新後は、再度 A I S データ D B 5 0 2 に格納される。

30

## 【 0 0 4 2 】

A I S データ 5 2 3 は、船舶 I D 8 0 0 と、I M O 番号 8 0 1 と、船舶名 8 0 2 と、長さ 8 0 3 と、幅 8 0 4 と、ピクセルデータ 8 0 5 と、時系列データ 8 0 6 と、データ状態 8 0 7 と、を含み、たとえば配列の形式でこれらの情報が保有される。なお、I M O 番号 8 0 1、船舶名 8 0 2、長さ 8 0 3、幅 8 0 4、ピクセルデータ 8 0 5、および時系列データ 8 0 6 は、手動で入力されるデータである。

## 【 0 0 4 3 】

船舶 I D 8 0 0 には、A I S データ 5 2 3 に対して一意に振られた値が保持される。I M O 番号 8 0 1 には、値として、国際海事機関において大型船に割り振られた船舶 4 0 4 識別番号が保持される。船舶名 8 0 2 には、値として、I M O に登録した船の名前が保持される。長さ 8 0 3 および幅 8 0 4 には、値として、I M O に登録した船舶 4 0 4 のサイズが保持される。ピクセルデータ 8 0 5 には、R G B カラーモデルの値が船舶 4 0 4 写真の大きさに従って二次元配列上に保持される。ピクセルデータ 8 0 5 が表示装置において船舶画像として表示される。

40

## 【 0 0 4 4 】

時系列データ 8 0 6 には、時刻ごとの船舶 4 0 4 の位置や速度などの情報が保持される。時系列データ 8 0 6 の詳細については、図 9 で後述する。データ状態 8 0 7 には、値と

50

して、A I SデータのI M O番号やサイズに誤入力があるかどうかを示す識別情報が保持される。A I SデータにおけるI M O番号8 0 1が異常の場合には、「I M O番号異常」が格納され、長さ8 0 3や幅8 0 4が異常の場合には、「サイズ異常」が格納される。また、A I Sデータと船舶画像のマッピング処理により当該A I Sデータに対応する船舶画像がある場合には、データ状態8 0 7に「正常」が格納される。なお、デフォルトの場合、データ状態8 0 7に「N U L L」が保持される。

#### 【0 0 4 5】

図9は、図8に示した時系列データのデータ構造例を示す説明図である。時系列データ8 0 6は、時系列I D 9 0 1と、受信時刻9 0 2と、経度9 0 3と、緯度9 0 4と、速度9 0 5と、データ状態9 0 6と、を含み、たとえば配列の形式でこれらの情報が保有される。時系列I D 9 0 1には、時系列データ8 0 6に対して一意に振られた値が保持される。受信時刻9 0 2には、値として、当該時系列データが受信した時刻が保持される。経度9 0 3および緯度9 0 4は、値として、時系列データが発信されたときの船舶4 0 4の座標情報が保持される。速度9 0 5は、値として、時系列データが発信されたときの船舶4 0 4の速度が保持される。データ状態9 0 6には、値として、一定間隔で時系列データが受信されているかの識別情報が保持される。なお、一定間隔で次の時系列データが受信されていない場合、すなわち、時系列の中で部分欠損がある場合には欠損がある前の時系列データのデータ状態9 0 6に「部分欠損」が登録される。デフォルトの場合、データ状態9 0 6にN U L Lが保持される。

#### 【0 0 4 6】

図10は、船舶対応データ5 2 4のデータ構造例を示す説明図である。船舶対応データ5 2 4は、A I Sデータと船舶画像データとの対応関係を示す情報である。船舶対応データ5 2 4は、データメモリ5 0 8上で生成され、船舶対応D B 5 0 3に格納される。

#### 【0 0 4 7】

船舶対応データ5 2 4は、船舶I D 1 0 0 0と、船舶画像I D 1 0 0 1と、サイズ対応スコア1 0 0 2と、速度対応スコア1 0 0 3と、船種対応スコア1 0 0 4と、方向対応スコア1 0 0 5と、先行時系列データのシフト後の経度1 0 0 6と、先行時系列データのシフト後の緯度1 0 0 7と、後続時系列データのシフト後の経度1 0 0 8と、後続時系列データのシフト後の緯度1 0 0 9と、最大探索距離1 0 1 0と、対応関係成立フラグ1 0 1 1と、を含み、たとえば配列の形式でこれらの情報が保有される。

#### 【0 0 4 8】

サイズ対応スコア1 0 0 2には、値として、船舶4 0 4のサイズを船舶画像データとA I Sデータとで比較した際のサイズ差の度合を表すスコアが保持される。速度対応スコア1 0 0 3には、値として、船舶4 0 4の速度を船舶画像データとA I Sデータとで比較した際の速度差の度合を表すスコアが保持される。船種対応スコア1 0 0 4には、値として、船舶4 0 4のピクセルデータを船舶画像データとA I Sデータとで比較した際のピクセル差の度合を表すスコアが保持される。

#### 【0 0 4 9】

方向対応スコア1 0 0 5には、船舶4 0 4の方向を船舶画像データとA I Sデータとで比較した際の方向差の度合を表すスコアが保持される。また、サイズ対応スコア1 0 0 2、速度対応スコア1 0 0 3、船種対応スコア1 0 0 4および方向対応スコア1 0 0 5には、正規化された値が入力され、これらの合計の範囲は、たとえば、[ 0 , 1 ]である。

#### 【0 0 5 0】

先行時系列データのシフト後の経度1 0 0 6および先行時系列データのシフト後の緯度1 0 0 7には、値として、衛星画像の撮影時刻前のある時系列データ（先行時系列データ）を当該衛星画像の撮影時刻へタイムシフトした場合の推測撮影時刻における経度および緯度が保持される。先行時系列データは、衛星画像の撮影時刻前であれば、どの時点で観測されたデータでもよいが、衛星画像の撮影時刻の直前に観測された経度および緯度が好ましい。

#### 【0 0 5 1】



同様に、後続時系列データのシフト後の経度1008および後続時系列データのシフト後の緯度1009には、値として、衛星画像の撮影時刻後における先行時系列データの直後の時系列データ（後続時系列データ）を当該衛星画像の撮影時刻へタイムシフトした場合の推測撮影時刻における経度および緯度が保持される。後続時系列データは、衛星画像の撮影時刻後であれば、どの時点で観測されたデータでもよいが、衛星画像の撮影時刻の直後に観測された経度および緯度が好ましい。

#### 【0052】

最大探索距離1010には、値として、AISデータが示す船舶404の位置から該当する船舶画像を探索する際の範囲を設定するための距離が保持される。対応関係成立フラグ1011には、値として、船舶ID1000により特定されるAISデータと、船舶画像ID1001により特定される船舶画像データとの間に対応関係が成立したか否かを示す情報が設定される。ここでは、デフォルトを「0」（未成立）とし、対応関係が成立した場合「1」とする。船舶ID1000により特定されるAISデータと、対応スコアが最大の船舶画像ID1001により特定される船舶画像データにおける対応スコアが閾値以上の場合、対応関係成立フラグが“1”に設定される。

#### 【0053】

<各処理部511～514の処理内容>

つぎに、図2に示したフィルタリング処理部511、マッピング処理部512、補完処理部513およびデータ表示処理部514について説明する。

#### 【0054】

フィルタリング処理部511は、AISデータDB502内のAISデータ群において、IMO番号やサイズなど手入力されたデータの異常や部分欠損のAISデータをあらかじめフィルタリングするフィルタリング処理を実行する。具体的には、たとえば、フィルタリング処理部511は、AISデータDB502内のAISデータをデータメモリ508に書込み、AISデータごとに、異常であるか否かを判断する。IMO番号に異常がある場合、そのAISデータのデータ状態に「IMO番号異常」を設定し、船舶404のサイズに異常がある場合、そのAISデータのデータ状態に「サイズ異常」を設定する。これにより、どのAISデータに誤入力があったかを特定することができる。

#### 【0055】

また、フィルタリング処理部511は、該当する場合には、そのAISデータにおける時系列データのデータ状態に「部分欠損」を設定する。たとえば、一定期間おきに時系列データが受信されていない場合、時系列データが欠損している。したがって、フィルタリング処理部511は、欠損直前の時系列データのデータ状態に「部分欠損」を設定する。これにより、どの時系列データ群のどの時点で欠損があったかを特定することができる。

#### 【0056】

マッピング処理部512は、フィルタリング処理部511において異常と部分欠損と判断されたAISデータについて、船舶画像データとのマッピング処理を行い、当該AISデータを、正常データ、異常データ、欠損データの3種類に分類する。正常データとは、対応の船舶画像データが存在するAISデータである。異常データとは、対応の船舶画像が存在しない、または、IMO番号やサイズなど誤入力されたAISデータである。欠損データとは、対応関係を結べない船舶画像データに対し時系列データが欠損したAISデータ、または、一定時間間隔で時系列データが受信されなかった部分欠損のAISデータである。正常データであれば、図1に示したように、船舶画像データと対応づけられるため、AISデータと衛星画像データとで相互的に情報の参照が可能となる。

#### 【0057】

補完処理部513は、異常データや欠損データと対応関係が無かった船舶画像データについて、再度マッピング処理を実行する。具体的には、たとえば、補完処理部513は、フィルタリング処理部511とマッピング処理部512で分類した異常データと、AISデータが欠損する船舶画像データとを用いて、再度マッピング処理を行い、船舶画像データを基に異常と欠損のAISデータを補完する。

## 【 0 0 5 8 】

なお、補完処理部 5 1 3 は、船舶画像データから I M O 番号を抽出できない場合、再度マッピング処理の時点で、「 I M O 番号異常」の A I S データを除去する。また、A I S データと船舶画像データとの対応スコアを計算する際、A I S データの異常によって対応基準を決める。たとえば、補完処理部 5 1 3 は、サイズ異常の A I S データにおいて、対応基準にまずサイズを除き、残りの対応基準において任意に組み合わせて対応スコアを計算する。これにより異常・欠損データを補完でき、衛星画像上の船舶画像データと A I S データとの相互的な参照精度の向上を図る。

## 【 0 0 5 9 】

データ表示処理部 5 1 4 は、補完処理部 5 1 3 によるマッピング結果を反映した衛星画像を表示装置に表示する。たとえば、データ表示処理部 5 1 4 は、船舶対応データ 5 2 4 を参照することにより、対応関係がある船舶画像データおよび A I S データの組み合わせを表示する。なお、本実施例では、データ表示処理部 5 1 4 によりマッピング結果を表示することとしたが、外部装置に出力、送信、または格納することとしてもよい。

## 【 0 0 6 0 】

## &lt; 補完処理手順例 &gt;

図 1 1 は、データ補完装置 4 0 8 による詳細な処理手順例を示すフローチャートである。データ補完装置 4 0 8 は、フィルタリング処理部 5 1 1 により上述したフィルタリング処理を実行し（ステップ S 8 0 1 ）、衛星画像 D B 5 0 0 の 1 以上の衛星画像群をデータメモリ 5 0 8 に格納する（ステップ S 1 1 0 2 ）。フィルタリング処理（ステップ S 1 1 0 1 ）は、I M O 番号やサイズなど手入力されたデータの異常や一定間隔で受信されなかった部分欠損の A I S データが誤って関連のない船舶画像データと対応関係を結ぶことを回避するための処理である。フィルタリング処理（ステップ S 1 1 0 1 ）の詳細については図 1 2 で説明する。

## 【 0 0 6 1 】

つぎに、データ補完装置 4 0 8 は、データメモリ 5 0 8 上の衛星画像群の中から 1 枚の衛星画像 p を取得する（ステップ S 1 1 0 3 ）。このあと、データ補完装置 4 0 8 は、衛星画像 p の中から船舶画像を特定し、特定した船舶画像を含む船舶画像データ 5 2 2 を、船舶画像 D B から読み出してデータメモリ 5 0 8 に格納する（ステップ S 1 1 0 4 ）。また、データ補完装置 4 0 8 は、フィルタリング処理（ステップ S 1 1 0 1 ）済みの A I S データ群が格納されている A I S データ D B 5 0 2 から、衛星画像 p の撮影時刻の直前の時系列データおよび直後の時系列データを含む A I S データ 5 2 3 を読み出して、データメモリ 5 0 8 に格納する（ステップ S 1 1 0 5 ）。そして、データ補完装置 4 0 8 は、マッピング処理部 5 1 2 により、A I S データ 5 2 3 と衛星画像 p 上の船舶画像データ 5 2 2 とのマッピング処理を実行する（ステップ S 1 1 0 6 ）。

## 【 0 0 6 2 】

マッピング処理（ステップ S 1 1 0 6 ）は、フィルタリング処理（ステップ S 1 1 0 1 ）によって異常や部分欠損していない A I S データについて、一つの衛星画像に映る各船舶画像とマッピングを行い、A I S データを正常データまたは異常データに分類し、船舶画像データを正常データまたは欠損データに分類する処理である。なお、マッピング処理（ステップ S 1 1 0 6 ）の詳細は、図 1 3 および図 1 4 を用いて詳細に後述する。

## 【 0 0 6 3 】

つぎに、データ補完装置 4 0 8 は、補完処理部 5 1 3 により、再度マッピング処理を実行する（ステップ S 1 1 0 7 ）。具体的には、たとえば、補完処理部 5 1 3 は、異常データに基づいて衛星画像の撮影時刻での船舶 4 0 4 の推測位置を求めて、欠損データとのマッピング処理を行い、データの補完を行う。なお、再マッピング処理（ステップ S 1 1 0 7 ）については、図 1 5 を用いて後述する。

## 【 0 0 6 4 】

つぎに、データ補完装置 4 0 8 は、データメモリ 5 0 8 のデータを D B に書き込み（ステップ S 1 1 0 8 ）、衛星画像データ 5 2 1 におけるすべての衛星画像を処理したか確認

10

20

30

40

50

する（ステップS 1 1 0 9）。ステップS 1 1 0 9において、すべての衛星画像を処理していない場合（ステップS 1 1 0 9：N o）、残りの衛星画像を処理するため、ステップS 1 1 0 3の処理に戻る。また、ステップS 1 1 0 9において、すべての衛星画像を処理した場合（ステップS 1 1 0 9：Y e s）、データ補完装置4 0 9は、データ表示処理部5 1 4により、データ表示処理を実行する（ステップS 1 1 1 0）。データ表示処理（ステップS 1 1 1 0）では、データ表示処理部5 1 4は、A I Sデータと船舶画像データと関連付けて表示する。なお、データ表示処理（ステップS 1 1 1 0）の表示内容例は、図2 3～図2 6を用いて詳細に後述する。

#### 【0 0 6 5】

＜フィルタリング処理手順例＞

図1 2は、図8に示したフィルタリング処理部5 1 1によるフィルタリング処理（ステップS 1 1 0 1）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。フィルタリング処理部5 1 1は、A I SデータDB 5 0 2からA I Sデータを読み出してデータメモリ5 0 8に格納する（ステップS 1 2 0 1）。つぎに、フィルタリング処理部5 1 1は、1件の未取得のA I SデータA I S 4 0 5をデータメモリ5 0 8から取得する（ステップS 1 2 0 2）。取得したA I S 4 0 5がフィルタリング対象となるA I Sデータである。

#### 【0 0 6 6】

つぎに、フィルタリング処理部5 1 1は、マスタDB 5 0 4内のI M O番号を参照して、A I S 4 0 5のI M O番号が異常であるか否かを判断する（ステップS 1 2 0 3）。具体的には、たとえば、フィルタリング処理部5 1 1は、A I S 4 0 5のI M O番号がマスタDB 5 0 4内の既登録のI M O番号と一致するか否かを判断する。

#### 【0 0 6 7】

不一致の場合は、A I S 4 0 5のI M O番号が既登録のI M O番号と一致せず、マスタDB 5 0 4に存在しないことになる。したがって、異常と判断される。異常と判断された場合（ステップS 1 2 0 3：Y e s）、フィルタリング処理部5 1 1は、A I S 4 0 5のデータ状態に「I M O番号異常」を登録して（ステップS 1 2 0 4）、ステップS 1 2 1 1に移行する。

#### 【0 0 6 8】

一方、A I S 4 0 5のI M O番号が既登録のI M O番号と一致する場合は、A I S 4 0 5のI M O番号がマスタDB 5 0 4に存在することになる。したがって、正常と判断される。正常と判断された場合（ステップS 1 2 0 3：N o）、フィルタリング処理部5 1 1は、マスタDB 5 0 4内のサイズ範囲を示す情報を参照して、A I S 4 0 5の船舶サイズが異常であるか否かを判断する（ステップS 1 2 0 5）。船舶サイズとは、船舶4 0 4の幅および長さである。

#### 【0 0 6 9】

マスタDB 5 0 4には、幅および長さの各々について基準となるサイズ範囲を示す情報が格納されている。フィルタリング処理部5 1 1は、幅および長さのうち少なくともいずれか一方がサイズ範囲内でない場合、サイズ異常と判断し、幅および長さの両方がサイズ範囲内である場合、サイズ正常と判断する。

#### 【0 0 7 0】

したがって、フィルタリング処理部5 1 1は、サイズ異常と判断した場合（ステップS 1 2 0 5：Y e s）、A I S 4 0 5のデータ状態に「サイズ異常」を登録し、ステップS 1 2 0 7に移行する。一方、サイズ異常でないと判断した場合（ステップS 1 2 0 5：N o）、ステップS 1 2 0 7に移行する。

#### 【0 0 7 1】

ステップS 1 2 0 7において、A I S 4 0 5の時系列データ群の中から未取得である連続2件の時系列データを取得する（ステップS 1 2 0 7）。ここで、処理対象となる2件の連続する時系列データをt 1、t 2とする。t 1が先行時系列データであり、t 2がt 1の直後に観測された後続時系列データである。

#### 【0 0 7 2】

フィルタリング処理部 511 は、 $t_1$  の受信時刻と  $t_2$  の受信時刻とを比較して、受信時刻の差がしきい値以上であるか否かを判断する（ステップ S1209）。すなわち、フィルタリング処理部 511 は、一定時間間隔で  $t_1$ 、 $t_2$  が受信されているか否かを確認することで、 $t_1$  と  $t_2$  との間に時系列データの欠損があるか否かを判断する。

【0073】

受信時刻の時間差がしきい値以上である場合（ステップ S1209：Yes）、フィルタリング処理部 511 は、 $t_1$  のデータ状態に「部分欠損」を登録する（ステップ S1209）。一方、しきい値以上でない場合（ステップ S1209：No）、ステップ S1210 に移行する。ステップ S1210 では、フィルタリング処理部 511 は、AIS405 において未取得である連続 2 件の時系列データがあるか否かを判断する（ステップ S1210）。

10

【0074】

未取得の連続 2 件の時系列データがある場合（ステップ S1210：Yes）、ステップ S1207 に戻り、フィルタリング処理部 511 は、AIS405 の時系列データ群の中から未取得である連続 2 件の時系列データを取得する（ステップ S1207）。一方、未取得の連続 2 件の時系列データがない場合（ステップ S1207：No）、ステップ S1211 に移行する。

【0075】

ステップ S1211 では、フィルタリング処理部 511 は、データメモリ 508 上のすべての AIS データを処理したか否かを判断する（ステップ S1211）。未処理の AIS データが有る場合（ステップ S1211：No）、ステップ S1202 に戻り、フィルタリング処理部 511 は、データメモリ 508 から未取得の 1 件の AIS データ AIS405 を取得する（ステップ S1202）。

20

【0076】

一方、すべてのデータを処理した場合（ステップ S1211：Yes）、フィルタリング処理部 511 は、データメモリ 508 上の AIS データ群を AIS データ DB502 に書き戻す（ステップ S1212）。したがって、AIS データ DB502 内の AIS データ群は、フィルタリング処理（ステップ S1101）によるフィルタリング後の内容となる。これにより、フィルタリング処理（ステップ S1101）を終了し、ステップ S1102 に移行する。

30

【0077】

このように、フィルタリング処理部 511 は、フィルタリング処理（ステップ S1101）によって、AIS データと船舶画像データをマッピング処理（ステップ S1106）する前に、あらかじめフィルタリングする。これにより、IMO 番号やサイズなど手入力されたデータの異常や一定間隔で受信されなかった部分欠損の AIS データが誤って関連のない船舶画像データと対応関係を結ぶことを回避することができる。なお、フィルタリング処理部 511 は、データ補完装置 408 外の外部装置にあってもよい。その場合、データ補完装置 408 は、フィルタリング結果を当該外部装置から取得すればよい。

【0078】

< マッピング処理手順例 >

40

図 13 および図 14 は、図 11 に示したマッピング処理部 512 によるマッピング処理（ステップ S1106）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。マッピング処理部 512 は、まず、図 11 のステップ S1105 でデータメモリ 508 に格納された AIS データ群の中から 1 件の AIS データ AIS405 を取得する（ステップ S1301）。

【0079】

つぎに、マッピング処理部 512 は、ステップ S1301 で取得した AIS405 のデータ状態が異常であるか否かを判断する（ステップ S1302）。具体的には、たとえば、マッピング処理部 512 は、AIS405 のデータ状態 807 に「IMO 番号異常」や「サイズ異常」が登録されている場合、AIS405 が異常と判断する。

50

## 【 0 0 8 0 】

異常であると判断された場合（ステップ S 1 3 0 2 : Y e s ）、ステップ S 1 3 0 8 に移行する。一方、異常でないと判断された場合（ステップ S 1 3 0 2 : N o ）、A I S 4 0 5 の中から、図 1 1 のステップ S 1 1 0 4 でデータメモリ 5 0 8 に格納された衛星画像 p の撮影時刻の直前に受信した時系列データ（以降、t 1 とする）と、直後に受信した時系列データ（以降、t 2 とする）を取得する（ステップ S 1 3 0 3 ）。

## 【 0 0 8 1 】

そして、部分欠損の A I S データでは座標値や速度などが撮影時刻のデータと大きくずれ、誤って関連のない船舶画像と対応関係を結ぶことを回避するために、マッピング処理部 5 1 2 は、ステップ S 1 3 0 3 で取得した時系列データ t 1 のデータ状態が「部分欠損」であるか否かを判断する（ステップ S 1 3 0 4 ）。部分欠損である場合（ステップ S 1 3 0 4 : Y e s ）、ステップ S 1 3 0 8 に移行する。一方、部分欠損でない場合（ステップ S 1 3 0 4 : N o ）、マッピング処理部 5 1 2 は、時系列データ t 1 または時系列データ t 2 の少なくともいずれか一方における船舶 4 0 4 の座標値が、衛星画像 p の範囲外であるか否かを判断する（ステップ S 1 3 0 5 ）。

## 【 0 0 8 2 】

範囲外である場合（ステップ S 1 3 0 5 : Y e s ）、ステップ S 1 3 0 8 に移行する。一方、範囲内である場合（ステップ S 1 3 0 5 : N o ）、マッピング処理部 5 1 2 は、タイムシフト処理を実行する（ステップ S 1 3 0 6 ）。タイムシフト処理（ステップ S 1 3 0 6 ）とは、時系列データ t 1 、t 2 の各受信時刻を衛星画像 p の撮影時刻にシフトさせ、撮影時刻での船舶 4 0 4 の推定座標値を示す時系列データ t 1 '、t 2 ' を求める処理である。タイムシフト処理（ステップ S 1 3 0 6 ）の詳細については図 1 6 で後述する。

## 【 0 0 8 3 】

タイムシフト処理（ステップ S 1 3 0 6 ）のあと、マッピング処理部 5 1 2 は、時系列データ t 1 ' または t 2 ' の少なくともいずれか一方における船舶 4 0 4 の推定座標値が、衛星画像 p の範囲外であるか否かを判断する（ステップ S 1 3 0 7 ）。範囲内である場合（ステップ S 1 3 0 7 : N o ）、図 1 4 のステップ S 1 4 0 1 ~ S 1 4 0 9 を実行し、ステップ S 1 3 0 8 に移行する。図 1 4 のステップ S 1 4 0 1 ~ S 1 4 0 9 は、A I S 4 0 5 と船舶画像データとの対応関係を構築する処理である。一方、範囲外である場合（ステップ S 1 3 0 5 : Y e s ）、マッピング処理部 5 1 2 は、図 1 4 のステップ S 1 4 0 1 ~ S 1 4 0 9 を実行せずに、ステップ S 1 3 0 8 に移行する。

## 【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 3 0 8 では、マッピング処理部 5 1 2 は、データメモリ 5 0 8 上の A I S データがすべてについてステップ S 1 3 0 1 ~ S 1 3 0 7 が実行されたか否かを判断する。未処理の A I S データが有る場合（ステップ S 1 3 0 8 : N o ）、ステップ S 1 3 0 1 に戻る。一方、未処理の A I S データがない（ステップ S 1 3 0 8 : Y e s ）、マッピング処理部 5 1 2 は、A I S 4 0 5 と対応関係がないと判断された船舶画像データのデータ状態に「欠損」を登録し（ステップ S 1 3 0 9 ）、船舶画像データと対応関係が結べないと判断された A I S 4 0 5 のデータ状態に「異常」を登録する（ステップ S 1 3 1 0 ）。これにより、マッピング処理（ステップ S 1 1 0 6 ）を終了し、図 1 1 のステップ S 1 1 0 7 に移行する。

## 【 0 0 8 5 】

このように、マッピング処理（ステップ S 1 1 0 6 ）では、フィルタリング処理（ステップ S 1 1 0 1 ）によって異常や部分欠損していない A I S データについて、一つの衛星画像に映る各船舶画像データとマッピングを行い、A I S データを正常データまたは異常データに分類し、船舶画像データを正常データまたは欠損データに分類することができる。

## 【 0 0 8 6 】

つぎに、図 1 4 について説明する。図 1 4 は、図 1 3 のステップ S 1 3 0 7 で、時系列データ t 1 ' または t 2 ' の少なくともいずれか一方における船舶 4 0 4 の推定座標値が

10

20

30

40

50

、衛星画像 p の範囲内であると判断された場合（ステップ S 1 3 0 7 : N o ）の処理を示す。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 3 0 7 : N o の場合、マッピング処理部 5 1 2 は、最大探索距離算出処理を実行する（ステップ S 1 4 0 1 ）。最大探索距離算出処理（ステップ S 1 4 0 1 ）とは、A I S データにおける最大探索距離（以降、D とする）を算出する処理である。最大探索距離 D とは、時系列データ  $t_1'$ 、 $t_2'$  での船舶 4 0 4 の各推定座標値を結ぶ船舶 4 0 4 の直線航路 L からの距離である。必ずしも A I S 4 0 5 の船舶 4 0 4 の座標値の近傍に船舶画像データでの船舶 4 0 4 の座標値があるわけではないため、直線航路 L からの最大探索距離 D を求め、最大探索距離 D の範囲内の船舶画像が、A I S 4 0 5 との対応関係を関係づける対象とする。ここで、時系列データ  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_1'$ 、 $t_2'$ 、推定航路 L、最大探索距離 D との関係を図示する。

10

【 0 0 8 8 】

図 1 5 は、推定航路 L と最大探索距離 D との関係を示す説明図である。領域 R は、時系列データ  $t_1'$  の座標値から時系列データ  $t_2'$  までの間で船舶 4 0 4 が航行しうる領域となる。なお、図 1 4 の最大探索距離算出処理（ステップ S 1 4 0 1 ）の詳細については図 1 7 で後述する。

【 0 0 8 9 】

図 1 4 において、最大探索距離算出処理（ステップ S 1 4 0 1 ）のあと、マッピング処理部 5 1 2 は、図 1 1 のステップ S 1 1 0 4 でデータメモリ 5 0 8 に格納した、衛星画像 p 上の船舶画像を含む船舶画像データ群の中から、1 件の船舶画像データ（以下、ship とする）を取得する（ステップ S 1 4 0 2 ）。

20

【 0 0 9 0 】

つぎに、マッピング処理部 5 1 2 は、ship の座標値から推定航路 L までの最短距離 dist を算出する（ステップ S 1 4 0 3 ）。最短距離 dist は、天体表面上の地理座標系における ship の座標値（経度  $x$ ，緯度  $y$ ）から  $t_1'$  の座標値（経度  $x_1'$ ，緯度  $y_1'$ ）と  $t_2'$  の座標値（経度  $x_2'$ ，緯度  $y_2'$ ）の線分（直線航路 L）までの距離である。dist は、下記式（1）により算出される。なお、式（1）の  $r$  は地球の赤道半径である。

【 0 0 9 1 】

30

【数 1】

$$\left. \begin{aligned} a &= r \cdot a \cos(\sin y_1 \cdot \sin y + \cos y_1 \cdot \cos y \cdot \cos(x - x_1)) \\ b &= r \cdot a \cos(\sin y \cdot \sin y_2 + \cos y \cdot \cos y_2 \cdot \cos(x_2 - x)) \\ c &= r \cdot a \cos(\sin y_1 \cdot \sin y_2 + \cos y_1 \cdot \cos y_2 \cdot \cos(x_2 - x_1)) \\ \psi &= a \cos\left(\frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c}\right) \\ dist &= a \cdot \sin \psi \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

40

【 0 0 9 2 】

そして、マッピング処理部 5 1 2 は、算出した dist が最大探索距離 D 以下であるか否かを判断する（ステップ S 1 4 0 4 ）。すなわち、ship の座標値が領域 R 内に存在するか否かを判断する。dist が最大探索距離 D 以下でない場合（ステップ S 1 4 0 4 : N o ）、ステップ S 1 4 0 6 に移行する。一方、dist が最大探索距離 D 以下である場合（ステップ S 1 4 0 5 : Y e s ）、マッピング処理部 5 1 2 は、対応スコア算出処理を実行して（ステップ S 1 4 0 5 ）、ステップ S 1 4 0 6 に移行する。

【 0 0 9 3 】

50

対応スコア算出処理（ステップS 1 4 0 5）とは、対応スコアを計算する処理である。対応スコアとは、船舶4 0 4のサイズと速度と船種と方向とを基準として、A I Sデータにより特定される船舶と船舶画像データにより特定される船舶との同一性の確からしさを示す指標値であり、A I Sデータと船舶画像データとが対応関係にあるかどうかを示す。本例では、対応スコアが高いほど、A I Sデータにより特定される船舶と船舶画像データにより特定される船舶との同一性があり、A I Sデータと船舶画像データとが対応関係にあるものとする。対応スコア算出処理（ステップS 1 4 0 5）の詳細については図1 8で後述する。

#### 【0 0 9 4】

s h i pについて対応スコアを算出したあと、マッピング処理部5 1 2は、データメモリ5 0 8上のすべての船舶画像データを処理したか否かを判断する（ステップS 1 4 0 6）。処理していない場合（ステップS 1 4 0 6：N o）、ステップS 1 4 0 2に戻り、マッピング処理部5 1 2は、再度s h i pを取得する（ステップS 1 4 0 2）。一方、処理した場合（ステップS 1 4 0 6：Y e s）、マッピング処理部5 1 2は、対応スコアが算出された船舶画像データ群の中から最大対応スコアの船舶画像データ（以下、Aとする）を取得する（ステップS 1 4 0 7）。

#### 【0 0 9 5】

そして、マッピング処理部5 1 2は、a i sとAとの対応スコアが閾値以上であるかを判断する（ステップS 1 4 0 8）。閾値以上である場合（ステップS 1 4 0 8：Y e s）、a i sとAは同一船舶に関するデータであるとみなして、マッピング処理部5 1 2は、a i sおよびAの各データ状態に「正常」を登録し、a i sおよびAについての船舶対応データ5 2 4の対応関係成立フラグを“1”に設定する（ステップS 1 4 0 9）、図1 3のステップS 1 3 0 8に移行する。一方、閾値以上でない場合（ステップS 1 4 0 8：N o）、図1 3のステップS 1 3 0 8に移行する。これにより、a i sおよびAの各データ状態「正常」と、a i sおよびAを対応付けた船舶対応データとにより、a i sおよびAが対応付けられる。

#### 【0 0 9 6】

このように、マッピング処理（ステップS 1 1 0 6）を実行することにより、フィルタリング処理（ステップS 1 1 0 1）によって異常や部分欠損していないA I Sデータについて、A I Sデータを正常データまたは異常データに分類し、船舶画像データを正常データまたは欠損データに分類することができる。

#### 【0 0 9 7】

##### <タイムシフト処理手順例>

図1 6は、図1 3に示したタイムシフト処理（ステップS 1 3 0 6）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。上述したように、タイムシフト処理（ステップS 1 3 0 6）は、図1 5に示したように、時系列データt 1、t 2の各受信時刻を衛星画像pの撮影時刻にシフトさせ、撮影時刻での船舶4 0 4の推定座標値を示す時系列データt 1'、t 2'を求める処理である。

#### 【0 0 9 8】

タイムシフト処理（ステップS 1 3 0 6）では、マッピング処理部5 1 2は、まず、下記式（2）を用いてA I SデータA I S 4 0 5における撮影時刻6 0 1の直前に受信した時系列データt 1の座標値（経度x 1，緯度y 1）から撮影時刻6 0 1の直後に受信した時系列データt 2の座標値（経度x 2，緯度y 2）までの直線距離dを計算する（ステップS 1 3 0 1）。式（2）におけるrは地球の赤道半径である。直線距離dを図1 5に示す。

#### 【0 0 9 9】

##### 【数2】

$$d = r \cdot a \cos(\sin y_1 \cdot \sin y_2 + \cos y_1 \cdot \cos y_2 \cdot \cos(x_2 - x_1)) \cdots (2)$$

10

20

30

40

50

【 0 1 0 0 】

つぎに、マッピング処理部 5 1 2 は、下記式 ( 3 ) を用いて t 1 の座標値から t 2 の座標値への直線がなす方位角 を計算する ( ステップ S 1 3 0 2 )。方位角 を図 1 5 に示す。方位角 は、下記式 ( 4 ) で用いられる。

【 0 1 0 1 】

【 数 3 】

$$\theta = 90 - \arctan 2(\sin(x_2 - x_1), \cos y_1 \cdot \tan y_2 - \sin y_1 \cdot \cos(x_2 - x_1)) \quad \cdots (3)$$

【 0 1 0 2 】

10

そして、マッピング処理部 5 1 2 は、 t 1 の受信時刻 9 0 2 と撮影時刻 6 0 1 との差と t 1 における船舶 4 0 4 の速度とを用いて、当該速度で t 1 の受信時刻 9 0 2 から撮影時刻 6 0 1 までの間に船舶 4 0 4 が移動した場合の移動距離 s 1 を計算する ( ステップ S 1 3 0 3 )。マッピング処理部 5 1 2 は、移動距離 s 1 が直線距離 d 以下であるか否かを判断する ( ステップ S 1 3 0 4 )。移動距離 s 1 が直線距離 d 以下の場合 ( ステップ S 1 3 0 4 : Y e s )、下記式 ( 4 ) を用いて時系列データ t 1 ' を求めて ( ステップ S 1 3 0 5 )、ステップ S 1 3 0 7 に移行する。具体的には、 t 1 の受信時刻を撮影時刻にシフトした場合における衛星画像の撮影時刻での推定座標値 ( 経度 x 1 ' , 緯度 y 1 ' ) を求める。式 ( 4 ) における r は地球の赤道半径である。

【 0 1 0 3 】

20

【 数 4 】

$$\omega = \frac{d}{r} \cdot \frac{180}{\pi}$$

$$y_1' = a \sin(\sin(y_1) \cdot \cos(\omega) + \cos(y_1) \cdot \sin(\omega) \cdot \cos \theta)$$

$$x_1' = x_1, \quad \text{if : } \cos(y_1') = 0$$

$$x_1' = \text{mod}(x_1 - a \sin(\sin \theta \cdot \sin(\omega) / \cos(y_1')) + 180, 360) - 180, \quad \text{if : } \cos(y_1') \neq 0 \quad \cdots (4)$$

【 0 1 0 4 】

一方、ステップ S 1 3 0 4 において、移動距離 s 1 が直線距離 d より大きい場合 ( ステップ S 1 3 0 4 : N o )、マッピング処理部 5 1 2 は、 t 1 ' に t 1 を代入して ( ステップ S 1 3 0 6 )、ステップ S 1 3 0 7 に移行する。すなわち、 t 1 ' と t 1 を同一座標値とすることで、移動距離 s 1 分の移動をさせないようにする。

30

【 0 1 0 5 】

ステップ S 1 3 0 7 では、マッピング処理部 5 1 2 は、 t 2 の受信時刻 4 1 0 と撮影時刻 6 0 1 との差と t 2 における船舶 4 0 4 の速度とを用いて、当該速度で撮影時刻 6 0 1 から t 2 の受信時刻 4 1 0 までの間に船舶 4 0 4 が移動した場合の移動距離 s 2 を計算する ( ステップ S 1 3 0 7 )。マッピング処理部 5 1 2 は、移動距離 s 2 が直線距離 d 以下であるか否かを判断する ( ステップ S 1 3 0 8 )。移動距離 s 2 が直線距離 d 以下の場合 ( ステップ S 1 3 0 8 : Y e s )、下記式 ( 5 ) を用いて時系列データ t 2 ' を求めて ( ステップ S 1 3 0 9 )、タイムシフト処理 ( ステップ S 1 3 0 6 ) を終了する。具体的には、 t 2 の受信時刻を撮影時刻にシフトした場合における衛星画像の撮影時刻での推定座標値 ( 経度 x 2 ' , 緯度 y 2 ' ) を求める。式 ( 5 ) における r は地球の赤道半径である。

40

【 0 1 0 6 】



【数 5】

$$\omega = \frac{d}{r} \cdot \frac{180}{\pi}$$

$$y_2' = a \sin(\sin(y_2) \cdot \cos(\omega) + \cos(y_2) \cdot \sin(\omega) \cdot \cos(\theta + 180))$$

$$x_2' = \begin{cases} x_2, & \text{if: } \cos(y_2') = 0 \\ \text{mod}(x_2 - a \sin(\sin(\theta + 180) \cdot \sin(\omega) / \cos(y_2')) + 180, 360) - 180, & \text{if: } \cos(y_2') \neq 0 \end{cases} \quad \dots(5)$$

【0107】

一方、ステップ S 1308 において、移動距離  $s_2$  が直線距離  $d$  より大きい場合（ステップ S 1308：No）、マッピング処理部 512 は、 $t_2'$  に  $t_2$  を代入して（ステップ S 1310）、タイムシフト処理（ステップ S 1306）を終了する。すなわち、 $t_2'$  と  $t_2$  を同一座標値とすることで、移動距離  $s_2$  分の移動をさせないようにする。

10

【0108】

これにより、衛星画像の撮影時刻での AIS データにおける船舶 404 の位置を推測することができる。特に、撮影時刻の直前と直後の AIS データを使うことで急激な加速や旋回などの操作があった場合でも、撮影時刻における船舶 404 の位置を推定しやすくなる。

【0109】

< 最大探索距離算出処理手順例 >

20

図 17 は、図 14 に示した最大探索距離算出処理（ステップ S 1401）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。マッピング処理部 512 は、まず、上記式（2）を用いて AIS データ AIS 405 における撮影時刻 601 の直前に受信した時系列データ  $t_1$  の座標値（経度  $x_1$ ，緯度  $y_1$ ）から撮影時刻 601 の直後に受信した時系列データ  $t_2$  の座標値（経度  $x_2$ ，緯度  $y_2$ ）までの直線距離  $d$  を計算する（ステップ S 1401）。

【0110】

つぎに、マッピング処理部 512 は、 $t_1$  の受信時刻 902 と撮影時刻 601 との差と  $t_1$  における船舶 404 の速度とを用いて、当該速度で  $t_1$  の受信時刻 902 から撮影時刻 601 までの間に船舶 404 が移動した場合の移動距離  $s_1$  を計算する（ステップ S 1402）。また、マッピング処理部 512 は、 $t_2$  の受信時刻 410 と撮影時刻 601 との差と  $t_2$  における船舶 404 の速度とを用いて、当該速度で撮影時刻 601 から  $t_2$  の受信時刻 410 までの間に船舶 404 が移動した場合の移動距離  $s_2$  を計算する（ステップ S 1403）。そして、マッピング処理部 512 は、下記式（6）を用いて、AIS 405 における最大探索距離  $D$  を計算する（ステップ 1404）。これにより、最大探索距離  $D$  が算出され、最大探索距離算出処理（ステップ S 1401）を終了する。

30

【0111】

【数 6】

$$D = \frac{\sqrt{(s_1 + s_2)^2 - (d)^2}}{2} \quad \dots(6)$$

40

【0112】

< 対応スコア算出処理手順例 >

図 18 は、図 14 に示した対応スコア算出処理（ステップ S 1405）の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。マッピング処理部 512 は、サイズ対応スコア、速度対応スコア、船種対応スコア、方向対応スコアに設定可能なスコアとして、それぞれ、をあらかじめ設定しておき、サイズ対応スコア、速度対応スコア、船種対応ス

50

コア、方向対応スコアを初期化（＝０）に設定する（ステップＳ１８０１）。なお、  
、  
、  
は正規化されたスコアであり、合計が１となる。また、  
、  
、  
は固定  
のスコア以外にも、重み付けを付けて計算したスコアでもよい。

#### 【０１１３】

つぎに、マッピング処理部５１２は、shipにおける船舶４０４の長さとAIS４０  
５における長さ８０３との差、および、shipにおける船舶４０４の幅とAIS４０５  
における幅８０４との差が、それぞれ誤差範囲内であるか否かを判断する（ステップＳ１  
８０２）。いずれの差も誤差範囲内である場合（ステップＳ１８０２：Yes）、マッピ  
ング処理部５１２は、サイズ対応スコアに を設定して（ステップＳ１８０３）、ステッ  
プＳ１８０４に移行する。一方、少なくともいずれか一方の差が誤差範囲外である場合（  
ステップＳ１８０２：No）、サイズ対応スコアは初期値のまま、ステップＳ１８０４に  
移行する。

10

#### 【０１１４】

つぎに、ステップＳ１８０４において、マッピング処理部５１２は、shipにおける  
船舶４０４の速度と、t１における船舶４０４の速度およびt２における船舶４０４の速  
度の平均速度との速度差が、誤差範囲内であるか否かを判断する（ステップＳ１８０４）  
。誤差範囲内である場合（ステップＳ１８０４：Yes）、マッピング処理部５１２は、  
速度対応スコアに を設定して（ステップＳ１８０５）、ステップＳ１８０６に移行する  
。一方、誤差範囲外である場合（ステップＳ１８０４：No）、速度対応スコアは初期値  
のまま、ステップＳ１８０６に移行する。

20

#### 【０１１５】

つぎに、ステップＳ１８０６において、マッピング処理部５１２は、shipの船種と  
AIS４０５の船種との差が、誤差範囲内であるか否かを判断する（ステップＳ１８０６）  
。具体的には、マッピング処理部５１２は、shipのピクセルデータ７０８とAIS  
４０５のピクセルデータ８０５とを比較して、ピクセルの誤差が誤差範囲内であるか否か  
を判断する。誤差範囲内である場合（ステップＳ１８０６：Yes）、マッピング処理部  
５１２は、船種対応スコアに を設定して（ステップＳ１８０７）、ステップＳ１８０８  
に移行する。一方、誤差範囲外である場合（ステップＳ１８０６：No）、船種対応スコ  
アは初期値のまま、ステップＳ１８０８に移行する。

30

#### 【０１１６】

このあと、マッピング処理部５１２は、下記式（７）を用いて、t１の座標値（経度x  
１，緯度y１）からshipの座標値（経度x，緯度y）の方位角 １を計算する（ステ  
ップ１５０８）。

#### 【０１１７】

##### 【数７】

$$\theta_1 = 90 - \arctan 2(\sin(x - x_1), \cos y_1 \cdot \tan y - \sin y_1 \cdot \cos(x - x_1)) \cdots (7)$$

#### 【０１１８】

次に、マッピング処理部５１２は、下記式（８）を用いて、shipの座標値（経度x  
，緯度y）からt２の座標値（経度x２，緯度y２）の方位角 ２を計算する（ステッ  
プ１５０９）。

40

#### 【０１１９】

##### 【数８】

$$\theta_2 = 90 - \arctan 2(\sin(x_2 - x), \cos y \cdot \tan y_2 - \sin y \cdot \cos(x_2 - x)) \cdots (8)$$

#### 【０１２０】

50

そして、マッピング処理部512は、shipの方向705と方位角 1、 2との差が誤差範囲内であるか否かを判断する(ステップS1810)。具体的には、マッピング処理部512は、shipの方向705と方位角 1との差が許容範囲であるか否かを判断し、また、shipの方向705と方位角 2との差が許容範囲であるか否かを判断する。

#### 【0121】

図19は、shipの方向705と方位角 1、 2との関係を示す説明図である。図18に戻り、マッピング処理部512は、いずれか一方の差が誤差範囲内である場合(ステップS1810: Yes)、AIS405とshipとの方向対応スコアに を設定して(ステップS1811)、ステップS1812に移行する。一方、いずれの差も誤差範囲外である場合(ステップS1810: No)、方向対応スコアは初期値のまま、ステップS1812に移行する。

10

#### 【0122】

ステップS1812では、マッピング処理部512は、AIS405の船舶404ID、shipの船舶画像ID、サイズ対応スコア、速度対応スコア、船種対応スコア、方向対応スコア、t1'およびt2'の座標値、および最大探索距離Dを、図10に示したようにデータメモリ508に格納する(ステップS1812)。

#### 【0123】

このあと、マッピング処理部512は、AIS405とshipとのサイズ対応スコア、速度対応スコア、船種対応スコア、方向対応スコアの合計スコアを計算する(ステップ1513)。この合計スコアが対応スコア算出処理(ステップS1405)により出力される対応スコアとなる。これにより、対応スコア算出処理(ステップS1405)を終了する。対応スコアは、船舶画像データごとに算出され、ステップS1407において、その中で最大となる対応スコアが選ばれることになる。

20

#### 【0124】

<再マッピング処理手順例>

図20および図21は、図11に示した補完処理部513による再マッピング処理(ステップS1107)の詳細な処理手順例を示すフローチャートである。補完処理部513は、まず、図11のステップS1105でデータメモリ508に格納され、かつ、マッピング処理(ステップS1106)されたAISデータ群の中から、1件のAISデータAIS405を取得する(ステップS2001)。

30

#### 【0125】

つぎに、補完処理部513は、ステップS2001で取得したAIS405のデータ状態が異常であるか否かを判断する(ステップS2002)。具体的には、たとえば、補完処理部513は、AIS405のデータ状態807に「IMO番号異常」や「サイズ異常」が登録されている場合、AIS405が異常と判断する。

#### 【0126】

異常でないと判断された場合(ステップS2002: No)、ステップS2007に移行する。一方、異常であると判断された場合(ステップS2002: Yes)、補完処理部513は、AIS405の中から、図11のステップS1104でデータメモリ508に格納された衛星画像pの撮影時刻の直前に受信した時系列データ(以降、t1とする)と、直後に受信した時系列データ(以降、t2とする)を取得する(ステップS2003)。

40

#### 【0127】

そして、補完処理部513は、時系列データt1または時系列データt2の少なくともいずれか一方における船舶404の座標値が、衛星画像pの範囲外であるか否かを判断する(ステップS2004)。範囲外である場合(ステップS2004: Yes)、ステップS2007に移行する。一方、範囲内である場合(ステップS2004: No)、補完処理部513は、タイムシフト処理を実行する(ステップS2005)。タイムシフト処理(ステップS2005)は、図16に示したタイムシフト処理(ステップS1306)

50

と同一処理であるため、説明を省略する。

【0128】

タイムシフト処理（ステップS2005）のあと、補完処理部513は、時系列データt1'またはt2'の少なくともいずれか一方における船舶404の推定座標値が、衛星画像pの範囲外であるか否かを判断する（ステップS2006）。範囲内である場合（ステップS2006：No）、図21のステップS2101～S2110を実行し、ステップS1408に移行する。図21のステップS2101～S2110は、AIS405と船舶画像データとの対応関係を補完する処理である。一方、範囲外である場合（ステップS2006：Yes）、補完処理部513は、図21のステップS2101～S2110を実行せずに、ステップS2007に移行する。

10

【0129】

ステップS2007では、補完処理部513は、データメモリ508上のAISデータがすべてについてステップS2001～S2006が実行されたか否かを判断する。データメモリ508上のAISデータがすべて処理されていない場合（ステップS2007：No）、ステップS2001に戻る。一方、すべて処理された場合（ステップS2007：Yes）、補完処理部513は、残余の船舶画像データを補完して、あらたなAISデータとする（ステップS2008）。

【0130】

具体的には、たとえば、補完処理部513は、図3に示したように、残余の船舶画像データからAISデータを生成する。補完処理部513は、残余の船舶画像データのデータ状態を「欠損」から「正常」に更新するとともに、あらたに生成したAISデータのデータ状態を「正常」に設定する。そして、補完処理部513は、残余の船舶画像データとあらたに生成したAISデータとの船舶対応データ524における対応関係成立フラグを“1”に設定する。これにより、再マッピング処理（ステップS1107）を終了する。なお、補完の具体例については後述する。

20

【0131】

つぎに、図21について説明する。図21は、図20のステップS2006で、時系列データt1'またはt2'の少なくともいずれか一方における船舶404の推定座標値が、衛星画像pの範囲内であると判断された場合（ステップS2006：No）の処理を示す。

30

【0132】

ステップS2006：Noの場合、補完処理部513は、最大探索距離算出処理を実行する（ステップS2101）。最大探索距離算出処理（ステップS2101）は、最大探索距離算出処理（ステップS1401）と同一処理であるため、説明を省略する。

【0133】

最大探索距離算出処理（ステップS2101）のあと、補完処理部513は、マッピング処理（ステップS1106）後のデータメモリ508に格納された、衛星画像p上の船舶画像を含む船舶画像データ群の中から、1件の船舶画像データ（以下、shipとする）を取得する（ステップS2102）。

【0134】

つぎに、補完処理部513は、取得したshipのデータ状態が「欠損」であるか否かを判断する（ステップS2103）。「欠損」でない場合（ステップS2103：No）、shipは補完の対象外であるため、ステップS2107に移行する。一方、「欠損」である場合（ステップS2103：Yes）、対応するAISデータが欠損しているため、補完処理部513は、ステップS1403と同様、shipの座標値から推定航路Lまでの最短距離distを算出する（ステップS2104）。

40

【0135】

そして、補完処理部513は、算出したdistが最大探索距離D以下であるか否かを判断する（ステップS2105）。すなわち、shipの座標値が領域R内に存在するか否かを判断する。distが最大探索距離D以下でない場合（ステップS2105：No

50

）、ステップS 2 1 0 7に移行する。一方、d i s t が最大探索距離D以下である場合（ステップS 2 1 0 7：Y e s ）、補完処理部5 1 3は、対応スコア算出処理を実行して（ステップS 2 1 0 6 ）、ステップS 2 1 0 7に移行する。対応スコア算出処理（ステップS 2 1 0 6 ）は、対応スコア算出処理（ステップS 1 4 0 5 ）と同一処理であるため、説明を省略する。

#### 【0 1 3 6】

s h i pについて対応スコアを算出したあと、補完処理部5 1 3は、データメモリ5 0 8上のすべての船舶画像データを処理したか否かを判断する（ステップS 1 4 0 6 ）。処理していない場合（ステップS 2 1 0 7：N o ）、ステップS 2 1 0 2に戻り、補完処理部5 1 3は、再度s h i pを取得する（ステップS 2 1 0 2 ）。一方、処理した場合（ステップS 2 1 0 7：Y e s ）、補完処理部5 1 3は、対応スコアが算出された船舶画像データ群の中から最大対応スコアの船舶画像データ（以下、Aとする）を取得する（ステップS 2 1 0 8 ）。10

#### 【0 1 3 7】

そして、補完処理部5 1 3は、a i sとAとの対応スコアが閾値以上であるか否かを判断する（ステップS 2 1 0 9 ）。閾値以上である場合（ステップS 2 1 0 9：Y e s ）、補完処理部5 1 3は、Aを用いて、異常A I Sデータであるa i sを補完し（ステップS 2 1 1 0 ）、図2 0のステップS 2 0 0 7に移行する。具体的には、たとえば、補完処理部5 1 3は、a i sのデータ状態を「異常」から「正常」に更新し、Aのデータ状態を「欠損」から「正常」に更新する。そして、補完処理部5 1 3は、a i sとAとの船舶対応データ5 2 4における対応関係成立フラグを“ 1 ”に設定する。20

#### 【0 1 3 8】

一方、閾値以上でない場合（ステップS 2 1 0 9：N o ）、図2 0のステップS 2 0 0 7に移行する。このように、再マッピング処理（ステップS 1 1 0 7）を実行することにより、異常A I Sデータを補完して正常なA I Sデータに変換することができ、また、欠損船舶画像データを補完して、当該欠損船舶画像データと対応関係を結ぶことができる正常なA I Sデータに変換することができる。

#### 【0 1 3 9】

##### < 異常・欠損補完例 >

図2 2は、異常・欠損補完例を示す説明図である。図2 2では、説明を簡略化するため、サイズとして長さのみを用いて説明する。（A）は、マッピング処理（ステップS 1 1 0 6）後における船舶画像データとA I Sデータとの対応関係を示す。なお、船舶画像データおよびA I Sデータの符号は、それぞれのIDとする。船舶画像データA 1とA I Sデータa 1とは、長さおよび速さが一致するため、対応関係がある。したがって、図7の船舶対応データ5 2 4において、船舶画像ID：A 1と船舶4 0 4 ID：a 1とが関連付けて登録される。また、A I Sデータa 2の長さ（0 m）は、誤入力データである。また、船舶画像データA 2～A 5は、対応関係を結べるA I Sデータがないため、「欠損」となる。30

#### 【0 1 4 0】

（B）は、補完処理（ステップS 1 1 0 7）のうち異常補完処理を示す。異常補完処理は、図2 1のステップS 2 1 0 1～S 2 1 1 0が示す処理である。船舶画像データA 2が、A I Sデータa 2に対して、船舶画像データA 2～A 5の中で最高対応スコアのデータであるとする。船舶画像データA 2とA I Sデータa 2とを比較すると、A I Sデータa 2における船舶4 0 4の長さに異常があるため、補完処理部5 1 3は、船舶画像データA 2における船舶4 0 4の長さ（1 0 1 m）をA I Sデータa 2に対して補完する。これにより、補完処理部5 1 3は、船舶画像データA 2とA I Sデータa 2とを対応付けることができる。40

#### 【0 1 4 1】

（C）は、（B）において補完されなかった船舶画像データA 3～A 5を示す。船舶画像データA 3～A 5には、対応関係を結ぶことができるA I Sデータが存在しない。した50

がって、補完処理部 5 1 3 は、ステップ S 2 0 0 8 において、船舶画像データ A 3 ~ A 5 を、A I S データにも適用する。具体的には、たとえば、船舶画像データ A 3 ~ A 5 に船舶 4 0 4 I D : a 3 ~ a 5 を付与し、A I S データ a 3 ~ a 5 としても扱うことができるようにする。これにより、補完処理部 5 1 3 は、船舶画像データ A 3 ~ A 5 と A I S データ a 3 ~ a 5 とを対応付けることができる。

#### 【 0 1 4 2 】

< 表示画面例 >

図 2 3 は、図 5 のデータの表示処理部 5 1 4 によって出力された A I S データの補完結果の出力画面の例を示す説明図である。図 2 3 の画面は、1 枚の衛星画像において、A I S データと衛星画像上の船舶画像を補完処理した後の A I S データの結果を表示し、正常、異常、欠損それぞれの A I S データについて網羅的に確認することができる。船舶 I D 2 3 0 0 では、A I S データの I D または補完した衛星画像上の船舶画像の I D が表示される。なお、各船舶 I D をクリックすると、A I S データと船舶画像の対応関係を示す画面を表示する。図 2 4 および図 2 5 を用いて詳細に後述する。

10

#### 【 0 1 4 3 】

サイズ 2 3 0 1 では、一般的に A I S データにおけるサイズが表示される。なお、サイズ異常の A I S データにおいて、対応する船舶画像のサイズが表示される。受信時刻 2 3 0 2 では、一般的に A I S データにおける受信時刻が表示される。なお、A I S データが欠損する衛星画像上の船舶画像を補完する場合、衛星画像の撮影時刻が表示される。座標値 2 3 0 3 と、速度 2 3 0 4 と、方向 2 3 0 5 では、A I S データの時系列における座標値 ( 図 9 の 9 0 3 および 9 0 4 ) と、速度 9 0 5 と、算出した A I S データの方向と、が表示される。なお、欠損 A I S データにおいて、船舶画像の位置、速度、方向が表示される。状態 2 3 0 6 は、A I S データの正常、異常、欠損を識別するための項目であり、再マッピング処理 ( ステップ 1 1 0 7 ) で計算した結果の A I S データのデータ状態 9 0 6 が表示される。

20

#### 【 0 1 4 4 】

図 2 4 および図 2 5 は、図 5 のデータの表示処理部 5 1 4 によって出力された A I S データと船舶画像の出力画面の例を示す説明図である。1 枚の衛星画像上に、正常、異常、欠損の A I S データと船舶画像の対応関係が表示される。正常データ種類を選ぶチェックボックス 2 4 0 0 と、欠損データ種類を選ぶチェックボックス 2 4 0 1 と、異常データ種類を選ぶチェックボックス 2 4 0 2 と、正常データに対して対応情報を表示するメッセージボックス 2 4 0 3 と、欠損データに対してデータ種類の識別情報を表示するメッセージボックス 2 4 0 4 と、異常データに対してデータ種類の識別情報を表示するメッセージボックス 2 4 0 5 と、衛星画像情報を表示するテキスト 2 4 0 6 と、備える。

30

#### 【 0 1 4 5 】

チェックボックス 2 4 0 0 ~ 2 4 0 2 は、正常、異常、欠損のどのデータを表示するかをユーザが選択する為のもので、たとえば、欠損と異常のみを選択した場合の例を図 2 5 に示す。メッセージボックス 2 4 0 3、2 4 0 4 は、A I S データの属性情報を表示するためのもので、たとえば、A I S データが正常であった場合にはメッセージボックス 2 4 0 3 の船舶名やサイズなどの属性情報を表示する。また、A I S データが部分欠損していた場合には、メッセージボックス 2 4 0 4 のように部分欠損の状態を示す表示を行う。このような表示により、ユーザは A I S データの状態及び補完した情報を衛星画像上で確認することが可能となる。

40

#### 【 0 1 4 6 】

図 2 6 は、図 5 のデータの表示処理部 5 1 4 によって出力されたデータ表示画面の例を示す説明図である。A I S データを発信した 1 隻の船舶 4 0 4 において、対応する船舶画像データ A 1 を探索して表示される。撮影時刻の直前と直後に受信した A I S データ a 1 の時系列においてタイムシフトした後の座標値をきす示す点 2 6 0 0、2 6 0 1 と、対応する船舶画像データ A 1 を探索するためのエリア 2 6 0 2 と、サイズ、速度、船種、方向といった各対応基準において、A I S データ a 1 と船舶画像データ A 1 の対応スコアを表

50

示するメッセージボックス 2603 と、備える。

【0147】

点 2600, 2601 は、撮影時刻に AIS データ a1 の時系列より推測した船舶 404 の位置を表示するデータであり、たとえば、対応の船舶画像データ A1 が AIS データ a1 と離れているか確認できる。エリア 2602 は対応の船舶画像データ A1 を探するための最大探索距離 D を基準にして表示され、たとえば、どこまで AIS データ a1 と対応する船舶画像の有無を確認できる。メッセージボックス 2603 は、AIS データ a1 と船舶画像データ A1 におけるサイズ対応スコアと、速度対応スコアと、船種対応スコアと、方向対応スコアを表示し、たとえば、AIS データ a1 と船舶画像データ A1 とのサイズが対応しない場合、サイズ対応スコアが 0 となり、サイズが対応しないことが分かる。このような表示により、ユーザは AIS データ a1 と船舶画像データ A1 の対応基準や探索範囲を確認することが可能となる。

10

【0148】

なお、本実施例においては図 23 に一つの時点のデータ表示の例を示したが、これに加えて、過去の時点のデータも合わせて表示することも可能である。すなわち、現在の時点では正常であるが過去に欠損していたことがある AIS データなどについて、その旨の表示を追加することも可能である。これにより、ユーザは AIS データと船舶画像の対応状況についてより詳細な情報を確認することが可能となる。

【0149】

以上に説明したように、本発明の実施例によると、データ補完装置は、AIS データの異常または欠損を補完するための支援情報としてオペレーターによる AIS データにおける手入力の異常や部分欠損をフィルタリングする。つぎに、データ補完装置は、衛星画像の撮影時刻の前後 2 点の AIS データを取得し、撮影時刻に船舶の位置を推測し、最大探索距離を決定し、長さ・速度・船種・方向の 4 つの基準を用いてスコアリングを行うことで衛星画像上の船舶と AIS データとをマッピング処理する。そして、データ補完装置は、正常データを抽出し、異常や部分欠損がある AIS データとマッピング処理後に対応関係が無かった船舶画像とを再度マッピングすることで異常データとして属性値を補完し、2 回のマッピング処理後に対応関係が無かった船舶画像の属性情報を用いて欠損データとして補完する。

20

【0150】

このように、衛星画像データの撮影時刻の直前と直後に受信されなかった AIS データを基に撮影時刻に船舶の位置を推測し、対応の船舶画像を探索するための最大探索距離を計算することで、より精度の高い船舶画像と AIS データのマッピングができるようになる。このようなマッピング手法を用いることで、衛星画像に写っている移動体に対して属性情報を付与することが可能となり、衛星画像と移動体情報の相互的な参照が可能となる。

30

【0151】

以上、本発明を添付の図面を参照して詳細に説明したが、本発明はこのような具体的構成に限定されるものではなく、添付した請求の範囲の趣旨内における様々な変更及び同等の構成を含むものである。

40

【符号の説明】

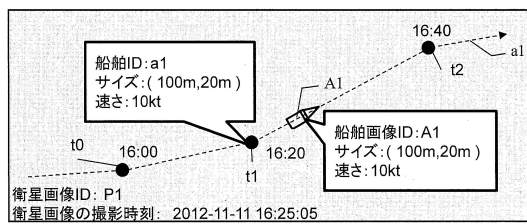
【0152】

- 500 衛星画像 DB
- 501 船舶画像 DB
- 502 AIS データ DB
- 503 船舶対応 DB
- 504 マスタ DB
- 511 フィルタリング処理部
- 512 マッピング処理部
- 513 補完処理部

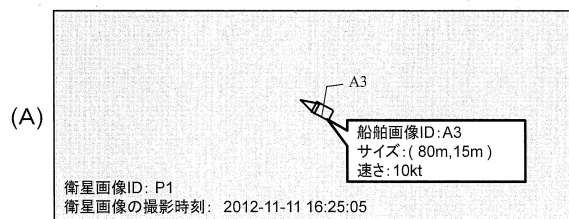
50

## 5 1 4 データ表示処理部

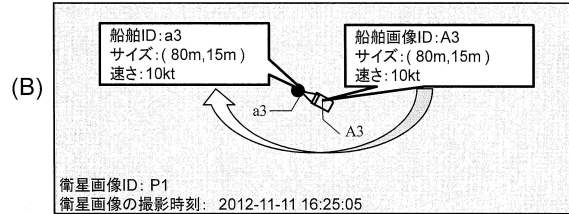
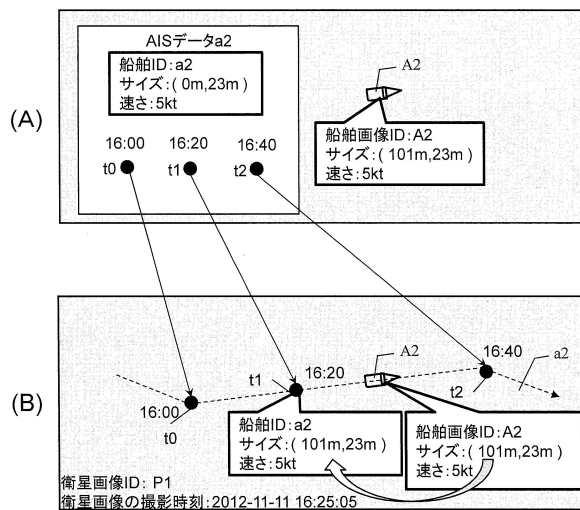
【図 1】



【図 3】

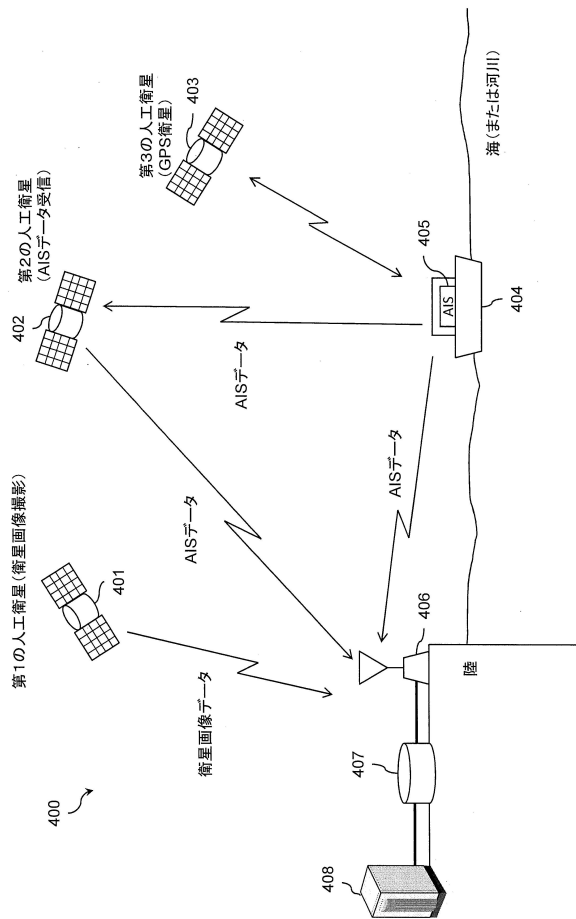


【図 2】

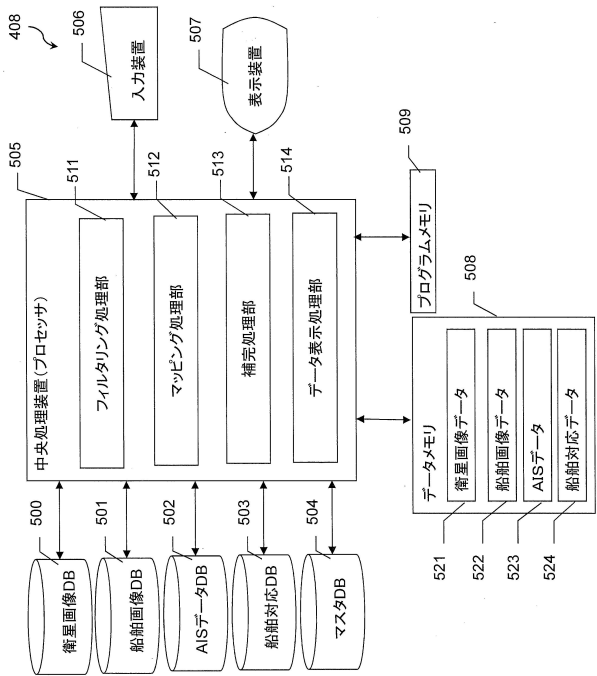




【図 4】



【図 5】



【図 6】

メンバ名	値
衛星画像ID	"P1"
撮影時刻	2012/11/11 16:25:05
最小経度	-75.22854°
最小緯度	39.84123°
最大経度	-75.03469°
最大緯度	40.06767°
ピクセルデータ	( (#00000, #0000FF, #000000, ...) ... )

【図 8】

メンバ名	値
船舶ID	"a1"
IMO番号	"1234567"
船舶名	"ABCDEFGH"
長さ	200m
幅	20m
ピクセルデータ	( (#FF0000, #00000, #00000, ...) ... )
時系列データ	["t1", "t2", ...]
データ状態	"正常"

【図 7】

メンバ名	値
衛星画像ID	"P1"
船舶画像ID	"A1"
経度	-75.21865°
緯度	39.86343°
速度	9kt/h
方向	80
長さ	200.7m
幅	21m
ピクセルデータ	( (#FF0000, #00000, #00000, ...) ... )
データ状態	"正常"

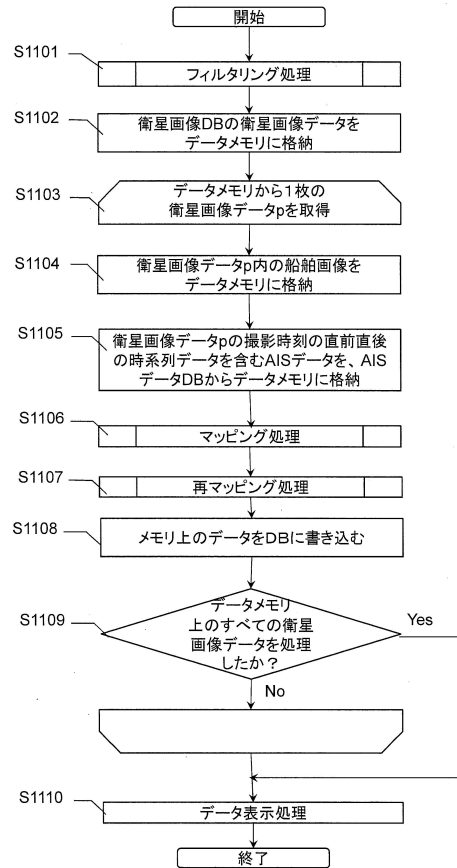
【図 9】

メンバ名	値
時系列ID	"t1"
受信時刻	2012/11/11 16:20:10
経度	39.86315°
緯度	-75.21952°
速度	10kt/h
データ状態	NULL

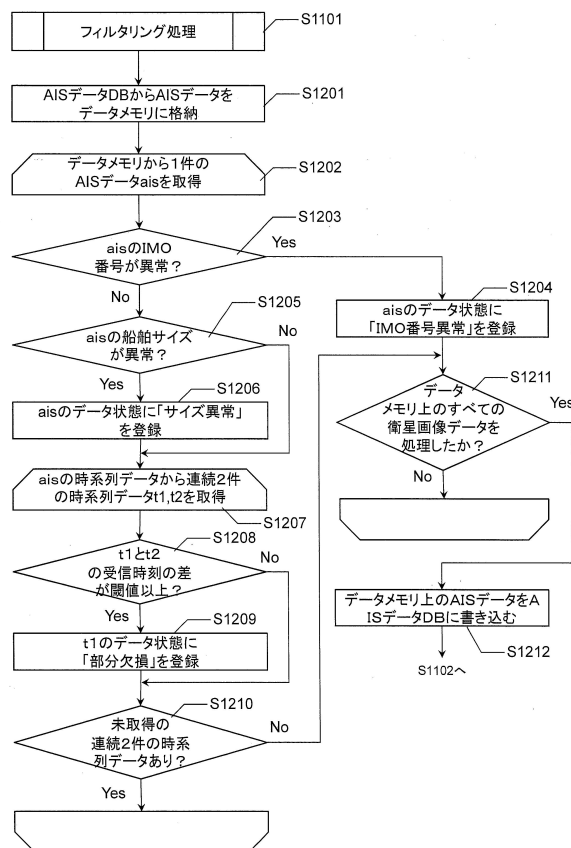
【図 10】

524	
メンバ名	値
船舶ID	"a1"
船舶画像ID	"A1"
サイズ対応スコア	0.4
速度対応スコア	0.3
船種対応スコア	0.2
方向対応スコア	0.1
先行時系列データによる シフト後の経度	-75.21566°
先行時系列データによる シフト後の緯度	39.86566°
後続時系列データによる シフト後の経度	-75.21533°
後続時系列データによる シフト後の緯度	39.86588°
最大探索距離	300m
対応関係成立フラグ	"1"

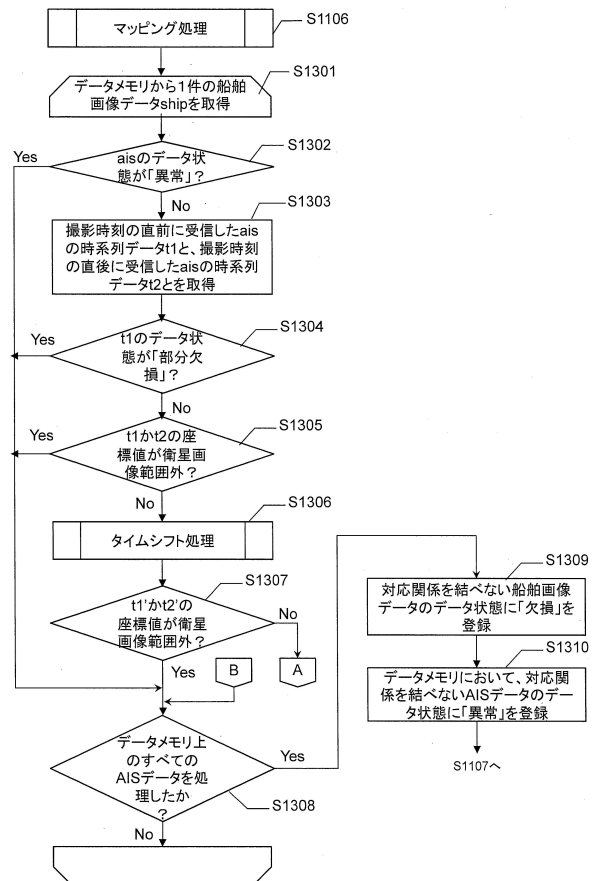
【図 11】



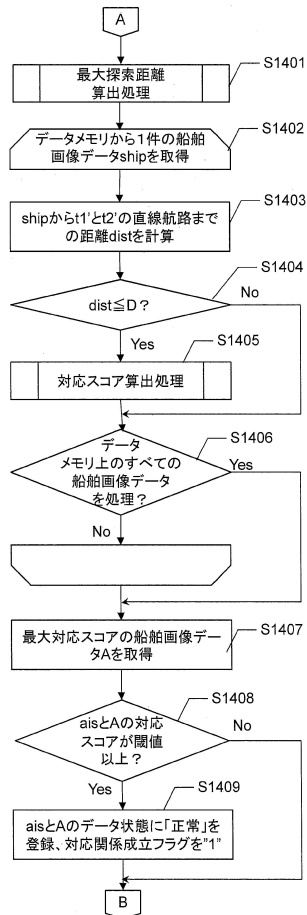
【図 12】



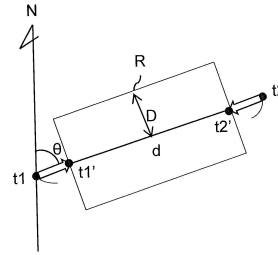
【図 13】



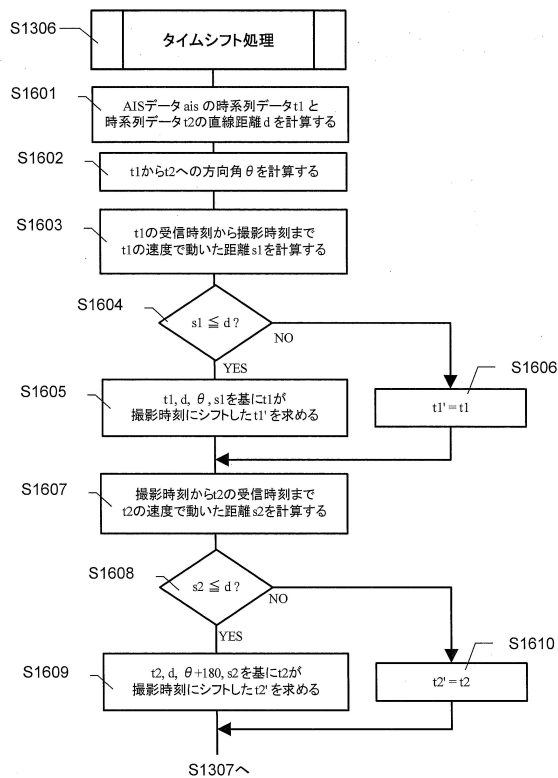
【図 14】



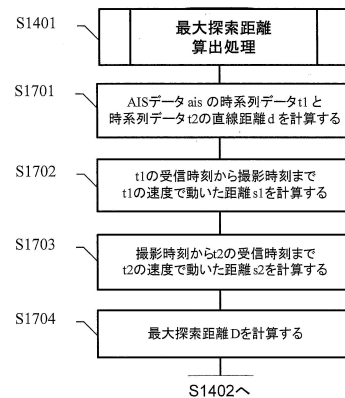
【図 15】



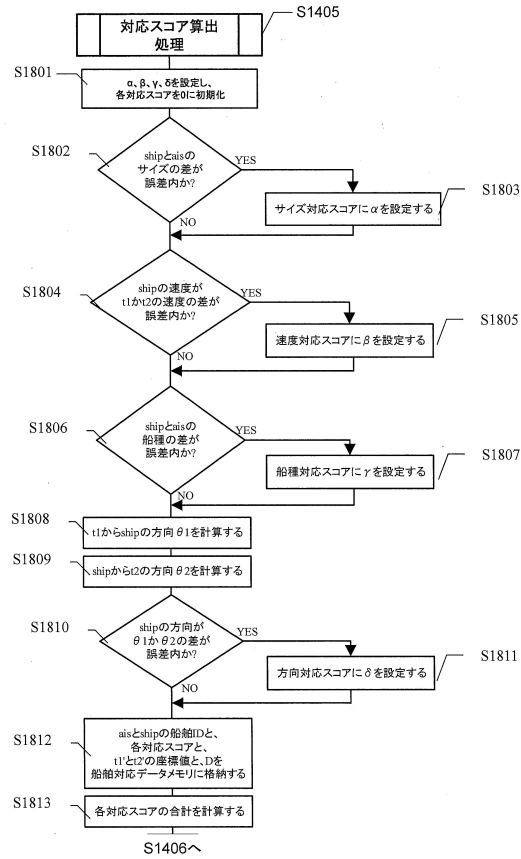
【図 16】



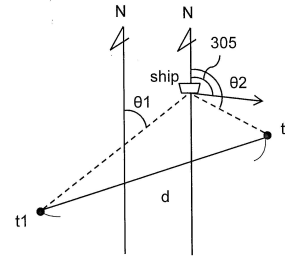
【図 17】



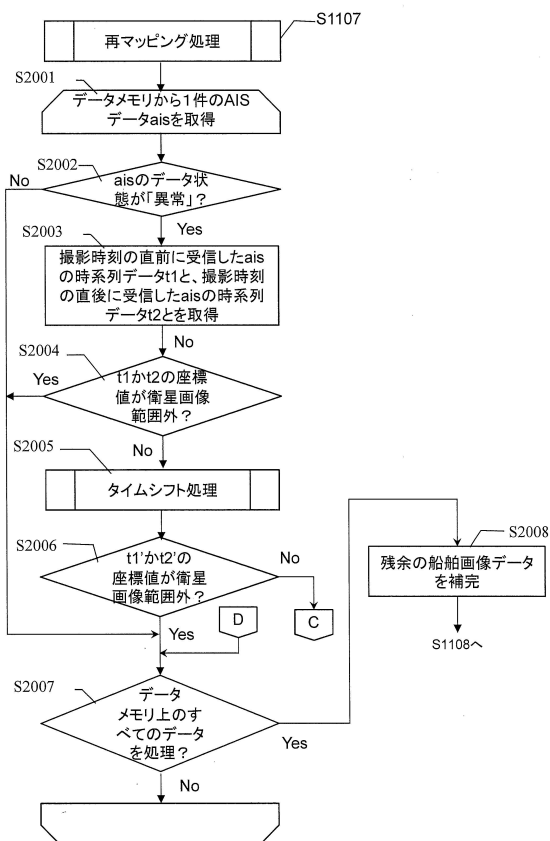
【図 18】



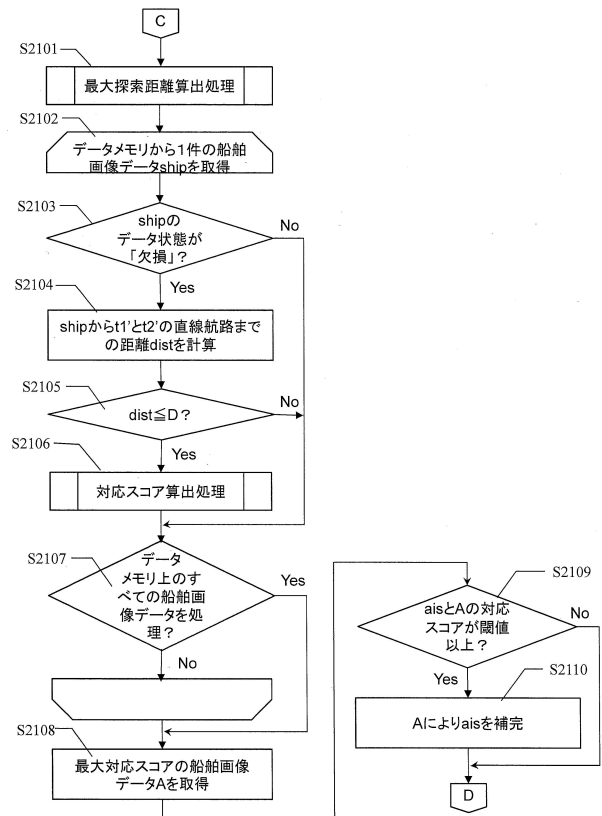
【図 19】



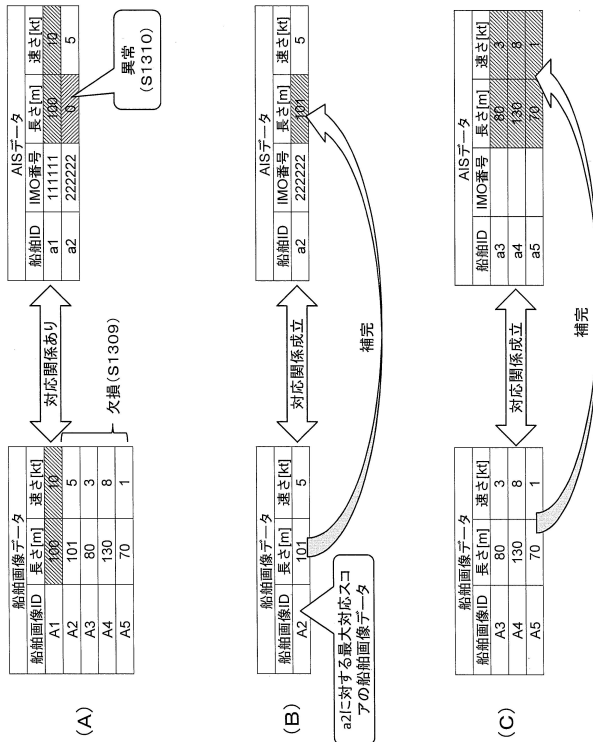
【図 20】



【図 21】



【図 22】

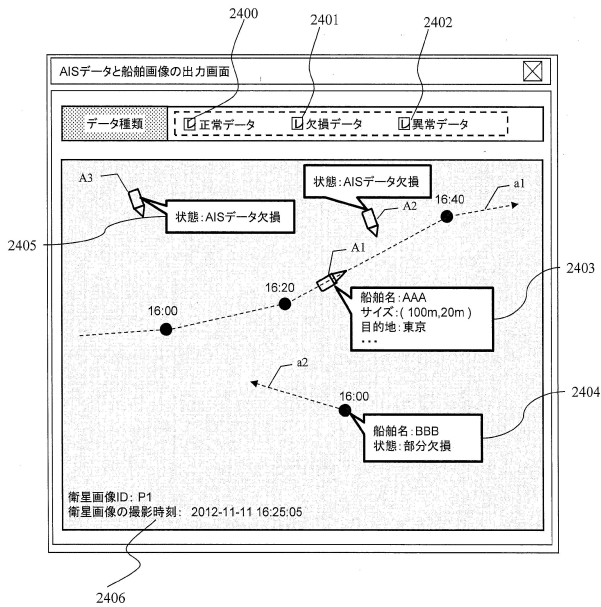


【図 23】

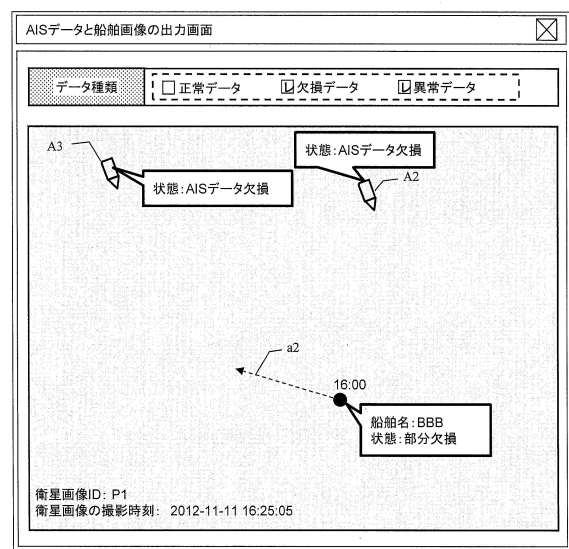
AISデータの補完結果

船舶ID	サイズ	受信時刻	座標値	速度	方向	状態
a1	長さ: 100m 幅: 20m	2012-11-11 16:00:00	経度: 39.86456° 緯度: -75.22225°	9.5kt/h	75°	正常
		2012-11-11 16:20:10	経度: 39.86315° 緯度: -75.21952°	10kt/h	80°	
a2	長さ: 150m 幅: 30m	2012-11-11 16:40:00	経度: 39.86315° 緯度: -75.21952°	9.8kt/h	60°	正常
		2012-11-11 16:00:00	経度: 39.86123° 緯度: -75.20345°	5kt/h	25°	
A2	長さ: 70m 幅: 18m	2012-11-11 16:25:05	経度: 39.86456° 緯度: -75.20456°	3kt/h	170°	部分欠損
A3	長さ: 220m 幅: 30m	2012-11-11 16:25:05	経度: 39.86123° 緯度: -75.20123°	12kt/h	170°	欠損

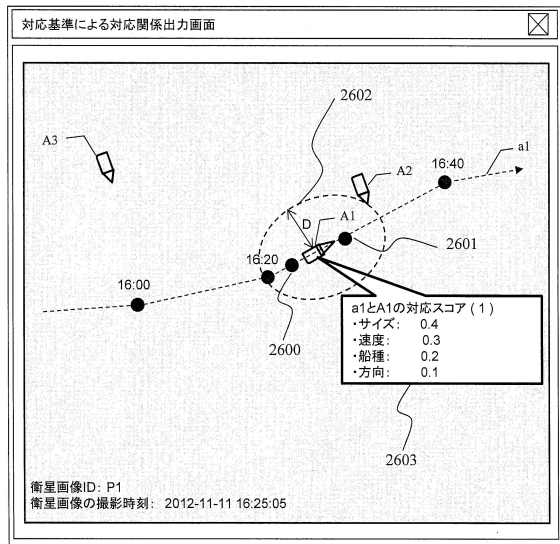
【図 24】



【図 25】



## 【図 26】



## フロントページの続き

審査官 田中 純一

- (56)参考文献 特開2005-181078(JP,A)  
特開2012-063186(JP,A)  
特開2008-009846(JP,A)  
特開2012-242962(JP,A)  
特開2013-109753(JP,A)  
特開2009-025860(JP,A)  
特開2000-182199(JP,A)  
特開平09-035200(JP,A)  
特開2013-083623(JP,A)  
特開2005-182539(JP,A)  
特開2003-288698(JP,A)  
特開2001-083233(JP,A)  
米国特許第04611209(US,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G	1/00	-	99/00
B63B	1/00	-	69/00
B63J	1/00	-	99/00
G01S	7/00	-	7/42
G01S	13/00	-	13/95