

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年4月22日(22.04.2021)



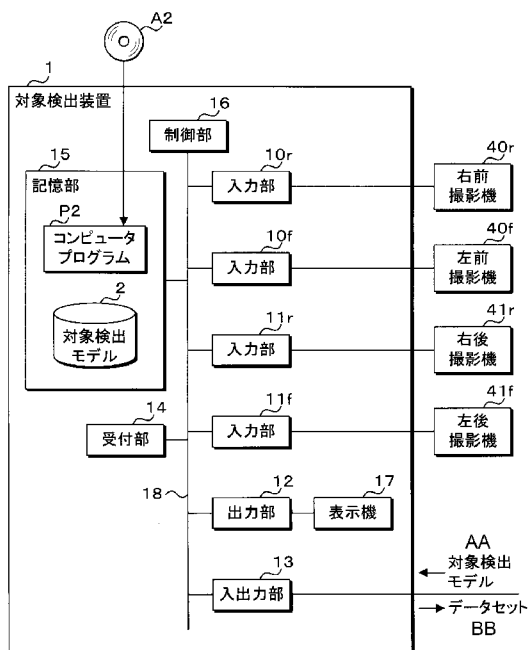
(10) 国際公開番号
WO 2021/075072 A1

- (51) 国際特許分類:
B64D 47/08 (2006.01) G01V 8/10 (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011607
- (22) 国際出願日: 2020年3月17日(17.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-189413 2019年10月16日(16.10.2019) JP
- (71) 出願人: 新明和工業株式会社 (SHINMAYWA INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒6658550 兵庫県宝塚市新明和町1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 山下 尚史 (YAMASHITA, Naofumi); 〒6658550 兵庫県宝塚市新明和町1番1号 新明和工業株式会社内 Hyogo (JP). 中山 裕史 (NAKAYAMA, Hirofumi); 〒6658550 兵庫県宝塚市新明和町1番1号 新明和工業株式会社内 Hyogo (JP). 中村 太一 (NAKAMURA, Taichi); 〒6658550 兵庫県宝塚市新明和町1番1号 新明和工業株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 河野 英仁, 外 (KOHNO, Hideto et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目4番3号 河野特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

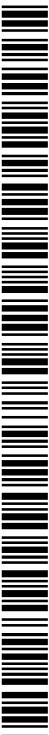
(54) Title: OBJECT DETECTION DEVICE, FLIGHT VEHICLE, OBJECT DETECTION METHOD, COMPUTER PROGRAM, AND METHOD FOR GENERATING LEARNING MODEL

(54) 発明の名称: 対象検出装置、飛行体、対象検出方法、コンピュータプログラム及び学習モデルの生成方法

[図10]



(57) Abstract: An object detection device (1) detects an object being searched for on the water surface. The object detection device (1) comprises a control unit (16) for acquiring water surface image data obtained by photographing water surface by a right-front photographing device (40r) installed in a flight vehicle. The control unit (16) inputs the acquired



WO 2021/075072 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

water surface image data to an object detection model (2) that, in response to the input of the water surface image data, outputs a target area for the object being searched for in the image and the type of the object being searched for. A display device (17) displays the output result of the object detection model (2).

(57) 要約 : 対象検出装置 (1) は水上の検索対象を検出する。対象検出装置 (1) では、制御部 (16) は、飛行体に設置された右前撮影機 (40r) が撮影した水上の水上画像データを取得する。制御部 (16) は、取得した水上画像データを、水上画像データが入力された場合に、画像における検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類を出力する対象検出モデル (2) に入力する。表示機 (17) は、対象検出モデル (2) の出力結果を表示する。

明 細 書

発明の名称：

対象検出装置、飛行体、対象検出方法、コンピュータプログラム及び学習モデルの生成方法

技術分野

[0001] 本開示は、対象検出装置、飛行体、対象検出方法、コンピュータプログラム及び学習モデルの生成方法に関する。

背景技術

[0002] 飛行体に設置されている撮影機が撮影した水上の画像データに基づいて検索対象を検出する対象検出装置（例えば、特許文献1を参照）が提案されている。特許文献1では、撮影機は、画像データを構成する各画素のスペクトルを出力する。検索対象は人である。特許文献1に記載の対象検出装置では、検索対象に関する複数のスペクトルが予め記憶されている。これらのスペクトルは、人の肌を示すスペクトル、又は、水上において人が着用するライフジャケットを示すスペクトル等である。

[0003] 特許文献1に記載の対象検出装置は、画像データについて、各画素のスペクトルを、予め記憶されている複数のスペクトルそれぞれと比較することによって、画素が検索対象であるか否かを判定する。特許文献1に記載の対象検出装置は、全ての画素についての判定結果に基づいて検索対象を発見したか否かを判定する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5668157号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 飛行体に設置されている撮影機が撮影した水上の画像データに基づいて搜

索対象を検出する対象検出装置は水上の遭難者の捜索に用いられる。このため、対象検出装置には、水上の画像データに基づいて、捜索対象を正確に検出することが要求される。

[0006] 本開示は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、捜索対象の正確な検出を実現することができる対象検出装置、飛行体、対象検出方法、コンピュータプログラム及び学習モデルの生成方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様に係る対象検出装置は、水上の捜索対象を検出する対象検出装置であって、飛行体に設置された撮影機が撮影した水上の水上画像データを取得するデータ取得部と、前記データ取得部が取得した水上画像データを、水上画像データが入力された場合に、画像における捜索対象の対象領域、及び、捜索対象の種類を出力する学習モデルに入力するデータ入力部と、前記学習モデルの出力結果を表示する表示機とを備える。

[0008] 本開示の一態様に係る飛行体は、前述した対象検出装置を備える。

[0009] 本開示の一態様に係る対象検出方法では、飛行体に設置された撮影機が撮影した水上の水上画像データを取得し、取得した水上画像データを、水上画像データが入力された場合に、画像における捜索対象の対象領域、及び、捜索対象の種類を出力する学習モデルに入力し、前記学習モデルの出力結果を表示する処理をコンピュータが実行する。

[0010] 本開示の一態様に係るコンピュータプログラムは、飛行体に設置された撮影機が撮影した水上の水上画像データを取得し、取得した水上画像データを、水上画像データが入力された場合に、画像における捜索対象の対象領域、及び、捜索対象の種類を出力する学習モデルに入力し、前記学習モデルの出力結果を表示する処理をコンピュータに実行させる。

[0011] 本開示の一態様に係る学習モデルの生成方法では、水上の水上画像データに、前記水上画像データの画像に写っている捜索対象の対象領域及び種類が対応付けられている訓練データを取得し、取得した訓練データに基づき、水

上画像データが入力された場合に、画像における検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類を出力する学習モデルを生成する処理をコンピュータが実行する。

発明の効果

[0012] 上記の態様によれば、検索対象の正確な検出を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態1における飛行体の説明図である。

[図2]対象検出装置の動作の概要を示す説明図である。

[図3]分類情報の説明図である。

[図4]画素座標系の説明図である。

[図5]領域情報の説明図である。

[図6]対象検出モデルの概略図である。

[図7]訓練データの説明図である。

[図8]生成装置の要部構成を示すブロック図である。

[図9]モデル生成処理の手順を示すフローチャートである。

[図10]対象検出装置の要部構成を示すブロック図である。

[図11]右前撮影機、左前撮影機、右後撮影機及び左後撮影機の配置の説明図である。

[図12]表示機の正面図である。

[図13]対象検出処理の手順を示すフローチャートである。

[図14]最高確率と色との関係を示す図表である。

[図15]種類と色との関係を示す図表である。

[図16]閾値変更処理の手順を示すフローチャートである。

[図17]実施の形態2における対象検出装置の要部構成を示すブロック図である。

[図18]対象検出処理の手順を示すフローチャートである。

[図19]対象検出処理の手順を示すフローチャートである。

[図20]付加画像の表示の説明図である。

[図21] 搜索対象位置の算出に用いる数値の第1説明図である。

[図22] 搜索対象位置の算出に用いる数値の第2説明図である。

[図23] 搜索対象位置の算出に用いる数値の第3説明図である。

[図24] 実施の形態3における対象検出装置の要部構成を示すブロック図である。

[図25] 対象検出処理の手順を示すフローチャートである。

[図26] 実施の形態4における対象検出装置の要部構成を示すブロック図である。

[図27] 閾値変更処理の手順を示すフローチャートである。

[図28] 天候と閾値の候補値との関係を示す図表である。

[図29] 実施の形態5における対象検出処理の手順を示すフローチャートである。

[図30] 種類と閾値の候補値との関係を示す図表である。

[図31] 実施の形態6における表示機の正面図である。

[図32] 画像表示処理の手順を示すフローチャートである。

[図33] 実施の形態7における学習用の水上画像データの生成の説明図である。

[図34] 誤って検出した搜索対象のラベル及び枠の表示防止の説明図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。

(実施の形態1)

<対象検出装置の動作の概要>

図1は、実施の形態1における飛行体Fの説明図である。飛行体Fは、飛行機又はヘリコプター等であり、水上の遭難者の搜索を目的として水上の上空を飛行する。図1の例では、飛行体Fとして飛行機が示されている。飛行体Fには、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41f(図10参照)が設置されている。右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fそれぞれは、飛行体

Fの右前側、左前側、右後側及び左後側に設けられた4つの窓から水上を撮影し、撮影した水上の画像データを生成する。以下では、水上の画像を水上画像と記載し、水上の画像データを水上画像データと記載する。

[0015] 飛行体Fは対象検出装置1を備える。対象検出装置1は、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fから水上画像データを取得し、取得した水上画像データに基づいて、水上に存在する搜索対象Gを検出する。図1では、搜索対象Gとして漁船が示されている。

[0016] 水上の上空には搜索対象Gは存在しない。このため、飛行体Fが水平に飛行している場合において、水平面と、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fが撮影する方向とがなす角度は、水面と空との境界線である水平線が撮影されないように調整されている。

[0017] 図2は対象検出装置1の動作の概要を示す説明図である。前述したように、対象検出装置1は水上画像データを取得する。水上画像は矩形状をなす。図2に示す水上画像データの水上画像には、2つの搜索対象Gが写っている。左側の搜索対象Gは人である。右側の搜索対象Gは漁船である。

[0018] 対象検出装置1には、対象検出モデル2が記憶されている。対象検出モデル2では、水上画像データと、水上画像における搜索対象Gの領域、及び、搜索対象Gの種類との関係が予め学習されている。搜索対象Gの領域は、水上画像において搜索対象Gが写っている領域である。以下では、水上画像における搜索対象Gの領域を対象領域と記載する。

[0019] 対象検出装置1は、取得した水上画像データを対象検出モデル2に入力する。水上画像データが対象検出モデル2に入力された場合、対象検出モデル2は、搜索対象Gの複数の種類それぞれについて分類の確からしさの確率を示す分類情報を出力する。対象検出モデル2は、更に、水上画像における搜索対象Gの対象領域を示す領域情報を出力する。領域情報は、搜索対象Gの対象領域を、1目盛の単位が画素である画素座標系における対象領域を示す。水上画像データに基づいて搜索対象Gが検出されなかった場合、分類情報及び領域情報それぞれは、搜索対象Gの検出がない旨を示す。

以上のように、対象検出モデル2に水上画像データが入力された場合、対象検出モデル2は、水上画像における搜索対象Gの領域、及び、搜索対象Gの種類それぞれを示す領域情報及び分類情報を出力する。対象検出モデル2は学習モデルに相当する。

[0020] 図3は分類情報の説明図である。図3において、搜索対象G1、G2それぞれは、水上画像に写っている複数の搜索対象Gの1つである。搜索対象Gの数が1つである場合、分類情報では、搜索対象G1のみが示される。

[0021] 図3に示すように、搜索対象Gの種類として、人、ボート、漁船、帆船、貨物船及び旅客船等が挙げられる。分類情報では、これらの種類それぞれについて、水上画像に写っている搜索対象Gの種類として該当する確率を示す。図3の例では、搜索対象G1については、種類が人である確率が90%であり、種類がボートである確率が5%であり、種類が漁船である確率が5%である。人、ボート及び漁船以外の種類については、確率は0%である。搜索対象G2についても、複数の種類に対応する複数の確率が示されている。図2の例では、搜索対象G1は人である確率が最も高く、搜索対象G2は漁船である確率が最も高い。

[0022] 図4は画素座標系の説明図である。図4に示すように、画素座標系は、Xp軸及びYp軸によって構成される直交座標系である。水上画像の下辺は画素座標系のXp軸上に位置する。画素座標系の原点は、水上画像の下辺の中心に位置する。水上画像における上辺の中心は、画素座標系のYp軸上に位置する。水上画像における上辺の中心について、Yp軸の値は正である。

[0023] 図5は領域情報の説明図である。図4においても、搜索対象G1、G2それぞれは、水上画像に写っている複数の搜索対象Gの1つである。搜索対象Gの数が1つである場合、領域情報では搜索対象G1のみが示される。領域情報は、搜索対象G1、G2の対象領域を示す。対象領域は矩形状をなす。図5に示すように、領域情報では、搜索対象G1、G2、・・・それぞれの対象領域は、Xp軸の最小値及び最大値と、Yp軸の最小値及び最大値とによって示されている。

[0024] なお、領域情報は、対象領域を示すことができればよいので、検索対象G 1, G 2, . . . それぞれについて、X p軸の最小値及び最大値と、Y p軸の最小値及び最大値とを示す情報に限定されない。

[0025] 図2に示すように、対象検出装置1は、対象検出モデル2に入力した水上画像データの水上画像上に、領域情報が示す対象領域と、分類情報が示す種類及び確率とが示された付加画像の付加画像データを生成する。具体的には、付加画像において、対象領域は、図2に示すように、検索対象Gを囲む矩形形状の枠で示されている。更に、検索対象Gについて、分類の確からしさに関する複数の確率の中で最も高い最高確率に対応する種類と、最高確率とを示すラベルが検索対象Gの近傍に配置されている。図2の例では、左側の検索対象Gについて最高確率に対応する種類は人であり、左側の検索対象Gが人である確率は70%である。同様に、右側の検索対象Gについて、最高確率に対応する種類は漁船であり、右側の検索対象Gが漁船である確率は80%である。

[0026] 対象検出装置1は付加画像を表示する。対象検出装置1のユーザは、付加画像において、検出された検索対象Gを確認し、例えば、詳細な確認を行うために飛行体Fが検索対象Gに接近する必要があるか否かを判断する。

[0027] <対象検出モデル2の構成>

図6は対象検出モデル2の概略図である。対象検出モデル2は、深層学習を含む機械学習の学習モデルであり、特徴抽出器20及び分類回帰器21を有する。水上画像データ、具体的には、水上画像データを構成する複数の画素値が特徴抽出器20に入力される。特徴抽出器20では、水上画像データに畳み込み処理及びプーリング処理を施すことによって、水上画像データから特徴量マップを生成する。特徴量マップは、2次元の配列で表される複数の値である。特徴抽出器20は、抽出した特徴量マップを分類回帰器21に出力する。

[0028] 分類回帰器21は、特徴抽出器20から入力された特徴量マップにおいて、検索対象Gの領域を切り出す。分類回帰器21は、切出した領域に含まれ

る複数の値（特徴量マップの一部）に基づいて、複数の種類それぞれについて分類の確からしさを示す確率を算出し、算出した複数の確率を示す分類情報を出力する。図3の例では、これらの確率は、人、ボート及び漁船等の複数の種類に対応する複数の確率である。確率の算出には、例えば、ソフトマックス関数が用いられる。分類回帰器21は、複数の搜索対象Gの領域を切り出した場合、各搜索対象Gについて分類の確からしさを示す確率を算出し、算出した複数の確率を示す分類情報を出力する。

[0029] 分類回帰器21は、切り出した搜索対象Gの領域を、実際の領域に近づけるため、搜索対象Gの領域を修正する。分類回帰器21は、搜索対象Gの領域の修正量を回帰する。分類回帰器21は、回帰を行うことによって得られた領域に対応する水上画像の対象領域を示す領域情報を出力する。分類回帰器21は、複数の搜索対象Gの領域を切り出した場合、切り出した複数の領域それぞれの修正量を回帰し、回帰を行うことによって得られた複数の領域に対応する複数の対象領域を示す領域情報を出力する。

分類回帰器21は、搜索対象Gの領域を検出しなかった場合、搜索対象Gの検出がない旨を示す分類情報及び領域情報を出力する。

[0030] 特徴抽出器20及び分類回帰器21それぞれは、畳み込みニューラルネットワーク(CNN; Convolutional Neural Network)によって構成される。CNNは、入力層、複数の中間層及び出力層を有する。入力層、中間層及び出力層それぞれでは、一又は複数のニューロンが存在する。各層のニューロンは、前後の層に存在するニューロンと一方向に所望の重み係数及びバイアスで結合されている。入力層のノードの数と同数の成分を有するベクトルが入力層に入力される。特徴抽出器20の入力層には、水上画像データを構成する複数の画素値が入力される。分類回帰器21の入力層には特徴量マップが入力される。

[0031] 入力層の各ノードに入力されたデータは、最初の間層に入力される。この中間層においては、重み係数、バイアス及び活性化関数を用いて出力が算出される。算出された値が次の中間層に入力される。以下同様にして、出力

層の出力が求められるまで次々と後の層に伝達される。特徴抽出器 20 及び分類回帰器 21 それぞれにおいて、中間層及び出力層で行われる算出は、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphic Processing Unit) 又は TPU (Tensor processing unit) 等の処理素子によって実行される。

[0032] 特徴抽出器 20 の中間層又は出力層として、畳み込み層及びプーリング層等が含まれる。分類回帰器 21 の中間層又は出力層として、プーリング層及び全結合層 (FCL; Fully Connected Layer) 等が含まれる。

[0033] <対象検出モデル 2 の生成>

対象検出モデル 2 に関する重み係数及びバイアス等のパラメータの値は、訓練データに基づいて更新される。この更新は、対象検出モデル 2 の学習である。学習を行うことによって、対象検出モデル 2 が新たに生成される。学習には、例えば、誤差逆伝播法が用いられる。

[0034] 図 7 は訓練データの説明図である。訓練データは、水上画像データ、種類データ及び領域データを含む。種類データは、訓練データに含まれる水上画像データの水上画像に写っている搜索対象 G の種類を示す。領域データは、訓練データに含まれる水上画像データの水上画像に写っている搜索対象 G の対象領域を示す。訓練データに含まれる水上画像データは、水面と空との境界線である水平線を含まない水上画像の画像データである。対象領域は画素座標系において示される。搜索対象 G の数が 2 以上である場合、種類データが示す複数の種類それぞれに、領域データが示す複数の対象領域が対応付けられている。

[0035] 図 7 の例では、水上画像データの水上画像には、搜索対象 G として、人及び漁船が写っている。種類データは、種類として人及び漁船を示す。領域データは、人に対応する対象領域と、漁船に対応する対象領域とを示す。

以上のように、訓練データでは、水上画像データに、水上画像データの水上画像に写っている搜索対象 G の対象領域及び種類が対応付けられている。

[0036] 対象検出モデル 2 は大量の訓練データを用いて生成される。対象検出モデル 2 の生成では、訓練データに含まれる水上画像データを対象検出モデル 2

に入力し、分類情報及び領域情報を取得する。取得した分類情報及び領域情報それぞれを、種類データが示す種類、及び、領域データが示す領域に基づいて評価する。評価結果に基づいて、対象検出モデル2のパラメータの値を更新する。例えば、誤差逆伝播法を用いてパラメータの調整量が算出され、算出された調整量に基づいてパラメータの値が更新される。

[0037] <生成装置の構成>

図8は生成装置3の要部構成を示すブロック図である。生成装置3は、パーソナルコンピュータ又はサーバ等であり、対象検出モデル2の学習、即ち、対象検出モデル2のパラメータの値の更新を行うことによって、新たな対象検出モデル2を生成する。生成装置3は、入力部30、出力部31、操作部32、記憶部33及び制御部34を備える。これらは、内部バス35に接続されている。

[0038] 図示しない装置から入力部30に訓練データが入力される。制御部34は、入力部30から訓練データを取得する。

出力部31は、制御部34の指示に従って、対象検出モデル2を出力する。

操作部32は、マウス、キーボード又はタッチパネル等を有し、ユーザによって操作される。ユーザが操作部32において操作を行った場合、操作部32は、ユーザが行った操作の内容を示す情報を制御部34に通知する。

[0039] 記憶部33は不揮発メモリである。記憶部33には、対象検出モデル2及びコンピュータプログラムP1が記憶されている。制御部34は、CPU、GPU又はTPU等の処理素子を有する。制御部34の処理素子は、コンピュータプログラムP1を実行することによって、記憶処理、出力処理及びモデル生成処理を実行する。記憶処理は、入力部30に入力された訓練データを記憶部33に記憶する処理である。出力処理は、記憶部33に記憶されている対象検出モデル2を出力する処理である。モデル生成処理は、対象検出モデル2のパラメータの値を更新することによって対象検出モデル2を新たに生成する処理である。

[0040] なお、制御部34が有する処理素子の数は2以上であってもよい。この場合、複数の処理素子がコンピュータプログラムP1に従って、記憶処理、出力処理及びモデル生成処理を協同で実行してもよい。

[0041] 更に、コンピュータプログラムP1は、コンピュータプログラムP1を読み取り可能に記録した非一時的な記憶媒体A1を用いて、生成装置3に提供されてもよい。記憶媒体A1は、例えば可搬型メモリである。可搬型メモリの例として、CD-ROM、USB (Universal Serial Bus) メモリ、SDカード、マイクロSDカード又はコンパクトフラッシュ（登録商標）等が挙げられる。記憶媒体A1が可搬型メモリである場合、制御部34の処理素子は、図示しない読取装置を用いて記憶媒体A1からコンピュータプログラムP1を読み取り、読み取ったコンピュータプログラムP1を記憶部33に記憶してもよい。更に、生成装置3が外部装置と通信する通信部を備える場合、コンピュータプログラムP1は、生成装置3の通信部を介した通信によって、生成装置3に提供されてもよい。この場合、制御部34の処理素子は、通信部を通じてコンピュータプログラムP1を取得し、取得したコンピュータプログラムP1を記憶部33に記憶してもよい。

[0042] <記憶処理>

制御部34は、訓練データが入力部30に入力された場合、記憶処理を実行する。記憶処理では、制御部34は、まず、入力部30に入力された訓練データを取得する。次に、制御部34は、取得した訓練データを記憶部33に記憶し、記憶処理を終了する。

[0043] <出力処理>

ユーザが、操作部32において、対象検出モデル2の出力を指示する操作を行った場合、制御部34は出力処理を実行する。出力処理では、まず、制御部34は、記憶部33から対象検出モデル2を読み出す。次に、制御部34は、出力部31に指示して、記憶部33から読み出した対象検出モデル2を図示しない装置に出力させる。その後、制御部34は、出力処理を終了する。これにより、生成装置3の記憶部33に記憶されている対象検出モデル

2を生成装置3から取得することができる。

[0044] <モデル生成処理>

図9はモデル生成処理の手順を示すフローチャートである。例えば、記憶部33に記憶されている訓練データ、即ち、制御部34が取得した訓練データの数が一定数以上である場合において、ユーザが操作部32において対象検出モデル2の生成を指示する操作を行ったとき、制御部34はモデル生成処理を実行する。一定数は2以上である。モデル生成処理が実行された時点では、対象検出モデル2のパラメータの値は設定されている。

[0045] モデル生成処理では、まず、制御部34は、記憶部33に記憶されている複数の訓練データの中で1つの訓練データを選択する(ステップS1)。次に、制御部34は、ステップS1で選択した水上画像データを対象検出モデル2に入力する(ステップS2)。具体的には、制御部34は、水上画像データを構成する複数の画素値を対象検出モデル2に入力する。水上画像データが対象検出モデル2に入力された場合、制御部34は、対象検出モデル2の各ニューロンにおける算出を行い、分類情報及び領域情報を出力する。

[0046] 制御部34は、ステップS2を実行した後、対象検出モデル2から出力された分類情報及び領域情報を取得する(ステップS3)。次に、制御部34は、ステップS3で取得した分類情報及び領域情報を、ステップS1で選択した訓練データに含まれている種類データ及び領域データが示す種類及び対象領域に基づいて評価する(ステップS4)。ステップS4では、制御部34は、種類データが示す種類に基づいて、分類情報が示す複数の確率が適切である度合を評価する。また、制御部34は、領域データが示す対象領域に基づいて、領域情報が示す領域が適切である度合を評価する。

[0047] 次に、制御部34は、ステップS4で行った評価の結果に基づいて、対象検出モデル2のパラメータの値を更新する(ステップS5)。これにより、新たな対象検出モデル2が生成される。制御部34は、ステップS5を実行した後、記憶部33に記憶されている全ての訓練データを選択したか否かを判定する(ステップS6)。制御部34は、全ての訓練データを選択してい

ないと判定した場合（S6：NO）、ステップS1を再び実行する。再び実行されるステップS1では、制御部34は、記憶部33に記憶されており、かつ、選択していない1つの訓練データを選択する。制御部34は、全ての訓練データを選択するまで、パラメータの値を更新し続ける。

[0048] 制御部34は、全ての訓練データを選択したと判定した場合（S6：YES）、記憶部33に記憶されている全ての訓練データを削除し（ステップS7）、モデル生成処理を終了する。

以上のように、モデル生成処理では、制御部34は、複数の訓練データに基づき、対象検出モデル2を生成する。

[0049] なお、モデル生成処理において、1つの訓練データを用いてパラメータの値を更新する回数は1回に限定されない。1つの訓練データを用いてパラメータの値を更新する回数は2回以上であってもよい。

また、制御部34は、複数の訓練データに含まれる複数の水上画像データを対象検出モデル2に各別に入力し、対象検出モデル2から出力された複数の分類情報及び複数の領域情報に基づいてパラメータの値を更新してもよい。この場合、制御部34は、複数の分類情報が示す複数の確率が適切である度合を評価する。また、制御部34は、複数の領域データが示す複数の対象領域に基づいて、複数の領域情報が示す複数の領域が適切である度合を評価する。制御部34は、誤差逆伝播法を用いて評価結果に基づいてパラメータの値を更新する。ここで、適切の度合の代表値、例えば、適切の度合の平均値が用いられる。

[0050] パラメータの値が更新された後、水上画像データ、種類データ及び領域データを含む評価データを用いて、対象検出モデル2を評価してもよい。例えば、制御部34は、複数の訓練データを用いて対象検出モデル2のパラメータの値を更新した後、評価データの水上画像データを対象検出モデル2に入力する。制御部34は、対象検出モデル2から出力された分類情報及び領域情報を、評価データに含まれる種類データ及び領域データを用いて評価する。この構成では、制御部34は、この評価が一定の基準を満たさない場合、

複数の訓練データを用いて再び対象検出モデル2のパラメータの値を更新してもよい。制御部34は、評価データを用いた対象検出モデル2の評価が一定の基準を満たすまで、パラメータの値を繰り返し更新する。

[0051] <学習用の水上画像データの数を増やす方法>

正確な分類情報及び領域情報を入力する対象検出モデル2を生成するためには、多くの訓練データを用いて対象検出モデル2の学習を行う必要がある。多くの訓練データを用意するためには、学習用の水上画像データを増やす必要がある。

[0052] 学習用の水上画像データを増やす第1方法として、1つの水上画像データの水上画像の左右を反転させる方法が挙げられる。

学習用の水上画像データを増やす第2方法として、1つの水上画像データの水上画像において、色相、コントラスト、明度及び彩度の少なくとも1つを変更する方法が挙げられる。

[0053] 学習用の水上画像データを増やす第3方法として、1つの水上画像データを構成する複数の画素値を変更する方法が挙げられる。水上画像がカラー画像である場合、赤色、緑色及び青色それぞれについて、複数の画素の画素値を変更する。例えば、複数の画素値と乱数との積により算出された複数の画素値を、新たな水上画像データを構成する複数の画素値として用いる。

学習用の水上画像データを増やす第4方法として、水上画像の一部を切り出し、切り出した水上画像のスケールを、切り出し前の水上画像のスケールに戻す方法が挙げられる。

[0054] 生成装置3が対象検出モデル2の生成に用いる複数の訓練データに、第1方法、第2方法、第3方法又は第4方法で生成された水上画像データを含む訓練データが含まれていてもよい。

[0055] <対象検出装置1の構成>

図10は対象検出装置1の要部構成を示すブロック図である。対象検出装置1は、前述したように、水上画像データに基づいて検索対象Gを検出する。対象検出装置1は、4つの入力部10r、10f、11r、11f、出力

部 1 2、入出力部 1 3、受付部 1 4、記憶部 1 5、制御部 1 6 及び表示機 1 7 を有する。4 つの入力部 1 0 r, 1 0 f, 1 1 r, 1 1 f、出力部 1 2、入出力部 1 3、受付部 1 4、記憶部 1 5 及び制御部 1 6 は内部バス 1 8 に接続されている。出力部 1 2 は、更に、表示機 1 7 に接続されている。

[0056] 前述したように、飛行体 F は、右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f を備える。対象検出装置 1 の入力部 1 0 r, 1 0 f, 1 1 r, 1 1 f それぞれは、更に、右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f に接続されている。

[0057] 図 1 1 は、右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f の配置の説明図である。図 1 1 では上側から見た飛行体 F が示されている。図 1 1 に示すように、右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f それぞれは、飛行体 F において、右前側、左前側、右後側及び左後側に配置されている。

[0058] 右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f それぞれは、飛行体 F の右前側、左前側、右後側及び左後側の水上を周期的に撮影する。これにより、右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f それぞれは、撮影した水上が写っている水上画像の水上画像データを生成する。右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f それぞれは、水上画像データを生成する都度、生成した水上画像データを入力部 1 0 r, 1 0 f, 1 1 r, 1 1 f に出力する。制御部 1 6 は、入力部 1 0 r, 1 0 f, 1 1 r, 1 1 f それぞれから水上画像データを取得する。

[0059] 対象検出装置 1 の動作の概要で述べたように、水上画像データに基づいて付加画像データが生成される。出力部 1 2 は付加画像データを表示機 1 7 に出力する。付加画像データには、識別情報が含まれている。識別情報は、付加画像データの生成に用いる水上画像データの生成元を示す。生成元は、右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 又は左後撮影機 4 1 f である。表示機 1 7 は付加画像データの付加画像を表示する。

[0060] 図12は表示機17の正面図である。図12に示すように、表示機17の正面は矩形状をなす。表示機17では、正面に4つの矩形状の表示画面50r, 50f, 51r, 51fが設けられている。表示画面50r, 50fは左右方向に並べられ、表示画面50rの左側に表示画面50fが配置されている。表示画面51r, 51fも左右方向に並べられ、表示画面51rの左側に表示画面51fが配置されている。表示画面50r, 51rは上下方向に並べられ、表示画面50rの下側に表示画面51rが配置されている。表示画面50f, 51fも上下方向に並べられ、表示画面50fの下側に表示画面51fが配置されている。

[0061] 右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fそれぞれは、表示画面50r, 50f, 51r, 51fに対応する。出力部12から付加画像データが表示機17に入力された場合、表示機17は、入力された付加画像データの付加画像を、表示画面50r, 50f, 51r, 51fの中で、入力された付加画像データに含まれる識別情報が示す生成元に対応する表示画面に表示する。従って、出力部12から、右前撮影機40rを示す識別情報を含む付加画像データが表示機17に入力された場合、表示機17は、入力された付加画像データの付加画像を表示画面50rに表示する。

[0062] 図12に示すように、表示機17の中央に上向きの矢印のマークが示されている。矢印の右上側、左上側、右下側及び左下側それぞれに表示画面50r, 50f, 51r, 50fが配置されている。このため、ユーザは、表示画面50r, 50f, 51r, 51fそれぞれが右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに対応することを直感的に理解することができる。

[0063] 図10に示す対象検出装置1は、更に、マウス、キーボード又はタッチパネル等の図示しない操作部を有する。対象検出装置1のユーザは、操作部を操作することによって値を入力する。受付部14は、ユーザが入力した値を受け付ける。受付部14は、値を受け付けた場合、受け付けた値を制御部1

6に通知する。

- [0064] 記憶部15は不揮発メモリである。記憶部15には、対象検出モデル2及びコンピュータプログラムP2が記憶されている。制御部16は、CPU、GPU又はTPU等の処理素子を有する。制御部16の処理素子（コンピュータ）は、コンピュータプログラムP1を実行することによって、モデル更新処理、データセット出力処理、4つの対象検出処理及び閾値変更処理を実行する。
- [0065] モデル更新処理は、記憶部15に記憶されている対象検出モデル2を、入出力部13に入力された対象検出モデル2に更新する処理である。データセットは、対象検出モデル2に入力した水上画像データと、この水上画像データを対象検出モデル2に入力することによって取得した分類情報及び領域情報とを含む。データセット出力処理は、データセットを出力する処理である。
- [0066] 対象検出処理は、水上画像データに基づいて検索対象Gを検出し、検出した検索対象Gの種類が示されている付加画像を表示する処理である。対象検出処理では、水上画像データを対象検出モデル2に入力し、分類情報及び領域情報を取得する。対象検出処理が実行される都度、水上画像データ、分類情報及び領域情報を含むデータセットが生成される。生成されたデータセットは記憶部15に記憶される。
- [0067] 4つの対象検出処理それぞれは、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに対応する。各対象検出処理では、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fの中で対応する撮影機から入力された水上画像データに基づいて検索対象Gを検出する。
- [0068] 各対象検出処理では、付加画像において、検出した全ての検索対象Gについて種類を示すわけでない。制御部16は、閾値を用いて種類を示すか否かを判定する。閾値変更処理は、種類を示すか否かの判定で用いられる閾値を変更する処理である。閾値は記憶部15に記憶されている。

[0069] なお、制御部 16 が有する処理素子の数は 2 以上であってもよい。この場合、複数の処理素子がコンピュータプログラム P 2 に従って、モデル更新処理、データセット出力処理、対象検出処理及び閾値変更処理を協同で実行してもよい。

[0070] 更に、コンピュータプログラム P 2 は、コンピュータプログラム P 2 を読み取り可能に記録した非一時的な記憶媒体 A 2 を用いて、対象検出装置 1 に提供されてもよい。記憶媒体 A 2 は、例えば可搬型メモリである。記憶媒体 A 2 が可搬型メモリである場合、制御部 16 の処理素子は、図示しない読取装置を用いて記憶媒体 A 2 からコンピュータプログラム P 2 を読み取り、読み取ったコンピュータプログラム P 2 を記憶部 15 に記憶してもよい。更に、対象検出装置 1 が外部装置と通信する通信部を備える場合、コンピュータプログラム P 2 は、対象検出装置 1 の通信部を介した通信によって、対象検出装置 1 に提供されてもよい。この場合、制御部 16 の処理素子は、通信部を通じてコンピュータプログラム P 2 を取得し、取得したコンピュータプログラム P 2 を記憶部 15 に記憶してもよい。

[0071] <モデル更新処理>

例えば、生成装置 3 から、入出力部 13 に対象検出モデル 2 が入力された場合、制御部 16 はモデル更新処理を実行する。モデル更新処理では、制御部 16 は、記憶部 15 に記憶されている入出力部 13 に入力された対象検出モデル 2 に更新し、モデル更新処理を終了する。

[0072] <データセット出力処理>

例えば、ユーザが操作部においてデータセットの出力を指示する操作を行った場合、制御部 16 はデータセット出力処理を実行する。データセット出力処理では、制御部 16 は、記憶部 15 に記憶されているデータセットを読み出す。次に、制御部 16 は、入出力部 13 に指示して、読み出したデータセットを出力させ、データセット出力処理を終了する。ユーザは、データセットに基づいて、対象検出モデル 2 の再学習に必要な新たな訓練データを生成することができる。

[0073] <対象検出処理>

図13は対象検出処理の手順を示すフローチャートである。ここでは、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を説明する。制御部16は、右前撮影機40rから入力部10rに水上画像データが入力された場合に、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を実行する。

[0074] 対象検出処理では、まず、制御部16は、入力部10rから水上画像データを取得する(ステップS11)。制御部16はデータ取得部として機能する。次に、制御部16は、ステップS11で取得した水上画像データを対象検出モデル2に入力する(ステップS12)。具体的には、制御部16は、水上画像データを構成する複数の画素値を対象検出モデル2に入力する。水上画像データが対象検出モデル2に入力された場合、制御部16は、対象検出モデル2の各ニューロンにおける算出を行い、分類情報及び領域情報を出力する。制御部16はデータ入力部としても機能する。

[0075] 制御部16は、ステップS12を実行した後、対象検出モデル2から出力された分類情報及び領域情報を取得する(ステップS13)。次に、制御部16は、ステップS13で取得した分類情報及び領域情報に基づいて、検索対象Gが検出されたか否かを判定する(ステップS14)。制御部16は、ステップS13で取得した分類情報及び領域情報が検索対象Gの検出がない旨を示す場合、検索対象Gが検出されていないと判定する。制御部16は、ステップS13で取得した分類情報及び領域情報が、検索対象Gの検出がない旨を示していない場合、検索対象Gが検出されたと判定する。

[0076] 制御部16は、検索対象Gが検出されたと判定した場合(S14: YES)、ステップS12で対象検出モデル2に入力した水上画像データと、ステップS13で取得した分類情報及び領域情報とを含むデータセットを記憶部15に記憶する(ステップS15)。次に、制御部16は、ステップS13で取得した分類情報及び領域情報が示す複数の検索対象Gの中から1つの検索対象Gを選択する(ステップS16)。ステップS13で取得した分類情報及び領域情報が示す検索対象Gの数が1つである場合、ステップS16で

は、制御部 16 は、分類情報及び領域情報が示す 1 つの検索対象 G を選択する。

[0077] 次に、制御部 16 は、ステップ S 16 を実行した後、ステップ S 13 で取得した分類情報に基づいて、ステップ S 16 で選択した検索対象 G の最高確率が閾値以上であるか否かを判定する（ステップ S 17）。ステップ S 13 で取得した分類情報が図 3 に示す分類情報である場合において、ステップ S 16 で検索対象 G 1 が選択されているとき、最高確率は、種類が人である確率、即ち、90%である。同様の場合において、ステップ S 16 で検索対象 G 2 が選択されているとき、最高確率は、種類がポートである確率、即ち、90%である。制御部 16 は確率判定部としても機能する。

[0078] 制御部 16 は、最高確率が閾値以上であると判定した場合（S 17：YES）、種類、確率及び対象領域の表示に用いる色を選択する（ステップ S 18）。ステップ S 18 では、制御部 16 は、最高確率、又は、最高確率を示す種類等に応じて色を選択することができる。

[0079] 図 14 は最高確率と色との関係を示す図表である。ステップ S 18 において、制御部 16 が最高確率に応じて色を選択する構成では、図 14 に示すように、最高確率と色との関係を示すテーブルが記憶部 15 に記憶されている。このテーブルでは、最高確率フィールドと色フィールドとが設けられている。最高確率フィールドには、最高確率に関する複数の範囲が示されている。色フィールドには、最高確率フィールドにおいて示されている複数の範囲それぞれに対応する色が示されている。ステップ S 18 では、制御部 16 は、最高確率が属する範囲に対応する色を選択する。図 14 の例では、最高確率が 90%を超えており、かつ、100%以下である範囲に属する場合、制御部 16 は赤色を選択する。

なお、図 14 では、閾値が 60%である例が示されている。このため、最高確率が 60%未満である場合、ステップ S 18 が実行されることはない。従って、図 14 では、最高確率が 60%未満である範囲に対応する色は示されていない。

- [0080] 図15は種類と色との関係を示す図表である。ステップS18において、制御部16が最高確率を示す種類に応じて色を選択する構成では、図15に示すように、種類と色との関係を示すテーブルが記憶部15に記憶されている。このテーブルでは、種類フィールドと色フィールドとが設けられている。種類フィールドには、複数の種類が示されている。色フィールドには、種類フィールドにおいて示されている複数の種類それぞれに対応する色が示されている。ステップS18では、制御部16は、確率が最も高い種類に対応する色を選択する。ステップS13で取得した分類情報が図3に示す分類情報である場合において、ステップS16で検索対象G1が選択されているとき、最高確率に対応する種類は人である。このため、ステップS18では、制御部16は、人に対応する赤色を選択する。
- [0081] 制御部16は、ステップS18を実行した後、画像に、最高確率に対応する種類及び最高確率を示すラベル、及び、ステップS16で選択した検索対象Gの対象領域を示す枠を、図2の下側に示すように付加する（ステップS19）。ラベルにおける文字の背景色、及び、枠の色の両方又は一方の色としてステップS18で選択した色が用いられる。
- [0082] 対象検出処理の実行が開始されてから、最初に実行されるステップS19では、制御部16は、ステップS12で対象検出モデル2に入力した水上画像データの水上画像上にラベル及び枠を付加する。これにより、付加画像データが生成される。
- [0083] 対象検出処理では、制御部16がステップS19を実行する回数が2以上となる可能性がある。対象検出処理の実行が開始されてから、2回目以降のステップS19では、制御部16は、前回のステップS19で生成した付加画像データの付加画像にラベル及び枠を付加する。これにより、水上画像上に複数のラベル及び複数の枠が付加された新たな付加画像データが生成される。
- [0084] 制御部16は、最高確率が閾値未満であると判定した場合（S17：NO）、又は、ステップS19を実行した後、ステップS13で取得した分類情

報及び領域情報が示す全ての検索対象Gを選択したか否かを判定する（ステップS20）。制御部16は、全ての検索対象Gを選択していないと判定した場合（S20:NO）、ステップS16を実行する。再び実行されるステップS16では、制御部16は、ステップS13で取得した分類情報及び領域情報が示し、かつ、選択していない1つの検索対象Gを選択する。選択された検索対象Gについて、最高確率が閾値以上であるとき、前回のステップS19で生成された付加画像データの付加画像に、新たなラベル及び枠が付加される。

[0085] 制御部16は、全ての検索対象Gを選択したと判定した場合（S20:YES）、出力部12に指示して、ステップS19を実行することによって生成された付加画像データを表示機17に出力させる（ステップS21）。これにより、表示機17は、右前撮影機40rに対応する表示画面50rにおいて、出力部12から入力された付加画像データの付加画像を表示する。付加画像に示される種類、確率及び枠は、分類情報及び領域情報の内容、即ち、対象検出モデル2の出力結果である。従って、表示機17は、表示画面50rにおいて付加画像を表示することによって、対象検出モデル2の出力結果を表示する。

[0086] 制御部16は、検索対象Gが検出されていないと判定した場合（S14:NO）、又は、ステップS21を実行した後、対象検出処理を終了する。

また、対象検出処理が開始されてから、ステップS20で全ての検索対象Gが選択されたと判定されるまでに、ステップS19が実行されなかった場合、即ち、付加画像データが生成されなかった場合、制御部16は、ステップS21の実行を省略する。

[0087] 以上のように、分類情報及び領域情報が示す検索対象Gの中で、最高確率が閾値以上である検索対象Gのラベル及び枠が示されている付加画像が表示機17に表示される。

なお、付加画像データが生成されなかった場合、制御部16は、出力部12に指示して、ステップS12で対象検出モデル2に入力した水上画像デー

タを表示機 17 に出力してもよい。この場合、表示機 17 は、表示画面 50 r において水上画像を表示する。

[0088] 左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f に対応する 3 つの対象検出処理は、右前撮影機 40 r に対応する対象検出処理と同様である。このため、これらの対象検出処理の説明を省略する。左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f に対応する 3 つの対象検出処理について、入力部 10 f, 11 r, 11 f それぞれは、右前撮影機 40 r に対応する対象検出処理の説明における入力部 10 r に対応する。表示画面 50 f, 51 r, 51 f それぞれは、右前撮影機 40 r に対応する対象検出処理の説明における表示画面 50 r に対応する。

[0089] 以上のことから、制御部 16 は、4 つの対象検出処理において、右前撮影機 40 r、左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f から 4 つの水上画像データを取得する。制御部 16 は、取得した 4 つの水上画像データを対象検出モデル 2 に各別に入力する。制御部 16 が対象検出モデル 2 に水上画像データを入力した場合において、表示機 17 は、対象検出モデル 2 の出力結果を、対象検出モデル 2 に入力された水上画像データを出力した撮影機に対応する表示画面において表示する。表示機 17 は、表示画面 50 r, 50 f, 51 r, 51 f それぞれにおいて、右前撮影機 40 r、左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f の水上画像データに対応する対象検出モデル 2 の出力結果を表示する。

[0090] ユーザは、表示画面 50 r, 50 f, 51 r, 51 f 中の 1 つが付加画像を表示した場合、付加画像が表示されている表示画面に基づいて、飛行体 F を基準とした搜索対象 G の方向を容易に認識することができる。例えば、表示画面 50 r が付加画像を表示した場合、ユーザは、付加画像に写っている搜索対象 G が飛行体 F の右前方に存在することを容易に認識することができる。

[0091] <閾値変更処理>

図 16 は閾値変更処理の手順を示すフローチャートである。制御部 16 は

、閾値変更処理を周期的に実行する。閾値変更処理では、制御部16は、受付部14が値を受け付けたか否かを判定する（ステップS31）。制御部16は、受付部14が値を受け付けたと判定した場合（S31：YES）、記憶部15に記憶されている閾値を、受付部14が受け付けた値に変更する（ステップS32）。制御部16は変更部としても機能する。制御部16は、受付部14が値を受け付けていないと判定した場合（S31：NO）、又は、ステップS32を実行した後、閾値変更処理を終了する。

[0092] <対象検出装置1の効果及びなお書き>

対象検出モデル2では、水上画像データと、検索対象Gの対象領域及び種類との関係が学習されている。このため、水上画像データを対象検出モデル2に入力することによって、水上画像データの画像における検索対象Gの対象領域及び種類を示す出力結果が得られ、検索対象Gが正確に検出される。表示機17は、水上画像上に検索対象Gの対象領域及び種類を示した付加画像を表示するので、ユーザは検索対象Gの位置及び種類を容易に確認することができる。付加画像には、最高確率に対応する種類が表示されているので検索対象Gの種類の確認が更に容易である。

[0093] 付加画像では、最高確率が閾値以上である検索対象Gの種類が表示され、最高確率が閾値未満である検索対象Gの種類は表示されない。このため、ユーザは、確認すべき検索対象Gの数が少ないので、検索対象Gを効率的に発見することができる。最高確率に応じた色を用いて種類、最高確率及び対象領域が表示される場合、ユーザは、検索対象Gを更に効率的に発見することができる。ユーザは、飛行体F周辺の天候及び明るさ等に応じて閾値を自由に変更することができるので、対象検出装置1の利便性は高い。

[0094] なお、対象検出装置1の記憶部15には、4つの対象検出モデル2が記憶されていてもよい。制御部16が4つの処理素子を有する場合、4つの処理素子それぞれは、4つの対象検出モデル2を実行する。4つの対象検出処理それぞれでは、4つの対象検出モデル2が用いられる。このため、1つの処理素子が1つの対象検出モデル2における算出を行っている場合であっても

、他の処理素子は、他の対象検出モデル2における算出を行うことができる。この場合、4つの対象検出処理が効率的に実行される。4つの対象検出モデル2の内容は、共通していてもよいし、相互に異なってもよい。4つの対象検出モデル2が相互に異なる場合、4つの対象検出モデル2の学習は各別に行われる。

[0095] (実施の形態2)

実施の形態1における対象検出装置1の表示機17は、付加画像を表示し、付加画像には、搜索対象Gの種類及び最高確率が示されている。しかしながら、付加画像に表示する項目は、搜索対象Gの種類及び最高確率に限定されない。

以下では、実施の形態2について、実施の形態1と異なる点を説明する。後述する構成を除く他の構成については、実施の形態1と共通しているため、実施の形態1と共通する構成部には実施の形態1と同一の参照符号を付してその説明を省略する。

[0096] <対象検出装置1の構成>

図17は、実施の形態2における対象検出装置1の要部構成を示すブロック図である。実施の形態2における飛行体Fは、対象検出装置1、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに加えて、高度計42、飛行方位計43及びGPS(Global Positioning System)受信機44を備える。実施の形態2における対象検出装置1は、実施の形態1における対象検出装置1が有する構成部に加えて、3つの入力部60、61、62を有する。

[0097] 対象検出装置1では、入力部60、61、62は内部バス18に接続されている。入力部60、61、62それぞれは、更に、高度計42、飛行方位計43及びGPS受信機44に接続されている。

[0098] 高度計42は、高度、即ち、水面から飛行体Fまでの距離を周期的に計測する。高度計42は、高度を計測する都度、計測した高度を示す高度情報を入力部60に出力する。制御部16は、入力部60から高度情報を取得する

。高度計42の構成は、大気の絶対圧力に基づいて高度を計測する構成であってもよいし、飛行体Fから水面に向かって鉛直方向の電波を発射してから、水面で反射した電波が飛行体Fに到達するまでの時間に基づいて高度を計測する構成であってもよい。

[0099] 飛行方位計43は、飛行方位、具体的には、北と飛行体Fの機首とがなす角度を周期的に計測する。飛行方位は、北を基準とした時計回りの角度である。従って、飛行体Fの機首が東を向いている場合、飛行方位は90度である。飛行体Fの機首が西を向いている場合、飛行方位は270度である。飛行方位計43は、例えば、ジャイロ스코プを用いて実現される。飛行方位計43は、飛行方位を計測する都度、計測した飛行方位を示す方位情報を入力部61に出力する。制御部16は、入力部61から方位情報を取得する。

[0100] GPS受信機44は、GPS受信機は複数のGPS衛星から受信した信号に基づいて、飛行体Fの位置である飛行体位置を周期的に算出する。飛行体位置は緯度及び経度によって表される。GPS受信機は、飛行体位置を算出する都度、算出した飛行体位置を示す飛行体位置情報を入力部62に出力する。

[0101] <対象検出処理>

図18及び図19は対象検出処理の手順を示すフローチャートである。ここでも、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を説明する。制御部16は、実施の形態1と同様に、右前撮影機40rから入力部10rの水上画像データが入力された場合に、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を実行する。実施の形態2における対象検出処理では、実施の形態1における対象検出処理に複数の処理を追加している。このため、実施の形態2における対象検出処理に含まれる実施の形態1における対象検出処理、即ち、ステップS11～S21の説明を省略する。

[0102] 制御部16は、ステップS15を実行した後、入力部60から高度情報を取得し（ステップS41）、入力部61から方位情報を取得し（ステップS42）、入力部62から飛行体位置情報を取得する（ステップS43）。制

御部 16 は、ステップ S 43 を実行した後、ステップ S 16 を実行する。

[0103] 制御部 16 は、ステップ S 16 で選択した検索対象 G の最高確率が閾値以上であると判定した場合 (S 17 : YES)、ステップ S 13 で取得した領域情報に基づいて、ステップ S 16 で選択した検索対象 G の中心座標を算出する (ステップ S 44)。中心座標は画素座標系の座標である。検索対象 G の対象領域が、X p 軸の最小値及び最大値と、Y p 軸の最小値及び最大値とで表される場合、中心座標は、X p 軸の最小値及び最大値の平均値と、Y p 軸の最小値及び最大値の平均値とによって表される。

[0104] 次に、制御部 16 は、ステップ S 41, S 42, S 43 で取得した高度情報、方位情報及び飛行体位置情報が示す高度、飛行方位及び飛行体位置と、ステップ S 44 で算出した検索対象 G の中心座標とに基づいて、検索対象 G の位置である検索対象位置を算出する (ステップ S 45)。検索対象位置は緯度及び経度によって表される。検索対象位置の算出については後述する。制御部 16 は、ステップ S 45 を実行した後、ステップ S 18 を実行する。

領域情報は対象検出モデル 2 の出力結果であり、領域情報が示す検索対象 G の座標は、画素座標系で表されるので、水上画像上の座標である。従って、制御部 16 は算出部としても機能する。

[0105] 実施の形態 2 における対象検出処理のステップ S 19 では、制御部 16 は、最高確率に対応する種類及び最高確率だけではなく、ステップ S 45 で算出した検索対象位置を示すラベル、及び、ステップ S 16 で選択した検索対象 G の対象領域を示す枠を付加する。制御部 16 がステップ S 21 を実行した場合、表示機 17 は、表示画面 50 r において付加画像を表示する。この付加画像には、最高確率に対応する種類及び最高確率だけではなく、検索対象 G の位置が示されている。

[0106] 左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f に対応する 3 つの対象検出処理は、右前撮影機 40 r に対応する対象検出処理と同様である。このため、これらの対象検出処理の説明を省略する。左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f に対応する 3 つの対象検出処理に

ついて、入力部10f, 11r, 11fそれぞれは、右前撮影機40rに対応する対象検出処理の説明における入力部10rに対応する。表示画面50f, 51r, 51fそれぞれは、右前撮影機40rに対応する対象検出処理の説明における表示画面50rに対応する。

[0107] 図20は付加画像の表示の説明図である。図20には、右前撮影機40rに対応する対象検出処理のステップS21が実行された場合における表示機17の表示画面50rを示す。表示画面50rでは付加画像が表示されている。この付加画像では、緯度及び経度が括弧内に示されている。括弧内の左側の値は緯度を示す。括弧内の右側の値は経度を示す。ユーザは、表示画面50rに表示されている三角形のオブジェクトを選択した場合、制御部16の処理素子は、コンピュータプログラムP2を実行することによって、表示画面50rに表示されている付加画像を変更する画像変更処理を実行する。この画像変更処理は右前撮影機40rに対応する。オブジェクトの選択は、ポインタを用いた選択、又は、表示画面50rのタップ等によって実現される。

[0108] <右前撮影機40rに対応する画像変更処理>

右前撮影機40rに対応する対象検出処理のステップS19で生成された付加画像データは記憶部15に記憶されている。表示画面50rにおいて、右側のオブジェクトが選択された場合、制御部16は、出力部12に指示して、前回の対象検出処理のステップS19で生成された付加画像データを表示機17に出力させる。これにより、表示機17の表示画面50rにおいて、前回の対象検出処理のステップS19で生成された付加画像データの付加画像、例えば、図20の下側に示す付加画像を表示する。この表示画面50rには、付加画像の左側及び右側にオブジェクトが表示されている。制御部16は、出力部12に指示して付加画像データを出力させた後に画像変更処理を終了する。

[0109] 表示画面50rの右側のオブジェクトが更に選択された場合、制御部16は、再び、右前撮影機40rに対応する画像変更処理を実行する。この画像

変更処理では、制御部16は、出力部12に、表示画面50rに表示されている付加画像の付加画像データよりも前に生成された付加画像データを出力させる。これにより、更に前の対象検出処理のステップS19で生成された付加画像データの付加画像が表示画面50rに表示される。

[0110] 表示画面50rの左側のオブジェクトが選択された場合も、制御部16は、右前撮影機40rに対応する画像変更処理を実行する。この画像変更処理では、制御部16は、出力部12に、表示画面50rに表示されている付加画像の付加画像データよりも後に生成された付加画像データを出力させる。これにより、後の対象検出処理のステップS19で生成された付加画像データの付加画像が表示画面50rに表示される。

[0111] 制御部16が右前撮影機40rに対応する画像変更処理を実行することにより、これにより、ユーザは、右前撮影機40rに対応する画像変更処理で生成された全ての付加画像データの付加画像を確認することができる。

なお、表示画面50rでは、最新の付加画像と、画像変更処理によって変更された付加画像とが表示されてもよい。

[0112] <他の画像変更処理>

ユーザは、表示画面50f, 51r, 51fそれぞれに表示されている三角形のオブジェクトを選択した場合、制御部16の処理素子は、コンピュータプログラムP2を実行することによって、表示画面50f, 51r, 51fに表示されている付加画像を変更する画像変更処理を実行する。表示画面50f, 51r, 51fそれぞれに表示されている付加画像を変更する画像変更処理は、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに対応する。左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに対応する3つの画像変更処理それぞれは、右前撮影機40rに対応する画像変更処理と同様に実行される。

制御部16が有する処理素子の数が2以上である場合、複数の処理素子がコンピュータプログラムP2に従って、4つの画像変更処理を協同で実行してもよい。

[0113] <対象検出装置 1 の効果及びなお書き>

実施の形態 2 における対象検出装置 1 では、制御部 16 は搜索対象位置を算出し、制御部 16 が算出した搜索対象位置が表示機 17 によって表示される。このため、飛行体 F が搜索対象 G に向かう必要である場合、ユーザは、飛行体 F の操縦者に指示して、制御部 16 が算出した搜索対象位置に基づいて搜索対象 G に素早く到達することができる。

実施の形態 2 における対象検出装置 1 は、実施の形態 1 における対象検出装置 1 が奏する効果を同様に奏する。

実施の形態 1 における対象検出装置 1 の制御部 16 は、実施の形態 2 と同様に、4 つの画像変更処理を実行してもよい。

[0114] <搜索対象位置の算出>

以下では、右前撮影機 40r から取得した水上画像データの水上画像に写っている搜索対象 G の搜索対象位置の算出を説明する。

図 21 は、搜索対象位置の算出に用いる数値の第 1 説明図である。図 21 の上側には画素座標系が示されている。画素座標系における搜索対象 G の中心座標は (P_x, P_y) によって表される。括弧内の左側には X_p 軸の値が示され、括弧内の右側には Y_p 軸の値が示されている。水上画像において、 X_p 軸の最大値は W_x であり、 X_p 軸の最小値は $-W_x$ である。同様に、水上画像において、 Y_p 軸の最小値はゼロであり、 Y_p 軸の最大値は H_y である。 W_x 及び H_y は予め設定されている既知の数値である。 P_x 及び P_y は、ステップ S45 で算出される既知の数値である。

[0115] 図 21 の下側には、画素座標系から変換された距離座標系が示されている。距離座標系は、 X_d 軸及び Y_d 軸によって構成される直角座標系であり、かつ、1 目盛の単位がメートルである座標系である。 X_d 軸が画素座標系の X_p 軸に対応する。 Y_d 軸が画素座標系の Y_p 軸に対応する。距離座標系における搜索対象 G の中心座標は、 (D_x, D_y) によって表される。括弧内の左側には X_d 軸の値が示され、括弧内の右側には Y_d 軸の値が示されている。 D_x 及び D_y それぞれは、既知の数値に基づいて算出される。

[0116] 図 2 2 は 捜 索 対 象 位 置 の 算 出 に 用 い る 数 値 の 第 2 説 明 図 で あり。図 2 2 に は、前側から見た飛行体 F 及び 捜 索 対 象 G が 示 さ れ て い る。H f は、飛行体 F の 高 度 で あり、高 度 計 4 2 に よ っ て 計 測 さ れ る 既 知 の 値 で あり。L は、飛行体 F の 左 右 方 向 に 関 す る 飛行体 F 及 び 捜 索 対 象 G 間 の 距 離 で あり、既 知 の 数 値 に 基 づ い て 算 出 さ れ る。

[0117] θt は、飛行体 F の 上 下 方 向 に 関 し て、右 前 撮 影 機 4 0 r が 撮 影 す る こ と が 可 能 な 角 度 で あり、既 知 の 値 で あり。 θg は、飛行体 F の 上 下 方 向 に 関 し て、右 前 撮 影 機 4 0 r の 水 上 画 像 に お い て、上 辺 から 捜 索 対 象 位 置 ま で の 角 度 で あり、既 知 の 値 に 基 づ い て 算 出 さ れ る。

[0118] 図 2 3 は 捜 索 対 象 位 置 の 算 出 に 用 い る 数 値 の 第 3 説 明 図 で あり。図 2 3 に は、上側から見た飛行体 F 及び 捜 索 対 象 G が 示 さ れ て い る。 αf は、飛行方 位 で あり、飛行方 位 計 4 3 に よ っ て 計 測 さ れ る 既 知 の 値 で あり。水 上 画 像 の 左 辺 の 方 角 が 飛行方 位 と 一 致 し て い る。 αt は、水 上 画 像 に お い て、左 辺 及 び 右 辺 に 対 応 す る 2 つ の 方 角 が な す 角 度 で あり、既 知 の 値 で あり。 αc は、水 上 画 像 に お い て 左 辺 の 方 角 と、右 前 撮 影 機 4 0 r の 軸 方 向 と が な す 角 度 で あり、既 知 の 値 で あり。右 前 撮 影 機 4 0 r の 軸 方 向 は、具 体 的 に は、右 前 撮 影 機 4 0 r の レ ン ズ の 軸 方 向 で あり。 αg は、右 前 撮 影 機 4 0 r の 軸 方 向 か ら 捜 索 対 象 位 置 ま で の 角 度 で あり、既 知 の 値 に 基 づ い て 算 出 さ れ る。 αf 、 αt 、 αc 及 び αg は 飛行体 F の 上 側 から 見た 角 度 で あり。

[0119] 画 素 座 標 系 に お い て、Y p 軸 に お け る 1 画 素 当 た り の 角 度 θp は、H y 及 び θt を 用 い た 下 記 式 に よ っ て 算 出 さ れ る。

$$\theta p = \theta t / H y$$

図 2 2 に 示 す θg は、 θt 、 θp 及 び P y を 用 い た 下 記 式 に よ っ て 算 出 さ れ る。

$$\theta g = \theta t - (\theta p \cdot P y)$$

「 \cdot 」は 積 を 表 す。

[0120] 図 2 1 の 下 側 に 示 す D y は、H f 及 び θg を 用 い た 下 記 式 に よ っ て 算 出 さ れ る。

$$D_y = H_f / \tan(\theta_g)$$

また、図21の下側に示す D_x は、 D_y 、 W_x 及び P_x を用いた下記式によって算出される。

$$D_x = D_y / (W_x \cdot P_x)$$

図23に示す α_g は、 D_x 及び D_y を用いた下記式によって算出される。

$$\alpha_g = \arctan(D_x / D_y)$$

[0121] 図22に示す L は、 D_y 及び α_g を用いた下記式によって算出される。

$$L = D_y / \cos(\alpha_g)$$

北から搜索対象 G までの角度 α_n は、 α_f 、 α_c 及び α_g を用いた下記式によって表される。

$$\alpha_n = \alpha_f + \alpha_c + \alpha_g$$

[0122] 飛行体位置の緯度及び経度それぞれを F_a 及び F_b と記載する。 F_a 及び F_b は、GPS受信機44によって算出される既知の値である。地球の半径を R_e と記載する。 R_e も既知の値である。搜索対象位置の緯度及び経度それぞれを G_a 及び G_b と記載する。

G_a は、 F_a 、 L 、 α_n 及び R_e を用いた下記式によって算出される。

$$G_a = F_a + (L \cdot \sin(\alpha_n) \cdot 360 / R_e)$$

G_b は、 F_a 、 F_b 、 L 、 α 及び R_e を用いた下記式によって算出される。

。

$$G_b = F_b + ((L \cdot \cos(\alpha_n) / \cos(F_a)) \cdot (360 / R_e))$$

[0123] 右前撮影機40rに対応する対象検出処理のステップS45では、制御部16は、高度、飛行方位、飛行体位置及び搜索対象 G の中心座標と、前述した複数の式とを用いて、搜索対象位置、即ち、 G_a 及び G_b を算出することができる。

左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fそれぞれに対応する対象検出処理のステップS45では、制御部16は、右前撮影機40rに対応する対象検出処理のステップS45で行った搜索対象位置の算出と

同様の算出を行う。

[0124] (実施の形態3)

実施の形態1においては、検索対象Gの種類ユーザへの通知は、種類を示す付加画像を表示機17が表示することによって実現されている。しかしながら、検索対象Gの種類ユーザへの通知は、表示による通知に限定されない。

以下では、実施の形態3について、実施の形態1と異なる点を説明する。後述する構成を除く他の構成については、実施の形態1と共通しているため、実施の形態1と共通する構成部には実施の形態1と同一の参照符号を付してその説明を省略する。

[0125] <対象検出装置1の構成>

図24は、実施の形態3における対象検出装置1の要部構成を示すブロック図である。実施の形態3における対象検出装置1は、実施の形態1における対象検出装置1が有する構成部に加えて、出力部63及び音声通知部64を有する。出力部63は、内部バス18及び音声通知部64に各別に接続されている。

[0126] 出力部63は、制御部16の指示に従って音声データを音声通知部64に出力する。音声データは、付加画像において表示される検索対象Gの種類、最高確率及び位置を示すとともに、この付加画像が表示される表示画面、水上画像データの生成元、並びに、生成元の撮影方向の中の少なくとも1つを示す。ここで、表示画面は表示画面50r、50f、51r、51f中の1つである。生成元は、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fの中の1つである。音声通知部64は、例えば、スピーカであり、出力部63から音声データが入力された場合、入力された音声データが示す内容を音声で通知する。

[0127] <対象検出処理>

図25は対象検出処理の手順を示すフローチャートである。ここでも、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を説明する。制御部16は、実施の

形態1と同様に、右前撮影機40rから入力部10rの水上画像データが入力された場合に、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を実行する。実施の形態3における対象検出処理では、実施の形態1における対象検出処理に複数の処理を追加している。このため、実施の形態3における対象検出処理に含まれる実施の形態1における対象検出処理、即ち、ステップS11～S21の説明を省略する。

[0128] 制御部16は、ステップS21を実行した後、音声データを生成する（ステップS51）。音声データは、付加画像に表示される検索対象Gの種類、最高確率及び位置を示すとともに、付加画像が表示される表示画面、水上画像データの生成元、及び、生成元の撮影方向の中の少なくとも1つを示す。位置としては、付加画像の中央、上側、下側、左側及び右側等が挙げられる。右前撮影機40rに対応する対象検出処理では、音声データが示す表示画面、生成元及び撮影方向それぞれは、表示画面50r、右前撮影機40r及び右前方である。

[0129] 次に、制御部16は、出力部63に指示して、ステップS51で生成した音声データを音声通知部64に出力する（ステップS52）。音声通知部64は、出力部63から音声データが入力された場合、音声データが示す内容を音声で通知する。制御部16は、検索対象Gが検出されていないと判定した場合（S14:NO）、又は、ステップS43を実行した後、対象検出処理を終了する。

[0130] 対象検出処理が開始されてから、ステップS20で全ての検索対象Gが選択されたと判定されるまでに、ステップS19が実行されなかった場合、即ち、付加画像データが生成されなかった場合、制御部16はステップS21、S51、S52の実行を省略する。

[0131] 左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに対応する3つの対象検出処理は、右前撮影機40rに対応する対象検出処理と同様である。このため、これらの対象検出処理の説明を省略する。左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに対応する3つの対象検出処理に

ついて、入力部 10 f, 11 r, 11 f それぞれは、右前撮影機 40 r に対応する対象検出処理の説明における入力部 10 r に対応する。表示画面 50 f, 51 r, 51 f それぞれは、右前撮影機 40 r に対応する対象検出処理の説明における表示画面 50 r に対応する。

[0132] 以上のように、音声通知部 64 は、分類情報において最高確率に対応する種類を通知するとともに、最高確率に対応する種類が表示される表示画面、この表示画面に対応する撮影機、及び、この撮影機が撮影する方向中の少なくとも 1 つを音声で通知する。

[0133] <対象検出装置 1 の効果及びなお書き>

実施の形態 3 における対象検出装置 1 では、搜索対象 G の対象領域及び種類を示す付加画像が表示されるだけでなく、搜索対象 G の種類と、搜索対象 G に関連する情報とが音声通知部 64 によって通知される。このため、ユーザは搜索対象をより確実に見つけることができる。実施の形態 3 における対象検出装置 1 は、実施の形態 1 における対象検出装置 1 が奏する効果を同様に奏する。

なお、実施の形態 2 における対象検出装置 1 は、実施の形態 3 と同様に、出力部 63 及び音声通知部 64 を有し、搜索対象 G の種類及び最高確率等を音声で通知してもよい。

[0134] (実施の形態 4)

実施の形態 1 においては、閾値を受付部 14 が受け付けた値に変更する。しかしながら、閾値を変更する構成は、値を受け付ける構成に限定されない。

以下では、実施の形態 4 について、実施の形態 1 と異なる点を説明する。後述する構成を除く他の構成については、実施の形態 1 と共通しているため、実施の形態 1 と共通する構成部には実施の形態 1 と同一の参照符号を付してその説明を省略する。

[0135] <対象検出装置 1 の構成>

図 26 は、実施の形態 4 における対象検出装置 1 の要部構成を示すブロッ

ク図である。実施の形態4における飛行体Fは、対象検出装置1、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに加えて、気象レーダー45を備える。実施の形態4における対象検出装置1は、実施の形態1における対象検出装置1が有する構成部の中で受付部14を除く他の構成部を有する。実施の形態4における対象検出装置1は、更に、入力部65を有する。入力部65は、内部バス18及び気象レーダー45に各別に接続されている。

[0136] 気象レーダー45は、飛行体F周辺の天候を周期的に探知する。例えば、気象レーダー45は、電磁波を発射し、物体にて反射した電磁波の周波数に基づいて天候を探知する。気象レーダー45は、飛行体F周辺の天候を探知する都度、探知した天候を示す天候情報を入力部65に出力する。制御部16は、入力部65から天候情報を取得する。天候として、晴れ、曇り、雨及び雪等が挙げられる。

[0137] <閾値変更処理>

図27は閾値変更処理の手順を示すフローチャートである。制御部16は、実施の形態1と同様に、閾値変更処理を周期的に実行する。閾値変更処理では、制御部16は、まず、入力部65から天候情報を取得する（ステップS61）。制御部16は情報取得部としても機能する。次に、制御部16は、ステップS61で取得した天候情報に基づいて閾値を変更する（ステップS62）。制御部16は、例えば、天候と閾値の候補値との関係を示すテーブルを用いて、記憶部15に記憶されている閾値を変更する。

[0138] 図28は天候と閾値の候補値との関係を示す図表である。例えば、天候と閾値の候補値との関係を示すテーブルが記憶部15に記憶されている。このテーブルでは、天候フィールドと候補値フィールドとが設けられている。天候フィールドには、複数の天候が示されている。図28の例では、天候として、晴れ、曇り、雨及び雪が示されている。候補値フィールドには、天候フィールドにおいて示されている複数の天候それぞれに対応する閾値の候補値が示されている。図28の例では、晴れ、曇り、雨及び雪それぞれに対応す

る閾値の候補値は、80%、70%、60%及び60%である。

[0139] 閾値変更処理のステップS62では、制御部16は、閾値を、ステップS61で取得した天候情報が示す天候に対応する候補値に変更する。図28の例では、ステップS61で取得した天候情報が晴れを示す場合、制御部16は、閾値を、晴れに対応する候補値、即ち、80%に変更する。

制御部16は、ステップS62を実行した後、閾値変更処理を終了する。

[0140] <対象検出装置1の効果及びなお書き>

実施の形態4における対象検出装置1では、飛行体F周辺の天候に応じて閾値が変更されるので、付加画像において搜索対象Gの対象領域及び種類が適切に示される。実施の形態4における対象検出装置1は、実施の形態1における対象検出装置1が奏する効果の中で、閾値を受付部14が受け付けた値に変更する構成で得られる効果を除く他の効果を同様に奏する。

[0141] なお、実施の形態4における対象検出装置1は、ユーザから天候及び値を受け付ける図示しない受け部を更に有してもよい。例えば、受付部が天候及び値を受け付けた場合、制御部16は、受付部が受け付けた天候の閾値の候補値を、受付部が受け付けた値に変更する。

[0142] 対象検出装置1は、無線で通信を行う無線通信部を有してもよい。この場合、対象検出装置1の制御部16は、気象レーダー45ではなく、無線通信部から天候情報を取得してもよい。また、降雨を検出するレインセンサ、及び、飛行体F周辺の明るさを検出する明るさセンサ等の検出結果に基づいて天候を検知する天候検知部が気象レーダー45の代わりに飛行体Fに設けられていてもよい。この場合、天候検知部は、検知した天候を示す天候情報を入力部65に周期的に出力する。

更に、実施の形態2、3における対象検出装置1では、制御部16は、実施の形態4と同様に、飛行体F周辺の天候を示す天候情報に応じて閾値を変更してもよい。

[0143] (実施の形態5)

前述したように、実施の形態1においては、閾値を受付部14が受け付け

た値に変更し、実施の形態4においては、閾値を飛行体F周辺の天候に応じて変更する。しかしながら、閾値を変更する構成は、閾値を受付部14が受け付けた値を変更する構成、又は、閾値を飛行体F周辺の天候に応じて変更する構成に限定されない。

以下では、実施の形態5について、実施の形態1と異なる点を説明する。後述する構成を除く他の構成については、実施の形態1と共通しているため、実施の形態1と共通する構成部には実施の形態1と同一の参照符号を付してその説明を省略する。

[0144] <対象検出処理>

図29は、実施の形態5における対象検出処理の手順を示すフローチャートである。ここでも、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を説明する。制御部16は、実施の形態1と同様に、右前撮影機40rから入力部10rの水上画像データが入力された場合に、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を実行する。実施の形態5における対象検出処理では、実施の形態1における対象検出処理に1つの処理を追加している。このため、実施の形態4における対象検出処理に含まれる実施の形態1における対象検出処理、即ち、ステップS11～S21の説明を省略する。

[0145] 図10に示す制御部16は、ステップS16を実行した後、記憶部15に記憶されている閾値を、ステップS16で選択した搜索対象Gに関する複数の確率の中で最も高い最高確率に対応する種類に応じた値に変更する（ステップS71）。制御部16は、例えば、種類と閾値の候補値との関係を示すテーブルを用いて、記憶部15に記憶されている閾値を変更する。

[0146] 図30は種類と閾値の候補値との関係を示す図表である。例えば、種類と閾値の候補値との関係を示すテーブルが記憶部15に記憶されている。このテーブルでは、種類フィールドと候補値フィールドとが設けられている。種類フィールドには、複数の種類が示されている。図30の例では、種類として、人、ボート、漁船及び帆船等が示されている。候補値フィールドには、種類フィールドにおいて示されている複数の種類それぞれに対応する閾値の

候補値が示されている。対象検出処理のステップS 7 1では、制御部1 6は、閾値を、最高確率の種類に対応する候補値に変更する。ステップS 1 3で取得した分類情報が図3に示す分類情報である場合において、ステップS 1 6で検索対象G 1が選択されているとき、最高確率に対応する種類は人である。従って、ステップS 7 1では、制御部1 6は、閾値を、人に対応する候補値に変更する。図30の例では、人に対応する閾値の候補値は60%である。

[0147] 制御部1 6は、ステップS 7 1を実行した後、ステップS 1 7を実行する。ステップS 1 7では、制御部1 6は、最高確率が、ステップS 7 1で変更した閾値以上であるか否かを判定する。最高確率が閾値以上である場合、ステップS 1 9において、画像にラベル及び枠が付加され、付加画像が生成される。

[0148] 左前撮影機4 0 f、右後撮影機4 1 r及び左後撮影機4 1 fに対応する3つの対象検出処理は、右前撮影機4 0 rに対応する対象検出処理と同様である。このため、これらの対象検出処理の説明を省略する。左前撮影機4 0 f、右後撮影機4 1 r及び左後撮影機4 1 fに対応する3つの対象検出処理について、入力部1 0 f, 1 1 r, 1 1 fそれぞれは、右前撮影機4 0 rに対応する対象検出処理の説明における入力部1 0 rに対応する。表示画面5 0 f, 5 1 r, 5 1 fそれぞれは、右前撮影機4 0 rに対応する対象検出処理の説明における表示画面5 0 rに対応する。

[0149] <対象検出装置1の効果及びなお書き>

実施の形態5における対象検出装置1では、1つの検索対象Gについて最高確率の種類が、閾値の候補値が低い種類である場合、付加画像において、この検索対象Gがラベル及び枠によって強調される可能性が高い。図30の例では、人に対応する閾値の候補値が低く、貨物船及び旅客船に対応する閾値の候補値が高い。従って、最高確率に対応する種類の重要度が高い検索対象G、例えば、救助を必要とする可能性が高い検索対象Gは、ラベル及び枠によって強調される可能性が高い。結果、この検索対象Gは、ユーザによっ

て、より確実に発見される。

[0150] 実施の形態5における対象検出装置1は、実施の形態1における対象検出装置1が奏する効果の中で、閾値を受付部14が受け付けた値に変更する構成で得られる効果を除く他の効果を同様に奏する。

[0151] なお、実施の形態5における対象検出装置1は、ユーザから種類及び値を受け付ける図示しない受け部を更に有してもよい。例えば、受付部が種類及び値を受け付けた場合、制御部16は、受付部が受け付けた種類の閾値の候補値を、受付部が受け付けた値に変更する。

また、実施の形態5における対象検出装置1では、制御部16は閾値変更処理を実行することはない。更に、実施の形態2, 3における対象検出装置1では、制御部16は、実施の形態5と同様に、最高確率に対応する種類に応じて閾値を変更してもよい。

[0152] (実施の形態6)

実施の形態1においては、表示機17は付加画像を主に表示する。しかしながら、表示機17は、水上画像及び付加画像の両方を表示する構成であってもよい。

以下では、実施の形態6について、実施の形態1と異なる点を説明する。後述する構成を除く他の構成については、実施の形態1と共通しているため、実施の形態1と共通する構成部には実施の形態1と同一の参照符号を付してその説明を省略する。

[0153] <表示機17の構成>

図31は実施の形態6における表示機17の正面図である。実施の形態6における表示機17では、実施の形態1と同様に、4つの矩形状の表示画面50r, 50f, 51r, 51fが設けられている。実施の形態6における表示機17では、更に、4つの矩形状の表示画面70r, 70f, 71r, 71fが設けられている。表示画面50r, 50f, 51r, 51f, 70r, 70f, 71r, 71fは格子状に配置されている。表示機17の上側において、左側から表示画面50f, 70f, 50r, 70rがこの順に並

んでいる。表示機 17 の下側において、左側から表示画面 51 f, 71 f, 51 r, 71 r の順に並んでいる。

[0154] 実施の形態 1 と同様に、表示画面 50 r, 50 f, 51 r, 51 f それぞれは、右前撮影機 40 r、左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f に対応し、付加画像を表示する。表示画面 70 r, 70 f, 71 r, 71 f それぞれは、右前撮影機 40 r、左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f に対応し、水上画像を表示する。

[0155] 実施の形態 1 と同様に、付加画像データには、付加画像データの生成に用いる水上画像データの生成元を示す識別情報が含まれている。実施の形態 6 では、水上画像データにも、生成元を示す識別情報が含まれている。生成元は、右前撮影機 40 r、左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 又は左後撮影機 41 f である。

[0156] 出力部 12 から付加画像データが表示機 17 に入力された場合、表示機 17 は、入力された付加画像データの付加画像を、表示画面 50 r, 50 f, 51 r, 51 f の中で、入力された付加画像データに含まれる識別情報が示す生成元に対応する表示画面に表示する。出力部 12 から水上画像データが表示機 17 に入力された場合、表示機 17 は、入力された水上画像データの水上画像を、表示画面 70 r, 70 f, 71 r, 71 f の中で、入力された水上画像データに含まれる識別情報が示す生成元に対応する表示画面に表示する。

[0157] 実施の形態 1 と同様に、表示機 17 の中央に上向きの矢印のマークが示されている。矢印の右上側、左上側、右下側及び左下側それぞれに表示画面 50 r, 50 f, 51 r, 50 f が配置されている。このため、ユーザは、表示画面 50 r, 50 f, 51 r, 50 f それぞれが右前撮影機 40 r、左前撮影機 40 f、右後撮影機 41 r 及び左後撮影機 41 f に対応することを直感的に理解することができる。更に、矢印の右上側、左上側、右下側及び左下側それぞれに表示画面 70 r, 70 f, 71 r, 70 f が配置されている。このため、ユーザは、表示画面 70 r, 70 f, 71 r, 71 f それぞれ

が右前撮影機 40r、左前撮影機 40f、右後撮影機 41r 及び左後撮影機 41f に対応することを直感的に理解することができる。

[0158] <対象検出装置 1 の構成>

図 10 に示す制御部 16 の処理素子は、コンピュータプログラム P2 を実行することによって、水上画像を表示する 4 つの画像表示処理を、更に実行する。4 つの画像表示処理それぞれは、右前撮影機 40r、左前撮影機 40f、右後撮影機 41r 及び左後撮影機 41f に対応する。各対象検出処理では、右前撮影機 40r、左前撮影機 40f、右後撮影機 41r 及び左後撮影機 41f の中で対応する撮影機から入力された水上画像データの水上画像を表示機 17 に表示させる。

なお、制御部 16 が複数の処理素子を有する場合、複数の処理素子がコンピュータプログラム P2 に従って画像表示処理を協同で実行してもよい。

[0159] <画像表示処理>

図 32 は画像表示処理の手順を示すフローチャートである。ここでは、右前撮影機 40r に対応する画像表示処理を説明する。制御部 16 は、右前撮影機 40r から入力部 10r に水上画像データが入力された場合に、右前撮影機 40r に対応する画像表示処理を実行する。

[0160] 画像表示処理では、まず、制御部 16 は、入力部 10r から水上画像データを取得する（ステップ S81）。次に、制御部 16 は、出力部 12 に指示して、ステップ S81 で取得した水上画像データを表示機 17 に出力させる（ステップ S82）。これにより、表示機 17 は、右前撮影機 40r に対応する表示画面 70r において、出力部 12 から入力された水上画像データの水上画像を表示する。制御部 16 は、ステップ S82 を実行した後、画像表示処理を終了する。

[0161] 左前撮影機 40f、右後撮影機 41r 及び左後撮影機 41f に対応する 3 つの画像表示処理は、右前撮影機 40r に対応する画像表示処理と同様である。このため、これらの画像表示処理の説明を省略する。左前撮影機 40f、右後撮影機 41r 及び左後撮影機 41f に対応する 3 つの画像表示処理に

ついて、入力部10f, 11r, 11fそれぞれは、右前撮影機40rに対応する画像表示処理の説明における入力部10rに対応する。表示画面70f, 71r, 71fそれぞれは、右前撮影機40rに対応する画像表示処理の説明における表示画面70rに対応する。

[0162] <対象検出処理>

右前撮影機40rは、短い時間間隔で水上を撮影し、水上画像データを出力する。このため、制御部16は、右前撮影機40rに対応する対象検出処理の実行を開始してから、この対象検出処理が終了するまでに、右前撮影機40rは水上画像データを入力部10rに出力される。この構成では、制御部16は、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を終了した後において、右前撮影機40rが入力部10rに水上画像データを出力した場合、右前撮影機40rに対応する対象検出処理を再び実行する。

[0163] 右前撮影機40rに対応する画像表示処理にかかる時間は、右前撮影機40rに対応する対象検出処理にかかる時間よりも十分に短い。このため、右前撮影機40rが水上画像データを入力部10rに出力する都度、画像表示処理が実行され、表示画面70rにおいて水上画像が表示される。一方、対象検出処理において付加画像データが生成される。このため、表示画面70rにおいて水上画像が更新される時間間隔は、表示画面50rにおいて付加画像が更新される時間間隔よりも短い。

[0164] 左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fの動作は、右前撮影機40rの動作と同様である。左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに対応する3つの画像表示処理は、右前撮影機40rに対応する画像表示処理と同様に実行される。また、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fに対応する3つの対象検出処理の実行は、右前撮影機40rに対応する対象検出処理と同様の条件で開始される。従って、表示画面70f, 71r, 71fそれぞれにおいて水上画像が更新される時間間隔は、表示画面50f, 51r, 51fにおいて付加画像が更新される時間間隔よりも短い。

[0165] <対象検出装置 1 の効果及びなお書き>

実施の形態 6 における対象検出装置 1 では、表示画面 70 r, 70 f, 71 r, 71 f において水上画像がリアルタイムに表示される。また、付加画像データが生成される都度、表示画面 50 r, 50 f, 51 r, 51 f において表示される付加画像が更新される。このため、効果的な表示が実現される。実施の形態 6 における対象検出装置 1 は、実施の形態 1 における対象検出装置 1 が奏する効果を同様に奏する。

なお、実施の形態 2～5 における対象検出装置 1 では、実施の形態 6 と同様に、表示機 17 が水上画像及び付加画像の両方を表示してもよい。

[0166] (実施の形態 7)

実施の形態 1 の説明で述べたように、正確な分類情報及び領域情報を出力する対象検出モデル 2 を生成するためには、多くの訓練データを用いて対象検出モデル 2 の学習を行う必要がある。多くの訓練データを用意するためには、学習用の水上画像データを増やす必要がある。飛行体 F は、水上の遭難者の捜索を目的として水上の上空を飛行する。人を確実に発見するためには、人が存在する水上画像の水上画像データの数は多い程、好ましい。

以下では、実施の形態 7 について、実施の形態 1 と異なる点を説明する。後述する構成を除く他の構成については、実施の形態 1 と共通しているため、実施の形態 1 と共通する構成部には実施の形態 1 と同一の参照符号を付してその説明を省略する。人が存在する水上画像の水上画像データを人の水上画像データと記載する。

[0167] <学習用の水上画像の生成>

図 33 は、実施の形態 7 における学習用の水上画像データの生成の説明図である。実施の形態 7 においては、図 8 に示す生成装置 3 の記憶部 33 には、人の水上画像データを生成する生成モデル 80 と、入力された人の水上画像データの真偽を識別する識別モデル 81 とが記憶されている。真は、入力された人の水上画像データが生成モデル 80 によって生成されていない本物の人の水上画像データであることを意味する。偽は、入力された水上画像デ

ータが生成モデル80によって生成された偽物の人の水上画像データであることを意味する。生成モデル80及び識別モデル81それぞれは、ニューラルネットワークによって構成される学習モデルであり、対象検出モデル2と同様に、入力層、中間層及び出力層を有する。中間層及び出力層で行われる算出は、CPU、GPU又はTPU等の処理素子によって実行される。生成モデル80及び識別モデル81は、所謂、GANs(Generative Adversarial Networks)を構成し、GANsにおいて、生成モデル80及び識別モデル81の学習が行われる。生成モデル80から人の水上画像データを取得する。

[0168] 生成モデル80には、1次元のノイズベクトルが入力される。ノイズベクトルは所定のデータに相当する。ノイズベクトルの各値は、-1から+1までの範囲の値であり、ランダムに設定される。ノイズベクトルが生成モデル80に入力された場合、生成モデル80は、人の水上画像データを生成し、生成した人の水上画像データを出力する。識別モデル81にも、人の水上画像データが入力される。ここでは、例えば、水上画像データを構成する複数の画素値が生成モデル80に入力される。人の水上画像データが識別モデル81に入力された場合、識別モデル81は、入力された水上画像データの真偽を識別し、識別結果を出力する。従って、識別モデル81は、入力された水上画像データが本物の人の水上画像データである場合に真を出力し、入力された水上画像データが偽物の人の水上画像データである場合に偽を出力する。

[0169] <生成装置8の構成>

生成装置8において、制御部34の処理素子は、コンピュータプログラムP1を実行することによって、生成モデル80によって生成されていない本物の人の水上画像データを記憶する第2の記憶処理と、生成モデル80及び識別モデル81の学習を行う学習処理とを実行する。

[0170] <第2の記憶処理>

制御部34は、水上画像に人が存在する複数の水上画像データが入力部30に入力された場合、第2の記憶処理を実行する。第2の記憶処理では、制

御部 34 は、まず、入力部 30 に入力された複数の水上画像データを、本物の人の水上画像データとして取得する。次に、制御部 34 は、取得した複数の水上画像データを記憶部 33 に記憶し、記憶処理を終了する。

[0171] <学習処理>

ユーザが、操作部 32 において、学習処理の実行を指示する操作を行った場合、制御部 34 は学習処理を実行する。学習処理では、制御部 34 は、まず、第 2 の記憶処理で取得した複数の水上画像データ（本物）を用いて識別モデル 81 の学習を行う。具体的には、制御部 34 は、第 2 の記憶処理で取得した人の水上画像データを識別モデル 81 に入力する。これにより、識別モデル 81 は識別結果を出力する。制御部 34 は、識別モデル 81 から出力された識別結果が真となるように、識別モデル 81 のパラメータの値を更新する。第 2 の記憶処理で取得した複数の水上画像データを用いて識別モデル 81 のパラメータの値を繰り返し更新する。

[0172] 次に、制御部 34 は、生成モデル 80 から出力された人の水上画像データ（偽物）を用いて識別モデル 81 の学習を行う。この学習では、制御部 34 は、生成モデル 80 にノイズベクトルを入力する。これにより、生成モデル 80 は、人の水上画像データを出力する。次に、制御部 34 は、生成モデル 80 から出力された人の水上画像データを識別モデル 81 に入力し、識別モデル 81 が出力した識別結果を取得する。制御部 34 は、識別モデル 81 から出力された識別結果に基づいて、識別結果が偽となるように、識別モデル 81 のパラメータの値を更新する。生成モデル 80 が複数の水上画像データを生成している場合、生成モデル 80 が生成した複数の水上画像データを用いて、識別モデル 81 のパラメータの値を繰り返し更新する。生成モデル 80 から出力された水上画像データを用いた識別モデル 81 の学習が行われている間、生成モデル 80 のパラメータの値は固定されている。

[0173] 次に、制御部 34 は、再び、生成モデル 80 にノイズベクトルを入力し、生成モデル 80 から出力された人の水上画像データを識別モデル 81 に入力し、識別モデル 81 が出力した識別結果を取得する。制御部 34 は、識別モ

デル 8 1 から出力された識別結果に基づいて、識別結果が真となるように、生成モデル 8 0 のパラメータの値を更新する。複数のノイズベクトルを用いる場合、複数のノイズベクトルに対応する複数の識別結果それぞれに基づいて、生成モデル 8 0 のパラメータの値を繰り返し更新する。このように、生成モデル 8 0 の学習が行われる。生成モデル 8 0 の学習が行われている間、識別モデル 8 1 のパラメータの値は固定されている。これにより、生成モデル 8 0 は、本物の人の水上画像データと殆ど変わらない人の水上画像データを生成するようになる。

[0174] 前述したように、生成モデル 8 0 の学習は、識別モデル 8 1 を用いて行われ、識別モデル 8 1 の学習は、第 2 の記憶処理で取得した複数の水上画像データを用いて行われる。このため、生成モデル 8 0 の学習は、第 2 の記憶処理で取得した複数の水上画像データを用いて行われる。識別モデル 8 1 を用いて行われる生成モデル 8 0 の学習は、第 2 の記憶処理で取得した複数の水上画像データを用いて行われる学習に相当する。

生成モデル 8 0 の学習と、生成モデル 8 0 から出力された人の水上画像データを用いた識別モデル 8 1 の学習とを交互に繰り返す。多くの学習を行った場合、生成モデル 8 0 は、品質が高い人の水上画像データを生成するようになる。

[0175] <モデル生成処理>

モデル生成処理において、制御部 3 4 は、生成モデル 8 0 が出力した人の水上画像データを含む訓練データを取得し、取得した訓練データを用いて対象検出モデル 2 を生成する。

[0176] <なお書き>

なお、実施の形態 1 の説明で述べたように、対象検出装置 1 の記憶部 1 5 には、右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f に対応する 4 つの対象検出モデル 2 が記憶されていてもよい。この場合、4 つの生成モデル 8 0 及び 4 つの識別モデル 8 1 が生成装置 3 の記憶部 3 3 に記憶されている。生成モデル 8 0 及び識別モデル 8 1 の組合せの

数は4である。4つの組合せそれぞれは、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fが撮影する人の水上画像データに対応する。この場合、4つの生成モデル80それぞれは、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fが撮影したような人の水上画像データを生成する。

また、生成モデル80に入力する所定のデータは、ノイズベクトルに限定されず、例えば、水が写っている画像の画像データであってもよい。また、生成モデル80に、ノイズベクトル及び他のデータを含むデータを所定のデータとして生成モデル80に入力してもよい。

[0177] 更に、実施の形態2～6における生成装置3は、実施の形態7と同様に構成されていてもよい。また、生成モデル80及び識別モデル81の学習を行う処理素子は、生成装置3が有する制御部34の処理素子に限定されず、制御部34の処理素子とは異なる処理素子が行ってもよい。

[0178] <変形例>

実施の形態1～7において、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fは、水平線を含む水上画像を撮影してもよい。この場合、水上画像において、水平線の上側（上空）には、検索対象Gは存在しない。しかしながら、水上画像データを対象検出モデル2に入力した場合、水平線の上側に存在する物体を検索対象Gとして誤って検出する可能性がある。この場合、水平線の上側に写っている検索対象Gのラベル及び枠の表示を防止することができる。

[0179] 図34は、誤って検出した検索対象Gのラベル及び枠の表示防止の説明図である。図34には、水上画像にラベル及び枠が付加された付加画像が示されている。対象検出処理において、対象検出装置1の制御部16は、ステップS16で選択した検索対象Gの最高確率が閾値以上であると判定した場合、例えば、水上画像データの複数の画素値に基づいて、水上画像の水平線を検出する。制御部16は、選択された検索対象Gが水平線の上側に写っている場合において、検索対象Gと水平線との間の距離が、予め設定されている

設定距離以上であるとき、水上画像において、選択された検索対象Gについてラベル及び枠を付加することなく、ステップS20を実行する。従って、付加画像において、水平線との距離が設定距離以上である検索対象Gのラベル及び枠が示されることはない。

[0180] 図34において、破線の枠で囲まれた雲が検索対象Gとして誤って検出されたと仮定する。この場合、検索対象Gと水平線との距離が設定距離以上であるので、付加画像において、ラベル及び枠を示さない。図34に示す漁船のように、水上の物体であっても、水平面上側に物体が写る場合がある。この物体の検出が誤検出とならないように、設定距離が設けられている。

また、ラベル及び枠を付加しない代わりに、最高確率よりも低い確率をラベルにおいて示してもよい。この構成では、制御部16は、選択された検索対象Gが水平線の上側に写っている場合、検索対象Gと水平線との間の距離に応じて、ラベルにおいて示す確率を最高確率から低減する。この低減幅は、検索対象Gと水平線との間の距離が長い程、大きい。

[0181] 実施の形態1～7において、検索対象Gの大きさを検出してもよい。対象検出処理において、対象検出装置1の制御部16は、ステップS16で選択した検索対象Gの最高確率が閾値以上であると判定した場合、検索対象Gの大きさを算出する。制御部16は、算出した検索対象Gの大きさが、最高確率に対応する種類の大きさとして不適當である場合、水上画像において、選択された検索対象Gのラベル及び枠を付加することなく、ステップS20を実行する。従って、付加画像において、大きさが不適當である検索対象Gのラベル及び枠が示されることはない。例えば、検索対象Gの種類が人である場合において、検索対象Gの大きさ（全長）が20mであるとき、身長が20mである人は存在しないと考えられるので、付加画像において、この検索対象Gのラベル及び枠が示されることはない。

[0182] また、ラベル及び枠を付加しない代わりに、最高確率よりも低い確率をラベルにおいて示してもよい。この構成では、制御部16は、選択された検索対象Gの大きさが、予め設定されている所定の大きさよりも大きい場合、身

長又は高さ等の搜索対象Gの大きさに応じて、ラベルにおいて示す確率を最高確率から低減する。この低減幅は、搜索対象Gの大きさと所定の大きさとの差、即ち、逸脱量が大きいほど、大きい。所定の大きさは、ステップS16で選択された最高確率の種類に応じて異なる。

[0183] 実施の形態1～7において、訓練データに含まれる種類データは、搜索対象Gの種類以外の種類、例えば、流木を示してもよい。この訓練データによって学習された対象検出モデル2は、分類情報として、搜索対象Gの複数の種類、及び、搜索対象G外の種類それぞれについて、水上画面に写っている物体の種類として該当する確率を示す。ここで、物体として、搜索対象Gと、搜索対象G以外の物体とが挙げられる。この構成の対象検出処理分類情報においては、最高確率に対応する種類が搜索対象G以外の種類である場合、表示機17は、搜索対象Gを表示することはない。

[0184] 実施の形態1～7において、右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fが受光する光の波長領域として、可視光領域及び赤外線領域等が挙げられる。飛行体Fが昼間に飛行する場合、飛行体Fには、波長領域が可視光領域である右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fが搭載される。この場合、波長領域が可視光領域である撮影機が撮影した水上の水上画像データを含む訓練データを用いて学習された昼間用の対象検出モデル2を用いる。

[0185] 飛行体Fが夜間に飛行する場合、飛行体Fには、波長領域が赤外線領域である右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fが搭載される。飛行体Fが夜間に飛行する場合、飛行体Fには、波長領域が赤外線領域である右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左後撮影機41fが搭載される。この場合、波長領域が赤外線領域である撮影機が撮影した水上の水上画像データを含む訓練データを用いて学習された夜間用の対象検出モデル2を用いる。

[0186] 飛行体Fが昼間及び夜間に飛行する場合、飛行体Fは、波長領域が可視光領域である右前撮影機40r、左前撮影機40f、右後撮影機41r及び左

後撮影機 4 1 f に加えて、波長領域が赤外線領域である右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f を備える。飛行体 F が昼間に飛行している場合、4 つの対象検出処理では、波長領域が可視光領域である右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f から取得した水上画像データを昼間用の対象検出モデル 2 に入力する。

[0187] 同様に、飛行体 F が夜間に飛行している場合、4 つの対象検出処理では、波長領域が赤外線領域である右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f から取得した水上画像データを夜間用の対象検出モデル 2 に入力する。

右前撮影機 4 0 r、左前撮影機 4 0 f、右後撮影機 4 1 r 及び左後撮影機 4 1 f の切替えと、対象検出モデル 2 の切替えとは、飛行体 F 周辺の明るさを検出するセンサの出力結果、又は、時計部が示す時刻等に基づいて行われる。

[0188] 実施の形態 1～5、7 において、表示機 1 7 の正面において、表示画面 5 0 r、5 0 f、5 1 r、5 1 f は格子状に配置されていなくてもよい。表示画面 5 0 r、5 0 f、5 1 r、5 1 f は、上下方向又は左右方向に並べられていてもよい。同様に、実施の形態 6 において、表示機 1 7 の正面において、表示画面 5 0 r、5 0 f、5 1 r、5 1 f、7 0 r、7 0 f、7 1 r、7 1 f は格子状に配置されていなくてもよい。表示画面 5 0 r、5 0 f、5 1 r、5 1 f、7 0 r、7 0 f、7 1 r、7 1 f は、上下方向又は左右方向に並べられていてもよい。

[0189] 実施の形態 1～5、7 において、表示機 1 7 は、表示画面 5 0 r、5 0 f、5 1 r、5 1 f が設けられた 1 つの機器でなくてもよい。表示機 1 7 は、例えば、表示画面 5 0 r、5 0 f、5 1 r、5 1 f それぞれが設けられた 4 つの表示部を有する構成であってもよい。この場合、4 つの表示部は各別に配置される。同様に、実施の形態 6 において、表示機 1 7 は、表示画面 5 0 r、5 0 f、5 1 r、5 1 f、7 0 r、7 0 f、7 1 r、7 1 f が設けられ

た1つの機器でなくてもよい。表示機17は、例えば、表示画面50r, 50f, 51r, 51f, 70r, 70f, 71r, 71fそれぞれが設けられた8つの表示部を有する構成であってもよい。この場合、8つの表示部は各別に配置される。

[0190] 実施の形態1～7において、水上を撮影する撮影機の数、4に限定されず、1、2、3又は5以上であってもよい。撮影機の数、1である場合、撮影機として、例えば、飛行体Fの下側について、全方位の水上を撮影することができる360度カメラを用いてもよい。

[0191] 実施の形態1～7において、対象検出モデル2は、枠状の対象領域を示す学習モデルに限定されず、セグメント、即ち、画素ごとに対象領域を示す学習モデルであってもよい。この場合、対象検出モデル2は、例えば、セグメンテーション・ニューラルネットワークである。

[0192] 実施の形態1～7において、飛行体Fは、無人機、例えば、ドローンであってもよい。実施の形態1～7において、対象検出装置1が、外部に存在するサーバと通信可能である場合、対象検出モデル2を用いた検索対象Gの検出、及び、付加画像データの生成等をサーバが実行してもよい。実施の形態1～7における対象検出装置1及び撮影機が配置される場所は、飛行体Fに限定されず、例えば、沿岸に設けられた灯台であってもよい。実施の形態1～7において、画素座標及び距離座標の原点は、水上画像の可変の中心に限定されず、水上画像の左下の角であってもよい。

[0193] 実施の形態1～7で記載されている技術的特徴（構成要件）はお互いに組み合わせ可能であり、組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

開示された実施の形態1～7はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0194] 1 対象検出装置
- 2 対象検出モデル（学習モデル）
- 14 受付部
- 16 制御部（データ取得部、データ入力部、確率判定部、変更部、情報取得部、算出部）
- 17 表示機
- 40f 左前撮影機
- 40r 右前撮影機
- 41f 左後撮影機
- 41r 右後撮影機
- 50f, 50r, 51f, 51r 表示画面
- 64 音声通知部
- 80 生成モデル
- 81 識別モデル
- F 飛行体
- G, G1, G2 搜索対象
- P2 コンピュータプログラム

請求の範囲

- [請求項1] 水上の検索対象を検出する対象検出装置であって、
飛行体に設置された撮影機が撮影した水上の水上画像データを取得するデータ取得部と、
前記データ取得部が取得した水上画像データを、水上画像データが入力された場合に、画像における検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類を出力する学習モデルに入力するデータ入力部と、
前記学習モデルの出力結果を表示する表示機と
を備える対象検出装置。
- [請求項2] 前記データ取得部は、前記飛行体に設置され、撮影の方向が相互に異なる複数の撮影機から複数の水上画像データを取得し、
前記データ入力部は、前記データ取得部が取得した複数の水上画像データを前記学習モデルに各別に入力し、
前記表示機は、前記学習モデルの出力結果が表示され、前記複数の撮影機それぞれに対応する複数の表示画面を有し、
前記データ入力部が前記学習モデルに水上画像データを入力した場合にて、前記表示機は、前記学習モデルの出力結果を、前記学習モデルに入力された水上画像データを出力した撮影機に対応する表示画面にて表示する
請求項1に記載の対象検出装置。
- [請求項3] 前記複数の表示画面は、上下方向に並べられ、
前記表示機は、
上側に配置された表示画面にて、前記飛行体の前側を撮影する撮影機の水上画像データに対応する前記学習モデルの出力結果を表示し、
下側に配置された表示画面にて、前記飛行体の後側を撮影する撮影機の水上画像データに対応する前記学習モデルの出力結果を表示する
請求項2に記載の対象検出装置。
- [請求項4] 前記学習モデルの出力結果が示す種類を通知するとともに、前記出

力結果が示す種類が表示される表示画面、前記表示画面に対応する撮影機、及び、前記撮影機が撮影する方向中の少なくとも1つを音声で通知する音声通知部

を備える請求項2から請求項3のいずれか1つに記載の対象検出装置。

[請求項5] 前記表示機は、前記学習モデルに入力された水上画像データの画像上に、検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類が示された付加画像を表示する

請求項1から請求項4のいずれか1つに記載の対象検出装置。

[請求項6] 前記学習モデルは、検索対象の複数の種類それぞれについて分類の確からしさを示す確率を出力し、

前記表示機は、前記学習モデルが出力した複数の確率の中で最も高い最高確率に対応する種類を表示する

請求項1から請求項5のいずれか1つに記載の対象検出装置。

[請求項7] 前記最高確率が閾値以上であるか否かを判定する確率判定部を備え、

前記表示機は、前記確率判定部によって、前記最高確率が前記閾値以上であると判定された場合、前記最高確率に対応する種類を表示する

請求項6に記載の対象検出装置。

[請求項8] 値を受け付ける受付部と、

前記閾値を前記受付部が受け付けた値に変更する変更部と

を備える請求項7に記載の対象検出装置。

[請求項9] 前記最高確率に対応する種類に応じて、前記閾値を変更する変更部

を備える請求項7に記載の対象検出装置。

[請求項10] 前記表示機は前記最高確率に応じた色を用いて種類を表示する

請求項6から請求項9のいずれか1つに記載の対象検出装置。

[請求項11] 前記学習モデルの出力結果が示す検索対象の画像上の座標に基づい

て、前記出力結果が示す検索対象の経度及び緯度を算出する算出部を備える請求項1から請求項10のいずれか1つに記載の対象検出装置。

[請求項12] 前記表示機は、
前記データ取得部が取得した水上画像データの画像と、前記学習モデルに入力された水上画像データの画像上に、検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類が示された付加画像とを表示し、
水上画像データの画像が更新される時間間隔は、付加画像が更新される時間間隔よりも短い

請求項1から請求項11のいずれか1つに記載の対象検出装置。

[請求項13] 請求項1から請求項12のいずれか1つに記載の対象検出装置を備える飛行体。

[請求項14] 飛行体に設置された撮影機が撮影した水上の水上画像データを取得し、
取得した水上画像データを、水上画像データが入力された場合に、画像における検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類を出力する学習モデルに入力し、
前記学習モデルの出力結果を表示する
処理をコンピュータが実行する対象検出方法。

[請求項15] 飛行体に設置された撮影機が撮影した水上の水上画像データを取得し、
取得した水上画像データを、水上画像データが入力された場合に、画像における検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類を出力する学習モデルに入力し、
前記学習モデルの出力結果を表示する
処理をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

[請求項16] 水上の水上画像データに、前記水上画像データの画像に写っている検索対象の対象領域及び種類が対応付けられている訓練データを取得

し、

取得した訓練データに基づき、水上画像データが入力された場合に、画像における検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類を出力する学習モデルを生成する

処理をコンピュータが実行する学習モデルの生成方法。

[請求項17]

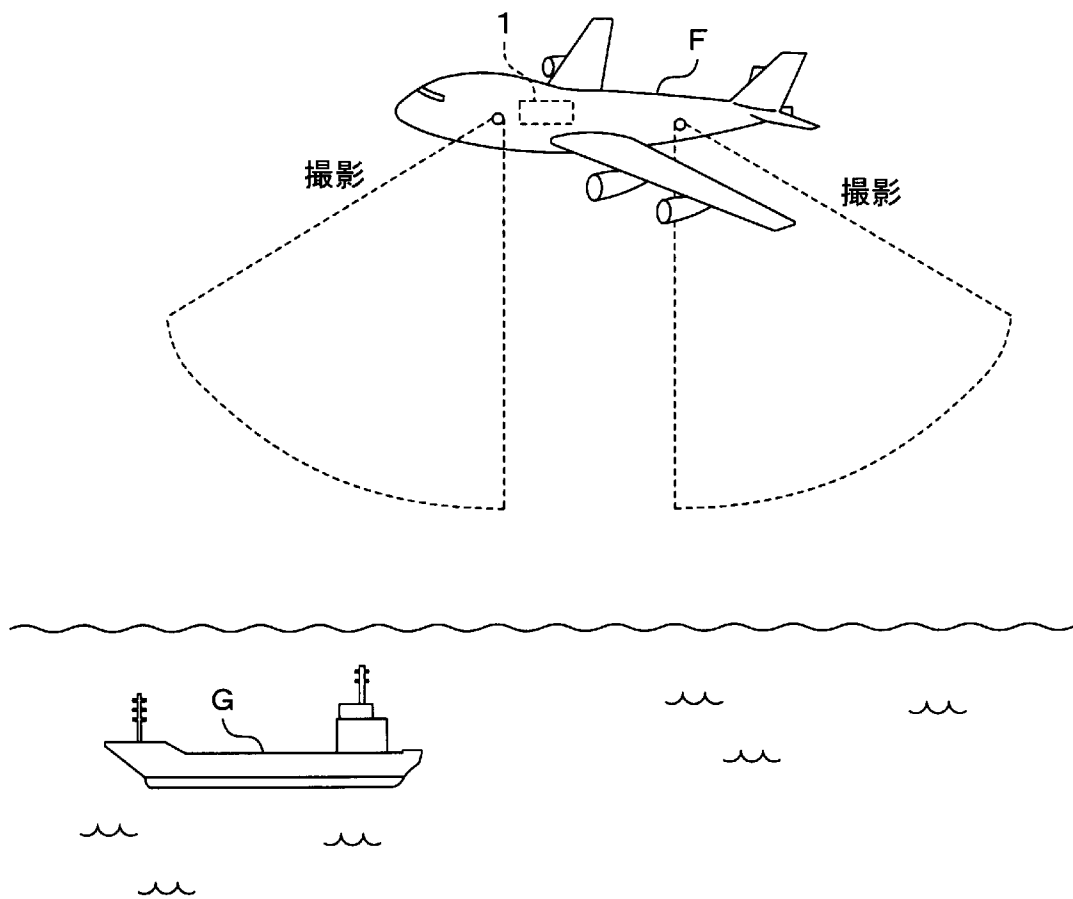
人が存在する複数の水上画像データを取得し、

所定のデータが入力された場合に、人が存在する水上画像データを生成する生成モデルと、取得した、人が存在する水上画像データ及び前記生成モデルが生成した、人が存在する水上画像データそれぞれの真偽を識別する識別モデルとを、取得した、人が存在する複数の水上画像データを用いて学習し、

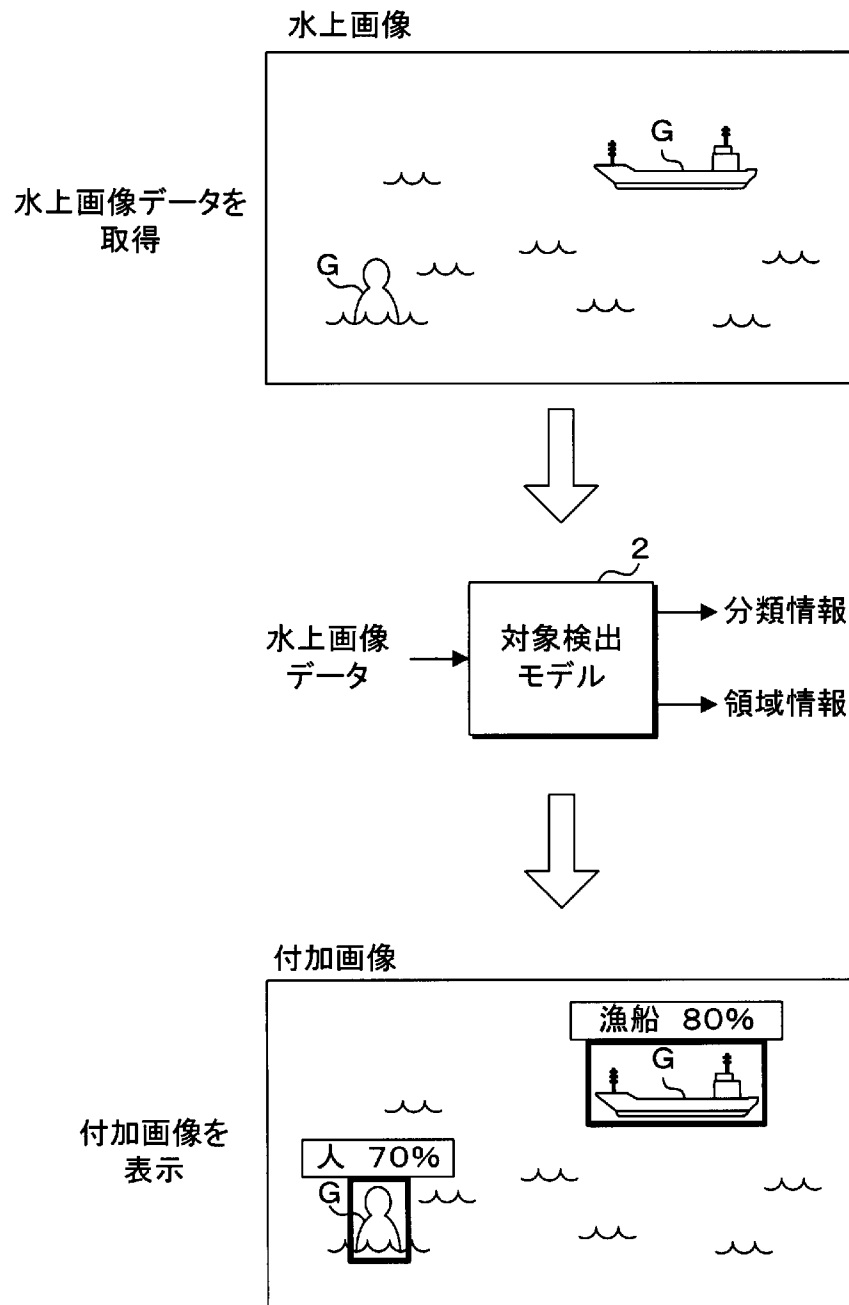
学習後の前記生成モデルから出力される、人が存在する水上画像データを含む訓練データに基づいて、水上画像データが入力された場合に、画像における検索対象の対象領域、及び、検索対象の種類を出力する学習モデルを生成する

処理をコンピュータが実行する請求項16に記載の学習モデルの生成方法。

[図1]



[図2]

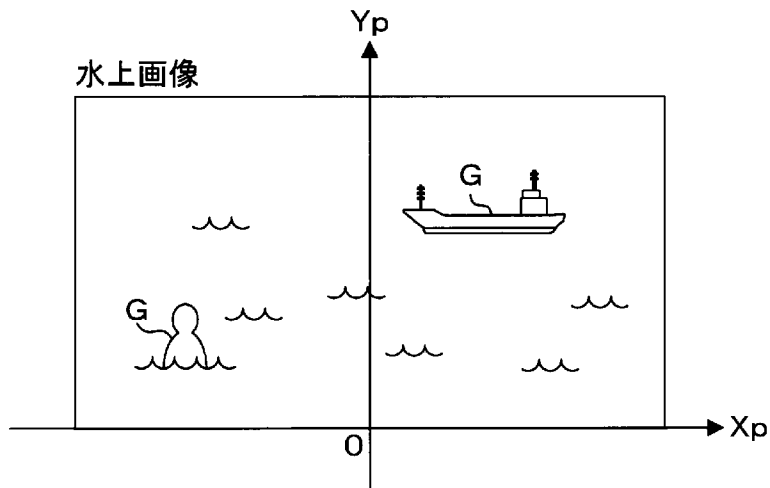


[図3]

分類情報

種類	確率[%]		
	搜索対象G1	搜索対象G2	...
人	90	5	...
ボート	5	90	...
漁船	5	5	...
帆船	0	0	...
貨物船	0	0	...
旅客船	0	0 </td <td>...</td>	...
⋮	⋮	⋮	⋮

[図4]

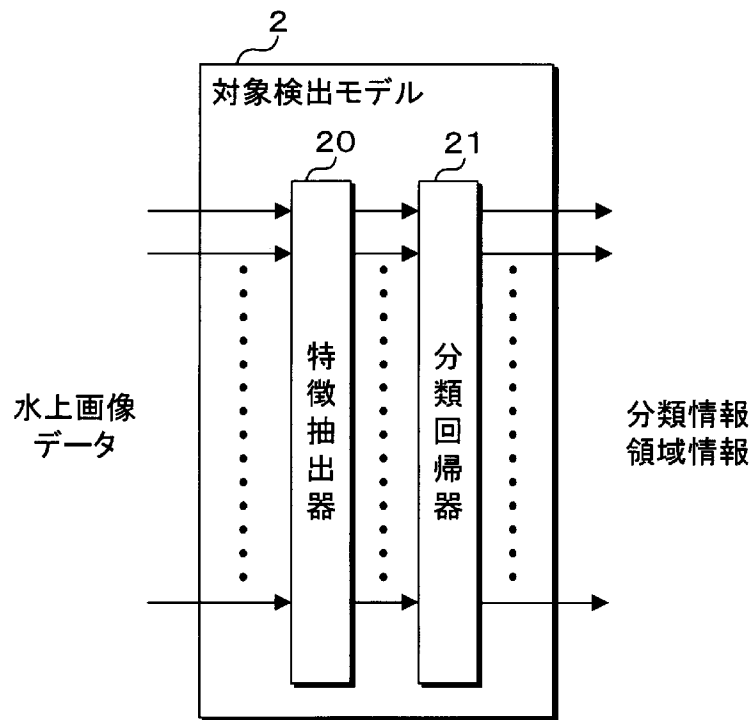


[図5]

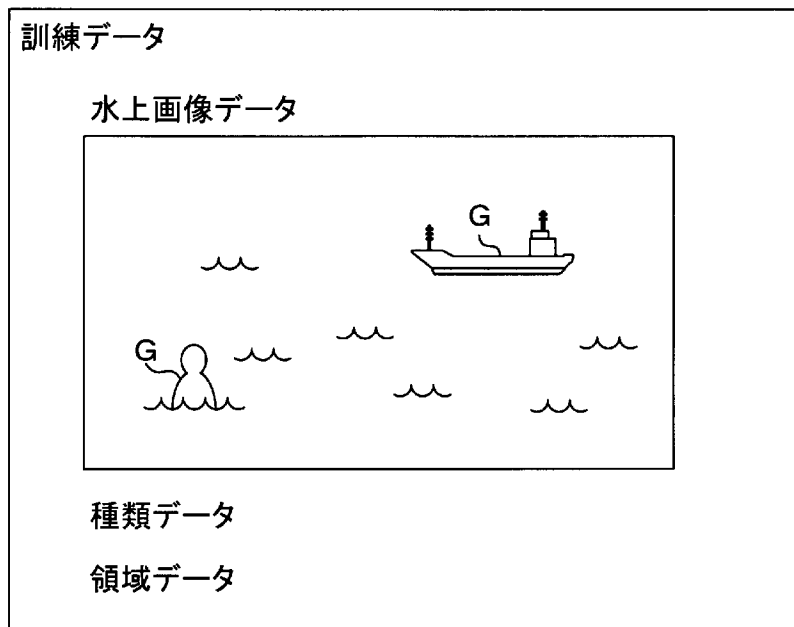
領域情報

	Xp軸		Yp軸	
	最小値	最大値	最小値	最大値
搜索対象G1
搜索対象G2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

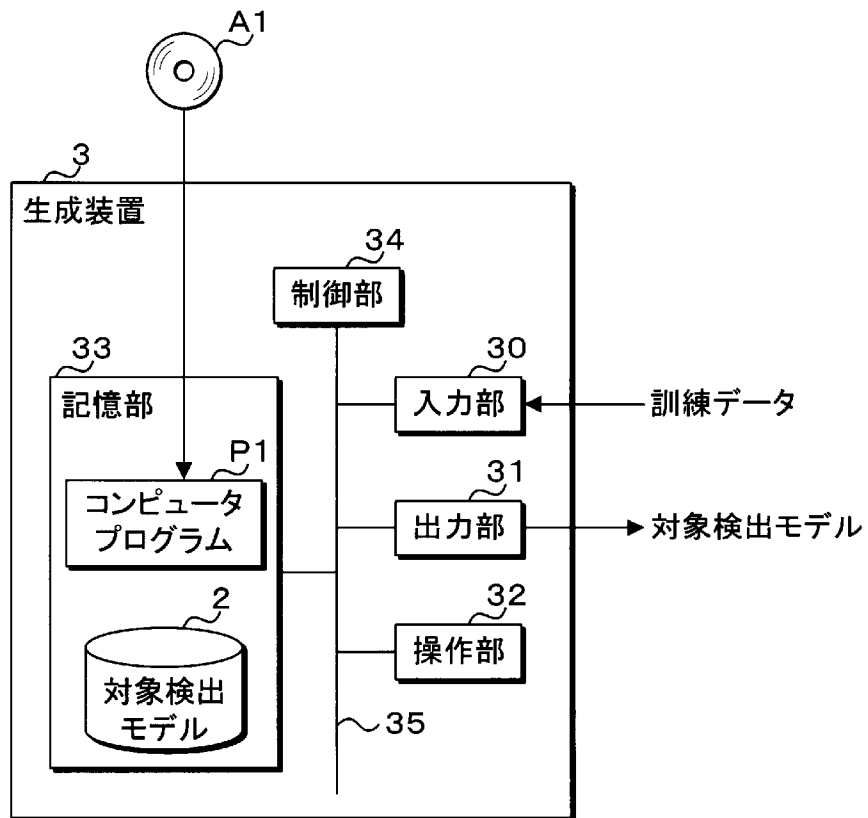
[図6]



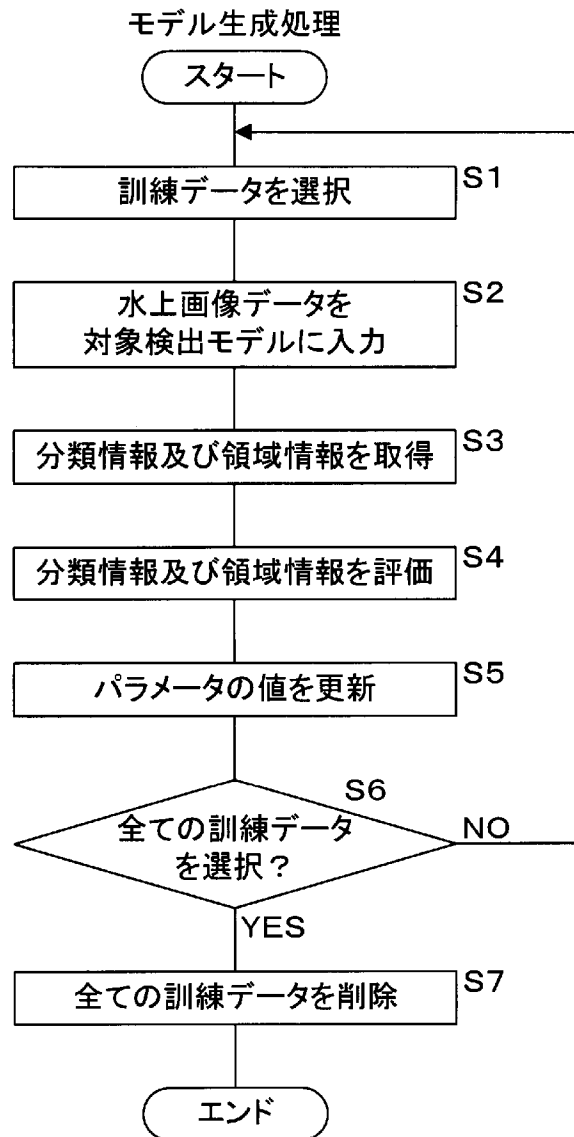
[図7]



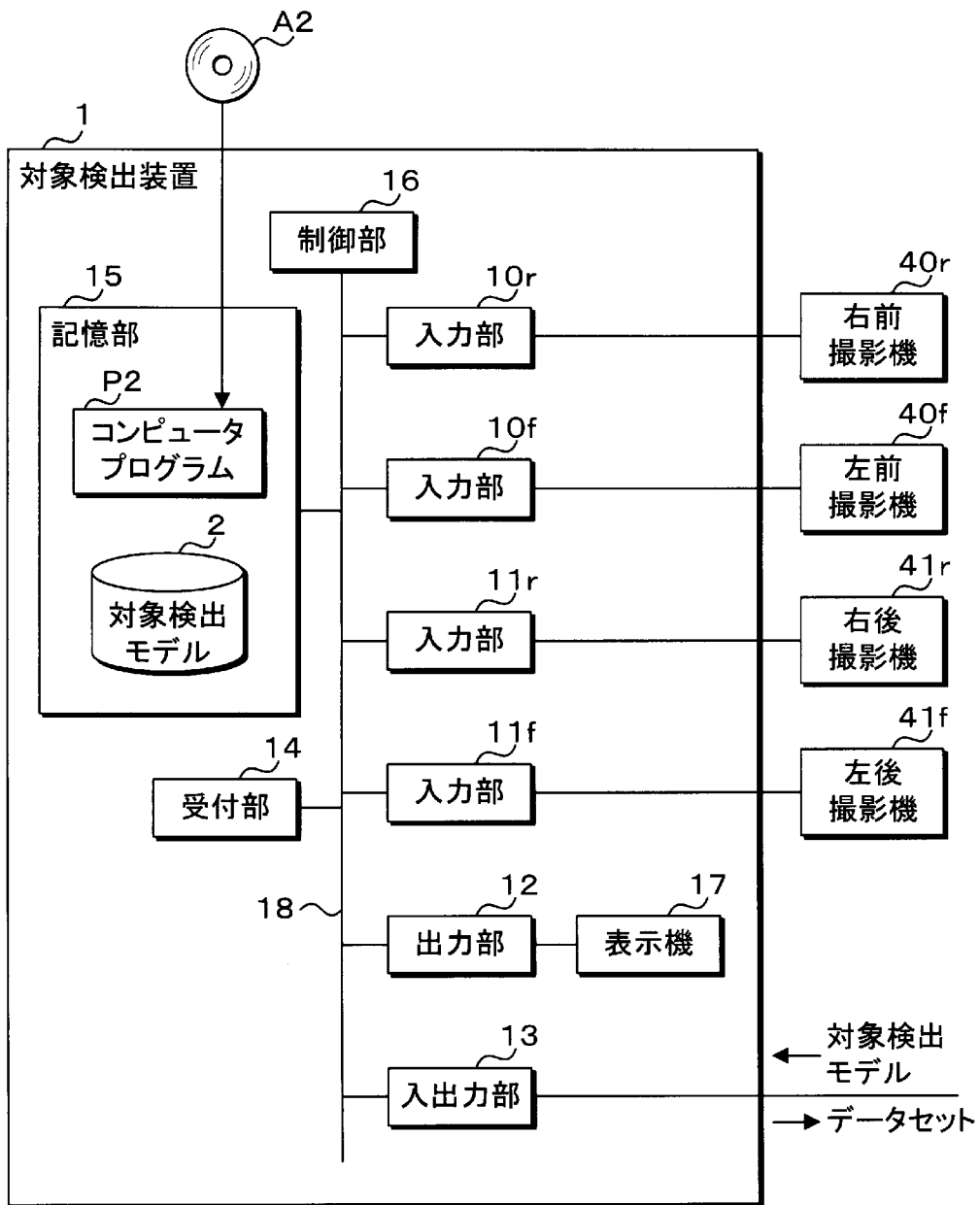
[図8]



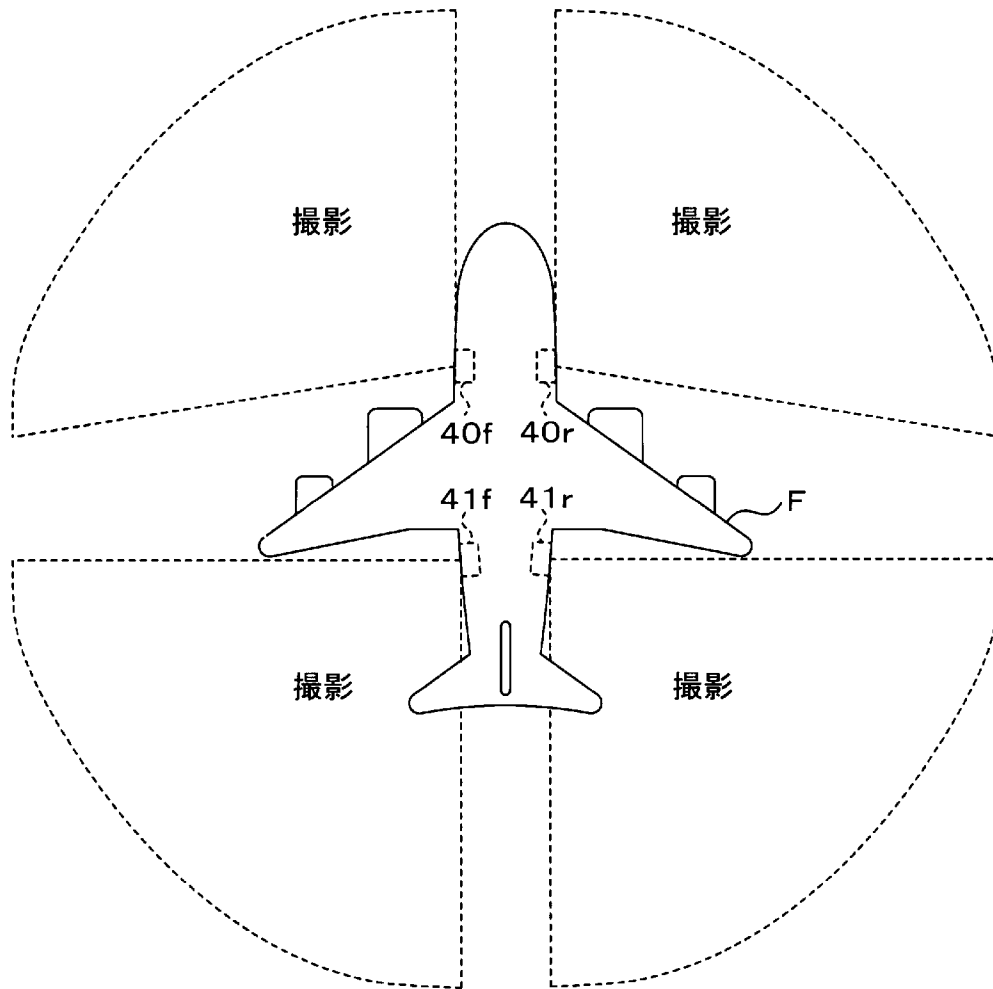
[図9]



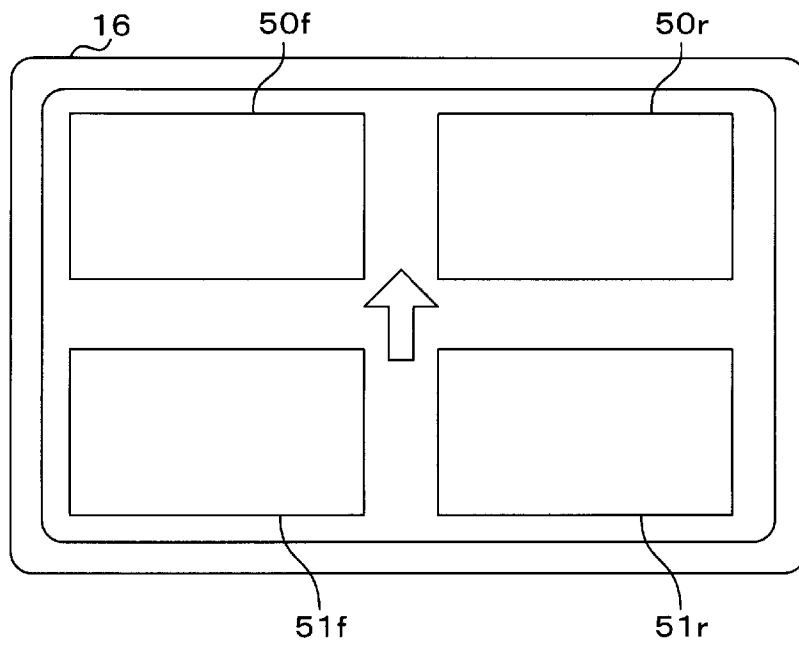
[図10]



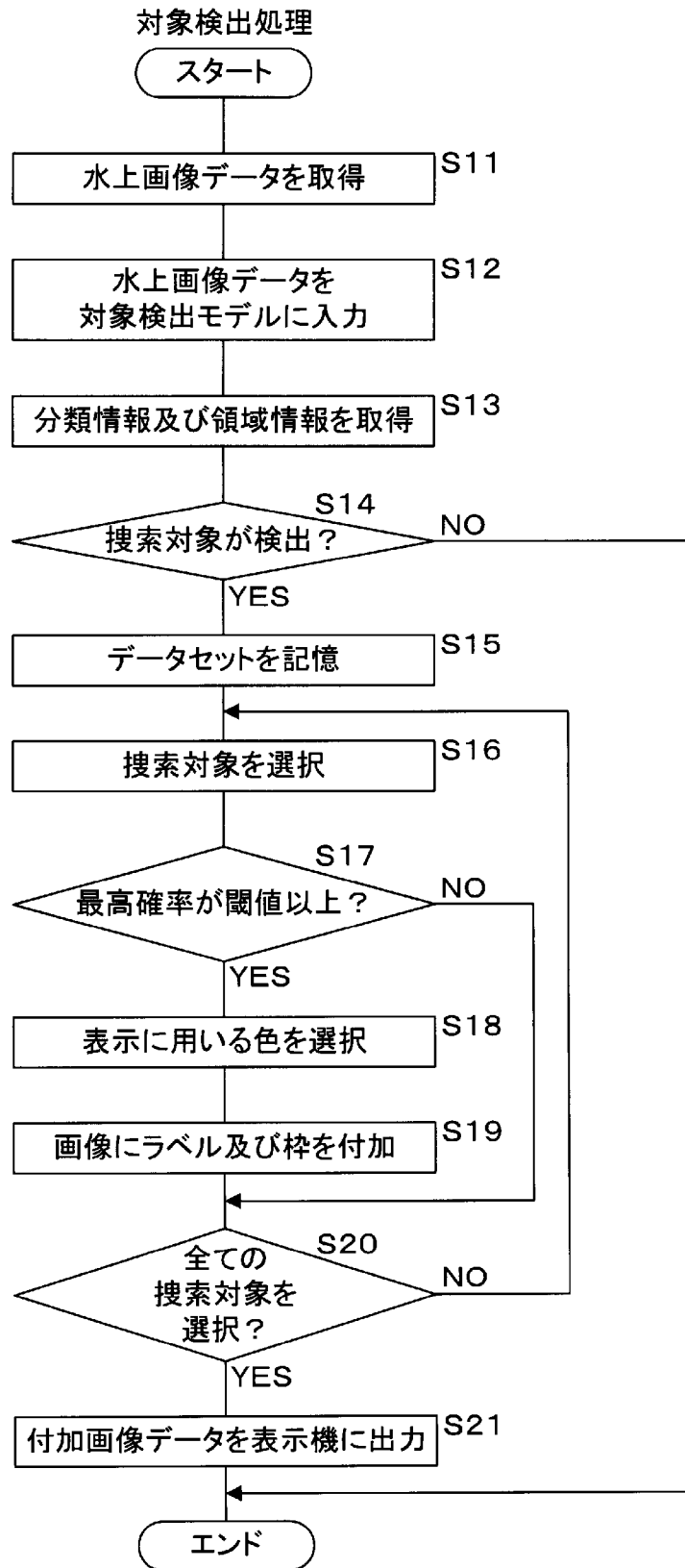
[図11]



[図12]



[図13]



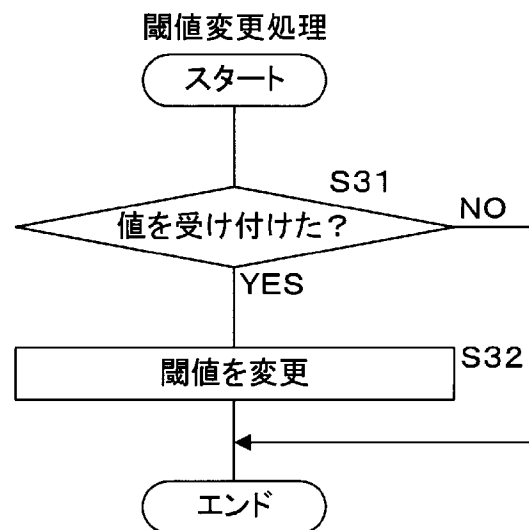
[図14]

最高確率[%]	色
90~100	赤色
80~90	オレンジ色
70~80	黄色
60~70	青色

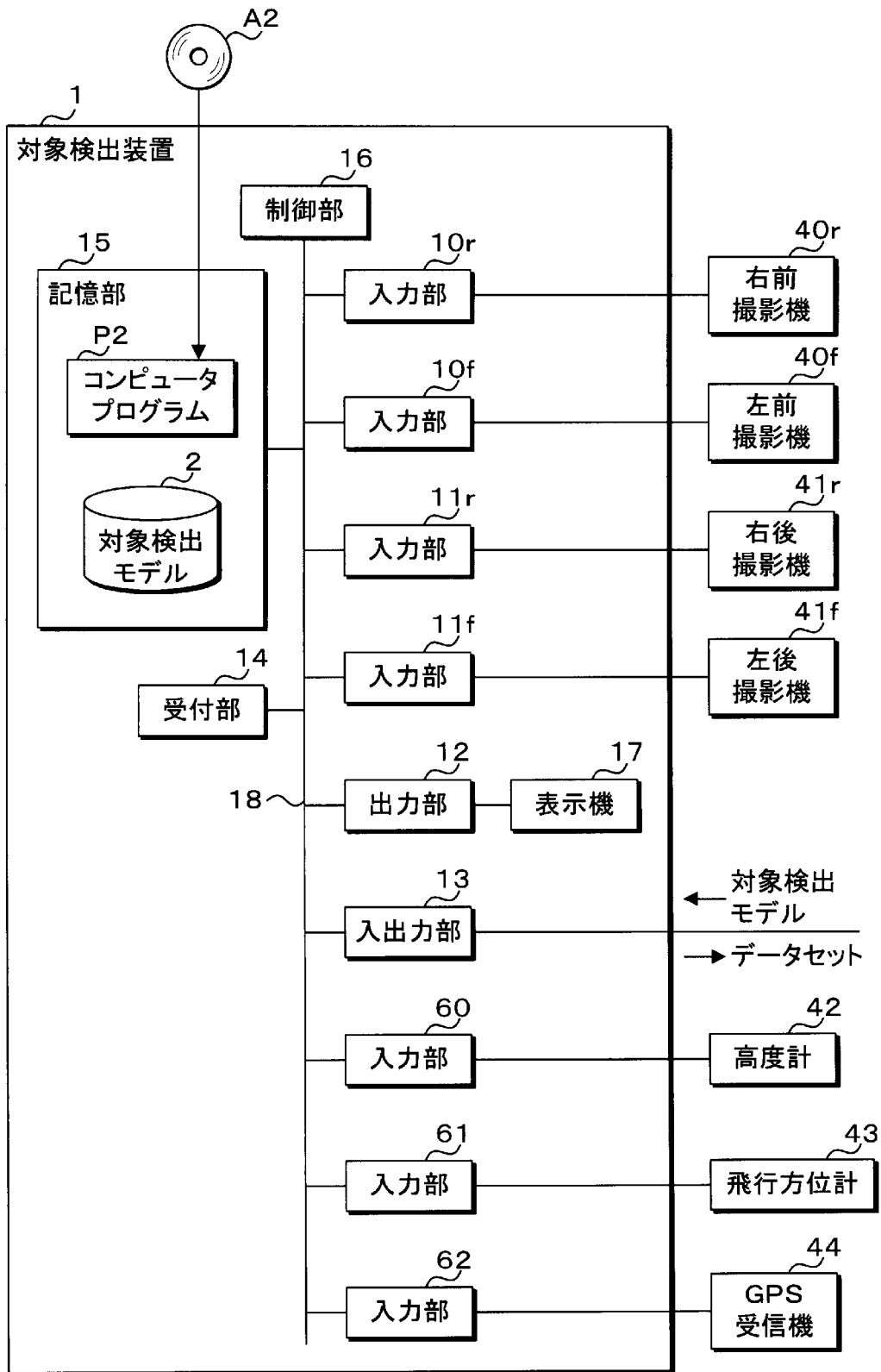
[図15]

種類	色
人	赤色
ボート	オレンジ色
漁船	黄色
帆船	青色
貨物船	緑色
旅客船	紫色
⋮	⋮

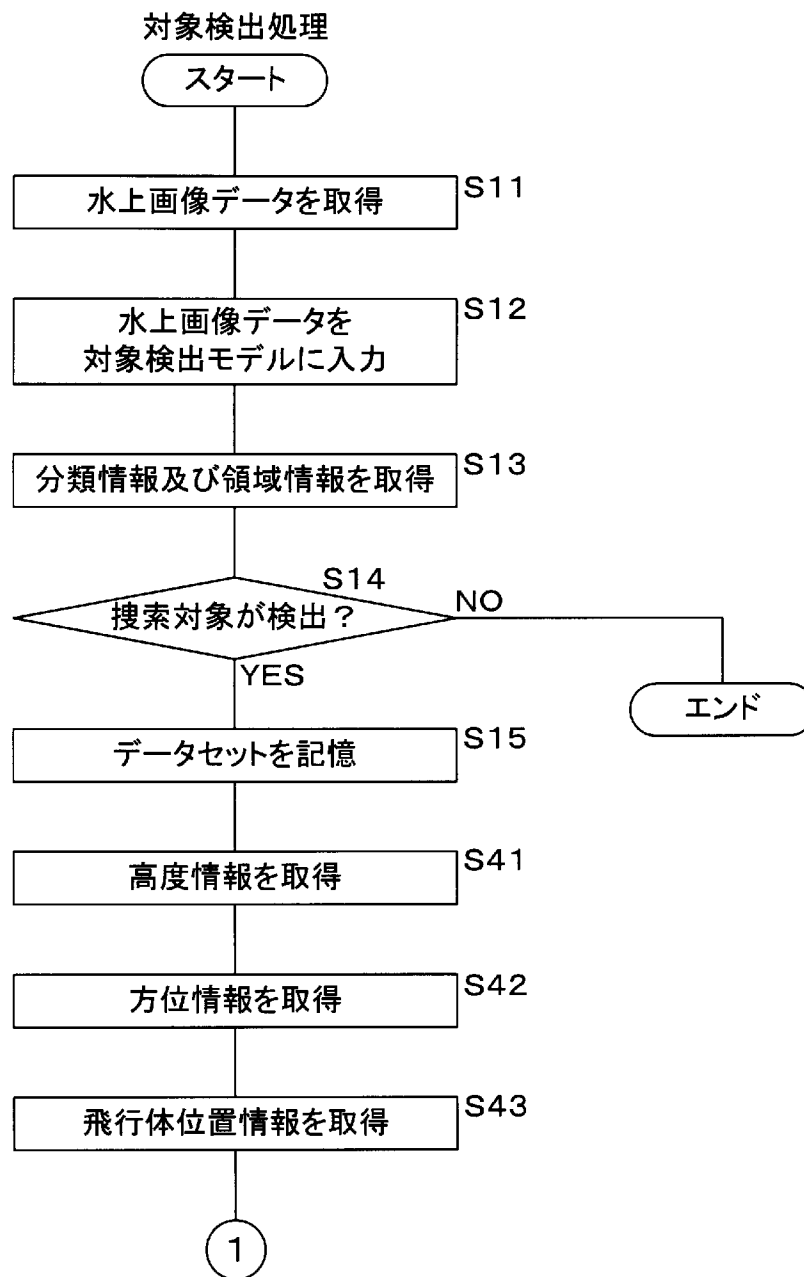
[図16]



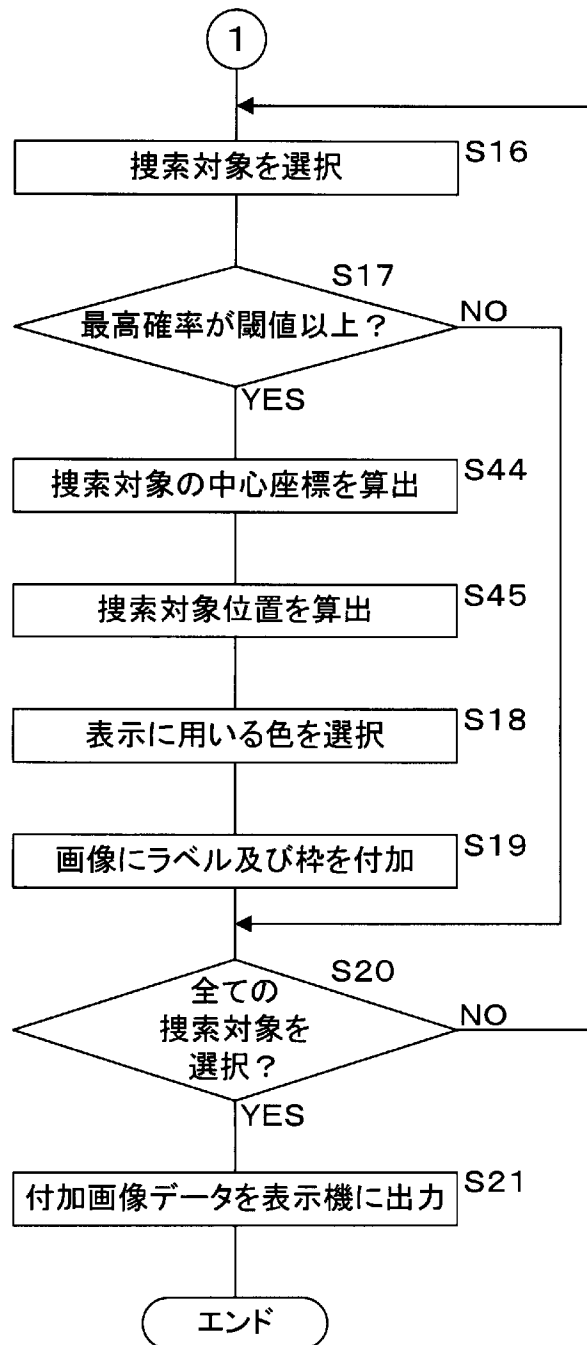
[図17]



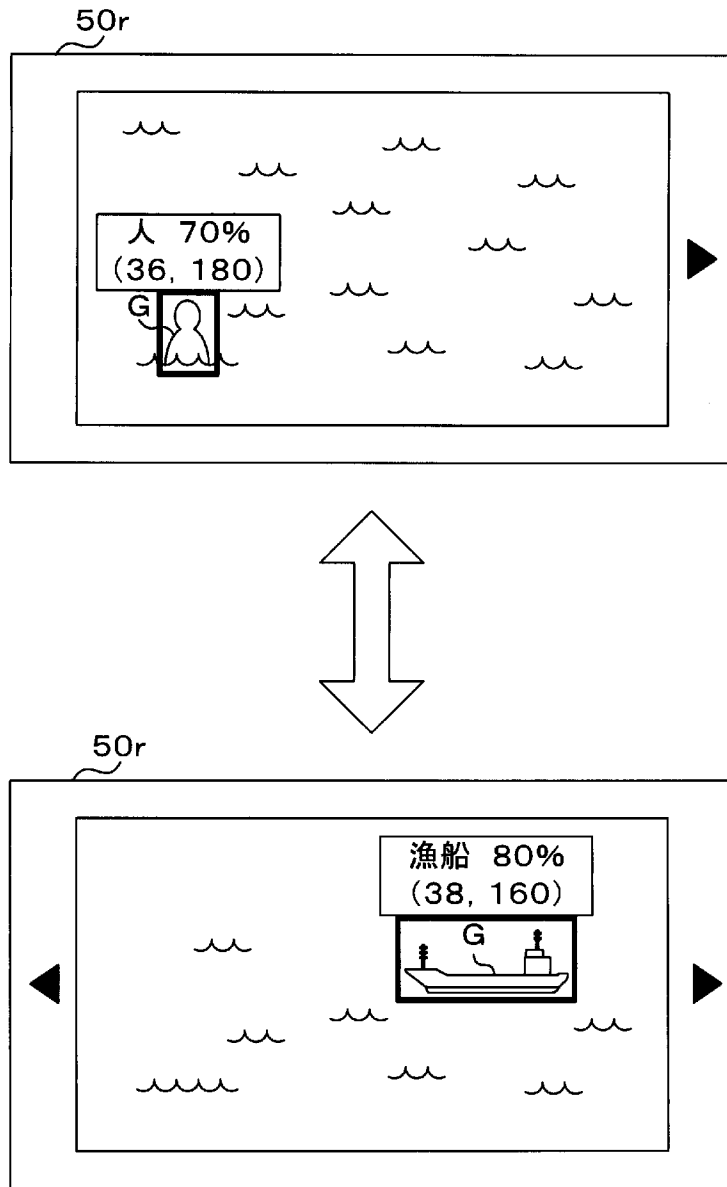
[図18]



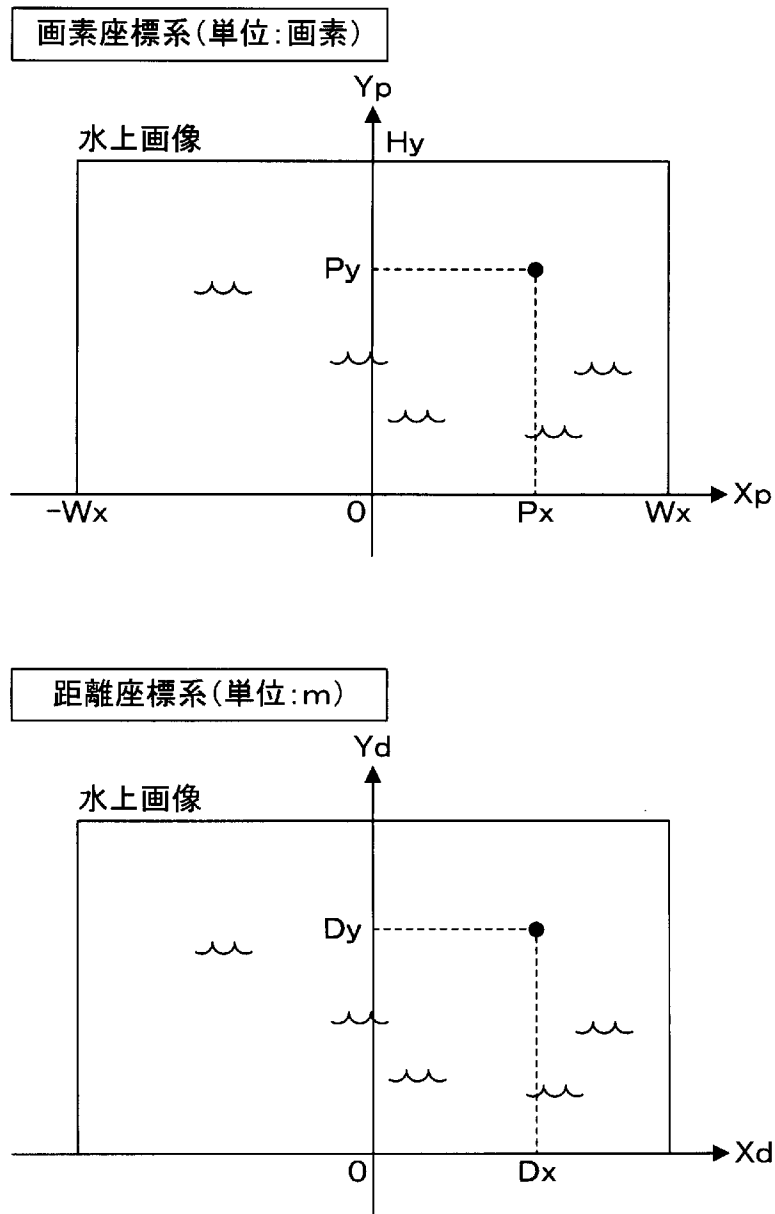
[図19]



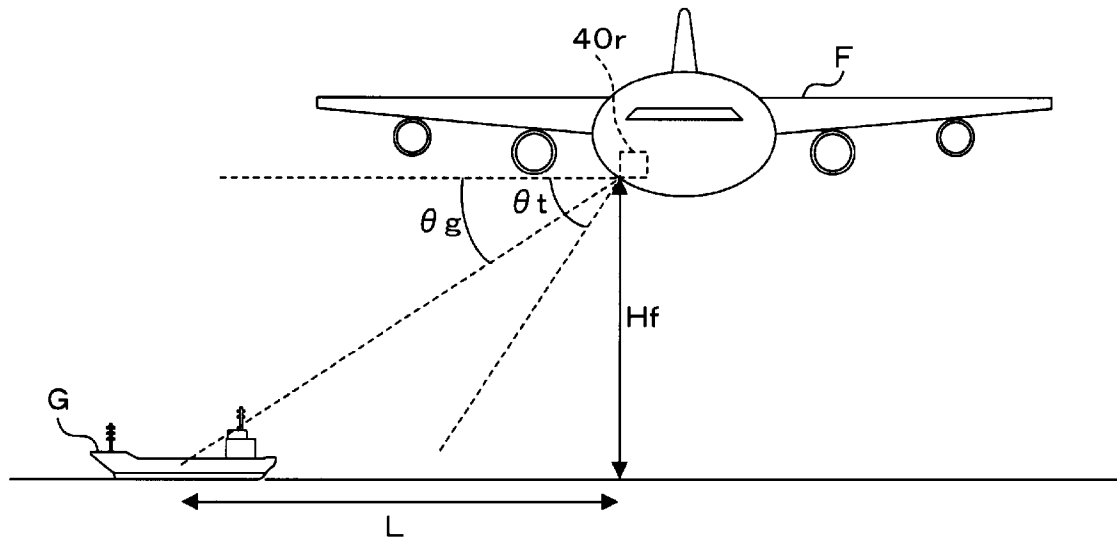
[図20]



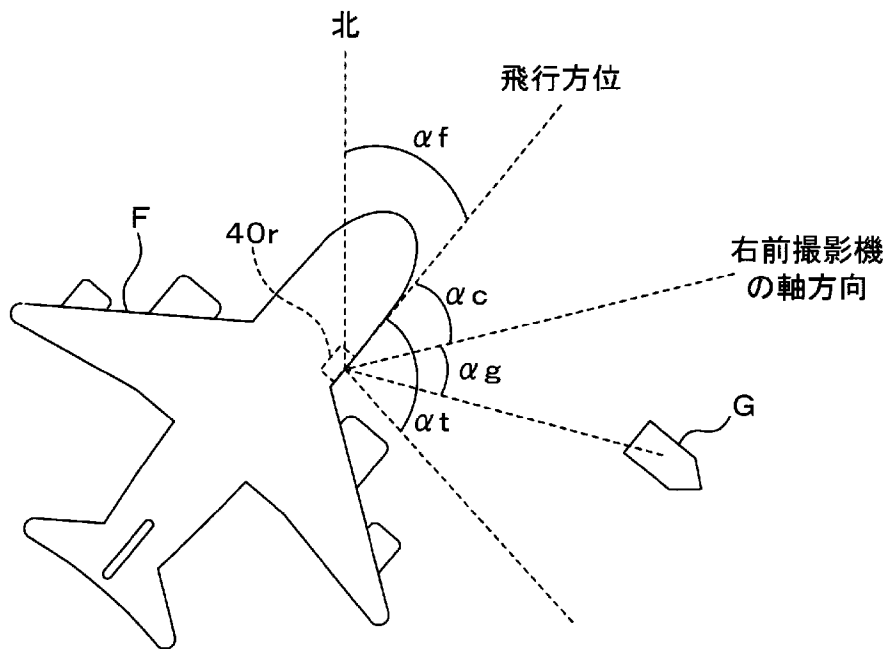
[図21]



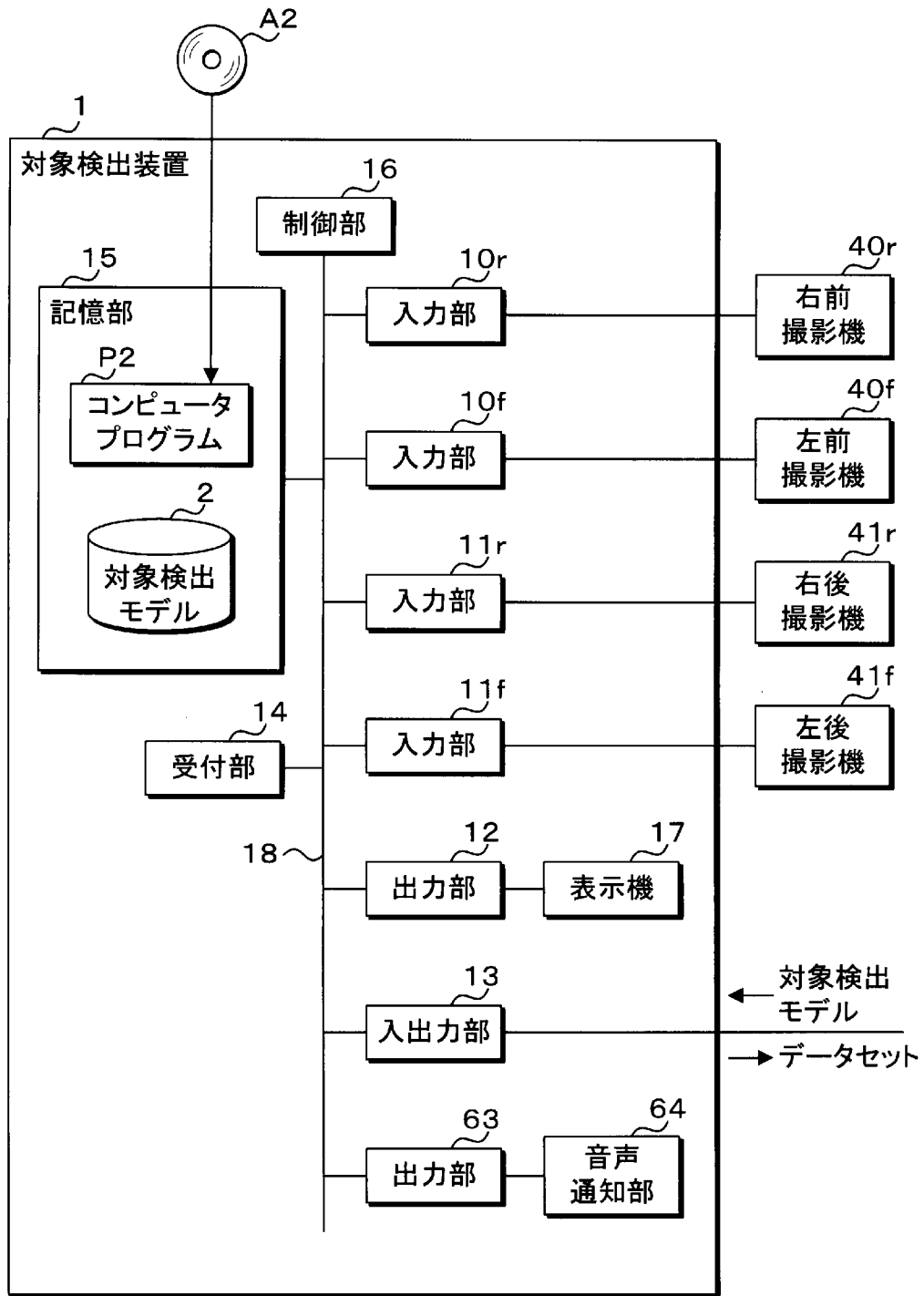
[図22]



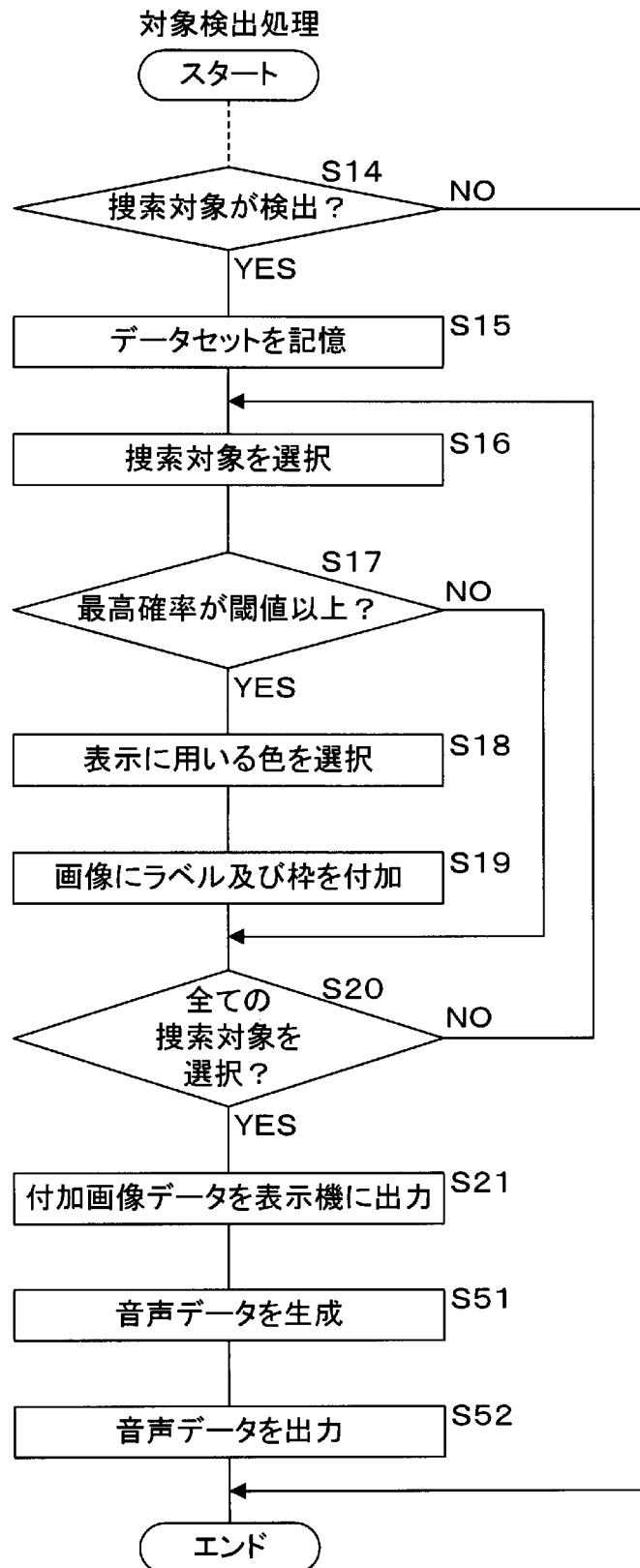
[図23]



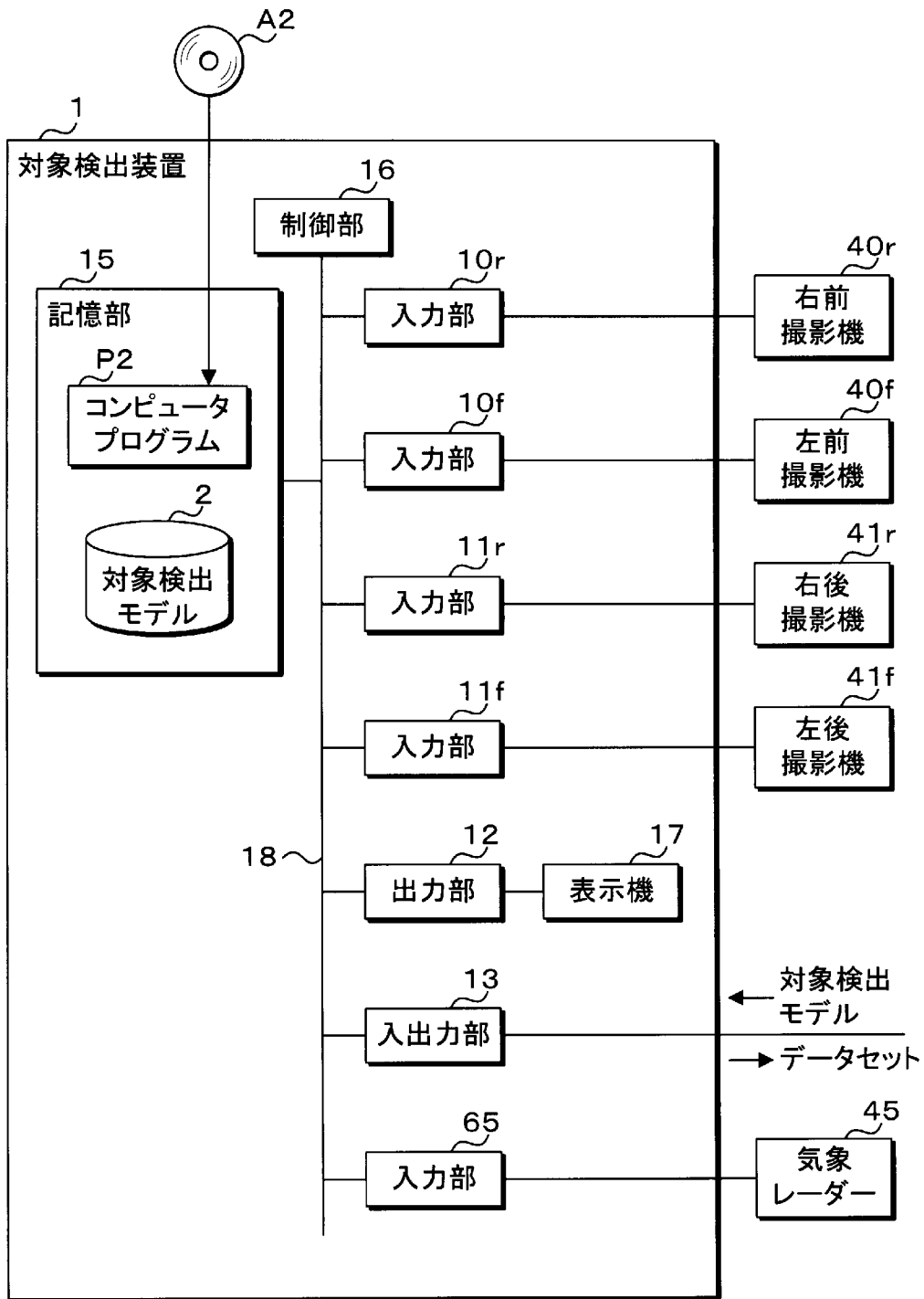
[図24]



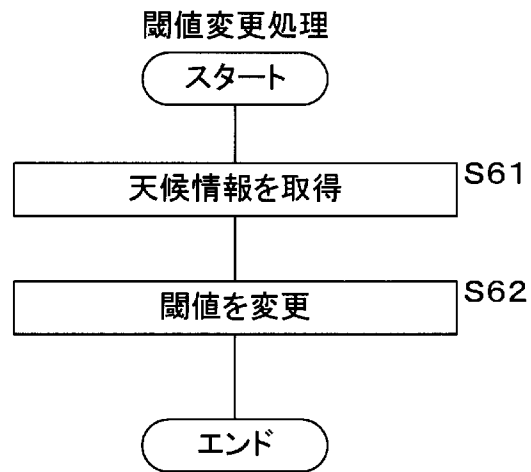
[図25]



[図26]



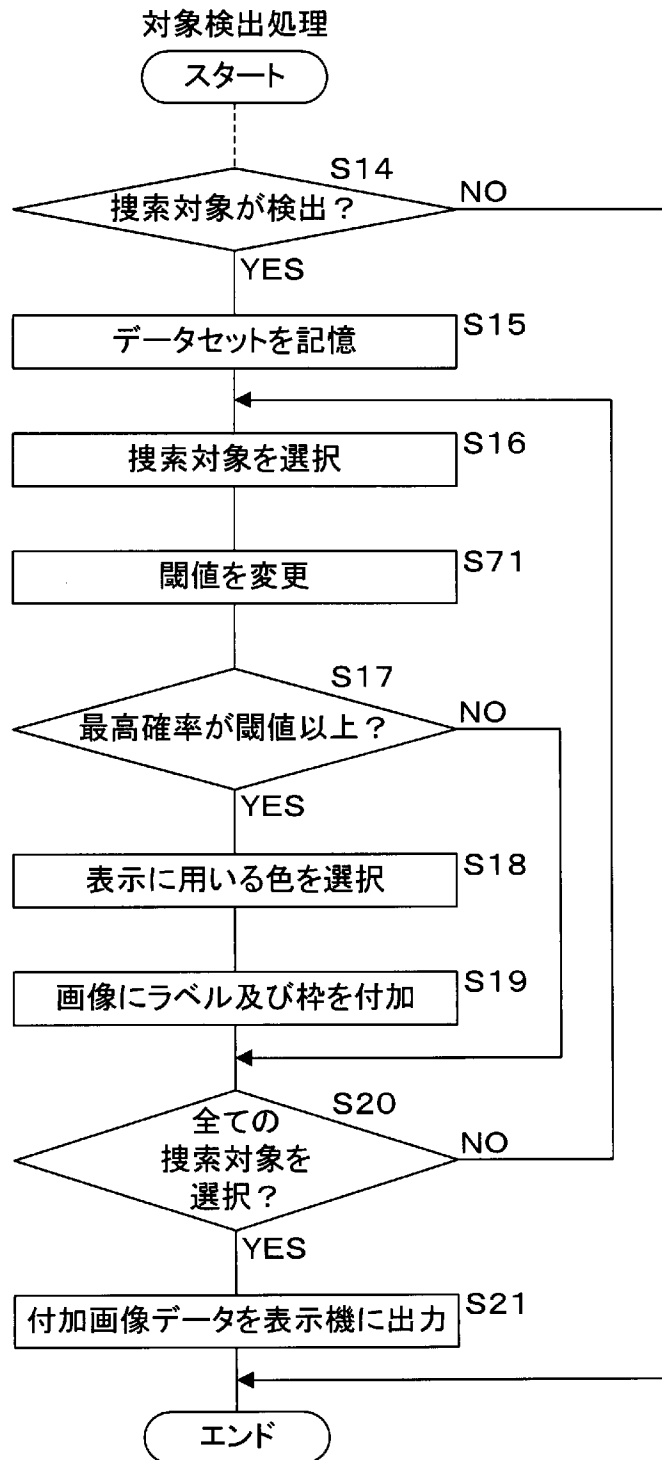
[図27]



[図28]

天候	候補値[%]
晴れ	80
曇り	70
雨	60
雪	60

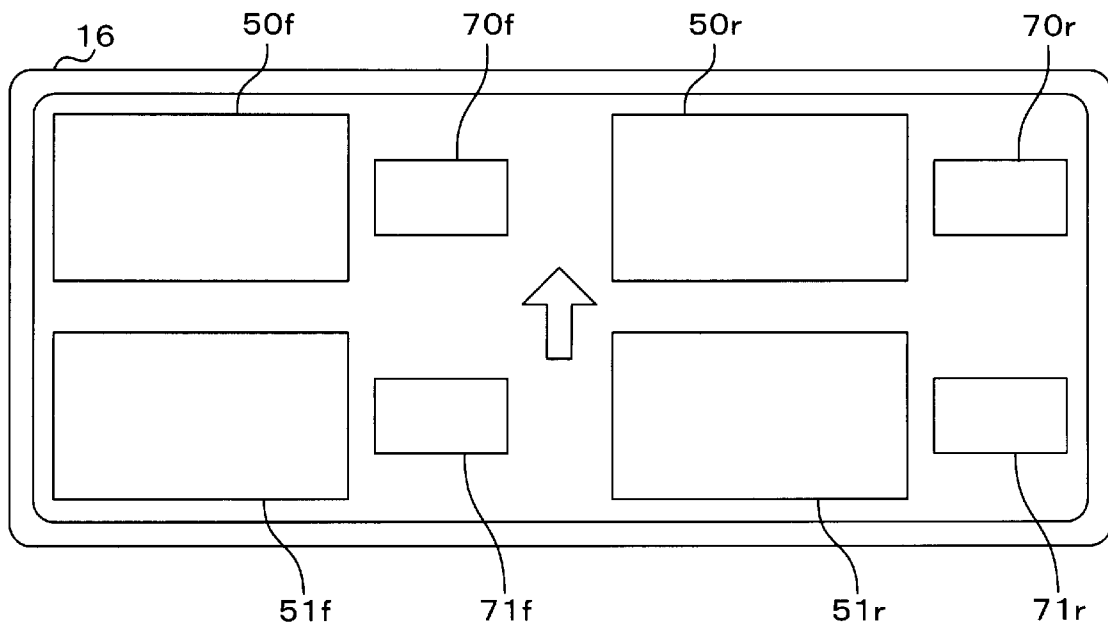
[図29]



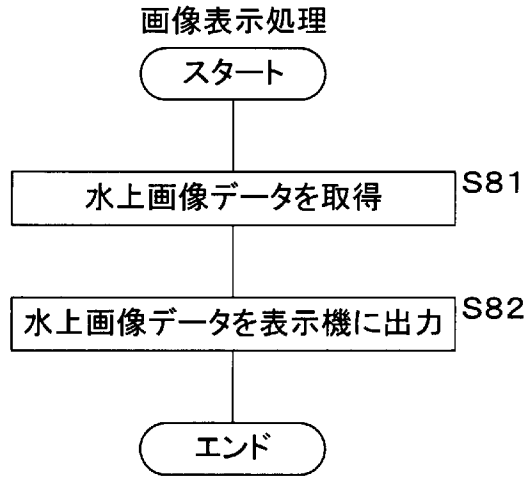
[図30]

種類	候補値[%]
人	60
ボート	70
漁船	70
帆船	70
貨物船	80
旅客船	80
⋮	⋮

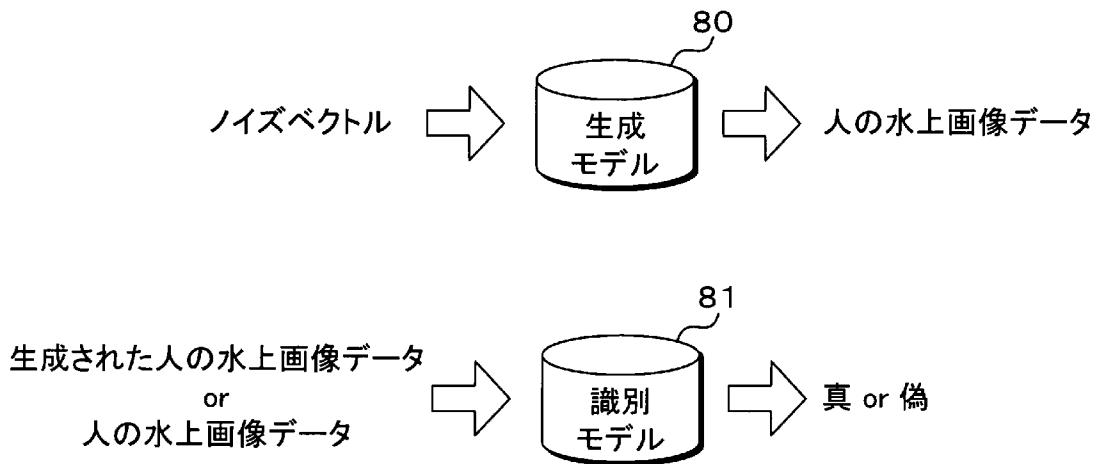
[図31]



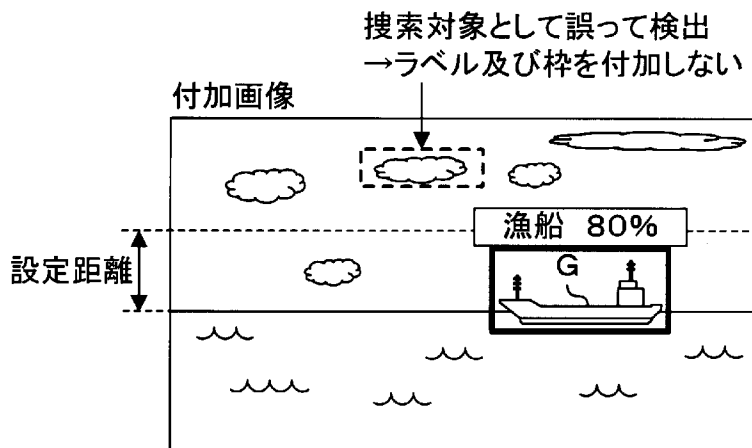
[図32]



[図33]



[図34]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B64D47/08 (2006.01) i, G06T7/00 (2017.01) i, G01V8/10 (2006.01) i
 FI: G01V8/10 S, G06T7/00 350B, B64D47/08

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)

Int. Cl. B64D47/08, G06T7/00, G01V8/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5668157 B1 (SATORI, Shin) 12 February 2015, paragraphs [0020]-[0084], fig. 1-8	1-17
Y	JP 2010-237132 A (SECOM CO., LTD.) 21 October 2010, paragraphs [0024]-[0090], fig. 1-5	1-17
Y	JP 2018-132962 A (OMRON CORP.) 23 August 2018, paragraphs [0001]-[0006], [0088]-[0091], fig. 10	2-13
Y	WO 2019/176993 A1 (OMRON CORP.) 19 September 2019, paragraphs [0193]-[0254], fig. 14-22	17

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 03.06.2020	Date of mailing of the international search report 16.06.2020
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/011607

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 5668157 B1	12.02.2015	(Family: none)	
JP 2010-237132 A	21.10.2010	(Family: none)	
JP 2018-132962 A	23.08.2018	(Family: none)	
WO 2019/176993 A1	19.09.2019	JP 2019-159961 A paragraphs [0193]- [0254], fig. 14-22	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B64D 47/08(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i; G01V 8/10(2006.01)i FI: G01V8/10 S; G06T7/00 350B; B64D47/08		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B64D47/08; G06T7/00; G01V8/10 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 5668157 B1 (佐鳥 新) 12.02.2015 (2015 - 02 - 12) [0020]-[0084], [図1]-[図8]	1-17
Y	JP 2010-237132 A (セコム株式会社) 21.10.2010 (2010 - 10 - 21) [0024]-[0090], [図1]-[図5]	1-17
Y	JP 2018-132962 A (オムロン株式会社) 23.08.2018 (2018 - 08 - 23) [0001]-[0006], [0088]-[0091], [図10]	2-13
Y	WO 2019/176993 A1 (オムロン株式会社) 19.09.2019 (2019 - 09 - 19) [0193]-[0254], [図14]-[図22]	17
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 03.06.2020	国際調査報告の発送日 16.06.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 川瀬 正巳 2J 5260 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/011607

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 5668157 B1	12.02.2015	(ファミリーなし)	
JP 2010-237132 A	21.10.2010	(ファミリーなし)	
JP 2018-132962 A	23.08.2018	(ファミリーなし)	
WO 2019/176993 A1	19.09.2019	JP 2019-159961 A [0193]-[0254], [図14]-[図 22]	