

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-92002

(P2019-92002A)

(43) 公開日 令和1年6月13日 (2019.6.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04N 7/18 (2006.01)	H04N 7/18 D	5B057
B63B 49/00 (2006.01)	B63B 49/00 Z	5C054
G06T 1/00 (2006.01)	H04N 7/18 K	
G06T 3/00 (2006.01)	G06T 1/00 330Z	
	G06T 3/00 760	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 19 頁)		

(21) 出願番号 特願2017-218363 (P2017-218363)
 (22) 出願日 平成29年11月13日 (2017.11.13)

(71) 出願人 000010076
 ヤマハ発動機株式会社
 静岡県磐田市新貝2500番地
 (74) 代理人 110002310
 特許業務法人あい特許事務所
 (72) 発明者 土屋 俊哉
 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発
 動機株式会社内
 Fターム (参考) 5B057 AA16 CA08 CA12 CA16 CB08
 CB12 CB16 CD20 CE08 CH11
 CH16 DA07 DA16 DA17 DB02
 DB09 DC32
 5C054 CC02 FC12 FC15 FD03 FE12
 HA05 HA19

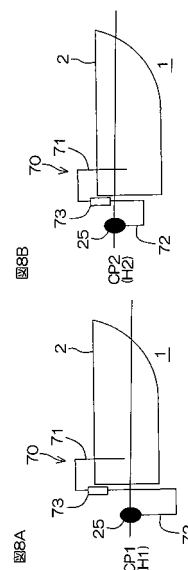
(54) 【発明の名称】 船舶用俯瞰画像生成装置およびそのキャリブレーション方法

(57) 【要約】

【課題】 妥当な俯瞰画像の生成を容易にすることができる船舶用俯瞰画像生成装置およびそのキャリブレーション方法を提供する。

【解決手段】 船舶用俯瞰画像生成装置は、隣り合う撮像領域が重複領域を有するようにそれぞれの撮像領域を設定して船舶1に搭載される複数のカメラが撮像する画像を俯瞰面に射影変換して船舶の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像を生成する。陸上で地面よりも高い位置に設定した俯瞰面CP1、CP2上で重複領域にキャリブレーション標識25が配置される。複数のカメラでキャリブレーション標識を撮像することにより、複数のキャリブレーション画像が取得される。複数のキャリブレーション画像に含まれるキャリブレーション標識の画像が整合するように、射影変換に適用すべき適用パラメータが取得される。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

隣り合う撮像領域が重複領域を有するようにそれぞれの撮像領域を設定して船舶に搭載される複数のカメラが撮像する画像を俯瞰面に射影変換して船舶の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像を生成する船舶用俯瞰画像生成装置をキャリブレーションする方法であって、

陸上で地面よりも高い位置に設定した前記俯瞰面上で前記重複領域にキャリブレーション標識を配置するステップと、

前記複数のカメラで前記キャリブレーション標識を撮像することにより、複数のキャリブレーション画像を取得するステップと、

前記複数のキャリブレーション画像に含まれる前記キャリブレーション標識の画像が整合するように、前記複数のキャリブレーション画像を前記俯瞰面に射影変換するために適用すべき適用パラメータを取得するステップと、

を含む、船舶用俯瞰画像生成装置のキャリブレーション方法。

【請求項 2】

前記キャリブレーション標識を配置するステップが、前記船舶に支持され、前記キャリブレーション標識を保持する治具を用いる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記治具が、前記船舶に対する前記キャリブレーション標識の高さを変更可能である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

隣り合う撮像領域が重複領域を有するようにそれぞれの撮像領域を設定して船舶に搭載される複数のカメラが撮像する画像を俯瞰面に射影変換して船舶の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像を生成する船舶用俯瞰画像生成装置をキャリブレーションする方法であって、

第 1 キャリブレーション面を第 1 高さに設定し、当該第 1 キャリブレーション面上で前記重複領域に第 1 キャリブレーション標識を配置した状態で、前記複数のカメラでそれぞれ撮像することにより、複数の第 1 キャリブレーション画像を取得するステップと、

第 2 キャリブレーション面を前記第 1 高さとは異なる第 2 高さに設定し、当該第 2 キャリブレーション面上で前記重複領域に第 2 キャリブレーション標識を配置した状態で、前記複数のカメラでそれぞれ撮像することにより、複数の第 2 キャリブレーション画像を取得するステップと、

前記複数の第 1 キャリブレーション画像に含まれる前記第 1 キャリブレーション標識の画像が整合するように、前記複数の第 1 キャリブレーション画像を前記第 1 キャリブレーション面に射影変換するための第 1 基準パラメータを取得するステップと、

前記複数の第 2 キャリブレーション画像に含まれる前記第 2 キャリブレーション標識の画像が整合するように、前記複数の第 2 キャリブレーション画像を前記第 2 キャリブレーション面に射影変換するための第 2 基準パラメータを取得するステップと、

を含む、船舶用俯瞰画像生成装置のキャリブレーション方法。

【請求項 5】

前記俯瞰面の高さを取得するステップと、

前記俯瞰面の高さと、前記第 1 基準変換パラメータおよび前記第 2 基準変換パラメータのうちの一方または両方とに基づいて、前記複数のカメラが撮像する画像を前記俯瞰面に射影変換するために適用すべき適用パラメータを取得するステップと、

をさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記俯瞰面の高さを取得するステップが、操作者によって操作される入力装置からの高さ入力を受け付けることを含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記俯瞰面の高さを取得するステップが、前記船舶に搭載されたセンサによって前記俯瞰面の高さを検出することを含む、請求項 5 または 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1 高さおよび前記第 2 高さが、陸上で地面よりも高い位置に設定される、請求項 4～7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

隣り合う撮像領域が重複領域を有するようにそれぞれの撮像領域を設定して船舶に搭載される複数のカメラが撮像する画像を俯瞰面に射影変換して船舶の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像を生成する船舶用俯瞰画像生成装置であって、

前記複数のカメラが撮像する画像を第 1 高さに設定された第 1 キャリブレーション面に射影変換するための第 1 基準パラメータと、前記複数のカメラが撮像する画像を前記第 1 高さとは異なる第 2 高さに設定された第 2 キャリブレーション面に射影変換するための第 2 基準パラメータとを記憶する基準パラメータメモリと、

前記第 1 基準変換パラメータおよび前記第 2 基準変換パラメータのうちの一方または両方に基づいて、前記複数のカメラが撮像する画像を前記俯瞰面に射影変換するために適用すべき適用パラメータを演算する演算装置と、
を含む、船舶用俯瞰画像生成装置。

【請求項 10】

前記俯瞰面の高さを取得する装置をさらに含み、

前記演算装置が、前記取得される俯瞰面の高さを用いる、請求項 9 に記載の船舶用俯瞰画像生成装置。

【請求項 11】

前記俯瞰面の高さを取得する装置が、操作者によって操作される入力装置を含む、請求項 10 に記載の船舶用俯瞰画像生成装置。

【請求項 12】

前記俯瞰面の高さを取得する装置が、前記船舶に搭載され前記俯瞰面の高さを検出するセンサを含む、請求項 9 または 10 に記載の船舶用俯瞰画像生成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、船舶の周囲を俯瞰した俯瞰画像を生成する装置およびそのキャリブレーション方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、大型船舶のワンマンコントロールを容易にする操船支援装置を開示している。一つの具体例では、船舶の周囲の 4 つの区域をそれぞれ撮影する 4 つのテレビカメラが設けられる。これらのテレビカメラからの画像が一つの画像に複合されて、表示装置に表示される。オペレータは、表示装置に表示された画像を見て、船舶を操船できる。

特許文献 2 は、車載周辺画像表示装置を開示している。この装置では、自動車の四方を撮影する 4 台のカメラが、撮影領域が一部重複するように配置されている。各カメラで撮影した画像をそれぞれ射影変換して合成することにより、俯瞰画像が生成される。いずれかのカメラの俯瞰画像に不具合が生じると、そのカメラを調整対象カメラとして、射影変換のパラメータが調整される。具体的には、調整対象カメラの撮影領域と、他のカメラの撮影領域との重複範囲内の地面に正方向の校正パターンが描かれたターゲットボードが配置される。それら 2 つのカメラで撮影された校正パターンが俯瞰画像中で一致するように、射影変換のためのパラメータが調整される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】実開平 4-31098 号公報

【特許文献 2】特開 2010-244326 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本件発明者は、船舶の周囲の俯瞰画像を生成する船舶用俯瞰画像生成装置を開発している。その過程で、特許文献2に記載されているような車載周辺画像表示装置を単に船舶に転用しても、妥当な俯瞰画像を生成することはパラメータが一艘ずつ異なり容易ではないこと気づき、その解決手段を提供しようとしている。

そこで、この発明の一実施形態は、妥当な俯瞰画像の生成を容易にすることができる船舶用俯瞰画像生成装置およびそのキャリブレーション方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この発明の一実施形態は、隣り合う撮像領域が重複領域を有するようにそれぞれの撮像領域を設定して船舶に搭載される複数のカメラが撮像する画像を俯瞰面に射影変換して船舶の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像を生成する船舶用俯瞰画像生成装置をキャリブレーションする方法を提供する。この方法は、陸上で地面よりも高い位置に設定した前記俯瞰面上で前記重複領域にキャリブレーション標識を配置するステップと、前記複数のカメラで前記キャリブレーション標識を撮像することにより、複数のキャリブレーション画像を取得するステップと、前記複数のキャリブレーション画像に含まれる前記キャリブレーション標識の画像が整合するように、前記複数のキャリブレーション画像を前記俯瞰面に射影変換するために適用すべき適用パラメータを取得するステップを含む。

【0006】

「地面」とは、ここでは、船舶が陸上に置かれているときの地面であり、船舶の最低位置以下となる水平面をいう。

射影変換によって俯瞰画像を得るためのパラメータは、カメラの位置と射影される平面（特許文献2では地面）との位置関係に依存する。自動車の場合には、同一車種であれば、カメラと地面との位置関係は、ほぼ一定であるから、1台ずつの車両に関してパラメータを調整する必要はない。それに対して、船舶は使用者の求めに応じて一艘ずつ製造されるのが通常であるから、カメラの位置は原則として一艘ずつ異なる。したがって、一艘ずつパラメータを調整する必要がある。そのうえ、パラメータの調整は、船舶を水面に浮かべて行う必要がある。船体に対する水面（喫水線）の高さは、個々に異なる船舶の重量に依存するからである。

【0007】

この発明の一実施形態は、このような課題に対する解決手段を提供する。

この発明の一実施形態に係る船舶用俯瞰画像生成装置は、複数のカメラがそれぞれ撮像する複数の画像を俯瞰面に射影変換することにより、船舶の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像を生成する。射影変換のパラメータを適切に調整することにより、妥当な俯瞰画像が得られる。キャリブレーションとは、射影変換に適用すべきパラメータを調整することである。

【0008】

この発明の一実施形態のキャリブレーション方法では、陸上において、地面よりも高い位置に設定した俯瞰面上にキャリブレーション標識が配置される。このとき、キャリブレーション標識は、複数のカメラの隣り合う撮像領域が重複する領域（重複領域）に配置される。この状態で、複数のカメラが撮像する画像がキャリブレーション画像である。したがって、複数のカメラから得られる複数のキャリブレーション画像には、共通にキャリブレーション標識の画像が含まれている。複数のキャリブレーション画像を射影変換したときに、複数のキャリブレーション画像中のキャリブレーション標識画像が整合するように、射影変換のパラメータが調整される。これにより、射影変換に適用されるべき適切な適用パラメータを得ることができる。

【0009】

この実施形態の方法では、船舶が陸上にある状態で、地面よりも高い位置に俯瞰面が設定され、その俯瞰面上に配置されたキャリブレーション標識を用いてキャリブレーション

10

20

30

40

50

を行うことができる。すなわち、船舶を水面に浮かべることなく、容易に船舶用俯瞰画像生成装置のキャリブレーションを行える。

この発明の一実施形態の方法では、前記キャリブレーション標識を配置するステップが、前記船舶に支持され、前記キャリブレーション標識を保持する治具を用いる。この方法によれば、船舶に支持される治具でキャリブレーション標識を保持した状態で、キャリブレーション画像を取得できる。したがって、地面から離れた高さに設定される俯瞰面上にキャリブレーション標識を容易にかつ正確に配置できる。すなわち、陸上から立ち上げた構造物でキャリブレーション標識を保持する必要があるないので、キャリブレーション標識の配置が容易である。また、俯瞰面は、船体に対して相対的に定まる平面であるから、治具を介して船舶によってキャリブレーション標識を保持することによって、キャリブレーション標識を正確に俯瞰面上に配置できる。

10

【0010】

この発明の一実施形態の方法では、前記治具が、前記船舶に対する前記キャリブレーション標識の高さを変更可能である。この方法によれば、船舶に対するキャリブレーション標識の相対的な高さを変更可能であるので、俯瞰面の高さを様々に設定したキャリブレーションを容易に行うことができる。

この発明の一実施形態は、隣り合う撮像領域が重複領域を有するようにそれぞれの撮像領域を設定して船舶に搭載される複数のカメラが撮像する画像を俯瞰面に射影変換して船舶の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像を生成する船舶用俯瞰画像生成装置をキャリブレーションする別の方法を提供する。この方法は、第1キャリブレーション面を第1高さに設定し、当該第1キャリブレーション面上で前記重複領域に第1キャリブレーション標識を配置した状態で、前記複数のカメラでそれぞれ撮像することにより、複数の第1キャリブレーション画像を取得するステップと、第2キャリブレーション面を前記第1高さとは異なる第2高さに設定し、当該第2キャリブレーション面上で前記重複領域に第2キャリブレーション標識を配置した状態で、前記複数のカメラでそれぞれ撮像することにより、複数の第2キャリブレーション画像を取得するステップと、前記複数の第1キャリブレーション画像に含まれる前記第1キャリブレーション標識の画像が整合するように、前記複数の第1キャリブレーション画像を前記第1キャリブレーション面に射影変換するための第1基準パラメータを取得するステップと、前記複数の第2キャリブレーション画像に含まれる前記第2キャリブレーション標識の画像が整合するように、前記複数の第2キャリブレーション画像を前記第2キャリブレーション面に射影変換するための第2基準パラメータを取得するステップと、を含む。

20

30

【0011】

前記第1および第2キャリブレーション面は、一方または両方が俯瞰面と一致していてもよく、両方が俯瞰面とは異なる面であってもよい。

船舶の喫水線の高さは、船舶に搭載した貨物の重量や、乗船者の人数に依存する。特許文献1で想定されているような大型の船舶の場合には喫水線の高さは大きくは変動しないかもしれないけれども、とりわけ小型の船舶においては、喫水線の高さは貨物の重量および乗員数によって容易に変動する。

【0012】

さらに、特許文献1で想定されているような大型の船舶においては、岸壁や栈橋のある停泊位置を想定すれば十分であるから、俯瞰画像を形成すべき面（俯瞰面）の高さは、一定と見なすことができる。しかも、大型の船舶の場合には、水面から相当程度高い位置にカメラを配置できるから、俯瞰面を水面（喫水線の高さ）または岸壁の上面に設定しておけば、大きな不具合はないと考えられる。

40

【0013】

ところが、とくに小型船舶の場合には、一定の停泊場所が確保されることは稀であり、固定栈橋、浮き栈橋、水面上にポールで区画される停泊場所などのさまざまな位置に停泊する必要に迫られる。したがって、俯瞰面の高さは、固定栈橋の表面、浮き栈橋の表面、水面上など、さまざまである。そのうえ、小型船舶においては、カメラの設置高さが低い

50

から、俯瞰面の高さに応じて、異なるパラメータを適用した射影変換を行わなければ妥当な俯瞰画像を得ることはできない。

【0014】

この発明の一実施形態は、このような課題に対する解決手段を提供する。

この発明の一実施形態に係る方法では、第1高さの第1キャリブレーション面および第2高さの第2キャリブレーション面に関して、それぞれ、複数の第1キャリブレーション画像および複数の第2キャリブレーション画像が取得される。そして、複数の第1キャリブレーション画像を第1キャリブレーション面に射影変換するための第1基準パラメータが求められる。同様に、複数の第2キャリブレーション画像を第2キャリブレーション面に射影変換するための第2基準パラメータが求められる。このようにして、第1および第2高さの面である第1および第2キャリブレーション面に関して適切な射影変換のためのパラメータが求められるから、俯瞰面の高さの変化または変更に対応して適切なパラメータを選択できる。それにより、妥当な俯瞰画像の生成が容易になる。

10

【0015】

この発明の一実施形態の方法は、前記俯瞰面の高さを取得するステップと、前記俯瞰面の高さと、前記第1基準変換パラメータおよび前記第2基準変換パラメータのうちの一方または両方とに基づいて、前記複数のカメラが撮像する画像を前記俯瞰面に射影変換するために適用すべき適用パラメータを取得するステップと、をさらに含む。

この方法では、俯瞰面の高さが取得され、その高さの俯瞰面への射影変換のための適用パラメータが第1および第2基準パラメータに基づいて取得される。これにより、俯瞰面の高さの変化または変更に対応して適切な適用パラメータが取得されるから、妥当な俯瞰画像の生成が容易になる。

20

【0016】

たとえば、取得された俯瞰面の高さと前記第1および第2高さに基づいて、第1および第2基準パラメータに対する補間処理によって、適用パラメータが求められてもよい。

この発明の一実施形態の方法では、前記俯瞰面の高さを取得するステップが、操作者によって操作される入力装置からの高さ入力を受け付けることを含む。この方法によれば、操作者が入力装置を操作することによって、俯瞰面の高さを設定できる。そして、その設定された高さの俯瞰面への射影変換のための適用パラメータが第1および第2基準パラメータに基づいて求められる。こうして、操作者が設定した高さの俯瞰面に対して適切な適用パラメータが取得されるので、妥当な俯瞰画像の生成が容易になる。

30

【0017】

この発明の一実施形態では、前記俯瞰面の高さを取得するステップが、前記船舶に搭載されたセンサによって前記俯瞰面の高さを検出することを含む。この方法によれば、船舶に搭載されたセンサによって俯瞰面の高さが検出される。そして、その検出された高さの俯瞰面への射影変換のための適用パラメータが第1および第2基準パラメータに基づいて求められる。したがって、センサが検出した高さの俯瞰面に対して適切な適用パラメータが取得されるので、操作者による操作を要することなく、妥当な俯瞰画像を容易に生成できる。

【0018】

たとえば、センサは、船舶に対する水面の高さを検出してもよい。また、センサは、船舶に対する栈橋上面の高さを検出してもよい。より一般化すれば、センサは、船舶の周囲において水平面を呈する表面の高さを検出してもよい。船舶の周囲とは、この場合、船舶に搭載されるカメラが撮像する領域を意味する。

40

この発明の一実施形態の方法では、前記第1高さおよび前記第2高さが、陸上で地面よりも高い位置に設定される。この方法によれば、陸上において、地面よりも高い位置に設定した第1および第2キャリブレーション面上にそれぞれ第1および第2キャリブレーション標識が配置される。すなわち、船舶が陸上にある状態で、地面よりも高い位置にキャリブレーション面が設定され、そのキャリブレーション面上に配置されたキャリブレーション標識を用いてキャリブレーションを行うことができる。よって、船舶を水面に浮かべ

50

ることなく、容易に船舶用俯瞰画像生成装置のキャリブレーションを行える。

【0019】

この発明の一実施形態は、隣り合う撮像領域が重複領域を有するようにそれぞれの撮像領域を設定して船舶に搭載される複数のカメラが撮像する画像を俯瞰面に射影変換して船舶の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像を生成する船舶用俯瞰画像生成装置を提供する。この装置は、前記複数のカメラが撮像する画像を第1高さに設定された第1キャリブレーション面に射影変換するための第1基準パラメータと、前記複数のカメラが撮像する画像を前記第1高さとは異なる第2高さに設定された第2キャリブレーション面に射影変換するための第2基準パラメータとを記憶する基準パラメータメモリと、前記第1基準変換パラメータおよび前記第2基準変換パラメータのうちの一方または両方に基づいて、前記複数のカメラが撮像する画像を前記俯瞰面に射影変換するために適用すべき適用パラメータを演算する演算装置と、を含む。

10

【0020】

この船舶用俯瞰画像生成装置によれば、船舶に搭載される複数のカメラがそれぞれ撮像する複数の画像を俯瞰面に射影変換することによって、船舶の上方の始点から俯瞰した俯瞰画像が生成される。この装置の基準パラメータメモリには、第1高さの第1キャリブレーション面および第2高さの第2キャリブレーション面への射影変換のための第1および第2基準パラメータが記憶されている。演算装置は、これらの第1および第2基準パラメータの一方または両方を用いて、俯瞰面への射影変換のための適用パラメータを演算する。したがって、俯瞰面の高さの変化または変更に対応して適切な適用パラメータを用いた射影変換を行うことができるので、妥当な俯瞰画像を容易に生成できる。

20

【0021】

この発明の一実施形態では、船舶用俯瞰画像生成装置は、前記俯瞰面の高さを取得する装置をさらに含み、前記演算装置が、前記取得される俯瞰面の高さを用いる。

この構成によれば、俯瞰面の高さが取得され、その高さの俯瞰面への射影変換のための適用パラメータが第1および第2基準パラメータに基づいて取得される。それにより、俯瞰面の高さの変化または変更に対応して適切な適用パラメータが取得されるから、妥当な俯瞰画像の生成が容易になる。

【0022】

たとえば、演算装置は、取得された俯瞰面の高さと前記第1および第2高さに基づいて、第1および第2基準パラメータに対する補間処理によって、適用パラメータが求めてもよい。

30

この発明の一実施形態では、前記俯瞰面の高さを取得する装置が、操作者によって操作される入力装置を含む。この構成によれば、操作者が入力装置を操作することによって、俯瞰面の高さを設定できる。そして、その設定された高さの俯瞰面への射影変換のための適用パラメータが第1および第2基準パラメータに基づいて求められる。こうして、操作者が設定した高さの俯瞰面に対して適切な適用パラメータが取得されるので、妥当な俯瞰画像の生成が容易になる。

【0023】

この発明の一実施形態では、前記俯瞰面の高さを取得する装置が、前記船舶に搭載され前記俯瞰面の高さを検出するセンサを含む。この構成によれば、船舶に搭載されたセンサによって俯瞰面の高さが検出される。そして、その検出された高さの俯瞰面への射影変換のための適用パラメータが第1および第2基準パラメータに基づいて求められる。したがって、センサが検出した高さの俯瞰面に対して適切な適用パラメータが取得されるので、操作者による操作を要することなく、妥当な俯瞰画像を容易に生成できる。

40

【0024】

たとえば、センサは、船舶に対する水面の高さを検出してもよい。また、センサは、船舶に対する栈橋上面の高さを検出してもよい。より一般化すれば、センサは、船舶の周囲において水平面を呈する表面の高さを検出してもよい。船舶の周囲とは、この場合、船舶に搭載されるカメラが撮像する領域を意味する。

50

【発明の効果】

【0025】

この発明の一実施形態により、妥当な俯瞰画像の生成を容易にすることができる船舶用俯瞰画像生成装置およびそのキャリブレーション方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、この発明の一実施形態に係る船舶の斜視図である。

【図2】図2は、カメラの配置例を説明するための図解的な平面図である。

【図3】図3は、俯瞰画像の例を示す。

【図4】図4は、キャリブレーションの概要を説明するための図である。

10

【図5】図5は、カメラと俯瞰面との位置関係を説明するための図解的な側面図である。

【図6】図6は、俯瞰システムの電氣的構成を説明するためのブロック図である。

【図7】図7は、俯瞰画像の表示例、および俯瞰面の高さを入力するための操作画像を示す。

【図8】図8Aおよび図8Bは、第1および第2基準パラメータを求めるためのキャリブレーションに用いる治具を説明するための図解的な断面図である。

【図9】図9は、第1および第2基準パラメータを取得するためのキャリブレーションの手順を説明するためのフローチャートである。

【図10A】図10Aは、使用時のキャリブレーションを説明するためのフローチャートであり、手動モードでのキャリブレーションの流れを示す。

20

【図10B】図10Bは、使用時のキャリブレーションを説明するためのフローチャートであり、自動モードでのキャリブレーションの流れを示す。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図1は、この発明の一実施形態に係る船舶の斜視図である。船舶1は、いわゆる小型船舶であってもよい。小型船舶とは、総トン数20トン未満の船舶をいう。ただし、総トン数が20トン以上の船舶であっても、長さが20メートル未満であるものは小型船舶に含まれる。

【0028】

30

船舶1は、船体2と、推進機3とを含む。推進機3は、この実施形態では、船体2の後尾に取り付けられた船外機である。船体2の中央付近には、コックピット5が設けられている。コックピット5内には、ステアリングホイール、アクセルレバー、表示装置、各種操作スイッチ類などが装備されている。

船舶1には、船体2の周囲の画像を撮像するための複数のカメラ7が搭載されている。カメラ7は、船体2の周壁部2Aの上縁付近に取り付けられていてもよく、コックピット5の上方縁部に取り付けられていてもよい。

【0029】

図1には、船舶1が陸上に置かれている状態が示されている。地面15に置かれた台車16に船舶1が支持されている。台車16は、船底2Bに接して船体2を下方から支持する台車本体17と、台車本体17の下部に転動可能に取り付けられた車輪18とを含む。台車16に支持された船舶1の喫水線4は、必ずしも地面15と平行ではない。

40

図2は、複数のカメラ7の配置例を説明するための図解的な平面図である。複数のカメラ7は、この例では、船体2の前方左舷および前方右舷の周壁部2Aの上縁にそれぞれ配置された左前カメラ7Aおよび右前カメラ7Bを含む。複数のカメラ7は、この例では、さらに、コックピット5の左右の上縁にそれぞれ配置された左後カメラ7Dおよび右後カメラ7Cを含む。これらのカメラ7は、視野角の広い広角レンズを有することが好ましく、より具体的には魚眼レンズを有していることが好ましい。

【0030】

左前カメラ7Aは、たとえば、平面視において、船体2の左舷前方縁部と直交する光軸

50

8 Aを中心として、船体 2 の左前方に 180 度以上の視野角 9 Aを有し、平面視において、当該視野角 9 Aを中心角とする扇形の撮像領域 10 Aを有している。同様に、右前カメラ 7 Bは、たとえば、平面視において、船体 2 の右舷前方縁部と直交する光軸 8 Bを中心として、船体 2 の右前方に 180 度以上の視野角 9 Bを有し、平面視において、当該視野角 9 Bを中心角とする扇形の撮像領域 10 Bを有している。さらに、左後カメラ 7 Dは、たとえば、平面視において、船体 2 の前後方向とほぼ直交する光軸 8 Dを中心として、船体 2 の左方に 180 度以上の視野角 9 Dを有し、平面視において、当該視野角 9 Dを中心角とする扇形の撮像領域 10 Dを有している。同様に、右後カメラ 7 Cは、たとえば、平面視において、船体 2 の前後方向と直交する光軸 8 Cを中心として、船体 2 の右方に 180 度以上の視野角 9 Cを有し、平面視において、当該視野角 9 Cを中心角とする扇形の撮像領域 10 Cを有している。これらのカメラ 7 A－7 Dの光軸 8 A－8 Dは、下方に向けて傾斜している。

【0031】

左前カメラ 7 Aおよび右前カメラ 7 Bのそれぞれの撮像領域 10 A，10 Bは、互いに隣り合っており、かつ船体 2 の前方に重複領域 A Bを有している。また、右前カメラ 7 Bおよび右後カメラ 7 Cのそれぞれの撮像領域 10 B，10 Cは、互いに隣り合っており、かつ船体 2 の右方に重複領域 B Cを有している。また、右後カメラ 7 Cおよび左後カメラ 7 Dのそれぞれの撮像領域 10 C，10 Dは、互いに隣り合っており、かつ船体 2 の後方に重複領域 C Dを有している。さらに、左後カメラ 7 Dおよび左前カメラ 7 Aのそれぞれの撮像領域 10 D，10 Aは、互いに隣り合っており、かつ船体 2 の左方に重複領域 D Aを有している。

【0032】

図 3 は、俯瞰画像の例を示す。俯瞰画像 S V I は、船舶 1 の上方の視点から俯瞰した画像であり、複数のカメラ 7 A－7 Dがそれぞれ撮像したカメラ画像を俯瞰面（たとえば水平面）に射影変換して俯瞰変換画像 2 1 A－2 1 Dを作成し、それらを合成することによって得られる。図 3 の例では、さらに、船舶 1 を平面視した画像（船舶画像）2 0 が合成されている。重複領域 A B，B C，C D，D Aについては、たとえば、各重複領域 A B，B C，C D，D Aを二分割して、隣り合う撮像領域のそれぞれの俯瞰変換画像中の画像部分を用いてもよい。俯瞰面は、複数のカメラ 7 のいずれよりも下方に設定される面であり、たとえば水平面である。水平面とは、この場合、船舶 1 を水面に浮かべて、たとえば停泊状態または極低速航走状態としたときに水面と平行になる面である。

【0033】

射影変換に適用されるべき適切なパラメータは、各カメラ 7 と俯瞰面との位置関係によって異なる。パラメータが適切でない場合には、隣り合う撮像領域を撮像して得られる画像が俯瞰画像 S V I 中で不整合となる。たとえば、水面 3 1 に俯瞰面を設定するときと、水面の上方に突き出した栈橋の上面 3 2 の高さに俯瞰面を設定するときとでは、適切なパラメータが異なる。

【0034】

図 4 は、適切なパラメータの設定、すなわち、キャリブレーションの一例を説明するための図である。図 4 には、船舶画像 2 0 を含む俯瞰画像 S V A と、複数のカメラ 7 A－7 Dで撮像した画像を射影変換して得られた俯瞰変換画像 2 1 A－2 1 Dとが示されている。

たとえば、左前カメラ 7 Aと右前カメラ 7 Bとの重複領域 A Bにキャリブレーション標識を配置して各カメラ 7 A，7 Bで船舶 1 の周囲の画像を撮像し、それらの画像を射影変換して俯瞰変換画像 2 1 A，2 1 Bを得る場合を想定する。それらの俯瞰変換画像 2 1 A，2 1 Bには、キャリブレーション標識の画像（キャリブレーション標識画像）2 5 A，2 5 Bがそれぞれ含まれている。そこで、俯瞰変換画像 2 1 A，2 1 Bを船体 2 の位置を基準に重ね合わせる。このとき、2 つのキャリブレーション標識画像 2 5 A，2 5 Bが互いにずれている場合、左前カメラ 7 Aおよび左後カメラ 7 Bにそれぞれ適用される射影変換パラメータの一方または両方が不適切である。

【0035】

「キャリブレーション標識画像が互いにずれている場合」とは、2つのキャリブレーション標識画像25A、25Bが平行移動の関係にある場合、回転移動の関係にある場合、ならびに平行移動および回転移動を複合した関係にある場合を含む。さらに、キャリブレーション標識画像25A、25Bの形状の相違によってずれが生じている場合を含む。

2つのキャリブレーション標識画像25A、25Bが整合して重なり合うように射影変換パラメータを調整することによって、キャリブレーションが達成され、適切な俯瞰画像SVIを得ることができる。

【0036】

キャリブレーション標識25は、図4の例では、格子状のチェッカーパターンである。たとえば、一对の白色正方形および一对の黒色正方向が共有する格子点に着目し、2つのキャリブレーション標識画像25A、25Bにおける対応する格子点座標間距離が俯瞰面上で最小となるように、射影変換パラメータを調整してもよい。2つ以上（より好ましくは3つ以上、さらに好ましくは4つ以上）の格子点に関して対応する格子点座標間距離が最小となるように、射影変換パラメータを調整することが好ましい。

【0037】

図5は、カメラと俯瞰面との位置関係を説明するための図解的な側面図である。前述のとおり、俯瞰面SVPは、水面31である場合もあるが、水面31から突出した栈橋の上面32である場合もある。また、船体2に対する水面31または栈橋上面32の相対的な高さは、船舶1の積荷、乗員数などの要因によって変動し得る。このように、俯瞰面SVPは、主として高さが変動し得るため、カメラ7と俯瞰面SVPとの位置関係は必ずしも一定ではない。それに応じて、射影変換のための妥当なパラメータも変動する。

【0038】

大型の船舶1であれば、港湾内での停泊位置が限定されており、かつ積荷等に影響によってカメラと俯瞰面との位置関係の変動も実質的に生じないと考えても差し支えない。しかし、小型船舶では、停泊位置が様々である。加えて、俯瞰面からカメラまでの距離が近いから、積荷の量等によって、それらの位置関係が大きく変動する。したがって、射影変換に適用すべきパラメータも大きく変動する。

【0039】

図6は、船舶1に搭載されて俯瞰画像SVIを使用者に提供する俯瞰システム40の電氣的構成を説明するためのブロック図である。俯瞰システム40は、カメラ7A-7Dと、俯瞰画像生成装置41と、表示装置42とを含む。俯瞰画像生成装置41は、処理装置本体43と、入力装置44と、高さセンサ45とを含む。処理装置本体43は、プロセッサ(CPU)46と、メモリ47とを含む。プロセッサ46は、この発明の一実施形態における演算装置の一例である。メモリ47は、この発明の一実施形態における基準パラメータメモリの一例である。処理装置本体43に、入力装置44、高さセンサ45および表示装置42が接続されている。表示装置42は、液晶表示パネル等の二次元表示装置であってもよい。入力装置44は、たとえば、表示装置42の表示画面上に設けられたタッチパネルであってもよい。高さセンサ45は、船体2に対する俯瞰面SVPの相対的な高さを検出するためのセンサである。より具体的には、高さセンサ45は、距離センサを用いて構成することができる。

【0040】

メモリ47には、プロセッサ46が実行するプログラム48と、プロセッサ46が実行する演算で使用したり、またその演算によって生成されたりするデータ50とが格納される。メモリ47に格納されるデータ50は、カメラ7が出力する画像データ(カメラ画像データ)51と、そのカメラ画像データ51を射影変換するためのパラメータ52と、画像データを射影変換して得られる俯瞰変換画像データ53とを含む。データ50は、船舶1を平面視した船舶画像20を表す画像データ(船舶画像データ)54を含んでいてもよい。データ50は、さらに、俯瞰変換画像データ53および船舶画像データ54を合成して得られる俯瞰画像データ55を含む。パラメータ52は、俯瞰面SVPの高さHに応じ

10

20

30

40

50

た適切なパラメータを演算するための基準となる、第1基準パラメータREF1および第2基準パラメータREF2を含む。また、パラメータ52は、射影変換のために適用される適用パラメータを含む。

【0041】

第1基準パラメータREF1は、第1高さH1の俯瞰面（以下「第1キャリブレーション面」という。）CP1への射影変換に対して適切に定められたパラメータである。第2基準パラメータREF2は、第1高さH1とは異なる第2高さH2の俯瞰面（以下「第2キャリブレーション面」という。）CP2への射影変換に対して適切に定められたパラメータである。第1および第2高さH1、H2以外の高さHに俯瞰面SVPが設定されるときには、プロセッサ46は、第1および第2基準パラメータREF1、REF2を用いた演算（たとえば線形補間演算）を実行する。それにより、第1および第2高さH1、H2以外の任意の高さHに俯瞰面SVPへの射影変換に適用すべき適切なパラメータを得ることができる。

10

【0042】

事前に適切な第1および第2基準パラメータREF1、REF2を求めること、および俯瞰面SVPの高さHに応じた適切な適用パラメータを求めることは、いずれも、この発明の一実施形態におけるキャリブレーションの例に含まれる。

図7は、表示装置42における俯瞰画像SVIの表示例を示す。表示装置42の表示画面42Sには、俯瞰画像SVIと、操作画像60とが表示される。操作画像60は、この例では、自動ボタン61、手動ボタン62、スライダ操作部63および設定値表示部64を含む。自動ボタン61は、高さセンサ45による高さ検出に応じて射影変換のパラメータを演算する自動モードを選択するための操作ボタンである。手動ボタン62は、高さ情報（船体2に対する相対的な高さを表す情報）を操作者が手動入力するための手動モードを選択するための操作ボタンである。スライダ操作部63は、高さ情報を手動入力するための操作部である。設定値表示部64は、スライダ操作部63の操作によって設定された高さ情報を表示する。自動ボタン61、手動ボタン62およびスライダ操作部63のそれぞれの操作入力は、入力装置44（たとえば表示画面42S上に配置されたタッチパネル）によって検出され、プロセッサ46に入力される。

20

【0043】

図8Aおよび図8Bは、第1および第2基準パラメータREF1、REF2を求めるためのキャリブレーションに用いる治具70を説明するための図解的な断面図である。キャリブレーションは、カメラ7A-7Dの隣り合う撮像領域10A-10Dの重複領域AB、BC、CD、DAにキャリブレーション標識25を配置して行われる。第1基準パラメータREF1を求めるときには、図8Aに示すように、第1高さH1に設定した第1キャリブレーション面CP1（好ましくは俯瞰面に平行な平面。たとえば水平面）に第1キャリブレーション標識25が配置される。第2基準パラメータREF2を求めるときには、図8Bに示すように、第2高さH2に設定した第2キャリブレーション面CP2（好ましくは俯瞰面に平行な平面。たとえば水平面）に第2キャリブレーション標識25が配置される。第1キャリブレーション標識および第2キャリブレーション標識は、同一であっても異なってもよい。この実施形態では、同一キャリブレーション標識25が第1および第2キャリブレーション標識として用いられる。

30

40

【0044】

治具70は、キャリブレーション標識25を保持した状態で、船体2によって支持可能に構成されている。より具体的には、治具70は、船体2に取り付けられる取付部71と、キャリブレーション標識25を保持する標識保持部72と、取付部71に対する標識保持部72の高さを変動させ、かつ調整後の高さを保持する高さ調節部73とを含む。

治具70を船体2に取り付け、かつ高さ調節部73を操作することによって、キャリブレーション標識25を第1高さH1に設定した第1キャリブレーション面CP1、または第2高さH2に設定した第2キャリブレーション面CP2に配置することができる。

【0045】

50

しかも、治具 70 は、船体 2 に取り付けられて船体 2 に支持されるので、船舶 1 が陸上にある状態（図 1 参照）で、地面 15 よりも高い第 1 高さ H1 および第 2 高さ H2 にキャリブレーション標識 25 を配置できる。つまり、治具 70 を用いることにより、陸上でキャリブレーションを実行できる。

図 9 は、第 1 および第 2 基準パラメータ REF1, REF2 を取得するためのキャリブレーションの手順を説明するためのフローチャートである。

【0046】

このキャリブレーションは、典型的には、船舶 1 の製造業者、船舶 1 のメンテナンス業者、俯瞰画像生成装置 41 の提供業者等によって実行される。これらの業者は、カメラ 7 の設置位置・姿勢を決定したり、カメラ 7 の設置位置・姿勢を調整したりする。カメラ 7 の設置位置・姿勢に応じて、カメラ 7 と俯瞰面 SVP との位置関係が変動する。そのため、適切な第 1 および第 2 基準パラメータ REF1, REF2 を取得するためのキャリブレーションが必要になる。

【0047】

自動車の場合には、俯瞰画像を得るためのカメラの設置位置・姿勢は、車種によって一定である。それに対して、船舶 1 の場合には、カメラの設置位置・姿勢は、上記のような業者によって選択され、事実上、固定された位置または姿勢は存在しない。

キャリブレーションの作業者は、入力装置 44 を操作して、俯瞰画像生成装置 41 をキャリブレーションモードに設定する（ステップ S1）。さらに、作業者は、入力装置 44 を操作して、キャリブレーション対象、すなわち、射影変換のパラメータを変更すべきカメラ 7 を指定する（ステップ S11）。また、作業者は、キャリブレーション対象カメラ 7 の撮像領域と他のカメラ 7 の撮像領域との重複領域において、第 1 高さ H1 にキャリブレーション標識 25 を配置する（ステップ S12）。

【0048】

その状態で、キャリブレーション対象カメラ 7 と、前記キャリブレーション標識 25 が配置された重複領域を撮像領域中に含む他のカメラ 7 とで、それぞれの撮像領域が撮像され、対応するカメラ画像データ 51 が得られる（ステップ S13）。このカメラ画像データ 51 は、この発明の一実施形態における第 1 キャリブレーション画像を表すデータである。こうして得られたカメラ画像データ 51 は、メモリ 47 に格納されているパラメータに基づいて射影変換され、それによって、2 つの俯瞰変換画像データ 53 が生成される（ステップ S14）。

【0049】

作業者は、入力装置 44 を操作して、キャリブレーション対象カメラ 7 に対応する俯瞰変換画像データ 53 を表示装置 42 に画像表示させる（ステップ S15）。また、作業者は、入力装置 44 を操作して、キャリブレーション標識 25 を配置した重複領域を撮像領域に含む別のカメラ 7 に対応する俯瞰変換画像データ 53 の画像を表示装置 42 にオーバーレイ表示させる（ステップ S15）。このとき、2 つの俯瞰変換画像データ 53 の画像は、重複領域を含む領域が表示装置 42 に表示される。これらの 2 つの俯瞰変換画像データ 53 のオーバーレイ表示は、入力装置 44 の操作を要することなく、自動的に実行されてもよい。

【0050】

作業者は、表示された画像が適切かどうかを調べ、キャリブレーション対象カメラの画像に問題があれば、当該キャリブレーション対象カメラ（たとえば左前カメラ 7A）に対応するパラメータを調整する（ステップ S16）。より具体的には、作業者は、表示された 2 つの俯瞰変換画像 21A, 21B（図 4 参照）中に表れるキャリブレーション標識画像 25A, 25B に着目する。射影変換のパラメータが適切であれば、2 つの俯瞰変換画像 21A, 21B 中に含まれるキャリブレーション標識画像 25A, 25B が重なり合う。射影変換のパラメータが不適切であれば、2 つの俯瞰変換画像 21A, 21B 中に含まれるキャリブレーション標識画像 25A, 25B にずれが生じる。そこで、作業者は、キャリブレーション標識画像 25A, 25B にずれが生じているときには、それらのずれが

10

20

30

40

50

最小となるようにして、キャリブレーション標識画像 25 A, 25 B が重なり合う（整合する）ように、キャリブレーション対象カメラ 7 A に対応するパラメータを調整する。調整されたパラメータは、キャリブレーション対象カメラの第 1 基準パラメータ REF 1 としてメモリ 47 に格納される（ステップ S 17）。

【0051】

パラメータの調整は、たとえば、入力装置 44 を用いて行うことができる。入力装置 44 を用いる代わりに、専用ツールをインストールしたパーソナルコンピュータを処理装置本体 43 に接続して、パラメータを調整できるようにしてもよい。この場合に、俯瞰変換画像データ 53 のオーバーレイ表示は、パーソナルコンピュータに備えられた表示装置上で行われてもよい。

10

【0052】

パラメータの調整（ステップ S 16）は、プロセッサ 46 または前述の専用ツールをインストールしたパーソナルコンピュータによる自動処理で行うこともできる。具体的には、2つのキャリブレーション標識画像 25 A, 25 B 中の対応する格子点（2つ以上、好ましくは3つ以上）を画像データに基づいて自動認識し、それらの間の距離を最小にするパラメータを自動演算によって求めるプログラムを用いればよい。

【0053】

同様の手順が、キャリブレーション対象カメラを順次（かつ必要に応じて循環的に）変更しながら、繰り返し実行される（ステップ S 18）。この手順は、いずれの重複領域 A B, B C, C D, D A にキャリブレーション標識 25 を配置したときにも、隣接する2つの撮像領域を有する2つのカメラから得られる俯瞰変換画像中のキャリブレーション標識画像が十分に整合する状態となるまで、繰り返される。こうして、全てのカメラについて、適切な第 1 基準パラメータ REF 1 がメモリ 47 に格納された状態となる（ステップ S 18：YES）。適切な第 1 基準パラメータ REF 1 が得られるまでに、同一のカメラに対して2回以上のキャリブレーション操作が行われてもよい。

20

【0054】

次に、作業者は、第 2 基準パラメータ REF 2 を求めるための操作を行う。作業者は、まず、入力装置 44 を操作して、キャリブレーション対象のカメラを指定する（ステップ S 21）。また、作業者は、キャリブレーション対象のカメラの撮像領域と他のカメラの撮像領域との重複領域において第 2 高さ H 2 にキャリブレーション標識 25 を配置する（ステップ S 22）。その状態で、キャリブレーション対象カメラ 7 と、キャリブレーション標識 25 が配置された重複領域を撮像領域中に含む別のカメラ 7 とで、それぞれの撮像領域が撮像され、対応するカメラ画像データ 51 が得られる（ステップ S 23）。このカメラ画像データ 51 は、この発明の一実施形態における第 2 キャリブレーション画像を表すデータである。こうして得られたカメラ画像データ 51 は、メモリ 47 に格納されている対応のパラメータに基づいてそれぞれ射影変換される（ステップ S 24）。それによって、2つの俯瞰変換画像データ 53 が生成され、対応する俯瞰変換画像が表示装置 42 にオーバーレイ表示される（ステップ S 25）。その後、第 1 基準パラメータ REF 1 の場合と同様にして、キャリブレーション対象カメラ 7 の第 2 基準パラメータ REF 2 が求められて（ステップ S 26）、メモリ 47 に格納される（ステップ S 27）。

30

40

【0055】

同様の手順が、キャリブレーション対象カメラを順次（かつ必要に応じて循環的に）変更しながら、繰り返し実行される（ステップ S 28）。この手順は、いずれの重複領域 A B, B C, C D, D A にキャリブレーション標識 25 を配置したときにも、隣接する2つの撮像領域を有する2つのカメラから得られる俯瞰変換画像中のキャリブレーション標識画像 25 A, 25 B が十分に整合する状態となるまで、繰り返される。こうして、全てのカメラについて、適切な第 2 基準パラメータ REF 2 がメモリ 47 に格納された状態となる（ステップ S 28：YES）。適切な第 2 基準パラメータ REF 2 が得られるまでに、同一のカメラに対して2回以上のキャリブレーション操作が行われてもよい。

【0056】

50

全てのカメラ7に対して適切な第1および第2基準パラメータREF1, REF2が求まると、作業者は、入力装置44を操作して、キャリブレーションモードを終える。

図10Aおよび図10Bは、第1および第2基準パラメータREF1, REF2がメモリ47に格納された状態で行われるキャリブレーションを説明するためのフローチャートである。これらのキャリブレーションは、典型的には、船舶1の使用時に行われる。図10Aは、手動モードでのキャリブレーションの流れを示す。この手動キャリブレーションにおける操作者は、典型的には船舶1の使用である。図10Bは、自動モードでのキャリブレーションの流れを示す。

【0057】

図10Aに示す手動モードのキャリブレーションは、入力装置44を操作して俯瞰画像SVI（図7参照）を表示させ、手動ボタン62を操作することによって開始される。操作者は、スライダ操作部63を操作することによって、俯瞰面SVPの高さHを入力する（ステップS31）。すると、プロセッサ46は、メモリ47から第1および第2基準パラメータREF1, REF2を読み出し（ステップS32）、それらと、入力された高さHとに基づいて、射影変換に適用すべき適用パラメータを算出する（ステップS33）。そして、プロセッサ46は、その算出された適用パラメータに基づいて、カメラ画像データ51を射影変換して、俯瞰変換画像データ53を求め、メモリ47に格納する（ステップS34）。そして、プロセッサ46は、その俯瞰変換画像データ53と船舶画像データ54とを合成して、俯瞰画像SVIを生成し、その俯瞰画像SVIを表示装置42に表示する（ステップS35）。

【0058】

図10Bに示す自動モードのキャリブレーションでは、高さセンサ45によって俯瞰面SVPの高さ情報Hが取得される（ステップS41）。それ以外の演算および処理（ステップS32～S36）は、図10Aの手動モードの場合と同様である。

以上のように、この実施形態によれば、複数のカメラ7がそれぞれ撮像する複数の画像を俯瞰面SVPに射影変換することにより、船舶1の上方の視点から俯瞰した俯瞰画像SVIが生成される。射影変換のパラメータを調整するためのキャリブレーションでは、陸上において、地面よりも高い位置に設定した俯瞰面SVP（第1および第2キャリブレーション面CP1, CP2）上にキャリブレーション標識25が配置される。このとき、キャリブレーション標識25は、複数のカメラ7の隣り合う撮像領域の重複領域に配置される。この状態で、複数のカメラ7が撮像する画像（キャリブレーション画像）には、共通にキャリブレーション標識25の画像が含まれている。そこで、複数のキャリブレーション画像を射影変換したときに、複数のキャリブレーション画像中のキャリブレーション標識画像25A, 25Bが整合するように、射影変換のパラメータが調整される。これにより、射影変換に適用されるべき適切なパラメータを得ることができる。

【0059】

この実施形態の方法では、船舶1が陸上にある状態で、地面よりも高い位置に俯瞰面SVPが設定され、その俯瞰面SVP上に配置されたキャリブレーション標識25を用いてキャリブレーションを行うことができる。すなわち、船舶1を水面に浮かべることなく、容易にキャリブレーションを行える。

第1および第2キャリブレーション面CP1, CP2の一方または両方は、実際に想定される俯瞰面SVPの高さに設定されることが好ましい。この場合、第1および第2基準パラメータの一方または両方は、そのまま射影変換に適用する適用パラメータとして用いることができる。

【0060】

また、この実施形態では、船舶1に取り付け可能な治具70によってキャリブレーション標識25を保持した状態で、キャリブレーション画像を取得できる。したがって、地面から離れた高さに設定される俯瞰面SVP（キャリブレーション面）上にキャリブレーション標識25を容易にかつ正確に配置できる。すなわち、陸上から立ち上げた構造物でキャリブレーション標識25を保持する必要がないので、キャリブレーション標識25の配

10

20

30

40

50

置が容易である。また、俯瞰面 S V P は、船体 2 に対して相対的に定まる平面であるから、治具 70 を介して船舶 1 によってキャリブレーション標識 25 を保持することによって、キャリブレーション標識 25 を正確に俯瞰面 S V P（キャリブレーション面）上に配置できる。

【0061】

また、この実施形態では、治具 70 は、船舶 1 に対するキャリブレーション標識 25 の高さを変更可能に構成されている。したがって、船舶 1 に対するキャリブレーション標識 25 の相対的な高さを変更可能であるので、俯瞰面 S V P の高さを様々に設定したキャリブレーションを容易に行うことができる。

さらに、この実施形態では、第 1 高さ H 1 の第 1 キャリブレーション面 C P 1 および第 2 高さ H 2 の第 2 キャリブレーション面 C P 2 に関して、それぞれ、複数の第 1 キャリブレーション画像および複数の第 2 キャリブレーション画像が取得される（ステップ S 1 4, S 2 4）。そして、複数の第 1 キャリブレーション画像を第 1 キャリブレーション面 C P 1 に射影変換するための第 1 基準パラメータ R E F 1 が求められる（ステップ S 1 6）。同様に、複数の第 2 キャリブレーション画像を第 2 キャリブレーション面 C P 2 に射影変換するための第 2 基準パラメータ R E F 2 が求められる（ステップ S 1 7）。このようにして、第 1 および第 2 高さ H 1, H 2 の面（好ましくは俯瞰面に平行な平面。たとえば水平面）である第 1 および第 2 キャリブレーション面 C P 1, C P 2 に関して適切な射影変換のためのパラメータが求められる。それにより、俯瞰面 S V P の高さ H の変化または変更に対応して適切なパラメータを選択できる。それにより、妥当な俯瞰画像 S V I の生成が容易になる。

【0062】

また、この実施形態では、使用者の操作入力または高さセンサ 45 による自動検出によって俯瞰面 S V P の高さ H が取得され、その高さ H の俯瞰面 S V P への射影変換のための適用パラメータが第 1 および第 2 基準パラメータ R E F 1, R E F 2 に基づいて取得される。これにより、俯瞰面 S V P の高さ H の変化または変更に対応して適切な適用パラメータが取得されるから、妥当な俯瞰画像 S V I の生成が容易になる。

【0063】

手動モードでは、操作者が設定した高さ H の俯瞰面 S V P に対して適切な適用パラメータが取得されるので、妥当な俯瞰画像 S V I の生成が容易になる。

自動モードでは、船舶 1 に搭載された高さセンサ 45 によって俯瞰面 S V P の高さ H が検出され、その検出された高さ H の俯瞰面 S V P への射影変換のための適用パラメータが第 1 および第 2 基準パラメータ R E F 1, R E F 2 に基づいて求められる。したがって、高さセンサ 45 が検出した高さ H の俯瞰面 S V P に対して適切な適用パラメータが取得されるので、操作者による操作を要することなく、妥当な俯瞰画像 S V I を容易に生成できる。

【0064】

また、この実施形態では、陸上において、地面よりも高い位置に設定した第 1 および第 2 キャリブレーション面 C P 1, C P 2 上にそれぞれ第 1 および第 2 キャリブレーション標識 25 が配置される。すなわち、船舶 1 が陸上にある状態で、地面よりも高い位置にキャリブレーション面 C P 1, C P 2 が設定され、そのキャリブレーション面 C P 1, C P 2 上に配置されたキャリブレーション標識 25 を用いてキャリブレーションを行うことができる。よって、船舶 1 を水面に浮かべることなく、容易に船舶用俯瞰画像生成装置 41 のキャリブレーションを行える。

【0065】

また、この実施形態では、俯瞰画像生成装置 41 の処理装置本体 43 が備えるメモリ 47 には、第 1 高さ H 1 の第 1 キャリブレーション面 C P 1 および第 2 高さ H 2 の第 2 キャリブレーション面 C P 2 への射影変換のための第 1 および第 2 基準パラメータ R E F 1, R E F 2 が記憶されている。プロセッサ 46 は、これらの第 1 および第 2 基準パラメータ R E F 1, R E F 2 の一方または両方を用いて、俯瞰面 S V P への射影変換のための適用

パラメータを演算する。したがって、俯瞰面 S V P の高さ H の変化または変更に対応して適切な適用パラメータを用いた射影変換を行うことができるので、妥当な俯瞰画像 S V I を容易に生成できる。

【0066】

以上、この発明の一実施形態について説明したが、この発明は、さらに他の形態で実施することもできる。たとえば、前述の実施形態では、第1および第2基準パラメータ R E F 1, R E F 2 が求められてメモリ 47 に格納され、俯瞰面 S V P の高さ H に応じた適用パラメータがそれらの第1および第2基準パラメータ R E F 1, R E F 2 に基づいて演算される。しかし、船体 2 に対する俯瞰面 S V P の高さ H が、実質的に2つである場合には、その想定される2つの俯瞰面 S V P の高さ H に第1および第2高さ H 1, H 2 を合わせればよい。すなわち、第1および第2キャリブレーション面 C P 1, C P 2 がそれぞれ第1および第2俯瞰面であり得る。この場合、第1および第2基準パラメータ R E F 1, R E F 2 は、そのまま第1および第2適用パラメータとして用いることができる。船舶 1 の使用者は、入力装置 44 を操作して、第1および第2適用パラメータのいずれかを選択すればよい。あるいは、高さセンサ 45 が検出する高さ H に応じて、プロセッサ 46 が、第1および第2適用パラメータのいずれかを選択してもよい。

10

【0067】

また、実質的に想定される俯瞰面 S V P の高さ H が一つであれば、その想定される一つの俯瞰面 S V P の高さ H にキャリブレーション標識 25 を配置して、前述の第1および第2基準パラメータ R E F 1, R E F 2 の場合と同様にして、適用パラメータを求めればよい。このように、一つの高さに対して妥当な適用パラメータを求めることも、この発明の一実施形態におけるキャリブレーションの一例である。

20

【0068】

さらにまた、3つ以上の高さにキャリブレーション面を設定して、それらにそれぞれ対応する3つ以上の基準パラメータまたは適用パラメータを求めてもよい。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【符号の説明】

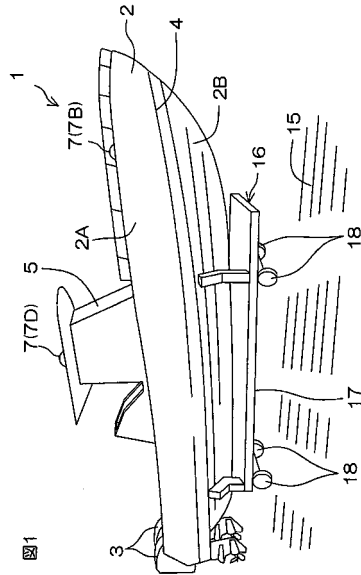
【0069】

1 船舶、2 船体、7 カメラ、10A-10D 撮像領域、15 地面、16 台車、20 船舶画像、21A-21D 俯瞰変換画像、25 キャリブレーション標識、25A, 25B キャリブレーション標識画像、31 水面、32 栈橋上面、40 俯瞰システム、41 俯瞰画像生成装置、42 表示装置、43 処理装置本体、44 入力装置、45 高さセンサ、46 プロセッサ、47 メモリ、51 カメラ画像データ、52 パラメータ、53 俯瞰変換画像データ、54 船舶画像データ、55 俯瞰画像データ、60 操作画像、61 自動ボタン、62 手動ボタン、63 スライダ操作部、64 設定値表示部、70 治具、71 取付部、72 標識保持部、73 高さ調節部、R E F 1 第1基準パラメータ、R E F 2 第2基準パラメータ、H 1 第1高さ、H 2 第2高さ、C P 1 第1キャリブレーション面、C P 2 第2キャリブレーション面、S V I 俯瞰画像、A B, B C, C D, D A 重複領域

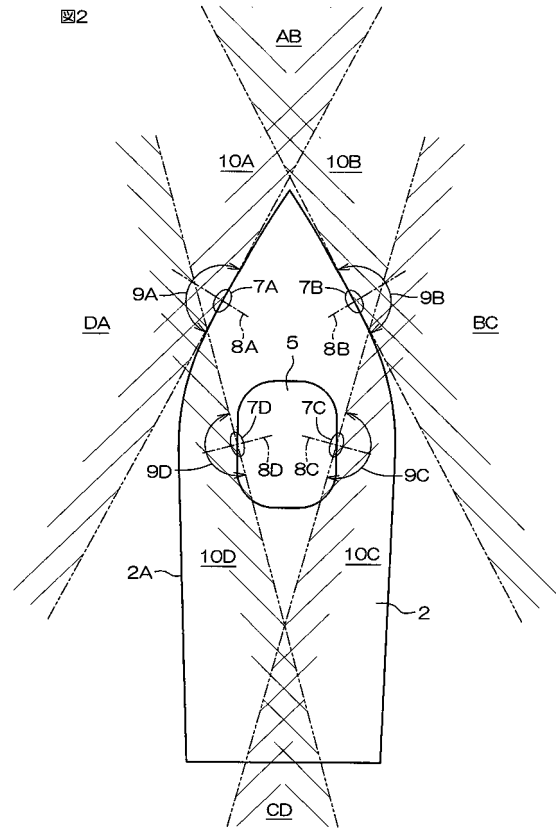
30

40

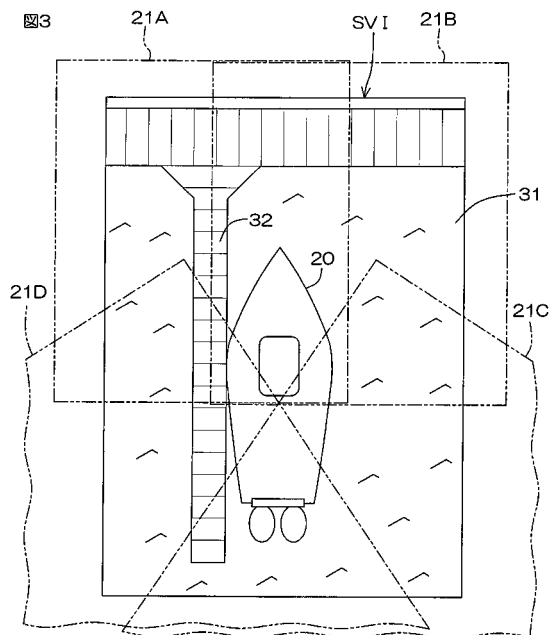
【図 1】



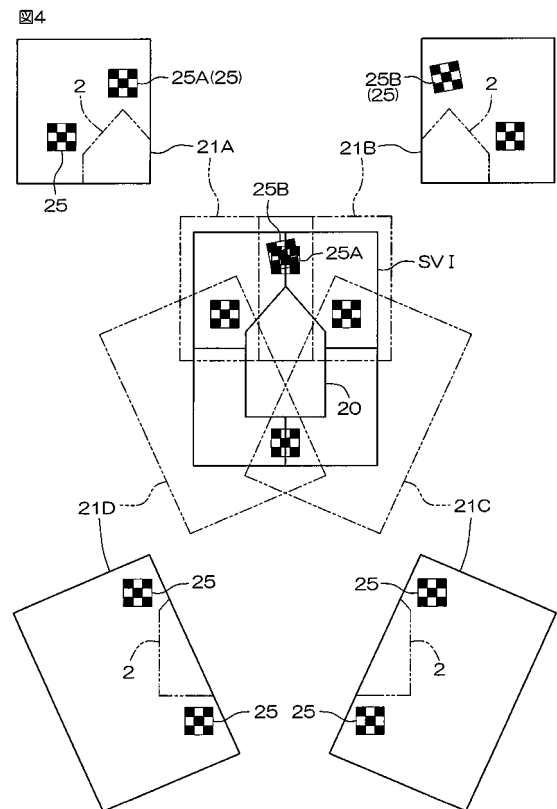
【図 2】



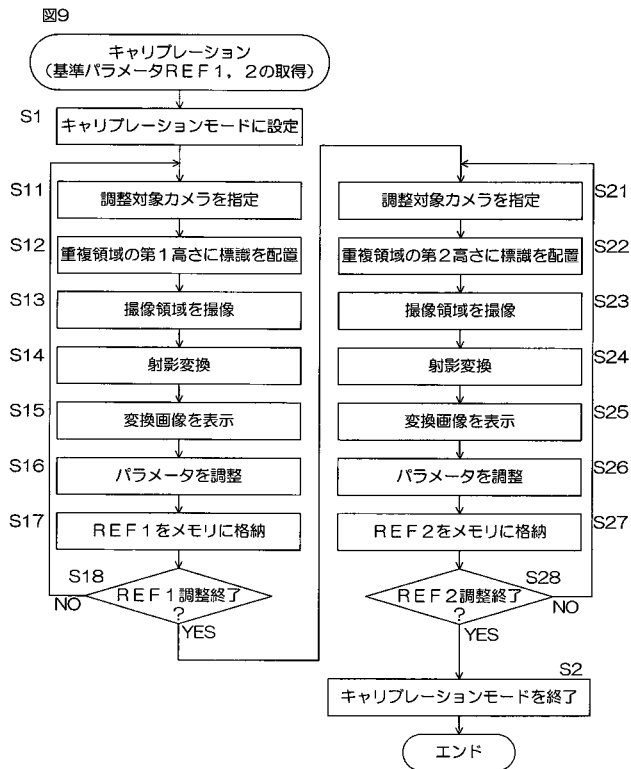
【図 3】



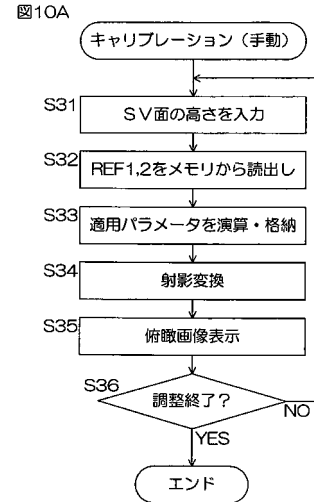
【図 4】



【図 9】



【図 10 A】



【図 10 B】

