

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6716127号
(P6716127)

(45) 発行日 令和2年7月1日(2020.7.1)

(24) 登録日 令和2年6月12日(2020.6.12)

(51) Int. Cl.	F I	
B 6 3 C 11/00 (2006.01)	B 6 3 C	11/00 B
B 6 3 C 11/48 (2006.01)	B 6 3 C	11/48 D
G O 1 S 15/74 (2006.01)	G O 1 S	15/74
G O 1 S 5/30 (2006.01)	G O 1 S	5/30
	B 6 3 C	11/00 C

請求項の数 13 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-54339 (P2016-54339)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成28年3月17日 (2016.3.17)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2017-165333 (P2017-165333A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成29年9月21日 (2017.9.21)	(73) 特許権者	501204525
審査請求日	平成31年2月15日 (2019.2.15)		国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
			東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(出願人による申告) 平成26年度から平成28年度、国立研究開発法人海洋研究開発機構 戦略的イノベーション創造プログラム 次世代海洋資源調査技術「AUV複数運用手法等の技術開発/AUV複数運用手法等の研究開発における洋上中継器(没水型複数管理用)に関する研究開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100176245 弁理士 安田 亮輔
		(74) 代理人	100153969 弁理士 松澤 寿昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水中航走体の航走支援装置、航走体及び水中航走体の航走支援方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水中航走体の航走を支援するように構成され、航走体に搭載される航走支援装置であって、

前記水中航走体との間で音響通信によりデータを通信するように構成された音響通信部と、

前記水中航走体の位置を取得するように構成された音響測位部と、

前記水中航走体の航走経路を記憶する記憶部と、

制御部とを備え、

前記制御部は、

前記記憶部が記憶する前記航走経路に基づいて、前記航走体が前記水中航走体に近づくように前記航走体を航走させる第1の処理と、

前記第1の処理により、前記水中航走体との間で音響通信可能な位置に前記航走体を走行させた後に、前記水中航走体との間でデータを通信するように前記音響通信部を制御する第2の処理とを実行する、水中航走体の航走支援装置。

【請求項2】

前記航走体の絶対位置を取得する位置取得部をさらに備え、

前記制御部は、前記第2の処理において、前記位置取得部によって取得される前記航走体の絶対位置、又は、前記航走体の絶対位置に基づいて算出される前記水中航走体の絶対位置を、前記データとして前記音響通信部により前記水中航走体へと送信させる、請求項

1 に記載の航走支援装置。

【請求項 3】

水中航走体の航走を支援するように構成され、航走体に搭載される航走支援装置であって、

前記水中航走体との間で音響通信によりデータを通信するように構成された音響通信部と、

前記水中航走体の位置を取得するように構成された音響測位部と、

前記航走体の絶対位置を取得する位置取得部と、

制御部とを備え、

前記制御部は、

前記音響測位部が取得する前記水中航走体の位置に基づいて、前記航走体が前記水中航走体に近づくように前記航走体を航走させる第 1 の処理と、

前記位置取得部によって取得された前記航走体の絶対位置と、前記音響測位部によって取得された前記水中航走体の位置とに基づいて、前記水中航走体の絶対位置を算出する第 1 の算出処理と、

前記航走体の絶対位置と、前記水中航走体の絶対位置とに基づいて、前記航走体と前記水中航走体との離間距離を算出する第 2 の算出処理と、

前記第 1 の処理により、前記離間距離が所定の閾値を下回ったか否かを判断する判断処理と、

前記判断処理により、前記離間距離が前記閾値を下回ったと判断されたときに、前記水中航走体との間でデータを通信するように前記音響通信部を制御する第 2 の処理とを実行する、水中航走体の航走支援装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記第 2 の処理において、前記位置取得部によって取得される前記航走体の絶対位置、又は、前記航走体の絶対位置に基づいて算出される前記水中航走体の絶対位置を、前記データとして前記音響通信部により前記水中航走体へと送信させる、請求項 3 に記載の航走支援装置。

【請求項 5】

水中航走体の航走を支援するように構成され、航走体に搭載される航走支援装置であって、

前記水中航走体との間で音響通信によりデータを通信するように構成された音響通信部と、

前記水中航走体の位置を取得するように構成された音響測位部と、

制御部とを備え、

前記制御部は、

前記音響測位部が取得する前記水中航走体の位置に基づいて、前記航走体が前記水中航走体に近づくように前記航走体を航走させる第 1 の処理と、

前記音響通信部が前記水中航走体との間で音響通信を試みて通信ができなかった場合に、前記航走体が前記水中航走体にさらに近づくように前記航走体を航走させる追加航走処理と、

前記第 1 の処理又は前記追加航走処理により、前記水中航走体との間で音響通信可能な位置に前記航走体を走行させた後に、前記水中航走体との間でデータを通信するように前記音響通信部を制御する第 2 の処理とを実行する、水中航走体の航走支援装置。

【請求項 6】

前記航走体の絶対位置を取得する位置取得部をさらに備え、

前記制御部は、前記第 2 の処理において、前記位置取得部によって取得される前記航走体の絶対位置、又は、前記航走体の絶対位置に基づいて算出される前記水中航走体の絶対位置を、前記データとして前記音響通信部により前記水中航走体へと送信させる、請求項 5 に記載の航走支援装置。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

前記水中航走体の航走経路を記憶する記憶部をさらに備え、

前記制御部は、前記第 1 の処理において、前記記憶部が記憶する前記航走経路に基づいて、前記航走体が前記水中航走体に近づくように前記航走体を航走させる、請求項 3 ~ 6 のいずれか一項に記載の航走支援装置。

【請求項 8】

母船との間でデータを通信するように構成された通信部をさらに備え、

前記制御部は、前記通信部及び前記音響通信部を介して、前記水中航走体と前記母船との間でデータを通信させる、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の航走支援装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記第 1 の処理において、前記水中航走体の移動により前記音響測位部が取得する前記水中航走体の位置が変化した場合に、当該変化した後の位置に前記航走体が近づくように前記航走体を航走させる、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の航走支援装置。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の航走支援装置を備える、航走体。

【請求項 11】

航走体に搭載された記憶部が記憶する水中航走体の航走経路に基づいて、前記水中航走体に近づくように前記航走体を航走させる第 1 の工程と、

前記第 1 の工程により、前記水中航走体との間で音響通信可能な位置に前記航走体が移動した後に、前記航走体に搭載された音響通信部によって前記水中航走体との間でデータを通信させる第 2 の工程とを含む、水中航走体の航走支援方法。

【請求項 12】

航走体に搭載された音響測位部が取得する水中航走体の位置に基づいて、前記水中航走体に近づくように前記航走体を航走させる第 1 の工程と、

前記航走体に搭載された位置取得部によって取得された前記航走体の絶対位置と、前記音響測位部によって取得された前記水中航走体の位置とに基づいて、前記水中航走体の絶対位置を算出する第 1 の算出工程と、

前記航走体の絶対位置と、前記水中航走体の絶対位置とに基づいて、前記航走体と前記水中航走体との離間距離を算出する第 2 の算出工程と、

前記第 1 の工程により、前記離間距離が所定の閾値を下回ったか否かを判断する判断工程と、

前記判断工程により、前記離間距離が前記閾値を下回ったと判断されたときに、前記航走体に搭載された音響通信部によって前記水中航走体との間でデータを通信させる第 2 の工程とを含む、水中航走体の航走支援方法。

【請求項 13】

航走体に搭載された音響測位部が取得する水中航走体の位置に基づいて、前記水中航走体に近づくように前記航走体を航走させる第 1 の工程と、

前記航走体に搭載された音響通信部が前記水中航走体との間で音響通信を試みて通信ができなかった場合に、前記航走体が前記水中航走体にさらに近づくように前記航走体を航走させる追加航走工程と、

前記第 1 の工程又は前記追加航走工程により、前記水中航走体との間で音響通信可能な位置に前記航走体が移動した後に、前記航走体に搭載された音響通信部によって前記水中航走体との間でデータを通信させる第 2 の工程とを含む、水中航走体の航走支援方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、水中航走体の航走支援装置、航走体及び水中航走体の航走支援方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

水中（例えば、海中、湖の中、川の中等）又は水底（例えば、海底、湖底、川底等）の調査等を目的として、自律航走する無人の水中航走体が用いられることがある。水中航走体は、測定された自己の位置に基づいて、所定の経路に沿って水中を航走（潜行）する。

【0003】

特許文献1は、水中航走体の位置を取得する方法の一例を開示している。具体的には、特許文献1の方法によれば、水中航走体に搭載された慣性航法装置によって得られる慣性航法位置を、水上航走体（水上を航走（航行）する支援船）が水中航走体を音響測位して得られる音響測位位置に基づいて校正することで、水中航走体の位置を精度よく取得できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-163931号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、水上航走体と水中航走体との間では、一般に、音響通信により情報の送受信が行われる。音響通信が可能な範囲は、通常、音響測位が可能な範囲よりも狭い。そのため、水上航走体との間で音響通信可能な範囲外に水中航走体が存在する場合、慣性航法位置の校正が困難となり、水中航走体の慣性航法位置に誤差が生じうる。

【0006】

そこで、本開示は、広域の調査に水中航走体を供することが可能な水中航走体の航走支援装置、航走体及び水中航走体の航走支援方法を説明する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一つの観点に係る水中航走体の航走支援装置は、水中航走体の航走を支援するように構成され、航走体に搭載されている。当該航走支援装置は、水中航走体との間で音響通信によりデータを通信するように構成された音響通信部と、水中航走体の位置を取得するように構成された音響測位部と、制御部とを備える。制御部は、音響測位部が取得する水中航走体の位置に基づいて、航走体が水中航走体に近づくように航走体を航走させる第1の処理と、第1の処理により、水中航走体との間で音響通信可能な位置に航走体を走行させた後に、水中航走体との間でデータを通信するように音響通信部を制御する第2の処理とを実行する。

【0008】

本開示の他の観点に係る航走体は、上記の航走支援装置を備える。

【0009】

本開示の他の観点に係る水中航走体の航走支援方法は、航走体に搭載された音響測位部が取得する水中航走体の位置に基づいて、水中航走体に近づくように航走体を航走させる第1の工程と、第1の工程により、水中航走体との間で音響通信可能な位置に航走体が移動した後に、航走体に搭載された音響通信部によって水中航走体との間でデータを通信させる第2の工程とを含む。

【発明の効果】

【0010】

本開示に係る水中航走体の航走支援装置、航走体及び水中航走体の航走支援方法によれば、広域の調査に水中航走体を供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、水中航走体の航走支援システムを示す概略図である。

【図2】図2は、水中航走体の航走支援システムを示すブロック図である。

【図3】図3は、コントローラのハードウェア構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図4】図4は、水中航走体の航走支援方法を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に説明される本開示に係る実施形態は本発明を説明するための例示であるので、本発明は以下の内容に限定されるべきではない。

【0013】

[1]実施形態の概要

本実施形態の一つの例に係る水中航走体の航走支援装置は、水中航走体の航走を支援するように構成され、航走体に搭載されている。当該航走支援装置は、水中航走体との間で音響通信によりデータを通信するように構成された音響通信部と、水中航走体の位置を取得するように構成された音響測位部と、制御部とを備える。制御部は、音響測位部が取得する水中航走体の位置に基づいて、航走体が水中航走体に近づくように航走体を航走させる第1の処理と、第1の処理により、水中航走体との間で音響通信可能な位置に航走体を走行させた後に、水中航走体との間でデータを通信するように音響通信部を制御する第2の処理とを実行する。

【0014】

本実施形態の一つの例に係る水中航走体の航走支援装置では、制御部は、音響測位部が取得する水中航走体の位置に基づいて、航走体が水中航走体に近づくように航走体を航走させる第1の処理を実行している。本実施形態の一つの例に係る水中航走体の航走支援装置では、制御部は、水中航走体との間で音響通信可能な位置に航走体を走行させた後に、水中航走体との間でデータを通信するように音響通信部を制御する第2の処理を実行する。そのため、音響通信部が水中航走体との間で音響通信ができない程度に航走体と水中航走体とが離れている場合であっても、航走体が水中航走体に近づいた後に、水中航走体との間でデータの通信が行われる。従って、航走体から遠く離れた水中航走体に対しても、水中航走体の位置情報の更新を含む各種の制御を行えるようになる。その結果、広域（例えば、外洋など、広範囲で且つ深深度（例えば、数100m～数1000m程度）の海域）の調査に水中航走体を供することが可能となる。加えて、複数の水中航走体が広域に分散して水中又は水底を調査している場合であっても、航走体がそれぞれの水中航走体に個々に近づくことで、各水中航走体に対して各種の制御を行えるようになる。よって、広域を効率よく調査することが可能となる。

【0015】

本実施形態の一つの例に係る水中航走体の航走支援装置は、航走体の絶対位置を取得する位置取得部をさらに備え、制御部は、第2の処理において、位置取得部によって航走体の取得される絶対位置、又は、航走体の絶対位置に基づいて算出される水中航走体の絶対位置を、データとして音響通信部により水中航走体へと送信させてもよい。この場合、水中航走体は、算出された自身の絶対位置に基づいて、より精度よく水中又は水底の調査を行うことが可能となる。

【0016】

本実施形態の一つの例に係る水中航走体の航走支援装置は、母船との間でデータを通信するように構成された通信部をさらに備え、制御部は、通信部及び音響通信部を介して、水中航走体と母船との間でデータを通信させてもよい。この場合、航走体及び水中航走体を共に無人で運用することが可能となる。

【0017】

制御部は、第1の処理において、水中航走体の移動により音響測位部が取得する水中航走体の位置が変化した場合に、当該変化した後の位置に航走体が近づくように航走体を航走させてもよい。

【0018】

本実施形態の一つの例に係る水中航走体の航走支援装置は、水中航走体の航走経路を記憶する記憶部をさらに備え、制御部は、第1の処理において、記憶部が記憶する航走経路に基づいて、航走体が水中航走体に近づくように航走体を航走させてもよい。

【 0 0 1 9 】

本実施形態の他の例に係る航走体は、上記の航走支援装置を備える。本実施形態の他の例に係る航走体によれば、上記の航走支援装置と同様の作用効果を奏する。

【 0 0 2 0 】

本実施形態の他の例に係る水中航走体の航走支援方法は、航走体に搭載された音響測位部が取得する水中航走体の位置に基づいて、水中航走体に近づくように航走体を航走させる第1の工程と、第1の工程により、水中航走体との間で音響通信可能な位置に航走体が移動した後に、航走体に搭載された音響通信部によって水中航走体との間でデータを通信させる第2の工程とを含む。

【 0 0 2 1 】

本実施形態の他の例に係る水中航走体の航走支援方法では、第1の工程において、航走体に搭載された音響測位部が取得する水中航走体の位置に基づいて、航走体が水中航走体に近づくように航走体を航走させる。本実施形態の他の例に係る水中航走体の航走支援方法では、第2の工程において、水中航走体との間で音響通信可能な位置に航走体が移動した後に、航走体に搭載された音響通信部によって水中航走体との間でデータを通信させる。そのため、音響通信部が水中航走体との間で音響通信ができない程度に航走体と水中航走体とが離れている場合であっても、航走体が水中航走体に近づいた後に、水中航走体との間でデータの通信が行われる。従って、航走体から遠く離れた水中航走体に対しても、水中航走体の位置情報の更新を含む各種の制御を行えるようになる。その結果、広域（例えば、外洋など、広範囲で且つ深深度（例えば、数100m～数1000m程度）の海域）の調査に水中航走体を供することが可能となる。加えて、複数の水中航走体が広域に分散して水中又は水底を調査している場合であっても、航走体がそれぞれの水中航走体に個々に近づくことで、各水中航走体に対して各種の制御を行えるようになる。よって、広域を効率よく調査することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

〔 2 〕実施形態の例示

以下に、本開示に係る実施形態の一例について、図面を参照しつつより詳細に説明する。以下の説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

【 0 0 2 3 】

まず、水中航走体の航走支援システム1の構成について説明する。航走支援システム1は、図1に示されるように、水上航走体（航走体）10と、少なくとも一つの水中航走体20と、母船30とを備える。

【 0 0 2 4 】

水上航走体10は、無人で水上を自律航走する航走体である。水上航走体10は、船体11と、航走装置12と、航走支援装置13とを備える。

【 0 0 2 5 】

船体11は、航走装置12及び航走支援装置13を搭載する。航走装置12は、水上において船体11を航走（航行）させるように構成されている。航走装置12は、例えば、推進器及び舵を含む。

【 0 0 2 6 】

航走支援装置13は、図1及び図2に示されるように、測位機（位置測定部）14と、音響通信機（音響通信部）15と、音響測位機（音響測位部）16と、通信機（通信部）17と、コントローラ（制御部）18とを含む。

【 0 0 2 7 】

測位機14は、地球上における水上航走体10の絶対位置（緯度及び経度）を取得するように構成されている。測位機14は、例えば、GPS受信機である。測位機14は、GPS衛星から所定の信号を受信し、当該信号に基づいて絶対位置を取得してもよい。

【 0 0 2 8 】

音響通信機15は、水中航走体20の音響通信機24（後述する）との間で音響通信に

10

20

30

40

50

よりデータを通信可能に構成されている。音響通信機 15 は、例えば、水中に音波を送信する送信器と、音波（反射波）を受信する受信器とを含む送受信機（トランシーバ）であってもよい。音響通信機 15 による通信可能な範囲は、例えば、1000m～3000m 程度であってもよい。

【0029】

音響測位機 16 は、水中航走体 20 の位置を取得可能に構成されている。音響測位機 16 は、例えば、水上航走体 10 に対する相対位置を取得可能に構成されていてもよい。音響測位機 16 は、例えば、SSBL（Super Short Base Line）測位システムであってもよい。SSBL 測位システムは、水中に向けて定期的にパルス音を発信し、当該パルス音の返信エコーを少なくとも 3 つの音響センサで受信することで、三角測量により水中航走体 20 の相対位置を計測することが可能である。音響測位機 16 による測位可能な範囲は、例えば、音響通信機 15 による通信可能な範囲の 1.5 倍～2 倍程度であってもよく、1500m～6000m 程度であってもよい。

【0030】

通信機 17 は、母船 30 の通信機 33（後述する）とデータを通信可能に構成されている。通信機 17 は、例えば、電磁波、音波等を送受信可能な無線通信機であってもよい。

【0031】

コントローラ 18 は、水上航走体 10 を部分的に又は全体的に制御可能に構成されている。コントローラ 18 は、図 2 に示されるように、機能モジュールとして、送受信部 M1 と、記憶部 M2 と、処理部 M3 とを有する。これらの機能モジュールは、コントローラ 18 の機能を実用上複数のモジュールに区切ったものに過ぎず、コントローラ 18 を構成するハードウェアがこのようなモジュールに分かれていることを必ずしも意味するものではない。各機能モジュールは、プログラムの実行により実現されるものに限られず、専用の電気回路（例えば論理回路）、又は、これを集積した集積回路（ASIC：Application Specific Integrated Circuit）により実現されるものであってもよい。

【0032】

送受信部 M1 は、水上航走体 10 の各種装置（例えば、航走装置 12、測位機 14、音響通信機 15、音響測位機 16、通信機 17）を制御する制御信号を処理部 M3 から受信し、当該各種装置に送信する。送受信部 M1 は、当該各種装置から各種信号を受信し、処理部 M3 に送信する。

【0033】

記憶部 M2 は、種々のデータを記憶する。記憶部 M2 は、例えば、各種処理を実行するためのプログラムの他、水中航走体 20 の航走経路（航路）を記憶していてもよい。

【0034】

処理部 M3 は、記憶部 M2 から読み出したプログラムと、水上航走体 10 の各種装置から送受信部 M1 が受信した各種信号とに基づいて、水上航走体 10 の各種装置を制御するための制御信号を生成し、送受信部 M1 に送信する。処理部 M3 は、記憶部 M2 に記憶されている水中航走体 20 の航走経路に基づいて、水上航走体 10 の移動先を設定してもよい。

【0035】

コントローラ 18 のハードウェアは、例えば一つ又は複数の制御用のコンピュータにより構成される。コントローラ 18 は、ハードウェア上の構成として、例えば図 3 に示す回路 18a を有する。回路 18a は、電気回路要素（circuitry）で構成されていてもよい。回路 18a は、具体的には、プロセッサ 18b と、メモリ 18c と、ストレージ 18d と、ドライバ 18e と、入出力ポート 18f とを有する。プロセッサ 18b は、メモリ 18c 及びストレージ 18d の少なくとも一方と協働してプログラムを実行し、入出力ポート 18f を介した信号の入出力を実行することで、上述した各機能モジュールを構成する。ドライバ 18e は、水上航走体 10 の各種装置をそれぞれ駆動する回路である。入出力ポート 18f は、ドライバ 18e と水上航走体 10 の各種装置との間で、信号の入出力を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、水上航走体 1 0 は、一つのコントローラ 1 8 を備えているが、複数のコントローラ 1 8 で構成されるコントローラ群（制御部）を備えていてもよい。水上航走体 1 0 がコントローラ群を備えている場合には、上記の機能モジュールがそれぞれ、一つのコントローラ 1 8 によって実現されていてもよいし、2 個以上のコントローラ 1 8 の組み合わせによって実現されていてもよい。コントローラ 1 8 が複数のコンピュータ（回路 1 8 a）で構成されている場合には、上記の機能モジュールがそれぞれ、一つのコンピュータ（回路 1 8 a）によって実現されていてもよいし、2 つ以上のコンピュータ（回路 1 8 a）の組み合わせによって実現されていてもよい。コントローラ 1 8 は、複数のプロセッサ 1 8 b を有していてもよい。この場合、上記の機能モジュールがそれぞれ、一つのプロセッサ 1 8 b によって実現されていてもよいし、2 つ以上のプロセッサ 1 8 b の組み合わせによって実現されていてもよい。

10

【 0 0 3 7 】

水中航走体 2 0 は、無人で水中を自律航走する航走体である。水中航走体 2 0 は、図 1 及び図 2 に示されるように、船体 2 1 と、航走装置 2 2 と、情報収集機 2 3 と、音響通信機 2 4 と、応答機 2 5 と、コントローラ 2 6 とを含む。

【 0 0 3 8 】

船体 2 1 は、航走装置 2 2、情報収集機 2 3、音響通信機 2 4、応答機 2 5 及びコントローラ 2 6 を搭載する。航走装置 2 2 は、水中において船体 2 1 を航走（潜行）させるように構成されている。航走装置 2 2 は、例えば、推進器及び舵を含む。

20

【 0 0 3 9 】

情報収集機 2 3 は、水中又は水底の情報を収集するように構成されている。情報収集機 2 3 は、例えば、サイドスキャンソナー、サブボトムプロファイラ、マルチビームエコーサウンダ、磁気センサ、温度センサ、汚染物質検出装置等であってもよい。

【 0 0 4 0 】

音響通信機 2 4 は、水上航走体 1 0 の音響通信機 1 5 との間で音響通信によりデータを通信可能に構成されている。音響通信機 2 4 の構成は、音響通信機 1 5 と同様であってもよい。

【 0 0 4 1 】

応答機 2 5 は、水上航走体 1 0 の音響測位機 1 6 から送信されるパルス音を瞬時に返信可能に構成されている。応答機 2 5 は、例えば、トランスポンダである。

30

【 0 0 4 2 】

コントローラ 2 6 は、水中航走体 2 0 を部分的に又は全体的に制御可能に構成されている。コントローラ 2 6 は、水中航走体 2 0 の各種装置（例えば、航走装置 2 2、情報収集機 2 3、音響通信機 2 4、応答機 2 5）を制御してもよい。コントローラ 2 6 の構成は、コントローラ 1 8 と同様であってもよい。

【 0 0 4 3 】

母船 3 0 は、水上を航行する有人の船である。母船 3 0 は、図 1 及び図 2 に示されるように、船体 3 1 と、航走装置 3 2 と、通信機 3 3 と、コントローラ 3 4 とを含む。

【 0 0 4 4 】

船体 3 1 は、航走装置 3 2、通信機 3 3 及びコントローラ 3 4 を搭載する。航走装置 3 2 は、水中において船体 3 1 を航走（航行）させるように構成されている。航走装置 3 2 は、例えば、推進器及び舵を含む。

40

【 0 0 4 5 】

通信機 3 3 は、水上航走体 1 0 の通信機 1 7 とデータを通信可能に構成されている。通信機 3 3 の構成は、通信機 1 7 と同様であってもよい。通信機 3 3 により通信機 1 7 との間で通信することで、母船 3 0 は、水上航走体 1 0 を介して水中航走体 2 0 とデータを授受することが可能である。

【 0 0 4 6 】

コントローラ 3 4 は、母船 3 0 を部分的に又は全体的に制御可能に構成されている。コ

50

ントローラ 34 は、母船 30 の各種装置（例えば、航走装置 32、通信機 33）を制御してもよい。コントローラ 34 の構成は、コントローラ 18 と同様であってもよい。

【0047】

続いて、図 4 を参照して、水中航走体 20 の航走を支援する方法について説明する。複数の水中航走体 20 が運用されている場合には、コントローラ 18（水上航走体 10）は、複数の水中航走体 20 のうちから航走支援対象となる 1 つの水中航走体 20 を選択する（ステップ S1 参照）。選択の対象となる水中航走体 20 の条件は、例えば、水上航走体 10 に最も近いことであってもよいし、水上航走体 10 から最も遠いことであってもよいし、水上航走体 10 による以前の航走支援から所定時間が経過したことであってもよい。

【0048】

次に、コントローラ 18 は、選択された水中航走体 20 の水上航走体 10 に対する相対位置を音響測位機 16 によって取得する。次に、当該相対位置と、測位機 14 によって取得された水上航走体 10 の絶対位置とに基づいて、水中航走体 20 の絶対位置が算出される（ステップ S2 参照）。水中航走体 20 の絶対位置の算出は、水上航走体 10 のコントローラ 18 において行われてもよい。この場合、コントローラ 18 は、音響通信機 15、24 を介して水中航走体 20 から水中航走体 20 の相対位置のデータを受信した後に、当該相対位置と水上航走体 10 の絶対位置とに基づいて水中航走体 20 の絶対位置を算出する。水中航走体 20 の絶対位置の算出は、水中航走体 20 のコントローラ 26 において行われてもよい。当該相対位置と水上航走体 10 の絶対位置とに基づいて水中航走体 20 の絶対位置を算出する。

【0049】

次に、ステップ S2 において得られた水中航走体 20 の絶対位置に基づいて、水上航走体 10 が当該絶対位置に近づくように、コントローラ 18 が水上航走体 10 を航走（移動）させる（ステップ S3（第 1 の処理）参照）。具体的には、コントローラ 18 は、水中航走体 20 の絶対位置（すなわち、水中航走体 20 の直上の海面の位置）を目標位置に設定し、水上航走体 10 が当該目標位置に近づくように航走装置 12 を制御する。これにより、水上航走体 10 は、水中航走体 20 との間で音響通信可能な位置に移動する。

【0050】

水上航走体 10 が水中航走体 20 との間で音響通信可能な位置に移動したか否かは、当該目標位置と、測位機 14 によって得られる水上航走体 10 の絶対位置とに基づいて算出される水上航走体 10 と水中航走体 20 との離間距離が所定の閾値を下回ったか否かで判断してもよい。あるいは、音響通信機 15 が水中航走体 20（音響通信機 24）との通信を試みて通信ができなかった場合に、水上航走体 10 が当該目標位置にさらに近づくようにコントローラ 18 が航走装置 12 を制御することで、水上航走体 10 が水中航走体 20 との間で音響通信可能な位置まで移動させてもよい。

【0051】

次に、コントローラ 18 は、水中航走体 20 との間でデータを通信するように音響通信機 15 を制御する。これにより、音響通信機 15、24 を介して、水上航走体 10 から水中航走体 20 へと、水中航走体 20 の航走を制御するために用いられる種々のデータが送信される。当該データは、例えば、水中航走体 20 の航走経路又は目標位置を変更する制御信号、ステップ S2 において得られた水中航走体 20 の絶対位置を水中航走体 20 に記憶させる制御信号（絶対位置の更新信号）などを含む。一方、音響通信機 15、24 を介して、水中航走体 20 から水上航走体 10 へと種々のデータが送信される。当該データは、例えば、水中航走体 20 の姿勢又は状態を示す信号、情報収集機 23（水中航走体 20）が収集した水中又は水底の情報を示す信号などを含む。

【0052】

以上により、選択された水中航走体 20 の航走支援が完了する。コントローラ 18（水上航走体 10）は、上記と同様の方法によって、他の水中航走体 20 の航走を支援してもよい。コントローラ 18（水上航走体 10）は、全ての水中航走体 20 に対する航走支援が完了したら、各水中航走体 20 の航走支援を繰り返してもよい。コントローラ 18 は、

水上航走体 10 による各水中航走体 20 の巡回順序を種々の方法で最適化してもよい。コントローラ 18 は、所定の条件に従って、あるいはランダムな順で、水上航走体 10 による各水中航走体 20 の航走支援を繰り返してもよい。各水中航走体 20 に 1 から順に番号が付されている場合には、コントローラ 18 は、当該番号の昇順又は降順に従って水上航走体 10 により各水中航走体 20 の航走支援を繰り返してもよい。コントローラ 18 が水上航走体 10 を一の水中航走体 20 から他の水中航走体 20 に向けて移動させる際には、水上航走体 10 が一の水中航走体 20 から他の水中航走体 20 へと最短（最短距離又は最短時間）で到達する経路（最短経路）を設定してもよいし、当該最短経路とは異なる他の経路を設定してもよい。

【0053】

[3] 作用

以上のような本実施形態の一例では、コントローラ 18 は、音響測位機 16 が取得する水中航走体 20 の位置に基づいて、水上航走体 10 が水中航走体 20 に近づくように水上航走体 10 を航走させる処理を実行している。コントローラ 18 は、水中航走体 20 との間で音響通信可能な位置に水上航走体 10 を走行させた後に、水中航走体 20 との間でデータを通信するように音響通信機 15 を制御する処理を実行している。そのため、音響通信機 15 が水中航走体 20 との間で音響通信ができない程度に水上航走体 10 と水中航走体 20 とが離れている場合であっても、水上航走体 10 が水中航走体 20 に近づいた後に、水中航走体 20 との間でデータの通信が行われる。従って、水上航走体 10 から遠く離れた水中航走体 20 に対しても、水中航走体 20 の位置情報の更新を含む各種の制御を行えるようになる。その結果、広域（例えば、外洋など、広範囲で且つ深深度（例えば、数 100m ~ 数 1000m 程度）の海域）の調査に水中航走体 20 を供することが可能となる。加えて、複数の水中航走体 20 が広域に分散して水中又は水底を調査している場合であっても、航走体がそれぞれの水中航走体に個々に近づくことで、各水中航走体 20 に対して各種の制御を行えるようになる。よって、広域を効率よく調査することが可能となる。

【0054】

以上のような本実施形態の一例では、コントローラ 18 は、測位機 14 によって取得された水上航走体 10 の絶対位置、又は、水上航走体 10 の絶対位置に基づいて算出される水中航走体 20 の絶対位置を、データとして音響通信機 15 により水中航走体 20 へと送信させている。そのため、水中航走体 20 は、算出された自身の絶対位置に基づいて、より精度よく水中又は水底の調査を行うことが可能となる。

【0055】

以上のような本実施形態の一例では、コントローラ 18 は、通信機 17, 33 及び音響通信機 15, 24 を介して、水中航走体 20 と母船 30 との間でデータを通信させている。そのため、水上航走体 10 及び水中航走体 20 を共に無人で運用することが可能となる。

【0056】

[4] 実施形態の他の例

以上、本開示に係る実施形態について詳細に説明したが、本発明の要旨の範囲内で種々の変形を上記の実施形態に加えてもよい。例えば、上記の実施形態の一例では、水中航走体 20 の航走支援を水上航走体 10 によって行っていたが、水中を航走（潜行）する航走体によって、水中航走体 20 の航走を支援してもよい。

【0057】

水上航走体 10 が水中航走体 20 に近づくように、コントローラ 18 が水上航走体 10 を制御する際には、水上航走体 10 が水中航走体 20 に最短（最短距離又は最短時間）で到達する経路（最短経路）を設定してもよいし、当該最短経路とは異なる他の経路を設定してもよい。

【0058】

水上航走体 10 による水中航走体 20 の航走支援に際して、水中航走体 20 が移動する

10

20

30

40

50

(水中航走体 20 の位置が変化する) 場合には、コントローラ 18 は、水中航走体 20 の移動後の位置に近づくように水上航走体 10 を航走させてもよい。具体的には、コントローラ 18 は、音響測位機 16 によって取得される水中航走体 20 の位置が経時的に変化したことを検出すると、変化後の水中航走体 20 の絶対位置を新たな目標位置に設定し、水上航走体 10 が当該新たな目標位置に近づくように航走装置 12 を制御してもよい。音響測位機 16 による水中航走体 20 の測位は、例えば、所定時間ごとに行ってもよい。

【0059】

水上航走体 10 による水中航走体 20 の航走支援に際して、水中航走体 20 が移動する(水中航走体 20 の位置が変化する)場合には、コントローラ 18 は、水中航走体 20 の移動先を予測し、当該予測位置に近づくように水上航走体 10 を航走させてもよい。具体的には、コントローラ 18 は、移動する水中航走体 20 の複数の位置を音響測位機 16 によって所定時間ごとに取得し、これらの複数の位置のデータに所定の処理(例えば、線形近似、カルマンフィルタなど)を施し、水中航走体 20 の移動先を予測してもよい。コントローラ 18 は、記憶部 M2 に記憶されている水中航走体 20 の航走経路に基づいて、水中航走体 20 の移動先を予測してもよい。

【0060】

コントローラ 18 は、水中航走体 20 の予測位置と、音響測位機 16 によって得られる水中航走体 20 の位置とに基づいて、水中航走体 20 の位置をより精度よく得てもよい。例えば、コントローラ 18 は、記憶部 M2 が記憶する水中航走体 20 の航走経路と、音響測位機 16 によって得られる水中航走体 20 の位置とを統合して、水中航走体 20 の位置の誤差を推定することによって、水中航走体 20 の位置をより精度よく得てもよい。

【符号の説明】

【0061】

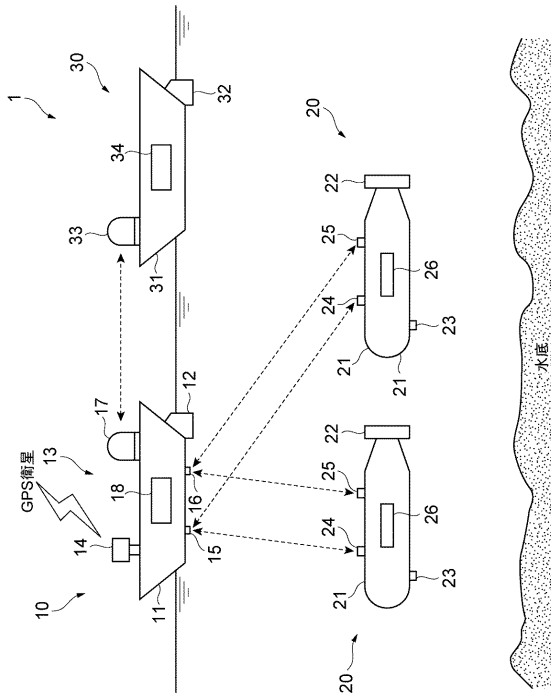
- 1 航走支援システム
- 10 水上航走体(航走体)
- 13 航走支援装置
- 14 測位機(位置取得部)
- 15 音響通信機(音響通信部)
- 16 音響測位機(音響測位部)
- 17 通信機(通信部)
- 18 コントローラ(制御部)
- 20 水中航走体
- 24 音響通信機
- 25 応答機
- 30 母船
- 33 通信機
- M2 記憶部

10

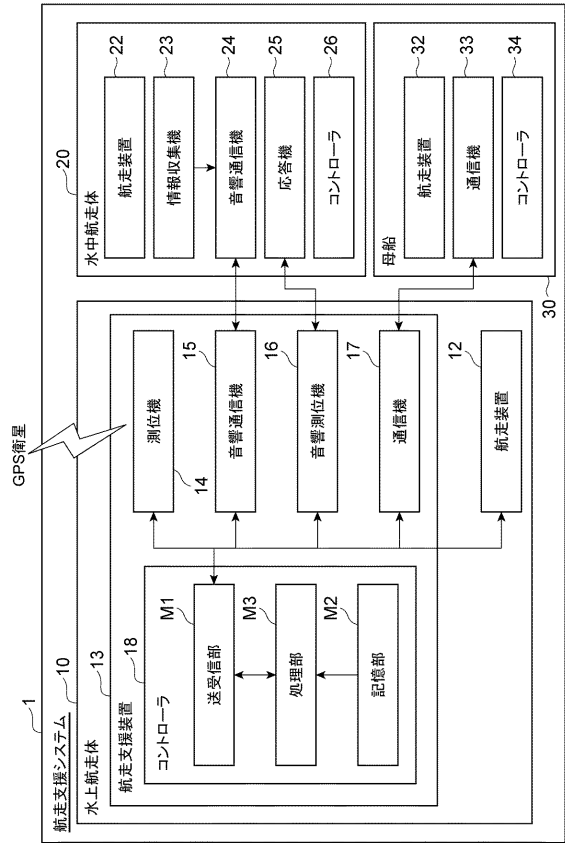
20

30

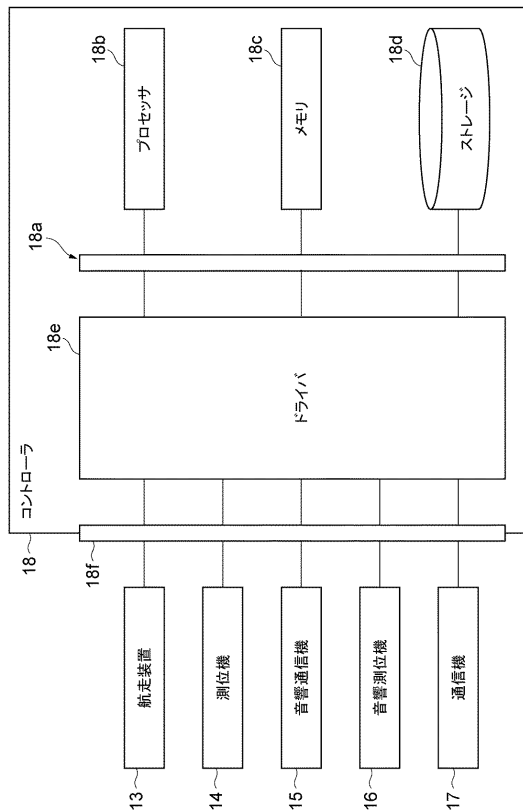
【図1】



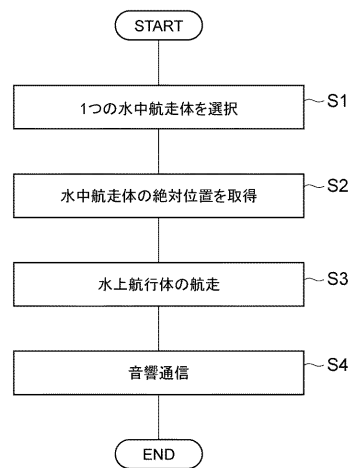
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 塩形 大輔

東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

(72)発明者 片山 啓

東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

(72)発明者 田村 兼吉

東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人海上技術安全研究所内

審査官 杉田 隼一

(56)参考文献 特開2009-227086(JP,A)

特開2010-139270(JP,A)

特開平08-249060(JP,A)

特開2015-010862(JP,A)

特開2001-247085(JP,A)

特開2001-308766(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B63C 11/00

B63C 11/48

G01S 5/30

G01S 15/74