(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7361691号
(P7361691)

(45)発行日　令和5年10月16日(2023.10.16)

(24)登録日　令和5年10月5日(2023.10.5)

(51)国際特許分類

Ｂ６３Ｈ　25/04　(2006.01)	Ｂ６３Ｈ	25/04	Ｄ
Ｆ０２Ｄ　29/02　(2006.01)	Ｆ０２Ｄ	29/02	３０１Ｃ
	Ｆ０２Ｄ	29/02	Ａ

請求項の数　8　（全22頁）

(21)出願番号　特願2020-528730(P2020-528730)
(86)(22)出願日　令和1年6月4日(2019.6.4)
(86)国際出願番号　PCT/JP2019/022076
(87)国際公開番号　WO2020/008775
(87)国際公開日　令和2年1月9日(2020.1.9)
審査請求日　令和3年10月6日(2021.10.6)
(31)優先権主張番号　特願2018-125827(P2018-125827)
(32)優先日　平成30年7月2日(2018.7.2)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000166247
古野電気株式会社
兵庫県西宮市芦原町９番５２号
(72)発明者　大▲崎▼ 茂樹
兵庫県西宮市芦原町９番５２号 古野電気株式会社内
(72)発明者　植野 秀樹
兵庫県西宮市芦原町９番５２号 古野電気株式会社内
審査官　結城 健太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　速度制御装置、自動航行システム及び速度制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
船舶の速度を制御して、ユーザが設定した設定速度に自動的に追従させる速度制御装置であって、
前記設定速度に応じて、前記船舶の前記速度の追従対象である目標速度を単位時間毎に設定することによって、前記目標速度を所定の変化率に基づいて変化させる目標速度設定部と、
前記目標速度設定部で設定された前記目標速度が前記設定速度に近づいたときに、前記変化率を多段階に調整することによって前記変化率を減少させる変化率調整部と、
前記目標速度設定部で設定された前記目標速度に基づいて、前記船舶が備えるエンジンのスロットルの開度制御に関するベーススロットル開度を計算するベーススロットル開度計算部と、
前記ベーススロットル開度計算部で計算された前記ベーススロットル開度を制御用スロットル開度として前記エンジンの制御装置に出力するスロットル開度出力部と、
を備え、
前記スロットル開度出力部は、前記ベーススロットル開度計算部で計算された前記ベーススロットル開度が予め設定されたスロットル開度下限値を下回った場合に、前記スロットル開度下限値を前記制御用スロットル開度として前記エンジンの制御装置に出力することを特徴とする速度制御装置。
【請求項２】

請求項１に記載の速度制御装置であって、
前記目標速度の前記変化率は、予め設定された速度変化パラメータに基づいて取得され、
前記速度変化パラメータは、前記単位時間と、前記単位時間毎の前記目標速度の基準変化量と、を含むことを特徴とする速度制御装置。
【請求項３】
請求項２に記載の速度制御装置であって、
前記変化率調整部は、前記基準変化量の設定に基づいて、前記変化率を異なる２つの値に調整することを特徴とする速度制御装置。
【請求項４】
請求項１から３までの何れか一項に記載の速度制御装置であって、
前記変化率調整部は、予め設定された速度変化パラメータに基づいて、第１変化率と、前記第１変化率より小さい第２変化率と、前記第１変化率から前記第２変化率に切り替える切替速度と、を設定し、
前記変化率調整部は、
前記設定速度が前記船舶の前記速度より大きいとき、前記目標速度設定部で設定された前記目標速度が前記切替速度以下である場合、前記第１変化率を前記目標速度設定部に出力し、前記目標速度が前記切替速度より大きい場合、前記第２変化率を前記目標速度設定部に出力し、
前記設定速度が前記船舶の前記速度より小さいとき、前記目標速度設定部で設定された前記目標速度が前記切替速度以上である場合、前記第１変化率を前記目標速度設定部に出力し、前記目標速度が前記切替速度より小さい場合、前記第２変化率を前記目標速度設定部に出力することを特徴とする速度制御装置。
【請求項５】
請求項１から４までの何れか一項に記載の速度制御装置であって、
前記船舶の現在の速度である実速度を取得する実速度取得部と、
前記設定速度を旋回開始時速度として記憶する記憶部と、
前記船舶の旋回時における設定速度である旋回用設定速度を出力する旋回時速度制御部と、
を備え、
前記船舶が旋回しているとき、前記旋回時速度制御部は、前記船舶の旋回開始時からの旋回角度が所定角度範囲内である場合、前記実速度取得部で取得された前記実速度を前記設定速度とすることを特徴とする速度制御装置。
【請求項６】
請求項１から５までの何れか一項に記載の速度制御装置であって、
前記船舶の現在の速度である実速度を取得する実速度取得部と、
前記目標速度設定部で設定された前記目標速度及び前記実速度取得部で取得された前記実速度に基づいて、前記船舶の前記速度を制御して当該速度を前記目標速度に追従させるＰＩＤ制御部と、
を備えることを特徴とする速度制御装置。
【請求項７】
請求項１から６までの何れか一項に記載の速度制御装置と、
航行に関する情報を表示する航法装置と、
を備えることを特徴とする自動航行システム。
【請求項８】
船舶の速度を制御により追従させるためにユーザが設定した設定速度に応じて、前記船舶の前記速度の追従対象である目標速度を単位時間毎に設定することによって、前記目標速度を所定の変化率に基づいて変化させ、
設定された前記目標速度が前記設定速度に近づいたときに、前記変化率を多段階に調整することによって前記変化率を減少させ、

前記目標速度に基づいて、前記船舶が備えるエンジンのスロットルの開度制御に関するベーススロットル開度を計算し、

前記ベーススロットル開度を制御用スロットル開度として前記エンジンの制御装置に出力し、

前記ベーススロットル開度が予め設定されたスロットル開度下限値を下回った場合に、前記スロットル開度下限値を前記制御用スロットル開度として出力することを特徴とする速度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、主として、ユーザが設定した設定速度に移動体の速度を追従させる自動追従制御を行う速度制御装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来から、設定された目標船速及び実際の船速に基づいて、エンジンの回転速度を制御する船舶の操船制御システムが知られている。特許文献１は、この種の船舶の操船制御システムを開示する。

【０００３】

特許文献１の操船制御システムは、目標船速と基本エンジン回転数とを関連付けたマップから取得した基本エンジン回転数を、目標船速と実際の船速との差に応じて補正し、補正されたエンジン回転数を目標エンジン回転数として設定することで、実際の船速が目標船速に近づくようにエンジンを制御する構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２０１７－８８１１９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかし、上記特許文献１の構成は、船速を目標船速に追従させるために、予め設定された目標船速と基本エンジン回転数とを関連付けたマップを用いる必要があって、コンピュータの資源を圧迫する。また、特許文献１の構成は、予め定められたマップを用いるため、船速を目標船速に追従させる過程での加減速を容易に調整できないという点で改善の余地があった。

【０００６】

本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、設定速度に良好な応答性及び追従性を有し、加減速フィーリングを好みに応じて調整することができる速度制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段及び効果】

【０００７】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

【０００８】

本発明の第１の観点によれば、以下の構成の速度制御装置が提供される。即ち、この速度制御装置は、移動体の速度を制御して、ユーザが設定した設定速度に自動的に追従させる。この速度制御装置は、目標速度設定部と、変化率調整部と、を備える。前記目標速度設定部は、前記設定速度に応じて、前記移動体の前記速度の追従対象である目標速度を単位時間毎に設定することによって、前記目標速度を所定の変化率に基づいて変化させる。前記変化率調整部は、前記目標速度設定部で設定された前記目標速度が前記設定速度に近づいたときに、前記変化率を多段階に調整することによって前記変化率を減少させる。

【０００９】
これにより、予め設定された速度制御マップ等のデータを要せずに、複数の変化率を有する速度の多段階変化を実現することができる。また、移動体の速度を追従させる目標である目標速度の変化率を、目標速度が設定速度に近づいたときに減少させることで、オーバーシュートの発生を低減することができる。
【００１０】
前記の速度制御装置においては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、前記目標速度の前記変化率は、予め設定された速度変化パラメータに基づいて取得される。前記速度変化パラメータは、前記単位時間と、前記単位時間毎の前記目標速度の基準変化量と、を含む。
【００１１】
これにより、ユーザが速度変化パラメータを設定することで、移動体の速度の変化率（即ち、加速度／減速度）を好みに合わせて容易に変更することができる。
【００１２】
前記の速度制御装置においては、前記変化率調整部は、前記基準変化量の設定に基づいて、前記変化率を異なる２つの値に調整することが好ましい。
【００１３】
これにより、目標速度の変化率を容易に２段階に変化させることができる。また、２段階にすることで、設定速度への追従に関するアルゴリズムをシンプルに構成することができる。
【００１４】
前記の速度制御装置においては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、前記変化率調整部は、予め設定された速度変化パラメータに基づいて、第１変化率と、前記第１変化率より小さい第２変化率と、前記第１変化率から前記第２変化率に切り替える切替速度と、を設定する。前記変化率調整部は、前記設定速度が前記移動体の前記速度より大きいとき、前記目標速度設定部で設定された前記目標速度が前記切替速度以下である場合、前記第１変化率を前記目標速度設定部に出力し、前記目標速度が前記切替速度より大きい場合、前記第２変化率を前記目標速度設定部に出力する。前記設定速度が前記移動体の前記速度より小さいとき、前記目標速度設定部で設定された前記目標速度が前記切替速度以上である場合、前記第１変化率を前記目標速度設定部に出力し、前記目標速度が前記切替速度より小さい場合、前記第２変化率を前記目標速度設定部に出力する。
【００１５】
これにより、それぞれの変化率が適用される目標速度の変化範囲を設定することができる。この結果、様々な加速／減速フィーリングを実現することができる。
【００１６】
前記の速度制御装置においては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、この速度制御装置は、ベーススロットル開度計算部と、スロットル開度出力部と、を備える。前記ベーススロットル開度計算部は、前記目標速度設定部で設定された前記目標速度に基づいて、前記移動体が備えるエンジンのスロットルの開度制御に関するベーススロットル開度を計算する。前記スロットル開度出力部は、前記ベーススロットル開度計算部で計算された前記ベーススロットル開度を制御用スロットル開度として前記エンジンの制御装置に出力する。
【００１７】
これにより、エンジンのスロットル開度を制御することで、移動体の速度を制御することができる。
【００１８】
前記の速度制御装置において、前記スロットル開度出力部は、前記ベーススロットル開度計算部で計算された前記ベーススロットル開度が予め設定されたスロットル開度下限値を下回った場合に、前記スロットル開度下限値を前記制御用スロットル開度として前記エンジンの制御装置に出力することが好ましい。

【００１９】
これにより、スロットルの不感帯を考慮した制御を行うことができ、速度の設定による速度の変化をユーザに素早く感じさせることができ、乗り心地を向上することができる。
【００２０】
前記の速度制御装置においては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、この速度制御装置は、実速度取得部と、記憶部と、旋回時速度制御部と、を備える。前記実速度取得部は、前記移動体の現在の速度である実速度を取得する。前記記憶部は、前記設定速度を旋回開始時速度として記憶する。前記旋回時速度制御部は、前記移動体の旋回時における設定速度である旋回用設定速度を出力する。前記移動体が旋回しているとき、前記旋回時速度制御部は、前記移動体の旋回開始時からの旋回角度が所定角度範囲内である場合、前記実速度取得部で取得された前記実速度を前記設定速度とする。
【００２１】
これにより、旋回時における加減速制御を停止させることができ、自然で安定した旋回を確保することができる。
【００２２】
前記の速度制御装置においては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、この速度制御装置は、実速度取得部と、ＰＩＤ制御部と、を備える。前記実速度取得部は、前記移動体の現在の速度である実速度を取得する。前記ＰＩＤ制御部は、前記目標速度設定部で設定された前記目標速度及び前記実速度取得部で取得された前記実速度に基づいて、前記移動体の前記速度を制御して当該速度を前記目標速度に追従させる。
【００２３】
これにより、目標速度への良好な応答性及び追従性を容易に実現することができる。
【００２４】
本発明の第２の観点によれば、以下の構成の自動航行システムが提供される。即ち、この自動航行システムは、前記速度制御装置と、航法装置と、を備える。前記航法装置は、航行に関する情報を表示する。
【００２５】
これにより、設定された設定速度への応答性及び追従性が良く、乗り心地を向上できる自動航行システムを提供することができる。
【００２６】
本発明の第３の観点によれば、以下の速度制御方法が提供される。即ち、移動体の速度を制御により追従させるためにユーザが設定した設定速度に応じて、前記移動体の前記速度の追従対象である目標速度を単位時間毎に設定することによって、前記目標速度を所定の変化率に基づいて変化させる。設定された前記目標速度が前記設定速度に近づいたときに、前記変化率を多段階に調整することによって前記変化率を減少させる。
【００２７】
これにより、予め設定された速度制御マップ等のデータを要せずに、複数の変化率を有する速度の多段階変化を実現することができる。また、移動体の速度を追従させる目標である目標速度の変化率を、目標速度が設定速度に近づいたときに減少させることで、オーバーシュートの発生を低減することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２８】
【図１】本発明の一実施形態に係る自動航行システムの簡略な構成を示すブロック図。
【図２】速度自動制御装置における速度制御アルゴリズムを示す簡略なブロック図。
【図３】速度レート処理に関するフローチャート。
【図４】（ａ）異なる単位時間T_0における目標速度V_Tの変化を示す図。（ｂ）異なる単位変化量Δv_Uにおける目標速度V_Tの変化を示す図。
【図５】変化率調整処理に関するフローチャート。
【図６】異なる係数ｂにおける目標速度V_Tの変化を示す図。
【図７】目標速度に実速度を追従させるための出力速度を示す図。

【図８】スロットル開度と実速度との関係を示す概念図。
【図９】速度自動制御装置を用いる実験データの一例を示す図。
【図１０】旋回時減速処理に関するフローチャート。
【図１１】旋回時における旋回用設定速度の適用範囲である所定旋回範囲の例を示す概念図。
【発明を実施するための形態】
【００２９】
次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図１は、本発明の一実施形態に係る自動航行システム１００の簡略な構成を示すブロック図である。
【００３０】
本実施形態の自動航行システム１００は、図略の船舶（移動体）に搭載され、予め設定された航行ルート／針路に従って当該船舶を自動で航行させる。自動航行システム１００は、図１に示すように、ＧＮＳＳ受信機１と、方位センサ２と、レーダ装置３と、航法装置４と、自動操舵装置５と、速度自動制御装置（速度制御装置）６と、を備える。これらの装置は、例えばＣＡＮバス１０に接続され、相互通信可能となっている。ＣＡＮとは、Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋの略である。
【００３１】
ＧＮＳＳ受信機１は、図略のＧＮＳＳアンテナを用いて複数の衛星からの測位信号を受信し、受信した測位信号に基づいて自船の位置や航行速度等の情報を検出する。ＧＮＳＳ受信機１は、検出した情報を航法装置４及び自動操舵装置５に出力する。当該ＧＮＳＳとしては、例えば、ＧＰＳ、ＧＬＯＮＡＳＳ、Ｇａｌｉｌｅｏ、北斗、ＱＺＳＳ、Ｇａｇａｎ等、それぞれの国や地域で構築された衛星測位システムを挙げることができる。
【００３２】
方位センサ２は、自船に固定された複数のＧＮＳＳアンテナを備えるサテライトコンパスとして構成されており、それぞれのＧＮＳＳアンテナにて検出した自船の位置の相対的な関係から自船の船首方位を測定する。方位センサ２は、測定した船首方位を航法装置４、自動操舵装置５、及び速度自動制御装置６等に出力する。なお、方位センサ２は、上記の構成に限定されず、例えば磁気方位センサやジャイロコンパス等を用いることができる。
【００３３】
レーダ装置３は、図略のレーダアンテナを介して電波を送受信することにより、自船周囲の物標の様子及び位置を示すレーダ映像を生成する。レーダ装置３は、生成したレーダ映像を航法装置４に出力する。
【００３４】
航法装置４は、船舶が備える運転部（例えば操舵席）に設置されている。操船者（ユーザ）は、当該航法装置４を操作することにより、自船の航行に関する行き先や速度（設定速度V_S）等の情報を指示することができる。航法装置４は、操船者が設定した情報に基づいて、航行ルート／針路を生成する。航法装置４は、電子海図に重畳する形で、自船の位置、設定された航行ルート／針路、及び自船の航跡等を表示することができる。
【００３５】
自動操舵装置５は、船舶の舵５０の舵角を検出する舵角センサ５１、舵５０を駆動するための油圧ポンプ５２、及び当該油圧ポンプ５２の動作を制御する舵角制御部５３等を備えて構成されている。自動操舵装置５は、ＧＮＳＳ受信機１及び方位センサ２から入力された自船位置及び船首方位等の情報に基づいて、油圧ポンプ５２の動作を制御することで、航法装置４により設定された航行ルート／針路に従って自船を航行させるように、舵の操作を自動的に行うことができる。
【００３６】
速度自動制御装置６は、自船の航行速度を操船者が設定した設定速度に追従させるように、当該航行速度を自動的に制御する。速度自動制御装置６は、船舶の動力源であるエンジン９の吸気量に関するスロットル開度に対する指示を、エンジン９の制御装置であるＥＣＵ（Ｅｎｇｉｎｅ　Ｃｏｎｔｒｏｌ　Ｕｎｉｔ）９０に出力することによって、エンジン

９の出力を制御し、船舶の航行速度を制御する。

【００３７】

ところで、ＥＣＵ９０は、例えば、エンジン９の吸気量を調整するスロットル９２を駆動するアクチュエータ９１を制御することによって、スロットル９２の開度を調整する。

【００３８】

速度自動制御装置６は、実速度取得部６１と、記憶部６２と、目標速度設定部６３と、変化率設定部（変化率調整部）６４と、ＰＩＤ制御部６５と、ベース開度計算部（ベーススロットル開度計算部）６６と、開度制限処理部（スロットル開度出力部）６７と、旋回時速度制御部６８と、を備え、図２に示すアルゴリズムによって、自船の航行速度を、操船者により設定された設定速度V_Sに追従させる。

【００３９】

図２を参照して説明すると、速度自動制御装置６は、操船者が設定した設定速度V_Sに対して、後述の速度レート処理によって、当該設定速度V_Sに追従するように目標速度V_Tを設定し、ＰＩＤ制御部６５に出力する。速度自動制御装置６は、ＰＩＤ制御部６５を用いて、設定された目標速度V_Tに自船の航行速度を追従させるように、航行速度に対するＰＩＤ制御を行う。

【００４０】

これにより、設定速度V_Sと自船の現在の航行速度である実速度Ｖとの速度差ΔＶの大きさにかかわらず、目標速度V_Tを徐々に変化させるとともに、目標速度V_Tに自船の航行速度を好適に自動追従させることができる。即ち、本実施形態の速度自動制御装置６は、設定速度V_Sと実速度Ｖとの速度差ΔＶが大きいとき、単に設定速度V_Sに航行速度を追従させる場合における自船の急加速／急減速を回避することができるとともに、良好な応答性及び追従性を実現することができる。

【００４１】

速度自動制御装置６は、公知のコンピュータ（図略）を備える。当該コンピュータは図略のＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、入出力部等を備える。ＲＯＭには、各種プログラムやデータ等が記憶されている。ＣＰＵは、各種プログラム等をＲＯＭから読み出して実行することができる。速度自動制御装置６は、上記のハードウェアとソフトウェアの協働によって、上記のコンピュータを、記憶部６２、目標速度設定部６３、変化率設定部６４、ＰＩＤ制御部６５、ベース開度計算部６６、開度制限処理部６７、及び旋回時速度制御部６８として動作させることができる。

【００４２】

実速度取得部６１は、自船の実速度Ｖを検出する。なお、当該実速度は、地球を基準とする対地速度である。実速度取得部６１は、例えば、ＧＮＳＳ受信機１で得られた位置の変化を計算することによって、自船の実速度（対地速度）を取得する。

【００４３】

記憶部６２は、船舶の航行速度の制御に関する様々なデータを記憶する。このデータは、例えば、予め設定された計算用パラメータや、操船者により設定された速度変化パラメータ等の制御用パラメータ等を挙げることができる。

【００４４】

目標速度設定部６３は、操船者が航法装置４等を介して設定した設定速度V_Sに達するまで自船の航行速度が徐々に変化するように、単位時間T_0毎に目標速度V_Tを設定する。即ち、目標速度設定部６３は、単位時間T_0毎に目標速度V_Tを設定することによって、目標速度V_Tを所定の変化率に基づいて変化させる。言い換えれば、目標速度設定部６３は、設定速度V_Sと自船の実速度Ｖとの速度差ΔＶの大きさにかかわらず、予め設定された単位時間T_0毎に、設定する目標速度V_Tを単位変化量Δv_Uずつ変化させるように構成されている。

【００４５】

具体的には、目標速度設定部６３は、自船の航行速度が短時間で急激に変化することを回避することを目的として、図３に示す速度レート処理を行う。図３の速度レート処理で

はステップＳ１０１～ステップＳ１０９の処理がループするが、１回のループは所定の単位時間T_0毎に行われる。

【００４６】

以下の説明においては、前回の設定速度V_Sと今回の設定速度V_Sとを区別するために、今回入力された設定速度V_Sには（ｎ）の添え字を付して設定速度$V_{S(n)}$とし、前のループ回で入力された設定速度V_Sには（ｎ－１）の添え字を付して前回設定速度$V_{S(n-1)}$と呼ぶことがある。ｎは、１回ループする毎に１増加する整数である。

【００４７】

図３に示す速度レート処理が開始されると、目標速度設定部６３は、自船の現在の目標速度$V_{T(n)}$が今回入力された設定速度$V_{S(n)}$と等しいか否かを判定する（ステップＳ１０１）。現在の目標速度$V_{T(n)}$が設定速度$V_{S(n)}$と等しい場合は、目標速度$V_{T(n)}$を変更する必要がないので、ステップＳ１０１に戻る。ステップＳ１０１での判定の結果、現在の目標速度$V_{T(n)}$が設定速度$V_{S(n)}$と等しくない場合、ステップＳ１０２に進む。

【００４８】

ステップＳ１０２において、目標速度設定部６３は、前回設定速度$V_{S(n-1)}$が設定速度$V_{S(n)}$と等しいか否かを判定する。前回設定速度$V_{S(n-1)}$が設定速度$V_{S(n)}$と等しくない場合、目標速度設定部６３は、自船の現在の目標速度$V_{T(n)}$を定める基準の速度として、自船の実速度Ｖを設定する（ステップＳ１０３）。ステップＳ１０２での判定の結果、前記設定速度$V_{S(n-1)}$が設定速度$V_{S(n)}$と等しい場合、ステップＳ１０３の処理はスキップされる。

【００４９】

その後、目標速度設定部６３は、設定速度$V_{S(n)}$と目標速度$V_{T(n)}$との速度差ΔＶを求める（ステップＳ１０４）。設定速度$V_{S(n)}$が目標速度$V_{T(n)}$より大きい場合、速度差ΔＶは正の値となり、設定速度$V_{S(n)}$が目標速度$V_{T(n)}$より小さい場合、速度差ΔＶは負の値となる。

【００５０】

ステップＳ１０４の処理を実行した後、目標速度設定部６３は、求められた速度差ΔＶと、後述の変化率設定部６４から出力された単位変化量Δv_Uと、を比較する（ステップＳ１０５）。この単位変化量Δv_Uは、常に正の値となる。

【００５１】

ステップＳ１０５での比較の結果、速度差ΔＶが単位変化量Δv_Uより大きい場合、設定速度は目標速度よりも正側（加速側）に大きく乖離していることを意味する。従って、この場合、目標速度設定部６３は、現在の目標速度$V_{T(n)}$に単位変化量Δv_Uを加えた値を次のループ回の目標速度$V_{T(n+1)}$として設定する（ステップＳ１０６）。

【００５２】

その後、目標速度設定部６３は、設定速度V_Sの変化を上述のステップＳ１０２で判定できるようにするために、今回の設定速度$V_{S(n)}$を前回設定速度$V_{S(n-1)}$として設定し（ステップＳ１０７）、ステップＳ１０１に戻る。

【００５３】

ステップＳ１０５での比較の結果、速度差ΔＶが単位変化量Δv_U以下である場合、目標速度設定部６３は、速度差ΔＶと、単位変化量Δv_Uの－１倍と、を比較する（ステップＳ１０８）。この比較の結果、速度差ΔＶが単位変化量Δv_Uの－１倍より小さい場合、設定速度は目標速度よりも負側（減速側）に大きく乖離していることを意味する。従って、この場合、目標速度設定部６３は、自船の現在の目標速度$V_{T(n)}$から単位変化量Δv_Uを減じた値を次のループ回の目標速度$V_{T(n+1)}$として設定し（ステップＳ１０９）、ステップＳ１０７に進む。

【００５４】

一方、上記の比較の結果、速度差ΔＶが単位変化量Δv_Uの－１倍以上である場合、設定速度と目標速度との乖離が小さいことを意味する。従って、目標速度設定部６３は、設定速度$V_{S(n)}$を次のループ回の目標速度$V_{T(n+1)}$として設定し（ステップＳ１１０）、ス

テップＳ１０７に進む。

【００５５】

このような速度レート処理を目標速度設定部６３が行うことにより、航行速度の追従対象である目標速度V_Tは、単位時間毎に段階的に増加／減少するように更新される。従って、自船の航行速度が徐々に変化することとなり、短時間での急加速／急減速を回避することができる。

【００５６】

ところで、目標速度設定部６３が上記の速度レート処理で用いる単位時間T_0に関する係数ａ、及び単位変化量Δv_Uに関する基準単位変化量Δv_Sは、例えば操船者の操作によって設定される。上記の係数ａは、整数であることが好ましい。

【００５７】

具体的には、操船者が航法装置４等を介して、図３に示す速度レート処理周期の係数ａを設定することができる。この場合、目標速度の更新の周期である単位時間T_0は、例えば、当該係数ａに所定時間（本実施形態では１００ｍｓであるが、これに限定されない）を乗じた値となる。図４（ａ）に示すように目標速度V_Tはステップ状に変化するが、係数ａを大きく設定することで、目標速度設定部６３の処理周期（単位時間T_0）が大きくなり、目標速度V_Tの変化が緩やかになる。

【００５８】

また、操船者は航法装置４等を操作して、基準単位変化量（基準変化量）Δv_Sを設定することができる。当該基準単位変化量Δv_Sは、後述の変化率設定部６４により調整され、単位変化量Δv_Uとして目標速度設定部６３に出力される。即ち、操船者は基準単位変化量Δv_Sを設定することで、単位変化量Δv_Uを大きくすることによって、図４（ｂ）に示すように、目標速度V_Tを相対的に急激に変化させることができる。

【００５９】

このように、例えば操船者が単位時間T_0に関する係数ａ及び単位変化量Δv_Uに関する基準単位変化量Δv_S等の速度変化パラメータを設定することで、設定速度V_Sに対する目標速度V_T（即ち自船の航行速度）の変化率を好みに応じて調整することができ、好みの加減速フィーリングを調整することができる。

【００６０】

なお、上記の速度変化パラメータを速度設定のたびに設定する必要はなく、１回設定すると、設定した当該速度変化パラメータが記憶部６２により記憶される。その後の目標速度V_Tの設定は、記憶部６２で記憶された速度変化パラメータを用いて行われる。記憶部６２で記憶された速度変化パラメータは、再設定の操作によって更新可能である。

【００６１】

変化率設定部６４は、所定の条件が成立した場合、操船者が設定した目標速度V_Tの基準単位変化量Δv_Sを用いて、目標速度V_Tの変化率（単位変化量Δv_U）を調整する。当該所定の条件は、目標速度設定部６３で設定された目標速度V_Tが、設定された係数ｂ（ただし、０＜ｂ＜１）を用いて求められた切替速度V_Bより大きいことである。なお、当該切替速度V_Bとは、単位変化量Δv_Uを小さく調整するように切り替える基準を示す速度である。

【００６２】

具体的に説明すると、変化率設定部６４は、図５に示す変化率調整処理を行う。この変化率調整処理は、図３の速度レート処理とは独立して、同時並行的に行われる。また、図５の変化率調整処理ではステップＳ２０１～ステップＳ２０９の処理がループするが、１回のループは、上述の速度レート処理で説明した単位時間T_0と同一周期Ｈｍｓ（即ち、このＨは、係数ａに１００を乗じた値である）で行われる。しかし、これに限定されず、この変化率調整処理は、例えば単位時間T_0よりも十分に短い周期で行われても良い。

【００６３】

図５に示す変化率調整処理が開始すると、変化率設定部６４は、前のループ回で入力された前回設定速度$V_{S(n-1)}$が今回入力された設定速度$V_{S(n)}$と等しいか否かを判定する（ス

テップＳ２０１）。

【００６４】

ステップＳ２０１での判定の結果、前回設定速度$V_{S(n-1)}$が設定速度$V_{S(n)}$と等しくない場合（例えば、操船者が新たな速度を設定した場合）、変化率設定部６４は、設定速度$V_{S(n)}$と前回設定速度$V_{S(n-1)}$との差である設定速度差V_Dを求めるとともに、切替速度V_Bを、１から上記の係数ｂを減じた値を設定速度差V_Dに乗じて前回設定速度$V_{S(n-1)}$に加えた値として求める（ステップＳ２０２）。設定速度$V_{S(n)}$が前回設定速度$V_{S(n-1)}$より大きい場合、設定速度差V_Dは正の値となり、設定速度$V_{S(n)}$が前回設定速度$V_{S(n-1)}$より小さい場合、設定速度差V_Dは負の値となる。ステップＳ２０１での判定の結果、前回設定速度$V_{S(n-1)}$が設定速度$V_{S(n)}$と等しい場合、ステップＳ２０２の処理はスキップされる。

【００６５】

その後、変化率設定部６４は、求められた設定速度差V_Dと０とを比較する（ステップＳ２０３）。

【００６６】

ステップＳ２０３での比較の結果、設定速度差V_Dが０以上である場合（即ち、加速する場合）、変化率設定部６４は、目標速度設定部６３で設定された目標速度V_Tと切替速度V_Bとを比較する（ステップＳ２０４）。

【００６７】

ステップＳ２０４での比較の結果、目標速度V_Tが切替速度V_B以下である場合、変化率設定部６４は、目標速度設定部６３で用いる単位変化量Δv_Uとして、操船者が設定した基準単位変化量Δv_Sをそのまま出力する（$\Delta v_U = \Delta v_S$、ステップＳ２０５）。その後、変化率設定部６４は、設定速度V_Sの変化を上述のステップＳ２０１で判定できるようにするために、上記の設定速度$V_{S(n)}$を前回設定速度$V_{S(n-1)}$として設定し（ステップＳ２０６）、ステップＳ２０１に戻る。

【００６８】

一方、ステップＳ２０４での比較の結果、目標速度V_Tが切替速度V_Bより大きい場合、変化率設定部６４は、目標速度設定部６３で用いる単位変化量Δv_Uとして、操船者が設定した基準単位変化量Δv_Sを２で除した値を出力する（$\Delta v_U = \Delta v_S / 2$、ステップＳ２０７）。その後、処理はステップＳ２０６に進む。

【００６９】

ステップＳ２０３での比較の結果、設定速度差V_Dが０より小さい場合（即ち、減速する場合）、変化率設定部６４は、目標速度設定部６３で設定された目標速度V_Tと切替速度V_Bとを比較する（ステップＳ２０８）。

【００７０】

ステップＳ２０８での比較の結果、目標速度V_Tが切替速度V_B以上である場合、上記のステップＳ２０５に進む。目標速度V_Tが切替速度V_Bより小さい場合、変化率設定部６４は、目標速度設定部６３で用いる単位変化量Δv_Uとして、操船者が設定した基準単位変化量Δv_Sを２で除した値を出力する（$\Delta v_U = \Delta v_S / 2$、ステップＳ２０９）。その後、処理はステップＳ２０６に進む。

【００７１】

このような変化率調整処理を変化率設定部６４が実行することによって、図６に示すように、目標速度設定部６３は、異なる段階において、変化率設定部６４から出力された異なる２つの単位変化量（Δv_Sと$\Delta v_S / 2$）のそれぞれを用いて、目標速度V_Tを設定している。

【００７２】

即ち、図６に示すように、目標速度設定部６３で設定された目標速度V_Tは、変化率設定部６４が出力する単位変化量$\Delta v_U = \Delta v_S$に基づく第１変化率、及び単位変化量$\Delta v_U = \Delta v_S / 2$に基づく第２変化率のうち何れかに従って変化する。

【００７３】

言い換えれば、目標速度V_Tが変化する最初の段階において、目標速度設定部６３は比較

的に大きい単位変化量Δｖ$_U$＝Δｖ$_S$を用いて目標速度Ｖ$_T$を更新する。一方、目標速度Ｖ$_T$がある程度設定速度Ｖ$_S$に接近した段階において、目標速度設定部６３は、比較的に小さい単位変化量Δｖ$_U$＝Δｖ$_S$／２を用いて目標速度Ｖ$_T$を更新する。

【００７４】

これにより、目標速度Ｖ$_T$が変化した当初は、相対的に大きい単位変化量Δｖ$_U$＝Δｖ$_S$ずつ変化することによって、設定速度Ｖ$_S$への追従性（即ち応答性）を向上することができる。一方で、目標速度Ｖ$_T$がある程度設定速度Ｖ$_S$に近づいた後に、当該目標速度Ｖ$_T$の単位変化量を小さくすることで（Δｖ$_U$＝Δｖ$_S$／２）、オーバーシュートを軽減することができる。また、目標速度Ｖ$_T$の変化率を単純に２段階に変化させるので、アルゴリズムをシンプルに構成することができる。

【００７５】

ところで、上記変化率調整処理における切替速度Ｖ$_B$を求めるための係数ｂは、操船者が航法装置４等を介して好みに応じて任意に設定することができる。操船者が設定した当該係数ｂは記憶部６２により記憶される。変化率設定部６４は、記憶部６２で記憶された係数ｂを用いて切替速度Ｖ$_B$を求める。なお、操船者が係数ｂを再設定することによって、記憶部６２で記憶された当該係数ｂを更新することができる。

【００７６】

図６の２つのグラフに示すように、係数ｂの値に応じて、各単位変化量Δｖ$_U$に基づく目標速度Ｖ$_T$の変化範囲Ｓ０，Ｓ１のそれぞれが調整される。具体的には、係数ｂを大きくすることによって、比較的に大きい単位変化量Δｖ$_U$＝Δｖ$_S$が適用される目標速度Ｖ$_T$の範囲Ｓ０が小さくなり、一方、比較的に小さい単位変化量Δｖ$_U$＝Δｖ$_S$／２が適用される目標速度Ｖ$_T$の範囲Ｓ１が大きくなる。

【００７７】

即ち、係数ｂを大きくすることで、目標速度Ｖ$_T$の変化を全体的に見て緩やかにすることができる。このように、当該係数ｂを調整することによっても、異なる加減速フィーリングを調整することができる。

【００７８】

図１のＰＩＤ制御部６５は、図２及び図７に示すように、自船の航行速度を目標速度設定部６３で設定された目標速度Ｖ$_T$に追従させるように、当該目標速度Ｖ$_T$と自船の実速度Ｖとの偏差を入力し、操作量である出力速度Ｖ$_n$を公知の式に従って求める。

【００７９】

ベース開度計算部６６は、ＰＩＤ制御部６５で求められた出力速度Ｖ$_n$を、スロットルの開度制御に関する制御量であるベーススロットル開度Ｕ$_{n0}$に変換する。具体的には、ベース開度計算部６６は、予め設定された定数Ｃｖを出力速度Ｖ$_n$に乗じることで、当該出力速度Ｖ$_n$に対応するベーススロットル開度Ｕ$_{n0}$を求める。

【００８０】

開度制限処理部６７は、予め設定された最大スロットル開度Ｕ$_{max}$及び最小スロットル開度（スロットル開度下限値）Ｕ$_{min}$を用いて、ベース開度計算部６６で求められたベーススロットル開度Ｕ$_{n0}$に対して制限処理を行う。

【００８１】

具体的には、ベース開度計算部６６で求められたベーススロットル開度Ｕ$_{n0}$が最小スロットル開度より小さい場合、開度制限処理部６７は、この最小スロットル開度Ｕ$_{min}$を制御用スロットル開度Ｕ$_n$としてエンジン９のＥＣＵ９０へ出力する。

【００８２】

ベース開度計算部６６で求められたベーススロットル開度Ｕ$_{n0}$が最小スロットル開度Ｕ$_{min}$以上であって、最大スロットル開度Ｕ$_{max}$以下である場合、開度制限処理部６７は、ベース開度計算部６６で求められたベーススロットル開度Ｕ$_{n0}$を制御用スロットル開度Ｕ$_n$としてエンジン９のＥＣＵ９０へ出力する。

【００８３】

ベース開度計算部６６で求められたベーススロットル開度Ｕ$_{n0}$が最大スロットル開度Ｕ

$_{max}$より大きい場合、開度制限処理部６７は、この最大スロットル開度U_{max}を制御用スロットル開度U_nとしてエンジン９のＥＣＵ９０へ出力する。

【００８４】

エンジン９のＥＣＵ９０は、開度制限処理部６７で制限処理を行って出力された制御用スロットル開度U_nに応じて、アクチュエータ９１を動作させて、スロットル９２の開度を変化させる。

【００８５】

このように、スロットル９２の開度を調整することで、エンジン９の吸気量が変化し、エンジン９の出力が調整される。即ち、船舶の実速度が調整される。

【００８６】

ところで、上記最大スロットル開度U_{max}は、例えば、エンジン９のＥＣＵ９０の仕様上与えることができる最大スロットル開度とすることができる。上記最小スロットル開度U_{min}は、例えば、図８に示す不感帯を考慮した値に設定することが好ましい。即ち、当該最小スロットル開度U_{min}は、スロットル開度の変化に応じて船舶の実速度Ｖが変化し始めるスロットル開度とすることが好ましい。なお、上記不感帯とは、スロットル９２の開度指令値の変化によっても実速度Ｖが変化しない部分であり、例えば機械的な遊びを原因とするものである。

【００８７】

上記のように、ベース開度計算部６６はベーススロットル開度U_{n0}に対して制限処理を行うことによって、スロットルの開度が所定値より小さい場合における実速度Ｖの不感帯をカバーすることができ、操船者に実速度Ｖの変化を素早く感じさせることができるので、きびきびした乗り心地を実現することができる。

【００８８】

本実施形態の速度自動制御装置６は、上記のように、操船者により設定された設定速度V_Sに応じて、段階的に増加する目標速度V_TをＰＩＤ制御部６５に与える。図９には、実際の船舶に速度自動制御装置６を適用して実験を行った結果が示されている。図９に示すように、本実施形態の速度自動制御装置６を備えた船舶は、設定速度V_Sの変化に対する良好な応答性と、過剰な急加速／急減速の防止と、をバランス良く実現することができる。

【００８９】

旋回時速度制御部６８は、自船が旋回するときにおける速度の制御に用いられ、旋回状態判定部６９を備える。旋回状態判定部６９は、例えば、方位センサ２から検出された船首方向の変化の大きさが所定の閾値以上であるか否かに基づいて、自船が旋回しているか否かを判定する。なお、船首方位の変化の大きさは、例えば、船首方位角の微分、又は、現在船首方位角と所定時間前の船首方位角との差の計算により、得ることができる。

【００９０】

具体的に、旋回時速度制御部６８は、図１０に示す旋回時速度制御処理を行う。この旋回時速度制御処理は、図３の速度レート処理とは独立して、同時並行的に行われる。また、図１０に示す処理において、ステップＳ３０１、ステップＳ３０４、ステップＳ３０６、及び、ステップＳ３０８の判断は、上述の速度レート処理で説明した単位時間T_0よりも十分に短い周期で行われる。

【００９１】

図１０に示す旋回時速度制御処理が開始されると、旋回時速度制御部６８は、旋回状態判定部６９を用いて、自船が旋回しているか否かを判定する（ステップＳ３０１）。旋回していない場合、ステップＳ３０１に戻る。

【００９２】

ステップＳ３０１での判定の結果、自船が旋回している場合、旋回時速度制御部６８は、現在の設定速度V_Sを旋回開始時速度V_{ST}として記憶し、操船者により設定された設定方位と現在の船首方位との方位差を求める（ステップＳ３０２）。ここでいう方位差は絶対値であり、船舶が左右何れに旋回する場合でも正の値である。

【００９３】

その後、旋回時速度制御部６８は、求められた方位差と、所定の角度θとを比較する（ステップＳ３０３）。角度の閾値θは、ある程度小さな角度に設定される。当該方位差がθ以下である場合、緩旋回であり、旋回時の船舶の減速が小さいことを意味する。従って、旋回時速度制御部６８は、後述するステップＳ３０５～ステップＳ３０９の処理をスキップし、旋回状態判定部６９により旋回終了と判定できるまで待機する（ステップＳ３０４）。ステップＳ３０４で自船の旋回が終了したことを判定した場合、ステップＳ３０１に戻る。

【００９４】

ステップＳ３０３での比較の結果、求められた方位差がθより大きい場合、旋回時速度制御部６８は、減速保存方位及び速度再設定方位を求める（ステップＳ３０５）。減速保存方位は、例えば、図１１に示すように、方位センサ２から検出された船首方位に、求められた方位差γに予め設定された係数ｄ（ただし、０＜ｄ＜１）を乗じた値を加えることによって求めることができる。速度再設定方位は、例えば、１から係数ｄを減じた値を方位差に乗じ、得られた値を船首方位に加えることによって求めることができる。

【００９５】

その後、旋回時速度制御部６８は、自船の船首方位と求められた減速保存方位とを比較する（ステップＳ３０６）。船首方位が減速保存方位以上である場合（即ち、自船が旋回を開始してからの旋回角度が、方位差に係数ｄを乗じた値の角度に達した場合）、旋回時速度制御部６８は、そのときに検出された自船の実速度Ｖを設定速度V_Sとして出力する（ステップＳ３０７）。このときの設定速度V_Sが、旋回用設定速度に相当する。この時点では旋回が一部行われた後であるので、ステップＳ３０７で検出される実速度Ｖは、水の抵抗により一定程度減速された後の速度となっている。目標速度設定部６３は、旋回時速度制御部６８で出力された設定速度V_Sを用いて、速度レート処理を行う。

【００９６】

ステップＳ３０６での比較の結果、船首方位が減速保存方位より小さい場合、旋回時速度制御部６８は、船首方位が減速保存方位に達するのを待つ。

【００９７】

ステップＳ３０７の処理を行った後、旋回時速度制御部６８は、船首方位が速度再設定方位に達するのを待つ（ステップＳ３０８）。この間、目標速度設定部６３が行う速度レート処理において、設定速度V_Sが実速度Ｖに等しくなっている。従って、目標速度V_Tも実速度Ｖに等しくなり、速度は実質的に変化しない。

【００９８】

船首方位が速度再設定方位に達した場合（即ち、減速保存方位から自船が図１１に示す所定角度範囲を旋回した場合）、旋回時速度制御部６８は、ステップＳ３０２で記憶した旋回開始時速度V_{ST}を設定速度V_Sとして出力する（ステップＳ３０９）。これにより、目標速度設定部６３が行う速度レート処理は、再び、操船者が設定した設定速度V_Sに基づいて行われるようになる。その後、処理はステップＳ３０４に進む。

【００９９】

旋回時速度制御部６８は、上記のように、旋回開始から旋回終了までの旋回範囲の中間の一部である所定角度範囲において、実速度Ｖを設定速度V_Sとして設定することによって、加速及び減速の制御を実質的に行わせない。これにより、旋回時における不自然な加速、及び、減速のし過ぎの何れも回避することができる。

【０１００】

ところで、係数ｄを適切に設定することによって、目標速度V_Tを追従させる対象の設定速度V_Sは、旋回の終了が近づく前の適切なタイミングで元の値に戻ることになる。従って、旋回後の速度の軽快な立ち上がりを実現することができる。

【０１０１】

以上に説明したように、本実施形態の速度自動制御装置６は、船舶の航行速度を制御して、操船者が設定した設定速度V_Sに自動的に追従させる。速度自動制御装置６は、目標速度設定部６３と、変化率設定部６４と、を備える。目標速度設定部６３は、設定速度V_Sに

応じて、航行速度の追従対象である目標速度V_Tを単位時間T_0毎に設定することによって、目標速度V_Tを所定の変化率に基づいて変化させる。変化率設定部６４は、目標速度設定部６３で設定された目標速度V_Tが設定速度V_Sに近づいたときに、変化率を多段階に調整することによって変化率を減少させる。

【０１０２】

これにより、予め設定された速度制御マップ等のデータを要せずに、複数の変化率を有する速度の多段階変化を実現することができる。また、移動体の速度を追従させる目標である目標速度V_Tの変化率（単位変化量Δv_Uと単位時間T_0により定まる変化率）を、目標速度V_Tが設定速度V_Sに近づいたときに減少させることで、オーバーシュートの発生を低減することができる。

【０１０３】

以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

【０１０４】

速度レート処理は、ステップＳ１０１での判定の結果、目標速度V_{Tn}と設定速度V_{Sn}とが等しい場合、処理を終了させても良い。この場合、当該速度レート処理は、例えば、操船者が航法装置４を介して設定速度V_Sを入力した後に自動開始される。

【０１０５】

目標速度設定部６３の単位時間T_0に関する係数ａの代わりに、単位時間T_0を直接設定しても良い。

【０１０６】

実速度取得部６１で取得する実速度Ｖは、対地速度の代わりに、対水速度であっても良い。

【０１０７】

目標速度設定部６３で設定された目標速度V_Tが３つ以上の変化率を有するように、変化率設定部６４は、単位変化量Δv_Uを３つの値に設定することもできる。

【０１０８】

変化率設定部６４は、２つのうち小さい方の単位変化量Δv_Uを求めるとき、基準単位変化量Δv_Sを２で除する代わりに、基準単位変化量Δv_Sに所定の割合（例えば、Ｈ％）を乗じて計算しても良い。この割合（Ｈ％）は、予め設定されても良いし、操船者の好みに応じて調整されても良い。

【０１０９】

変化率設定部６４は、操船者が設定した基準単位変化量Δv_Sの代わりに、単位時間T_0を調整して、目標速度設定部６３に出力することによって、目標速度設定部６３で設定された目標速度V_Tの変化率を調整しても良い。この場合、目標速度設定部６３は、例えば、操船者が設定した基準単位変化量Δv_Sに基づいて、変化率設定部６４で出力された単位時間T_0毎に目標速度V_Tを設定する。

【０１１０】

減速保存方位及び速度再設定方位を１つの係数ｄで決定することに代えて、それぞれ別の係数により決定しても良い。

【０１１１】

旋回時速度制御部６８における旋回時速度制御処理は、例えば、船舶が加速しながら旋回する場合のみで実行されても良い。

【符号の説明】

【０１１２】

６　速度自動制御装置（速度制御装置）

V_S　設定速度

V_T　目標速度

６３　目標速度設定部

６４　変化率設定部（変化率調整部）

【用語】
【０１１３】
必ずしも全ての目的または効果・利点が、本明細書中に記載される任意の特定の実施形態に則って達成され得るわけではない。従って、例えば当業者であれば、特定の実施形態は、本明細書中で教示または示唆されるような他の目的または効果・利点を必ずしも達成することなく、本明細書中で教示されるような1つまたは複数の効果・利点を達成または最適化するように動作するように構成され得ることを想到するであろう。
【０１１４】
本明細書中に記載される全ての処理は、1つまたは複数のコンピュータまたはプロセッサを含むコンピューティングシステムによって実行されるソフトウェアコードモジュールにより具現化され、完全に自動化され得る。コードモジュールは、任意のタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体または他のコンピュータ記憶装置に記憶することができる。一部または全ての方法は、専用のコンピュータハードウェアで具現化され得る。
【０１１５】
本明細書中に記載されるもの以外でも、多くの他の変形例があることは、本開示から明らかである。例えば、実施形態に応じて、本明細書中に記載されるアルゴリズムのいずれかの特定の動作、イベント、または機能は、異なるシーケンスで実行することができ、追加、併合、または完全に除外することができる (例えば、記述された全ての行為または事象がアルゴリズムの実行に必要というわけではない)。さらに、特定の実施形態では、動作またはイベントは、例えば、マルチスレッド処理、割り込み処理、または複数のプロセッサまたはプロセッサコアを介して、または他の並列アーキテクチャ上で、逐次ではなく、並列に実行することができる。さらに、異なるタスクまたはプロセスは、一緒に機能し得る異なるマシンおよび/またはコンピューティングシステムによっても実行され得る。
【０１１６】
本明細書中に開示された実施形態に関連して説明された様々な例示的論理ブロックおよびモジュールは、プロセッサなどのマシンによって実施または実行することができる。プロセッサは、マイクロプロセッサであってもよいが、代替的に、プロセッサは、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシン、またはそれらの組み合わせなどであってもよい。プロセッサは、コンピュータ実行可能命令を処理するように構成された電気回路を含むことができる。別の実施形態では、プロセッサは、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、またはコンピュータ実行可能命令を処理することなく論理演算を実行する他のプログラマブルデバイスを含む。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組み合わせ、例えば、デジタル信号プロセッサ(デジタル信号処理装置)とマイクロプロセッサの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと組み合わせた1つ以上のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実装することができる。本明細書中では、主にデジタル技術に関して説明するが、プロセッサは、主にアナログ素子を含むこともできる。例えば、本明細書中に記載される信号処理アルゴリズムの一部または全部は、アナログ回路またはアナログとデジタルの混合回路により実装することができる。コンピューティング環境は、マイクロプロセッサ、メインフレームコンピュータ、デジタル信号プロセッサ、ポータブルコンピューティングデバイス、デバイスコントローラ、または装置内の計算エンジンに基づくコンピュータシステムを含むが、これらに限定されない任意のタイプのコンピュータシステムを含むことができる。
【０１１７】
特に明記しない限り、「できる」「できた」「だろう」または「可能性がある」などの条件付き言語は、特定の実施形態が特定の特徴、要素および/またはステップを含むが、他の実施形態は含まないことを伝達するために一般に使用される文脈内での意味で理解される。従って、このような条件付き言語は、一般に、特徴、要素および/またはステップが1つ以上の実施形態に必要とされる任意の方法であること、または1つ以上の実施形態が、これらの特徴、要素および/またはステップが任意の特定の実施形態に含まれるか、または

実行されるかどうかを決定するための論理を必然的に含むことを意味するという訳ではない。

【０１１８】

語句「X、Y、Zの少なくとも1つ」のような選言的言語は、特に別段の記載がない限り、項目、用語等が X, Y, Z、のいずれか、又はそれらの任意の組み合わせであり得ることを示すために一般的に使用されている文脈で理解される(例: X、Y、Z)。従って、このような選言的言語は、一般的には、特定の実施形態がそれぞれ存在するXの少なくとも1つ、Yの少なくとも1つ、またはZの少なくとも1つ、の各々を必要とすることを意味するものではない。

【０１１９】

本明細書中に記載されかつ/または添付の図面に示されたフロー図における任意のプロセス記述、要素またはブロックは、プロセスにおける特定の論理機能または要素を実装するための1つ以上の実行可能命令を含む、潜在的にモジュール、セグメント、またはコードの一部を表すものとして理解されるべきである。代替の実施形態は、本明細書中に記載された実施形態の範囲内に含まれ、ここでは、要素または機能は、当業者に理解されるように、関連する機能性に応じて、実質的に同時にまたは逆の順序で、図示または説明されたものから削除、順不同で実行され得る。

【０１２０】

特に明示されていない限り、「一つ」のような数詞は、一般的に、1つ以上の記述された項目を含むと解釈されるべきである。従って、「～するように設定された一つのデバイス」などの語句は、1つ以上の列挙されたデバイスを含むことを意図している。このような1つまたは複数の列挙されたデバイスは、記載された引用を実行するように集合的に構成することもできる。例えば、「以下のA、BおよびCを実行するように構成されたプロセッサ」は、Aを実行するように構成された第1のプロセッサと、BおよびCを実行するように構成された第2のプロセッサとを含むことができる。加えて、導入された実施例の具体的な数の列挙が明示的に列挙されたとしても、当業者は、このような列挙が典型的には少なくとも列挙された数(例えば、他の修飾語を用いない「2つの列挙と」の単なる列挙は、通常、少なくとも2つの列挙、または2つ以上の列挙を意味する)を意味すると解釈されるべきである。

【０１２１】

一般に、本明細書中で使用される用語は、一般に、「非限定」用語(例えば、「～を含む」という用語は「それだけでなく、少なくとも～を含む」と解釈すべきであり、「～を持つ」という用語は「少なくとも～を持っている」と解釈すべきであり、「含む」という用語は「以下を含むが、これらに限定されない。」などと解釈すべきである。) を意図していると、当業者には判断される。

【０１２２】

説明の目的のために、本明細書中で使用される「水平」という用語は、その方向に関係なく、説明されるシステムが使用される領域の床の平面または表面に平行な平面、または説明される方法が実施される平面として定義される。「床」という用語は、「地面」または「水面」という用語と置き換えることができる。「垂直/鉛直」という用語は、定義された水平線に垂直/鉛直な方向を指します。「上側」「下側」「下」「上」「側面」「より高く」「より低く」「上の方に」「～を越えて」「下の」などの用語は水平面に対して定義されている。

【０１２３】

本明細書中で使用される用語の「付着する」、「接続する」、「対になる」及び他の関連用語は、別段の注記がない限り、取り外し可能、移動可能、固定、調節可能、及び/または、取り外し可能な接続または連結を含むと解釈されるべきである。接続/連結は、直接接続及び/または説明した2つの構成要素間の中間構造を有する接続を含む。

【０１２４】

特に明示されていない限り、本明細書中で使用される、「およそ」、「約」、および「

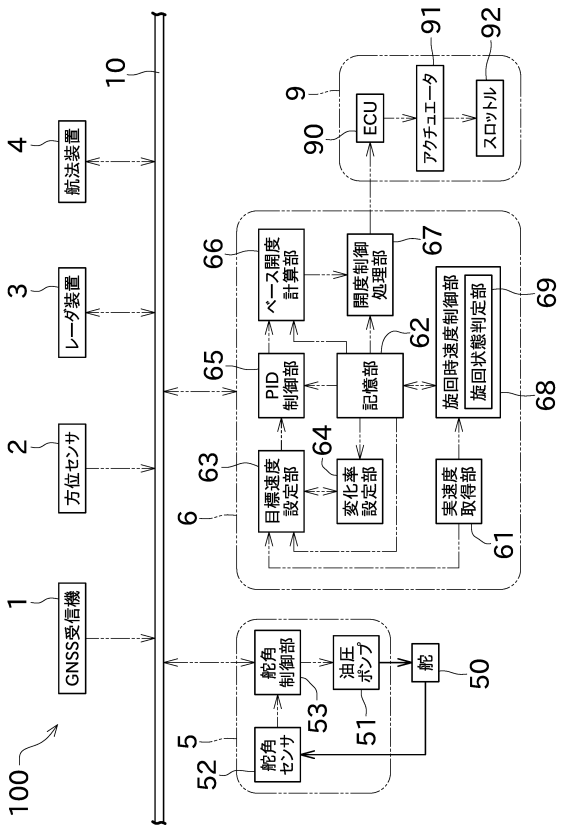
実質的に」のような用語が先行する数は、列挙された数を含み、また、さらに所望の機能を実行するか、または所望の結果を達成する、記載された量に近い量を表す。例えば、「およそ」、「約」及び「実質的に」とは、特に明示されていない限り、記載された数値の10%未満の値をいう。本明細書中で使用されているように、「およそ」、「約」、および「実質的に」などの用語が先行して開示されている実施形態の特徴は、さらに所望の機能を実行するか、またはその特徴について所望の結果を達成するいくつかの可変性を有する特徴を表す。

【０１２５】

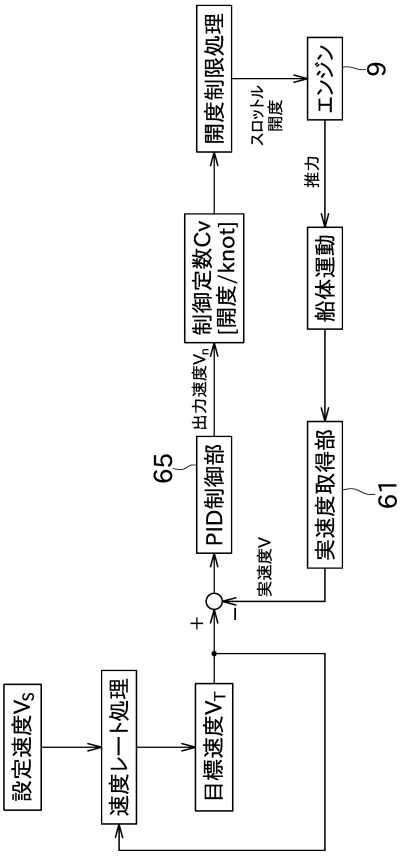
上述した実施形態には、多くの変形例および修正例を加えることができ、それらの要素は、他の許容可能な例の中にあるものとして理解されるべきである。そのような全ての修正および変形は、本開示の範囲内に含まれることを意図し、以下の特許請求の範囲によって保護される。

【図面】

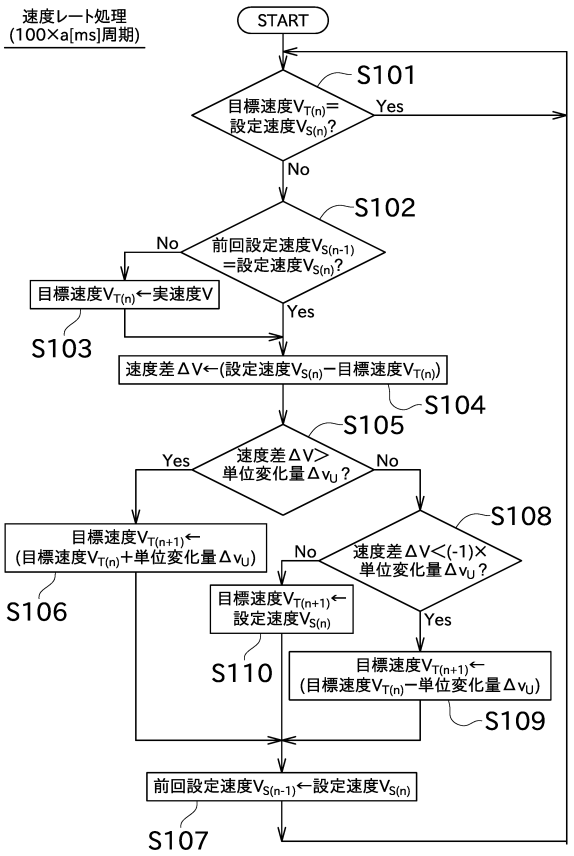
【図１】


100
GNSS受信機
1
方位センサ
2
レーダ装置
3
航法装置
4
10
5
舵角センサ
52
舵角制御部
53
油圧ポンプ
51
舵
50
6
目標速度設定部
63
変化率設定部
64
実速度取得部
61
PID制御部
65
記憶部
62
ベース開度計算部
66
開度制御処理部
67
旋回時速度制御部
旋回状態判定部
68
69
9
90
ECU
アクチュエータ
91
スロットル
92

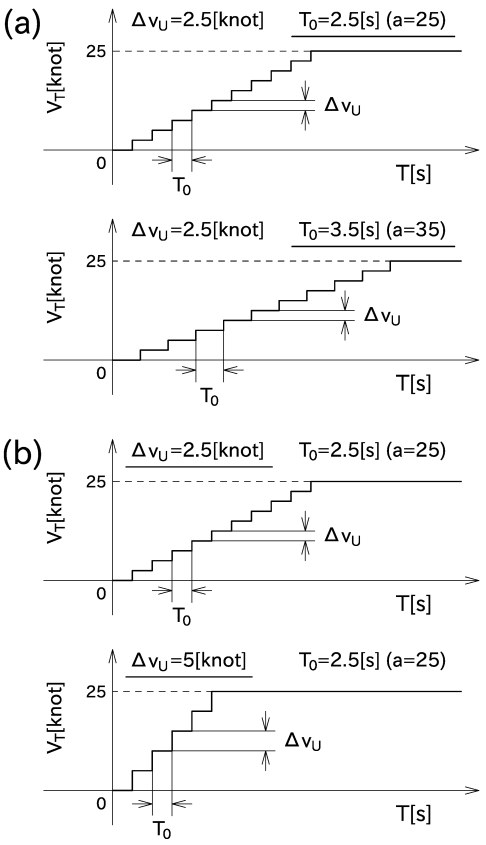
【図２】


設定速度V_S
速度レート処理
目標速度V_T
+
−
実速度V
PID制御部
65
出力速度V_0
制御定数Cv
[開度/knot]
開度制限処理
スロットル開度
エンジン
9
推力
船体運動
実速度取得部
61

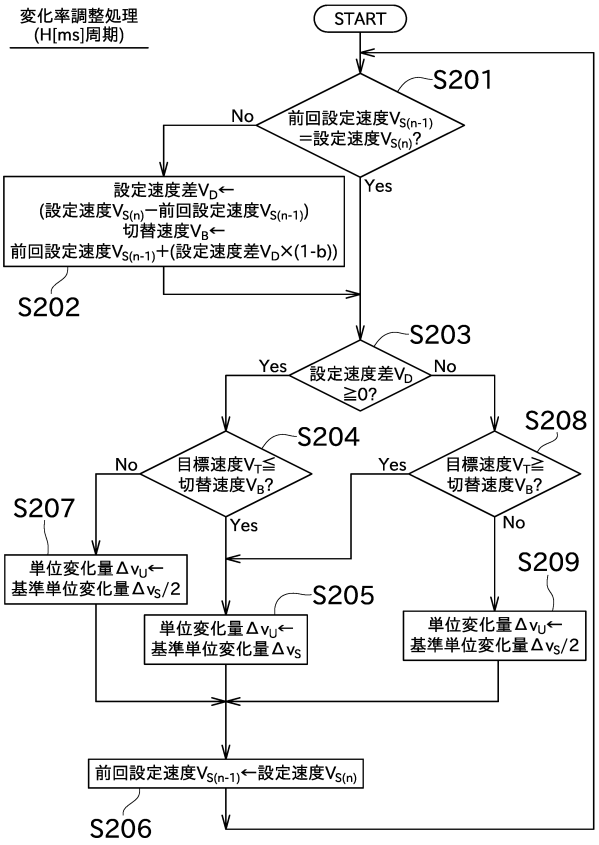
【図３】


速度レート処理
(100×a[ms]周期)
START
S101
目標速度$V_{T(n)}$=
設定速度$V_{S(n)}$?
Yes
No
S102
No
前回設定速度$V_{S(n-1)}$
=設定速度$V_{S(n)}$?
目標速度$V_{T(n)}$←実速度V
S103
Yes
速度差ΔV←(設定速度$V_{S(n)}$−目標速度$V_{T(n)}$)
S104
S105
Yes
速度差ΔV>
単位変化量Δv_U?
No
S108
目標速度$V_{T(n+1)}$←
(目標速度$V_{T(n)}$+単位変化量Δv_U)
S106
No
速度差ΔV<(-1)×
単位変化量Δv_U?
目標速度$V_{T(n+1)}$←
設定速度$V_{S(n)}$
S110
Yes
目標速度$V_{T(n+1)}$←
(目標速度$V_{T(n)}$−単位変化量Δv_U)
S109
前回設定速度$V_{S(n-1)}$←設定速度$V_{S(n)}$
S107

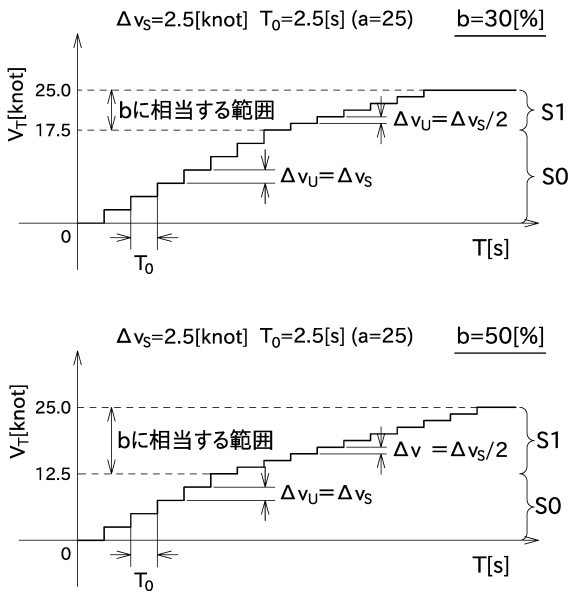
【図４】


(a)
Δv_U=2.5[knot]
T_0=2.5[s] (a=25)
V_T[knot]
25
0
Δv_U
T_0
T[s]
Δv_U=2.5[knot]
T_0=3.5[s] (a=35)
(b)
Δv_U=5[knot]
T_0=2.5[s] (a=25)

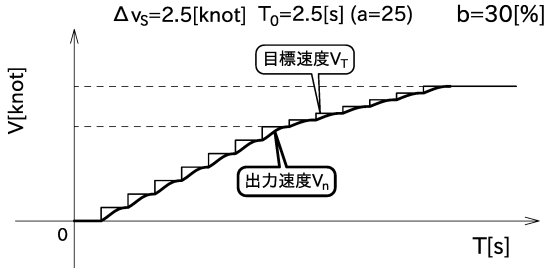
【図５】


変化率調整処理
(H[ms]周期)
START
S201
No
前回設定速度$V_{S(n-1)}$
=設定速度$V_{S(n)}$?
Yes
設定速度差V_D←
(設定速度$V_{S(n)}$−前回設定速度$V_{S(n-1)}$)
切替速度V_B←
前回設定速度$V_{S(n-1)}$+(設定速度差V_D×(1-b))
S202
S203
Yes
設定速度差V_D
≧0?
No
S204
No
目標速度V_T≦
切替速度V_B?
Yes
S208
Yes
目標速度V_T≧
切替速度V_B?
No
S207
単位変化量Δv_U←
基準単位変化量Δv_S/2
S205
単位変化量Δv_U←
基準単位変化量Δv_S
S209
単位変化量Δv_U←
基準単位変化量Δv_S/2
前回設定速度$V_{S(n-1)}$←設定速度$V_{S(n)}$
S206

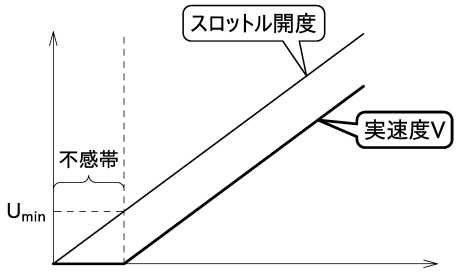
【図６】


Δv_S=2.5[knot] T_0=2.5[s] (a=25) b=30[%]
V_T[knot]
25.0
17.5
0
bに相当する範囲
Δv_U=Δv_S/2
Δv_U=Δv_S
S1
S0
T_0
T[s]
Δv_S=2.5[knot] T_0=2.5[s] (a=25) b=50[%]
12.5
Δv =Δv_S/2

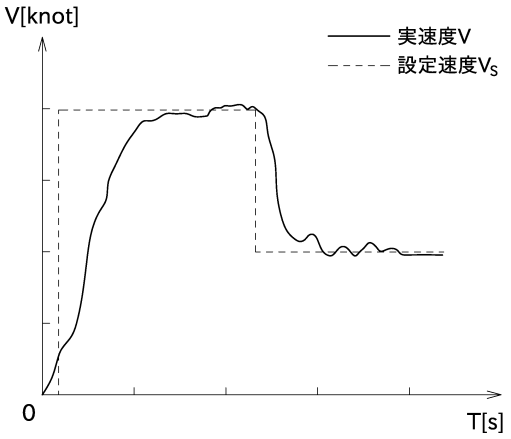
【図７】


Δv_S=2.5[knot] T_0=2.5[s] (a=25) b=30[%]
目標速度V_T
出力速度V_n
V[knot]
0
T[s]

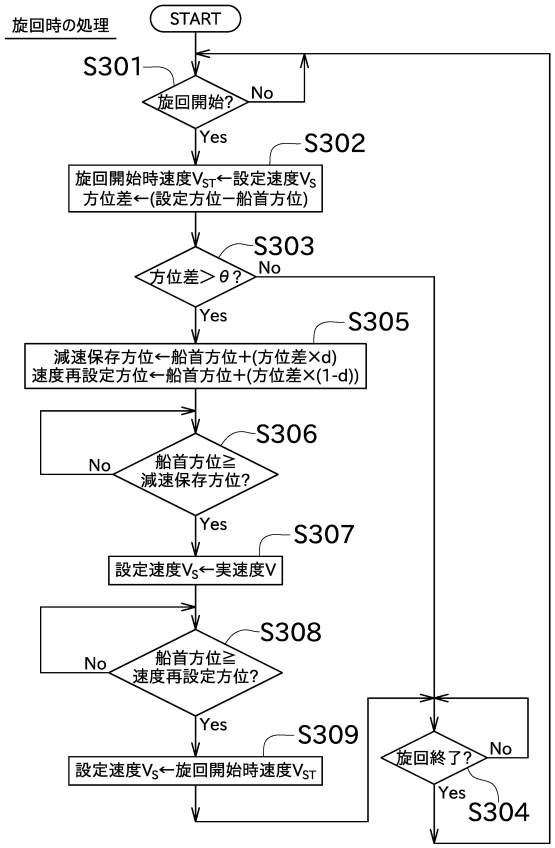
【図８】


スロットル開度
実速度V
不感帯
U_min

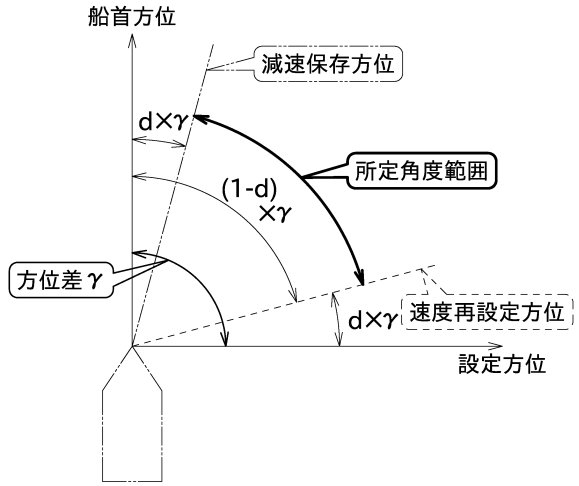
【図９】


V[knot]
実速度V
設定速度V_S
0
T[s]

【図１０】


旋回時の処理
START
S301
旋回開始?
No
Yes
S302
旋回開始時速度V_ST←設定速度V_S
方位差←(設定方位−船首方位)
S303
方位差＞θ?
No
Yes
S305
減速保存方位←船首方位+(方位差×d)
速度再設定方位←船首方位+(方位差×(1-d))
S306
船首方位≧
減速保存方位?
No
Yes
S307
設定速度V_S←実速度V
S308
船首方位≧
速度再設定方位?
No
Yes
S309
設定速度V_S←旋回開始時速度V_ST
旋回終了?
No
Yes
S304

【図１１】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平３－１２５６３５（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３４８８６（ＪＰ，Ａ）
特開昭５０－４３６２６（ＪＰ，Ａ）
特公平７－１０７３７４（ＪＰ，Ｂ２）
米国特許出願公開第２０１６／００４６２８７（ＵＳ，Ａ１）
特開平５－１３９１８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１１０７４９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－１５４９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１７３４６８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２１０２４４（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１９２２１４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－３４７８０（ＪＰ，Ａ）
中国特許出願公開第１０３２９３９５２（ＣＮ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６３Ｈ ２５／０４，２１／２１，
Ｆ０２Ｄ ９／０２，２９／０２，
Ｇ０５Ｄ １３／６２