

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7107550号
(P7107550)

(45)発行日 令和4年7月27日(2022.7.27)

(24)登録日 令和4年7月19日(2022.7.19)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 8 G	3/02	(2006.01)	G 0 8 G	3/02	A
B 6 3 B	49/00	(2006.01)	B 6 3 B	49/00	Z
B 6 3 B	43/18	(2006.01)	B 6 3 B	43/18	

請求項の数 15 (全16頁)

(21)出願番号	特願2018-64956(P2018-64956)	(73)特許権者	501204525 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
(22)出願日	平成30年3月29日(2018.3.29)		
(65)公開番号	特開2019-175287(P2019-175287 A)	(74)代理人	110001210 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
(43)公開日	令和1年10月10日(2019.10.10)	(72)発明者	佐藤 圭二 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・港湾・航空技術研究所内
審査請求日	令和3年3月4日(2021.3.4)	審査官	貞光 大樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 移動体の避航判断方法、避航判断装置及び避航判断プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータにより、

複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習ステップと、

前記分類学習ステップで得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測ステップと、前記分類予測ステップで得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力ステップとを実行することを特徴とする避航判断方法。

【請求項2】

請求項1に記載の避航判断方法であって、移動体は船舶であり、

前記運航データは、自動船舶識別装置(AIS)から得られたデータを含むことを特徴とする避航判断方法。

【請求項3】

請求項2に記載の避航判断方法であって、

前記避航分類特徴ベクトルは、移動体の船首方位、相手船との距離、相手船との最接近距

離の指標を含むことを特徴とする避航判断方法。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の避航判断方法であって、前記避航情報は、前記運航データに含まれる避航時刻に基づいて設定されることを特徴とする避航判断方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の避航判断方法であって、前記分類用教師データの初期値の前記避航情報は、前記運航データに基づいて設定され入力されたものであることを特徴とする避航判断方法。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の避航判断方法であって、前記分類予測ステップでは、自船と相手船とを指定し、前記運航データから前記基準期間毎のデータを抽出し、当該データから抽出された前記避航分類特徴ベクトルを学習済みの前記避航分類モデルに適用することによって避航行動の有無の分類を行うことを特徴とする避航判断方法。

【請求項 7】

コンピュータにより、

複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始すべきか否かの避航判断を行うための避航判断モデルを学習する判断学習ステップと、前記判断学習ステップで得られた学習済みの避航判断モデルを用いて前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測ステップと、前記判断予測ステップで得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力ステップとを実行することを特徴とする避航判断方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の避航判断方法であって、前記判断出力ステップにおいて出力された前記避航判断の結果を前記対象とする移動体の運航制御に利用することを特徴とする避航判断方法。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の避航判断方法を用いて得られた移動体の避航行動の有無の分類の結果を用いて当該移動体が避航を開始した避航開始時刻を設定して判断用教師データを生成し、前記判断用教師データを前記請求項 7 又は 8 に記載の避航判断方法に適用して移動体の避航判断の結果を出力することを特徴とする避航判断方法。

【請求項 10】

複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習手段と、前記分類学習手段で得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測手段と、前記分類予測手段で得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力手段とを備えたことを特徴とする避航判断装置。

【請求項 11】

複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始すべきか否かの避航判断を行うための避航

10

20

30

40

50

判断モデルを学習する判断学習手段と、
前記判断学習手段で得られた学習済みの避航判断モデルを用いて前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測手段と、
前記判断予測手段で得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力手段とを備えたことを特徴とする避航判断装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の避航判断装置であって、
前記判断出力手段において出力された前記避航判断の結果を前記対象とする移動体の運航制御に利用する避航判断結果利用手段を備えることを特徴とする避航判断装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の避航判断装置であって、
前記避航判断結果利用手段は、前記判断出力手段において出力された前記避航判断の結果を用いて前記対象とする移動体の運航を自動制御する自動運航制御手段であることを特徴とする避航判断装置。

【請求項 1 4】

コンピュータを、
複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習手段と、
前記分類学習手段で得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測手段と、
前記分類予測手段で得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力手段として機能させることを特徴とする避航判断プログラム。

【請求項 1 5】

コンピュータを、
複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始するか否かの避航判断を行うための避航判断モデルを学習する判断学習手段と、
前記判断学習手段で得られた学習済みの避航判断モデルを用いて前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測手段と、
前記判断予測手段で得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力手段として機能させることを特徴とする避航判断プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体の避航判断方法、避航判断装置及び避航判断プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

船舶等の移動体においては、移動体同士の衝突を回避するために回避行動を行うことが必要となる場合がある。

【0003】

例えば、船舶の位置及び速度に関する進行情報を用いて船舶同士の衝突のリスクを算出する技術が開示されている（特許文献 1）。また、複雑な交通環境下において障害物となる他の移動体の状態に基づいて進路を予測し、異なる移動体同士の進路が干渉しあう予測確率を算出する技術が開示されている（特許文献 2）。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2017-182730号公報

特開2008-123217号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、移動体の避航や衝突の危険性については、それぞれの移動体の状態量に応じてシミュレーションを行い、衝突するか否かそのリスクを算出するものであった。また、移動体が避航をしたか否かを検知するには、移動体の過去の状態量を人手によって調べて避航した場所や時刻等を抽出する必要があった。さらに、将来的な避航の必要性を判定する避航判断方法は確立されていなかった。

10

【0006】

本発明は、移動体の過去の移動を示す情報から、実際に避航行動を実施したか否かをもとに学習を行い、避航について適切に判断する技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の請求項1に係る避航判断方法は、コンピュータにより、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習ステップと、前記分類学習ステップで得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測ステップと、前記分類予測ステップで得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力ステップとを実行することを特徴とする。

20

【0008】

ここで、移動体は船舶であり、前記運航データは、自動船舶識別装置(AIS)から得られたデータを含むことが好適である。

【0009】

また、前記避航分類特徴ベクトルは、移動体の船首方位、相手船との距離、相手船との最接近距離の指標を含むことが好適である。

30

【0010】

また、前記避航情報は、前記運航データに含まれる避航時刻に基づいて設定されることが好適である。

【0011】

また、前記分類用教師データの初期値の前記避航情報は、前記運航データに基づいて設定され入力されたものであることが好適である。

【0013】

また、前記分類予測ステップでは、自船と相手船とを指定し、前記運航データから前記基準期間毎のデータを抽出し、当該データから抽出された前記避航分類特徴ベクトルを学習済みの前記避航分類モデルに適用することによって避航行動の有無の分類を行うことが好適である。

40

【0014】

本発明の請求項7に係る避航判断方法は、コンピュータにより、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始するべきか否かの避航判断を行うための避航判断モデルを学習する判断学習ステップと、前記判断学習ステップで得られた学習済みの避航判断モデルを用いて

50

前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測ステップと、前記判断予測ステップで得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力ステップとを実行することを特徴とする。

【0015】

ここで、前記判断出力ステップにおいて出力された前記避航判断の結果を前記対象とする移動体の運航制御に利用することが好適である。

【0016】

また、上記の避航判断方法を用いて得られた移動体の避航行動の有無の分類の結果を用いて当該移動体が避航を開始した避航開始時刻を設定して判断用教師データを生成し、前記判断用教師データを上記の避航判断方法に適用して移動体の避航判断の結果を出力することが好適である。

10

【0017】

本発明の請求項10に係る避航判断装置は、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習手段と、前記分類学習手段で得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測手段と、前記分類予測手段で得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力手段とを備えたことを特徴とする。

20

【0018】

本発明の請求項11に係る避航判断装置は、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始すべきか否かの避航判断を行うための避航判断モデルを学習する判断学習手段と、前記判断学習手段で得られた学習済みの避航判断モデルを用いて前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測手段と、前記判断予測手段で得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力手段とを備えたことを特徴とする。

30

【0019】

ここで、前記判断出力手段において出力された前記避航判断の結果を前記対象とする移動体の運航制御に利用する避航判断結果利用手段を備えることが好適である。

なお、避航判断の結果を移動体の運航制御に利用する場合は、移動体へ搭載する避航判断装置としては、判断学習手段を除くことができる。

【0020】

また、前記避航判断結果利用手段は、前記判断出力手段において出力された前記避航判断の結果を用いて前記対象とする移動体の運航を自動制御する自動運航制御手段であることが好適である。

40

なお、避航判断の結果を用いて移動体の運航の自動制御を行う場合は、移動体へ搭載する避航判断装置としては、判断学習手段を除くことができる。

【0021】

本発明の請求項14に係る避航判断プログラムは、コンピュータを、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習手段と、前記分類学習手段で得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測手段と、前記分類予

50

測手段で得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力手段として機能させることを特徴とする。

【0022】

本発明の請求項15に係る避航判断プログラムは、コンピュータを、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始するか否かの避航判断を行うための避航判断モデルを学習する判断学習手段と、前記判断学習手段で得られた学習済みの避航判断モデルを用いて前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測手段と、前記判断予測手段で得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力手段として機能させることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0023】

本発明の請求項1に係る避航判断方法によれば、コンピュータにより、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習ステップと、前記分類学習ステップで得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測ステップと、前記分類予測ステップで得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力ステップとを実行することによって、移動体の移動を示す時系列データに避航を示す情報を含むか否かを分類することができる。

20

【0024】

ここで、移動体は船舶であり、前記運航データは、自動船舶識別装置(AIS)から得られたデータを含むことによって、船舶の運航を示す時系列データに避航を示す情報を含むか否かを分類することができる。

【0025】

また、前記避航分類特徴ベクトルは、移動体の船首方位、相手船との距離、相手船との最接近距離の指標を含むことによって、避航分類モデルをより適切に学習させることができ、船舶の避航をより適切に分類することができる。

30

【0026】

また、前記避航情報は、前記運航データに含まれる避航時刻に基づいて設定されることによって、避航時刻に基づいて避航分類モデルをより適切に学習させることができ、船舶の避航をより適切に分類することができる。

【0027】

また、前記分類用教師データの初期値の前記避航情報は、前記運航データに基づいて設定され入力されたものであることによって、避航分類モデルを学習させるための分類用教師データの初期値をより適切に設定ことができ、より適切な避航分類モデルを得ることができる。

40

【0029】

また、前記分類予測ステップでは、自船と相手船とを指定し、前記運航データから前記基準期間毎のデータを抽出し、当該データから抽出された前記避航分類特徴ベクトルを学習済みの前記避航分類モデルに適用することによって避航行動の有無の分類を行うことによって避航分類を行うことにより、所定の時間間隔のデータに対して避航の有無に基づく分類を行うことができる。

【0030】

本発明の請求項7に係る避航判断方法によれば、コンピュータにより、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎

50

の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始すべきか否かの避航判断を行うための避航判断モデルを学習する判断学習ステップと、前記判断学習ステップで得られた学習済みの避航判断モデルを用いて前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測ステップと、前記判断予測ステップで得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力ステップとを実行することによって、移動体の移動を示す時系列データに基づいてどのように避航を行うべきかを示す避航判断を得ることができる。

【0031】

ここで、前記判断出力ステップにおいて出力された前記避航判断の結果を前記対象とする移動体の運航制御に利用することによって、移動体の過去の移動を示す時系列データから得られた避航判断モデルに基づいて適切な避航行動を実行することができる。

10

【0032】

また、上記の避航判断方法を用いて得られた移動体の避航行動の有無の分類の結果を用いて当該移動体が避航を開始した避航開始時刻を設定して判断用教師データを生成し、前記判断用教師データを上記の避航判断方法に適用して移動体の避航判断の結果を出力することによって、移動体の避航を開始する時刻を適切に判断することができる。

【0033】

本発明の請求項1.0に係る避航判断装置によれば、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習手段と、前記分類学習手段で得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測手段と、前記分類予測手段で得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力手段とを備えたことによって、移動体の移動を示す時系列データに避航を示す情報を含むか否かを分類することができる。

20

【0034】

本発明の請求項1.1に係る避航判断装置によれば、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始すべきか否かの避航判断を行うための避航判断モデルを学習する判断学習手段と、前記判断学習手段で得られた学習済みの避航判断モデルを用いて前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測手段と、前記判断予測手段で得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力手段とを備えたことによって、移動体の移動を示す時系列データに基づいてどのように避航を行うべきかを示す避航判断を得ることができる。

30

【0035】

ここで、前記判断出力手段において出力された前記避航判断の結果を前記対象とする移動体の運航制御に利用する避航判断結果利用手段を備えることによって、移動体の過去の移動を示す時系列データから得られた避航判断モデルに基づいて適切な避航行動を実行することができる。

40

【0036】

また、前記避航判断結果利用手段は、前記判断出力手段において出力された前記避航判断の結果を用いて前記対象とする移動体の運航を自動制御する自動運航制御手段であることによって、移動体の避航行動を自動的に制御することができる。

【0037】

本発明の請求項1.4に係る避航判断プログラムによれば、コンピュータを、複数の移動体

50

の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航分類特徴ベクトルと、移動体が避航したか否かを示す避航情報とを組み合わせた分類用教師データを用いて、前記運航データにおける複数の移動体の避航行動の有無を分類するための避航分類モデルを学習する分類学習手段と、前記分類学習手段で得られた学習済みの避航分類モデルを用いて前記運航データにおける前記基準期間毎の複数の移動体の避航行動の有無を分類する分類予測手段と、前記分類予測手段で得られた複数の移動体の避航行動の有無の分類の結果を出力する分類出力手段として機能させることによって、移動体の移動を示す時系列データに避航を示す情報を含むか否かを分類することができる。

【0038】

本発明の請求項15に係る避航判断プログラムによれば、コンピュータを、複数の移動体の航行に関連した時系列データである運航データに基づいて、対象とする移動体の基準期間毎の衝突に関する情報として抽出された避航判断特徴ベクトルと、移動体が避航を開始した避航開始時刻とを組み合わせた判断用教師データを用いて、前記運航データから前記対象とする移動体の避航を開始するか否かの避航判断を行うための避航判断モデルを学習する判断学習手段と、前記判断学習手段で得られた学習済みの避航判断モデルを用いて前記運航データから前記対象とする移動体の前記避航判断を行う判断予測手段と、前記判断予測手段で得られた前記対象とする移動体の前記避航判断の結果を出力する判断出力手段として機能させることによって、移動体の移動を示す時系列データに基づいてどのように避航を行うべきかを示す避航判断を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の実施の形態における避航判断装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態における避航判断装置の構成を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態における運航データの例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

本発明の実施の形態における避航判断装置100は、図1に示すように、運航データ取得手段10、避航分類特徴ベクトル生成手段12、避航情報設定手段14、分類学習手段16、分類予測手段18、避航分類予測結果出力手段20、避航判断特徴ベクトル生成手段22、判断学習手段24、判断予測手段26及び避航判断予測結果出力手段28を含んで構成される。

【0041】

避航判断装置100は、図2に示すように、処理部30、記憶部32、入力部34、出力部36及び通信部38を含んで構成されるコンピュータによって実現することができる。

【0042】

処理部30は、CPU等を含んで構成され、避航判断装置100における処理を統合的に行う。処理部30は、記憶部32に記憶されている避航判断プログラムを実行することにより、本実施の形態における避航判断方法を実現することを可能にする。すなわち、コンピュータを運航データ取得手段10、避航分類特徴ベクトル生成手段12、避航情報設定手段14、分類学習手段16、分類予測手段18、避航分類予測結果出力手段20、避航判断特徴ベクトル生成手段22、判断学習手段24、判断予測手段26及び避航判断予測結果出力手段28として機能させる。記憶部32は、避航判断装置100における避航判断処理において用いられる避航判断プログラムや避航分類トレーニングデータとなる分類学習用教師データ(分類用教師データ)や避航判断トレーニングデータとなる判断学習用教師データ(判断用教師データ)等の処理に用いられる情報を記憶する。記憶部32は、例えば、半導体メモリ、ハードディスク等で構成することができる。入力部34は、避航判断装置100に対して情報を入力するための手段を含む。入力部34は、例えば、キーボードやマウス等を含んで構成される。出力部36は、避航判断装置100で処理された情報を表示させる手段を含む。出力部36は、例えば、ディスプレイとすることができる。

10

20

30

40

50

。通信部 38 は、外部の装置との情報交換を行うためのインターフェースを含んで構成される。通信部 38 は、例えば、インターネット等の情報通信網や専用回線に接続されることによって外部の装置との通信を可能にする。なお、避航判断装置 100 として、処理部 30 を除く組み合わせは、この構成に限定されない。

【0043】

以下、避航判断装置 100 の各手段について説明を行う。本実施の形態の避航判断装置 100 は、自船と自船の周囲の船舶（相手船）の運航データを読み込み、当該運航データに基づいて運航データを避航分類するための運航分類モデルを学習により生成し、当該運航分類モデルを用いて運航データが避航行動を含むものであるか否かを分類することを可能にする。さらに、運航データに基づいて運航データから避航判断を行うための運航判断モデルを学習により生成し、運航データから船舶がどのように避航すればよいのかを示す避航判断を求めて出力する。

10

【0044】

なお、本実施の形態の避航判断装置 100 では、移動体として船舶を対象として避航分類及び避航判断を行う態様とするが、移動体は船舶に限定されるものでなく、移動可能な浮体や水中航走が可能な水中移動体等としてもよい。また、移動体は、車両や飛行体等としてもよい。

【0045】

本実施の形態では、運航データは、自動船舶識別装置（AIS）から得られたデータとする。ただし、運航データは、これに限定されるものではなく、避航の対象となり得る移動体の運動状態を示す時系列データであればよい。例えば、運航データは、レーダによって得られるデータやカメラによって得られるデータ、ビーコンによって得られるデータ等を含んでもよく、これらのデータを適宜組み合わせ使用してもよい。

20

【0046】

運航データ取得手段 10 は、自動船舶識別装置（AIS）から得られたデータ（以下、AIS データ）を取得する。避航判断装置 100 は、通信部 38 を介して AIS データを取得する。取得された AIS データは、記憶部 32 に記憶及び保持される。

【0047】

自動船舶識別装置（AIS）では、放送型自動従属監視（ADS-B）の一種であり、船舶航行の安全性向上を目的として自船の船名及び船舶位置等の航海情報を無線によって定期的に送信し、また他船から船名及び船舶位置等の航海情報を無線によって受信する。AIS データには、静的情報、動的情報、航海関連情報、航海安全関連情報が含まれる。静的情報には、船名及びコールサイン等の船舶を識別するために必要な情報が含まれる。動的情報には、刻々と変化する船舶の航海状況に関する情報（現在位置、航海速力、針路等の情報）が含まれる。これらの情報は、時系列データとして送受信される。AIS データの送信間隔は、船舶の速力によって変動するが、最大 3 分間隔以内最小 2 秒間隔以上の時間間隔で取得される。

30

【0048】

避航分類特徴ベクトル生成手段 12 は、船舶が避航したか否かを分類するための避航分類モデルを生成するために使用する分類学習用教師データに含まれる特徴ベクトルを生成する処理が行われる。特徴ベクトルは、対象とする移動体、すなわち本実施の形態では船舶の衝突に関する情報である。

40

【0049】

本実施の形態では、処理部 30 は、運航データ取得手段 10 において取得された AIS データから、自船と自船の周囲の相手船の一定の基準期間毎（例えば、30 分間隔）の相対位置、相対運動、最接近距離（DCPA）及び最接近時間（TCPA）を計算する。具体的には、例えば、図 3 に示すように、自船の針路方向、自船と相手船との衝突角度、自船からみた相手船の相対角度、自船から相手船までの距離、最接近距離（DCPA）及び最接近時間（TCPA）の時間的な変化を示す時系列データとする。

【0050】

50

特徴ベクトルは、これらの時系列データから生成される。本実施の形態では、特徴ベクトルは、基準期間毎における自船の船首方位の最小角速度を示す自船最小船首方位差分 (deg/min)、基準期間毎における自船の船首方位の最大角速度を示す自船最大船首方位差分 (deg/min)、基準期間毎における自船の船首方位の平均角速度を示す自船平均船首方位差分 (deg/min)、基準期間毎における自船の船首方位の角速度の標準偏差を示す自船船首方位差分標準偏差 (deg/min)、基準期間毎における相手船との最小距離 (mile)、基準期間毎における相手船の航行妨害ゾーン (OZT) までの最小角度 (最小OZT角度: deg) を含むものとする。

【表1】

特徴量	単位
自船最小船首方位差分	deg/min
自船最大船首方位差分	deg/min
自船平均船首方位差分	deg/min
自船船首方位差分標準偏差	deg/min
相手船1との最小距離	mile
相手船1との最小OZT角度	deg
相手船2との最小距離	mile
相手船2との最小OZT角度	deg
相手船3との最小距離	mile
相手船3との最小OZT角度	deg

【0051】

相手船との最小距離 (mile) と相手船との最小航行妨害ゾーン (OZT) の角度 (deg) は、衝突を回避する対象とする相手船と自船との組み合わせ毎に求める。例えば、三隻の相手船を対象とする場合、三隻の相手船のそれぞれと自船との間の相手船との最小距離 (mile) と相手船との最小航行妨害ゾーン (OZT) の角度 (deg) を求めて特徴ベクトルに含める。

【0052】

また、特徴ベクトルには、基準期間毎における相手船の船首方位の最小角速度を示す相手船最小船首方位差分 (deg/min)、基準期間毎における相手船の船首方位の最大角速度を示す相手船最大船首方位差分 (deg/min)、基準期間毎における相手船の船首方位の平均角速度を示す相手船平均船首方位差分 (deg/min)、基準期間毎における相手船の船首方位の角速度の標準偏差を示す相手船船首方位速度標準偏差 (deg/min)、基準期間毎における相手船の最小の最接近距離 (DCPA) 及び最小航行妨害ゾーン (OZT) までの距離のいずれかを含めるようにしてもよい。

【0053】

避航情報設定手段14は、移動体が避航したか否かを示す避航情報を設定する。処理部30は、避航分類特徴ベクトル生成手段12における基準期間毎に運航データが自船及び相手船が避航を行ったか否かを示す避航情報を設定する。すなわち、基準期間の運航データにおいて船舶が避航を行ったことを示す場合には、当該基準期間の運航データに対して避航情報を真 (True) と設定し、避航を行ったことを示していない場合には、当該基準期間の運航データに対して避航情報を偽 (False) と設定する。

【0054】

具体的には、例えば、基準期間の運航データにおいて自船の針路が変化すると共に相手船との最接近距離が広がった場合に船舶が避航を行ったことを示すものとして避航情報を真 (True) に設定し、基準期間においてそのような状況が発生しなかった場合には避航情報を偽 (False) と設定すればよい。

【 0 0 5 5 】

避航判断装置 1 0 0 において避航情報の初期値は人（ユーザ）によって設定するようにしてもよい。この場合、ユーザは船舶の運航データを基準期間毎に確認し、当該船舶が避航行動を行ったと考えられる基準期間の運航データに対する避航情報を真（True）に設定し、避航行動を行ったと考えられない基準期間の運航データに対する避航情報を偽（False）と設定すればよい。避航情報は、入力部 3 4 を用いて避航判断装置 1 0 0 へ入力すればよい。

【 0 0 5 6 】

分類学習手段 1 6 は、分類学習用教師データを用いて避航分類モデルを学習する処理を行う。処理部 3 0 は、基準期間毎に避航分類特徴ベクトル生成手段 1 2 で生成された特徴ベクトルと避航情報設定手段 1 4 で設定された避航情報とを組み合わせた分類学習用教師データを用いて避航分類モデルの機械学習を行う。ここで、避航分類モデルは、運航データを入力として、当該運航データが船舶が避航行動を行ったことを示す情報を含んでいるか否かによって当該運航データを分類するモデルである。また、分類学習用教師データは、基準期間毎の運航データについて、当該運航データにおける衝突に関する情報と当該基準期間において実際に避航行動が行われたか否かを示す避航情報とを組み合わせた教師付データである。すなわち、分類学習手段 1 6 は、運航データから抽出された特徴ベクトルを入力として、当該特徴ベクトルを入力した結果として当該特徴ベクトルに対応付けられている避航行動が行われたか否かを示す避航情報が正しく結果として出力される避航分類モデルが構築されるように教師付き学習を行う。例えば、サポートベクトルマシンやランダムフォレスト、ニューラルネットワーク等の機械学習の方法を適用して、分類学習用教師データを用いて避航分類モデルの学習を行うようにすればよい。これによって、新たな運航データを入力すると、当該運航データが避航行動を示すものであるか否かによって当該運航データを分類する避航分類モデルを得ることができる。

【 0 0 5 7 】

分類予測手段 1 8 は、避航分類モデルを用いて運航データを分類する処理を行う。処理部 3 0 は、分類学習手段 1 6 における学習によって得られた避航分類モデルに運航データ取得手段 1 0 において取得された運航データから求めた特徴ベクトルを入力して、当該運航データが避航行動を示すものであるか否かによって当該運航データを分類予測する処理を行う。分類対象とする運航データは、分類学習手段 1 6 において教師付き学習に用いられた運航データとは異なる新たな運航データであってもよい。避航分類特徴ベクトル生成手段 1 2 において、運航データを基準期間毎に分割して、基準期間毎の運航データに対して特徴ベクトルを求めて避航分類モデルの入力データとする。分類学習手段 1 6 において学習された避航分類モデルを適用することで、新たな運航データを入力データとしたとしても当該運航データが船舶の避航行動を示す情報を含んでいるか否かを適切に分類することができる。

【 0 0 5 8 】

避航分類予測結果出力手段 2 0 は、運航データの分類の予測結果を出力する。処理部 3 0 は、分類予測手段 1 8 で得られた運航データの分類の予測結果を出力部 3 6 から出力させる。分類予測結果では、基準期間毎に運航データが避航行動を示しているか否か分類されている。

【 0 0 5 9 】

出力された運航データの分類の予測結果は、大量の運航データを避航したか否かの観点から分類整理することや、避航判断のための基礎的な情報として利用できる。

【 0 0 6 0 】

避航判断特徴ベクトル生成手段 2 2 は、船舶がどのように避航すべきかを示す避航判断を行うための避航判断モデルを生成するために使用する判断用教師データに含まれる特徴ベクトルを生成する処理が行われる。特徴ベクトルは、対象とする移動体、すなわち本実施の形態では船舶の衝突に関する情報である。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

本実施の形態では、処理部 30 は、避航分類特徴ベクトル生成手段 12 と同様に、運航データ取得手段 10 において取得された A I S データから、自船と自船の周囲の相手船の一定の相対位置、相対運動、最接近距離 (D C P A) 及び最接近時間 (T C P A) を計算する。特徴ベクトルは、これらの時系列データから生成される。本実施の形態では、特徴ベクトルは、自船の船首方位 (d e g)、自船の船首方位の角速度を示す自船船首方位角速度 (d e g / m i n)、相手船との距離 (m i l e)、相手船との最近接時間 (m i n)、基準期間毎における相手船の航行妨害ゾーン (O Z T) までの最小角度 (最小 O Z T 角度 : d e g) を含むものとする。特徴ベクトルの値は、瞬時値であってもよいし、時系列データにおける一定期間 (例えば 10 秒毎) の平均値としてもよい。

【表 2】

10

特徴量	単位
自船船首方位	deg
自船船首方位角速度	deg/min
相手船1との距離	mile
相手船1との最接近時間	min
相手船1との最小OZT角度	deg
相手船2との距離	mile
相手船2との最接近時間	min
相手船2との最小OZT角度	deg
相手船3との距離	mile
相手船3との最接近時間	min
相手船3との最小OZT角度	deg

20

【0062】

相手船との距離 (m i l e)、相手船との最近接時間 (m i n)、相手船との最小航行妨害ゾーン (O Z T) の角度 (d e g) は、衝突を回避する対象とする相手船と自船との組み合わせ毎に求める。例えば、三隻の相手船を対象とする場合、三隻の相手船のそれぞれと相手船との距離 (m i l e)、相手船との最近接時間 (m i n)、相手船との最小航行妨害ゾーン (O Z T) の角度 (d e g) を求めて特徴ベクトルに含める。

30

【0063】

また、特徴ベクトルには、相手船の船首方位の角速度を示す相手船船首角速度 (d e g / m i n)、相手船の船首方位の角速度の標準偏差を示す相手船船首方位速度標準偏差 (d e g / m i n)、相手船の最接近距離 (D C P A) 及び最小航行妨害ゾーン (O Z T) までの距離のいずれかを含めるようにしてもよい。

【0064】

避航判断特徴ベクトル生成手段 22 は、さらに移動体がどのように避航したかを示す避航判断情報を設定する。本実施の形態では、避航判断情報は、避航を開始したことを示す避航開始時刻を示す情報とする。具体的には、例えば、図 3 に示すように、処理部 30 は、時系列データにおいて現時刻から一定時間内に自船船首方位角速度が基準値以上となった避航開始時刻が存在していれば避航判断情報を真 (t r u e) とし、存在していなければ偽 (F a l s e) とする。

40

【0065】

避航判断装置 100 において、避航判断情報は、人 (ユーザ) によって設定するようにしてもよい。この場合、ユーザは船舶の運航データを確認し、入力部 34 を用いて当該船舶が避航行動を開始した時刻に基づいて避航判断情報を入力するようにすればよい。また、避航判断情報は、処理部 30 によって自動的に設定するようにしてもよい。

50

【 0 0 6 6 】

判断学習手段 2 4 は、判断学習用教師データを用いて避航判断モデルを学習する処理を行う。処理部 3 0 は、避航判断特徴ベクトル生成手段 2 2 で生成された特徴ベクトルと避航判断情報とを組み合わせた判断学習用教師データを用いて避航判断モデルの機械学習を行う。ここで、避航判断モデルは、運航データを入力として、船舶がどのように避航行動を行うべきであるかの避航判断を出力するモデルである。すなわち、判断学習手段 2 4 は、運航データから抽出された特徴ベクトルを入力として、当該特徴ベクトルに対応付けられている過去の避航行動を教師としてどのような避航行動を行えばよいのかを出力する避航判断モデルが構築されるように教師付き学習を行う。例えば、サポートベクトルマシンやランダムフォレスト、ニューラルネットワーク等の機械学習の方法を適用して、判断学習用教師データを用いて避航判断モデルの学習を行うようにすればよい。これによって、新たな運航データを入力すると、当該運航データに基づいて適切な避航行動を行うための避航判断を出力する避航判断モデルを得ることができる。

10

【 0 0 6 7 】

本実施の形態では、避航判断特徴ベクトル生成手段 2 2 で生成された特徴ベクトルと避航開始時刻を示す避航判断情報とを組み合わせた判断学習用教師データを用いることで、時系列データから求められた各時刻の特徴ベクトルの入力を受けたときに一定時間以内に避航を開始した方が良いか否かを示す予測結果を出力する避航判断モデルを構築することができる。

20

【 0 0 6 8 】

判断予測手段 2 6 は、避航判断モデルを用いて運航データに基づいてどのように避航行動を行えばよいかを示す避航判断を求める処理を行う。処理部 3 0 は、判断学習手段 2 4 における学習によって得られた避航判断モデルに運航データ取得手段 1 0 において取得された運航データから求めた特徴ベクトルを入力して、当該運航データから行われるべき避航行動を予測する処理を行う。本実施の形態では、運航データに対して避航を開始すべきか否かを示す避航判断が予測結果として得られる。

【 0 0 6 9 】

判断対象とする運航データは、判断学習手段 2 4 において教師付き学習に用いられた運航データとは異なる新たな運航データであってもよい。避航判断特徴ベクトル生成手段 2 2 において、運航データに対して特徴ベクトルを求めて避航判断モデルの入力データとする。判断学習手段 2 4 において学習された避航判断モデルを適用することで、新たな運航データを入力データとしたとしても当該運航データから適切な避航判断を得ることができる。

30

【 0 0 7 0 】

避航判断予測結果出力手段 2 8 は、運航データに対する避航判断の予測結果を出力する。処理部 3 0 は、判断予測手段 2 6 で得られた運航データに対する避航判断の予測結果を出力部 3 6 から出力させる。本実施の形態において、避航判断の予測結果では、各時刻における運航データに基づいて船舶がどのように避航するべきできるかを示す避航判断が含まれている。本実施の形態では、運航データに対して避航を開始すべきか否かを示す避航判断が予測結果として出力される。

【 0 0 7 1 】

なお、避航分類予測結果出力手段 2 0 からの出力結果を用いて、分類学習用教師データを生成することもできる。学習された避航分類モデルを用いて運航データにおける避航行動の有無を自動的に分類することができるので、分類結果を運航データに対する避航情報として利用することができる。したがって、分類結果を避航情報として、分類された運航データから求めた特徴ベクトルと組み合わせることによって分類学習手段 1 6 において用いられる分類学習用教師データを自動的に生成することができる。

40

【 0 0 7 2 】

また、避航分類予測結果出力手段 2 0 からの出力結果を用いて、判断学習用教師データを生成することもできる。学習された避航分類モデルを用いた分類結果に応じて、避航を行ったとされる基準期間において避航を開始した時刻を抽出し、当該避航開始時刻に応じて

50

避航判断情報を設定することができる。そして、避航判断情報と運航データから求めた特徴ベクトルと組み合わせることによって判断学習手段 24 において用いられる判断学習用教師データを自動的に生成することができる。

【0073】

また、避航判断情報は、上記の例に限定されない。例えば、時系列データである運航データにおいて現時刻から避航を開始した避航開始時刻までの時間間隔を避航判断情報として設定してもよい。この場合、当該避航判断情報と運航データの各時刻における特徴ベクトルとを組み合わせた判断学習用教師データを用いた学習によって避航判断モデルを生成することで、各時刻における運航データの入力を受けたときに次の避航を開始すべき時刻までの時間を示す予測結果を出力する避航判断モデルを構築することができる。

10

【0074】

さらに、避航判断情報は、どちらに舵を切るのか、舵をどの程度切ったのか、相手船の前後のどちらを通過したのか等の情報としてもよい。これらの情報を避航判断情報として判断学習用教師データに含めることで、運航データを入力するとこれらの情報の予測結果を出力できる避航判断モデルを構築することもできる。

【0075】

以上のように、本実施の形態における避航判断装置 100 によれば、過去の運航データ（AIS等）から、実際に避航行動を実施したか否かやどのように避航行動を実施したかに基づいて避航分類モデルや避航判断モデルを求め、避航分類モデルや避航判断モデルを用いて避航についての分類や判断を得ることができる。

20

【0076】

これにより、人手によって運航データから避航を実施した時期を探し出す作業を省力化することができる。また、運航データに基づいて、今現在の適切な避航を行うための避航判断を得ることができる。さらに、得られた避航判断結果に基づいて、避航行動をとるべきであることを操船者に知らせる表示や音声案内を行うようにしてもよい。また、得られた避航判断結果に基づいて、船舶等の移動体の避航行動を自動で制御する自動運航制御手段に適用してもよい。これらの場合、舵を切る方向や度合い、相手船に対する通過経路や船速等も併せて適用することができる。また、船舶等の移動体に搭載される判断予測手段 26 の避航判断モデルは、固定的な学習済みのモデルであってもよいし、新たに得られた運航データを加えて再学習をした変動的な学習済みのモデルであってもよい。また、移動体に搭載される避航判断装置 100 としては、判断学習手段 24 を除くことができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0077】

本発明は、移動体が衝突を回避するための避航行動を予測する技術に適用することができる。移動体は、船舶のみならず、移動可能な浮体、水中航走が可能な水中移動体、さらに車両や飛行体等としてもよい。

【符号の説明】

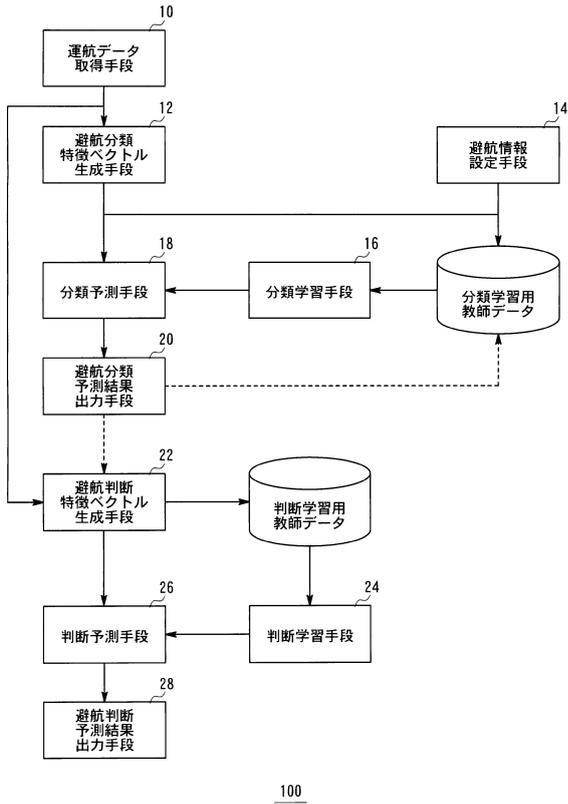
【0078】

10 運航データ取得手段、12 避航分類特徴ベクトル生成手段、14 避航情報設定手段、16 分類学習手段、18 分類予測手段、20 避航分類予測結果出力手段、22 避航判断特徴ベクトル生成手段、24 判断学習手段、26 判断予測手段、28 避航判断予測結果出力手段、30 処理部、32 記憶部、34 入力部、36 出力部、38 通信部、100 避航判断装置。

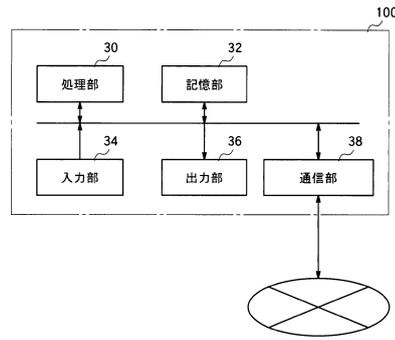
40

【図面】

【図 1】



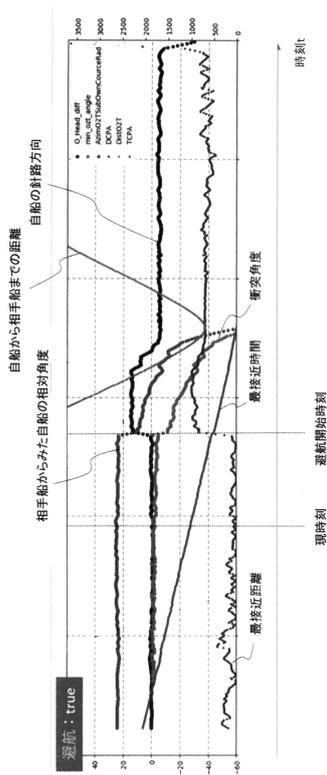
【図 2】



10

20

【図 3】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 3 3 4 5 5 4 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 8 2 7 2 9 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 1 7 1 9 2 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | | | |
|---------|---------|---|-----------|
| G 0 8 G | 1 / 0 0 | - | 9 9 / 0 0 |
| B 6 3 B | 1 / 0 0 | - | 8 5 / 0 0 |