

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7463589号
(P7463589)

(45)発行日 令和6年4月8日(2024.4.8)

(24)登録日 令和6年3月29日(2024.3.29)

(51)Int.Cl.	F I
A O 1 K 61/95 (2017.01)	A O 1 K 61/95
G O 6 T 7/00 (2017.01)	G O 6 T 7/00 3 5 0 C
G O 6 V 10/82 (2022.01)	G O 6 V 10/82

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2023-49693(P2023-49693)	(73)特許権者 000003274 マルハニチロ株式会社 東京都江東区豊洲三丁目2番20号
(22)出願日 令和5年3月27日(2023.3.27)	(74)代理人 100123788 弁理士 宮崎 昭夫
審査請求日 令和5年11月28日(2023.11.28)	(74)代理人 100127454 弁理士 緒方 雅昭
特許法第30条第2項適用 令和4年9月28日、2022年早稲田大学スマートエスイーIoT/AIコース 修了シンポジウム、東京都新宿区戸塚町1-104 早稲田大学キャンパス内野記念講堂及びオンライン	(72)発明者 牧 陽一 東京都江東区豊洲三丁目2番20号 マルハニチロ株式会社内
早期審査対象出願	(72)発明者 齋藤 浩司 東京都江東区豊洲三丁目2番20号 マルハニチロ株式会社内
	最終頁に続く

(54)【発明の名称】 魚群行動解析システム、情報処理装置、魚群行動解析方法およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

生簀内または水槽内の魚群の状態を第1の解像度で撮像する撮像部と、
前記撮像部が撮像した画像データの解像度を、前記第1の解像度よりも低い第2の解像度へ補正する補正部と、
前記補正部が前記第2の解像度に補正した画像データに基づいて、魚群の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第1の学習モデルを用いて、前記撮像部で新たに撮像され、前記補正部で前記第2の解像度に補正された画像データに基づいて、前記魚群の状態が異常である確率を推定する推定部と、
前記推定部が推定した確率と第1の閾値とを比較する比較部と、
前記比較部における比較の結果を出力する出力部とを有する魚群行動解析システム。

【請求項2】

請求項1に記載の魚群行動解析システムにおいて、
前記推定部は、定期的に前記確率を推定し、
前記出力部は、前記比較部が比較した結果が、前記推定部が定期的に推定した確率が前記第1の閾値を超えるものとなる場合が所定の回数連続した場合、または、所定の単位時間内に前記推定部が推定した確率が前記第1の閾値を超えるものとなる場合が所定の回数発生した場合、または、前記推定部が推定した確率が前記第1の閾値を超えるものとなる場合が発生する時間間隔が所定の時間以下となった場合、または、前記推定部が推定した確率の所定に時間における平均値が平均値閾値を超えた場合、所定の警告を出力する魚群

行動解析システム。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の魚群行動解析システムにおいて、
前記撮像部が撮像した画像データは、前記魚群に含まれる複数の個体が解析可能に撮像されている画像データである魚群行動解析システム。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の魚群行動解析システムにおいて、
前記第 2 の解像度は、 300×300 （ピクセル）以下である魚群行動解析システム。

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 に記載の魚群行動解析システムにおいて、
前記撮像部は、前記生簀または前記水槽の底面側から上方へ向かって撮像できる位置に配置されている魚群行動解析システム。

10

【請求項 6】

請求項 1 または請求項 2 に記載の魚群行動解析システムにおいて、
前記魚群に含まれる魚の種類は、集団を形成し、群泳する性質を有する魚類である魚群行動解析システム。

【請求項 7】

請求項 1 または請求項 2 に記載の魚群行動解析システムにおいて、
前記補正部が前記第 2 の解像度に補正した画像データと、環境情報と、前記魚群の属性情報とに基づいて、前記魚群の診断情報をあらかじめ学習した第 3 の学習モデルを用いて、前記診断情報を取得して前記魚群の病気が発生している確率を推定する診断推定部と、前記診断推定部が推定した確率と第 2 の閾値とを比較する診断比較部とを有し、
前記出力部は、前記診断比較部における比較の結果を出力する魚群行動解析システム。

20

【請求項 8】

請求項 7 に記載の魚群行動解析システムにおいて、
前記出力部は、前記診断比較部における比較の結果、前記診断推定部が推定した確率が前記第 2 の閾値を超える場合、前記診断推定部が取得した診断情報を出力する魚群行動解析システム。

【請求項 9】

生簀内または水槽内の魚群の状態を第 1 の解像度で撮像する撮像部が撮像した画像データの解像度を、前記第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度へ補正する補正部と、
前記補正部が前記第 2 の解像度に補正した画像データに基づいて、魚群の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第 1 の学習モデルを用いて、前記撮像部で新たに撮像され、前記補正部で前記第 2 の解像度に補正された画像データに基づいて、前記魚群の状態が異常である確率を推定する推定部と、
前記推定部が推定した確率と第 1 の閾値とを比較する比較部と、
前記比較部における比較の結果を出力する出力部とを有する情報処理装置。

30

【請求項 10】

生簀内または水槽内の魚群の状態を第 1 の解像度で撮像する撮像部が撮像した画像データの解像度を、前記第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度へ補正する処理と、
前記第 2 の解像度に補正した画像データに基づいて、魚群の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第 1 の学習モデルを用いて、前記撮像部で新たに撮像され、前記第 2 の解像度に補正された画像データに基づいて、前記魚群の状態が異常である確率を推定する処理と、
前記推定した確率と第 1 の閾値とを比較する処理と、
前記比較の結果を出力する処理とを行う魚群行動解析方法。

40

【請求項 11】

コンピュータに、
生簀内または水槽内の魚群の状態を第 1 の解像度で撮像する撮像部が撮像した画像データの解像度を、前記第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度へ補正する手順と、

50

前記第 2 の解像度に補正した画像データに基づいて、魚群の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第 1 の学習モデルを用いて、前記撮像部で新たに撮像され、前記第 2 の解像度に補正された画像データに基づいて、前記魚群の状態が異常である確率を推定する手順と、

前記推定した確率と第 1 の閾値とを比較する手順と、

前記比較の結果を出力する手順とを実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、魚群行動解析システム、情報処理装置、魚群行動解析方法およびプログラムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、海や湖等に設置された生簀や陸上に設置された水槽内の魚の状態を観察するために、カメラを用いて魚を撮影し、撮影した画像に基づいて魚の状態を観察する技術が考えられている。このような技術を用いて、例えば、観察された魚の状態に応じて、魚にえさを与えるタイミング等を制御する技術が開示されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献 1】国際公開 2018 - 042651 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載された技術においては、個々の魚の動きが識別可能な解像度で撮影できるカメラが撮影した画像そのものを解析に使用している。そのため、撮像された画像の解像度が高くなり、画像解析処理に高い負荷がかかってしまうという問題点がある。また、いかに高解像度で解析しても、個々の魚の撮影角度はランダムに異なっており、その個々の魚に対する解析結果の信頼度にばらつきが生じてしまう。そのため、撮影された個々の魚の動きから魚群の高精度な行動解析を行うことが困難であるという問題点がある。

30

【0005】

本発明の目的は、魚群全体の高精度な行動解析を可能としつつ、行動解析に用いる画像解析処理の負荷を低減させることができる魚群行動解析システム、情報処理装置、魚群行動解析方法およびプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の魚群行動解析システムは、

生簀内または水槽内の魚群の状態を第 1 の解像度で撮像する撮像部と、

前記撮像部が撮像した画像データの解像度を、前記第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度へ補正する補正部と、

40

前記補正部が前記第 2 の解像度に補正した画像データに基づいて、魚群の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第 1 の学習モデルを用いて、前記撮像部で新たに撮像され、前記補正部で前記第 2 の解像度に補正された画像データに基づいて、前記魚群の状態が異常である確率を推定する推定部と、

前記推定部が推定した確率と第 1 の閾値とを比較する比較部と、

前記比較部における比較の結果を出力する出力部とを有する。

【0007】

また、本発明の情報処理装置は、

生簀内または水槽内の魚群の状態を第 1 の解像度で撮像する撮像部が撮像した画像データの解像度を、前記第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度へ補正する補正部と、

前記補正部が前記第２の解像度に補正した画像データに基づいて、魚群の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第１の学習モデルを用いて、前記撮像部で新たに撮像され、前記補正部で前記第２の解像度に補正された画像データに基づいて、前記魚群の状態が異常である確率を推定する推定部と、

前記推定部が推定した確率と第１の閾値とを比較する比較部と、

前記比較部における比較の結果を出力する出力部とを有する。

【０００８】

また、本発明の魚群行動解析方法は、

生簀内または水槽内の魚群の状態を第１の解像度で撮像する撮像部が撮像した画像データの解像度を、前記第１の解像度よりも低い第２の解像度へ補正する処理と、

10

前記第２の解像度に補正した画像データに基づいて、魚群の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第１の学習モデルを用いて、前記撮像部で新たに撮像され、前記第２の解像度に補正された画像データに基づいて、前記魚群の状態が異常である確率を推定する処理と、

前記推定した確率と第１の閾値とを比較する処理と、

前記比較の結果を出力する処理とを行う。

【０００９】

また、本発明のプログラムは、

コンピュータに実行させるためのプログラムであって、

コンピュータに、

20

生簀内または水槽内の魚群の状態を第１の解像度で撮像する撮像部が撮像した画像データの解像度を、前記第１の解像度よりも低い第２の解像度へ補正する手順と、

前記第２の解像度に補正した画像データに基づいて、魚群の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第１の学習モデルを用いて、前記撮像部で新たに撮像され、前記第２の解像度に補正された画像データに基づいて、前記魚群の状態が異常である確率を推定する手順と、

前記推定した確率と第１の閾値とを比較する手順と、

前記比較の結果を出力する手順とを実行させる。

【発明の効果】

【００１０】

30

本発明においては、魚群の高精度な行動解析を可能としつつ、行動解析に用いる画像解析処理の負荷を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の魚群行動解析システムの第１の実施の形態を示す図である。

【図２】図１に示した第１の学習モデルの入出力の一例を示す図である。

【図３】図１に示した情報処理装置に具備された構成要素の一例を示す図である。

【図４（Ａ）】図３に示した補正部における画像データの補正の前後の状態の一例を示す図である。

【図４（Ｂ）】図３に示した補正部における画像データの補正の前後の状態の他の例を示す図である。

40

【図５】図１に示した情報処理装置における魚群行動解析方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【図６】本発明の魚群行動解析システムの第２の実施の形態を示す図である。

【図７】図６に示した第２の学習モデルの入出力の一例を示す図である。

【図８】図６に示した情報処理装置に具備された構成要素の一例を示す図である。

【図９】図６に示した情報処理装置における魚群行動解析方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【図１０】本発明の魚群行動解析システムの第３の実施の形態における情報処理装置に具備された構成要素の一例を示す図である。

50

【図 1 1】図 1 0 に示した情報処理装置における魚群行動解析方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【図 1 2】本発明の魚群行動解析システムの第 4 の実施の形態を示す図である。

【図 1 3】図 1 2 に示した第 3 の学習モデルの入出力の一例を示す図である。

【図 1 4】図 1 2 に示した情報処理装置に具備された構成要素の一例を示す図である。

【図 1 5】図 1 2 に示した情報処理装置における魚群行動解析方法の一例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、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

10

(第 1 の実施の形態)

【0013】

図 1 は、本発明の魚群行動解析システムの第 1 の実施の形態を示す図である。本形態における魚群行動解析システム 1 A は図 1 に示すように、水槽 1 0 0 と、カメラ 2 0 0 と、情報処理装置 3 0 0 と、第 1 の学習モデル 4 0 0 とを有する。カメラ 2 0 0 と情報処理装置 3 0 0 との間は、有線を用いて接続されていても良いし、無線を介して接続されていても良い。

【0014】

水槽 1 0 0 は、魚群 1 0 に含まれる魚の養殖に用いるものであり、海水域または淡水域に設けられる生簀でも良いし、陸上に設けられた水槽でも良い。水槽 1 0 0 は、魚の状態が観察できるサイズや形状であれば良く、特に規定しない。ここで、魚群 1 0 に含まれる魚の種類は、集団を形成して所定の空間内を群れとして泳ぐ、いわゆる群泳行動を行う魚である。魚群 1 0 に含まれる個々の魚は、当該魚が含まれる集団を形成する他の魚の動きの方向や角度と同じ方向や角度へ泳ぐ。魚群 1 0 に含まれる個々の魚類は、例えば、鮭・鱒類やマグロ・ブリ・カンパチや、鯖・アジ・イワシなどの青物類、鮎、鯛および養殖・飼育環境下で群れ行動が観察容易な熱帯魚などの鑑賞魚類である。これら対象となる魚類には、少なくとも成長過程の一時期において、集団を形成し、空間内を集団の動きに応じて泳ぐ魚類が含まれる。例えば、これら対象となる魚類には、空間内を一定方向に泳ぐ魚類が含まれる。このような魚類と同様の動きをするものであれば、例えば、エビ等の魚介類を本発明の対象としても良い。なお、このような他の魚介と同じ方向や角度へ移動する動きが、当該魚介類の異常時に見られるものも本発明の対象としても良い。

20

30

【0015】

カメラ 2 0 0 は、水槽 1 0 0 内の魚群 1 0 の状態を撮像する撮像部である。例えば、カメラ 2 0 0 は、図 1 に示すように、魚群 1 0 を水槽 1 0 0 の底面の方向から上方へ向かって撮像できる位置に配置される。なお、カメラ 2 0 0 の配置および撮像方向は水槽 1 0 0 内の魚群行動を撮像可能であれば、これに限定されず、魚群 1 0 を水槽 1 0 0 の側面側から撮像できる位置に配置されていても良いし、上空から下方向へ撮像できる位置に配置されていても良い。カメラ 2 0 0 は、可視光領域撮像用カメラのみならず、夜間でも撮像可能な赤外線カメラやイベントカメラでも良い。カメラ 2 0 0 は、水槽 1 0 0 内に貯留されている水中に設置されていても良いし、水槽 1 0 0 の底面や壁面が透明な部材で構成されている場合、水槽 1 0 0 の底面の下側のような水槽 1 0 0 の外部に設置されていても良い。カメラ 2 0 0 が水槽 1 0 0 内に配置される場合、カメラ 2 0 0 に防水機能が具備されていることは言うまでもない。カメラ 2 0 0 は、あらかじめ設定された第 1 の解像度で撮像を行う。カメラ 2 0 0 は、水槽 1 0 0 内の魚群 1 0 の状態をあらかじめ設定された時間間隔以下の時間間隔で撮像するカメラ（例えば、継続的に撮像を行う動画撮像用カメラ）であっても良い。カメラ 2 0 0 は、撮像した画像を示す画像データを情報処理装置 3 0 0 へ送信する。画像データとしては、RGB データを用いることが好ましい。カメラ 2 0 0 が情報処理装置 3 0 0 へ画像データを送信するタイミングは、送信された画像データが撮像したタイミングを情報処理装置 3 0 0 が認識できるものであれば良い。例えば、カメラ 2 0 0 は、撮像した画像を示す画像データをリアルタイムで情報処理装置 3 0 0 へ送信して

40

50

も良いし、撮像した日時を示す日時データを画像データとともに情報処理装置 300 へ送信しても良い。また、カメラ 200 が魚群 10 の状態を撮像する第 1 の解像度は、近年用いられている一般的なデジタルカメラが使用している解像度で良い。例えば、この第 1 の解像度として、 640×480 ピクセルや、 1280×720 ピクセルのものから数千×数千ピクセルの数千万画素を超えるものなどでも良い。なお、本明細書において、画像の解像度とは、所定の大きさの画角を人間が視認した場合における当該画像の鮮明さを示すものである。例えば、解像度が低いとは、同一画角で比較した場合に、対象画像の鮮明度が低下していること、言い換えれば、取得された画像の情報量が低下していることを示している。また、このような情報量が低下した画像を模様と表現することもある。

【0016】

第 1 の学習モデル 400 は、複数の画像データに応じた、その画像データに含まれる魚群 10 の状態が正常であるか異常であるかについて、あらかじめ機械学習を行って生成された学習モデルである。第 1 の学習モデル 400 が学習に用いる画像データは、第 2 の解像度の画像データ（図 4（A）、（B）に示す第 2 の解像度の画像データ 22）である。第 1 の学習モデル 400 は、情報処理装置 300 内に設けられていても良い。第 1 の学習モデル 400 は、例えば、複数のニューロンが相互に結合したニューラルネットワークの構造を有していても良い。ニューロンは、複数の入力に対して所定の演算を行い、演算結果として 1 つの値を出力する素子である。第 1 の学習モデル 400 は、記憶部（不図示）に記憶されている。第 1 の学習モデル 400 における学習方法は、学習モデルを生成する一般的な方法、すなわちラベル付けされた正常な状態の魚群の画像と異常な状態の魚群の画像との両方の画像データを用いた教師あり学習などの方法でも良い。ここで、異常な状態として、例えばその魚群に含まれる一部の魚が、当該魚群の動きとは異なる動きをする状態が挙げられる。このような異常な状態が発生すると、低解像度の画像データ（図 4（A）、（B）に示す第 2 の解像度の画像データ 22）に見られる模様に乱れが生じる。これにより、異常を検知することができる。また、魚群全体として、ある成長過程において想定される通常の動きとは異なる動きを異常な状態としても良い。図 2 は、図 1 に示した第 1 の学習モデル 400 の入出力の一例を示す図である。図 1 に示した第 1 の学習モデル 400 は図 2 に示すように、画像データが入力されると、あらかじめ機械学習を行って生成された学習モデルに基づいて、魚群 10 の状態が異常である確率を示す確率データを出力する。また、第 1 の学習モデル 400 は、正常である確率を出力し、出力した確率があらかじめ設定された閾値以下となった場合に、魚群 10 の状態が異常である確率を示す確率データを出力しても良い。

【0017】

図 3 は、図 1 に示した情報処理装置 300 に具備された構成要素の一例を示す図である。図 1 に示した情報処理装置 300 は図 3 に示すように、補正部 310 と、推定部 320 と、比較部 330 と、出力部 340 とを有する。なお、図 3 には、図 1 に示した情報処理装置 300 に具備された構成要素のうち、本形態に関わる主要な構成要素のみを示している。

【0018】

補正部 310 は、カメラ 200 から送信されてきた画像データの解像度を、第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度へ補正する。これにより、補正部 310 が補正した画像データは、カメラ 200 から送信されてきた画像データよりも解像度が低い画像となる。ここで、第 2 の解像度は、例えば 100×100 （ピクセル）である。補正部 310 が第 2 の解像度で補正した画像データが示す画像は、魚群 10 に含まれる魚それぞれを個別に認識できるものではなく、魚群を全体的な模様として認識できる画像となる。第 2 の解像度では、画像が魚群として認識されるため、画角内に存在する個体である魚の数は複数尾以上である。効果的に学習し、画像を解析可能とするためには、群れとして 5 尾以上の魚が画角内に存在している画像が必要である。画像のアスペクト比が 1 対 1 である場合、画角内に存在している魚の数が数十尾であれば、第 2 の解像度の画素数は $300 \text{ ピクセル} \times 300 \text{ ピクセル}$ 以下が適正であり、 $100 \text{ ピクセル} \times 100 \text{ ピクセル}$ が好ましい。また、画像の

解像度の下限値は魚の数に関わらず、画像処理分類の一般的な下限値である数十ピクセル以上であり、例えば32ピクセル×32ピクセル以上が好ましい。補正部310は、第2の解像度に補正した画像データを推定部320へ出力する。

【0019】

図4(A)は、図3に示した補正部310における画像データの補正の前後の状態の一例を示す図である。図4(A)は、魚群10の状態が正常である場合を示す。図4(B)は、図3に示した補正部310における画像データの補正の前後の状態の他の例を示す図である。図4(B)は、魚群10の状態が異常である場合を示す。図4(A)および図4(B)に示すように、画角20に含まれる魚群10の第1の解像度の画像データ21が、第2の解像度の画像データ22に補正されると、魚群10が模様10Aとなる画像が生成される。魚群10の状態が正常である場合、補正部310が補正した画像である第2の解像度の画像データ22に含まれる模様10Aは図4(A)に示すように、一定方向に並んだ模様10Aとなる。一方、魚群10の状態が異常である場合、補正部310が補正した画像である第2の解像度の画像データ22に含まれる模様10Aは図4(B)に示すように、互いに別の方向を向いて配置された模様10Aとなる。また、画角20に含まれる模様10Aが多いほど、互いの方向や角度の関係が認識しやすくなることは言うまでもない。そのため、上述したように画角20内に存在する魚の数は、複数尾以上、好ましくは群れとして5尾以上が必要である。

10

【0020】

推定部320は、補正部310から出力されてきた第2の解像度に補正された画像データに基づいて、第1の学習モデル400を用いて、魚群10の状態が異常である確率を推定する。具体的には、推定部320は、補正部310が第2の解像度に補正した画像データを第1の学習モデル400に入力して、第1の学習モデル400から出力された確率データを取得する。推定部320は、取得した確率データを比較部330へ出力する。第1の学習モデル400が、推定部320に含まれていても良い。

20

【0021】

比較部330は、推定部320から出力されてきた確率データが示す確率と、あらかじめ設定された閾値とを比較する。比較部330は、比較した結果を出力部340へ出力する。この閾値は、魚群10の状態が異常であると判定するための第1の閾値である。なお、対象の行動様式や育成密度、育成段階に応じて、魚群10の状態が正常であるか異常であるかを判定する基準を変更する必要がある。そのため、この閾値は、外部から設定・変更可能な値である。

30

【0022】

出力部340は、比較部330から出力されてきた比較の結果に応じた情報を出力する。出力部340は、確率データが示す確率が閾値を超えているという比較の結果が比較部330から出力されてきた場合、所定の警告を出力しても良い。また、出力部340は、比較部330から出力されてきた比較の結果そのものである確率データが示す確率と閾値との大小関係を示す情報を出力しても良い。また、出力部340は、比較部330から出力されてきた比較の結果が、確率データが示す確率が閾値に近付いている旨や、そのときの確率データが示す確率と閾値との差を示す情報を出力しても良い。なお、出力部340における情報の出力形態は、ディスプレイへの表示でも良いし、他の装置への送信、印刷、音声出力等でも良い。

40

【0023】

以下に、図1に示した情報処理装置300における魚群行動解析方法について説明する。図5は、図1に示した情報処理装置300における魚群行動解析方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【0024】

まず、カメラ200が水槽100内の魚群10を撮像し、カメラ200が撮像した画像を示す画像データを情報処理装置300が取得する(ステップS1)。この取得は、上述したようにカメラ200から送信された画像データを情報処理装置300が受信すること

50

による取得でも良い。すると、補正部 310 が、カメラ 200 から取得した画像データの解像度を第 1 の解像度から第 2 の解像度へ補正する（ステップ S2）。続いて、推定部 320 が、補正部 310 が第 2 の解像度に補正した画像データを第 1 の学習モデル 400 へ入力して第 1 の学習モデル 400 から出力された確率データを取得することで、魚群 10 の状態が異常である確率を推定する（ステップ S3）。続いて、比較部 330 が、推定部 320 が推定した確率と、あらかじめ設定された閾値とを比較する（ステップ S4）。すると、出力部 340 は、比較部 330 における比較の結果に応じた情報を出力する（ステップ S5）。例えば、比較部 330 における比較の結果が、推定部 320 が推定した確率が閾値を超えるものである場合、出力部 340 は、所定の警告を出力する。

【0025】

なお、本形態における魚群行動解析システム 1A は、水槽 100 の上方から照明を当てる照明部（不図示）を具備しても良い。照明部（不図示）は、所定の照度の照明を当てることができる照明器具であれば良い。照明部（不図示）は、カメラ 200 が撮像するタイミングで照明を当てても良い。照明部（不図示）は、固定されていても良いし、移動可能に配置されていても良い。なお、カメラ 200 が水槽 100 の側面側の位置に配置されている場合、照明部（不図示）は、水槽 100 の対向する側面側から照明を当てる位置に設置される。この場合、水槽 100 の側面は、照明が水槽 100 内を照らすことができるように、透明部材から構成される。また、照明部（不図示）の位置は、カメラ 200 の後方から照明を当てる位置でも良いし、斜め前方や斜め後方から照明を当てる位置でも良いし、魚群 10 に照明を当てることができる位置であれば良い。

【0026】

このように第 1 の実施の形態においては、情報処理装置 300 が、カメラ 200 が撮像した魚群 10 の画像の解像度を、撮像した画像の解像度（第 1 の解像度）よりも低い解像度（第 2 の解像度）へ補正し、補正した低い解像度である第 2 の解像度の画像データ 22 に基づいて第 1 の学習モデル 400 を用いて魚群 10 の状態が異常である確率を推定する。画像解析の対象となる画像データの画素数が少ないものとなるため、行動解析に用いる画像解析処理の負荷を低減させることができる。また、個々の魚の画像データではなく、群れとして行動する魚の魚群全体の言わば模様となる画像データを用いるため、個々の魚それぞれの行動にとらわれず、魚群全体の行動解析を正確に行うことができる。本発明は、生物種に限定されることなく、通常時に集団として連続的に同一の行動を繰り返す性質を有している生物、または、ある一定の条件下において、集団として互いに同一の行動を繰り返す性質を有している生物に対して、その状態の通常時と異常時とに表示される画像の特徴度の差異を利用している。この画像について、低解像度に補正された画像データを意図的に使用することで、例えば、個体ごとに生じている微細な特徴や姿勢の違いを緩和して、魚の向きが変わるような、群泳に影響を与える大きな変化を画角内の画像データの変化として検出できるようにしている。また、カメラ 200 の対向側から照明を当てる照明部（不図示）を設ければ、カメラ 200 が撮像した画像に含まれる水槽 100 内の魚群 10 と背景とのコントラストが鮮明となり、カメラ 200 が撮像した画像データからより正確な魚群 10 の状態を認識することができる。なお、照明部（不図示）が設けられていない構成であっても、撮像に十分な光量がある状況でカメラ 200 が水槽 100 内の魚群 10 を撮像したり、背景が明るい方向、例えば、太陽光が差し込んできている方向へ撮像できる位置にカメラ 200 を設け、カメラ 200 が水槽 100 内の魚群 10 を撮像したりしても同様の効果が得られる。

（第 2 の実施の形態）

【0027】

図 6 は、本発明の魚群行動解析システムの第 2 の実施の形態を示す図である。本形態における魚群行動解析システム 1B は図 6 に示すように、水槽 100 と、カメラ 200 と、情報処理装置 301 と、第 1 の学習モデル 400 と、第 2 の学習モデル 401 とを有する。カメラ 200 と情報処理装置 301 との間は、有線を用いて接続されていても良いし、無線を介して接続されていても良い。水槽 100、カメラ 200 および第 1 の学習モデル

10

20

30

40

50

400それぞれは、第1の実施の形態におけるものとそれぞれ同じものである。

【0028】

第2の学習モデル401は、魚単体の複数の画像データに応じた、その画像データに含まれる魚の状態が正常であるかどうかについて機械学習を行って生成された学習モデルである。第2の学習モデル401は、情報処理装置301内に設けられていても良い。第2の学習モデル401は、例えば、複数のニューロンが相互に結合したニューラルネットワークの構造を有していても良い。第2の学習モデル401は、記憶部（不図示）に記憶されている。第2の学習モデル401における学習方法は、学習モデルを生成する一般的な方法、すなわちラベル付けされた正常な魚単体の画像と異常な魚単体の画像との両方の画像データを用いた教師あり学習と、例えばYOLO (You Only Look Once) やSSD (Single Shot MultiBox Detector) 等の一般的な物体検知手法とを用いて学習して学習モデルを生成する方法で良い。図7は、図6に示した第2の学習モデル401の入出力の一例を示す図である。図6に示した第2の学習モデル401は図7に示すように、画像データが入力されると特定データを出力する。特定データは、状態が異常である魚を特定するデータである。なお、第1の学習モデル400と第2の学習モデル401とが物理的に一体化されていても良い。

10

【0029】

図8は、図6に示した情報処理装置301に具備された構成要素の一例を示す図である。図6に示した情報処理装置301は図8に示すように、補正部310と、推定部320と、比較部330と、出力部341と、特定部351とを有する。補正部310、推定部320および比較部330それぞれは、第1の実施の形態におけるものとそれぞれ同じものである。なお、図8には、図6に示した情報処理装置301に具備された構成要素のうち、本形態に関わる主要な構成要素のみを示した。

20

【0030】

特定部351は、推定部320が推定した確率が閾値を超えるものであるという比較の結果が比較部330から出力されてきた場合、カメラ200が撮像した補正部310による補正が施されていない画像データに基づいて、第2の学習モデル401を用いて、状態が異常である魚を特定する。具体的には、特定部351は、カメラ200が撮像した画像データを第2の学習モデル401に入力して、第2の学習モデル401から出力された特定データを取得する。特定部351は、取得した特定データを出力部341へ出力する。特定部351が第2の学習モデル401に入力する画像データは、カメラ200が撮像した画像データであって、補正部310による補正が施されていない画像データである。この画像データは、カメラ200内のメモリや情報処理装置301内のメモリ等に記憶されていても良く、特定部351によって取得される。

30

【0031】

出力部341は、特定部351から出力されてきた、特定した魚に応じた情報を出力する。出力部341は、カメラ200が撮像した画像データが示す画像に、特定部351が特定した魚を認識できるような表示を行っても良い。この場合、出力部341は、特定部351が特定した魚を所定の枠で囲む、色を変更する、マーキングを行う等の表示を行っても良い。本実施形態においては、特定部351を用いて特定した魚の情報を出力する機能を主として説明しているが、例えば、比較部330における比較の結果を出力部341が取得できるように、比較部330と出力部341とを接続することで、出力部341は、第1の実施の形態における出力部340と同様に、比較部330における比較の結果および比較の結果に付随する情報を出力することも可能である。なお、出力部341における情報の出力形態は、第1の実施の形態における出力部340と同じで良い。

40

【0032】

以下に、図6に示した情報処理装置301における魚群行動解析方法について説明する。図9は、図6に示した情報処理装置301における魚群行動解析方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【0033】

50

まず、カメラ200が水槽100内の魚群10を撮像し、カメラ200が撮像した画像を示す画像データを情報処理装置301が取得する(ステップS11)。この取得は、第1の実施の形態と同様に、カメラ200から送信された画像データを情報処理装置301が受信することによる取得でも良い。すると、補正部310が、カメラ200から取得した画像データの解像度を第1の解像度から第2の解像度へ補正する(ステップS12)。続いて、推定部320が、補正部310が第2の解像度に補正した画像データを第1の学習モデル400へ入力して第1の学習モデルから出力された確率を取得することで、魚群10の状態が異常である確率を推定する(ステップS13)。続いて、比較部330が、推定部320が推定した確率と、あらかじめ設定された閾値とを比較する(ステップS14)。

10

【0034】

推定部320が推定した確率が閾値を超える場合、特定部351は、カメラ200が撮像した補正部310による補正が施されていない画像データに基づいて、第2の学習モデル401を用いて、状態が異常である魚を特定する(ステップS15)。そして、出力部341は、特定部351が特定した魚に応じた情報を出力する(ステップS16)。ここで出力される情報は、特定された魚を認識できる情報であれば良く、上述したようなカメラ200が撮像した画像データが示す画像に、特定部351が特定した魚を認識できるような表示を施した情報でも良い。一方、ステップS14にて推定部320が推定した確率が閾値以下である場合、ステップS11の処理が行われる。

【0035】

なお、図8に示した情報処理装置301は、特定部351に代えて、カメラ200が撮像した画像データを他の装置へ送信する送信部(不図示)を具備しても良い。送信部(不図示)は、情報処理装置301の外部に設けられた特定部351へ情報を送信可能に構成される。具体的には、送信部は、推定部320が推定した確率が閾値を超えるものであるという比較の結果が比較部330から出力されてきた場合、カメラ200が撮像した補正されていない画像データを他の装置へ送信する。他の装置は、カメラ200が撮像した高解像度の画像データを表示する装置や、カメラ200が撮像した高解像度の画像データに基づいて、状態が異常である魚を特定する処理を行う装置である。また、送信部は、比較部330から出力されてきた結果に寄らず、カメラ200が撮像した画像データを外部に設けられた特定部351を具備する他の装置へ送信しても良い。

20

【0036】

このように第2の実施の形態においては、情報処理装置301が、カメラ200が撮像した魚群10の画像の解像度を、撮像した画像の解像度(第1の解像度)よりも低い解像度(第2の解像度)へ補正し、補正した低い解像度の画像データに基づいて第1の学習モデル400を用いて魚群10の状態が異常である確率を推定する。画像解析の対象となる画像データの画素数が少ないものとなるため、水槽100内の魚群10の行動解析に用いる画像解析処理の負荷を低減させることができる。さらに、魚群10の状態が異常である確率が所定の閾値を超える場合、情報処理装置301が、個々の魚の状態を判別しやすいカメラ200が撮像した補正部310による補正が施されていない魚群10の第1の解像度の画像データ21に基づいて第2の学習モデル401を用いて状態が異常である魚を特定する。これにより、状態が異常である魚を特定しようとする際、魚群10の状態が異常である場合のみ、状態が異常である魚を特定することになる。そのため、魚群が正常であるにもかかわらず異常な個体の魚を特定するための無駄な処理を行ってしまうことを回避し、異常な個体を効率良く特定し、状況把握を行うことができる。また、魚群10の状態が異常である確率が所定の閾値を超える場合、カメラ200が撮像した魚群10の画像を情報処理装置301が他の装置へ送信すれば、海上等に設けられた情報処理装置301の処理能力が高スペックなものでもなくとも、対象となる画像の解析を行うためのデータを外部に設けられた特定部351を具備する他の装置へ提供することができる。したがって、異常な個体を効率良く特定し、状況把握を行うことができる。なお、第2の実施の形態においては、特定部351が第1の解像度の画像データ21を用いて、個々の魚の状態を判

30

40

50

別する構成を挙げて記載したが、これに限られない。例えば、魚群 10 内における異常行動を起こしている個体の動作を、第 2 の解像度の画像データ 22 から判別できる場合には、第 2 の解像度の画像データを用いて、個々の魚の状態を判別する構成が含まれても良い。

(第 3 の実施の形態)

【0037】

図 10 は、本発明の魚群行動解析システムの第 3 の実施の形態における情報処理装置 302 に具備された構成要素の一例を示す図である。本形態の魚群行動解析システム 1C における情報処理装置 302 は、図 1 に示した第 1 の実施の形態における情報処理装置 300 の位置に配置される。図 10 に示すように、本形態における情報処理装置 302 は、補正部 310 と、推定部 320 と、比較部 330 と、カウンタ 362 と、出力部 342 とを有する。補正部 310、推定部 320 および比較部 330 それぞれは、第 1 の実施の形態におけるものとそれぞれ同じものである。推定部 320 および比較部 330 は、上述した推定および比較を定期的に行う。推定および比較は、一定の周期に限らず、所定のタイミングで繰り返し行われても良い。なお、図 10 には、情報処理装置 302 に具備された構成要素のうち、本形態に関わる主要な構成要素のみを示した。

【0038】

カウンタ 362 は、比較部 330 が比較した結果が、推定部 320 が周期的に推定した確率が連続して閾値を超えるものである回数をカウントする。カウンタ 362 は、カウントした値を出力部 342 へ出力する。

【0039】

出力部 342 は、カウンタ 362 から出力されてきた値があらかじめ設定された閾値を超えた場合、所定の警告を出力する。所定の警告とは、例えば、魚群 10 の状態に異常がみられる旨を示す情報の表示や音声出力、印刷、他の装置への送信でも良いし、所定のランプの点灯や警報音の出力でも良い。この出力部 342 における出力は、情報処理装置 302 に内蔵されたディスプレイやスピーカを用いて行われても良いし、情報処理装置 302 に外付けされた周辺装置を用いて行われても良い。

【0040】

以下に、図 10 に示した情報処理装置 302 における魚群行動解析方法について説明する。図 11 は、図 10 に示した情報処理装置 302 における魚群行動解析方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【0041】

処理が開始される前に、カウンタ 362 は、カウント値をリセットする。カメラ 200 が水槽 100 内の魚群 10 を撮像し、カメラ 200 が撮像した画像を示す画像データを情報処理装置 302 が取得する(ステップ S21)。この取得は、第 1 の実施の形態と同様に、カメラ 200 から送信された画像データを情報処理装置 302 が受信することによる取得でも良い。すると、補正部 310 が、カメラ 200 から取得した画像データの解像度を第 1 の解像度から第 2 の解像度へ補正する(ステップ S22)。続いて、推定部 320 が、補正部 310 が第 2 の解像度に補正した画像データを第 1 の学習モデル 400 へ入力して第 1 の学習モデル 400 から出力された確率を取得することで、魚群 10 の状態が異常である確率を推定する(ステップ S23)。続いて、比較部 330 が、推定部 320 が推定した確率と、あらかじめ設定された閾値とを比較する(ステップ S24)。

【0042】

推定部 320 が推定した確率が閾値を超える場合、カウンタ 362 はカウント値を 1 増加させる(ステップ S25)。出力部 342 は、カウンタ 362 のカウント値が所定の閾値(ここでは「3」)を超えたどうかを判定する(ステップ S26)。カウンタ 362 のカウント値が「3」を超えた場合、出力部 342 は、魚群 10 に異常が起きていると判定し、所定の警告を出力する(ステップ S27)。

【0043】

一方、ステップ S24 にて、推定部 320 が推定した確率が閾値を超えない場合、カウ

ンタ 3 6 2 はカウント値をリセットする（ステップ S 2 8）。このリセットにより、カウンタ 3 6 2 は、推定部 3 2 0 が推定した確率が連続して閾値を超えた回数のみをカウントすることになる。そして、ステップ S 2 1 の処理が行われる。また、ステップ S 2 6 にて、カウンタ 3 6 2 のカウント値が「3」を超えていない場合、ステップ S 2 1 の処理が行われる。

【0044】

以上説明した例は、推定部 3 2 0 が推定した確率が閾値を超えるケースが連続して 3 回発生した場合に出力部 3 4 2 が警告を発する例である。これに限らず、所定の単位時間内に推定部 3 2 0 が推定した確率が閾値を超えるケースが所定の回数発生した場合や、推定部 3 2 0 が推定した確率が閾値を超えるケースが発生する時間間隔が所定の時間以下となった場合、または推定部 3 2 0 が推定した確率の所定に時間における平均値があらかじめ設定された平均値閾値を超えた場合、またはそれらを組み合わせた場合等に、出力部 3 4 2 が警告を発しても良い。

【0045】

このように第 3 の実施の形態においては、情報処理装置 3 0 2 が、カメラ 2 0 0 が撮像した魚群 1 0 の画像の解像度を、撮像した画像の解像度（第 1 の解像度）よりも低い解像度（第 2 の解像度）へ補正し、補正した低い解像度の画像データに基づいて第 1 の学習モデル 4 0 0 を用いて魚群 1 0 の状態が異常である確率を所定のタイミングで推定する。この所定のタイミングとは、あらかじめ設定された周期ごとのタイミングでも良いし、あらかじめ決められた日時が示すタイミングでも良いし、推定が必要となった際に管理者等によって指定されたタイミングでも良い。画像解析の対象となる画像データの画素数が少ないものとなるため、行動解析に用いる画像解析処理の負荷を低減させることができる。さらに、推定した確率が閾値を連続して超えた場合、警告を出力する。これにより、例えば、ノイズ等の何らかの原因で推定した確率に誤りがある場合であっても、判定に保護を設けることで、誤報を防止することができる。

（第 4 の実施の形態）

【0046】

図 1 2 は、本発明の魚群行動解析システムの第 4 の実施の形態を示す図である。本形態における魚群行動解析システム 1 D は図 1 2 に示すように、水槽 1 0 0 と、カメラ 2 0 0 と、情報処理装置 3 0 3 と、第 3 の学習モデル 4 0 3 とを有する。水槽 1 0 0、カメラ 2 0 0 および第 1 の学習モデル 4 0 0 それぞれは、第 1 の実施の形態におけるものとそれぞれ同じものである。カメラ 2 0 0 と情報処理装置 3 0 3 との間は、有線を用いて接続されていても良いし、無線を介して接続されていても良い。

【0047】

第 3 の学習モデル 4 0 3 は、複数の画像データと環境情報と属性情報とに応じた診断情報を学習した学習モデルである。環境情報には、カメラ 2 0 0 が設置されている水槽 1 0 0 の位置を示す位置情報や、カメラ 2 0 0 が設置されている水深位置などの設置情報、撮像時期および時刻、水槽 1 0 0 内の水温、塩分濃度、p h、水槽 1 0 0 内の水に含まれる溶存酸素量等の水質データなどの水質情報、気温等を示す情報が含まれる。属性情報には、水槽 1 0 0 内の魚の年齢、投薬履歴、ワクチン接種履歴、最後の給餌からの経過時間、産地、人工種苗か天然由来かなどを示す魚群 1 0 の情報が含まれる。診断情報には、魚の動きが異常である場合の魚の病状やその原因等を示す情報およびその病気が発生している確率を示す情報が含まれる。第 3 の学習モデル 4 0 3 は、この環境情報および属性情報に含まれる情報それぞれについて、あらかじめ取得した複数の画像データに含まれる正常な状態の魚群の画像および異常な状態の魚群の画像をすべて教師データとして使用して、診断情報を学習した学習モデルである。第 3 の学習モデル 4 0 3 は、情報処理装置 3 0 3 内に設けられていても良い。第 3 の学習モデル 4 0 3 は、例えば、複数のニューロンが相互に結合したニューラルネットワークの構造を有していても良い。ニューロンは、複数の入力に対して所定の演算を行い、演算結果として 1 つの値を出力する素子である。第 3 の学習モデル 4 0 3 は、記憶部（不図示）に記憶されている。第 3 の学習モデル 4 0 3 におけ

る学習方法は、環境情報および属性情報を前提条件としてケースごとに、画像情報を学習した方法を用いるもので良い。図 1 3 は、図 1 2 に示した第 3 の学習モデル 4 0 3 の入出力の一例を示す図である。図 1 2 に示した第 3 の学習モデル 4 0 3 は図 1 3 に示すように、補正部 3 1 0 が補正した画像データと環境情報と属性情報とが入力されると診断情報を出力する。この診断情報に含まれる確率データは、例えば、「A」という病気が発生している確率を示すデータである。第 3 の学習モデル 4 0 3 は、複数の確率を示す確率データを出力しても良い。例えば、第 3 の学習モデル 4 0 3 は、「A」という病気が発生している確率と、「B」という病気が発生している確率と、「C」という病気が発生している確率とを出力しても良い。

【 0 0 4 8 】

10

図 1 4 は、図 1 2 に示した情報処理装置 3 0 3 に具備された構成要素の一例を示す図である。図 1 2 に示した情報処理装置 3 0 3 は図 1 4 に示すように、補正部 3 1 0 と、推定部 3 2 0 と、比較部 3 3 0 と、出力部 3 4 3 と、情報取得部 3 7 3 と、診断推定部 3 8 3 と、診断比較部 3 9 3 とを有する。補正部 3 1 0、推定部 3 2 0 および比較部 3 3 0 のそれぞれは、第 1 の実施の形態におけるものとそれぞれ同じものである。なお、図 1 4 には、図 1 2 に示した情報処理装置 3 0 3 に具備された構成要素のうち、本形態に関わる主要な構成要素のみを示した。

【 0 0 4 9 】

情報取得部 3 7 3 は、環境情報および属性情報を取得する。情報取得部 3 7 3 は、外部の装置から送信されてきた環境情報および属性情報を受信して取得しても良いし、情報処理装置 3 0 3 に具備された入力手段を用いて入力された環境情報および属性情報を取得しても良い。また、情報取得部 3 7 3 は、環境情報および属性情報があらかじめ記憶されているデータベースからこれらの情報を読み出して取得しても良い。情報取得部 3 7 3 における環境情報および属性情報の取得方法は、上述した方法に限らない。情報取得部 3 7 3 は、取得した環境情報および属性情報を診断推定部 3 8 3 へ出力する。

20

【 0 0 5 0 】

診断推定部 3 8 3 は、情報取得部 3 7 3 から出力されてきた環境情報および属性情報と、補正部 3 1 0 が補正した画像データとに基づいて、第 3 の学習モデル 4 0 3 を用いて診断情報を取得する。具体的には、診断推定部 3 8 3 は、情報取得部 3 7 3 から出力されてきた環境情報および属性情報と、補正部 3 1 0 が補正した画像データとを第 3 の学習モデル 4 0 3 に入力し、第 3 の学習モデル 4 0 3 から出力されてきた診断情報を取得する。診断推定部 3 8 3 は、取得した診断情報を診断比較部 3 9 3 へ出力する。なお、診断推定部 3 8 3 は、補正されていない画像データも用いて診断情報を取得しても良い。この場合、第 3 の学習モデル 4 0 3 は、補正部 3 1 0 が補正した学習データだけではなく、補正されていない画像データ、つまりカメラ 2 0 0 が撮像した画像データも用いて診断情報を学習する。診断推定部 3 8 3 は、情報取得部 3 7 3 から出力されてきた環境情報および属性情報と、補正部 3 1 0 が補正した画像データと、カメラ 2 0 0 が撮像した画像データとを第 3 の学習モデル 4 0 3 に入力し、第 3 の学習モデル 4 0 3 から出力されてきた診断情報を取得する。

30

【 0 0 5 1 】

40

診断比較部 3 9 3 は、診断推定部 3 8 3 から出力されてきた診断情報に含まれる確率データが示す確率と、あらかじめ設定された第 2 の閾値とを比較する。診断比較部 3 9 3 は、比較した結果を出力部 3 4 3 へ出力する。この閾値は、外部から設定・変更可能な値である。例えば、閾値が「5 0 %」と設定されている場合、診断推定部 3 8 3 から出力されてきた診断情報に含まれる確率データにおいて、病気「A」が発生している確率が「6 0 %」であり、病気「B」が発生している確率が「4 0 %」であり、病気「C」が発生している確率が「2 0 %」であると、診断比較部 3 9 3 は、病気「A」が発生している確率が「6 0 %」である旨を示す診断情報を出力部 3 4 3 へ出力する。また、閾値以下であるが閾値に近い確率を示す確率データが診断推定部 3 8 3 から出力されてきた場合、診断比較部 3 9 3 は、その閾値に近い確率データが含まれる診断情報を出力部 3 4 3 へ出力しても

50

良い。

【0052】

出力部343は、診断比較部393から出力されてきた診断情報を出力する。このとき出力部343は、例えば、病気「A」が発生している確率が「60%」である旨を示す診断情報を出力する。出力部343における診断情報の出力形態は、ディスプレイへの表示でも良いし、他の装置への送信、印刷、音声出力等でも良い。

【0053】

以下に、図12に示した情報処理装置303における魚群行動解析方法について説明する。図15は、図12に示した情報処理装置303における魚群行動解析方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【0054】

まず、カメラ200が水槽100内の魚群10を撮像し、カメラ200が撮像した画像を示す画像データを情報処理装置303が取得する（ステップS31）。この取得は、上述したようにカメラ200から送信された画像データを情報処理装置303が受信することによる取得でも良い。すると、補正部310が、カメラ200から取得した画像データの解像度を第1の解像度から第2の解像度へ補正する（ステップS32）。続いて、推定部320が、補正部310が第2の解像度に補正した画像データを第1の学習モデル400へ入力して第1の学習モデル400から出力された確率データを取得することで、魚群10の状態が異常である確率を推定する（ステップS33）。続いて、比較部330が、推定部320が推定した確率と、あらかじめ設定された閾値とを比較する（ステップS34）。推定部320が推定した確率が閾値を超える場合、診断推定部383は、情報取得部373から出力されてきた環境情報および属性情報と、補正部310が補正した画像データとを診断情報学習モデル420に入力し、診断推定を行う（ステップS35）。ここで、診断推定部383は、情報取得部373から出力されてきた環境情報および属性情報と、補正部310が補正した画像データとを診断情報学習モデル420に入力することで、第3の学習モデル403から出力されてきた診断情報を取得する。続いて、診断比較部393は、診断推定部383から出力されてきた診断情報に含まれる確率データが示す確率と、あらかじめ設定された閾値とを比較する（ステップS36）。診断推定部383から出力されてきた診断情報に含まれる確率データが示す確率が、あらかじめ設定された閾値を超える場合、出力部344は、診断比較部393から出力されてきた確率データ、例えば、病気「A」が発生している確率が「60%」である旨を示す診断情報を出力する（ステップS37）。

【0055】

このように第4の実施の形態においては、情報処理装置303が、カメラ200が撮像した魚群10の画像の解像度を、撮像した画像の解像度（第1の解像度）よりも低い解像度（第2の解像度）へ補正し、補正した低い解像度の画像データに基づいて第1の学習モデル400を用いて魚群10の状態が異常である確率を推定する。推定された確率が閾値を超える場合、さらに情報処理装置303が、補正した低い解像度の画像データと現在の測定環境を示す環境情報と魚の属性情報とに基づいて第3の学習モデル403を用いて魚群10の診断情報を取得する。画像解析の対象となる画像データの画素数が少ないものとなるため、行動解析に用いる画像解析処理の負荷を低減させることができる。さらに、環境および魚群10の状態に応じた最適な診断内容を取得することができる。

【0056】

なお、第2の実施の形態に第4の実施の形態に適用し、異常な状態の魚を特定した後に、その魚の画像データについて診断情報を取得するものでも良い。つまり、第2の実施の形態における特定部351が、状態が異常な魚を特定した後、その魚の画像データについて第4の実施の形態における診断推定部383が第3の学習モデル403から診断情報を取得しても良い。例えば、魚が水槽100の底面に体をこすりつけるような動きが見られる画像データを用いて、その魚が罹患している可能性の高い病気が診断情報として取得されても良い。なお、この場合に、魚を特定する必要があるれば、第3の学習モデル403に

、上述した魚群の診断情報に加えて、個体の診断情報を予め格納しておくことは言うまでもない。また、情報処理装置 303 が、推定部 320 および比較部 330 を具備しないものでも良い。この場合、情報処理装置 303 は、上述したステップ S33～S34 の処理を行わない。

【0057】

以上、各構成要素に各機能（処理）それぞれを分担させて説明したが、この割り当ては上述したものに限定しない。また、構成要素の構成についても、上述した形態はあくまでも例であって、これに限定しない。また、上述した各実施の形態を任意の組み合わせで組み合わせても良い。

【0058】

上述した情報処理装置 300～303 それぞれが行う処理は、目的に応じてそれぞれ作製された論理回路で行うようにしても良い。情報処理装置 300～303 としては、PLC（Programmable Logic Controller）等を用いても良い。また、処理内容を手順として記述したコンピュータプログラム（以下、プログラムと称する）を情報処理装置 300～304 それぞれにて読取可能な記録媒体に記録し、この記録媒体に記録されたプログラムを情報処理装置 300～303 それぞれに読み込ませ、実行するものであっても良い。情報処理装置 300～303 それぞれにて読取可能な記録媒体とは、フロッピー（登録商標）ディスク、光磁気ディスク、DVD（Digital Versatile Disc）、CD（Compact Disc）、Blu-ray（登録商標）Disc、USB（Universal Serial Bus）メモリ、SDカードなどの移設可能な記録媒体の他、情報処理装置 300～303 それぞれに内蔵されたROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）等のメモリやHDD（Hard Disc Drive）等を指す。この記録媒体に記録されたプログラムは、情報処理装置 300～303 それぞれに設けられたCPUにて読み込まれ、CPUの制御によって、上述したものと同様の処理が行われる。ここで、CPUは、プログラムが記録された記録媒体から読み込まれたプログラムを実行するコンピュータとして動作するものである。

【符号の説明】

【0059】

- 1A, 1B, 1C, 1D 魚群行動解析システム
- 10, 10A 魚群
- 20 画角
- 21 第1の解像度の画像データ
- 22 第2の解像度の画像データ
- 100 水槽
- 200 カメラ
- 300～303 情報処理装置
- 310 補正部
- 320 推定部
- 330 比較部
- 340～343 出力部
- 351 特定部
- 362 カウンタ
- 373 情報取得部
- 383 診断推定部
- 393 診断比較部
- 400 第1の学習モデル
- 401 第2の学習モデル
- 403 第3の学習モデル

【要約】

10

20

30

40

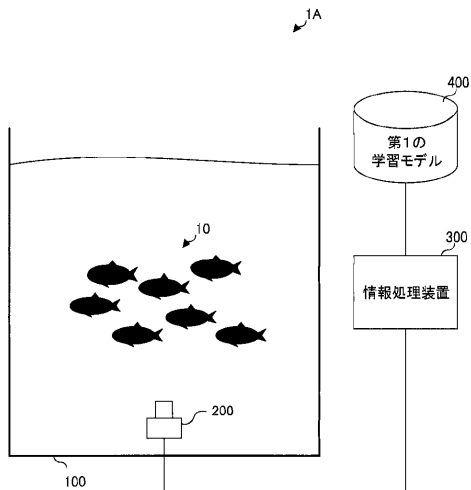
50

【課題】魚群の高精度な行動解析を可能としつつ、行動解析に用いる画像解析処理の負荷を低減させる。

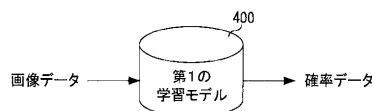
【解決手段】水槽 100 内の魚群 10 の状態を第 1 の解像度で撮像するカメラ 200 と、カメラ 200 が撮像した画像データの解像度を第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度へ補正し、補正した画像データに基づいて、魚群 10 の状態が正常であるか異常であるかをあらかじめ学習した第 1 の学習モデル 400 を用いて魚群 10 の状態が異常である確率を推定し、推定した確率と第 1 の閾値とを比較し、比較の結果を出力する情報処理装置 300 とを有する。

【選択図】図 1

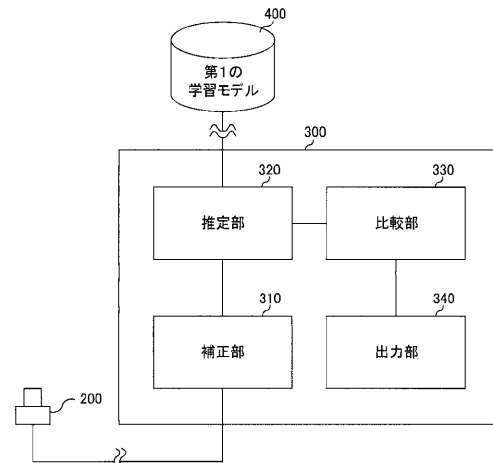
【図 1】



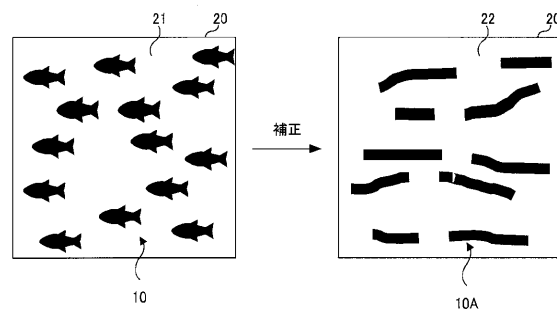
【図 2】



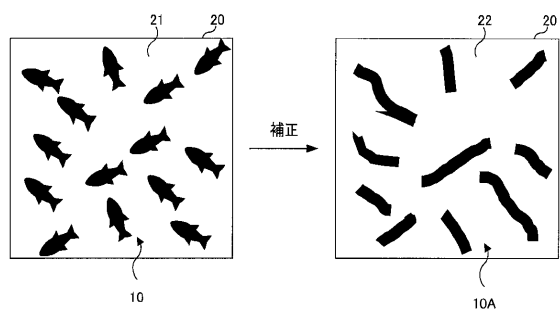
【図 3】



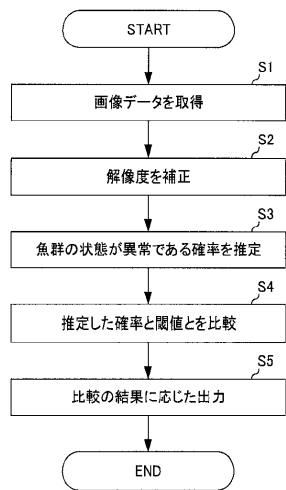
【図 4 (A)】



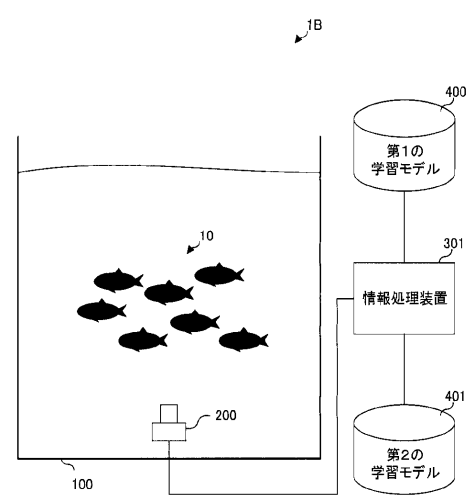
【図4(B)】



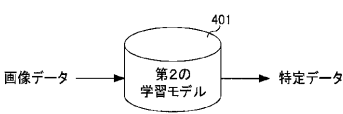
【図5】



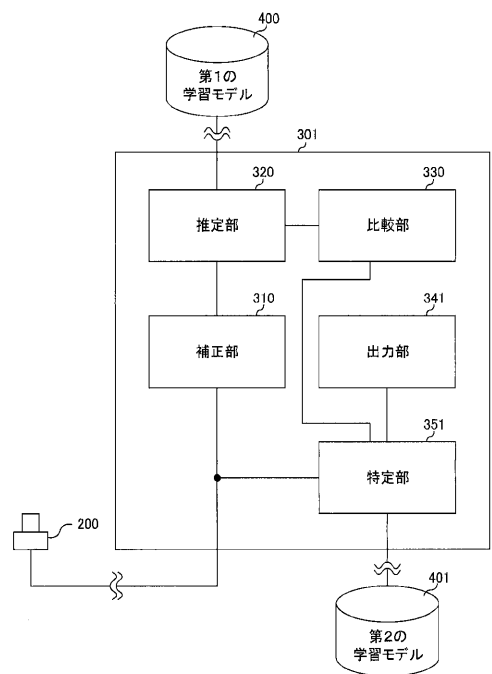
【図6】



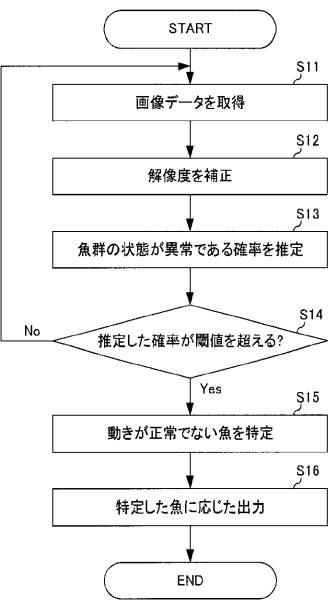
【図7】



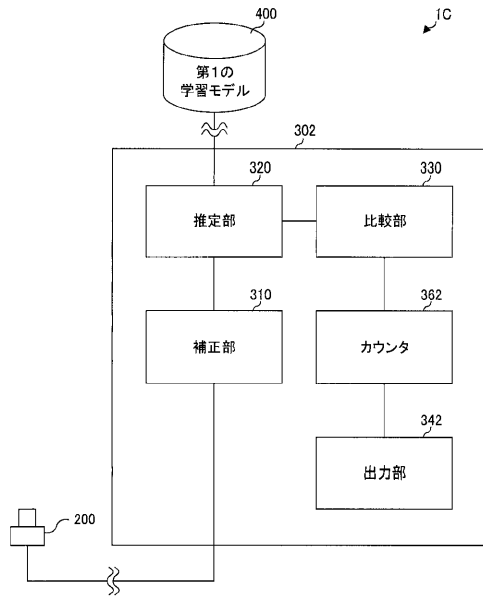
【図8】



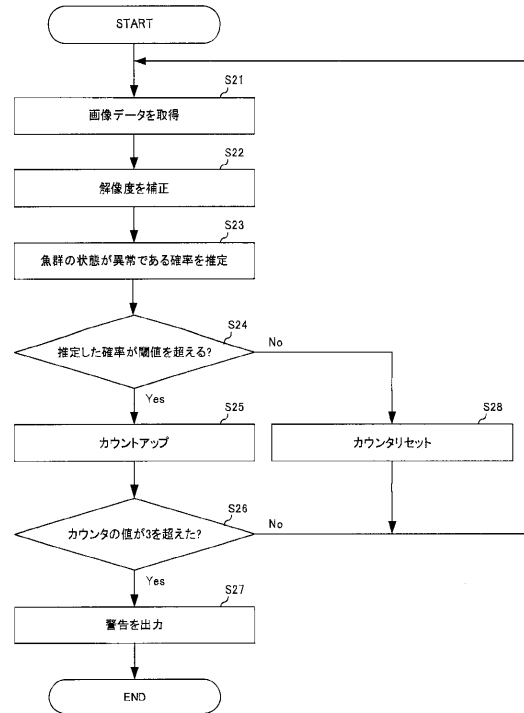
【図9】



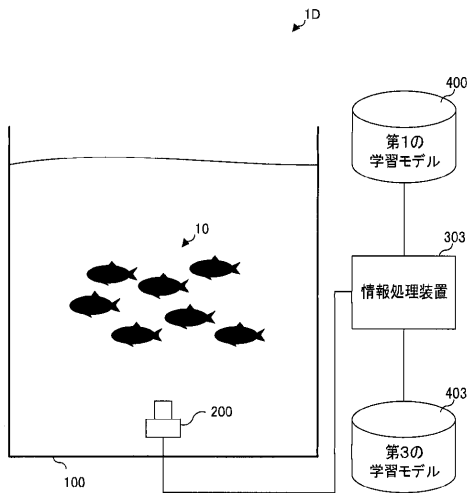
【図10】



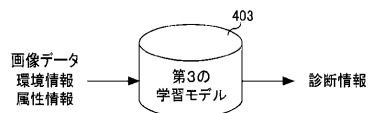
【図11】



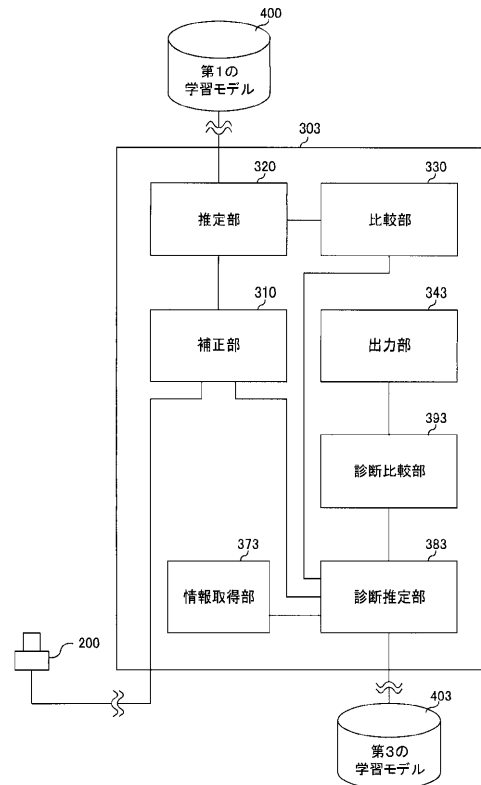
【図12】



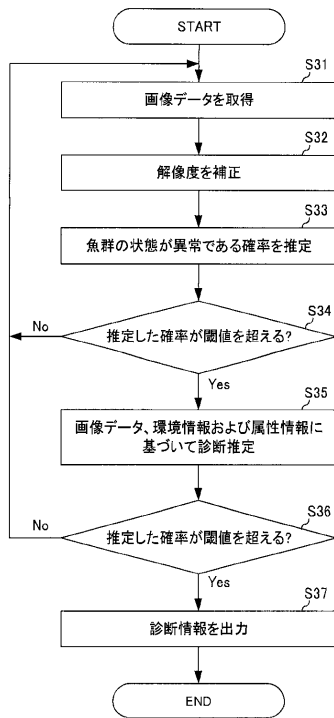
【図13】



【図14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 中野 達也
東京都江東区豊洲三丁目2番20号 マルハニチロ株式会社内
(72)発明者 濱▲崎▼ 祐太
東京都江東区豊洲三丁目2番20号 マルハニチロ株式会社内

審査官 坂田 誠

(56)参考文献 国際公開第2018/042651(WO,A1)
特開2021-152782(JP,A)
特開2016-81112(JP,A)
中国特許出願公開第113326743(CN,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A01K 61/95
A01K 29/00
G06T 7/00