(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年7月4日(04.07.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/142701 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/60 (2017.01) *G06V 10/774* (2022.01)
G06V 10/77 (2022.01) *G06V 20/05* (2022.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/042251

(22) 国際出願日： 2023年11月24日(24.11.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-210796 2022年12月27日(27.12.2022) JP

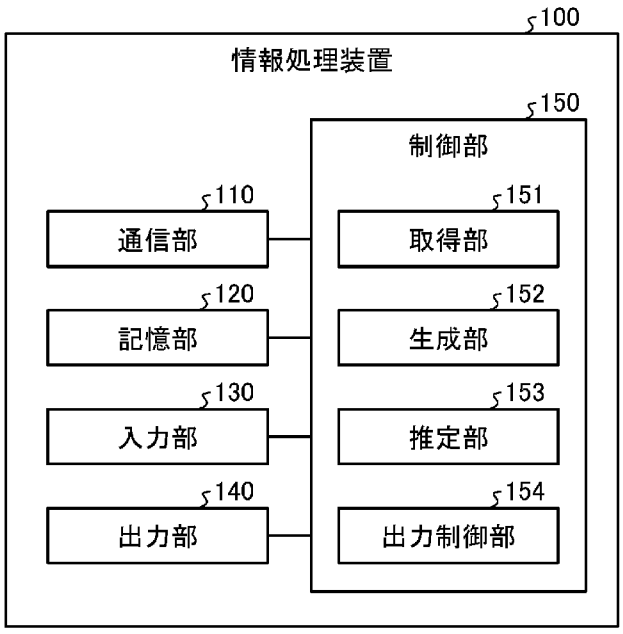
(71) 出願人: ソフトバンク株式会社(**SOFTBANK CORP.**) [JP/JP]; 〒1057529 東京都港区海岸一丁目７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 石若 裕子 (**ISHIWAKA, Yuko**); 〒1057529 東京都港区海岸一丁目７番１号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP). 小川 駿 (**OGAWA, Shun**); 〒1057529 東京都港区海岸一丁目７番１号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP). 利根 忠幸(**TONE, Tadayuki**); 〒1057529 東京都港区海岸一丁目７番１号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP). 吉田 智博(**YOSHIDA, Tomohiro**); 〒1057529 東京都港区海岸一丁目７番１号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎ノ門ダイビルイースト Tokyo (JP).

(54) **Title:** INFORMATION PROCESSING PROGRAM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, AND INFORMATION PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称： 情報処理プログラム、情報処理装置及び情報処理方法



100 Information processing device
110 Communication unit
120 Storage unit
130 Input unit
140 Output unit
150 Control unit
151 Acquiring unit
152 Generating unit
153 Estimating unit
154 Output control unit

(57) **Abstract:** This information processing program causes a computer to execute: an acquiring procedure for acquiring an image including a shoal of fish, the image including an indistinct region, which is a region in which individual fish included in the shoal cannot be visually identified, and a shadow region corresponding to a shadow of the shoal corresponding to the indistinct region; and an estimating procedure for estimating information relating to the volume of spaces between the fish contained in the shoal corresponding to the indistinct region, and estimating the number of fish contained in the shoal corresponding to the indistinct region on the basis of the information relating to the volume of the spaces between the fish.

WO 2024/142701 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 情報処理プログラムは、魚群を含む画像であって、魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域、および、不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域を含む画像を取得する取得手順と、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定し、魚同士の間の空間の体積に関する情報に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する推定手順と、をコンピュータに実行させる。

明　細　書

発明の名称 ：

情報処理プログラム、情報処理装置及び情報処理方法

技術分野

[0001]　本発明は、情報処理プログラム、情報処理装置及び情報処理方法に関する。

背景技術

[0002]　従来、魚の養殖技術を向上させるための様々な技術が知られている。例えば、生簀内の魚が撮影された撮影画像から、魚の数（尾数ともいう）に応じて変化する予め定められた特徴量を抽出する。そして、機械学習による特徴量と尾数との関係データである学習モデルに、抽出された特徴量を照合することにより、学習モデルから尾数を検知する技術が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０１９／０４５０９１号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、上記の従来技術では、機械学習により学習された学習モデルを用いて、画像のうち個々の魚を視覚的に識別可能な領域に含まれる魚の尾数を推定するにすぎないため、画像のうち個々の魚を視覚的に識別不可能な領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定することができるとは限らない。

課題を解決するための手段

[0005]　実施形態に係る情報処理プログラムは、魚群を含む画像であって、前記魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域、および、前記不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域を含む前記画像を

取得する取得手順と、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定し、前記魚同士の間の空間の体積に関する情報に基づいて、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する推定手順と、をコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0006] 実施形態の一態様によれば、画像のうち、個々の魚を視覚的に識別不可能な領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定することができるといった効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図１は、生け簀における魚群の一例を示す図である。

[図2]図２は、実施形態に係る情報処理装置の構成例を示す図である。

[図3]図３は、不鮮明領域に対応する魚群の塊および不鮮明領域に対応する魚群の影について説明するための図である。

[図4]図４は、実施形態に係るＣＧ画像の一例を示す図である。

[図5]図５は、不鮮明領域に対応する魚群の塊と魚のパーソナルスペースとの関係について説明するための図である。

[図6]図６は、魚のパーソナルスペースの一例について説明するための図である。

[図7]図７は、魚のパーソナルスペースの一例について説明するための図である。

[図8]図８は、赤色の光を照射された魚群を含む赤色画像に基づいて、魚のパーソナルスペースを推定する処理について説明するための図である。

[図9]図９は、実施形態に係る情報処理装置による情報処理手順を示すフローチャートである。

[図10]図１０は、情報処理装置の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、本願に係る情報処理プログラム、情報処理装置及び情報処理方法

を実施するための形態（以下、「実施形態」と呼ぶ）について図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施形態により本願に係る情報処理プログラム、情報処理装置及び情報処理方法が限定されるものではない。また、以下の各実施形態において同一の部位には同一の符号を付し、重複する説明は省略される。

[0009]（実施形態）

〔１．はじめに〕

近年、魚の養殖は、地球の食糧問題を解決する手段として注目されている。魚の養殖によって高品質な魚を供給するには、給餌（魚に対する餌やり）と関わりが深い魚の尾数を正確に知ることが重要である。

[0010] しかしながら、養殖場の水中という特殊な環境下では、地上のＩＴ技術を活用することが難しい場合がある。そのため、従来は、人が網で一部の魚をすくい上げて計量した後に、目視で尾数を数えていた。この方法は、魚への負担が大きいうえ、正確さに欠けるといった問題がある。

[0011] そこで近年、コンピュータビジョンを用いて生け簀における魚群（魚の群れともいう）を撮影した撮影画像から魚群の尾数を自動でカウントする方法が注目を浴びている。具体的には、撮影画像から魚群の尾数を推定するよう画像認識用の機械学習モデルを学習する方法である。より具体的には、学習済みの機械学習モデルを用いて、撮影画像中の個々の魚を検出し、検出された個々の魚の数を合計して尾数を算出する。すなわち、従来の方法では、学習済みの機械学習モデルを用いて、撮影画像中の個々の魚を視覚的に識別可能な撮影画像のうち、個々の魚を視覚的に識別可能な領域に含まれる魚の尾数を推定する。

[0012] しかしながら、実際には、撮影画像中の個々の魚を視覚的に識別することができない撮影画像が存在する。この点について図１を用いて説明する。図１は、生け簀における魚群の一例を示す図である。例えば、マダイのように、野生で群れない魚種の魚群については、図１に示すように、魚が密集しており、魚の密度が非常に高い領域（過密な領域）と、魚がまばらに存在し、

魚の密度が非常に低い領域（疎な領域）とが混在することが知られている。図１に示す生け簀における魚群を撮像した撮像画像のうち、疎な領域に対応する部分は、撮影画像中の個々の魚を視覚的に識別することができる。そのため、疎な領域に対応する部分は、従来の学習済みの機械学習モデルを用いて、撮影画像中の個々の魚を検出し、検出された個々の魚の数を合計して尾数を算出することができる。これに対し、図１に示す生け簀における魚群を撮像した撮像画像のうち、過密な領域に対応する部分は、魚同士の境界が視覚的に不鮮明で、撮影画像を確認してもただの黒い塊にしか見えず、撮影画像中の個々の魚を視覚的に識別することができないため、一尾ずつ数えて検出することができない。すなわち、過密な領域に対応する部分は、従来の学習済みの機械学習モデルを用いて、撮影画像中の個々の魚を検出し、検出された個々の魚の数を合計して尾数を算出することが非常に困難である。

[0013] これに対し、実施形態に係る情報処理装置１００は、魚群を含む画像であって、魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域、および、不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域を含む画像を取得する。また、情報処理装置１００は、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定し、魚同士の間の空間の体積に関する情報に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。これにより、情報処理装置１００は、例えば、不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積を、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積と魚の体積とを加算した体積で除することにより、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定することができる。したがって、情報処理装置１００は、画像のうち、個々の魚を視覚的に識別不可能な領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定することができる。

[0014] なお、魚の大きさを表す寸法には、魚の全長、標準体長（体長）、尾叉長、体高、体幅などの種類が存在する。本願明細書において「魚の大きさ」と記載する場合には、魚の全長、標準体長（体長）、尾叉長、体高、体幅などいずれの寸法によって測定される魚の大きさをも含む概念とする。

[0015] また、以下では、画像が動画像である場合について説明する。なお、画像は静止画像であってもよい。

[0016] 〔２．情報処理装置の構成〕

図２は、実施形態に係る情報処理装置１００の構成例を示す図である。情報処理装置１００は、通信部１１０と、記憶部１２０と、入力部１３０と、出力部１４０と、制御部１５０とを有する。

[0017] （通信部１１０）

通信部１１０は、例えば、ＮＩＣ（Network Interface Card）等によって実現される。そして、通信部１１０は、ネットワークと有線または無線で接続され、例えば、魚を管理する管理者によって利用される端末装置や撮像装置との間で情報の送受信を行う。

[0018] （記憶部１２０）

記憶部１２０は、例えば、ＲＡＭ（Random Access Memory）、フラッシュメモリ（Flash Memory）等の半導体メモリ素子、または、ハードディスク、光ディスク等の記憶装置によって実現される。具体的には、記憶部１２０は、各種プログラム（情報処理プログラムの一例）を記憶する。

[0019] （入力部１３０）

入力部１３０は、利用者から各種操作が入力される。例えば、入力部１３０は、タッチパネル機能により表示面（例えば出力部１４０）を介して利用者からの各種操作を受け付けてもよい。また、入力部１３０は、情報処理装置１００に設けられたボタンや、情報処理装置１００に接続されたキーボードやマウスからの各種操作を受け付けてもよい。

[0020] （出力部１４０）

出力部１４０は、例えば、液晶ディスプレイや有機ＥＬ（Electro-Luminescence）ディスプレイ等によって実現される表示画面であり、各種情報を表示するための表示装置である。出力部１４０は、制御部１５０の制御に従って、各種情報を表示する。なお、情報処理装置１００にタッチパネルが採用される場合には、入力部１３０と出力部１４０とは一体化される。また、以下

の説明では、出力部１４０を画面と記載する場合がある。

[0021]（制御部１５０）

制御部１５０は、コントローラ（controller）であり、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＭＰＵ（Micro Processing Unit）等によって、情報処理装置１００内部の記憶装置に記憶されている各種プログラム（情報処理プログラムの一例に相当）がＲＡＭを作業領域として実行されることにより実現される。また、制御部１５０は、コントローラであり、例えば、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）やＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）等の集積回路により実現される。

[0022] 制御部１５０は、取得部１５１と、生成部１５２と、推定部１５３と、出力制御部１５４を機能部として有し、以下に説明する情報処理の作用を実現または実行してよい。なお、制御部１５０の内部構成は、図２に示した構成に限られず、後述する情報処理を行う構成であれば他の構成であってもよい。また、各機能部は、制御部１５０の機能を示したものであり、必ずしも物理的に区別されるものでなくともよい。

[0023] 図３は、不鮮明領域に対応する魚群の塊および不鮮明領域に対応する魚群の影について説明するための図である。ここで、「不鮮明領域」とは、魚群を含む画像のうち、魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域のことを指す。言い換えると、「不鮮明領域」とは、魚群を含む画像のうち、個々の魚の境界が視覚的に不鮮明な領域のことを指す。また、以下では、画像のうち、不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する領域のことを「影領域」と記載する場合がある。

[0024] 図３は、生け簀１における魚群を示す。生け簀１には、図１で説明したような過密な領域と疎な領域が混在している。以下では、過密な領域のことを、「不鮮明領域に対応する魚群の塊」と記載する場合がある。例えば、情報処理装置１００は、ＲＧＢカメラまたはソナーを用いて、不鮮明領域に対応する魚群の塊を検出してよい。図３では、不鮮明領域に対応する魚群の塊２と、不鮮明領域に対応する魚群の塊２の影３を示す。また、図３では、疎な

領域に所在する魚２２の影３１を示す。上述したように、過密な領域に対応する部分は、魚同士の境界が視覚的に不鮮明で、撮影画像を確認してもただの黒い塊にしか見えず、撮影画像中の個々の魚を視覚的に識別することができないため、一尾ずつ数えて検出することができない。そこで、情報処理装置１００は、不鮮明領域に対応する魚群の塊は塊ごとに何尾であると推定する。また、情報処理装置１００は、不鮮明領域に対応する魚群の塊の尾数と疎な領域に所在する魚の尾数を合計して、生け簀全体における魚の尾数を推定する。

[0025] ここで、不鮮明領域に対応する魚群の塊２の影３の色が濃いことは、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の距離が近い（密である）ことと相関があると考えられる。また、不鮮明領域に対応する魚群の塊２の影３の色が薄いことは、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の距離がやや離れている（やや疎である）ことと相関があると考えられる。すなわち、不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域と、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積（以下、「魚のパーソナルスペース」と記載する場合がある）との間には、相関関係があると考えられる。つまり、不鮮明領域に対応する魚群の塊２の影３を示す影領域の濃さを示す情報は、後述する機械学習モデルＭ１およびＭ２により不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積を推定する際の手がかりとなると考えられる。そこで、情報処理装置１００は、画像のうち、不鮮明領域に対応する魚群の塊２の影３を示す影領域の濃さを示す情報（例えば、ＲＧＢ値の値など）を後述する機械学習モデルＭ１およびＭ２の入力情報として入力する。

[0026]（取得部１５１）

取得部１５１は、魚群を含む画像であって、魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域、および、不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域を含む画像を取得する。例えば、取得部１５１は、通信部１１０を介して、撮像装置から画像を取得してよい。

[0027]（生成部１５２）

生成部１５２は、コンピュータグラフィックスにより生成された学習対象の魚群を含むＣＧ画像であって、学習対象の魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である学習対象の不鮮明領域、および、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する学習対象の影領域を含むＣＧ画像に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定するよう学習された第１機械学習モデルＭ１を生成する。具体的には、生成部１５２は、ＣＧ画像に関する情報として、ＣＧ画像、学習対象の不鮮明領域に関する情報、および、学習対象の影領域に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された第１機械学習モデルＭ１を生成する。

[0028] より具体的には、生成部１５２は、学習対象の不鮮明領域に関する情報として、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報、および、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された第１機械学習モデルＭ１を生成する。

[0029] 例えば、生成部１５２は、コンピュータグラフィックスにより生成された学習対象の魚群を含むＣＧ画像であって、学習対象の魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である学習対象の不鮮明領域、および、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する学習対象の影領域を含むＣＧ画像に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積を出力情報として出力する機械学習モデルＭ１１を生成する。続いて、生成部１５２は、機械学習モデルＭ１１を用いて、ＣＧ画像から、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報を推定する。例えば、生成部１５２は、機械学習モデルＭ１１を用いて、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報の一例とし

て、コンピュータグラフィックスにより生成された３次元ＣＧの生け簀における魚群の塊のＸＹＺ軸の各方向における長さを推定してよい。続いて、生成部１５２は、機械学習モデルＭ１１を用いて推定した学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報を入力情報として第１機械学習モデルＭ１に入力してよい。

[0030] また、生成部１５２は、コンピュータグラフィックスにより生成された学習対象の魚群を含むＣＧ画像であって、学習対象の魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である学習対象の不鮮明領域、および、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する学習対象の影領域を含むＣＧ画像に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を出力情報として出力するよう学習された第２機械学習モデルＭ２を生成する。生成部１５２は、第２機械学習モデルＭ２を用いて、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。例えば、生成部１５２は、第２機械学習モデルＭ２を用いて、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報の一例として、後述する図６および図７に示す距離Ａ、ＢおよびＣの長さを推定してよい。続いて、生成部１５２は、第２機械学習モデルＭ２を用いて推定した学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を入力情報として第１機械学習モデルＭ１に入力してよい。

[0031] 生成部１５２は、疎な領域における魚の大きさ（つまり、魚の体積）を推定する公知の機械学習モデルを用いて、ＣＧ画像から、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報を推定する。例えば、生成部１５２は、公知の機械学習モデルを用いて、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報の一例として、後述する図６および図７に示す魚の尾叉長４１、体幅４２および体高４３を推定してよい。続いて、生成部１５２は、公知の機械学習モデルを用いて推定した学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報を入力情報と

して第１機械学習モデルＭ１に入力してよい。なお、不鮮明領域に対応する魚群の塊は、塊が一定の速度で水中を移動することから、不鮮明領域に対応する魚群の塊の中にいる魚が泳ぐ速度がほぼ同じであると考えられる。また、魚が泳ぐ速度は、魚の大きさに比例するため、不鮮明領域に対応する魚群の塊の中にいる魚の大きさ（つまり、魚の体積）は、ほぼ同一であると考えらえる。また、生け簀における魚の大きさ（つまり、魚の体積）は、おおよそわかっている。そこで、ＣＧ画像に用いられる魚の大きさ（つまり、魚の体積）が既知である場合は、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報として、既知の魚の大きさ（つまり、魚の体積）を入力情報として第１機械学習モデルＭ１に入力してもよい。

[0032] また、生成部１５２は、学習対象の影領域に関する情報として、学習対象の影領域の色の濃さを示す情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された第１機械学習モデルＭ１を生成する。例えば、生成部１５２は、学習対象の影領域の色の濃さを示す情報の一例として、学習対象の影領域のＲＧＢ値の値を入力情報として第１機械学習モデルＭ１に入力してよい。

[0033] 図４は、実施形態に係るＣＧ画像の一例を示す図である。図４は、生け簀の水中から水面を見た際の魚群を含むＣＧ画像である。生成部１５２は、コンピュータグラフィックスにより、魚群における魚が過密な状態を作って、引いた状態で仮想カメラにより撮影することにより、学習対象の不鮮明領域、および、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する学習対象の影領域を含むＣＧ画像を生成する。また、生成部１５２は、生け簀の水上に位置する太陽の位置や天気による水中照度を変化させたＣＧ画像を生成する。続いて、生成部１５２は、生成したＣＧ画像を第１機械学習モデルＭ１の入力情報とする。

[0034] 図５は、不鮮明領域に対応する魚群の塊と魚のパーソナルスペースとの関係について説明するための図である。ここで、魚のパーソナルスペースとは

、魚にとって快適な距離を保つ空間のことを指す。図５に示すように、不鮮明領域に対応する魚群の塊２の中には、多数の魚４が、相互に魚のパーソナルスペース２０だけ間隔を空けた状態で密集している。言い換えると、不鮮明領域に対応する魚群の塊の中には、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚４の体積と、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間２０の体積とを加算した多数のラグビーボール状の体積が詰まっている状態である。したがって、不鮮明領域に対応する魚群の塊２の体積を、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚４の体積と不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間２０の体積とを加算した体積で除することにより、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定することができる。

[0035] 図６および図７は、魚のパーソナルスペースの一例について説明するための図である。図６および図７では、魚にとって快適な距離が３魚身である場合について説明するが、過密な状態における魚にとっての快適な距離は、０．５魚身、１魚身、１．５魚身、または２魚身であってもよい。

[0036] 図６では、中央の魚４と、中央の魚４の両隣に並んで泳ぐ魚それぞれとの間の距離Ｂは、中央の魚４の体幅４２の３倍の距離であることを示す。また、図６に示す例では、中央の魚４の体積は、中央の魚４の尾叉長４１、中央の魚４の体幅４２、および、中央の魚４の体高４３によって近似的に算出することができる。

[0037] 図７では、中央の魚４と、中央の魚４の前後を泳ぐ魚それぞれとの間の距離Ａは、図６に示す中央の魚４の尾叉長４１の３倍の距離であることを示す。また、中央の魚４と、中央の魚４の上下を泳ぐ魚それぞれとの間の距離Ｃは、図６に示す中央の魚４の体高４３の３倍の距離であることを示す。魚群に含まれる各魚は、図７に示すラグビーボールのような魚のパーソナルスペース２０を保って泳ぐ。また、図７に示す例では、魚のパーソナルスペース２０の体積は、距離Ａ、ＢおよびＣによって近似的に算出することができる。

[0038] （推定部１５３）

推定部１５３は、生成部１５２によって生成された第１機械学習モデルＭ１を用いて、画像に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。具体的には、推定部１５３は、画像に関する情報として、画像、不鮮明領域に関する情報、および、影領域に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。より具体的には、推定部１５３は、不鮮明領域に関する情報として、不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報、および、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。また、推定部１５３は、影領域に関する情報として、影領域の色の濃さを示す情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。

[0039] 推定部１５３は、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定し、魚同士の間の空間の体積に関する情報に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。

[0040] 図８は、赤色の光を照射された魚群を含む赤色画像に基づいて、魚のパーソナルスペースを推定する処理について説明するための図である。推定部１５３は、不鮮明領域に対応する魚群のうち、赤色の光を照射された魚群である赤色魚群を含む赤色画像に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。

[0041] 具体的には、推定部１５３は、赤色の光を照射された水中の参照物体を含む参照画像であって、水中の撮像装置により撮像された参照画像のうち、参照物体が占める物体領域における輝度値である参照輝度値と、撮像装置から参照物体までの距離である参照距離との関係性を示す参照情報を取得する。続いて、推定部１５３は、参照情報と、赤色画像のうち、赤色魚群に含まれる個々の魚が占める魚領域における輝度値である魚輝度値との比較に基づいて、撮像装置から赤色魚群に含まれる個々の魚までの距離である魚距離を推定する。続いて、推定部１５３は、魚距離に基づいて、赤色魚群に含まれる

魚同士の相対距離を推定する。続いて、推定部１５３は、魚同士の相対距離に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。

[0042] また、推定部１５３は、魚同士の相対距離の平均に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。

[0043] また、推定部１５３は、魚同士の相対距離の時間平均に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。

[0044]（出力制御部１５４）

出力制御部１５４は、推定部１５３が推定した推定結果を画面に表示するよう制御する。

[0045]〔３．情報処理手順〕

図９は、実施形態に係る情報処理装置１００による情報処理手順を示すフローチャートである。図９では、生成部１５２は、魚群および魚群の影を含むＣＧ画像に関する情報が入力情報として入力された場合に、ＣＧ画像のうち、魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された第１機械学習モデルを生成する（ステップＳ１０１）。

[0046] また、推定部１５３は、生成部１５２によって生成された第１機械学習モデルを用いて、処理対象の魚群および処理対象の魚群の影を含む処理対象の画像に関する情報から、処理対象の魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である処理対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する（ステップＳ１０２）。

[0047] 続いて、推定部１５３は、処理対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数に基づいて、生け簀に所在する魚の尾数を推定する（ステップＳ１０３）。

[0048]〔４．変形例〕

上述の実施形態は一例を示したものであり、種々の変更及び応用が可能である。ここから、実施形態の変形例について説明する。

[0049] 上述した実施形態では、推定部１５３が、不鮮明領域に対応する魚群のうち、赤色の光を照射された魚群である赤色魚群を含む赤色画像に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する場合について説明した。変形例では、推定部１５３は、生成部１５２によって生成された第２機械学習モデルＭ２を用いて、画像から不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。例えば、推定部１５３は、第２機械学習モデルＭ２に画像を入力することにより、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定結果として得る。

[0050] 〔５．効果〕

上述したように、実施形態に係る情報処理装置１００は、取得部１５１と推定部１５３を備える。取得部１５１は、魚群を含む画像であって、魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域、および、不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域を含む画像を取得する。推定部１５３は、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定し、魚同士の間の空間の体積に関する情報に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。

[0051] これにより、情報処理装置１００は、例えば、不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積を、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積と魚の体積とを加算した体積で除することにより、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定することができる。したがって、情報処理装置１００は、画像のうち、個々の魚を視覚的に識別不可能な領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定することができる。また、情報処理装置１００は、画像のうち、個々の魚を視覚的に識別不可能な領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定することができるので、持続可能な開発目標（ＳＤＧｓ）の目標９「産業と技術革新の基盤をつくろう」の達成に貢献できる。

[0052] また、推定部１５３は、不鮮明領域に対応する魚群のうち、赤色の光を照射された魚群である赤色魚群を含む赤色画像に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。

[0053] これにより、情報処理装置１００は、不鮮明領域に対応する魚群に赤色の光を照射し、赤色の光を照射された魚群である赤色魚群を含む赤色画像を取得することができる場合、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定することができる。

[0054] また、推定部１５３は、赤色の光を照射された水中の参照物体を含む参照画像であって、水中の撮像装置により撮像された参照画像のうち、参照物体が占める物体領域における輝度値である参照輝度値と、撮像装置から参照物体までの距離である参照距離との関係性を示す参照情報と、赤色画像のうち、赤色魚群に含まれる個々の魚が占める魚領域における輝度値である魚輝度値との比較に基づいて、撮像装置から赤色魚群に含まれる個々の魚までの距離である魚距離を推定し、魚距離に基づいて、赤色魚群に含まれる魚同士の相対距離を推定し、魚同士の相対距離に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。

[0055] これにより、情報処理装置１００は、撮像装置から赤色魚群に含まれる個々の魚までの距離である魚距離を推定することができるので、例えば、魚距離に基づいて、赤色魚群に含まれる魚同士の相対距離を推定し、魚同士の相対距離に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定することができる。

[0056] また、推定部１５３は、魚同士の相対距離の平均に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。

[0057] これにより、情報処理装置１００は、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を精度よく推定することができる。

[0058] また、推定部１５３は、魚同士の相対距離の時間平均に基づいて、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定

する。

[0059] これにより、情報処理装置１００は、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を精度よく推定することができる。

[0060] また、情報処理装置１００は、生成部１５２をさらに備える。生成部１５２は、コンピュータグラフィックスにより生成された学習対象の魚群を含むＣＧ画像であって、学習対象の魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である学習対象の不鮮明領域、および、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する学習対象の影領域を含むＣＧ画像に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を出力情報として出力するよう学習された第１機械学習モデルを生成する。推定部１５３は、生成部１５２によって生成された第１機械学習モデルを用いて、画像から不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する。

[0061] これにより、情報処理装置１００は、不鮮明領域に対応する魚群に赤色の光を照射し、赤色の光を照射された魚群である赤色魚群を含む赤色画像を取得することができない場合であっても、第１機械学習モデルを用いて、画像から不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定することができる。

[0062] また、生成部１５２は、コンピュータグラフィックスにより生成された学習対象の魚群を含むＣＧ画像であって、学習対象の魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である学習対象の不鮮明領域、および、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する学習対象の影領域を含むＣＧ画像に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定するよう学習された第２機械学習モデルを生成する。推定部１５３は、生成部１５２によって生成された第２機械学習モデルを用いて、画像に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。

[0063] これにより、情報処理装置１００は、第２機械学習モデルを用いることで

、画像に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を精度よく推定することができる。

[0064] また、生成部１５２は、ＣＧ画像に関する情報として、ＣＧ画像、学習対象の不鮮明領域に関する情報、および、学習対象の影領域に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された第２機械学習モデルを生成する。推定部１５３は、画像に関する情報として、画像、不鮮明領域に関する情報、および、影領域に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。

[0065] これにより、情報処理装置１００は、画像、不鮮明領域に関する情報、および、影領域に関する情報を学習した第２機械学習モデルを用いることで、画像に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を精度よく推定することができる。

[0066] また、生成部１５２は、学習対象の不鮮明領域に関する情報として、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報、および、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された第２機械学習モデルを生成する。推定部１５３は、不鮮明領域に関する情報として、不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報、および、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。

[0067] これにより、情報処理装置１００は、不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報、および、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報を学習した第２機械学習モデルを用いることで、画像に関する

情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を精度よく推定することができる。

[0068] また、生成部１５２は、学習対象の影領域に関する情報として、学習対象の影領域の色の濃さを示す情報が入力情報として入力された場合に、学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された第２機械学習モデルを生成する。推定部１５３は、影領域に関する情報として、影領域の色の濃さを示す情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する。

[0069] これにより、情報処理装置１００は、影領域の色の濃さを示す情報を学習した第２機械学習モデルを用いることで、画像に関する情報から、不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を精度よく推定することができる。

[0070] 〔６．ハードウェア構成〕

また、上述してきた実施形態に係る情報処理装置１００は、例えば図１０に示すような構成のコンピュータ１０００によって実現される。図１０は、情報処理装置１００の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。コンピュータ１０００は、ＣＰＵ１１００、ＲＡＭ１２００、ＲＯＭ１３００、ＨＤＤ１４００、通信インターフェイス（Ｉ／Ｆ）１５００、入出力インターフェイス（Ｉ／Ｆ）１６００、及びメディアインターフェイス（Ｉ／Ｆ）１７００を備える。

[0071] ＣＰＵ１１００は、ＲＯＭ１３００またはＨＤＤ１４００に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。ＲＯＭ１３００は、コンピュータ１０００の起動時にＣＰＵ１１００によって実行されるブートプログラムや、コンピュータ１０００のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。

[0072] ＨＤＤ１４００は、ＣＰＵ１１００によって実行されるプログラム、及び、かかるプログラムによって使用されるデータ等を格納する。通信インターフェイス１５００は、所定の通信網を介して他の機器からデータを受信してＣＰＵ１１００へ送り、ＣＰＵ１１００が生成したデータを所定の通信網を

介して他の機器へ送信する。

[0073] ＣＰＵ１１００は、入出力インターフェイス１６００を介して、ディスプレイやプリンタ等の出力装置、及び、キーボードやマウス等の入力装置を制御する。ＣＰＵ１１００は、入出力インターフェイス１６００を介して、入力装置からデータを取得する。また、ＣＰＵ１１００は、生成したデータを入出力インターフェイス１６００を介して出力装置へ出力する。

[0074] メディアインターフェイス１７００は、記録媒体１８００に格納されたプログラムまたはデータを読み取り、ＲＡＭ１２００を介してＣＰＵ１１００に提供する。ＣＰＵ１１００は、かかるプログラムを、メディアインターフェイス１７００を介して記録媒体１８００からＲＡＭ１２００上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。記録媒体１８００は、例えばＤＶＤ（Digital Versatile Disc）、ＰＤ（Phase change rewritable Disk）等の光学記録媒体、ＭＯ（Magneto-Optical disk）等の光磁気記録媒体、テープ媒体、磁気記録媒体、または半導体メモリ等である。

[0075] 例えば、コンピュータ１０００が実施形態に係る情報処理装置１００として機能する場合、コンピュータ１０００のＣＰＵ１１００は、ＲＡＭ１２００上にロードされたプログラムを実行することにより、制御部１５０の機能を実現する。コンピュータ１０００のＣＰＵ１１００は、これらのプログラムを記録媒体１８００から読み取って実行するが、他の例として、他の装置から所定の通信網を介してこれらのプログラムを取得してもよい。

[0076] 以上、本願の実施形態のいくつかを図面に基づいて詳細に説明したが、これらは例示であり、発明の開示の欄に記載の態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した他の形態で本発明を実施することが可能である。

[0077] 〔７．その他〕

また、上記実施形態及び変形例において説明した各処理のうち、自動的に行われるものとして説明した処理の全部または一部を手動的に行うこともでき、あるいは、手動的に行われるものとして説明した処理の全部または一部

を公知の方法で自動的に行うこともできる。この他、上記文書中や図面中で示した処理手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。例えば、各図に示した各種情報は、図示した情報に限られない。

[0078] また、図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部または一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散・統合して構成することができる。

[0079] また、上述してきた実施形態及び変形例は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

符号の説明

[0080] １００ 情報処理装置
１１０ 通信部
１２０ 記憶部
１３０ 入力部
１４０ 出力部
１５０ 制御部
１５１ 取得部
１５２ 生成部
１５３ 推定部
１５４ 出力制御部

請求の範囲

[請求項1] 魚群を含む画像であって、前記魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域、および、前記不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域を含む前記画像を取得する取得手順と、

前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定し、前記魚同士の間の空間の体積に関する情報に基づいて、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する推定手順と、

をコンピュータに実行させる情報処理プログラム。

[請求項2] 前記推定手順は、

前記不鮮明領域に対応する魚群のうち、赤色の光を照射された魚群である赤色魚群を含む赤色画像に基づいて、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する、

請求項１に記載の情報処理プログラム。

[請求項3] 前記推定手順は、

前記赤色の光を照射された水中の参照物体を含む参照画像であって、前記水中の撮像装置により撮像された参照画像のうち、前記参照物体が占める物体領域における輝度値である参照輝度値と、前記撮像装置から前記参照物体までの距離である参照距離との関係性を示す参照情報と、前記赤色画像のうち、前記赤色魚群に含まれる個々の魚が占める魚領域における輝度値である魚輝度値との比較に基づいて、前記撮像装置から前記赤色魚群に含まれる個々の魚までの距離である魚距離を推定し、前記魚距離に基づいて、前記赤色魚群に含まれる魚同士の相対距離を推定し、前記魚同士の相対距離に基づいて、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する、

請求項２に記載の情報処理プログラム。

[請求項4] 前記推定手順は、

前記魚同士の相対距離の平均に基づいて、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する、

請求項３に記載の情報処理プログラム。

[請求項5] 前記推定手順は、

前記魚同士の相対距離の時間平均に基づいて、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する、

請求項３に記載の情報処理プログラム。

[請求項6] コンピュータグラフィックスにより生成された学習対象の魚群を含むＣＧ画像であって、前記学習対象の魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である学習対象の不鮮明領域、および、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する学習対象の影領域を含む前記ＣＧ画像に関する情報が入力情報として入力された場合に、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を出力情報として出力するよう学習された第１機械学習モデルを生成する生成手順をさらに備え、

前記推定手順は、

前記生成手順によって生成された前記第１機械学習モデルを用いて、前記画像から前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定する、

請求項１に記載の情報処理プログラム。

[請求項7] コンピュータグラフィックスにより生成された学習対象の魚群を含むＣＧ画像であって、前記学習対象の魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である学習対象の不鮮明領域、および、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する学習対象の影領域を含む前記ＣＧ画像に関する情報が入力情報として入力された場合に、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推

定するよう学習された第２機械学習モデルを生成する生成手順をさらに備え、

前記推定手順は、

前記生成手順によって生成された前記第２機械学習モデルを用いて、前記画像に関する情報から、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する、

請求項１に記載の情報処理プログラム。

[請求項8] 前記生成手順は、

前記ＣＧ画像に関する情報として、前記ＣＧ画像、前記学習対象の不鮮明領域に関する情報、および、前記学習対象の影領域に関する情報が入力情報として入力された場合に、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された前記第２機械学習モデルを生成し、

前記推定手順は、

前記画像に関する情報として、前記画像、前記不鮮明領域に関する情報、および、前記影領域に関する情報から、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する、

請求項７に記載の情報処理プログラム。

[請求項9] 前記生成手順は、

前記学習対象の不鮮明領域に関する情報として、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群の塊の体積に関する情報、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報、および、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報が入力情報として入力された場合に、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された前記第２機械学習モデルを生成し、

前記推定手順は、

前記不鮮明領域に関する情報として、前記不鮮明領域に対応する魚

群の塊の体積に関する情報、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報、および、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の体積に関する情報から、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する、

請求項８に記載の情報処理プログラム。

[請求項10] 前記生成手順は、

前記学習対象の影領域に関する情報として、前記学習対象の影領域の色の濃さを示す情報が入力情報として入力された場合に、前記学習対象の不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を出力情報として出力するよう学習された前記第２機械学習モデルを生成し、

前記推定手順は、

前記影領域に関する情報として、前記影領域の色の濃さを示す情報から、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する、

請求項８に記載の情報処理プログラム。

[請求項11] 魚群を含む画像であって、前記魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域、および、前記不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域を含む前記画像を取得する取得部と、

前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定し、前記魚同士の間の空間の体積に関する情報に基づいて、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する推定部と、

を備える情報処理装置。

[請求項12] 情報処理装置が実行するプログラムにより実現される情報処理方法であって、

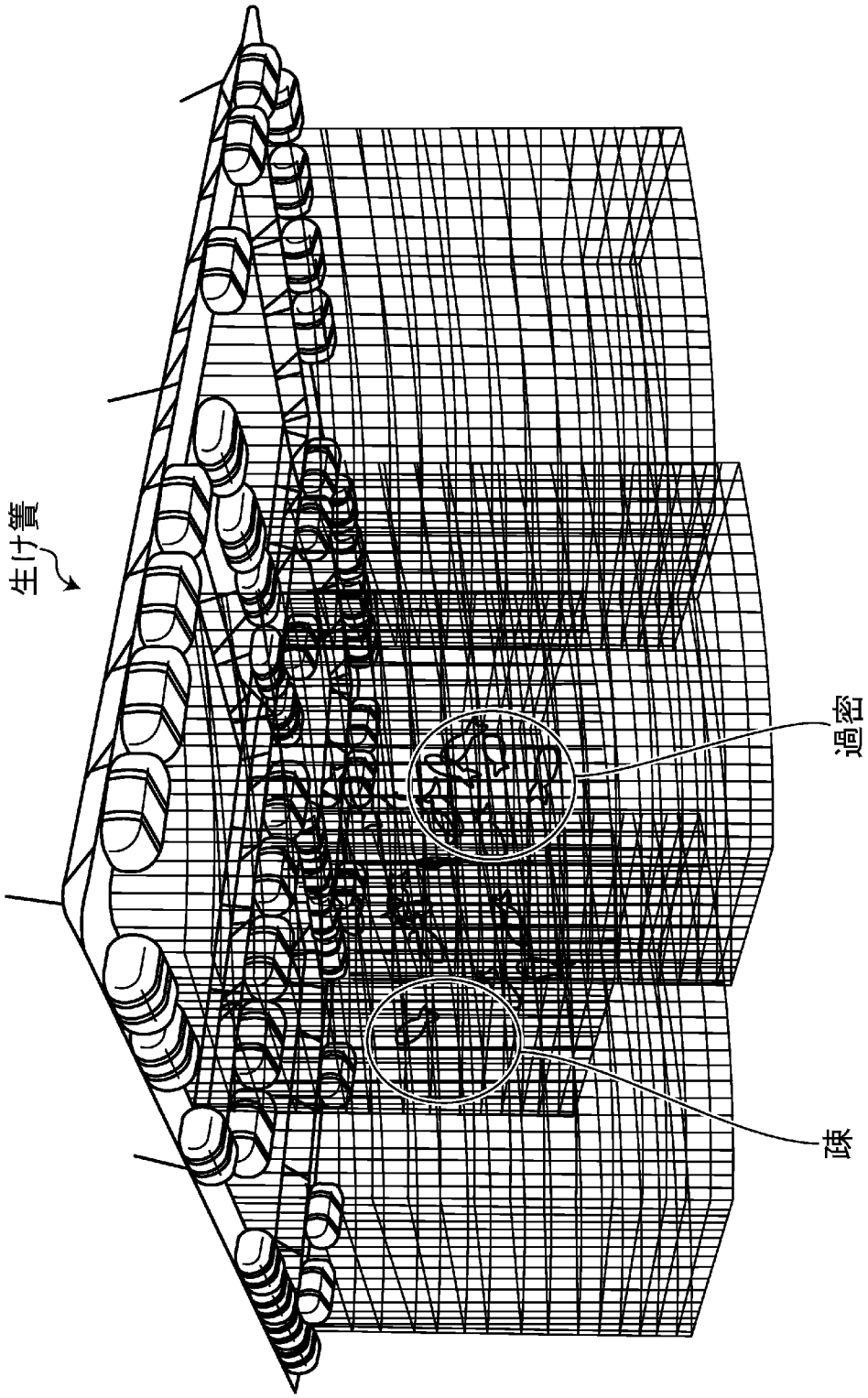
魚群を含む画像であって、前記魚群に含まれる個々の魚を視覚的に識別不可能な領域である不鮮明領域、および、前記不鮮明領域に対応する魚群の影に対応する影領域を含む前記画像を取得する取得工程と

、

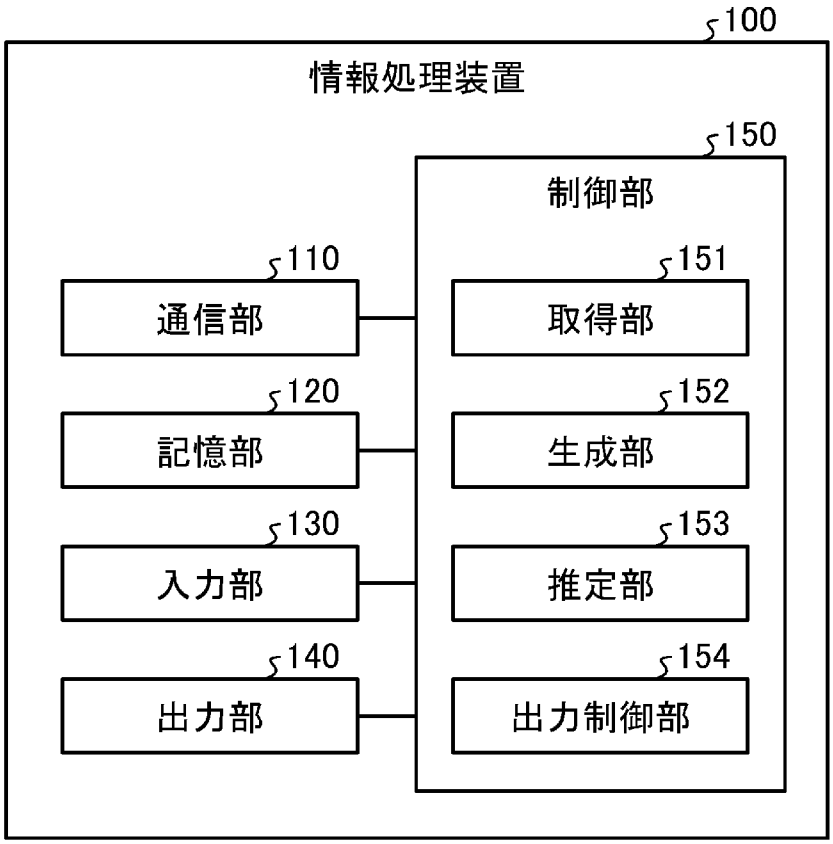
前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚同士の間の空間の体積に関する情報を推定し、前記魚同士の間の空間の体積に関する情報に基づいて、前記不鮮明領域に対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定する推定工程と、

を含む情報処理方法。

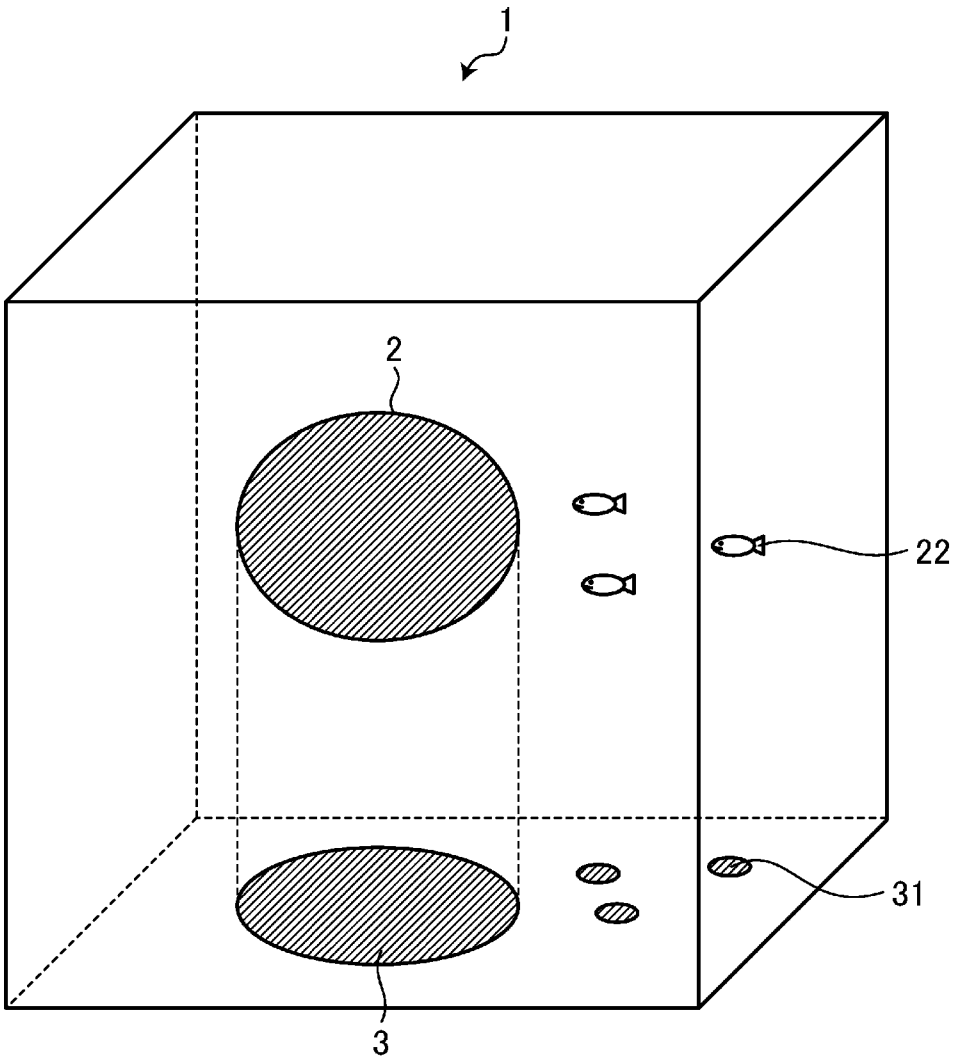
[図1]



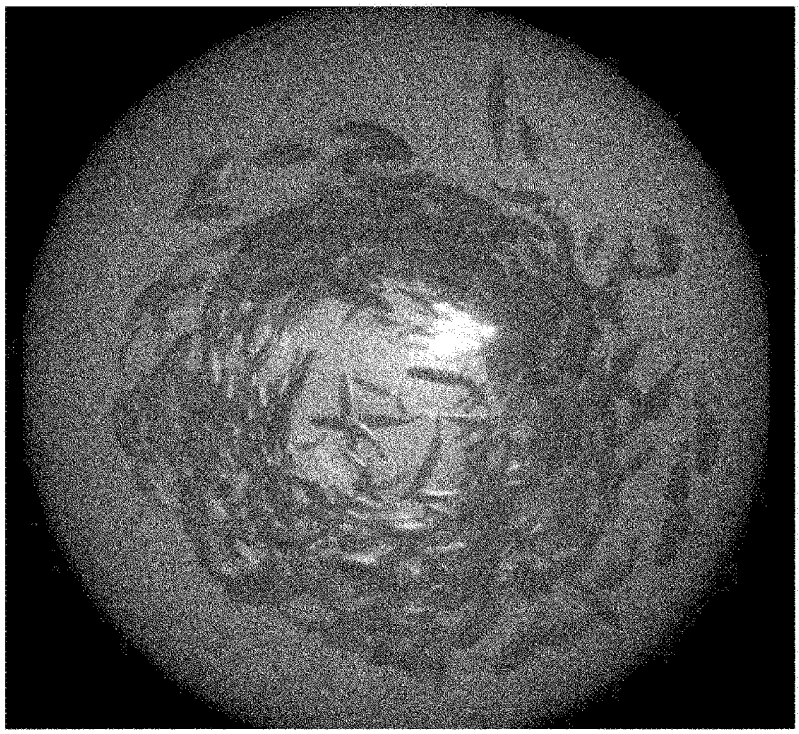
[図2]


100
情報処理装置
150
制御部
110
通信部
151
取得部
120
記憶部
152
生成部
130
入力部
153
推定部
140
出力部
154
出力制御部

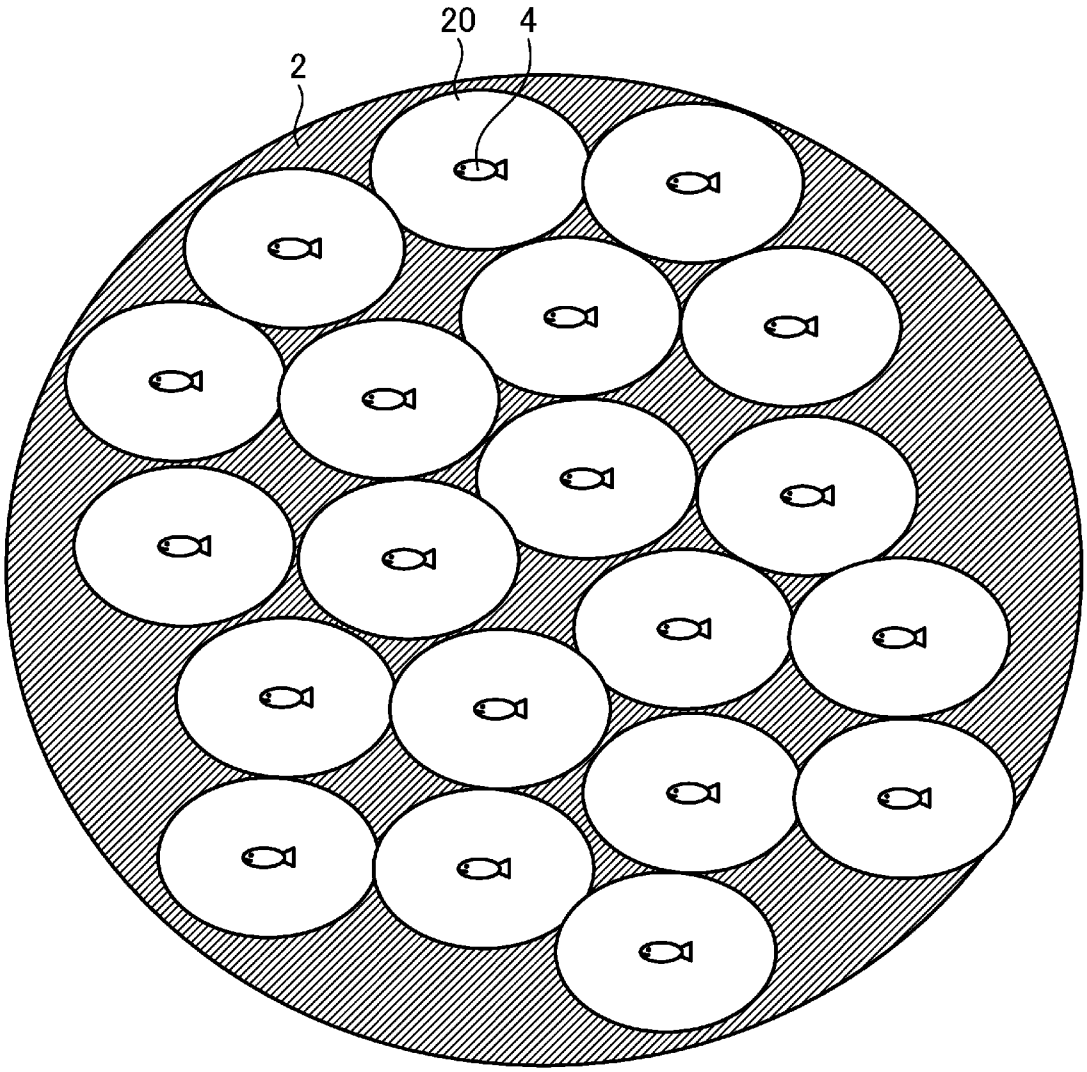
[図3]



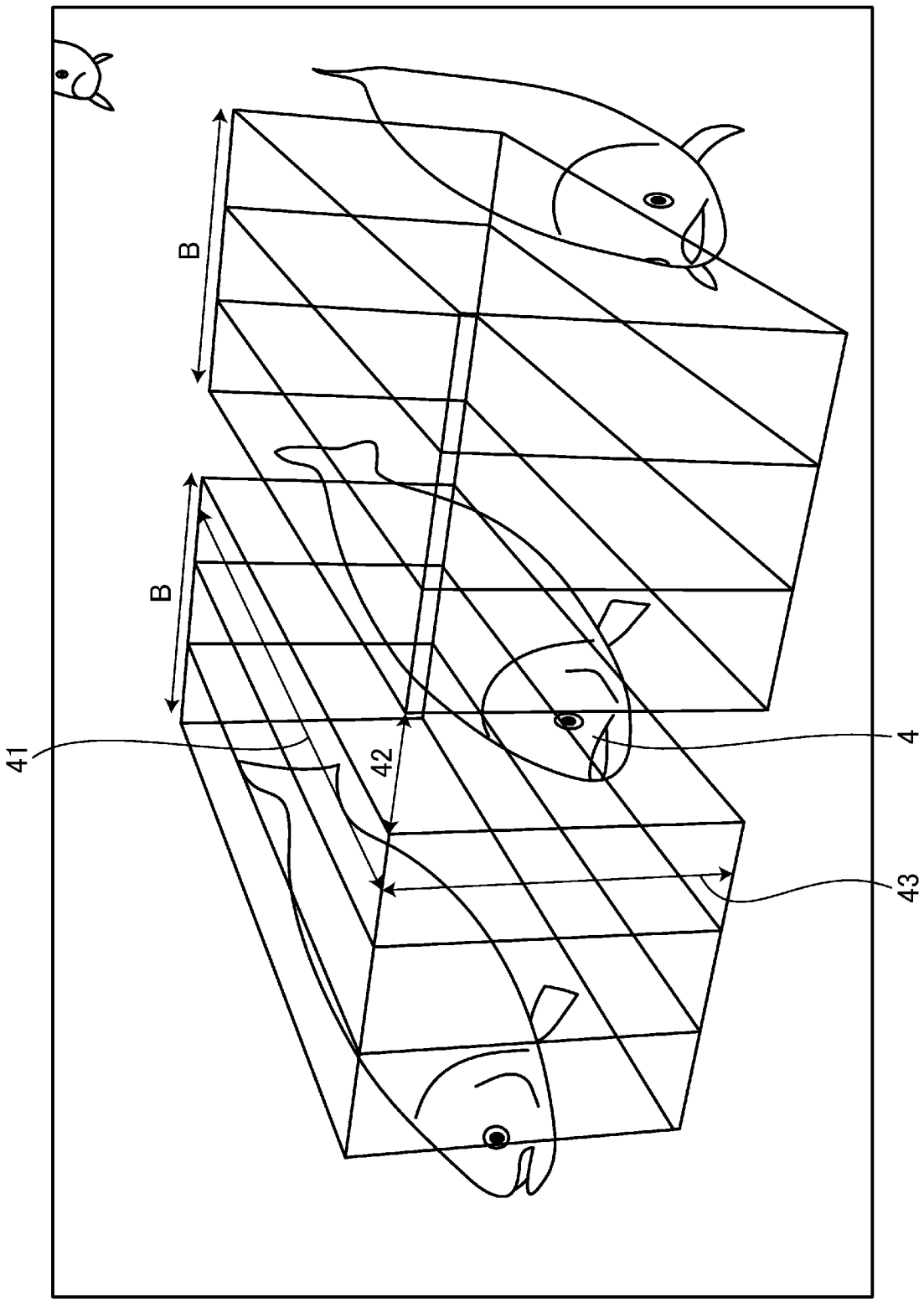
[図4]



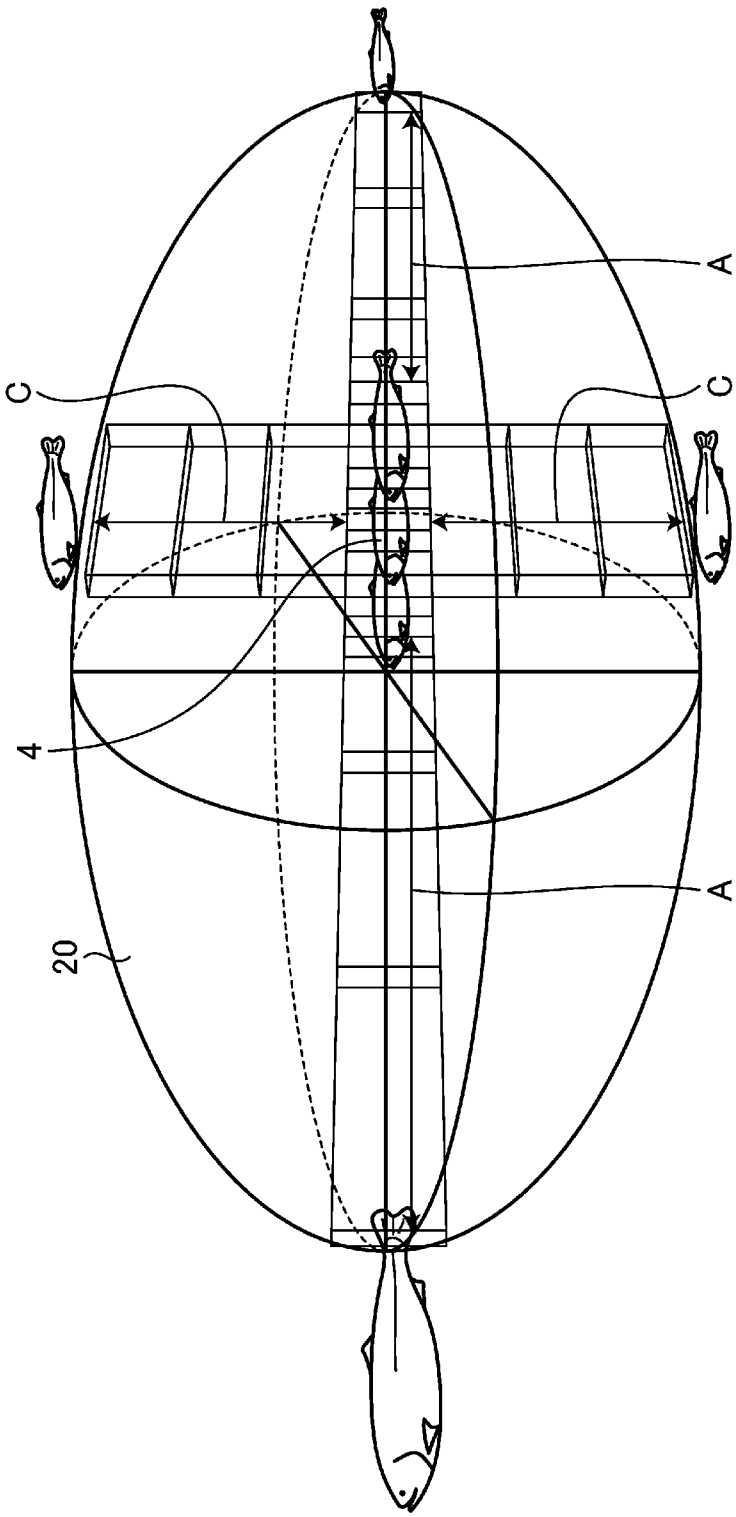
[図5]



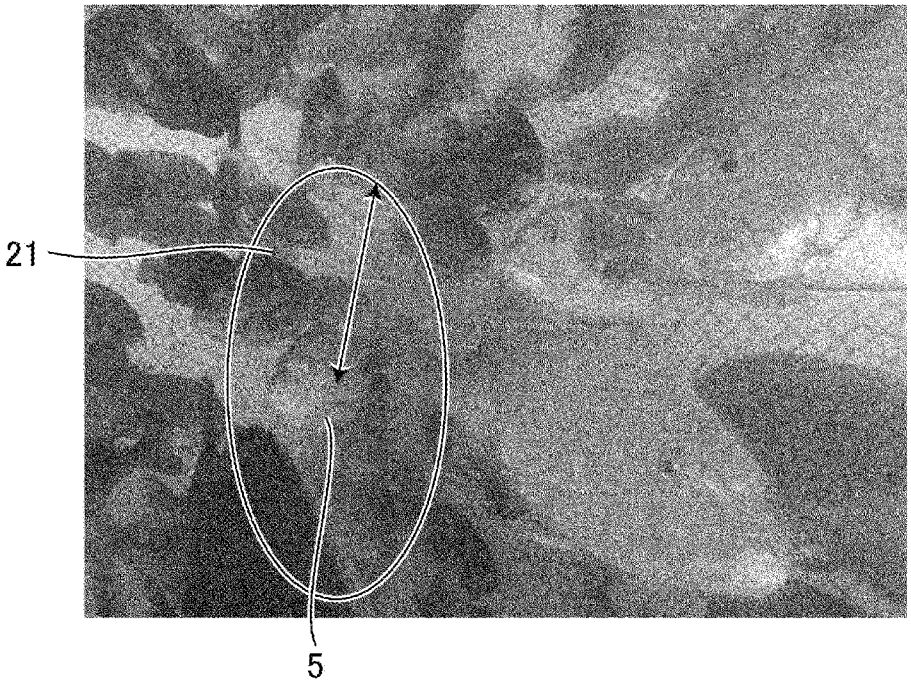
[図6]



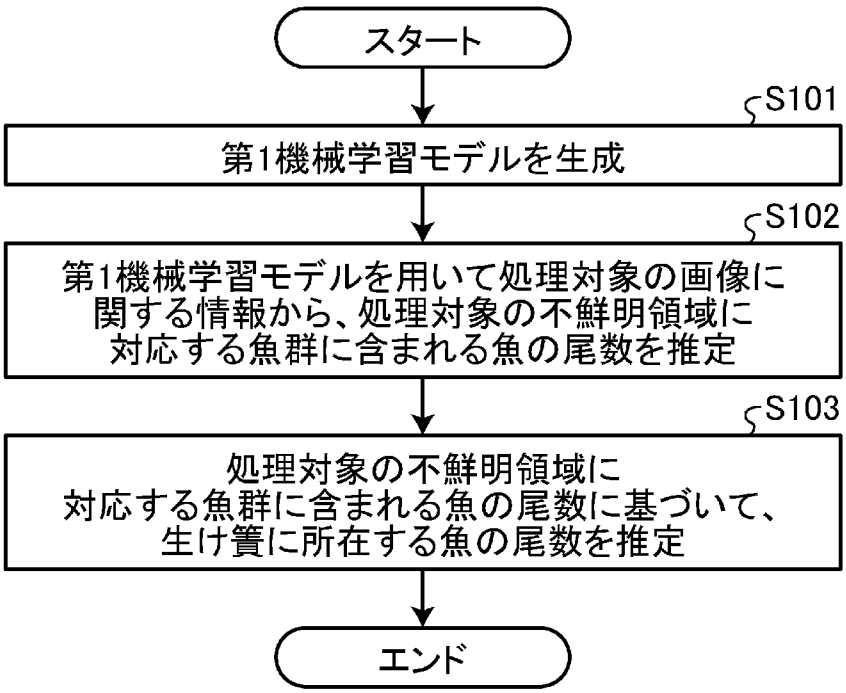
[図7]



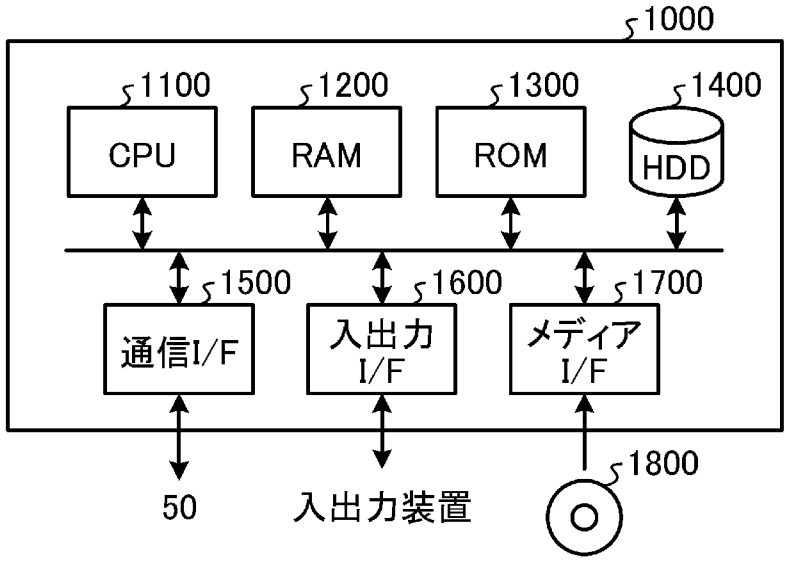
[図8]


21
5

[図9]


スタート
S101
第1機械学習モデルを生成
S102
第1機械学習モデルを用いて処理対象の画像に
関する情報から、処理対象の不鮮明領域に
対応する魚群に含まれる魚の尾数を推定
S103
処理対象の不鮮明領域に
対応する魚群に含まれる魚の尾数に基づいて、
生け簀に所在する魚の尾数を推定
エンド

[図10]


1000
1100
CPU
1200
RAM
1300
ROM
1400
HDD
1500
通信I/F
1600
入出力
I/F
1700
メディア
I/F
1800
50
入出力装置

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/042251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/60(2017.01)i; ***G06V 10/77***(2022.01)i; ***G06V 10/774***(2022.01)i; ***G06V 20/05***(2022.01)i
FI: G06T7/60 110; G06V10/77; G06V10/774; G06V20/05

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T7/60; G06V10/77; G06V10/774; G06V20/05

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-152782 A (EHIME UNIV.) 30 September 2021 (2021-09-30) entire text	1-12
A	JP 2006-105700 A (FURUNO ELECTRIC COMPANY, LIMITED) 20 April 2006 (2006-04-20) entire text	1-12
A	CN 111406693 A (SHANGHAI OCEAN UNIVERSITY) 14 July 2020 (2020-07-14) entire text	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 January 2024	**30 January 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/042251

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-152782 A	30 September 2021	(Family: none)	
JP 2006-105700 A	20 April 2006	US 2006/0072375 A1 entire text	
CN 111406693 A	14 July 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/042251

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T 7/60(2017.01)i; G06V 10/77(2022.01)i; G06V 10/774(2022.01)i; G06V 20/05(2022.01)i
FI: G06T7/60 110; G06V10/77; G06V10/774; G06V20/05

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T7/60; G06V10/77; G06V10/774; G06V20/05

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2021-152782 A (国立大学法人愛媛大学) 30.09.2021 (2021-09-30) 全文	1-12
A	JP 2006-105700 A (古野電気株式会社) 20.04.2006 (2006-04-20) 全文	1-12
A	CN 111406693 A (SHANGHAI OCEAN UNIVERSITY) 14.07.2020 (2020-07-14) 全文	1-12

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
15.01.2024	30.01.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

▲広▼島　明芳 5H 9853

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/042251

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-152782 A	30.09.2021	（ファミリーなし）	
JP 2006-105700 A	20.04.2006	US 2006/0072375 A1 全文	
CN 111406693 A	14.07.2020	（ファミリーなし）	