

明 細 書

発明の名称：

コンピュータプログラム、情報処理方法及び情報処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、コンピュータプログラム、情報処理方法及び情報処理装置に関する。

[0002] 食品工場、化学工場等から排出される排水や公共下水の処理システムとして、活性汚泥法を用いた排水処理システムが広く適用されている。活性汚泥法を用いた排水処理システムにおいては、処理槽内に処理対象の排水を流入させつつ、この処理槽内に存在する多種類の好気性微生物（活性汚泥）に対して酸素を供給する曝気処理を行う。処理槽内の排水中に含まれる有機汚濁物が好気性微生物の作用によって分解されることにより、排水が浄化される。

[0003] 排水処理システムの運転状況は、排水中における微生物の状態に大きく影響される。そこで微生物の状態を把握するための技術が提案されている。例えば特許文献 1 には、水処理槽内に生息する微生物を撮像した入力画像を解析して前記微生物がどの識別区分に属するかを識別する污水处理運転状況評価装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第 7 1 7 2 3 0 2 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、特許文献 1 に記載の技術は微生物の認識精度が十分ではないという問題がある。このような問題は、排水処理システムに限らず微生物を取り扱う分野で同様に存在し得る。

[0006] 本開示の目的は、微生物を精度よく認識することができるコンピュータプ

ログラム等を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0007] 本開示の一態様に係るコンピュータプログラムは、複数の微生物が撮像された画像を取得し、取得した前記画像に対して微生物の種類又は大きさに応じた複数の手法を適用して、前記画像内の微生物を認識する処理をコンピュータに実行させる。
- [0008] 本開示の一態様に係る情報処理方法は、複数の微生物が撮像された画像を取得し、取得した前記画像に対して微生物の種類又は大きさに応じた複数の手法を適用して、前記画像内の微生物を認識する処理をコンピュータが実行する。
- [0009] 本開示の一態様に係る情報処理装置は、複数の微生物が撮像された画像を取得し、取得した前記画像に対して微生物の種類又は大きさに応じた複数の手法を適用して、前記画像内の微生物を認識する処理を実行する制御部を備える。

発明の効果

- [0010] 本開示によれば、微生物を精度よく認識することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本実施形態に係る管理システムの概要図である。
- [図2]情報処理装置の構成を示すブロック図である。
- [図3]端末装置の構成を示すブロック図である。
- [図4]第1手法による活性汚泥の健康状態の推定方法を示す概念図である。
- [図5]第2手法による活性汚泥の健康状態の推定方法を示す概念図である。
- [図6]第3手法による活性汚泥の健康状態の推定方法を示す概念図である。
- [図7]第4手法による活性汚泥の健康状態の推定方法を示す概念図である。
- [図8]情報処理装置が実行する処理手順の一例を示すフローチャートである。
- [図9]推定結果及び提案情報を示す表示画面の一例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 本開示をその実施の形態を示す図面を参照して具体的に説明する。
- [0013] 図 1 は、本実施形態に係る管理システム 100 の概要図である。本実施形態では、管理システム 100 による管理対象が活性汚泥法を用いた排水処理システムであり、排水中における微生物を認識する場合を例に挙げて説明する。
- [0014] 管理システム 100 は、情報処理装置 1 を主たる装置として備える。情報処理装置 1 は、インターネット等のネットワーク N を介し、端末装置 2 及び複数の排水処理システム 3 と通信可能に接続されている。排水処理システム 3 は、活性汚泥法により排水処理を行うためのシステムである。端末装置 2 の数は 2 以上であってもよい。排水処理システム 3 の数は 1 又は 3 以上であってもよい。情報処理装置 1 は、いずれかの端末装置 2 又は排水処理システム 3 に統合されていてもよい。
- [0015] 情報処理装置 1 は、種々の情報処理、情報の送受信が可能な装置であり、例えばサーバコンピュータ、パーソナルコンピュータ、量子コンピュータ等である。情報処理装置 1 は、例えば管理システム 100 により提供される管理サービスのサービス事業者により管理される。情報処理装置 1 は、各排水処理システム 3 における活性汚泥の状態を表す汚泥画像を取得し、取得した汚泥画像に基づいて排水処理システム 3 における活性汚泥の状態を推定する。情報処理装置 1 は、推定した活性汚泥の状態を含む各種情報を端末装置 2 へ提供する。情報処理装置 1 は、管理サービスを利用する複数のユーザそれぞれに対応する複数の端末装置 2 と通信接続されていてよい。
- [0016] 端末装置 2 は、管理サービスのユーザが用いる情報処理端末であり、例えばパーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレット端末等である。管理サービスのユーザは、例えば排水処理システム 3 を保有する排水処理事業者等の組織、当該組織に属するオペレータ等を含む。端末装置 2 は、排水処理システム 3 を含む工場内に設けられるローカルコンピュータであってもよい。
- [0017] 排水処理システム 3 は、活性汚泥を用いて排水処理を行う排水処理装置と

しての処理槽 3 1 及び沈殿槽 3 2 と、処理槽 3 1 及び沈殿槽 3 2 の運転制御を行う制御装置 3 3 とを備える。排水処理システム 3 の用いる活性汚泥は、複合微生物系であり、例えば細菌、原生動物及び後生動物等の微生物を含む。排水処理システム 3 により処理される排水には、有機汚濁物が含まれている。排水は、例えば工場排水、公共下水等である。

[0018] 処理槽 3 1 には、送水ライン 3 0 a を通して排水（被処理水）が流入される。排水は、その一定量が連続的に処理槽 3 1 へ送水されてよい。

[0019] 処理槽 3 1 は、不図示の曝気手段を備え、処理槽 3 1 内に存在する活性汚泥により被処理水を好気処理する。処理槽 3 1 は、不図示のブローが供給する空気や酸素等の気体を用いて、処理槽 3 1 内に散気を行い、貯留されている活性汚泥を曝気する。活性汚泥中の好気性微生物は、溶存酸素を水中から取り込み、餌として取り入れた被処理水中の有機汚濁物を酸化分解する。処理槽 3 1 により処理された被処理水は、送水ライン 3 0 b を通して沈殿槽 3 2 へ送水される。

[0020] 沈殿槽 3 2 は、処理槽 3 1 から送水される被処理水を所定時間静置し、活性汚泥を自然沈降させる。これにより、被処理水を上澄み液と活性汚泥とに固液分離させる。上澄み液は、送水ライン 3 0 c を介して処理水として放流される。沈降した活性汚泥の一部は、ライン 3 0 d を介して処理槽 3 1 へ返送され、循環使用される。活性汚泥の残部は、余剰汚泥としてライン 3 0 e を介して系外へ引き抜かれる。余剰汚泥は、脱水や乾燥等が行われた後焼却して処分される、又は土壌改質剤や土木建築材料等へリサイクルされる等の処理が行われる。なお沈殿槽 3 2 は沈殿槽形式に限定されず、例えば膜分離装置等であってもよい。

[0021] 処理槽 3 1 には、槽内の活性汚泥の状態を撮像するカメラ 3 4 が設けられている。カメラ 3 4 は、撮像装置の一例である。カメラ 3 4 は、活性汚泥に含まれる各種微生物を高倍率で撮像可能な高倍率カメラであってもよい。カメラ 3 4 は、活性汚泥の状態を表す汚泥画像を生成する。汚泥画像は、静止画像又は複数のフレームの静止画像から構成される動画像である。カメラ 3

4 は、有線又は無線により制御装置 33 に接続されており、撮像した污泥画像を制御装置 33 へ出力する。カメラ 34 は、沈殿槽 32 に設けられていてもよい。カメラ 34 は、複数設けられていてもよい。

[0022] 排水処理システム 3 にはまた、添加菌としての微生物を含む栄養剤を貯留するタンク 35 が設けられている。タンク 35 に貯留される栄養剤は、例えば不図示のポンプを用いて連続的に所定量ずつ処理槽 31 へ添加される。栄養剤の形態は製剤に限らず、例えば液状、粉体等であってもよい。栄養剤は、沈殿槽 32 又は送水ライン 30a, 30b、ライン 30d において添加されてもよい。栄養剤は人手により添加される構成であってもよい。

[0023] 排水処理システム 3 には、システム内や排水に関する温度、流量、pH、DO (Dissolved Oxygen: 溶存酸素) 濃度、MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids: 活性污泥浮遊物質)、TOC (Total Organic Carbon: 有機体炭素)、金属元素濃度等を検出する不図示の各種検出器が設けられていてもよい。検出器は、検出した検出値を制御装置 33 へ出力する。

[0024] 排水処理システム 3 の構成は例示であり限定されるものではない。排水処理システム 3 は、例えば処理槽 31 の前に設けられる前処理槽、処理前沈殿槽等を備えてもよい。処理槽 31 は複数段により構成されてもよい。

[0025] 制御装置 33 は、コンピュータであり、不図示の制御部、記憶部、及び通信部等を備える。制御装置 33 は、通信部を介して情報処理装置 1 との間で情報を送受信することができる。制御装置 33 は、処理槽 31 及び沈殿槽 32 の運転を制御するための制御信号を生成し、処理槽 31 及び沈殿槽 32 に送出する。また制御装置 33 は、カメラ 34 から受信した污泥画像を情報処理装置 1 へ送信する。制御装置 33 は、例えばルータ、ゲートウェイ等の中継装置 (不図示) を介して情報処理装置 1 に通信接続されてもよい。

[0026] 排水処理システム 3 における排水の水質や水量は季節や日間によって大きく変動するため、排水に含まれる有機汚濁物の種類や量も日々変化する。従って、接触する排水の状態に応じて、活性污泥を構成する微生物の生態系にも変化が生じる。

- [0027] 排水処理システム３における排水処理性は活性汚泥に依存するところが大
きい。排水の水質や水量は季節や日間によって大きく変動する。活性汚泥は
多種類の微生物の集合体であるため、接触する排水の水質変化によって、活
性汚泥を構成する微生物の生態系にも変化が生じる。排水処理システム３の
運転を安定化及び最適化するためには、微生物の状態を含む活性汚泥の状態
、特に活性汚泥の健康状態を正確に把握することが重要であると考えられる
。しかしながら、多種類の微生物の集合体である活性汚泥の健康状態を把握
することは容易ではない。本実施形態の管理システム１００は、排水処理シ
ステム３における活性汚泥の健康状態を推定してユーザに提示することによ
り、排水処理システム３の運転管理を支援する。
- [0028] 図２は、情報処理装置１の構成を示すブロック図である。情報処理装置１
は、コンピュータであり、制御部１１、記憶部１２、及び通信部１３を備え
る。情報処理装置１は複数のコンピュータからなるマルチコンピュータであ
ってもよく、ソフトウェアによって仮想的に構築された仮想マシンであって
もよい。
- [0029] 制御部１１は、一又は複数のＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＧＰＵ
（Graphics Processing Unit）等の演算処理装置を備える。制御部１１は、
内蔵するＲＯＭ（Read Only Memory）又はＲＡＭ（Random Access Memory）
等のメモリ、クロック、カウンタ等を用い、各構成部を制御して処理を実行
する。なお、情報処理装置１の機能は、ソフトウェア的に実現してもよいし
、一部又は全部を、例えばＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Cir
cuit）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）等のハードウェアで実
現してもよい。
- [0030] 記憶部１２は、例えばハードディスク、フラッシュメモリ、ＳＳＤ（Solid
State Drive）等の不揮発性メモリを備える。記憶部１２は、情報処理装置
１に接続された外部記憶装置であってもよい。記憶部１２は、制御部１１が
参照する各種コンピュータプログラム及びデータを記憶する。記憶部１２は
、活性汚泥の健康状態の推定に関する処理をコンピュータに実行させるため

のプログラム 1 P と、当該プログラム 1 P の実行に必要な推定データ 1 2 1 とを記憶している。推定データ 1 2 1 には、例えば各排水処理システム 3 から受信した汚泥画像、後述する微生物の状態解析を実行するための検出モデルや数式、提案情報テーブル、各種解析結果等が含まれる。

[0031] プログラム 1 P を含むコンピュータプログラム（コンピュータプログラム製品）は、当該コンピュータプログラムを読み取り可能に記録した非一時的な記録媒体 1 A により提供されてもよい。記憶部 1 2 は、不図示の読出装置によって記録媒体 1 A から読み出されたコンピュータプログラムを記憶する。記録媒体 1 A は、例えば磁気ディスク、光ディスク、半導体メモリ等である。また、通信ネットワークに接続されている外部サーバからコンピュータプログラムをダウンロードし、記憶部 1 2 に記憶させてもよい。プログラム 1 P は、単一のコンピュータプログラムでも複数のコンピュータプログラムにより構成されるものでもよく、また、単一のコンピュータ上で実行されても通信ネットワークによって相互接続された複数のコンピュータ上で実行されてもよい。

[0032] 通信部 1 3 は、ネットワーク N を介した通信を実現する通信デバイスを備える。制御部 1 1 は、通信部 1 3 を介して端末装置 2 及び制御装置 3 3 との間でデータを送受信する。

[0033] 情報処理装置 1 の構成は上述の例に限定されず、例えばユーザの操作を受け付けるための操作部、画像を表示する表示部等を備えてもよい。

[0034] 図 3 は、端末装置 2 の構成を示すブロック図である。端末装置 2 は、コンピュータであり、制御部 2 1、記憶部 2 2、通信部 2 3、表示部 2 4、及び操作部 2 5 を備える。

[0035] 制御部 2 1 は、一又は複数の CPU、MPU、GPU 等の演算処理装置を備える。制御部 1 1 は、内蔵する ROM 又は RAM 等のメモリ、クロック、カウンタ等を用い、各構成部を制御して処理を実行する。

[0036] 記憶部 2 2 は、例えばハードディスク、フラッシュメモリ、SSD 等の不揮発性メモリを備える。記憶部 2 2 は、制御部 2 1 が参照する各種コンピュ

ータプログラム及びデータを記憶する。記憶部 22 は、活性汚泥の健康状態の推定結果の受信に関する処理をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムを記憶している。

[0037] 通信部 23 は、ネットワーク N を介した通信を実現する通信デバイスを備える。制御部 21 は、通信部 23 を介して情報処理装置 1 との間でデータを送受信する。

[0038] 表示部 24 は、例えば液晶ディスプレイ、有機 EL (Electro Luminescence) ディスプレイ等のディスプレイ装置を備える。表示部 24 は、制御部 21 からの指示に従い、情報処理装置 1 から受信した推定結果等を表示する。

[0039] 操作部 25 は、ユーザの操作を受け付けるインターフェースである。操作部 25 は、例えばキーボード、マウス、ディスプレイ内蔵のタッチパネルデバイス、スピーカ及びマイクロフォン等を備える。操作部 25 は、ユーザからの操作入力を受け付け、操作内容に応じた制御信号を制御部 21 へ送出する。

[0040] 本実施形態の情報処理装置 1 は、排水処理システム 3 から取得した汚泥画像に基づいて、微生物の状態の認識及び活性汚泥の健康状態を推定する処理を自動的に実行する。活性汚泥の健康状態の推定は、汚泥画像に対する画像解析により汚泥画像から各種微生物を抽出し、抽出した各種微生物の数、大きさ、種類等の状態を認識することにより行われる。

[0041] 微生物の状態は、活性汚泥を構成する微生物を複数のグループに分類し、グループ毎に異なるアルゴリズムにより解析される。微生物の分類は、微生物の種類及び大きさの一方又は両方に基づいて行われる。本明細書において、認識対象となる微生物とは、例えば細菌、原生動物等の微生物そのものに加え、例えばフロックのような微生物の集合体もその意味に含む。

[0042] 本実施形態では、第 1 手法から第 4 手法までの 4 種類の手法を用いる。第 1 手法は、所定値以上の大きさを有する原生動物の状態を解析するための手法である。第 2 手法は、所定値未満の大きさを有する原生動物の状態を解析するための手法である。第 3 手法は、細菌、特に糸状性細菌の状態を解析す

るための手法である。第4手法は、フロックの状態を解析するための手法である。以下、第1手法から順に詳述する。

[0043] 図4は、第1手法による活性汚泥の健康状態の推定方法を示す概念図である。情報処理装置1は、第1手法を適用して所定値以上の大きさを有する原生動物の状態を解析する。第1手法の対象となる原生動物は、例えば100 μ m以上の大きさを有する原生動物である。以下、所定値以上の大きさを有する原生動物を大きいサイズの原生動物とも記載する。大きいサイズの原生動物としては、例えばコルポーダ、パラメシウム、ワムシ、アルケラ等が挙げられる。

[0044] 第1手法では、検出モデル1Mを用いて、汚泥画像における大きいサイズの原生動物のオブジェクト領域を検出（認識）する。検出モデル1Mは、機械学習により生成された学習モデルである。検出モデル1Mは、人工知能ソフトウェアの一部を構成するプログラムモジュールとしての利用が想定される。

[0045] 検出モデル1Mは、汚泥画像を入力として、当該汚泥画像におけるオブジェクト領域を示す情報を出力する。検出モデル1Mは、例えばMask R-CNN (Regions with Convolutional Neural Networks) である。検出モデル1Mは、インスタンスセグメンテーション (Instance Segmentation) を用いた画像認識技術により、入力される画像内の各画素がオブジェクト領域に対応する画素であるか否かを画素単位で認識する。検出モデル1Mは、検出対象のクラス（大きいサイズの原生動物）が複数個映っている場合はそれらを分けて認識する。

[0046] Mask R-CNNは、主に物体検出に用いられるFaster R-CNNの変形であり、Faster R-CNNに逆畳み込み層を追加したモデルである。検出モデル1Mは、CNNとRPN (Region Proposal Network) とを備え、CNNで抽出した入力データの特徴量と、RPNで抽出した対象物体の座標範囲とを逆畳み込み層に入力し、オブジェクトクラスの識別と領域抽出を行う。検出モデル1Mは、最終的に画像内におけるオブジェク

トに対応する画像領域をマスクするマスク画像を生成する。

[0047] 図4では、オブジェクトとして複数の大きいサイズの原生動物が検出されたマスク画像の一例を示している。各オブジェクトに対応する画像領域には、検出結果を示すマスクが施されている。図4の例では、オブジェクトに対応する画像領域の境界のみを太線により示している。マスク画像により、原生動物の種類と、位置及び形状とを視覚的に認識することができる。マスク画像は、オブジェクトクラス、すなわち原生動物の種類毎に異なる色彩のマスクを施す等により、検出された原生動物の種類を識別可能に表示するものであってよい。検出モデル1Mは、バウンディングボックスにより、原生動物の位置（領域）を出力する構成であってもよい。

[0048] 検出モデル1Mは、オブジェクトを含む汚泥画像と、各オブジェクトの位置及び種類を示すラベルとが対応付けられた訓練データを用意し、当該訓練データを用いて未学習のニューラルネットワークを機械学習させることにより生成することができる。

[0049] 具体的には、情報処理装置1は、訓練データに含まれる汚泥画像を検出モデル1Mの入力層に入力し、中間層での演算処理を経て、出力層から出力されるオブジェクトの位置及び種類を取得する。情報処理装置1は、出力層から出力されたオブジェクトの位置及び種類と、訓練データに含まれるオブジェクトの位置及び種類とを比較し、出力層から出力されるオブジェクトの位置及び種類が正解値に近づくように、ニューロン間の重み（結合係数）等のパラメータを最適化する。パラメータの最適化の方法は特に限定されないが、例えば情報処理装置1は誤差逆伝播法を用いて各種パラメータの最適化を行う。

[0050] 検出モデル1Mは、3次元の入力データを取り扱う3D-CNNであってもよい。この場合、検出モデル1Mは、所定の単位時間分における連続する複数フレームの汚泥画像を含む画像セットを入力とし、複数フレームの汚泥画像それぞれに対して、オブジェクトに対応する画像領域にラベルを付した画像を同時に出力することができる。上記構成によれば、時系列で連続する

前後のフレーム画像も考慮してオブジェクトを検出することができ、検出精度を向上させることができる。

[0051] 学習が完了すると、汚泥画像に対しオブジェクトを適切に認識可能に学習された検出モデル 1 M が構築される。検出モデル 1 M により、汚泥画像に対する大きいサイズの原生動物の検出結果が得られる。

[0052] 検出モデル 1 M の構成は図 4 に示した例に限られない。検出モデル 1 M は、汚泥画像に対し、汚泥画像に含まれる大きいサイズの原生動物を識別可能であればよい。検出モデル 1 M は、U-Net、RNN (Recurrent Neural Network)、SVM (Support Vector Machine)、決定木等、その他の学習アルゴリズムに基づくモデルであってもよい。検出モデル 1 M は、原生動物の種類を区別することなく、汚泥画像に含まれる大きいサイズの原生動物を検出するものであってもよい。

[0053] 情報処理装置 1 は、検出モデル 1 M により検出された大きいサイズの原生動物を計数し、大きいサイズの原生動物の数が適正であるか否かを判定する。原生動物の数が適正であるか否かの判定は、例えば、前回の検出数と今回の検出数との比較に基づき算出される原生動物の増加量が、予め設定される増加量の許容範囲内であるか否かを判定することにより行う。原生動物の増加量が予め設定される許容範囲内である場合、原生動物の数が適正であると判定される。原生動物の増加量が予め設定される許容範囲内でない場合、原生動物の数が適正でなく、原生動物が増加していると判定される。原生動物の数が適正であるか否かの判定は、今回の検出数が予め設定される検出数の許容範囲内であるか否かを判定することにより行われてもよい。大きいサイズの原生動物の数が適正であるか否かの判定は、大きいサイズの原生動物の種類毎に行われてよい。

[0054] 大きいサイズの原生動物の数がいずれも適正である場合、活性汚泥の健康状態は良好である、すなわち活性汚泥は健全であると判定することができる。大きいサイズの原生動物の少なくとも 1 種の数が適正でない場合、活性汚泥の健康状態は不良である、すなわち活性汚泥は健全でない判定すること

ができる。

[0055] 活性汚泥の健康状態が不良である場合、さらに不良の詳細を判定してもよい。不良の詳細の判定は、原生動物の種類毎の検出結果に基づき行うことができる。原生動物数の増加の原因は、原生動物の種類に応じて異なる。例えば、コルポーダの増加は、排水のアンモニア濃度の上昇に起因する可能性が高いと考えられる。従って、コルポーダの数が適正でない場合には、健康状態として、不良（アンモニア濃度の上昇）と判定することができる。または、パラメシウムの増加は、排水の溶存酸素濃度の低下に起因する可能性が高いと考えられる。従って、パラメシウムの数が適正でない場合には、健康状態として、不良（溶存酸素濃度の低下）と判定することができる。

[0056] 図5は、第2手法による活性汚泥の健康状態の推定方法を示す概念図である。情報処理装置1は、第2手法を適用して所定値未満の大きさを有する原生動物の状態を解析する。第2手法の対象となる原生動物は、例えば100 μm 未満の大きさを有する原生動物である。以下、所定値未満の大きさを有する原生動物を小さいサイズの原生動物とも記載する。小さいサイズの原生動物としては、例えばボドーが挙げられる。

[0057] 第2手法では、複数フレームの汚泥画像からの移動体検出を行うことにより、汚泥画像における小さいサイズの原生動物を検出する。具体的には、情報処理装置1は、図5に示すように、所定の単位時間分における動画像、すなわち時系列順に連続する複数フレームの移動平均を用いて、全フレームを平均化した平均画像を生成する。そして、生成した平均画像と各フレームとの差分から、移動物体を検出する。移動物体の検出条件は、所定値未満（例えば物体領域における最大長さが100 μm 未満）の物体のみを検出することとしてもよい。なお、移動物体の検出手法は特に限定されず、隣接するフレーム間の差分を求めることにより行ってもよい。

[0058] 情報処理装置1は、移動物体の検出結果に基づいて、検出した小さいサイズの原生動物を計数する。情報処理装置1は、フレーム毎に求めた小さいサイズの原生動物数に基づいて、全フレームにおける平均値、最頻値、又は中

央値等を算出することにより、最終的な小さいサイズの原生動物の数を特定してもよい。

[0059] 情報処理装置 1 は、求めた小さいサイズの原生動物の数に基づいて、小さいサイズの原生動物の数が適正であるか否かを判定する。小さいサイズの原生動物の数が適正であるか否かは、大きいサイズの原生動物の場合と同様に、原生動物の数又は数の増加量に基づき判定することができる。なお、例えば第 1 手法では原生動物数の増加量の変化傾向に基づき原生動物数の適否を判定し、第 2 手法では原生動物数に基づき適否を判定するといったように、判定の詳細は手法毎に異なるものであってもよい。

[0060] 小さいサイズの原生動物の数が適正である場合、活性汚泥の健康状態は良好であると判定することができる。小さいサイズの原生動物の数が適正でない場合、活性汚泥の健康状態は不良であると判定することができる。

[0061] ボドーのような原生動物の増加は、汚泥負荷の上昇に起因する可能性が高いと考えられる。従って、小さいサイズの原生動物の数が適正でなく、小さいサイズの原生動物が増加している場合には、健康状態として、不良（汚泥負荷の上昇）と詳細を判定してもよい。

[0062] 図 6 は、第 3 手法による活性汚泥の健康状態の推定方法を示す概念図である。情報処理装置 1 は、第 3 手法を適用して糸状性細菌の状態を解析する。なお、図 6 中の右上に示す 2 値化画像の下側の画像は、上側の 2 値化画像の一部の領域を拡大したものである。

[0063] 第 3 手法では、汚泥画像に対する 2 値化処理を行うことにより、汚泥画像における糸状性細菌を検出する。具体的には、情報処理装置 1 は、汚泥画像に対し 2 値化処理を実行し、汚泥画像の画素値を 0（黒）又は 1（白）に変換する。2 値化処理の方法は特に限定的ではないが、例えば、画素の輝度値（画素値）と所定の方法により算出された閾値とを比較し、画素値が閾値以上の場合、画素値を 1 にする。

[0064] 2 値化処理により得られた 2 値化画像を解析することにより、画素値が閾値以上である領域をブロブ領域として特定する。特定したブロブ領域に係る

所定の特徴量を算出し、算出した各特徴量が予め設定される閾値条件を満たすか否かを判定する。特徴量としては、例えば、面積、円形度、アスペクト比、高さの最大値、幅の最大値等が挙げられる。

[0065] アスペクト比は、プロブ領域の高さと幅との比である。本実施形態では、アスペクト比とは、プロブ領域の高さに対する幅の比（幅／高さ）であるものとする。図6中の2値化画像の下側の画像において、白線矩形領域の長辺は高さを表し、白線矩形領域の短辺は幅を表す。

[0066] 円形度は、プロブ領域の面積をS、プロブ領域の周囲長をLとすると、以下の式で表される。

$$\text{円形度} = 4 \pi S / L^2$$

[0067] 各特徴量の閾値条件としては、例えば、面積が $50 \mu\text{m}^2$ 以上であること、円形度が0.7以下であること、アスペクト比が2.5超過であること、高さの最大値が $100 \mu\text{m}$ 以下であること、幅の最大値が $100 \mu\text{m}$ 以下であること、とする。算出した各特徴量が上記閾値条件を満たすか否かを判定し、全ての特徴量に関する閾値条件を満たすプロブ領域を、糸状性細菌として最終的に抽出する。なお、プロブ領域に関する所定数以上の特徴量が閾値条件を満たす場合、当該プロブ領域を糸状性細菌と認定してもよい。また、特徴量及び特徴量に対する閾値条件は上述の例に限らず、2値化画像から糸状性細菌を認識可能であればよい。

[0068] 情報処理装置1は、抽出した糸状性細菌を計数し、糸状性細菌の数が適正であるか否かを判定する。糸状性細菌の数が適正であるか否かは、原生動物の場合と同様に、糸状性細菌の数又は数の増加量に基づき判定することができる。糸状性細菌の数が適正である場合、活性汚泥の健康状態は良好であると判定することができる。糸状性細菌の数が適正でなく、糸状性細菌が増加している場合、活性汚泥の健康状態は不良であると判定することができる。

[0069] 糸状性細菌の増加は、排水の溶存酸素濃度の低下、又は栄養源（例えば窒素源、リン源等）の不足に起因する可能性が高いと考えられる。従って、糸状性細菌の数が適正でない場合には、健康状態として、不良（溶存酸素濃度

の低下又は栄養源の不足）と詳細を判定してもよい。

[0070] 第1手法から第3手法における判定処理において、検出した汚泥画像における原生動物又は糸状性細菌の数に代えて又は加えて、検出した原生動物又は糸状性細菌の面積が適正であるか否かを判定してもよい。検出した原生動物又は糸状性細菌に対応する領域の合計面積又は当該合計面積の増加量が許容範囲である場合、原生動物又は糸状性細菌の面積は適正であり、活性汚泥の健康状態は良好であると判定することができる。原生動物又は糸状性細菌の面積が適正でない場合、原生動物又は糸状性細菌が増加しており、活性汚泥の健康状態は不良であると判定することができる。

[0071] また第1手法から第3手法における判定処理において、微生物の個数及び面積は活性汚泥自体の量に依存することから、個数及び面積は、汚泥画像中における活性汚泥量を基準として相対的に算出してもよい。この場合、汚泥画像を解析することにより、汚泥画像中における活性汚泥の領域を特定し、特定した活性汚泥の領域の面積を算出する。算出した活性汚泥の領域の面積に対する原生動物又は糸状性細菌の数、及び活性汚泥の領域の面積に対する原生動物又は糸状性細菌の面積に基づいて、数及び面積の適否を判定する。

[0072] 図7は、第4手法による活性汚泥の健康状態の推定方法を示す概念図である。情報処理装置1は、第4手法を適用してフロックの状態を解析する。

[0073] 第4手法では、汚泥画像に対する2値化処理を行うことにより、汚泥画像におけるフロックを検出する。具体的には、情報処理装置1は、所定の方法により算出された閾値を用いて汚泥画像を2値化し、汚泥画像の画素値を0又は1に変換する。例えば、画素値が閾値以上の場合、画素値を1にする。第4手法における2値化処理の閾値は、第3手法における2値化処理の閾値とは異なる値であってよい。

[0074] 第4手法において、汚泥画像をフィルタ処理して所定の空間周波数成分を抽出し、抽出された空間周波数成分を2値化してもよい。フィルタ処理は、例えば高速フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transformation）により行う。なお、汚泥画像の2値化処理の方法は上述の例に限定されない。

- [0075] 2値化処理により得られた2値化画像を解析することにより、画素値が閾値以上である領域をブロックに対応するプロブ領域として特定する。情報処理装置1は、特定した各プロブ領域に係る所定の特徴量を算出し、算出した各プロブ領域の特徴量に基づいて、ブロックの形成状態を特定する。特徴量としては、例えば、面積、円形度、色等が挙げられる。
- [0076] 情報処理装置1は、例えば算出した特徴量の統計値（例えば平均値、合計値、中央値等）を特徴量毎に算出し、得られた統計値に基づいて、ブロックの大きさが適正であるか否かを判定する。例えば、前回の面積平均値と今回の面積平均値との比較に基づき算出されるブロックの面積平均値の減少量が、予め設定される減少量の許容範囲内である場合、ブロックの大きさが適正であると判定することができる。ブロックの面積平均値の減少量が予め設定される許容範囲内でない場合、ブロックの大きさが適正でなく、ブロックが分散又は解体していると判定することができる。ブロックの大きさが適正であるか否かの判定は、今回の統計値（例えば面積平均値）が予め設定される統計値の許容範囲内であるか否かを判定することにより行われてもよい。又は、情報処理装置1は、抽出したブロックの領域に対し、公知の色解析手法を用いて、ブロックの色を求め、求めたブロックの色が適正であるか否かを判定してもよい。
- [0077] ブロックの大きさが適正である場合、活性汚泥の健康状態は良好であると判定することができる。ブロックの大きさが適正でなく、ブロックが分散又は解体している場合、活性汚泥の健康状態は不良であると判定することができる。
- [0078] ブロックの分散又は解体は、汚泥負荷の上昇又は過曝気に起因する可能性が高いと考えられる。従って、ブロックの大きさが適正でない場合には、健康状態として、不良（汚泥負荷の上昇又は過曝気）と詳細を判定してもよい。
- [0079] 上記第1手法から第4手法における画像解析手法は一例であって、画像解析の手法及び当該手法による解析対象の種類及び大きさは上述の例に限定さ

れない。健康状態の推定は、汚泥画像から検出対象となる微生物を検出可能であって、検出対象となる微生物の種類に応じた少なくとも2以上の手法であれば、適宜の解析手法を組み合わせる用いることができる。

[0080] 本実施形態の情報処理装置1はさらに、活性汚泥の健康状態の推定結果に応じて、排水処理システム3の運転を最適化するための提案情報を生成する。提案情報は、例えば排水処理システム3の運転条件に関する提案及び栄養剤の添加条件に関する提案の少なくとも1つを含む。

[0081] 情報処理装置1は、例えば活性汚泥の健康状態と提案情報とを対応付けた提案情報テーブルを予め記憶部12に記憶しておき、当該提案情報テーブルを用いて提案情報を生成する。情報処理装置1は、提案情報テーブルを参照して、推定した健康状態の不良の詳細に対応付けられる運転条件や添加条件の提案を特定する。

[0082] 例えば、コルポータの増加に起因する不良（アンモニア濃度の上昇）の場合、排水の希釈が提案される。パラメシウムの増加に起因する不良（溶存酸素濃度の低下）の場合、曝気流量の増加が提案される。小さいサイズの原生動物の増加に起因する不良（汚泥負荷の上昇）の場合、処理流量の抑制、MLSSの増加等が提案される。糸状性細菌の増加に起因する不良（溶存酸素濃度の低下又は栄養源の不足）の場合、曝気流量の増加、栄養源の添加等が提案される。フロックの分散又は解体に起因する不良（汚泥負荷の上昇又は過曝気）の場合、処理流量の抑制、MLSSの増加、曝気流量の増加等が提案される。

[0083] 図8は、情報処理装置1が実行する処理手順の一例を示すフローチャートである。以下のフローチャートにおける処理は、情報処理装置1の記憶部12に記憶するプログラム1Pに従って制御部11によって実行される。

[0084] 情報処理装置1の制御部11は、排水処理システム3の汚泥画像を制御装置33から受信し（ステップS11）、受信した汚泥画像を記憶部12に記憶する。汚泥画像には、制御装置33又は排水処理システム3を識別する識別情報が対応付けられている。

- [0085] 制御部 11 は、取得した汚泥画像に基づいて、第 1 手法により大きいサイズの原生動物の状態を解析する（ステップ S 12）。ステップ S 12 では制御部 11 は、汚泥画像を検出モデル 1 M に入力して、検出モデル 1 M から出力される大きいサイズの原生動物を検出したマスク画像を取得する。マスク画像は、例えば大きいサイズの原生動物を種類毎に示す情報である。制御部 11 は、マスク画像に基づいて、汚泥画像内における大きいサイズの原生動物の種類及び種類毎の数を求め、求めた各種大きいサイズの原生動物の数に基づいて、大きいサイズの原生動物の数が適正であるか否かを種類毎に判定する。
- [0086] 制御部 11 は、取得した汚泥画像に基づいて、第 2 手法により小さいサイズの原生動物の状態を解析する（ステップ S 13）。ステップ S 13 では制御部 11 は、時系列の複数フレームの汚泥画像からの移動体検出を行うことにより、汚泥画像における小さいサイズの原生動物を検出し、小さいサイズの原生動物の数を求める。制御部 11 は、検出した小さいサイズの原生動物の数に基づいて、小さいサイズの原生動物の数が適正であるか否かを判定する。
- [0087] 制御部 11 は、取得した汚泥画像に基づいて、第 3 手法により糸状性細菌の状態を解析する（ステップ S 14）。ステップ S 14 では制御部 11 は、汚泥画像に対する 2 値化処理を行ってブロブ領域を認識し、認識したブロブ領域における特徴量が予め設定される閾値条件を満たすブロブ領域を特定することにより、汚泥画像における糸状性細菌を検出し、糸状性細菌の数を求める。制御部 11 は、検出した糸状性細菌の数に基づいて、糸状性細菌の数が適正であるか否かを判定する。
- [0088] 制御部 11 は、取得した汚泥画像に基づいて、第 4 手法によりフロックの状態を解析する（ステップ S 15）。ステップ S 15 では制御部 11 は、汚泥画像に対する 2 値化処理を行うことにより、フロックを表すブロブ領域を検出する。制御部 11 は、検出したブロブ領域に関する所定の特徴量の統計値に基づいて、フロックの大きさが適正であるか否かを判定する。

- [0089] 制御部 11 は、大きいサイズの原生動物、小さいサイズの原生動物、糸状性細菌及びフロックそれぞれの状態の解析結果に基づいて、活性汚泥の健康状態を推定する（ステップ S 16）。活性汚泥の健康状態は、微生物のグループ毎又は各グループにおける種類毎に推定されてもよい。具体的には、制御部 11 は、大きいサイズの原生動物の数が適正であるか否か、小さいサイズの原生動物の数が適正であるか否か、糸状性細菌の数が適正であるか否か、フロックの大きさが適正であるか否かに基づいて、活性汚泥の健康状態の良否をそれぞれ判定する。制御部 11 は、健康状態の良否に加えて、健康状態が不良である場合の詳細を判定してもよい。制御部 11 は、各種微生物の状態の解析結果及び健康状態の判定結果を記憶部 12 に記憶する。
- [0090] 制御部 11 は、推定データ 121 の提案情報テーブルを参照して、推定した活性汚泥の健康状態に応じた提案情報を導出する（ステップ S 17）。
- [0091] 制御部 11 は、活性汚泥の健康状態の推定結果及び導出した提案情報を示す画面情報を生成する（ステップ S 18）。制御部 11 は、生成した推定結果及び提案情報を示す画面情報を、排水処理システム 3 のユーザの端末装置 2 へ送信する（ステップ S 19）。制御部 11 は、汚泥情報に対応付けられた制御装置 33 又は排水処理システム 3 の識別情報に基づいて、画面情報を送信すべき端末装置 2 を特定するとよい。制御部 11 は、一連の処理を終了する。
- [0092] 情報処理装置 1 は、汚泥画像を取得する度、上述の処理を繰り返し実行する。情報処理装置 1 は、所定間隔で汚泥画像を取得し、リアルタイムで上述の処理を実行することで、健康状態の悪化を早期に報知することができ好ましい。
- [0093] 上記では情報処理装置 1 が一連の処理を実行する例を説明したが、各処理の処理主体は限定されない。フローチャートにおける各処理の一部又は全部は、例えば端末装置 2 又は制御装置 33 で実行されてもよい。
- [0094] 上述の処理において制御部 11 は、活性汚泥の健康状態が不良であると判定した場合、健康状態が不良であることを通知するアラートを端末装置 2 又

は制御装置 33 に送信してもよい。推定結果及び提案情報は、活性汚泥の健康状態が不良であると判定した場合にのみ送信されてもよい。

[0095] 図 9 は、推定結果及び提案情報を示す表示画面 240 の一例を示す模式図である。端末装置 2 の制御部 21 は、情報処理装置 1 から受信した画面情報に基づいて、図 9 に示す表示画面 240 を表示部 24 に表示する。

[0096] 表示画面 240 には、例えば推定結果を表示する推定結果欄 241 と、提案情報を表示する提案情報欄 242 とが含まれる。推定結果欄 241 及び提案情報欄 242 は、微生物の種類や大きさ毎に、推定結果及び提案情報を表示する。推定結果欄 241 には、微生物の状態の判定結果と、活性汚泥の健康状態の判定結果とが表示される。提案情報欄 242 には、活性汚泥の健康状態に応じた各種条件の提案が表示される。

[0097] 情報処理装置 1 は各手法により導出した微生物の状態（例えば増加の有無、分散又は解体の有無）と、微生物の状態に基づく活性汚泥の健康状態の良否とを、推定結果欄 241 に表示させる。また活性汚泥の健康状態に基づき特定した提案情報を、提案情報欄 242 に表示させる。なお健康状態が良好の場合、提案情報は生成されなくてもよく、又は変更なしとの提案情報を提示してもよい。

[0098] 情報処理装置 1 はまた、状態が適正でないと判定した微生物について、微生物の状態を示す画像を表示画面 240 に表示させてもよい。図 9 に示す例では、微生物の状態を示す画像にアクセスするためのハイパーリンク 243 が表示画面 240 に表示されている。情報処理装置 1 は、いずれかの微生物の状態が適正でないと判定した場合、記憶部 12 に記憶する情報に基づいて当該微生物の状態を示す画像を生成し、生成した画像又は画像のハイパーリンクを表示画面 240 に表示させる。微生物の状態を示す画像は、微生物の状態を視認可能に提示する画像であり、例えば、汚泥画像上に微生物の検出結果を表すマスク、枠等を重畳表示するなどの処理が施された画像である。微生物の状態を示す画像は、検出モデル 1M により生成されたマスク画像であってもよく、汚泥画像そのものであってもよい。

- [0099] 本実施形態によれば、汚泥画像に基づいて自動的に微生物の状態及び活性汚泥の健康状態を推定することができる。微生物の状態及び活性汚泥の健康状態は、微生物の属するグループに応じた異なるアルゴリズムにより推定される。微生物の属するグループ毎に異なるアルゴリズムを適用して汚泥画像中の微生物を認識することで、微生物の認識精度が向上される。画像内の微生物を精度よく検出することができるため、微生物の数の認識精度が向上する。また本実施形態によれば、倍率を固定して微生物を観察可能なため、倍率変更の手間が省略され、観察時間を短縮し、低倍率で効率的に解析処理を実行することができる。
- [0100] 解析対象となる微生物群の特徴や検出内容に応じて適用するアルゴリズムを決定することで、全体としての処理負荷を低減しつつ、精度よく解析を行うことができる。原生動物の場合には大きさに応じて第1手法と第2手法とを用いることで、比較的大きい原生動物については原生動物の種類を区別して検出を行い、比較的小さい原生動物については原生動物の種類を区別することなく検出を行うといった処理が可能となる。糸状性細菌の場合には特徴量を用いた抽出条件を設定することで、特徴的な形状を有する糸状性細菌を効率的に検出する。
- [0101] 例えば微生物の数、面積等の微生物の状態を定量的に評価することで、微生物の状態を正確に把握することができる。定量的な微生物の状態の評価結果に基づいて活性汚泥の健康状態を推定するため、推定精度が向上される。オペレータの能力に依存することなく活性汚泥の健康状態の自動推定を実現することができる。
- [0102] 本実施形態によれば、活性汚泥の健康状態に応じた提案情報を提供することができるため、排水処理システム3の運転管理の最適化を実現することができる。
- [0103] 健康状態の推定結果や提案情報を表す画面をユーザに提供することで、ユーザは画面を通じて明確に排水処理システム3の状態を把握することができる。

[0104] 排水処理システム3の排水状態は日々変動する。さらに、排水処理システム3の環境は施設によって異なるため、活性汚泥の状態は、排水処理システム3毎に異なる。本システムでは、各排水処理システム3から収集した実際の排水の状態を表す汚泥画像を用いることで、排水処理システム3毎に、排水処理システム3の状態に即した健康状態の推定が可能となる。

[0105] コンピュータプログラム、情報処理方法及び情報処理装置は排水処理システム以外の用途にも適用可能である。例えば、情報処理方法及び情報処理装置は魚類の餌料の培養に適用することもできる。餌料としてワムシを培養するときには他の微生物と共培養することが望ましいが、ツリガネムシが大量発生するとワムシの衰弱の原因となるため、各微生物を適切に計数して培養状態を管理するにあたり本手法を適用することが有用である。

[0106] 以上の実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

(付記1)

複数の微生物が撮像された画像を取得し、

取得した前記画像に対して微生物の種類又は大きさに応じた複数の手法を適用して、前記画像内の微生物を認識する

処理をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

(付記2)

前記画像内の微生物の認識は、前記画像内の微生物の数又は前記画像内の微生物の種類認識を含む

付記1に記載のコンピュータプログラム。

(付記3)

前記複数の手法は、第1の大きさの微生物に対応する第1手法と、前記第1の大きさよりも小さい第2の大きさの微生物に対応する第2手法とを含む付記1又は付記2に記載のコンピュータプログラム。

(付記4)

前記複数の手法は、物体検出モデルを用いて第1の大きさの微生物を検出する第1手法と、時系列の前記画像から移動物体を検出することにより前記

第1の大きさよりも小さい第2の大きさの微生物を検出する第2手法とを含む

付記1から付記3のいずれか1つに記載のコンピュータプログラム。

(付記5)

前記画像は時系列順の複数のフレームにより構成され、

前記第2手法は、所定時間分の複数のフレームを平均化した平均画像と、各フレームとの差分に基づいて前記移動物体を検出する

付記4に記載のコンピュータプログラム。

(付記6)

前記画像は、活性汚泥法を用いた排水処理システムにおける汚泥を撮像した汚泥画像である

付記1から付記5のいずれか1つに記載のコンピュータプログラム。

(付記7)

前記複数の手法で前記汚泥画像における微生物としての原生動物を認識し

、
認識した前記汚泥画像における原生動物の状態に基づいて、前記活性汚泥の状態を推定する

付記6に記載のコンピュータプログラム。

(付記8)

推定した前記活性汚泥の状態に基づいて、排水処理システムの運転条件に関する提案情報を導出する

付記7に記載のコンピュータプログラム。

(付記9)

前記複数の手法は、糸状性細菌に対応する第3手法と、フロックに対応する第4手法とを含む

付記6から付記8のいずれか1つに記載のコンピュータプログラム。

(付記10)

推定した前記活性汚泥の状態を示す情報を前記排水処理システムのユーザ

へ送信する

付記 6 から付記 9 のいずれか 1 つに記載のコンピュータプログラム。

(付記 11)

前記微生物の種類又は大きさ毎に、前記微生物の状態と、前記活性汚泥の状態とを対応付けて表示する画面情報を生成する

付記 6 から付記 10 のいずれか 1 つに記載のコンピュータプログラム。

[0107] 今回開示した実施の形態は、全ての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。各実施例にて記載されている技術的特徴は互いに組み合わせることができ、本発明の範囲は、請求の範囲内での全ての変更及び請求の範囲と均等の範囲が含まれることが意図される。

各実施形態に示すシーケンスは限定されるものではなく、矛盾の無い範囲で、各処理手順はその順序を変更して実行されてもよく、また並行して複数の処理が実行されてもよい。各処理の処理主体は限定されるものではなく、矛盾の無い範囲で、各装置の処理を他の装置が実行してもよい。

[0108] 各実施形態に記載した事項は相互に組み合わせることが可能である。また、請求の範囲に記載した独立請求項及び従属請求項は、引用形式に関わらず全てのあらゆる組み合わせにおいて、相互に組み合わせることが可能である。さらに、請求の範囲には他の 2 以上のクレームを引用するクレームを記載する形式（マルチクレーム形式）を用いているが、これに限るものではない。マルチクレームを少なくとも一つ引用するマルチクレーム（マルチマルチクレーム）を記載する形式を用いて記載してもよい。

符号の説明

[0109] 100 管理システム

1 情報処理装置

11 制御部

12 記憶部

13 通信部

1P プログラム

- 1 A 記録媒体
- 2 端末装置
 - 2 1 制御部
 - 2 2 記憶部
 - 2 3 通信部
 - 2 4 表示部
 - 2 5 操作部
- 3 排水処理システム

請求の範囲

- [請求項1] 複数の微生物が撮像された画像を取得し、
取得した前記画像に対して微生物の種類又は大きさに応じた複数の手法を適用して、前記画像内の微生物を認識する
処理をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。
- [請求項2] 前記画像内の微生物の認識は、前記画像内の微生物の数又は前記画像内の微生物の種類の認識を含む
請求項1に記載のコンピュータプログラム。
- [請求項3] 前記複数の手法は、第1の大きさの微生物に対応する第1手法と、前記第1の大きさよりも小さい第2の大きさの微生物に対応する第2手法とを含む
請求項1又は請求項2に記載のコンピュータプログラム。
- [請求項4] 前記複数の手法は、物体検出モデルを用いて第1の大きさの微生物を検出する第1手法と、時系列の前記画像から移動物体を検出することにより前記第1の大きさよりも小さい第2の大きさの微生物を検出する第2手法とを含む
請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のコンピュータプログラム。
- [請求項5] 前記画像は時系列順の複数のフレームにより構成され、
前記第2手法は、所定時間分の複数のフレームを平均化した平均画像と、各フレームとの差分に基づいて前記移動物体を検出する
請求項4に記載のコンピュータプログラム。
- [請求項6] 前記画像は、活性汚泥法を用いた排水処理システムにおける汚泥を撮像した汚泥画像である
請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のコンピュータプログラム。
- [請求項7] 前記複数の手法で前記汚泥画像における微生物としての原生動物を認識し、

認識した前記汚泥画像における原生動物の状態に基づいて、活性汚泥の状態を推定する

請求項6に記載のコンピュータプログラム。

[請求項8] 推定した前記活性汚泥の状態に基づいて、排水処理システムの運転条件に関する提案情報を導出する

請求項7に記載のコンピュータプログラム。

[請求項9] 複数の微生物が撮像された画像を取得し、
取得した前記画像に対して微生物の種類又は大きさに応じた複数の手法を適用して、前記画像内の微生物を認識する

処理をコンピュータが実行する情報処理方法。

[請求項10] 複数の微生物が撮像された画像を取得し、
取得した前記画像に対して微生物の種類又は大きさに応じた複数の手法を適用して、前記画像内の微生物を認識する

処理を実行する制御部を備える

情報処理装置。