

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7678984号
(P7678984)

(45)発行日 令和7年5月19日(2025.5.19)

(24)登録日 令和7年5月9日(2025.5.9)

(51)国際特許分類

F I

A O 1 K 11/00 (2006.01)

A O 1 K 11/00 E

G O 6 T 7/20 (2017.01)

G O 6 T 7/20

請求項の数 5 (全46頁)

(21)出願番号	特願2022-571463(P2022-571463)	(73)特許権者	505461946
(86)(22)出願日	令和3年12月20日(2021.12.20)		株式会社リヴァンプ
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/047076		東京都港区北青山二丁目12番16号
(87)国際公開番号	WO2022/138585	(73)特許権者	504137912
(87)国際公開日	令和4年6月30日(2022.6.30)		国立大学法人 東京大学
審査請求日	令和5年6月14日(2023.6.14)		東京都文京区本郷七丁目3番1号
(31)優先権主張番号	特願2020-211852(P2020-211852)	(74)代理人	110001139
(32)優先日	令和2年12月21日(2020.12.21)		S K弁理士法人
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(74)代理人	100130328
(31)優先権主張番号	特願2020-211853(P2020-211853)		弁理士 奥野 彰彦
(32)優先日	令和2年12月21日(2020.12.21)	(74)代理人	100130672
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 伊藤 寛之
		(72)発明者	村田 幸久
			東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立 大学法人東京大学内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

一定の行動範囲の中で1以上の動物が活動する様子が撮像された結果得られる、時間方向に複数の単位画像が配置されて構成される解析対象の画像を取得する画像取得手段と、

前記複数の単位画像毎に、単位画像を入力すると動物の体の骨格を推定して出力する骨格推定モデルを用いて、前記1以上の前記動物の夫々の体の外郭を検出する外郭検出手段と、

前記動物の体の1以上の外郭の時系列を入力すると当該動物の個体を出力する個体識別モデルに対して、前記外郭検出手段により前記複数の単位画像の夫々から検出された前記1以上の前記動物の夫々の体の前記外郭の時系列を入力した結果得られる出力に基づいて、前記複数の単位画像の夫々における前記1以上の前記動物の夫々の個体を識別する個体識別手段と、

前記解析対象の前記画像に対する解析属性を指定する指定手段と、

前記指定手段により指定された前記画像の前記解析属性に基づいて、複数種類の前記骨格推定モデルの中から前記外郭検出手段に適用させる対象を選択すると共に、複数種類の前記個体識別モデルの中から前記個体識別手段に適用させる対象を選択するモデル選択手段と、

前記動物の行動に伴い変化する前記外郭の位置の推移を示すデータフレームを生成する生成手段と、

前記データフレームにおいて前記外郭の位置の推移が予め設定された1以上の条件のう

ち何れかの条件を満たした場合、満たした前記条件に応じた行動を判定する行動判定手段と、を備え、

前記解析属性は、前記解析対象の種別および／または前記解析対象の撮像方向である、情報処理装置。

【請求項 2】

前記行動判定手段は、

前記動物の外郭と、他の特定の部位との位置関係を規定した条件を満たした場合、当該位置関係に関連する行動を検出する行動検出手段、

をさらに備える請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記行動が、

夫々の前記動物の社会性に関する行動、同じ行動範囲に存在する動物どうしの相互作用に関する行動、動物どうしの関係性に関する行動のうちの少なくとも 1 つを含む、

請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

情報処理装置が実行する情報処理方法において、

一定の行動範囲の中で 1 以上の動物が活動する様子が撮像された結果得られる、時間方向に複数の単位画像が配置されて構成される画像を取得する画像取得ステップと、

前記複数の単位画像毎に、単位画像を入力すると動物の体の骨格を推定して出力する骨格推定モデルを用いて、前記 1 以上の前記動物の夫々の体の外郭を検出する外郭検出ステップと、

前記動物の体の 1 以上の外郭の時系列を入力すると当該動物の個体を出力する個体識別モデルに対して、前記複数の単位画像の夫々から検出された前記 1 以上の前記動物の夫々の体の前記外郭の時系列を入力した結果得られる出力に基づいて、前記複数の単位画像の夫々における前記 1 以上の前記動物の夫々の個体を識別する個体識別ステップと、

解析対象の前記画像に対する解析属性を指定する指定ステップと、

指定された前記画像の前記解析属性に基づいて、複数種類の前記骨格推定モデルの中から前記外郭検出ステップに適用させる対象を選択すると共に、複数種類の前記個体識別モデルの中から前記個体識別ステップに適用させる対象を選択するモデル選択ステップと、

前記動物の行動に伴い変化する部位の位置の推移を示すデータフレームを生成する生成ステップと、

前記データフレームにおいて前記部位の位置の推移が予め設定された 1 以上の条件のうち何れかの条件を満たした場合、満たした前記条件に応じた行動を判定する行動判定ステップと、を含み、

前記解析属性は、前記解析対象の種別および／または前記解析対象の撮像方向である、情報処理方法。

【請求項 5】

情報処理装置を制御するコンピュータに、

一定の行動範囲の中で 1 以上の動物が活動する様子が撮像された結果得られる、時間方向に複数の単位画像が配置されて構成される画像を取得する画像取得ステップと、

前記複数の単位画像毎に、単位画像を入力すると動物の体の骨格を推定して出力する骨格推定モデルを用いて、前記 1 以上の前記動物の夫々の体の外郭を抽出する外郭検出ステップと、

前記動物の体の 1 以上の外郭の時系列を入力すると当該動物の個体を出力する個体識別モデルに対して、前記複数の単位画像の夫々から検出された前記 1 以上の前記動物の夫々の体の前記外郭の時系列を入力した結果得られる出力に基づいて、前記複数の単位画像の夫々における前記 1 以上の前記動物の夫々の個体を識別する個体識別ステップと、

解析対象の前記画像に対する解析属性を指定する指定ステップと、

指定された前記画像の前記解析属性に基づいて、複数種類の前記骨格推定モデルの中から前記外郭検出ステップに適用させる対象を選択すると共に、複数種類の前記個体識別モ

10

20

30

40

50

デルの中から前記個体識別ステップに適用させる対象を選択するモデル選択ステップと、
前記動物の行動に伴い変化する部位の位置の推移を示すデータフレームを生成する生成ステップと、

前記データフレームにおいて前記部位の位置の推移が予め設定された1以上の条件のうち何れかの条件を満たした場合、満たした前記条件に応じた行動を判定する行動判定ステップと、を含み、

前記解析属性は、前記解析対象の種別および／または前記解析対象の撮像方向である、制御処理を実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、情報処理装置、情報処理方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の技術として、例えば猫等の動物の個体を識別しながら個体の生体情報を処理する技術がある（例えば特許文献1等）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2018-007625号公報

20

【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、上記文献の従来の技術の場合、動物の生体データを非接触で計測できるものの、常に動きのある動物や複数の動物が存在する中での個体識別には対応していない。

また、従来の技術は、個体の生体情報を処理する上で、個体識別した動物の健康状態を確認するため、カメラの他にサーモグラフィ等を必要とするためコストがかかる。さらに、上記文献には、健康状態の管理以外の用途が言及されていない。

【0005】

本願発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、一定の行動範囲の中で活動する1以上のマウスの個体を見分けることができるようにすることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の一態様の情報処理装置は、

一定の行動範囲の中で1以上の動物が活動する様子が撮像された結果得られる、時間方向に複数の単位画像が配置されて構成される解析対象の画像を取得する画像取得手段と、

前記複数の単位画像毎に、単位画像を入力すると動物の体の骨格を推定して出力する骨格推定モデルを用いて、前記1以上の前記動物の夫々の体の外郭を検出する外郭検出手段と、

前記動物の体の1以上の外郭の時系列を入力すると当該動物の個体を出力する個体識別モデルに対して、前記外郭検出手段により前記複数の単位画像の夫々から検出された前記1以上の前記動物の夫々の体の前記外郭の時系列を入力した結果得られる出力に基づいて、前記複数の単位画像の夫々における前記1以上の前記動物の夫々の個体を識別する個体識別手段と、

40

前記解析対象の前記画像に対する解析属性を指定する指定手段と、

前記指定手段により指定された前記画像の前記解析属性に基づいて、複数種類の前記骨格推定モデルの中から前記外郭検出手段に適用させる対象を選択すると共に、複数種類の前記個体識別モデルの中から前記個体識別手段に適用させる対象を選択するモデル選択手段と、

を備える。

50

このように、複数種類の骨格推定モデル及び複数種類の個体識別モデルを用意しておき、指定手段により指定された画像の解析属性に基づいて、複数種類の骨格推定モデルの中から外郭検出手段に適用させる対象の骨格推定モデルを選択すると共に、複数種類の個体識別モデルの中から個体識別手段に適用させる対象の個体識別モデルを選択する。

そして、解析指示により、画像に含まれる複数の単位画像毎に、1以上の動物の夫々の体の外郭を検出し、検出した外郭を時系列毎に解析し、その解析結果に基づいて1以上の動物の夫々の個体を識別することで、一定の行動範囲の中で活動する1以上の動物を撮像した画像から動物の個体を見分けることができる。

【0007】

本発明の一態様の上記情報処理装置に対応する情報処理方法及びプログラムも、本発明の一態様の情報処理方法及びプログラムとして提供される。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、一定の行動範囲の中で活動する1以上のマウスの個体を見分けることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の情報処理装置の一実施形態に係る画像処理装置を含む情報処理システムの構成の例を示す図である。

【図2】図1の情報処理システムのうち、本発明の情報処理装置に係る画像処理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図3】図1の情報処理システムの第1実施形態、即ち図2の画像処理装置の機能的構成の第1実施形態を示す機能ブロック図である。

【図4】図3の機能的構成を有する画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】映像から取得した単位画像の一例を示す図である。

【図6】図5の単位画像の後に映像から取得した単位画像の一例を示す図である。

【図7】図6の単位画像の後に映像から取得した単位画像の一例を示す図である。

【図8】図5の単位画像から個体を識別した様子を示す図である。

【図9】図8の単位画像から部位を検出した様子を示す図である。

【図10】図9の部位を抽出した様子を示す図である。

【図11】図5乃至図7の単位画像から夫々抽出した部位をトラッキングした様子を示す図である。

【図12】図7の時刻t3の時点の単位画像にマーカを付した追尾画像を表示した図である。

【図13】マウスの水飲み行動の検出例を示す図である。

【図14】マウスの餌食行動の検出例を示す図である。

【図15】マウスどうしの相互干渉行動の検出例を示す図である。

【図16】図1の情報処理システムの第2実施形態、即ち図2の画像処理装置の機能的構成の第2実施形態を示す機能ブロック図である。

【図17】図16の機能的構成を有する画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図18】映像から取得した単位画像の一例を示す図である。

【図19】図18の単位画像の後に映像から取得した単位画像の一例を示す図である。

【図20】図18の単位画像から外郭を検出する様子を示す図である。

【図21】図19の単位画像から外郭を検出する様子を示す図である。

【図22】ひっかき行動の検出例を示す図である。

【図23】図1の情報処理システムを商用とするビジネスモデルの概要を示す図である。

【図24】図1の情報処理システムの第3実施形態、即ち図3の画像処理装置の機能的構成を画像解析部としたサーバと依頼者側のPCの機能的構成を示す機能ブロック図である。

【図25】図24のPCに表示される検索画面を示す図である。

【図26】図25の検索画面の上にポップアップ表示される解析データ追加画面を示す図

10

20

30

40

50

である。

【図 2 7】図 2 5 の検索画面の上にポップアップ表示される動画確認画面を示す図である。

【図 2 8】動画から作成したレポートの一例を示す図である。

【図 2 9】堅牢なセキュリティを形成する閉域網接続の構成事例を示す図である。

【図 3 0】本情報処理システムのダッシュボード画面を示す図である。

【図 3 1】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までのケージ内に存在するマウスの位置とその移動軌跡を示すグラフである。

【図 3 2】図 3 1 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 3 3】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までのケージ内の床面を 9 つのエリア (0 乃至 8) に区分したエリア毎のマウスの位置の分布を示すグラフである。

【図 3 4】図 3 3 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 3 5】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までのケージの床面を 9 つに区分したエリア毎のマウスの存在時間を示す棒グラフである。

【図 3 6】図 3 5 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときの棒グラフである。

【図 3 7】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までのケージの中央付近 (4 番エリア) とそれ以外のエリア (縁部付近) とで区分した場合のマウスの存在時間を示すグラフである。

【図 3 8】図 3 7 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 3 9】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E 分の期間とマウスの 1 秒 (3 0 F R A M E) 毎の移動距離との関係を示すグラフである。

【図 4 0】図 3 9 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 4 1】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E 分の期間とケージ内におけるマウスの一瞬一瞬の体の向きとの関係を示すグラフである。

【図 4 2】図 4 1 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 4 3】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までの時間とマウスの総移動距離 (総移動量) との関係を示すグラフである。

【図 4 4】図 4 3 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 4 5】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までの時間とマウスの回転行動 (角速度) との関係を示すグラフである。

【図 4 6】図 4 5 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 4 7】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までの時間とマウスが動く速度との関係を示すグラフである。

【図 4 8】図 4 7 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 4 9】計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までの時間とマウスが動く角速度との関係を示すグラフである。

【図 5 0】図 4 9 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【図 5 1】ゲージ内をカメラで撮像して得られた動画 (元動画) のあるタイミングの単位画像を示す図である。

【図 5 2】単位画像から識別される複数 (2 匹) のマウスの夫々の外郭 (輪郭) を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 5 3】 2 匹のマウスのうちの 1 匹のマウスの向き（体の中心から鼻先の方向）を示す図である。

【図 5 4】 2 匹のマウスのうちの他の 1 匹のマウスの向き（体の中心から鼻先の方向）を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

図 1 は、本発明の情報処理装置の一実施形態に係る画像処理装置を含む情報処理システムの構成を示す図である。

【0011】

（第 1 実施形態）

図 1 に示す情報処理システムは、1 以上のマウス（図 1 の例ではマウス X 1、X 2）が収容されたケージ C を上方から撮像するように設置（配置）されたカメラ 1 と、当該カメラ 1 とネットワーク N を介して接続された画像処理装置 2 とを含むように構成される。

ネットワーク N には、有線ネットワークの他、無線ネットワーク等も含まれる。ケージ C は、一定の行動範囲の中で動物を活動させるための収容手段である。

【0012】

カメラ 1 は、例えば動画を撮像するデジタルカメラやネットワークカメラ等であり、ケージ C 内を上方から撮像した動画を画像処理装置 2 に出力する。

ここで、動画とは、時間方向に複数の単位画像が配置されて構成される画像を言い、映像とも呼ばれている。単位画像は、フィールド画像が採用されることもあるが、ここではフレーム画像が採用されているものとする。

【0013】

画像処理装置 2 は、カメラ 1 から取得した動画と、モデル DB 4 2 に格納された学習モデル（詳細については後述）を用いて、動画に被写体として含まれる複数のマウス X 1、X 2 の個体を識別する。画像処理装置 2 は、さらに、個体として夫々識別されたマウス X 1、X 2 の行動パターン（癖等）から、夫々のマウス X 1、X 2 の社会性、同じ行動範囲に存在するマウス X 1、X 2 どうしの相互作用、マウス X 1、X 2 どうしの関係性等といった行動の基になる要素（原因）を検出する。

画像処理装置 2 は、動画から抽出したフレーム画像に含まれる 1 以上のマウスの体の骨格の一部の部位（トラッキングポイント）や個体 ID（Identification）等のマーカと、夫々のマウスの外郭（周囲との輪郭）を視覚的に識別するためのオブジェクトのうち少なくとも一方を付与した追跡画像を生成しディスプレイ等の出力部 1 6 へ出力する。

画像処理装置 2 に出力部 1 6 としてプリンタが接続されていれば、追跡画像を印刷することもできる。

オブジェクトは、マウスの個体の外郭を示す輪郭線やマスク画像等である。マーカは、例えば丸、三角、四角等の図形で示されるトラッキングポイントや英数字等で示される個体 ID 等を含む。

なお、画像処理装置 2 の機能的構成や処理の詳細については、図 3 以降の図面を参照して後述する。

【0014】

図 2 は、図 1 の情報処理システムのうち、本発明の情報処理装置に係る情報処理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【0015】

画像処理装置 2 は、CPU（Central Processing Unit）1 1 と、ROM（Read Only Memory）1 2 と、RAM（Random Access Memory）1 3 と、バス 1 4 と、入出力インターフェース 1 5 と、出力部 1 6 と、入力部 1 7 と、記憶部 1 8 と、通信部 1 9 と、ドライブ 2 0 とを備えている。

【0016】

10

20

30

40

50

CPU 11は、ROM 12に記録されているプログラム、又は、記憶部 18からRAM 13にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。

RAM 13には、CPU 11が各種の処理を実行する上において必要なデータ等も適宜記憶される。

【0017】

CPU 11、ROM 12及びRAM 13は、バス 14を介して相互に接続されている。このバス 14にはまた、入出力インターフェース 15も接続されている。入出力インターフェース 15には、出力部 16、入力部 17、記憶部 18、通信部 19、及びドライブ 20が接続されている。

出力部 16は、ディスプレイやスピーカ等で構成され、画像や音声を出力する。

入力部 17は、キーボードやマウス等で構成され、ユーザの指示操作に応じて各種情報を入力する。

記憶部 18は、ハードディスク等で構成され、各種情報のデータを記憶する。

【0018】

通信部 19は、ネットワークNを介して他の通信対象（例えば図1のカメラ1）との間で行う通信を制御する。

ドライブ 20には、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリ等よりなる、リムーバブルメディア 21が適宜装着される。ドライブ 20によってリムーバブルメディア 21から読み出されたプログラムは、必要に応じて記憶部 18にインストールされる。また、リムーバブルメディア 21は、記憶部 18に記憶されている各種データも、記憶部 18と同様に記憶することができる。

【0019】

図3は、図1の情報処理システムの第1実施形態、即ち図2の画像処理装置2の機能的構成の第1実施形態を示す機能ブロック図である。

【0020】

図2に示した画像処理装置2の記憶部 18には、画像DB 41と、モデルDB 42と、材料DB 43とが記憶されている。

【0021】

画像DB 41には、カメラ1から取得される動画のデータと、この動画を構成する複数のフレーム画像のデータ（静止画のデータ）と、フレーム画像に動物追跡用のオブジェクトや個体を示すマーカ等が付与された追跡画像のデータと、マウスX1、X2の部位の位置情報の推移を示すテーブル（データフレーム）とが記憶される。

【0022】

モデルDB 42には、複数の学習モデルが記憶されている。具体的には、モデルDB 42には、動物（マウス、ラット等）毎の夫々の骨格を推定する複数種類（1以上）の骨格推定モデル、動物（同じ動物が2匹いたら、夫々の動物を異なる個体として識別する）の夫々の個体を識別する複数種類（1以上）の個体識別モデル、動物夫々の個体の行動の判定を行う複数種類（1以上）の数理モデル等が記憶されている。

骨格推定モデルは、動物の画像が入力されると、動物の骨格を出力するよう作られた学習モデルである。

個体識別モデルは、動物の体の1以上の部位の時系列を入力すると当該動物の個体を出力するよう作られた学習モデルである。

数理モデルは、時系列を追って変化する動物の1以上の画像が入力されると、動物の行動がどのような行動であるかを示す情報を出力するよう作られた動物の行動分析を行うモデルである。

予め用意した動物の個体毎の動画及び静止画について機械学習及び更新が行われた結果として、新たに動画又は静止画像が入力された場合に入力画像から動物としての識別、個体の識別、さらには夫々の個体の行動を分析して分析結果を出力するための学習済みの学習データが記憶されている。このような学習済みの学習データを、本明細書では「学習モデル」と呼ぶ。

10

20

30

40

50

【0023】

具体的には、動物の一例としてのマウスが活動する様子を撮影して得られた動画から、事前に選択されたマウス用の骨格推定モデルが1以上のマウスの頭、首、腕、脚、尾等の骨の配置（骨格）を推定し、その動物の骨格から抽出された特徴点（マウスの目、鼻、耳、足先等の体の部位）の位置や動きから事前に選択されたマウス用の個体識別モデルが個体を識別し、その個体の行動を数理モデルが判定した結果を出力する。

つまりこの第1実施形態における学習モデルは、骨格推定、個体識別、行動推定の技術を使って動物の個体や個体の行動を分析する学習モデルである。

なお、上記モデル群のうち、例えば骨格推定モデルの内部では、画像内の任意のピクセル（CNNを使ったモデルでは、全てのピクセル）のデータを入力として、適切な値（鼻の位置の座標であったり、鼻の座標である確率であったり）を動物毎のモデルに従い計算する。なお、CNNとは、畳み込み層やプーリング層を中心に構成されるニューラルネットワークをいう。

10

【0024】

モデルDB42に記憶される学習モデルは、図示しない学習装置が、予め1以上（多数）の学習用データを用いて機械学習をすることで生成される参照用の学習モデルであり、新たに学習されたデータも追加される。

【0025】

機械学習には、例えば、畳み込み学習型ニューラルネットワーク等を適用することができる。なお、畳み込み学習型ニューラルネットワークは一例に過ぎず、これ以外の機械学習の手法を適用してもよい。さらに言えば、学習モデルは、機械学習のモデルに限らず、所定のアルゴリズムにより動物の個体を識別する識別器を採用してもよい。

20

即ち、学習モデルは、画像が入力されると、画像に含まれる夫々のマウスの骨格や外郭、動きが既知のマウスに合致した際にその属性を付与して出力するように学習して生成されたものであればよい。

【0026】

材料DB43には、学習モデルに基づいて識別されるマウスの行動の理由や社会性等を求めるための材料となるデータが記憶されている。材料DB43のデータは、マウスの行動と、当該行動から導出される社会性や他のマウスとの関係性とを関連付けたデータであり、マウスの行動に対する様々な習性、癖や生態等といった判定に利用することができる。

30

例えば単なるマウスの動きだけでなく、こういう動きをするマウスは、このような社会性がある、他のマウスとこういった関係性がある等といった習性を導き出すことができるデータである。

材料DB43には、マウスが行動を起こす条件と、条件から導出されるマウスの行動パターンとを対応付けたデータが記憶されている。つまり材料DB43には、数理モデルが画像から検出されたマウスの行動がこういった行動かを判断するための判断材料となるデータが記憶されている。判断材料となるデータとしては、例えば探索行動、摂食摂水、走る歩く、睡眠、ひっかき、グルーミング、喧嘩等の行動データが記憶されている。

【0027】

図3に示すように、画像処理装置2は、画像取得部51、部位抽出部52、データフレーム生成部53、個体識別部54、マーカ画像生成部55、行動判定部56等を有する。

40

【0028】

画像取得部51は、一定の行動範囲の中で1以上のマウスX1、X2等の動物が活動する様子が撮像された結果得られる映像を取得する。

【0029】

画像取得部51は、動画取得部61と、単位画像生成部62とを有する。

動画取得部61は、カメラ1により撮像された映像（動画）を取得する。単位画像生成部62は、動画取得部61により取得された映像（動画）から、時間方向に複数の単位画像が配置されて構成される解析対象の画像を生成し、画像DB41に記憶する。つまり単位画像生成部62は、動画からフレーム単位の複数の単位画像（静止画）の群（フレーム

50

画像)を生成する。

【0030】

部位抽出部52は、モデルDB42の複数種類の骨格推定モデルのうち選択された骨格推定モデルを用いて、複数の単位画像毎に、1以上の動物の夫々の体の部位を抽出する。つまり部位抽出部52は、画像DB41の複数のフレーム画像を順に読み出し、夫々のフレーム画像に含まれる単位画像から自ら行動する動物の画像領域を認識する。即ちフレーム画像の背景部分と動物の体の輪郭部分とを分離し動物の体の画像領域を認識する。

体の一部の部位とは、例えば左右の目、鼻、左右の耳、左右の前足の先端、左右の後足の先端、尾の先、骨や関節の繋ぎ目、体の重心のうちの1以上の特徴点である。

単位画像には、上述したフレーム画像の他、1画素(ピクセル)、複数の画素の群等が含まれる。

10

【0031】

部位抽出部52は、個体認識部71と部位検出部72とを備える。

個体認識部71は、フレーム画像に含まれる複数の単位画像の夫々において、変化(動き)のあるものを1つの行動個体の一部として認識する。具体的には、個体認識部71は、単位画像を2値化して背景画像と異なる色を行動個体の一部として認識する。個体認識部71は、時系列の前後のフレーム画像と比較して色に変化する部分を領域の境界とする。

部位検出部72は、複数の単位画像の夫々において、行動個体の一部として認識されたものの領域に骨格推定モデルから出力される骨格を重ねて、動物の体の部位を抽出し、その部位をトラッキングポイント(追跡点)とする。体の部位は、鼻や左右の目等、少なくとも1以上検出される。

20

なお、この実施形態では、個体認識部71と部位検出部72とを備える部位抽出部52と骨格推定モデルとの組み合わせにより、画像から1以上の動物の夫々の体の部位を抽出したが、単位画像を入力すると、動物の体の部位を出力する部位抽出モデルをモデルDB42に予め記憶しておき、単位画像をモデルDB42に入力することで動物の体の部位を抽出するようにしてもよい。

【0032】

データフレーム生成部53は、部位抽出部52により抽出された体の部位をデータフレーム化する。

データフレーム生成部53は、動物の夫々の領域毎に、動物の特定の部位(目、鼻、耳、足、尾、骨格等)の位置を、画像における所定の基準点からの距離を示す座標で特定する。

30

具体的には、データフレーム生成部53は、部位抽出部52により抽出された体の部位とその部位をフレーム画像又は行動個体の一部に含まれるケージCのある基準点を基準とする2次元(平面)座標系(x軸、y軸等)で表す位置情報とを対応させたテーブルを生成する。生成されたテーブルをデータフレームと呼ぶ。x軸は、2次元(平面)座標系の横軸、y軸は平面の縦軸をいう。

即ち、データフレーム生成部53は、動物の行動に伴い変化する前記部位の位置の推移を示すデータフレームを生成する。

なお、トラッキングポイント(追跡点)として空間的な位置を取得する場合は、3次元(立体)座標系(x軸、y軸、z軸)となる。z軸は、3次元(立体)座標系の奥行軸をいう。

40

【0033】

個体識別部54は、モデルDB42の複数種類の個体識別モデルのうち選択された個体識別モデルに対して、部位抽出部52により複数の単位画像の夫々から抽出された1以上の動物の夫々の体の部位の時系列を入力した結果得られる出力に基づいて、複数の単位画像の夫々における1以上の動物の夫々の個体を識別する。

具体的には、個体識別部54は、複数種類の中から画像用に選択された個体識別モデルを用いて、部位抽出部52により複数の単位画像の夫々から抽出された1以上の部位を時系列毎に解析し、その解析結果に基づいて複数の単位画像の夫々における1以上のマウス

50

X 1、X 2 の夫々の個体を識別する。

個体識別部 5 4 は、部位の位置座標が時間の経過と共に推移する様子を解析し、その解析結果に基づいてフレーム画像に含まれる 1 以上の動物夫々を識別（違う個体として分類）する。

つまり、個体識別部 5 4 は、1 以上の部位がどのような動物の部位か、またその部位を持つ動物の個体はどれかを識別する。

【0034】

具体的には、個体識別部 5 4 は、モデル DB 4 2 を参照して、データフレーム生成部 5 3 により生成されたデータフレームを時系列毎に解析し、その解析結果に基づいて複数のデータフレームの夫々における 1 以上のマウス X 1、X 2 の夫々の個体を識別し、識別したマウス X 1、X 2 の個体 ID をトラッキングポイント（追跡点）に付与する。

10

【0035】

個体識別部 5 4 は、例えば任意の時点での各個体の各部位の位置関係や一定の条件を満たす頻度をデータ化する。

ここで、一定の条件とは、例えばある部位と他の部位の位置が一定期間、所定の座標の位置（所定範囲）に存在したり、他の個体の部位との距離がゼロ又はゼロに近似する状態が一定期間継続した場合等である。

【0036】

個体識別部 5 4 は、マーカ画像生成部 5 5 に指示して、個体識別部 5 4 により識別されたマウス X 1、X 2 のトラッキングポイント（追跡点）を示すマーカ及びマウス X 1、X 2 の個体を視覚的に識別するためのオブジェクトのうち少なくとも一方を当該単位画像に重畳させた画像を生成させて得られたマーカ付き画像（追跡画像）を出力部 1 6 に出力する。

20

【0037】

マーカ画像生成部 5 5 は、部位抽出部 5 2 により抽出されたマウス X 1、X 2 の夫々の体の部位及び個体識別部 5 4 により識別されたマウス X 1、X 2 の個体を示すマーカを部位に対応付けたマーカ付き画像を生成する。

具体的には、マーカ画像生成部 5 5 は、個体識別部 5 4 により識別されたマウス X 1、X 2 の個体を目視で識別可能とするマーカを当該単位画像に付したマーカ付き画像（追跡画像）を生成する。マーカは、例えば個体毎の個体 ID（文字）やトラッキングポイントである。オブジェクトは個体毎に別色で色付けした輪郭線や枠、マスク画像等である。

30

【0038】

行動判定部 5 6 は、個体識別部 5 4 により識別された 1 以上のマウス X 1、X 2 の行動を判定する。ここで、行動には、夫々のマウス X 1、X 2 の行動の他に、単位画像内に複数存在するマウス X 1、X 2 どうしの関わり行動等も含まれる。

即ち、行動判定部 5 6 は、データフレームにおいて部位の位置の推移が予め設定された 1 以上の条件のうち何れかの条件を満たした場合、満たした条件に応じた行動を判定する。

【0039】

具体的には、行動判定部 5 6 は、モデル DB 4 2 の複数種類の数理モデルのうち選択された数理モデル及び材料 DB 4 3 の材料データに基づいて、個体識別部 5 4 により識別（分類）される動物毎に、部位の座標の推移が予め設定された条件に合致するか否かを判定し、合致した条件に対応する動物の行動ラベル（ひっかき行動ならば“01”、睡眠中ならば“02”、グルーミング行動ならば“03”等）を、当該部位を含む画像フレームの時刻情報（タイムスタンプ）又はデータフレームに付与する。

40

【0040】

これにより、例えばケージ C 内に 2 匹のマウス X 1、X 2 が収容されて活動している環境で、一方のマウス X 1 の鼻（部位）が他方のマウス X 2 の鼻（部位）に接触する頻度が一定の期間で所定回数を超えた場合、これは個体どうしが友好関係を築こうとしているグルーミング行動、又は雄雌の場合は繁殖行動に入ろうとしている等といったことが導出される。

50

【0041】

行動判定部56は、行動検出部81と、行動予測部82とを有する。

行動検出部81は、動物の部位と、他の特定の部位（水飲み場、餌場、他の動物の部位）との位置関係を規定した条件を満たした場合、当該位置関係に関連する行動を検出する。

具体的には、行動検出部81は、モデルDB42及び材料DB43を参照して、データフレームの任意の時点におけるマウスX1、X2どうしの部位の位置関係やマウスX1、X2とケージC内の他の生活関連部材（水飲み場、餌場等）との位置関係が、材料DB43の条件を満たす否かを確認し、満たした条件に対応する行動を検出する。夫々のマウスX1、X2の社会性、同じ行動範囲に存在するマウスX1、X2どうしの相互作用、マウスX1、X2どうしの関係性のうちの少なくとも1つを検出する。

10

【0042】

行動予測部82は、行動検出部81により検出されたマウスX1、X2どうしの関わりに基づいて、そのマウスX1、X2が今後どのような生き方をして行くのかを予測する。

【0043】

次に、図4を参照して、情報処理装置により実行される画像処理を説明する。図4は、図3の機能的構成を有する情報処理装置により実行される画像処理の流れの一例を説明するフローチャートである。

第1実施形態の情報処理システムでは、ケージCの中で活動する1以上のマウスX1、X2がカメラ1により撮像されて、その動画が画像処理装置2に入力されることで、画像処理装置2は、1以上のマウスX1、X2の夫々の個体を識別し、夫々のマウスX1、X2の個性や社会性等を判断するのを支援するための画像処理を以下のように実行する。

20

【0044】

ステップS11において、画像取得部51は、一定の行動範囲の中で1以上の動物が活動する様子が撮像された結果得られる、時間方向に複数の単位画像が配置されて構成される画像（例えば動画等）を取得する。

【0045】

ステップS12において、部位抽出部52は、取得された動画に含まれる複数の単位画像毎に、1以上の動物の夫々の体の一部の部位（目、鼻、耳、足、骨や関節の一部、体の重心等）を抽出する。

【0046】

ステップS13において、個体識別部54は、部位抽出部52により複数の単位画像の夫々から抽出された複数の部位を時系列毎に解析し、その解析結果に基づいて複数の単位画像の夫々における1以上の動物の夫々の個体を識別する。

30

【0047】

個体を識別するとは、例えば図1及び図3のようにケージCの中に収容されているマウスX1、X2のうち、マウスX1の部位に例えば“0”等の個体IDを付与して“0”という個体であると識別し、マウスX2の部位に例えば“1”等の個体IDを付与して“1”という個体であると識別することをいう。

【0048】

ステップS14において、行動判定部56は、個体識別部54により識別された1以上のマウスX1、X2の行動を判定する。

40

【0049】

行動判定部56において、行動検出部81は、任意の時点におけるマウスX1、X2の部位どうしの位置関係に基づいて、夫々のマウスX1、X2の社会性、同じ行動範囲に存在するマウスX1、X2どうしの相互作用、マウスX1、X2どうしの関係性のうちの少なくとも1つを検出する。

【0050】

このように画像処理装置2の動作によれば、ケージC内で2匹のマウスX1、X2が活動する様子が撮像された動画から、夫々のマウスX1、X2の体の一部の部位を抽出し、抽出した部位を時系列毎に解析しマウスX1、X2の夫々の個体を識別し識別した個体の

50

夫々に個体IDやトラッキングポイント等のマーカや個体識別用のオブジェクトを付した追跡画像を表示するので、同じ画像の中に存在して活動するマウスX1、X2の夫々の個体を見分けることができる。

また、マウスX1、X2どうしの行動として、例えばマウスX1とマウスX2の社会性、同じ行動範囲に存在するマウスX1、X2どうしの相互作用、マウスX1、X2どうしの関係性等を検出するので、マウスX1とマウスX2の主従関係（支配力や従属性等）や習性、生態等を考察することができる。

【0051】

続いて、図5乃至図11を参照してこの情報処理システムにおける画像処理装置2の画像処理の手順を説明する。

図5は、映像から取得したフレーム画像の一例を示す図である。図6は、図5のフレーム画像の後に映像から取得したフレーム画像の一例を示す図である。図7は、図6のフレーム画像の後に映像から取得したフレーム画像の一例を示す図である。図8は、図5のフレーム画像から個体を識別した様子を示す図である。図9は、図8のフレーム画像から部位を検出した様子を示す図である。図10は、図9の部位を抽出した様子を示す図である。図11は、図5乃至図8のフレーム画像から夫々抽出した部位をトラッキングした様子を示す図である。図12は、図8の時刻t3の時点のフレーム画像にマーカを付した追尾画像を表示した図である。

【0052】

この情報処理システムでは、カメラ1によりケージC内が撮像され、撮像された動画が画像処理装置2に送信される。

画像処理装置2では、画像取得部51により、カメラ1から入力された動画から、図5乃至図7に示すように、時刻t1、t2、t3の順に時系列を追ってフレーム画像G1、G2、G3が取得される。

【0053】

続いて、部位抽出部52では、個体認識部71により、例えば時刻t1におけるフレーム画像G1に含まれる単位画像（ピクセル）が2値化されて、背景（ケージの部分）と白色のマウスX1、X2の体の部分とが区画されて個体毎に領域が認識される。この例では、図8に示すように、マウスX1の体の部分の領域81-1、マウスX2の体の部分の領域91-1が認識される。

【0054】

次に、夫々の領域81-1、91-1から、図9に示すように、行動を追跡するためのトラッキングポイントとしての夫々の領域81-1、91-1の部位82-1、92-1が部位検出部72により1以上検出される。

【0055】

図9の例では、部位検出部72により領域81-1の重心が演算されて、フレーム画像G1上における領域81-1の重心の部位82-1を示す2次元座標（x1，y1）がトラッキングポイントとして検出される。部位82-1には、個体IDとして“0”が付与される。

【0056】

領域91-1についても同様に、重心が演算されて、フレーム画像G1上における領域91-1の重心の部位92-1を示す2次元座標（x2，y2）がトラッキングポイントとして検出される。部位92-1には、個体IDとして“1”が付与される。

このように動物の1以上の部位を検出し、検出結果として得られた部位から体の動きをデータ化する。

【0057】

なお、この実施形態のように領域の重心を求めその位置をトラッキングポイントとする方法は、一例であり、これ以外に、動物の左右の目、鼻、左右の前足、左右の後足、夫々の足の関節、耳の輪郭や中心、背骨、尾の中心や生え際、先端等のうち1以上を検出し、トラッキングポイントとしてもよい。

10

20

30

40

50

【0058】

このように動物の1以上の部位を検出し、その部位を時系列を追って追跡し、モデルDB42の学習モデルと比較することで、そのような動きをする骨格を持つ動物を特定、つまりその動物がどのような動物である、といった個体を識別することができる。

【0059】

このようにして検出された体の部位（トラッキングポイント）が抽出されて、図10に示すように、抽出した部位82-1、92-1や個体IDを含むトラッキングデータ101が生成される。

【0060】

上記トラッキングデータ101を生成する処理をフレーム画像G2、G3についても行い、時系列毎に解析することで、任意の時点で、各マウスX1、X2の個体の各部位の位置関係や一定の条件を満たす頻度をデータ化することができる。

【0061】

例えば図11に示すように、フレーム画像G1乃至G3に対応して生成された部位を有するトラッキングデータ101を重ねることで、動物の行動に伴う行動軌跡が得られる。つまりマウスX1の行動軌跡は、部位82-1、82-2、82-3が移動した軌跡を示すベクトルデータ111-1、111-2として得られる。また、マウスX2の行動軌跡は、部位92-1、92-2、92-3が移動した軌跡を示すベクトルデータ112-1、112-2として得られる。

【0062】

そして、マーカ画像生成部55が、動物の部位を示すマーカと個体ID等を単位画像に重畳させた画像を生成することで、図12に示すように、追尾画像G3Aが表示される。

この追尾画像G3Aには、例えば時刻t3の時点のフレーム画像G3（図7参照）に、マウスX1の部位82-3を示すマーカ（丸マーク）と個体ID“0”と軌跡線120が付与される。

また、追尾画像G3Aには、マウスX2の部位92-3を示すマーカ（三角マーク）と個体ID“1”と軌跡線121が表示される。

【0063】

フレーム画像G1、G2の時刻t1、t2からの軌跡線120、121を所定時間（例えば0.5秒程度）保持させて追尾画像を再生することで、マウスX1、X2が軌跡線120、121を残存表示させて動く動画を再生することができる。

【0064】

ここで、図13乃至図15を参照してマウスの1以上の部位の位置関係からマウスの夫々の個体の行動を判定し、社会性、相互作用、関係性を検知するいくつかの例を説明する。

図13は、マウスの水飲み行動の検出例を示す図である。図14は、マウスの餌食ベ行動の検出例を示す図である。図15は、マウスどうしの相互干渉行動の検出例を示す図である。

【0065】

図13に示すように、画像処理装置2では、マウスを収容したケージをカメラ1で撮像した動画から、マウスの特定の部位（この例では鼻と左右の目の部位）をトラッキングポイントとして抽出し、そのトラッキングポイントの位置（座標x，y）を、時系列を追って追跡した結果、フレーム画像毎にマウスの鼻と左右の目の部位の位置を示す座標がマウスの個体毎に取得される。

【0066】

画像処理装置2では、行動判定部56が、動物の所定の部位の位置の時系列変化が、所定条件に合致したかどうかによってその動物の行動を判定する。

具体的には、行動判定部56は、ある複数フレーム、例えば図13のフレームNo. 150乃至156（{カッコの部分）において、マウスの鼻の位置（座標）とケージ壁面に取り付けられた水飲み口の位置（座標）との間の距離がゼロ又はゼロに近い近接状態が継続した場合、マウスによる水飲み行動と判定する。

10

20

30

40

50

【0067】

さらに、図14のフレームNo. 150乃至156（{カッコの部分）において、マウスの鼻の位置（座標）とケージ内に配置された餌場の位置（座標）との距離がゼロ又はゼロに近い近接状態が継続した場合、行動判定部56は、マウスによる餌食行動と判定する。

【0068】

また、図15のフレームNo. 150乃至156（{カッコの部分）において、マウスの鼻の位置（座標）とマウスの鼻の位置（座標）との間の距離がゼロ又はゼロに近い近接状態が継続した場合、行動判定部56は、マウスどうしの相互干渉行動と判定する。

【0069】

以上説明したように第1実施形態の情報処理システムにおける画像処理装置2によれば、ケージCの中で2匹のマウスX1、X2が活動する様子が撮像された動画から、マウスX1、X2の夫々の体の一部の部位を抽出し、抽出した部位の位置を時系列毎に解析してマウスX1、X2の夫々の個体を識別するので、一定の行動範囲の中で活動するマウスX1、X2を撮像した動画からマウスX1、X2の夫々の個体を見分けることができる。

また、マウスの行動について、例えばマウスの水飲み行動、餌食行動、同じ行動範囲に存在するマウスどうしの相互干渉動作等を判定するので、マウスの習性、生態や、マウスどうしの主従関係（支配力や従属性等）等を考察することができる。

個体識別部54では、前後のフレーム間で部位位置が大きく離れることがないという前提のもと、前段で抽出された部位位置の連続性から個体を正しく識別できる。

個体識別部54では、外郭や部位の位置情報により個体を識別するので、撮影環境の明るさや背景に依存せず個体を正しく識別できる。

【0070】

続いて、図16を参照して第2実施形態を説明する。なお、この第2実施形態を説明するにあたり、図3に示した第1実施形態の機能的構成と同一の構成には同一の符号を付しその説明は省略する。

図16は、図1の情報処理システムの第2実施形態、即ち図2の画像処理装置2の機能的構成の第2実施形態を示す機能ブロック図である。

【0071】

画像処理装置2は、外郭検出部57を備える。外郭検出部57は、モデルDB42の複数種類の骨格推定モデルのうち選択された骨格推定モデルを用いて、複数の単位画像毎に、1以上の動物の夫々の体の外郭（体の輪郭等）を検出する。

外郭検出部57は、個体認識部91と外郭特定部92を備える。

個体認識部91は、複数の単位画像の夫々において、変化（動き）のある単位画像を含む領域を1つの行動個体として認識する。

具体的には、個体認識部91は、単位画像夫々を2値化して背景画像と異なる色のものを行動個体の一部として認識する。好ましくは、時系列の前後のフレーム画像と比較して色が変わる部分を領域の境界とする。

外郭特定部92は、複数の単位画像の夫々について、1つの行動個体として認識されたものを含む領域を1以上のマウスX1、X2の夫々の体の外郭（体の輪郭等）として特定する。

データフレーム生成部53は、動物の行動に伴う外郭の変化が特定の行動である確率を示すデータフレーム（図22参照）を生成する。

【0072】

個体識別部54は、モデルDB42の骨格推定モデルに対して、外郭検出部57により複数の単位画像の夫々から検出された1以上の動物の夫々の体の外郭の時系列を入力した結果得られる出力に基づいて、複数の単位画像の夫々における1以上の動物の夫々の個体を識別する。

個体識別部54は、外郭検出部57により複数の単位画像の夫々から検出された1以上の外郭を時系列毎に解析し、その解析結果に基づいて複数の単位画像の夫々における1以

10

20

30

40

50

上の動物の夫々の個体を識別する。

具体的には、個体識別部 5 4 は、モデル D B 4 2 を参照して複数のフレーム画像の夫々から検出された 1 以上の外郭を時系列毎に解析することで、マウス X 1、X 2 の夫々の個体を識別し、識別結果得られたマウス X 1、X 2 の個体の情報（個体 I D と外郭の位置等）を行動判定部 5 6 へ出力する。つまり、個体識別部 5 4 は、検出した外郭がケージ内の 2 匹のマウス X 1、X 2 のうちどちらのマウスのものかを識別する。

【0073】

この第 2 実施形態におけるモデル D B 4 2 の学習モデルは、予め用意したマウスの個体毎の動画及び静止画について機械学習が行われた結果として、新たに動画又は静止画像が入力された場合にそれからマウスを識別して識別結果の個体の情報（個体 I D と外郭の位置等）を出力するための学習済みの学習データが記憶されている。

10

【0074】

具体的には、例えば、夫々のマウスが活動する様子を撮影して得られた動画がモデル D B 4 2 に入力されると、動画に含まれる 1 以上のマウスの夫々の個体 I D と、その個体 I D を持つマウスの動画における外郭（体の輪郭）の位置を出力する。

つまりこの第 2 実施形態における学習モデルを用いることで、骨格推定の手法を使った学習モデルであり、識別された各個体の領域から個体の外郭の位置を検出することができる。

【0075】

行動判定部 5 6 は、個体識別部 5 4 から入力された個体情報を基に、例えば任意の時点での各個体の一般行動や一定条件を満たす頻度をデータ化し、個体の行動や条件を材料 D B 4 3 のデータと照合する。

20

具体的には、行動判定部 5 6 は、データフレームにおいて特定の行動である確率の値が予め設定された 1 以上の条件のうち何れかの条件を満たした場合、満たした条件に応じた行動を判定する。

ここで、1 以上の条件とは、例えば一方のマウスが体を丸くするという一般行動をした後、他方のマウスが体を丸くしたマウスの体にすり寄るという一般行動をし、その頻度が何回以上という条件である。

行動判定部 5 6 は、材料 D B 4 3 を参照し、個体識別部 5 4 により識別されたマウスの行動が当該条件を満たしたとき、マウスどうしの関係性が良好であり、つがいになる、ということが起きているものと判定する。

30

【0076】

以上のように第 2 実施形態の情報処理システムにおける画像処理装置 2 の機能構成によれば、第 1 実施形態と同様の効果を奏すると共に、以下のような効果が得られる。

すなわち、ケージ C に収容され活動する 2 匹のマウス X 1、X 2 の様子が撮像された動画から、夫々のマウス X 1、X 2 の体の外郭を検出し、検出した外郭を時系列毎に解析し、マウス X 1、X 2 の夫々の個体を識別するので、同じ画像の中に存在して活動するマウス X 1、X 2 の夫々の個体を見分けることができる。

【0077】

（第 2 実施形態）

40

続いて、図 1 7 を参照して図 1 6 の第 2 実施形態の機能的構成を有する情報処理装置により実行される画像処理動作を説明する。なお、第 2 実施形態の画像処理動作を説明するにあたり、図 4 に示した第 1 実施形態の動作と同じ動作には、図 4 と同一のステップ番号を付しその説明は省略する。図 1 7 は、図 1 6 の機能的構成を有する情報処理装置により実行される画像処理の流れの一例を説明するフローチャートである。

【0078】

第 2 実施形態の場合、ステップ S 2 1 において、カメラ 1 から動画が取得されると、ステップ S 2 2 において、外郭検出部 5 7 は、取得された動画に含まれる複数のフレーム画像の夫々の単位画像毎に、1 以上の動物の夫々の体の外郭（体の輪郭等）を検出する。

【0079】

50

ステップ S 2 3 において、個体識別部 5 4 は、外郭検出部 5 7 により複数の単位画像の夫々から抽出された外郭を時系列毎に解析し、その解析結果に基づいて複数の単位画像の夫々における 1 以上の動物の夫々の個体を識別する。ステップ S 2 4 以降の処理は、第 1 実施形態（図 4）と同様である。

【0080】

第 2 実施形態の機能的構成を有する画像処理装置 2 の動作によれば、カメラ 1 から取得された動画に含まれる複数のフレーム画像の夫々の単位画像毎に、マウス X 1、X 2 の夫々の体の外郭を検出し、外郭がマウス X 1、X 2 の行動に伴って時系列を追って変化する様子を解析することで、マウス X 1、X 2 の夫々の個体を識別するので、同じ画像の中に映るマウス X 1、X 2 の夫々の個体を見分けることができる。

また、識別したマウス X 1、X 2 の外郭が時系列と共に変化する様子を監視し、所定条件を満たすことで、マウス X 1、X 2 の特定行動を検出するので、既存の生態だけでなく、新たな生態を発見することができる。

【0081】

続いて、図 1 8 乃至図 2 2 を参照してこの情報処理システムにおける情報処理装置の画像処理の手順を説明する。

図 1 8 は、映像から取得したフレーム画像の一例を示す図である。図 1 9 は、図 1 8 のフレーム画像の後に映像から取得したフレーム画像の一例を示す図である。図 2 0 は、図 1 8 の時刻 t 4 の時点のフレーム画像に外郭を示すオブジェクトと個体のマーカを付した追尾画像を表示した図である。図 2 1 は、図 1 9 の時刻 t 5 の時点のフレーム画像に外郭を示すオブジェクトと個体のマーカを付した追尾画像を表示した図である。図 2 2 は、ひっかき行動の検出例を示す図である。

なお、図 1 8 乃至図 2 1 を説明するにあたり、フレーム画像に映る 2 匹のマウスのうち、1 匹のマウスについて、時刻 t 4 のフレーム画像 G 4 に含まれるマウスをマウス X 1 - 1、時刻 t 5 のフレーム画像 G 5 に含まれるマウスをマウス X 1 - 2 として説明する。他のマウス X 2 - 1、マウス X 2 - 2 も同様である。

【0082】

この情報処理システムでは、カメラ 1 によりケージ C 内が撮像され、撮像された動画が画像処理装置 2 に送信される。

画像処理装置 2 では、画像取得部 5 1 により、カメラ 1 から入力された動画から、図 1 8 に示す時刻 t 4 のフレーム画像 G 4 と、図 1 9 に示す時刻 t 5 のフレーム画像 G 5 とが時系列を追って順に取得される。

【0083】

続いて、外郭検出部 5 7 では、個体認識部 9 1 により、例えば時刻 t 4 におけるフレーム画像 G 4 に含まれる単位画像が 2 値化されて、背景（ケージの部分）と白色のマウスの体の部分とが異なる色の領域となり個体毎に領域が認識される。この結果、2 匹のマウスのうち 1 匹ずつの体の部分の領域が個別に認識される。

【0084】

図 2 0 は、個体識別された追跡画像 G 4 A の表示例が示されており、この追跡画像 G 4 A の表示例では、マウス X 1 - 1 の外郭（体の輪郭）に、青色のオブジェクト 1 2 1 - 1 が表示され、マウス X 2 - 1 の外郭（体の輪郭）に、赤色のオブジェクト 1 2 2 - 1 が表示される。

また、同追跡画像 G 4 A には、マウス X 1 - 1 の個体を識別するための個体 ID として “mouse 0.996” と個体を囲う枠体 1 3 1 - 1 等のマーカが表示される。

さらに、同追跡画像 G 4 A には、マウス X 2 - 1 の個体を識別するための個体 ID として “mouse 0.998” と個体を囲う枠体 1 3 2 - 1 等のマーカが表示される。

【0085】

時刻 t 5 におけるフレーム画像 G 5 でも同様に、単位画像（ピクセル）が 2 値化されて、背景（ケージの部分）と白色のマウスの体の部分とが区画されて個体毎に領域が認識される。

【0086】

図21の個体識別された追跡画像G5Aの例では、マウスX1-2の外郭（体の輪郭）に、青色のオブジェクト121-2が表示され、マウスX2-2の外郭（体の輪郭）に、赤色のオブジェクト122-2が表示される。

また、同追跡画像G5Aには、マウスX1-2の個体を識別するための個体IDとして“mouse0.996”と個体を囲う枠体131-2等のマーカが表示される。

さらに、同追跡画像G5Aには、マウスX2-2の個体を識別するための個体IDとして“mouse0.998”と個体を囲う枠体132-2等のマーカが表示される。

【0087】

このように2匹のマウスの体の部分の外郭を検出し、その外郭が時系列を追って変化する状況から、マウスの個体を識別した上で、夫々の個体が任意の時刻に所定条件を満たしたときにマウスの特定の行動を判定するので、夫々のマウスの行動の理由を知ることができる。

10

【0088】

ここで、図22を参照してマウスの外郭の位置関係からマウスの夫々の個体の行動を判定し、社会性、相互作用、関係性を検知する例について説明する。

図22は、ひっかき行動の検出例である。

図22のフレームNo. 1から順にフレーム画像が取得され、マウスを個体識別した後、行動判定部56は、マウスが特定の行動をしているか否かの確率をフレーム画像毎に算出し、算出結果として得られた確率をフレーム画像毎にデータフレーム化する。

20

そして、データフレームの確率を基に、マウスの行動をラベリング（分類）しその識別情報を当該データフレームに付与して画像DB41に記憶する。

【0089】

例えば図22のフレームNo. 4502乃至4507のデータフレームにおいて、算出された確率が一定の閾値を超えたことで、行動判定部56は、マウスが特定の行動をしたものと判定し、当該フレームNo. 4502乃至4507のデータフレームに特定の行動を示す識別情報（例えばpredict“1”等）を付与すると共に、マウスの外郭の時系列の変化（マウスの挙動）が予め材料DB43に設定されている条件に合致した場合、当該条件から導出されるマウスの特定の行動、例えばマウスがケージの床面をひっかいている行動、つまりひっかき行動と判定する。

30

【0090】

第2実施形態の画像処理装置2によれば、個体識別したマウスが特定の行動をしているか否かの確率をフレーム画像毎に算出し、算出結果として得られた確率を基に、マウスが特定の行動を起こした時点のデータフレームにラベリングするので、マウスの既定の行動を検出することはもとより、予期せぬ行動を検出することができる。

この結果、ケージに収容した複数のマウス夫々を見分けつつ観察しながらマウス夫々がする一般行動や新たな行動を発見することができる。

【0091】

(第3実施形態)

次に、図23乃至図30を参照して第3実施形態を説明する。

40

上記第1実施形態及び第2実施形態は、特定の動物種や行動（白マウス、ひっかき行動等）、撮影環境に対してのみモデルを構築し、RAWデータ（各部位の位置情報等）として出力、条件判定プログラムの構築を行うに留まったが、この第3実施形態は、複数の動物種、行動、撮影環境への適用拡大を行い、実用性を高めたものである。

第3実施形態では、RAWデータ取得のためのアノテーション（取得部位の位置の判定用の教師データの作成）、RAWデータを用いて各行動の判定条件（数理モデル）の構築、アプリケーション化するためのプログラム化及びモジュール化、白マウスの移動、摂食、飲水を検知するためのプログラムの拡張等を行った。

【0092】

また、上記第1実施形態及び第2実施形態は、必要最小限のタスクを自前のハードウェア

50

アとソフトウェア環境で実現したが、第3実施形態では、汎用性を高め、ITリテラシーの低い一般的なユーザにも安定的に使用してもらうため、業務プロセスに一貫性を以って操作し易いユーザインターフェース環境（以下「UI環境」と称す）を構築した。

また、システムの実行環境も使用者（依頼者）側の条件に依存せず安定的に稼働すること、実行タスクの頻度や負荷によってスペックやコストが最適化されることを想定しクラウドサービス化、つまりサーバクライアントシステムとしてシステムを構築した。

【0093】

まず、図23を参照して、第3実施形態の情報処理システムの概要を説明する。

図23は、情報処理システムの第3実施形態であり、第1実施形態及び第2実施形態の情報処理システムを商用に拡張したビジネスモデルの概要を示す図である。

【0094】

図23に示すように、第3実施形態の情報処理システムは、依頼者Yのクライアント300側の機器と、依頼を請け負う請負者のサーバ200とが通信するよう構成される。

サーバ200は、依頼者Yからの依頼を受けて、依頼者Yからアップロードされた動画を解析し解析結果を依頼者Yに送信する。

【0095】

クライアント300側の機器は、動物の撮影環境を構成するカメラ310やケージ311と、カメラ310により撮像された解析対象の動画を収集するクライアントコンピュータ320（以下「PC320」と称す）を含む。

ケージ311は、動物を一定範囲の中で活動させるための容器である。カメラ310は、ケージ311内で活動する動物を撮像する。この動物の撮影環境は、依頼内容に応じて適宜変更可能である。

【0096】

PC320は、カメラ310により撮像される動画（画像）データを取り込み、ローカル（内部ストレージ等）に保存する。PC320は、ローカルに保存されている動画データ321をサーバ200へアップロードし、動画に含まれる動物の行動の解析を依頼する。

PC320は、依頼に対してサーバ200からの解析結果の情報（CSVファイル330）や動物の目の位置にマーカMを付して加工した動画データ（加工動画331）を取得する。

PC320は、CSVファイル330のデータを分析するための資料（グラフ322）を作成したり、加工動画331を分析資料の一部とする。

【0097】

サーバ200は、画像解析部450と、ウェブサービス部451と、ストレージ410と、データウェアハウス411（以下「DWH411」と称す）とを備える。

画像解析部450は、第1実施形態で示した図3の機能的構成や第2実施形態で示した図16の機能的構成を含み、画像の解析処理を行う。

【0098】

ウェブサービス部451は、PC320から入力されるログイン情報を認証する機能と、解析対象を検索する機能と、検索結果を出力する機能と、解析データを追加する機能と、解析結果を表示する機能とを有する。具体的な機能的構成については後述する。

この他、ウェブサービス部451は、暗号化通信、アクセス元IP通信、専用線通信等を行う機能有することで、セキュリティ対策が図られている。

即ち、ウェブサービス部451は、PC320とのインターフェースを実現する。

【0099】

ストレージ410は、ウェブサービス部451を通じて解析依頼される動画データや解析中の動画データを記憶する。

DWH411は、様々な関連データが記憶されており、ストレージ410のデータと連携し処理した結果を体系的にアーカイブする。これにより、データを再利用可能とし、動物実験数を削減することができる。

【0100】

ここで、この第3実施形態の情報処理システムのデータの処理手順（流れ）を説明する。
ステップS101において、ページ311内で動物が活動する様子を動画で撮像しその動画データ321をPC320のローカルに保存する。

ステップS102において、請負者に動画の解析を依頼する際に、PC320に保存した動画データ321をサーバ200へアップロードする。

【0101】

サーバ200では、PC320からアップロードされてきた動画データ321をウェブサービス部451がストレージ410に保存する。

なお、ステップS101、S102では、撮像した動画データ321をPC320に一旦保存した後、サーバ200へアップロードしたが、24時間連続撮像される動画の場合、ステップS103のように、カメラ310により撮像される動画データ321をサーバ200へ直接アップロードするようにしてもよい。

【0102】

ステップS104において、サーバ200では、画像解析部450が、ストレージ410に保存された動画データを読み出して、依頼された動画データ321の解析を実行し、解析の際に動画を加工して生成した加工動画331とその解析結果のCSVファイル330をストレージ410に保存すると共に、解析完了通知をPC320へ出力する。

解析完了通知を受けたPC320では、検索画面を表示して、解析対象の動画データが指定されると、ステップS105において、ウェブサービス部451が、指定された動画データを検索し、加工動画331とその解析結果のCSVファイル330をPC320にダウンロードする。

【0103】

ステップS106において、PC320は、サーバ200からダウンロードした加工動画331とその解析結果のCSVファイル330を用いて分析のためのグラフ322を作成すると共に、加工動画331をグラフ322の裏付け資料として添付する。

【0104】

なお、上記ステップS105、S106では、解析結果のCSVファイル330（数値データ）をPC320にダウンロードし、CSVファイル330からグラフ322を作成したが、この他、例えばステップS107のように、依頼内容に応じて、サーバ200において、CSVファイル330からグラフ322を作成し、解析結果としてグラフ322をPC320へダウンロードすることもできる。

【0105】

次に、図24を参照して、図23の第3実施形態の情報処理システムの機能的構成を説明する。図24は、図23の第3実施形態の情報処理システムの機能的構成を示す機能ブロック図である。

なお、第3実施形態の情報処理システムの機能的構成を説明するにあたり、図3に示した第1実施形態の機能的構成、及び図16に示した第2実施形態の機能的構成と同一の構成には同一の符号を付しその説明は省略する。

【0106】

サーバ200の記憶部18の一領域には、図24に示すように、認証DB44が記憶されている。認証DB44には、依頼者Yがサーバ200にログインするための認証情報が記憶されている。認証情報は、依頼者Yを識別する識別情報としてのログインIDとパスワード等である。

また、モデルDB42には、機械学習等により生成又は更新された複数種類の学習モデルが予め格納されている。学習モデルは、例えば骨格推定モデル、個体識別モデル等）と数理モデルである。複数種類の学習モデルは、例えば解析対象の動物の種別毎、画像の撮像方向毎、動物の色毎に設けられている。

【0107】

図23のステップS101乃至S107に対応する処理が実行される際に、サーバ200のCPU11において、画像解析部450と、ウェブサービス部451と、プロセス部

10

20

30

40

50

452とが機能する。

画像解析部450は、依頼者Yからの依頼により取得した動画データ321のうち、指定された画像データに対して選択されたモデルを用いて画像の解析処理を行う。

画像解析部450は、指定部471により指定された解析対象の画像を画像DB41から読み出し、モデル選択部472により複数種類の学習モデルの中から選択されてモデルDB42から抽出された学習モデル（骨格推定モデル、個体識別モデル、数値モデル等）を用いて当該画像の解析処理を実行する。

画像解析部450が実行する画像処理は、第1実施形態や第2実施形態に示した、動画における動物の個体識別、外郭識別及び行動解析等の処理である。

ウェブサービス部451は、依頼者Yがサーバ200へログインする際にログイン認証、依頼者Yから依頼された動画解析の結果の検索、検索結果の出力、解析データの追加、解析結果の表示制御等を行う。

【0108】

ウェブサービス部451は、認証部461、検索部462、検索結果出力部463、解析データ追加部464、解析結果表示制御部465等を有する。

【0109】

認証部461は、入力されたログイン情報と認証DBの認証情報とを照合してユーザ認証する。認証部461は、互いの情報を照合した結果、情報が一致した場合、依頼者Yがサーバ200へログインするのを許可する。

【0110】

検索部462は、認証された依頼者YのPC320に検索画面251（図25参照）を表示し、検索画面251からの検索要求により、画像DB41より解析結果を検索し、検索結果を検索結果出力部463に渡す。検索画面251では、検索結果一覧や、解析データの追加、解析結果の表示等が行える。

【0111】

検索結果出力部463は、検索部462により検索された検索結果をPC320へ出力し、PC320の検索画面251に一覧表示する。

【0112】

解析データ追加部464は、検索画面251において、解析データの追加操作が行われることでPC320に解析データ追加画面261（図26参照）を表示する。

この解析データ追加画面261からの解析データ追加操作により解析対象の動画データは、画像処理装置2にアップロードされる。画像処理装置2では、アップロードされた解析対象の動画データが画像DB41に追加登録される。

アップロード後、解析データ追加画面261では、画像DB41に追加した新たなファイルに対する解析条件の指定が行える。

【0113】

解析データ追加部464は、指定部471及びモデル選択部472を有する。

指定部471は、解析対象の画像に対する解析属性（解析対象の種別（例えばマウス、ラット等）、解析対象の撮像方向（例えば上、斜上、横等）、解析対象の色（例えば白、黒等））を指定する。

【0114】

具体的には、指定部471は、図26の解析データ追加画面261を表示する。

解析データ追加画面261には、ファイルの欄と設定の欄が設けられている。ファイルの欄には、解析対象の画像のファイルのアイコンと、解析の進み具合（進捗状況）を示すバーグラフが設けられている。

設定の欄には、解析対象の画像に含まれる動物の種別（例えばマウス、ラット等）、解析対象の動物の撮像方向（例えば上、斜上、横等）、解析対象の動物の色（例えば白、黒等）等といった解析属性を依頼者Yが指定するためのラジオボタン（指定ボタン）が設けられている。

【0115】

10

20

30

40

50

依頼者 Y が解析対象の画像を画像処理装置 2 にアップロードすると、解析データ追加画面 261 のファイルの欄にアップロードされた追加対象の画像ファイルのアイコンが表示される。

【0116】

そして、依頼者 Y が、画像ファイルのアイコンの下の対応する設定の欄に設けられているラジオボタンで画像の設定（解析対象の画像に含まれる動物の種別、解析対象の動物の撮像方向、解析対象の動物の色等）を行うことで、画像解析の際の画像解析の精度を向上することができ、画像に含まれる動物の種別や個体の識別、行動分析等を正確に行うことができる。

【0117】

モデル選択部 472 は、指定部 471 により指定された画像の解析属性に基づいて、モデル DB に格納された複数種類の骨格推定モデルの中から図 3 の部位抽出部 52 又は図 16 の外郭検出部 57 に適用させるモデルを選択すると共に、モデル DB に格納された複数種類の個体識別モデルの中から個体識別部 54 に適用させるモデルを選択する。

解析結果表示制御部 465 は、サーバ 200 からダウンロードされた解析結果の CSV ファイル 330 や加工動画 331 等を表示する。

【0118】

プロセス部 452 は、解析用の画像データや未処理データを管理する。

プロセス部 452 は、アップロードデータ管理部 491 と、未処理データ管理部 492 とを有する。

アップロードデータ管理部 491 は、PC 320 からアップロードされた画像データを画像 DB 41 に移動し管理ファイルを更新する。この他、アップロードデータ管理部 491 は、cron による毎分起動機能や重複起動防止機能等を備える。

【0119】

未処理データ管理部 492 は、管理ファイルの未処理データを確認する。未処理データ管理部 492 は、未処理データを複写する。未処理データ管理部 492 は、処理ディレクトリでの AI 処理を行う。未処理データ管理部 492 は、結果ファイルに対応するディレクトリに格納する。未処理データ管理部 492 は、解析結果の CSV ファイル 330 を作成し対応するディレクトリに格納する。この他、アップロードデータ管理部 491 と同様に未処理データ管理部 492 は、cron による毎分起動機能や重複起動防止機能、管理ファイルの更新機能等を備える。

【0120】

図 23 のステップ S101 乃至 S107 に対応する処理が実行される際に、PC 320 の CPU 141 において、ログイン管理部 421 と、画面制御部 422 と、解析依頼部 423 と、解析結果表示制御部 424 とが機能する。

ログイン管理部 421 は、PC 320 にログイン画面を表示し、依頼者 Y によりログイン画面に入力されたログイン情報をサーバ 200 へ送信しログイン認証を依頼する。

画面制御部 422 は、PC 320 に検索画面を表示し、依頼者 Y により検索画面に入力された検索キーワードをサーバ 200 へ送信し検索を依頼し、依頼に対する検索結果を検索画面に表示する。検索画面には、検索結果一覧が表示される。この他、検索画面では、解析データを追加したり、解析結果の表示等が行える。

解析依頼部 423 は、PC 320 に解析データ追加画面を表示し、依頼者 Y により解析データ追加画面にて依頼者 Y により指定されたファイルや解析条件をサーバ 200 へ送信し解析を依頼する。

解析結果表示制御部 424 は、PC 320 に解析結果表示画面を表示し、サーバ 200 からダウンロードされた解析結果の CSV ファイル 330 や加工動画 331 を解析結果表示画面に表示する。

【0121】

以下、図 25 乃至図 27 を参照して第 3 実施形態の情報処理システムの動作を説明する。

図 25 は、PC に表示される検索画面を示す図である。図 26 は、検索画面の上にポッ

10

20

30

40

50

ポップアップ表示される解析データ追加画面を示す図である。図 2 7 は、検索画面の上にポップアップ表示される動画確認画面を示す図である。

【0122】

図 2 5 に示す検索画面は、P C 3 2 0（図 2 4 参照）に表示される。検索画面 2 5 1 には、キーワード、期間等の検索条件を入力するための入力欄、解析データリスト、解析データ追加ボタン、動画確認ボタン、C S V 出力ボタン等が設けられている。

解析データリストは、解析データのファイル名、登録者、日時、解析等の各項目で解析データがリスト化されたものである。解析の項目は、解析データの現在の解析状態を示しており、例えば「解析済」、「実行中」等が示される。解析データリストの左部には、解析データの夫々を選択するための選択ボタンが設けられており、選択された解析データに対するボタン操作により、解析データの追加、動画の確認、C S V 出力等が可能である。

10

【0123】

この検索画面 2 5 1 では、サーバ 2 0 0 に解析データが多数登録されているときに、検索条件で解析データを絞り込み、解析データリストに表示された中から、選択ボタンで解析データを選択（指定）した後、解析データ追加ボタン、動画確認ボタン、C S V 出力ボタンのいずれかを押下操作することで、ボタン操作に応じた処理（解析データの追加、動画の確認、C S V 出力等）を行うことができる。

【0124】

（解析データ追加）

図 2 5 の検索画面 2 5 1 において、選択ボタンで所望の解析データを選択（指定）した後、例えば解析データ追加ボタンを押下すると、図 2 6 に示す解析データ追加画面 2 6 1 が検索画面 2 5 1 の上にポップアップ表示される。

20

【0125】

解析データ追加画面 2 6 1 には、追加の対象の解析データのファイル、夫々のファイルに含まれる動画がどのようなものを設定（指定）するための解析属性の設定欄、戻るボタン、キャンセルボタン、登録ボタン等が設けられている。

解析属性の設定欄には、例えば動物の種別、動物の撮像方向、動物の色等を選択するボタンが設けられており、夫々のボタンにより設定（指定）することができる。

この解析データ追加画面 2 6 1 では、新たな解析データとしてアップロードされた動画データについて、解析対象とするためのファイル選択と設定を行うことで、その後の解析データの解析を自動的に実行させることができる。

30

このときに、解析データ追加画面 2 6 1 で解析属性として設定された動物の種別、動物の撮像方向、動物の色等に基づいて、モデル D B 4 2 に格納された複数種類の学習モデル（骨格推定モデル、個体識別モデル及び数値モデル）の中から、解析対象の動物に使用される学習モデルが選択されることになる。

【0126】

（動画確認）

図 2 5 の検索画面 2 5 1 において、選択ボタンで所望の解析データを選択（指定）した後、例えば動画確認ボタンを押下すると、図 2 7 に示す動画確認画面 2 7 1 が、検索画面 2 5 1 の上にポップアップ表示される。

40

動画確認画面 2 7 1 には、追加の対象の解析データを再生する再生エリアと、戻るボタン、ダウンロードボタン等が設けられている。再生エリアには、選択された解析データ（動画データ）が停止した画像（静止画）と再生ボタン（三角アイコン）が設けられており、再生ボタン（三角アイコン）を、クリック操作することで、静止画が動き出し動画として再生される。

この動画確認画面 2 7 1 では、新たな解析データとしてアップロードされた動画データについて、解析対象のデータであるか、解析済みの加工動画であるか等、ファイル名だけでは判別し難いときに動画を再生して確認することができる。

また、ダウンロードボタンを押下操作することで、再生エリアに表示されている解析データをダウンロードすることができる。このダウンロード機能は、加工動画 3 3 1 を P C

50

320側で利用したいときに有効である。

【0127】

(本情報処理システムを活用するメリット)

図28を参照して本情報処理システムを活用するメリットを説明する。

図28は、動画から作製したレポートの一例を示す図である。

本情報処理システムでは、目視では、確認し得ない細かいマウスの目の開閉の定量的なデータの出力が可能であり、これにより、これまでにない精度や把握しきれなかった内容の確認ができるようになる。

例えば図28に示すように、依頼者YのPC320から、マウスを撮像した動画データ281がサーバ200にアップロードされ、マウスの目の様子を解析してほしいという依頼があった場合、部位検出部72により、マウスの目の位置にマーカMを設定して、マウスが目を開いたときに目の面積が広くなり、目を閉じたときに面積が狭くなることを識別、つまり目の開閉を識別することで、レポート282として、例えば時刻に変化に伴い目の面積が変化するグラフ283を作成し依頼者Yへ提供することができる。

レポート282では、例えば一定時間毎の閉目回数、閉目持続時間(1分間で何回、目を閉じたか)、その他、依頼内容に応じたデータを出力することが可能である。

即ち、本情報処理システムでは、ごくわずかな部位の変化を定量的に補足することができる。長時間の動画を自動的に処理することができる。スループット性を向上することができる。

【0128】

(堅牢なセキュリティ)

図29を参照して本情報処理システムのセキュリティを説明する。

図29は、堅牢なセキュリティを形成する閉域網接続の構成事例を示す図である。

本情報処理システムは、使用者側のポリシーとコストに応じてセキュリティレベルを選択して構成することができる。なお、通信の暗号化は必須であり、httpsを前提とする。

セキュリティレベルに応じたシステム構成例としては、例えば「梅」、「竹」、「松」がある。「梅」は、社内プロキシのGIPのみを通す制限によるアクセスが可能である。「竹」は、クライアントの証明書を利用したリバースプロキシ経由のアクセスが可能である。「松」は、社内環境とDX(ダイレクトコネクト)による閉域網接続を行う。

上記「松」の閉域網接続の構成事例を図29に示す。

【0129】

(本情報処理システムの深化)

図30を参照して本情報処理システムの深化について説明する。

図30は、本情報処理システムのダッシュボード画面を示す図である。

図30に示すように、本情報処理システムは、情報管理し易いダッシュボード画面500を表示する機能を有する。

ダッシュボード画面500では、動物種や実験環境に応じた拡張が可能、実験レポート以外の形式で出力することが可能、人口知能による人間が気付かない特徴点の発見や通知が可能等といった特徴がある。

【0130】

具体的には、ダッシュボード画面500では、実験実施に必要な各種資料として、例えば飼料保管施設設置承認申請書、動物実験計画書、動物実験結果報告書、自己点検や評価項目等を作成することができる。

業務に合わせた作り込みとしては、適用動物や実験内容の拡張が可能である。実験レポート以外の形式での出力に対応することができる。

【0131】

また、ダッシュボード画面500では、機械学習深化による「発見」の拡張が可能である。例えば人の認知範囲内の「発見」や人の認知範囲を超えた「発見」が可能である。

機械学習や機能深化としては、適用動物や実験内容の拡張が可能である。人口知能によ

10

20

30

40

50

る人間が気付かない特徴点の発見や通知を行うことができる。

【0132】

纏めると、第3実施形態の情報処理システムでは、解析対象の画像に対する解析属性（解析対象の種別（例えばマウス、ラット等）、解析対象の撮像方向（例えば上、斜上、横等）、解析対象の色（例えば白、黒等））を指定すると、モデル選択部472は、指定された解析対象の画像の解析属性に基づいて、モデルDB42の複数種類の骨格推定モデルの中から図3の部位抽出部52や図16の外郭検出部57に適用させる対象の骨格推定モデルを選択すると共に、複数種類の個体識別モデルの中から図3や図16の個体識別部54に適用させる対象の個体識別モデルを選択し、画像の解析指示により、選択された骨格推定モデル及び個体識別モデルを用いて画像を解析するので、解析対象に適したモデルを使用して動物の種別を正しく識別し、動物の行動等の解析結果を得ることができる。

10

また、複数の動物種や実験内容に適用しつつ、サーバ200において解析データの管理やダウンロード等の機能を備えることで、解析データの再利用が可能になり、実際に実験で使用する動物個体を大幅に削減することができる。

この他、以下のような効果を奏することができる。

例えば指定された解析属性等を基に解析データへのラベリング（タグ付け）を自動的に行うので、解析結果を再利用する際、タグから検索できるので、解析データを検索し易くなる。

複数の解析属性等に対し単一のモデルのみを使用する場合は、既存のモデルをアップデートするため再学習し、再度その精度を検討する必要があるが、複数の解析属性等に対して、複数のモデルを保持しておくことで、新たな属性が現れた際には新規にモデルを作成することになるので、モデル学習がコンパクトに行える。

20

【0133】

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるし、ソフトウェアにより実行させることもできる。

換言すると、図3、図16、図24の機能構成は例示に過ぎず、特に限定されない。

即ち、上述した一連の処理を全体として実行できる機能が情報処理システムに備えられていれば足り、この機能を実現するためにどのような機能ブロック及びデータベースを用いるのかは特に図3、図16、図24の例に限定されない。また、機能ブロック及びデータベースの存在場所も、図3、図16、図24に特に限定されず、任意でよい。画像処理装置2やサーバ200の機能ブロック及びデータベースをカメラ1やPC320等に移譲させてもよい。更に言えば、画像処理装置2とカメラ1やPC320は、同じハードウェアであってもよい。

30

【0134】

また例えば、一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータ等にネットワークや記録媒体からインストールされる。

コンピュータは、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータであってもよい。また、コンピュータは、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能なコンピュータ、例えばサーバの他汎用のスマートフォンやパーソナルコンピュータであってもよい。

40

【0135】

また、例えば、このようなプログラムを含む記録媒体は、ユーザにプログラムを提供するために装置本体とは別に配布される図示せぬリムーバブルメディアにより構成されるだけでなく、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに提供される記録媒体等で構成される。

【0136】

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、その順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的或いは個別に実行される処理をも含むものである。

50

また、本明細書において、システムの用語は、複数の装置や複数の手段等より構成される全体的な装置を意味するものとする。

【0137】

なお、上記実施形態では、マーカを三角や丸の形状にしたが、この例に限定されるものではなく、他の形状であってもよい。また、体の外郭を示すオブジェクトについても同様である。

上記実施形態では、行動判定部56が、動物の部位と、他の特定の部位（水飲み場、餌場、他の動物の部位）との位置関係を規定した条件を満たすか否かを判定することについて説明したが、動物の部位と、他の特定の部位との位置関係を規定した条件は、記憶部18に材料DB43に記憶されており、行動判定部56が、材料DB43から上記条件を読み出すものとする。この他、材料DB43とは別に行動データベースを設けて、上記条件を行動データベースに記憶してもよい。

上記実施形態では、機械学習の手法を用いたが、この他、例えば重心から一番離れた部位を鼻とする等、規則を設定してもよい。

上記実施形態では、体の部位として、重心を検出（抽出）したが、この他、例えば目、鼻、耳、足、骨や関節のうちの特定の一部分（目、鼻、耳等）を検出（抽出）してもよい。

上記実施形態では、個体識別の対象としてマウスを一例として説明したが、モデルDB42や材料DB43のデータを拡充することで、例えばラット、ハムスター、モルモット、ウサギ等も解析対象にできる。また、豚、牛、羊、鶏等の家畜、さらには犬、猫、猿、人間等のさまざまな動物を対象とすることができる。

上記実施形態では、複数の単位画像毎に、1以上の動物の夫々の体の一部の部位を抽出し、抽出した複数の部位を時系列毎に解析し、その解析結果に基づいて複数の単位画像の夫々における1以上の動物の夫々の個体を識別したが、この順序は一例であり、この他、例えば個体認識（識別）した後、単体の部位を抽出してもよい。また、個体識別と部位抽出とを同時に行ってもよい。

個体認識（識別）した後、単体の部位を抽出する場合、まず画像のどの部分にそれぞれが存在するかを割り出し、トリミング、その後、単体の部位を抽出する。

また、複数個体の部位検出した後、個体を識別する場合、画像中で特定の部位がどこにあるかを複数検知し、その後“それらの位置が時間方向でどのように変化するか”という推測に基づいて各部位がどちらの集合（この場合、特定の1個体の部位集合）に帰属するかを判定する。

即ち、動物の部位の位置がわかる、これに加えて個体を識別する、この結果、個体の社会性がわかる、という手順が含まれていればよい。

【0138】

以下、図31乃至図54を参照して、動画（時間軸の順に配置される複数の単位画像）から抽出したマウス（動物）の体の一部の部位（目や鼻等）の位置や重心位置、外郭（輪郭）が時系列を追って変化する際の移動範囲、移動量や行動の癖、リズム等が分かるようにさまざまな指標（マウスをゲージに入れて直ぐの初動期間、安定するまでの期間の夫々について、移動軌跡、エリア毎の存在位置の分布、エリア毎の存在時間、移動距離、総移動量、体の向き、速度、角速度等）で関係付けたデータについて説明する。

なお、以下に説明するグラフは、計測開始から初動の1320FRAME（44秒）までのグラフと、計測開始から18030FRAME（約10分）までのグラフとを一对で示している。

【0139】

まず初めに、図31、図32を参照して、ケージ内におけるマウスの位置とその移動軌跡との関係を説明する。

図31は、計測開始から初動の1320FRAME（44秒）までのケージ内に存在するマウスの位置とその移動軌跡を示すグラフである。図32は、図31のグラフをその後18030FRAME（約10分）まで続け描画したときのグラフである。

【0140】

図 3 1 及び図 3 2 の縦軸は、ケージの床面の奥行方向の長さ、縦軸は、ケージの床面の幅方向の長さを画素数 (P I X C E L) で示している。

図 3 1 の初動の 1 3 2 0 F R A M E のグラフでは、マウスは、ケージの中心部を避けて、縁側を移動しており、不安がっていることがうかがえる。

図 3 2 の計測開始から 1 0 分までのグラフでは、ケージの中心部と縁側とではやはり、縁側を移動する個が多いことが分かる一方、直線的な移動を示す移動線や移動線が絡まるような部分も見受けられる。移動線が絡まるような部分では、マウスは、その位置にとどまり何らかの行動 (グルーミング等) をしていることが分かる。これらの情報を A I で学習することで、マウスの行動や精神的な疾患等を特定することができる。

【 0 1 4 1 】

次に、図 3 3、図 3 4 を参照して、ケージの床面を 9 つのエリアに区分したエリア毎のマウスの存在分布について説明する。

図 3 3、3 4 の縦軸と横軸は、画素 (P I X C E L) を示している。図 3 3 は、計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までのケージの床面を 9 つのエリア (0 乃至 8 の番号) に区分したエリア毎のマウスの存在位置の分布を示すグラフである。図 3 4 は、図 3 3 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【 0 1 4 2 】

図 3 3、3 4 は、ゲージ内のマウスの位置を 1 秒毎にプロットした図であり、9 つのエリアに区分されたゲージの床面をマウスが存在した位置の座標情報に、その座標を含むエリアの識別情報を付与して管理することで、図 3 3、3 4 のグラフが作成される。

図 3 3 の初動の 1 3 2 0 F R A M E のグラフでは、ゲージの縁部付近のエリア (0、5、6、8 番等) にプロット数が多く、マウスは、縁部付近にいる時間が多いことが分かる。

その後、約 1 0 分まで、続けて描画された図 3 4 のグラフでは、相変わらず縁部付近にいたことが多量のものの、中央部の 4 番エリアにもプロットが増えており、マウスがゲージの中央部に移動する頻度が多くなってきたことが分かる。これは、初動時よりもマウスの気持ちが落ち着いてきたものと言える。

【 0 1 4 3 】

次に、図 3 5、図 3 6 を参照して、上述のエリア (0 乃至 8) 毎のマウスの存在時間について説明する。

図 3 5 は、計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までのケージの床面を 9 つに区分したエリア毎のマウスの存在時間を示す棒グラフである。図 3 6 は、図 3 5 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときの棒グラフである。

【 0 1 4 4 】

図 3 5、3 6 の縦軸は、プロット数 (C O U N T S)、横軸は、領域 (R E G I O N) を示している。横軸の数値は、図 3 3 の各エリアの番号 (0 乃至 8) に対応している。

図 3 5、3 6 は、マウスが存在したプロット数をエリア毎にカウント、つまりエリア毎にマウスの存在を積み上げたグラフである。図 3 3、3 4 のプロット (点) が 1 つ増えると、図 3 5、3 6 の対応する番号のエリアの棒グラフが 1 カウント分高くなる。

これら図 3 3 乃至 3 6 から、マウスがゲージのどのエリアに多く (又は少なく) 留まっているかが視覚的に (見た目で) 分かる。

【 0 1 4 5 】

次に、図 3 7、図 3 8 を参照して、ケージの縁部付近と中央付近とのマウスの存在時間について説明する。

図 3 7 は、計測開始から初動の 1 3 2 0 F R A M E (4 4 秒) までのケージの中央付近 (図 3 3 で示した 4 番エリア) と縁部付近 (4 番エリア以外のエリア) とで区分した場合のマウスの存在時間を示すグラフである。図 3 8 は、図 3 7 のグラフをその後 1 8 0 3 0 F R A M E (約 1 0 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【 0 1 4 6 】

10

20

30

40

50

図 37、38 の縦軸は、プロット数 (COUNTS)、横軸は、領域 (REGION) を示している。領域 (REGION) は、中央付近 (4 番エリア) と縁部付近 (4 番エリア以外のエリア) の 2 つに分けている。

図 37 の初動時のグラフでは、マウスは、縁部付近 (4 番エリア以外のエリア) に居ることが多いことが分かる。図 38 のグラフでは、圧倒的に縁部付近 (4 番エリア以外のエリア) が多いものの、初動時よりもマウスが中央付近 (4 番エリア以外のエリア) に居る頻度が高くなっていることが分かる。

【0147】

次に、図 39、図 40 を参照して、マウスの 1 秒 (30 FRAME) 毎の移動距離について説明する。

図 39 は、計測開始から初動の 1320 FRAME 分の期間とマウスの 1 秒 (30 FRAME) 毎の移動距離との関係を示すグラフである。図 40 は、図 39 のグラフをその後 18030 FRAME (約 10 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【0148】

図 39、図 40 の縦軸は、距離 (PIXEL)、横軸は、時間 (FRAME) を示している。

図 39、図 40 のグラフは、マウスが 30 フレーム毎、つまり 1 秒毎に、過ぎた場所と今いる場所との長さ (画像上は PIXEL) を示している。

即ち、図 39、図 40 のグラフは、1 秒毎のマウスの移動距離を示しており、縦方向に高く振れれば振れるほど短期間での移動距離が長いことを示し、縦軸の数値が 0 に近ければそれだけその場に留まっていることを示している。

また、図 39、図 40 の各グラフにおいて、各振れ幅の中央付近に提示されている折れ線は移動平均を示している。このように、ある程度幅を持った時間の中で平均値をとることで、マウスの移動速度が分かる。

【0149】

これらのグラフは、時系列毎のグラフなので、例えば図 40 のグラフのように、後半にマウスが落ち着いてくると、移動があまりなくなる。その中で、一定の速度で動き続けているマウスは、心穏やかであると言える。一方、突然走り出したり、止まっている時間が異常に長いマウスは、精神状態に異常をきたしているという仮説が立てられる。

【0150】

次に、図 41、図 42 を参照して、ケージ内におけるマウスの体の向きについて説明する。

図 41 は、計測開始から初動の 1320 FRAME における時間とケージ内におけるマウスの一瞬一瞬の体の向きとの関係を示すグラフである。図 42 は、図 41 のグラフをその後 18030 FRAME (約 10 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【0151】

図 39、図 40 の縦軸は、角度 (DEGREE)、横軸は、時間 (FRAME) を示している。

図 39、図 40 のグラフの場合、ある任意の時間のマウスの体の向きを真つぐ (グラフの縦軸の 0 度) としたときに、その時点から、例えばマウスが右方向に向いた場合は、図 41、図 42 のグラフは、マイナス方向に振れる。例えばマウスが後ろに振り向く等すると、体の向きが 150 度以上変化するため、グラフは、激しく振れる。

【0152】

次に、図 43、図 44 を参照して、ケージ内におけるマウスの総移動距離 (総移動量) について説明する。

図 43 は、計測開始から初動の 1320 FRAME (44 秒) までの時間とマウスの総移動距離との関係を示すグラフである。図 44 は、図 43 のグラフをその後 18030 FRAME (約 10 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【0153】

図 43、図 44 の縦軸は、距離 (PIXEL) を示し、横軸は、時間 (FRAME) を

10

20

30

40

50

示している。

図 4 3 のグラフは、トータルディスタンス（総移動距離）であり、上述した移動距離を積み上げたグラフであり、計測開始時点を 0 として、マウスが移動した距離を加算してゆき、最終的には計測開始からの移動距離が示される。

図 4 3、図 4 4 のグラフでは、上述の移動速度のグラフ（図 3 9 のグラフ）では、瞬間瞬間の状態が分かり難くかったが、この総移動距離のグラフと移動速度のグラフとを照らし合わせることで、その瞬間に止まっている等のことが分かるようになる。

このグラフでは、最終的には移動距離が多かったり少なかったりすることが分かるが、途中途中のどのタイミングで急に移動量が上がっているか、といったことも分かる。

つまりこれらのグラフでは、速度の面と移動量の面の両面でマウスの行動を把握することができる。

10

例えば図 3 7 のグラフでは、先頭の赤点（図では丸い点）が時間経過とともに上下に振れてゆくが、赤点が横に移動すると、マウスが移動していないことを示し、図 3 7 の速度のグラフでは 0 に近い値となる。

【0154】

次に、図 4 5、図 4 6 を参照して、ケージ内でマウスが回転する行動について説明する。

図 4 5 は、計測開始から初動の 1320 FRAME（44 秒）までの時間とマウスの回転行動（角速度）との関係を示すグラフである。図 4 6 は、図 4 5 のグラフをその後 18030 FRAME（約 10 分）まで続けて描画したときのグラフである。

【0155】

20

図 4 5、4 6 の縦軸は、距離 X 角度 (PIXEL × RAD) を示し、横軸は時間 (FRAME) を示している。

図 4 5、4 6 のグラフは、体の向きが変わって、かつ体の向きが変わった角度を時系列を追ってグラフ化したものであり、体の向きが変わった角度、例えば 20 度、30 度等の角度に対し移動距離を掛け算したものである。

図 4 5、4 6 のグラフでは、ただ単に、その場に止まってくるくる回っているのであれば、0 の値となり、体の向きを変えながらさらに移動しているのであれば、グラフが上下に大きく振れることになる。

図 4 5、4 6 のグラフから、例えば体の向きが変わっているだけならば、きょろきょろしている程度の行動が認められるが、その場に止まって、体の向きを変えてまで回っていると、周りの状況を確認しようとして必死になっている精神状態が伺える。マウスの挙動を単に直前直前の体の向きとの比較だけでなく、移動も加味することで、別の行動が見えてくる。

30

【0156】

次に、図 4 7、図 4 8 を参照して、ケージ内をマウスが動く速度について説明する。

図 4 7 は、計測開始から初動の 1320 FRAME（44 秒）までの時間とマウスが動く速度との関係を示すグラフである。図 4 8 は、図 4 7 のグラフをその後 18030 FRAME（約 10 分）まで続けて描画したときのグラフである。

【0157】

40

図 4 7、図 4 8 の縦軸は、距離 / 時間 (PIXEL / SEC)、横軸は、時間 (FRAME) を示している。

図 4 7、図 4 8 のグラフは、図 3 9、図 4 0 の移動速度のグラフに近い概念のグラフである。

図 3 9、図 4 0 のグラフは、30 フレーム毎の距離を計測している。

例えば 0 フレームと 30 フレームと 60 フレームの間にもデータは存在するが、図 3 9、図 4 0 のグラフでは、0 フレームと 30 フレーム、30 フレームと 60 フレームだけを比較して移動速度を算出したが、この図 4 7、図 4 8 のグラフでは、0 フレームと 1 フレームとの差分をとってそれを時間で割ることで速度を算出しており、より詳細な速度指標と言える。

マウスと人間は、時間経過のスピードが異なり、人間の 1 秒がマウスの 0. 数秒に相当

50

する。

図 39、図 40 のグラフは、1 秒毎の速度を出力したが、これは人間の感覚のため、図 47、図 48 のグラフでは、より細かなマウスの感覚で速度を出力することで、マウスの行動がより表現されるものとなる。

【0158】

次に、図 49、図 50 を参照して、ケージ内でマウスが回転する角速度について説明する。

図 49 は、計測開始から初動の 1320 FRAME (44 秒) までの時間とマウスが動く角速度との関係を示すグラフである。図 50 は、図 49 のグラフをその後 18030 FRAME (約 10 分) まで続けて描画したときのグラフである。

【0159】

図 49、50 の縦軸は、角度／時間 (DEGREE×SEC) を示し、横軸は時間 (FRAME) を示している。

図 45、図 46 のグラフは、マウスの体の向きと距離との関係を示したものであったが、図 49、図 50 のグラフは、図 45、図 46 のグラフの数値を時間で割って算出したものである。

図 45、図 46 のグラフでは、マウスの体に角度の変化があったことを数値化した、図 49、50 のグラフは、角度の変化を時間微分したものであり、前述の速度と移動距離 (移動量) との関係と同様に、角度と角速度との関係を表したものとなるので、図 45、図 46 のグラフと共に見比べながら、例えば瞬間にマウスが止まっているかどうか等を検証することができる。つまり図 45、図 46 のグラフでは、移動速度と移動量を同時に見ることができる。

例えば瞬間瞬間に跳ね上がっている数値があれば、この跳ね上がりの高さが高ければ高いほど、マウスが早く回転しかつ移動している状況が分かる。一方、数値が低ければ低いほど (数値が 0 に近いほど)、ゆっくり回転しかつ移動しているといえる。

【0160】

続いて、図 51 乃至図 54 を参照して、動画からマウスの外郭検出、体の向きの検出を含む動作を説明する。

図 51 は、ゲージ内をカメラで撮像して得られた動画 (元動画) のあるタイミングの単位画像を示す図である。図 52 は、単位画像から識別される複数 (2 匹) のマウスの夫々の外郭 (輪郭) を示す図である。図 53 は、2 匹のマウスのうちの 1 匹のマウスの向き (体の中心から鼻先の方向) を示す図である。図 54 は、2 匹のマウスのうちの他の 1 匹のマウスの向き (体の中心から鼻先の方向) を示す図である。

【0161】

上述した第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、外郭 (輪郭) の検出の処理と、体の部位の抽出処理を別個に行う例を説明したが、これらの処理を組み合わせることで、マウスの行動をより詳細に分析することができる。

【0162】

この場合、元動画のあるタイミングで、図 51 に示す単位画像を抽出し、抽出した単位画像を画像解析し、個体識別をした上で、図 52 に示すように、複数 (2 匹) の白色のマウスの夫々の外郭 (輪郭) を、例えば赤色と青色等に色分けて出力する。

また、図 53 に示すように、2 匹のマウスのうちの 1 匹のマウス (図 52 の上側の外郭 (赤色) のマウス) の重心を検出すると共に、耳、目、鼻先の位置関係から、体の向きを検出して、重心から鼻先の方向へ線分をひくことで、マウスの顔の向き (鼻先の方向) を検出する。

【0163】

同様に、図 54 に示すように、2 匹のマウスのうちの他の 1 匹のマウス (図 52 の下側の外郭 (青色) のマウス) の重心を検出すると共に、耳、目、鼻先の位置関係から、体の向きを検出して、重心から鼻先へ線分を引くことで、マウスの顔の向き (鼻先の方向) を検出する。

10

20

30

40

50

【0164】

このように、外郭識別と部位抽出の夫々の処理を組み合わせることで、マウスの顔の向き（鼻先の方向）を検出することができ、その場にとどまった状態での回転動作や前進、後ずさり等のマウスの行動をより詳細に分析することができる。

【0165】

以上を換言すると、本発明が適用される情報処理装置は、次のような構成を有する各種各様の実施形態をとることができる。情報処理装置は、第2実施形態で説明した図16の機能的構成を備える画像処理装置2及び第3実施形態で説明した図24の機能的構成を備えるサーバ200と対応する。

即ち、本発明が適用される第2情報処理装置（例えば図16の画像処理装置2、図24のサーバ200等）は、

一定の行動範囲の中で1以上の動物が活動する様子が撮像された結果得られる、時間方向に複数の単位画像が配置されて構成される解析対象の画像（例えば動画等の映像）を取得する画像取得手段（例えば図16の画像取得部51）と、

前記複数の単位画像毎に、単位画像を入力すると動物の体の骨格を推定して出力する骨格推定モデルを用いて、前記1以上の前記動物の夫々の体の外郭（体の輪郭等）を検出する外郭検出手段（例えば図16の外郭検出部57）と、

前記動物の体の1以上の外郭の時系列を入力すると当該動物の個体を出力する個体識別モデルに対して、前記外郭検出手段（例えば図16の外郭検出部57）により前記複数の単位画像の夫々から検出された前記1以上の前記動物の夫々の体の前記外郭（体の輪郭等）の時系列を入力した結果得られる出力に基づいて、前記複数の単位画像の夫々における前記1以上の前記動物の夫々の個体を識別する個体識別手段（例えば図16の個体識別部54）と、

前記解析対象の前記画像に対する解析属性（解析対象の種別（例えばマウス、ラット等）、解析対象の動物の撮像方向（例えば上、斜上、横等）、解析対象の動物の色（例えば白、黒等））を指定する指定手段（例えば図24の指定部471等）と、

前記指定手段により指定された前記画像の前記解析属性に基づいて、複数種類の前記骨格推定モデルの中から前記外郭検出手段（例えば図16の外郭検出部57）に適用させる対象を選択すると共に、複数種類の前記個体識別モデルの中から前記個体識別手段（例えば図16の個体識別部54）に適用させる対象を選択するモデル選択手段（例えば図24のモデル選択部472等）と、

を備える。

このように構成される情報処理装置では、予め複数種類の個体識別モデルや個体識別モデルを用意しておき、解析対象の画像に対する解析属性を指定すると、指定された画像の解析属性に基づいて、複数種類の骨格推定モデルの中から外郭検出手段（例えば図16の外郭検出部57）に適用させる対象を選択すると共に、複数種類の個体識別モデルの中から個体識別手段（例えば図16の個体識別部54）に適用させる対象を選択する。

そして、画像の解析指示があると、選択された動物の骨格推定モデル及び個体識別モデルを用いて、その画像の複数の単位画像の夫々から抽出された複数の外郭を時系列毎に解析し、その解析結果に基づいて1以上の動物の夫々の個体を識別するので、一定の行動範囲の中で活動する1以上の動物（例えばマウス等）を撮像した画像から個々のマウスの夫々の個体を正しく見分けることができる。

さらに、第2情報処理装置（例えば図16等の画像処理装置2、図24のサーバ200等）は、

前記動物の行動に伴い変化する前記外郭が特定の行動である確率を示すデータフレームを生成する生成手段（例えば図16のデータフレームを生成部53）と、

前記データフレームにおいて前記特定の行動である確率の値が予め設定された1以上の条件のうち何れかの条件を満たした場合、満たした前記条件に応じた行動を判定する行動判定手段（例えば図16の行動判定部56）、

をさらに備える。

10

20

30

40

50

このように構成することで、変化を伴うマウスの外郭が特定の行動である確率の値が条件を満たした場合、その条件に応じた行動を判定するので、一定の行動範囲の中で行動する夫々のマウスの行動の理由を知ることができる。

前記行動判定手段（例えば図 1 6 の行動判定部 5 6）は、

前記動物の外郭と、他の部位（他の動物の外郭やケージの隅）との位置関係を規定した条件を満たした場合、当該位置関係に関連する行動（ひっかき行動やグルーミング等）を検出する行動検出手段（例えば図 1 6 の行動検出部 8 1）、

をさらに備える、

ことで、動物が限られた行動範囲の中で行動する中で、例えばひっかき行動をしたことでストレスを抱えている等の行動の理由を知ることができる。また、他の動物に対してグルーミング行動をしたことで、他の動物と関係性を持とうとしている等の行動の理由を知ることができる。

前記行動が、

夫々の前記動物の社会性に関する行動、同じ行動範囲に存在する動物どうしの相互作用に関する行動、動物どうしの関係性に関する行動のうちの少なくとも 1 つを含む。

これにより、動物の行動の理由が、社会性に関する行動であるか、同じ行動範囲に存在する動物どうしの相互作用に関する行動であるか、動物どうしの関係性に関する行動であるかを知ることができる。

前記外郭検出手段（例えば図 1 6 の外郭検出部 5 7）により検出された前記動物の夫々の体の外郭及び前記個体識別手段（例えば図 1 6 の個体識別部 5 4）により識別された前記動物の個体を示すマーカを前記外郭に対応付けたマーカ付き画像を生成するマーカ画像生成手段（例えば図 1 6 のマーカ画像生成部 5 5）、

を備える。

これにより、マーカ付き画像を表示することで、画像の中に存在する 1 以上の動物をマーカにより見分けることができる。また、動物を見分けた上で、それら個体の外郭を検出し、それらの変化（体の動き）に意義付けを行い、評価をすることができる。

第 2 情報処理装置（例えば図 1 6 等の画像処理装置 2、図 2 4 のサーバ 2 0 0 等）は、

一定の行動範囲の中で 1 以上の動物が活動する様子が撮像された結果得られる、複数の単位画像（ピクセル）から構成されるフレーム画像が時間方向に配置される複数の画像の群（動画）を取得する画像取得手段（例えば図 1 6 の画像取得部 5 1）と、

前記単位画像の夫々が、前記 1 以上の前記動物の夫々のどの領域に属するかを判定する判定手段（図 1 6 の個体認識部 9 1 等）と、

前記動物の夫々の領域毎に、前記動物の外郭（体の輪郭等）の位置を、前記画像における所定の基準点からの距離を示す座標で特定する特定手段（例えば図 1 6 のデータフレーム生成部 5 3）と、

前記特定手段により特定される前記外郭の位置や範囲が時間の経過と共に変化する様子を解析し、その解析結果に基づいて前記画像に含まれる前記 1 以上の前記動物夫々を識別（分類）する個体識別手段（例えば図 1 6 の個体識別部 5 4）と、

を備える。

また、前記個体識別手段（例えば図 1 6 の個体識別部 5 4）により識別（分類）される動物毎に、前記外郭の変化が予め設定された条件に合致するか否かを判定し、合致した前記条件に対応する前記動物の行動ラベル（ひっかき行動、睡眠中、グルーミング行動等）を、当該部位を含む前記画像の時刻情報（タイムスタンプ）に付与する行動判定手段（例えば図 1 6 の行動判定部 5 6）、

をさらに備える。

これにより、動物の行動がひっかき行動、睡眠中、グルーミング行動等のうちどの行動に属するかを知ることができる。

【符号の説明】

【0 1 6 6】

1・・・カメラ、2・・・情報処理装置、11・・・CPU、41・・・画像DB、4

10

20

30

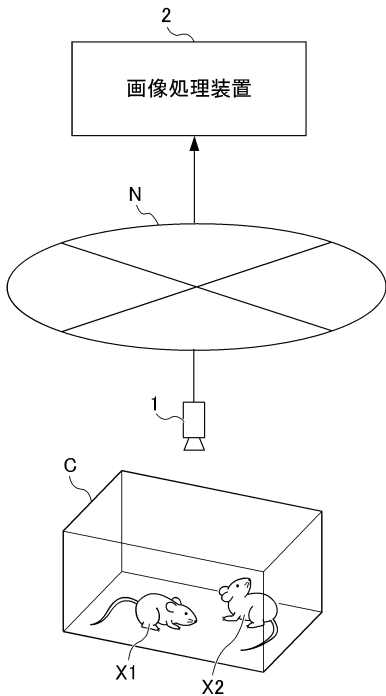
40

50

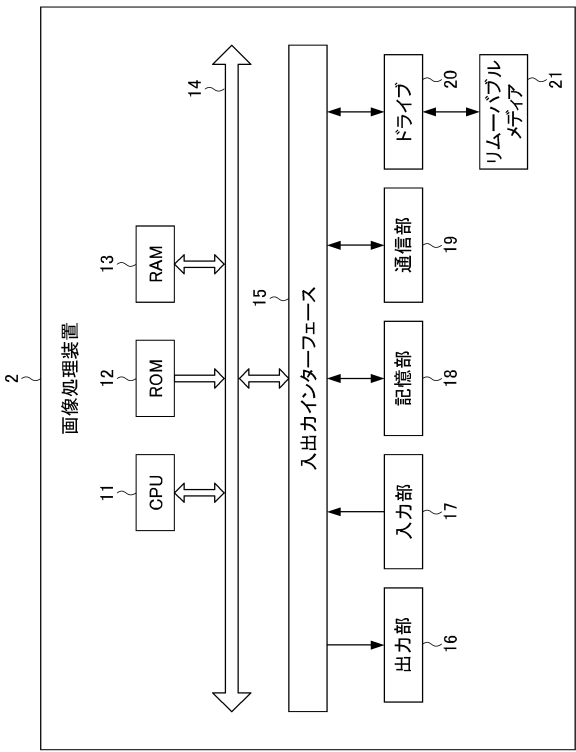
2・・・モデルDB、43・・・材料DB、51・・・画像取得部、52・・・部位抽出部、53・・・データフレーム生成部、54・・・個体識別部、55・・・マーカ画像生成部、56・・・行動判定部、57・・・外郭検出部、61・・・動画取得部、62・・・単位画像生成部、81・・・行動検出部、82・・・行動予測部、71、91・・・個体認識部、72・・・部位検出部、92・・・外郭特定部、450・・・画像解析部、451・・・ウェブサービス部、452・・・プロセス部、461・・・認証部、462・・・検索部、463・・・検索結果出力部、464・・・解析データ追加部、465・・・解析結果表示制御部、471・・・指定部、472・・・モデル選択部、491・・・アップロードデータ管理部、492・・・未処理データ管理部

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

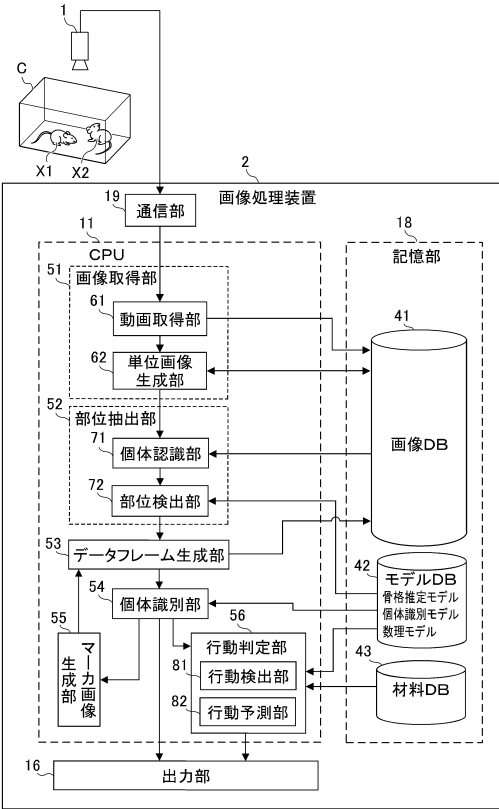
20

30

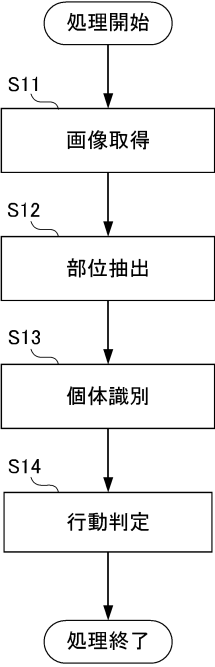
40

50

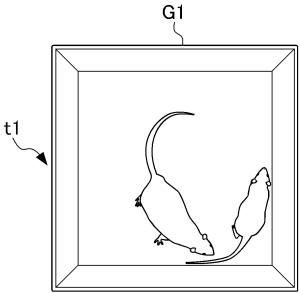
【図 3】



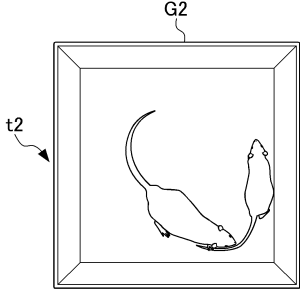
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

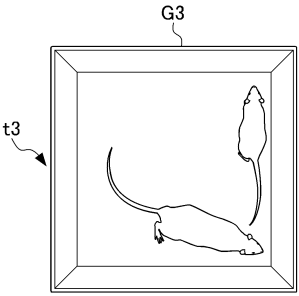
20

30

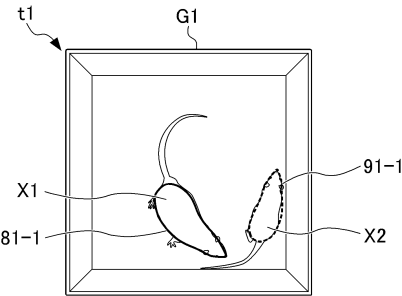
40

50

【図 7】

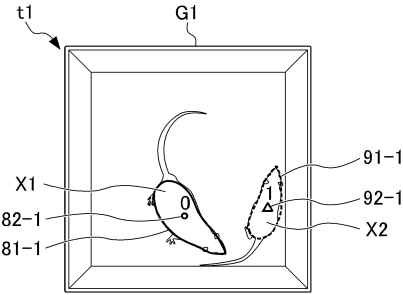


【図 8】

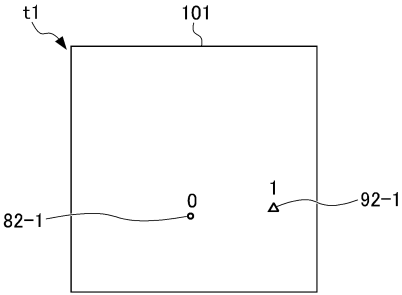


10

【図 9】

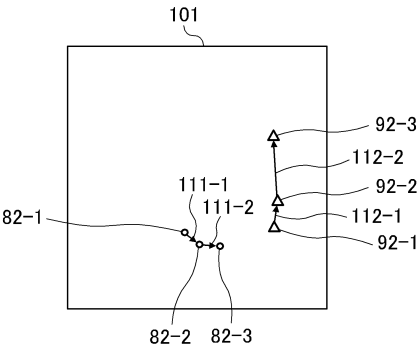


【図 10】

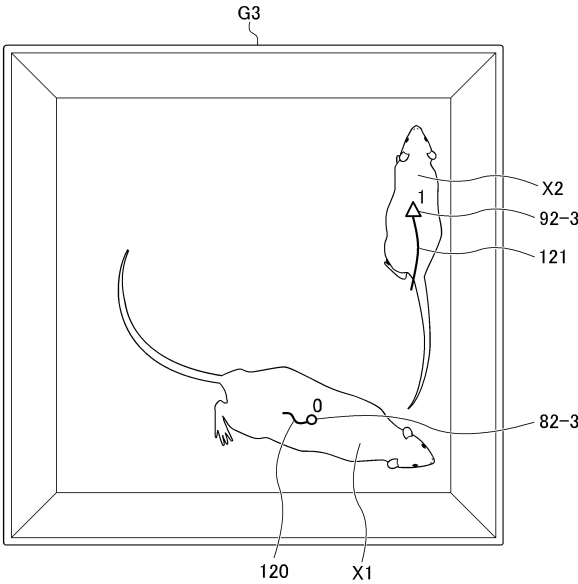


20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

【図 13】

frame_no	nose		nose		eye_right		eye_right	
	x	y	x	y	x	y	x	y
0	1156.142578	801.2727051	1142.360352	75				
1	1166.555542	803.0534058	1148.305298	75				
2	1181.76709	804.2488403	1155.754272	75				
3	1186.108398	804.1126099	1159.80603	75				
4	1192.496216	804.4854736	1163.61084	75				
5	1191.361816	796.8452759	1160.3125	75				
6	1188.117554	786.9454956	1151.516968	75				
7	1187.106567	779.1461182	1148.884888	75				
...								
150	1180.737061	773.4254761	1140.144409	75				
151	1181.373779	770.3927002	1139.687134	75				
152	1180.19104	764.8962402	1137.737061	75				
153	1177.054321	762.4313965	1133.893921	75				
154	1174.442017	760.1929932	1129.191528	75				
155	1173.63501	760.1743774	1128.451294	75				
156	1174.009399	759.8008423	1128.171265	75				
...								
350	1174.120117	759.3046875	1129.268188	70				
351	1174.079102	760.5985107	1129.22876	71				
352	1174.757446	762.710144	1129.7771	71				
353	1175.493164	761.8883057	1130.918091	71				
354	1177.387939	758.0386963	1132.177734	71				
355	1177.935669	758.2223511	1132.87793	70				
356	1178.318481	757.8793945	1132.937134	71				
357	1177.52356	758.8670654	1132.04187	71				
358	1177.445435	759.8215332	1130.152344	71				
359	1176.315796	760.3446655	1129.939331	71				
360	1175.580566	761.3330078	1129.55896	7				
361	1174.475586	763.302002	1128.69873	7				
362	1174.075806	763.1403198	1128.63855	71				

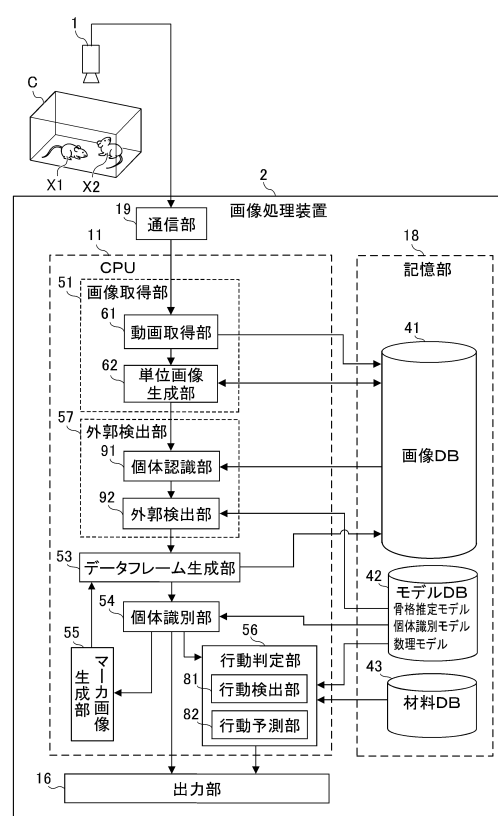
【図 14】

frame_no	nose		nose		eye_right		eye_right	
	x	y	x	y	x	y	x	y
0	1156.142578	801.2727051	1142.360352	75				
1	1166.555542	803.0534058	1148.305298	75				
2	1181.76709	804.2488403	1155.754272	75				
3	1186.108398	804.1126099	1159.80603	75				
4	1192.496216	804.4854736	1163.61084	75				
5	1191.361816	796.8452759	1160.3125	75				
6	1188.117554	786.9454956	1151.516968	75				
7	1187.106567	779.1461182	1148.884888	75				
...								
150	1180.737061	773.4254761	1140.144409	75				
151	1181.373779	770.3927002	1139.687134	75				
152	1180.19104	764.8962402	1137.737061	75				
153	1177.054321	762.4313965	1133.893921	75				
154	1174.442017	760.1929932	1129.191528	75				
155	1173.63501	760.1743774	1128.451294	75				
156	1174.009399	759.8008423	1128.171265	75				
...								
350	1174.120117	759.3046875	1129.268188	70				
351	1174.079102	760.5985107	1129.22876	71				
352	1174.757446	762.710144	1129.7771	71				
353	1175.493164	761.8883057	1130.918091	71				
354	1177.387939	758.0386963	1132.177734	71				
355	1177.935669	758.2223511	1132.87793	70				
356	1178.318481	757.8793945	1132.937134	71				
357	1177.52356	758.8670654	1132.04187	71				
358	1177.445435	759.8215332	1130.152344	71				
359	1176.315796	760.3446655	1129.939331	71				
360	1175.580566	761.3330078	1129.55896	7				
361	1174.475586	763.302002	1128.69873	7				
362	1174.075806	763.1403198	1128.63855	71				

【図 15】

frame_no	nose		nose		eye_right		eye_right	
	x	y	x	y	x	y	x	y
0	1156.142578	801.2727051	1142.360352	75				
1	1166.555542	803.0534058	1148.305298	75				
2	1181.76709	804.2488403	1155.754272	75				
3	1186.108398	804.1126099	1159.80603	75				
4	1192.496216	804.4854736	1163.61084	75				
5	1191.361816	796.8452759	1160.3125	75				
6	1188.117554	786.9454956	1151.516968	75				
7	1187.106567	779.1461182	1148.884888	75				
...								
150	1180.737061	773.4254761	1140.144409	75				
151	1181.373779	770.3927002	1139.687134	75				
152	1180.19104	764.8962402	1137.737061	75				
153	1177.054321	762.4313965	1133.893921	75				
154	1174.442017	760.1929932	1129.191528	75				
155	1173.63501	760.1743774	1128.451294	75				
156	1174.009399	759.8008423	1128.171265	75				
...								
350	1174.120117	759.3046875	1129.268188	70				
351	1174.079102	760.5985107	1129.22876	71				
352	1174.757446	762.710144	1129.7771	71				
353	1175.493164	761.8883057	1130.918091	71				
354	1177.387939	758.0386963	1132.177734	71				
355	1177.935669	758.2223511	1132.87793	70				
356	1178.318481	757.8793945	1132.937134	71				
357	1177.52356	758.8670654	1132.04187	71				
358	1177.445435	759.8215332	1130.152344	71				
359	1176.315796	760.3446655	1129.939331	71				
360	1175.580566	761.3330078	1129.55896	7				
361	1174.475586	763.302002	1128.69873	7				
362	1174.075806	763.1403198	1128.63855	71				

【図 16】



10

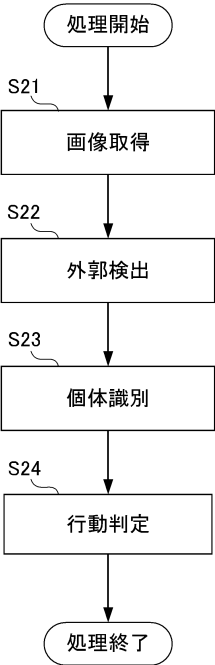
20

30

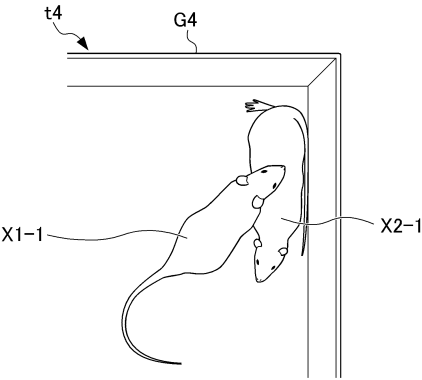
40

50

【図 1 7】



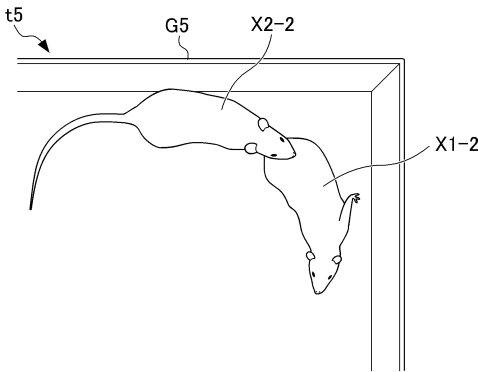
【図 1 8】



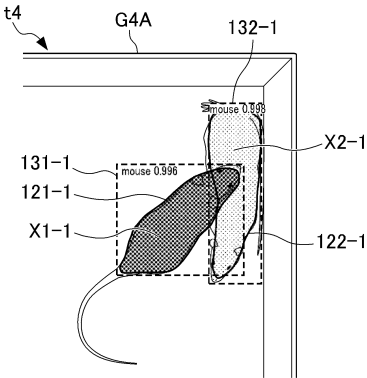
10

20

【図 1 9】



【図 2 0】

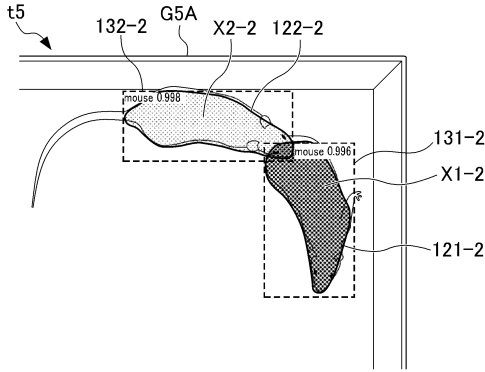


30

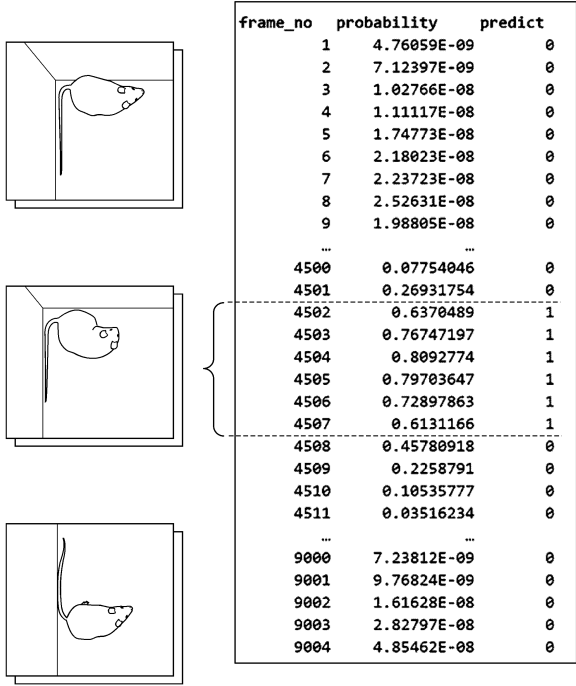
40

50

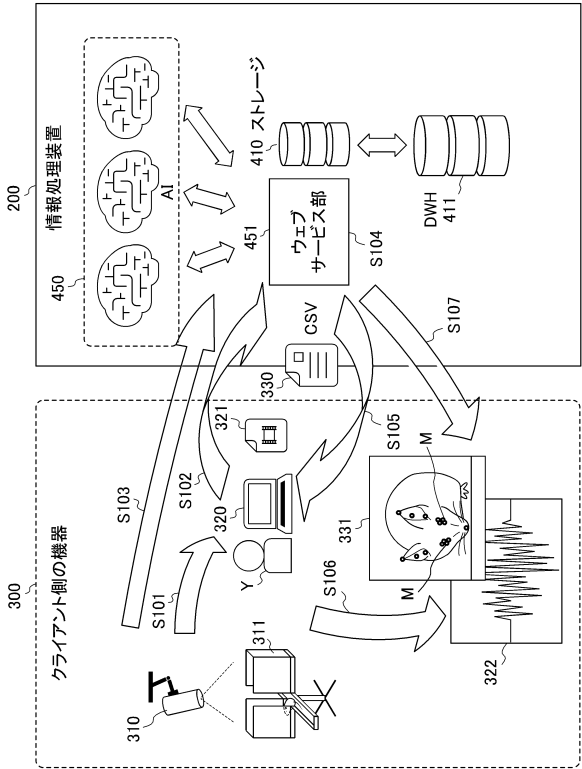
【図 2 1】



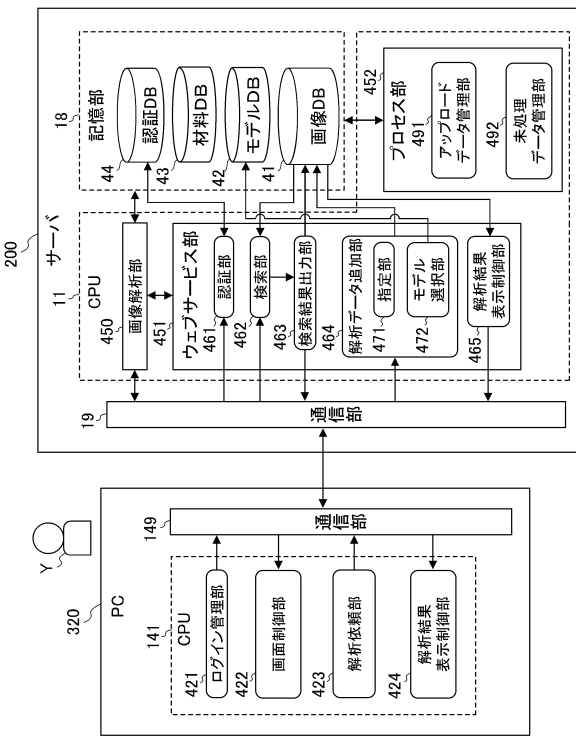
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

30

40

50

【図 25】

251

検索画面

検索条件

キーワード

yyyy/mm/dd ~ yyyy/mm/dd

検索

解析データ追加

CSV出力

解析データ確認

解析データリスト

	ファイル名	設定	登録者	日時	解析
☒	••••01	マウス / 上 / 黒	田中太郎	2020.04.10 08:27	解析済
☒	••••02	ラット / 斜上 / 白	田中太郎	2020.04.10 08:28	解析済
☐	••••03	マウス / 横 / 黒	鈴木一郎	2020.04.10 10:00	解析済
☐	••••04	ラット / 上 / 白	鈴木一郎	2020.04.10 10:30	解析済
☐	••••05	ラット / 斜上 / 白	鈴木一郎	2020.04.10 10:50	解析済
☐	••••06	マウス / 斜上 / 白	田中太郎	2020.04.10 11:00	解析済
☐	••••07	ラット / 横 / 白	田中太郎	2020.04.10 11:20	実行中
☐	••••08	ラット / 上 / 白	田中太郎	2020.04.10 11:40	未
☐	••••09	ラット / 斜上 / 白	鈴木一郎	2020.04.10 12:00	未
☐	••••10	マウス / 横 / 黒	鈴木一郎	2020.04.10 12:23	未

【図 26】

[illegible]

10

20

【圖 27】

251

検索画面

検索条件

キーワード

期間

解析データ

OSV出力

271

動画確認画面

00:00 15:00

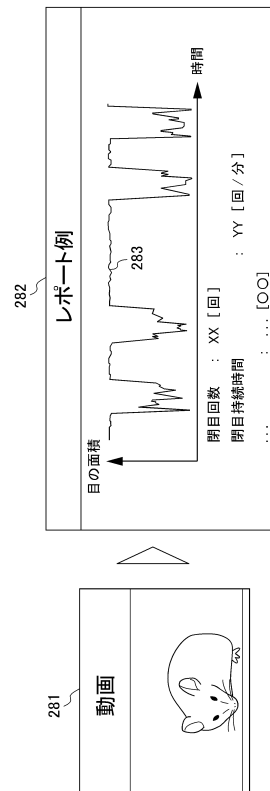
戻る

ダウンロード

検索条件	キーワード	期間	解析データ	OSV出力
●	01			
●	02			
○	03			
○	04			
○	05			
○	06			
○	07			
○	08			
○	09			
○	10			

検索条件	キーワード	期間	解析データ	OSV出力
●	01			
●	02			
○	03			
○	04			
○	05			
○	06			
○	07			
○	08			
○	09			
○	10			

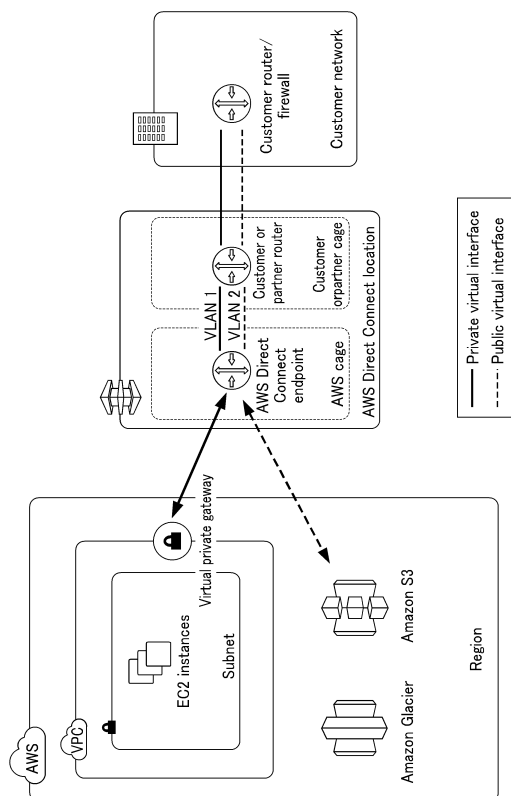
【圖 28】



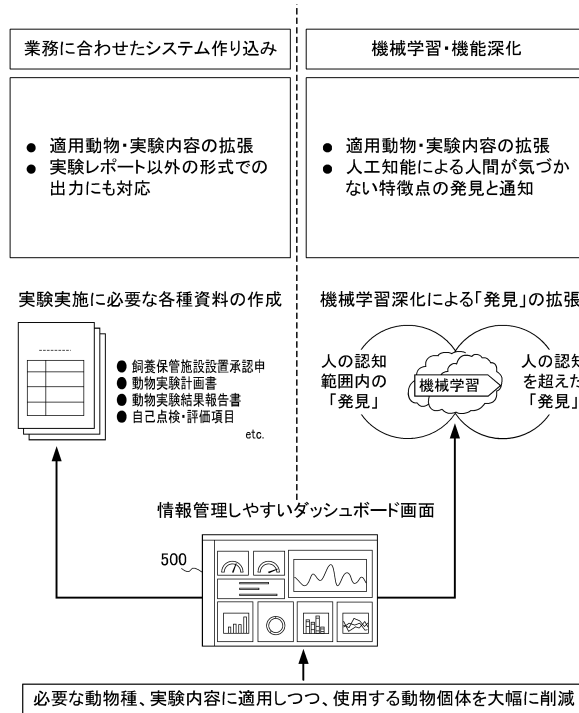
30

40

【圖 29】



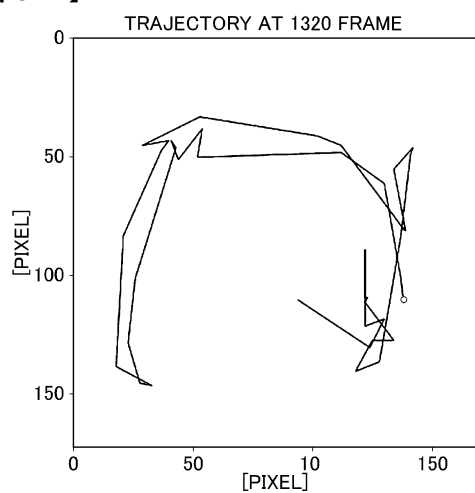
【図 30】



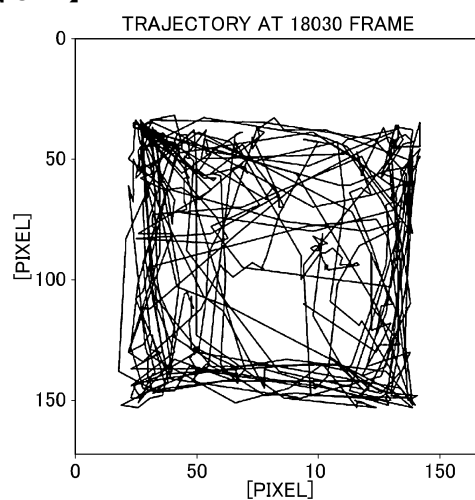
10

20

【図 3 1】



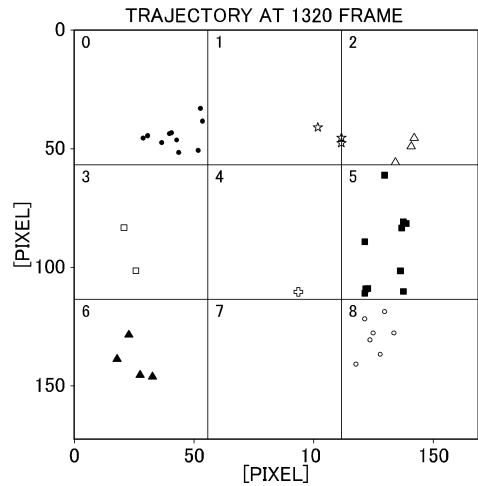
【図 3 2】



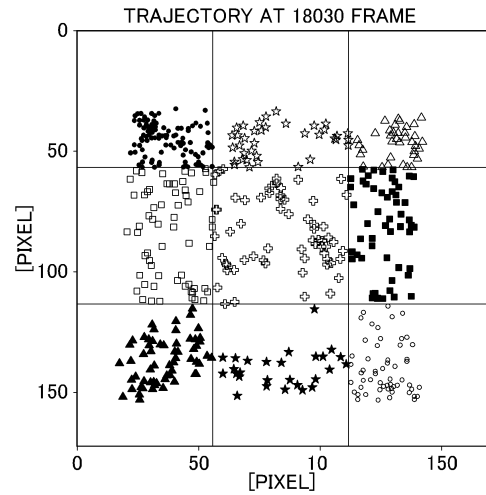
30

40

【図 3 3】

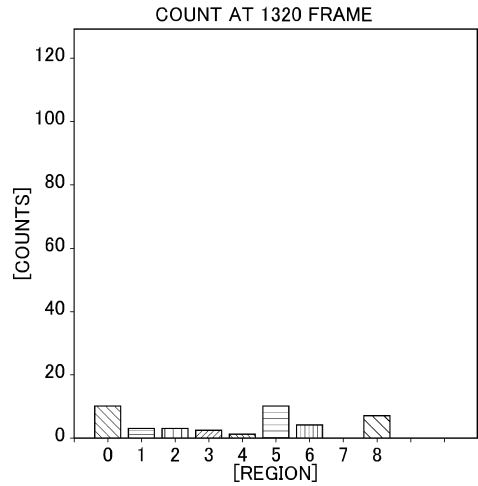


【図 3 4】

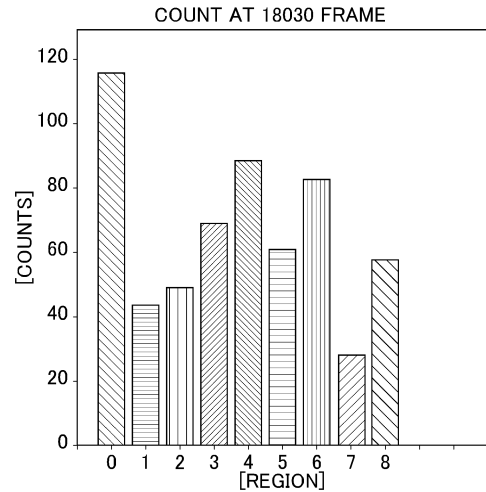


10

【図 3 5】



【図 3 6】



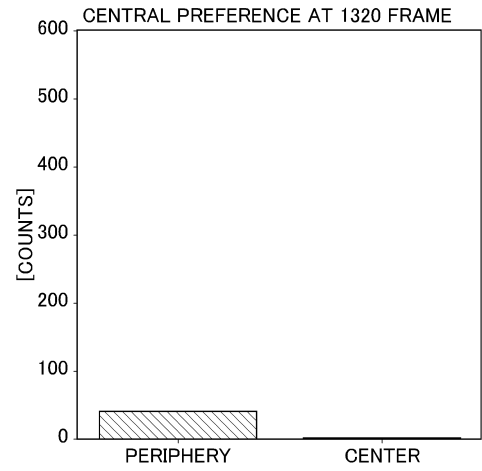
20

30

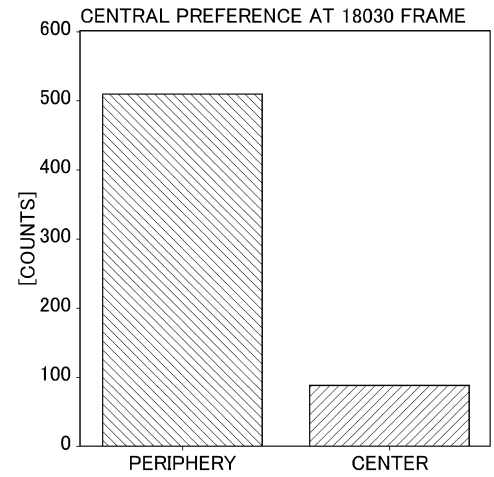
40

50

【図 3 7】

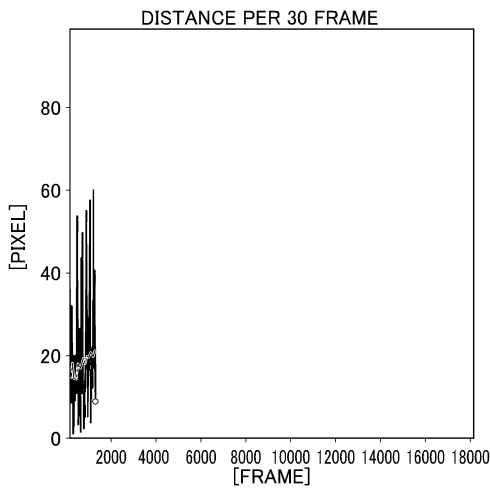


【図 3 8】

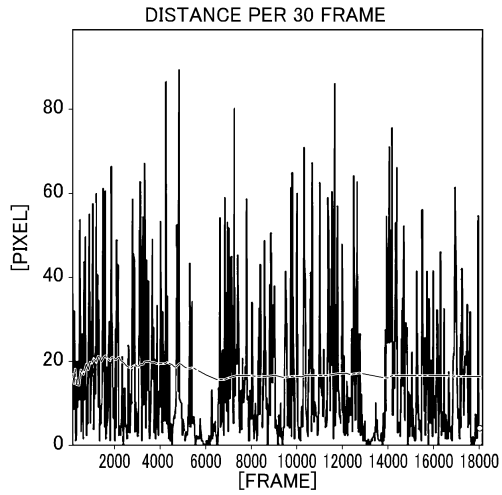


10

【図 3 9】



【図 4 0】



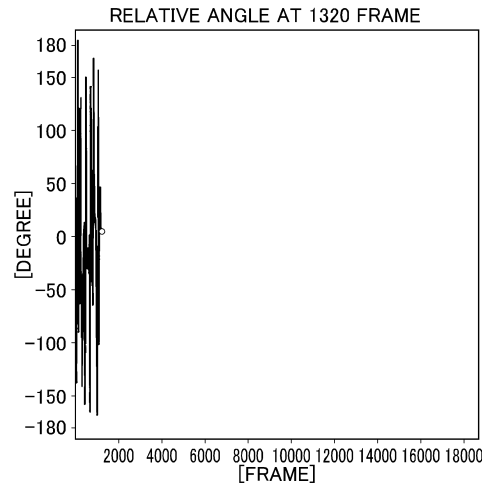
20

30

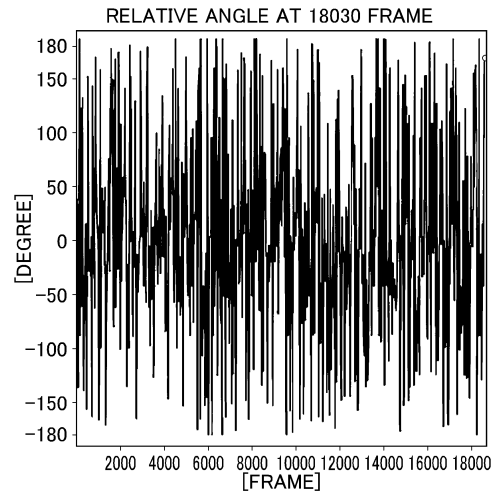
40

50

【図 4 1】

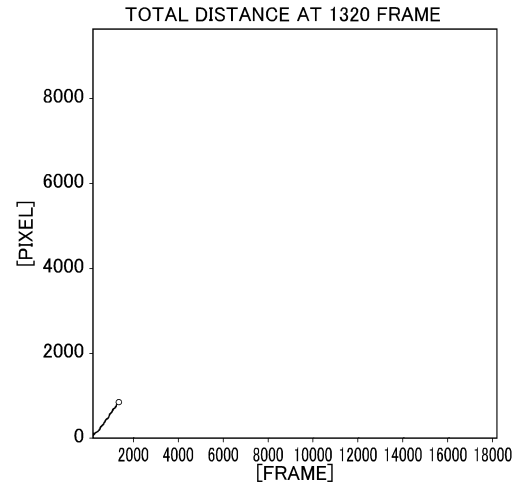


【図 4 2】

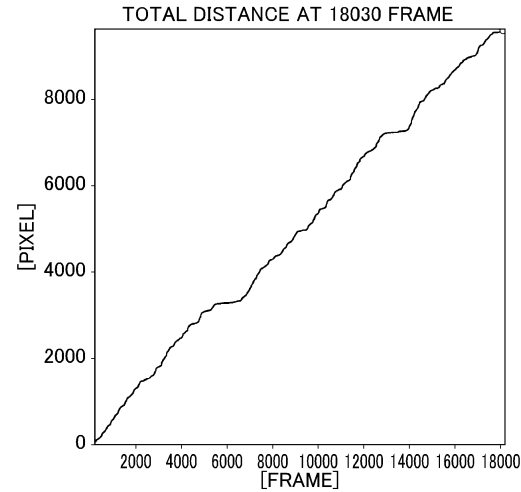


10

【図 4 3】



【図 4 4】



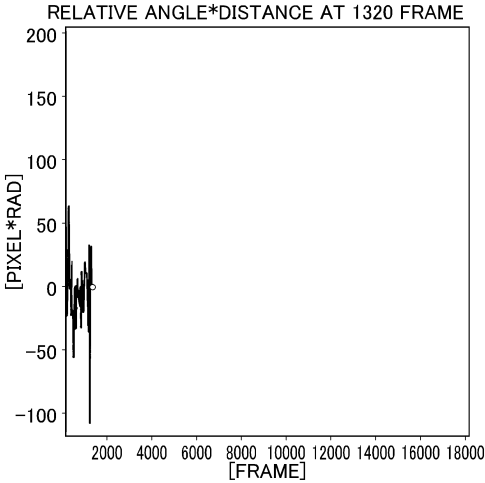
20

30

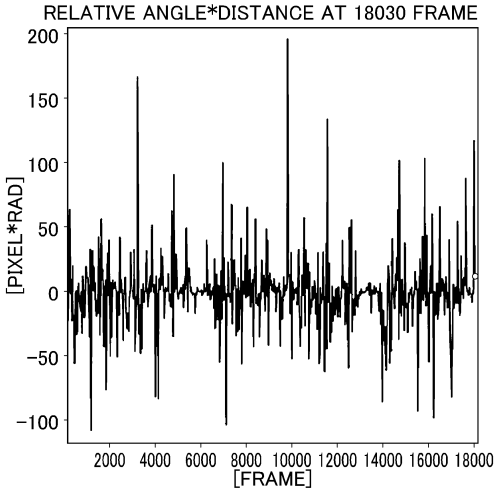
40

50

【図 4 5】

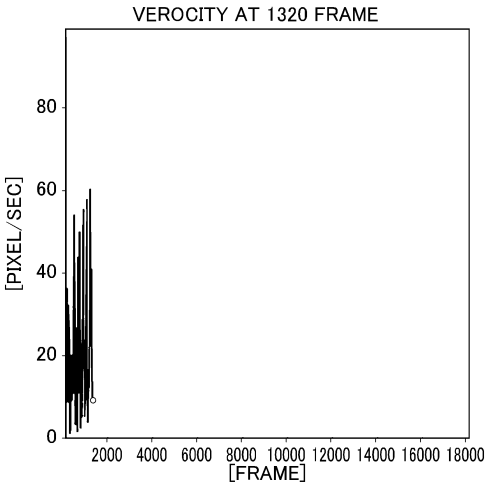


【図 4 6】

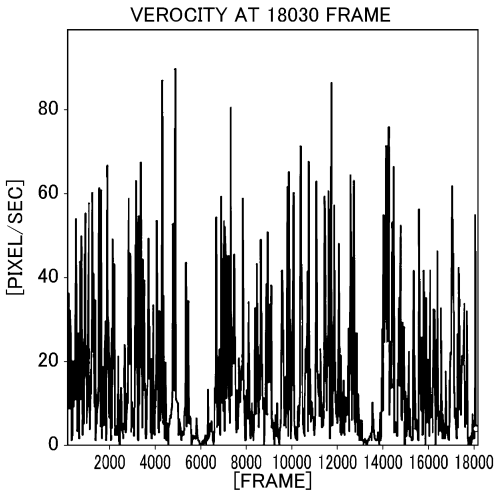


10

【図 4 7】



【図 4 8】



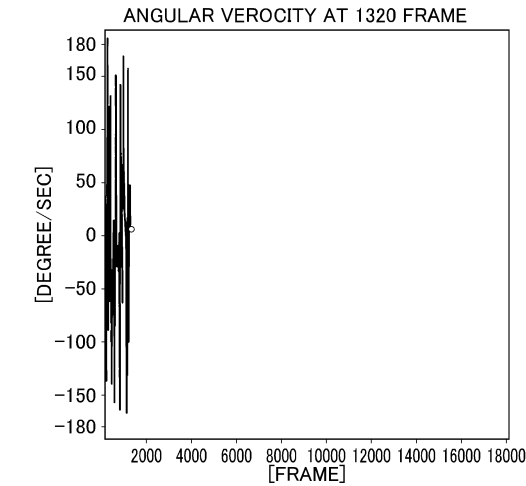
20

30

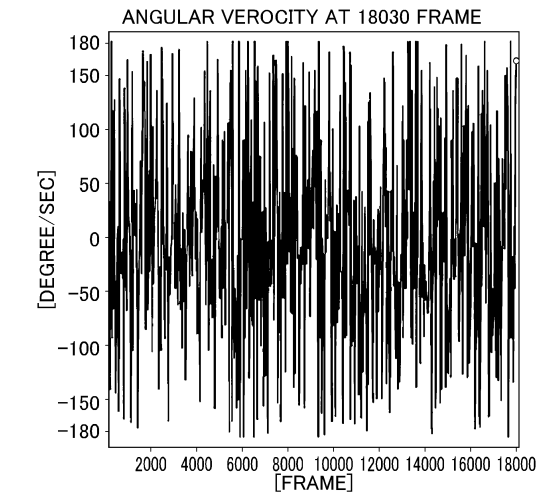
40

50

【図 49】

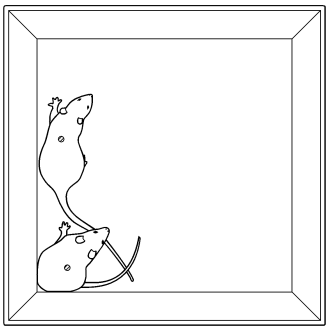


【図 50】

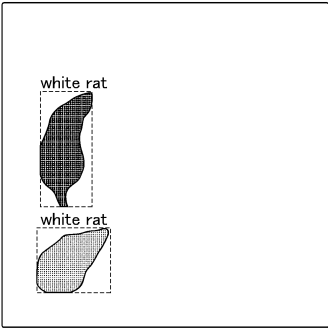


10

【図 51】



【図 52】



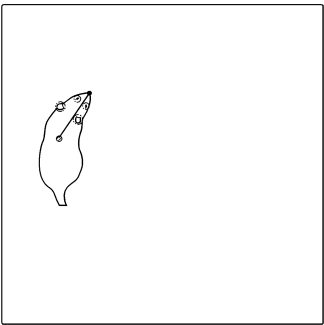
20

30

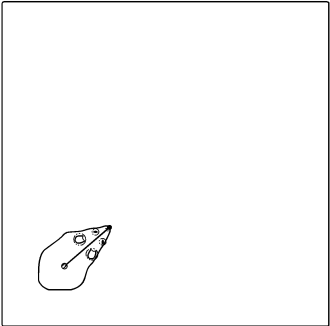
40

50

【図 5 3】



【図 5 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 小林 幸司
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 松下 誠司
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 清水 直行
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 湯浅 智之
東京都港区北青山二丁目12番16号 株式会社リヴァンプ内
- (72)発明者 港 高志
東京都港区北青山二丁目12番16号 株式会社リヴァンプ内
- 審査官 坂田 誠
- (56)参考文献 国際公開第2012/046392 (WO, A1)
特表2018-520680 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0125276 (US, A1)
特許第4402902 (JP, B2)
特許第6793383 (JP, B2)
国際公開第2020/208917 (WO, A1)
国際公開第2019/142787 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A01K 11/00
A01K 29/00
G06T 7/20