(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7363809号
(P7363809)

(45)発行日　令和5年10月18日(2023.10.18)

(24)登録日　令和5年10月10日(2023.10.10)

(51)国際特許分類		FI		
A63H 11/00 (2006.01)		A63H	11/00	Z
A63H 3/00 (2006.01)		A63H	3/00	Z
B25J 5/00 (2006.01)		B25J	5/00	C
B25J 13/00 (2006.01)		B25J	13/00	Z

請求項の数　17　（全29頁）

(21)出願番号　特願2020-558154(P2020-558154)
(86)(22)出願日　令和1年10月11日(2019.10.11)
(86)国際出願番号　PCT/JP2019/040162
(87)国際公開番号　WO2020/105309
(87)国際公開日　令和2年5月28日(2020.5.28)
審査請求日　令和4年9月28日(2022.9.28)
(31)優先権主張番号　特願2018-218481(P2018-218481)
(32)優先日　平成30年11月21日(2018.11.21)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000002185
ソニーグループ株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　110002147
弁理士法人酒井国際特許事務所
(72)発明者　下江　健晶
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
(72)発明者　望月　大介
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
審査官　鈴木　崇雅

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　情報処理装置、情報処理方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部、

を備え、

前記認識部は、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を有し、

前記フィードバック認識器は、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識し、

前記認識部による認識処理の結果に基づいて前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定する行動計画部、

をさらに備え、

前記行動計画部は、前記フィードバック認識器が認識した前記フィードバックの種別および度合いに基づいて前記振る舞いに係るスコアを修正し、前記スコアに基づいて、前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定する、

情報処理装置。

【請求項２】

前記行動計画部は、前記フィードバックの種別および度合いを前記自律動作体の感情に反映する、

請求項１に記載の情報処理装置。

【請求項３】
　前記行動計画部は、前記スコアが算出されていない前記振る舞いを優先して前記自律動作体に実行させる、
請求項１または２に記載の情報処理装置。
【請求項４】
　収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部、
　を備え、
　前記認識部は、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を有し、
　前記フィードバック認識器は、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識し、
　前記認識部による認識処理の結果に基づいて前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定する行動計画部と、
　前記ユーザごとに前記フィードバックの態様を学習する学習部と、
　をさらに備え、
　前記行動計画部は、前記ユーザが否定的な前記フィードバックを行うことが予測される前記振る舞いを前記自律動作体に実行させ、
　前記学習部は、前記振る舞いに対する前記フィードバックに基づいて、前記ユーザの否定的な前記フィードバックの態様を学習する、
情報処理装置。
【請求項５】
　前記認識部は、前記ユーザの発話情報または前記ユーザを撮影した画像情報に基づいて、前記非接触行為を認識する、
請求項１から４のいずれか一つに記載の情報処理装置。
【請求項６】
　前記認識部は、前記接触行為および前記非接触行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの種別を判定する、
請求項１から５のいずれか一つに記載の情報処理装置。
【請求項７】
　前記認識部は、前記センサ情報に基づいて、前記ユーザの前記非接触行為が前記自律動作体に対するものか否かを判定する、
請求項１から６のいずれか一つに記載の情報処理装置。
【請求項８】
　前記フィードバック認識器は、前記接触行為の認識結果に基づく前記フィードバックの種別と、前記非接触行為の認識結果に基づく前記フィードバックの種別と、が同一でない場合、前記接触行為の認識結果に重みをおいて最終的な前記フィードバックの種別および度合いを認識する、
請求項１から７のいずれか一つに記載の情報処理装置。
【請求項９】
　前記フィードバック認識器は、所定時間内に前記接触行為の認識結果および前記非接触行為の両方の認識結果が取得されない場合、取得された前記接触行為または非接触行為のいずれかの認識結果に基づいて、前記フィードバックの種別および度合いを認識する、
請求項１から８のいずれか一つに記載の情報処理装置。
【請求項１０】
　前記認識部は、前記接触行為を認識するスキンシップ認識器、をさらに有する、
請求項１から９のいずれか一つに記載の情報処理装置。
【請求項１１】
　前記スキンシップ認識器は、前記自律動作体に備えられるタッチセンサまたは慣性センサが収集したセンサ情報に基づいて、前記接触行為を認識する、

請求項１０に記載の情報処理装置。
【請求項１２】
　前記スキンシップ認識器は、前記自律動作体の各部位に対する前記接触行為に伴い前記慣性センサが取集したセンサ情報の学習結果に基づいて、前記接触行為が行われた前記自律動作体の部位を特定する、
請求項１１に記載の情報処理装置。
【請求項１３】
　前記自律動作体は、少なくとも２つの前記慣性センサを備え、
　前記スキンシップ認識器は、２つの前記慣性センサが収集したセンサ情報に基づいて、前記タッチセンサが配置されていない部位に対する前記接触行為を認識する、
請求項１２に記載の情報処理装置。
【請求項１４】
　プロセッサが、
　収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行すること、
　を含み、
　前記認識処理を実行することは、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を用い、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触認行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識すること、をさらに含み、
　前記プロセッサが、
　前記認識処理の結果に基づいて前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定すること、
　をさらに含み、
　前記振る舞いを決定することは、前記フィードバック認識器が認識した前記フィードバックの種別および度合いに基づいて前記振る舞いに係るスコアを修正し、前記スコアに基づいて、前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定すること、をさらに含む、
情報処理方法。
【請求項１５】
　プロセッサが、
　収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行すること、
　を含み、
　前記認識処理を実行することは、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を用い、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触認行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識すること、をさらに含み、
　前記プロセッサが、
　前記認識処理の結果に基づいて前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定することと、
　前記ユーザごとに前記フィードバックの態様を学習することと、
をさらに含み、
　前記振る舞いを決定することは、前記ユーザが否定的な前記フィードバックを行うことが予測される前記振る舞いを前記自律動作体に実行させること、をさらに含み、
　前記フィードバックの態様を学習することは、前記振る舞いに対する前記フィードバックに基づいて、前記ユーザの否定的な前記フィードバックの態様を学習すること、をさらに含む、
情報処理方法。
【請求項１６】
　コンピュータを、

収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部、
を備え、
前記認識部は、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を有し、
前記フィードバック認識器は、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識し、
前記認識部による認識処理の結果に基づいて前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定する行動計画部、
をさらに備え、
前記行動計画部は、前記フィードバック認識器が認識した前記フィードバックの種別および度合いに基づいて前記振る舞いに係るスコアを修正し、前記スコアに基づいて、前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定する、
情報処理装置、
として機能させるためのプログラム。
【請求項１７】
コンピュータを、
収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部、
を備え、
前記認識部は、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を有し、
前記フィードバック認識器は、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識し、
前記認識部による認識処理の結果に基づいて前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定する行動計画部と、
前記ユーザごとに前記フィードバックの態様を学習する学習部と、
をさらに備え、
前記行動計画部は、前記ユーザが否定的な前記フィードバックを行うことが予測される前記振る舞いを前記自律動作体に実行させ、
前記学習部は、前記振る舞いに対する前記フィードバックに基づいて、前記ユーザの否定的な前記フィードバックの態様を学習する、
情報処理装置、
として機能させるためのプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、情報処理装置、情報処理方法、およびプログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、各種の認識処理に基づき自律的に動作する装置が開発されている。例えば、特許文献１には、環境やユーザの状態を認識し、当該状態に応じた行動を行うロボット装置が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２００３－３４０７６０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】

ここで、特許文献１に記載されるロボット装置等の自律動作体では、実行した行動に対するユーザのフィードバックを精度高く認識し、当該認識の結果を後続する行動に正しく反映させることが重要となる。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本開示によれば、収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部、を備え、前記認識部は、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を有し、前記フィードバック認識器は、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識する、情報処理装置が提供される。

【０００６】

また、本開示によれば、プロセッサが、収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行すること、を含み、前記認識処理を実行することは、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を用い、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触認行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識すること、をさらに含む、情報処理方法が提供される。

【０００７】

また、本開示によれば、コンピュータを、収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部、を備え、前記認識部は、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を有し、前記フィードバック認識器は、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触認行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識する、情報処理装置、として機能させるためのプログラムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本開示の第１の実施形態に係る自律移動体のハードウェア構成例を示す図である。

【図２】同実施形態に係る自律移動体が備えるアクチュエータの構成例である。

【図３】同実施形態に係る自律移動体が備えるアクチュエータの動作について説明するための図である。

【図４】同実施形態に係る自律移動体が備えるアクチュエータの動作について説明するための図である。

【図５】同実施形態に係る自律移動体が備えるディスプレイの機能について説明するための図である。

【図６】同実施形態に係る自律移動体の動作例を示す図である。

【図７】同実施形態に係る比較対象である自律動作体がユーザのフィードバックを誤って認識する場合の一例について説明するための図である。

【図８】同実施形態に係る比較対象である自律動作体がユーザのフィードバックを誤って認識する場合の一例について説明するための図である。

【図９】同実施形態に係る自律動作体によるフィードバック認識の概要について説明するための図である。

【図１０】同実施形態に係る微細振動に基づく接触部位判別の一例を示す図である。

【図１１】同実施形態に係る情報処理システムの構成例を示す図である。

【図１２】同実施形態に係る自律動作体の機能構成例を示すブロック図である。

【図１３】同実施形態に係る自律動作体の詳細な機能構成例を示すブロック図である。

【図１４】同実施形態に係る慣性センサを用いた接触行為の認識について説明するための図である。

【図１５】同実施形態に係るスキンシップ認識器による接触行為の分類の一例を示す図である。

【図１６】同実施形態に係る音声認識器による接触行為の分類の一例を示す図である。

【図１７】同実施形態に係るフィードバック認識の流れ示すフローチャートである。
【図１８】同実施形態に係る接触行為および非接触行為の認識に基づくフィードバック認識の一例を示す図である。
【図１９】同実施形態に係る振る舞い選択器による処理の流れを示すフローチャートである。
【図２０】同実施形態に係るフィードバック態様の学習について説明するための図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。
【００１０】
なお、説明は以下の順序で行うものとする。
１．実施形態
１．１．自律動作体１０の概要
１．２．自律動作体１０のハードウェア構成例
１．３．機能概要
１．４．システム構成例
１．５．自律動作体１０の機能構成例
１．６．機能の詳細
２．まとめ
【００１１】
＜１．実施形態＞
＜＜１．１．自律動作体１０の概要＞＞
まず、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０の概要について説明する。本開示の一実施形態に係る自律動作体１０は、収集したセンサ情報に基づく状況推定を実行し、状況に応じた種々の動作を自律的に選択し実行する情報処理装置である。自律動作体１０は、単にユーザの指示コマンドに従った動作を行うロボットとは異なり、状況ごとに最適であると推測した動作を自律的に実行することを特徴の一つとする。
【００１２】
本開示の一実施形態に係る自律動作体１０は、例えば、撮影した画像に基づくユーザ認識や、物体認識などを実行し、認識したユーザや物体などに応じた種々の自律行動を行うことが可能である。また、本実施形態に係る自律動作体１０は、例えば、ユーザの発話に基づく音声認識を実行し、ユーザの指示などに基づく行動を行うこともできる。
【００１３】
このように、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０は、ヒトを含む動物と同様に、欲求や感情、また周囲の環境などを総合的に判断して自律動作を決定、実行する。上記の点において、自律動作体１０は、指示に基づいて対応する動作や処理を実行する受動的な装置とは明確に相違する。
【００１４】
本開示の一実施形態に係る自律動作体１０は、空間内を自律的に移動し、種々の動作を実行する自律移動型ロボットであってよい。自律動作体１０は、例えば、ヒトやイヌなどの動物を模した形状や、動作能力を有する自律移動型ロボットであってもよい。また、自律動作体１０は、例えば、ユーザとのコミュニケーション能力を有する車両やその他の装置であってもよい。本開示の一実施形態に係る自律動作体１０の形状、能力、また欲求などのレベルは、目的や役割に応じて適宜設計され得る。
【００１５】
＜＜１．２．自律動作体１０のハードウェア構成例＞＞
次に、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０のハードウェア構成例について説明する。なお、以下では、自律動作体１０がイヌ型の四足歩行ロボットである場合を例に説明

する。

【００１６】

図１は、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０のハードウェア構成例を示す図である。図１に示すように、自律動作体１０は、頭部、胴部、４つの脚部、および尾部を有するイヌ型の四足歩行ロボットである。また、自律動作体１０は、頭部に２つのディスプレイ５１０を備える。

【００１７】

また、自律動作体１０は、種々のセンサを備える。自律動作体１０は、例えば、マイクロフォン５１５、カメラ５２０、ＴｏＦ（Ｔｉｍｅ ｏｆ Ｆｌｉｇｈｔ）センサ５２５、人感センサ５３０、測距センサ５３５、タッチセンサ５４０、照度センサ５４５、足裏ボタン５５０、慣性センサ５５５を備える。

【００１８】

（マイクロフォン５１５）

マイクロフォン５１５は、周囲の音を収集する機能を有する。上記の音には、例えば、ユーザの発話や、周囲の環境音が含まれる。自律動作体１０は、例えば、頭部に４つのマイクロフォンを備えてもよい。複数のマイクロフォン５１５を備えることで、周囲で発生する音を感度高く収集すると共に、音源の定位を実現することが可能となる。

【００１９】

（カメラ５２０）

カメラ５２０は、ユーザや周囲環境を撮像する機能を有する。自律動作体１０は、例えば、鼻先と腰部に２つの広角カメラを備えてもよい。この場合、鼻先に配置される広角カメラは、自律動作体の前方視野（すなわち、イヌの視野）に対応した画像を撮像し、腰部の広角カメラは、上方を中心とする周囲領域の画像を撮像する。自律動作体１０は、例えば、腰部に配置される広角カメラにより撮像された画像に基づいて、天井の特徴点などを抽出し、ＳＬＡＭ（Ｓｉｍｕｌｔａｎｅｏｕｓ Ｌｏｃａｌｉｚａｔｉｏｎ ａｎｄ Ｍａｐｐｉｎｇ）を実現することができる。

【００２０】

（ＴｏＦセンサ５２５）

ＴｏＦセンサ５２５は、頭部前方に存在する物体との距離を検出する機能を有する。ＴｏＦセンサ５２５は、頭部の鼻先に備えられる。ＴｏＦセンサ５２５によれば、種々の物体との距離を精度高く検出することができ、ユーザを含む対象物や障害物などとの相対位置に応じた動作を実現することが可能となる。

【００２１】

（人感センサ５３０）

人感センサ５３０は、ユーザやユーザが飼育するペットなどの所在を検知する機能を有する。人感センサ５３０は、例えば、胸部に配置される。人感センサ５３０によれば、前方に存在する動物体を検知することで、当該動物体に対する種々の動作、例えば、興味、恐怖、驚きなどの感情に応じた動作を実現することが可能となる。

【００２２】

（測距センサ５３５）

測距センサ５３５は、自律動作体１０の前方床面の状況を取得する機能を有する。測距センサ５３５は、例えば、胸部に配置される。測距センサ５３５によれば、自律動作体１０の前方床面に存在する物体との距離を精度高く検出することができ、当該物体との相対位置に応じた動作を実現することができる。

【００２３】

（タッチセンサ５４０）

タッチセンサ５４０は、ユーザによる接触を検知する機能を有する。タッチセンサ５４０は、例えば、頭頂、あご下、背中など、ユーザが自律動作体１０に対し触れる可能性が高い部位に配置される。タッチセンサ５４０は、例えば、静電容量式や感圧式のタッチセンサであってよい。タッチセンサ５４０によれば、ユーザによる触れる、撫でる、叩く、

押すなどの接触行為を検知することができ、当該接触行為に応じた動作を行うことが可能となる。

【００２４】

（照度センサ５４５）

照度センサ５４５は、自律動作体１０が位置する空間の照度を検出する。照度センサ５４５は、例えば、頭部背面において尾部の付け根などに配置されてもよい。照度センサ５４５によれば、周囲の明るさを検出し、当該明るさに応じた動作を実行することが可能となる。

【００２５】

（足裏ボタン５５０）

足裏ボタン５５０は、自律動作体１０の脚部底面が床と接触しているか否かを検知する機能を有する。このために、足裏ボタン５５０は、４つの脚部の肉球に該当する部位にそれぞれ配置される。足裏ボタン５５０によれば、自律動作体１０と床面との接触または非接触を検知することができ、例えば、自律動作体１０がユーザにより抱き上げられたことなどを把握することが可能となる。

【００２６】

（慣性センサ５５５）

慣性センサ５５５は、頭部や胴部の速度や加速度、回転などの物理量を検出する６軸センサである。すなわち、慣性センサ５５５は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の加速度および角速度を検出する。慣性センサ５５５は、頭部および胴部にそれぞれ配置される。慣性センサ５５５によれば、自律動作体１０の頭部および胴部の運動を精度高く検出し、状況に応じた動作制御を実現することが可能となる。

【００２７】

以上、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０が備えるセンサの一例について説明した。なお、図１を用いて説明した上記の構成はあくまで一例であり、自律動作体１０が備え得るセンサの構成は係る例に限定されない。自律動作体１０は、上記の構成のほか、例えば、温度センサ、地磁気センサ、ＧＮＳＳ（Ｇｌｏｂａｌ Ｎａｖｉｇａｔｉｏｎ Ｓａｔｅｌｌｉｔｅ Ｓｙｓｔｅｍ）信号受信機を含む各種の通信装置などをさらに備えてよい。自律動作体１０が備えるセンサの構成は、仕様や運用に応じて柔軟に変形され得る。

【００２８】

続いて、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０の関節部の構成例について説明する。図２は、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０が備えるアクチュエータ５７０の構成例である。本開示の一実施形態に係る自律動作体１０は、図２に示す回転箇所に加え、耳部と尾部に２つずつ、口に１つの合計２２の回転自由度を有する。

【００２９】

例えば、自律動作体１０は、頭部に３自由度を有することで、頷きや首を傾げる動作を両立することができる。また、自律動作体１０は、腰部に備えるアクチュエータ５７０により、腰のスイング動作を再現することで、より現実のイヌに近い自然かつ柔軟な動作を実現することが可能である。

【００３０】

なお、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０は、例えば、１軸アクチュエータと２軸アクチュエータを組み合わせることで、上記の２２の回転自由度を実現してもよい。例えば、脚部における肘や膝部分においては１軸アクチュエータを、肩や大腿の付け根には２軸アクチュエータをそれぞれ採用してもよい。

【００３１】

図３および図４は、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０が備えるアクチュエータ５７０の動作について説明するための図である。図３を参照すると、アクチュエータ５７０は、モータ５７５により出力ギアを回転させることで、可動アーム５９０を任意の回転位置および回転速度で駆動させることができる。

【００３２】

図４を参照すると、本開示の一実施形態に係るアクチュエータ５７０は、リアカバー５７１、ギアＢＯＸカバー５７２、制御基板５７３、ギアＢＯＸベース５７４、モータ５７５、第１ギア５７６、第２ギア５７７、出力ギア５７８、検出用マグネット５７９、２個のベアリング５８０を備える。

【００３３】

本開示の一実施形態に係るアクチュエータ５７０は、例えば、磁気式ｓｖＧＭＲ（ｓｐｉｎ－ｖａｌｖｅ Ｇｉａｎｔ Ｍａｇｎｅｔｏｒｅｓｉｓｔｉｖｅ）であってもよい。制御基板５７３が、メインプロセッサによる制御に基づいて、モータ５７５を回転させることで、第１ギア５７６および第２ギア５７７を介して出力ギア５７８に動力が伝達され、可動アーム５９０を駆動させることが可能である。

【００３４】

また、制御基板５７３に備えられる位置センサが、出力ギア５７８に同期して回転する検出用マグネット５７９の回転角を検出することで、可動アーム５９０の回転角度、すなわち回転位置を精度高く検出することができる。

【００３５】

なお、磁気式ｓｖＧＭＲは、非接触方式であるため耐久性に優れるとともに、ＧＭＲ飽和領域において使用することで、検出用マグネット５７９や位置センサの距離変動による信号変動の影響が少ないという利点を有する。

【００３６】

以上、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０が備えるアクチュエータ５７０の構成例について説明した。上記の構成によれば、自律動作体１０が備える関節部の屈伸動作を精度高く制御し、また関節部の回転位置を正確に検出することが可能となる。

【００３７】

続いて、図５を参照して、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０が備えるディスプレイ５１０の機能について説明する。図５は、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０が備えるディスプレイ５１０の機能について説明するための図である。

【００３８】

（ディスプレイ５１０）

ディスプレイ５１０は、自律動作体１０の目の動きや感情を視覚的に表現する機能を有する。図５に示すように、ディスプレイ５１０は、感情や動作に応じた眼球、瞳孔、瞼の動作を表現することができる。ディスプレイ５１０は、文字や記号、また眼球運動とは関連しない画像などを敢えて表示しないことで、実在するイヌなどの動物に近い自然な動作を演出する。

【００３９】

また、図５に示すように、自律動作体１０は、右眼および左眼にそれぞれ相当する２つのディスプレイ５１０ｒおよび５１０ｌを備える。ディスプレイ５１０ｒおよび５１０ｌは、例えば、独立した２つのＯＬＥＤ（Ｏｒｇａｎｉｃ Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ）により実現される。ＯＬＥＤによれば、眼球の曲面を再現することが可能となり、１枚の平面ディスプレイにより一対の眼球を表現する場合や、２枚の独立した平面ディスプレイにより２つの眼球をそれぞれ表現する場合と比較して、より自然な外装を実現することができる。

【００４０】

以上述べたように、ディスプレイ５１０ｒおよび５１０ｌによれば、図５に示すような自律動作体１０の視線や感情を高精度かつ柔軟に表現することが可能となる。また、ユーザはディスプレイ５１０に表示される眼球の動作から、自律動作体１０の状態を直観的に把握することが可能となる。

【００４１】

以上、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０のハードウェア構成例について説明した。上記の構成によれば、図６に示すように、自律動作体１０の関節部や眼球の動作を精度高くまた柔軟に制御することで、より実在の生物に近い動作および感情表現を実現する

ことが可能となる。なお、図６は、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０の動作例を示す図であるが、図６では、自律動作体１０の関節部および眼球の動作について着目して説明を行うため、自律動作体１０の外部構造を簡略化して示している。同様に、以下の説明においては、自律動作体１０の外部構造を簡略化して示す場合があるが、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０のハードウェア構成および外装は、図面により示される例に限定されず、適宜設計され得る。

【００４２】

＜＜１．３．機能概要＞＞

次に、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０が有する機能の概要について説明する。上述したように、自律動作を行う装置では、実行した行動に対するユーザのフィードバックを精度高く認識し、当該認識の結果を後続する行動に正しく反映させることが重要となる。

【００４３】

ここで、上記のフィードバックとは、例えば、自律動作体１０が行った行動（振る舞い）に対し、ユーザが褒めるまたは叱るなどの反応を示すことを指す。本実施形態に係る自律動作体１０は、上記のようなフィードバックを認識することで、ユーザが褒めてもらえる振る舞いをより多く行うようになり、またユーザに叱られる振る舞いを徐々に実行しないようになる。

【００４４】

しかし、上記のフィードバックが誤って認識される場合、ユーザの嗜好に合った振る舞いが正しく行われなくなる可能性がある。図７および図８は、本実施形態に係る比較対象である自律動作体９０がユーザのフィードバックを誤って認識する場合の一例について説明するための図である。

【００４５】

例えば、図７に示す一例の場合、自律動作体９０は、「良い子だね」というユーザＵ１の発話ＵＯ１を認識したことにより、ユーザＵ１が自身を褒めたと認識している。しかし、実際には、ユーザＵ１の発話ＵＯ１は、同一空間に居るユーザＵ２に向けられたものあり、自律動作体９０による上記のフィードバック認識は誤りであるといえる。

【００４６】

この場合、自律動作体９０は、発話ＵＯ１の認識時あるいは直前に行っていた振る舞いをユーザＵ１が好むと誤認し、以降、当該振る舞いをより多く行うようになる可能性がある。しかし、ここで、例えば、当該振る舞いに対するユーザＵ１の本来の評価が低い場合には、ユーザ体験を損ねる結果となりかねない。

【００４７】

また、図８に示す一例の場合、自律動作体９０は、ユーザＵ１が頭部を撫でたことを認識したことにより、ユーザＵ１が自身を褒めたと認識している。しかし、図８に示す一例では、ユーザＵ１は、発話ＵＯ２に示されるように、外出に際し挨拶代りに自律動作体９０の頭部を撫でたにすぎない。

【００４８】

この場合も図７に示した一例の場合と同様に、自律動作体９０は、頭部を撫でる行為の認識時あるいは直前に行っていた振る舞いをユーザＵ１が好むと誤認し、以降、当該振る舞いをより多く行うようになる可能性がある。

【００４９】

このように、音声や接触などの一方を用いたフィードバック認識では、ユーザのフィードバックを誤認する可能性があり信頼性に欠けると共に、ユーザの意図に沿わない行動が多発する事態を招く要因となり得る。

【００５０】

本開示に係る技術思想は、上記の点に着目して発想されたものであり、自律動作体の振る舞いに対するユーザのフィードバックを精度高く認識することを可能とする。このために、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０は、例えば、収集した複数のセンサ情報に

基づいて、統合的にユーザのフィードバックを認識することを特徴の一つとする。また、この際、本開示の一実施形態に係る自律動作体１０は、ユーザのフィードバックの種別および度合いを認識し、後の行動計画に反映してよい。

【００５１】

図９は、本実施形態に係る自律動作体１０によるフィードバック認識の概要について説明するための図である。図９に示す一例の場合、ユーザＵ１は、自律動作体１０が行った振る舞いに対し、頭部を撫でると共に、「良い子だね、ジョン」という発話ＵＯ３を行っている。

【００５２】

この際、本実施形態に係る自律動作体１０は、頭部に配置されたタッチセンサ５４０により頭部が撫でられたことを認識し、またマイクロフォン５１５が収集した発話ＵＯ３を音声認識することで、ユーザＵ１が褒め言葉を発したことを認識する。

【００５３】

この場合、本実施形態に係る自律動作体１０は、頭部を撫でる接触行為と、発話ＵＯ３による非接触行為の認識結果の両方が、肯定的なフィードバックを示すことから、ユーザＵ１が自身を褒めていると判断することができる。

【００５４】

また、本実施形態に係る自律動作体１０は、上記に限らず、収集・認識した各種の情報を利用して統合的にユーザのフィードバックを認識することができる。図９に示す一例の場合、自律動作体１０は、例えば、ユーザＵ１の笑顔を認識することで、ユーザＵ１のフィードバックが肯定的である確信を強めることができる。

【００５５】

また、例えば、自律動作体１０は、発話ＵＯ３に褒め言葉と共に自身の名前が含まれていることを認識することで、発話ＵＯ３、すなわち肯定的なフィードバックが自身に向けられたものである可能性が極めて高いと判定してもよい。

【００５６】

このように、本実施形態に係る自律動作体１０は、取集したセンサ情報に基づく各種の認識処理を実行することで、ユーザのフィードバックの種別や度合いを精度高く認識し、当該フィードバックを以降の行動計画に活用することができる。

【００５７】

また、一般的な装置では、ユーザの撫でる・叩くなどの接触行為を認識するために、静電式または感圧式のタッチセンサを用いている。ここで、例えば、実際の生物のように、皮膚のどの場所に接触が行われても、当該接触を認識するためには、装置の外装全体にタッチセンサを配置する必要がある。しかし、このようなタッチセンサの配置は、開発コストを増大させることから現実的ではない。このため、従来の装置では、タッチセンサが配置されない部位に対するユーザの接触行為を認識することが困難であった。

【００５８】

一方、本実施形態に係る自律動作体１０は、立っている状態においても力を分散させるために、各関節に遊びが持たせられている。このため、本実施形態に係る自律動作体１０には、どの部位に接触行為があった場合でも、微細な振動が生じることとなる。

【００５９】

そこで、本実施形態に係る自律動作体１０は、上記の微細な振動を慣性センサ５５５により検出することで、各部位への接触時に生じる特徴的な振動を特定し、接触行為が行われた部位を判別することが可能である。

【００６０】

図１０は、本実施形態に係る微細振動に基づく接触部位判別の一例を示す図である。図１０に示す一例の場合、ユーザＵ１は、自律動作体１０の腹部を撫でると共に、「良い子！」という発話ＵＯ４を行っている。しかし、本実施形態に係るタッチセンサ５４０は、自律動作体１０の頭部、顎部、および背部にのみ配置されていることから、タッチセンサ５４０による検出情報のみでは、通常、腹部を撫でられたことを認識することが困難であ

る。

【００６１】

しかし、本実施形態に係る自律動作体１０は、接触行為により生じる微細振動を慣性センサ５５５により検出し、また当該微細振動が腹部が撫でられる際に特徴的な振動であることを特定することで、ユーザＵ１により腹部を撫でられたことを認識することが可能である。

【００６２】

このように、本実施形態に係る自律動作体１０が有する上記の機能によれば、タッチセンサ５４０が配置されていない部位であってもユーザの接触行為を認識することが可能となり、フィードバックの認識精度をより効果的に向上させることができる。

【００６３】

＜＜１．４．システム構成例＞＞

次に、本実施形態に係る情報処理システムの構成例について説明する。図１１は、本実施形態に係る情報処理システムの構成例を示す図である。図１１に示すように、本実施形態に係る自律動作体１０および情報処理サーバ２０を備える。また、自律動作体１０と情報処理サーバ２０は、ネットワーク３０を介して互いに通信が行えるように接続される。

【００６４】

（自律動作体１０）

本実施形態に係る自律動作体１０は、収集したセンサ情報に基づいて各種の認識処理を実行し、当該認識処理の結果に基づいて自律的に動作を行う情報処理装置である。上述したように、本実施形態に係る自律動作体１０は、実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを、多種の認識処理の組み合わせにより精度高く認識することができる。

【００６５】

（情報処理サーバ２０）

本実施形態に係る情報処理サーバ２０は、自律動作体１０が収集した各種のセンサ情報や自律動作体１０による学習の結果を収集し、集合知として蓄積する情報処理装置である。また、本実施形態に係る情報処理サーバ２０は、上記のセンサ情報に基づく認識処理や学習行う機能を有してもよい。

【００６６】

（ネットワーク３０）

ネットワーク３０は、自律動作体１０と情報処理サーバ２０とを接続する機能を有する。ネットワーク３０は、インターネット、電話回線網、衛星通信網などの公衆回線網や、Ｅｔｈｅｒｎｅｔ（登録商標）を含む各種のＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）、ＷＡＮ（Ｗｉｄｅ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）などを含んでもよい。また、ネットワーク３０は、ＩＰ－ＶＰＮ（Ｉｎｔｅｒｎｅｔ Ｐｒｏｔｏｃｏｌ－Ｖｉｒｔｕａｌ Ｐｒｉｖａｔｅ Ｎｅｔｗｏｒｋ）などの専用回線網を含んでもよい。また、ネットワーク３０は、Ｗｉ－Ｆｉ（登録商標）、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）など無線通信網を含んでもよい。

【００６７】

以上、本実施形態に係る情報処理システムの構成例について述べた。なお、図１１を用いて説明した上記の構成はあくまで一例であり、本実施形態に係る情報処理システムの構成は係る例に限定されない。本実施形態に係る情報処理システムの構成は、仕様や運用に応じて柔軟に変形可能である。

【００６８】

＜＜１．５．自律動作体１０の機能構成例＞＞

次に、本実施形態に係る自律動作体１０の機能構成例について述べる。図１２は、本実施形態に係る自律動作体１０の機能構成例を示すブロック図である。図１２に示すように、本実施形態に係る自律動作体１０は、入力部１１０、認識部１２０、学習部１３０、行動計画部１４０、動作制御部１５０、駆動部１６０、出力部１７０、およびサーバ通信部１８０を備える。

【００６９】
（入力部１１０）
入力部１１０は、ユーザや周囲環境に係る種々の情報を収集する機能を有する。入力部１１０は、例えば、ユーザの発話や周囲で発生する環境音、ユーザや周囲環境に係る画像情報、および種々のセンサ情報を収集する。このために、入力部１１０は、図１に示す各種のセンサを備える。
【００７０】
（認識部１２０）
認識部１２０は、入力部１１０が収集した種々の情報に基づいて、ユーザや周囲環境、また自律動作体１０の状態に係る種々の認識を行う機能を有する。一例としては、認識部１２０は、音声認識、接触行為認識、人識別、表情や視線の認識、物体認識、動作認識、空間領域認識、色認識、形認識、マーカー認識、障害物認識、段差認識、明るさ認識などを行ってよい。
【００７１】
また、本実施形態に係る認識部１２０は、上記のような認識処理に基づいて、振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識することを特徴の一つとする。本実施形態に係る認識部１２０が有する機能の詳細については別途後述する。
【００７２】
（学習部１３０）
学習部１３０は、入力部１１０が収集したセンサ情報等に基づいて各種の学習を行う機能を有する。学習部１３０は、例えば、深層学習（Ｄｅｅｐ　Ｌｅａｒｎｉｎｇ）などの機械学習アルゴリズムを用いて、自律動作体１０の各部位における接触行為と、当該接触行為により生じる微細振動との関係性を学習する。
【００７３】
（行動計画部１４０）
行動計画部１４０は、認識部１２０が出力する各種の認識結果と学習部１３０が学習した知識とに基づいて、自律動作体１０が行動を計画する機能を有する。本実施形態に係る行動計画部１４０が有する機能の詳細については別途後述する。
【００７４】
（動作制御部１５０）
動作制御部１５０は、行動計画部１４０による行動計画に基づいて、駆動部１６０および出力部１７０の動作を制御する機能を有する。動作制御部１５０は、例えば、上記の行動計画に基づいて、アクチュエータ５７０の回転制御や、ディスプレイ５１０の表示制御、スピーカによる音声出力制御などを行う。
【００７５】
（駆動部１６０）
駆動部１６０は、動作制御部１５０による制御に基づいて、自律動作体１０が有する複数の関節部を屈伸させる機能を有する。より具体的には、駆動部１６０は、動作制御部１５０による制御に基づき、各関節部が備えるアクチュエータ５７０を駆動させる。
【００７６】
（出力部１７０）
出力部１７０は、動作制御部１５０による制御に基づいて、視覚情報や音情報の出力を行う機能を有する。このために、出力部１７０は、ディスプレイ５１０やスピーカを備える。
【００７７】
（サーバ通信部１８０）
本実施形態に係るサーバ通信部１８０は、ネットワーク３０を介して情報処理サーバ２０との情報通信を行う。
【００７８】
以上、本実施形態に係る自律動作体１０の機能構成例について概要を述べた。続いて、

図１３を参照して、本実施形態に係る自律動作体１０の機能構成をより詳細に説明する。図１３は、本実施形態に係る自律動作体１０の詳細な機能構成例を示すブロック図である。なお、図１３において、本実施形態に係るフィードバック認識に関連する構成が中心として記載されている。

【００７９】

図示するように、本実施形態に係る入力部１１０は、タッチセンサ５４０、慣性センサ５５５、足裏ボタン５５０、マイクロフォン５１５などを含む。タッチセンサ５４０が検出した頭部、顎部、背部に対する接触情報や、慣性センサ５５５が検出した姿勢情報および振動情報、足裏ボタン５５０が検出した接地状況は、認識部１２０が有するスキンシップ認識器１２２に入力される。また、マイクロフォン５１５が収集した音情報は、認識部１２０が有する音声認識器１２４に入力される。

【００８０】

上述したように、本実施形態に係る認識部１２０は、入力部１１０が収集した各種のセンサ情報に基づいて、自律動作体１０の行動決定に用いられる各種の認識処理を実行する。本実施形態に係る認識部１２０は、例えば、スキンシップ認識器１２２、音声認識器１２４、およびフィードバック認識器１２６を有する。

【００８１】

本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２は、自律動作体１０に対するユーザの接触行為を認識する機能を有する。ここで、上記の接触行為は、例えば、撫でる行為や叩く行為などを含む。この際、本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２は、タッチセンサ５４０や慣性センサ５５５が収集したセンサ情報に基づいて上記のような接触行為を認識することができる。本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２が有する機能の詳細については別途後述する。

【００８２】

また、本実施形態に係る音声認識器１２４は、本実施形態に係る非接触行為の一つであるユーザの発話を認識する。本実施形態に係る音声認識器１２４が有する機能の詳細については別途後述する。

【００８３】

また、本実施形態に係るフィードバック認識器１２６は、自律動作体１０が実行した振る舞いに対するユーザのフィーバックを認識する機能を有する。また、本実施形態に係るフィードバック認識器１２６は、自律動作体１０に対するユーザの接触行為および非接触行為の認識結果に基づいて、上記フォードバックの種別や度合いを認識する機能を有する。

【００８４】

ここで、上記の接触行為とは、撫でる・叩くなど行為を指す。また、上記の非接触行為とは、自律動作体１０が行った振る舞いに対する反応としての発話やジェスチャ、また表情などで有り得る。このような非接触行為は、音声認識器１２４、認識部１２０が有するジェスチャ認識器（図示しない）、表情認識器（図示しない）などの構成により認識される。例えば、音声認識器１２４は、マイクロフォン５１５が収集した発話情報に基づいて発話を認識し、ジェスチャ認識器や表情認識器は、ユーザを撮影した画像儒法に基づいて、それぞれジェスチャや表情を認識してよい。本実施形態に係るフィードバック認識器１２６が有する機能の詳細にいては別途後述する。

【００８５】

また、本実施形態に係る行動計画部１４０は、振る舞い選択器１４２と脊髄反射器１４４を有する。本実施形態に係る振る舞い選択器１４２は、フィードバック認識器１２６が認識したユーザのフィードバックなど、認識部１２０による各種の認識処理の結果に基づいて自律動作体１０に実行させる振る舞いを決定する。本実施形態に係る振る舞い選択器１４２が有する機能の詳細については別途後述する。

【００８６】

また、本実施形態に係る脊髄反射器１４４は、認識部１２０が認識した接触行為や非接触行為に基づいて、自律動作体１０に行わせる反射的な動作を決定する。当該動作は、振

る舞い選択器１４２が選択した振る舞いと同時に行われてよい。例えば、ユーザの発話が認識された場合、脊髄反射器１４４は、耳をピクリと動かすような動作を決定してもよい。また、接触行為が認識された場合には、眼やしっぽなど動かす動作を決定してもよい。また、接触行為および非接触行為の両方が認識された場合、脊髄反射器１４４は、耳、眼、しっぽを同時に動かす動作を決定してもよい。

【００８７】

また、本実施形態に係る動作制御部１５０は、振る舞い選択器１４２が選択した振る舞いや脊髄反射器１４４が決定した動作に基づいて、アクチュエータ５７０や、ディスプレイ５１０、スピーカ５１２を制御する。

【００８８】

以上、本実施形態に係る自律動作体１０の機能構成例について述べた。なお、図１３を用いて説明した上記の構成はあくまで一例であり、本実施形態に係る自律動作体１０の機能構成は係る例に限定されない。本実施形態に係る自律動作体１０の機能構成は、仕様や運用に応じて柔軟に変形可能である。

【００８９】

＜＜１．６．機能の詳細＞＞

次に、本実施形態に係る自律動作体１０が有する各機能について詳細に説明する。まず、本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２が有する機能について述べる。

【００９０】

本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２は、例えば、タッチセンサ５４０が検出したタッチ情報に基づいて、頭部、顎部、背部に対するユーザの接触行為を認識する。

【００９１】

また、上述したように、本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２は、タッチセンサ５４０が配置されない部位に対するユーザの接触行為を認識することも可能である。

【００９２】

図１４は、本実施形態に係る慣性センサ５５５を用いた接触行為の認識について説明するための図である。図１４に示すように、本実施形態に係る自律動作体１０は、頭部および胴部にそれぞれ慣性センサ５５５ａおよび５５５ｂを備える。

【００９３】

上述したように、本実施形態に係る自律動作体１０の各関節には遊びが持たされており、また装置内部における構造体の違い等から、接触行為が行われた際に生じる微細振動は、各部位に応じて異なるものとなる。

【００９４】

例えば、図１４に示すように、腹部が撫でられた場合を想定する。ここで、本実施形態に係る自律動作体１０の腹部には、取り外しが可能な蓋が取り付けられており、また蓋の内側にはバッテリーが配置される。また、腹部と頭部の間には、首の関節を可動させるアクチュエータ５７０が配置される。

【００９５】

さらには、接触行為が行われる腹部と慣性センサ５５５ａとの距離、および腹部と慣性センサ５５５ｂとの距離はそれぞれ異なることから、慣性センサ５５５ａおよび５５５ｂが検出する微細振動には、図中に例示するように、それぞれ異なる特徴が現れ得る。

【００９６】

このため、本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２は、自律動作体１０の各部位に対する接触行為に伴い慣性センサ５５５が収集したセンサ情報の学習の結果と、現時点で収集されたセンサ情報とに基づいて、接触行為が行われた部位を特定してよい。上記の学習は、例えば、ニューラルネットワークを用いた教師あり学習などにより行われる。

【００９７】

本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２が有する上記の機能によれば、タッチセンサ５４０が配置されていない部位に対して接触行為が行われた場合であっても、当該接触行為を認識することが可能となる。

【００９８】
　なお、スキンシップ認識器１２２は、自律動作体１０が特定の姿勢をとっている場合には、接触行為が行われると予測される箇所に候補を限定することで、より効率的に接触行為を検出することも可能である。例えば、自律動作体１０がユーザに腹部を見せている姿勢の場合、ユーザは腹部に対する接触行為を行う可能性が極めて高いと予測される。この場合、スキンシップ認識器１２２は、上記姿勢を行っている間に微細振動が検出されたことに基づいて、腹部に対する接触行為があったことを認識してもよい。
【００９９】
　また、本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２は、タッチセンサ５４０や慣性センサ５５５が収集したセンサ情報を用いた学習の結果に基づいて、各接触行為が肯定的なフィードバックであるか、否定的なフィードバックであるか、またその度合いを分類できてよい。
【０１００】
　図１５は、本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２による接触行為の分類の一例を示す図である。例えば、スキンシップ認識器１２２は、図中に示すように、腹部や背部、頭部が強く叩かれた場合、当該接触行為が強い否定的なフォードバック（ＶＥＲＹ　ＢＡＤ）に分類してもよい。
【０１０１】
　また、例えば、スキンシップ認識器１２２は、お腹を見せている間に撫でられた場合、当該接触行為を軽い肯定的なフィードバック（ＧＯＯＤ）に分類してもよい。
【０１０２】
　以上、本実施形態に係るスキンシップ認識器１２２が有する機能について詳細に説明した。次に、本実施形態に係る音声認識器１２４が有する機能について説明する。
【０１０３】
　本実施形態に係る音声認識器１２４は、ユーザの発話に対する音声認識と意味解析を行う。また、本実施形態に係る音声認識器１２４は、ユーザの発話の方向を推定する音源定位推定機能を有してよい。例えば、音声認識器１２４は、上記の処理の結果、自身の名前が発話に含まれていることを認識した場合、発話が自律動作体１０に対して行われたものであると判定することも可能である。このように、本実施形態に係る認識部１２０は、入力部１１０が収集したセンサ情報に基づいて、ユーザの非接触行為が自律動作体１０に対するものか否かを判定することが可能である。
【０１０４】
　また、本実施形態に係る音声認識器１２４は、音声認識および意味解析の結果に基づいて、ユーザの発話が肯定的なフィードバックであるか、否定的なフィードバックであるか、またその度合いを分類できてよい。
【０１０５】
　図１６は、本実施形態に係る音声認識器１２４による接触行為の分類の一例を示す図である。例えば、音声認識器１２４は、図中に示すように、音声認識と意味解析の結果から発話ごとに分類を行う。例えば、認識した発話が「最高だね」の場合、音声認識器１２４は、当該発話を強い肯定的なフィードバック（ＶＥＲＹ　ＧＯＯＤ）に分類してもよい。また、例えば、音声認識器１２４は、認識した発話が「悪い子」である場合、当該発話を強い否定的なフィードバック（ＶＥＲＹ　ＢＡＤ）に分類してもよい。
【０１０６】
　また、音声認識器１２４は、発話に含まれる単語の意味の他、例えば、発話を行った際のユーザの感情を考慮して分類を行うことも可能である。例えば、「バカ」いう単語が怒りの感情と共に所定以上の音圧で入力された場合、通常時には「バカ」を「ＢＡＤ」に分類するところを、「ＶＥＲＹ　ＢＡＤ」に分類してもよい。
【０１０７】
　また、音声認識器１２４は、音源定位の情報を分類に利用してもよい。例えば、自律動作体１０の正面から「良い子」をいう発話を認識した場合、通常時よりも１ランク分レベ

ルを上げてもよい。これは、人間の子供に対する叱責などの場合と同様に、明確に意図を伝えようとする場合には、正面からの発話が効果的となるためである。

【０１０８】

以上、本実施形態に係る音声認識器１２４が有する機能について詳細に説明した。次に、本実施形態に係るフィードバック認識器１２６が有する機能について説明する。上述したように、本実施形態に係るフィードバック認識器１２６は、スキンシップ認識器１２２が認識した接触行為や、音声認識器１２４などが認識した非接触行為に基づいて、振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識する機能を有する。

【０１０９】

図１７は、本実施形態に係るフィードバック認識の流れ示すフローチャートである。なお、図１７に示す一例では、本実施形態に係る非接触行為の一例としてユーザの発話を扱う場合が示されている。

【０１１０】

図１７を参照すると、まず、入力部１１０が各種のセンサ情報を収集する（Ｓ１１０１）。なお、本実施形態に係るセンサ情報には、音、画像、加速度、角速度などの各種の情報が含まれる。

【０１１１】

次に、音声認識器１２４による音声認識（Ｓ１１０２）、およびスキンシップ認識器１２２による接触行為の認識（Ｓ１１０３）が行われる。

【０１１２】

次に、本実施形態に係るフィードバック認識器１２６は、所定時間内に音声認識結果および接触行為認識結果が取得されたか否かを判定する（Ｓ１１０４）。

【０１１３】

ここで、いずれかの認識結果のみが取得されている場合（Ｓ１１０４：ＮＯ）、フィードバック認識器１２６は、取得された音声認識結果または接触行為認識結果を単独で用いたフィードバック認識を行う（Ｓ１１０６）。すなわち、フィードバック認識器１２６は、所定時間内に接触行為の認識結果および非接触行為の両方の認識結果が取得されない場合、取得された接触行為または非接触行為のいずれかの認識結果に基づいて、フィードバックの種別および度合いを認識してよい。

【０１１４】

一方、両者の認識結果が取得されている場合（Ｓ１１０４：ＹＥＳ）、フィードバック認識器１２６は、音声認識結果および接触行為認識結果の組み合わせによるフィードバック認識を行う（Ｓ１１０５）。

【０１１５】

図１８は、本実施形態に係る接触行為および非接触行為の認識に基づくフィードバック認識の一例を示す図である。例えば、フィードバック認識器１２６は、接触行為および非接触行為が共に肯定的なフィードバック（ＧＯＯＤ）である認識されている場合、最終的なフィードバックの分類を「ＶＥＲＹ　ＧＯＯＤ」として認識してよい。

【０１１６】

また、例えば、フィードバック認識器１２６は、接触行為および非接触行為が共に否定的なフィードバック（ＢＡＤ）である認識されている場合、最終的なフィードバックの分類を「ＶＥＲＹ　ＢＡＤ」として認識してよい。

【０１１７】

一方、フィードバック認識器１２６は、接触行為の認識結果に基づくフィードバックの種別と、非接触行為の認識結果に基づくフィードバックの種別とが同一でない場合、接触行為の認識結果に重みをおいて最終的なフィードバックの種別および度合いを認識する。

【０１１８】

例えば、図１８に示す一例のように、接触行為が肯定的なフィードバック（ＧＯＯＤ）であると認識されており、非接触行為が否定的なフィードバック（ＢＡＤ）であると認識されている場合、フィードバック認識器１２６は、最終的なフィードバックを「ＧＯＯＤ

」として認識してもよい。

【０１１９】

反対に、接触行為が否定的なフィードバック（ＢＡＤ）であると認識されており、非接触行為が肯定的なフィードバック（ＧＯＯＤ）であると認識されている場合、フィードバック認識器１２６は、最終的なフィードバックを「ＢＡＤ」として認識してもよい。

【０１２０】

本実施形態に係るフィードバック認識器１２６が有する上記の機能によれば、よりダイレクトなフィードバックである接触行為を優先的に扱うことができ、フィードバック認識の精度の向上が期待される。

【０１２１】

以上、本実施形態に係るフィードバック認識器１２６が有する機能の詳細について説明した。なお、上記では、フィードバックの種別が肯定的あるいは否定的の２種であり、それぞれ２つの度合いに分類される場合を例示したが、本実施形態に係るフィードバックの種別および度合いは係る例に限定されない。

【０１２２】

次に、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２が有する機能について詳細に説明する。本実施形態に係る振る舞い選択器１４２は、フィードバック認識器１２６が認識したフィードバックの種別および度合いに基づいて、対応する振る舞いに係るスコアを増減させることにより当該スコアを修正する。また、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２は、上記のように取得したスコアに基づいて、自律動作体１０に実行させる振る舞いを決定する。

【０１２３】

振る舞い選択器１４２は、例えば、認識されたフィードバックが否定的である場合には該当する振る舞いに係るスコアを減算し、フィードバックが肯定的である場合には該当する振る舞いに係るスコアを加算してよい。また、この場合、振る舞い選択器１４２は、スコアが高い振る舞いをより優先して選択してよい。

【０１２４】

本実施形態に係る振る舞い選択器１４２が有する上記の機能によれば、褒められた振る舞いがより行われやすく、叱られた振る舞いが行われづらい行動計画を実現することができる。これによれば、ユーザの嗜好に合致した振る舞いが多くなることで、ユーザの満足度を向上させることが可能となる。また、連続したフィードバックに基づくスコアの増減により当該スコアが所定の閾値を超えた場合にのみ選択される特別な振る舞いなどを設定することで、ユーザの興味をより引きつけることなども可能である。

【０１２５】

また、本実施形態に係るフィードバックは、自律動作体１０が有する感情に反映されてもよい。本実施形態に係る自律動作体１０は、それぞれ感情を有しており、また認識した状況に応じて感情が変化するように設計される。このため、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２が、フィードバックの種別および度合いを自律動作体１０の感情に反映することで、ユーザのフィードバックにより自律動作体１０の感情が喜びに傾いた場合には、後続する振る舞いを喜びを表現するものとすることや、褒められた振る舞いを繰り返し実行することなどが可能となる。

【０１２６】

上記のような制御は、例えば、図１９に示す流れで実行され得る。図１９は、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２による処理の流れを示すフローチャートである。

【０１２７】

図１９を参照すると、振る舞い選択器１４２は、まず、実行された振る舞いに対するフィードバックに基づいて、当該振る舞いに係るスコアを算出する（Ｓ１２０１）。

【０１２８】

次に、振る舞い選択器１４２は、感情にフィードバックを反映する（Ｓ１２０２）。

【０１２９】

次に、振る舞い選択器１４２は、算出したスコアや感情に基づく振る舞いの選択を行う

（Ｓ１２０３）。

【０１３０】

以上、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２の処理の流れについて説明した。なお、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２は、上記で説明した処理の他にも、スコア等に基づく多様な振る舞い選択を行うことが可能である。

【０１３１】

例えば、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２は、スコアが算出されていない振る舞いを優先して選択してもよい。本実施形態に係る振る舞い選択器１４２による上記の制御によれば、ユーザからのフィードバックが未だ得られていない振る舞いを行うことで、例えば、同様の振る舞いばかりが繰り返し実行されることを防止し、ユーザに飽きを生じさせない効果が期待される。

【０１３２】

また、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２は、ユーザが否定的なフィードバックを行うことが予測される振る舞いを敢えて選択し、自律動作体１０に実行させてもよい。係る制御によれば、ユーザが自律動作体１０を叱る際、どのようなフィードバックが行うかを観察することが可能である。

【０１３３】

図２０は、本実施形態に係るフィードバック態様の学習について説明するための図である。図２０に示す一例の場合、振る舞い選択器１４２は、ユーザＵ１が否定的なフィードバックを行う、すなわち自律動作体１０を叱ることが予測される振る舞いとして、大きな声で吠える振る舞いを選択し、自律動作体１０に実行させている。

【０１３４】

また、ユーザＵ１は、自律動作体１０による上記の振る舞いに対し、顔をしかめながら、「止めなさい！」という発話ＵＯ５を行い、さらに自律動作体１０の頭部を叩いている。

【０１３５】

このように、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２によれば、ユーザが叱るであろう振る舞いを敢えて自律動作体１０に実行させることで、ユーザごとの否定的なフィードバックの態様に係る情報を違和感なく収集することができる。

【０１３６】

この際、本実施形態に係る学習部１３０は、上記のような振る舞いに対するフィードバックに基づいて、ユーザの否定的なフィードバックの態様を学習する。これによれば、ユーザごとのフィードバックの態様を学習することができ、より精度の高いフィードバック認識を実現することが可能となる。

【０１３７】

なお、本実施形態に係る振る舞い選択器１４２は、ユーザが褒めるであろう振る舞いを敢えて自律動作体１０に実行させることで、ユーザごとの肯定的なフィードバックの態様に係る情報収集を行うことも可能である。

【０１３８】

＜２．まとめ＞

以上説明した様に、本開示の一実施形態に係る情報処理方法を実現する自律動作体１０は、収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体１０の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部１２０を備える。また、本開示の一実施形態に係る認識部１２０は、自律動作体１０が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器１２６を有する。また、本開示の一実施形態に係るフィードバック認識器１２６は、自律動作体１０に対するユーザの接触行為および非接行為の認識結果に基づいて、フィードバックの度合いを認識すること、を特徴の一つとする。係る構成によれば、自律動作体の振る舞いに対するユーザのフィードバックを精度高く認識することが可能となる。

【０１３９】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有

する者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【０１４０】

また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

【０１４１】

また、コンピュータに内蔵されるＣＰＵ、ＲＯＭおよびＲＡＭなどのハードウェアに、自律動作体１０が有する構成と同等の機能を発揮させるためのプログラムも作成可能であり、当該プログラムを記録した、コンピュータに読み取り可能な非一過性の記録媒体も提供され得る。

【０１４２】

また、本明細書の自律動作体１０の処理に係る各ステップは、必ずしもフローチャートに記載された順序に沿って時系列に処理される必要はない。例えば、自律動作体１０の処理に係る各ステップは、フローチャートに記載された順序と異なる順序で処理されても、並列的に処理されてもよい。

【０１４３】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

（１）

収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部、

を備え、

前記認識部は、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を有し、

前記フィードバック認識器は、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識する、

情報処理装置。

（２）

前記認識部は、前記ユーザの発話情報または前記ユーザを撮影した画像情報に基づいて、前記非接触行為を認識する、

前記（１）に記載の情報処理装置。

（３）

前記認識部は、前記接触行為および前記非接触行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの種別を判定する、

前記（１）または（２）に記載の情報処理装置。

（４）

前記認識部は、前記センサ情報に基づいて、前記ユーザの前記非接触行為が前記自律動作体に対するものか否かを判定する、

前記（１）～（３）のいずれかに記載の情報処理装置。

（５）

前記フィードバック認識器は、前記接触行為の認識結果に基づく前記フィードバックの種別と、前記非接触行為の認識結果に基づく前記フィードバックの種別と、が同一でない場合、前記接触行為の認識結果に重みをおいて最終的な前記フィードバックの種別および度合いを認識する、

前記（１）～（４）のいずれかに記載の情報処理装置。

（６）

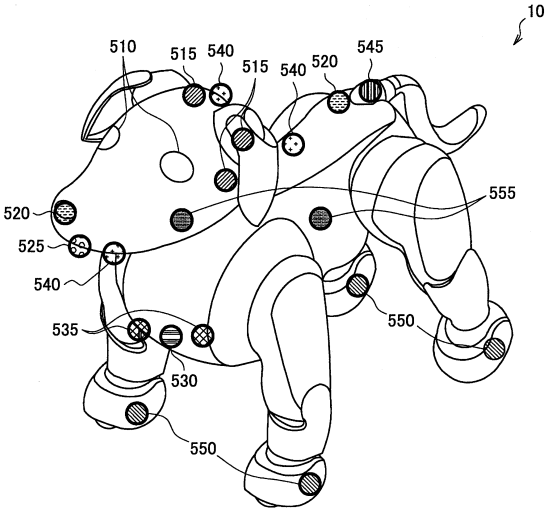
前記フィードバック認識器は、所定時間内に前記接触行為の認識結果および前記非接触行為の両方の認識結果が取得されない場合、取得された前記接触行為または非接触行為のいずれかの認識結果に基づいて、前記フィードバックの種別および度合いを認識する、

前記（１）～（５）のいずれかに記載の情報処理装置。
（７）
　前記認識部は、前記接触行為を認識するスキンシップ認識器、をさらに有する、
前記（１）～（６）のいずれかに記載の情報処理装置。
（８）
　前記スキンシップ認識器は、前記自律動作体に備えられるタッチセンサまたは慣性センサが収集したセンサ情報に基づいて、前記接触行為を認識する、
前記（７）に記載の情報処理装置。
（９）
　前記スキンシップ認識器は、前記自律動作体の各部位に対する前記接触行為に伴い前記慣性センサが取集したセンサ情報の学習結果に基づいて、前記接触行為が行われた前記自律動作体の部位を特定する、
前記（８）に記載の情報処理装置。
（１０）
　前記自律動作体は、少なくとも２つの前記慣性センサを備え、
　前記スキンシップ認識器は、２つの前記慣性センサが収集したセンサ情報に基づいて、前記タッチセンサが配置されていない部位に対する前記接触行為を認識する、
前記（９）に記載の情報処理装置。
（１１）
　前記認識部による認識処理の結果に基づいて前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定する行動計画部、
　をさらに備える、
前記（１）～（１０）のいずれかに記載の情報処理装置。
（１２）
　前記行動計画部は、前記フィードバック認識器が認識した前記フィードバックの種別および度合いに基づいて前記振る舞いに係るスコアを修正し、前記スコアに基づいて、前記自律動作体に実行させる前記振る舞いを決定する、
前記（１１）に記載の情報処理装置。
（１３）
　前記行動計画部は、前記フィードバックの種別および度合いを前記自律動作体の感情に反映する、
前記（１２）に記載の情報処理装置。
（１４）
　前記行動計画部は、前記スコアが算出されていない前記振る舞いを優先して前記自律動作体に実行させる、
前記（１２）または（１３）に記載の情報処理装置。
（１５）
　前記ユーザごとに前記フィードバックの態様を学習する学習部、
　をさらに備える、
前記（１１）～（１４）のいずれかに記載の情報処理装置。
（１６）
　前記行動計画部は、前記ユーザが否定的な前記フィードバックを行うことが予測される前記振る舞いを前記自律動作体に実行させ、
　前記学習部は、前記当該振る舞いに対する前記フィードバックに基づいて、前記ユーザの否定的な前記フィードバックの態様を学習する、
前記（１５）に記載の情報処理装置。
（１７）
　プロセッサが、収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行すること、
　を含み、

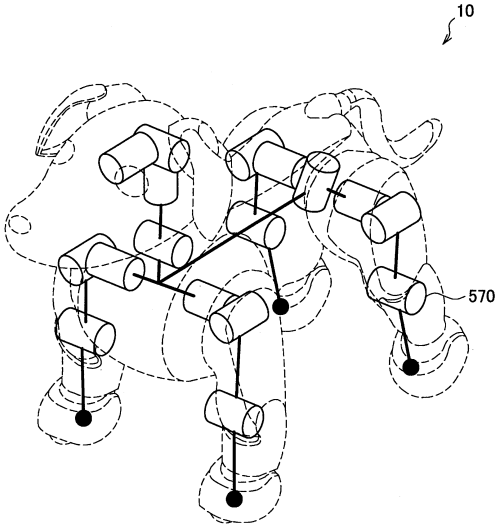
前記認識処理を実行することは、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を用い、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触認行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識すること、
をさらに含む、
情報処理方法。
（１８）
コンピュータを、
収集されたセンサ情報に基づいて、自律動作体の行動決定に用いられる認識処理を実行する認識部、
を備え、
前記認識部は、前記自律動作体が実行した振る舞いに対するユーザのフィードバックを認識するフィードバック認識器を有し、
前記フィードバック認識器は、前記自律動作体に対する前記ユーザの接触行為および非接触認行為の認識結果に基づいて、前記フィードバックの度合いを認識する、
情報処理装置、
として機能させるためのプログラム。
【符号の説明】
【０１４４】
１０　自律動作体
１１０　入力部
１２０　認識部
１２２　スキンシップ認識器
１２４　音声認識器
１２６　フィードバック認識器
１３０　学習部
１４０　行動計画部
１４２　振る舞い選択器
１４４　脊髄反射器
１５０　動作制御部

【図面】

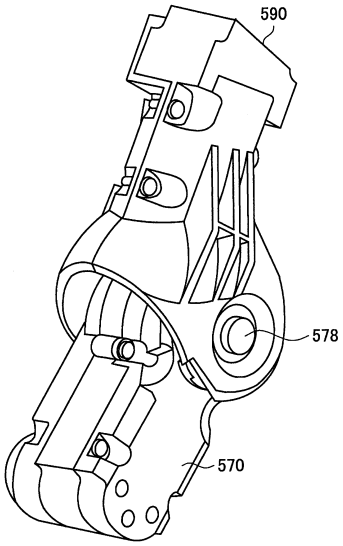
【図１】


10
510
515
540
515
540
520
545
555
520
525
540
535
530
550
550

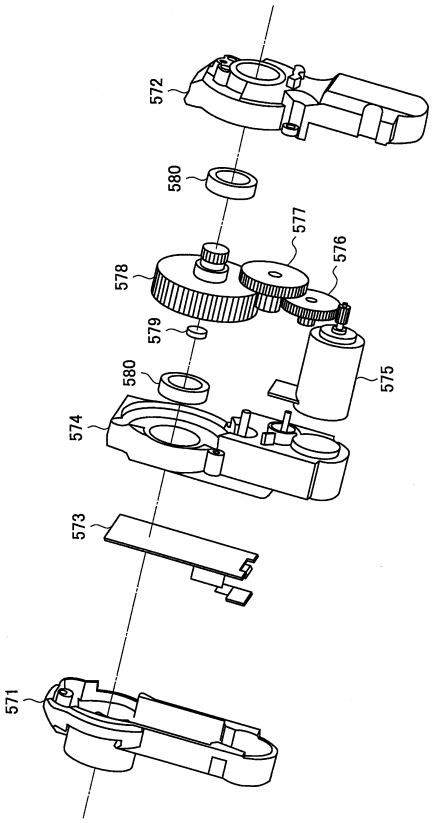
【図２】


10
570

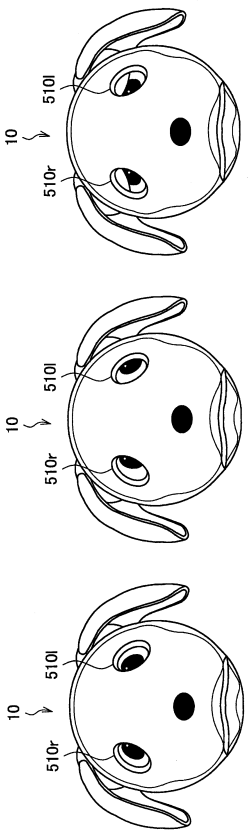
【図３】


590
578
570

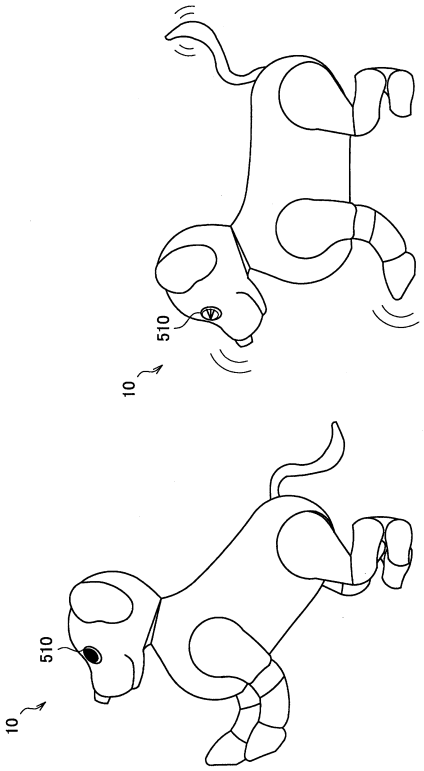
【図４】


572
580
577
576
578
579
580
575
574
573
571

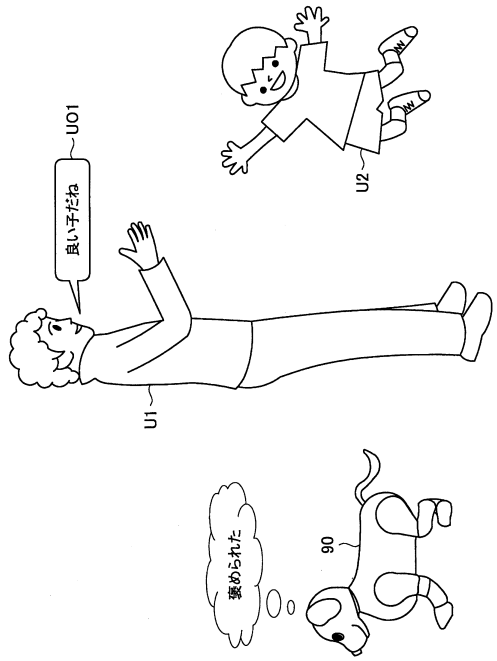
【図５】


10
510l
510r
10
510l
510r
10
510l
510r

【図６】


10
510
10
510

【図７】


90
褒められた
U1
良い子だね
UO1
U2

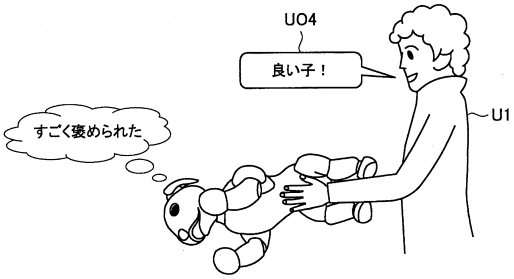
【図８】

UO2
出かけてくるね
U1
褒められた
90

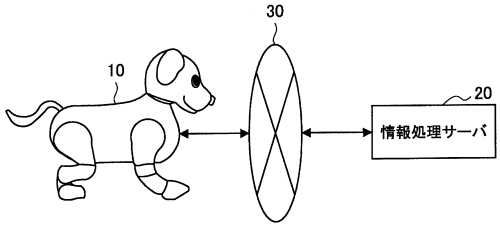
【図９】

UO3
良い子だね、ジョン！
U1
すごく褒められた
10

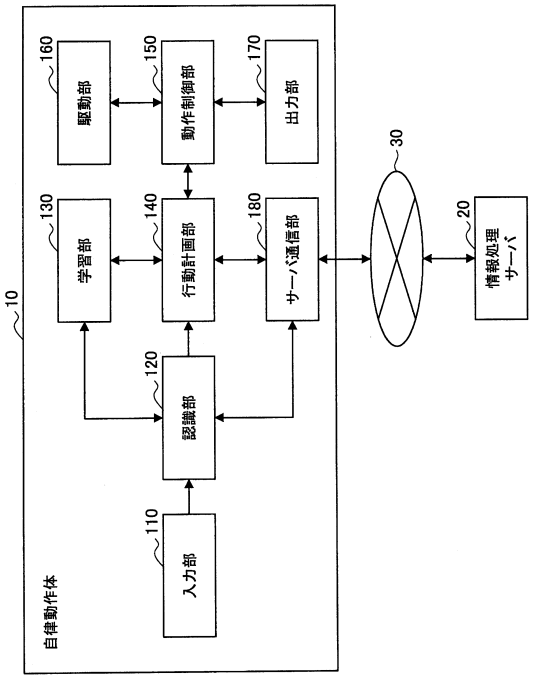
【図１０】


UO4
良い子！
U1
すごく褒められた

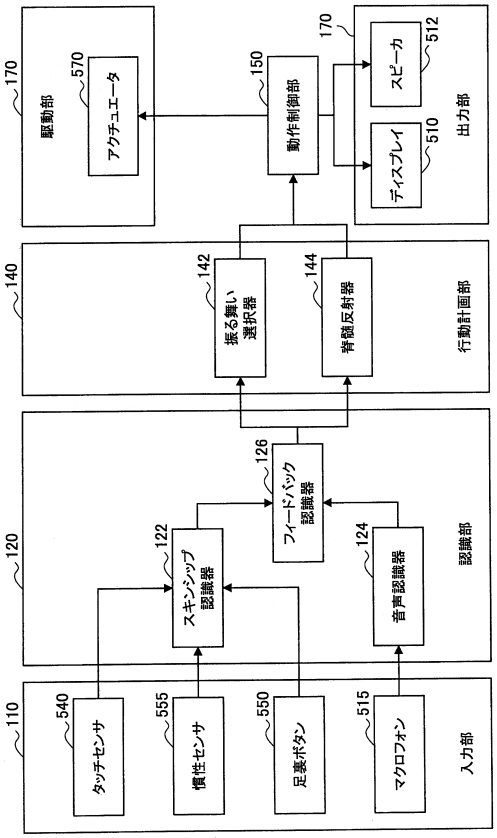
【図１１】



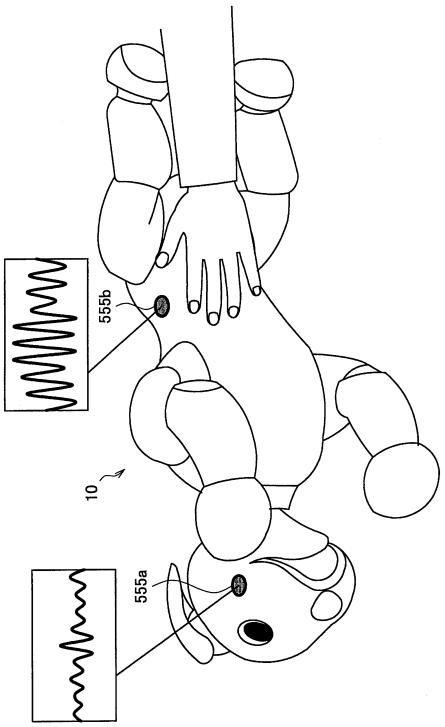
【図１２】



【図１３】



【図１４】



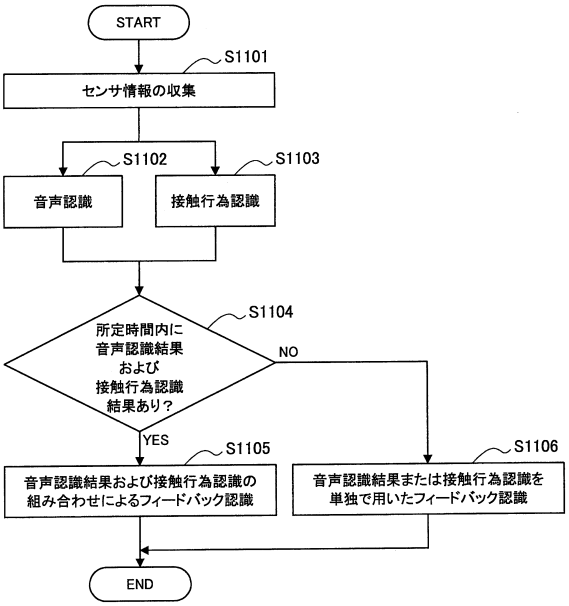
【図１５】

	VERY BAD	BAD	GOOD	VERY GOOD
腰部	強く叩かれる	お腹を見せているのに何もされない	お腹を見せている間に撫でられる	所定時間以上繰り返し撫でられる
背部	強く叩かれる	軽く叩かれる	軽く撫でられる	所定時間以上繰り返し撫でられる
頭部	強く叩かれる	軽く叩かれる	軽く撫でられる	頭部を強めに褒めるように撫でられる

【図１６】

発話例	フィードバックレベル
最高だね	VERY GOOD
良い子	GOOD
ダメ	BAD
悪い子	VERY BAD

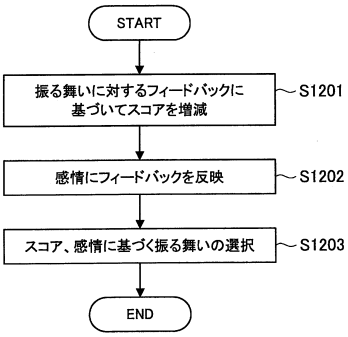
【図１７】



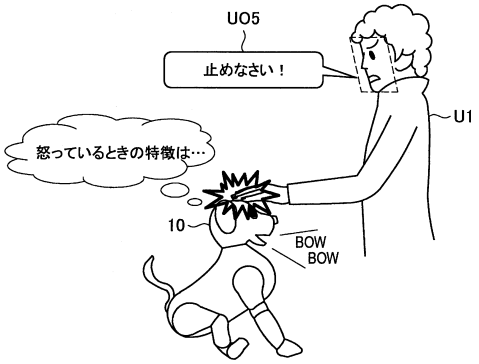
【図１８】

	非接触行為GOOD	非接触行為BAD
接触行為GOOD	FB：VERY GOOD	FB:GOOD
接触行為BAD	FB:BAD	FB：VERY BAD

【図１９】


START
振る舞いに対するフィードバックに基づいてスコアを増減
S1201
感情にフィードバックを反映
S1202
スコア、感情に基づく振る舞いの選択
S1203
END

【図２０】


UO5
止めなさい！
U1
怒っているときの特徴は…
10
BOW
BOW

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２０１１－０５４０８８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１６５８８１（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１８／０１６４６１（ＷＯ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１３／０１７８９８２（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６３Ｈ　３／００－５２
Ａ６３Ｈ　１１／００－２０
Ｂ２５Ｊ　５／００－０６
Ｂ２５Ｊ　１３／００－０８