

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2023年6月29日(29.06.2023)



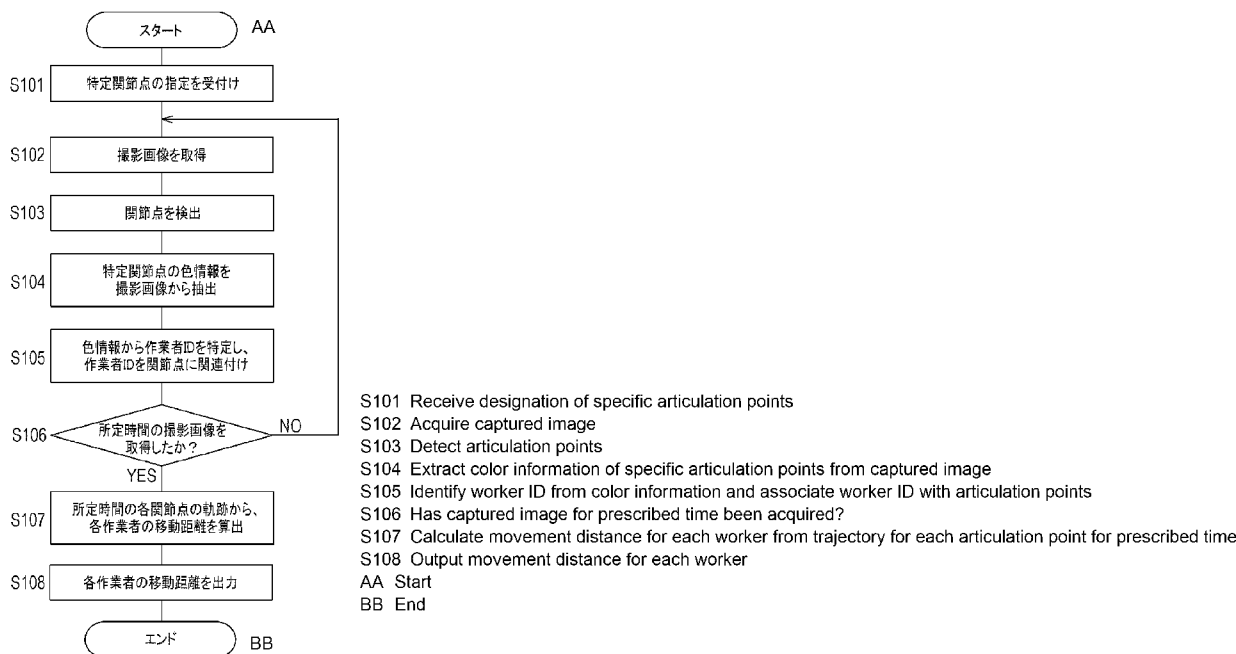
(10) 国際公開番号

WO 2023/119906 A1

- (51) 国際特許分類:  
G06T 7/00 (2017.01) G06T 7/20 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/041183
- (22) 国際出願日: 2022年11月4日(04.11.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2021-209302 2021年12月23日(23.12.2021) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 園山 将士 (SONOYAMA, Masashi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: I B C 一番町弁理士法人 (HATTA & ASSOCIATES); 〒1020082 東京都千代田区一番町10番地2 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: INFORMATION PROCESSING SYSTEM, ACTION QUANTIFICATION PROGRAM, AND ACTION QUANTIFICATION METHOD

(54) 発明の名称: 情報処理システム、行動定量化プログラム、および行動定量化方法



(57) Abstract: [Problem] Provided is an information processing system that can simplify quantification of actions by a worker and realize the same at high precision. [Solution] This information processing system has an acquisition unit that acquires articulation points of an object from an image of the object, and an action quantification unit that quantifies the action of the object on the basis of the articulation points.

(57) 要約: 【課題】作業員の行動の定量化を簡単かつ高精度に実現できる情報処理システムを提供する。【解決手段】物体の画像から前記物体の関節点を取得する取得部と、関節点に基づいて、物体の行動を定量化する行動定量化部と、を有する情報処理システム。



WO 2023/119906 A1

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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

情報処理システム、行動定量化プログラム、および行動定量化方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、情報処理システム、行動定量化プログラム、および行動定量化方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、工場等の製造現場においては、ロボットを使ったオートメーション化により、生産性の向上および生産コストの抑制が行われている。

[0003] しかし、特にMFP（MultiFunction Peripheral）等の精密機器の製造等の領域においては、ロボットでは困難な緻密な作業が要求される。このような領域においては、人手による作業が行われており、作業者の作業の効率化による生産性の向上および生産コストの抑制が求められている。

[0004] 一般的に、生産性の向上等を推進するために、品質管理や生産工学の手法が活用されている。生産工学の手法においては、工程や作業の方法、作業にかかる時間等を科学的な手法を用いて細かく定量化することで最適な方法を導き出すことで生産性を向上等を実現する。生産工学の手法の中で生産工程の改善のために時間分析法が用いられる。時間分析法は、工程の作業内容から「標準時間」を決定し、実際に工程の作業に要した時間をストップウォッチ等で計測することで得られる「実作業時間」と比較し、「標準時間」より「実作業時間」が大幅に多い工程を、生産性が低い工程を特定し改善する。

[0005] 工程の改善を推進するために、時間分析法に基づき、「現状分析」、「要因特定」、「対策検討／投入」、および「効果測定」の改善サイクルを高速で回転させるのが理想である。「現状分析」と「効果測定」を行うためには全工程の「実作業時間」を収集する必要がある。しかし、全工程の「実作業時間」を収集するためには通常多大な工数が必要となり、改善サイクルのポ

トルネックとなっている。

[0006] また、「現状分析」が完了した後に、「要因特定」のための「作業内容解析」を実施する。収集された実作業時間から、直接作業（例えば、製品組立に必要な作業）と間接作業（直接作業に付随する作業（例えば、ごみを捨てる、部品を袋から出す）を切り分け、直接作業と間接作業のいずれが規定された時間より多くかかっているのか等を検証することで「要因特定」を行う。現状、これらの検証は、分析担当者が対象工程における作業者の作業を直接観察することで行っているため、このことも改善サイクルのボトルネックとなっている。

[0007] 時間分析法に関連し、下記特許文献1には次の技術が開示されている。作業者のRFIDタグのRFIDリーダによる読み取りを検知すると作業指示画面を表示させる。作業者による作業指示画面に基づく作業終了後、作業者による作業完了ボタン等の操作を検知すると、RFIDタグのRFIDリーダによる読み取りを検知してから作業完了ボタン等の操作を検知するまでの時間を、作業に要した時間として算出して保存する。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0008] 特許文献1：特開2019-109856号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0009] しかし、特許文献1に開示された技術は、実作業時間を得るために作業者の装置への操作が必要になり、操作の誤り等により、得られる実作業時間の精度が低下する可能性があるという問題がある。本発明はこのような問題を解決するためになされたものであり、作業者の行動の定量化を簡単かつ高精度に実現できる、情報処理システム、行動定量化プログラム、および行動定量化方法を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の上記課題は、以下の手段によって解決される。
- [0011] (1) 物体の画像から前記物体の関節点を取得する取得部と、前記関節点に基づいて、前記物体の行動を定量化する行動定量化部と、を有する情報処理システム。
- [0012] (2) 前記関節点に基づいて前記物体を識別する識別部を有する上記(1)に記載の情報処理システム。
- [0013] (3) 前記識別部は、前記関節点と前記関節点が取得された前記画像とに基づいて前記物体を識別する、上記(2)に記載の情報処理システム。
- [0014] (4) 前記行動定量化部により定量化された、前記物体の前記行動の定量化値と、前記識別部により識別された前記物体とを対応付ける制御部を有する、上記(2)または(3)に記載の情報処理システム。
- [0015] (5) 前記関節点のうち、所定の物品を付帯する前記関節点を特定する特定部と、前記特定部により特定された前記関節点の色情報を、前記物体の前記色情報として前記画像から抽出する色情報抽出部と、を有し、前記識別部は、抽出された前記色情報に基づいて前記物体を識別する、上記(3)に記載の情報処理システム。
- [0016] (6) 前記特定部は、ユーザーに指定された前記関節点を、前記所定の物品を付帯する前記関節点として特定する、上記(5)に記載の情報処理システム。
- [0017] (7) 前記識別部は、抽出された前記色情報のうち、輝度値が所定の範囲内の前記色情報が抽出された前記関節点に対応する前記物体を識別する、上記(5)または(6)に記載の情報処理システム。
- [0018] (8) 前記関節点の軌跡を算出する軌跡算出部を有し、  
前記行動定量化部は、前記軌跡に基づいて、前記物体の移動距離を算出することで、前記物体の前記行動を定量化する、上記(1)～(7)のいずれかに記載の情報処理システム。
- [0019] (9) 前記関節点に基づいて、特徴量を算出する特徴量算出部を有し、前記画像において前記物体が行う作業を、前記関節点および前記特徴量に基づ

いて、複数種類の前記作業に判別する判別部を有し、前記行動定量化部は、前記物体の前記行動を、判別された前記作業ごとに定量化する、上記（１）～（８）のいずれかに記載の情報処理システム。

[0020] （１０）前記特徴量は、前記関節点間の相対距離を含む、上記（９）に記載の情報処理システム。

[0021] （１１）前記特徴量は、前記関節点の移動速度を含む、上記（９）または（１０）に記載の情報処理システム。

[0022] （１２）前記判別部は、各作業の作業フラグを目的変数とし、前記関節点および前記特徴量を説明変数とする教師あり学習により、前記物体が行う前記作業を、複数種類の前記作業に判別する、上記（９）～（１１）のいずれかに記載の情報処理システム。

[0023] （１３）前記判別部は、前記画像の複数の時系列のフレームから取得された前記関節点の分布に基づいて、教師なし学習により、前記物体が行う前記作業を、複数種類の前記作業に判別する、上記（９）～（１１）のいずれかに記載の情報処理システム。

[0024] （１４）物体の画像から前記物体の関節点を取得するステップ（a）と、前記関節点に基づいて、前記物体の行動を定量化するステップ（b）と、をコンピューターに実行させるための行動定量化プログラム。

[0025] （１５）物体の画像から前記物体の関節点を取得するステップ（a）と、前記関節点に基づいて、前記物体の行動を定量化するステップ（b）と、を有する行動定量化方法。

### 発明の効果

[0026] 物体の画像から物体の関節点を取得し、関節点に基づいて物体の行動を定量化する。これにより、作業者の行動の定量化を簡単かつ高精度に実現できる。

### 図面の簡単な説明

[0027] [図1]情報処理システムの概略構成を示す図である。

[図2]情報処理装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図3]情報処理装置の制御部の機能を示すブロック図である。

[図4]関節点の例を示す説明図である。

[図5]関節点を撮影画像とともに示す図である。

[図6]解析結果統合ファイルの内容を示す図である。

[図7]撮影画像における作業者の軌跡を示す図である。

[図8]時間に対する作業者の総移動距離を示す図である。

[図9]情報処理装置の動作を示すフローチャートである。

[図10]情報処理装置の制御部の機能を示すブロック図である。

[図11]関節点を撮影画像とともに示す図である。

[図12]解析結果統合ファイルの内容を示す図である。

[図13]情報処理装置の動作を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0028] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る情報処理システム、行動定量化プログラム、および行動定量化方法について説明する。なお、図面において、同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

[0029] (第1実施形態)

図1は、情報処理システム10の概略構成を示す図である。

[0030] 情報処理システム10は、情報処理装置100、撮影装置200、および通信ネットワーク300を備える。情報処理装置100は、通信ネットワーク300により撮影装置200と相互に通信可能に接続される。なお、情報処理システム10は、情報処理装置100のみにより構成され得る。撮影装置200は画像取得部を構成する。

[0031] 情報処理装置100は、撮影装置200から受信した撮影画像に含まれる物体の関節点410(図4参照)を検出(推定)し、関節点410に基づいて、物体の行動を定量化する。物体は、人等の関節がある物体であり得る。以下、説明を簡単にするた

めに、物体は人である作業者400（図5参照）であるものとして説明する。

[0032] 撮影装置200は、例えば近赤外線カメラにより構成され、所定の位置に設置され、当該所定の位置から撮影領域を撮影する。撮影装置200は、LED（Light Emitting Device）により近赤外線を撮影領域に向けて照射し、撮影領域内の物体により反射される近赤外線の反射光をCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）センサーにより受光することで撮影領域を撮影し得る。撮影画像は近赤外線の反射率を各画素とするモノクロ画像であり得る。所定の位置は、例えば、作業者400が作業者として作業する製造工場の天井とし得る。撮影領域は、例えば、製造工場の床全体を含む三次元の領域とし得る。撮影装置200は、たとえば15fps～30fpsのフレームレートの、複数の撮影画像（フレーム）からなる動画として撮影領域を撮影し得る。

[0033] 通信ネットワーク300には、イーサネット（登録商標）などの有線通信規格によるネットワークインターフェースを使用し得る。通信ネットワーク300には、Bluetooth（登録商標）、IEEE802.11などの無線通信規格によるネットワークインターフェースを使用してもよい。

[0034] 図2は、情報処理装置100のハードウェア構成を示すブロック図である。情報処理装置100は、制御部110、記憶部120、通信部130、および操作表示部140を含む。これらの構成要素は、バス150を介して相互に接続される。情報処理装置100は、コンピューターにより構成され得る。

[0035] 制御部110は、CPU（Central Processing Unit）により構成され、プログラムにしたがって情報処理装置100の各部の制御および演算処理を行う。制御部110の機能の詳細については後述する。

[0036] 記憶部120は、RAM（Random Access Memory）

、ROM (Read Only Memory)、およびフラッシュメモリにより構成され得る。RAMは、制御部110の作業領域として一時的にプログラムやデータを記憶する。ROMは、あらかじめ各種プログラムや各種データを格納する。フラッシュメモリは、オペレーションシステムを含む各種プログラムおよび各種データを格納する。

[0037] 通信部130は、外部機器と通信するためのインターフェースである。通信には、イーサネット(登録商標)、SATA、PCI Express、USB、IEEE1394などの規格によるネットワークインターフェースが用いられ得る。その他、通信には、Bluetooth(登録商標)、IEEE802.11、4Gなどの無線通信インターフェースが用いられ得る。通信部130は、撮影装置200から撮影画像を受信する。

[0038] 操作表示部140は、例えば液晶ディスプレイ、タッチパネル、各種キーにより構成される。操作表示部140は、各種操作および入力を受け付けるとともに、各種情報を表示する。

[0039] 制御部110の機能について説明する。

[0040] 図3は、情報処理装置100の制御部110の機能を示すブロック図である。制御部110は、プログラムを実行することにより、取得部111、色情報抽出部112、識別部113、行動定量化部114、および受付部115として機能する。色情報抽出部112および識別部113は互いの機能が結合されることにより識別部を構成する。受付部115は特定部を構成する。行動定量化部114は軌跡算出部を構成する。

[0041] 取得部111、色情報抽出部112、および識別部113は、撮影画像のフレームごとに処理を実行する。

[0042] 取得部111は、撮影画像から作業者400の関節点410を検出することで関節点410を取得する。具体的には、取得部111は、関節点410を、例えば撮影画像における画素の座標として検出する。撮影画像に複数の作業者400が含まれている場合は、取得部111は、作業者400ごとに関節点410を検出し得る。

- [0043] 取得部111は、作業者400ごとの関節点410を、撮影画像から、機械学習を用いて推定することで検出する。取得部111は、例えば、次のように関節点410を検出し得る。撮影画像から作業者400が含まれる人矩形を、撮影画像から人矩形を推定するための学習がされたニューラルネットワークの学習済みモデルを用いて検出する。そして、人矩形から関節点410を推定する学習がされたニューラルネットワークの学習済みモデルを用いて、各人矩形から関節点410を検出する。撮影画像から人矩形を推定するための学習済みモデルとして、例えば、Region Proposal Network (RPN) のモデルがある。人矩形から関節点410を検出するための学習済みモデルとして、例えば、Deep Pose、CNN (Convolution Neural Network)、およびResNetのモデルがある。関節点410には、例えば、頭部、鼻、首、肩、肘、手首、腰、膝、足首、眼、および耳が含まれ得る。以下、取得部111が検出する関節点410は、頭部、首、肩、肘、手首、腰、膝、および足首の関節点410である場合を例に説明する。
- [0044] 取得部111は、上述の学習済みモデルを用いることにより、作業者400の関節点410のクラス（左肩、右肩、左腰等の関節点410の分類）ごとの尤度を撮影画像の画素ごとに算出し、所定の閾値以上の尤度となった画素を各関節点410として検出し得る。このため、所定の閾値未満の尤度となった画素は、関節点410として検出されない。例えば、撮影画像における作業者400の画像の明確さの程度やオクルージョンの影響等によって画素の尤度が所定の閾値未満に低下すると、当該関節点410は検出されない。これにより、関節点410の誤検出が抑制される。
- [0045] 図4は、関節点410の例を示す説明図である。なお、図4においては、関節点410が白抜き丸で示されている。また、説明を簡単にするために、作業者400の画像も、シルエットにより併せて示されている。
- [0046] 図4に示すように、関節点410には、頭部の関節点410aおよび首の関節点410bが含まれ得る。

- [0047] 図5は、関節点410を撮影画像とともに示す図である。
- [0048] 図5の例においては、2人の作業員400が立った状態で作業をしており、各作業員400の関節点410がそれぞれ検出されている。
- [0049] 色情報抽出部112は、受付部115により特定された関節点410（以下、「特定関節点」と称する）の色情報を、作業員400の色情報として撮影画像から抽出する。具体的には、色情報抽出部112は、取得部111により検出された関節点410のうち、特定関節点の座標の色情報を撮影画像から抽出する。色情報抽出部112は、撮影画像に複数の作業員400の画像が含まれている場合は、各作業員400の関節点410ごとに特定関節点の色情報を抽出する。なお、色情報抽出部112は、撮影画像に含まれている作業員400が1人である場合は、特定関節点の色情報を抽出しなくてもよい。この場合は、特定の作業員400のみを撮影画像に含ませていることとなるため、後述する、作業員400の行動を定量化する対象が最初から特定されていると考えられるからである。
- [0050] 特定関節点は、作業員400が所定の物品を付帯する関節点410とされ得る。所定の物品は、各作業員400を特定可能な情報を含む物品であり得る。各作業員400を特定可能な情報には色が含まれる。物品には、例えば、帽子、ビブス、ズボン、腕章、および胸章が含まれる。なお、後述する変形例のように、物品は、ICタグやカメレオンコード等でもあり得る。以下、説明を簡単にするために、各作業員400を特定可能な情報を色とし、当該情報を含む物品を帽子であるものとして説明する。すなわち、各作業員400は、作業員400個人を特定するためのユニークな色が付された帽子を被っているものとする。
- [0051] なお、撮影画像に複数の作業員400の画像が含まれる場合に、一部の作業員400のみの行動を定量化する場合は、色情報抽出部112により色情報として抽出される輝度値が所定の範囲内となる色の物品を、当該一部の作業員400にのみ付帯させ得る。そして、色情報抽出部112により抽出さ

れた色情報のうち、輝度値が所定の範囲内の色情報が抽出された関節点410に対応する物体を識別し、識別された物体の関節点410のみについて、関節点410に基づいて行動を定量化し得る。

[0052] 識別部113は、色情報抽出部112により抽出された色情報に基づいて、作業者400を識別する。具体的には、識別部113は、例えばユーザーが設定することで記憶部120に予め記憶されている、色情報と作業者400を特定する情報である作業者IDとの対応関係を規定するテーブルを参照し、抽出された色情報と一致する色情報に対応付けされた作業者IDを検出することで、作業者400を識別する。

[0053] 受付部115は、ユーザーにより操作表示部140に入力される特定関節点を、ユーザーにより指定された特定関節点として特定し得る。例えば、上述したように、各作業者400が、作業者400個人を特定するためのユニークな色が付された帽子（付帯される物品の一例）を被るようにする場合は、特定関節点は、頭部の関節点410とされ得る。

[0054] なお、特定関節点は記憶部120に記憶させること等により予め設定されてもよい、この場合、受付部115の機能は省略され得る。

[0055] また、特定関節点は、関節点410以外の点に代替され得る。例えば、特定関節点は、2つの関節点410（例えば、右肩の関節点410と左腰の関節点410）の midpoint に代替され得る。

[0056] 撮影画像からフレームごとに検出された各作業者400の関節点410、および特定された作業者IDは、関連付けされて解析結果統合ファイルとして記憶部120に記憶され得る。

[0057] 図6は、解析結果統合ファイルの内容を示す図である。解析結果統合ファイルにおいては、フレームID、人ID、関節点410、および作業者IDが関連付けされている。フレームIDは、撮影画像のフレームごとに付与される、フレームを特定するユニークな番号であり得る。人IDは、人矩形等として検出される人（作業者400）ごとに付与される、人を特定するユニークな番号である。なお、人IDは、フレームごとに人を区別するために付

与される番号であり、作業員400個人の特定が可能な番号ではない。作業員400個人は作業員IDにより識別（特定）できる。

[0058] 図6の例においては、説明を簡単にするために、関節点410として頭部と首のみを示し、他の検出された関節点410を省略している。頭部の関節点410aは、上述したように、特定関節点として指定され得る。首の関節点410bは、後述する、作業員400の行動の定量化に用いられ得る。

[0059] 作業員400を識別するための作業員IDは、識別部113により特定された後、関節点410等に関連付けて解析結果統合ファイルに追加され得る。

[0060] 行動定量化部114は、関節点410に基づいて、各作業員400の行動を定量化する。具体的には、例えば、行動定量化部114は、解析結果統合ファイルを読み出し、各作業員400の首の関節点410の、時系列で隣接するフレーム間における変化（移動）を、実際の移動距離に変換する。そして、所定時間内のフレームについて当該移動距離の総和を、各作業員400の所定時間における移動距離として算出する。このことは、作業員400ごとに関節点410の軌跡を算出し、算出した軌跡に基づいて各作業員400の移動距離を算出することに対応する。これにより、各作業員400の行動が定量化され得る。なお、首の関節点410の、時系列で隣接するフレーム間における変化の、移動距離への変換においては、撮影画像の中における既知の距離情報を基に、首の関節点410bの変化前後の座標から移動距離へ変換するための変換式を作成し、これを用い得る。

[0061] 行動定量化部114は、各作業員400の行動を定量化した移動距離等の定量化値と、識別部113により識別された作業員IDとを対応付けて、作業員400ごとの移動距離を出力し得る。出力には、操作表示部140のディスプレイへの表示、通信部130による他の装置への送信等が含まれる。

[0062] 図7は、撮影画像における作業員400の軌跡を示す図である。図8は、時間に対する作業員400の総移動距離を示す図である。図7においては、説明を簡単にするために、作業員400の軌跡を撮影画像に重畳させて示し

ている。

- [0063] 図7の例においては、10分間の撮影画像の各フレームにおいて検出された首の関節点410bが重畳されている。
- [0064] 所定時間における総移動距離が少ない作業員400ほど、効率的な動きで作業をしていると考えられる。作業員400ごとに、所定時間における総移動距離を算出して行動を定量化することにより、作業員400個人に合わせて作業改善を実施することで、製造工程全体として生産性を向上できる。
- [0065] 図9は、情報処理装置100の動作を示すフローチャートである。本フローチャートは、情報処理装置100の制御部110により、プログラムにしたがい実行され得る。ステップS102～S105は、撮影画像のフレームごとに実行され得る。
- [0066] 制御部110は、ユーザーから特定関節点の指定を受け付け、特定関節点を特定する(S101)。
- [0067] 制御部110は、撮影装置200から撮影画像を受信することにより取得する(S102)。
- [0068] 制御部110は、撮影画像から、各作業員400の関節点410を検出する(S103)。
- [0069] 制御部110は、特定関節点の色情報を撮影画像から抽出する(S104)。
- [0070] 制御部110は、抽出した色情報から作業員IDを特定することで、各作業員400個人を特定し、各作業員400の関節点410に作業員IDをそれぞれ関連付ける(S105)。
- [0071] 制御部110は、所定時間の撮影画像を取得したかどうか判断する(S106)。所定時間は任意の時間に設定し得る。所定時間は、例えば10分間とし得る。制御部110は、所定時間の撮影画像を取得したと判断する場合は(S106: YES)、ステップS107を実行する。制御部110は、所定時間の撮影画像を取得していないと判断する場合は(S106: NO)、所定時間の撮影画像を取得するまで、撮影画像の取得を継続する(S10

2)。

[0072] 制御部110は、所定時間の各関節点410の軌跡から、各作業員400の移動距離を算出する(S107)。

[0073] 制御部110は、各作業員400の移動距離を、各作業員400と対応付けて出力する(S108)。

[0074] (第2実施形態)

第2実施形態について説明する。本実施形態と第1実施形態とで異なる点は次の点である。第1実施形態においては、各作業員400の移動距離を算出することで、作業員400の行動を定量化する。一方、本実施形態では、各作業員の作業ごとの作業時間を算出することで、作業員400の行動を定量化する。その他の点については、本実施形態は第1実施形態と同様であるため、重複する説明は省略する。

[0075] 図10は、情報処理装置100の制御部110の機能を示すブロック図である。制御部110は、プログラムを実行することにより、取得部111、色情報抽出部112、識別部113、行動定量化部114、特徴量算出部116、判別部117、および受付部115として機能する。

[0076] 特徴量算出部116は、取得部111により取得された関節点410に基づいて特徴量を算出する。特徴量は、作業の判別に寄与し得る値であり、関節点410から算出可能な任意の値とし得る。特徴量には、例えば、関節点410間の相対距離、および関節点410の移動速度が含まれる。関節点410間の相対距離は、例えば、肘の関節点410と手首の関節点410との距離であり、各関節点410（より詳細には関節点410の座標）から算出され得る。関節点410の移動速度は、例えば首の関節点410bの移動速度であり、撮影画像のフレーム間における首の関節点410bの移動距離とフレームレートから算出され得る。

[0077] 判別部117は、関節点410および特徴量に基づいて、撮影画像において作業員400が行う作業を、複数種類の作業に判別する。例えば、判別部117は、撮影画像において作業員400が行う作業を、直接作業および間

接作業のいずれかの作業に判別する。直接作業は、製品組立等に必須な作業である。直接作業には、製品組立等への貢献度が高い作業が含まれてもよい。間接作業は、直接作業に付随する作業であり、例えば、ゴミを捨てる、部品を袋から出す等の作業が含まれる。

[0078] 判別部 117 は、作業を特定可能な作業フラグを関節点 410 等に関連付ける等により、作業者 400 が行う作業を、複数種類の作業に判別し得る。作業フラグは、例えば、直接作業を「1」、間接作業を「0」とするフラグであり得る。

[0079] 判別部 117 は、教師あり学習による機械学習がされた学習済みモデルを用いて構成され得る。学習済みモデルは、各作業の作業フラグを目的変数とし、関節点 410、および、特徴量算出部 116 により算出された特徴量を説明変数として教師あり学習がなされたニューラルネットワークのモデルであり得る。教師データとしては、撮影画像と、当該撮影画像における作業者 400 の作業を目視により判断することで、直接作業を「1」、間接作業を「0」とするフラグでアノテーションした正解ラベルとの組合せを用い得る。

[0080] 図 11 は、関節点 410 を撮影画像とともに示す図である。

[0081] 図 11 に示す例においては、椅子に座ったまま、机の上で精密な組み立て作業を行っている作業者 400 と、立ったまま作業を行っている作業者が混在している。判別部 117 は、机の上で行うような、動作が少ない作業に関しても、関節点 410 および特徴量を用いることにより、高精度に複数種類の作業に判別できる。

[0082] 図 12 は、解析結果統合ファイルの内容を示す図である。解析結果統合ファイルにおいては、フレーム ID、人 ID、関節点 410、作業フラグ、および作業者 ID が関連付けされている。

[0083] 作業者 400 の作業を特定する作業フラグは、判別部 117 により判別された後、関節点 410 等に関連付けて解析結果統合ファイルに追加され得る。

- [0084] 作業者IDは、特定関節点の色情報に基づいて識別部113により特定された後、関節点410等に関連付けて解析結果統合ファイルに追加され得る。
- [0085] 判別部117は、撮影画像の複数の時系列のフレームからそれぞれ取得された関節点410の分布に基づいて、教師なし学習により、撮影画像において作業者400が行う作業を、複数種類の作業に判別してもよい。例えば、椅子に座ったまま、机の上で精密な組み立て作業を行っている作業者400の手首の関節点410の分布をとり、関節点410の平均（平均座標）から顕著に変動（例えば3 $\sigma$ 以上の変動）する関節点410が検出された場合、異常の作業と判別し得る。判別部117は、関節点410の分布に基づいて、クラスタリングにより作業を判別してもよい。例えば、複数の作業ごとに、予め、各作業者400の関節点410（例えば、手首の関節点410）の分布を取得することで、作業ごとに関節点410の分布範囲を規定する。そして、関節点410はどの分布範囲に属するかによって、作業を判別してもよい。また、1か所の関節点410の分布を見るだけでなく、複数の関節点410の分布を組み合わせて作業を判別してもよい。
- [0086] 行動定量化部114は、解析結果統合ファイルに基づいて、各作業の作業時間を作業者400ごとに算出することで、各作業者400の行動を定量化する。行動定量化部114は、各作業者400の行動を定量化した定量化値である、各作業の作業時間を、識別部113により識別された作業者IDと対応付けて出力し得る。
- [0087] 図13は、情報処理装置100の動作を示すフローチャートである。本フローチャートは、情報処理装置100の制御部110により、プログラムにしたがい実行され得る。ステップS102～S105は、撮影画像のフレームごとに実行され得る。
- [0088] 制御部110は、ユーザーから特定関節点の指定を受け付け、特定関節点を特定する（S201）。
- [0089] 制御部110は、撮影装置200から撮影画像を受信することにより取得

する（S202）。

[0090] 制御部110は、撮影画像から、各作業員400の関節点410を検出する（S203）。

[0091] 制御部110は、特定関節点の色情報を撮影画像から抽出する（S204）。

[0092] 制御部110は、抽出した色情報から作業員IDを特定することで、各作業員400個人を特定し、各作業員400の関節点410に作業員IDをそれぞれ関連付ける（S205）。

[0093] 制御部110は、関節点410に基づいて特徴量を算出する（S206）。

[0094] 制御部110は、関節点410および特徴量から作業を判別し、判別した作業を関節点410に関連付ける（S207）。

[0095] 制御部110は、所定時間の撮影画像を取得したかどうか判断する（S208）。所定時間は任意の時間に設定し得る。所定時間は、例えば10分間とし得る。制御部110は、所定時間の撮影画像を取得したと判断する場合は（S208：YES）、ステップS209を実行する。制御部110は、所定時間の撮影画像を取得していないと判断する場合は（S208：NO）、所定時間の撮影画像を取得するまで、撮影画像の取得を継続する（S202）。

[0096] 制御部110は、所定時間の各関節点410に関連付けられた作業員IDおよび作業に基づいて、各作業員400の作業ごとの作業時間を算出する（S209）。

[0097] 制御部110は、各作業員400の作業ごとの作業時間を、各作業員400と対応付けて出力する（S210）。

[0098] （変形例）

上述した実施形態においては、作業員400に付帯される所定の物品を、各作業員400を特定可能な色が付された物品を例に説明した。しかし、所定の物品は、ICタグやカメレオンコード等であってもよい。この場合、識

別部 1 1 3 は、IC タグから IC タグを付帯する作業者 4 0 0 の位置情報および作業者 ID を取得し、撮影画像における画素の座標に変換することで、変換された座標に存在する作業者 4 0 0 個人を作業者 ID により特定する。作業者 4 0 0 の位置情報と撮影画像における画素の座標との対応関係を予め測定等により取得して記憶部 1 2 0 に記憶させておき、これを用いることで、作業者 4 0 0 の位置情報を撮影画像における画素の座標に変換できる。所定の物品がカメレオンコードである場合は、撮影画像にカメレオンコードの画像が含まれるため、当該カメレオンコードの画像を利用して、作業者 4 0 0 個人を特定できる。

[0099] 識別部 1 1 3 は、公知の顔認証技術を用いて、撮影画像における作業者 4 0 0 個人を特定してもよい。この場合は、作業者 4 0 0 に所定の物品を付帯させる必要はない。

[0100] 実施形態は、以下の効果を奏する。

[0101] 物体の画像から物体の関節点を取得し、関節点に基づいて物体の行動を定量化する。これにより、作業者の行動の定量化を簡単かつ高精度に実現できる。

[0102] さらに、関節点に基づいて物体を識別する。これにより、作業者ごとの行動の定量化を簡単かつ高精度に実現できる。

[0103] さらに、関節点と関節点が取得された画像とに基づいて物体を識別する。これにより、より簡単に、定量化される物体を特定できる。

[0104] さらに、定量化された、物体の行動の定量化値と、識別された物体とを対応付ける。これにより、行動が定量化された物体を容易に把握できる。

[0105] さらに、所定の物品を付帯する関節点を特定し、特定された関節点の色情報を、物体の色情報として画像から抽出する。そして、抽出された色情報に基づいて物体を識別する。これにより、画像の画角や、画像に映る物体の向きによらず、高感度かつ高精度に、行動が定量化される物体を識別できる。

[0106] さらに、ユーザーに指定された関節点を、所定の物品を付帯する関節点として特定する。これにより、より柔軟かつ簡単に物体を特定するための物品

を付帯する位置を設定できる。

[0107] さらに、抽出された色情報のうち、輝度値が所定の範囲内の色情報が抽出された関節点に対応する物体を識別する。これにより、撮影画像において輝度値が所定の範囲内となる物品を物体に付帯させることで、行動の定量化を行う対象を容易に設定できる。

[0108] さらに、関節点の軌跡を算出し、軌跡に基づいて物体の移動距離を算出することで、物体の行動を定量化する。これにより、移動距離の観点から作業者の作業を改善できる。また、どのタイミングで移動量が増大するかや、移動量が増大したときの作業者の動作を特定することで、効果的に作業者の作業を改善できる。

[0109] さらに、関節点に基づいて、特徴量を算出し、画像において物体が行う作業を、関節点および特徴量に基づいて、複数種類の作業に判別する。そして、物体の行動を、判別された作業ごとに定量化する。これにより、例えばネジを締める等の比較的細かい手作業等が行われる場合のように、関節点が移動せず、関節点の相対的位置関係が変化する場合であっても作業の判別精度を向上できる。また、製造現場における作業改善担当者が作業現場に張り付いていなくても、作業ごとの作業時間を容易に取得できるとともに、作業ごとの作業時間に基づいて、対策の要否を早期に判断できる。また、例えば間接作業が比較的多いタイミングを検出して、そのタイミングの動画を作業改善担当者に提供できるため、作業者の作業の改善に早期につなげることができる。

[0110] さらに、特徴量に、関節点間の相対距離を含める。これにより、画像に基づく作業の判別精度を向上できる。

[0111] さらに、特徴量に、関節点の移動速度を含める。これにより、画像に基づく作業の判別精度を向上できる。

[0112] さらに、各作業の作業フラグを目的変数とし、関節点および特徴量を説明変数とする教師あり学習により、物体が行う作業を、複数種類の作業に判別する。これにより、簡単かつ高精度に、画像に基づいて作業を判別できる。

- [0113] さらに、画像の複数の時系列のフレームから取得された関節点の分布に基づいて、教師なし学習により、物体が行う作業を、複数種類の作業に判別する。これにより、簡単かつ高精度に、画像に基づいて作業を判別できる。
- [0114] 本発明は上述した実施形態に限定されない。
- [0115] 例えば、フローチャートの一部のステップは省略されてもよい。また、処理時間の短縮等のために、いずれか複数のステップは並行して実行されてもよい。
- [0116] また、実施形態においてプログラムにより実行される処理の一部または全部を回路などのハードウェアに置き換えて実行されてもよい。
- [0117] 本出願は、2021年12月23日に提出された日本特許出願（特願2021-209302号）に基づいており、その開示内容は、参照され、全体として、組み入れられている。

### 符号の説明

- [0118] 10 情報処理システム、  
100 情報処理装置、  
110 制御部、  
111 取得部、  
112 色情報抽出部、  
113 識別部、  
114 行動定量化部、  
115 受付部、  
116 特徴量算出部、  
117 判別部、  
120 記憶部、  
130 通信部、  
140 操作表示部、  
200 撮影装置、  
300 通信ネットワーク、

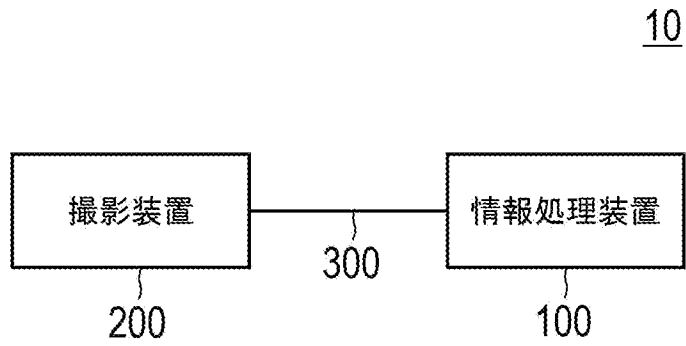
- 4 0 0 作業者、
- 4 1 0 関節点、
- 4 1 0 a 頭部の関節点、
- 4 1 0 b 首の関節点。

## 請求の範囲

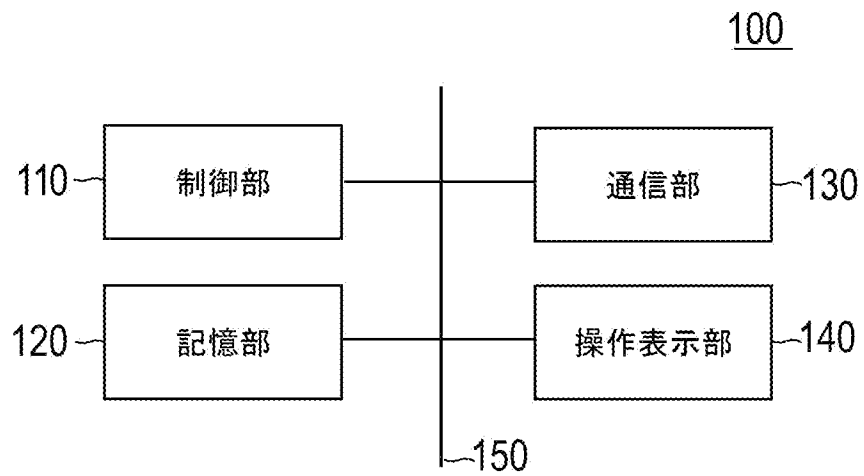
- [請求項1] 物体の画像から前記物体の関節点を取得する取得部と、  
前記関節点に基づいて、前記物体の行動を定量化する行動定量化部と、  
を有する情報処理システム。
- [請求項2] 前記関節点に基づいて前記物体を識別する識別部を有する請求項1に記載の情報処理システム。
- [請求項3] 前記識別部は、前記関節点と前記関節点が取得された前記画像とに基づいて前記物体を識別する、請求項2に記載の情報処理システム。
- [請求項4] 前記行動定量化部により定量化された、前記物体の前記行動の定量化値と、前記識別部により識別された前記物体とを対応付ける制御部を有する、請求項2または3に記載の情報処理システム。
- [請求項5] 前記関節点のうち、所定の物品を付帯する前記関節点を特定する特定部と、  
前記特定部により特定された前記関節点の色情報を、前記物体の前記色情報として前記画像から抽出する色情報抽出部と、を有し、  
前記識別部は、抽出された前記色情報に基づいて前記物体を識別する、請求項3に記載の情報処理システム。
- [請求項6] 前記特定部は、ユーザーに指定された前記関節点を、前記所定の物品を付帯する前記関節点として特定する、請求項5に記載の情報処理システム。
- [請求項7] 前記識別部は、抽出された前記色情報のうち、輝度値が所定の範囲内の前記色情報が抽出された前記関節点に対応する前記物体を識別する、請求項5または6に記載の情報処理システム。
- [請求項8] 前記関節点の軌跡を算出する軌跡算出部を有し、  
前記行動定量化部は、前記軌跡に基づいて、前記物体の移動距離を算出することで、前記物体の前記行動を定量化する、請求項1～7のいずれか一項に記載の情報処理システム。

- [請求項9] 前記関節点に基づいて、特徴量を算出する特徴量算出部を有し、前記画像において前記物体が行う作業を、前記関節点および前記特徴量に基づいて、複数種類の前記作業に判別する判別部を有し、前記行動定量化部は、前記物体の前記行動を、判別された前記作業ごとに定量化する、請求項1～8のいずれか一項に記載の情報処理システム。
- [請求項10] 前記特徴量は、前記関節点間の相対距離を含む、請求項9に記載の情報処理システム。
- [請求項11] 前記特徴量は、前記関節点の移動速度を含む、請求項9または10に記載の情報処理システム。
- [請求項12] 前記判別部は、各作業の作業フラグを目的変数とし、前記関節点および前記特徴量を説明変数とする教師あり学習により、前記物体が行う前記作業を、複数種類の前記作業に判別する、請求項9～11のいずれか一項に記載の情報処理システム。
- [請求項13] 前記判別部は、前記画像の複数の時系列のフレームから取得された前記関節点の分布に基づいて、教師なし学習により、前記物体が行う前記作業を、複数種類の前記作業に判別する、請求項9～11のいずれか一項に記載の情報処理システム。
- [請求項14] 物体の画像から前記物体の関節点を取得するステップ(a)と、前記関節点に基づいて、前記物体の行動を定量化するステップ(b)と、  
をコンピューターに実行させるための行動定量化プログラム。
- [請求項15] 物体の画像から前記物体の関節点を取得するステップ(a)と、前記関節点に基づいて、前記物体の行動を定量化するステップ(b)と、  
を有する行動定量化方法。

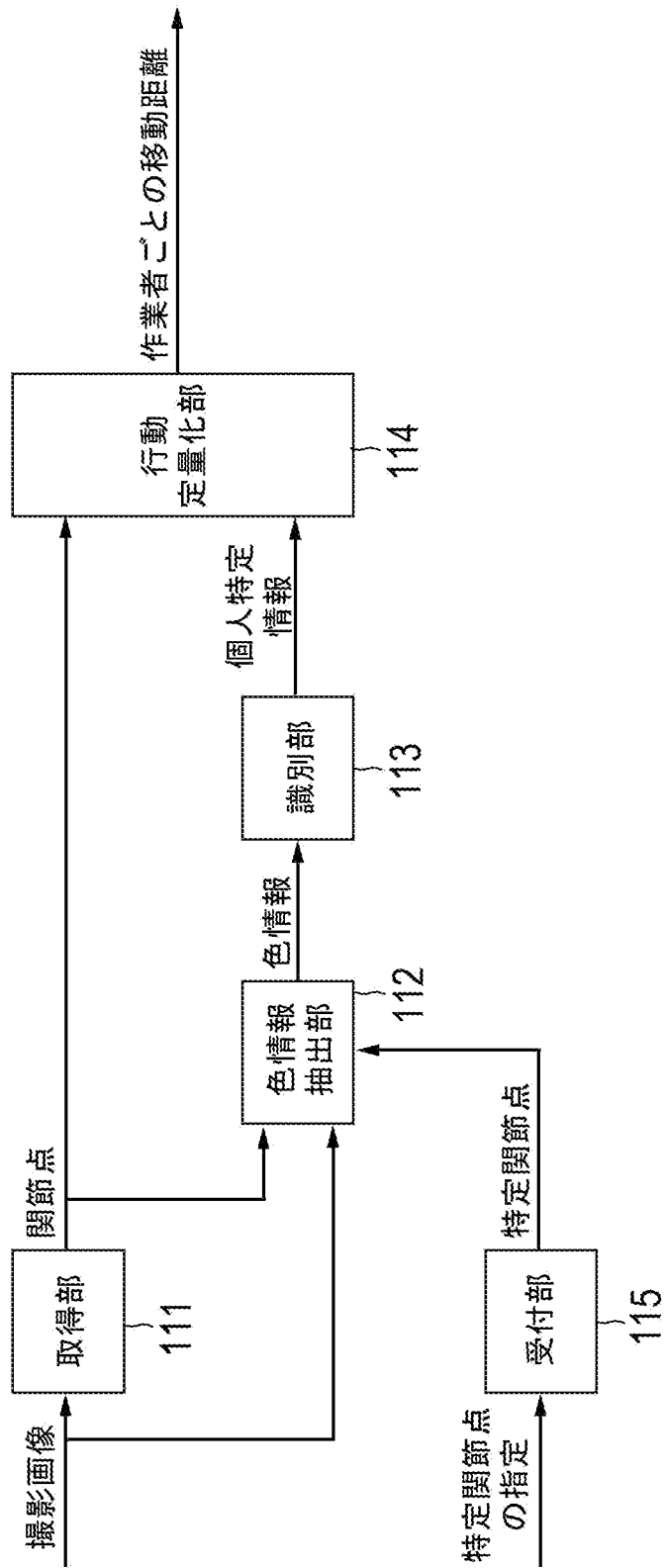
[図1]



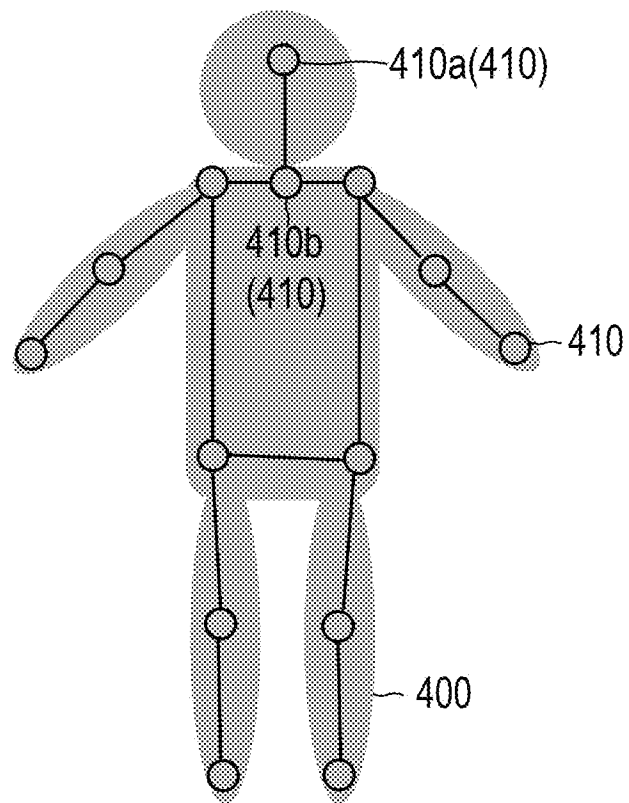
[図2]



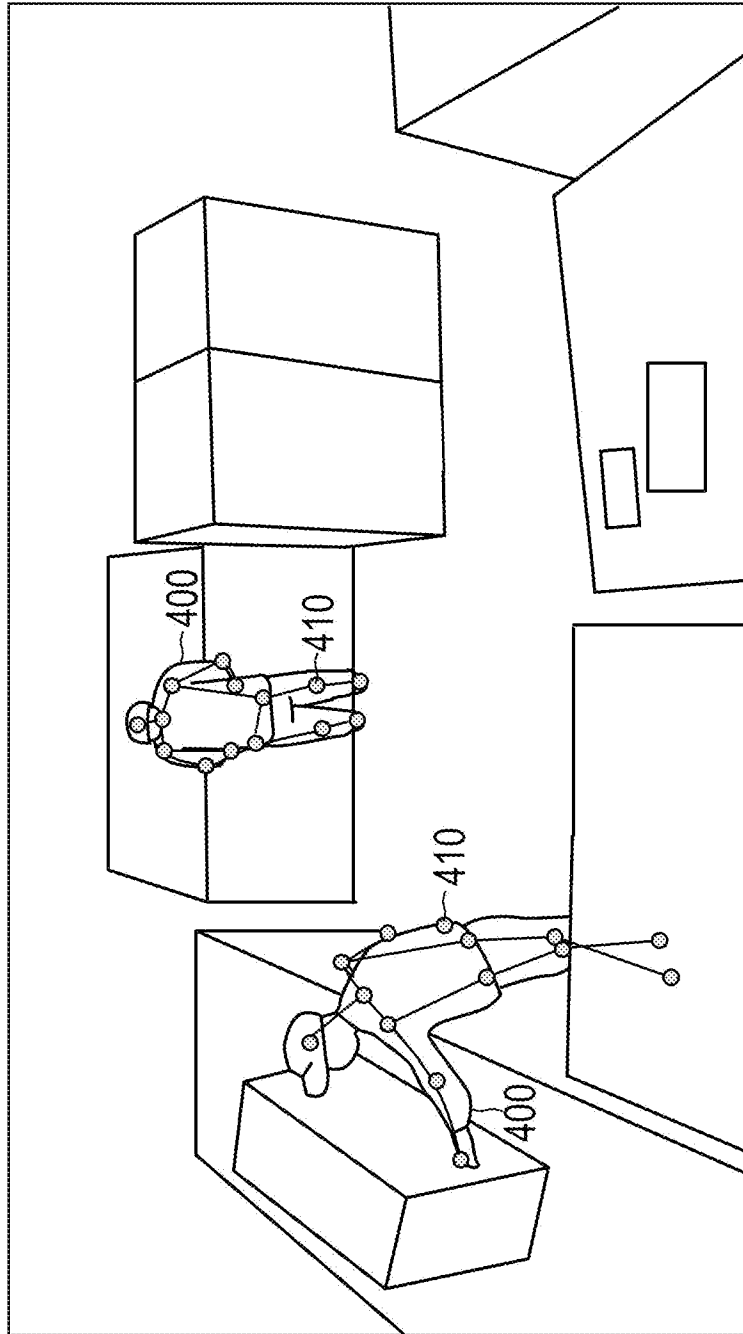
[図3]



[図4]



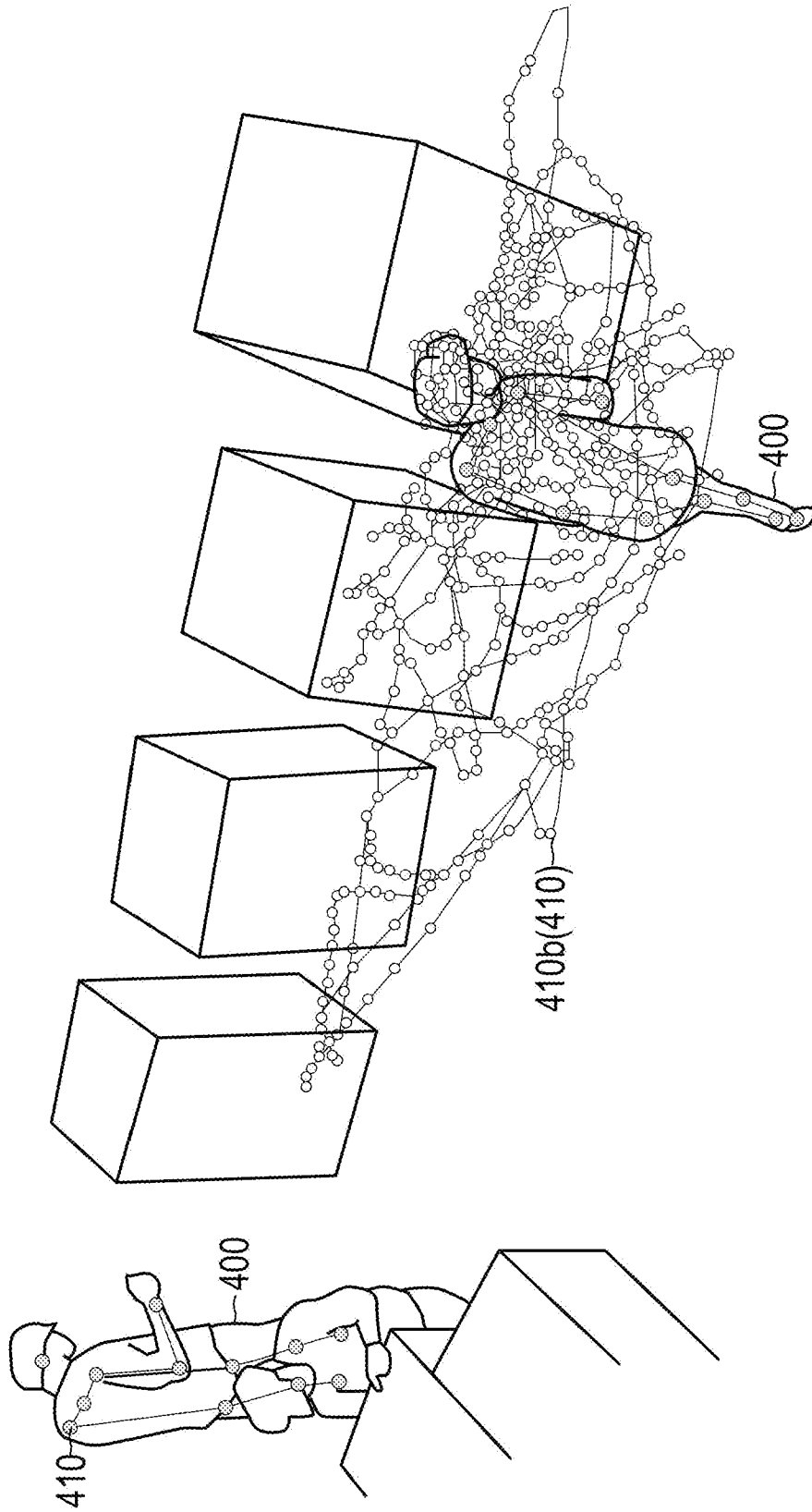
[図5]



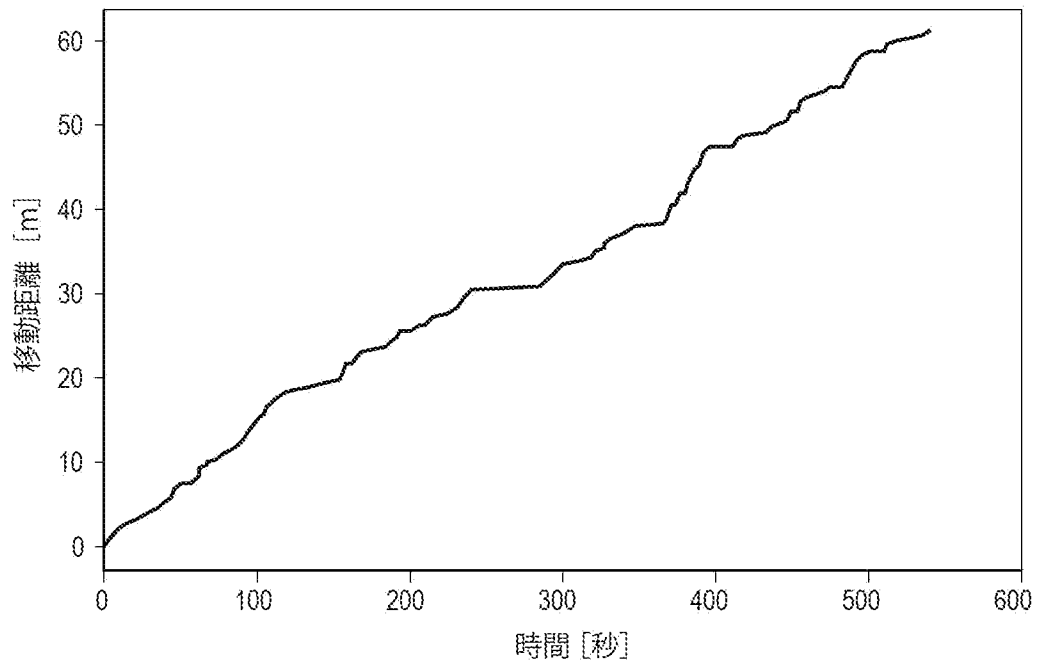
[図6]

フレームID	人ID	間接点		作業者ID
		頭部	首	
1	1	(128,227)	(170,237)	1
1	2	(345,231)	(339,239)	2
1	3	(236,229)	(254,238)	3
2	1	(345,232)	(339,239)	2
2	2	(127,227)	(189,238)	1

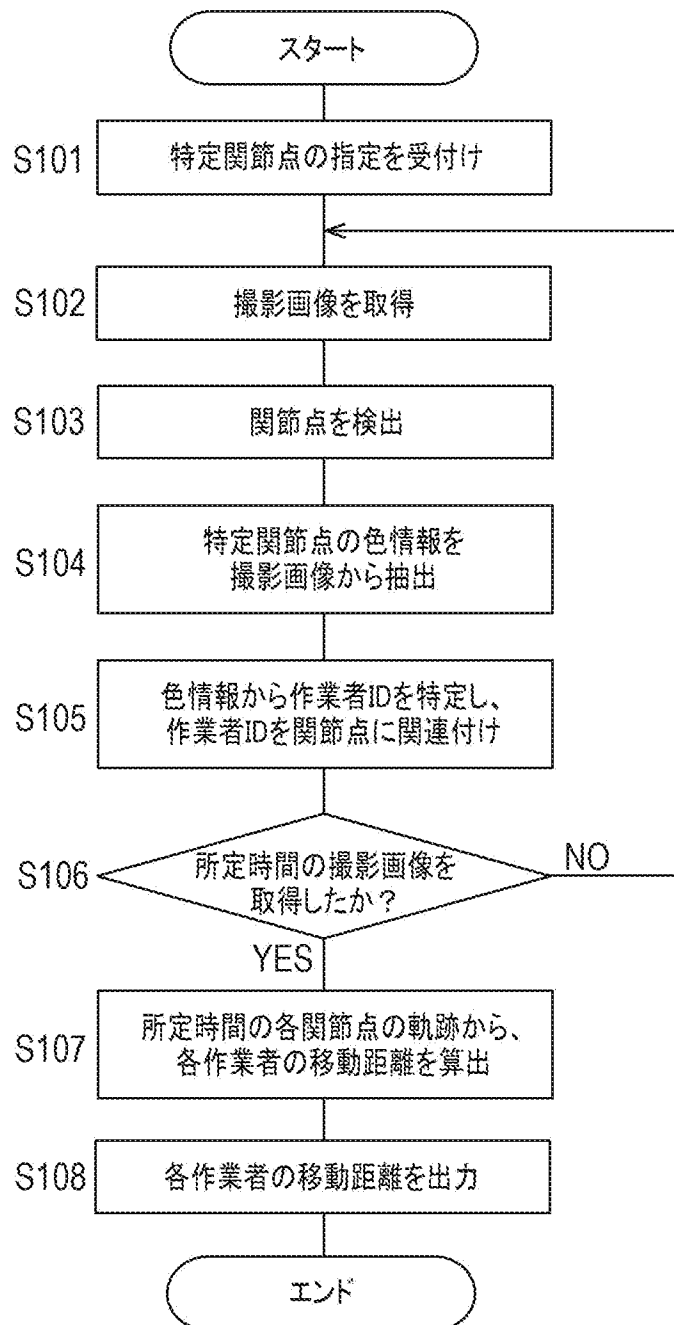
[図7]



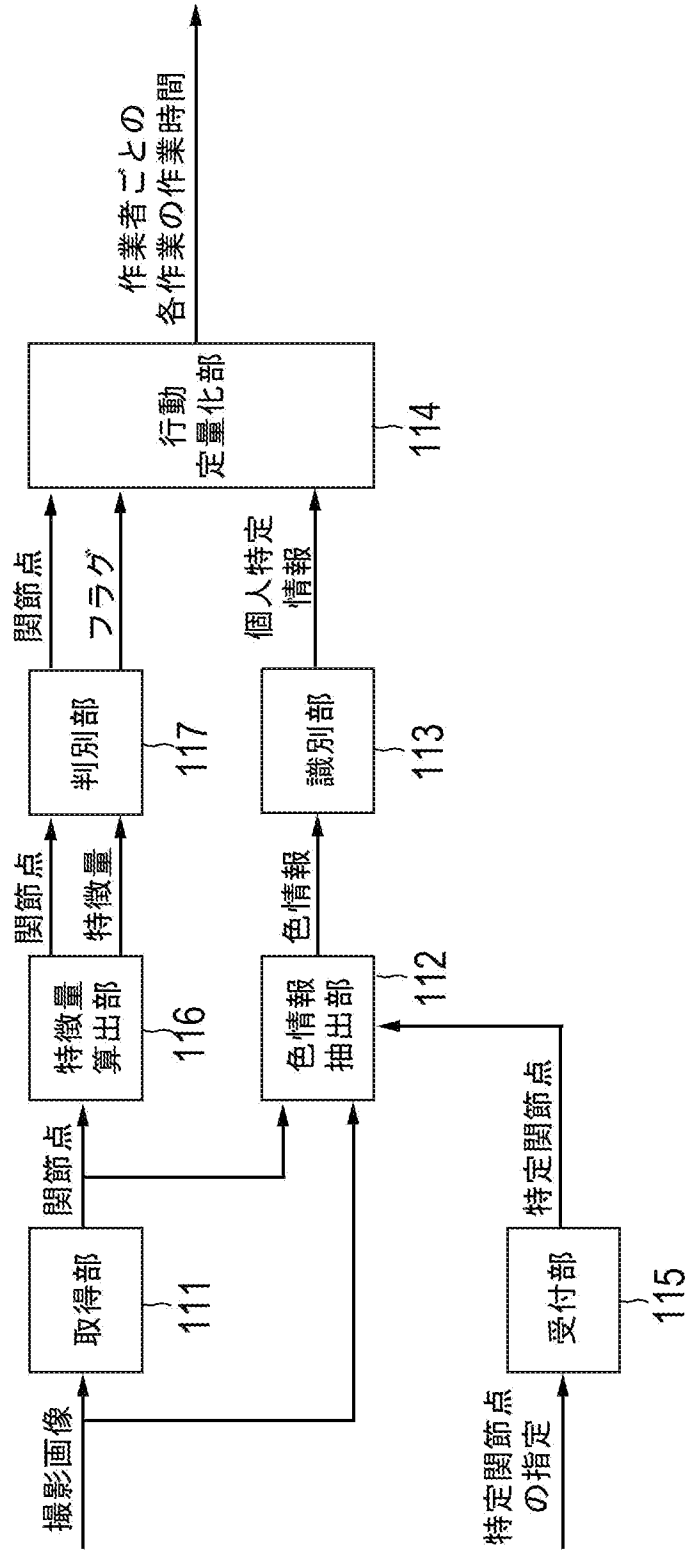
[図8]



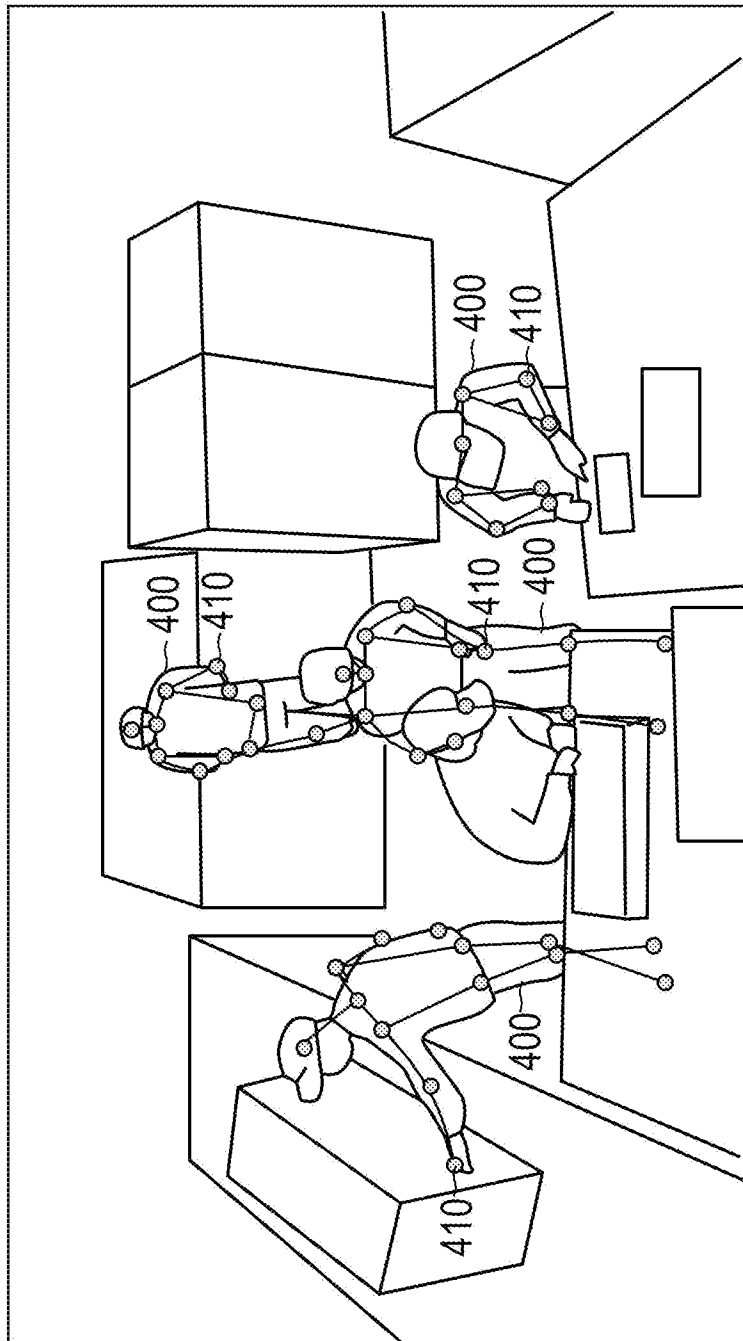
[図9]



[図10]



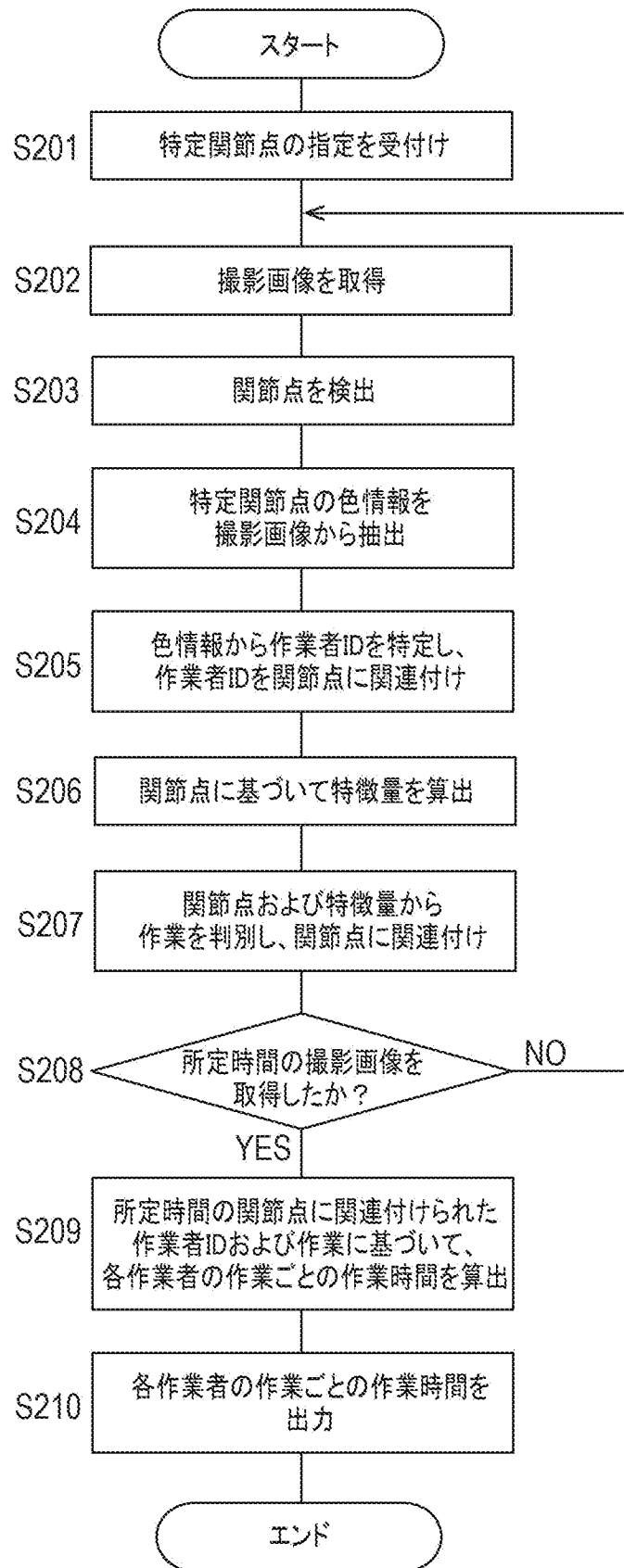
[図11]



[図12]

フレームID	人ID	間接点		作業フラグ	作業者ID
		頭部	首		
1	1	(128,227)	(170,237)	1	1
1	2	(345,231)	(339,239)	1	2
1	3	(236,229)	(254,238)	0	3
2	1	(345,232)	(339,239)	1	2
2	2	(127,227)	(189,238)	1	1

[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/041183

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G06T 7/00</i> (2017.01)i; <i>G06T 7/20</i> (2017.01)i FI: G06T7/20 300Z; G06T7/00 300F; G06T7/00 350B		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06T7/00; G06T7/20		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-068431 A (FUJI HEAVY IND. LTD.) 06 April 2017 (2017-04-06) paragraphs [0018]-[0027]	1, 14, 15
Y	paragraphs [0018]-[0027]	2-7
A	paragraphs [0018]-[0027]	8-13
X	JP 2021-131787 A (HITACHI HIGH-TECH CORP.) 09 September 2021 (2021-09-09) paragraphs [0023]-[0035]	1, 14, 15
A	paragraphs [0023]-[0035]	2-13
X	WO 2021/131552 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 01 July 2021 (2021-07-01) paragraphs [0035]-[0054], fig. 1-3	1, 14, 15
A	paragraphs [0035]-[0054], fig. 1-3	2-13
Y	JP 2017-034511 A (VR TECHNO CENTER INC.) 09 February 2017 (2017-02-09) paragraph [0027]	2-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>16 January 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>24 January 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/041183**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2017-068431 A	06 April 2017	(Family: none)	
JP 2021-131787 A	09 September 2021	WO 2021/166294 A1 paragraphs [0023]-[0035] CN 115004265 A	
WO 2021/131552 A1	01 July 2021	CN 114846514 A paragraphs [0052]-[0071], fig. 1-3	
JP 2017-034511 A	09 February 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 7/00(2017.01)i; G06T 7/20(2017.01)i FI: G06T7/20 300Z; G06T7/00 300F; G06T7/00 350B		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06T7/00; G06T7/20 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2017-068431 A (富士重工業株式会社) 06.04.2017 (2017-04-06) 段落0018-0027	1, 14, 15
Y	段落0018-0027	2-7
A	段落0018-0027	8-13
X	JP 2021-131787 A (株式会社日立ハイテク) 09.09.2021 (2021-09-09) 段落0023-0035	1, 14, 15
A	段落0023-0035	2-13
X	WO 2021/131552 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 01.07.2021 (2021-07-01) 段落0035-0054, 図1-3	1, 14, 15
A	段落0035-0054, 図1-3	2-13
Y	JP 2017-034511 A (株式会社ブイ・アール・テクノセンター) 09.02.2017 (2017-02-09) 段落0027	2-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 16.01.2023	国際調査報告の発送日 24.01.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 小池 正彦 5H 8726 電話番号 03-3581-1101 内線 3531	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/041183

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-068431 A	06.04.2017	(ファミリーなし)	
JP 2021-131787 A	09.09.2021	WO 2021/166294 A1 段落0023-0035 CN 115004265 A	
WO 2021/131552 A1	01.07.2021	CN 114846514 A 段落0052-0071, 図1-3	
JP 2017-034511 A	09.02.2017	(ファミリーなし)	