

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7339604号
(P7339604)

(45)発行日 令和5年9月6日(2023.9.6)

(24)登録日 令和5年8月29日(2023.8.29)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 6 T	7/20 (2017.01)	G 0 6 T	7/20	3 0 0 Z	
G 0 6 T	7/00 (2017.01)	G 0 6 T	7/00	3 5 0 B	
		G 0 6 T	7/00	6 6 0 Z	

請求項の数 9 (全16頁)

(21)出願番号	特願2019-204983(P2019-204983)	(73)特許権者	000002945
(22)出願日	令和1年11月12日(2019.11.12)		オムロン株式会社
(65)公開番号	特開2021-77230(P2021-77230A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南
(43)公開日	令和3年5月20日(2021.5.20)		不動堂町8 0 1 番地
審査請求日	令和4年9月7日(2022.9.7)	(74)代理人	100079108
			弁理士 稲葉 良幸
		(74)代理人	100109346
			弁理士 大貫 敏史
		(74)代理人	100117189
			弁理士 江口 昭彦
		(74)代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦
		(74)代理人	100139066
			弁理士 伊藤 健太郎
		(72)発明者	和田 洋貴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動作認識装置、動作認識方法、動作認識プログラム及び動作認識システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作業者の動作に関する時系列情報を取得する取得部と、
 個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成する動作認識部と、
 前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に並べて表示する表示部と、
 を備える動作認識装置。

10

【請求項 2】

前記動作情報及び前記時系列情報を入力とし、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を示す情報を出力とする学習済モデルを、さらに備え、
 前記動作認識部は、前記動作情報及び前記時系列情報を前記学習済モデルに入力し、当該学習済モデルから出力される前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を示す情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識する、
 請求項 1 記載の動作認識装置。

【請求項 3】

前記動作認識部は、前記作業者の身体部位ごとに認識した前記作業者の動作それぞれの

20

前記開始時間及び前記終了時間を算定し、当該算定した開始時間及び終了時間を前記個別の動作に対応付けることで、前記動作認識結果を生成する、

請求項 1 又は 2 記載の動作認識装置。

【請求項 4】

前記時系列情報は、画像センサにより出力される動画であり、

前記動作認識部は、前記動画に基づいて、前記作業者の骨格を抽出し、当該抽出した前記骨格の動きに基づいて、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を、当該作業者の身体部位ごとに認識する、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の動作認識装置。

【請求項 5】

前記時系列情報は、画像センサにより出力される動画であり、

前記動作認識部は、動画像から、前記作業者の動きの特徴量を抽出し、当該抽出した前記特徴量に基づいて、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を、当該作業者の身体部位ごとに認識する、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の動作認識装置。

【請求項 6】

前記作業者の身体部位には、前記作業者の右手、左手及び目が含まれる、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の動作認識装置。

【請求項 7】

作業者の動作に関する時系列情報を取得することと、

個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成することと、

前記生成した前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に並べて表示することと、

を含む動作認識方法。

【請求項 8】

コンピュータを、

作業者の動作に関する時系列情報を取得する取得部、

個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成する動作認識部、

前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に並べて表示する表示部、

として機能させる動作認識プログラム。

【請求項 9】

センサと動作認識装置とを備える動作認識システムであって、

前記センサは、

作業者の動作を検知して当該動作に関する時系列情報を出力する検知部を、備え、

前記動作認識装置は、

前記時系列情報を取得する取得部と、

個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成する動作認識部と、

前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に並べて表示する表示部と、を備える、

動作認識システム。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、動作認識装置、動作認識方法、動作認識プログラム及び動作認識システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、人物の動作を認識する技術として、対象となる人物が全体としてどのような動作を行っているのかを認識するものが多い。例えば、下記特許文献1では、手話を行う場合に、手指の動作と頭部等の手指以外の動作とを認識し、それらの動作によって表現された手話文を日本語に翻訳している。また、下記特許文献2では、道具を把持した手が取り得る動作と、道具を把持していない手が取り得る動作とを認識し、対象となる人物が道具を把持した状態で行った動作を認識している。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開2003-50663号公報

特開2013-45351号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

20

【0004】

ところで、工場等で行われる手組み作業では、例えば、右手で物を掴みながら左手でスイッチを入れる等のように、身体の部位ごとに異なる動作を同時に行いながら作業を進めることがある。このような作業を評価する場合に、身体の部位ごとに行われる動作を個別に認識して評価することができれば、例えば、異なる動作を同時に行う巧みな技能を評価することが可能となる。

【0005】

しかしながら、特許文献1、2は、身体の部位ごとに行われる動作を一体として捉え、その動作全体を評価等の対象として認識することにとどまり、身体の部位ごとに行われる動作を個別に認識することはできない。

30

【0006】

そこで、本発明は、身体の部位ごとに行われる動作を個別に認識することができる動作認識装置、動作認識方法、動作認識プログラム及び動作認識システムを提供する。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本開示の一態様に係る動作認識装置は、作業者の動作に関する時系列情報を取得する取得部と、個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成する動作認識部と、前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に並べて表示する表示部と、を備える。

40

【0008】

この態様によれば、個別の動作を定めた動作情報及び作業者の動作に関する時系列情報に基づいて、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を身体部位ごとに認識し、その認識した動作に対応する個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を身体部位別に生成することができ、さらに、身体部位別の動作認識結果を、時系列に比較できるように、並べて表示することができる。

【0009】

上記態様において、前記動作情報及び前記時系列情報を入力とし、前記個別の動作のい

50

ずれかに該当する前記作業者の動作を示す情報を出力とする学習済モデルを、さらに備え、前記動作認識部は、前記動作情報及び前記時系列情報を前記学習済モデルに入力し、当該学習済モデルから出力される前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を示す情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識することとしてもよい。

【0010】

この態様によれば、作業者の動作を認識する際に、動作情報及び時系列情報を学習済モデルに入力し、学習済モデルから出力される、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を示す情報に基づいて、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を、身体部位ごとに認識することができる。

10

【0011】

上記態様において、前記動作認識部は、前記作業者の身体部位ごとに認識した前記作業者の動作それぞれの前記開始時間及び前記終了時間を算定し、当該算定した開始時間及び終了時間を前記個別の動作に対応付けることで、前記動作認識結果を生成することとしてもよい。

【0012】

この態様によれば、動作認識結果を生成する際に、作業者の身体部位ごとに認識した作業者の動作それぞれの開始時間及び終了時間を算定し、その算定した開始時間及び終了時間を個別の動作に対応付けて、動作認識結果を生成することができる。

【0013】

上記態様において、前記時系列情報は、画像センサにより出力される動画であり、前記動作認識部は、前記動画に基づいて、前記作業者の骨格を抽出し、当該抽出した前記骨格の動きに基づいて、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を、当該作業者の身体部位ごとに認識することとしてもよい。

20

【0014】

この態様によれば、作業者の動作を認識する際に、画像センサにより出力される動画に基づいて、作業者の骨格を抽出し、その抽出した骨格の動きに基づいて、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を、身体部位ごとに認識することができる。

【0015】

上記態様において、前記時系列情報は、画像センサにより出力される動画であり、前記動作認識部は、動画像から、前記作業者の動きの特徴量を抽出し、当該抽出した前記特徴量に基づいて、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を、当該作業者の身体部位ごとに認識することとしてもよい。

30

【0016】

この態様によれば、作業者の動作を認識する際に、画像センサにより出力される動画の画像から、作業者の動きの特徴量を抽出し、その抽出した動きの特徴量に基づいて、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を、身体部位ごとに認識することができる。

【0017】

上記態様において、前記作業者の身体部位には、前記作業者の右手、左手及び目が含まれることとしてもよい。

40

【0018】

この態様によれば、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を、右手、左手及び目ごとに認識し、その認識した動作に対応する動作認識結果を右手、左手及び目ごとに生成し、それらの動作認識結果を時系列に比較できるように、並べて表示することができる。

【0019】

本開示の他の態様に係る動作認識方法は、作業者の動作に関する時系列情報を取得することと、個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成することと、前記生成した前記動作認識結果に基

50

づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に並べて表示することと、を含む。

【0020】

この態様によれば、個別の動作を定めた動作情報及び作業者の動作に関する時系列情報に基づいて、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を身体部位ごとに認識し、その認識した動作に対応する個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を身体部位別に生成することができ、さらに、身体部位別の動作認識結果を、時系列に比較できるように、並べて表示することができる。

【0021】

本開示の他の態様に係る動作認識プログラムは、コンピュータを、作業者の動作に関する時系列情報を取得する取得部、個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成する動作認識部、前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に並べて表示する表示部、として機能させる。

10

【0022】

この態様によれば、個別の動作を定めた動作情報及び作業者の動作に関する時系列情報に基づいて、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を身体部位ごとに認識し、その認識した動作に対応する個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を身体部位別に生成することができ、さらに、身体部位別の動作認識結果を、時系列に比較できるように、並べて表示することができる。

20

【0023】

本開示の他の態様に係る動作認識システムは、センサと動作認識装置とを備える動作認識システムであって、前記センサは、作業者の動作を検知して当該動作に関する時系列情報を出力する検知部を、備え、前記動作認識装置は、前記時系列情報を取得する取得部と、個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成する動作認識部と、前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に並べて表示する表示部と、を備える。

30

【0024】

この態様によれば、個別の動作を定めた動作情報及び作業者の動作に関する時系列情報に基づいて、個別の動作のいずれかに該当する作業者の動作を身体部位ごとに認識し、その認識した動作に対応する個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を身体部位別に生成することができ、さらに、身体部位別の動作認識結果を、時系列に比較できるように、並べて表示することができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、身体の部位ごとに行われる動作を個別に認識することができる動作認識装置、動作認識方法、動作認識プログラム及び動作認識システムを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の実施形態に係る動作認識システムの概要を例示する図である。

【図2】本実施形態に係る動作認識システムの機能構成を例示する図である。

【図3】本実施形態に係る動作認識装置に記憶される動作情報の一例を示す図である。

【図4】(A)、(B)は、本実施形態に係る動作認識装置に記憶される動作認識結果情報の一例を示す図である。

【図5】身体部位別の動作認識結果を時系列に並べて表示する一例を示す図である。

50

【図 6】(A)、(B)は、身体部位別の動作認識結果を説明するための図である。

【図 7】本実施形態に係る動作認識装置のハードウェア構成を例示する図である。

【図 8】本実施形態に係る動作認識装置により実行される動作認識処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施形態」と表記する。）を、図面に基づいて説明する。なお、各図において、同一の符号を付したものは、同一又は同様の構成を有する。

【0028】

§ 1 適用例

まず、図 1 を用いて、本発明が適用される場面の一例について説明する。本実施形態に係る動作認識システム 100 は、ある作業領域 R で行われる作業 A の動作を画像センサ 20a、20b、20c で撮影し、その撮影した動画を取得した動作認識装置 10 が、作業 A の身体部位ごとに動作を認識し、認識した結果を身体部位ごとに時系列に並べて表示するものである。

【0029】

本実施形態では、作業 A の身体部位として、右手、左手及び目を用いて説明するが、作業 A の身体部位は、これに限定されない。例えば、頭、右手の指、左手の指、右脚、左脚等を作業 A の身体部位として用いることとしてもよい。

【0030】

作業 A の動作には、例えば、各部品箱 Ra、Rb、Rc に收容されている部品を視認する動作、視認した部品を把持する動作、把持した部品を作業スペース Rd に運搬する動作、作業スペース Rd に運搬した部品を組み立てる等の部品を調整する動作、及び完成品を収納場所 Re に収納する動作等を含むことができる。

【0031】

動作認識装置 10 が認識対象とする個別の動作は、予め動作情報として記憶させておく。動作認識装置 10 は、動作情報と動画とに基づいて、作業 A の身体部位ごとに、個別の動作のいずれかに該当する作業 A の動作を認識する。そして、動作認識装置 10 は、認識した作業 A の動作に対応する個別の動作を開始した時間及び終了した時間を含む動作認識結果情報を、作業 A の身体部位別に生成する。さらに、動作認識装置 10 は、生成した動作認識結果情報に基づいて、身体部位別の動作認識結果を時系列で比較できるように、並べて表示する。

【0032】

これにより、本実施形態に係る動作認識装置 10 によれば、作業 A の身体部位ごとに行われる動作を個別に認識し、さらに身体部位別の動作認識結果を時系列に並べて表示することができる。

【0033】

§ 2 構成例

[機能構成]

次に、図 2 を用いて、本実施形態に係る動作認識システム 100 の機能構成について、その一例を説明する。動作認識システム 100 は、三台の画像センサ 20a、20b、20c と、動作認識装置 10 とを備える。以下において、三台の画像センサ 20a、20b、20c を特に区別して記載する必要がない場合には、画像センサ 20 と記載する。動作認識装置 10 は、機能的な構成として、例えば、取得部 11、動作認識部 12、表示部 13、学習部 14 及び記憶部 19 を有する。記憶部 19 は、例えば、動画 19a、動作情報 19b、動作認識結果情報 19c 及び学習済モデル 19d を記憶する。各機能構成の詳細を、以下に順次記載する。

【0034】

<画像センサ>

10

20

30

40

50

画像センサ 20 は、例えば、汎用のカメラであり、作業員 A が作業領域 R で動作を行っている場面を含む動画を撮影する。画像センサ 20 は、機能的な構成として、例えば、検知部を有する。検知部は、作業員 A の動作を検知し、その動作を示す動画を時系列情報として出力する。

【0035】

ここで、時系列情報は、動画に限定されない。例えば、画像センサ 20 の代わりに備えるモーションキャプチャによって測定される作業員 A の動作を示す座標値に関する情報であったり、画像センサ 20 の代わりに備える加速度センサやジャイロセンサを作業員 A に装着させることによって測定される作業員 A の動作を示す情報であったり、画像センサ 20 の代わりに作業領域 R に配置した光電センサによって検知される特定エリアへの IN 又は OUT の状態から推測される作業員 A の動作を示す情報であったりしてもよい。

10

【0036】

各画像センサ 20 a、20 b、20 c は、作業領域 R の全域及び作業員 A の全身を撮影できるように配置される。例えば、各画像センサ 20 a、20 b、20 c のそれぞれが、作業領域 R の全域及び作業員 A の全身を撮影できるように配置されてもよいし、各画像センサ 20 a、20 b、20 c のそれぞれが、作業領域 R 及び作業員 A の一部分を撮影し、それぞれの動画を合わせることで作業領域 R の全域及び作業員 A の全身をカバーできるように配置されてもよい。また、各画像センサ 20 a、20 b、20 c が、それぞれ異なる倍率で作業領域 R 及び作業員 A を撮影することとしてもよい。画像センサ 20 は、三台備える必要はなく、少なくとも一台以上備えることとすればよい。

20

【0037】

<取得部>

取得部 11 は、作業員 A が行った動作に関する時系列情報（本実施形態では動画）を画像センサ 20 から取得する。取得部 11 が取得した時系列情報は、記憶部 19 に伝送され、動画 19 a として記憶される。

【0038】

<動作認識部>

動作認識部 12 は、個別の動作を定めた動作情報 19 b 及び動画 19 a に基づいて、上述した作業員 A の身体部位ごとに、動作情報 19 b に設定された個別の動作のいずれかに該当する作業員 A の動作を認識する。

30

【0039】

図 3 を参照して、動作情報 19 b の一例について説明する。同図に示す動作情報 19 b には、個別の動作として、例示的に、視認、把持、運搬、調整という四つの動作が設定されている。

【0040】

この動作情報 19 b において、視認は、対象を認識する動作として定義され、把持は、手を対象に移動して把持する動作として定義され、運搬は、対象を目的地に移動する動作として定義され、調整は、目標状態に移行する動作として定義されている。

【0041】

視認動作に該当する要素として、DIP 挿入工程に含まれる動作のうち、部品を探る動作、部品の極性を確認する動作、及び部品挿入穴を確認する動作が設定され、ケース嵌合工程に含まれる動作のうち、ベースとカバーを確認する動作、及びフックを確認する動作が設定され、はんだ付け工程に含まれる動作のうち、はんだコテを見る動作、ランドの位置を確認する動作、及びランドへのはんだの濡れ具合を確認する動作が設定され、ネジ締め工程に含まれる動作のうち、電動ドライバーを見る動作、及びネジ山の位置を確認する動作が設定されている。

40

【0042】

把持動作に該当する要素として、DIP 挿入工程に含まれる動作のうち、部品を掴む動作が設定され、ケース嵌合工程に含まれる動作のうち、ベースとカバーを掴む動作が設定され、はんだ付け工程に含まれる動作のうち、はんだコテを掴む動作が設定され、ネジ締

50

め工程に含まれる動作のうち、電動ドライバーを掴む動作が設定されている。

【 0 0 4 3 】

運搬動作に該当する要素として、DIP挿入工程に含まれる動作のうち、部品を運ぶ動作が設定され、ケース嵌合工程に含まれる動作のうち、ベースにカバーを運ぶ動作が設定され、はんだ付け工程に含まれる動作のうち、ランドにはんだコテを運ぶ動作、及びはんだ糸をはんだコテの先端に運ぶ動作が設定され、ネジ締め工程に含まれる動作のうち、電動ドライバーをネジ山まで運ぶ動作が設定されている。

【 0 0 4 4 】

調整動作に該当する要素として、DIP挿入工程に含まれる動作のうち、部品を挿入する動作が設定され、ケース嵌合工程に含まれる動作のうち、フックを嵌合する動作が設定され、はんだ付け工程に含まれる動作のうち、ランドにはんだコテを当てる動作、及びはんだ糸をはんだコテの先端に当てる動作が設定され、ネジ締め工程に含まれる動作のうち、電動ドライバーでネジを締める動作が設定されている。

【 0 0 4 5 】

なお、図3は、視認、把持、運搬、調整の各動作を個別の動作に設定した場合の動作情報19bを例示したものであるが、個別の動作として設定する動作は、これら各動作に限定されない。個別の動作に設定する動作は、作業員Aが行う作業の内容に合わせて適宜定めることができる。例えば、上記四つの動作のうち、視認動作に替えて、完成品を収納場所に収納する収納動作を個別の動作に設定することとしてもよい。

【 0 0 4 6 】

また、図3に例示する動作の要素一つ一つを、個別の動作として設定することもできる。この場合、図3に例示する動作の要素のうち、動画19aに基づいて、動作の開始時点と動作の終了時点とを判別できる要素に限定して、個別の動作に設定することが好ましい。

【 0 0 4 7 】

図2の説明に戻る。動作認識部12は、動作情報19bに設定された個別の動作のいずれかに該当する作業員Aの動作を、身体部位別に認識した場合に、認識した作業員Aの動作に対応する個別の動作の開始時間及びその個別の動作の終了時間をそれぞれ算定する。開始時間及び終了時間は、例えば、作業対象となる全工程のうち最初の工程が開始された時間を基準とし、その基準とした時間からの経過時間を算出することで定めることができる。そして、動作認識部12は、算定した開始時間及び終了時間を個別の動作に対応付けることで、身体部位別の動作認識結果を生成する。動作認識部12が生成した身体部位別の動作認識結果は、記憶部19に伝送され、動作認識結果情報19cとして記憶される。

【 0 0 4 8 】

図4を参照して、動作認識結果情報19cについて説明する。図4(A)は、作業員Aの左手の動作認識結果情報19cを例示したものであり、図4(B)は、作業員Aの右手の動作認識結果情報19cを例示したものである。

【 0 0 4 9 】

図4(A)に例示する左手の動作認識結果情報19cは、最初の工程が開始されてから12秒までは、作業員Aの左手の動作が、個別の動作のいずれにも該当しないと認識され、12秒から13秒までの間は、作業員Aの左手の動作が、個別の動作のうち、把持動作に該当すると認識され、13秒から15秒までの間は、作業員Aの左手の動作が、個別の動作のうち、運搬動作に該当すると認識されたことを示している。

【 0 0 5 0 】

図4(B)に例示する右手の動作認識結果情報19cは、最初の工程が開始されてから10秒までは、作業員Aの右手の動作が、個別の動作のいずれにも該当しないと認識され、10秒から11秒までの間は、作業員Aの右手の動作が、個別の動作のうち、把持動作に該当すると認識され、11秒から12秒までの間は、作業員Aの右手の動作が、個別の動作のうち、運搬動作に該当すると認識されたことを示している。

【 0 0 5 1 】

図2の説明に戻る。動作認識部12は、個別の動作のいずれかに該当する作業員Aの動

10

20

30

40

50

作を認識する際に、学習済モデル19dを利用することができる。この学習済モデル19dは、動作情報19b及び動画19aを入力とし、個別の動作のいずれかに該当する作業員Aの動作を示す情報を出力とする学習済モデルであり、学習部14により生成される。学習済モデル19dは、例えば、以下の(a)又は(b)の方法により学習させることができる。

【0052】

(a) 担当者が動画19aを目視で確認しながら、個別の動作に該当する動作を特定し、その特定した動作の開始時間又は終了時間を身体部位ごとに定義した教師データを作成する。学習部14は、動作情報19b及び動画19aに加え、教師データを学習済モデル19dに入力することで、身体部位ごとの個別の動作と動画19aに含まれる身体部位ごとの動作との対応関係を、学習済モデル19dに学習させる。

10

【0053】

(b) 学習部14は、動画19aの画像(動画像)が急激に変化する変化点を、個別の動作を開始又は終了する候補点として抽出する。担当者が動画19aを目視で確認しながら、抽出された候補点ごとに、個別の動作に該当する動作の開始時間又は終了時間とその動作を行う身体部位とを定義していくことで、教師データを作成する。学習部14は、動作情報19b及び動画19aに加え、教師データを学習済モデル19dに入力することで、身体部位ごとの個別の動作と動画19aに含まれる身体部位ごとの動作との対応関係を、学習済モデル19dに学習させる。

【0054】

動作認識部12は、動作情報19b及び動画19aを、上記のように学習させた学習済モデル19dに入力し、学習済モデル19dから出力される個別の動作のいずれかに該当する作業員Aの動作を示す情報に基づいて、作業員Aの身体部位ごとに、個別の動作のいずれかに該当する作業員Aの動作を認識する。

20

【0055】

動作認識部12は、動画19aに基づいて、作業員Aの身体部位ごとの動作を認識する際に、例えば、以下の(A)又は(I)の手法を用いて認識することができる。

【0056】

(A) 動画19aの画像から、作業員Aの骨格の動きを示す骨格データを抽出し、その抽出した骨格データに基づいて、作業員Aの身体部位ごとの動作を認識する。画像から抽出した骨格データに基づいて動作を認識する手法として、例えば、ST-GCN(Spatial Temporal Graph Convolutional Networks)等の公知の動作認識手法を用いることができる。

30

【0057】

(I) 動画19aの画像から、作業員Aの動きの特徴量を抽出し、その抽出した動きの特徴量に基づいて、作業員Aの身体部位ごとの動作を認識する。画像から動きの特徴量を抽出する手法として、例えば、SIFT(Scale-Invariant Feature Transform)、SURF(Speeded Up Robust Feature)等の公知の特徴量抽出手法を用いることができる。

【0058】

動作認識部12が、動作を認識する間隔は、任意に設定することができ、例えば、動画のフレームレート単位に認識することとしてもよいし、1秒ごと等のように所定時間ごとに認識することとしてもよい。

40

【0059】

<表示部>

表示部13は、動作認識結果情報19cに基づいて、身体部位別の動作認識結果を時系列に並べて表示する。図5に、身体部位別の動作認識結果を時系列に並べて表示したグラフを例示する。同図には、身体部位の動作として、右手及び左手の動作が認識され、その認識結果が時系列に並べて表示されている。横軸が時間の経過を表し、上段が右手の動作状態、下段が左手の動作状態を表している。

50

【 0 0 6 0 】

図 5 では、個別の動作として、把持、運搬、調整及び収納の各動作が認識されている。把持及び運搬は、主に右手で行われ、調整及び収納は、主に両手で行われていることがわかる。

【 0 0 6 1 】

図 6 に、初心者と熟練者の両手の動作状態をそれぞれグラフで表した図を例示する。図 6 (A) は、初心者の右手及び左手の動作状態を時系列に並べて表示した図である。図 6 (B) は、熟練者の右手及び左手の動作状態を時系列に並べて表示した図である。図 6 (A)、(B) では、個別の動作として、把持、運搬、調整及び収納の各動作が認識されている。

10

【 0 0 6 2 】

図 6 (A) の初心者は、図 6 (B) の熟練者と比較して、作業のリズムがばらばらであり、両手が共に作業を行っていない時間があることがわかる。さらに、図 6 (A) のグラフの一部を拡大した拡大図 E A を見ると、初心者は、右手と左手とを使って作業を行っているものの、拡大図 E A 中の両矢印で示す区間のように、右手と左手とが共に動作していない時間、つまり無駄な時間が発生していることがわかる。

【 0 0 6 3 】

他方、図 6 (B) の熟練者は、図 6 (A) の初心者と比較して、作業のリズムが一定であり、右手で常に作業を行っていることがわかる。さらに、図 6 (B) のグラフの一部を拡大した拡大図 E B を見ると、熟練者は、両手を使って作業を行っている時間が多く、拡大図 E B 中の両矢印で示す区間のように、右手と左手とで別々の動作が行われ、作業時間が短縮されていることがわかる。

20

【 0 0 6 4 】

[ハードウェア構成]

次に、図 7 を用いて、本実施形態に係る動作認識装置 1 0 のハードウェア構成について、その一例を説明する。動作認識装置 1 0 は、演算装置に相当する C P U (Central Processing Unit) 1 0 a と、記憶部 1 9 に相当する R A M (Random Access Memory) 1 0 b と、記憶部 1 9 に相当する R O M (Read only Memory) 1 0 c と、通信装置 1 0 d と、入力装置 1 0 e と、表示部 1 3 に相当する表示装置 1 0 f とを有する。これらの各構成は、バスを介して相互にデータを送受信できるように接続される。なお、本実施形態では動作認識装置 1 0 が一台のコンピュータで構成される場合について説明するが、動作認識装置 1 0 は、複数のコンピュータを用いて実現されてもよい。

30

【 0 0 6 5 】

C P U 1 0 a は、R A M 1 0 b 又は R O M 1 0 c に記憶されたプログラムを実行し、データの演算や加工を行う制御部として機能する。C P U 1 0 a は、入力装置 1 0 e や通信装置 1 0 d から種々の入力データを受信し、入力データを演算した結果を表示装置 1 0 f に表示したり、R A M 1 0 b や R O M 1 0 c に格納したりする。本実施形態における C P U 1 0 a は、動画に基づいて、作業者の身体部位ごとの動作を認識し、認識した結果を身体部位ごとに時系列に並べて表示するプログラム (動作認識プログラム) を実行する。

【 0 0 6 6 】

R A M 1 0 b は、例えば半導体記憶素子で構成され、書き換え可能なデータを記憶する。R O M 1 0 c は、例えば半導体記憶素子で構成され、読み出し可能かつ書き換え不可能なデータを記憶する。

40

【 0 0 6 7 】

通信装置 1 0 d は、動作認識装置 1 0 を外部機器に接続するインターフェースである。通信装置 1 0 d は、例えば、画像センサ 2 0 と L A N (Local Area Network) やインターネット等の通信ネットワークにより接続され、画像センサ 2 0 から動画を受信する。

【 0 0 6 8 】

入力装置 1 0 e は、ユーザからデータの入力を受け付けるインターフェースであり、例えば、キーボード、マウス及びタッチパネルを含むことができる。

50

【 0 0 6 9 】

表示装置 1 0 f は、CPU 1 0 a による演算結果等を視覚的に表示するインターフェースであり、例えば、LCD (Liquid Crystal Display) により構成することができる。

【 0 0 7 0 】

動作認識プログラムは、RAM 1 0 b や ROM 1 0 c 等のコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供されてもよいし、通信装置 1 0 d により接続される通信ネットワークを介して提供されてもよい。動作認識装置 1 0 は、CPU 1 0 a が動作認識プログラムを実行することで、図 2 に示す取得部 1 1、動作認識部 1 2、表示部 1 3 及び学習部 1 4 の動作が実現される。なお、これらの物理的な構成は例示であって、必ずしも独立した構成でなくてもよい。例えば、動作認識装置 1 0 は、CPU 1 0 a と RAM 1 0 b や ROM 1 0 c とが一体化した LSI (Large-Scale Integration) を備えることとしてもよい。

10

【 0 0 7 1 】

§ 3 動作例

図 8 は、本実施形態に係る動作認識装置 1 0 により実行される動作認識処理の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 7 2 】

最初に、動作認識装置 1 0 の取得部 1 1 は、作業員 A が行った動作に関する時系列情報である動画を画像センサ 2 0 から取得する (ステップ S 1 0 1)。この取得した動画は、動画 1 9 a として記憶部 1 9 に記憶される。

20

【 0 0 7 3 】

続いて、動作認識装置 1 0 の動作認識部 1 2 は、動作情報 1 9 b 及び動画 1 9 a を、学習済モデル 1 9 d に入力し、学習済モデル 1 9 d から出力される個別の動作に該当する作業員 A の動作を示す情報に基づいて、個別の動作に該当する作業員 A の動作を認識し、認識した作業員 A の動作に対応する動作認識結果を、身体部位ごとに生成する (ステップ S 1 0 2)。この生成した動作認識結果は、動作認識結果情報 1 9 c として記憶部 1 9 に記憶される。

【 0 0 7 4 】

続いて、動作認識装置 1 0 の表示部 1 3 は、動作認識結果情報 1 9 c に基づいて、身体部位別の動作認識結果を時系列に比較できるように、並べて表示する (ステップ S 1 0 3)。そして、動作認識処理を終了する。

30

【 0 0 7 5 】

前述したように、本実施形態に係る動作認識装置 1 0 によれば、動作情報 1 9 b 及び動画 1 9 a に基づいて、個別の動作のいずれかに該当する作業員の動作を身体部位ごとに認識し、その認識した動作に対応する動作認識結果情報 1 9 c を身体部位別に生成することができる。さらに、本実施形態に係る動作認識装置 1 0 によれば、生成した動作認識結果情報 1 9 c に基づいて、身体部位別の動作認識結果を、時系列に比較できるように、並べて表示することができる。

【 0 0 7 6 】

本発明の実施形態は、以下の付記のようにも記載され得る。ただし、本発明の実施形態は、以下の付記に記載した形態に限定されない。また、本発明の実施形態は、付記間の記載を置換したり、組み合わせたりした形態であってもよい。

40

【 0 0 7 7 】

[付記 1]

作業員の動作に関する時系列情報を取得する取得部 (1 1) と、
個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業員の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業員の動作を認識し、当該認識した前記作業員の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業員の身体部位別に生成する動作認識部 (1 2) と、

前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時

50

系列に、並べて表示する表示部（１３）と、
を備える動作認識装置（１０）。

【００７８】

[付記２]

前記動作情報及び前記時系列情報を入力とし、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を示す情報を出力とする学習済モデル（１９ｄ）を、さらに備え、

前記動作認識部（１２）は、前記動作情報及び前記時系列情報を前記学習済モデル（１９ｄ）に入力し、当該学習済モデル（１９ｄ）から出力される前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を示す情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識する、

10

付記１記載の動作認識装置（１０）。

【００７９】

[付記３]

前記動作認識部（１２）は、前記作業者の身体部位ごとに認識した前記作業者の動作それぞれの前記開始時間及び前記終了時間を算定し、当該算定した開始時間及び終了時間を前記個別の動作に対応付けることで、前記動作認識結果を生成する、

付記１又は２記載の動作認識装置（１０）。

【００８０】

[付記４]

前記時系列情報は、画像センサ（２０ａ）により出力される動画であり、

20

前記動作認識部（１２）は、前記動画に基づいて、前記作業者の骨格を抽出し、当該抽出した前記骨格の動きに基づいて、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を、当該作業者の身体部位ごとに認識する、

付記１から３のいずれか一項に記載の動作認識装置（１０）。

【００８１】

[付記５]

前記時系列情報は、画像センサ（２０ａ）により出力される動画であり、

前記動作認識部（１２）は、動画像から、前記作業者の動きの特徴量を抽出し、当該抽出した前記特徴量に基づいて、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を、当該作業者の身体部位ごとに認識する、

30

付記１から３のいずれか一項に記載の動作認識装置（１０）。

【００８２】

[付記６]

前記作業者の身体部位には、前記作業者の右手、左手及び目が含まれる、

付記１から５のいずれか一項に記載の動作認識装置（１０）。

【００８３】

[付記７]

作業者の動作に関する時系列情報を取得することと、

個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成することと、

40

前記生成した前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列で比較できるように、並べて表示することと、

を含む動作認識方法。

【００８４】

[付記８]

コンピュータを、

作業者の動作に関する時系列情報を取得する取得部（１１）、

個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ご

50

とに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成する動作認識部(12)、

前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に、並べて表示する表示部(13)、

として機能させる動作認識プログラム。

【0085】

[付記9]

センサ(20a、20b、20c)と動作認識装置(10)とを備える動作認識システム(100)であって、

前記センサ(20a、20b、20c)は、

作業者の動作を検知して当該動作に関する時系列情報を出力する検知部を、備え、

前記動作認識装置(10)は、

前記時系列情報を取得する取得部(11)と、

個別の動作を定めた動作情報及び前記時系列情報に基づいて、前記作業者の身体部位ごとに、前記個別の動作のいずれかに該当する前記作業者の動作を認識し、当該認識した前記作業者の動作に対応する前記個別の動作の開始時間及び終了時間を含む動作認識結果を、前記作業者の身体部位別に生成する動作認識部(12)と、

前記生成された前記動作認識結果に基づいて、前記身体部位別の前記動作認識結果を時系列に、並べて表示する表示部(13)と、を備える、

動作認識システム(100)。

【符号の説明】

【0086】

10...動作認識装置、10a...CPU、10b...RAM、10c...ROM、10d...通信装置、10e...入力装置、10f...表示装置、11...取得部、12...動作認識部、13...表示部、14...学習部、19...記憶部、19a...動画、19b...動作情報、19c...動作認識結果情報、19d...学習済モデル、20a, 20b, 20c...画像センサ、100...動作認識システム、A...作業者、R...作業領域、Ra, Rb, Rc...部品箱、Rd...作業スペース、Re...完成品収納場所

10

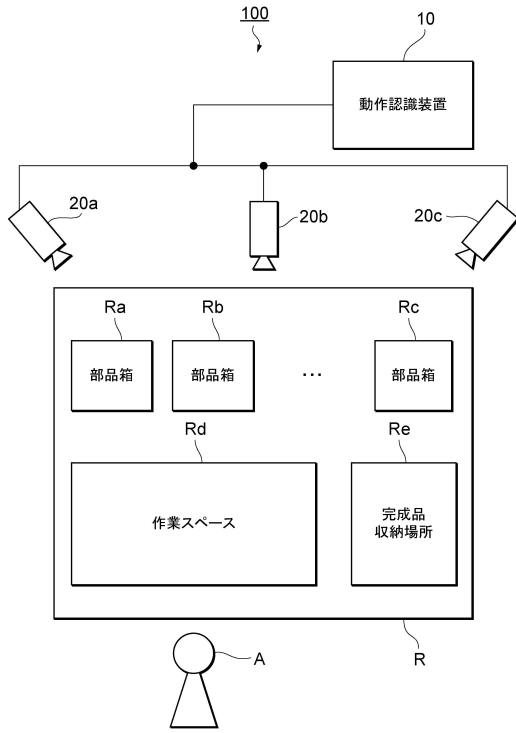
20

30

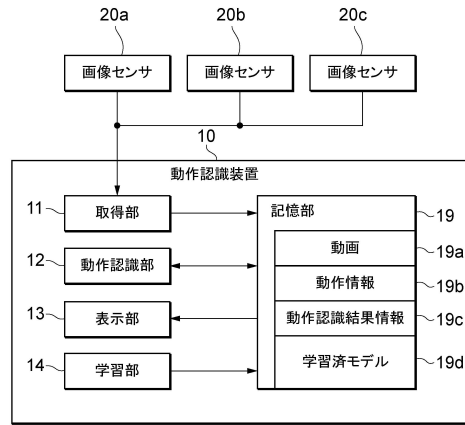
40

50

【図面】
【図 1】



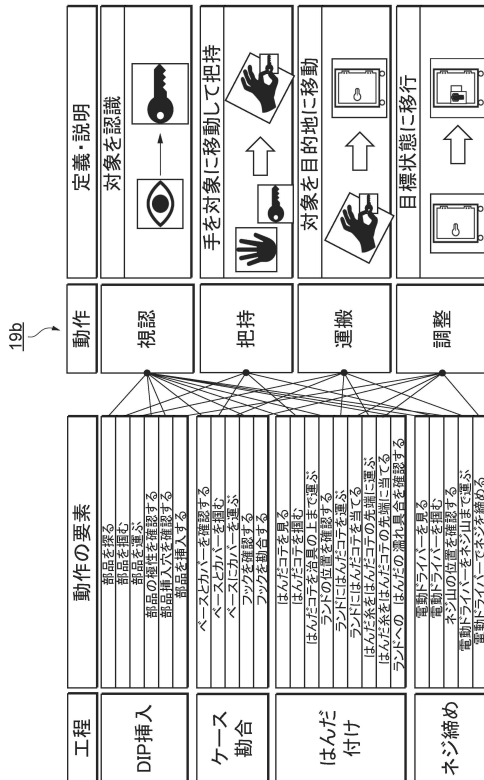
【図 2】



10

20

【図 3】



【図 4】

19c (A) 左手の動作認識結果情報		
開始時間	終了時間	動作
00:00.00	00:12.00	NA
00:12.00	00:13.00	把持
00:13.00	00:15.00	運搬
00:15.00	00:18.00	調整
00:18.00	00:22.00	NA
00:22.00	00:28.00	調整

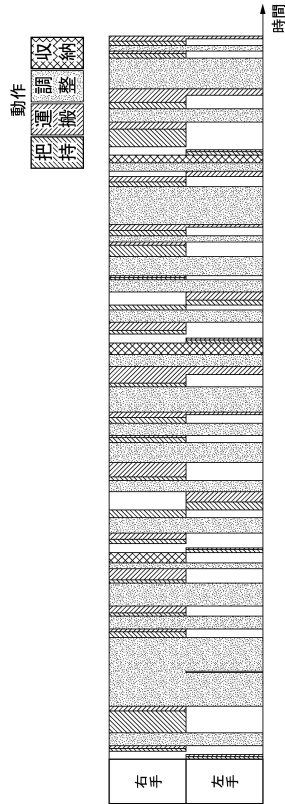
19c (B) 右手の動作認識結果情報		
開始時間	終了時間	動作
00:00.00	00:10.00	NA
00:10.00	00:11.00	把持
00:11.00	00:12.00	運搬
00:12.00	00:15.00	NA
00:15.00	00:18.00	調整
00:18.00	00:19.00	NA
00:19.00	00:20.00	把持
00:20.00	00:22.00	運搬
00:22.00	00:28.00	調整
00:28.00	00:29.00	収納

30

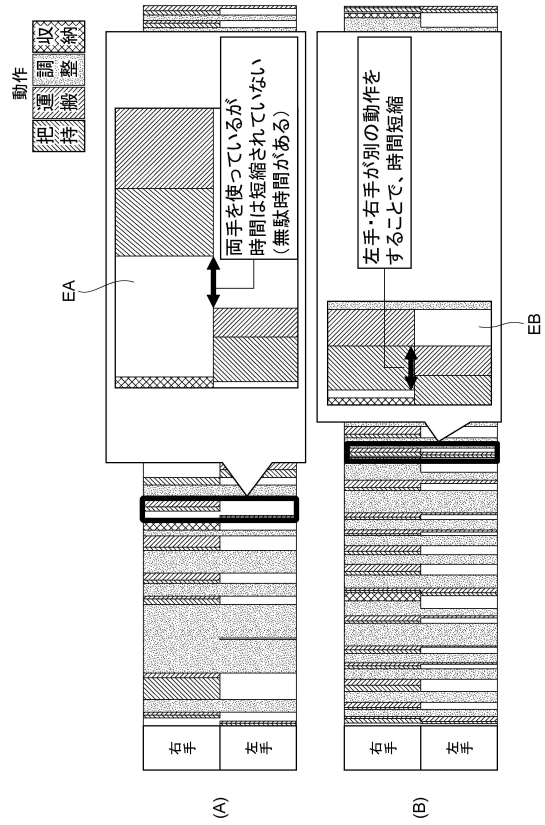
40

50

【図5】



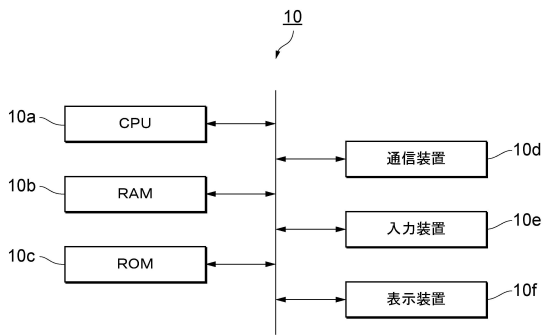
【図6】



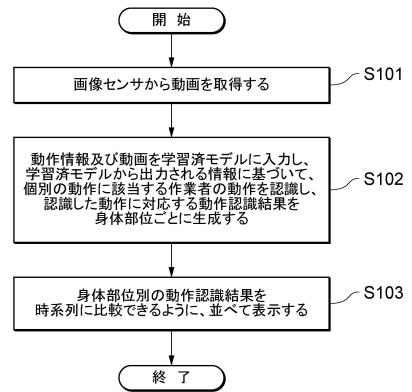
10

20

【図7】



【図8】



30

40

50

フロントページの続き

- 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72)発明者 西行 健太
- 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72)発明者 水野 佑治
- 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72)発明者 宮崎 雅
- 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72)発明者 王 タンニー
- 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72)発明者 森 嘉一
- 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72)発明者 ラマ エンドリ
- 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 審査官 伊知地 和之
- (56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 0 4 0 4 2 1 (J P , A)
 特開 2 0 1 3 - 0 8 8 7 3 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 2 - 1 8 1 7 3 6 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 1 4 3 3 5 8 (U S , A 1)
 Yasuyo KOTAKE et al. , Evaluating Worker's Proficiency from Body and Eye Movements in
 Manufacturing Operations , 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cyb
 ernetics(SMC) , 日本 , IEEE , 2018年10月 , pp.1451-1456
 鶴田泰士他 , 顔及び手領域による身振り認識システム , 第 5 9 回 (平成 1 1 年後期) 全国
 大会講演論文集 (2) , 日本 , 社団法人情報処理学会 , 1999年09月28日 , pp.2-191 ~ 2-1
 92
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 A 6 1 B 5 / 0 0 - 5 / 0 1
 A 6 1 B 5 / 0 6 - 5 / 2 2
 G 0 6 T 7 / 0 0 - 7 / 9 0
 G 0 6 V 1 0 / 0 0 - 2 0 / 9 0
 G 0 6 V 3 0 / 4 1 8
 G 0 6 V 4 0 / 1 6
 G 0 6 V 4 0 / 2 0
 C S D B (日本国特許庁)
 I E E E X p l o r e