

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7623631号
(P7623631)

(45)発行日 令和7年1月29日(2025.1.29)

(24)登録日 令和7年1月21日(2025.1.21)

(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

請求項の数 7 (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-18518(P2021-18518)	(73)特許権者	000002945
(22)出願日	令和3年2月8日(2021.2.8)		オムロン株式会社
(65)公開番号	特開2022-121257(P2022-121257 A)		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
(43)公開日	令和4年8月19日(2022.8.19)	(74)代理人	100079108
審査請求日	令和5年12月12日(2023.12.12)		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	西行 健太

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 周期動作検知装置、周期動作検知方法及び周期動作検知プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類したクラスタを1次元の時系列データとして出力するクラスタリング部と、

前記1次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリング部と、

前記ラベリング処理された前記1次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニング部と、

特定された前記頻出パターンを前記1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの末尾に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第1頻出パターン抽出部と、

特定された前記頻出パターンを前記1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの先頭に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第2頻出パターン抽出部と、

前記第1頻出パターン抽出部により抽出された前記頻出パターンの集合、又は、前記第2頻出パターン抽出部により抽出された前記頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知部と、

10

20

を備える周期動作検知装置。

【請求項 2】

前記周期動作検知部により検知された周期的な動作に基づいて、周期的な動作の回数、周期的な動作の始点、及び周期的な動作の終点を出力する出力部、をさらに備える、請求項 1 記載の周期動作検知装置。

【請求項 3】

前記周期動作検知部は、前記第 1 頻出パターン抽出部により抽出された前記頻出パターンの集合に含まれる前記頻出パターン同士の類似度の平均値と、前記第 2 頻出パターン抽出部により抽出された前記頻出パターンの集合に含まれる前記頻出パターン同士の類似度の平均値と、を比較し、類似度の平均値が高い方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する、

10

請求項 1 又は 2 記載の周期動作検知装置。

【請求項 4】

前記周期動作検知部により検知された周期的な動作を時系列に並べた検知周期動作の領域と、模範となる周期的な動作を時系列に並べた模範周期動作の領域との重なり度合により、検知された周期的な動作の位置ずれを評価する評価部を、さらに備え、

前記出力部は、前記評価部により評価された内容を、さらに出力する、

請求項 2 記載の周期動作検知装置。

【請求項 5】

前記ラベリング処理された前記 1 次元の時系列データから、先頭のクラスタ及び末尾のクラスタを、除外クラスタとして除外する除外部を、さらに備え、

20

前記系列パターンマイニング部は、前記除外クラスタが除外された前記 1 次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の周期動作検知装置。

【請求項 6】

プロセッサにより実行される方法であって、

作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類したクラスタを 1 次元の時系列データとして出力するクラスタリングステップと、

前記 1 次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリングステップと、

30

前記ラベリング処理された前記 1 次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニングステップと、

特定された前記頻出パターンを前記 1 次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの末尾に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第 1 頻出パターン抽出ステップと、

特定された前記頻出パターンを前記 1 次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの先頭に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第 2 頻出パターン抽出ステップと、

40

前記第 1 頻出パターン抽出ステップにおいて抽出された前記頻出パターンの集合、又は、前記第 2 頻出パターン抽出ステップにおいて抽出された前記頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知ステップと、

を含む周期動作検知方法。

【請求項 7】

コンピュータを、

作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類したクラスタを 1 次元の時系列データとして出力するクラスタリング部、

50

前記 1 次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリング部、

前記ラベリング処理された前記 1 次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニング部、

特定された前記頻出パターンを前記 1 次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの末尾に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第 1 頻出パターン抽出部、

特定された前記頻出パターンを前記 1 次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの先頭に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第 2 頻出パターン抽出部、

前記第 1 頻出パターン抽出部により抽出された前記頻出パターンの集合、又は、前記第 2 頻出パターン抽出部により抽出された前記頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知部、

として機能させる周期動作検知プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、周期動作検知装置、周期動作検知方法及び周期動作検知プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 には、動画像から、例えば手振り等の周期性を有する動作を検出する周期動作の検出方法が開示されている。この検出方法は、複数のフレーム画像それぞれの所定領域に対して周波数変換（フーリエ変換）を施し、その変換結果の周波数と検出対象にする周期動作の周波数とに基づいて、複数のフレーム画像の中に検出対象の周期動作が存在するかどうかを判定する。この検出方法では、周波数変換を用いて比較するため、各動作の時間長を揃える必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2012 - 123538 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、工場等の生産現場で作業する作業者の周期的な動作には、長さが異なる複数の動作が含まれることになる。複数の動作として、例えば、部品箱に収容されている部品を把持する動作や、把持した部品を作業スペースに運搬する動作、運搬した部品を組み立てる等の調整する動作、完成品を収納場所に収納する動作等がある。

【0005】

このような複数の動作を含む周期的な動作を、動画像から検知しようとする場合、それぞれの動作の長さを揃える必要がある特許文献 1 の検出方法では各動作を検出することができない。

【0006】

そこで、本発明は、長さが異なる複数の動作を含む周期動作を検知することができる周期動作検知装置、周期動作検知方法及び周期動作検知プログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一態様に係る周期動作検知装置は、作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類したクラスタを 1 次元

10

20

30

40

50

の時系列データとして出力するクラスタリング部と、1次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリング部と、ラベリング処理された1次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニング部と、特定された頻出パターンを1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる頻出パターンの末尾に連結して一つの頻出パターンとして順次抽出する、第1頻出パターン抽出部と、特定された頻出パターンを1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる頻出パターンの先頭に連結して一つの頻出パターンとして順次抽出する、第2頻出パターン抽出部と、第1頻出パターン抽出部により抽出された頻出パターンの集合、又は、第2頻出パターン抽出部により抽出された頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知部と、を備える。

10

【0008】

この態様によれば、作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類されたクラスタの時系列データから頻出パターンとなるクラスタの系列を特定し、特定した頻出パターンをその前後に存在する非頻出パターンと一緒に抽出する際の二つの異なる方法を用いて抽出することで二つの集合をつくり、いずれか一方の集合に基づいて、作業者の周期的な動作を検知することが可能となる。すなわち、時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングして時系列に並べ、その時系列に並べたクラスタの系列から特定される頻出クラスタの系列に基づいて作業者の周期的な動作を特定することができる。

20

【0009】

上記態様において、周期動作検知部により検知された周期的な動作に基づいて、周期的な動作の回数、周期的な動作の始点、及び周期的な動作の終点を出力する出力部、をさらに備えることとしてもよい。

【0010】

これにより、周期的な動作の始点及び終点、並びに周期的な動作の回数に基づいて、作業者の周期的な動作に含まれる長さの異なる複数の動作を容易に認識させることが可能となる。

30

【0011】

上記態様において、周期動作検知部は、第1頻出パターン抽出部により抽出された頻出パターンの集合に含まれる頻出パターン同士の類似度の平均値と、第2頻出パターン抽出部により抽出された頻出パターンの集合に含まれる頻出パターン同士の類似度の平均値と、を比較し、類似度の平均値が高い方の集合に基づいて、周期的な動作を検知することとしてもよい。

【0012】

これにより、二つの集合のうち、集合を構成する各要素間の類似度が高い方の集合を用いて、作業者の周期的な動作を検知することができるため、周期的な動作を検知する際の検知精度を向上させることが可能となる。

40

【0013】

上記態様において、周期動作検知部により検知された周期的な動作を時系列に並べた検知周期動作の領域と、模範となる周期的な動作を時系列に並べた模範周期動作の領域との重なり具合により、検知された周期的な動作の位置ずれを評価する評価部を、さらに備え、出力部は、評価部により評価された内容を、さらに出力することとしてもよい。

【0014】

これにより、模範となる周期的な動作との位置ずれに基づいて算定された客観的な評価の内容を提供することができる。

【0015】

上記態様において、ラベリング処理された1次元の時系列データから、先頭のクラスタ

50

及び末尾のクラスタを、除外クラスタとして除外する除外部を、さらに備え、系列パターンマイニング部は、除外クラスタが除外された1次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定することとしてもよい。

【0016】

これにより、例えば、作業の開始前や開始後に行われる準備や後片付け等の動作を、処理対象から除外することができるため、周期動作を検知する際の処理効率を向上させることが可能となる。

【0017】

本開示の他の態様に係る周期動作検知方法は、プロセッサにより実行される方法であって、作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類したクラスタを1次元の時系列データとして出力するクラスタリングステップと、1次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリングステップと、ラベリング処理された1次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニングステップと、特定された頻出パターンを1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる頻出パターンの末尾に連結して一つの頻出パターンとして順次抽出する、第1頻出パターン抽出ステップと、特定された頻出パターンを1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる頻出パターンの先頭に連結して一つの頻出パターンとして順次抽出する、第2頻出パターン抽出ステップと、第1頻出パターン抽出ステップにおいて抽出された頻出パターンの集合、又は、第2頻出パターン抽出ステップにおいて抽出された頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知ステップと、を含む

【0018】

この態様によれば、作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類されたクラスタの時系列データから頻出パターンとなるクラスタの系列を特定し、特定した頻出パターンをその前後に存在する非頻出パターンと一緒に抽出する際の二つの異なる方法を用いて抽出することで二つの集合をつくり、いずれか一方の集合に基づいて、作業者の周期的な動作を検知することができる。すなわち、時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングして時系列に並べ、その時系列に並べたクラスタの系列から特定される頻出クラスタの系列に基づいて作業者の周期的な動作を特定することが可能となる。

【0019】

本開示の他の態様に係る周期動作検知プログラムは、コンピュータを、作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類したクラスタを1次元の時系列データとして出力するクラスタリング部、1次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリング部、ラベリング処理された1次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニング部、特定された頻出パターンを前記1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる頻出パターンの末尾に連結して一つの頻出パターンとして順次抽出する、第1頻出パターン抽出部、特定された頻出パターンを1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる頻出パターンの先頭に連結して一つの頻出パターンとして順次抽出する、第2頻出パターン抽出部、第1頻出パターン抽出部により抽出された頻出パターンの集合、又は、第2頻出パターン抽出部により抽出された頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知部、として機能させる

【0020】

10

20

30

40

50

この態様によれば、作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類されたクラスタの時系列データから頻出パターンとなるクラスタの系列を特定し、特定した頻出パターンをその前後に存在する非頻出パターンと一緒に抽出する際の二つの異なる方法を用いて抽出することで二つの集合をつくり、いずれか一方の集合に基づいて、作業者の周期的な動作を検知することができる。すなわち、時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングして時系列に並べ、その時系列に並べたクラスタの系列から特定される頻出クラスタの系列に基づいて作業者の周期的な動作を特定することが可能となる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、長さが異なる複数の動作を含む周期動作を検知することができる周期動作検知装置、周期動作検知方法及び周期動作検知プログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態に係る周期動作検知装置を含むシステムの概要を例示する図である。

【図2】周期動作検知装置を含むシステムの機能構成を例示する図である。

【図3】周期動作検知装置における周期動作検知処理の流れを概念的に例示する模式図である。

【図4】クラスタリング処理の実行前後のデータを例示する模式図である。

【図5】周期動作検知処理におけるデータの遷移状態を例示する模式図である。

【図6】周期的な動作の検知結果を時系列に出力したグラフに一例である。

【図7】周期動作検知装置のハードウェア構成を例示する図である。

【図8】周期動作検知装置の動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

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。

【0024】

§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。本実施形態に係る周期動作検知装置10を含むシステム100は、ある作業領域Rで行われる作業者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周期動作検知装置10が、動画から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類されたクラスタの時系列データから頻出パターンとなるクラスタの系列を特定し、特定した頻出パターンを異なる二つの方法で抽出して二つの集合をつくり、いずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する。

【0025】

頻出パターンを抽出する方法として、以下の二つの方法がある。この二つの方法では、隣り合う頻出パターンの間にある一つ又は複数のクラスタによる系列を非頻出パターンとして扱う。

【0026】

第1の抽出方法は、頻出パターンとその頻出パターンの直後に位置する非頻出パターンを一つの頻出パターンとして順次抽出していき、抽出した頻出パターンによる第1集合をつくる方法である。

【0027】

第2の抽出方法は、頻出パターンとその頻出パターンの直前に位置する非頻出パターンを一つの頻出パターンとして順次抽出していき、抽出した頻出パターンによる第2集合をつくる方法である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

そして、第 1 集合に含まれる頻出パターン同士の類似度の平均値と、第 2 集合に含まれる頻出パターン同士の類似度の平均値とを比較し、類似度の平均値が高い方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する。

【 0 0 2 9 】

さらに、検知した周期的な動作に基づいて、周期的な動作の回数、周期的な動作の始点、及び周期的な動作の終点を特定する。

【 0 0 3 0 】

これにより、動画から抽出される動きの特徴量をクラスタリングして時系列に並べ、その時系列に並べたクラスタの系列から特定される頻出クラスタ系列に基づいて周期的な動作を特定することができる。したがって、長さが異なる複数の動作を含む周期的な動作であっても検知することが可能となる。

10

【 0 0 3 1 】

すなわち、本実施形態に係る周期動作検知装置 1 0 によれば、長さが異なる複数の動作を含む周期動作を検知することができる。

【 0 0 3 2 】

§ 2 構成例

〔機能構成〕

次に、図 2 を参照し、本実施形態に係る周期動作検知装置 1 0 を含むシステム 1 0 0 の機能構成について、その一例を説明する。システム 1 0 0 は、三台の画像センサ 2 0 a、2 0 b、2 0 c と、周期動作検知装置 1 0 と、を備える。以下において、三台の画像センサ 2 0 a、2 0 b、2 0 c 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 2 0 と記載する。周期動作検知装置 1 0 は、機能的な構成として、例えば、取得部 1 1、抽出部 1 2、クラスタリング部 1 3、ラベリング部 1 4、除外部 1 5、系列パターンマイニング部 1 6、頻出パターン抽出部 1 7、周期動作検知部 1 8、評価部 1 9、出力部 1 A 及び記憶部 1 B を有する。記憶部 1 B は、例えば、動画 1 B a 及び学習済モデル 1 B b を記憶する。

20

【 0 0 3 3 】

周期動作検知装置 1 0 を含むシステム 1 0 0 が有する各機能構成の詳細を、以下において順次説明する。

30

【 0 0 3 4 】

< 画像センサ >

画像センサ 2 0 は、例えば、汎用のカメラであり、作業者 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 2 0 は、機能的な構成として、例えば、検知部を有する。検知部は、作業者 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。

【 0 0 3 5 】

各画像センサ 2 0 a、2 0 b、2 0 c は、作業領域 R の全域及び作業者 A の全身を撮影できるように配置される。この場合、例えば、各画像センサ 2 0 a、2 0 b、2 0 c のそれぞれが、作業領域 R の全域及び作業者 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 2 0 a、2 0 b、2 0 c のそれぞれが、作業領域 R 及び作業者 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 の全域及び作業者 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 2 0 a、2 0 b、2 0 c が、それぞれ異なる倍率で作業領域 R 及び作業者 A を撮影することとしてもよい。画像センサ 2 0 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。

40

【 0 0 3 6 】

< 取得部 >

取得部 1 1 は、作業者 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 2 0 から取得する。取得部 1 1 が取得した時系列情報は、記憶部 1 B に伝送され、動画 1 B a として記憶される。取得部 1 1 は、記憶部 1 B に記憶された動画 1 B a を取

50

得することも行う。

【0037】

<抽出部>

抽出部12は、動画1Baの画像から作業者の動きの特徴量を抽出する動きの特徴抽出処理を実行する。

【0038】

図3を参照して具体的に説明する。抽出部12は、図3の上段に示すように、動画1Baの画像から、作業者の骨格の動きを示す骨格データDaを検出し、その検出した骨格データDaに基づいて動きの特徴量Dbを抽出する。骨格データを検出する手法として、例えば、OpenPose等の公知の骨格検出手法を用いることができる。

10

【0039】

また、骨格データDaに基づいて動きの特徴量Dbを抽出する際に、学習済モデル1Bbを用いてもよい。学習済モデル1Bbとして、例えば、オートエンコーダ等の公知のモデルを用いることができる。具体的に、抽出部12は、骨格データDaをオートエンコーダに入力し、オートエンコーダでエンコードされて分離されたデータ(例えば動き成分データ、骨格成分データ、視点成分データ)の中から、動き成分データのみを抽出することで、動きの特徴量Dbを抽出する。

【0040】

ここで、動きの特徴抽出処理は、上記の処理に限定されない。例えば、動画1Baの画像から、作業者の動きの特徴量Dbを抽出する処理であってもよい。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)等の公知の特徴抽出手法を用いることができる。

20

【0041】

<クラスタリング部>

図2のクラスタリング部13は、抽出部12により抽出された時系列の動きの特徴量Dbに基づいて、クラスタリング処理を実行する。

【0042】

図3を参照して具体的に説明する。クラスタリング部13は、図3の中段に示すように、抽出部12により抽出された時系列の動きの特徴量Dbをクラスタリングにより分類し、分類されたクラスタを1次元の時系列データDcとして出力する。

30

【0043】

クラスタリングのアルゴリズムとして、例えば、スペクトラルクラスタリング(Spectral Clustering)を用いることができる。スペクトラルクラスタリングでは、グループ分けするクラスタ数を任意に設定することができる。例えば、クラスタ数を8つに設定した場合には、8つのグループが作られ、それぞれのグループに分けられたクラスタには、そのクラスタが属するグループに対応するクラスタ番号が振られる。

【0044】

図4を参照して具体的に説明する。同図には、時系列の動きの特徴量Dbに対し、クラスタリング処理を実行した結果出力される1次元の時系列データDcが例示されている。この時系列データDcを構成するクラスタのうち、例えば、左から一つ目のクラスタにはクラスタ番号として5が振られ、同様に二つ目、三つ目、四つ目のクラスタにはクラスタ番号として0、1、2がそれぞれ振られている。

40

【0045】

例えば、把持に対応する動きのグループに、クラスタ番号として0を振り、運搬に対応する動きのグループに、クラスタ番号として1を振り、調整に対応する動きのグループに、クラスタ番号として2を振ることができる。把持に対応する動きには、例えば、箱又は部品を掴む動きが含まれ、運搬に対応する動きには、例えば、箱又は部品を運ぶ動きが含まれ、調整に対応する動きには、例えば、箱又は部品を固定又は組み込む動きが含まれる。

【0046】

50

<ラベリング部>

図2のラベリング部14は、クラスタリング部13により出力された1次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行する。

【0047】

図5を参照して具体的に説明する。ラベリング部14は、図5(A)に示す1次元の時系列データDcにラベリング処理を実行し、図5(B)に示す1次元の時系列データDdを出力する。ラベリング処理前の時系列データDcには、0が二つ続いている部分c1と、2が二つ続いている部分c2とがある。一方、ラベリング処理後の時系列データDdでは、0と2がそれぞれ一つにまとめられている(d1及びd2)。

10

【0048】

<除外部>

図2の除外部15は、ラベリング処理された1次元の時系列データから、先頭のクラスタ及び末尾のクラスタを、除外クラスタとして除外する除外処理を実行する。

【0049】

図5を参照して具体的に説明する。除外部15は、図5(B)に示す1次元の時系列データDdを構成するクラスタのうち、先頭のクラスタd3及び末尾のクラスタd4を、除外クラスタとする。除外部15は、除外クラスタを以降の処理対象から除外できるようにした上で、図5(C)に示す1次元の時系列データDeを出力する。除外クラスタを除外する方法は、除外クラスタを時系列データDdから消去してもよいし、除外クラスタに除外マークを付与する等して除外クラスタであることを判別できるようにしてもよい。

20

【0050】

先頭及び末尾のクラスタを除外するのは、一連の作業の開始前や開始後には、準備や後片付け等が行われ、周期的な動作が行われる一連の作業とは異なる動作が行われることを鑑みたものである。一連の作業とは異なる動作が行われる先頭及び末尾のクラスタを、処理対象の時系列データから除外することで、周期動作を検知する際の処理効率を高めることが可能となる。

【0051】

ここで、処理対象から除外するのは、先頭及び末尾のクラスタに限定されない。例えば、1次元の時系列データを構成するクラスタの中から、他のクラスタとの距離が相対的に離れているクラスタを、除外クラスタとして除外することとしてもよい。

30

【0052】

<系列パターンマイニング部>

図2の系列パターンマイニング部16は、除外処理された1次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニング処理を実行する。系列パターンマイニングの手法として、例えば、Prefix Spanを用いることができる。

【0053】

図5を参照して具体的に説明する。系列パターンマイニング部16は、図5(C)に示す1次元の時系列データDeを構成するクラスタの系列から、頻出する部分系列パターンを抽出する。系列パターンマイニング部16は、系列パターンマイニング処理の結果として、図5(D)に示す1次元の時系列データDfを出力する。この時系列データDfでは、頻出する部分系列パターンとして、<0, 1, 2, 3>のパターンが特定されている。

40

【0054】

<頻出パターン抽出部>

図2の頻出パターン抽出部17は、系列パターンマイニング部16により特定された頻出パターンを、二つの異なる方法を用いて時系列データから抽出する頻出パターン抽出処理を実行する。これら二つの方法では、隣り合う頻出パターンの間にある一つ又は複数のクラスタによる系列を非頻出パターンとして扱うことにする。二つの方法について以下に順に説明する。

50

【 0 0 5 5 】

第1の抽出方法は、頻出パターンとその頻出パターンの直後に位置する非頻出パターンを一つの頻出パターンとして順次抽出していき、抽出した頻出パターンによる第1集合をつくる方法である。

【 0 0 5 6 】

図5を参照して具体的に説明する。頻出パターン抽出部17（第1頻出パターン抽出部）は、特定された頻出パターン $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ を、図5（D）に示す1次元の時系列データDfから抽出する際に、抽出対象となる頻出パターン $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ の直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる頻出パターン $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ の末尾に連結し、図5（E）に示すようにそれぞれを一つの頻出パターン1a、1b、1cとして順次抽出する。そして、抽出した頻出パターン1a、1b、1cにより、図5（F）に示す第1集合G1を生成する。

10

【 0 0 5 7 】

図5（F）に示すように、第1集合G1には、 $\langle 0, 1, 2, 3, 4 \rangle$ を要素とする頻出パターン1aと、 $\langle 0, 1, 2, 3, 6, 4 \rangle$ を要素とする頻出パターン1bと、 $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ を要素とする頻出パターン1cとが含まれる。

【 0 0 5 8 】

第2の抽出方法は、頻出パターンとその頻出パターンの直前に位置する非頻出パターンを一つの頻出パターンとして順次抽出していき、抽出した頻出パターンによる第2集合をつくる方法である。

20

【 0 0 5 9 】

図5を参照して具体的に説明する。頻出パターン抽出部17（第2頻出パターン抽出部）は、特定された頻出パターン $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ を、図5（D）に示す1次元の時系列データDfから抽出する際に、抽出対象となる頻出パターン $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ の直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる頻出パターン $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ の先頭に連結し、図5（E）に示すようにそれぞれを一つの頻出パターン2a、2b、2cとして順次抽出する。そして、抽出した頻出パターン2a、2b、2cにより、図5（F）に示す第2集合G2を生成する。

【 0 0 6 0 】

図5（F）に示すように、第2集合G2には、 $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ を要素とする頻出パターン2aと、 $\langle 4, 0, 1, 2, 3 \rangle$ を要素とする頻出パターン2bと、 $\langle 6, 4, 0, 1, 2, 3 \rangle$ を要素とする頻出パターン2cとが含まれる。

30

【 0 0 6 1 】

< 周期動作検知部 >

図2の周期動作検知部18は、頻出パターン抽出部17により生成された二つの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知処理を実行する。

【 0 0 6 2 】

例えば、周期動作検知部18は、二つの集合のそれぞれに含まれる頻出パターン同士の類似度の平均値を集合ごとに算出し、類似度の平均値が高い方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する。

40

【 0 0 6 3 】

頻出パターン同士の類似度を算出する手法として、例えば、DTW（Dynamic Time Warping）等の時系列データ同士の類似度を測定する手法を用いることができる。

【 0 0 6 4 】

図5（F）に示すように、例えば、第1集合G1の類似度の平均値が0.87であり、第2集合G2の類似度の平均値が0.62である場合、周期動作検知部18は、第1集合G1に基づいて、周期的な動作を検知する。この場合の類似度は、0から1までの値で表され、双方が類似するほど1に近くなる。

【 0 0 6 5 】

類似度の平均値が高い方の集合を用いて、作業者の周期的な動作を検知することで、周

50

期的な動作を検知する際の検知精度を向上させることが可能となる。

【 0 0 6 6 】

< 評価部 >

図 2 の評価部 1 9 は、周期動作検知部 1 8 により検知された周期的な動作の位置ずれを評価する評価処理を実行する。

【 0 0 6 7 】

具体的に、評価部 1 9 は、検知された周期的な動作を時系列に並べた検知周期動作の領域と、模範となる周期的な動作を時系列に並べた模範周期動作の領域との重なり度合により、検知された周期的な動作の位置ずれを評価する。

【 0 0 6 8 】

位置ずれの評価は、例えば、I o U (Intersection Over Union) を用いた以下の式 (1) により算出される評価指数 I o U A を用いて行うことができる。I o U は、二つの領域の共通部分を、二つの領域の和集合で除算することで、二つの領域がどの程度重なっているのかを示す公知の指標である。

【 0 0 6 9 】

【 数 1 】

$$IoUA = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N [I o U_{i,j} \geq th] \quad \dots (1)$$

10

20

【 0 0 7 0 】

ここで、式 (1) の K はデータ数 (動画数) であり、N は 1 つのデータに含まれる周期数であり、th は I o U の閾値である。

【 0 0 7 1 】

図 6 に例示する周期的な動作の検知結果を時系列に出力したグラフを参照して具体的に説明する。図 6 の上段には、模範となる周期的な動作を示すデータ (以下、「模範データ」という。) が表示され、模範周期動作の領域として、M a , M b , M c , M d , M e , M f が表示されている。図 6 の下段には、周期動作検知部 1 8 により検知された周期的な動作を示すデータ (以下、「検知データ」という。) が表示され、検知周期動作の領域として、D a , D b , D c , D d , D e , D f が表示されている。例えば、M a 及び D a が、把持に対応する動きの領域となり、M b 及び D b が、運搬に対応する動きの領域となり、M c 及び D c が、調整に対応する動きの領域となる。

30

【 0 0 7 2 】

この場合、評価部 1 9 は、検知周期動作の領域 D a , D b , D c , D d , D e , D f と、模範周期動作の領域 M a , M b , M c , M d , M e , M f との重なり度合を、式 (1) を用いて算出し、算出した評価指数 I o U A に基づいて、検知された周期的な動作の位置ずれを評価する。重なり度合を示す I o U が閾値以上であれば、式 (1) の [] 内は 1 となる。他方、重なり度合を示す I o U が閾値未満であれば、式 (1) の [] 内は 0 となる。また、検知周期動作の領域と模範周期動作の領域のいずれか一方しか現れない場合には、式 (1) の [] 内は 0 となる。

40

【 0 0 7 3 】

< 出力部 >

図 2 の出力部 1 A は、周期動作検知部 1 8 により検知された周期的な動作に基づいて、出力処理を実行する。

【 0 0 7 4 】

具体的に、出力部 1 A は、検知された周期的な動作に基づいて、周期的な動作の回数、周期的な動作の始点、周期的な動作の終点、及び評価部 1 9 により評価された内容を出力

50

する。周期的な動作の回数、周期的な動作の始点及び周期的な動作の終点は、図 6 に例示するグラフに基づいて算定することができる。

【 0 0 7 5 】

これにより、作業者の周期的な動作に含まれる長さの異なる複数の動作を認識した上で、それらの動作に対する評価を確認することが可能となる。

【 0 0 7 6 】

[ハードウェア構成]

次に、図 7 を用いて、本実施形態に係る周期動作検知装置 1 0 のハードウェア構成について、その一例を説明する。周期動作検知装置 1 0 は、演算装置に相当する CPU (Central Processing Unit) 1 0 a と、記憶部 1 B に相当する RAM (Random Access Memory) 1 0 b 及び ROM (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、本実施形態では周期動作検知装置 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、周期動作検知装置 1 0 は、複数のコンピュータを用いて実現されてもよい。

【 0 0 7 7 】

CPU 1 0 a は、RAM 1 0 b 又は ROM 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。CPU 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、RAM 1 0 b や ROM 1 0 c に格納したりする。

【 0 0 7 8 】

RAM 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。ROM 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。

【 0 0 7 9 】

通信装置 1 0 d は、周期動作検知装置 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 LAN (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 8 0 】

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。

【 0 0 8 1 】

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 8 2 】

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。周期動作検知装置 1 0 は、CPU 1 0 a がプログラムを実行することで、図 2 に示す取得部 1 1、抽出部 1 2、クラスタリング部 1 3、ラベリング部 1 4、除外部 1 5、系列パターンマイニング部 1 6、頻出パターン抽出部 1 7、周期動作検知部 1 8、評価部 1 9 及び出力部 1 A の動作を行う。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、周期動作検知装置 1 0 は、CPU 1 0 a と RAM 1 0 b や ROM 1 0 c とを一体化した LSI (Large-Scale Integration) を備えることとしてもよい。

【 0 0 8 3 】

§ 3 動作例

図 8 は、本実施形態に係る周期動作検知装置 1 0 の動作の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 8 4 】

最初に、周期動作検知装置 1 0 の抽出部 1 2 は、作業者の作業に関する動画 1 B a の画

10

20

30

40

50

像に基づいて、動きの特徴抽出処理を実行し、作業者の動きの特徴量を抽出する（ステップ S 1 0 1）。

【 0 0 8 5 】

続いて、周期動作検知装置 1 0 のクラスタリング部 1 3 は、上記ステップ S 1 0 1 で抽出された作業者の動きの特徴量に基づいて、クラスタリング処理を実行し、分類されたクラスタを 1 次元の時系列データとして出力する（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 8 6 】

続いて、周期動作検知装置 1 0 のラベリング部 1 4 は、上記ステップ S 1 0 2 で出力された 1 次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行する（ステップ S 1 0 3）。

10

【 0 0 8 7 】

続いて、周期動作検知装置 1 0 の除外部 1 5 は、上記ステップ S 1 0 3 でラベリング処理された後の 1 次元の時系列データから、先頭のクラスタ及び末尾のクラスタを、除外クラスタとして除外する除外処理を実行する（ステップ S 1 0 4）。

【 0 0 8 8 】

続いて、周期動作検知装置 1 0 の系列パターンマイニング部 1 6 は、上記ステップ S 1 0 4 で除外処理された後の 1 次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニング処理を実行する（ステップ S 1 0 5）。

【 0 0 8 9 】

続いて、周期動作検知装置 1 0 の頻出パターン抽出部 1 7 は、上記ステップ S 1 0 5 で

20

特定された頻出パターンを、二つの方法により 1 次元の時系列データから抽出する頻出パターン抽出処理を実行し、二つの集合を生成する（ステップ S 1 0 6）。

【 0 0 9 0 】

続いて、周期動作検知装置 1 0 の周期動作検知部 1 8 は、上記ステップ S 1 0 6 で生成された二つの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知処理を実行する（ステップ S 1 0 7）。

【 0 0 9 1 】

続いて、周期動作検知装置 1 0 の評価部 1 9 は、上記ステップ S 1 0 7 で検知された周期的な動作の位置ずれを評価する評価処理を実行する（ステップ S 1 0 8）。

【 0 0 9 2 】

30

続いて、周期動作検知装置 1 0 の出力部 1 A は、上記ステップ S 1 0 7 で検知された周期的な動作に基づいて、出力処理を実行し、周期的な動作の回数、周期的な動作の始点、周期的な動作の終点、及び上記ステップ S 1 0 8 で評価された内容を出力する（ステップ S 1 0 9）。そして、本動作を終了する。

【 0 0 9 3 】

前述したように、本実施形態に係る周期動作検知装置 1 0 によれば、作業者の作業に関する動画 1 B a から抽出される時系列の動きの特徴量 D b をクラスタリングにより分類し、分類されたクラスタの時系列データ D c から頻出パターンを特定し、特定した頻出パターンを二つの異なる方法により抽出し、第 1 集合及び第 2 集合をつくり、いずれか一方の集合に基づいて、作業者の周期的な動作を検知することができる。すなわち、動画 1 B a から抽出される時系列の動きの特徴量 D b をクラスタリングして時系列に並べ、その時系列に並べたクラスタの系列から特定される頻出パターンに基づいて作業者の周期的な動作を特定することが可能となる。

40

【 0 0 9 4 】

また、第 1 集合及び第 2 集合のうち、集合を構成する各要素間の類似度が高い方の集合を用いて、作業者の周期的な動作を検知することができるため、周期的な動作を検知する際の検知精度を向上させることが可能となる。

【 0 0 9 5 】

さらに、周期的な動作の始点及び終点、周期的な動作の回数、並びに評価内容を出力することができるため、作業者の周期的な動作に含まれる長さの異なる複数の動作を容易に

50

認識させた上で、それらの動作に対する評価を提供することができる。

【 0 0 9 6 】

それゆえ、本実施形態に係る周期動作検知装置 1 0 によれば、長さが異なる複数の動作を含む周期動作を検知することができる。

【 0 0 9 7 】

§ 4 変形例

なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、他の様々な形で実施することができる。このため、上記実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈されるものではない。

【 0 0 9 8 】

例えば、前述した実施形態では、時系列情報が動画である場合について説明したが、時系列情報は動画に限定されない。具体的に、時系列情報は、画像センサ 2 0 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者 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 2 0 の代わりに、加速度センサやジャイロセンサを作業者 A に装着させることによって測定される作業者 A の動作を示す情報であったりしてもよい。また、時系列情報は、画像センサ 2 0 の代わりに作業領域 R に配置した圧力センサによって測定される圧力値の変化状態を示す情報であったり、画像センサ 2 0 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イベントの変化を示す情報であったりしてもよい。さらに、時系列情報は、上記の各情報を個別に用いることに限定されず、上記の各情報を二つ以上組合せることとしてもよい。

【 0 0 9 9 】

また、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。

【 0 1 0 0 】

[付記 1]

作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類したクラスタを 1 次元の時系列データとして出力するクラスタリング部 (1 3) と、

前記 1 次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリング部 (1 4) と、

前記ラベリング処理された前記 1 次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニング部 (1 6) と、

特定された前記頻出パターンを前記 1 次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの末尾に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第 1 頻出パターン抽出部 (1 7) と、

特定された前記頻出パターンを前記 1 次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの先頭に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第 2 頻出パターン抽出部 (1 7) と、

前記第 1 頻出パターン抽出部 (1 7) により抽出された前記頻出パターンの集合、又は、前記第 2 頻出パターン抽出部 (1 7) により抽出された前記頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知部 (1 8) と、

を備える周期動作検知装置 (1 0) 。

【 0 1 0 1 】

[付記 2]

前記周期動作検知部 (1 8) により検知された周期的な動作に基づいて、周期的な動作の回数、周期的な動作の始点、及び周期的な動作の終点を出力する出力部 (1 A) 、をさらに備える、

10

20

30

40

50

付記 1 記載の周期動作検知装置 (1 0) 。

【 0 1 0 2 】

[付記 3]

前記周期動作検知部 (1 8) は、前記第 1 頻出パターン抽出部 (1 7) により抽出された前記頻出パターンの集合に含まれる前記頻出パターン同士の類似度の平均値と、前記第 2 頻出パターン抽出部 (1 7) により抽出された前記頻出パターンの集合に含まれる前記頻出パターン同士の類似度の平均値と、を比較し、類似度の平均値が高い方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する、

付記 1 又は 2 記載の周期動作検知装置 (1 0) 。

【 0 1 0 3 】

[付記 4]

前記周期動作検知部 (1 8) により検知された周期的な動作を時系列に並べた検知周期動作の領域と、模範となる周期的な動作を時系列に並べた模範周期動作の領域との重なり度合により、検知された周期的な動作の位置ずれを評価する評価部 (1 9) を、さらに備え、

前記出力部 (1 A) は、前記評価部 (1 9) により評価された内容を、さらに出力する、
付記 1 から 3 のいずれか一に記載の周期動作検知装置 (1 0) 。

【 0 1 0 4 】

[付記 5]

前記ラベリング処理された前記 1 次元の時系列データから、先頭のクラスタ及び末尾のクラスタを、除外クラスタとして除外する除外部 (1 5) を、さらに備え、

前記系列パターンマイニング部 (1 6) は、前記除外クラスタが除外された前記 1 次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する、

付記 1 から 4 のいずれか一に記載の周期動作検知装置 (1 0) 。

【 0 1 0 5 】

[付記 6]

プロセッサ (1 0 a) により実行される方法であって、

作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリングにより分類し、分類したクラスタを 1 次元の時系列データとして出力するクラスタリングステップと、

前記 1 次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリングステップと、

前記ラベリング処理された前記 1 次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニングステップと、

特定された前記頻出パターンを前記 1 次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの末尾に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第 1 頻出パターン抽出ステップと、

特定された前記頻出パターンを前記 1 次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの先頭に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第 2 頻出パターン抽出ステップと、

前記第 1 頻出パターン抽出ステップにおいて抽出された前記頻出パターンの集合、又は、前記第 2 頻出パターン抽出ステップにおいて抽出された前記頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知ステップと、

を含む周期動作検知方法。

【 0 1 0 6 】

[付記 7]

コンピュータを、

作業者の作業に関する時系列情報から抽出される時系列の動きの特徴量をクラスタリン

10

20

30

40

50

グにより分類し、分類したクラスタを1次元の時系列データとして出力するクラスタリング部(13)、

前記1次元の時系列データのうち、連続する複数の同じクラスタを一つのクラスタにまとめるラベリング処理を実行するラベリング部(14)、

前記ラベリング処理された前記1次元の時系列データから、頻出するクラスタの系列を頻出パターンとして特定する系列パターンマイニング部(16)、

特定された前記頻出パターンを前記1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直後に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの末尾に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第1頻出パターン抽出部(17)、

10

特定された前記頻出パターンを前記1次元の時系列データから抽出する際に、抽出対象となる前記頻出パターンの直前に位置する一連の非頻出パターンを構成するクラスタの系列を、抽出対象となる前記頻出パターンの先頭に連結して一つの前記頻出パターンとして順次抽出する、第2頻出パターン抽出部(17)、

前記第1頻出パターン抽出部(17)により抽出された前記頻出パターンの集合、又は、前記第2頻出パターン抽出部(17)により抽出された前記頻出パターンの集合のいずれか一方の集合に基づいて、周期的な動作を検知する周期動作検知部(18)、

として機能させる周期動作検知プログラム。

【符号の説明】

【0107】

20

10...周期動作検知装置、10a...CPU、10b...RAM、10c...ROM、10d...通信装置、10e...入力装置、10f...表示装置、20...画像センサ、100...システム、A...作業者、R...作業領域、11...取得部、12...抽出部、13...クラスタリング部、14...ラベリング部、15...除外部、16...系列パターンマイニング部、17...頻出パターン抽出部、18...周期動作検知部、19...評価部、1A...出力部、1B...記憶部、1Ba...動画、1Bb...学習済モデル

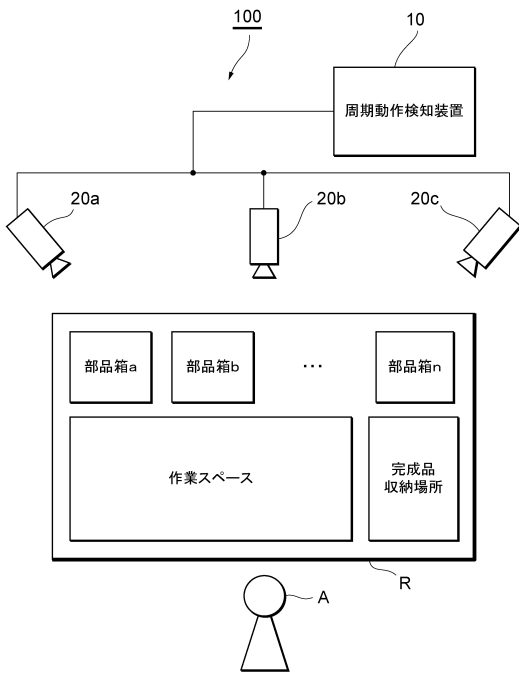
30

40

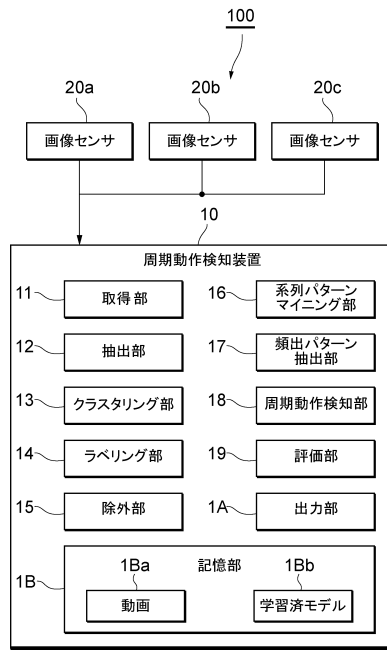
50

【図面】

【図 1】



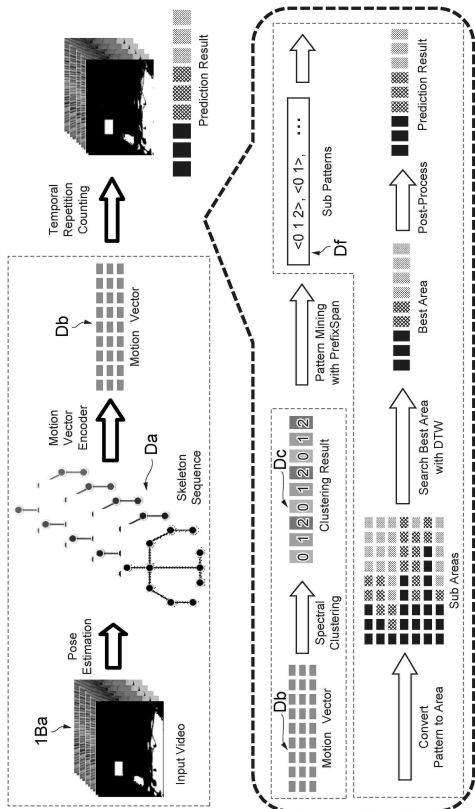
【図 2】



10

20

【図 3】



【図 4】

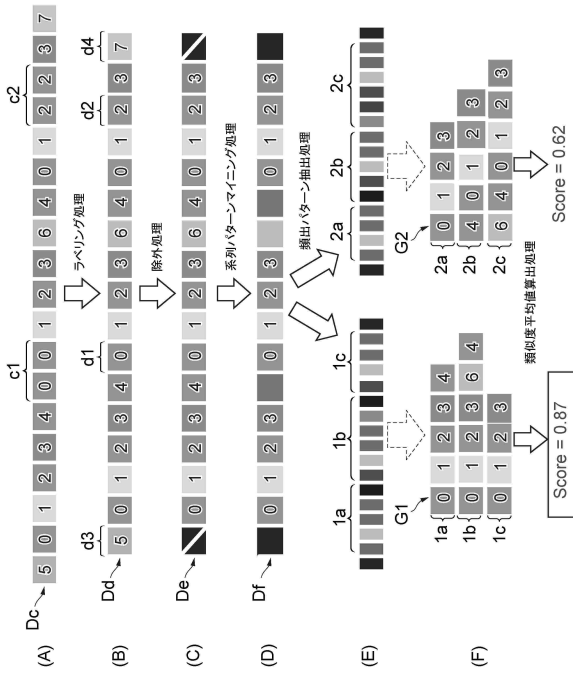


30

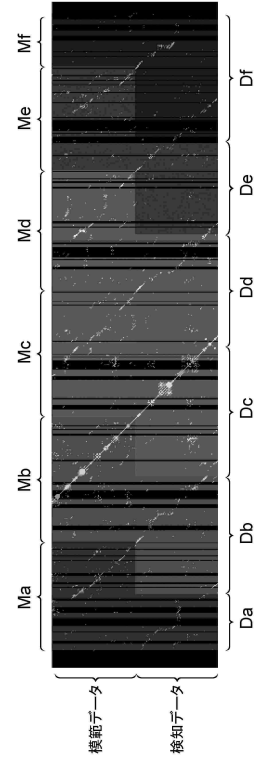
40

50

【図 5】



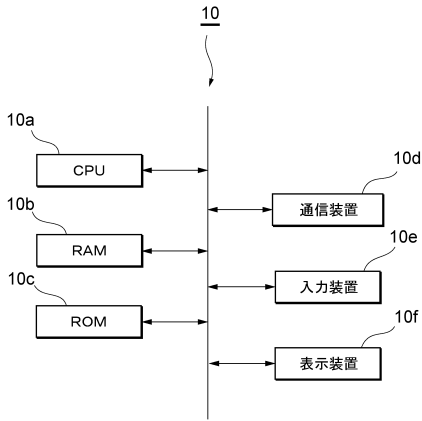
【図 6】



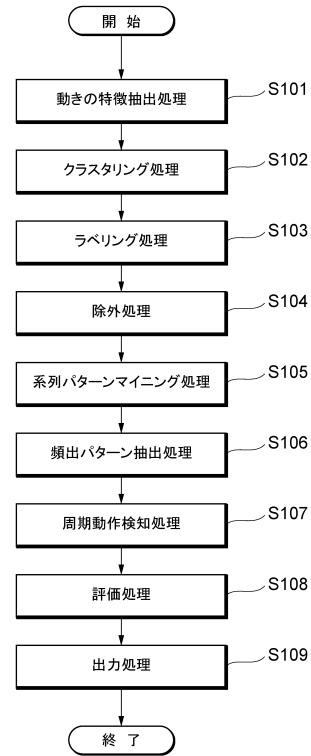
10

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 木下 航一
- 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 戎野 聡一
- 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
審査官 広 島 明芳
- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 4 5 4 0 3 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 7 6 4 3 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 T 7 / 0 0 - 7 / 9 0