

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6943294号  
(P6943294)

(45) 発行日 令和3年9月29日(2021.9.29)

(24) 登録日 令和3年9月13日(2021.9.13)

(51) Int.Cl. F I  
**G06T 7/20 (2017.01)** G O 6 T 7/20 3 0 0 A  
**G06T 7/00 (2017.01)** G O 6 T 7/00 6 6 0 B

請求項の数 7 (全 23 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-559491 (P2019-559491)                  (86) (22) 出願日 平成29年12月14日(2017.12.14)                  (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/044897                  (87) 国際公開番号 W02019/116495                  (87) 国際公開日 令和1年6月20日(2019.6.20)                  審査請求日 令和2年6月1日(2020.6.1)</p>	<p>(73) 特許権者 000005223                  富士通株式会社                  神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番                  1号                  (74) 代理人 110002147                  特許業務法人酒井国際特許事務所                  (72) 発明者 矢吹 彰彦                  神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番                  1号 富士通株式会社内                   審査官 ▲広▼島 明芳</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 技認識プログラム、技認識方法および技認識システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータに、  
 3Dレーザセンサによりセンシングされた、一連の演技を実施している被写体を含む距離画像情報を、取得し、

前記距離画像情報から得られた前記被写体の3次元骨格情報を、時系列で、取得し、  
 前記時系列で取得した前記3次元骨格情報を、所定のルールに基づいて、複数の単位に分節し、

前記複数の単位のうちの第一の単位に対応する姿勢運動について、前記被写体が静止していることを示す特徴を有する第一の運動か、前記第一の運動とは異なる第二の運動かを判別し、

前記第一の単位に対応する判別結果と、前記第一の単位と連続する第二の単位における移動運動の種類を認識した認識結果とに基づき、前記第一の単位および前記第二の単位を少なくとも含む組み合わせに対応する技を決定する

処理を実行させることを特徴とする技認識プログラム。

【請求項2】

前記姿勢運動に対応する前記第一の単位と連続する前記第二の単位は、前記第一の単位の前の単位であることを特徴とする請求項1に記載の技認識プログラム。

【請求項3】

前記判別する処理は、前記演技が器具を用いた演技である場合に、前記被写体の3次元

骨格情報を、前記器具の位置を基準とした3次元骨格情報に修正し、修正した3次元骨格情報を基にして、前記姿勢運動が、前記第一の運動か、前記第二の運動かを判別することを特徴とする請求項1に記載の技認識プログラム。

【請求項4】

前記判別する処理は、時系列に連続する前後の各3次元骨格情報の関節位置の変化が閾値未満となる期間に基づいて、前記姿勢運動が、前記第一の運動か、前記第二の運動かを判別することを特徴とする請求項1、2または3に記載の技認識プログラム。

【請求項5】

前記関節位置の時系列変化と器具の位置の時系列変化とを対応付けた視覚可能な画面情報を生成し、生成した前記画面情報を表示させる処理を更にコンピュータに実行させることを特徴とする請求項4に記載の技認識プログラム。

10

【請求項6】

コンピュータが、

3Dレーザセンサによりセンシングされた、一連の演技を実施している被写体を含む距離画像情報を、取得し、

前記距離画像情報から得られた前記被写体の3次元骨格情報を、時系列で、取得し、

前記時系列で取得した前記3次元骨格情報を、所定のルールに基づいて、複数の単位に分節し、

前記複数の単位のうちの第一の単位に対応する姿勢運動について、前記被写体が静止していることを示す特徴を有する第一の運動か、前記第一の運動とは異なる第二の運動かを判別し、

20

前記第一の単位に対応する判別結果と、前記第一の単位と連続する第二の単位における移動運動の種類を認識した認識結果とに基づき、前記第一の単位および前記第二の単位を少なくとも含む組み合わせに対応する技を決定する

処理を実行することを特徴とする技認識方法。

【請求項7】

一連の演技を実施している被写体をセンシングすることで、距離画像情報を生成する3Dレーザセンサと、技認識装置とを含む技認識システムであって、

前記技認識装置は、

前記3Dレーザセンサから前記距離画像情報を取得する取得部と、

30

前記距離画像情報から得られた前記被写体の3次元骨格情報を、時系列で、取得し、前記時系列で取得した前記3次元骨格情報を、所定のルールに基づいて、複数の単位に分節する分節部と、

前記複数の単位のうちの第一の単位に対応する姿勢運動について、前記被写体が静止していることを示す特徴を有する第一の運動か、前記第一の運動とは異なる第二の運動かを判別する判別部と、

前記第一の単位に対応する判別結果と、前記第一の単位と連続する第二の単位における移動運動の種類を認識した認識結果とに基づき、前記第一の単位および前記第二の単位を少なくとも含む組み合わせに対応する技を決定する技決定部と

を有することを特徴とする技認識システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、技認識プログラム等に関する。

【背景技術】

【0002】

各種の採点競技において、公平かつ正確に選手の演技を評価するため、長年にわたり多くの努力や改革が行われてきた。しかし、最近の競技の技術進歩はめざましく、審判員の目視だけでは正確な評価を行うことが困難な場合もある。このため、自動的に選手の演技を評価する技術が望まれている。

50

## 【 0 0 0 3 】

たとえば、2次元シルエット画像からキーポーズを検出し、検出した各キーポーズの組み合わせから技を認識し、技の採点を行う従来技術がある。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【 0 0 0 4 】

【特許文献1】特開2015-116308号公報

## 【非特許文献】

## 【 0 0 0 5 】

【非特許文献1】J.Shin and S.Ozawa, "A Study on Motion Analysis of an Artistic Gymnastics by using Dynamic Image Processing," IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.1037-1040, 2008

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、上述した従来技術では、静止運動および移動運動を認識することなく技の評価を行っているという問題がある。

## 【 0 0 0 7 】

選手が行う演技には、複数の技が含まれる。また、技の種別は、複数の単位の運動の種別を組み合わせたものに応じて認識される。たとえば、ある単位において「X」という運動をしているときに、その前の運動が静止運動の「Y」なのか、移動運動の「Z」なのかに応じて、技の種別が異なり、技の難度や技の評価項目が異なる。

20

## 【 0 0 0 8 】

このため、技を認識する場合には、姿勢運動に対応する単位が、静止運動であるのか、移動運動であるのかを識別して、先の単位と後の連続する単位における移動運動の種別とを合わせて技を認識することが求められる。

## 【 0 0 0 9 】

1つの側面では、本発明は、静止運動および移動運動を含む技を認識することができる技認識プログラム、技認識方法および技認識システム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】

30

## 【 0 0 1 0 】

第1の案では、コンピュータに、次の処理を実行させる。コンピュータは、3Dレーザセンサによりセンシングされた、一連の演技を実施している被写体を含む距離画像情報を、取得する。コンピュータは、距離画像情報から得られた被写体の3次元骨格情報を、時系列で、取得する。コンピュータは、時系列で取得した3次元骨格情報を、所定のルールに基づいて、複数の単位に分節する。コンピュータは、複数の単位のうちの第一の単位に対応する姿勢運動について、被写体が静止していることを示す特徴を有する第一の運動か、第一の運動とは異なる第二の運動かを判別する。コンピュータに、第一の単位に対応する判別結果と、第一の単位と連続する第二の単位における移動運動の種類を認識した認識結果とに基づき、第一の単位および第二の単位を少なくとも含む組み合わせに対応する技を決定する。

40

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 1 】

静止運動および移動運動を含む技を認識することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 2 】

【図1】図1は、本実施例に係る技認識システムの一例を示す図である。

【図2】図2は、技の構成例を示す図である。

【図3】図3は、本実施例に係る技認識装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図4】図4は、本実施例に係る距離画像DBのデータ構造の一例を示す図である。

50

【図 5】図 5 は、本実施例に係る関節定義データのデータ構造の一例を示す図である。

【図 6】図 6 は、本実施例に係る関節位置 DB のデータ構造の一例を示す図である。

【図 7】図 7 は、本実施例に係る骨格 DB のデータ構造の一例を示す図である。

【図 8】図 8 は、本実施例に係る技認識 DB のデータ構造の一例を示す図である。

【図 9】図 9 は、本実施例に係る技認識テーブルのデータ構造の一例を示す図である。

【図 10】図 10 は、本実施例に係る成立条件テーブルのデータ構造の一例を示す図である。

【図 11】図 11 は、静止運動名と静止運動成立条件との関係の一例を説明するための図である。

【図 12】図 12 は、各静止運動の一例を示す図である。

10

【図 13】図 13 は、移動運動名と移動運動成立条件との関係の一例を示す図である。

【図 14】図 14 は、吊り輪の器具位置と移動量との関係を示す図である。

【図 15】図 15 は、本実施例に係る判別部の処理を説明するための図 ( 1 ) である。

【図 16】図 16 は、本実施例に係る判別部の処理を説明するための図 ( 2 ) である。

【図 17】図 17 は、本実施例に係る技決定部の処理を説明するための図である。

【図 18】図 18 は、本実施例に係るグラフ情報の一例を示す図である。

【図 19】図 19 は、本実施例に係る技認識装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図 20】図 20 は、分節区間を設定するその他の例を説明するための図である。

【図 21】図 21 は、跳馬による各分節区間の姿勢運動の一例を示す図である。

20

【図 22】図 22 は、技認識装置と同様の機能を実現するコンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、本願の開示する技認識プログラム、技認識方法および技認識システムの実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【実施例】

【0014】

図 1 は、本実施例に係る技認識システムの一例を示す図である。図 1 に示すように、この技認識システムは、3D ( 3 dimension ) レーザセンサ 20 と、技認識装置 100 とを有する。技認識装置 100 は、3D レーザセンサ 20 に接続される。

30

【0015】

3D レーザセンサ 20 は、競技者 10 に対して 3D センシングを行うセンサである。3D レーザセンサ 20 は、センシング結果となる距離画像データを、技認識装置 100 に出力する。

【0016】

たとえば、距離画像データには、複数の距離画像フレームが含まれ、各距離画像フレームには、フレームを一意に識別するフレーム番号が昇順で付与される。各距離画像フレームには、3D レーザセンサ 20 から、競技者 10 上の各点までの距離情報が含まれる。

40

【0017】

競技者 10 は、3D レーザセンサ 20 の前方で、採点対象となる所定の演技を行う。本実施例では一例として、競技者 10 が、体操演技を行う場合について説明するが、他の採点競技に関しても同様に適用することが可能である。

【0018】

たとえば、他の採点競技は、トランポリン、水泳の飛び込み、フィギュアスケート、空手の型、社交ダンス、スノーボード、スケートボード、スキーエアリアル、サーフィンを含む。また、クラシックバレエ、スキージャンプ、モーグルのエアー、ターン、野球、バスケットボールのフォームチェック等にも適用してもよい。また、剣道、柔道、レスリング、相撲などの競技にも適用してもよい。更に、ウェイトリフティングのバーベルが上が

50

ったか否かの評価にも用いることができる。

【0019】

体操は、連続する運動であるが、連続する運動の中には複数の技が連続して存在する。また、体操の始めや間には、技には該当しない「つなぎ」の動きが存在する場合がある。体操の演技の中で、技や技を構成する基本運動の姿勢、技の切れ目の姿勢を見ることで、審判員は、技の成立、不成立や、技の完成度を判断し、評価を行う。

【0020】

ここで、「姿勢」とは、頭部、体幹、四肢の相対的位置関係を示すものである。本実施例では一例として、技の切れ目等において静止状態を保持すべき姿勢を「静止運動」と表記する。動きのある姿勢を「移動運動」と表記する。たとえば、「静止運動」の種別と「移動運動」の種別との組み合わせにより、技が確定する。

10

【0021】

図2は、技の構成例を示す図である。図2に示す例では、競技者（競技者10）は、技A1, A2, A3, A4, A5を順に実行している。図2の横方向の矢印は、時間の流れを示している。技A1は「後ろ振り上がり中水平支持～上水平支持（2秒）」である。技A2は「ほん転逆上がり中水平支持（2秒）」である。技A3は「後ろ振り上がり十字倒立」である。技A4は「屈伸ヤマワキ」である。技A5は「後ろ振り上がり中水平支持（2秒）」である。

【0022】

ここで、競技者が技A1～A5を行う過程において、競技者の姿勢運動には、複数の分節姿勢が含まれる。分節姿勢は、競技者の動きが一時的に静止する姿勢を示す。図2に示す例では、時刻Ta1, Ta2, Ta3, Ta4, Ta5, Ta6, Ta7, Ta8, Ta9, Ta10において、競技者は分節姿勢となる。たとえば、本実施例で説明する姿勢運動は、後述する、「通過の分節姿勢」、「経過の分節姿勢」、「静止の分節姿勢」のうちいずれかの姿勢を示す。

20

【0023】

なお、分節姿勢は、連続して静止している時間に応じて「通過の分節姿勢」、「静止の分節姿勢」のいずれかに分類される。たとえば、連続して静止している時間が、第1閾値（たとえば、0.5秒）未満である場合に、通過の分節姿勢となる。図2において、時刻Ta1, Ta4, Ta6, Ta8, Ta9における分節姿勢が、通過の分節姿勢となる。

30

【0024】

図2において、時刻Ta2, Ta3, Ta5, Ta7, Ta10における分節姿勢が、静止の分節姿勢となる。なお、第2閾値を更に設けて、通過の分節姿勢、静止の分節姿勢の他に、「経過の分節姿勢」を設定してもよい。たとえば、連続して静止している時間が、第1閾値以上、かつ、第2閾値（2秒）未満となる姿勢を、経過の分節姿勢とする。連続して静止している時間が、第2閾値以上となる姿勢を、静止の分節姿勢とする。

【0025】

図1の説明に戻る。技認識装置100は、3Dレーザセンサ20から取得する距離画像データを基にして、競技者10の骨格情報を生成し、競技者10が行った技を認識する装置である。

40

【0026】

図3は、本実施例に係る技認識装置の構成を示す機能ブロック図である。図3に示すように、この技認識装置100は、インタフェース部110、通信部120、入力部130、表示部140、記憶部150、制御部160を有する。

【0027】

インタフェース部110は、3Dレーザセンサ20に接続される。インタフェース部110は、3Dレーザセンサ20から距離画像データを取得し、取得した距離画像データを、制御部160に出力する。本実施例では説明を省略するが、インタフェース部110は、競技者10の映像を撮影するカメラに接続され、このカメラから、映像データを取得してもよい。

50

## 【 0 0 2 8 】

通信部 1 2 0 は、ネットワークを介して、他の装置とデータ通信を行う装置である。通信部 1 2 0 は、通信装置に対応する。技認識装置 1 0 0 は、ネットワークを介して、3 D レーザセンサ 2 0 に接続されてもよい。この場合には、通信部 1 2 0 は、ネットワークを介して、3 D レーザセンサ 2 0 から距離画像データを取得する。

## 【 0 0 2 9 】

入力部 1 3 0 は、技認識装置 1 0 0 に各種の情報を入力するための入力装置である。入力部 1 3 0 は、キーボード、マウス、タッチパネル等に対応する。

## 【 0 0 3 0 】

表示部 1 4 0 は、制御部 1 6 0 から出力される表示画面の情報を表示する表示装置である。表示部 1 4 0 は、液晶ディスプレイ、タッチパネル等に対応する。

10

## 【 0 0 3 1 】

記憶部 1 5 0 は、距離画像 D B (Data Base) 1 5 1、関節定義データ 1 5 2、関節位置 D B 1 5 3、骨格 D B 1 5 4、技認識 D B 1 5 5 を有する。記憶部 1 5 0 は、R A M (Random Access Memory)、R O M (Read Only Memory)、フラッシュメモリ (Flash Memory) などの半導体メモリ素子や、H D D (Hard Disk Drive) などの記憶装置に対応する。

## 【 0 0 3 2 】

距離画像 D B 1 5 1 は、3 D レーザセンサ 2 0 a から取得する距離画像データを格納する D B である。図 4 は、本実施例に係る距離画像 D B のデータ構造の一例を示す図である。図 4 に示すように、この距離画像 D B 1 5 1 は、記録 I D と、フレーム番号と、距離画像フレームとを対応付ける。記録 I D (Identification) は、競技者 1 0 が行った一連の演技を一意に識別する情報である。フレーム番号は、同一の記録 I D に対応する各フレーム (距離画像フレーム) を一意に識別する番号であり、昇順に番号が割り当てられる。距離画像フレームは、3 D レーザセンサ 2 0 にセンシングされた距離画像データに含まれるフレームである。

20

## 【 0 0 3 3 】

関節定義データ 1 5 2 は、競技者 (競技者 1 0) の各関節位置を定義するものである。図 5 は、本実施例に係る関節定義データのデータ構造の一例を示す図である。図 5 に示すように、この関節定義データ 1 5 2 は、公知の骨格モデルで特定される各関節をナンバリングした情報を記憶する。たとえば、図 5 に示すように、右肩関節 (SHOULDER\_RIGHT) には 7 番が付与され、左肘関節 (ELBOW\_LEFT) には 5 番が付与され、左膝関節 (KNEE\_LEFT) には 1 1 番が付与され、右股関節 (HIP\_RIGHT) には 1 4 番が付与される。ここで、本実施例では、8 番の右肘関節の X 座標を X 8、Y 座標を Y 8、Z 座標を Z 8 と記載する場合がある。なお、点線の数字は、骨格モデルから特定されても、採点には利用されない関節等である。

30

## 【 0 0 3 4 】

関節位置 D B 1 5 3 は、3 D レーザセンサ 2 0 の距離画像データを基に生成される競技者 1 0 の各関節の位置データを格納する D B である。図 6 は、本実施例に係る関節位置 D B のデータ構造の一例を示す図である。図 6 に示すように、この関節位置 D B 1 5 3 は、記録 I D と、フレーム番号と、「X 0、Y 0、Z 0、・・・、X 1 7、Y 1 7、Z 1 7」を対応付ける。記録 I D に関する説明は、距離画像 D B 1 5 1 で行った説明と同様である。

40

## 【 0 0 3 5 】

図 6 において、フレーム番号は、同一の記録 I D に対応する各距離画像フレームを一意に識別する番号である。「X 0、Y 0、Z 0、・・・、X 1 7、Y 1 7、Z 1 7」は、各関節の X Y Z 座標であり、たとえば「X 0、Y 0、Z 0」は、図 5 に示す 0 番号の関節の 3 次元座標である。

## 【 0 0 3 6 】

図 6 は、記録 I D 「P 1 0 1」の距離画像データにおける各関節の時系列の変化を示し

50

ており、フレーム番号「1」では、各関節の位置が「 $X_0 = 100$ 、 $Y_0 = 20$ 、 $Z_0 = 0$ 、 $\dots$ 、 $X_{17} = 200$ 、 $Y_{17} = 40$ 、 $Z_{17} = 5$ 」あることを示す。そして、フレーム番号「2」では、各関節の位置が「 $X_0 = 101$ 、 $Y_0 = 25$ 、 $Z_0 = 5$ 、 $\dots$ 、 $X_{17} = 202$ 、 $Y_{17} = 39$ 、 $Z_{17} = 15$ 」へ移動したことを示す。

#### 【0037】

骨格DB154は、距離画像データを基に生成される競技者の骨格の情報を格納するDBである。図7は、本実施例に係る骨格DBのデータ構造の一例を示す図である。図7に示すように、この骨格DB154は、記録IDと、フレーム番号と、骨格データとを対応付ける。記録ID、フレーム番号に関する説明は、距離画像DB151で行った説明と同様である。骨格データは、各関節位置を接続することで推定される競技者10の骨格を示すデータである。

10

#### 【0038】

技認識DB155は、競技者10が行う演技に含まれる技（静止運動、移動運動）を認識する場合に用いられるDBである。図8は、本実施例に係る技認識DBのデータ構造の一例を示す図である。図8に示すように、この技認識DB155は、技認識テーブル155aと、成立条件テーブル155bとを有する。

#### 【0039】

技認識テーブル155aは、技を認識するための各種の情報を保持するテーブルである。図9は、本実施例に係る技認識テーブルのデータ構造の一例を示す図である。図9に示すように、この技認識テーブル155aは、技名と、グループと、成立条件とを対応付ける。技名は、技を一意に識別する名称である。グループは、技名に対応する技が属するグループを示すものである。

20

#### 【0040】

成立条件は、技が成立する静止運動名および移動運動名を示すものである。静止運動および移動運動の成立条件は、成立条件テーブル155bにより定義される。また、静止運動および移動運動が成立する条件は複数の項目毎に設定されており、各項目を適宜「評価項目」と表記する。

#### 【0041】

図10は、本実施例に係る成立条件テーブルのデータ構造の一例を示す図である。図10に示すように、成立条件テーブル155aは、テーブル170aおよびテーブル170bを有する。

30

#### 【0042】

テーブル170aは、静止運動名と静止運動成立条件とを対応付ける。静止運動名は、静止運動を一意に特定する名称を示す。静止運動成立条件は、静止運動が成立する条件を示すものである。以下において、静止運動名と、静止運動成立条件との関係の一例について説明する。

#### 【0043】

図11は、静止運動名と静止運動成立条件との関係の一例を説明するための図である。たとえば、各静止運動は、静止運動成立条件に対応付けられる。静止運動成立条件には、複数の評価項目が含まれる。図11に示す静止運動成立条件の評価項目は「背骨アングル」、「ヒップアングル」、「アームアングル」、「エルボーアングル」、「ニーアングル」である。静止運動成立条件は、他の評価項目を含んでいてもよい。

40

#### 【0044】

背骨アングル (Spine\_Angle of an incline) は、関節0番および2番を通る線分と、Z軸とのなす角度である。

#### 【0045】

ヒップアングル (Hip\_Angle between body) は、関節0番および1番を通る線分と、関節10番および関節11番を通る線分とのなす角度である。または、ヒップアングルは、関節0番および1番を通る線分と、関節14番および関節15番を通る線分とのなす角度である。

50

## 【 0 0 4 6 】

アームアングル (Arm\_Angle between body) は、関節 1 番および関節 2 番を通る線分と、関節 4 番および関節 5 番を通る線分とのなす角度である。また、アームアングルは、関節 1 番および関節 2 番を通る線分と、関節 7 番および関節 8 番を通る線分とのなす角度である。

## 【 0 0 4 7 】

エルボーアングル (Elbow\_Angle) は、関節 4 番および 5 番を通る線分と、関節 5 番と 6 番とを通る線分とのなす角度である。また、エルボーアングルは、関節 7 番および 8 番を通る線分と、関節 8 番と 9 番とを通る線分とのなす角度である。

## 【 0 0 4 8 】

ニーアングル (Knee\_Angle) は、関節 1 0 番および 1 1 番を通る線分と、関節 1 1 番および関節 1 2 番を通る線分とのなす角度である。また、ニーアングルは、関節 1 4 番および 1 5 番を通る線分と、関節 1 5 番および関節 1 6 番を通る線分とのなす角度である。

## 【 0 0 4 9 】

ニー間隔アングル (Knees\_sep. Angle) は、関節 1 0 番および 1 1 番を通る線分と、関節 1 4 番および 1 5 番を通る直線とのなす角度である。

## 【 0 0 5 0 】

たとえば、図 1 1 に示す例では、背骨アングルが「 $A_1$  以下」、ヒップアングルが「 $A_2$  以上」、アームアングルが「 $A_{31} \sim A_{32}$ 」、エルボーアングルが「 $A_4$  以上」、ニーアングルが「 $A_5$  以上」という各成立条件を全て満たす場合に、静止運動名「静止運動 S 1」の技が成立したことになる。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 2 は、各静止運動の一例を示す図である。図 1 2 に示す静止運動 (あるいは、一部) は、図 2 等で説明した「通過の分節姿勢」、「経過の分節姿勢」、「静止の分節姿勢」にも対応するものとなる。たとえば、図 1 2 に示すように、静止運動には、hang、inv.hang、piked\_inv.hang、hang\_rw、support、L-sit、straddle\_L-sit、straddle\_L-sit\_sup.a.r.、V-sit、handstand、cross、L-cross、V-cross、inv.\_crossが含まれる。また、静止運動には、planche、straddled\_planche、swallow、inv.\_swallow、back\_lever、front\_leverが含まれる。なお、図 1 2 において、Y - Z は、競技者の Y Z 平面を示すものである。X - Z は、競技者の X Z 平面を示すものである。

## 【 0 0 5 2 】

図 1 0 の説明に戻る。テーブル 1 7 0 b は、移動運動名と、移動運動成立条件とを対応付ける。移動運動名は、移動運動を一意に特定する名称を示す。移動運動成立条件は、移動運動が成立する条件を示すものである。

## 【 0 0 5 3 】

図 1 3 は、移動運動名と移動運動成立条件との関係の一例を示す図である。移動運動名は、移動運動を一意に特定する名称を示す。移動運動成立条件は、対応する移動運動が成立するための各関節位置の推移および各関節位置に基づく角度の推移を定義する。

## 【 0 0 5 4 】

たとえば、移動運動成立条件は「終了分節姿勢名」、「開始分節姿勢名」、「特徴量」等の評価項目を含む。終了分節姿勢名は、該当する移動運動を行う直前の分節姿勢を一意に示す名称である。開始分節姿勢名は、該当する移動運動に続いて行う姿勢運動を開始する時点の分節姿勢を一意に示す名称である。特徴量は、競技者が該当する移動運動を行う際の回転数、ひねり数、腕姿勢、身体姿勢等に対応する移動運動の特徴である。

## 【 0 0 5 5 】

図 3 の説明に戻る。制御部 1 6 0 は、取得部 1 6 1 と、抽出部 1 6 2 と、分節部 1 6 3 と、判別部 1 6 4 と、技決定部 1 6 5 と、出力部 1 6 6 とを有する。制御部 1 6 0 は、CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit) などによって実現できる。また、制御部 1 6 0 は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や FPGA (Field Programmable Gate Array) などのハードワイヤードロジ

10

20

30

40

50

ックによっても実現できる。

【 0 0 5 6 】

取得部 1 6 1 は、3 D レーザセンサ 2 0 から距離画像データを取得し、取得した距離画像データを、距離画像 DB 1 5 1 に登録する。取得部 1 6 1 は、距離画像データ（フレーム番号、距離画像フレーム）を距離画像 DB 1 5 1 に登録する際に、記録 ID を対応付ける。記録 ID は、たとえば、距離画像データに付与されている。ユーザは、入力部 1 3 0 を操作して、距離画像データに対応する距離 ID を入力してもよい。

【 0 0 5 7 】

抽出部 1 6 2 は、競技者 1 0 の各関節の位置データを時系列に抽出する処理、時系列に骨格データを生成する処理を行う。

10

【 0 0 5 8 】

抽出部 1 6 2 が、競技者 1 0 の各関節の位置データを時系列に抽出する処理の一例について説明する。抽出部 1 6 2 は、距離画像 DB 1 5 1 の距離画像フレームと、関節定義データ 1 5 2 とを比較して、フレームに含まれる各関節の種別および関節の 3 次元座標を特定する。抽出部 1 6 2 は、記録 ID、フレーム番号、各関節の種別の 3 次元座標を対応付けた情報を、関節位置 DB 1 5 3 に登録する。抽出部 1 6 2 は、フレーム番号毎に上記の処理を繰り返し実行する。

【 0 0 5 9 】

抽出部 1 6 2 が、骨格データを時系列に生成する処理の一例について説明する。抽出部 1 6 2 は、関節位置 DB 1 5 3 を基にして、各フレーム番号に対応する骨格データを生成する。抽出部 1 6 2 は、生成した骨格データを、記録 ID、フレーム番号と対応付けて、骨格 DB 1 5 4 に格納する。

20

【 0 0 6 0 】

たとえば、抽出部 1 6 2 は、関節位置 DB 1 5 3 に格納された各関節の 3 次元座標を、関節定義データ 1 5 3 に定義された接続関係を基にしてつなぎ合わせることで、骨格データを生成する。

【 0 0 6 1 】

分節部 1 6 3 は、骨格 DB 1 5 4 から競技者 1 0 の骨格データを順次取得し、取得した骨格データを、所定のルールに基づいて、複数の単位に分節する処理部である。分節部 1 6 3 は、分節結果を、判別部 1 6 4 に出力する。

30

【 0 0 6 2 】

以下において、分節部 1 6 3 の処理の一例について説明する。分節部 1 6 3 は、前後の骨格データを基にして、競技者 1 0 の移動量、水平揺れ、関節位置の変化の総和をそれぞれ算出する。

【 0 0 6 3 】

分節部 1 6 3 は、式 ( 1 ) に基づいて、フレーム番号  $n - 1$  から、フレーム番号  $n$  までの競技者 1 0 の移動量  $S$  を算出する。たとえば、競技者 1 0 が吊り輪の競技を行っている場合には、移動量  $S$  は、吊り輪の器具位置の移動量に相当する。

【 0 0 6 4 】

【 数 1 】

$$S = \text{sqrt} \left\{ \left( J_{Rx(n)} - J_{Rx(n-1)} \right)^2 + \left( J_{Ry(n)} - J_{Ry(n-1)} \right)^2 + \left( J_{Rz(n)} - J_{Rz(n-1)} \right)^2 \right\} \quad \dots (1)$$

40

【 0 0 6 5 】

分節部 1 6 3 は、競技者 1 0 の両手首位置の midpoint 「 $J_R$ 」を、器具位置とする。 midpoint  $J_R$  は、式 ( 2 ) により示される。式 ( 2 ) において、 $J_6$  は、競技者 1 0 の関節 6 番の 3 次元座標を示す。 $J_9$  は、競技者 1 0 の関節 9 番の 3 次元座標を示す。

【 0 0 6 6 】

【 数 2 】

$$J_R = (J_6 + J_9) / 2 \quad \dots (2)$$

50

## 【 0 0 6 7 】

図 1 4 は、吊り輪の器具位置と移動量との関係を示す図である。図 1 4 において、フレーム番号  $n - 1$  の器具位置を  $J_{R(n-1)}$  とし、フレーム番号  $n$  の器具位置を  $J_{R(n)}$  とすると、移動量  $S$  は、の器具位置を  $J_{R(n)}$  と  $J_{R(n-1)}$  との差分値の絶対値となる。 $J_{R(n)}$  の 3 次元座標を  $(J_{Rx(n)}, J_{Ry(n)}, J_{Rz(n)})$  とし、 $J_{R(n-1)}$  の 3 次元座標を  $(J_{Rx(n-1)}, J_{Ry(n-1)}, J_{Rz(n-1)})$  とすると、移動量  $S$  は、上記の式 ( 1 ) で示される。

## 【 0 0 6 8 】

分節部 1 6 3 は、競技者 1 0 の水平揺れを、式 ( 3 )、式 ( 4 ) によって算出する。式 ( 3 ) は、競技者 1 0 の X 軸方向の揺れ  $F_x$  を示すものであり、 $J_{Rx(n)}$  を累積した値となる。式 ( 4 ) は、競技者 1 0 の Y 軸方向の揺れ  $F_y$  を示すものであり、 $J_{Ry(n)}$  を累積した値となる。

10

## 【 0 0 6 9 】

## 【数 3】

$$F_x = (J_{Rx(n)} \text{の累積}) \quad \dots (3)$$

## 【数 4】

$$F_y = (J_{Ry(n)} \text{の累積}) \quad \dots (4)$$

## 【 0 0 7 0 】

分節部 1 6 3 は、競技者 1 0 の関節位置の変化の総和 を、式 ( 5 ) を基に算出する。式 ( 5 ) の  $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ 、 $\sigma_z$  は、式 ( 6 )、( 7 )、( 8 ) により算出される。

20

## 【 0 0 7 1 】

## 【数 5】

$$\Sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2} \quad \dots (5)$$

## 【数 6】

$$\sigma_x = \sum_{i=0}^{17} \text{abs}\{J_{ix(n)} - J_{Rx(n)} - (J_{ix(n-1)} - J_{Rx(n-1)})\} \quad \dots (6)$$

30

## 【数 7】

$$\sigma_y = \sum_{i=0}^{17} \text{abs}\{J_{iy(n)} - J_{Ry(n)} - (J_{iy(n-1)} - J_{Ry(n-1)})\} \quad \dots (7)$$

## 【数 8】

$$\sigma_z = \sum_{i=0}^{17} \text{abs}\{J_{iz(n)} - J_{Rz(n)} - (J_{iz(n-1)} - J_{Rz(n-1)})\} \quad \dots (8)$$

## 【 0 0 7 2 】

式 ( 6 ) は、X 軸方向における、フレーム番号  $n - 1$  からフレーム番号  $n$  までの、競技者 1 0 の各関節位置の移動量を示すものであり、器具の移動の影響を取り除いたものである。式 ( 7 ) は、Y 軸方向における、フレーム番号  $n - 1$  からフレーム番号  $n$  までの、競技者 1 0 の各関節位置の移動量を示すものであり、器具の移動の影響を取り除いたものである。式 ( 8 ) は、Z 軸方向における、フレーム番号  $n - 1$  からフレーム番号  $n$  までの、競技者 1 0 の各関節位置の移動量を示すものであり、器具の移動の影響を取り除いたものである。

40

## 【 0 0 7 3 】

式 ( 6 ) ~ ( 8 ) において、 $J_{ix(n)}$ 、 $J_{iy(n)}$ 、 $J_{iz(n)}$  は、フレーム番号  $n$  における、競技者 1 0 の関節  $i$  番の 3 次元座標を示す。 $J_{ix(n-1)}$ 、 $J_{iy(n-1)}$ 、 $J_{iz(n-1)}$  は、フレーム番号  $n - 1$  における、競技者 1 0 の関節  $i$  番

50

の3次元座標を示す。式(6)~(8)は、器具位置 $J_R$ を原点と見立てた場合における、競技者10の3次元座標の移動量を示す。

【0074】

たとえば、分節部163は、フレーム番号 $n-1$ の骨格データと、フレーム番号 $n$ の骨格データとを基にして、式(5)により、総和を算出し、算出した総和の値が閾値未満である場合に、フレーム番号 $n$ のタイミングを分節のタイミングとして判定する。分節部163は、フレーム番号 $n \sim n+m$ の間、連続して、総和の値が閾値未満となる場合には、フレーム番号 $n \sim n+m$ の区間を「分節区間」として判定する。総和の値が閾値未満である場合には、競技者10は静止していることを意味する。

【0075】

なお、分節部163は、上記の総和が閾値以上となる条件の他に、式(3)、(4)で求めた、競技者10の水平揺れを条件に加えて、分節のタイミングを判定してもよい。

【0076】

また、分節部163は、フレーム番号 $n \sim n+m$ 間のフレーム番号 $n+1$ において、総和の値が閾値以上となり、他のフレーム番号において、総和の値が閾値未満となる場合には、フレーム番号 $n \sim n+m$ の区間を「分節区間」として判定してもよい。

【0077】

分節部163は、各フレーム番号の骨格データを基にして、上記処理を時系列に繰り返し実行することで、分節のタイミングとなるフレーム番号および分節区間を判定する。分節部163は、分節のタイミングとなるフレーム番号および分節区間の情報を、分節結果として、判別部164に出力する。

【0078】

また、分節部163は、関節位置の変化の総和の情報、競技者10のX軸方向の揺れ $F_x$ の情報、競技者10のY軸方向の揺れ $F_y$ の情報を、順次、出力部166に出力する。

【0079】

判別部164は、分節部163の分節結果を基にして、時系列に並んだ骨格データを複数の単位に分割する。判別部164は、複数の単位に含まれる分節姿勢が、通過の分節姿勢か、経過の分節姿勢か、静止の分節姿勢かを判別する。判別部164は、判別結果を、技決定部165に出力する。

【0080】

図15は、本実施例に係る判別部の処理を説明するための図(1)である。たとえば、図15において、横軸は時間軸を示す。また、分節部163の分節結果に基づく分節区間をそれぞれ、 $T_{n-1}$ 、 $T_n$ 、 $T_{n+1}$ とする。判別部164は、分節区間を基にして、骨格データを、複数の基本単位に分割する。

【0081】

判別部164は、先の分節区間の終了時点から、次の分節区間の終了時点までの区間を、基本単位として、骨格データを複数の単位に分割する。図15において、たとえば、判別部164は、開始時点から分節区間 $T_{n-1}$ の終了時点までの区間を、基本単位 $U_{n-1}$ とする。判別部164は、分節区間 $T_{n-1}$ の終了時点から分節区間 $T_n$ の終了時点までの区間を、基本単位 $U_n$ とする。判別部164は、分節区間 $T_n$ の終了時点から分節区間 $T_{n+1}$ の終了時点までの区間を、基本単位 $U_{n+1}$ とする。

【0082】

続いて、判別部164は、分節区間の時間長に基づいて、分節区間における分節姿勢が、通過の分節姿勢か、経過の分節姿勢か、静止の分節姿勢かを判別する。

【0083】

判別部164は、分節区間の時間長が、第1時間長未満である場合には、分節区間の分節姿勢を「通過の分節姿勢」と判別する。判別部164は、分節区間の時間長が、第1時間長以上、第2時間長未満である場合には、分節区間の分節姿勢を「経過の分節姿勢」と判別する。判別部164は、分節区間の時間長が第2時間長以上である場合には、分節区

10

20

30

40

50

間の分節姿勢を「静止の分節姿勢」と判別する。本実施例では一例として、第1時間長を「0.5s」とし、第2時間長を「2.0s」とする。

【0084】

たとえば、図15において、分節区間 $T_{n-1}$ の時間長が第2時間長以上とすると、分節区間 $T_{n-1}$ における競技者10の姿勢運動は、静止の分節姿勢となる。分節区間 $T_n$ の時間長が第2時間長以上とすると、分節区間 $T_n$ における競技者10の姿勢運動は、静止の分節姿勢となる。分節区間 $T_{n+1}$ の時間長が第2時間長以上とすると、分節区間 $T_{n+1}$ における競技者10の姿勢運動は、静止の分節姿勢となる。

【0085】

判別部164は、分節区間の始点および終点に対応するフレーム番号と、分節区間における分節姿勢の種別とを対応付けた情報を、技決定部165に出力する。また、判別部164は、基本単位の始点および終点に対応するフレーム番号を、技決定部165に出力する。

10

【0086】

また、判別部164は、分節区間の種別に応じて、基本単位を補正してもよい。たとえば、判別部164は、分節区間の種別が「経過の分節姿勢」である場合には、前後の基本単位を統合する。図16は、本実施例に係る判別部の処理を説明するための図(2)である。たとえば、分節区間 $T_n'$ の時間長が第1時間長未満とすると、分節区間 $T_n'$ における競技者10の姿勢運動は、通過の分節姿勢となる。この場合には、判別部164は、分節区間 $T_n'$ の前後で、基本単位を分割しないで、分節区間 $T_n'$ を、基本単位 $U_n$ に含める。

20

【0087】

判別部164は、基本単位の情報、分節区間の情報を、判別結果として、技決定部165に出力する。たとえば、基本単位の情報は、図15等で説明した、各基本単位の開始時点および終了時点(フレーム番号)を含む。分節区間の情報は、各分節区間の開始時点および終了時点(フレーム番号)を含む。また、分節区間の情報は、分節区間が「通過の分節区間」であるのか、「経過の分節区間」であるのか、「静止の分節区間」であるかの情報を含む。

【0088】

図3の説明に戻る。技決定部165は、判別部164の判別結果を基にして、基本単位毎に、技を決定する処理部である。基本単位には、移動運動および姿勢運動が含まれている。技決定部165は、移動運動の種別および姿勢運動の種別の組み合わせを基にして、基本単位に対応する技を決定する。

30

【0089】

技決定部165は、基本単位の開始時点および終了時点と、分節区間の開始時点および終了時点とを基にして、基本単位を、移動運動の種別を認識する単位と、分節姿勢の種別を認識する単位とに分割する。以下の説明では適宜、移動運動の種別を認識する単位を、「移動運動区間」と表記する。分節姿勢の種別を認識する単位を、「分節区間」と表記する。

【0090】

図17は、本実施例に係る技決定部の処理を説明するための図である。図17に示す例では、基本単位 $U_{n-1}$ には、移動運動区間 $t_{n-1}$ 、分節区間 $T_{n-1}$ が含まれる。基本単位 $U_n$ には、移動運動区間 $t_n$ と、分節区間 $T_n$ が含まれる。基本単位 $U_{n+1}$ には、移動運動区間 $t_{n+1}$ と、分節区間 $T_{n+1}$ が含まれる。

40

【0091】

技決定部165は、移動運動区間に対応する骨格データと、技認識DB155(テーブル170b)とを基にして、移動運動区間に含まれる移動運動の種別を特定する。技決定部165は、移動運動区間に対応する骨格データの特徴が、テーブル170bのいずれの移動運動成立条件に対応するか否かに応じて、移動運動名を特定する。技決定部165が、移動運動名を判定するためには、図13で説明したように、「終了分節姿勢名」、「開

50

始分節姿勢名」、「特徴量」を特定することになる。

【0092】

技決定部165が、終了分節姿勢名を特定する処理の一例について説明する。技決定部165は、終了分節姿勢名として、移動運動区間直前の分節姿勢名（静止運動名）を特定する。たとえば、移動運動区間の開始時点のフレーム番号を $n$ とすると、フレーム番号 $n-1$ の骨格データと、テーブル170aで定義された静止運動成立条件とを比較して、静止運動名を特定する。特定した静止運動名は、図12に示した静止運動のいずれかとなる。

【0093】

たとえば、フレーム番号 $n-1$ の骨格データから求められる各評価項目について、背骨アングルが「 $A_1$ 以下」、ヒップアングルが「 $A_2$ 以上」、アームアングルが「 $A_{31} \sim A_{32}$ 」、エルボーアングルが「 $A_4$ 以上」、ニーアングルが「 $A_5$ 以上」という各成立条件を全て満たすとす。この場合には、静止運動名「静止運動S1」の技が成立したことになるため、技決定部165は、「静止運動S1」を、終了分節姿勢名として特定する。

【0094】

技決定部165が、開始分節姿勢名を特定する処理の一例について説明する。技決定部165は、開始分節姿勢名として、分節区間を開始（姿勢運動を開始）する時点の分節姿勢名（静止運動名）を特定する。たとえば、分節区間の開始時点のフレーム番号を $n$ とすると、フレーム番号 $n$ の骨格データと、テーブル170aで定義された静止運動成立条件とを比較して、静止運動名を特定する。特定した静止運動名は、図12に示した静止運動のいずれかとなる。

【0095】

技決定部165が、特徴量を特定する処理の一例について説明する。技決定部165は、移動運動区間に含まれる骨格データに基づき、競技者10の回転数、ひねり数、腕姿勢、身体姿勢を特定し、特定した情報の特徴量とする。たとえば、腕姿勢は「伸腕、屈腕」等に対応し、身体姿勢は「伸身、屈伸、かかえ込み」等に対応する。また、技決定部165は、特徴量を算出する場合に、移動運動区間に含まれる移動データの3次元座標を、器具の中心を原点とした3次元座標に補正し、補正した3次元座標を用いて、特徴量を算出してもよい。

【0096】

技決定部165は、上記の処理を行うことで、終了分節姿勢名、開始分節姿勢名、特徴量を特定する。技決定部165は、特定した終了分節姿勢名、開始分節姿勢名、特徴量の組と、テーブル170bの移動運動成立条件とを比較することで、該当する移動運動名を特定する。

【0097】

一方、技決定部165は、終了分節姿勢名および開始分節姿勢名に対応する静止運動名（分節姿勢名）が存在しない場合には、移動運動区間の移動運動を不認定とする。また、技決定部165は、終了分節姿勢名、開始分節姿勢名、特徴量の組に対応する、移動運動成立条件が存在しない場合にも、移動運動区間の移動運動を不認定とする。

【0098】

技決定部165は、分節区間に対応する骨格データと、技認識DB155（テーブル170a）とを基にして、分節区間に含まれる分節姿勢（静止運動）の種別を特定する。技決定部165は、分節区間に対応する骨格データの特徴が、テーブル170aのいずれの静止運動成立条件に対応するか否かに応じて、分節姿勢名（静止運動名）を特定する。

【0099】

たとえば、技決定部165は、分節区間の開始時点から終了時点までのフレーム番号のうち、いずれかのフレーム番号を特定する。技決定部165は、特定したフレーム番号に対応する骨格データと、テーブル170aで定義された静止運動成立条件とを比較して、静止運動名を特定する。特定した静止運動名は、図12に示した静止運動のいずれかとな

10

20

30

40

50

る。

【0100】

技決定部165は、上記の処理を行うことで、同一の基本単位に含まれる移動運動区間の移動運動名と、分節区間の静止運動名との組を特定する。また、技決定部165は、分節区間に対応する分節姿勢（静止運動）が「経過の分節姿勢」であるか、「静止の分節姿勢」であるかを、区別する。

【0101】

技決定部165は、同一の基本単位に含まれる移動運動区間の移動運動名および分節区間の静止運動名と、技認識テーブル155aの成立条件とを比較し、成立条件に対応する技名を、競技者10が、基本単位で行った技として決定する。

10

【0102】

ここで、移動運動名および静止運動名（分節区間の姿勢運動の種別）に応じた、技の一例について説明する。たとえば、技決定部165は、基本単位の移動運動名が「伸腕伸身逆上がり」であり、静止の静止運動名が「十字懸垂（2秒）」である場合には、かかる基本単位の技を「伸腕伸身逆上がり十字懸垂」と決定する。

【0103】

技決定部165は、基本単位の移動運動名が「ほん転逆上がり」であり、静止の静止運動名が「倒立（2秒）」である場合には、かかる基本単位の技を「ほん転逆上がり倒立」と決定する。

【0104】

技決定部165は、基本単位の移動運動が「不認定」であり、静止の静止運動名が「十字懸垂（2秒）」である場合には、かかる基本単位の技を「十字懸垂」と決定する。

20

【0105】

技決定部165は、基本単位の移動運動名が「伸腕ほん転逆上がり」であり、経過の静止運動名が「倒立」である場合には、かかる基本単位の技を「伸腕ほん転逆上がり倒立経過」と決定する。

【0106】

基本運動に移動運動と、移動運動の後に、複数の静止運動が含まれており、この組合せが、「組合せ1」となるものとする。この場合には、連続する静止運動名が同一であるため、技決定部165は、移動運動D1に静止の静止運動S1を付加した名称を、基本単位の技の名称とする。なお、静止運動名が同一であれば、移動運動の後に行われた静止運動の数によらず、技の名称は同一となる。

30

【0107】

組合せ1：「移動運動名D1」+経過の「静止運動名S1」+通過の「静止運動名S1」+静止の「静止運動名S1」=技名「移動運動名D1+静止運動名S1」の技が成立する。

【0108】

基本運動に移動運動と、移動運動の後に、複数の静止運動が含まれており、この組合せが、「組合せ2」となるものとする。技決定部165は、組合せ2のように、経過の静止運動の後に、姿勢が他の姿勢となり、再び元の静止運動となった場合には、静止運動名を、基本単位の技の名称とする。

40

【0109】

組合せ2：「移動運動名D1」+経過の「静止運動名S1」+「他の静止運動名（姿勢はずれ）」+静止の「静止運動名S1」=技名「静止運動名S1」の技が成立する。

【0110】

基本運動に移動運動と、移動運動の後に、複数の静止運動が含まれており、この組合せが、「組合せ3」となるものとする。技決定部165は、組合せ3のように、通過の静止運動の後に、姿勢が他の姿勢となり、再び元の静止運動となった場合には、移動運動名D1に静止運動名を付加したものを、基本単位の技の名称とする。

【0111】

50

組合せ3：「移動運動名D1」+通過の「静止運動名S1」+「他の静止運動名（姿勢はずれ）」+静止の「静止運動名S1」=技名「移動運動名D1+静止運動名S1」の技が成立する。

【0112】

技決定部165は、基本単位毎に上記処理を繰り返し実行し、基本単位毎の技名を決定する。技決定部165は、基本単位に対応する技名を、順次、出力部166に出力する。また、技決定部165は、競技者10の特徴量の情報を、順次、出力部166に出力する。

【0113】

ここで、技認識装置100は、技名を決定する場合において、リアルタイム処理を実行するものとする。たとえば、技決定部165は、図17において、移動運動区間 $t_{n+1}$ が終了した時点で、移動運動区間 $t_{n+1}$ の移動運動名を決定する。技認識装置100は、分節区間 $T_{n-1}$ が終了した時点で、静止運動名を決定し、移動運動名と静止運動名との組合せから、基本単位 $U_{n-1}$ の技の名称を決定する。技決定部165は、同様にして、移動運動区間 $t_n$ と、分節区間 $T_n$ とが終了した時点で、基本単位 $U_n$ の技の名称を決定する。技決定部165は、移動運動区間 $t_{n+1}$ と、分節区間 $T_{n+1}$ とが終了した時点で、基本単位 $U_{n+1}$ の技の名称を決定する。

【0114】

出力部166は、技決定部165が決定した技名を受けつけた場合に、技名の情報を、表示部140に出力して表示させる処理部である。

【0115】

また、出力部166は、競技者10の骨格データの特徴量の時間推移、関節位置の変化の総和、競技者10のX方向、Y方向の揺れ $F_x$ 、 $F_y$ の時間変化を表示するグラフ情報を生成し、生成したグラフ情報を、表示部140に出力して表示させてもよい。本実施例では一例として、骨格データの特徴量を、競技者10の回転角度、腰角度、上腕角度とする。

【0116】

図18は、本実施例に係るグラフ情報の一例を示す図である。図18のグラフ55において、横軸は時間軸（フレーム番号）を示す。縦軸は角度、または、総和、揺れ $F_x$ 、 $F_y$ の値に対応する軸である。図18において、線分50は、式(6)により算出される、関節位置の変化の総和の時間変化を示す線分である。線分50aは、競技者10が静止しているか否かを判定するための閾値である。線分50が、閾値50a未満である間は、競技者10は静止していることを示す。

【0117】

線分51aは、揺れ $F_x$ の時間変化を示すものである。線分51bは、揺れ $F_y$ の時間変化を示すものである。線分52aは、競技者10の回転角度を示すものであり、前転の場合には正の値をとり、後転の場合には負の値をとる。線分52bは、競技者10の腰角度を示すものである。線分52cは、競技者10の上腕角度を示すものである。図18に示す、骨格データの特徴量（線分52a、52b、52cの時間変化）は、技「ほん転逆上がり倒立」に対応する特徴量である。

【0118】

たとえば、審査員は、図18に示すグラフを参照することで、関節位置の変化の総和が、閾値（線分50a）を下回っているか否かを確認することで、静止運動「倒立」において、競技者10が静止しているか否かを確認することが可能となる。

【0119】

次に、本実施例に係る技認識装置100の処理手順の一例について説明する。図19は、本実施例に係る技認識装置の処理手順を示すフローチャートである。図19に示すように、技認識装置100の取得部161は、3Dレーザセンサ20から距離画像データを取得する（ステップS101）。技認識装置100の抽出部162は、距離画像データを解析し、競技者10の骨格データを抽出する（ステップS102）。

10

20

30

40

50

## 【0120】

技認識装置100の分節部163は、分節区間を判定する(ステップS103)。技認識装置100の判別部164は、分節区間に対する姿勢運動が、通過、経過、静止のいずれであるかを判定する(ステップS104)。判別部164は、骨格データを、基本単位に分割する(ステップS105)。

## 【0121】

技認識装置100の技決定部165は、基本単位に含まれる移動運動の種別、姿勢運動の種別を判定する(ステップS106)。技決定部165は、移動運動の種別と、姿勢運動の種別との組み合わせに対応する技を判定する(ステップS107)。技認識装置100の出力部166は、技の判定結果を、表示部140に出力する(ステップS108)。

10

## 【0122】

次に、本実施例に係る技認識装置100の効果について説明する。技認識装置100は、競技者10の姿勢運動が静止しているか否かに基づいて、分節区間に特定する。また、技認識装置100は、移動運動区間と、分節区間を含む基本単位毎に、時系列の骨格データを分割し、移動運動区間の移動運動の種別と、分節区間の静止運動の種別との組から、技を決定する。これにより、競技者10の姿勢が静止しているか否かを加味したうえで、一つの技を認識することが求められる採点競技において、複数の単位動作からなる技を認識することが可能となる。

## 【0123】

技認識装置100は、競技者10の関節位置の変化の総和が閾値未満となる区間を分節区間とし、分節区間の時間長に応じて、分節区間に含まれる静止運動が、通過の静止運動であるか、経過の静止運動であるか、静止の静止運動であるかを区別する。これにより、分節区間の静止運動の種別に応じた、技の名称を適切に認識することができる。

20

## 【0124】

なお、器具を使った演技(吊り輪、平行棒、トランポリン)においては、競技者10がぶら下がっている、または、乗っていることにより、器具自体が振動することがある。このとき、競技者10が静止していても、器具自体の振動が、時系列で順次取得した骨格データの関節位置の推移に加味されてしまう。

## 【0125】

一方で、競技者10がぶら下がっている、または、乗っていることにより器具自体の振動以外に、競技者10自身が動いてしまっていることで、器具が揺れている場合には、競技者10の揺れとして認識し、技の成立や、出来栄に反映することが好ましい。

30

## 【0126】

ここで、技認識装置100は、競技者10の姿勢を評価する場合に、競技者10の骨格データの3次元座標を、器具の中心位置を基準とした3次元座標に修正し、修正した3次元座標を基にして、競技者10の姿勢を評価する。これにより、技認識装置100によれば、器具自体の振動の影響を除外して、競技者10の姿勢を適切に評価することができる。

## 【0127】

ところで、上述した実施例では一例として、競技者10が行う演技を吊り輪とし、式(6)に示した、関節位置の変化の総和の値と閾値との比較により、分節区間を設定し、姿勢運動を特定していたが、これに限定されるものではない。たとえば、後述するように、吊り輪以外の採点競技でも、同様に技を判定することが可能である。以下において、技認識装置100が、跳馬を行う競技者の技を判定する処理の一例について説明する。

40

## 【0128】

図20は、分節区間を設定するその他の例を説明するための図である。図20に示す例では、競技者15が、跳馬を行っている。技認識装置100は、評価関数1、評価関数2、評価関数3を用いて、複数の分節区間を設定する。評価関数1、評価関数2、評価関数3は、下記のように定義される。

## 【0129】

50

評価関数 1 は、競技者 15 が踏切台面 16 において、踏切を行う瞬間の姿勢運動のタイミング  $Tb1$  を特定するものである。たとえば、評価関数 1 の値  $TH1$  となる分節区間に、踏切を行う瞬間の姿勢運動が含まれる。

【0130】

評価関数 1 は、競技者 15 の関節 12 番および 16 番の Z 座標値をサンプリング値とし、フレーム番号  $n$  のサンプリング値と、フレーム番号  $n - 1$  のサンプリング値との変化を求める評価関数である。ただし、競技者 15 の関節 12 番および 16 番の Y 座標値が踏切台面 16 の区間 16 a に含まれている間に、評価関数 1 は適用される。

【0131】

評価関数 2 は、競技者 15 が跳馬台面 17 において、着手支持が成立したタイミング  $Tb2$  を特定するものである。たとえば、評価関数 2 の値  $TH2$  となる分節区間に、着手支持が成立する瞬間の姿勢運動が含まれる。

10

【0132】

評価関数 2 は、競技者 15 の関節 6 番および 9 番の Z 座標値をサンプリング値とし、フレーム番号  $n$  のサンプリング値と、フレーム番号  $n - 1$  のサンプリング値との変化を求める評価関数である。ただし、競技者 15 の関節 6 番および 9 番の Y 座標値が、跳馬台面 17 の区間 17 a に含まれている間に、評価関数 2 は適用される。

【0133】

評価関数 3 は、競技者 15 がマット 18 に着地した瞬間の姿勢運動のタイミング  $Tb3$  を特定するものである。たとえば、評価関数 3 の値  $TH3$  となる分節区間に、着地を行う瞬間の姿勢運動が含まれる。

20

【0134】

評価関数 3 は、競技者 15 の関節 12 番および 16 番の Z 座標値をサンプリング値とし、フレーム番号  $n$  のサンプリング値と、フレーム番号  $n - 1$  のサンプリング値との変化を求める評価関数である。ただし、競技者 15 の関節 12 番および 16 番の Y 座標値が、マット 18 の区間 18 a に含まれる間に、評価関数 3 は適用される。

【0135】

図 21 は、跳馬による各分節区間の姿勢運動の一例を示す図である。たとえば、技認識装置 100 は、評価関数 1 の値  $TH1$  となる分節区間の時間長が 0.1 秒以上である場合には、この分節区間に、姿勢運動 take-off、round-off が含まれるか否かを判定する

30

【0136】

技認識装置 100 は、評価関数 2 の値  $TH2$  となる分節区間の時間長が 0.1 秒以上である場合には、この分節区間に、姿勢運動 support\_F、support\_B、support\_S が含まれるか否かを判定する。

【0137】

技認識装置 100 は、評価関数 3 の値  $TH3$  となる分節区間の時間長が 0.5 秒以上である場合には、この分節区間に、姿勢運動 landing\_F、landing\_B が含まれるか否かを判定する。

【0138】

なお、図 20 において、タイミング  $Tb1$  から  $Tb2$  の間、および、 $Tb2$  から  $Tb3$  の間は、移動運動区間となる。技認識装置 100 は、移動運動区間の移動運動の種別を、上述した技決定部 165 の処理と同様にして特定する。

40

【0139】

技認識装置 100 は、上記のように特定した各姿勢運動の種別と、移動運動の種別との組み合わせを基にして、跳馬を行う競技者 15 の技を決定する。ここでは、一例として、跳馬の技を決定する場合について説明したが、他の採点競技についても、同様に技を決定することができる。

【0140】

次に、本実施例で説明した技認識装置 100 と同様の機能を実現するコンピュータのハ

50

ードウェア構成の一例について説明する。図 22 は、技認識装置と同様の機能を実現するコンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

【0141】

図 22 に示すように、コンピュータ 200 は、各種演算処理を実行する CPU 201 と、ユーザからのデータの入力を受け付ける入力装置 202 と、ディスプレイ 203 とを有する。また、コンピュータ 200 は、記憶媒体からプログラム等を読み取る読み取り装置 204 と、無線ネットワークを介して他のコンピュータとの間でデータの授受を行うインタフェース装置 205 とを有する。また、コンピュータ 200 は、各種情報を一時記憶する RAM 206 と、ハードディスク装置 207 とを有する。そして、各装置 201 ~ 207 は、バス 208 に接続される。

10

【0142】

ハードディスク装置 207 は、取得プログラム 207a、抽出プログラム 207b、分節プログラム 207c、判別プログラム 207d、技決定プログラム 207e、出力プログラム 207f を有する。CPU 201 は、取得プログラム 207a、抽出プログラム 207b、分節プログラム 207c、判別プログラム 207d、技決定プログラム 207e、出力プログラム 207f を読み出して RAM 206 に展開する。

【0143】

取得プログラム 207a は、取得プロセス 206a として機能する。抽出プログラム 207b は、抽出プロセス 206b として機能する。分節プログラム 207c は、分節プロセス 206c として機能する。判別プログラム 207d は、判別プロセス 206d として機能する。技決定プログラム 207e は、技決定プロセス 206e として機能する。出力プログラム 207f は、出力プロセス 206f として機能する。

20

【0144】

取得プロセス 206a の処理は、取得部 161 の処理に対応する。抽出プロセス 206b の処理は、抽出部 162 の処理に対応する。分節プロセス 206c の処理は、分節部 163 の処理に対応する。判別プロセス 206d の処理は、判別部 164 の処理に対応する。技決定プロセス 206e の処理は、技決定部 165 の処理に対応する。出力プロセス 206f の処理は、出力部 165 の処理に対応する。

【0145】

なお、各プログラム 207a ~ 207f については、必ずしも最初からハードディスク装置 207 に記憶させておかなくても良い。例えば、コンピュータ 200 に挿入されるフレキシブルディスク (FD)、CD-ROM、DVD、光磁気ディスク、IC カードなどの「可搬用の物理媒体」に各プログラムを記憶させておく。そして、コンピュータ 200 が各プログラム 207a ~ 207f を読み出して実行するようにしても良い。

30

【符号の説明】

【0146】

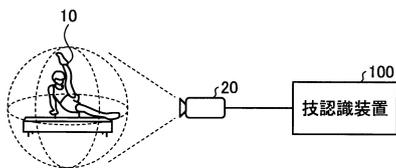
20	3D レーザセンサ
100	技認識装置
110	インタフェース部
120	通信部
130	入力部
140	表示部
150	記憶部
151	距離画像 DB
152	関節定義データ
153	関節位置 DB
154	骨格 DB
155	技認識 DB
160	制御部
161	取得部

40

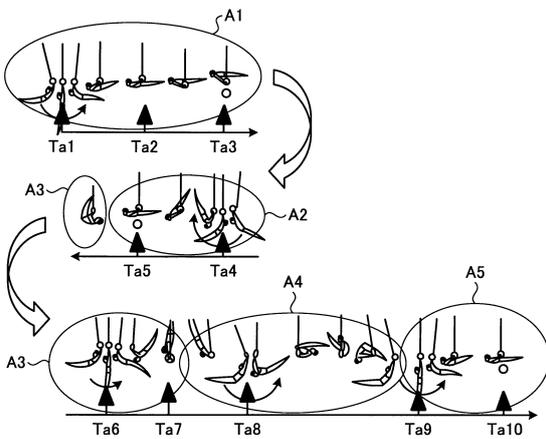
50

- 1 6 2 抽出部
- 1 6 3 分節部
- 1 6 4 判別部
- 1 6 5 技決定部
- 1 6 6 出力部

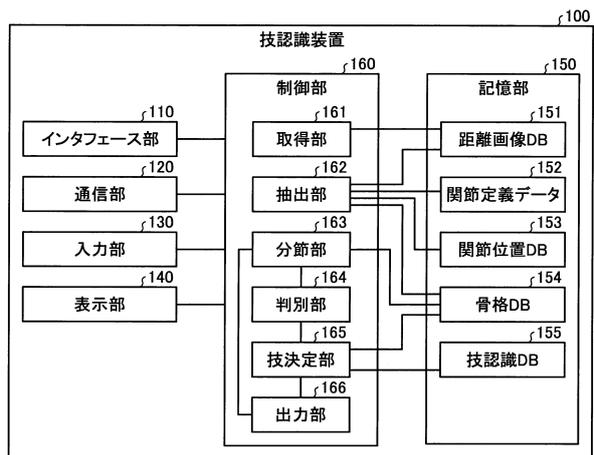
【図1】



【図2】



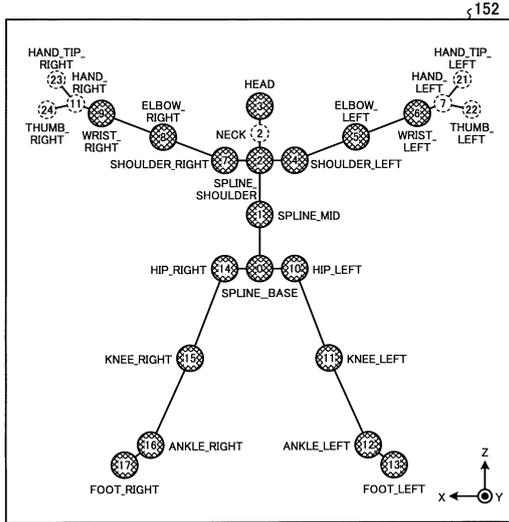
【図3】



【図4】

記録ID	フレーム番号	距離画像フレーム
P101	1	記録ID「P101」、距離画像フレーム番号「1」に対応するフレーム
	2	記録ID「P101」、距離画像フレーム番号「2」に対応するフレーム
	3	記録ID「P101」、距離画像フレーム番号「3」に対応するフレーム
...	...	...

【図5】



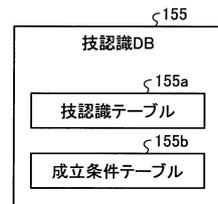
【図7】

記録ID	フレーム番号	骨格データ
P101	1	記録ID「P101」、フレーム番号「1」の骨格データ
	2	記録ID「P101」、フレーム番号「2」の骨格データ
	3	記録ID「P101」、フレーム番号「3」の骨格データ
...	...	...

【図6】

記録ID	フレーム番号	X0	Y0	Z0	...	X17	Y17	Z17
P101	1	100	20	0		200	40	5
P101	2	101	25	5		202	39	15
P101	3	110	32	7		210	45	12
...	...							
P101	100	201	125	30		225	150	10

【図8】



【図9】

技名	グループ	成立条件
ほん転逆上がり倒立	G1	技「ほん転逆上がり倒立」が成立する静止運動名および移動運動名
伸腕伸身逆上がり十字懸垂	G2	技「伸腕伸身逆上がり十字懸垂」が成立する静止運動名および移動運動名
伸腕ほん転逆上がり倒立経過	G1	技「伸腕ほん転逆上がり倒立経過」が成立する静止運動名および移動運動名
け上がり支持	G3	技「け上がり支持」が成立する静止運動名および移動運動名
後ろ振り上がり開脚水平支持	G3	技「後ろ振り上がり開脚水平支持」が成立する静止運動名および移動運動名
...	...	...

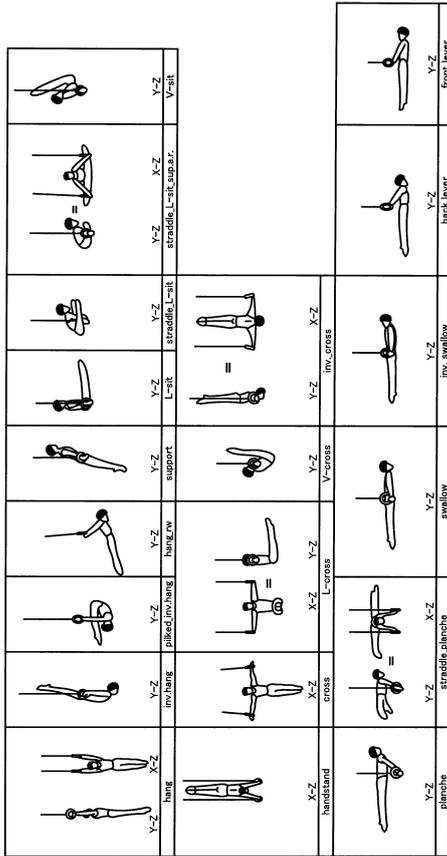
【図11】

静止運動名	静止運動成立条件				
	背骨 アングル	ヒップ アングル	アーム アングル	エルボー アングル	ニー アングル
静止運動S1	$\leq \theta_{A1}$	$\geq \theta_{A2}$	$\theta_{A31} \sim \theta_{A32}$	$\geq \theta_{A4}$	$\geq \theta_{A5}$
静止運動S2	$\leq \theta_{B1}$	$\geq \theta_{B2}$	$\theta_{B31} \sim \theta_{B32}$	$\geq \theta_{B4}$	$\geq \theta_{B5}$
静止運動S3	$\leq \theta_{C1}$	$\geq \theta_{C2}$	$\theta_{C31} \sim \theta_{C32}$	$\geq \theta_{C4}$	$\geq \theta_{C5}$
...	...	...	...	...	...

【図10】

静止運動成立条件		移動運動成立条件	
静止運動S1	静止運動S1が成立する条件	移動運動D1	移動運動D1が成立する条件
静止運動S2	静止運動S2が成立する条件	移動運動D2	移動運動D2が成立する条件
静止運動S3	静止運動S3が成立する条件	移動運動D3	移動運動D3が成立する条件
...	...	...	...

【図12】

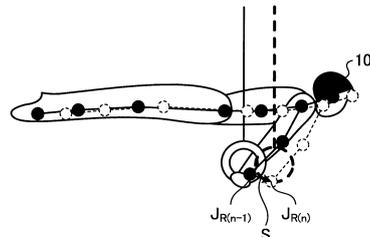


【図13】

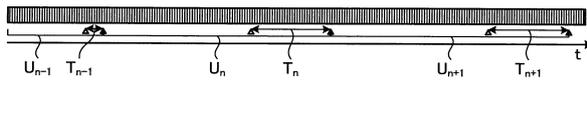
§170b

移動運動名	移動運動成立条件		
	終了分節姿勢名	開始分節姿勢名	特徴量
移動運動D1	移動運動D1を行う直前の分節姿勢名	姿勢運動D1を開始する時点の分節姿勢名	移動運動D1の特徴量 (回転数、ひねり数、腕姿勢、身体姿勢)
移動運動D2	移動運動D2を行う直前の分節姿勢名	姿勢運動D2を開始する時点の分節姿勢名	移動運動D2の特徴量 (回転数、ひねり数、腕姿勢、身体姿勢)
移動運動D3	移動運動D3を行う直前の分節姿勢名	姿勢運動D3を開始する時点の分節姿勢名	移動運動D3の特徴量 (回転数、ひねり数、腕姿勢、身体姿勢)
...	...	...	...

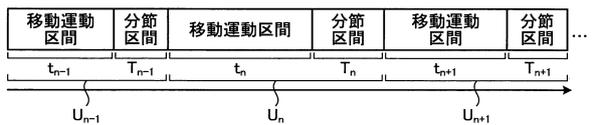
【図14】



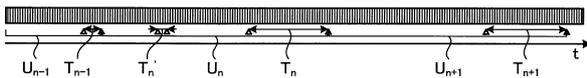
【図15】



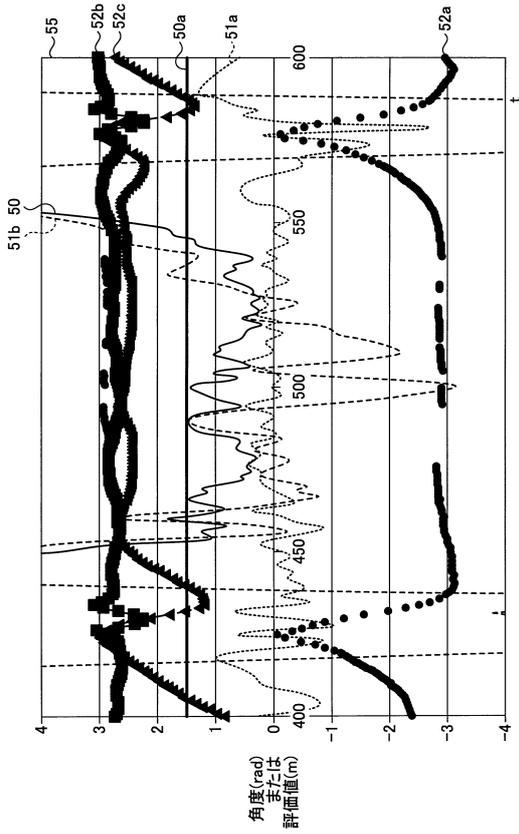
【図17】



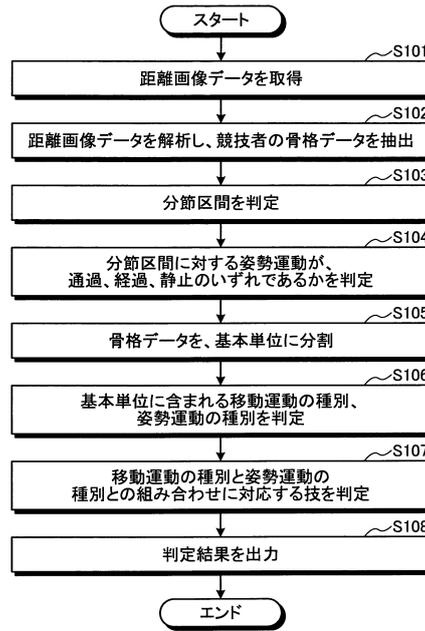
【図16】



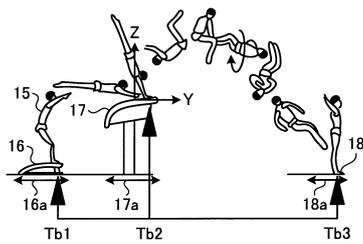
【図18】



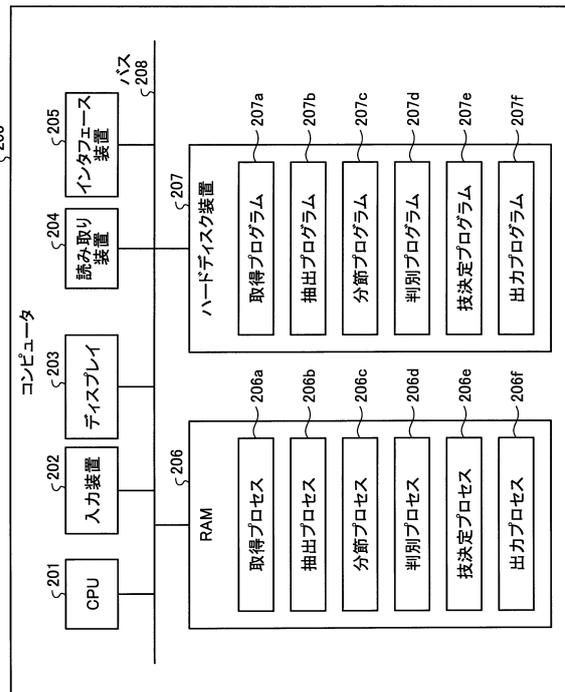
【図19】



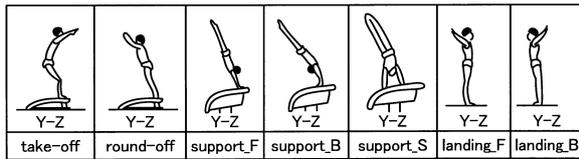
【図20】



【図22】



【図21】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2016/056449(WO, A1)

特表2019-559491(JP, A)

辛 貞殷, 外1名, 動画処理によるスポーツ運動解析の研究, 電子情報通信学会技術研究報告  
Vol. 108 No. 47, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2008年, 第108巻

中村 明生, 外4名, 舞踏動作の解析と応用システムの開発, 情報処理学会研究報告 Vol.  
2003 No. 36, 日本, 社団法人情報処理学会, 2003年, 第2003巻

平野 一視, 外2名, 動作モデルを用いた単眼動画からの人体姿勢の推定, 電子情報通信学会  
技術研究報告 Vol. 99 No. 710, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2000年, 第99  
巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/00 - 7/90