

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6572494号
(P6572494)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 3 B 69/18 (2006.01)	A 6 3 B 69/18 Z
A 6 3 B 69/00 (2006.01)	A 6 3 B 69/00 C
A 6 3 B 71/06 (2006.01)	A 6 3 B 71/06 T
A 6 3 B 24/00 (2006.01)	A 6 3 B 24/00

請求項の数 17 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-216756 (P2014-216756)	(73) 特許権者	504171134
(22) 出願日	平成26年10月23日(2014.10.23)		国立大学法人 筑波大学
(65) 公開番号	特開2016-83063 (P2016-83063A)		茨城県つくば市天王台一丁目1番1
(43) 公開日	平成28年5月19日(2016.5.19)	(74) 代理人	100100549
審査請求日	平成29年10月2日(2017.10.2)		弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100123319
			弁理士 関根 武彦
		(72) 発明者	山際 伸一
			茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立 大学法人筑波大学内
		審査官	榎 俊秋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 評価値算出プログラム、評価値算出方法、情報処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータに、

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた前記滑走者の肩幅方向の加速度を示す第1加速度データを記憶するステップと、

前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するステップと、を実行させ、

前記コンピュータに、前記評価値を算出するステップにおいて、前記第1加速度データに基づき、前記ターンのテンポの評価値を算出させる、

評価値算出プログラム。

【請求項2】

前記第1加速度データは、前記滑走者が所定テンポの音を聞きながら左右のターンを行ったときの肩幅方向の加速度を示し、

前記コンピュータに、前記評価値を算出するステップにおいて、前記第1加速度データに基づいて、前記ターンの1ターンの時間の長さの逆数の前記所定テンポに対する分散を算出させ、前記分散の大きさに応じた前記ターンのテンポの評価値を算出させる

請求項1に記載の評価値算出プログラム。

【請求項3】

前記コンピュータに、

前記記憶するステップにおいて、前記ターンを行うことで得られた前記滑走者の身体軸

方向の加速度を示す第2加速度データをさらに記憶させ、

前記評価値を算出するステップにおいて、前記第1加速度データ及び前記第2加速度データに基づき、前記ターンの対称性の評価値を算出させる

請求項1または2に記載の評価値算出プログラム。

【請求項4】

前記コンピュータに、前記評価値を算出するステップにおいて、前記第1加速度データ及び前記第2加速度データを前記ターンの右ターンの加速度データと左ターンの加速度データとに分類して前記右ターンの特徴を示す右ターン特徴値及び前記左ターンの特徴を示す左ターン特徴値を算出させ、前記右ターン特徴値と前記左ターン特徴値との類似性に応じた前記ターンの対称性の第1評価値を算出させる

10

請求項3に記載の評価値算出プログラム。

【請求項5】

コンピュータに、

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた前記滑走者の肩幅方向の加速度を示す第1加速度データを記憶するステップと、

前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するステップと、を実行させ、

前記記憶するステップにおいて、前記ターンを行うことで得られた前記滑走者の身体軸方向の加速度を示す第2加速度データをさらに記憶させ、

前記評価値を算出するステップにおいて、前記第1加速度データ及び前記第2加速度データを前記ターンの右ターンの加速度データと左ターンの加速度データとに分類して前記右ターンの特徴を示す右ターン特徴値及び前記左ターンの特徴を示す左ターン特徴値を算出させ、前記右ターン特徴値と前記左ターン特徴値との類似性に応じた前記ターンの対称性の第1評価値を算出させる

20

評価値算出プログラム。

【請求項6】

前記コンピュータに、前記評価値を算出するステップにおいて、前記第1加速度データ及び前記第2加速度データを前記ターンの右ターンの加速度データと左ターンの加速度データとに分類して前記右ターンを行っている時間及び前記左ターンを行っている時間を算出させ、前記右ターンを行っている時間と前記左ターンを行っている時間との類似性に応じた前記ターンの対称性の第2評価値を算出させる

30

請求項3から5のいずれか1項に記載の評価値算出プログラム。

【請求項7】

コンピュータに、

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた前記滑走者の肩幅方向の加速度を示す第1加速度データを記憶するステップと、

前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するステップと、を実行させ、

前記記憶するステップにおいて、前記ターンを行うことで得られた前記滑走者の身体軸方向の加速度を示す第2加速度データをさらに記憶させ、

40

前記評価値を算出するステップにおいて、前記第1加速度データ及び前記第2加速度データを前記ターンの右ターンの加速度データと左ターンの加速度データとに分類して前記右ターンを行っている時間及び前記左ターンを行っている時間を算出させ、前記右ターンを行っている時間と前記左ターンを行っている時間との類似性に応じた前記ターンの対称性の第2評価値を算出させる

評価値算出プログラム。

【請求項8】

前記コンピュータに、前記評価値を算出するステップにおいて、前記第1加速度データに基づいて、前記ターンの右ターンの加速度の絶対値の最大値および左ターンの加速度の最大値の絶対値を算出させ、前記右ターンの加速度の絶対値の最大値及び左ターンの加速

50

度の最大値の絶対値の大きさに応じた前記ターンのダイナミックさの評価値を算出させる請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の評価値算出プログラム。

【請求項 9】

コンピュータに、

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも 1 回の左右のターンを行うことで得られた前記滑走者の肩幅方向の加速度を示す第 1 加速度データを記憶するステップと、

前記第 1 加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するステップと、を実行させ、

前記コンピュータに、前記評価値を算出するステップにおいて、前記第 1 加速度データに基づいて、前記ターンの右ターンの加速度の絶対値の最大値および左ターンの加速度の最大値の絶対値を算出させ、前記右ターンの加速度の絶対値の最大値及び左ターンの加速度の最大値の絶対値の大きさに応じた前記ターンのダイナミックさの評価値を算出させる

10

、
評価値算出プログラム。

【請求項 10】

コンピュータが、

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも 1 回の左右のターンを行うことで得られた肩幅方向の第 1 加速度データを記憶し、

前記第 1 加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出することを

20

を含み、
前記評価値を算出することは、前記第 1 加速度データに基づき、前記ターンのテンポの評価値を算出することを含む、

滑走者のターン技術の評価値算出方法。

【請求項 11】

コンピュータが、

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも 1 回の左右のターンを行うことで得られた肩幅方向の第 1 加速度データを記憶し、

前記第 1 加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出し、

前記ターンを行うことで得られた前記滑走者の身体軸方向の加速度を示す第 2 加速度データをさらに記憶することを

30

を含み、
前記評価値を算出することは、前記第 1 加速度データ及び前記第 2 加速度データを前記ターンの右ターンの加速度データと左ターンの加速度データとに分類して前記右ターンの特徴を示す右ターン特徴値及び前記左ターンの特徴を示す左ターン特徴値を算出し、前記右ターン特徴値と前記左ターン特徴値との類似性に応じた前記ターンの対称性の第 1 評価値を算出することを

含む
滑走者のターン技術の評価値算出方法。

【請求項 12】

コンピュータが、

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも 1 回の左右のターンを行うことで得られた肩幅方向の第 1 加速度データを記憶し、

40

前記第 1 加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出し、

前記ターンを行うことで得られた前記滑走者の身体軸方向の加速度を示す第 2 加速度データをさらに記憶することを

含む、
前記評価値を算出することは、前記第 1 加速度データ及び前記第 2 加速度データを前記ターンの右ターンの加速度データと左ターンの加速度データとに分類して前記右ターンを行っている時間及び前記左ターンを行っている時間を算出し、前記右ターンを行っている時間と前記左ターンを行っている時間との類似性に応じた前記ターンの対称性の第 2 評価値を算出することを

含む
滑走者のターン技術の評価値算出方法。

【請求項 13】

50

コンピュータが、
 運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた肩幅方向の第1加速度データを記憶し、
 前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出することを含み、
 前記評価値を算出することは、前記第1加速度データに基づいて、前記ターンの右ターンの加速度の絶対値の最大値および左ターンの加速度の最大値の絶対値を算出し、前記右ターンの加速度の絶対値の最大値及び左ターンの加速度の最大値の絶対値の大きさに応じた前記ターンのダイナミックさの評価値を算出することを含む、
 滑走者のターン技術の評価値算出方法。

10

【請求項14】

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた肩幅方向の第1加速度データを記憶する記憶装置と、
 前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するプロセッサと、を備え、
 前記プロセッサは、前記評価値を算出する際、前記第1加速度データに基づき、前記ターンのテンポの評価値を算出する、
 情報処理装置。

【請求項15】

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた肩幅方向の第1加速度データを記憶する記憶装置と、
 前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するプロセッサと、を備え、
 前記記憶装置は、前記ターンを行うことで得られた前記滑走者の身体軸方向の加速度を示す第2加速度データをさらに記憶し、
 前記プロセッサは、前記評価値を算出する際、前記第1加速度データ及び前記第2加速度データを前記ターンの右ターンの加速度データと左ターンの加速度データとに分類して前記右ターンの特徴を示す右ターン特徴値及び前記左ターンの特徴を示す左ターン特徴値を算出し、前記右ターン特徴値と前記左ターン特徴値との類似性に応じた前記ターンの対称性の第1評価値を算出する
 情報処理装置。

20

30

【請求項16】

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた肩幅方向の第1加速度データを記憶する記憶装置と、
 前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するプロセッサと、を備え、
 前記記憶装置は、前記ターンを行うことで得られた前記滑走者の身体軸方向の加速度を示す第2加速度データをさらに記憶し、
 前記プロセッサは、前記評価値を算出する際、前記第1加速度データ及び前記第2加速度データを前記ターンの右ターンの加速度データと左ターンの加速度データとに分類して
前記右ターンを行っている時間及び前記左ターンを行っている時間を算出し、前記右ターンを行っている時間と前記左ターンを行っている時間との類似性に応じた前記ターンの対称性の第2評価値を算出する
 情報処理装置。

40

【請求項17】

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた肩幅方向の第1加速度データを記憶する記憶装置と、
 前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するプロセッサと、を備え、
 前記プロセッサは、前記評価値を算出する際、前記第1加速度データに基づいて、前記

50

ターンの右ターンの加速度の絶対値の最大値および左ターンの加速度の最大値の絶対値を算出し、前記右ターンの加速度の絶対値の最大値及び左ターンの加速度の最大値の絶対値の大きさに応じた前記ターンのダイナミックさの評価値を算出することを含む、
情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、評価値算出プログラム、評価値算出方法、情報処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

スキーなどの運動を行う人間の動きを、加速度センサなどの小型センサにより計測し、人間の各種の運動情報を定量化する装置がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-97104号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、加速度センサなどの小型センサを用いて、小型センサを装着した利用者の各種の運動情報（例えば、加速度）を定量化することができるが、利用者が加速度などの運動情報にどのような意味があるかを直感的に理解することは難しい。小型センサによって計測された運動情報自体が、直接的に、運動技能の巧拙を表すものでないからである。定量化されたデータに基づいて運動技能の巧拙を数値化することは、難しく、ほとんど行われていない。

本件開示の技術は、運動技能の巧拙を数値化することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

開示の技術は、上記課題を解決するために、以下の手段を採用する。

即ち、第1の態様は、

コンピュータに、

運動器具を用いて滑走する滑走者が少なくとも1回の左右のターンを行うことで得られた前記滑走者の肩幅方向の加速度を示す第1加速度データを記憶するステップと、

前記第1加速度データを用いて前記滑走者のターンの巧拙を示す評価値を算出するステップと、

を実行させる評価値算出プログラムとする。

【0006】

開示の構成は、上記した態様におけるプログラムの各ステップの処理を実行する手段を備える情報処理装置、或いは当該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体として特定することができる。また、開示の構成は、上記した各ステップが実行する処理を情報処理装置が実行する方法をもって特定されてもよい。開示の構成は、上記した各ステップが実行する処理を行う情報処理装置を含むシステムとして特定されてもよい。

【発明の効果】

【0007】

開示の技術によれば、運動技能の巧拙を数値化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本実施形態の端末装置の構成例を示す図である。

【図2】図2は、情報処理装置のハードウェア構成例を示す図である。

【図3】図3は、本実施形態の端末装置の動作フローの例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図4】図4は、スキーヤーである利用者に計測用の加速度センサを含む端末装置を装着する例を示す図である。

【図5】図5は、取得部が取得する加速度データの例を示す図である。

【図6】図6は、x方向加速度の時間変化のグラフの例を示す図である。

【図7】図7は、x方向加速度とy方向加速度とをXY座標にプロットした例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して実施形態について説明する。実施形態の構成は例示であり、開示の構成は、開示の実施形態の具体的構成に限定されない。開示の構成の実施にあたって、実施形態に応じた具体的構成が適宜採用されてもよい。

10

〔実施形態〕

【0010】

本実施形態の装置は、利用者（被検者）の運動技能の巧拙を示す評価値を当該利用者の運動時の加速度に基づき算出する。利用者の運動時の加速度は、例えば、利用者が運動時に装着する加速度センサを含む携帯端末により取得される。ここでは、運動技能の例として、スキーのパラレルターンを取り上げるが、本実施形態で対象とする運動技能は、スキーのパラレルターンに限定されるものではなく、スキーの他の種類のターン（プルークボーゲン、ステップターン等）であってもよい。本実施形態で対象とする運動技能は、スキーの技能に限定されるものではなく、スノーボードやグラススキー等の運動器具を装着して滑走する運動の技能であってもよい。

20

【0011】

スキーのパラレルターンは、スキー板を平行にして行うターンである。パラレルターンでは、滑走の方向を左向きから右向きに変える右ターン、及び、右向きから左向きに方向を変える左ターンを繰り返しながら、斜面を滑走する。

【0012】

本実施形態の装置は、スキーヤーである利用者が装着する加速度センサによる加速度の値に基づいて、スキーのパラレルターンのテンポ、対称性、ダイナミックさの評価値を算出する。算出された評価値は、運動技能の巧拙に依存する。テンポ、対称性、ダイナミックさについては、後に説明する。

30

【0013】

（構成例）

図1は、本実施形態の端末装置の構成例を示す図である。端末装置100は、取得部102、算出部104、入力部106、通信部108、格納部110、出力部112を含む。

【0014】

取得部102は、数値化対象の運動時に加速度センサで計測した加速度データ等を、入力部106、格納部110、外部の装置等から取得する。また、取得部102は、加速度センサを含んでもよい。加速度センサは、互いに直交する3方向の加速度を計測する。取得部102が、加速度センサを含む場合、利用者が運動時に加速度センサが計測した加速度を加速度データとして取得する。

40

【0015】

算出部104は、取得部102で取得された加速度データ等から、運動技能を示すテンポ、対称性、ダイナミックさの評価値を算出する。

【0016】

入力部106は、ユーザからの指示や、数値化対象の運動時に計測された加速度データ等の入力を受け付ける。

通信部108は、外部の装置等との通信を、ネットワーク等を介して行う。

【0017】

格納部110は、入力部106によって入力されたデータや、数値化対象の運動時に計

50

測された加速度データ、算出部 104 で算出された運動技能を示すテンポ、対称性、ダイナミックさ等を記憶する。

【0018】

出力部 112 は、算出部 104 で算出された運動技能を示すテンポ、対称性、ダイナミックさ等の利用者に通知する情報を表示する。出力部 112 は、運動器具を装着して滑走する利用者に聞かせる所定テンポの音を出力する。

【0019】

端末装置 100 は、P C (Personal Computer)、ワークステーション (W S、Work Station)、スマートフォン、携帯電話、タブレット型端末のような専用または汎用のコンピュータ、あるいは、コンピュータを搭載した電子機器を使用して実現可能である。

10

【0020】

図 2 は、情報処理装置のハードウェア構成例を示す図である。図 2 に示す情報処理装置は、一般的なコンピュータの構成を有している。端末装置 100 は、図 2 に示すような情報処理装置 1000 によって実現される。図 2 の情報処理装置 1000 は、プロセッサ 1002、メモリ 1004、記憶部 1006、入力部 1008、出力部 1010、通信制御部 1012、検出部 1014 を有する。これらは、互いにバスによって接続される。メモリ 1004 及び記憶部 1006 は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体である。情報処理装置のハードウェア構成は、図 2 に示される例に限らず、適宜構成要素の省略、置換、追加が行われてもよい。

【0021】

20

情報処理装置 1000 は、プロセッサ 1002 が記録媒体に記憶されたプログラムをメモリ 1004 の作業領域にロードして実行し、プログラムの実行を通じて各構成部等が制御されることによって、所定の目的に合致した機能を実現することができる。

【0022】

プロセッサ 1002 は、例えば、C P U (Central Processing Unit) や D S P (Digital Signal Processor) である。

【0023】

メモリ 1004 は、例えば、R A M (Random Access Memory) や R O M (Read Only Memory) を含む。メモリ 1004 は、主記憶装置とも呼ばれる。

【0024】

30

記憶部 1006 は、例えば、E P R O M (Erasable Programmable ROM)、ハードディスクドライブ (H D D、Hard Disk Drive)、ソリッドステートドライブ (S S D、Solid State Drive) 等の記憶装置である。また、記憶部 1006 は、リムーバブルメディア、即ち可搬記録媒体を含むことができる。リムーバブルメディアは、例えば、U S B (Universal Serial Bus) メモリ、あるいは、C D (Compact Disc) や D V D (Digital Versatile Disc) のようなディスク記録媒体である。記憶部 1006 は、二次記憶装置とも呼ばれる。

【0025】

記憶部 1006 は、各種のプログラム、各種のデータ及び各種のテーブルを読み書き自在に記録媒体に格納する。記憶部 1006 には、オペレーティングシステム (Operating System : O S)、各種プログラム、各種テーブル等が格納される。記憶部 1006 に格納される情報は、メモリ 1004 に格納されてもよい。また、メモリ 1004 に格納される情報は、記憶部 1006 に格納されてもよい。

40

【0026】

オペレーティングシステムは、ソフトウェアとハードウェアとの仲介、メモリ空間の管理、ファイル管理、プロセスやタスクの管理等を行うソフトウェアである。オペレーティングシステムは、通信インタフェースを含む。通信インタフェースは、通信制御部 1012 を介して接続される他の外部装置等とデータのやり取りを行うプログラムである。外部装置等には、例えば、他の情報処理装置、外部記憶装置等が含まれる。

【0027】

50

入力部 1008 は、キーボード、ポインティングデバイス、ワイヤレスリモコン、タッチパネル等を含む。また、入力部 1008 は、カメラのような映像や画像の入力装置や、マイクロフォンのような音声の入力装置を含むことができる。

【0028】

出力部 1010 は、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイ、LCD (Liquid Crystal Display)、PDP (Plasma Display Panel)、EL (Electroluminescence) パネル等の表示装置、プリンタ等の出力装置を含む。また、出力部 1010 は、スピーカのような音声の出力装置を含むことができる。

【0029】

通信制御部 1012 は、他の装置と接続し、情報処理装置 1000 と他の装置との間の通信を制御する。通信制御部 1012 は、例えば、LAN (Local Area Network) インタフェースボード、無線通信のための無線通信回路、電話通信のための通信回路である。LAN インタフェースボードや無線通信回路は、インターネット等のネットワークに接続される。

10

【0030】

検出部 1014 は、情報処理装置 1000 の動きの加速度を検出する加速度センサなどの検出装置を含む。加速度センサは、互いに直交する 3 方向の加速度を計測する。加速度センサは、加速度センサを含む情報処理装置 1000 が身体に装着されることによって、身体の動きの加速度を検出することができる。

【0031】

20

端末装置 100 を実現するコンピュータは、プロセッサが二次記憶装置に記憶されているプログラムを主記憶装置にロードして実行することによって、取得部 102、算出部 104、入力部 106、通信部 108、出力部 112 としての機能を実現する。一方、格納部 110 は、主記憶装置または二次記憶装置の記憶領域に設けられる。

【0032】

一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。

【0033】

プログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくても、並列的または個別に実行される処理を含む。プログラムを記述するステップの一部が省略されてもよい。

30

【0034】

(動作例)

スキーヤーである利用者の運動を数値化するために、利用者に加速度センサを装着して、スキーの平行ターンを行っている際の利用者の動きの加速度が計測される。さらに、動きの加速度を用いて、運動技能の巧拙を示す評価値が算出される。

【0035】

図 3 は、本実施形態の端末装置の動作フローの例を示す図である。

ステップ S101 では、端末装置 100 の取得部 102 は、スキーヤーである利用者 (滑走者) が端末装置 100 を装着して平行ターンで滑走する際の動きの加速度を所定のサンプリング周波数で加速度センサにより計測し、加速度の時間変化を示す加速度データを取得する。

40

【0036】

図 4 は、スキーヤーである利用者に計測用の加速度センサを含む端末装置を装着する例を示す図である。計測用の携帯端末は、計測の際に、利用者の背中に装着される。携帯端末は、利用者の身体に対して動かないように固定される。スキーヤーである利用者が携帯端末を装着する位置は、背中以外の身体の胴体 (例えば、胸など) であってもよい。図 4 (A) は、利用者を正面から見た図である。図 4 (B) は、利用者を左側から見た図である。利用者の身体の左側から右側への方向 (肩幅方向ともいう) を x 方向、身体を中心 (例えば、身体の左脇と右脇とを結ぶ線を中心) から頭部の方向 (身体軸方向ともいう) を

50

y方向、身体の背面から前面の方向をz方向とするように、利用者の身体に携帯端末が装着される。x方向、y方向、z方向は、それぞれ互いに直交する。x方向、y方向、z方向の向きは、それぞれ、反対方向であってもよい。利用者が水平な地面に直立した時、x方向は水平方向と平行であり、y方向は鉛直方向と平行である。

【0037】

加速度センサは、x方向、y方向、z方向の加速度を計測する。x方向、y方向、z方向の加速度を、それぞれ、x方向加速度、y方向加速度、z方向加速度という。加速度センサで計測された加速度のデータは、端末装置100内に、加速度が計測された時刻を示す時刻情報と共に格納される。加速度は、所定の周期でサンプリングされている。サンプリング周波数として、利用者の動きの速さに対して十分大きい値が採用される。サンプリング周波数は、例えば、200Hzである。

10

【0038】

スキーヤーである利用者は、運動器具であるスキーを用いて、パラレルターンを行いながら、滑走する。このとき、利用者は、加速度センサを含む端末装置100を背中に装着する。端末装置100の取得部102は、利用者がパラレルターンを行っている間の3方向の加速度を計測する。端末装置100は、端末装置100に内蔵されるスピーカや端末装置100に接続されるイヤホンなどにより、所定のテンポ（例えば、1分間につき60回（60bpm））の音を、パラレルターンを行う利用者に聞かせる。利用者に聞かせる音のテンポは、60bpmに限定されるものではない。例えば、利用者の技能レベルに合わせて遅いテンポが採用されてもよい。利用者は、聞いている音のテンポに合わせてパラレルターンを行う。即ち、利用者は、聞いている音のテンポに合わせてパラレルターンの右ターン及び左ターンを繰り返す。端末装置100は、計測開始のタイミングを音声等によって、利用者に通知してもよい。端末装置100で計測された加速度データは、格納部110に格納される。端末装置100は、利用者に所定のテンポの音を聞かせずに利用者の滑走時の加速度を計測してもよい。

20

【0039】

また、取得部102は、例えば、通信部108で、上記の計測方法と同様にして加速度の計測を行った携帯端末などの外部の装置から加速度データを受信して、取得してもよい。また、取得部102は、入力部106で入力された加速度データを取得してもよい。このとき、端末装置100は、加速度センサを含まなくてもよい。取得された加速度データは、格納部110に格納される。

30

【0040】

図5は、取得部が取得する加速度データの例を示す図である。図5のように、取得部102は、加速度が計測された時刻毎に、x方向、y方向、z方向の3方向の加速度の各データを取得する。加速度のサンプリング周波数が200Hzである場合、取得する加速度データは1/200s（0.005s）毎のデータとなる。

【0041】

ステップS102では、算出部104は、利用者がパラレルターンを行った際に計測された加速度データを、加速度が計測された時刻を示す時刻情報とともに格納部110から抽出し、テンポ、対称性、ダイナミックさの評価値を算出する。テンポ、対称性、ダイナミックさの評価値は、スキーのパラレルターンの巧拙を示す数値である。テンポ、対称性、ダイナミックさについては、後に説明する。加速度データは、x方向加速度、y方向加速度、z方向加速度を含むが、ここでは、x方向加速度及びy方向加速度が使用される。

40

【0042】

スキーの滑走の際、身体の中心から頭部の方向は、重力方向（鉛直方向）とほぼ平行になる（向きは互いに反対である）。y方向加速度の+y方向は、身体の中心から頭部の方向である。即ち、+y方向は、ほぼ重力の方向（鉛直方向）と反対の方向となる。したがって、y方向加速度には、重力による、ほぼ-1G（Gは重力加速度）の加速度が加算されている。ここでは、計測結果であるy方向加速度から、重力加速度の影響を除去するために-1Gを減算し、さらに正負を反転したものを、y方向加速度とする。即ち、新たな

50

y 方向加速度 = (計測結果の y 方向加速度 - (- 1 G)) × (- 1) とする。新たな y 方向加速度は、算出部 104 によって算出される。以後、新たな y 方向加速度のことを、単に y 方向加速度という。

【 0043 】

・テンポについて

スキーのパラレルターンでは、スキーヤーは、右ターン及び左ターンを繰り返しながら、斜面を滑走する。パラレルターンでは、一定の周期で各ターンを繰り返すことが巧いとされる。計測対象のスキーヤーである利用者は、計測時に、所定のテンポの音を聞きながら、当該テンポに合わせるようにパラレルターンを行っている。よって、利用者のパラレルターンのターンのテンポが所定のテンポにより近ければ、より巧いと考えられる。算出部 104 は、x 方向加速度から、各ターンのテンポを算出し、各ターンのテンポが利用者に聞かせた所定のテンポに近いほど値が大きくなるテンポの評価値を算出する。

10

【 0044 】

算出部 104 は、利用者がパラレルターンをした際の x 方向加速度を時刻情報と共に取得する。x 方向加速度が負から正に変わる時点から正から負に変わるまでを、右ターンとする。x 方向加速度が正から負に変わる時点から負から正に変わる時点までを、左ターンとする。右ターン又は左ターンの 1 つを、1 ターンとする。算出部 104 は、取得した x 方向加速度のデータのうち、例えば、最初に x 方向加速度の正負が変わる時刻から最後に x 方向加速度の正負が変わる時刻までのデータを x 方向加速度として使用する。算出部 104 は、使用するデータから、右ターンの数と左ターンの数とを計数し、ターンの数の合計を N とする。加速度が一定の周期でサンプリングされるため、1 ターンにおける加速度データの数が 1 ターンを行っている時間に対応する。1 ターンのテンポは、1 ターンの時間の逆数である。よって、サンプリング周波数が S [Hz] で、ある 1 ターンの加速度データの数が V であるとき、当該 1 ターンのテンポは、 $S / V \times 60$ [bpm] として算出される。算出部 104 は、各ターンのテンポを算出する。

20

【 0045 】

算出部 104 は、ターンを N 回行った際の 1 ターンのテンポの分散を求める。i 番目のターンのテンポを x_i とする。ターンを N 回行った際の 1 ターンのテンポの分散は、

【 0046 】

【数 1】

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{N-1} (x_i - T)^2}{N}}$$

30

と求められる。ここで、T は、1 ターンの目標とするテンポであって、計測時に利用者に聞かせる音のテンポとして設定したものである。分散 σ が小さいほど、ターンがテンポ T により近いテンポで行われていることを意味する。算出部 104 は、この分散 σ を使用して、テンポの評価値 (Tempo Score) を次のように算出する。

【 0047 】

【数 2】

$$\text{TempoScore} = 100 - \frac{\sigma}{T} \times 100$$

40

【 0048 】

テンポの評価値は、値が大きいくほど、よりよいフォームであることを意味する。テンポの評価値は、各ターンのテンポが目標のテンポに一致する時、最高点 (100 点) となる。

【 0049 】

滑走時に利用者にテンポ T の音を聞かせず加速度の計測を行った場合、テンポの評価値の算出において、T を計測時の各ターンのテンポの平均値としてもよい。

50

【 0 0 5 0 】

パラレルターンは、右ターン及び左ターンの2ターンで1周期とする。よって、1ターンをTのテンポで滑走すると、x方向加速度は、T/2のテンポで時間変化することになる。よって、x方向加速度をフーリエ変換したとき、T/2のピークの高さが高いほど、2/Tのピークの半値幅が小さいほど、計測対象の利用者がTのテンポにより近く、滑走していることを意味する。そこで、x方向加速度をフーリエ変換したときのT/2のピークの高さに基づく値やT/2のピークの半値幅に基づく値を、テンポの評価値としてもよい。

【 0 0 5 1 】

図6は、x方向加速度の時間変化のグラフの例を示す図である。図6のグラフの横軸は時間を示し、縦軸はx方向加速度を示す。図6のグラフにおいて、時間軸より上の曲線が右ターンを示し、時間軸より下の曲線が左ターンを示す。図6のグラフの上部には、各ターンのテンポが記載されている。ターンの時間の逆数がテンポに相当するので、ターンの時間が短いほどテンポは大きくなる。ここでは、目標とするテンポを60bpmとしている。

10

【 0 0 5 2 】

・ 対称性

スキーマのパラレルターンでは、右ターンと左ターンとで同じようなフォームで滑走することが巧いとされる。即ち、右ターンと左ターンとで身体の動きが対象であるほど、良いフォームであるとされる。算出部104は、x方向加速度、y方向加速度から、対称性の評価値を算出する。対称性の評価値として、左右加重の比率と左右加重のバランスとがある。左右加重の比率は、左ターン及び右ターンのそれぞれにおける雪面を押し付ける加重の大きさと向きについての比率である。スキー板を押し付ける加重の大きさ及び向きは、x方向加速度およびy方向加速度に表れる。左ターン及び右ターンにおいて、雪面を押し付ける加重の大きさと向きが左右のターンで対称であれば、よいフォームで滑走していると考えられる。即ち、左ターン及び右ターンにおいて、x方向加速度およびy方向加速度が左右のターンで対称であれば、よいフォームで滑走していると考えられる。また、左右加重のバランスは、左ターンを行っている時間と右ターンを行っている時間とのバランスである。左ターンを行っている時間と右ターンを行っている時間とが近いほど、よりよいフォームで滑走していると考えられる。

20

30

【 0 0 5 3 】

算出部104は、利用者がパラレルターンをした際のx方向加速度及びy方向加速度を、時刻情報と共に取得する。算出部104は、取得した加速度データを、左ターンのものと、右ターンのものとに分類する。即ち、算出部104は、x方向加速度が正のものを右ターンとし、x方向加速度が負のものを左ターンとして、加速度データを分類する。

【 0 0 5 4 】

時刻tのx方向加速度、y方向加速度のそれぞれを、 $x(t)$ 、 $y(t)$ とする。算出部104は、右ターンの各計測時刻tについて、XY座標に点 $(x(t), y(t))$ をとる。算出部104は、これらの点について、原点 $(0, 0)$ を通る近似直線を求める。近似直線の傾きaRは、以下の式で求められる。右ターンの近似直線の傾きaRの絶対値は、右ターンの特徴を示す特徴値の一例である。

40

【 0 0 5 5 】

【 数 3 】

$$aR = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

【 0 0 5 6 】

算出部104は、左ターンについても同様にして、原点を通る近似直線の傾きaLを求める。左ターンの近似直線の傾きaLの絶対値は、左ターンの特徴を示す特徴値の一例で

50

ある。さらに、算出部 104 は、一方の傾きに対する他方の傾きの割合 b を求める。割合 b は、次のように定義される。

【0057】

【数4】

$$b = \frac{|aL|}{|aR|} \quad \text{at} \quad |aR| < |aL|$$

$$b = \frac{|aR|}{|aL|} \quad \text{at} \quad |aR| \geq |aL|$$

10

算出部 104 は、割合 b を用いて、左右加重の比率の評価値 (Ratio Score) を次のように求める。左右加重の比率の評価値は、 aL と aR との類似性が高いほど (割合 b が 1 に近いほど)、大きくなる。

【0058】

【数5】

$$\text{RatioScore} = C \quad \text{at} \quad b > 2$$

$$\text{RatioScore} = 100 - (b - 1) \times (100 - C) \quad \text{at} \quad 1 \leq b \leq 2$$

20

【0059】

ここで、 C は、0 以上 100 未満の定数とする。 C は、例えば、30 とする。左右加重の比率の評価値の値が大きいほど、雪面を押し付ける加重の大きさと向きが左右のターンで対称であり、よりよいフォームであることを意味する。左右加重の比率の評価値は、左右のターンの近似直線の傾きの絶対値が同じ時、最高点 (100 点) となる。

【0060】

図7は、 x 方向加速度と y 方向加速度とを XY 座標にプロットした例を示す図である。図7の例では、 x 方向加速度が正の点が右ターンを示し、 x 方向加速度が負の点が左ターンを示す。図7では、右ターンの点の集合に対する原点を通る近似直線 (原点から右上方向に伸びる直線) 及び左ターンの点の集合に対する原点を通る近似直線 (原点から左上方向に伸びる直線) が示される。図7の例では、右ターンの点の集合に対する原点を通る近似直線の傾きは、1.62 であり、左ターンの点の集合に対する原点を通る近似直線の傾きは、-1.41 である。この例では、左右加重の比率の評価値は、85 点となる。

30

【0061】

また、算出部 104 は、右ターンを行っている時間と左ターンを行っている時間とを算出する。右ターンを行っている時間は、右ターンに分類した x 方向加速度の数を数えることで算出される。左ターンを行っている時間についても同様である。ここで、右ターンの x 方向加速度の数を R 、左ターンの x 方向加速度の数を L とする。算出部 104 は、次の式のように、左右加重のバランスの評価値 (Balance Score) を算出する。左右加重のバランスの評価値は、 L と R との類似性が高いほど (L が R に近いほど)、大きくなる。

40

【0062】

【数6】

$$\text{BalanceScore} = 100 - \frac{|R - L|}{R + L} \times 100$$

【0063】

左右加重のバランスの評価値の値が大きいほど、右ターンを行っている時間と左ターンを行っている時間とが近くなり、よりよいフォームで滑走していると考えられる。左右加重のバランスの評価値は、左右のターンの時間が同じ時、最高点 (100 点) となる。

50

【 0 0 6 4 】

算出部 1 0 4 は、左右加重の比率の評価値 (Ratio Score) と左右加重のバランスの評価値 (Balance Score) とを平均して、次の式のように、対称性の評価値 (Symmetry Score) として算出してもよい。

【 0 0 6 5 】

【 数 7 】

$$SymmetryScore = \frac{RatioScore + BalanceScore}{2}$$

対称性の評価値の値が大きいほど、左右の対称性がよく、よりよいフォームであることを意味する。 10

【 0 0 6 6 】

・ダイナミックさ

パラレルターンで右端又は左端で折り返す時に、スピードが上がっているほど、下半身が外側に傾いて華麗に見える。華麗に見えるフォームで滑走することは、巧いとされる。x 方向の加速度の絶対値は折り返す時に最大になり、この値はスピードが出ている時ほど大きくなる。従って、右ターン時の x 方向の加速度の絶対値の最大値、及び、左ターン時の x 方向の加速度の絶対値の最大値が大きいほど、華麗にダイナミックに見え、よりよいフォームで滑走していると考えられる。算出部 1 0 4 は、x 方向加速度から、ダイナミックさの評価値を算出する。 20

【 0 0 6 7 】

算出部 1 0 4 は、利用者がパラレルターンをした際の x 方向加速度を取得する。算出部 1 0 4 は、取得した x 方向加速度を、左ターンのものと、右ターンのものとに分類する。即ち、算出部 1 0 4 は、x 方向加速度が正のものを右ターン、負のものを左ターンとする。算出部 1 0 4 は、右ターンの x 方向加速度から、絶対値が最大のものを抽出する。また、算出部 1 0 4 は、左ターンの x 方向加速度から、絶対値が最大のものを抽出する。算出部 1 0 4 は、右ターンの x 方向加速度の絶対値の最大値を R_{max} 、左ターンの x 方向加速度の絶対値の最大値を L_{max} とする。算出部 1 0 4 は、パラレルターンのダイナミックさを示すダイナミックさの評価値 (Dynamic Score) を次のように算出する。

【 0 0 6 8 】

【 数 8 】

$$DynamicScore = \left(\frac{R_{max} + L_{max}}{2} \cdot \frac{1}{19.6} \right) \times 100$$

【 0 0 6 9 】

上級者であっても、x 方向の加速度の絶対値が $2G (19.6 m/s^2)$ を超えることはないので、ここでは、数値化の際の最高点 (1 0 0 点) を、x 方向の加速度の絶対値が $2G$ となった時とする。

ダイナミックさの評価値の値が大きいほど、動きがダイナミックであり、よりよいフォームであることを意味する。 40

また、算出部 1 0 4 は、右ターンのピークの平均を R_{max} 、左ターンのピークの平均を L_{max} としてダイナミックさの評価値を算出してもよい。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 0 3 では、端末装置 1 0 0 の出力部 1 1 2 は、ステップ S 1 0 2 で算出された各評価値の値を、利用者に通知するために、表示する。出力部 1 1 2 は、テンポの評価値を、図 6 に示すようなグラフと共に表示してもよい。図 6 に示すようなグラフと共に表示することで、利用者は、滑り始めてテンポがずれているのか、滑り終わりでテンポがずれているのか、右側のテンポがずれているのか、左側のテンポがずれているのか等を視覚的に容易に認識することができる。また、出力部 1 1 2 は、左右加重の比率の評価値を 50

、図7のようなグラフと共に表示してもよい。図7に示すようなグラフと共に表示することで、利用者は、視覚的にターンの際の対称性のずれを認識することができる。

【0071】

複数の滑走者について、滑走時に、滑走者に装着される携帯端末等で計測された加速度データを、端末装置100で取得して、滑走者毎の、テンポ、対称性、ダイナミックさの評価値を算出し、表示してもよい。端末装置100は、複数の滑走者の加速度データを、携帯端末等及び端末装置100を含む通信ネットワークを介して取得する。また、端末装置は、記録媒体を介して、複数の滑走者の加速度データを、取得してもよい。端末装置100は、例えば、複数の滑走者の運動技能の評価値を比較できるように表示することで、各滑走者は、自身の運動技能と他人の運動技能とを比較して、自身の技能の向上に役立てることができる。

10

【0072】

(実施形態の作用、効果)

端末装置100は、利用者がスキーの平行ターンを行う際に計測されたx方向加速度、y方向加速度を使用して、平行ターンの巧拙を示す、テンポ、対称性、ダイナミックさの評価値を算出して、出力する。

【0073】

従来、運動を行う際の動きを示す加速度の時間変化が計測されることがあったが、加速度の時間変化の値や加速度を積分した速度の時間変化等をそのまま見るだけでは、運動の巧拙を認識することは難しかった。本実施形態の端末装置100によれば、平行ターンの巧拙を示す評価値を算出することで、利用者に平行ターンの巧拙を直感的に認識できる評価値を提示することができる。また、利用者は、平行ターンの巧拙を示す評価値により、自身のスキーの技能レベルを知ることができる。利用者は、平行ターンの巧拙を示す評価値の経時的な変化を見ることで、技能の向上度合いを客観的に確認することが可能となる。

20

【0074】

本実施形態では、スキーで滑走する滑走者に装着される加速度センサにより滑走者の加速度を計測するため、計測時に大規模な実験施設を使用して滑走者の身体を拘束することなく、滑走者の動きを示す加速度データを取得することが可能となる。

【符号の説明】

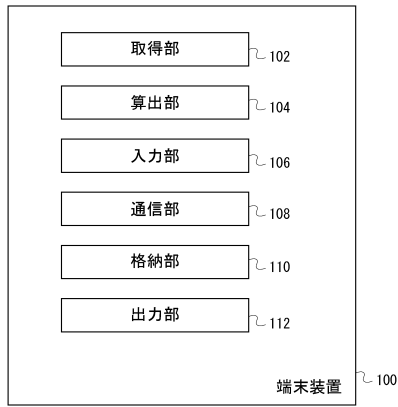
30

【0075】

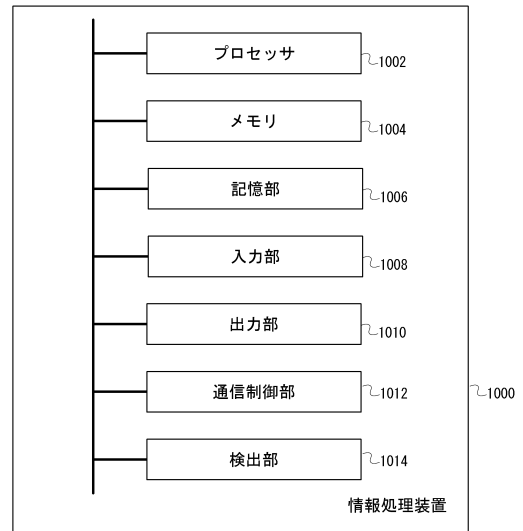
100	端末装置
102	取得部
104	算出部
106	入力部
108	通信部
110	格納部
112	出力部
1000	情報処理装置
1002	プロセッサ
1004	メモリ
1006	記憶部
1008	入力部
1010	出力部
1012	通信制御部
1014	検出部

40

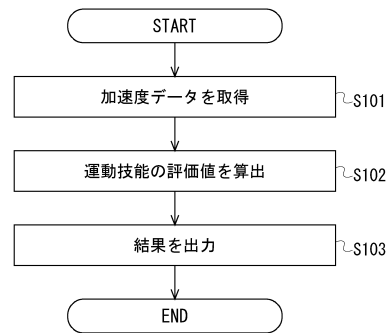
【図1】



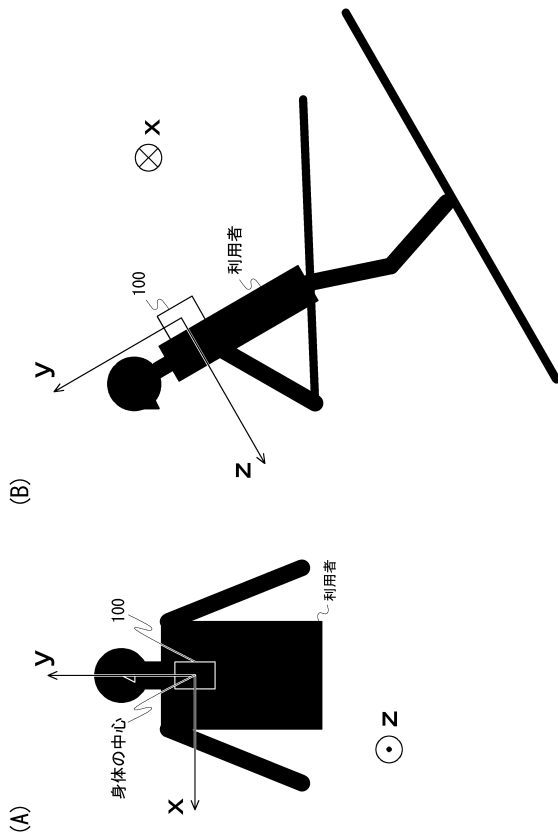
【図2】



【図3】



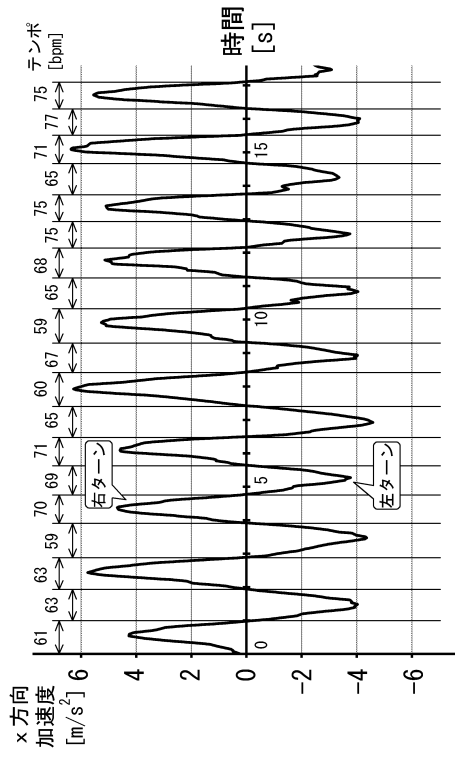
【図4】



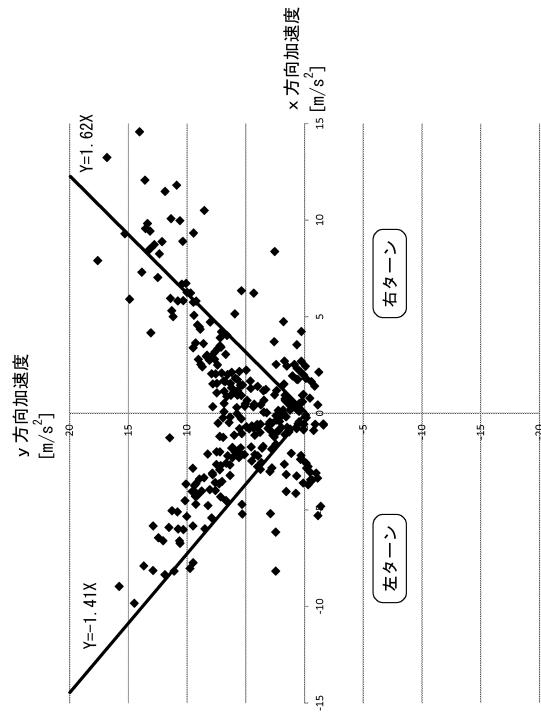
【図5】

時刻	x方向加速度	y方向加速度	z方向加速度
t1	-0.062439	-7.36436	5.299362
t2	2.456024	-6.55925	4.791306
t3	0.428116	-5.74181	5.697159
t4	0.214890	-6.93591	5.645615
t5	0.254761	-6.33298	6.591537
t6	0.163406	-5.38545	6.915039
t7	0.534210	-6.85512	7.610291
t8	0.958419	-7.47601	8.450424
t9	1.510178	-7.80986	8.613724
t10	1.971725	-8.36343	8.501938
t11	3.393433	-8.09903	7.854248
t12	3.197449	-7.90594	6.963821
t13	2.495697	-14.88475	4.871872
...

【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-122725(JP,A)

米国特許出願公開第2013/0253875(US,A1)

米国特許出願公開第2013/0093588(US,A1)

米国特許出願公開第2012/0316798(US,A1)

米国特許出願公開第2013/0044043(US,A1)

米国特許第05690591(US,A)

近藤 亜希子, 土佐 仁, 廣瀬 圭, 実滑走におけるスキーマーの3次元姿勢計測とターンの運動解析に関する研究, スキー研究, 日本, 日本スキー学会, 2013年 6月14日, 第10巻, 第1号, p.19-26

Finn Marsland, Keith Lyons, Judith Anson, Gordon Waddington, Colin Macintosh, Dale Chapman, Identification of Cross-Country Skiing Movement Patterns Using Micro-Sensors, SENSORS, スイス, MDPI, 2012年 4月18日, Vol,12, p.5047-5066

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A63B 69/18

A63B 69/00

A63B 71/06

A63B 24/00