

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6197702号
(P6197702)

(45) 発行日 平成29年9月20日(2017.9.20)

(24) 登録日 平成29年9月1日(2017.9.1)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 6 F 3 / 0 1 (2006.01)

G 0 6 F 3 / 0 1 5 7 0

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-46159 (P2014-46159)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成26年3月10日 (2014.3.10)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2015-170257 (P2015-170257A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年9月28日 (2015.9.28)	(74) 代理人	100092978
審査請求日	平成28年11月2日 (2016.11.2)		弁理士 真田 有
		(74) 代理人	100112678
			弁理士 山本 雅久
		(72) 発明者	姜 山
			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
		(72) 発明者	村瀬 有一
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 入力方法、プログラム及び入力装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

頭部の動作を用いて端末に情報を入力する入力方法において、
前記端末及び前記頭部の相対的な傾きを取得し、
前記傾きに基づき、前記情報の入力に係る動作を選別し、
選別された前記動作における前記頭部の回転強度を算出し、
前記回転強度に基づき、前記動作の入力区間を確定する
ことを特徴とする、入力方法。

【請求項 2】

前記端末に対する前記頭部の相対的な回転強度を算出する
ことを特徴とする、請求項 1 記載の入力方法。

10

【請求項 3】

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角が所定値未満の前記動作を選別する
ことを特徴とする、請求項 1 又は 2 記載の入力方法。

【請求項 4】

前記端末及び前記頭部の各ピッチ角が所定範囲内にある前記動作を選別する
ことを特徴とする、請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の入力方法。

【請求項 5】

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角及びヨー角の変動が有効視野に対応する範囲内である前記動作を選別する

20

ことを特徴とする、請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の入力方法。

【請求項 6】

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角及びヨー角に基づき、前記有効視野の基準位置を設定する

ことを特徴とする、請求項 5 記載の入力方法。

【請求項 7】

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角の変動が第一範囲内であり、かつ、前記端末及び前記頭部の相対的なヨー角の変動が第二範囲内である前記動作を選別する

ことを特徴とする、請求項 5 又は 6 記載の入力方法。

【請求項 8】

前記回転強度が所定強度以上となる期間を前記入力区間とする
ことを特徴とする、請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の入力方法。

【請求項 9】

頭部の動作を用いて端末に情報を入力するプログラムにおいて、
前記端末及び前記頭部の相対的な傾きを取得し、
前記傾きに基づき、前記情報の入力に係る動作を選別し、
選別された前記動作における前記頭部の回転強度を算出し、
前記回転強度に基づき、前記動作の入力区間を確定する
処理をコンピューターに実行させる、プログラム。

【請求項 10】

頭部の動作を用いて端末に情報を入力する入力装置において、
前記端末及び前記頭部の相対的な傾きを取得する取得部と、
前記取得部で取得された前記傾きに基づき、前記情報の入力に係る動作を選別する選別部と、
前記選別部で選別された前記動作における前記頭部の回転強度を算出する算出部と、
前記算出部で算出された前記回転強度に基づき、前記動作の入力区間を確定する確定部と、
を備えたことを特徴とする、入力装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件は、頭部の動作で端末に情報を入力する入力方法、プログラム及び入力装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、人体に装着した状態での利用が想定されたコンピューターやガジェットなどのデバイス（ウェアラブルデバイス）が開発されている。これらのデバイスでは、タッチ入力やペン入力、音声入力といった種々のUI（User Interface，ユーザーインタフェース）が採用されている。一方、これらのUIは、必ずしも日常的な業務に適した操作環境を提供するものとはいえない。例えば、工場、店舗、病院などに提供されるICT（Information and Communication Technology）サービスでは、業務に係る作業を中断することなく、自然な動作でデバイスを操作できるUIが望まれる。

【0003】

そこで、頭部の姿勢をコンピューターへの入力操作として認識させるUI技術が開発されている。例えば、頭部に加速度センサーを取り付けて頭の向きを検出し、その方向に対応する処理をコンピューターに実施させるものである。また、頭部の方向だけでなく視線の方向も併せて検出し、これらを入力操作として認識させるUI技術も提案されている（特許文献1，2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開2012-252568号公報

【特許文献 2】国際公開第2007/105792号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

頭部の動作を活用したUIは、自然な動作によるデバイスの操作環境を提供しうる。しかしながら、頭部の動作は、そのときの姿勢や視認対象との位置関係によって変化することがあるため、動作の認識精度を向上させることが困難である。また、頭部の運動状態を把握する上では、静的な状態（例えば、方向や傾きなど）だけでなく、動的な状態（例えば、回転量、移動速度、移動の激しさなど）を考慮することが望ましい。一方、既存の技術ではおもに前者が考慮されており、後者が十分に考慮されていないため、動作の認識精度を向上させるににくい。

10

【 0 0 0 6 】

本件の目的の一つは、このような課題に鑑み創案されたもので、動作の認識精度を向上させることである。また、前記目的に限らず、後述する「発明を実施するための形態」に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本件の他の目的として位置付けることができる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

20

開示の入力方法は、頭部の動作を用いて端末に情報を入力する入力方法である。この入力方法では、前記端末及び前記頭部の相対的な傾きを取得し、前記傾きに基づき、前記情報の入力に係る動作を選別する。また、選別された前記動作における前記頭部の回転強度を算出し、前記回転強度に基づき、前記動作の入力区間を確定する。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

開示の技術によれば、動作の認識精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】実施形態に係る入力装置を示す斜視図である。

30

【図 2】入力装置のハードウェア構成を例示するブロック図である。

【図 3】入力操作に係るプログラムのブロック構成図である

【図 4】ピッチ角の経時変化を例示するグラフである。

【図 5】有効視野に対応するピッチ角及びヨー角を示す図である。

【図 6】端末及び頭部の動作の差分を説明するためのグラフであり、（A）は端末及び頭部の角速度変動を示し、（B）は角速度の差分の変動を示す。

【図 7】回転強度〔角速度についての信号強度面積SMA(AV)〕の変動を示すグラフである。

。

【図 8】頭部ジェスチャーの認識手法を説明するための図であり、（A）は仮想キャンバス上における頭部ジェスチャーの移動軌跡を示す図、（B）、（C）はジェスチャーの形状と入力操作内容との関係を例示する図である。

40

【図 9】ジェスチャー区間の候補を特定するためのフローチャート例である。

【図 10】ジェスチャー区間の確定及び認識のためのフローチャート例である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照して、頭部の動作で端末に情報を入力する入力装置、入力方法及びプログラムに係る実施の形態を説明する。ただし、以下に示す実施形態はあくまでも例示に過ぎず、実施形態で明示しない種々の変形や技術の適用を排除する意図はない。すなわち、本実施形態をその趣旨を逸脱しない範囲で種々変形（実施形態及び各変形例を組み合わせる等）して実施することができる。

50

【 0 0 1 1 】

〔 1 . 制御の概要 〕

本実施形態の入力装置、入力方法及びプログラムは、コンピューターにジェスチャーUIを提供するものである。このジェスチャーUIでは、頭部の動作がコンピューターへの入力操作として認識され、その入力操作の情報がコンピューターに入力される。ここでいうコンピューターには、電子計算機を内蔵し可搬性を有する装置が含まれる。例えば、携帯電話機、スマートフォン、インターネット端末といった携帯情報端末や、ノートパソコン、スレートパソコンといったパーソナルコンピューター、あるいは、音楽プレーヤー、カメラ、ビデオプレーヤー、携帯型ゲーム機、GPS (Global Positioning System) 装置、リモコン装置などの電子機器類 (ガジェット) がこれに含まれる。以下、入力操作の情報が入力されるこれらのコンピューター全般のことを単に「端末」と呼ぶ。

10

【 0 0 1 2 】

本実施形態では、端末に対する頭部の相対的な動作から入力操作の内容が解釈され、その情報が端末に入力される。端末及び頭部のそれぞれには、端末及び頭部のそれぞれの姿勢や運動状態を計測する計測装置が設けられ、それぞれの計測結果に基づいて端末及び頭部の相対的な動作が把握される。ここでいう動作には、頭部のねじれ角度や傾きといった静的な姿勢 (ポーズ) だけでなく、時間経過とともに変化する動的な姿勢 (モーションジェスチャー) が含まれる。また、ここでいう相対的な動作とは、端末に固定された座標系を基準とした頭部の動作 (又は、頭部に固定された座標系を基準とした端末の動作) を意味する。すなわち、頭部の動作は、動作の主体となるユーザーの身体や地球に固定された地理座標系を基準とするのではなく、端末に対する動きとして把握される。

20

【 0 0 1 3 】

端末及び頭部の動作を計測する計測装置としては、三軸加速度センサーや三軸ジャイロスコプ、あるいはこれらを内蔵する慣性計測装置 (IMU, Inertial Measurement Unit) が用いられる。計測装置は、端末及び頭部のそれぞれに設けられる。端末側の計測装置は端末に固定、内蔵され、頭部側の計測装置は頭部に装着される頭部ガジェットに固定、内蔵される。頭部ガジェットは、頭部に対して着脱自在に設けられ、かつ、頭部の動作によって脱落しない程度に堅固に取り付け可能とされる。計測装置は、それぞれの動作に対応するパラメーターを検出、取得、算出し、時系列のデータとして出力する。

【 0 0 1 4 】

本実施形態では、計測装置で計測された時系列のデータのうち、端末への入力操作に係る動作に対応するデータ区間が三段階に選別される。これらの選別は、計測装置で計測結果が取得される毎にリアルタイムに実施されるが、オフラインで (非リアルタイムで) 実施することも可能である。この場合、計測装置で取得された計測結果を何らかのデータ記憶装置に記録しておけばよい。

30

第一の選別は、情報の入力に係る動作を選別するためのものであり、少なくとも端末及び頭部の相対的な傾きに基づいて行われる。第一の選別では、情報の入力に係る動作が実施された区間の候補が特定される。第一の選別条件が成立すると、頭部のジェスチャーによる端末への情報入力が有効な状態 (Mode-In状態) とされる。一方、この第一の選別条件が不成立の場合には、ジェスチャーによる端末への情報入力が有効でない (無効化された) 状態とされる (Mode-Out状態)。このように、第一の選別条件は、頭部のジェスチャーを参照するか否かを大まかに決定するON-OFFスイッチのように機能する。

40

【 0 0 1 5 】

第二の選別は、第一の選別に続いて実施され、動作をさらに選別するためのものである。ここでは、第一の選別条件が成立したときの頭部の相対的な傾きを基準として、動作による視線の移動範囲が有効視野又は安定注視野内に収まっていることが確認される。第二の選別条件が成立した場合、その時点での動作を含むデータ区間は、正式なジェスチャー区間候補として特定される。第二の選別は、少なくとも頭部の動作による端末への情報入力が有効な状態 (Mode-In状態) で実施される。また、端末への情報入力が有効でない状態 (端末への情報入力が無効化されたMode-Out状態) になると、第二の選別は実施されな

50

い。少なくとも第一の選別条件が再び成立するまでは、第二の選別条件の判定が保留される。

【 0 0 1 6 】

第三の選別は、動作の入力区間を確定するためのものであり、第一、第二の選別条件が成立した場合に、頭部の回転強度に基づいて行われる。ここでは、第一、第二の選別で特定されたジェスチャー区間候補内における頭部の回転強度が判定される。その結果、動作の主体（端末のユーザー）による意識的な動作（すなわち、情報の入力に係る動作）に対応するデータ区間が確定される。このように、無意識的な動作（不随意運動）と意識的な動作（随意運動）とを区別して、意識的な動作を特定することをセグメンテーション（Segmentation）と呼ぶ。第三の選別条件は、セグメンテーションを通じて、頭部の動作がジェスチャー動作であるか否かを精度良く区別する機能を持つ。

10

【 0 0 1 7 】

「回転強度」とは、頭部の回転方向についての運動の激しさを表す指標値であり、頭部の回転運動に対応する変数の定積分値（積分区間を一定時間とした積分値）に対応するパラメーターである。この定積分値は、信号強度面積（SMA, Signal Magnitude Area）や一定時間内回転強度とも呼ばれる。

頭部が回転方向に激しく運動すれば、回転強度は増大する。回転強度の具体例には、頭部の角速度の定積分値、頭部の加速度の定積分値、端末に対する頭部の相対角速度の定積分値、端末に対する頭部の相対加速度の定積分値などが含まれ、あるいはこれらの定積分値に対応する値が含まれる。本実施形態では、計測装置で計測された角速度（AV, Angular Velocity）についての信号強度面積SMA(AV)に基づいて、回転強度の大きさが判断される。積分区間は、例えば0.1～数秒の範囲内で適宜設定される。

20

【 0 0 1 8 】

ここで、頭部の回転運動を三軸（x軸、y軸、z軸）回りの回転運動に分解し、それぞれの角速度を $x(i)$ 、 $y(i)$ 、 $z(i)$ とおく。あるいは、端末に対する頭部の相対角速度を三軸回りの回転運動に分解し、それぞれの角速度を $x(i)$ 、 $y(i)$ 、 $z(i)$ とおく。三軸それぞれの角速度についての信号強度面積SMA(AV)は、それぞれの角速度 $x(i)$ 、 $y(i)$ 、 $z(i)$ の絶対値を定積分したものの合計に所定時間T（積分区間に相当）を乗じて求められる。式1中のiは、サンプリング順に付される序数である。角速度についての信号強度面積SMA(AV)は、序数iがjからj+Tまで変化する所定時間Tにおける、頭部ジェスチャーの回転運動の激しさを表す指標である。また、頭部の角速度を $x_1(i)$ 、 $y_1(i)$ 、 $z_1(i)$ とおき、端末の角速度を $x_2(i)$ 、 $y_2(i)$ 、 $z_2(i)$ とおけば、相対角速度についての信号強度面積SMA(AV)は、式2のように表現することができる。

30

【 0 0 1 9 】

【数1】

$$SMA(AV) = \sum_{i=j}^{j+T} \{ |\omega_x(i)| + |\omega_y(i)| + |\omega_z(i)| \} \cdot T \quad \cdots \text{式1}$$

$$SMA(AV) = \sum_{i=j}^{j+T} \{ |\omega_{x1}(i) - \omega_{x2}(i)| + |\omega_{y1}(i) - \omega_{y2}(i)| + |\omega_{z1}(i) - \omega_{z2}(i)| \} \cdot T \quad \cdots \text{式2}$$

40

【 0 0 2 0 】

角速度についての信号強度面積SMA(AV)を求めるための数式は、これに限定されない。例えば、それぞれの角速度 $x(i)$ 、 $y(i)$ 、 $z(i)$ が頭部の回転運動に与える影響を考慮して、それぞれの定積分値に所定の係数a,b,cを乗じたものを算出してもよい（式3参照）。あるいは、定積分値の合計に所定時間Tを乗じる代わりに、定積分値の合計を所定時間Tで除算して標準化し、単位時間あたりの回転運動の激しさを表す指標を算出してもよい（式4参照）。

【 0 0 2 1 】

【数 2】

$$SMA(AV) = \sum_{i=j}^{j+T} \{a \cdot \omega_x(i) + |b \cdot \omega_y(i)| + |c \cdot \omega_z(i)|\} \cdot T \quad \cdots \text{式 3}$$

$$SMA(AV) = \frac{1}{T} \sum_{i=j}^{j+T} \{\omega_x(i) + |\omega_y(i)| + |\omega_z(i)|\} \quad \cdots \text{式 4}$$

【0022】

回転運動の回転軸が既知であるとき、角速度の代わりに加速度の情報を用いて回転強度を求めることが可能である。例えば、頭部の回転運動はおもに頸部を中心とした回転運動となるため、頭部の角速度の代わりに、頭部の加速度を用いて回転強度を算出できる。ここで、頭部の加速度を三軸方向に分解し、それぞれの加速度を $A_x(i)$ 、 $A_y(i)$ 、 $A_z(i)$ とおく。あるいは、端末に対する頭部の相対加速度を三軸方向に分解し、それぞれの加速度を $A_x(i)$ 、 $A_y(i)$ 、 $A_z(i)$ とおく。三軸それぞれの加速度についての信号強度面積 $SMA(AC)$ は、式5に示すように、それぞれの加速度 $A_x(i)$ 、 $A_y(i)$ 、 $A_z(i)$ の絶対値を定積分したものの合計に所定時間 T (積分区間に相当)を乗じて求められる。なお、加速度についての信号強度面積 $SMA(AC)$ を求めるための数式はこれに限定されず、式2、式3、式4と同様に種々の変形を施した数式を用いることが可能である。

10

【0023】

【数 3】

$$SMA(AC) = \sum_{i=j}^{j+T} \{A_x(i) + |A_y(i)| + |A_z(i)|\} \cdot T \quad \cdots \text{式 5}$$

20

【0024】

情報の入力に係る動作に対応するデータ区間が確定されると、そのデータ区間内に含まれる動作の特徴が抽出され、予め設定されたジェスチャーの特徴と照合されて、その動作に対応するジェスチャーが認識される。動作の特徴は、例えば動作の軌跡の形状や長さ、軌跡を構成する各軌跡点の速度ベクトル、各軌跡点の位置などに基づいて定義される。ジェスチャーが認識されると、そのジェスチャーに対応する入力操作の情報が端末に入力される。ジェスチャーの具体的な認識手法に関しては、公知の技術を適用可能である。

30

【0025】

[2. 装置構成]

図1は、本実施形態に係る入力装置の全体構成を示す斜視図である。ここでは、頭部30のジェスチャーを用いて携帯型のタブレット端末10(端末)への入力操作の情報を制御するものを例示する。端末10を操作するユーザーの頭部30には、ヘッドセット型の頭部ガジェット20(ウェアラブルデバイス)が装着される。頭部ガジェット20は、頭部30の動作を検出し、その情報を端末10へと伝達する機能を持つ。頭部30のジェスチャーは、頭部ガジェット20から伝達された情報に基づいて端末10側で認識され、入力操作として解釈されるものとする。

【0026】

40

頭部ガジェット20の装置構成を図2に例示する。頭部ガジェット20の内部には、CPU21(Central Processing Unit)、メモリ22、頭部IMU23、通信装置24が設けられる。これらの装置は、図示しない電力源(例えばボタン電池や電力供給ケーブル等)からの電力供給を受けて作動する。

CPU21は、制御ユニット(制御回路)や演算ユニット(演算回路)、キャッシュメモリ(レジスタ群)等を内蔵するプロセッサである。また、メモリ22は、プログラムや作業中のデータが一時的に格納される短期記憶素子と、長期的に保持されるデータやプログラムが格納される長期記憶素子とを含む。前者は例えばROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)であり、後者は例えばフラッシュメモリやEEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)等の不揮発性メモリである。

50

【 0 0 2 7 】

頭部IMU 2 3 は、頭部 3 0 の絶対的な傾きや姿勢，動作などを検出する慣性計測装置であり、頭部 3 0 の方向（向き），加速度，角速度を計測する。頭部IMU 2 3 には、ジャイロセンサー 2 3 A，加速度センサー 2 3 B，地磁気センサー 2 3 C が内蔵される。ジャイロセンサー 2 3 A は、頭部 3 0 に固定された座標軸である三軸（x軸，y軸，z軸）回りの角速度を検出する。加速度センサー 2 3 B は、三軸（x軸，y軸，z軸）方向の加速度を検出する。地磁気センサー 2 3 C は、地理座標系を基準とした頭部 3 0 の向き（姿勢，方位）を検出する。頭部IMU 2 3 から出力されるデータ形式は、例えば回転行列形式，四元数形式，オイラー角形式，ローデータ（生データ）形式などである。以下、頭部IMU 2 3 で得られたデータを「頭部データ」と呼ぶ。頭部データはCPU 2 1 や通信装置 2 4 に伝達され、必要に応じてメモリ 2 2 上に記録される。

10

通信装置 2 4 は、端末 1 0 との間で通信を行う装置である。頭部IMU 2 3 で得られた頭部データは、通信装置 2 4 を介してリアルタイムに端末 1 0 側へと伝達される。あるいは、メモリ 2 2 上に記録されたデータが通信装置 2 4 を介して端末 1 0 側へと伝達される。通信の種類は任意であり、有線通信であっても無線通信であってもよい。

【 0 0 2 8 】

端末 1 0 は、CPU 1 1（プロセッサ），メモリ 1 2，端末IMU 1 3，通信装置 1 4，RTC 1 5，データベース 1 6，ディスプレイ 1 7を有し、好ましくは図示しないリムーバブルメディアの読み取り・書き出し装置も併設される。これらの装置は、任意の電力源（例えば内蔵バッテリーや電源ケーブル等）からの電力供給を受けて作動する。CPU 1 1，メモリ 1 2，端末IMU 1 3，通信装置 1 4は、頭部ガジェット 2 0のCPU 2 1，メモリ 2 2，頭部IMU 2 3，通信装置 2 4と同様の装置である。

20

端末IMU 1 3 は、端末 1 0 の絶対的な傾きや姿勢，動作などを検出する慣性計測装置であり、端末 1 0 の方向（向き），加速度，角速度を計測する。端末IMU 1 3 には、ジャイロセンサー 1 3 A，加速度センサー 1 3 B，地磁気センサー 1 3 C が内蔵され、端末 1 0 に固定された座標軸である三軸回りの角速度，三軸方向の加速度，地理座標系を基準とした端末 1 0 の向き（姿勢，方位）が検出される。以下、これらのデータを「端末データ」と呼ぶ。端末データは、リアルタイムにCPU 1 1 や通信装置 1 4 へと伝達される。また、頭部IMU 2 3 で得られた頭部データも、通信装置 1 4 を介してCPU 1 1 へと伝達される。これらの頭部データ及び端末データは、必要に応じてメモリ 1 2 上やリムーバブルメディア上に記録される。

30

【 0 0 2 9 】

RTC 1 5（Real Time Clock）は、端末 1 0 の電源状態とは無関係に正確な時刻情報を保持，出力するための集積回路（チップ）である。全ての頭部データ及び端末データには、RTC 1 5 から出力される時刻情報が付加される。これにより、頭部データ及び端末データのそれぞれは、時系列のデータ群となる。

データベース 1 6 は、動作（ジェスチャー）の特徴とそのジェスチャーに対応する入力操作との対応関係を記憶する記憶装置である。ここには、動作の軌跡の形状や長さ，軌跡を構成する各軌跡点の速度ベクトル，各軌跡点の位置などの組み合わせに対する、コンピューターへの入力操作が予め定義される。ディスプレイ 1 7 は、CPU 1 1 での演算結果や端末データ，頭部データなどの情報を出力する表示装置である。本実施形態では、頭部 3 0 の動作認識に係るデータ区間の選別段階が表示される。例えば、第一の選別条件が成立すると、そのことを示す画像，記号などがディスプレイ 1 7 上に表示され、第二，第三の選別条件が判定されている最中であることがユーザーに報知される。なお、このようなユーザーへの報知は、省略してもよい。

40

【 0 0 3 0 】

[3 . プログラム]

図 3 は、端末 1 0 のCPU 1 1 で実行される処理内容（プログラム 1）を説明するためのブロック図である。これらの処理内容は、例えばアプリケーションプログラムとしてメモリ 1 2 の長期記憶素子に記録され、短期記憶素子のメモリ空間内に展開されて実行される

50

。ここで実行される処理内容を機能的に分類すると、このプログラム 1 には、取得部 2，選別部 3，確定部 4，軌跡・特徴抽出部 5，リアルタイム照合・分類部 6 が設けられる。

【 0 0 3 1 】

[3 - 1 . 取得部]

取得部 2 は、端末 IMU 1 3 から伝達される端末データと頭部 IMU 2 3 から伝達される頭部データとに基づき、端末 1 0 及び頭部 3 0 の動作に関する情報を取得するものである。取得部 2 には、頭部姿勢推定部 2 A，端末姿勢推定部 2 B，相対姿勢推定部 2 C が設けられる。

頭部姿勢推定部 2 A は、頭部データに基づいて地理座標系を基準とした頭部 3 0 の姿勢を推定する。頭部 3 0 の姿勢（向き）は、地磁気センサー 2 3 C で検出される地磁気方向から推定でき、頭部 3 0 の停止時における加速度データからも推定できる。あるいは、ドリフトによるオフセットやノイズの影響が小さければ、角速度の積分値を用いて推定してもよい。頭部姿勢推定部 2 A は、頭部 3 0 の姿勢を地理座標系に対するピッチ角，ヨー角，ロール角でリアルタイムに算出し、RTC 1 5 から出力される時刻情報を付加して相対姿勢推定部 2 C に伝達する。なお、地理座標系に対するピッチ角，ヨー角，ロール角の定義は任意に設定可能である。本実施形態では、正面を北向きとした物体の回転運動を基準として東西方向をピッチ角の回転軸方向とし、鉛直上下方向をヨー角の回転軸方向とする。

【 0 0 3 2 】

端末姿勢推定部 2 B は、端末データに基づいて地理座標系を基準とした端末 1 0 の姿勢を推定する。端末姿勢推定部 2 B は、端末 1 0 の姿勢を地理座標系に対するピッチ角，ヨー角，ロール角でリアルタイムに算出し、時刻情報を付加して相対姿勢推定部 2 C に伝達する。

相対姿勢推定部 2 C は、端末 1 0 及び頭部 3 0 の相対的な傾きを推定する。ここでは、ピッチ方向，ヨー方向，ロール方向の三軸についての相対的な傾き（すなわち、相対ピッチ角，相対ヨー角，相対ロール角）が推定される。相対姿勢推定部 2 C は、同一時刻に取得された端末 1 0 の傾きと頭部 3 0 の傾きとの差分をリアルタイムに算出する。ここで算出された相対的な傾きの情報には時刻情報が付加され、選別部 3 に伝達される。

【 0 0 3 3 】

[3 - 2 . 選別部]

選別部 3 は、取得部で取得された相対的な傾きの情報に基づき、ジェスチャーによる操作入力に対応する動作を選別するものである。選別部 3 には、ピッチ角範囲判定部 3 A，有効視野判定部 3 B，区間候補特定部 3 C が設けられる。

【 0 0 3 4 】

ピッチ角範囲判定部 3 A は、端末 1 0 及び頭部 3 0 のピッチ角が適切であることを確認する。ここでは、第一の選別条件に基づいて、ジェスチャー動作に対応するデータ区間の候補が特定される。第一の選別条件には、少なくとも以下の条件 A が含まれる。本実施形態では、以下の条件 A ～ C の全てが成立した場合に、第一の選別条件が満たされたものとし、ディスプレイ上にそのことを示す画像，記号などを表示する。

= 第一の選別条件 =

- A . 相対ピッチ角 が所定値未満である
- B . 端末 1 0 のピッチ角が所定範囲内にある
- C . 頭部 3 0 のピッチ角が所定範囲内にある

【 0 0 3 5 】

これらの条件と端末 1 0 及び頭部 3 0 のピッチ角との関係について、図 4 を用いて説明する。条件 A 中の相対ピッチ角 は、実線で示す頭部 3 0 のピッチ角と破線で示す端末 1 0 のピッチ角との差分に相当する。条件 A が成立するとき、頭部 3 0 のピッチ角と端末 1 0 のピッチ角とが同程度であり、頭部 3 0 の向きが端末 1 0 のディスプレイ 1 7 に対してほぼ垂直な姿勢となる。以下、ここで判定される所定値のことを所定値 P_0 と表記する。

【 0 0 3 6 】

条件 B，条件 C は、端末 1 0 及び頭部 3 0 の各々のピッチ角が、所定の識別角度レンジ

$P_1 \sim P_2$ 内にあることを確認するためのものである。ディスプレイ 17 の向きが極端に下向きである場合や、頭部 30 の向きが極端に上向きである場合には、これらの条件が不成立となる。図 4 中で条件 A ~ C の全てが成立するのは時刻 $t_1 \sim t_2$ の範囲（入力候補区間）となる。なお、ソファや布団に横になった姿勢でのジェスチャー操作を許容する場合には、条件 B，条件 C で判定される所定範囲（識別角度レンジ $P_1 \sim P_2$ ）を拡大するか、条件 B，条件 C を省略してもよい。

【0037】

有効視野判定部 3 B は、ピッチ角範囲判定部 3 A で第一の選別条件が成立した状態で、ジェスチャー動作に対応するデータ区間の候補をさらに絞り込むためのものである。ここでは、第二の選別条件に基づき、人の頭部運動による注視動作に関する特性を利用して、ジェスチャーによる操作入力に対応する動作が選別される。すなわち、相対ピッチ角 及び相対ヨー角 が有効視野に対応する範囲内で変動している間は、その動作をジェスチャーによる操作入力に対応する動作として選別する。一方、相対ピッチ角 及び相対ヨー角 の変動範囲が有効視野に対応する範囲外に飛び出した場合には、その時点でその動作がジェスチャーによる操作入力に対応する動作でなくなったものと判断する。

【0038】

有効視野とは、視野内において眼球運動だけで瞬時に情報を受容できる領域である。有効視野の形状は、例えば図 5 に示すように注視点を中心に広がる楕円状であり、その長軸方向（水平方向）に約 30° の幅を持ち、短軸方向（垂直方向）に約 20° の幅を持つ。これに倣い、有効視野判定部 3 B は、相対ピッチ角 が第一範囲 $P_3 \sim P_4$ 内（例えば $\pm 10^\circ$ 以内）で変動し、かつ、相対ヨー角 が第二範囲 $Y_1 \sim Y_2$ 内（例えば $\pm 15^\circ$ 以内）で変動するような頭部 30 の動作を、ジェスチャー動作として有効な動作であるものとして選別する。なお、第一範囲 $P_3 \sim P_4$ ，第二範囲 $Y_1 \sim Y_2$ は、図 5 に示すように、0 を含む範囲として設定されることが好ましい。

【0039】

図 5 は、真正面を見ている状態での一般的な有効視野の範囲を示している。一方、端末 10 に対する頭部 30 の向きが必ずしもディスプレイ 17 の真正面であるとは限らない。そこで、有効視野判定部 3 B は、ピッチ角範囲判定部 3 A で第一の選別条件が成立した状態での相対姿勢を「参考姿勢」という基準として設定し、この参考姿勢からの相対姿勢の変化が有効視野に対応する範囲内にあるか否かを判定する。

【0040】

第二の選別条件を以下に例示する。本実施形態では、以下の条件 D，E がともに成立した場合に、第二の選別条件が満たされたものとする。

= 第二の選別条件 =

D．参考姿勢を基準として、相対ピッチ角 の変動が第一範囲内

E．参考姿勢を基準として、相対ヨー角 の変動が第二範囲内

（第一範囲，第二範囲はともに有効視野に対応する範囲）

【0041】

第二の選別では、第一の選別条件の成立時にたとえ頭部 30 の向きが端末 10 のディスプレイ 17 に対して垂直でなかったとしても、その姿勢を基準として水平方向に $\pm 15^\circ$ ，垂直方向に $\pm 10^\circ$ の範囲内で頭部 30 が動作している間は、その動作がジェスチャー動作として有効なものと判断される。このような判定手法は、より厳密なジェスチャー区間候補の識別と、自然な頭部 30 の動きによる操作入力との両立に資する。

【0042】

なお、有効視野の周囲には、眼球及び頭部 30 の運動で無理なく注視できる領域である安定注視野が存在する。安定注視野の形状は、注視点を中心とした楕円が下方に押し伸ばされて、注視点よりも下方の領域がやや広くなった形状である。その短軸方向（垂直方向）は第三範囲 $P_5 \sim P_6$ （例えば約 $45 \sim 70^\circ$ ）の幅を持ち、長軸方向（水平方向）は第四範囲 $Y_3 \sim Y_4$ （例えば約 $60 \sim 90^\circ$ ）の幅を持つ。したがって、第一の選別条件が成立したときに、端末 10 に対する頭部 30 の向きがディスプレイ 17 の真正面でなかったとしても、相

10

20

30

40

50

対ピッチ角 θ , 相対ヨー角 ϕ が安定注視野の外に出ることはない。

【 0 0 4 3 】

区間候補特定部 3 C は、第一、第二の選別条件がともに成立する動作が実施された期間を「ジェスチャー区間候補（動作区間候補）」として特定し、この区間内で取得された角速度の情報を確定部 4 に伝達する。ジェスチャー区間候補は、第一、第二の選別条件がともに成立した時刻から、第一、第二の選別条件の何れかが不成立となった時刻までの期間である。第一、第二の選別では、ピッチ角やヨー角の情報が用いられているのに対し、これに続く第三の選別では、ジャイロセンサー 1 3 A , 2 3 A で検出された角速度の情報が用いられる。

【 0 0 4 4 】

[3 - 3 . 確定部]

確定部 4 は、ジェスチャー区間候補の中から、ジェスチャー動作として認識される動作区間を確定するものである。確定部 4 には、差分算出部 4 A , 回転強度算出部 4 B , 区間確定部 4 C が設けられる。

差分算出部 4 A は、「ジェスチャー区間候補」として特定された区間内に取得された角速度の情報に基づき、端末 1 0 及び頭部 3 0 の角速度の差分（相対角速度）を算出する。ここでは、ピッチ方向、ヨー方向、ロール方向のそれぞれの角速度について、端末 IMU 1 3 で得られた角速度と頭部 IMU 2 3 で得られた値との差が算出される。このような差分の算出により、ジャイロセンサー 1 3 A , 1 3 B のオフセット（初期姿勢差）が除去される。

【 0 0 4 5 】

ここで、端末 1 0 及び頭部 3 0 のヨー方向の角速度（ヨー角速度）の変動を図 6（A）に例示する。図中の破線は端末 IMU 1 3 で得られたピッチ角速度に対応し、実線は頭部 IMU 2 3 で得られたピッチ角速度に対応する。差分算出部 4 A は、破線と実線との差（一方から他方を減じた値、あるいはその絶対値）を相対ピッチ角速度 x [図 6（B）参照] として算出する。同様に、差分算出部 4 A は、ロール角速度、ヨー角速度についての差分である相対ロール角速度 y , 相対ヨー角速度 z を算出する。ここでの算出結果は回転強度算出部 4 B に伝達される。

【 0 0 4 6 】

回転強度算出部 4 B は、「ジェスチャー区間候補」として特定された区間内における頭部 3 0 の回転強度を算出する。ここでは、「角速度についての信号強度面積 $SMA(AV)$ 」が回転強度として算出される。信号強度面積 $SMA(AV)$ の算出に係る所定時間 T は、例えば 0.1 ~ 1.0 秒の範囲内で設定される。角速度の種類としては、頭部 IMU 2 3 で得られた角速度（すなわち、生のヨー角速度、ロール角速度、ピッチ角速度）を用いてもよいが、好ましくは差分算出部 4 A で算出された相対角速度を用いる。本実施形態の回転強度算出部 4 B は、前述の式 1 , 式 2 に従って、相対ピッチ角速度 x , 相対ロール角速度 y , 相対ヨー角速度 z の三種を用いた信号強度面積 $SMA(AV)$ を算出し、その情報を区間確定部 4 C に伝達する。なお、頭部 3 0 のジェスチャー動作においてはロール方向の回転運動が弱い場合が多いことから、相対ロール角速度 y を省略して（ $y = 0$ とみなして）信号強度面積 $SMA(AV)$ を算出してもよい。

【 0 0 4 7 】

区間確定部 4 C は、回転強度算出部 4 B で算出された回転強度に基づき、ジェスチャー動作の入力区間を確定する。ここでは、信号強度面積 $SMA(AV)$ の値が所定の閾値 A_0 以上となる期間がジェスチャー動作の入力区間（すなわち、情報の入力に係る動作に対応するデータ区間）として確定される。つまり、区間確定部 4 C は、回転強度が所定強度以上となる期間を入力区間とする機能を持つ。

ここで、角速度の信号強度面積 $SMA(AV)$ の変化を図 7 に例示する。ジェスチャー動作の入力区間は、信号強度面積 $SMA(AV)$ が閾値 A_0 以上となる時刻 $t_3 \sim t_4$, 時刻 $t_5 \sim t_6$, 時刻 $t_7 \sim t_8$ の区間である。これ以外の区間は、仮に何らかの動作がなされているとしても、ジェスチャー動作の入力区間ではないものと判断される。このような判断により、ジェスチャー

10

20

30

40

50

ー以外の動作による小さなノイズがフィルタリングされる。その後、入力区間内に含まれる相対ピッチ角 及び相対ヨー角 の情報が抽出され、軌跡・特徴抽出部 5 に伝達される。

【 0 0 4 8 】

[3 - 4 . その他]

軌跡・特徴抽出部 5 は、確定した入力区間内に含まれる相対ピッチ角 , 相対ヨー角 に基づき、視線の移動軌跡を算出するものである。ここでは、頭部 3 0 の正面前方に仮想キャンパスがあるものと仮定して、仮想キャンパス上での視点（視線と仮想キャンパスとの交点）の移動軌跡が算出される。この算出に際し、入力区間内に含まれる相対ピッチ角 , 相対ヨー角 の情報は、その入力区間のジェスチャーが認識されるまで、図示しないバッファに記録される。また、相対ピッチ角 の変化量は仮想キャンパス上での視点の垂直移動量に変換され、相対ヨー角 の変化量は水平移動量に変換される。これらの変換により、図 8 (A) に示すように、入力区間内における視線の移動軌跡が描出される。また、軌跡・特徴抽出部 5 は、描出された移動軌跡の特徴を抽出する。ここで抽出される特徴の種類としては、軌跡の形状や長さ、軌跡を構成する各軌跡点の速度ベクトル、各軌跡点の位置などが挙げられる。これらの特徴の情報は、リアルタイム照合・分類部 6 に伝達される。

【 0 0 4 9 】

リアルタイム照合・分類部 6 は、軌跡・特徴抽出部 5 で抽出された視線の移動軌跡の特徴と、データベース 1 6 が記憶する動作（ジェスチャー）の特徴とを比較、照合することにより、頭部 3 0 のジェスチャーを認識する。具体的なジェスチャーの認識手法には公知のパターン認識手法を採用することができる。例えば、データベース 1 6 上に記録されている全ての動作の特徴に対して、視線の移動軌跡の特徴がどの程度類似しているのかを評価し、最も類似度の高い動作を選択する。

また、リアルタイム照合・分類部 6 は、認識されたジェスチャーに対応する入力操作の情報を出力する。例えば、図 8 (B) に示すジェスチャーが認識された場合、そのジェスチャーが「右方向への移動」の操作であると解釈される。あるいは、図 8 (C) に示す場合は、数字の「9」の入力操作であると解釈される。このように解釈された情報は、端末 1 0 に対する操作入力として CPU 1 1 へと伝達される。

【 0 0 5 0 】

[4 . フローチャート]

図 9 , 図 1 0 は、端末 1 0 におけるジェスチャーの入力方法の手順を説明するためのフローチャートである。これらのフローは、例えばメモリ 1 2 や図示しないリムーバブルメディアに記録されたアプリケーションプログラムによる制御手順に対応するものであり、CPU 1 1 に読み込まれて所定周期で繰り返し実行される。プログラムの実行周期は、例えば端末 IMU 1 3 , 頭部 IMU 2 3 における端末データ、頭部データのサンプリングレートに応じた周期（例えば 0.01 秒以下）とされる。

【 0 0 5 1 】

[4 - 1 . ジェスチャー区間候補の特定]

図 9 のフローは、ジェスチャー区間候補の特定に関するものであり、第一の選別条件と第二の選別条件とを判定する。このフローでは、相対姿勢フラグ F_C と回転範囲フラグ F_R とが用いられる。相対姿勢フラグ F_C は第一の選別条件が成立しているときに $F_C=1$ に設定されるフラグであり、回転範囲フラグ F_R は第二の選別条件が成立しているときに $F_R=1$ に設定されるフラグである。これらのフラグの初期値は 0 である。

【 0 0 5 2 】

ステップ A 1 では、頭部データが頭部 IMU 2 3 から頭部姿勢推定部 2 A に入力されるとともに、端末データが端末 IMU 1 3 から端末姿勢推定部 2 B に入力される。また、頭部姿勢推定部 2 A では、頭部 3 0 のピッチ角、ヨー角、ロール角の推定演算がなされる。同様に、端末姿勢推定部 2 B では、端末 1 0 のピッチ角、ヨー角、ロール角の推定演算がなされる。

【 0 0 5 3 】

ステップ A 2 では、相対姿勢推定部 2 C において、相対ピッチ角 θ 、相対ヨー角 ϕ 、相対ロール角 ψ の推定演算がなされ、端末 1 0 及び頭部 3 0 の相対的な傾きが取得される。また、ステップ A 3 では、ピッチ角範囲判定部 3 A において、相対ピッチ角 θ が所定値未満であるか否かが判定される。この条件が不成立の場合には第一の選別条件も不成立となるため、ステップ A 5 へ進んで相対姿勢フラグ F_C 、回転範囲フラグ F_R がともに 0 に設定される。また、続くステップ A 6 では、後述するジェスチャー認識のためにバッファリングされていたデータが消去（クリア）されてこのフローが終了する。

【 0 0 5 4 】

ステップ A 3 の条件が成立する場合にはステップ A 4 に進み、端末 1 0 及び頭部 3 0 の各々のピッチ角が所定範囲内（所定の識別角度レンジ $P_1 \sim P_2$ 内）にあるか否かが判定される。この条件が不成立の場合も、第一の選別条件が満たされないため、ステップ A 5 に進む。反対に、この条件が成立した場合には、上記の条件 A ~ C の全てが成立することとなり、第一の選別条件が成立するためステップ A 7 に進む。

【 0 0 5 5 】

ステップ A 7 では、相対姿勢フラグ F_C が $F_C=0$ である否かが判定される。このステップは、相対姿勢フラグ F_C の値が 0 から 1 に変化したタイミングを判断するためのステップである。ここですでに $F_C=1$ であるときには、ステップ A 8、A 9 をスキップしてステップ A 1 0 に進む。一方、 $F_C=0$ であるときはステップ A 8 に進み、相対姿勢フラグ F_C が $F_C=1$ に設定される。その後のステップ A 9 では、有効視野判定部 3 B において、その時点における姿勢が「参考姿勢」に設定される。例えば、その時点における相対ピッチ角 θ_1 があり、相対ヨー角 ϕ_1 が所定値 θ_1 であるとするれば、これらの所定値 θ_1 、 ϕ_1 が記憶される。

【 0 0 5 6 】

ステップ A 1 0 では、有効視野判定部 3 B において、参考姿勢との差分で相対姿勢が算出される。ここでは、相対ピッチ角 θ が所定値 θ_1 からどの程度変動し、相対ヨー角 ϕ が所定値 ϕ_1 からどの程度変動したのかが算出される。例えば、相対ピッチ角 θ から所定値 θ_1 を減じた値が相対ピッチ角差分 $\Delta\theta$ として算出され、相対ヨー角 ϕ から所定値 ϕ_1 を減じた値が相対ヨー角差分 $\Delta\phi$ として算出される。

【 0 0 5 7 】

ステップ A 1 1 では、参考姿勢を基準として、相対ピッチ角 θ 及び相対ヨー角 ϕ が有効視野に対応する範囲内で変動しているか否かが判定される。ここでは、前ステップで算出された相対ピッチ角差分 $\Delta\theta$ が第一範囲内にあるか否か（例えば、 $P_3 \sim P_4$ であるか否か）が判定される。また、相対ヨー角差分 $\Delta\phi$ が第二範囲内にあるか否か（例えば、 $Y_1 \sim Y_2$ であるか否か）が判定される。これらの条件が成立すると、第二の選別条件も成立するため、ステップ A 1 2 に進み、回転範囲フラグ F_R が $F_R=1$ に設定される。また、続くステップ A 1 3 では、現在の動作が情報の入力動作に係る動作として選別される。つまり、現在の区間がジェスチャー区間候補として特定され、このフローが終了する。

【 0 0 5 8 】

一方、ステップ A 1 1 の条件が成立しない場合には、第二の選別条件が満たされないため、ステップ A 1 4 に進んで回転範囲フラグ F_R が $F_R=0$ に設定される。また、続くステップ A 1 5 では、後述するジェスチャー認識のためにバッファリングされていたデータが消去（クリア）されてこのフローが終了する。

【 0 0 5 9 】

[4 - 2 . ジェスチャー区間の確定]

図 1 0 のフローは、ジェスチャー区間の確定に関するものであり、第三の選別条件を判定する。このフローは、図 9 に示すフローに並行して実行される。ステップ B 1 では、相対姿勢フラグ F_C 及び回転範囲フラグ F_R がともに 1 に設定されているか否かが判定される。ここでは、第一、第二の選別条件が成立した状態であることが確認される。この条件の不成立時にはステップ B 2 に進み、後述するジェスチャー認識のためにバッファリングされ

10

20

30

40

50

ていたデータが消去（クリア）されてこのフローが終了する。一方、この条件の成立時にはステップ B 3 に進む。

【 0 0 6 0 】

ステップ B 3 では、差分算出部 4 A において、ジェスチャー区間候補として特定された区間内に取得された角速度の情報に基づき、端末 1 0 及び頭部 3 0 の角速度の差分が算出される。例えば、端末 1 0 のピッチ角速度から頭部 3 0 のピッチ角速度を減じた値が相対ピッチ角速度 x として算出される。同様に、相対ロール角速度 y 、相対ヨー角速度 z も併せて算出される。続くステップ B 4 では、回転強度算出部 4 B において、角速度についての回転強度 SMA(VA) が算出される。ここでは、例えば式 1、式 2 に従って角速度の信号強度面積 SMA(AV) が回転強度として算出される。

10

【 0 0 6 1 】

ステップ B 5 では、角速度の信号強度面積 SMA(AV) が閾値 A_0 以上であるか否かが判定される。ここで、SMA(AV) A_0 であるときにはステップ B 6 に進み、区間確定部 4 C において、その時点における頭部 3 0 の動作がジェスチャー区間に含まれる動作であると判断される。つまり、少なくともその時点の動作は、ジェスチャー動作の一部であると判断される。続くステップ B 7 では、その時点における相対ピッチ角、相対ヨー角の情報が軌跡・特徴抽出部 5 に伝達され、バッファに記録される。また、ステップ B 8 では、ジェスチャーに関するデータがバッファリングされていることを表すバッファフラグ F_B が $F_B=1$ に設定されて、このフローが終了する。第一、第二の選別条件が成立した状態で、角速度の信号強度面積 SMA(AV) が閾値 A_0 以上である限り、相対ピッチ角、相対ヨー角の情報が軌跡・特徴抽出部 5 に逐一バッファリングされることになる。

20

【 0 0 6 2 】

ステップ B 5 で $SMA(AV) < A_0$ であるときにはステップ B 9 に進み、バッファフラグ F_B が $F_B=1$ であるか否かが判定される。この条件が不成立の場合は、まだ相対ピッチ角、相対ヨー角の情報がバッファリングされていないため、そのままこのフローを終了する。これは例えば、第一、第二の選別条件が成立した直後であって、角速度の信号強度面積 SMA(AV) が閾値 A_0 未満である状態に相当する。

【 0 0 6 3 】

一方、ステップ B 9 の条件の成立時にはステップ B 1 0 に進む。ステップ B 1 0 では、軌跡・特徴抽出部 5 において、バッファリングされた相対ピッチ角、相対ヨー角の情報に基づいて視線の移動軌跡が算出されるとともに、移動軌跡の特徴が抽出される。また、リアルタイム照合・分類部 6 では、移動軌跡の特徴とデータベース 1 6 上の動作（ジェスチャー）の特徴とが比較、照合され、頭部 3 0 のジェスチャーが認識されるとともに、そのジェスチャーに対応する入力操作の情報が出力される。

30

ジェスチャーの認識及び出力が完了したステップ B 1 1 には、相対姿勢フラグ F_C 、回転範囲フラグ F_R 、バッファフラグ F_B が全て 0 にリセットされる。また、ステップ B 1 2 では、その後の新たなジェスチャー入力に備えて、軌跡・特徴抽出部 5 のバッファが消去（クリア）される。

【 0 0 6 4 】

[5 . 作用 , 効果]

40

(1) 上記の実施形態〔端末 1 0（入力装置）, 端末 1 0 で実行されるジェスチャーの入力方法（図 9、図 1 0 に示すフローチャート）及びジェスチャーの入力に係るプログラム 1〕では、情報の入力に係る動作が実施された「データ区間（すなわちジェスチャー動作の入力区間）」を確定する際に、端末 1 0 及び頭部 3 0 の相対的な傾きに基づいて「ジェスチャー区間候補」が特定される。また、特定された「ジェスチャー区間候補」内における頭部 3 0 の回転強度に基づいて、最終的な「データ区間」が確定される。

つまり、「ジェスチャー区間候補」の特定には、相対的な傾きの情報が用いられるのに対し、その候補をさらに絞り込んで確定する際には、頭部 3 0 の回転運動の激しさを表す回転強度の情報が用いられる。

【 0 0 6 5 】

50

このような手法を採用することで、随意的なジェスチャー動作が行われた区間を精度よく把握することができ、セグメンテーションの精度を高めることができる。これにより、軌跡・特徴抽出部 5 で抽出される移動軌跡の特徴が適正化され、リアルタイム照合・分類部 6 での照合精度が向上する。したがって、ジェスチャー動作の認識精度を向上させることができる。

例えば、ユーザーによる意識的な随意運動と、無意識のうちに生じる不随意動作とを高精度に区別することができ、誤入力の発生確率を大幅に低減させることができる。また、ユーザーに拘束感を与えない自然な小さい頭部 30 の動きであっても、その動きを入力操作に係るジェスチャーとして判別することができる。

【0066】

(2) 上記の実施形態では、条件 A に示すように、端末 10 及び頭部 30 の相対ピッチ角 θ が所定値未満の動作を選別している。相対ピッチ角 θ を用いてデータ区間の候補を特定することで、端末 10 に対する頭部 30 の動作を精度よく把握することができる。例えば、ソファや布団に横になった姿勢でのジェスチャー操作を許容することができ、動作の識別精度を向上させることができる。

【0067】

(3) 上記の実施形態では、条件 B , 条件 C に示すように、端末 10 及び頭部 30 の各々のピッチ角が所定範囲内にある動作を選別している。それぞれのピッチ角の角度範囲を制限することで、動作とは無関係な傾きを除外することができ、動作の識別精度を向上させることができる。例えば、図 4 中に示すように、ディスプレイ 17 の向きが極端に下向きである場合や、頭部 30 の向きが極端に上向きである場合の動作を認識対象から除外することができる。また、これらの状態では第一の選別条件が成立せず、ジェスチャーの認識に係るデータがバッファリングされないため、演算負荷を削減することができる。

【0068】

(4) 上記の実施形態では、条件 D , 条件 E に示すように、相対ピッチ角 θ , 相対ヨー角 ϕ の変動が有効視野に対応する範囲内であることを条件として動作が選別される。有効視野は、視野内において眼球運動だけで瞬時に情報を受容できる領域である。つまり、有効視野を超えるような頭部動作を伴うジェスチャーは、眼球運動だけで瞬時に情報を受容できない不自然な動作であるといえる。上記の実施形態では、このような不自然な動作が認識対象から除外されるため、ジェスチャー区間候補をより厳密に識別しつつ、頭部 30 の自然な動きによる操作入力を実現することができる。

【0069】

(5) 上記の条件 D , 条件 E では、参考姿勢を基準とした相対ピッチ角 θ , 相対ヨー角 ϕ の変動が判定される。参考姿勢とは、第一の選別条件が成立した状態での相対姿勢である。つまり、条件 D , 条件 E の判定では、その判定がなされる直前における端末 10 と頭部 30 との相対的な位置関係に応じて、有効視野の中心位置が変更される。これにより、たとえ頭部 30 の向きが端末 10 のディスプレイ 17 に対して垂直でなかったとしても、その傾斜した視認姿勢を基準とした有効視野を設定することができる。したがって、ジェスチャー区間候補をより厳密に識別しつつ、頭部 30 の自然な動きによる操作入力を実現することができる。

【0070】

(6) 上記の条件 D , 条件 E では、相対ピッチ角 θ の変動が第一範囲 $P_3 \sim P_4$ 内であり、かつ、相対ヨー角 ϕ の変動が第二範囲 $Y_1 \sim Y_2$ 内であるか否かが判定される。このように、相対ピッチ角 θ 及び相対ヨー角 ϕ の変動が比較的小さいことを条件として第二の選別を実施することで、ジェスチャー区間候補をより厳密に識別することができ、動作の識別精度を向上させることができる。

(7) 上記の実施形態では、区間確定部 4C において、回転強度が所定強度以上となる期間がジェスチャー動作の入力区間として確定される。このように、回転方向についての運動の激しさをを用いることで、頭部 30 の意識的な動作を精度よく把握することができ、動作の識別精度を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

(8) 上記の実施形態では、式 1 , 式 2 に示すように、頭部の回転強度に相当する角速度についての信号強度面積SMA(AV)が算出される。このような算出手法を採用することで、三軸全てについての頭部 3 0 の回転運動の激しさを定量的に評価することができ、動作の識別精度を向上させることができる。

(9) また、上記の実施形態では、差分算出部 4 A で算出された相対角速度を用いて信号強度面積SMA(AV)を算出している。これにより、体動ノイズ(体動アーティファクト, 歩行動作や乗り物の揺れなどに起因するノイズ)の影響を除去することができ、動作の識別精度を向上させることができる。

【 0 0 7 2 】

10

[6 . 変形例]

開示の実施形態の一例に関わらず、本実施形態の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。本実施形態の各構成及び各処理は、必要に応じて取捨選択することができ、あるいは適宜組み合わせてもよい。

【 0 0 7 3 】

上述の実施形態では、図 1 に示すように、ヘッドセット型のウェアラブルデバイスを例示したが、頭部 3 0 の動きを取得するための手法はこれに限定されない。例えば、耳掛け型や眼鏡型のウェアラブルデバイスに頭部 IMU 2 3 を内蔵させたものを用いてもよい。なお、端末 1 0 の内蔵カメラで撮影された画像を解析することで、端末 1 0 と頭部 3 0 との相対的な傾きや頭部 3 0 の回転強度を算出するような制御構成としてもよい。

20

【 0 0 7 4 】

また、上述の実施形態では、端末 1 0 の内部でジェスチャーを認識するものを例示したが、ジェスチャーの認識に係る制御を実施する主体は任意である。例えば、頭部ガジェット 2 0 の内部で上記のプログラム 1 を実行させてもよいし、端末 1 0 及び頭部ガジェット 2 0 以外のコンピューター上で実行させてもよい。この場合、制御を実施する主体は、有線又は無線通信により端末 1 0 及び頭部ガジェット 2 0 と通信可能とすることが好ましい。

【 0 0 7 5 】

また、上述の実施形態では、図 3 に示すプログラム 1 が端末 1 0 のメモリ 1 2 上に記録されたものを例示したが、プログラム 1 が記録される記録媒体はこれに限定されない。例えば、磁気記録媒体や光記録媒体などのコンピューターで読み取り可能な記録媒体に記録された形態で提供されてもよい。この場合、コンピューターはその記録媒体からプログラムを読み取り、内部記憶装置又は外部記憶装置に転送、格納して、プログラムを実行する。なお、上述の実施形態では、図 3 に示す機能がソフトウェア上で実施されるものを示したが、これらの機能の一部又は全部をハードウェア(論理回路)として設けてもよい。

30

【 0 0 7 6 】

[7 . 付記]

以上の変形例を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

[7 - 1 . 入力方法]

(付記 1)

40

頭部の動作を用いて端末に情報を入力する入力方法において、
前記端末及び前記頭部の相対的な傾きを取得し、
前記傾きに基づき、前記情報の入力に係る動作を選別し、
選別された前記動作における前記頭部の回転強度を算出し、
前記回転強度に基づき、前記動作の入力区間を確定することを特徴とする、入力方法。

(付記 2)

前記端末に対する前記頭部の相対的な回転強度を算出することを特徴とする、付記 1 記載の入力方法。

【 0 0 7 7 】

50

(付記 3)

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角が所定値未満の前記動作を選別することを特徴とする、付記 1 又は 2 記載の入力方法。

(付記 4)

前記端末及び前記頭部の各ピッチ角が所定範囲内にある前記動作を選別することを特徴とする、付記 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の入力方法。

【 0 0 7 8 】

(付記 5)

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角及びヨー角の変動が有効視野に対応する範囲内である前記動作を選別する

10

ことを特徴とする、付記 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の入力方法。

(付記 6)

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角及びヨー角に基づき、前記有効視野の基準位置を設定する

ことを特徴とする、付記 5 記載の入力方法。

【 0 0 7 9 】

(付記 7)

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角の変動が第一範囲内であり、かつ、前記端末及び前記頭部の相対的なヨー角の変動が第二範囲内である前記動作を選別する

20

ことを特徴とする、付記 5 又は 6 記載の入力方法。

(付記 8)

前記回転強度が所定強度以上となる期間を前記入力区間とする

ことを特徴とする、付記 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載の入力方法。

【 0 0 8 0 】

(付記 9)

前記頭部の角速度についての信号強度面積(すなわち、前記頭部の角速度の定積分値に対応するパラメーター)を前記回転強度として算出する

ことを特徴とする、付記 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の入力方法。

(付記 10)

以下の式 1 を用いて前記信号強度面積を算出する

30

ことを特徴とする、付記 9 記載の入力方法。

【数 4】

$$SMA = \sum_{i=j}^{j+T} \left\{ \left| \omega_x(i) \right| + \left| \omega_y(i) \right| + \left| \omega_z(i) \right| \right\} \cdot T \quad \cdots \text{式 1}$$

[$\omega_x(i)$, $\omega_y(i)$, $\omega_z(i)$ は三軸それぞれの角速度, T は所定時間]

【 0 0 8 1 】

[7 - 2 . 入力装置]

(付記 11)

頭部の動作を用いて端末に情報を入力する入力装置であって、

40

プロセッサと、

メモリと、

前記端末及び前記頭部の相対的な傾きを取得する取得部と、

前記取得部で取得された前記傾きに基づき、前記情報の入力に係る動作を選別する選別部と、

前記選別部で選別された前記動作における前記頭部の回転強度を算出する算出部と、

前記算出部で算出された前記回転強度に基づき、前記動作の入力区間を確定する確定部と、

を備えたことを特徴とする、入力装置。

(付記 12)

50

前記算出部が、前記端末に対する前記頭部の相対的な回転強度を算出することを特徴とする、付記 11 記載の入力装置。

【0082】

(付記 13)

前記選別部は、前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角が所定値未満の前記動作を選別する

ことを特徴とする、付記 11 又は 12 記載の入力装置。

(付記 14)

前記選別部は、前記端末及び前記頭部の各ピッチ角が所定範囲内にある前記動作を選別する

ことを特徴とする、付記 11 ~ 13 の何れか 1 項に記載の入力装置。

【0083】

(付記 15)

前記選別部は、前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角及びヨー角の変動が有効視野に対応する範囲内である前記動作を選別する

ことを特徴とする、付記 11 ~ 14 の何れか 1 項に記載の入力装置。

(付記 16)

前記選別部は、前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角及びヨー角に基づき、前記有効視野の基準位置を設定する

ことを特徴とする、付記 15 記載の入力装置。

【0084】

(付記 17)

前記選別部は、前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角の変動が第一範囲内であり、かつ、前記端末及び前記頭部の相対的なヨー角の変動が第二範囲内である前記動作を選別する

ことを特徴とする、付記 15 又は 16 記載の入力装置。

(付記 18)

前記確定部は、前記回転強度が所定強度以上となる期間を前記入力区間とする

ことを特徴とする、付記 11 ~ 17 の何れか 1 項に記載の入力装置。

【0085】

(付記 19)

前記算出部が、前記頭部の角速度についての信号強度面積（すなわち、前記頭部の角速度の定積分値に対応するパラメーター）を前記回転強度として算出する

ことを特徴とする、付記 11 ~ 18 の何れか 1 項に記載の入力装置。

(付記 20)

前記算出部が、上記の式 1 を用いて前記信号強度面積を算出する

ことを特徴とする、付記 19 記載の入力装置。

【0086】

[7 - 3 . プログラム（記録媒体）]

(付記 21)

頭部の動作を用いて端末に情報を入力するプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体〕において、

前記端末及び前記頭部の相対的な傾きを取得し、

前記傾きに基づき、前記情報の入力に係る動作を選別し、

選別された前記動作における前記頭部の回転強度を算出し、

前記回転強度に基づき、前記動作の入力区間を確定する

処理をコンピュータに実行させるプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体〕。

(付記 22)

前記端末に対する前記頭部の相対的な回転強度を算出する

10

20

30

40

50

処理をコンピューターに実行させる付記 2 1 記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

【 0 0 8 7 】

(付記 2 3)

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角が所定値未満の前記動作を選別する

処理をコンピューターに実行させる付記 2 1 又は 2 2 記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

(付記 2 4)

前記端末及び前記頭部の各ピッチ角が所定範囲内にある前記動作を選別する

処理をコンピューターに実行させる付記 2 1 ~ 2 3 の何れか 1 項に記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

10

【 0 0 8 8 】

(付記 2 5)

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角及びヨー角の変動が有効視野に対応する範囲内である前記動作を選別する

処理をコンピューターに実行させる付記 2 1 ~ 2 4 の何れか 1 項に記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

(付記 2 6)

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角及びヨー角に基づき、前記有効視野の基準位置を設定する

20

処理をコンピューターに実行させる付記 2 5 記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

【 0 0 8 9 】

(付記 2 7)

前記端末及び前記頭部の相対的なピッチ角の変動が第一範囲内であり、かつ、前記端末及び前記頭部の相対的なヨー角の変動が第二範囲内である前記動作を選別する

処理をコンピューターに実行させる付記 2 5 又は 2 6 記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

(付記 2 8)

前記回転強度が所定強度以上となる期間を前記入力区間とする

30

処理をコンピューターに実行させる付記 2 1 ~ 2 7 の何れか 1 項に記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

【 0 0 9 0 】

(付記 2 9)

前記頭部の角速度についての信号強度面積（すなわち、前記頭部の角速度の定積分値に対応するパラメーター）を前記回転強度として算出する

処理をコンピューターに実行させる付記 2 1 ~ 2 8 の何れか 1 項に記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

(付記 3 0)

上記の式 1 を用いて前記信号強度面積を算出する

40

処理をコンピューターに実行させる付記 2 9 記載のプログラム〔又は、プログラムを記録したコンピューター読取可能な記録媒体〕。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

1 プログラム（ジェスチャー認識プログラム）

2 取得部

2 A 頭部姿勢推定部

2 B 端末姿勢推定部

2 C 相対姿勢推定部

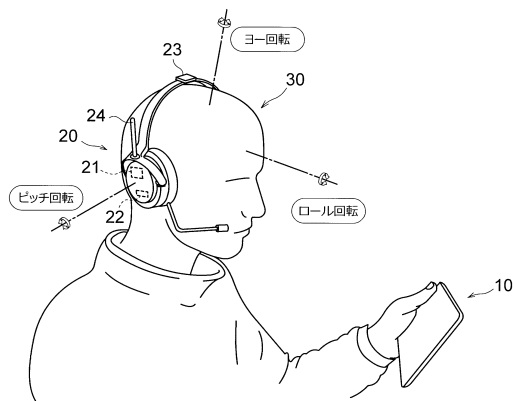
3 選別部

50

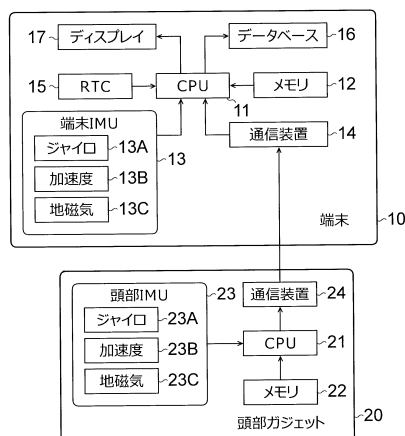
- 3 A ピッチ角範囲判定部
- 3 B 有効視野判定部
- 3 C 区間候補特定部
- 4 確定部
 - 4 A 差分算出部
 - 4 B 回転強度算出部（算出部）
 - 4 C 区間確定部（確定部）
- 5 軌跡・特徴抽出部
- 6 リアルタイム照合・分類部
- 10 端末
 - 13 端末IMU
 - 20 頭部ガジェット
 - 23 頭部IMU
 - 30 頭部

10

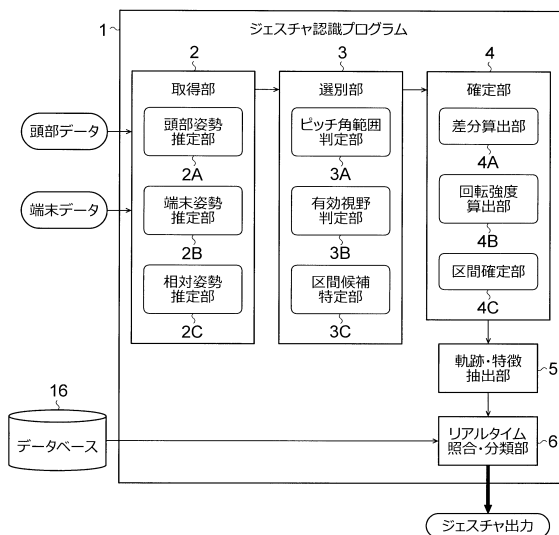
【図 1】



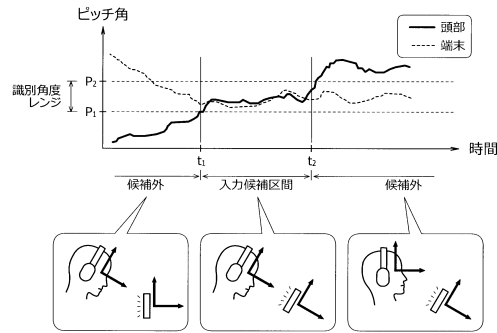
【図 2】



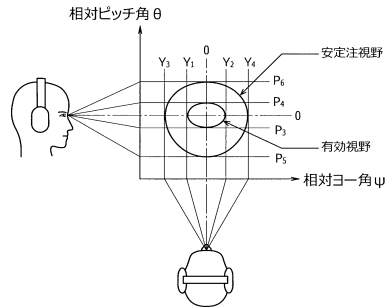
【図 3】



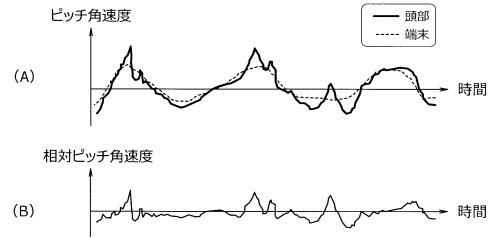
【図 4】



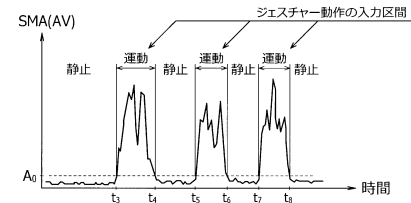
【図 5】



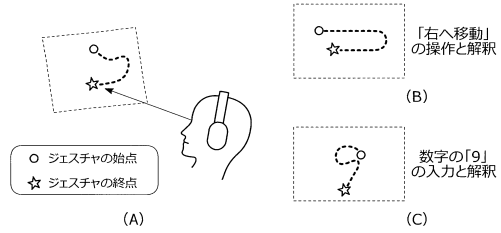
【図 6】



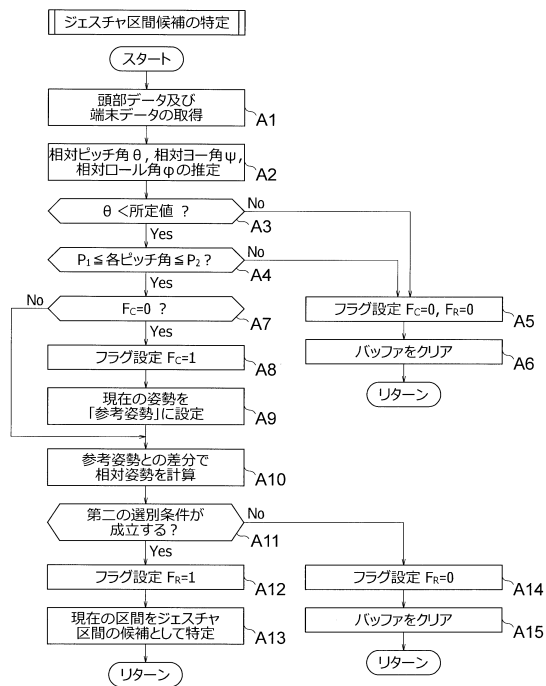
【図 7】



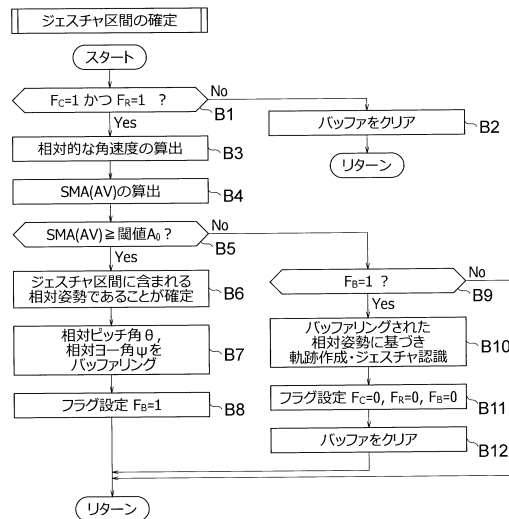
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 境 克司

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 松田 岳士

(56)参考文献 特開2012-252568(JP,A)

特開2010-231290(JP,A)

米国特許出願公開第2013/0083976(US,A1)

国際公開第2014/004584(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/01

G06F 3/033-3/039

G06F 3/048-3/0489