

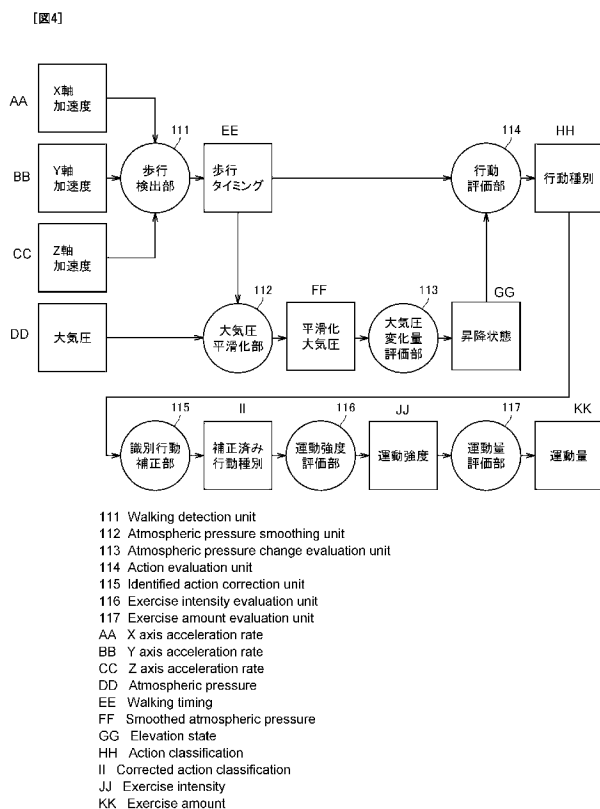
(43) 国際公開日
2012 年 1 月 19 日(19.01.2012)

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,

[続葉有]

(54) Title: EXERCISE DETECTION DEVICE AND EXERCISE DETECTION DEVICE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称：運動検出装置、および、運動検出装置の制御方法



(57) Abstract: By means of the disclosed exercise detection device, body movement is determined (111) from data detected by a detection unit, the displacement state of each body movement is determined (112, 113) from the data detected by the detection unit, the displacement state is corrected (114, 115) on the basis of preset rules, a user's exercise state is calculated (114, 115) from the determined results, and the calculated exercise state is stored in a storage unit. By this means, the disclosed exercise detection device is capable of decreasing mistaken determinations of the user's exercise state.

(57) 要約: 運動検出装置によって、検出部によって検出されたデータから、体動が判別され(111)、検出部によって検出されたデータから体動ごとの移動状態が判別され(112, 113)、予め定められたルールに基づいて、移動状態の補正が行なわれ(114, 115)、判別された結果から、ユーザの運動状態が算出され(114, 115)、算出された運動状態が記憶部に記憶される。これにより、ユーザの運動状態の誤判別を減少させることが可能な運動検出装置を提供することができる。



CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：運動検出装置、および、運動検出装置の制御方法 技術分野

[0001] この発明は、運動検出装置、および、運動検出装置の制御方法に関し、特に、歩行または走行に関する運動状態を算出するのに適した運動検出装置、および、運動検出装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ユーザの加速度の変化およびユーザの移動に伴なう気圧の変化を検出し、検出された加速度および気圧の変化に基づいてユーザのエネルギー消費量を得る装置があった（たとえば、特開２００５－２３０３４０号公報（以下「特許文献１」という）参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００５－２３０３４０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、特許文献１のエネルギー消費量推定装置においては、各タイミングにおけるユーザの運動状態の誤判別については何ら対策が執られていなかった。

[0005] この発明は、上述の問題を解決するためになされたものであり、その目的の１つは、ユーザの運動状態の誤判別を減少させることが可能な運動検出装置、および、運動検出装置の制御方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 上述の目的を達成するために、この発明のある局面によれば、運動検出装置は、本体部と、制御部と、記憶部と、検出部とを備える。制御部は、検出部によって検出されたデータから、体動を判別する第１の判別部と、検出部によって検出されたデータから、体動ごとの移動状態を判別する第２の判別

部とを含み、第2の判別部は、予め定められたルールに基づいて、移動状態の補正を行なう補正部を含み、制御部は、さらに、第1の判別部および第2の判別部それぞれの判別結果から、ユーザの運動状態を算出する算出部と、算出部によって算出された運動状態を記憶部に記憶させる記憶部とを含む。

[0007] さらに好ましくは、予め定められたルールは、判別対象の体動とその前後の体動との間の運動状態の遷移において、起こり得るものとは異なる異常遷移を、非異常遷移に補正するルールである。

[0008] さらに好ましくは、判別対象の体動の前後それぞれ所定数の体動の範囲において、算出部によって算出された範囲の体動ごとの運動状態について、異常遷移は、最初および最後の体動の運動状態が同一であり、かつ、最初および最後の体動の運動状態と異なる運動状態の体動が範囲に含まれる体動の半数未満含まれる場合の遷移であり、非異常遷移は、最初および最後の体動の運動状態が同一であり、かつ、範囲に含まれる体動の運動状態が同一である遷移である。

[0009] 好ましくは、運動状態は、歩行状態および昇降状態の組合せである。

好ましくは、検出部は、少なくとも1軸方向の加速度の値を検出し、算出部は、検出部によって検出された加速度の値に基づいてユーザの運動状態のうち歩行状態を算出する。

[0010] 好ましくは、検出部は、絶対圧の値を検出し、算出部は、検出部によって検出された絶対圧の値に基づいてユーザの運動状態のうち昇降状態を判別する。

[0011] 好ましくは、制御部は、さらに、記憶部に記憶された運動状態に基づいて運動強度を特定する運動強度特定部と、記憶部に記憶された運動状態それぞれの継続時間および運動強度特定部によって特定された運動強度を用いて運動量を算出する運動量算出部とを含む。

[0012] この発明の他の局面によれば、運動検出装置の制御方法は、本体部と、制御部と、記憶部と、検出部とを備える制御方法である。運動検出装置の制御方法は、制御部が、検出部によって検出されたデータから、体動を判別する

ステップと、検出部によって検出されたデータから、体動ごとの移動状態を判別するステップと、予め定められたルールに基づいて移動状態の補正を行なうステップと、判別された結果から、ユーザの運動状態を算出するステップと、算出された運動状態を記憶部に記憶させるステップとを含む。

発明の効果

[0013] この発明に従えば、運動検出装置、および、運動検出装置の制御方法によって、検出されたデータから体動および体動ごとの移動状態が判別され、予め定められたルールに基づいて移動状態の補正が行なわれ、判別された結果から、ユーザの運動状態が算出され、算出された運動状態が記憶される。

[0014] その結果、ユーザの運動状態の誤判別を減少させることが可能な運動検出装置、および、運動検出装置の制御方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1] この発明の実施の形態における活動量計の外観図である。

[図2] この実施の形態における活動量計の使用状態を示す図である。

[図3] この実施の形態における活動量計の構成の概略を示すブロック図である。

[図4] この実施の形態における活動量計の機能の概略を示す機能ブロック図である。

[図5] この実施の形態における活動量計の制御部の大気圧平滑化部および大気圧変化量評価部で行なわれる処理の一例を示すグラフである。

[図6] この実施の形態における活動量計の制御部の大気圧変化量評価部で行なわれる処理の一例の続きを示すグラフである。

[図7] この実施の形態における活動量計の制御部の行動評価部による行動種別の識別の条件を示す図である。

[図8] この実施の形態における活動量計の制御部の識別行動補正部による補正の基礎的な考え方を説明するための第1の図である。

[図9] この実施の形態における活動量計の制御部の識別行動補正部による補正の基礎的な考え方を説明するための第2の図である。

[図10A] この実施の形態における活動量計の制御部の識別行動補正部によって動作状態を補正する場合の例を示す第1の図である。

[図10B] この実施の形態における活動量計の制御部の識別行動補正部によって動作状態を補正する場合の例を示す第2の図である。

[図11A] この実施の形態における活動量計の制御部の識別行動補正部によって動作状態を補正しない場合の例を示す第1の図である。

[図11B] この実施の形態における活動量計の制御部の識別行動補正部によって動作状態を補正しない場合の例を示す第2の図である。

[図12] この実施の形態における活動量計の制御部の識別行動補正部で行なわれる処理の一例を示すグラフである。

[図13] この実施の形態における活動量計の制御部によって実行される行動識別処理の流れを示す第1のフローチャートである。

[図14] この実施の形態における活動量計の制御部によって実行される行動識別処理の流れを示す第2のフローチャートである。

[図15] この実施の形態における活動量計の制御部によって実行される行動識別処理の流れを示す第3のフローチャートである。

[図16] この実施の形態における活動量計の制御部によって実行される行動識別処理の流れを示す第4のフローチャートである。

[図17] この実施の形態における活動量計の制御部によって実行される行動識別処理の流れを示す第5のフローチャートである。

[図18] 動作状態を判別するための閾値を決定および検証するときの決定された閾値を用いたときの動作状態の識別率を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、この発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰返さない。

[0017] 本実施の形態においては、運動検出装置が、歩数測定だけでなく、運動や生活活動（たとえば、掃除機をかける、軽い荷物運び、炊事など）における

活動量（運動量ともいう）も測定することが可能な活動量計であることとして実施の形態を説明する。

[0018] 図１は、この発明の実施の形態における活動量計１００の外観図である。図１を参照して、活動量計１００は、本体部１９１と、クリップ部１９２とから主に構成される。クリップ部１９２は、活動量計１００をユーザの着衣などに固定するために用いられる。

[0019] 本体部１９１には、後述する操作部１３０の一部を構成する表示切換／決定スイッチ１３１、左操作／メモリスイッチ１３２、および、右操作スイッチ１３３、ならびに、後述する表示部１４０の一部を構成するディスプレイ１４１が設けられる。

[0020] 本実施の形態においては、ディスプレイ１４１は、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ：Liquid Crystal Display）で構成されることとするが、これに限定されず、ＥＬ（ElectroLuminescence）ディスプレイなど他の種類のディスプレイであってもよい。

[0021] 図２は、この実施の形態における活動量計１００の使用状態を示す図である。図２を参照して、活動量計１００は、たとえば、ユーザの腰部のベルトに、クリップ部１９２を用いて装着される。

[0022] なお、これに限定されず、活動量計１００は、ユーザの体の他の部分に装着されて用いられるように設計されてもよいし、ユーザがカバン等に入れて所持して用いられるように設計されてもよい。

[0023] 図３は、この実施の形態における活動量計１００の構成の概略を示すブロック図である。図３を参照して、活動量計１００は、制御部１１０と、メモリ１２０と、操作部１３０と、表示部１４０と、加速度センサ１７０と、気圧センサ１８０と、電源１９０とを含む。また、活動量計１００は、音を出力する報音部や外部のコンピュータと通信するためのインターフェイスを含むようにしてもよい。

[0024] 制御部１１０、メモリ１２０、操作部１３０、表示部１４０、加速度センサ１７０、気圧センサ１８０、および、電源１９０は、図１で説明した本体

部 1 9 1 に内蔵される。

- [0025] 操作部 1 3 0 は、図 1 で説明した表示切換／決定スイッチ 1 3 1、左操作／メモリスイッチ 1 3 2、および、右操作スイッチ 1 3 3 を含み、これらのスイッチが操作されたことを示す操作信号を制御部 1 1 0 に送信する。
- [0026] 加速度センサ 1 7 0 は、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術の半導体式のものが用いられるが、これに限定されず、機械式または光学式など他の方式のものであってもよい。加速度センサ 1 7 0 は、本実施の形態においては、3 軸方向それぞれの加速度を示す検出信号を制御部 1 1 0 に出力する。しかし、加速度センサ 1 7 0 は、3 軸のものに限定されず、1 軸または 2 軸のものであってもよい。
- [0027] 気圧センサ 1 8 0 は、MEMS 技術のものが用いられるが、これに限定されず、他の方式のものであってもよい。気圧センサ 1 8 0 は、周辺の気圧値（本実施の形態においては絶対圧）を示す検出信号を制御部 1 1 0 に出力する。
- [0028] メモリ 1 2 0 は、ROM (Read Only Memory) (たとえば、フラッシュメモリ) などの不揮発性メモリおよび RAM (Random Access Memory) (たとえば、SDRAM (synchronous Dynamic Random Access Memory)) などの揮発性メモリを含む。
- [0029] メモリ 1 2 0 は、活動量計 1 0 0 を制御するためのプログラムのデータ、活動量計 1 0 0 を制御するために用いられるデータ、活動量計 1 0 0 の各種機能を設定するための設定データ、および、歩数や活動量などの所定時間ごと（たとえば日ごと）の測定結果のデータなどを記憶する。また、メモリ 1 2 0 は、プログラムが実行されるときのワークメモリなどとして用いられる。
- [0030] 制御部 1 1 0 は、CPU (Central Processing Unit) を含み、メモリ 1 2 0 に記憶された活動量計 1 0 0 を制御するためのプログラムに従って、操作部 1 3 0 からの操作信号に応じて、加速度センサ 1 7 0 および気圧センサ 1 8 0 からの検出信号に基づいて、メモリ 1 2 0、および、表示部 1 4 0 を

制御する。

- [0031] 表示部 140 は、図 1 で説明したディスプレイ 141 を含み、制御部 110 からの制御信号に従った所定の情報を、ディスプレイ 141 に表示するよう制御する。
- [0032] 電源 190 は、取替可能な電池を含み、電池からの電力を活動量計 100 の制御部 110 などの動作するのに電力が必要な各部に供給する。
- [0033] 図 4 は、この実施の形態における活動量計 100 の機能の概略を示す機能ブロック図である。図 4 を参照して、活動量計 100 の制御部 110 は、歩行検出部 111 と、大気圧平滑化部 112 と、大気圧変化量評価部 113 と、行動評価部 114 と、識別行動補正部 115 と、運動強度評価部 116 と、運動量評価部 117 とを含む。
- [0034] なお、本実施の形態においては、制御部 110 に含まれるこれらの各部は、制御部 110 によって、図 5 から図 9 までで後述する処理を実行するためのソフトウェアが実行されることによって、制御部 110 に構成されることとする。
- [0035] しかし、これに限定されず、制御部 110 に含まれるこれらの各部は、ハードウェア回路として制御部 110 の内部に構成されるようにしてもよい。
- [0036] 歩行検出部 111 は、加速度センサ 170 からの 3 軸方向の加速度、つまり、X 軸加速度、Y 軸加速度、および、Z 軸加速度の値に基づいて、活動量計 100 を装着または所持するユーザの歩行を検出する。そして、歩行検出部 111 は、検出した歩行のタイミングを、大気圧平滑化部 112 および行動評価部 114 に出力する。
- [0037] 歩行検出部 111 は、歩行が検出されなかった場合、所定時間 T（たとえば、1）秒ごとに、その旨を、大気圧平滑化部 112 および行動評価部 114 に出力する。
- [0038] 大気圧平滑化部 112 は、気圧センサ 180 からの大気圧の値 P、および、歩行検出部 111 からの歩行のタイミングに基づいて、判別対象のタイミングの 2 歩前から 2 歩後までの 5 歩の範囲の大気圧の値の平均値を、平滑化

大気圧 P_{ma} として、判別対象のタイミングごとに算出する。ここで、判別対象のタイミングは、歩行のタイミングの 1 歩ごとである。

[0039] 大気圧平滑化部 112 は、歩行検出部 111 から歩行が検出されていない旨を受けた場合、判別対象のタイミングの $2T$ 秒前から $2T$ 秒後の $4T$ 秒の範囲の大気圧の値の平均値を、平滑化大気圧 P_{ma} として、 T 秒ごとの判別対象のタイミングごとに算出する。

[0040] なお、ここでは、5 歩 ($4T$ 秒) の範囲の大気圧の平均値を算出するようにしたが、これに限定されず、平均値を算出する範囲は、 M_{frame} (歩) (M_{frame} は自然数) の範囲であってもよい。

[0041] また、1 歩 (T 秒) ごとの平滑化大気圧を算出するようにしたが、これに限定されず、平滑化大気圧を算出するのは、 N_{frame} (歩) (N_{frame} は自然数) ごとであってもよい。

[0042] 図 5 は、この実施の形態における活動量計 100 の制御部 110 の大気圧平滑化部 112 および大気圧変化量評価部 113 で行なわれる処理の一例を示すグラフである。図 5 を参照して、4 つのグラフの横軸は、時間 t (s) を示す。1 段目のグラフの縦軸は、気圧センサ 180 から制御部 110 に入力される大気圧の値 P (hPa) の変化を示す。

[0043] 2 段目のグラフの縦軸は、平滑化大気圧 P_{ma} (hPa) の変化を示す。大気圧平滑化部 112 によって、1 段目のグラフにおける $M_{frame} = 5$ 歩の範囲の平均値が、2 段目のグラフのプロットで示される平滑化大気圧 P_{ma} として算出される。

[0044] 図 4 に戻って、大気圧変化量評価部 113 は、大気圧平滑化部 112 からの平滑化大気圧に基づいて、判別対象のタイミングの 1 歩前の平滑化大気圧から判別対象のタイミングの平滑化大気圧への変化量 P_{diff} (hPa) を算出する。

[0045] 大気圧変化量評価部 113 は、歩行が検出されていない場合、大気圧平滑化部 112 からの平滑化大気圧に基づいて、判別対象のタイミングの所定時間 T 秒前の平滑化大気圧から判別対象のタイミングの平滑化大気圧への変化

量 P_{diff} (hPa) を算出する。

- [0046] 図5に進んで、3段目のグラフの縦軸は、変化量 P_{diff} の変化を示す。3段目のグラフにおいて、閾値 $T_{h_{up}}$ 、 $T_{h_{down}}$ は、1歩ごとの、平地歩行または停止と、上昇または下降との、平滑化大気圧の変化量 P_{diff} の閾値である。本実施の形態においては、 $T_{h_{up}} = -0.01$ 、 $T_{h_{down}} = 0.01$ とする。
- [0047] 図4に戻って、大気圧変化量評価部113は、判別対象のタイミングの変化量 P_{diff} が、閾値 $T_{h_{up}}$ 未満である場合、気圧変化識別結果 Act_{diff} の値を1とする、つまり、判別対象のタイミングの動作状態が上昇である可能性が高い動作状態であるとする。
- [0048] また、大気圧変化量評価部113は、判別対象のタイミングの変化量 P_{diff} が、閾値 $T_{h_{up}}$ 以上、かつ、閾値 $T_{h_{down}}$ 以下である場合、気圧変化識別結果 Act_{diff} の値を0とする、つまり、判別対象のタイミングの動作状態が平地歩行または停止である可能性が高い動作状態であるとする。
- [0049] また、大気圧変化量評価部113は、判別対象のタイミングの変化量 P_{diff} が、閾値 $T_{h_{down}}$ より大きい場合、気圧変化識別結果 Act_{diff} の値を-1とする、つまり、判別対象のタイミングの動作状態が下降である可能性が高い動作状態であるとする。
- [0050] 図5に進んで、4段目のグラフの縦軸は、気圧変化識別結果 Act_{diff} の変化を示す。3段目のグラフにおいて、1～5, 7, 11, 13～15番目のプロットが、閾値 $T_{h_{up}}$ 以上、かつ、閾値 $T_{h_{down}}$ 以下の範囲であるので、4段目のグラフにおいて、これらのプロットに対応する気圧変化識別結果 Act_{diff} の値が0とされる。
- [0051] 3段目のグラフにおいて、6, 8～10番目のプロットが、閾値 $T_{h_{down}}$ より大きい範囲であるので、4段目のグラフにおいて、これらのプロットに対応する気圧変化識別結果 Act_{diff} の値が-1とされる。
- [0052] 3段目のグラフにおいて、12番目のプロットが、閾値 $T_{h_{up}}$ 未満の範囲であるので、4段目のグラフにおいて、このプロットに対応する気圧変化識別結果 Act_{diff} の値が1とされる。

- [0053] 図4に戻って、大気圧変化量評価部113は、気圧変化識別結果 A_{ct_diff} に基づいて、判別対象のタイミングの2歩前から2歩後までの5歩の範囲の平均値を、識別結果移動平均 A_{ct_ma} として、判別対象のタイミング、つまり、歩行のタイミングの1歩ごとに算出する。
- [0054] 大気圧変化量評価部113は、歩行が検出されていない場合、判別対象のタイミングの $2T$ 秒前から $2T$ 秒後までの $4T$ 秒の範囲の平均値を、識別結果移動平均 A_{ct_ma} として、 T 秒ごとの判別対象のタイミングごとに算出する。
- [0055] 図6は、この実施の形態における活動量計の制御部110の大気圧変化量評価部113で行なわれる処理の一例の続きを示すグラフである。図6を参照して、3つのグラフの横軸は、時間 t (s)を示す。1段目のグラフは、図5の4段目のグラフと同一である。
- [0056] 2段目のグラフの縦軸は、識別結果移動平均 A_{ct_ma} の変化を示す。大気圧変化量評価部113によって、1段目のグラフにおける5歩の範囲の平均値が、2段目のグラフのプロットで示される識別結果移動平均 A_{ct_ma} として算出される。
- [0057] 図4に戻って、大気圧変化量評価部113は、判別対象のタイミングの識別結果移動平均 A_{ct_ma} が、閾値0.5より大きい場合、昇降状態識別結果 A_{ct_adj} の値を1とする、つまり、判別対象のタイミングの補正前の昇降状態が上昇であるとする。なお、識別結果移動平均 A_{ct_ma} の閾値は、0.5に限定されず、他の値であってもよい。
- [0058] また、大気圧変化量評価部113は、判別対象のタイミングの識別結果移動平均 A_{ct_ma} が、閾値0.5以下、かつ、閾値-0.5以上である場合、昇降状態識別結果 A_{ct_adj} の値を0とする、つまり、判別対象のタイミングの補正前の昇降状態が非昇降であるとする。
- [0059] また、大気圧変化量評価部113は、判別対象のタイミングの識別結果移動平均 A_{ct_ma} が、閾値-0.5未満である場合、昇降状態識別結果 A_{ct_adj} の値を-1とする、つまり、判別対象のタイミングの補正前の昇降状態が下降であ

とする。

- [0060] 図6に進んで、3段目のグラフの縦軸は、昇降状態識別結果 $A \text{ c t}_{\text{adj}}$ の変化を示す。2段目のグラフにおいて、1～6, 11～13, 15番目のプロットが、閾値0.5以下、かつ、閾値-0.5以上の範囲であるので、3段目のグラフにおいて、これらのプロットに対応する昇降状態識別結果 $A \text{ c t}_{\text{adj}}$ の値が0とされる。
- [0061] 2段目のグラフにおいて、7～10番目のプロットが、閾値-0.5未満の範囲であるので、3段目のグラフにおいて、これらのプロットに対応する昇降状態識別結果 $A \text{ c t}_{\text{adj}}$ の値が-1とされる。
- [0062] 2段目のグラフにおいて、14番目のプロットが、閾値0.5より大きい範囲であるので、3段目のグラフにおいて、このプロットに対応する昇降状態識別結果 $A \text{ c t}_{\text{adj}}$ の値が1とされる。
- [0063] 図4に戻って、行動評価部114は、歩行検出部111からの歩行のタイミングまたは歩行が検出されていない旨、および、大気圧変化量評価部113からの昇降状態識別結果 $A \text{ c t}_{\text{adj}}$ に基づいて、動作状態（「行動種別」ともいう）を識別する。
- [0064] 図7は、この実施の形態における活動量計100の制御部110の行動評価部114による行動種別の識別の条件を示す図である。図7を参照して、判別対象のタイミングの動作状態について、大気圧変化量評価部113によって昇降状態が上昇であると識別された場合、歩行検出が有る場合は、動作状態が階段上昇であると識別される。
- [0065] また、歩行検出が無い場合、判別対象のタイミングの所定時間前からの大気圧の変化量 S が大きい、つまり、閾値 S_{th} 以上であれば、エレベータでの上昇、変化量 S が小さい、つまり、閾値 S_{th} 未満であれば、エスカレータでの上昇であると識別される。
- [0066] 判別対象のタイミングの動作状態について、大気圧変化量評価部113によって昇降状態が下降であると識別された場合、歩行検出が有る場合は、動作状態が階段下降であると識別される。

[0067] また、歩行検出が無い場合、判別対象のタイミングの所定時間前からの大気圧の変化量 S が大きい、つまり、閾値 S_{th} 以上であれば、エレベータでの下降、変化量 S が小さい、つまり、閾値 S_{th} 未満であれば、エスカレータでの下降であると識別される。

[0068] 判別対象のタイミングの動作状態について、大気圧変化量評価部 113 によって昇降状態が非昇降であると識別された場合、歩行検出が有る場合は、動作状態が平地歩行であると識別される。また、歩行検出が無い場合、停止であると識別される。

[0069] [表1]

		歩行状態	
		0	1
昇降状態	2	エレベータでの上昇	
	1	エスカレータでの上昇	階段上昇
	0	停止	平地歩行
	-1	エスカレータでの下降	階段下降
	-2	エレベータでの下降	

[0070] 表 1 を参照して、歩行検出が有る場合、歩行状態が1とされる。歩行状態が1の場合において、階段上昇であると識別された場合、昇降状態が1とされ、階段下降であると識別された場合、昇降状態が-1とされ、平地歩行であると識別された場合、昇降状態が0とされる。

[0071] また、歩行検出が無い場合、歩行状態が0とされる。歩行状態が0の場合において、エレベータでの上昇であると識別された場合、昇降状態が2とされ、エスカレータでの上昇であると識別された場合、昇降状態が1とされ、停止であると識別された場合、昇降状態が0とされ、エスカレータでの下降と識別された場合、昇降状態が-1とされ、エレベータでの下降であると識別された場合、昇降状態が-2とされる。

- [0072] 図4に戻って、識別行動補正部115は、行動評価部114からの各判別対象タイミングの行動種別（動作状態）に基づいて、行動種別を補正する。
- [0073] 図8は、この実施の形態における活動量計100の制御部110の識別行動補正部115による補正の基礎的な考え方を説明するための第1の図である。図9は、この実施の形態における活動量計100の制御部110の識別行動補正部115による補正の基礎的な考え方を説明するための第2の図である。
- [0074] 図8および図9を参照して、動作状態が「平地歩行」である場合は、次の動作状態として、同じ動作状態（「平地歩行」）、「静止（停止、エレベータ昇降、エスカレータ昇降）」、「階段上昇」、または、「階段下降」に遷移し得る。
- [0075] 動作状態が「階段上昇」である場合は、次の動作状態として、同じ動作状態（「階段上昇」）、「静止（停止）」、「平地歩行」、または、「階段下降」に遷移し得る。
- [0076] 動作状態が「階段下降」である場合は、次の動作状態として、同じ動作状態（「階段下降」）、「静止（停止）」、「平地歩行」、または、「階段上昇」に遷移し得る。
- [0077] 動作状態が「静止（停止）」である場合は、次の動作状態として、同じ動作状態（「静止（停止、エレベータ上昇、エレベータ下降）」）、「平地歩行」、「階段上昇」、または、「階段下降」に遷移し得る。
- [0078] 動作状態が「静止（エレベータ上昇）」である場合は、次の動作状態として、同じ動作状態（「静止（停止、エレベータ上昇）」）、「または」、「平地歩行」に遷移し得る。
- [0079] 動作状態が「静止（エレベータ下降）」である場合は、次の動作状態として、同じ動作状態（「静止（停止、エレベータ下降）」）、「または」、「平地歩行」に遷移し得る。
- [0080] 動作状態が「静止（エスカレータ上昇）」である場合は、次の動作状態として、同じ動作状態（「静止（エスカレータ上昇）」）、「または」、「平地歩

行」に遷移し得る。

[0081] 動作状態が「静止（エスカレータ下降）」である場合は、次の動作状態として、同じ動作状態（「静止（エスカレータ下降）」）、または、「平地歩行」に遷移し得る。

[0082] 本実施の形態においては、ある所定数の単位歩行の範囲において、最初および最後の単位歩行の動作状態が同一であり、かつ、最初および最後の単位歩行の動作状態と異なる動作状態の単位歩行がその範囲に含まれる単位歩行の半数未満含まれる場合の動作状態の遷移を異常遷移であるとする。

[0083] この異常遷移を、ある所定数の単位歩行の範囲において、最初および最後の単位歩行の動作状態が同一であり、かつ、その範囲に含まれる単位歩行の動作状態が同一である遷移である非異常遷移に補正するといったルールを定める。

[0084] 具体的には、単位歩行を１歩とし、所定数を５歩とすると、次のとおりである。５歩の範囲において、１歩目および５歩目の動作状態（平地歩行、階段上昇、または、階段下降）が同一であり、かつ、１歩目および５歩目の動作状態と異なる動作状態が２．５歩未満（１歩以上）含まれる場合の動作状態の遷移を異常遷移であるとする。

[0085] この異常遷移を、５歩の範囲において、１歩目および５歩目の動作状態が同一であり、かつ、その範囲に含まれる動作状態が同一である遷移である非異常遷移に補正するといったルールを定める。

[0086] 図１０Ａは、それぞれ、この実施の形態における活動量計１００の制御部１１０の識別行動補正部１１５によって動作状態を補正する場合の例を示す第１の図である。図１０Ｂは、この実施の形態における活動量計１００の制御部１１０の識別行動補正部１１５によって動作状態を補正する場合の例を示す第２の図である。図１０Ａを参照して、この動作状態の遷移は、１歩目および５歩目の動作状態が同一であり、かつ、１歩目および５歩目の動作状態と異なる動作状態が１歩（３歩目）であり、２．５歩未満（１歩以上）含まれるため、異常遷移である。

- [0087] このため、この異常遷移を、1歩目および5歩目の動作状態が同一であり、かつ、その範囲に含まれる動作状態が同一である非異常遷移に補正する。つまり、3歩目の動作状態を1, 2, 4, 5歩目と同一の動作状態に補正する。
- [0088] また、図10Bを参照して、この動作状態の遷移は、1歩目および5歩目の動作状態が同一であり、かつ、1歩目および5歩目の動作状態と異なる動作状態が2歩（2歩目と3歩目）であり、2.5歩未満（1歩以上）含まれるため、異常遷移である。
- [0089] このため、この異常遷移を、1歩目および5歩目の動作状態が同一であり、かつ、その範囲に含まれる動作状態が同一である非異常遷移に補正する。つまり、2歩目および3歩目の動作状態を1, 4, 5歩目と同一の動作状態に補正する。
- [0090] 図11Aは、この実施の形態における活動量計100の制御部110の識別行動補正部115によって動作状態を補正しない場合の例を示す第1の図である。図11Bは、この実施の形態における活動量計100の制御部110の識別行動補正部115によって動作状態を補正しない場合の例を示す第2の図である。図11Aを参照して、この動作状態の遷移は、1歩目および5歩目の動作状態が同一でないので、異常遷移ではない。このため、補正はしない。
- [0091] また、図11Bを参照して、この動作状態の遷移は、1歩目および5歩目の動作状態が同一であるが、1歩目および5歩目の動作状態と異なる動作状態が3歩（2～4歩目）であり、2.5歩以上含まれるので、異常遷移とはしない。このため、補正はしない。
- [0092] 図12は、この実施の形態における活動量計100の制御部110の識別行動補正部115で行なわれる処理の一例を示すグラフである。図12を参照して、2つのグラフの横軸は、時間 t （s）を示す。1段目のグラフは、図6の3段目のグラフと同一である。
- [0093] 2段目のグラフの縦軸は、動作状態識別補正結果 Act の変化を示す。1

段目のグラフにおいて、１～５番目および２～６番目のプロットについては、１歩目および５歩目の動作状態が同一であるが、１歩目および５歩目の動作状態と異なる動作状態が含まれないため、異常遷移ではない。このため、補正はしない。したがって、昇降状態識別結果 $A_{ct\ adj}$ の値が、そのまま、動作状態識別補正結果 A_{ct} の値とされる。

[0094] １段目のグラフにおいて、３～７番目、４～８番目、５～９番目、６～１０番目、７～１１番目、８～１２番目、９～１３番目および１０～１４番目のプロットについては、１歩目および５歩目の動作状態が異なるので、異常遷移とはしない。このため、補正はしない。したがって、昇降状態識別結果 $A_{ct\ adj}$ の値が、そのまま、動作状態識別補正結果 A_{ct} の値とされる。

[0095] １段目のグラフにおいて、１１～１５番目のプロットについては、１歩目のおよび５歩目の動作状態が同一であり、かつ、１歩目および５歩目の動作状態と異なる動作状態が１歩（４歩目）であり、２．５歩未満（１歩以上）含まれるため、異常遷移である。

[0096] このため、この異常遷移を、１歩目および５歩目の動作状態が同一であり、かつ、その範囲に含まれる動作状態が同一である非異常遷移に補正する。つまり、４歩目（１４番目のプロット）の動作状態を１～３、５歩目（１１～１３、１５番目のプロット）と同一の動作状態である「０」、つまり、「平地歩行」に補正する。したがって、昇降状態識別結果 $A_{ct\ adj}$ の値が、補正されて、動作状態識別補正結果 A_{ct} の値とされる。

[0097] 運動強度評価部１１６は、識別行動補正部１１５によって特定された各判別対象のタイミングの動作状態に応じた運動強度を特定する。具体的には、たとえば、参考文献（運動所要量・運動指針の策定検討会、「健康づくりのための運動指針２００６」、平成１８年７月）の記載に基づいて、階段上昇、平地歩行、および、階段下降のそれぞれの運動強度が、８．０メッツ、３．０メッツ、および、３．０メッツであることとする。また、停止（立位）、および、自動機による昇降は、１．２メッツであることとする。

[0098] 運動量評価部１１７は、運動強度評価部１１６で特定したそれぞれの動作

状態の運動強度を E_s （メッツ）、それぞれの動作状態の継続時間 E_T （時間）とした場合に、運動量 E_v （エクササイズ（ E_x ）） $= \sum (E_s \times E_T)$ の式に基づいて、所定周期（たとえば、1分）ごとの運動量 E_v を算出する。算出された運動量 E_v はメモリ120に記憶される。また、運動量 E_v はメモリ120から読出されて表示部140に表示される。

- [0099] 図13から図17は、それぞれ、この実施の形態における活動量計100の制御部110によって実行される行動識別処理の流れを示す第1から第5のフローチャートである。図13を参照して、まず、ステップS101で、活動量計100の制御部110は、変数 i 、 n 、 k 、 j の初期値をそれぞれ、0、0、 K 、 J に設定する。
- [0100] ここで、変数 i は、歩数を示す。変数 n は、後述する気圧記録データ $P_1(n)$ の番号を示す。変数 k は、気圧変化識別結果の一時格納変数 $D_{diff}(k)$ の番号を示す。定数 K は、 $D_{diff}(k)$ のメモリサイズを示す。変数 j は、昇降状態識別結果の一時格納変数 $D_{adj}(j)$ の番号を示す。定数 J は、 $D_{adj}(j)$ のメモリサイズを示す。
- [0101] 次に、ステップS102で、制御部110は、歩行検出処理を実行する。歩行検出処理においては、次のような処理が行なわれる。制御部110は、加速度センサ170からの加速度の値に基づいて、活動量計100を装着または所持するユーザの歩行を検出する。歩行が検出されない場合、歩行の検出を繰返す。歩行が1歩検出された場合、歩行検出処理を終了する。
- [0102] ステップS111では、制御部110は、変数 i の値を1加算する。次に、ステップS112で、制御部110は、気圧センサ180から気圧データを変数 $P(m)$ に読込む。なお、気圧データ $P(m)$ は、気圧データが読込まれるたびに、順次、変数 m の値が1加算されて、気圧データ $P(m)$ のメモリサイズに達した場合は、 $m=0$ から気圧データが読込まれる。
- [0103] ステップS113で、制御部110は、気圧記録データ $P_1(n)$ に気圧データ $P(m)$ の値を代入する。ステップS114で、制御部110は、歩行フラグ取得時番号 N_i に変数 n の値を代入する。

- [0104] ステップS 1 1 5で、制御部 1 1 0は、変数 n の値が定数 N 以下 ($n \leq N$) であるか否かを判断する。定数 N は、気圧記録データ $P I (n)$ のメモリサイズを示す。 $n \leq N$ (ステップS 1 1 5でYES) であれば、ステップS 1 1 6で、制御部 1 1 0は、変数 n の値を1加算する。 $n > N$ (ステップS 1 1 5でNO) であれば、ステップS 1 1 7で、制御部 1 1 0は、変数 n の値を0にリセットする。
- [0105] これにより、気圧記録データ $P I (n)$ は、気圧データ $P (m)$ の値が代入されるたびに、順次、変数 n の値が1加算されて、気圧記録データ $P I (n)$ のメモリサイズに達した場合は、 $n=0$ から気圧データ $P (m)$ の値が代入される。
- [0106] ステップS 1 1 6およびステップS 1 1 7の後、ステップS 1 1 8で、制御部 1 1 0は、変数 i の値が6以上 ($i \geq 6$) であるか否かを判断する。 $i < 6$ (ステップS 1 1 8でNO) であれば、制御部 1 1 0は、実行する処理をステップS 1 0 2の処理に戻す。一方、 $i \geq 6$ (ステップS 1 1 8でYES) であれば、ステップS 1 1 9で、制御部 1 1 0は、平滑化大気圧 $P_{ma}(i) = \text{mean}(P I (N_{i-5}) : P I (N_{i-1}))$ を算出する。
- [0107] なお、前述の図4においては、判別対象のタイミングの2歩前から2歩後までの5歩の範囲の大気圧の値の平均値を、平滑化大気圧 P_{ma} とした。しかし、本フローチャートで示される行動識別処理においては、或るタイミングの歩行に対する補正した動作状態が得られるタイミングが次の歩行のタイミングよりも前となるような実時間処理とするため、判別対象のタイミングの5歩前から1歩前までの5歩の範囲の大気圧の値の平均値を、平滑化大気圧 $P_{ma}(i)$ とする。
- [0108] 図14を参照して、ステップS 1 1 8の後、ステップS 1 2 1で、制御部 1 1 0は、変数 i の値が7以上 ($i \geq 7$) であるか否かを判断する。 $i < 7$ (ステップS 1 2 1でNO) であれば、ステップS 1 2 6で、制御部 1 1 0は、平滑化大気圧 $P_{ma}(i)$ の値を平滑化大気圧の一時格納変数 D_{ma1} に格納して、実行する処理を図13のステップS 1 0 2の処理に戻す。

- [0109] 一方、 $i \geq 7$ （ステップS 1 2 1でYES）であれば、ステップS 1 2 2で、制御部 1 1 0は、平滑化大気圧 $P_{ma}(i)$ の値を平滑化大気圧の一時格納変数 D_{ma2} に格納する。そして、ステップS 1 2 3で、制御部 1 1 0は、判別対象のタイミングの1歩前の平滑化大気圧から判別対象のタイミングの平滑化大気圧への変化量 $P_{diff}(i) = D_{ma2} - D_{ma1}$ を算出する。
- [0110] 次に、ステップS 1 2 4で、制御部 1 1 0は、平滑化大気圧の一時格納変数 D_{ma2} の値を平滑化大気圧の一時格納変数 D_{ma1} に移行する。
- [0111] 次に、ステップS 1 2 5で、制御部 1 1 0は、判別対象のタイミングの変化量 $P_{diff}(i)$ の値に応じて、気圧変化識別結果 $Act_{diff}(i)$ の値を定める。具体的には、 $P_{diff}(i) < Th_{up}$ である場合、 $Act_{diff}(i)$ の値を1とする。 $Th_{up} \leq P_{diff}(i) \leq Th_{down}$ である場合、 $Act_{diff}(i)$ の値を0とする。 $P_{diff}(i) > Th_{down}$ である場合、 $Act_{diff}(i)$ の値を-1とする。
- [0112] 図 1 5を参照して、ステップS 1 2 5の後、ステップS 1 3 1で、制御部 1 1 0は、変数 k が定数 K より小さい ($k < K$) か否かを判断する。 $k < K$ （ステップS 1 3 1でYES）であれば、ステップS 1 3 2で、制御部 1 1 0は、変数 k の値を1加算する。 $k \geq K$ （ステップS 1 3 1でNO）であれば、ステップS 1 3 3で、制御部 1 1 0は、変数 k の値を0にリセットする。
- [0113] ステップS 1 3 2およびステップS 1 3 3の後、ステップS 1 3 4で、気圧変化識別結果 $Act_{diff}(i)$ の値を、気圧変化識別結果の一時格納変数 $D_{diff}(k)$ に格納する。
- [0114] これにより、気圧変化識別結果の一時格納変数 $D_{diff}(k)$ は、気圧変化識別結果 $Act_{diff}(i)$ の値が代入されるたびに、順次、変数 k の値が1加算されて、気圧変化識別結果の一時格納変数 $D_{diff}(k)$ のメモリサイズに達した場合は、 $k=0$ から気圧変化識別結果 $Act_{diff}(i)$ の値が代入される。
- [0115] 次に、ステップS 1 4 1で、制御部 1 1 0は、変数 i の値が11より小さい ($i < 11$) か否かを判断する。 $i \leq 11$ （ステップS 1 4 1でNO）であれば、ステップS 1 4 2で、制御部 1 1 0は、 i が11 ($i == 11$) であるか否かを判断する。変数 i の値が11でなければ（ステップS 1 4 2でNOであれば）、制御部 1

10は、実行する処理を図13のステップS102に戻す。

- [0116] 一方、変数 i の値が11であれば（ステップS142でYESであれば）、ステップS143で、制御部110は、気圧変化識別結果の一時格納変数 D_{diff} ($k-4$)の値を、昇降状態識別結果 $A_{ct_{adj}}$ ($i-2$)に代入する。また、気圧変化識別結果の一時格納変数 D_{diff} ($k-3$)の値を、昇降状態識別結果 $A_{ct_{adj}}$ ($i-1$)に代入する。
- [0117] ステップS143の後、および、 $i > 11$ （ステップS141でYES）である場合、ステップS144で、識別結果移動平均 $A_{ct_{ma}}(i) = \text{mean}(D_{diff}(k-4) : D_{diff}(k))$ を算出する。
- [0118] なお、前述の図4においては、判別対象のタイミングの2歩前から2歩後までの5歩の範囲の平均値を、識別結果移動平均 $A_{ct_{ma}}$ とした。しかし、本フローチャートで示される行動識別処理においては、或るタイミングの歩行に対する補正した動作状態が得られるタイミングが次の歩行のタイミングよりも前となるような実時間処理とするため、判別対象のタイミングの4歩前から当該タイミングまでの5歩の範囲の気圧変化識別結果の値の平均値を、識別結果移動平均 $A_{ct_{ma}}(i)$ とする。
- [0119] 次いで、ステップS145で、制御部110は、判別対象のタイミングの識別結果移動平均 $A_{ct_{ma}}(i)$ の値に応じて、昇降状態識別結果 $A_{ct_{adj}}(i)$ の値を定める。具体的には、 $A_{ct_{ma}}(i) > 0.5$ である場合、 $A_{ct_{adj}}(i)$ の値を1とする。 $0.5 \geq A_{ct_{ma}}(i) \geq -0.5$ である場合、 $A_{ct_{adj}}(i)$ の値を0とする。 $A_{ct_{ma}}(i) < -0.5$ である場合、 $A_{ct_{adj}}(i)$ の値を-1とする。
- [0120] 図16を参照して、ステップS145の後、ステップS151で、制御部110は、変数 j の値が定数 J より小さい($j < J$)か否かを判断する。 $j < J$ （ステップS151でYES）であれば、ステップS152で、制御部110は、変数 j の値を1加算する。 $j \geq J$ （ステップS151でNO）であれば、ステップS153で、制御部110は、変数 j の値を0にリセットする。
- [0121] ステップS152、および、ステップS153の後、ステップS154で、制御部110は、変数 i の値が12以上($i \geq 12$)であるか否かを判断する。 i

＜12（ステップS 1 5 4でNO）であれば、ステップS 1 5 6で、制御部 1 1 0は、昇降状態識別結果 $A_{ct_adj}(i-2) \sim A_{ct_adj}(i)$ の値を、それぞれ、昇降状態識別結果の一時格納変数 $D_{adj}(0) \sim D_{adj}(3)$ に代入する。

[0122] 一方、 $i \geq 12$ （ステップS 1 5 4でYES）であれば、ステップS 1 5 5で、制御部 1 1 0は、昇降状態識別結果 $A_{ct_adj}(i)$ の値を、昇降状態識別結果の一時格納変数 $D_{adj}(j)$ に代入する。

[0123] これにより、昇降状態識別結果の一時格納変数 $D_{adj}(j)$ は、昇降状態識別結果 $A_{ct_adj}(i)$ の値が代入されるたびに、順次、変数 j の値が1加算されて、昇降状態識別結果の一時格納変数 $D_{adj}(j)$ のメモリサイズに達した場合は、 $j=0$ から昇降状態識別結果 $A_{ct_adj}(i)$ の値が代入される。

[0124] ステップS 1 5 5、および、ステップS 1 5 6の後、ステップS 1 5 7で、制御部 1 1 0は、変数 i の値が13以上（ $i \geq 13$ ）であるか否かを判断する。 $i < 13$ （ステップS 1 5 7でNO）であれば、制御部 1 1 0は、実行する処理を図 1 3のステップS 1 0 2の処理に戻す。一方、 $i \geq 13$ （ステップS 1 5 7でYES）であれば、制御部 1 1 0は、実行する処理を、図 1 7のステップS 1 6 1の処理に進める。

[0125] 図 1 7を参照して、ステップS 1 6 1では、制御部 1 1 0は、 $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-4)$ の値に等しい（ $D_{adj}(j) = D_{adj}(j-4)$ ）か否かを判断する。等しくない（ステップS 1 6 1でNO）と判断した場合、制御部 1 1 0は、実行する処理をステップS 1 7 1の処理に進める。

[0126] 一方、 $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-4)$ の値に等しい（ステップS 1 6 1でYES）と判断した場合、ステップS 1 6 2で、制御部 1 1 0は、 $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-1)$ の値に等しい（ $D_{adj}(j) = D_{adj}(j-1)$ ）か否かを判断する。

[0127] $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-1)$ の値に等しい（ステップS 1 6 2でYES）と判断した場合、ステップS 1 6 3で、制御部 1 1 0は、 $D_{adj}(j-3)$ および $D_{adj}(j-2)$ の値を、それぞれ、 $D_{adj}(j)$ の値と等しくする。その後、制御部 1 1 0は、実行する処理をステップS 1 7 1の処理に進める。

- [0128] $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-1)$ の値に等しくない（ステップ S 1 6 2 で NO）と判断した場合、ステップ S 1 6 4 で、制御部 1 1 0 は、制御部 1 1 0 は、 $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-2)$ の値に等しい（ $D_{adj}(j) == D_{adj}(j-2)$ ）か否かを判断する。
- [0129] $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-2)$ の値に等しい（ステップ S 1 6 4 で YES）と判断した場合、ステップ S 1 6 5 で、制御部 1 1 0 は、 $D_{adj}(j-3)$ および $D_{adj}(j-1)$ の値を、それぞれ、 $D_{adj}(j)$ の値と等しくする。その後、制御部 1 1 0 は、実行する処理をステップ S 1 7 1 の処理に進める。
- [0130] $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-2)$ の値に等しくない（ステップ S 1 6 4 で NO）と判断した場合、ステップ S 1 6 6 で、制御部 1 1 0 は、制御部 1 1 0 は、 $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-3)$ の値に等しい（ $D_{adj}(j) == D_{adj}(j-3)$ ）か否かを判断する。
- [0131] $D_{adj}(j)$ の値が、 $D_{adj}(j-3)$ の値に等しい（ステップ S 1 6 6 で YES）と判断した場合、ステップ S 1 6 7 で、制御部 1 1 0 は、 $D_{adj}(j-2)$ および $D_{adj}(j-1)$ の値を、それぞれ、 $D_{adj}(j)$ の値と等しくする。その後、制御部 1 1 0 は、実行する処理をステップ S 1 7 1 の処理に進める。
- [0132] ステップ S 1 7 1 では、制御部 1 1 0 は、変数 i の値が 13 である（ $i == 13$ ）か否かを判断する。 $i == 13$ （ステップ S 1 7 1 で YES）であれば、ステップ S 1 7 2 で、制御部 1 1 0 は、昇降状態識別結果の一時格納変数 $D_{adj}(0)$ の値を、動作状態識別補正結果 $Act(1) \sim Act(4)$ に代入する。
- [0133] $i == 13$ でない（ステップ S 1 7 1 で NO）と判断した場合、および、ステップ S 1 7 2 の後、ステップ S 1 7 3 で、制御部 1 1 0 は、昇降状態識別結果の一時格納変数 $D_{adj}(j-4)$ の値を、動作状態識別補正結果 $Act(i-8)$ に代入する。その後、制御部 1 1 0 は、実行する処理をこの行動識別処理の呼出元の処理に戻す。

[0134] [閾値 $T_{h_{up}}$, $T_{h_{down}}$ の決定方法]

次に、前述した閾値 $T_{h_{up}}$, $T_{h_{down}}$ の決定方法について説明する。まず、前述の活動量計 1 0 0 の気圧センサ 1 8 0 を装着した男女複数名について、平

地歩行、階段上昇、階段下降を、様々な歩調で行なった場合の、大気圧の値の変化のデータを測定して記録する。また、それぞれの歩行のタイミングにおける動作状態（平地歩行、階段上昇または階段下降）も併せて観測して記録する。この記録された値に基づいて、様々な歩調の場合の1歩ごとの平滑化大気圧の変化量 P_{diff} を計算する。

[0135] 動作状態を判別するための閾値を決定および検証するために、閾値を変化させながら動作状態の識別率の変化のデータを取得する。閾値ごとの階段上昇の識別率は、階段上昇の識別率（％）＝（その閾値によって階段上昇と識別される平滑化大気圧の変化量 P_{diff} のデータの数）／（実際に階段上昇であった平滑化大気圧の変化量 P_{diff} のデータの数）の式で算出される。なお、その閾値によって階段上昇と識別される平滑化大気圧の変化量 P_{diff} のデータとは、閾値の値を Th_n とすると、 $P_{diff} > Th_n$ を満たすデータである。階段上昇の識別率は、閾値 Th_n を-0.1から増加させていくと、単調増加し、0を少し超えた辺りで、100%に達する。

[0136] 閾値ごとの平地歩行の識別率は、平地歩行の識別率（％）＝（その閾値によって平地歩行と識別される平滑化大気圧の変化量 P_{diff} のデータの数）／（実際に階段上昇であった平滑化大気圧の変化量 P_{diff} のデータの数）の式で算出される。なお、その閾値によって平地歩行と識別される平滑化大気圧の変化量 P_{diff} のデータとは、閾値の値を Th_n とすると、 $-|Th_n| \leq P_{diff} \leq |Th_n|$ を満たすデータである。平地歩行の識別率は、閾値 $|Th_n|$ を0.01から増加させていくと、単調増加し、0.1になったときには、100%近くに達する。

[0137] ある閾値における階段上昇の識別率と平地歩行の識別率とから、それぞれの識別率が最適となる閾値 Th_{up} を決定することができる。この範囲（ $Th_{up} > 0$ ）においては、階段上昇の識別率は、閾値 Th_{up} が大きくなるほど、大きくなるが、逆に平地歩行の識別率は、低くなる。このため、単純にそれぞれの識別率のグラフを記載し、単純にその交点から閾値 Th_{up} を決定しても良い。 Th_{down} も同様に決定できる。

[0138] 図 18 は、動作状態を判別するための閾値を決定および検証するときの決定された閾値を用いたときの動作状態の識別率を示すグラフである。図 18 を参照して、気圧のみを用いて補正を行わない場合に比べて、補正を行なって求めた動作状態の識別率が飛躍的に向上し、すべての場合において、90%以上の識別率となった。

[0139] [まとめ]

(1) 以上説明したように、本実施の形態における活動量計 100 は、本体部 191 と、制御部 110 と、メモリ 120 と、本体部 191 の変位を示す値を検出する加速度センサ 170 および気圧センサ 180 とを備える。活動量計 100 によれば、加速度センサ 170 および気圧センサ 180 によって検出された或る判別対象タイミングにおける値に基づいて本体部 191 を装着または所持するユーザの動作状態を判別する判別過程において、検出された判別対象タイミングの前後のタイミングの値が用いられて、図 10 および図 11 で説明した予め定められたルールに基づいた補正が判別過程のデータに施されて、動作状態が判別され、判別された動作状態がメモリ 120 に記憶される。これにより、ユーザの動作状態の誤判別を減少させることができる。

[0140] (2) さらにまた、予め定められたルールは、図 10 および図 11 で説明したように、判別対象タイミングとその前後のタイミングとの間の動作状態の遷移において、起こり得る遷移とは異なる異常遷移を、非異常遷移に補正するルールである。これにより、異常な動作状態の遷移を異常でない動作状態の遷移に補正することができる。

[0141] (3) さらにまた、判別対象タイミングの前後それぞれ 2 歩の範囲において、その範囲の 1 歩ごとの動作状態について、異常遷移は、1 歩目および 5 歩目の動作状態が同一であり、かつ、1 歩目および 5 歩目の動作状態と異なる動作状態が 2. 5 歩未満含まれる場合の遷移であり、非異常遷移は、1 歩目および 5 歩目の動作状態が同一であり、かつ、その範囲の動作状態が同一である遷移である。

[0142] (4) また、動作状態は、歩行が有るか無いかの歩行状態、および、上昇、下降または非昇降の昇降状態の組合せである。

[0143] (5) また、加速度センサ 170 によって、3 軸方向の加速度の値がそれぞれ検出され、判別過程において、加速度センサ 170 によって検出された加速度の値に基づいてユーザの動作状態のうち歩行状態が判別される。

[0144] (6) また、気圧センサ 180 によって、絶対圧の値が検出され、判別過程において、気圧センサ 180 によって検出された絶対圧の値に基づいてユーザの動作状態のうち昇降状態が判別される。

[0145] (7) また、判別対象タイミングおよびその前後のタイミングは、単位歩行である 1 歩ごとのタイミングである。これにより、1 歩ごとの歩行について、動作状態を補正することができる。

[0146] (8) 判別対象タイミングおよびその前後のタイミングは、歩行が検出されない場合は、所定時間 T (たとえば、1) 秒ごとのタイミングである。これによって、歩行が検出されない場合であっても、動作状態を補正することができる。

[0147] (9) また、メモリ 120 に記憶された動作状態に基づいて運動強度 E_s (メッツ) が特定され、メモリ 120 に記憶された動作状態それぞれの継続時間 E_T (時間)、および、特定された運動強度 E_s が用いられて運動量 E_V (エクササイズ (E_x))) = $\sum (E_s \times E_T)$ が算出される。

[0148] 次に、上述した実施の形態の変形例について説明する。

(1) 前述した実施の形態においては、図 10 および図 11 で説明したルールで動作状態を補正するようにした。しかし、これに限定されず、次のようにしてもよい。

[0149] 図 8 および図 9 で説明したように、ある動作状態から絶対に遷移しない動作状態がある。たとえば、エスカレータ上昇またはエスカレータ下降からは、停止、階段昇降、および、エレベータ昇降の動作状態には遷移しない。

[0150] このため、エスカレータ上昇の動作状態と判別されたタイミングから数歩または所定時間 T 秒の数倍の時間、停止、階段昇降、または、エレベータ昇

降の動作状態と判別されるタイミングを経て、再び、エスカレータ上昇の動作状態と判別されるような場合、その間の動作状態をエスカレータ上昇の動作状態に補正するようにしてもよい。

[0151] つまり、ある範囲に含まれるタイミングの最初および最後の動作状態が同一で、その間のタイミングの動作状態として、最初および最後の動作状態からは遷移しない動作状態が含まれる場合、最初および最後の動作状態に補正するといったルールで動作状態を補正するようにしてもよい。

[0152] (2) 前述した実施の形態において、識別行動補正部 115 によって特定された各判別対象のタイミングの動作状態を、表示部 140 に表示させるようにしてもよい。

[0153] (3) 前述した実施の形態においては、活動量計 100 の装置の発明として説明した。しかし、これに限定されず、活動量計 100 を制御するための制御方法の発明として捉えることができる。

[0154] (4) 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0155] 100 活動量計、110 制御部、111 歩行検出部、112 大気圧平滑化部、113 大気圧変化量評価部、114 行動評価部、115 識別行動補正部、116 運動強度評価部、117 運動量評価部、120 メモリ、130 操作部、131 表示切換／決定スイッチ、132 左操作／メモリスイッチ、133 右操作スイッチ、140 表示部、141 ディスプレイ、170 加速度センサ、180 気圧センサ、190 電源、191 本体部、192 クリップ部。

請求の範囲

- [請求項1] 本体部（１９１）と、制御部（１１０）と、記憶部（１２０）と、検出部（１７０，１８０）とを備える運動検出装置（１００）であって、
- 前記制御部は、
- 前記検出部によって検出されたデータから、体動を判別する第１の判別手段（１１１）と、
- 前記検出部によって検出されたデータから、前記体動ごとの移動状態を判別する第２の判別手段（１１２，１１３）とを含み、
- 前記第２の判別手段は、予め定められたルールに基づいて、前記移動状態の補正を行なう補正手段（１１４，１１５）を含み、
- 前記制御部は、さらに、
- 前記第１の判別手段および前記第２の判別手段それぞれの判別結果から、ユーザの運動状態を算出する算出手段（１１４，１１５）と、
- 前記算出手段によって算出された前記運動状態を前記記憶部に記憶させる記憶手段（１１５）とを含む、運動検出装置。
- [請求項2] 前記予め定められたルールは、前記判別対象の前記体動とその前後の前記体動との間の前記運動状態の遷移において、起こり得るものとは異なる異常遷移を、非異常遷移に補正するルールである、請求項１に記載の体動検出装置。
- [請求項3] 前記判別対象の体動の前後それぞれ所定数の体動の範囲において、前記算出手段によって算出された前記範囲の前記体動ごとの前記運動状態について、
- 前記異常遷移は、最初および最後の前記体動の前記運動状態が同一であり、かつ、最初および最後の前記体動の前記運動状態と異なる前記運動状態の前記体動が前記範囲に含まれる前記体動の半数未満含まれる場合の前記遷移であり、

前記非異常遷移は、最初および最後の前記体動の前記運動状態が同一であり、かつ、前記範囲に含まれる前記体動の前記運動状態が同一である前記遷移である、請求項 2 に記載の運動検出装置。

[請求項 4] 前記運動状態は、歩行状態および昇降状態の組合せである、請求項 1 に記載の運動検出装置。

[請求項 5] 前記検出部は、少なくとも 1 軸方向の加速度の値を検出し、
前記算出手段は、前記検出部によって検出された前記加速度の値に基づいて前記ユーザの前記運動状態のうち歩行状態を算出する、請求項 1 に記載の運動検出装置。

[請求項 6] 前記検出部は、絶対圧の値を検出し、
前記算出手段は、前記検出部によって検出された前記絶対圧の値に基づいて前記ユーザの前記運動状態のうち昇降状態を判別する、請求項 1 に記載の運動検出装置。

[請求項 7] 前記制御部は、さらに、
前記記憶部に記憶された前記運動状態に基づいて運動強度を特定する運動強度特定手段（116）と、
前記記憶部に記憶された前記運動状態それぞれの継続時間および前記運動強度特定手段によって特定された前記運動強度を用いて運動量を算出する運動量算出手段（117）とを含む、請求項 1 に記載の運動検出装置。

[請求項 8] 本体部（191）と、制御部（110）と、記憶部（120）と、検出部（170，180）とを備える運動検出装置（100）の制御方法であって、

前記制御部が、

前記検出部によって検出されたデータから、体動を判別するステップ（111）と、

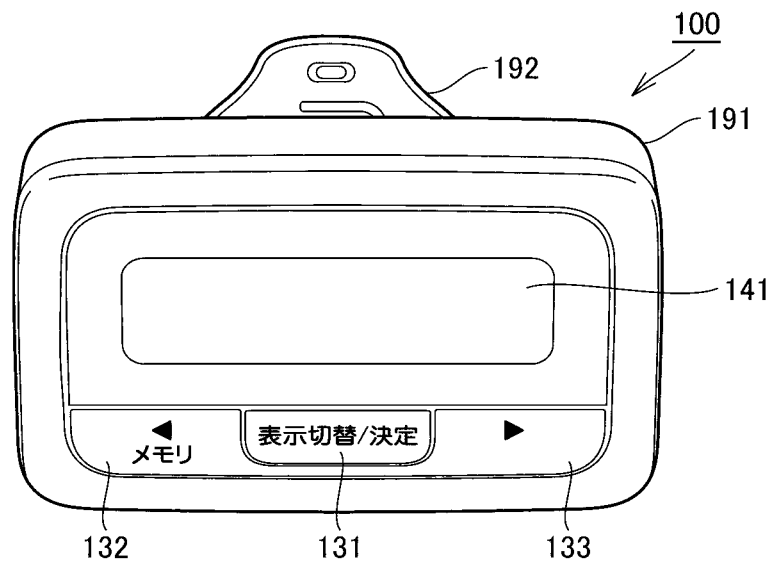
前記検出部によって検出されたデータから、前記体動ごとの移動状態を判別するステップ（112，113）と、

予め定められたルールに基づいて、前記移動状態の補正を行なうステップ（１１４，１１５）と、

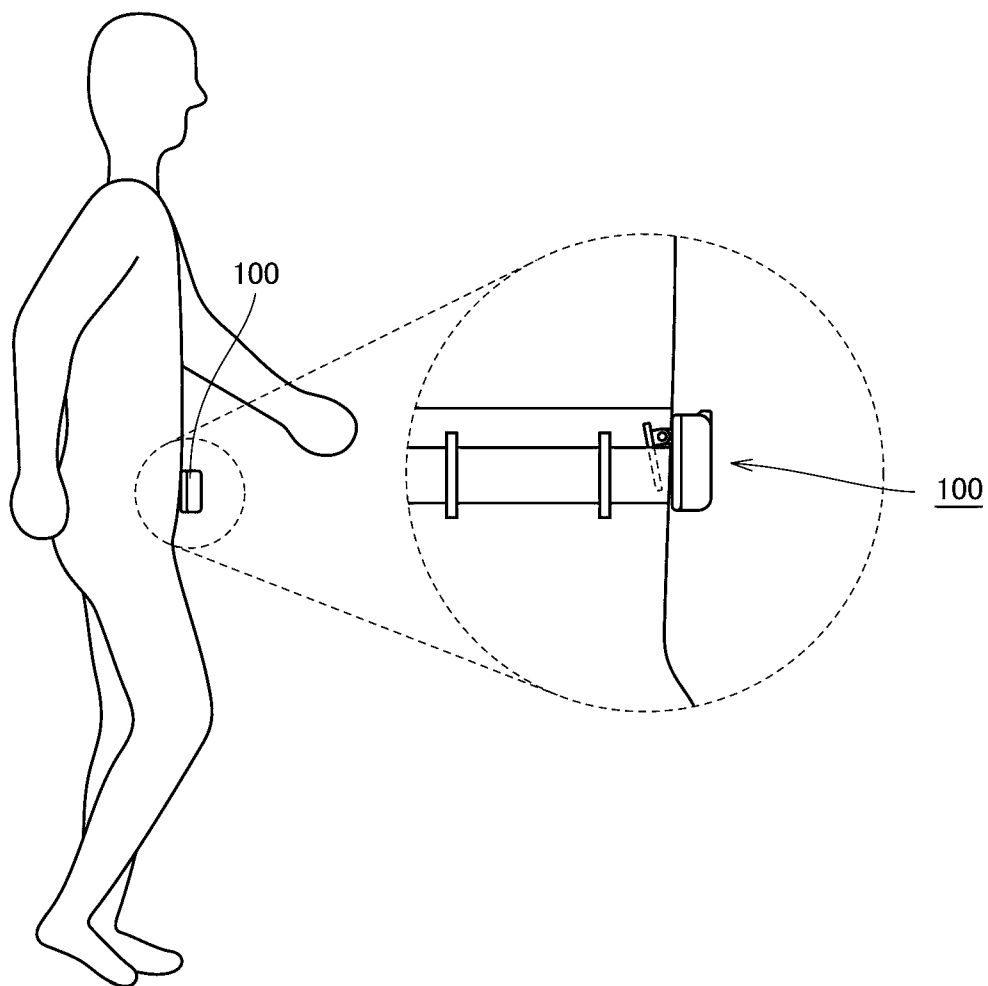
判別された結果から、ユーザの運動状態を算出するステップ（１１４，１１５）と、

算出された前記運動状態を前記記憶部に記憶させるステップ（１１５）とを含む、運動検出装置の制御方法。

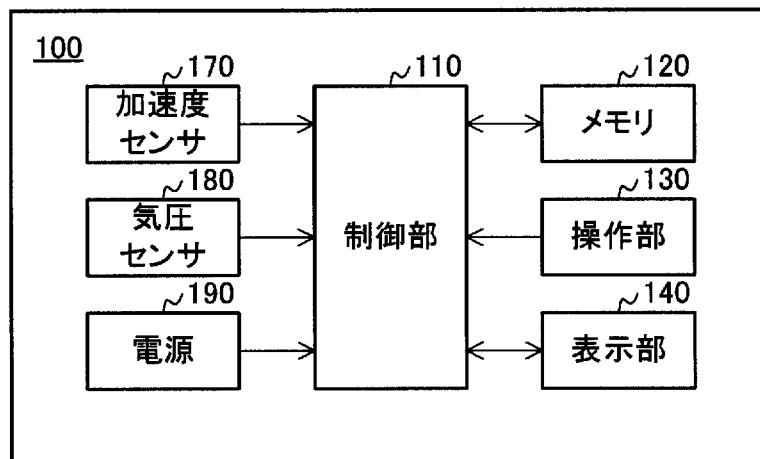
[図1]



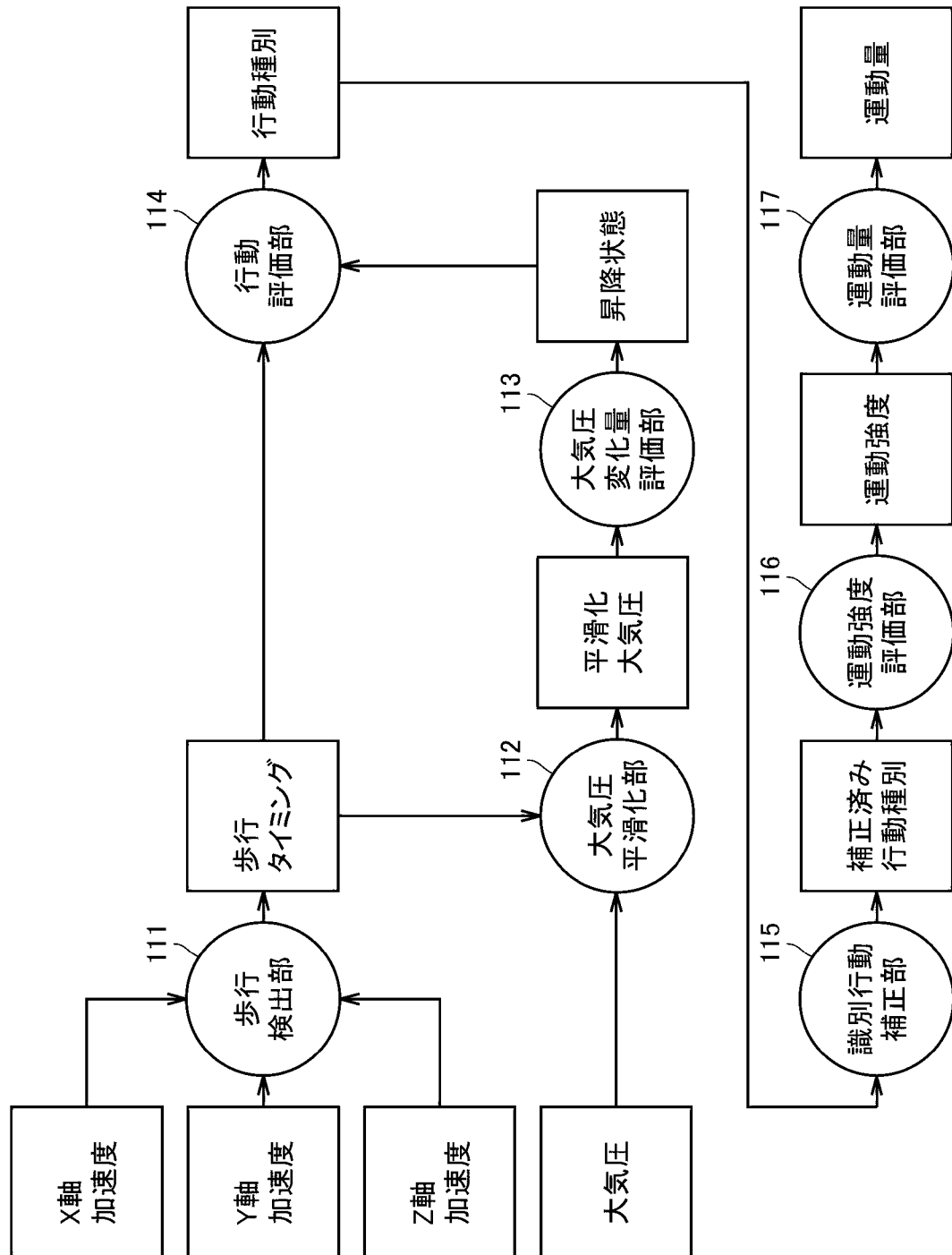
[図2]



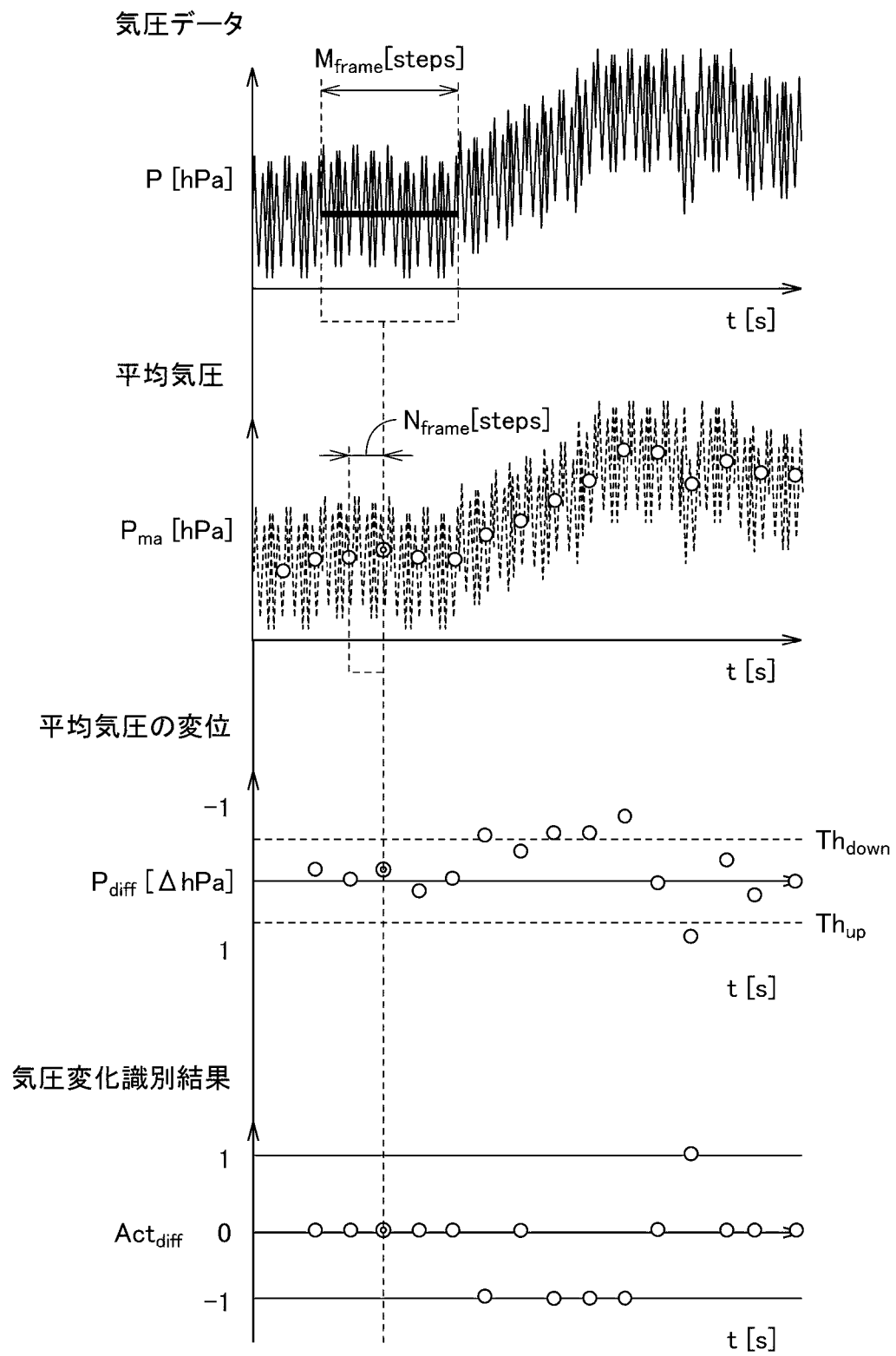
[図3]



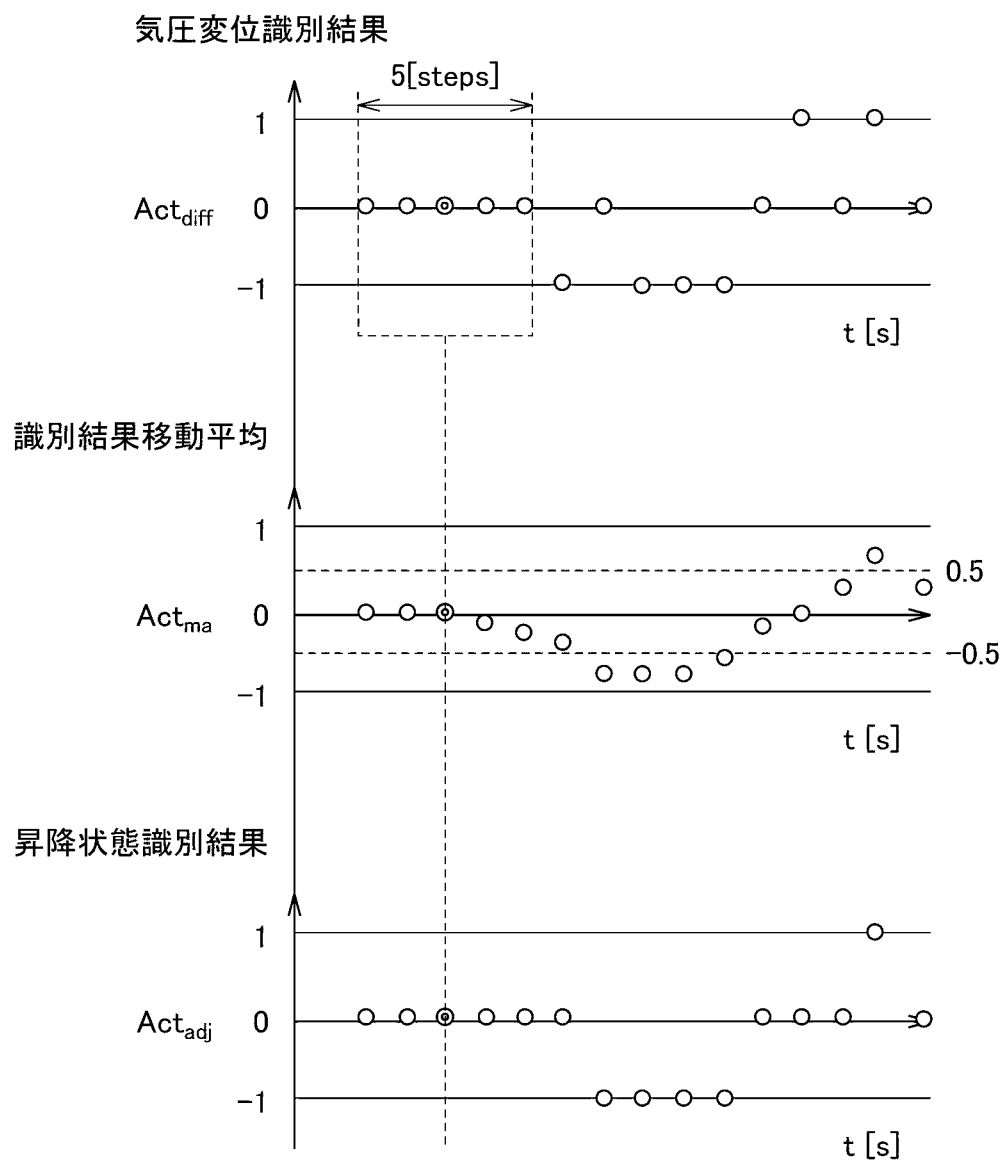
[図4]



[図5]



[図6]

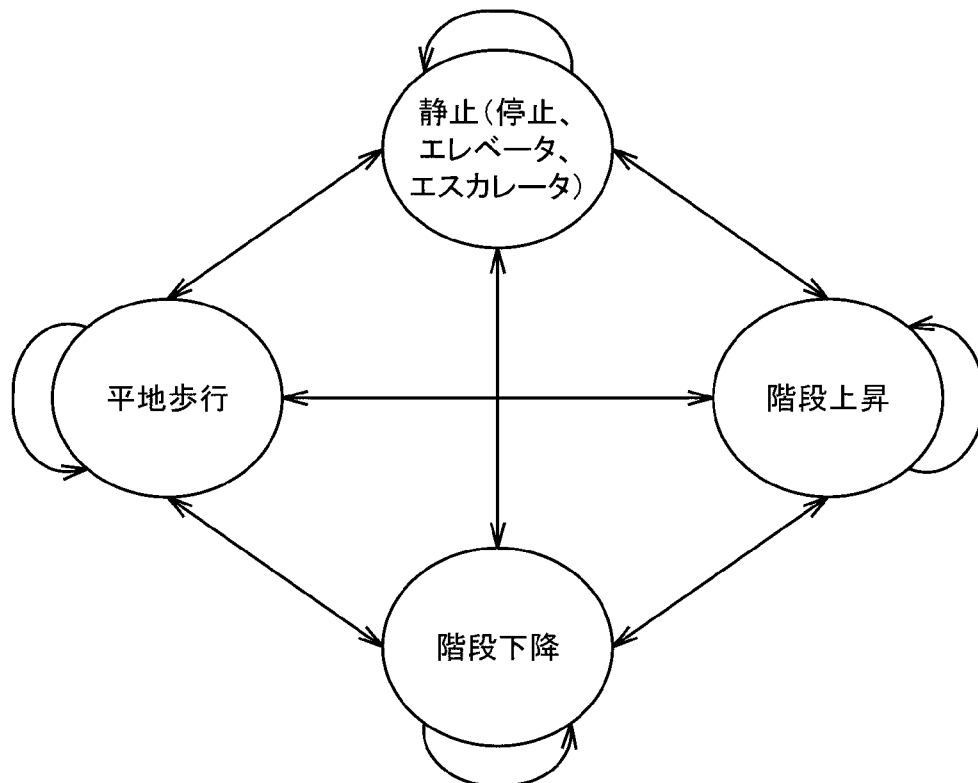


[図7]

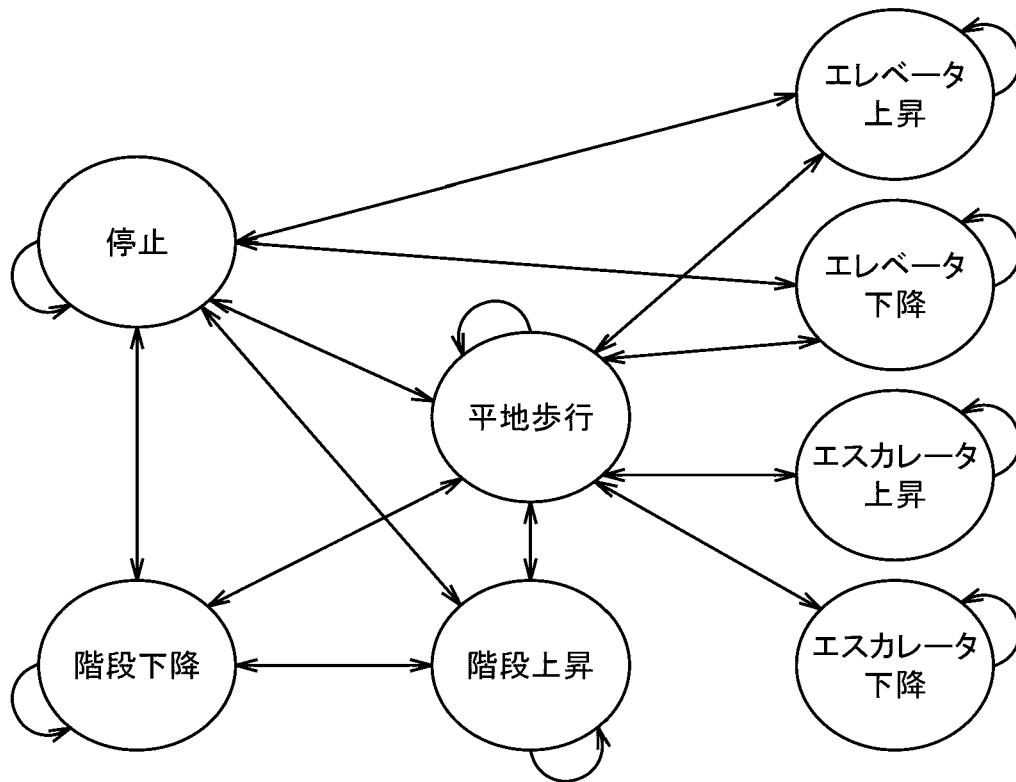
人体の行動識別

			歩行検出	
			有	無
昇 降 状 態	上昇	大 $S \geq S_{th}$	階段上昇	エレベータでの上昇
		小 $S < S_{th}$		エスカレータでの上昇
	下降	大 $S \geq S_{th}$	階段下降	エレベータでの下降
		小 $S < S_{th}$		エスカレータでの下降
	非昇降		平地歩行	停止

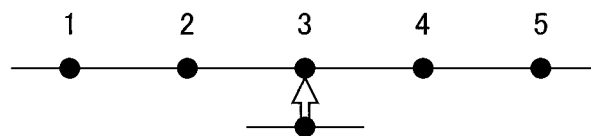
[図8]



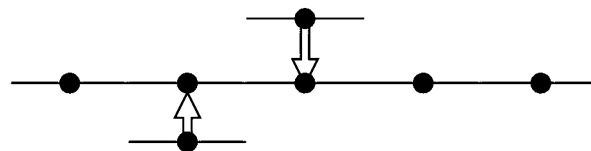
[図9]



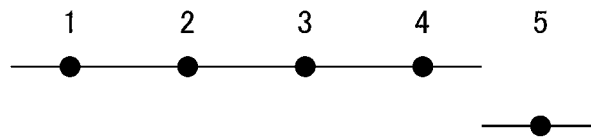
[図10A]



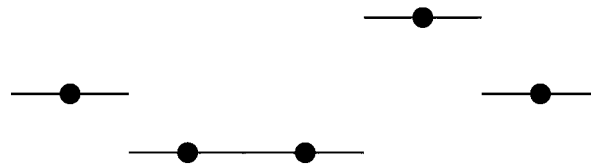
[図10B]



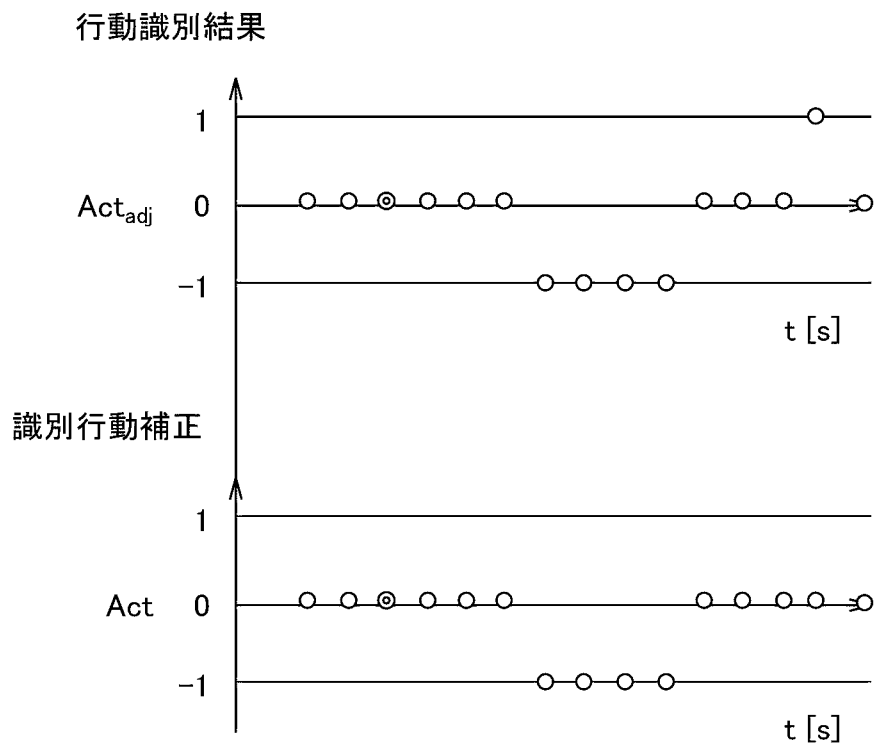
[図11A]



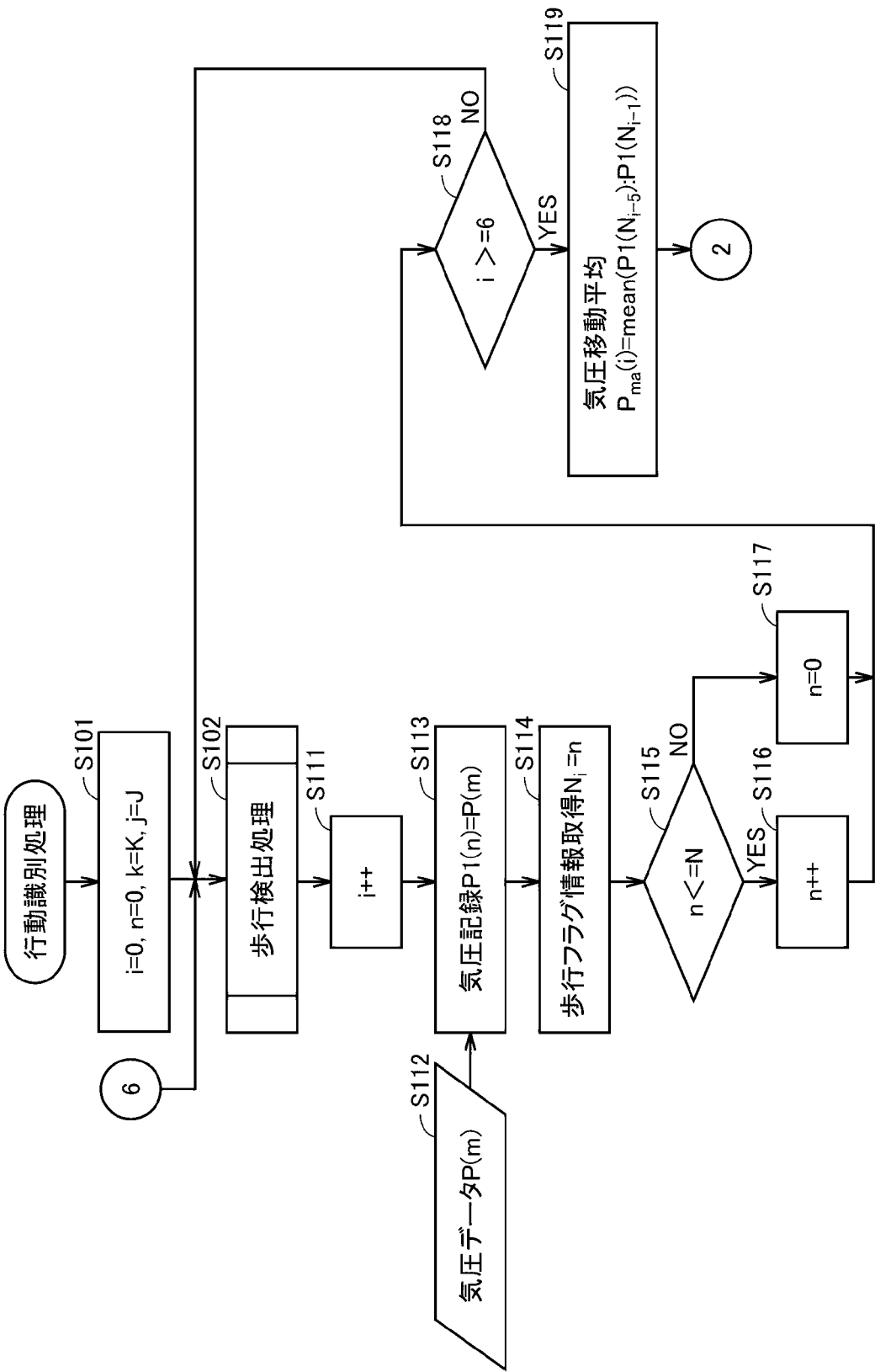
[図11B]



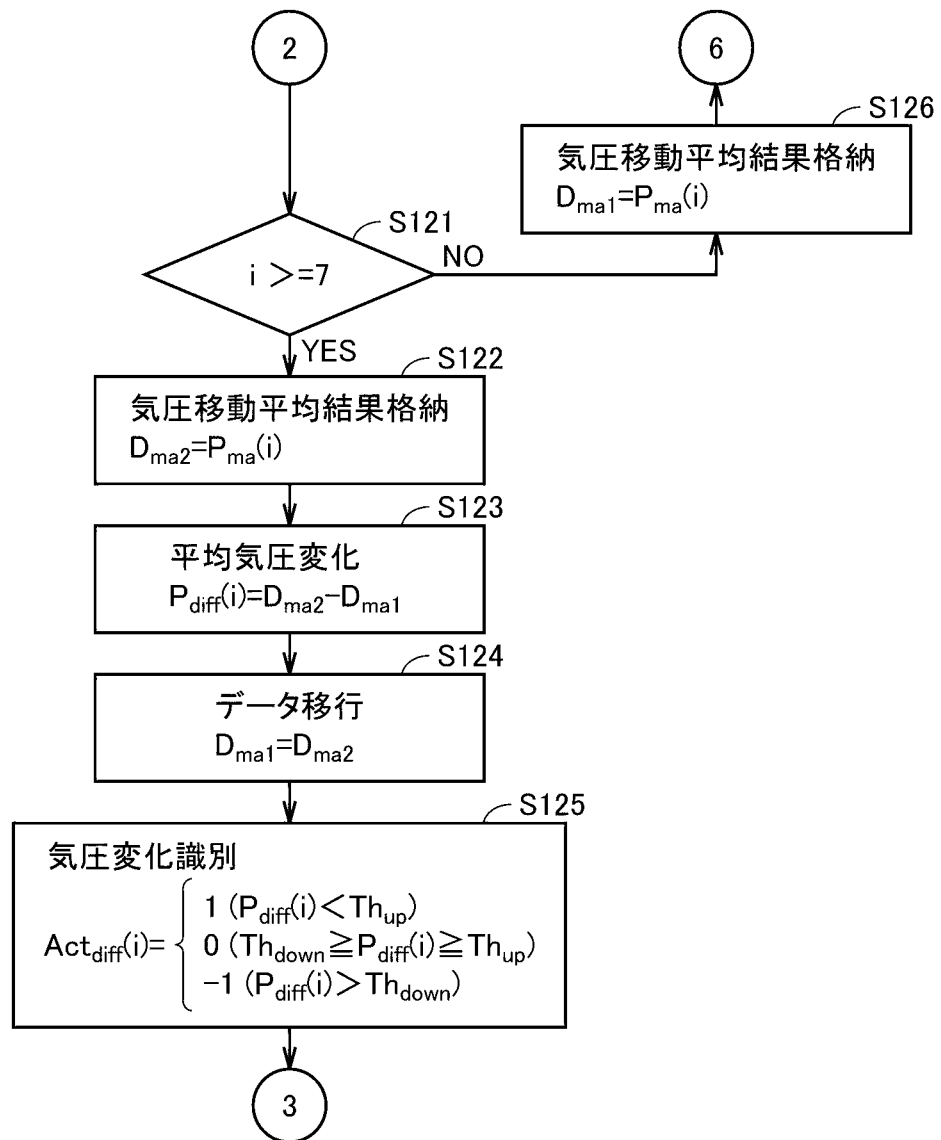
[図12]



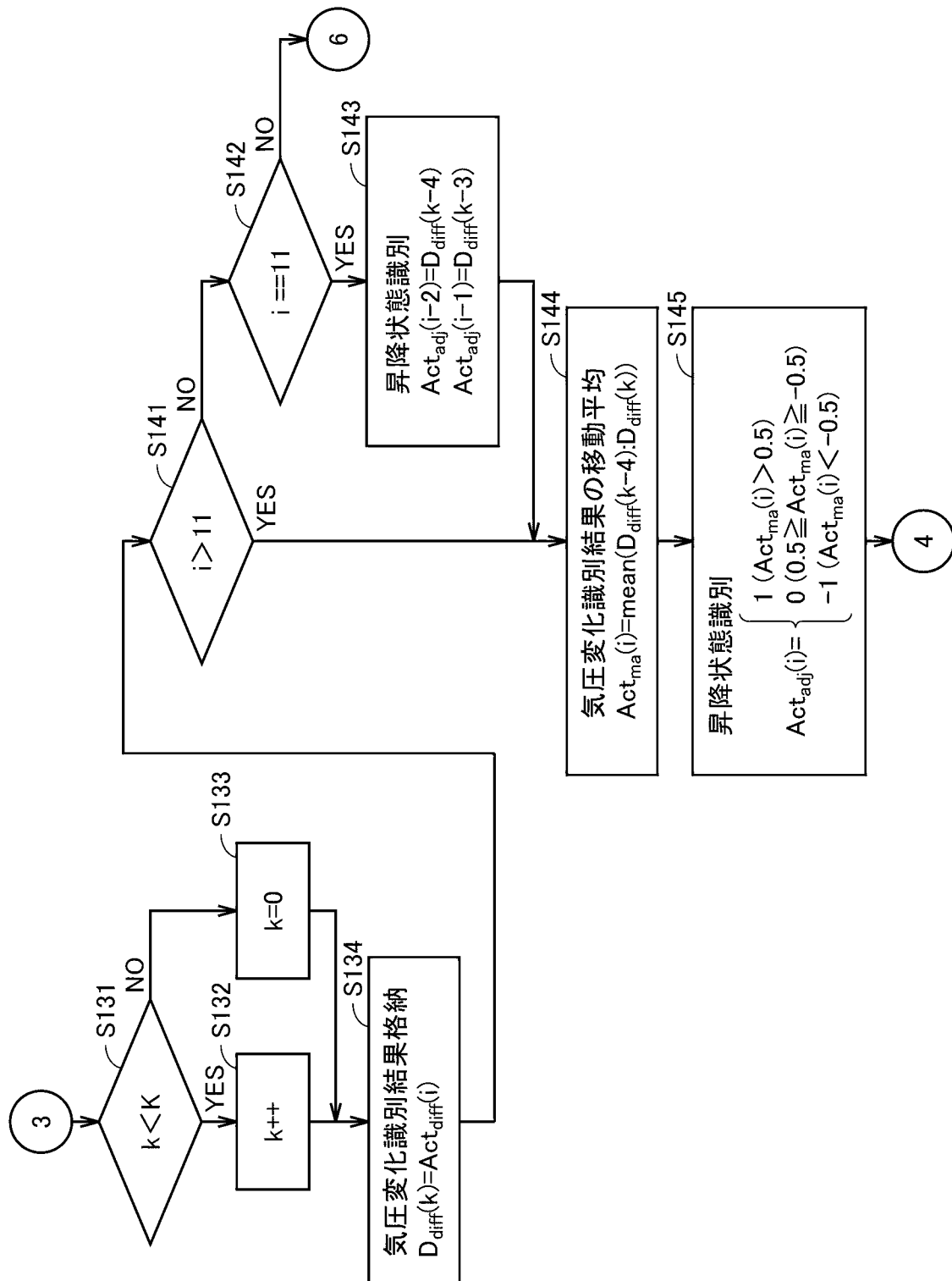
[図13]



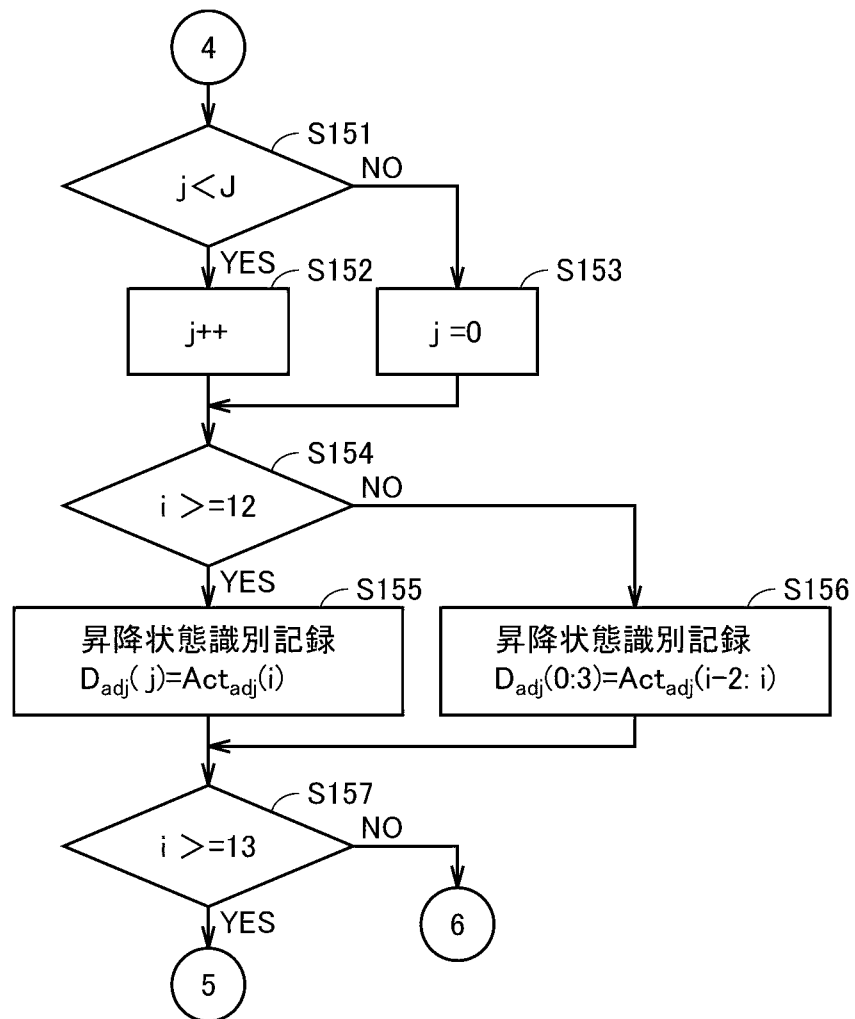
[図14]



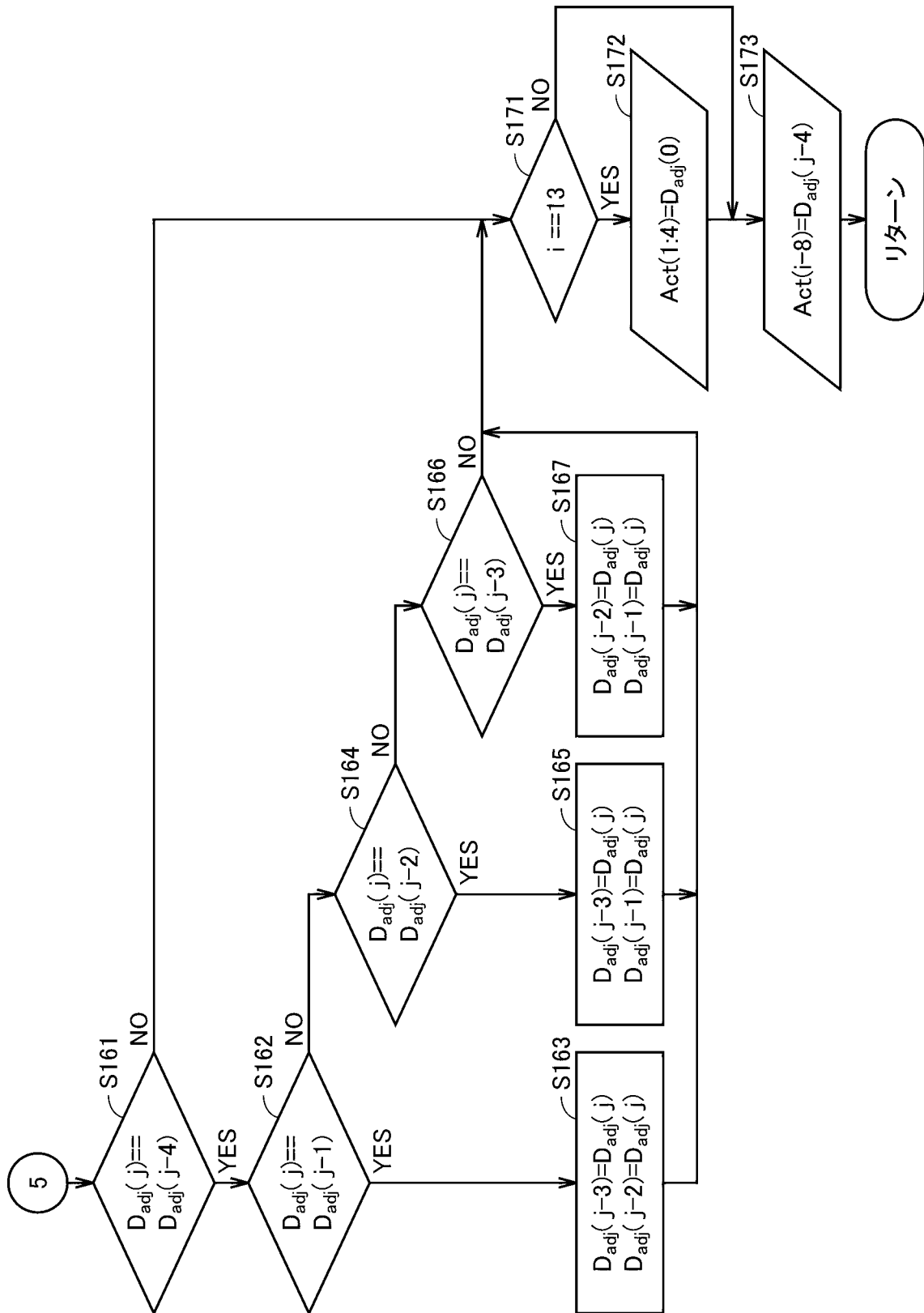
[図15]



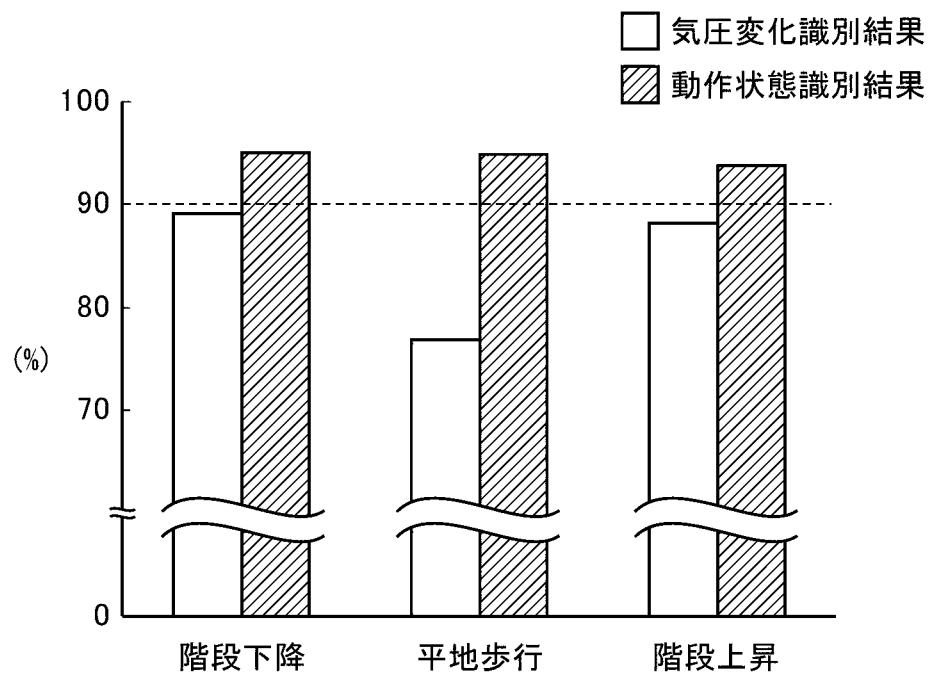
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/060579

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B5/11 (2006.01) i, A61B5/22 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B5/11, A61B5/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2007-093433 A (Hitachi, Ltd., Hitachi Advanced Systems Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), paragraphs [0021] to [0026], [0045]; fig. 5 & US 2007/0072158 A1 & EP 1770370 A2	1, 4-8 2, 3
A	JP 11-347021 A (Tokico, Ltd.), 21 December 1999 (21.12.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2005-137677 A (Seiko Epson Corp.), 02 June 2005 (02.06.2005), fig. 12 (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 May, 2011 (31.05.11)

Date of mailing of the international search report
14 June, 2011 (14.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B5/11(2006.01)i, A61B5/22(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B5/11, A61B5/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-093433 A (株式会社日立製作所、株式会社日立アドバンス トシステムズ) 2007.04.12, 【0021】-【0026】、【004	1, 4-8
A	5】、図5 & US 2007/0072158 A1 & EP 1770370 A2	2, 3
A	JP 11-347021 A (トキコ株式会社) 1999.12.21, 全文、全図 (ファ ミリーなし)	1-8
A	JP 2005-137677 A (セイコーエプソン株式会社) 2005.06.02, 図1 2 (ファミリーなし)	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.05.2011

国際調査報告の発送日

14.06.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

九鬼 一慶

2Q

4404

電話番号 03-3581-1101 内線 3292