

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年7月5日(05.07.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/123591 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 5/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/044716

(22) 国際出願日: 2017年12月13日(13.12.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-250650 2016年12月26日(26.12.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社タニタ (TANITA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1748630 東京都板橋区前野町1丁目14番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 久米川 功壮 (KUMEKAWA, Atsuo); 〒1748630 東京都板橋区前野町1丁目14番2号 株式会社タニタ内 Tokyo (JP).

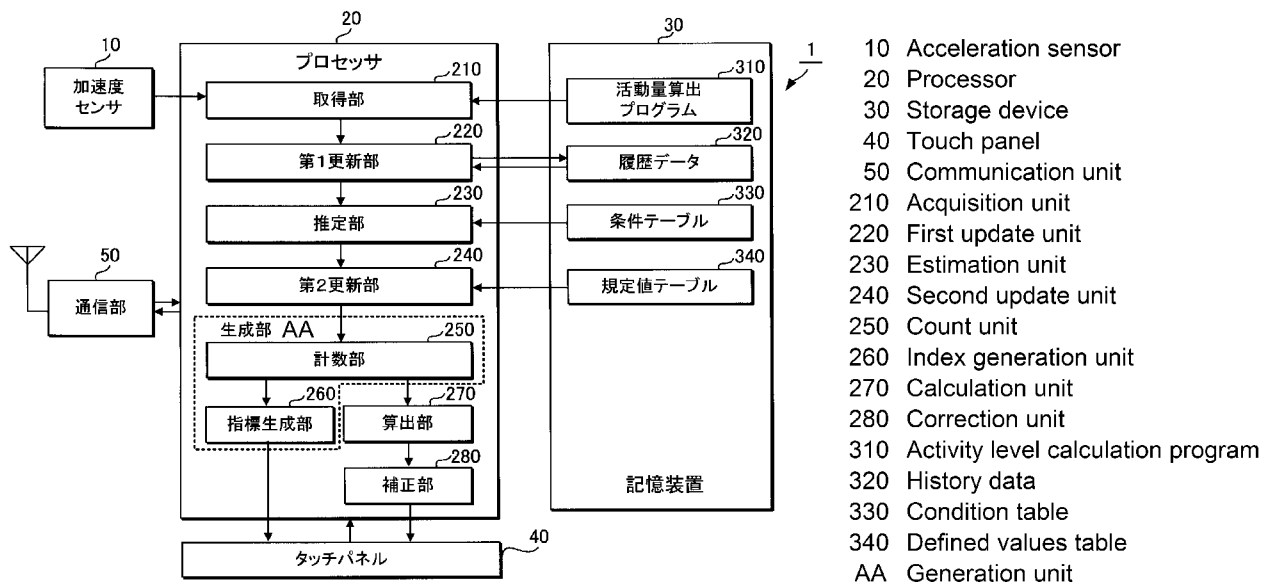
(74) 代理人: 大林 章, 外(OHBAYASHI, Akira et al.); 〒1130033 東京都文京区本郷2-15-13 お茶の水ウイングビル6階 Tokyo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

(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,

(54) Title: ACTIVITY LEVEL CALCULATION PROGRAM, ACTIVITY LEVEL CALCULATION METHOD, MOBILE TERMINAL, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 活動量算出プログラム、活動量算出方法、携帯端末および記録媒体



(57) Abstract: An activity level calculation program causes a computer to function as: a calculation unit that calculates an activity level indicating the magnitude of physical activity on the basis of an acceleration value obtained from an acceleration sensor; and a generation unit that specifies a saturation count on the basis of the acceleration value, where a saturated state is when the acceleration value matches the upper limit or the lower limit of the measurement range for the acceleration sensor and the saturation count is the number of times that the saturation state occurs, and that generates an index indicating the reliability of the activity level on the basis of the specified saturation count.

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：活動量算出プログラムは、コンピュータを、加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、身体の活動の大きさを示す活動量を算出する算出部と、加速度値が加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とし、サチュレーション状態が発生する回数をサチュレーション回数としたとき、加速度値に基づいてサチュレーション回数を特定し、特定したサチュレーション回数に基づいて、前記活動量の信頼性を表す指標を生成する生成部として機能させる。

明 細 書

発明の名称：

活動量算出プログラム、活動量算出方法、携帯端末および記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、活動量算出プログラム、活動量算出方法、携帯端末および記録媒体に関する。

背景技術

[0002] ユーザの活動量を算出する活動量計が提供されている。特許文献1は、精度よく活動量を計測することが可能な運動消費エネルギー推定装置を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4064426号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、近年は、スマートフォンの需要の増加に伴い、スマートフォンに対応した種々のアプリケーションが開発されている。種々のアプリケーションの1つに、ユーザの活動量を算出するものがある。そのようなアプリケーションがインストールされたスマートフォンを利用することで、ユーザは、従来の活動量計の機能と同様の機能を手にすることができる。

[0005] ユーザの活動量を算出するアプリケーションの多くは、スマートフォンに内蔵された加速度センサを使用している。加速度センサが搭載されたスマートフォンで従来の活動量計の機能と同様の機能を実現しようとする場合、以下の問題がある。

[0006] 多種多様なスマートフォンの個々の性能に合わせて、最適化されたアプリケーションを開発することが難しい。なぜなら、スマートフォンの機種に応じて、搭載されている加速度センサの性能が異なることが多いからである。

例えば、搭載されている加速度センサの測定レンジが -2 G 以上 2 G 以下の場合（以下、 G は重力加速度を表す。）、 2 G より大きい加速度値または -2 G より小さい加速度値を検出することができない。活動量が加速度値に基づいて算出されるので、加速度センサの測定レンジを超える加速度が発生した場合、本来の活動量よりも低い活動量が得られやすくなる。

[0007] 加速度センサの測定レンジを超える加速度が発生したことに起因して、本来の活動量よりも低い活動量が算出された場合、誤った活動量がユーザに通知されてしまう虞がある。

[0008] 本発明は、上述の事情に鑑みてなされたものであり、活動量の信頼性を示す指標を生成する活動量算出プログラム、活動量算出方法、携帯端末および記録媒体を提供することを解決課題の一つとする。

課題を解決するための手段

[0009] 以上の課題を解決するために、本発明の一態様の活動量算出プログラムは、コンピュータを、加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、身体の活動の大きさを示す活動量を算出する算出部と、前記加速度値が前記加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とし、前記サチュレーション状態が発生する回数をサチュレーション回数としたとき、前記加速度値に基づいて前記サチュレーション回数を特定し、特定したサチュレーション回数に基づいて、前記活動量の信頼性を表す指標を生成する生成部として機能させる。

[0010] 算出部は、加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、活動量を算出する。一方、生成部は、加速度値に基づいて、サチュレーション回数を特定する。サチュレーション回数とは、加速度センサによって得られた加速度値が加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とするとき、そのサチュレーション状態が発生する回数である。そして、生成部は、特定したサチュレーション回数に基づいて、活動量の信頼性を表す指標を生成する。加速度センサの測定レンジを超える加速度が発生したことに起因して、本来の活動量よりも低い活動量が算出された

場合、誤った活動量がユーザに通知されてしまう虞がある。しかしながら、活動量の信頼性を表す指標が生成されるので、算出された活動量にどの程度の信頼性があるかをユーザは把握することができる。

[0011] 前記活動量算出プログラムは、前記コンピュータを更に、前記加速度センサによって過去に得られた複数の加速度値のうちの最大値を最大加速度値としたとき、現在の加速度値が前記最大加速度値より大きいかを判定し、前記現在の加速度値が前記最大加速度値より大きい場合、前記最大加速度値を前記現在の加速度値に更新する更新部と、前記更新部によって前記最大加速度値が更新されず、且つ、前記現在の加速度値が前記最大加速度値と一致する場合、前記サチュレーション回数をインクリメントする計数部として機能させてもよい。

[0012] 更新部は、過去に得られたどの加速度値よりも大きな加速度値を検出すると、最大加速度値を現在の加速度値に更新する。現在の加速度値が最大加速度値より大きいということは、サチュレーション状態が発生していないことを意味する。そして、計数部は、最大加速度値が更新されず、且つ、現在の加速度値が最大加速度値と一致する場合、サチュレーション状態が発生したとして、サチュレーション回数をインクリメントする。よって、サチュレーション状態の発生を効率よく捉えることができる。

[0013] 前記活動量算出プログラムは、前記加速度センサの推定される測定レンジを推定測定レンジとしたとき、前記最大加速度値に基づいて、前記推定測定レンジを特定する推定部として更に機能させ、前記計数部は、前記現在の加速度値が前記最大加速度値と一致していない場合、前記現在の加速度値が前記推定測定レンジに応じて定まる許容値以上であるとき、前記サチュレーション回数をインクリメントしてもよい。

[0014] 推定部は、最大加速度値に基づいて、推定測定レンジを特定する。推定測定レンジとは、加速度センサの推定される測定レンジである。計数部は、現在の加速度値が最大加速度値と一致していなくても、現在の加速度値が推定測定レンジに応じて定まる許容値以上であるとき、サチュレーション状態が

発生したとして、サチュレーション回数をインクリメントする。このように、現在の加速度値が最大加速度値と一致していなくてもよいので、サチュレーション状態の発生を的確に捉えることができる。

[0015] 前記加速度センサによって、第1軸方向の加速度値である第1加速度値と、第2軸方向の加速度値である第2加速度値とが得られ、前記加速度センサによって過去に得られた複数の前記第1加速度値のうちの最大値を第1最大加速度値とし、前記加速度センサによって過去に得られた複数の前記第2加速度値のうちの最大値を第2最大加速度値としたとき、前記推定部は、前記現在の第1加速度値が前記第1最大加速度値より大きい場合、現在の第1加速度値に基づいて前記推定測定レンジを特定し、前記更新部は、前記第1最大加速度値を前記現在の第1加速度値に更新し、現在の第2加速度値が前記第2最大加速度値より小さい場合であっても、前記第2最大加速度値が前記推定測定レンジに応じた規定値より小さい場合には、前記第2最大加速度値を前記規定値に更新してもよい。

[0016] 更新部は、第1最大加速度値を現在の第1加速度値に更新し、現在の第2加速度値が第2最大加速度値より小さい場合であっても、第2最大加速度値が推定測定レンジに応じた規定値より小さい場合には、第2最大加速度値を規定値に更新する。つまり、第1最大加速度値が現在の第1加速度値に更新されたとき、第2最大加速度値が小さな値であれば、更新部は、第2最大加速度値を規定値に更新しておく。このことにより、推定部が推定測定レンジを特定する効率を上げることができる。

[0017] 前記生成部は、前記サチュレーション回数が多いほど、前記活動量の信頼性が低いことを示す指標を生成してもよい。

[0018] 前記活動量算出プログラムは、前記コンピュータを更に、前記サチュレーション回数に基づいて、前記活動量を補正する補正部として機能させてもよい。

[0019] サチュレーション回数が多いほど、活動量の信頼性が低いことを示す指標を生成部が生成する。補正部は、サチュレーション回数に基づいて、活動量

を補正する。よって、活動量の信頼性が低いことが分かる上、適切な活動量をユーザは把握することができる。

[0020] 本発明の一態様の活動量算出方法は、加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、身体の活動の大きさを示す活動量を算出し、前記加速度値が前記加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とし、前記サチュレーション状態が発生する回数をサチュレーション回数としたとき、前記加速度値に基づいて前記サチュレーション回数を特定し、特定したサチュレーション回数に基づいて、前記活動量の信頼性を表す指標を生成する。

[0021] 加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、活動量が算出され、サチュレーション回数が特定される。サチュレーション回数とは、加速度センサによって得られた加速度値が加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とするとき、そのサチュレーション状態が発生する回数である。そして、特定したサチュレーション回数に基づいて、活動量の信頼性を表す指標が生成される。加速度センサの測定レンジを超える加速度が発生したことに起因して、本来の活動量よりも低い活動量が算出された場合、誤った活動量がユーザに通知されてしまう虞がある。しかしながら、活動量の信頼性を表す指標が生成されるので、算出された活動量にどの程度の信頼性があるかをユーザは把握することができる。

[0022] 本発明の一態様の携帯端末は、加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、身体の活動の大きさを示す活動量を算出する算出部と、前記加速度値が前記加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とし、前記サチュレーション状態が発生する回数をサチュレーション回数としたとき、前記加速度値に基づいて前記サチュレーション回数を特定し、特定したサチュレーション回数に基づいて、前記活動量の信頼性を表す指標を生成する生成部とを備える。

本発明の一態様の記録媒体は、コンピュータを、加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、身体の活動の大きさを示す活動量を算出する算

出部と、前記加速度値が前記加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とし、前記サチュレーション状態が発生する回数をサチュレーション回数としたとき、前記加速度値に基づいて前記サチュレーション回数を特定し、特定したサチュレーション回数に基づいて、前記活動量の信頼性を表す指標を生成する生成部として機能させる活動量算出プログラムが記録された記録媒体である。

[0023] 算出部は、加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、活動量を算出する。一方、生成部は、加速度値に基づいて、サチュレーション回数を特定する。サチュレーション回数とは、加速度センサによって得られた加速度値が加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とするとき、そのサチュレーション状態が発生する回数である。そして、生成部は、特定したサチュレーション回数に基づいて、活動量の信頼性を表す指標を生成する。加速度センサの測定レンジを超える加速度が発生したことに起因して、本来の活動量よりも低い活動量が算出された場合、誤った活動量がユーザに通知されてしまう虞がある。しかしながら、活動量の信頼性を表す指標が生成されるので、算出された活動量にどの程度の信頼性があるかをユーザは把握することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]携帯端末1の模式図である。

[図2]加速度センサ10に携帯端末1の位置がY軸の正方向に変化した場合に加速度センサ10から得られたY軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ を例示するグラフである。

[図3]携帯端末1の構成例を示す機能ブロック図である。

[図4]条件テーブル330の一例を示す図である。

[図5]規定値テーブル340の一例を例示する図である。

[図6A]時刻 t_1 における加速度値 $A_X(t_1)$ 、 $A_Y(t_1)$ および $A_Z(t_1)$ からどのように測定レンジ R_{MAX} が推定されるかを説明するための図である。

[図6B]更新されなかった最大加速度値 $A_{N_{MAX}}$ がどのように規定値 T_{h+} または規定値 T_{h-} に更新されるかを説明するための図である。

[図7]加速度センサ 10 によって得られた X 軸方向の加速度値 $A_X(t)$ を例示するグラフである。

[図8]サチュレーション率 R_s とユーザの消費エネルギーの誤差率 R_E との間の関係を例示するグラフである。

[図9A]補正前の消費エネルギー E_E と、本来の消費エネルギー E_1 との間の関係を例示するグラフである。

[図9B]補正後の消費エネルギー E_{Ec} と、本来の消費エネルギー E_1 との間の関係を例示するグラフである。

[図10A]プロセッサ 20 の動作を例示するフローチャートである。

[図10B]プロセッサ 20 の動作を例示するフローチャートである。

[図10C]プロセッサ 20 の動作を例示するフローチャートである。

[図10D]プロセッサ 20 の動作を例示するフローチャートである。

[図10E]プロセッサ 20 の動作を例示するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照しながら本発明に係る実施形態を説明する。また、以下に記載する実施形態は、本発明の好適な具体例である。このため、本実施形態には、技術的に好ましい種々の限定が付されている。しかしながら、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

[0026] <実施形態>

1. 概要

実施形態の概要について述べる。図 1 は、実施形態の携帯端末 1 の模式図である。携帯端末 1 は、加速度センサ 10 と、プロセッサ 20 とを有する。携帯端末 1 の他の構成については後述する。

[0027] 携帯端末 1 は、例えば、スマートフォンである。代替的に、携帯端末 1 は、携帯電話機であってもよい。携帯端末 1 には、ユーザの活動量を算出する

アプリケーション（後述の活動量算出プログラム310）がインストールされている。このアプリケーションにより、携帯端末1は、活動量の算出に加え、算出した活動量の信頼性をユーザに通知する。活動量の信頼性が通知されるので、ユーザは、算出された活動量にどの程度の信頼性があるかを把握することができる。

[0028] 本願明細書において、「活動量」とは、加速度値に基づいた、身体の活動の大きさを示す指標のことである。活動量には、例えば、身体の手動によって消費されるエネルギーである運動消費エネルギーが該当する。また、身体には、人間の身体および動物の身体が該当する。動物の例には、犬および猫が挙げられる。

[0029] 加速度センサ10は、例えば、3軸加速度センサである。図1に示すように、加速度センサ10は、X軸方向の加速度値 $A_X(t)$ と、Y軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ と、Z軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ とを検出する。 t は、任意の時刻を表す。実施形態の例において、加速度センサ10は、測定レンジ R_{MAX} を超える加速度が発生しても、当該加速度値を検出することができない。

[0030] なお、測定レンジ R_{MAX} は、加速度センサ10が加速度値を測定可能な範囲であって、加速度値の取り得る下限値から上限値までの範囲を持つ。

[0031] 以下の説明では、加速度センサ10に発生した加速度がX軸の正方向成分を持つとき、X軸方向の加速度値 $A_X(t)$ は、正の値をとる。逆に、発生した加速度がX軸の負方向成分を持つとき、X軸方向の加速度値 $A_X(t)$ は、負の値をとる。

同様に、加速度センサ10に発生した加速度がY軸の正方向成分を持つとき、Y軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ は、正の値をとる。逆に、発生した加速度がY軸の負方向成分を持つとき、Y軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ は、負の値をとる。

同様に、加速度センサ10に発生した加速度がZ軸の正方向成分を持つとき、Z軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ は、正の値をとる。逆に、発生した加速

度がZ軸の負方向成分を持つとき、Z軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ は、負の値をとる。

[0032] プロセッサ20は、例えば、CPU (Central Processing Unit) である。プロセッサ20は、携帯端末1の全体を制御するコントローラとして機能する。プロセッサ20は、DSP (Digital Signal Processor) の機能を包含していてもよいし、A/Dコンバータの機能を包含していてもよいし、サブのCPUを包含していてもよい。プロセッサ20の構成は、特定の構成に限定されない。

[0033] プロセッサ20の機能の概要は、次の通りである。第1に、プロセッサ20は、加速度センサ10によって得られたX軸方向の加速度値 $A_X(t)$ と、Y軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ と、Z軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ とに基づいて、活動量を算出する。第2に、プロセッサ20は、加速度値のサチュレーション状態が何回発生したかを示すサチュレーション回数に基づいて、活動量の信頼性を表す指標を生成する。

[0034] 本願明細書において、「加速度値のサチュレーション状態」とは、加速度センサ10の測定レンジ R_{MAX} を超える加速度が加速度センサ10に発生し、加速度センサ10によって測定された加速度値が測定レンジ R_{MAX} の上限値又は下限値と一致することを言う。また、3軸方向の加速度のいずれか1つでも測定レンジ R_{MAX} を超えれば、加速度値のサチュレーション状態が発生したことになる。

[0035] 図2は、ユーザによって携帯端末1の位置がY軸の正方向に変化した場合に加速度センサ10から得られたY軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ を例示するグラフである。例えば、加速度センサ10の測定レンジ R_{MAX} が -2 G 以上 2 G 以下であると仮定する。図2の例では、加速度センサ10は、 -2 G 以上 2 G 以下の加速度値を検出可能である。しかしながら、点線で示すように、 2 G を超える加速度が発生したとしても、加速度センサ10は、 2 G を超える加速度値を検出することができない。図2の例では、加速度値のサチュレーション状態が発生した箇所は、点線で示すように、加速度値 $A_Y(t)$

）が測定レンジ $RMAX$ の $2G$ を超えている箇所である。

[0036] 2. 構成

図3は、携帯端末1の構成例を示す機能ブロック図である。携帯端末1は、加速度センサ10と、プロセッサ20とに加え、記憶装置30と、タッチパネル40と、通信部50とを有する。記憶装置30は、ユーザの活動量を算出する活動量算出プログラム310を格納している。なお、加速度センサ10およびプロセッサ20が設けられていれば、携帯端末1の構成は、図3の例に限定されない。例えば、携帯端末1がカメラを更に有していてもよい。

[0037] 加速度センサ10は、加速度値 $AX(t)$ 、 $AY(t)$ 、 $AZ(t)$ を検出し、検出した加速度値 $AX(t)$ 、 $AY(t)$ 、 $AZ(t)$ を取得部210に出力する。加速度センサ10の検出方式は、静電容量方式でもよいし、ピエゾ方式でもよく、特定の方式に限定されない。なお、加速度センサ10の出力は、デジタル信号であってもよいし、アナログ信号であってもよい。加速度センサ10の出力がアナログ信号である場合、プロセッサ20がアナログ信号をデジタル信号に変換すればよい。

[0038] プロセッサ20は、活動量算出プログラム310を記憶装置30から読み出し、活動量算出プログラム310を実行することで、取得部210と、第1更新部220と、推定部230と、第2更新部240と、計数部250と、指標生成部260と、算出部270と、補正部280との機能を実現する。なお、第1更新部220および第2更新部240が1つの更新部として構成されていてもよい。計数部250および指標生成部260が1つの生成部として構成されていてもよい。

[0039] 記憶装置30は、不揮発性メモリと、揮発性メモリとを包含する。記憶装置30は、活動量算出プログラム310に加え、履歴データ320と、後述の条件テーブル330と、後述の規定値テーブル340とを格納する。活動量算出プログラム310は、実施形態の活動量算出方法の処理手順が所定のコンピュータ言語で記述されたものである。

[0040] 履歴データ 320 には、次の加速度値が記録されている。

1) X 軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX}

X 軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} とは、加速度センサ 10 によって過去に得られた X 軸の正方向における複数の加速値の中で最も大きい正の値をとる加速度値である。つまり、X 軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} とは、X 軸の正方向における過去の最大値を意味する。

2) X 軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX}

X 軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} とは、加速度センサ 10 によって過去に得られた X 軸の負方向における複数の加速値の中で最も大きい負の値をとる加速度値である。つまり、X 軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} とは、X 軸の負方向における過去の最大値を意味する。

3) Y 軸の正方向の最大加速度値 A_{Y+MAX}

Y 軸方向の最大加速度値 A_{Y+MAX} とは、加速度センサ 10 によって過去に得られた Y 軸の正方向における複数の加速値の中で最も大きい正の値をとる加速度値である。つまり、Y 軸の正方向の最大加速度値 A_{Y+MAX} とは、Y 軸の正方向における過去の最大値を意味する。

4) Y 軸の負方向の最大加速度値 A_{Y-MAX}

Y 軸の負方向の最大加速度値 A_{Y-MAX} とは、加速度センサ 10 によって過去に得られた Y 軸の負方向における複数の加速値の中で最も大きい負の値をとる加速度値である。つまり、Y 軸の負方向の最大加速度値 A_{Y-MAX} とは、Y 軸の負方向における過去の最大値を意味する。

5) Z 軸の正方向の最大加速度値 A_{Z+MAX}

Z 軸の正方向の最大加速度値 A_{Z+MAX} とは、加速度センサ 10 によって過去に得られた Z 軸の正方向における複数の加速値の中で最も大きい正の値をとる加速度値である。つまり、Z 軸の正方向の最大加速度値 A_{Z+MAX} とは、Z 軸の正方向における過去の最大値を意味する。

6) Z 軸の負方向の最大加速度値 A_{Z-MAX}

Z 軸の負方向の最大加速度値 A_{Z-MAX} とは、加速度センサ 10 によって過

去に得られたZ軸の負方向における複数の加速値の中で最も大きい負の値をとる加速度値である。つまり、Z軸の負方向の最大加速度値 A_{Z-MAX} とは、Z軸の負方向における過去の最大値を意味する。

[0041] なお、記憶装置30は、例えば、非一過性（non-transitory）の記録媒体である。更に言えば、記憶装置30は、公知の任意の形式の記録媒体、例えば、半導体記録媒体、磁気式記録媒体または光学式記録媒体である。代替的に、記憶装置30は、これらの記録媒体が組み合わされた記録媒体であってもよい。本願明細書において、非一過性の記録媒体とは、一過性の伝播信号（transitory, propagating signal）を除く全てのコンピュータ読み取り可能な記録媒体を含み、揮発性の記録媒体を除外するものではない。

[0042] タッチパネル40は、例えば、静電容量方式のタッチパネルである。タッチパネル40は、入力デバイスおよび表示デバイスの双方の機能を持つ。タッチパネル40は、入力デバイスの機能として、ユーザによるタッチ操作を検出し、検出結果をユーザの指示としてプロセッサ20に出力する。タッチパネル40は、表示デバイスの機能として、プロセッサ20の指示に従って、プロセッサ20の出力結果を表示する。なお、タッチパネル40の代わりに、入力デバイス（テンキーを含む複数のボタン）および表示デバイスを携帯端末1が有していてもよい。

[0043] 通信部50は、携帯端末等の外部機器と通信可能に構成されている。具体的には、通信部50は、例えば、携帯端末1が位置するセルの基地局を経由して通話先の携帯端末と音声通信する。更に、通信部50は、例えば、携帯端末1が位置するセルの基地局を経由してコンテンツサーバ装置と通信する。

[0044] 3. プロセッサの機能

プロセッサ20の機能は、次の通りである。取得部210は、X軸方向の加速度値 $A_X(t)$ と、Y軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ と、Z軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ とを加速度センサ10から取得し、これらの加速度値を第1更新部220に出力する。

[0045] 第1更新部220は、X軸方向の加速度値 $A_X(t)$ 、Y軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ およびZ軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ の各々について、次の処理を実行する。第1更新部220は、X軸方向の現在の加速度値 $A_X(t)$ が正の値をとるならば、記憶装置30に格納されている履歴データ320からX軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} を読み出す。そして、第1更新部220は、X軸方向の現在の加速度値 $A_X(t)$ がX軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} より大きいかを判定する。現在の加速度値 $A_X(t)$ が最大加速度値 A_{X+MAX} より大きい場合($A_X(t) > A_{X+MAX}$)、第1更新部220は、X軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} を現在の加速度値 $A_X(t)$ に更新する。つまり、第1更新部220は、履歴データ320に記録されているX軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} を加速度値 $A_X(t)$ で上書きする。そうでない場合、第1更新部220は、X軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} を現在の加速度値 $A_X(t)$ に更新しない。

[0046] 同様に、第1更新部220は、X軸方向の現在の加速度値 $A_X(t)$ が負の値をとるならば、記憶装置30に格納されている履歴データ320からX軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} を読み出す。そして、第1更新部220は、X軸方向の現在の加速度値 $A_X(t)$ がX軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} (<0)より小さいかを判定する。現在の加速度値 $A_X(t)$ が最大加速度値 A_{X-MAX} より小さい場合($A_X(t) < A_{X-MAX}$)、第1更新部220は、X軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} を現在の加速度値 $A_X(t)$ に更新する。つまり、第1更新部220は、履歴データ320に記録されている最大加速度値 A_{X-MAX} を現在の加速度値 $A_X(t)$ で上書きする。そうでない場合、第1更新部220は、X軸の負方向の最小加速度値 A_{X-MIN} を現在の加速度値 $A_X(t)$ に更新しない。

[0047] Y軸方向の現在の加速度値 $A_Y(t)$ およびZ軸方向の現在の加速度値 $A_Z(t)$ に関しても、第1更新部220は、同様の処理を実行する。

[0048] 推定部230の概要は、次の通りである。上述した6つの最大加速度値 A_{X+MAX} 、 A_{Y+MAX} 、 A_{Z+MAX} 、 A_{X-MAX} 、 A_{Y-MAX} 、 A_{Z-MAX} のう

ちの1つでも第1更新部220が更新した場合を想定する。この場合は、加速度センサ10によって検出された加速度値が測定レンジ $RMAX$ の上限値又は下限値と一致していないことを意味する。推定部230は、これらの最大加速度値に基づいて、加速度センサ10の推定測定レンジ $RMAX_e$ を特定する。推定測定レンジ $RMAX_e$ は、加速度センサ10において推定される測定レンジである。ただし、推定部230は、最終的な推定測定レンジ $RMAX_e$ を1回の処理で得るのではない。推定部230は、加速度値 $AX(t)$ 、 $AY(t)$ および $AZ(t)$ のうちのいずれかが、過去に得られたどの加速度値よりも大きければ、推定測定レンジ $RMAX_e$ を拡げていく。つまり、推定部230は、過去に得られたどの加速度値よりも大きな加速度値を検出する度に、推定測定レンジ $RMAX_e$ を更新する。推定測定レンジ $RMAX_e$ の更新を何回も繰り返すことで、推定測定レンジ $RMAX_e$ の精度を高めることが可能となる。

[0049] 推定部230の詳細は、次の通りである。上述のように、履歴データ320には、6つの最大加速度値 AX_{MAX} 、 AY_{MAX} 、 AZ_{MAX} 、 AX_{-MAX} 、 AY_{-MAX} 、 AZ_{-MAX} が記録されている。推定部230は、これらの中から絶対値が最も大きい値を抽出する。以下、抽出された値を最大値 $AMAX$ と呼ぶ。推定部230は、抽出された最大値 $AMAX$ に基づいて、加速度センサ10の推定測定レンジ $RMAX_e$ を推定する。

[0050] より詳細には、推定部230は、記憶装置30に格納されている条件テーブル330を参照する。条件テーブル330は、後述の図4に示すように、最大値 $AMAX$ を推定測定レンジ $RMAX_e$ に関連付けたテーブルである。推定部230は、最大値 $AMAX$ に関連付けられた加速度値が加速度センサ10の現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ であると特定する。なお、本願明細書では、説明を簡単にするため、抽出された最大値 $AMAX$ が負をとる場合、その値の絶対値について考える。

[0051] 条件テーブル330について説明する。図4は、条件テーブル330の一例を示す図である。本実施形態では、最大値 $AMAX$ の取り得る範囲を複数

に区分する。以下、複数の区分の各々をレベルと称する。条件テーブル 330 は、複数のレベルの各々に、推定測定レンジ $RMAX_e$ を関連付けたテーブルである。各レベルの推定測定レンジ $RMAX_e$ は、図 4 に示すように、下限値と上限値とを持つ。図 4 の例では、最大値 $AMAX$ のとる範囲が 8 個のレベルに区分されている。8 個のレベルの各々には、推定測定レンジ $RMAX_e$ が関連付けられている。

- [0052] 1) レベル 1 : 最大値 $AMAX$ が 1. 8 G 以上、かつ 2. 2 G よりも小さい場合、推定部 230 は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が ± 2 G であると特定する ($-2\text{ G} \leq RMAX_e \leq 2\text{ G}$)。
- 2) レベル 2 : 最大値 $AMAX$ が 2. 2 G 以上、かつ 3. 2 G よりも小さい場合、推定部 230 は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が ± 3 G であると特定する ($-3\text{ G} \leq RMAX_e \leq 3\text{ G}$)。
- 3) レベル 3 : 最大値 $AMAX$ が 3. 2 G 以上、かつ 4. 2 G よりも小さい場合、推定部 230 は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が ± 4 G であると特定する ($-4\text{ G} \leq RMAX_e \leq 4\text{ G}$)。
- 4) レベル 4 : 最大値 $AMAX$ が 4. 2 G 以上、かつ 5. 2 G よりも小さい場合、推定部 230 は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が ± 5 G であると特定する ($-5\text{ G} \leq RMAX_e \leq 5\text{ G}$)。
- 5) レベル 5 : 最大値 $AMAX$ が 5. 2 G 以上、かつ 6. 2 G よりも小さい場合、推定部 230 は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が ± 6 G であると特定する ($-6\text{ G} \leq RMAX_e \leq 6\text{ G}$)。
- 6) レベル 6 : 最大値 $AMAX$ が 6. 2 G 以上、かつ 7. 2 G よりも小さい場合、推定部 230 は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が ± 7 G であると特定する ($-7\text{ G} \leq RMAX_e \leq 7\text{ G}$)。
- 7) レベル 7 : 最大値 $AMAX$ が 7. 2 G 以上、かつ 8. 2 G よりも小さい場合、推定部 230 は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が ± 8 G であると特定する ($-8\text{ G} \leq RMAX_e \leq 8\text{ G}$)。
- 8) レベル 8 : 最大値 $AMAX$ が 8. 2 G 以上である場合、推定部 230 は

、推定測定レンジ $RMAX_e$ が -8 G より小さく、 8 G より大きいと特定する ($RMAX_e < -8\text{ G}$ 、 $RMAX_e > 8\text{ G}$)。

[0053] 推定部 230 は、最大値 $AMAX$ がどのレベルに適合するかを判定する。その判定後、推定部 230 は、適合したレベルに対応する推定測定レンジ $RMAX_e$ を用いる。

[0054] なお、レベル 1 から 7 の各々における最大値 AMX の上限値において、小数第一位が 0 ではなく 2 となっている。これは、加速度センサ 10 の感度およびオフセットのばらつきを考慮したためである。説明を簡単にするため、加速度センサ 10 の測定レンジ $RMAX$ が $\pm 2\text{ G}$ であり、 -2 G から 2 G までの範囲が 256 段階の電圧で得られるとする。また、 -2 G が最小電圧 0 V に対応付けられ、 2 G が最大電圧 3 V に対応付けられたとする。例えば、加速度センサ 10 によって得られた電圧（例えば、X 軸方向の加速度値）が最大電圧の半分の 1.5 V であった場合、理想的には、 0 G の加速度値が得られればよい。しかしながら、同じ加速度センサ 10 であっても、加速度センサ 10 の出力の誤差により、 0 G が検出されない場合がある。つまり、加速度センサ 10 の出力が本来の出力でないことがある。このような場合、上述の小数第一位が 0 であると、最大値 $AMAX$ がどのレベルに適合するか推定部 230 が誤った判定をすることがある。そこで、レベル 1 から 7 の各々における最大値 $AMAX$ の上限値が大きめにとられている。

[0055] 第 2 更新部 240 は、規定値テーブル 340 を参照し、X 軸の正方向の最大加速度値 AX_{+MAX} 、Y 軸の正方向の最大加速度値 AY_{+MAX} および Z 軸の正方向の最大加速度値 AZ_{+MAX} の中に、規定値 Th_{+} より小さい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する。その結果、規定値 Th_{+} より小さい最大加速度値 AN_{MAX} がある場合、第 2 更新部 240 は、その最大加速度値 AN_{MAX} を規定値 Th_{+} に更新する。同様に、第 2 更新部 240 は、記憶装置 30 に格納された規定値テーブル 340 を参照し、X 軸の負方向の最大加速度値 AX_{-MAX} 、Y 軸の負方向の最大加速度値 AY_{-MAX} および Z 軸の負方向の最大加速度値 AZ_{-MAX} の中に、規定値 Th_{-} より大きい最大加速度値 AN_{MAX} があるか

を判定する。その結果、規定値 $T h_{-}$ より大きい最大加速度値 $A N_{MAX}$ がある場合、第2更新部240は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を規定値 $T h_{-}$ に更新する。

[0056] 規定値 $T h_{+}$ および規定値 $T h_{-}$ の各々は、一律ではなく、推定部230による現在の推定測定レンジ $R M A X e$ に応じた値によって定まる。より詳細には、規定値 $T h_{+}$ は、現在の推定測定レンジ $R M A X e$ の上限値より小さい正の値をとる。規定値 $T h_{-}$ は、現在の推定測定レンジ $R M A X e$ の下限値より大きい負の値をとる。規定値 $T h_{-}$ の絶対値は、規定値 $T h_{+}$ と同じである。規定値 $T h_{+}$ および規定値 $T h_{-}$ の具体例については、後述する。

[0057] 例えば、第1更新部220がX軸の正方向の最大加速度値 $A X_{+MAX}$ のみをX軸方向の現在の加速度値 $A X(t)$ に更新した場合を考える。Y軸方向の現在の加速度値 $A Y(t)$ がY軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ より小さい場合、第2更新部240は、Y軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ が規定値 $T h_{+}$ より小さいかを判定する。Y軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ が規定値 $T h_{+}$ より小さい場合、第2更新部240は、Y軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ を規定値 $T h_{+}$ に更新する。Z軸の正方向の最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ についても、第2更新部240は、同様の処理を実行する。

[0058] また、第2更新部240は、X軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ が規定値 $T h_{-}$ より大きいかを判定する。X軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ が規定値 $T h_{-}$ より大きい場合、第2更新部240は、X軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ を規定値 $T h_{-}$ に更新する。Y軸の負方向の最大加速度値 $A Y_{-MAX}$ およびZ軸の負方向の最大加速度値 $A Z_{-MAX}$ についても、第2更新部240は、同様の処理を実行する。

[0059] X軸の正方向の最大加速度値 $A X_{+MAX}$ 、Y軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ およびZ軸の正方向の最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ の中で、第1更新部220が最大加速度値（例えば、 $A X_{+MAX}$ ）を現在の加速度値に更新したにもかかわらず、更新後の加速度値が規定値 $T h_{+}$ より小さい場合も想定される。更新後の加速度値が規定値 $T h_{+}$ より小さい場合、第2更新部240は、第1更

新部 220 によって一度更新された最大加速値を更に規定値 T_{h+} に更新する。同様に、X 軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} 、Y 軸の負方向の最大加速度値 A_{Y-MAX} および Z 軸の負方向の最大加速度値 A_{Z-MAX} の中で、第 1 更新部 220 が最大加速度値（例えば、 $A_{X-MAX} < 0$ ）を現在の加速度値（ $A_X(t) < 0$ ）に更新したにもかかわらず、更新後の加速度値が規定値 T_{h-} より大きい場合も想定される。更新後の加速度値が規定値 T_{h-} より大きい場合、第 2 更新部 240 は、第 1 更新部 220 によって一度更新された最大加速値を更に規定値 T_{h-} に更新する。

[0060] 第 2 更新部 240 が設けられていることにより、次の効果が得られる。例えば、図 1 に示す X-Y 面で、ユーザによって X 軸の正方向または X 軸の負方向に携帯端末 1 の位置が変化する場合を考える。この場合、Z 軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ の変動は、相対的に小さい。よって、第 2 更新部 240 が設けられていない場合、Z 軸の正方向の最大加速度値 A_{Z+MAX} および Z 軸の負方向の最大加速度値 A_{Z-MAX} を第 1 更新部 220 が小さな加速度値 $A_Z(t)$ に更新してしまう。このような更新が何度も発生すると、プロセッサ 20 に負荷がかかる。しかしながら、第 2 更新部 240 が設けられているので、上述の更新の回数が減る。その結果、プロセッサ 20 に負荷がかかることが抑制される。ひいては、携帯端末 1 の低消費電力化を図ることができる。

[0061] 図 5 は、規定値テーブル 340 の一例を示す図である。規定値テーブル 340 は、複数レベルの各々に割り当てられた最大値 A_{MAX} に規定値 T_{h+} および規定値 T_{h-} を関連付けたテーブルである。図 5 の例では、規定値 T_{h+} に関しては、7 段階の規定値 $T_{h+1} \sim T_{h+7}$ が設けられている。規定値 T_{h-} に関しても、7 段階の規定値 $T_{h-1} \sim T_{h-7}$ が設けられている。これらの規定値 $T_{h+1} \sim T_{h+7}$ 、 $T_{h-1} \sim T_{h-7}$ は、推定部 230 によって推定される現在の測定レンジ R_{MAX} に応じた値で定まる。

[0062] 1) 現在の推定測定レンジ R_{MAXe} が -3 G 以上 3 G 以下である場合、規定値 T_{h+1} は、 2.5 G をとり、規定値 T_{h-1} は、 -2.5 G をとる。

- 2) 現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が -4 G 以上 4 G 以下である場合、規定値 Th_{+2} は、 3.5 G をとり、規定値 Th_{-2} は、 -3.5 G をとる。
- 3) 現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が -5 G 以上 5 G 以下である場合、規定値 Th_{+3} は、 4.5 G をとり、規定値 Th_{-3} は、 -4.5 G をとる。
- 4) 現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が -6 G 以上 6 G 以下である場合、規定値 Th_{+4} は、 5.5 G をとり、規定値 Th_{-4} は、 -5.5 G をとる。
- 5) 現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が -7 G 以上 7 G 以下である場合、規定値 Th_{+5} は、 6.5 G をとり、規定値 Th_{-5} は、 -6.5 G をとる。
- 6) 現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が -8 G 以上 8 G 以下である場合、規定値 Th_{+6} は、 7.5 G をとり、規定値 Th_{-6} は、 -7.5 G をとる。
- 7) 現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が -8 G より小さく、 8 G より大きい場合、規定値 Th_{+7} は、 9 G をとり、規定値 Th_{-7} は、 -9 G をとる。

[0063] なお、各規定値 $Th_{+1} \sim Th_{+7}$ は、対応する推定測定レンジ $RMAX_e$ の上限値よりも小さい値をとり、各規定値 $Th_{-1} \sim Th_{-7}$ は、対応する推定測定レンジ $RMAX_e$ の下限値よりも大きい値をとれば、図5の例に限定されない。例えば、各規定値 $Th_{+1} \sim Th_{+7}$ は、対応する推定測定レンジ $RMAX_e$ の上限値の90パーセントの値であり、各規定値 $Th_{-1} \sim Th_{-7}$ は、対応する推定測定レンジ $RMAX_e$ の下限値の90パーセントの値であってもよい。代替的に、各規定値 $Th_{+1} \sim Th_{+7}$ は、対応する推定測定レンジ $RMAX_e$ の上限値の80パーセント以上の値であり、各 $Th_{-1} \sim Th_{-7}$ は、対応する推定測定レンジ $RMAX_e$ の下限値の80パーセント以下の値であってもよい。

[0064] 以下に、第1更新部220の処理および推定部230の処理を図6Aに関連付けて説明する。図6Aは、時刻 t_1 における加速度値 $AX(t_1)$ 、 $AY(t_1)$ および $AZ(t_1)$ からどのように測定レンジ $RMAX$ が推定されるかを説明するための図である。

図6Aにおいて、黒丸の記号は、時刻 t_1 における加速度値 $AX(t_1)$ 、 $AY(t_1)$ および $AZ(t_1)$ を表す。白丸の記号は、初期の時刻 t_0 におけ

る6つの最大加速度値 $A X +_{MAX}$ 、 $A Y +_{MAX}$ 、 $A Z +_{MAX}$ 、 $A X -_{MAX}$ 、 $A Y -_{MAX}$ 、 $A Z -_{MAX}$ を表す。

また、「+X」は、X軸の正方向の加速度値を表す。「+Y」および「+Z」についても同様である。「-X」は、X軸の負方向の加速度値を表す。「-Y」および「-Z」についても同様である。

[0065] 説明を簡単にするため、履歴データ320には、次のような最大加速度値 $A X +_{MAX}$ 、 $A Y +_{MAX}$ 、 $A Z +_{MAX}$ 、 $A X -_{MAX}$ 、 $A Y -_{MAX}$ 、 $A Z -_{MAX}$ が予め記録されていると仮定する。

X軸の正方向の最大加速度値 $A X +_{MAX} = 1.8 G$

X軸の負方向の最大加速度値 $A X -_{MAX} = -1.8 G$

Y軸の正方向の最大加速度値 $A Y +_{MAX} = 1.8 G$

Y軸の負方向の最大加速度値 $A Y -_{MAX} = -1.8 G$

Z軸の正方向の最大加速度値 $A Z +_{MAX} = 1.8 G$

Z軸の負方向の最大加速度値 $A Z -_{MAX} = -1.8 G$

[0066] 次に、黒丸の記号で示すように、時刻 t_1 における加速度値 $A X(t_1)$ 、 $A Y(t_1)$ および $A Z(t_1)$ が次の値をとったと仮定する。

加速度値 $A X(t_1) = 3.9 G$

加速度値 $A Y(t_1) = 2.1 G$

加速度値 $A Z(t_1) = -3.6 G$

[0067] 第1更新部220は、X軸方向の加速度値 $A X(t_1)$ が正の値をとるので、加速度値 $A X(t_1)$ がX軸の正方向の最大加速度値 $A X +_{MAX}$ より大きいか判定する。図6Aの例では、加速度値 $A X(t_1)$ が $3.9 G$ であり、最大加速度値 $A X +_{MAX}$ が $1.8 G$ である。この場合、前者の加速度値 $A X(t_1)$ が後者の最大加速度値 $A X +_{MAX}$ より大きい。よって、第1更新部220は、X軸の正方向の最大加速度値 $A X +_{MAX}$ を $3.9 G$ に更新する。

[0068] 第1更新部220は、Y軸方向の加速度値 $A Y(t_1)$ が正の値をとるので、加速度値 $A X(t_1)$ がY軸の正方向の最大加速度値 $A Y +_{MAX}$ より大きいかを判定する。図6Aの例では、加速度値 $A Y(t_1)$ が $2.1 G$ であり、最

大加速度値 A_{X+MAX} が 1.8 G である。この場合、前者の加速度値 $A_X(t_1)$ が後者の最大加速度値 A_{Y+MAX} より大きい。よって、第1更新部220は、Y軸の正方向の最大加速度値 A_{Y+MAX} を 2.1 G に更新する。

[0069] 第1更新部220は、Z軸方向の加速度値 $A_Z(t_1)$ が負の値をとるので、加速度値 $A_Z(t_1)$ がZ軸の負方向の最大加速度値 A_{Z-MAX} より小さいかを判定する。図6Aの例では、加速度値 $A_Z(t_1)$ が -3.6 G であり、最大加速度値 A_{Z-MAX} が -1.8 G である。この場合、前者の加速度値 $A_Z(t_1)$ が後者の最大加速度値 A_{Z-MAX} より小さい。よって、第1更新部220は、Z軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} を -3.6 G に更新する。

[0070] 以上の結果、第1更新部220は、次のような最大加速度値 A_{X+MAX} 、 A_{Y+MAX} および A_{Z-MAX} を履歴データ320に記録することとなる。

X軸の正方向の最大加速度値 $A_{X+MAX} = 3.9\text{ G}$ (更新済)

X軸の負方向の最大加速度値 $A_{X-MAX} = -1.8\text{ G}$

Y軸の正方向の最大加速度値 $A_{Y+MAX} = 2.1\text{ G}$ (更新済)

Y軸の負方向の最大加速度値 $A_{Y-MAX} = -1.8\text{ G}$

Z軸の正方向の最大加速度値 $A_{Z+MAX} = 1.8\text{ G}$

Z軸の負方向の最大加速度値 $A_{Z-MAX} = -3.6\text{ G}$ (更新済)

[0071] 続いて、推定部230は、履歴データ320に記録されている最大加速度値 A_{X+MAX} 、 A_{Y+MAX} 、 A_{Z+MAX} 、 A_{X-MIN} 、 A_{Y-MAX} 、 A_{Z-MAX} の中から、絶対値が最も大きい値を最大値 $AMAX$ として抽出する。図6Aの例では、推定部230は、 3.9 G を最大値 $AMAX$ として抽出する。続いて、推定部230は、条件テーブル330を参照し、最大値 $AMAX$ がどのレベルに適合するかを判定する。図6Aの例では、最大値 $AMAX$ が 3.9 G である。よって、推定部230は、最大値 $AMAX$ がレベル3に適合すると判定する。その結果、推定部230は、加速度センサ10の現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が $\pm 4\text{ G}$ であると推定する。

[0072] 次に、第2更新部240の処理を図6Bに関連付けて説明する。図6Bは、更新されなかった最大加速度値 A_{NMAX} がどのように規定値 Th_+ または規

定値 $T h_{-}$ に更新されるかを説明するための図である。図 6 B において、白三角の記号は、更新されなかった最大加速度値を表す。黒三角の記号は、第 2 更新部 240 によって規定値 $T h_{+}$ または規定値 $T h_{-}$ に更新された加速度値を表す。

[0073] 図 6 A の例において、更新されなかった最大加速度値 $A N_{MAX}$ は、Z 軸の正方向の最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ 、X 軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ および Y 軸の負方向の最大加速度値 $A Y_{-MAX}$ であった。また、推定部 230 によって加速度センサ 10 の現在の推定測定レンジ $R MAX_e$ が 4 G であると特定されている。

[0074] 以上の場合、第 2 更新部 240 は、規定値テーブル 340 を参照し、現在の推定測定レンジ $R MAX_e$ に対応する規定値 $T h_{+2}$ および規定値 $T h_{-2}$ を抽出する。続いて、第 2 更新部 240 は、更新されなかった X 軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ (< 0) が規定値 $T h_{-2}$ (< 0) より大きいかを判定する。図 6 B の例では、更新されなかった最大加速度値 $A X_{-MAX}$ が -1.8 G であり、規定値 $T h_{-2}$ が -3.5 G である。この場合、前者の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ が後者の規定値 $T h_{-2}$ より大きい。よって、第 2 更新部 240 は、更新されなかった X 軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ を規定値 $T h_{-2}$ に更新する。同様に、第 2 更新部 240 は、更新されなかった Y 軸の負方向の最大加速度値 $A Y_{-MAX}$ を規定値 $T h_{-2}$ に更新する。

[0075] 第 2 更新部 240 は、更新されなかった Z 軸の正方向の最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ が規定値 $T h_{+2}$ より小さいかを判定する。図 6 B の例では、更新されなかった最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ が 1.8 G であり、規定値 $T h_{+2}$ が 3.5 G である。この場合、前者の最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ が後者の規定値 $T h_{+2}$ より小さい。よって、第 2 更新部 240 は、更新されなかった Z 軸の正方向の最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ を規定値 $T h_{+2}$ に更新する。

[0076] また、Y 軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ は、第 1 更新部 220 によって 1.8 G から 2.1 G に更新されたが、規定値 $T h_{+2}$ の 3.5 G より小さい。この場合についても、第 2 更新部 240 は、第 1 更新部 220 によって

一度更新された最大加速度値を更に規定値 $T h_{+2}$ に更新する。よって、Y軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ は、2回更新されることとなる。

[0077] 計数部250は、加速度値のサチュレーション状態が発生する回数を示すサチュレーション回数 N を特定する。サチュレーション回数 N は、X軸方向の加速度値 $A X(t)$ のサチュレーション回数 N_x と、Y軸方向の加速度値 $A Y(t)$ のサチュレーション回数 N_y と、Z軸方向の加速度値 $A Z(t)$ のサチュレーション回数 N_z との合計で表される ($N = N_x + N_y + N_z$)。

[0078] 計数部250は、X軸方向のサチュレーション回数 N_x を次のように計測する。あるサンプリング時刻 t_{n-1} において、X軸方向の加速度値 $A X(t_n)$ が正の値をとるとする。また、加速度値 $A X(t_n)$ がX軸の正方向の最大加速度値 $A X_{+MAX}$ よりも大きい場合、第1更新部220が最大加速度値 $A X_{+MAX}$ を更新したとする。この場合、現在の推定測定レンジ $R A M X_e$ が本来の測定レンジ $R M A X$ でなかったとして、計数部250は、サチュレーション回数 N_x を0にリセットする。その後、今回のサンプリング時刻 t_n においてX軸の正方向の最大加速度値 $A X_{+MAX}$ が更新されず、且つ、今回のサンプリング時刻 t_n における加速度値 $A X(t_n)$ が最大加速度値 $A X_{+MAX}$ に一致した場合、計数部250は、サチュレーション回数 N_x をインクリメントする。

[0079] X軸方向のサチュレーション回数 N_x について具体的に説明する。今回のサンプリング時刻 t_n において、第1更新部220が最大加速度値 $A X_{+MAX}$ を更新しなかった場合、加速度値のサチュレーション状態が発生した可能性がある。そのため、計数部250は、今回のサンプリング時刻 t_n におけるX軸方向の加速度値 $A X(t_n)$ が最大加速度値 $A X_{+MAX}$ と一致するかを判定する。なお、本実施形態は、前者の加速度値 $A X(t_n)$ が後者の最大加速度値 $A X_{+MAX}$ と完全に一致することを要求しない。今回の加速度値 $A X(t_n)$ が最大加速度値 $A X_{+MAX}$ と一致している場合、計数部250は、サチュレーション状態が発生したと推定し、サチュレーション回数 N_x をインクリメントする ($N_x = N_x + 1$)。その後、次のサンプリング時刻 t_{n+1} においても、最大

加速度値 A_{X+MAX} が更新されず、サンプリング時刻 t_{n+1} における加速度値 $A_X(t_{n+1})$ が最大加速度値 A_{X+MAX} と一致した場合、計数部 250 は、サチュレーション回数 N_X をインクリメントする。言い換えれば、最大加速度値 A_{X+MAX} が更新された後、最大加速度値 A_{X+MAX} と同じ大きさの加速度値が得られるたびに、計数部 250 は、サチュレーション回数 N_X をインクリメントする。このように、計数部 250 は、サチュレーション状態の発生を捉える役割を持つ。また、計数部 250 がサチュレーション回数 N_X を計数することで、X 軸方向の加速度値 $A_X(t)$ のサチュレーション状態が発生した総時間が分かる。

[0080] 上述の説明では、正の値をとる加速度値 $A_X(t_n)$ を例に挙げた。加速度値 $A_X(t_n)$ が負の値をとる場合、計数部 250 は、今回のサンプリング時刻 t_n において X 軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} が更新されず、且つ、今回のサンプリング時刻 t_n における加速度値 $A_X(t_n)$ が最大加速度値 A_{X-MAX} と一致した場合、サチュレーション回数 N_X をインクリメントする。また、Y 軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ のサチュレーション回数 N_Y および Z 軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ のサチュレーション回数 N_Z に関しても、計数部 250 は、同じ処理を実行する。

[0081] 上述の説明では、ある軸方向における加速度値に関して、最大加速度値が更新されず、且つ、現在の加速度値が最大加速度値に一致した場合、計数部 250 は、サチュレーション状態が発生したと推定する。しかしながら、最大加速度値が更新されず、且つ現在の加速度値が最大加速度値と一致するかという判定だけでは、加速度値のサチュレーション状態を捉えることが難しい場合がある。それは、サンプリング周波数の高低に起因している。

[0082] 図 7 は、加速度センサ 10 によって得られた X 軸方向の加速度値 $A_X(t)$ を例示するグラフである。図 7 の実線 L1 は、測定レンジ R_{MAX} が $-4G$ 以上 $4G$ 以下である加速度センサ 10 によって得られた加速度値 $A_X(t)$ を示している。図 7 の点線 L2 は、本来の X 軸方向の加速度値 $A_X(t)$ を示している。図 7 の例では、点線 L2 で示すように、サンプリング時刻 t_n

t_{n-1} から t_n にかけての期間において、加速度値 $A_X(t)$ のサチュレーション状態が発生している。同様に、サンプリング時刻 t_{n+14} から t_{n+15} にかけての期間においても、加速度値 $A_X(t)$ のサチュレーション状態が発生している。しかしながら、サンプリング周波数が相対的に低いために、簡単に言えば、サンプリングが粗いために、実線L1で示すように、いずれの期間においても、加速度値 $A_X(t)$ のサチュレーション状態を捉えることができない場合がある。それは、次の理由による。

図7の例では、サンプリング時刻 t_{n-1} から t_n にかけての期間において、点線L2で示すように、サンプリング時刻 t_{n-1} における加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が $4G$ よりわずかに小さい。次のサンプリング時刻 t_n における加速度値 $A_X(t_n)$ は、前回のサンプリング時刻 t_{n-1} における加速度値 $A_X(t_{n-1})$ と同じである。ここで、説明を分かりやすくするため、 X 軸の正方向における現在の最大加速度値 A_{X+MAX} が $4G$ であるとする。このような場合においては、サンプリング時刻 t_{n-1} における加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が最大加速度値 A_{X+MAX} である $4G$ より小さい。そのため、第1更新部220は、最大加速度値 A_{X+MAX} を加速度値 $A_X(t_{n-1})$ に更新しない。しかも、サンプリング時刻 t_n における加速度値 $A_X(t_n)$ が最大加速度値 A_{X+MAX} である $4G$ と一致しない。よって、計数部250は、サチュレーション回数 N_X をインクリメントしない。以上のように、サンプリング時刻 t_{n-1} から t_n にかけての期間においてサチュレーション状態が発生しているのに、計数部250は、このサチュレーション状態を捉えることができない。

[0083] また、図7の例では、サンプリング時刻 t_{n+14} から t_{n+15} にかけての期間において、点線L2で示すように、サンプリング時刻 t_{n+14} における加速度値 $A_X(t_{n+14})$ は、先のサンプリング時刻 t_{n-1} における加速度値 $A_X(t_{n-1})$ より大きい。その上、サンプリング時刻 t_{n+15} における加速度値 $A_X(t_{n+15})$ が前回のサンプリング時刻 t_{n+14} における加速度値 $A_X(t_{n+14})$ より小さくなっている。つまり、サンプリング時刻 t_{n+14} における加速度値 $A_X(t_{n+14})$ も、サンプリング時刻 t_{n+15} における加速度値 $A_X(t_{n+15})$ より大きくなっている。

t_{n+15}) も、測定レンジ R_{MAX} である 4 G より小さい。この場合においても、サンプリング時刻 t_{n-1} から t_n にかけての期間の場合と同様の理由により、第1更新部220は、最大加速度値 A_{X+MAX} を加速度値 $A_X(t_{n+14})$ に更新しない。しかも、サンプリング時刻 t_{n+15} における加速度値 $A_X(t_{n+15})$ が最大加速度値 A_{X+MAX} である 4 G と一致しない。よって、計数部250は、サチュレーション回数 N_X をインクリメントしない。以上のように、サンプリング時刻 t_{n+14} から t_{n+15} にかけての期間においてもサチュレーション状態が発生しているのに、計数部250は、このサチュレーション状態を捉えることができない。

[0084] そこで、計数部250は、今回のサンプリング時刻 t_n におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ が正の値をとるとき、加速度値 $A_X(t_n)$ が許容値 T_{+A} 以上であるかを判定する。その上で、計数部250は、前回のサンプリング時刻 t_{n-1} におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が許容値 T_{+A} 以上であるかを判定する。許容値 T_{+A} は、現在の推定測定レンジ R_{MAXe} の上限値に応じて定まる正の値であって、例えば、現在の推定測定レンジ R_{MAXe} の上限値に 0.9 を乗じた値である。例えば、現在の推定測定レンジ R_{MAXe} が -4 G 以上 4 G 以下である場合、許容値 T_{+A} は、 3.6 G ($=4\text{ G} \times 0.9$) となる。今回の加速度値 $A_X(t_n)$ が許容値 T_{+A} 許容値以上であり ($A_X(t_n) \geq T_{+A}$)、且つ前回の加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が許容値 T_{+A} 以上である場合 ($A_X(t_{n-1}) \geq T_{+A}$)、計数部250は、サチュレーション回数 N_X をインクリメントする。図7の例では、サンプリング時刻 t_n およびサンプリング時刻 t_{n+15} の双方において、計数部250は、サチュレーション回数 N_X をインクリメントする。

[0085] 一方、今回のサンプリング時刻 t_n におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ が許容値 T_{+A} より小さい場合 ($A_X(t_n) < T_{+A}$)、計数部250は、サチュレーション回数 N_X をインクリメントしない。同様に、前回のサンプリング時刻 t_{n-1} に検出されたX軸方向の加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が許容値 T_{+A} 以下である場合についても ($A_X(t_{n-1}) \leq T_A$)、計数部250は、サチュ

レーション回数 N_x をインクリメントしない。

[0086] 一方、計数部250は、今回のサンプリング時刻 t_n における加速度値 $A_X(t_n)$ が負の値をとるとき、加速度値 $A_X(t_n)$ が許容値 T_{-A} 以下であるかを判定する。その上で、計数部250は、前回のサンプリング時刻 t_{n-1} におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が許容値 T_{-A} 以下であるかを判定する。許容値 T_{-A} は、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ の下限值に応じて定まる負の値であって、例えば、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ の下限值に0.9を乗じた値である。今回の加速度値 $A_X(t_n)$ が許容値 T_{-A} 許容値以下であり($A_X(t_n) \leq T_{-A}$)、且つ前回の加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が許容値 T_{-A} 以下である場合($A_X(t_{n-1}) \leq T_{-A}$)、計数部250は、サチュレーション回数 N_x をインクリメントする。

[0087] 代替的に、許容値 T_{+A} は、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ の上限值に0.85を乗じた値であり、許容値 T_{-A} は、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ の下限值に0.85を乗じた値であってもよい。ただし、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ に乘じる値が小さすぎても、大きすぎても、加速度値のサチュレーション状態の発生を的確に捉えることが難しくなる。よって、実用的には、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ に乘じる値は、0.8以上、0.9以下である。

[0088] Y軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ のサチュレーション回数 N_y およびZ軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ のサチュレーション回数 N_z に関しても、計数部250は、サチュレーション回数 N_x の場合と同じ処理を実行する。以上のように、最大加速度値が更新されず、且つ現在の加速度値が最大加速度値と一致するかという判定条件が緩和される。よって、サンプリング周波数が相対的に低くても、加速度値のサチュレーション状態を的確に捉えることができる。

[0089] 指標生成部260は、サチュレーション回数 N に基づいて、活動量の信頼性を表す指標を生成する。活動量の信頼性を表す指標の一つとして、単位時間あたりに、本来の加速度値をどの程度正しく捉えることができたかを表す捕捉率がある。指標生成部260は、次の式(1)に基づいて、以下の捕捉

率 R_e を算出し、算出した捕捉率 R_e をタッチパネル 40 に出力する。

$$R_e = (N_{\text{SAMPLING}} - N) / N_{\text{SAMPLING}} \times 100 (\%) \quad \cdots (1)$$

[0090] 式 (1) において、 N_{SAMPLING} は、単位時間（例えば、1 分間）あたりのサンプリング回数を表す。捕捉率 R_e は、単位時間あたりに加速度値 ($A_X(t)$ 、 $A_Y(t)$ 、 $A_Z(t)$) を何回捕捉することができたかを示す。当然ながら、サチュレーション回数 N が多いほど、活動量の捕捉率 R_e は低くなる。その結果として、活動量の信頼性も低くなる。

[0091] また、活動量の信頼性を表す指標の一つとして、単位時間（例えば、1 分間）あたりにサチュレーション状態が何回発生したかを表すサチュレーション率 R_s がある。(1) 式の替わりに、指標生成部 260 は、次の式 (2) に基づいて、サチュレーション率 R_s を算出してもよい。

$$R_s = N / N_{\text{SAMPLING}} \times 100 (\%) \quad \cdots (2)$$

[0092] 式 (2) に示すとおり、サチュレーション回数 N が多いほど、サチュレーション率 R_s も高くなる。その結果として、活動量の信頼性は低くなる。

[0093] 活動量の信頼性を表す指標の一つとして、どの程度の誤差が単位時間あたりの消費エネルギーに含まれるかを表す誤差率がある。指標生成部 260 は、次に述べる誤差率 R_E を活動量の信頼性を表す指標として算出してもよい。

[0094] 加速度センサ 10 の本来の測定レンジ R_{MAX} の大きさによるが、サチュレーション率 R_s と消費エネルギーの誤差率 R_E との間には相関がある。図 8 は、サチュレーション率 R_s とユーザの消費エネルギーの誤差率 R_E との間関係为例示するグラフである。黒丸の点は、携帯端末 1 を持ったユーザが走った場合に得られた値を示したものである。なお、加速度センサ 10 の本来の測定レンジ R_{MAX} は、 -4 G 以上 4 G 以下であった。

[0095] 図 8 において、縦軸に示す消費エネルギーの誤差率 R_E は、加速度値のサチュレーション状態が発生しなかった場合に、消費エネルギーにどの程度の誤差があるかを示し、次の式 (3) で表される。

$$R_E = |E_1 - E_2| / E_1 \times 100 (\%) \quad \cdots (3)$$

[0096] 式 (3) において、 E_1 は、測定レンジ R_{MAX} が十分に大きい理想的な加

速度センサを用いた場合に得られる本来の消費エネルギーを示す。つまり、 E_1 は、加速度値のサチュレーション状態が発生しない場合に得られると推定される消費エネルギーを示す。 E_2 は、加速度センサ10を用いた場合に得られる消費エネルギーを示す。

[0097] 図8に示すように、サチュレーション率 R_s が高いほど、消費エネルギーの誤差率 R_E も高くなる傾向にある。図8の例では、両者の間の関係に正の相関が見られることを本願発明者は確認している。そこで、指標生成部260は、以下の推定誤差率 E を次の式(4)を用いて算出する。推定誤差率 E は、図8におけるサチュレーション率 R_s と消費エネルギーの誤差率 R_E との間の関係に示すように、あるサチュレーション率に対して、消費エネルギーにどの程度の誤差が含まれるかを推定したものである。指標生成部260は、算出した推定誤差率 E をタッチパネル40に出力する。

$$E = \alpha \times R_s^2 + \beta R_s (\%) \quad \cdots (4)$$

[0098] 式(4)において、 α および β は、サチュレーション率 R_s および消費エネルギーの誤差率 R_E から決まる係数である。例えば、指標生成部260は、図8に示す複数の黒丸の点から2次関数を求めることによって、 α および β を算出する。

[0099] 指標生成部260が設けられているので、仮に誤った活動量が測定されたとしても、測定された活動量を本来の活動量であるとユーザが信頼してしまう虞がなくなる。

[0100] 算出部270は、ユーザの活動量を算出する。活動量は、例えば、以下の式(5)に示すユーザの消費エネルギー EE である。算出部270は、式(5)を用いて、単位時間(例えば、1分)あたりの消費エネルギー EE を算出する。

$$EE = a_1 + b_1 \times X \times W + c_1 \times FFM + d_1 \times A + f_1 \times S \quad \cdots (5)$$

[0101] 式(5)において、 X は、加速度値の大きさであって、 $(AX(t)^2 + AY(t)^2 + AZ(t)^2)^{1/2}$ で表される。 W は、ユーザの体重を示す。 FFM は、ユーザの除脂肪量を示す。 A は、ユーザの年齢を示す。 S は、性別を

示し、性別に応じた値をとる。 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 および f_1 は、与えられた定数を示す。算出部270は、算出した消費エネルギー EE を補正部280に出力する。

[0102] 代替的に、算出部270は、次の式(6)を用いて、ユーザの消費エネルギー EE を算出してもよい。

$$EE = a_2 + b_2 \times X \times W + c_2 \times FFM + d_2 \times FM + e_2 \times A + f_2 \times S \quad \dots (6)$$

[0103] 式(6)において、 FM は、ユーザの脂肪量を示す。 a_2 、 b_2 、 c_2 、 d_2 および f_2 は、与えられた定数を示す。なお、消費エネルギー EE の算出方法は、式(5)に示す方法または式(6)に示す方法に限定されない。

[0104] 補正部280は、サチュレーション回数 N に基づいて、算出部270が算出したユーザの活動量を補正する。換言すれば、補正部280は、加速度値のサチュレーション状態の発生がないと仮定した場合に得られるユーザの活動量を算出する。補正部280の詳細は、次の通りである。補正部280は、次の式(7)を用いて、消費エネルギー EE を補正する。

$$EE_c = (1 + E) \times EE \quad \dots (7)$$

[0105] EE_c は、補正後の消費エネルギーを示す。 E は、推定される誤差率である。推定誤差率 E 、サチュレーション率 R_s およびサチュレーション回数 N を用いると、補正後の消費エネルギー EE_c は、次の式(8)で表される。

$$\begin{aligned} EE_c &= [1 + (\alpha \times R_s^2 + \beta R_s)] \times EE \\ &= [1 + (\alpha \times (N / N_{\text{SAMPLING}})^2 + \beta \times N / N_{\text{SAMPLING}})] \times EE \quad \dots (8) \end{aligned}$$

[0106] 式(8)に示すように、補正部280は、サチュレーション率 R_s を用いて消費エネルギー EE を補正する。本実施形態では、サチュレーション率 R_s を直接用いる代わりに、補正部280は、サチュレーション回数 N に加え、消費エネルギーを EE と、単位時間当たりのサンプリング数 N_{SAMPLING} とに基づいて、消費エネルギー EE を補正する。そして、補正部280は、補正した消費エネルギー EE_c をタッチパネル40に出力する。

[0107] 以下に、補正部280の効果を図9Aおよび図9Bに関連付けて説明する。図9Aは、補正前の消費エネルギー E_E と、本来の消費エネルギー E_1 との間の関係を例示するグラフである。横軸に示す消費エネルギー E_E は、補正部280によって補正されていない消費エネルギー（kcal/分）を示す。縦軸に示す消費エネルギー E_1 は、測定レンジ R_{MAX} が十分に大きい加速度センサを用いた場合に得られる本来の消費エネルギーを示す（kcal/分）。図9Aに示すように、本来の消費エネルギー E_1 が増えるほど、補正前の消費エネルギー E_E が実線から遠ざかるように分布している。このことは、両者の間の相関が小さいことを意味する。

[0108] 一方、図9Bは、補正後の消費エネルギー E_{Ec} と、本来の消費エネルギー E_1 との間の関係を例示するグラフである。横軸に示す消費エネルギー E_{Ec} は、補正部280による補正後の消費エネルギーを示す（kcal/分）。縦軸に示す消費エネルギー E_1 は、図9Aと同様に、測定レンジ R_{MAX} が十分に大きい理想的な加速度センサを用いた場合に得られる消費エネルギーを示す（kcal/分）。図9Aの例と比較すると、図9Bの例では、実際の消費エネルギー E_1 が増えても、補正後の消費エネルギー E_{Ec} が実線に沿うように分布している。このことは、両者の間の相関が大きいことを意味する。補正部280が設けられていることにより、本来の活動量に近い活動量が得られる。

[0109] なお、式（8）に示す補正後の消費エネルギー E_{Ec} は、式（1）に示す捕捉率 R_e を用いて表すことができる。その詳細は、次の通りである。式（2）は、次の式（9）のように変形することができる。

$$N = N_{\text{SAMPLING}} \times R_s \quad \cdots (9)$$

[0110] 式（9）を式（1）に代入すると、次の式（10）が得られる。

$$R_s = 1 - R_e \quad \cdots (10)$$

[0111] 式（10）を式（8）に代入することにより、補正後の消費エネルギー E_{Ec} は、次の式（11）で表される。

$$E_{Ec} = [1 + (\alpha \times R_s^2 + \beta R_s)] \times E_E$$

$$= [1 + \{\alpha \times (1 - R_e)^2 + \beta \times (1 - R_e)\}] \times E_e \quad \dots (11)$$

[0112] サチュレーション率 R_s を用いる替わりに、補正部 280 は、式 (11) に示すように、捕捉率 R_e を用いて消費エネルギー E_e を補正してもよい。

[0113] 4. 動作

図 10A から図 10C は、プロセッサ 20 の動作を例示するフローチャートである。プロセッサ 20 は、活動量算出プログラム 310 を初めて起動したとき、初期化を実行する（ステップ S0）。第 1 に、プロセッサ 20 は、現在の推定測定レンジ R_{MAX_e} を初期値に設定する。この初期値は、例えば、 -2 G 以上 2 G 以下である。初期の下限值は、例えば、 -1.8 G 以上 1.8 G 以下であっても差し支えはない。第 2 に、計数部 250 は、サチュレーション回数 N を 0 にリセットする。具体的には、計数部 250 は、サチュレーション回数 N_x 、 N_y 、 N_z をリセットする。第 3 に、プロセッサ 20 は、以下のような最大加速度値 A_{X+MAX} 、 A_{Y+MAX} 、 A_{Z+MAX} 、 A_{X-MAX} 、 A_{Y-MAX} 、 A_{Z-MAX} を履歴データ 320 に設定する。

- [0114] X 軸の正方向の最大加速度値 $A_{X+MAX} = 1.8\text{ G}$
 X 軸の負方向の最大加速度値 $A_{X-MAX} = -1.8\text{ G}$
 Y 軸の正方向の最大加速度値 $A_{Y+MAX} = 1.8\text{ G}$
 Y 軸の負方向の最大加速度値 $A_{Y-MAX} = -1.8\text{ G}$
 Z 軸の正方向の最大加速度値 $A_{Z+MAX} = 1.8\text{ G}$
 Z 軸の負方向の最大加速度値 $A_{Z-MAX} = -1.8\text{ G}$

[0115] 続いて、取得部 210 は、X 軸方向の加速度値 $A_X(t)$ と、Y 軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ と、Z 軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ とを加速度センサ 10 から取得し、これらの加速度を第 1 更新部 220 に出力する（ステップ S1）。続いて、推定部 230 は、現在の推定測定レンジ R_{MAX_e} が -8 G 以上 8 G 以下であるかを判定する（ $-8\text{ G} \leq R_{MAX_e} \leq 8\text{ G}$ ）（ステップ S2）。ステップ S2 の処理は、推定測定レンジ R_{MAX_e} の特定が必要かどうかを判定するために設けられている。図 10A の例では、推定測定レン

ジ $RMAX_e$ が -8 G から 8 G の範囲になれば、加速度センサ 10 の性能が十分であり、推定測定レンジ $RMAX_e$ の特定が不要であるとしている。

[0116] 現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が -8 G 以上 8 G 以下である場合（ステップ S2：YES）、推定測定レンジ $RMAX_e$ を特定するため、プロセッサ 20 は、ステップ S3 の処理を実行する。一方、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が -8 G 以上 8 G 以下の範囲にない場合（ $RMAX_e < -8\text{ G}$ 、かつ $RMAX_e > 8\text{ G}$ ）（ステップ S2：NO）、推定測定レンジ $RMAX_e$ の特定は不要であるとして、プロセッサ 20 は、図 10B に示すステップ S7 の処理を実行する。

[0117] ステップ S2 の判定結果が肯定の場合（YES）、第 1 更新部 220 は、X 軸方向の加速度値 $AX(t)$ 、Y 軸方向の加速度値 $AY(t)$ および Z 軸方向の加速度値 $AZ(t)$ の各々について、次の処理を実行する。ここでは、X 軸方向の加速度値 $AX(t)$ を例に挙げる。X 軸方向の加速度値 $AX(t)$ が正の値をとる場合、第 1 更新部 220 は、X 軸方向の現在の加速度値 $AX(t)$ が X 軸の正方向の最大加速度値 AX_{MAX} より大きいかを判定する（ステップ S3）。X 軸方向の加速度値 $AX(t)$ が負の値をとる場合、第 1 更新部 220 は、X 軸方向の現在の加速度値 $AX(t)$ が X 軸の負方向の最大加速度値 AX_{MAX} より小さいかを判定する（ステップ S3）。

[0118] ステップ S3 の判定結果が肯定の場合（ステップ S3：YES）、X 軸方向の加速度値 $AX(t)$ が正の値をとるならば、第 1 更新部 220 は、X 軸の正方向の最大加速度値 AX_{MAX} を X 軸方向の現在の加速度値 $AX(t)$ に更新する（ステップ S4）。X 軸方向の加速度値 $AX(t)$ が負の値をとるならば、第 1 更新部 220 は、X 軸の負方向の最大加速度値 AX_{MAX} を X 軸方向の現在の加速度値 $AX(t)$ に更新する（ステップ S4）。一方、ステップ S3 の判定結果が否定の場合（ステップ S3：NO）、第 1 更新部 220 は、X 軸の正方向の最大加速度値 AX_{MAX} を加速度値 $AX(t)$ に更新しないし、X 軸の負方向の最大加速度値 AX_{MAX} も加速度値 $AX(t)$ に更新しない。Y 軸方向の加速度値 $AY(t)$ および Z 軸方向の加速度値 $AZ(t)$

）に関しても、第1更新部220は、ステップS3の判定結果に応じて、ステップS4の処理と同様の処理を実行する。

[0119] 続いて、ステップS3において、推定部230は、最大加速度値 A_{X+MAX} 、 A_{Y+MAX} 、 A_{Z+MAX} 、 A_{X-MAX} 、 A_{Y-MAX} 、 A_{Z-MAX} のうちのいずれが更新されたかを判定する（ステップS5）。ステップS5の判定結果が肯定である場合（YES）、推定部230は、加速度センサ10の推定測定レンジ R_{MAXe} を特定する（ステップS6）。ステップS6の詳細については後述する。一方、ステップS5の判定結果が否定である場合（NO）、現在の推定測定レンジ R_{MAXe} に変更がないとして、推定部230は、推定測定レンジ R_{MAXe} を新たに特定しない。

[0120] 次に、プロセッサ20は、図10Bに示すステップS7の処理を実行する。最大加速度値 A_{X+MAX} 、 A_{Y+MAX} 、 A_{Z+MAX} 、 A_{X-MAX} 、 A_{Y-MAX} 、 A_{Z-MAX} のうちのいずれかを第1更新部220が更新し（ステップS7：YES）、更に推定部230が推定測定レンジ R_{MAXe} を更新した場合（ステップS8：YES）計数部250は、サチュレーション回数 N_x を0にリセットする。同様に、計数部250は、サチュレーション回数 N_y を0にリセットし、サチュレーション回数 N_z を0にリセットする（ステップS9）。これは、現在の推定測定レンジ R_{MAXe} が加速度センサ10の本来の測定レンジ R_{MAX} ではないためである。一方、最大加速度値 A_{X+MAX} 、 A_{Y+MAX} 、 A_{Z+MAX} 、 A_{X-MAX} 、 A_{Y-MAX} 、 A_{Z-MAX} のうちのいずれかを第1更新部220が更新したにもかかわらず（ステップS7：YES）、推定部230が推定測定レンジ R_{MAXe} を更新しなかった場合（ステップS8：NO）、プロセッサ20は、図10Cに示すステップS14の処理を実行する。

[0121] ステップS7の判定結果が否定であった場合（ステップS7：NO）、つまり、最大加速度値 A_{X+MAX} 、 A_{Y+MAX} 、 A_{Z+MAX} 、 A_{X-MAX} 、 A_{Y-MAX} 、 A_{Z-MAX} のうちのいずれも更新されなかった場合、計数部250は、サチュレーション回数 N に関して、次の処理を実行する。ここでは、X軸方向

の加速度値のサチュレーション回数 N_x を例に挙げる。X軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ が正の値をとるとき、計数部250は、今回のサンプリング時刻 t_n におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ がX軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} と一致するかを判定する(ステップS10)。X軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ が負の値をとるとき、計数部250は、今回のサンプリング時刻 t_n におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ がX軸の負方向の最大加速度値 A_{X-MAX} と一致するかを判定する(ステップS10)。X軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ が正の値をとる場合でも、負の値をとる場合でも、ステップS10の判定結果が肯定である場合(YES)、計数部250は、サチュレーション回数 N_x をインクリメントする(ステップS11)。

[0122] ただし、ステップS10の判定結果が否定であっても(NO)、ステップS12およびS13の双方の条件を満たす場合には、計数部250は、サチュレーション回数 N_x をインクリメントする。具体的には、今回のサンプリング時刻 t_n におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ が正の値をとるとき、計数部250は、加速度値 $A_X(t_n)$ が許容値 T_{+A} 以上であるかを判定する(ステップS12)。ステップS12の判定結果が肯定である場合(YES)、計数部250は、前回のサンプリング時刻 t_{n-1} におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が許容値 T_{+A} 以上であるかを判定する(ステップS13)。今回のサンプリング時刻 t_n におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_n)$ が負の値をとるとき、計数部250は、加速度値 $A_X(t_n)$ が許容値 T_{-A} 以下であるかを判定する(ステップS12)。ステップS12の判定結果が肯定である場合(YES)、計数部250は、前回のサンプリング時刻 t_{n-1} におけるX軸方向の加速度値 $A_X(t_{n-1})$ が許容値 T_{-A} 以下であるかを判定する(ステップS13)。ステップS12の判定結果が肯定であり(YES)、且つステップS13の判定結果が肯定である場合(YES)、計数部250は、サチュレーション回数 N_x をインクリメントする(ステップS11)。

[0123] ステップS12の判定結果が否定である場合(NO)、計数部250は、サチュレーション回数 N_x をインクリメントしない。同様に、ステップS13

の判定結果が否定である場合も（NO）、計数部250は、サチュレーション回数 N_x をインクリメントしない。

[0124] Y軸方向の加速度値 $A_Y(t)$ のサチュレーション回数 N_Y およびZ軸方向の加速度値 $A_Z(t)$ のサチュレーション回数 N_Z に関しても、計数部250は、ステップS10からS13と同様の処理を実行する。

[0125] 続いて、プロセッサ20は、ステップS1において取得された加速度値 $A_X(t)$ 、 $A_Y(t)$ および $A_Z(t)$ にフィルタリング処理を施す（ステップS14）。フィルタリング処理は、例えば、加速度値 $A_X(t)$ 、 $A_Y(t)$ および $A_Z(t)$ からノイズ成分を除去する処理を含む。続いて、プロセッサ20の時間判定部（図示しない）は、一定時間（例えば、1分）が経過したかを判定する（ステップS15）。一定時間が経過したとプロセッサ20の時間判定部が判定した場合（YES）、指標生成部260は、サチュレーション回数 N に基づいて、ユーザの活動量の信頼性を表す指標を生成する（ステップS16）。活動量の信頼性を表す指標は、式（1）に示す捕捉率 R_e でもよいし、式（2）に示すサチュレーション率 R_s でもよいし、式（4）に示す推定誤差率 E でもよい。あるいは、活動量の信頼性を表す指標は、捕捉率 R_e 、サチュレーション率 R_s および推定誤差率 E のうちの任意の2つでもよいし、全てでもよい。そして、指標生成部260は、生成した信頼性を表す指標をタッチパネル40に出力する。続いて、算出部270は、式（5）に示すユーザの消費エネルギー E_E を用いて、ユーザの活動量を算出する（ステップS17）。続いて、補正部280は、サチュレーション回数 N に基づいて、算出部270が算出したユーザの活動量を補正する（ステップS18）。具体的には、補正部280は、式（7）を用いて、消費エネルギー E_E を補正する。代替的に、補正部280は、式（11）を用いて、消費エネルギー E_E を補正してもよい。そして、補正部280は、補正した消費エネルギー E_{E_c} をタッチパネル40に出力する。ステップS18の処理の後、プロセッサ20は、ステップS1の処理に戻る。ステップS15で一定時間が経過していない場合についても（NO）、プロセッサ20は、ステ

ップS 1 の処理に戻る。

[0126] 以上の説明の通り、プロセッサ20は、活動量算出プログラム310を一度起動すると、ステップS 1 からS 1 8の処理を繰り返し、推定測定レンジ $RMAX_e$ を特定する。また、プロセッサ20は、活動量を計測する処理のバックグラウンドで加速度センサ10の推定測定レンジ $RMAX_e$ を特定する。よって、携帯端末1のユーザは、活動量を算出するアプリケーション（活動量算出プログラム310）を普段どおりに使うだけでよい。加速度センサ10の推定測定レンジ $RMAX_e$ を得るためだけに、携帯端末1を振るといった面倒な操作が不要である。

[0127] 以下に、図10Aに示すステップS 6の処理を説明する。図10Dおよび図10Eは、プロセッサ20の動作を例示するフローチャートである。推定部230は、最大加速度値 AX_{+MAX} 、 AY_{+MAX} 、 AZ_{+MAX} 、 AX_{-MAX} 、 AY_{-MAX} 、 AZ_{-MAX} の中から絶対値が最も大きい値を最大値 $AMAX$ として抽出する（ステップS 61）。

[0128] 推定部230は、最大値 $AMAX$ が1.8 G以上、かつ2.2 Gより小さいかを判定する（ステップS 62）。ステップS 62の判定結果が肯定の場合（YES）、推定部230は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が-2 G以上2 G以下であると特定する（ステップS 63）。

[0129] ステップS 62の判定結果が否定の場合（NO）、推定部230は、最大値 $AMAX$ が2.2 G以上、かつ3.2 Gより小さいかを判定する（ステップS 64）。ステップS 64の判定結果が肯定の場合（YES）、推定部230は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が-3 G以上3 G以下であると特定する（ステップS 65）。続いて、第2更新部240は、規定値テーブル340を参照し、X軸の正方向の最大加速度値 AX_{+MAX} 、Y軸の正方向の最大加速度値 AY_{+MAX} およびZ軸の正方向の最大加速度値 AZ_{+MAX} の中に、規定値 Th_+ の2.5 Gより小さい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する（ステップS 66）。ステップS 66の判定結果が肯定の場合（YES）、第2更新部240は、その最大加速度値 AN_{MAX} を2.5 Gに更新する（ステップ

S 6 7)。一方、ステップS 6 6の判定結果が否定の場合（N O）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を2. 5 Gに更新しない。

[0130] 同様に、第2更新部2 4 0は、規定値テーブル3 4 0を参照し、X軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ 、Y軸の負方向の最大加速度値 $A Y_{-MAX}$ およびZ軸の負方向の最大加速度値 $A Z_{-MAX}$ の中に、規定値 $T h_{-}$ の-2. 5 Gより大きい最大加速度値 $A N_{MAX}$ があるかを判定する（ステップS 6 6）。ステップS 6 6の判定結果が肯定の場合（Y E S）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を-2. 5 Gに更新する（ステップS 6 7）。一方、ステップS 6 6の判定結果が否定の場合（N O）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を-2. 5 Gに更新しない。

[0131] 以下、プロセッサ2 0は、ステップS 6 4からS 6 7と同様の処理を繰り返す。その詳細は、次の通りである。ステップS 6 4の判定結果が否定の場合（N O）、推定部2 3 0は、最大値 $A M A X$ が3. 2 G以上、かつ4. 2 Gよりも小さいかを判定する（ステップS 6 8）。ステップS 6 8の判定結果が肯定の場合（Y E S）、推定部2 3 0は、推定測定レンジ $R M A X e$ が-4 G以上4 G以下であると特定する（ステップS 6 9）。続いて、第2更新部2 4 0は、規定値テーブル3 4 0を参照し、X軸の正方向の最大加速度値 $A X_{+MAX}$ 、Y軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ およびZ軸の正方向の最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ の中に、規定値 $T h_{+}$ の3. 5 Gより小さい最大加速度値 $A N_{MAX}$ があるかを判定する（ステップS 6 1 0）。ステップS 6 1 0の判定結果が肯定の場合（Y E S）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を3. 5 Gに更新する（ステップS 6 1 1）。一方、ステップS 6 1 0の判定結果が否定の場合（N O）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を3. 5 Gに更新しない。

[0132] 同様に、第2更新部2 4 0は、規定値テーブル3 4 0を参照し、X軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ 、Y軸の負方向の最大加速度値 $A Y_{-MAX}$ およびZ軸の負方向の最大加速度値 $A Z_{-MAX}$ の中に、規定値 $T h_{-}$ の-3. 5 Gより大きい最大加速度値 $A N_{MAX}$ があるかを判定する（ステップS 6 1 0）。

ステップS 6 1 0の判定結果が肯定の場合（YES）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 AN_{MAX} を-3.5 Gに更新する（ステップS 6 1 1）。一方、ステップS 6 1 0の判定結果が否定の場合（NO）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 AN_{MAX} を-3.5 Gに更新しない。

[0133] ステップS 6 8の判定結果が否定の場合（NO）、推定部2 3 0は、最大値 $AMAX$ が4.2 G以上、かつ5.2 Gよりも小さいかを判定する（ステップS 6 1 2）。ステップS 6 1 2の結果が肯定の場合（YES）、推定部2 3 0は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が-5 G以上5 G以下であると推定する（ステップS 6 1 3）。続いて、第2更新部2 4 0は、規定値テーブル3 4 0を参照し、X軸の正方向の最大加速度値 AX_{+MAX} 、Y軸の正方向の最大加速度値 AY_{+MAX} およびZ軸の正方向の最大加速度値 AZ_{+MAX} の中に、規定値 Th_{+} の4.5 Gより小さい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する（ステップS 6 1 4）。ステップS 6 1 4の判定結果が肯定の場合（YES）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 AN_{MAX} を4.5 Gに更新する（ステップS 6 1 5）。一方、ステップS 6 1 4の判定結果が否定の場合（NO）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 AN_{MAX} を4.5 Gに更新しない。

[0134] 同様に、第2更新部2 4 0は、規定値テーブル3 4 0を参照し、X軸の負方向の最大加速度値 AX_{-MAX} 、Y軸の負方向の最大加速度値 AY_{-MAX} およびZ軸の負方向の最大加速度値 AZ_{-MAX} の中に、規定値 Th_{-} の-4.5 Gより大きい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する（ステップS 6 1 4）。ステップS 6 1 4の判定結果が肯定の場合（YES）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 AN_{MAX} を-4.5 Gに更新する（ステップS 6 1 5）。一方、ステップS 6 1 4の判定結果が否定の場合（NO）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 AN_{MAX} を-4.5 Gに更新しない。

[0135] ステップS 6 1 2の判定結果が否定の場合（NO）、推定部2 3 0は、最大値 $AMAX$ が5.2 G以上、かつ6.2 Gよりも小さいかを判定する（ステップS 6 1 6）。ステップS 6 1 6の判定結果が肯定の場合（YES）、

推定部230は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が -6 G 以上 6 G 以下であると推定する（ステップS617）。続いて、第2更新部240は、規定値テーブル340を参照し、X軸の正方向の最大加速度値 AX_{+MAX} 、Y軸の正方向の最大加速度値 AY_{+MAX} およびZ軸の正方向の最大加速度値 AZ_{+MAX} の中に、規定値 Th_+ の 5.5 G より小さい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する（ステップS618）。ステップS618の判定結果が肯定の場合（YES）、第2更新部240は、その最大加速度値 AN_{MAX} を 5.5 G に更新する（ステップS619）。一方、ステップS618の判定結果が否定の場合（NO）、第2更新部240は、その最大加速度値 AN_{MAX} を 5.5 G に更新しない。

[0136] 同様に、第2更新部240は、規定値テーブル340を参照し、X軸の負方向の最大加速度値 AX_{-MAX} 、Y軸の負方向の最大加速度値 AY_{-MAX} およびZ軸の負方向の最大加速度値 AZ_{-MAX} の中に、規定値 Th_- の -5.5 G より大きい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する（ステップS618）。ステップS618の判定結果が肯定の場合（YES）、第2更新部240は、その最大加速度値 AN_{MAX} を -5.5 G に更新する（ステップS618）。一方、ステップS618の判定結果が否定の場合（NO）、第2更新部240は、その最大加速度値 AN_{MAX} を -5.5 G に更新しない。

[0137] ステップS616の判定結果が否定の場合（NO）、推定部230は、最大値 $AMAX$ が 6.2 G 以上、かつ 7.2 G よりも小さいかを判定する（ステップS620）。ステップS620の判定結果が肯定の場合（YES）、推定部230は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が -7 G 以上 7 G 以下であると特定する（ステップS621）。続いて、第2更新部240は、規定値テーブル340を参照し、X軸の正方向の最大加速度値 AX_{+MAX} 、Y軸の正方向の最大加速度値 AY_{+MAX} およびZ軸の正方向の最大加速度値 AZ_{+MAX} の中に、規定値 Th_+ の 6.5 G より小さい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する（ステップS622）。ステップS622の判定結果が肯定の場合（YES）、第2更新部240は、その最大加速度値 AN_{MAX} を 6.5 G に更新す

る（ステップS 6 2 3）。一方、ステップS 6 2 2の判定結果が否定の場合（N O）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を6. 5 Gに更新しない。

[0138] 同様に、第2更新部2 4 0は、規定値テーブル3 4 0を参照し、X軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ 、Y軸の負方向の最大加速度値 $A Y_{-MAX}$ およびZ軸の負方向の最大加速度値 $A Z_{-MAX}$ の中に、規定値 $T h_{-}$ の-6. 5 Gより大きい最大加速度値 $A N_{MAX}$ があるかを判定する（ステップS 6 2 2）。ステップS 6 2 2の判定結果が肯定の場合（Y E S）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を-6. 5 Gに更新する（ステップS 6 2 3）。一方、ステップS 6 2 2の判定結果が否定の場合（N O）、第2更新部2 4 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を-6. 5 Gに更新しない。

[0139] ステップS 6 2 0の判定結果が否定の場合（N O）、推定部2 3 0は、最大値 $A M A X$ が7. 2 G以上、かつ8. 2 Gよりも小さいかを判定する（ステップS 6 2 4）。ステップS 6 2 4の判定結果が肯定の場合（Y E S）、推定部2 3 0は、推定測定レンジ $R M A X e$ が-8 G以上8 G以下であると特定する（ステップS 6 2 5）。続いて、第2更新部2 4 0は、規定値テーブル3 4 0を参照し、X軸の正方向の最大加速度値 $A X_{+MAX}$ 、Y軸の正方向の最大加速度値 $A Y_{+MAX}$ およびZ軸の正方向の最大加速度値 $A Z_{+MAX}$ の中に、規定値 $T h_{+}$ の7. 5 Gより小さい最大加速度値 $A N_{MAX}$ があるかを判定する（ステップS 6 2 6）。ステップS 6 2 6の判定結果が肯定の場合（Y E S）、推定部2 3 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を7. 5 Gに更新する（ステップS 6 2 7）。一方、ステップS 6 2 6の判定結果が否定の場合（N O）、推定部2 3 0は、その最大加速度値 $A N_{MAX}$ を7. 5 Gに更新しない。

[0140] 同様に、第2更新部2 4 0は、規定値テーブル3 4 0を参照し、X軸の負方向の最大加速度値 $A X_{-MAX}$ 、Y軸の負方向の最大加速度値 $A Y_{-MAX}$ およびZ軸の負方向の最大加速度値 $A Z_{-MAX}$ の中に、規定値 $T h_{-}$ の-7. 5 Gより大きい最大加速度値 $A N_{MAX}$ があるかを判定する（ステップS 6 2 6）。ステップS 6 2 6の判定結果が肯定の場合（Y E S）、第2更新部2 4 0は

、その最大加速度値 AN_{MAX} を -7.5 G に更新する（ステップ S 6 2 7）。一方、ステップ S 6 2 6 の判定結果が否定の場合（NO）、第 2 更新部 2 4 0 は、その最大加速度値 AN_{MAX} を -7.5 G に更新しない。

[0141] ステップ S 6 2 4 の判定結果が否定の場合（NO）、推定部 2 3 0 は、推定測定レンジ $RMAX_e$ が -8 G より小さく、 8 G より大きいと推定する（ステップ S 6 2 8）。続いて、第 2 更新部 2 4 0 は、規定値テーブル 3 4 0 を参照し、X 軸の正方向の最大加速度値 AX_{+MAX} 、Y 軸の正方向の最大加速度値 AY_{+MAX} および Z 軸の正方向の最大加速度値 AZ_{+MAX} の中に、規定値 Th_{+} の 9.0 G より小さい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する（ステップ S 6 2 9）。ステップ S 6 2 9 の判定結果が肯定の場合（YES）、第 1 更新部 2 2 0 は、その最大加速度値 AN_{MAX} を 9 G に更新する（ステップ S 6 3 0）。一方、ステップ S 6 2 9 の判定結果が否定の場合（NO）、第 1 更新部 2 2 0 は、その最大加速度値 AN_{MAX} を 9 G に更新しない。

[0142] 同様に、第 2 更新部 2 4 0 は、規定値テーブル 3 4 0 を参照し、X 軸の負方向の最大加速度値 AX_{-MAX} 、Y 軸の負方向の最大加速度値 AY_{-MAX} および Z 軸の負方向の最大加速度値 AZ_{-MAX} の中に、規定値 Th_{-} の -9.0 G より大きい最大加速度値 AN_{MAX} があるかを判定する（ステップ S 6 2 9）。ステップ S 6 2 9 の判定結果が肯定の場合（YES）、第 2 更新部 2 4 0 は、その最大加速度値 AN_{MAX} を -9.0 G に更新する（ステップ S 6 3 0）。一方、ステップ S 6 2 9 の判定結果が否定の場合（NO）、第 2 更新部 2 4 0 は、その最大加速度値 AN_{MAX} を -9.0 G に更新しない。

[0143] 以上の実施形態により、仮に誤った活動量が算出されたとしても、算出された活動量を本来の活動量であるとユーザが信頼してしまう虞がなくなる。また、加速度値のサチュレーション状態の発生がないと仮定した場合に得られるユーザの活動量が算出されるので、ユーザにとっては便利である。アプリケーションの開発者にとっても、携帯端末 1 にどのような種類の加速度センサ 1 0 が搭載されているかに左右されないという利点がある。その上、携帯端末 1 に搭載される OS の仕様に左右されない。例えば、ある OS には、

加速度センサの本来の測定レンジを得るためのコマンドが用意されている。しかしながら、このコマンドによって得られた測定レンジが正確であるとは限らない。推定測定レンジ $RMAX_e$ が特定されるので、このような場合においても、本実施形態は顕著な効果を奏する。

[0144] <変形例>

本発明の一例として実施形態を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、以下に述べる各種の変形が可能である。更に、以下の例示から任意に選択された2以上の態様は、技術的に矛盾しない限り適宜併合され得る。

[0145] (1) 変形例1

実施形態では、図10Cに示すように、ステップS16において指標生成部260がユーザの活動量の信頼性を表す指標を生成した後に、ステップS17において算出部270がユーザの活動量を算出する。続いて、ステップS18において補正部280がユーザの活動量を補正する。代替的に、ステップS16の処理は、ステップS18の処理の後でもよい。つまり、補正部280がユーザの活動量を補正した後に、指標生成部260がユーザの活動量の信頼性を表す指標を通知してもよい。変形例1においても、実施形態と同様の効果が得られる。

[0146] (2) 変形例2

実施形態では、図10Cに示すように、ステップS14においてプロセッサ20が3軸方向の加速度値 $AX(t)$ 、 $AY(t)$ および $AZ(t)$ にフィルタリング処理を施す。代替的に、取得部210がステップS14の処理をステップS1で実行してもよい。つまり、取得部210が3軸方向の加速度値 $AX(t)$ 、 $AY(t)$ および $AZ(t)$ にフィルタリング処理を施し、ノイズが除去されたこれらの加速度値を第1更新部220に出力してもよい。変形例2においても、実施形態と同様の効果が得られる。

[0147] (3) 変形例3

実施形態では、図10Aに示すように、ステップS2の判定結果が否定で

ある場合（NO）、推定測定レンジ $RMAX_e$ を推定するため、プロセッサ20は、ステップS3の処理を実行する。代替的に、ステップS2の判定結果が否定である場合（NO）、本来の測定レンジ $RMAX$ が既に推定されているとして、プロセッサ20がステップS14の処理を進めてもよい。この場合、プロセッサ20は、ステップS3からステップS13にかけての処理を実行しなくてもよい。変形例3においても、実施形態と同様の効果が得られる上、活動量算出プログラム310の処理速度が向上する。

[0148] （4）変形例4

実施形態では、プロセッサ20は、ステップS1からS18の処理を繰り返す。よって、アプリケーション（活動量算出プログラム310）の終了命令をプロセッサ20が受け付けると、その時点で、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ が消去されることとなる。上述の終了命令の後も、最後に特定された推定測定レンジ $RMAX_e$ から処理を再開できるように、プロセッサ20の機能（活動量算出プログラム310）が構成されていてもよい。例えば、ステップ6において特定した推定測定レンジ $RMAX_e$ を推定部230が不揮発性記憶装置に格納しておく。アプリケーション（活動量算出プログラム310）が復帰したとき、ステップS0において、プロセッサ20は、現在の推定測定レンジ $RMAX_e$ の下限値を最後に特定した推定測定レンジ $RMAX_e$ に設定する。

[0149] （5）変形例5

活動量の信頼性を表す指標の1つとして、推定される測定レンジ $RMAX$ を推定部230がタッチパネル40に表示してもよい。測定レンジ $RMAX$ の表示は、携帯端末1のユーザあるいはアプリケーション（活動量算出プログラム310）の開発者にとって有意義である。

[0150] （6）変形例6

実施形態では、X軸方向の加速度値 $AX(t)$ が正の値をとる場合、計数部250は、以下の処理をする。今回のサンプリング時刻 t_n においてX軸の正方向の最大加速度値 AX_{MAX} が更新されず、且つ、今回のサンプリング時

刻 t_n における加速度値 $A_X(t_n)$ が最大加速度値 A_{X+MAX} に一致した場合、計数部 250 は、サチュレーション状態が発生したと推定し、サチュレーション回数 N_X をインクリメントする。代替的に、最大加速度値 A_{X+MAX} と同じ大きさの加速度値 $A_X(t_n)$ が連続するひとつの期間を 1 回のサチュレーション状態として計数部 250 が計数してもよい。例えば、実施形態と同様に、今回のサンプリング時刻 t_n において X 軸の正方向の最大加速度値 A_{X+MAX} が更新されず、且つ、今回のサンプリング時刻 t_n における加速度値 $A_X(t_n)$ が最大加速度値 A_{X+MAX} に一致した場合に、計数部 250 は、フラグを立てる。その後、加速度値 A_X が最大加速度値 A_{X+MAX} に一致しなくなった場合に、計数部 250 は、そのフラグを下げて、サチュレーション回数 N_X をインクリメントする。Y 軸方向のサチュレーション回数 N_Y 、および Z 軸方向のサチュレーション回数 N_Z に関しても、同様である。変形例 6 においても、実施形態と同様の効果が得られる。

[0151] 本出願は、2016 年 12 月 26 日に提出された日本出願特願 2016-250650 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0152] 1…携帯端末、10…加速度センサ、20…プロセッサ、30…記憶装置、40…タッチパネル、50…通信部、210…取得部、220…第 1 更新部、230…推定部、240…第 2 更新部、250…計数部、260…指標生成部、270…算出部、280…補正部、310…活動量算出プログラム、320…履歴データ、330…条件テーブル、340…規定値テーブル

請求の範囲

[請求項1]

コンピュータを、

加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、身体の活動の大きさを示す活動量を算出する算出部と、

前記加速度値が前記加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とし、前記サチュレーション状態が発生する回数をサチュレーション回数としたとき、

前記加速度値に基づいて前記サチュレーション回数を特定し、特定したサチュレーション回数に基づいて、前記活動量の信頼性を表す指標を生成する生成部と

して機能させる活動量算出プログラム。

[請求項2]

前記コンピュータを更に、

前記加速度センサによって過去に得られた複数の加速度値のうちの最大値を最大加速度値としたとき、現在の加速度値が前記最大加速度値より大きいかを判定し、前記現在の加速度値が前記最大加速度値より大きい場合、前記最大加速度値を前記現在の加速度値に更新する更新部と、

前記更新部によって前記最大加速度値が更新されず、且つ、前記現在の加速度値が前記最大加速度値と一致する場合、前記サチュレーション回数をインクリメントする計数部

として機能させる請求項1に記載の活動量算出プログラム。

[請求項3]

前記加速度センサの推定される測定レンジを推定測定レンジとしたとき、前記最大加速度値に基づいて、前記推定測定レンジを特定する推定部として更に機能させ、

前記計数部は、前記現在の加速度値が前記最大加速度値と一致していない場合、前記現在の加速度値が前記推定測定レンジに応じて定まる許容値以上であるとき、前記サチュレーション回数をインクリメントする

請求項2に記載の活動量算出プログラム。

[請求項4] 前記加速度センサによって、第1軸方向の加速度値である第1加速度値と、第2軸方向の加速度値である第2加速度値とが得られ、

前記加速度センサによって過去に得られた複数の前記第1加速度値のうちの最大値を第1最大加速度値とし、前記加速度センサによって過去に得られた複数の前記第2加速度値のうちの最大値を第2最大加速度値としたとき、

前記推定部は、前記現在の第1加速度値が前記第1最大加速度値より大きい場合、現在の第1加速度値に基づいて前記推定測定レンジを特定し、

前記更新部は、

前記第1最大加速度値を前記現在の第1加速度値に更新し、

現在の第2加速度値が前記第2最大加速度値より小さい場合であっても、前記第2最大加速度値が前記推定測定レンジに応じた規定値より小さい場合には、前記第2最大加速度値を前記規定値に更新する

請求項3に記載の活動量算出プログラム。

[請求項5] 前記生成部は、前記サチュレーション回数が多いほど、前記活動量の信頼性が低いことを示す指標を生成する

請求項1から4のいずれか一項に記載の活動量算出プログラム。

[請求項6] 前記コンピュータを更に、

前記サチュレーション回数に基づいて、前記活動量を補正する補正部として機能させる

請求項1から5のいずれか一項に記載の活動量算出プログラム。

[請求項7] 加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、身体の活動の大きさを示す活動量を算出し、

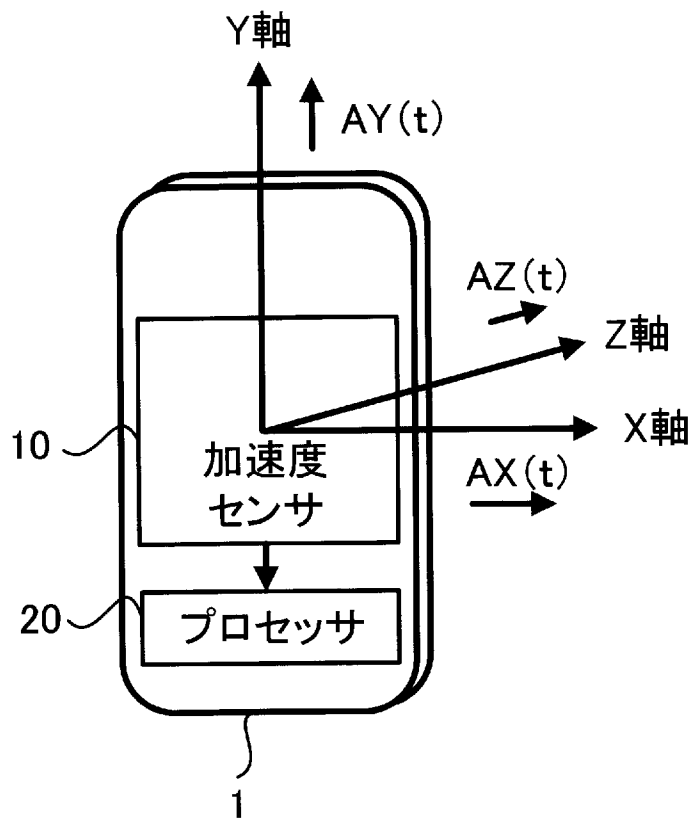
前記加速度値が前記加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値と一致することをサチュレーション状態とし、前記サチュレーション状態が発生する回数をサチュレーション回数としたとき、

前記加速度値に基づいて前記サチュレーション回数を特定し、
特定したサチュレーション回数に基づいて、前記活動量の信頼性を
表す指標を生成する
活動量算出方法。

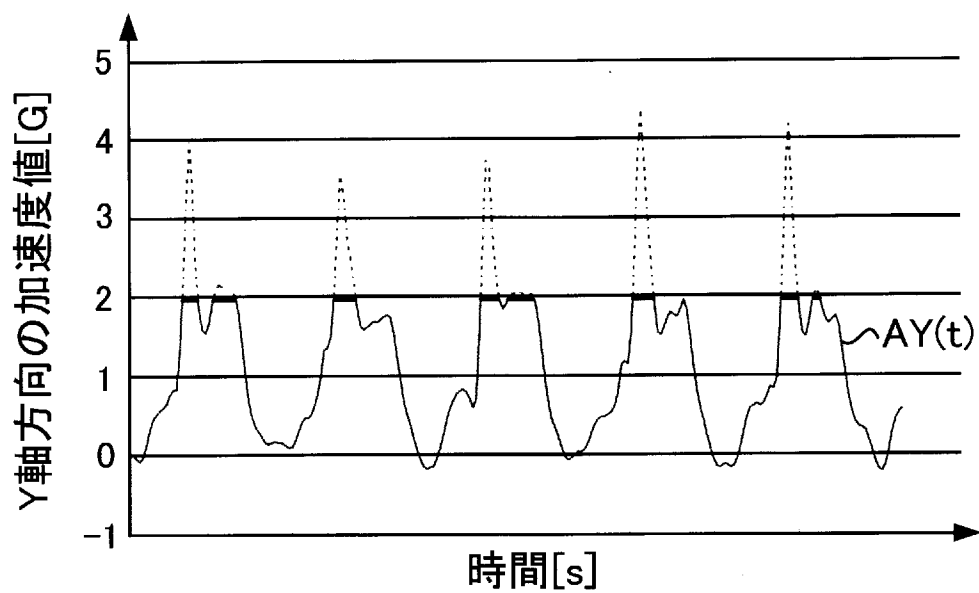
- [請求項8] 加速度センサによって得られた加速度値に基づいて、身体の活動の
大きさを示す活動量を算出する算出部と、
前記加速度値が前記加速度センサの測定レンジの上限値又は下限値
と一致することをサチュレーション状態とし、前記サチュレーション
状態が発生する回数をサチュレーション回数としたとき、
前記加速度値に基づいて前記サチュレーション回数を特定し、特定
したサチュレーション回数に基づいて、前記活動量の信頼性を表す指
標を生成する生成部と
を備える携帯端末。

- [請求項9] 請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の活動量算出プログラムが記
録された
記録媒体。

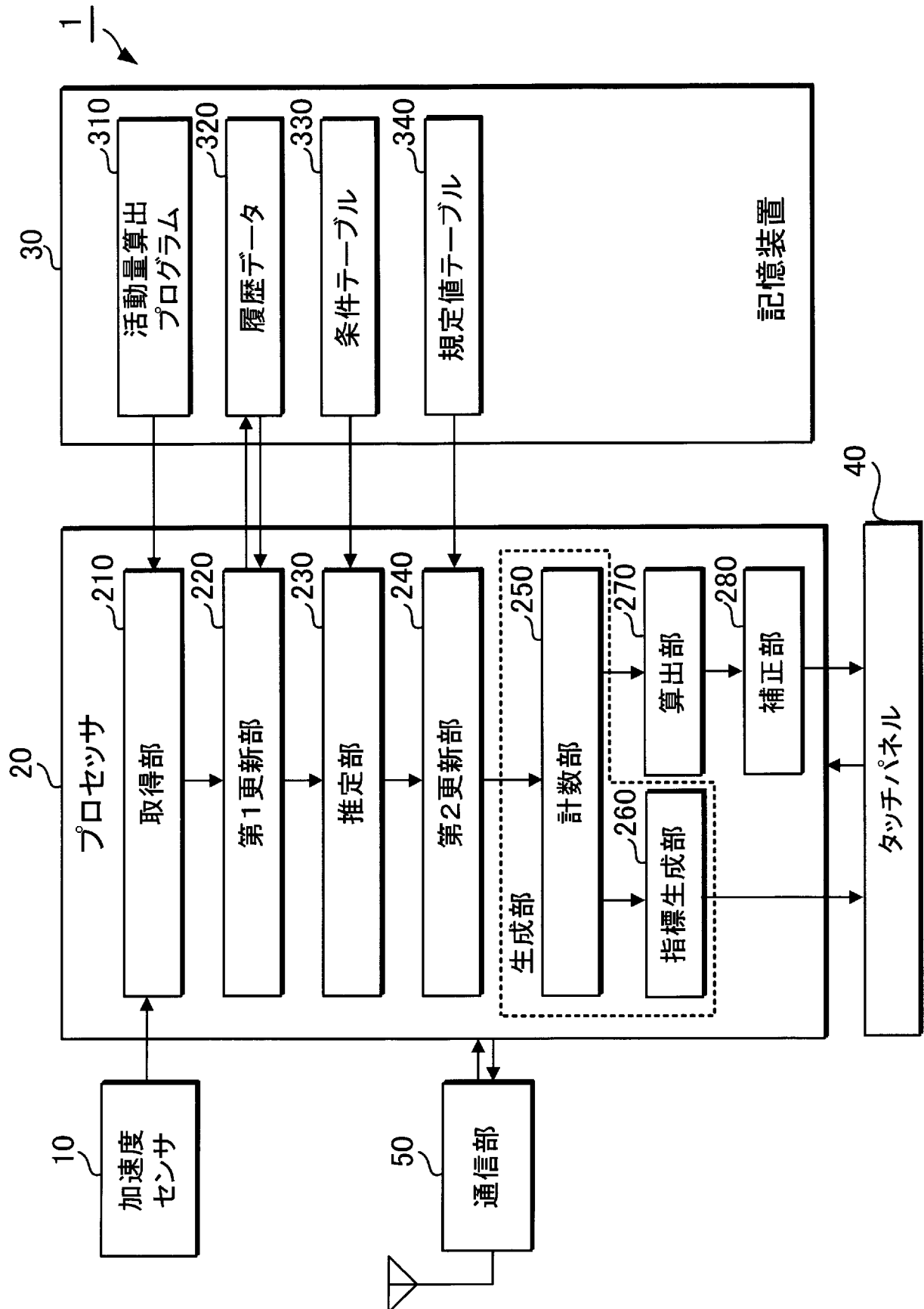
[図1]



[図2]



[図3]



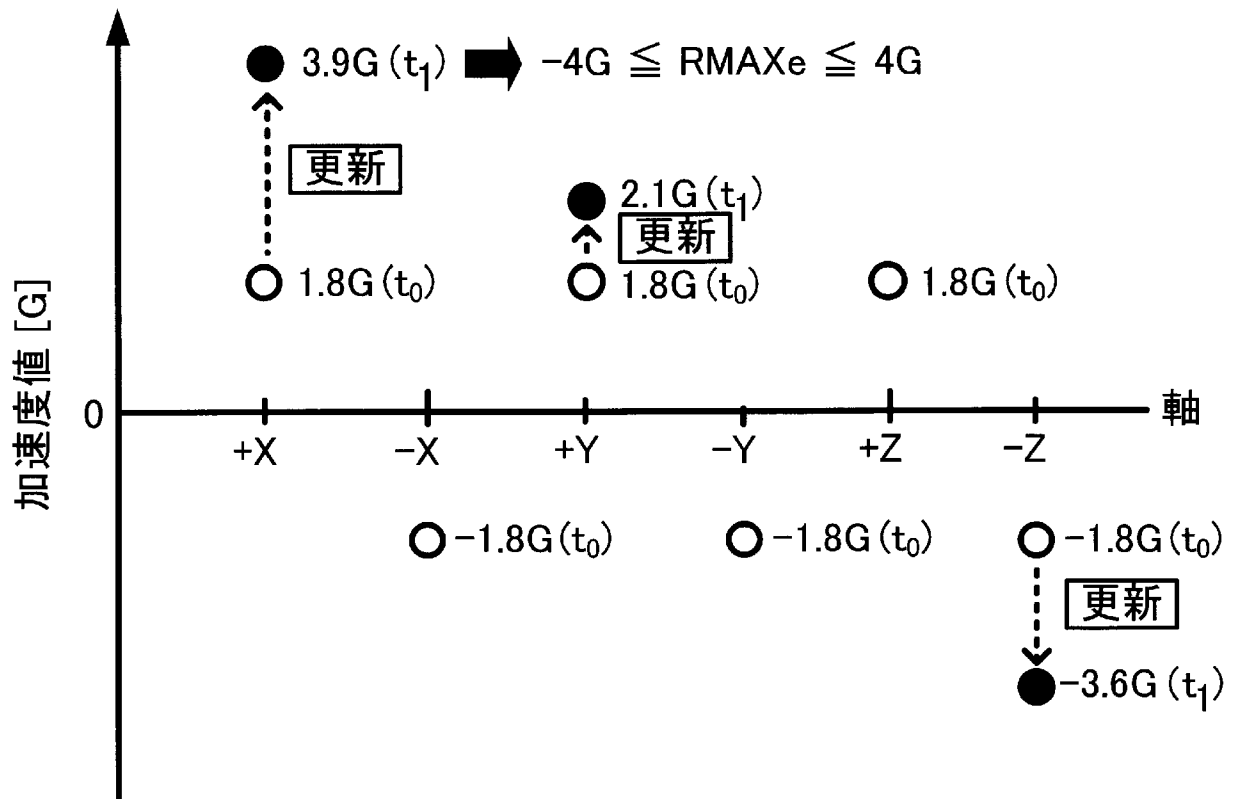
[図4]

レベル	最大値AMAX	推定測定レンジ RMAX _e
1	$1.8\text{G} \leq \text{AMAX} < 2.2\text{G}$	$-2\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 2\text{G}$
2	$2.2\text{G} \leq \text{AMAX} < 3.2\text{G}$	$-3\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 3\text{G}$
3	$3.2\text{G} \leq \text{AMAX} < 4.2\text{G}$	$-4\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 4\text{G}$
4	$4.2\text{G} \leq \text{AMAX} < 5.2\text{G}$	$-5\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 5\text{G}$
5	$5.2\text{G} \leq \text{AMAX} < 6.2\text{G}$	$-6\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 6\text{G}$
6	$6.2\text{G} \leq \text{AMAX} < 7.2\text{G}$	$-7\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 7\text{G}$
7	$7.2\text{G} \leq \text{AMAX} < 8.2\text{G}$	$-8\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 8\text{G}$
8	$8.2\text{G} \leq \text{AMAX}$	$\text{RMAX}_e < -8\text{G}, \text{RMAX}_e > 8\text{G}$

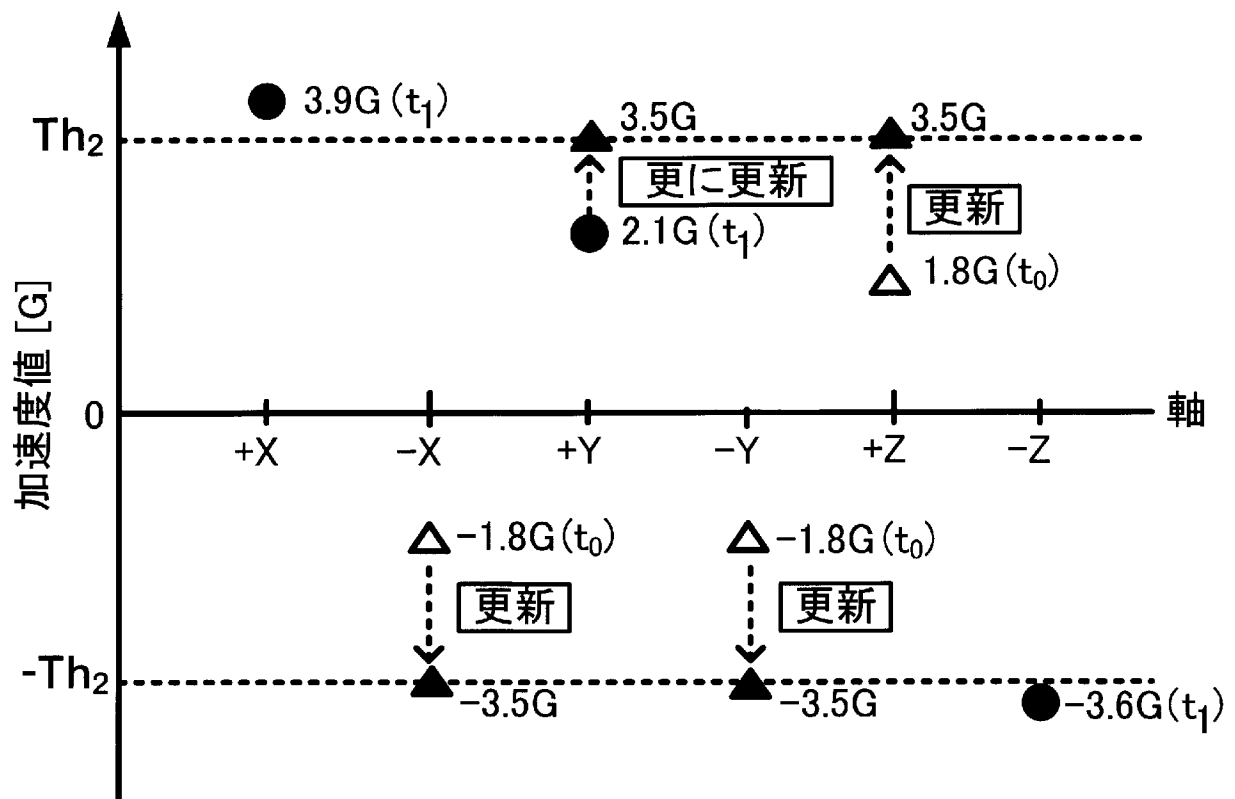
[図5]

推定測定レンジ RMAX _e	規定値Th ₋	規定値Th ₊
$-3\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 3\text{G}$	$\text{Th}_{-1} = -2.5\text{G}$	$\text{Th}_{+1} = 2.5\text{G}$
$-4\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 4\text{G}$	$\text{Th}_{-2} = -3.5\text{G}$	$\text{Th}_{+2} = 3.5\text{G}$
$-5\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 5\text{G}$	$\text{Th}_{-3} = -4.5\text{G}$	$\text{Th}_{+3} = 4.5\text{G}$
$-6\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 6\text{G}$	$\text{Th}_{-4} = -5.5\text{G}$	$\text{Th}_{+4} = 5.5\text{G}$
$-7\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 7\text{G}$	$\text{Th}_{-5} = -6.5\text{G}$	$\text{Th}_{+5} = 6.5\text{G}$
$-8\text{G} \leq \text{RMAX}_e \leq 8\text{G}$	$\text{Th}_{-6} = -7.5\text{G}$	$\text{Th}_{+6} = 7.5\text{G}$
$\text{RMAX}_e < -8\text{G}, \text{RMAX}_e > 8\text{G}$	$\text{Th}_{-7} = -9\text{G}$	$\text{Th}_{+7} = 9\text{G}$

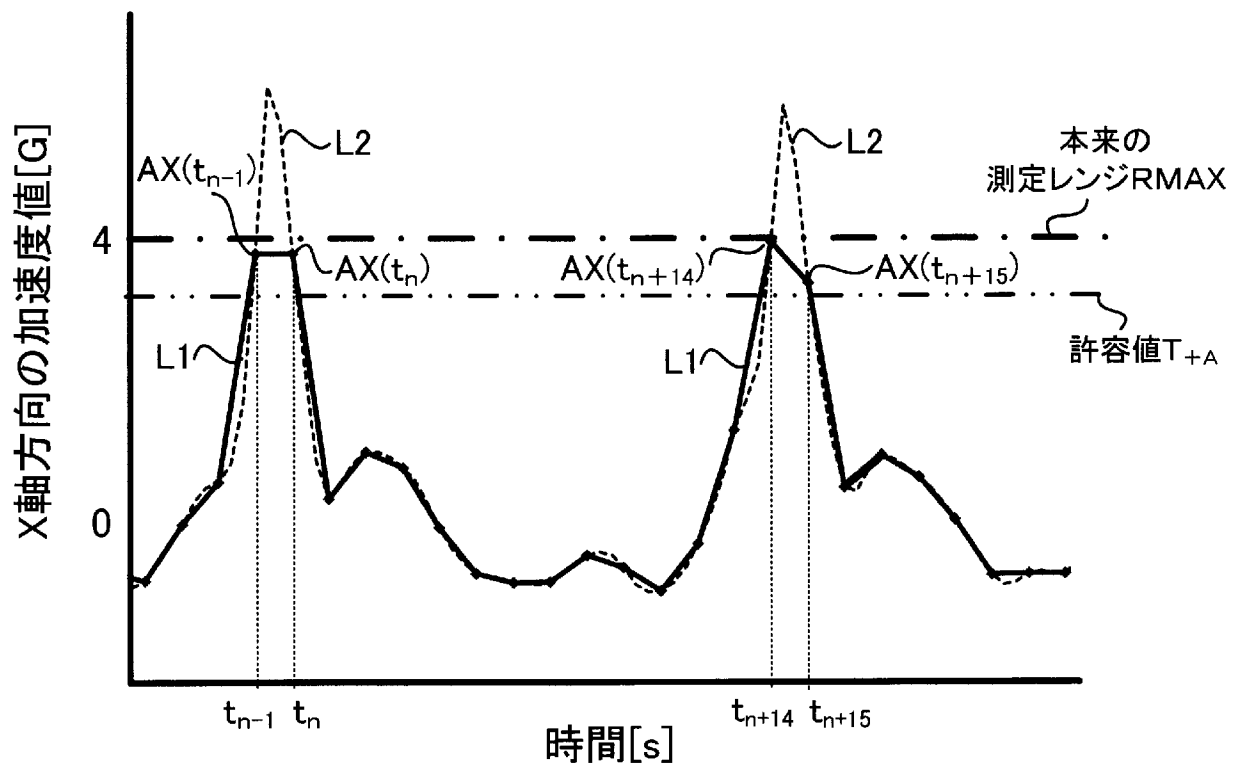
[図6A]



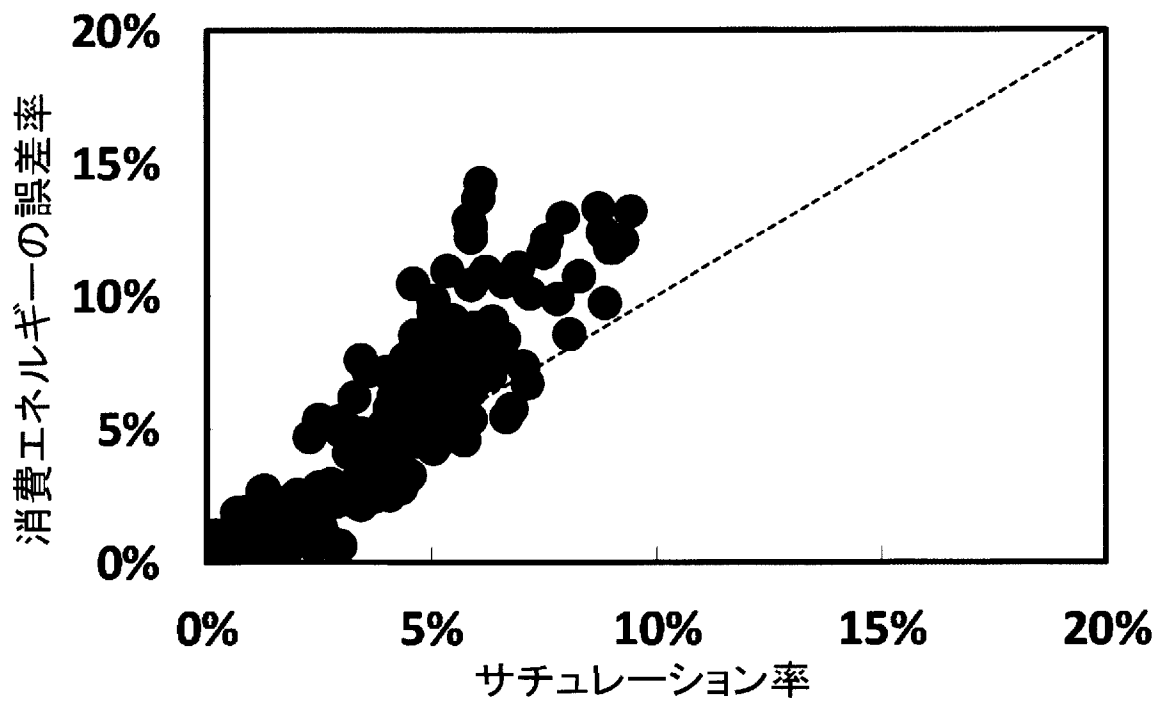
[図6B]



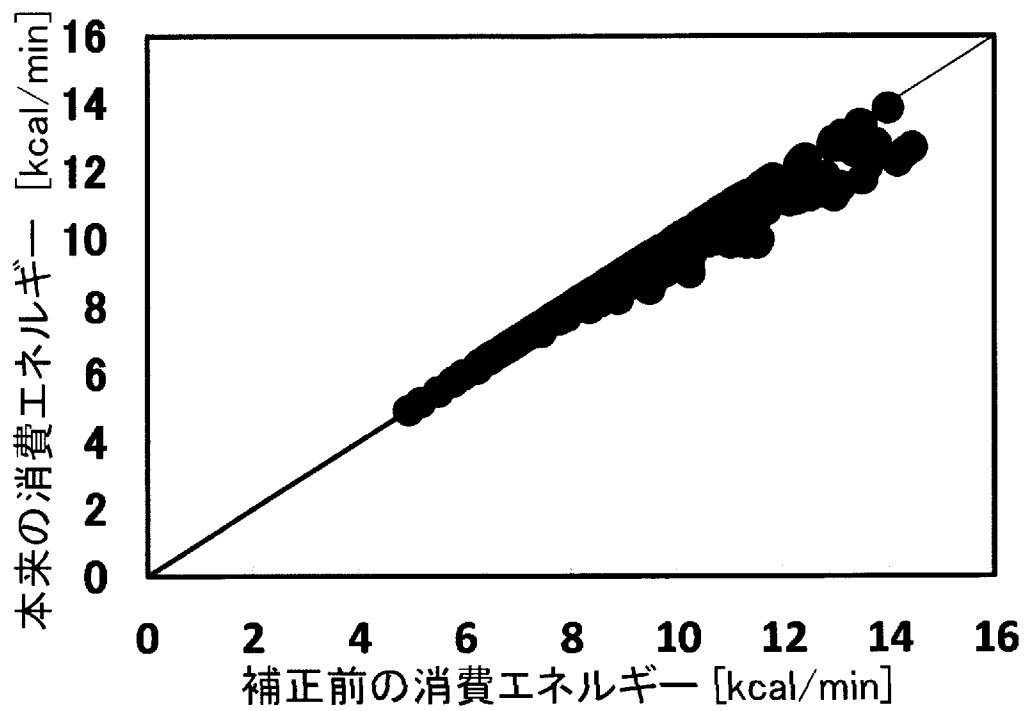
[図7]



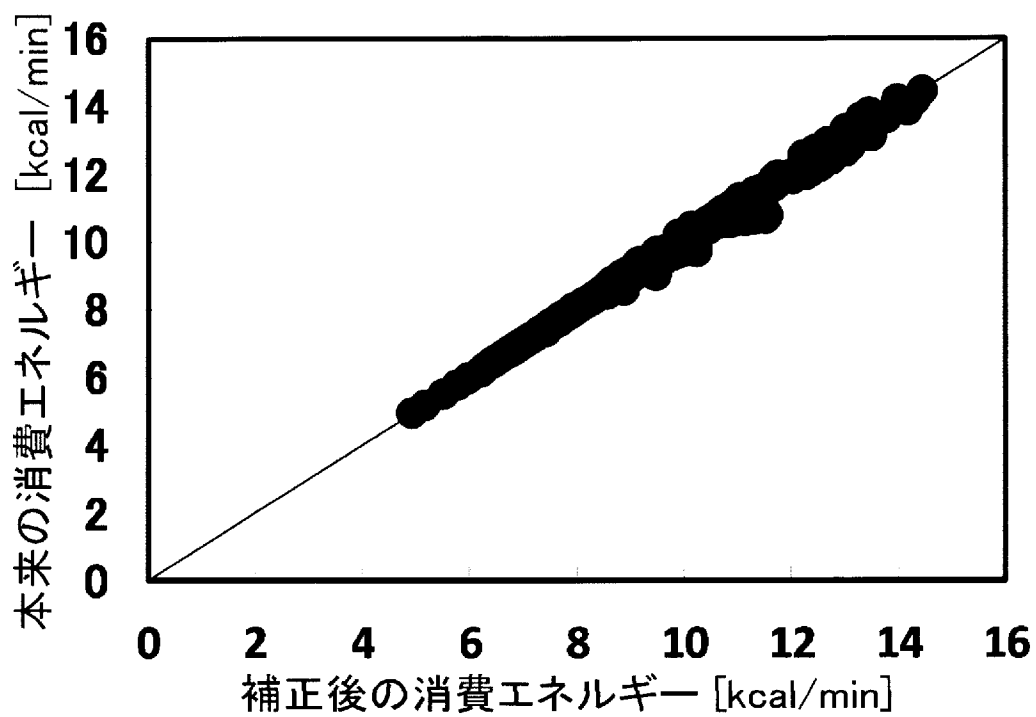
[図8]



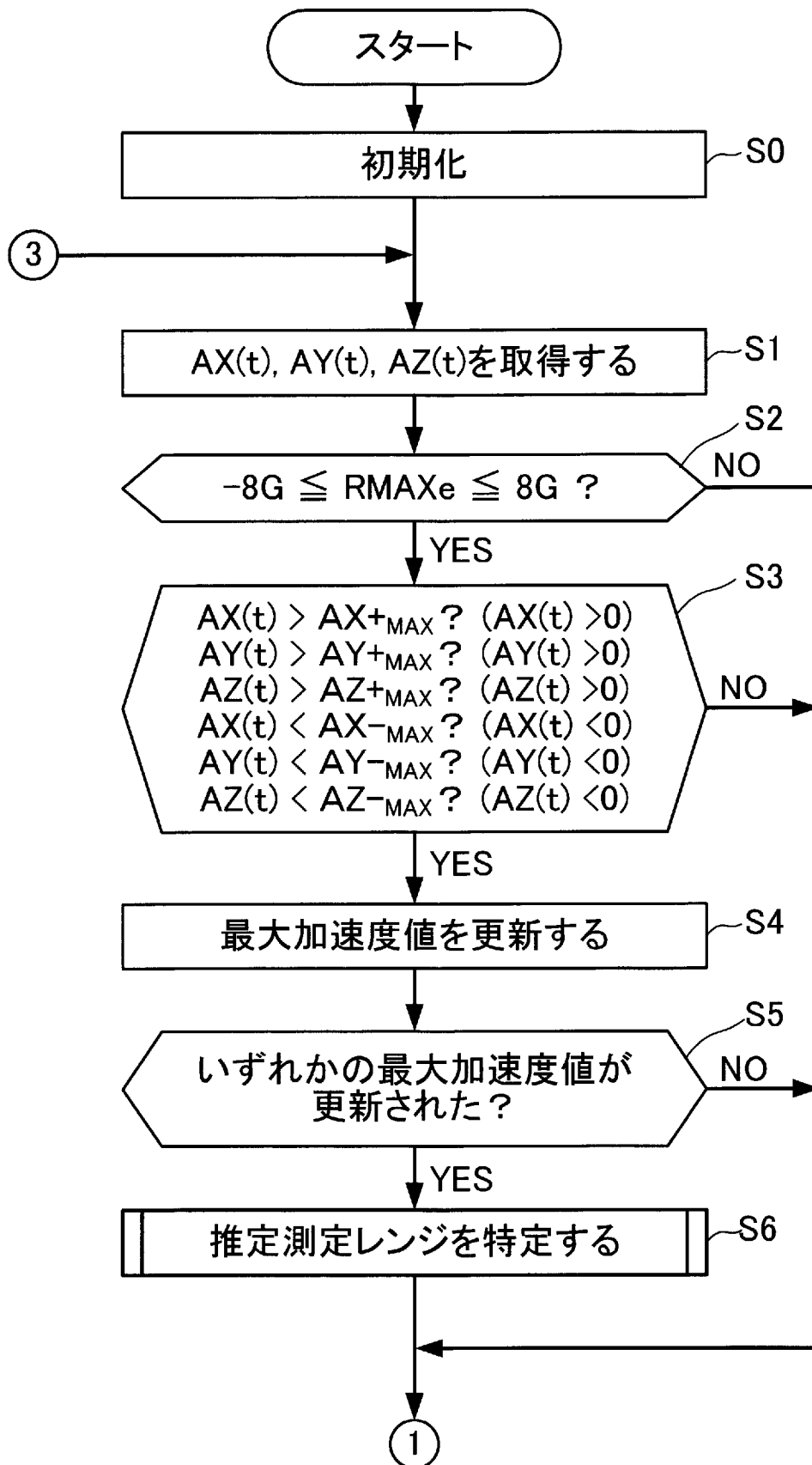
[図9A]



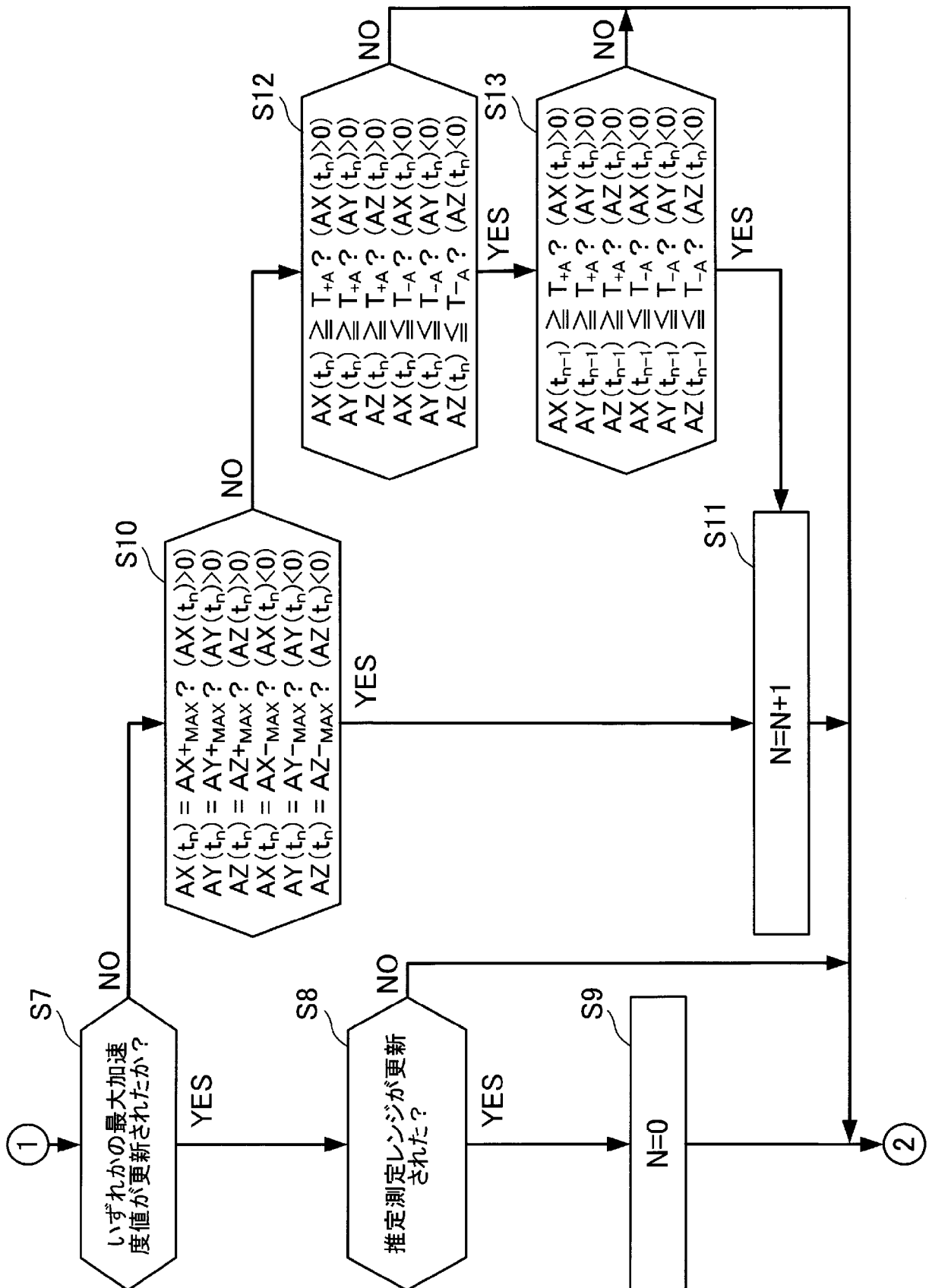
[図9B]



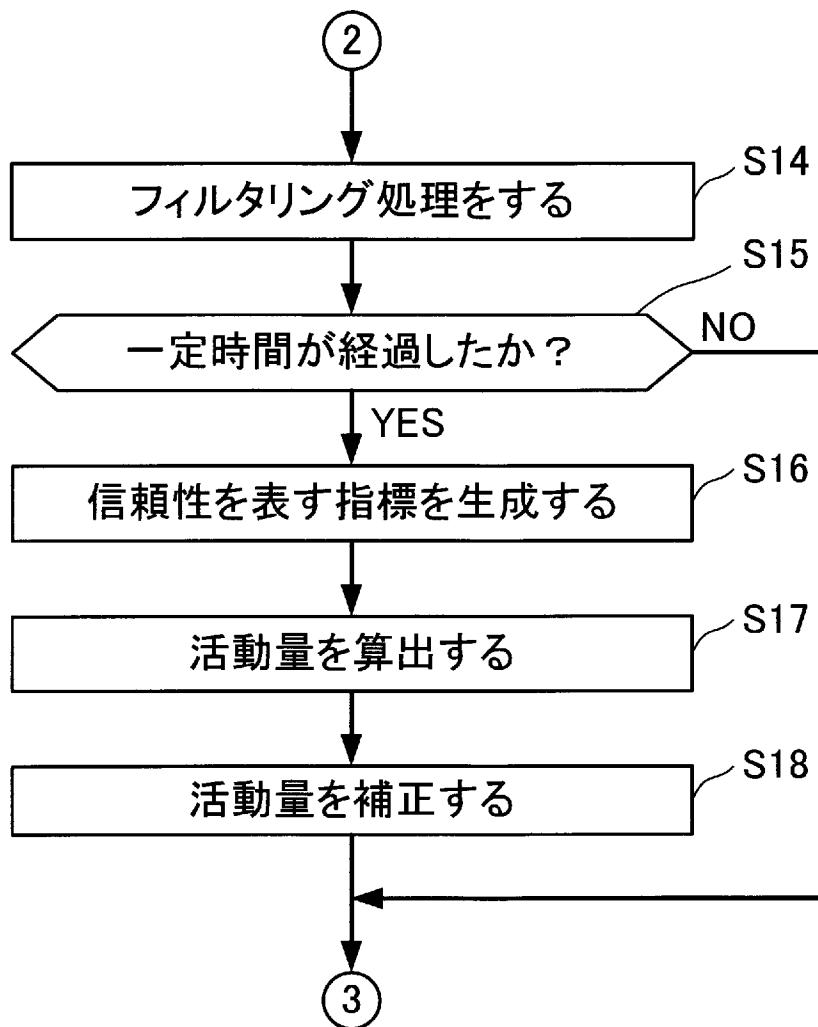
[図10A]



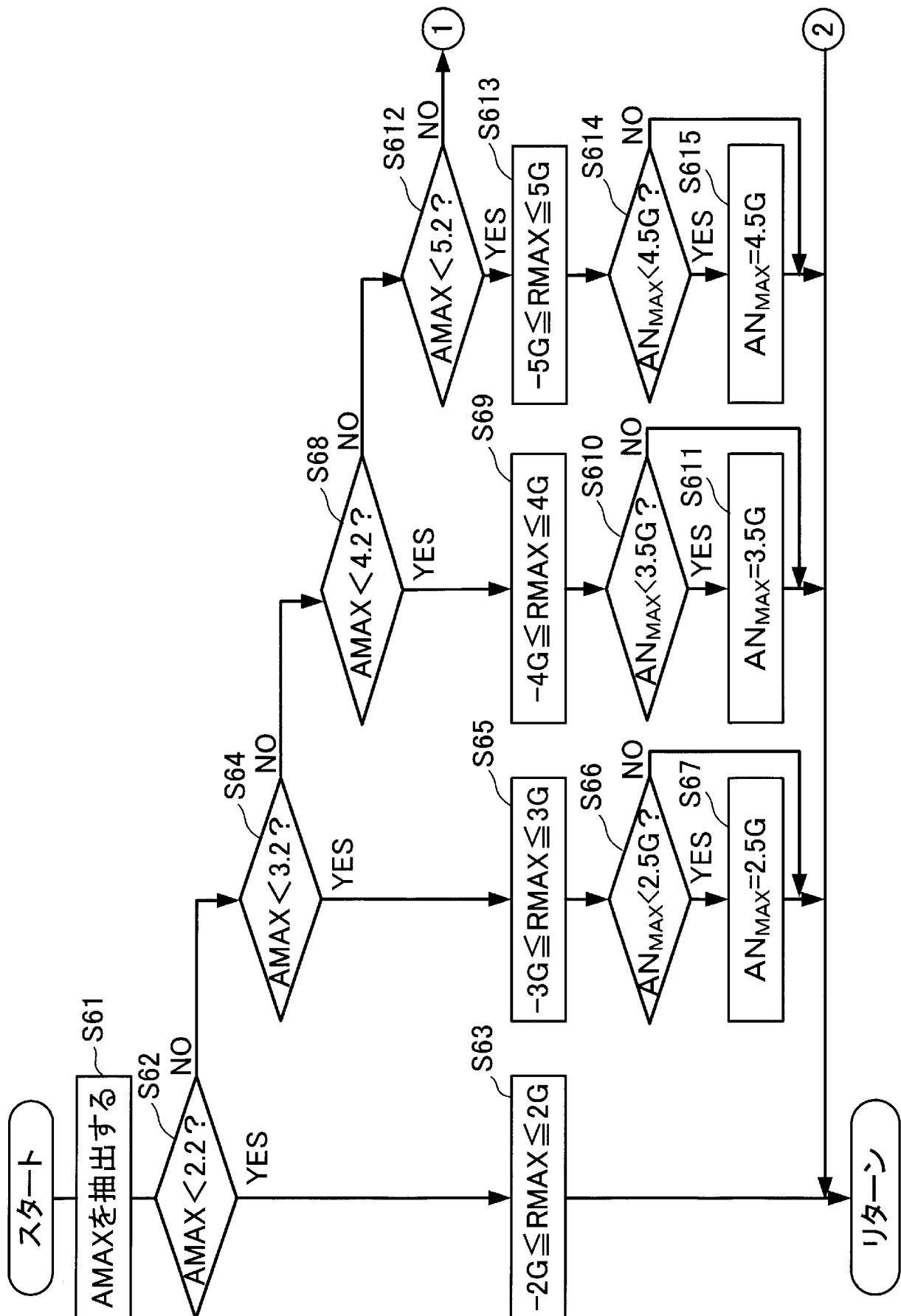
[図10B]



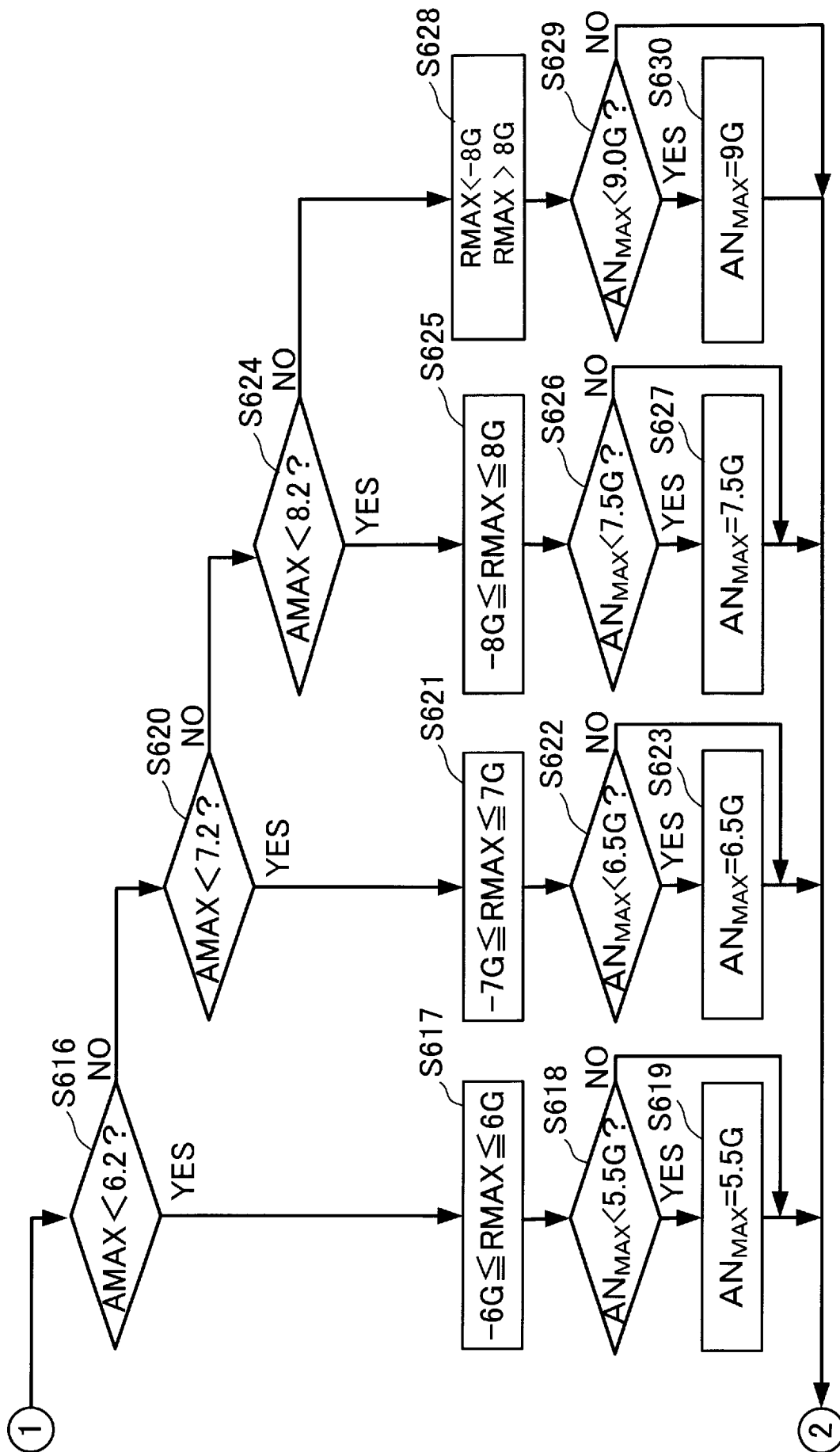
[図10C]



[図10D]



[図10E]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/044716

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. 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)

Int. Cl. A61B5/22

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	WO 2016/112021 A1 (NIKE, INC.) 14 July 2016, paragraphs [0138]-[0139], [0161]-[0162] & US 2016/0196325 A1 & EP 3242595 A1 & CN 107205661 A & KR 10-2017-0101996 A	1, 5, 7-9 2-4, 6
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 19453/1989 (Laid-open No. 111404/1990) (MISAWA HOMES INSTITUTE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT CO., LTD) 06 September 1990, page 4, lines 3-5, page 5, line 19 to page 6, line 3 (Family: none)	1-9



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

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/044716

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/0178958 A1 (KULAUCH, Christopher J.) 11 July 2013, entire text, all drawings & WO 2013/105039 A1	1-9
P, A	WO 2017/126320 A1 (SONY CORPORATION) 27 July 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 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 (IPC))

Int.Cl. 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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	WO 2016/112021 A1 (NIKE, INC.) 2016.07.14, 段落[138]-[139], [161]-[162] & US 2016/0196325 A1 & EP 3242595 A1 & CN 107205661 A & KR 10-2017-0101996 A	1, 5, 7-9 2-4, 6
A	日本国実用新案登録出願 1-19453 号 (日本国実用新案登録出願公開 2-111404 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社ミサワホーム総合研究所) 1990.09.06, 第4頁第3-5行, 第5頁第19行-第6頁第3行 (ファミリーなし)	1-9

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

13.02.2018

国際調査報告の発送日

27.02.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

谷垣 圭二

2Q

3010

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

C (続き) . 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
A	US 2013/0178958 A1 (KULAUCH, Christopher J.) 2013. 07. 11, 全文全図 & WO 2013/105039 A1	1 - 9
P, A	WO 2017/126320 A1 (ソニー株式会社) 2017. 07. 27, 全文全図 (ファミリーなし)	1 - 9