

(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
2017 年 10 月 5 日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/170440 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/00 (2006.01) *A61B 5/11* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012462
- (22) 国際出願日: 2017 年 3 月 27 日(27.03.2017)
- (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 2016-064212 2016 年 3 月 28 日(28.03.2016) JP
- (71) 出願人: NEC ソリューションイノベータ株式会社(NEC SOLUTION INNOVATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目 1 8 番 7 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 寺島 宏紀(TERASHIMA, Hiroki); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目 1 8 番 7 号 NEC ソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP). 永井 克幸(NAGAI, Katsuyuki); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目 1 8 番 7 号

NEC ソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP). 木下 友見(KINOSHITA, Tomomi); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目 1 8 番 7 号 NEC ソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP).

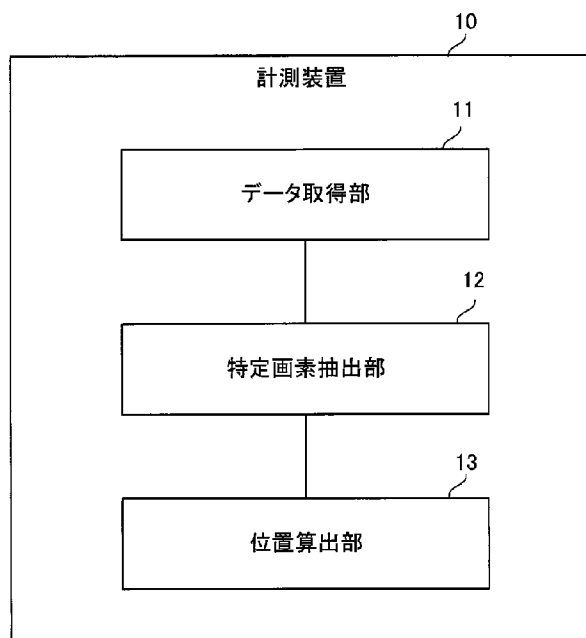
(74) 代理人: 特許業務法人ブライタス(BRIGHTAS IP ATTORNEYS); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎 2 丁目 5 番 1 0 号 Osaka (JP).

(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, JP, 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.

[続葉有]

(54) Title: MEASUREMENT DEVICE, MEASUREMENT METHOD, AND COMPUTER READABLE RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 計測装置、計測方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体



- 10 Measurement device
11 Data acquisition unit
12 Specific pixel extraction unit
13 Position calculation unit

(57) Abstract: This measurement device 10 is provided with: a data acquisition unit 11 that uses a depth sensor, which is disposed so as to photograph a walking path and a space thereabove for the purpose of measuring the position of the toe tip of a walking user and outputs image data having the depth of each pixel added thereto, to acquire, as reference data, image data for a state in which there is no user on the walking path, and, as walking data, image data for a state in which a user is walking on the walking path; a specific pixel extraction unit 12 for specifying a depth-sensor side foot from the difference between the walking data and the reference data and extracting, on the basis of depth, a pixel from the pixels of the specified foot that corresponds to a toe-tip part; and a position calculation unit 13 for calculating the three-dimensional coordinates of the extracted pixel on the basis of the coordinates on the image data and the depth of the pixel and taking the three dimensional coordinates to be the position of the toe tip of the user.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/170440 A1



(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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

計測装置 10 は、歩行するユーザの爪先の位置を計測するため、歩行路及びその上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、歩行路にユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、歩行路をユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、データ取得部 11 と、歩行データと基準データとの差分から、デプスセンサ側の足を特定し、特定した足の画素の中から、深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、特定画素抽出部 12 と、抽出された画素における画像データ上での座標と深度とから、画素の三次元座標を算出し、三次元座標をユーザの爪先の位置とする、位置算出部 13 とを備えている。

明 細 書

発明の名称：

計測装置、計測方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、歩行するユーザの爪先の位置を計測するための、計測装置、計測方法、及びこれらを実現するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、歩行時の爪先と地面との距離、いわゆるフットクリアランスについての研究に注目が集まっている。この研究は、高齢になるほどフットクリアランスが低くなり、歩行中の転倒が増加するという仮説に基づいており、フットクリアランスを測定することで、高齢者の健康状態を把握するという試みである（例えば、非特許文献 1 参照）。

[0003] また、非特許文献 1 においては、フットクリアランスの測定のため、まず、被験者の踵及び爪先を含む全身 13 箇所にもーカーを取り付け、その状態で被験者を歩行させる。次に、歩行の様子を 6 台のカメラで撮影し、撮影画像から抽出されたマーカーの軌跡に基づいて、フットクリアランスが測定される。

[0004] 但し、このような方法でのフットクリアランスの測定には、コストが高いこと、被測定者にとって身体的負担が大きいこと、及び測定者にとって測定作業の負担が大きいことが問題点として挙げられる。このため、フットクリアランスの測定の普及は困難となっている。従って、低コストで簡単にフットクリアランスを測定する手段が求められている。

[0005] ところで、近年、Kinect（登録商標）に代表されるデプスセンサによって、ヒトの動作を分析する試みがなされている（例えば、非特許文献 2 参照）。具体的には、非特許文献 2 は、リハビリテーション中の患者が関節を動かすところをデプスセンサで撮影することで、患者の関節の可動範囲

を測定するシステムを開示している。非特許文献2に開示されたシステムでは、デプスセンサからの画像データのみで、患者の各部分を検出できるので、特許文献2に開示されたシステムを用いれば、低コストで簡単にフットクリアランスを測定することもできると考えられる。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1：西澤哲、長崎浩、古名丈人、奥住秀之、杉浦美穂、伊東元、藤田祐樹著、「地域高齢者を対象にした歩行時のフットクリアランスに関する研究」、バイオメカニズム学会、Society of Bio mechanisms Japan (14)、1998年11月25日、p. 69－79

非特許文献2：狐崎直文、安達栄治郎、横田卓、水澤順一著、「K I N E C T のリハビリテーション用アプリケーションの実用化」、一般社団法人電子情報通信学会、信学技報 I E 2 0 1 2－89、2012年11月、p. 41－46

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、通常、デプスセンサで特定される足の関節は、膝、くるぶし、足首であり、非特許文献2に開示されたシステムでも、つま先は含まれていない。このため、非特許文献2に開示されたシステムでは、つま先の位置を取得することが難しく、実際にはフットクリアランスの測定は困難である。

[0008] 本発明の目的の一例は、上記問題を解消し、デプスセンサを用いてフットクリアランスの測定を可能にし得る、計測装置、計測方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本発明の一側面における計測装置は、歩行するユーザの爪先の位置を計測するための装置であって、

予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、データ取得部と、

前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、特定画素抽出部と、

抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、位置算出部と、
を備えていることを特徴とする。

[0010] また、上記目的を達成するため、本発明の一側面における計測方法は、歩行するユーザの爪先の位置を計測するための方法であって、

(a) 予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、ステップと、

(b) 前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、ステップと、

(c) 抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、ステップと、
を有することを特徴とする。

[0011] 更に、上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、コンピュータによって、歩行するユーザの爪先の位置を計測するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記コンピュータに、

(a) 予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、ステップと、

(b) 前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、ステップと、

(c) 抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、ステップと、

を実行させる、命令を含むプログラムを記録していることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 以上のように、本発明によれば、デプスセンサを用いてフットクリアランスの測定を可能にすることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の実施の形態における計測装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態における計測装置の具体的構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、本発明の実施の形態においてデプスセンサから出力された画像データの一例を示す図であり、図3(a)は歩行路にユーザが存在していな

い状態を示し、図 3（b）は歩行路にユーザが存在している状態を示し、図 3（c）は差分を示している。

[図4]図 4 は、本発明の実施の形態における三次元座標の算出処理を説明する図であり、図 4（a）は画面の水平方向を示し、図 4（b）は画面の垂直方向を示している。

[図5]図 5 は、本発明の実施の形態における計測装置の動作を示すフロー図である。

[図6]図 6 は、本発明の実施の形態における計測装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014]（実施の形態）

以下、本発明の実施の形態における、計測装置、計測方法、及びプログラムについて、図 1 ～図 5 を参照しながら説明する。

[0015] [装置構成]

最初に、本実施の形態における計測装置の概略構成について図 1 を用いて説明する。図 1 は、本発明の実施の形態における計測装置の概略構成を示すブロック図である。

[0016] 図 1 に示す、本実施の形態における計測装置 10 は、歩行するユーザの爪先の位置を計測する装置である。図 1 に示すように、計測装置 10 は、データ取得部 11 と、特定画素抽出部 12 と、位置算出部 13 とを備えている。

[0017] データ取得部 11 は、まず、デプスセンサから、歩行路にユーザが存在していない状態の画像データ（後述の図 3（a）参照）を基準データとして取得する。更に、データ取得部 11 は、デプスセンサから、歩行路をユーザが歩行している状態の画像データ（後述の図 3（b）参照）を、歩行データとして取得する。また、デプスセンサは、予め設定された歩行路及び歩行路上の空間を撮影するように配置されている。デプスセンサは、画素毎の深度が付加された画像データを出力する。

[0018] 特定画素抽出部 12 は、歩行データと基準データとの差分を求め、求めた

差分（後述の図3（c）参照）と差分に含まれる深度とから、ユーザのデプスセンサ側に位置している足を特定する。また、特定画素抽出部12は、特定した足を構成している画素の中から、深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する。位置算出部13は、抽出された画素の画像データ上での座標と、抽出された画素の深度とから、画素の三次元座標を算出し、算出した三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする。

[0019] このように、本実施の形態では、計測装置10は、デプスセンサからの深度が付加された画像データを用いていることによって、爪先の位置を特定できる。従って、本実施の形態によれば、デプスセンサを用いたフットクリアランスの測定が可能となる。

[0020] 続いて、図2及び図3を用いて本実施の形態における計測装置の具体的構成について説明する。図2は、本発明の実施の形態における計測装置の具体的構成を示すブロック図である。図3は、本発明の実施の形態においてデプスセンサから出力された画像データの一例を示す図であり、図3（a）は歩行路にユーザが存在していない状態を示し、図3（b）は歩行路にユーザが存在している状態を示し、図3（c）は差分を示している。

[0021] 図2に示すように、本実施の形態においては、計測装置10は、デプスセンサ20に接続されている。計測装置10は、デプスセンサ20から、有線又は無線によって、画素毎の深度が付加された画像データを受信する。デプスセンサ20は、例えば、特定のパターンで赤外線レーザ光を出射する光源と、対象物で反射された赤外線を受光する撮像素子とを備えており、これらによって、画素毎の深度が付加された画像データを出力する。デプスセンサの具体例としては、Kinect（登録商標）といった既存のデプスセンサが挙げられる。

[0022] また、図3（a）及び図3（b）に示すように、デプスセンサ20は、歩行路30及びその上の空間を撮影可能となるように配置されている。歩行路30は、ユーザが歩くことができる平らな場所であれば良く、特に限定されるものではない。

[0023] また、図2に示すように、本実施の形態では、計測装置10は、データ取得部11、特定画素抽出部12、及び位置算出部13に加えて、フットクリアランス算出部14を備えている。

[0024] 特定画素抽出部12は、本実施の形態では、歩行データが取得される度に、歩行データと基準データとの差分となる画像データ（以下「差分画像データ」と表記する。図3（c）参照）において、ユーザの四肢及び動体の複数の部位を特定する。更に、特定画素抽出部12は、特定した各部位について、画像データ上での座標と深度とを特定して、これらを用いて、各部位の三次元座標を算出する。

[0025] なお、本明細書において三次元座標は、画素の画像データ上での座標と、画素に付加された深度とで構成されている。また、特定される部位は、頭、首、右肩、右肘、右手首、右手の親指、右手の先、左肩、左肘、左手首、左手の親指、左手の先、胸部、腰部、骨盤部、右股関節、右膝、右くるぶし、右足甲、左股関節、左膝、左くるぶし、左足甲である。

[0026] また、画像データ上での座標と深度とから三次元座標を算出する手法は、下記の通りである。図4は、本発明の実施の形態における三次元座標の算出処理を説明する図であり、図4（a）は三次元空間におけるX-Z平面を示し、図4（b）は三次元空間におけるY-Z平面を示している。

[0027] まず、深度が付加された画像データ上における、特定点の座標を（DX，DY）、特定点における深度をDPTとする。また、画像データの水平方向の画素数を2CX、垂直方向の画素数を2CYとする。そして、デプスセンサの水平方向の視野角を2θ、垂直方向の視野角を2φとする。この場合、特定点の三次元座標（WX，WY，WZ）は、図4（a）及び（b）から分かるように、以下の数1～数3によって算出される。

[0028] （数1）

$$WX = ((CX - DX) \times DPT \times \tan \theta) / CX$$

[0029] （数2）

$$WY = ((CY - DY) \times DPT \times \tan \phi) / CY$$

[0030] (数3)

$$WZ = DPT$$

[0031] そして、特定画素抽出部12は、左右の足のくるぶしの位置の三次元座標を用いて、右足のくるぶしの深度と左足のくるぶしの深度とを比較し、値が小さい方の足を、デプスセンサ側（図3（a）及び（b））の足と特定する。

[0032] また、特定画素抽出部12は、特定した足について、三次元空間において膝とくるぶしとを結ぶ線分の中間を脛と仮定し、膝の三次元座標とくるぶしの三次元座標とから脛の三次元座標を算出する。更に、特定画素抽出部12は、算出した脛の三次元座標から、脛の画像データ上での座標を算出し、算出した座標に基づいて、特定した足の領域を構成している画素の中から、ユーザの脛より下の部分を抽出する。そして、特定画素抽出部12は、抽出した部分を構成する各画素の深度に基づいて、抽出した部分を構成している画素のうち、最も手前に位置する画素、即ち、深度が最も小さい画素を更に抽出し、この抽出した画素を爪先部分の画素とする。

[0033] 位置算出部13は、本実施の形態では、まず、特定画素抽出部12によって爪先部分の画素として抽出された画素の元の画像データ上での座標を算出する。そして、位置算出部13は、算出した画像データ上での座標と、抽出された画素の深度とを用いて、ユーザの爪先の三次元座標を算出する。

[0034] フットクリアランス算出部14は、位置算出部13によって算出されたユーザの爪先の三次元座標を随時取得し、三次元座標を取得する度に、取得した三次元座標と、予め登録されている歩行路30の三次元座標とを対比して、フットクリアランスを算出する。具体的には、フットクリアランスは、例えば、2つの三次元座標の垂直方向の成分の差分を計算することによって、算出される。算出されたフットクリアランスは、例えば、右足及び左足の判定結果と共に、計測装置10に接続された表示装置の画面などに表示される。このように、計測装置10によれば、簡単なシステム構成でフットクリアランスを測定することができる。

[0035] [装置動作]

次に、本発明の実施の形態における計測装置 10 の動作について図 5 を用いて説明する。図 5 は、本発明の実施の形態における計測装置 10 の動作を示すフロー図である。以下の説明においては、適宜図 1 ～図 4 を参照する。また、本実施の形態では、計測装置 10 を動作させることによって、計測方法が実施される。よって、本実施の形態における計測方法の説明は、以下の計測装置 10 の動作説明に代える。

[0036] まず、前提として、予め、データ取得部 11 は、デプスセンサ 20 から基準データを取得している。そして、図 3 に示すように、デプスセンサ 20 によって、ユーザが歩行路 30 を歩行している状態で撮影が行なわれ、得られた画像データが出力されると、データ取得部 12 は、歩行データを取得する（ステップ S 1）。

[0037] 次に、特定画素抽出部 12 は、ステップ S 1 で取得した歩行データと基準データとの差分となる画像データ（差分画像データ）を求め、差分画像データを抽出する（ステップ S 2）。

[0038] 次に、特定画素抽出部 12 は、ステップ S 2 で抽出した差分画像データにおいて、ユーザの四肢及び動体の複数の部位を特定し、特定した部位の三次元座標を算出する。そして、特定画素抽出部 12 は、左右の足のくるぶしの位置の三次元座標を用いて、右足のくるぶしの深度と左足のくるぶしの深度とを比較して、ユーザのデプスセンサ側に位置している足を特定する（ステップ S 3）。

[0039] 次に、特定画素抽出部 12 は、ステップ S 3 で特定した足を構成している画素の中から、ユーザの脛より下の部分を抽出する（ステップ S 4）。

[0040] 次に、特定画素抽出部 12 は、抽出した部分を構成する各画素の深度に基づいて、抽出した部分を構成している画素のうち、深度が最も小さい画素を更に抽出する（ステップ S 5）。この抽出された画素が爪先部分の画素に相当する。

[0041] 次に、位置算出部 13 は、ステップ S 5 で抽出された画素の元の画像デー

タ上での座標を算出し、算出した画像データ上での座標と、ステップS 5で抽出された画素の深度とから、ステップS 5で抽出された画素の三次元座標を算出する（ステップS 6）。この算出された三次元座標が、ユーザの爪先の位置となる。

[0042] 次に、位置算出部13は、ステップS 3で特定された足が、ユーザの右足であるかを判定する（ステップS 7）。ステップS 7の判定の結果、右足である場合は、位置算出部13は、ステップS 6で算出された座標を右足の爪先の座標とする（ステップS 8）。一方、ステップS 7の判定の結果、右足でない場合は、位置算出部13は、ステップS 6で算出された座標を左足の爪先の座標とする（ステップS 9）。

[0043] ステップS 8又はS 9の実行後、フットクリアランス算出部14は、ステップS 6で算出された三次元座標と、予め登録されている歩行路30の三次元座標とを対比して、フットクリアランスを算出する（ステップS 10）。また、ステップS 10では、フットクリアランス算出部14は、算出したフットクリアランスと、右足及び左足の判定結果とを、計測装置10に接続された表示装置の画面などに表示する。

[0044] また、上述したステップS 1～S 10は、デプスセンサ20によって、ユーザが歩行路30を歩行している状態で撮影が行なわれ、得られた画像データが出力される度に、つまり、フレーム毎に、繰り返し実行される。

[0045] [実施の形態による効果]

このように、計測装置10によれば、デプスセンサ20によって、歩行状態のユーザを撮影するだけで、爪先の位置を特定でき、正確にフットクリアランスを測定できる。そして、計測装置10によれば、簡単なシステム構成で良いため、フットクリアランスの測定にかかるコストの増加が抑制される。

[0046] [プログラム]

本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図5に示すステップS 1～S 10を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコ

ンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態における計測装置１０と計測方法とを実現することができる。この場合、コンピュータのＣＰＵ（Central Processing Unit）は、データ取得部１１、特定画素抽出部１２、位置算出部１３、左右判定部１４、及びフットクリアランス算出部１４として機能し、処理を行なう。

[0047] また、本実施の形態におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、データ取得部１１、特定画素抽出部１２、位置算出部１３、左右判定部１４、及びフットクリアランス算出部１４のいずれかとして機能しても良い。

[0048] ここで、本実施の形態におけるプログラムを実行することによって、計測装置１０を実現するコンピュータについて図６を用いて説明する。図６は、本発明の実施の形態における計測装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

[0049] 図６に示すように、コンピュータ１１０は、ＣＰＵ１１１と、メインメモリ１１２と、記憶装置１１３と、入力インターフェイス１１４と、表示コントローラ１１５と、データリーダ／ライタ１１６と、通信インターフェイス１１７とを備える。これらの各部は、バス１２１を介して、互いにデータ通信可能に接続される。

[0050] ＣＰＵ１１１は、記憶装置１１３に格納された、本実施の形態におけるプログラム（コード）をメインメモリ１１２に展開し、これらを所定順序で実行することにより、各種の演算を実施する。メインメモリ１１２は、典型的には、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）等の揮発性の記憶装置である。また、本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体１２０に格納された状態で提供される。なお、本実施の形態におけるプログラムは、通信インターフェイス１１７を介して接続されたインターネット上で流通するものであっても良い。

[0051] また、記憶装置１１３の具体例としては、ハードディスクドライブの他、

フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が挙げられる。入力インターフェイス 114 は、CPU 111 と、キーボード及びマウスといった入力機器 118 との間のデータ伝送を仲介する。表示コントローラ 115 は、ディスプレイ装置 119 と接続され、ディスプレイ装置 119 での表示を制御する。

[0052] データリーダ／ライタ 116 は、CPU 111 と記録媒体 120 との間のデータ伝送を仲介し、記録媒体 120 からのプログラムの読み出し、及びコンピュータ 110 における処理結果の記録媒体 120 への書き込みを実行する。通信インターフェイス 117 は、CPU 111 と、他のコンピュータとの間のデータ伝送を仲介する。

[0053] また、記録媒体 120 の具体例としては、CF (Compact Flash (登録商標)) 及びSD (Secure Digital) 等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク (Flexible Disk) 等の磁気記憶媒体、又はCD-ROM (Compact Disk Read Only Memory) などの光学記憶媒体が挙げられる。

[0054] なお、本実施の形態における計測装置 10 は、プログラムがインストールされたコンピュータではなく、各部に対応したハードウェアを用いることによっても実現可能である。更に、計測装置 10 は、一部がプログラムで実現され、残りの部分がハードウェアで実現されていてもよい。

[0055] 上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する(付記1)～(付記9)によって表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

[0056] (付記1)

歩行するユーザの爪先の位置を計測するための装置であって、

予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、データ取得部と、

前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分

に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、特定画素抽出部と、

抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、位置算出部と、
を備えていることを特徴とする計測装置。

[0057] (付記 2)

前記位置算出部は、特定された前記足が、前記ユーザの右足及び左足のいずれであるかを判定し、算出された前記ユーザの爪先の位置を、判定された側の足の爪先の位置とする、
付記 1 に記載の計測装置。

[0058] (付記 3)

前記特定画素抽出部が、特定した足を構成している画素のうち、前記深度が最も小さい画素を抽出する、
付記 1 または 2 に記載の計測装置。

[0059] (付記 4)

歩行するユーザの爪先の位置を計測するための方法であって、
(a) 予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、ステップと、
(b) 前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、ステップと、
(c) 抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記

画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、ステップと、
を有することを特徴とする計測方法。

[0060] (付記 5)

(d) 特定された前記足が、前記ユーザの右足及び左足のいずれであるかを判定し、算出された前記ユーザの爪先の位置を、判定された側の足の爪先の位置とする、ステップを更に有している、付記 4 に記載の計測方法。

[0061] (付記 6)

前記 (b) のステップにおいて、特定した足を構成している画素のうち、前記深度が最も小さい画素を抽出する、
付記 4 または 5 に記載の計測方法。

[0062] (付記 7)

コンピュータによって、歩行するユーザの爪先の位置を計測するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、
前記コンピュータに、

(a) 予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、ステップと、

(b) 前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、ステップと、

(c) 抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、ステップと、
を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り

可能な記録媒体。

[0063] (付記 8)

前記コンピュータに、

(d) 特定された前記足が、前記ユーザの右足及び左足のいずれであるかを判定し、算出された前記ユーザの爪先の位置を、判定された側の足の爪先の位置とする、ステップを更に実行させる、付記 7 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0064] (付記 9)

前記 (b) のステップにおいて、特定した足を構成している画素のうち、前記深度が最も小さい画素を抽出する、
付記 7 または 8 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0065] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の Scope 内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0066] この出願は、2016 年 3 月 28 日に提出された日本出願特願 2016-064212 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。

産業上の利用可能性

[0067] 以上のように、本発明によれば、デプスセンサを用いてフットクリアランスの測定を可能にすることができる。本発明は、ユーザの健康状態の把握が求められる分野において有用である。

符号の説明

- [0068]
- 10 計測装置
 - 11 データ取得部
 - 12 特定画素抽出部
 - 13 位置算出部
 - 14 フットクリアランス算出部
 - 20 デプスセンサ

3 0 歩行路

1 1 1 C P U

1 1 2 メインメモリ

1 1 3 記憶装置

1 1 4 入力インターフェイス

1 1 5 表示コントローラ

1 1 6 データリーダ／ライタ

1 1 7 通信インターフェイス

1 1 8 入力機器

1 1 9 ディスプレイ装置

1 2 0 記録媒体

1 2 1 バス

請求の範囲

- [請求項1] 歩行するユーザの爪先の位置を計測するための装置であって、
- 予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、データ取得部と、
- 前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、特定画素抽出部と、
- 抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、位置算出部と、
- を備えていることを特徴とする計測装置。
- [請求項2] 前記位置算出部は、特定された前記足が、前記ユーザの右足及び左足のいずれであるかを判定し、算出された前記ユーザの爪先の位置を、判定された側の足の爪先の位置とする、
- 請求項1に記載の計測装置。
- [請求項3] 前記特定画素抽出部が、特定した足を構成している画素のうち、前記深度が最も小さい画素を抽出する、
- 請求項1または2に記載の計測装置。
- [請求項4] 歩行するユーザの爪先の位置を計測するための方法であって、
- (a) 予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態

の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する、ステップと、

(b) 前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、ステップと、

(c) 抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、ステップと、を有することを特徴とする計測方法。

[請求項5] (d) 特定された前記足が、前記ユーザの右足及び左足のいずれであるかを判定し、算出された前記ユーザの爪先の位置を、判定された側の足の爪先の位置とする、ステップを更に有している、請求項4に記載の計測方法。

[請求項6] 前記(b)のステップにおいて、特定した足を構成している画素のうち、前記深度が最も小さい画素を抽出する、請求項4または5に記載の計測方法。

[請求項7] コンピュータによって、歩行するユーザの爪先の位置を計測するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記コンピュータに、

(a) 予め設定された歩行路及び前記歩行路上の空間を撮影するように配置され、且つ、画素毎の深度が付加された画像データを出力する、デプスセンサから、前記歩行路に前記ユーザが存在していない状態の画像データを基準データとして取得し、更に、前記歩行路を前記ユーザが歩行している状態の画像データを、歩行データとして取得する

、ステップと、

(b) 前記歩行データと前記基準データとの差分を求め、求めた差分と前記差分に含まれる深度とから、前記ユーザの前記デプスセンサ側に位置している足を特定し、更に、特定した足を構成している画素の中から、前記深度に基づいて爪先部分の画素を抽出する、ステップと、

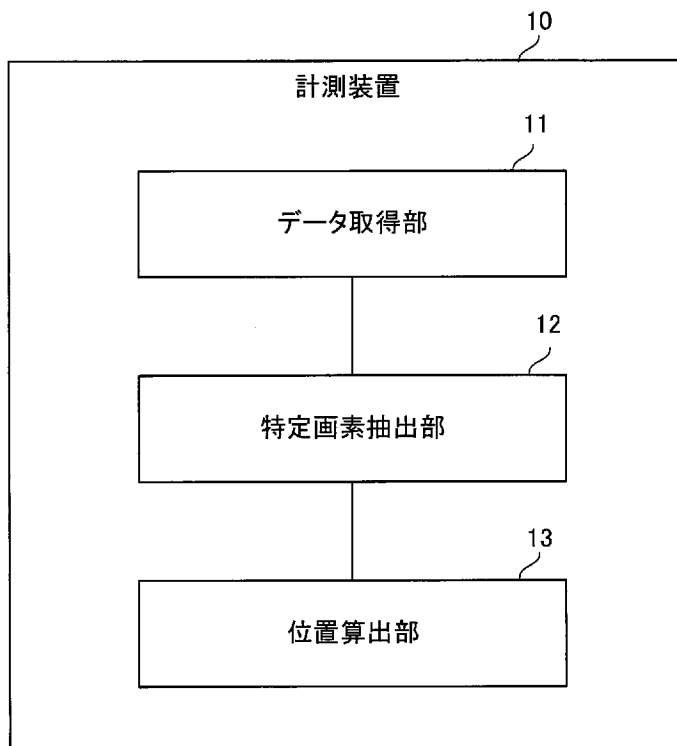
(c) 抽出された前記画素の前記画像データ上での座標と、抽出された前記画素の前記深度とから、前記画素の三次元座標を算出し、算出した前記三次元座標を前記ユーザの爪先の位置とする、ステップと、
を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項8] 前記コンピュータに、

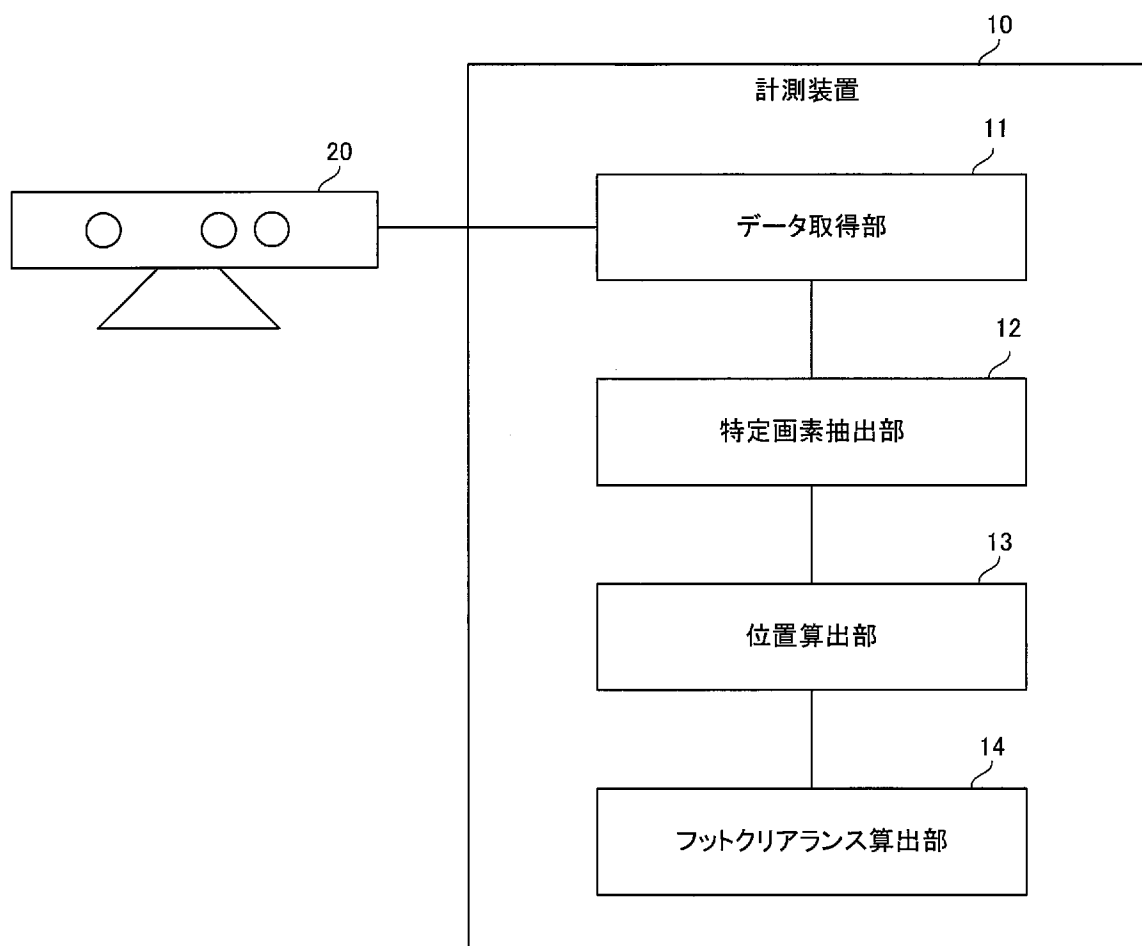
(d) 特定された前記足が、前記ユーザの右足及び左足のいずれであるかを判定し、算出された前記ユーザの爪先の位置を、判定された側の足の爪先の位置とする、ステップを更に実行させる、請求項7に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項9] 前記(b)のステップにおいて、特定した足を構成している画素のうち、前記深度が最も小さい画素を抽出する、
請求項7または8に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[図1]

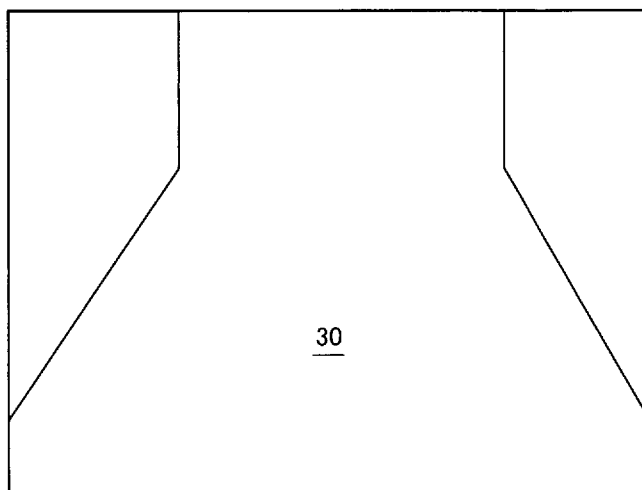


[図2]

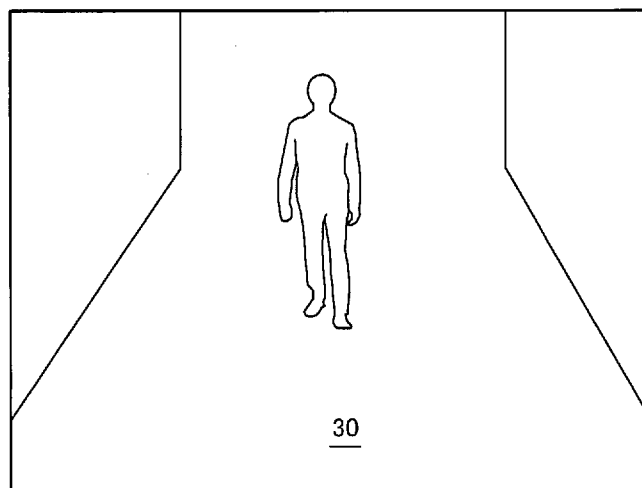


[図3]

(a)



(b)

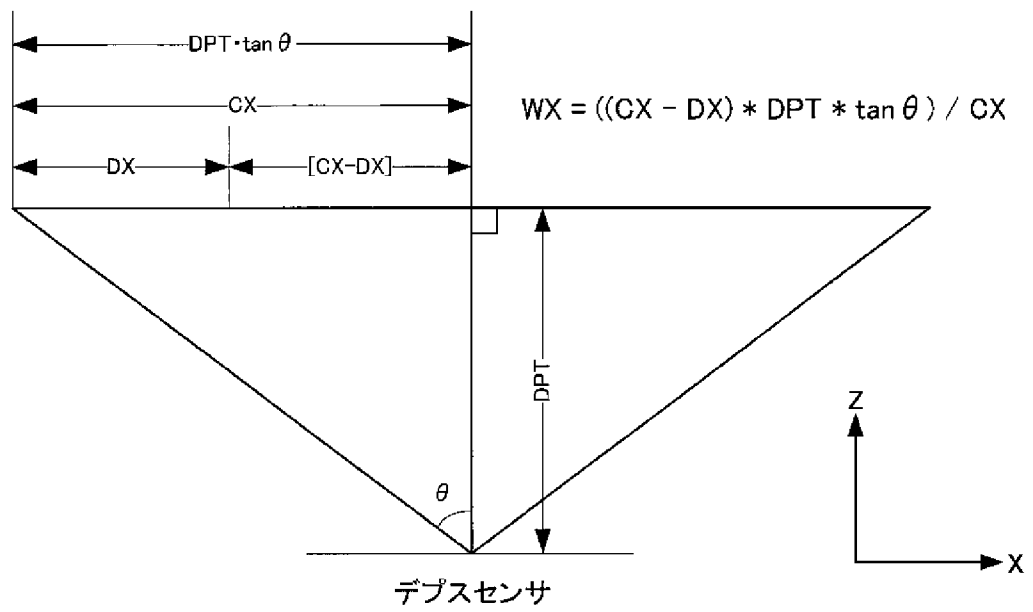


(c)

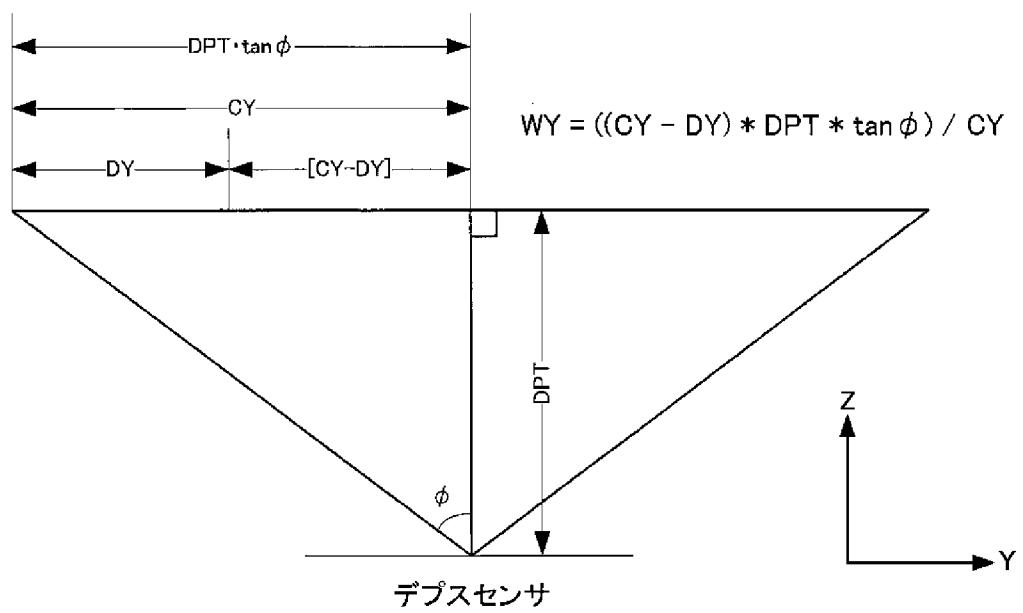


[図4]

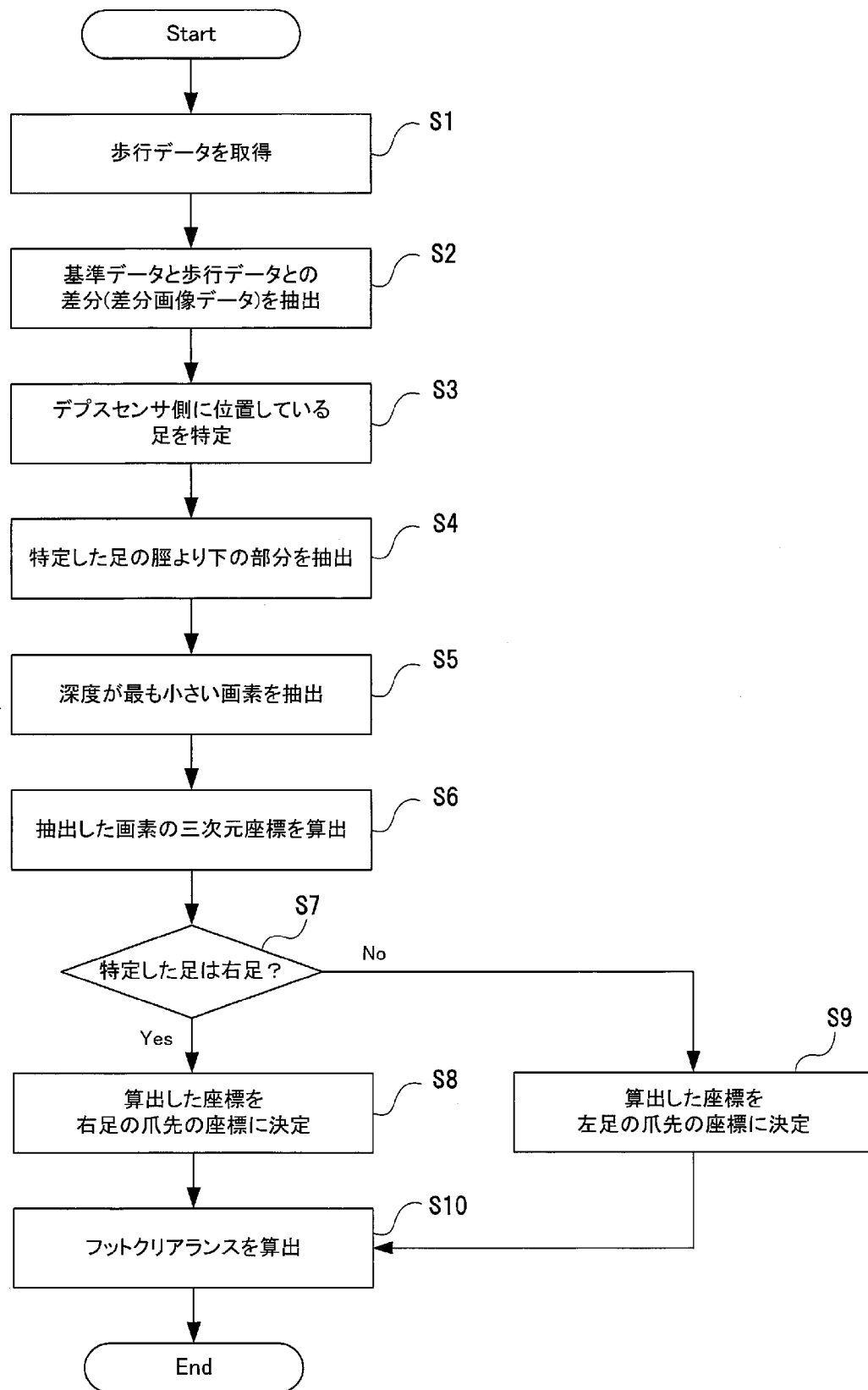
(a)



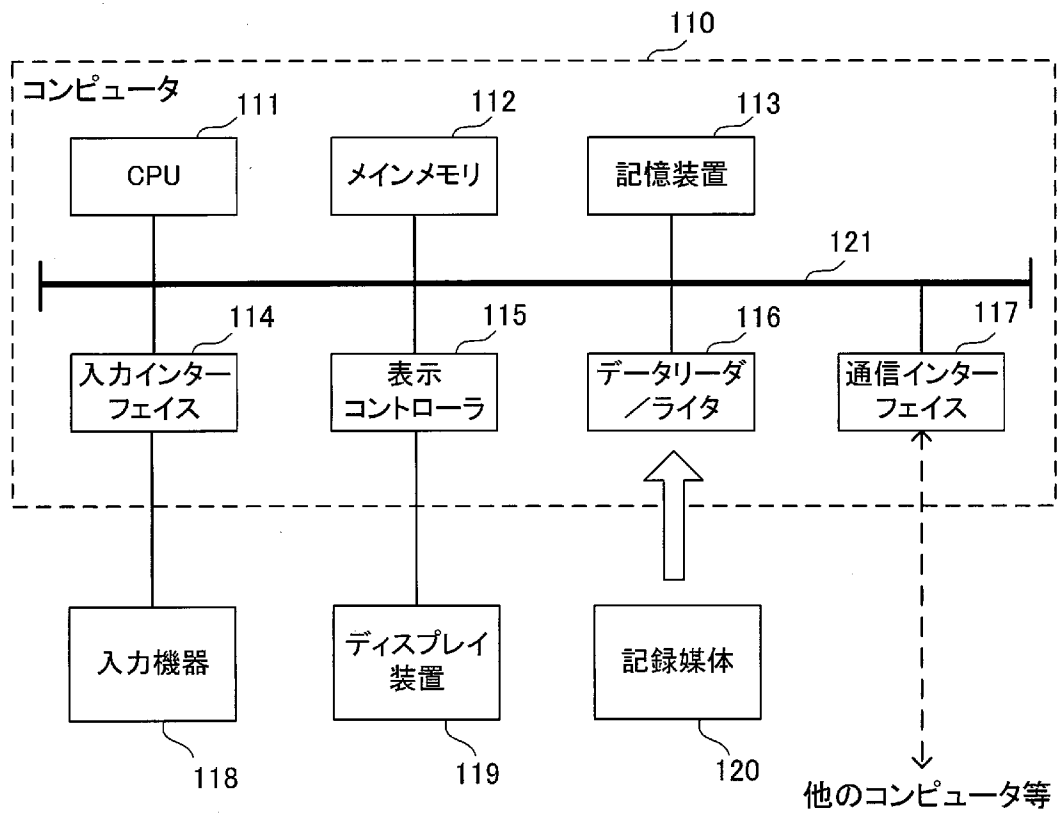
(b)



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012462

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/00(2006.01)i, A61B5/11(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)

G01B11/00-11/30, A61B5/06-5/22

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2015-42241 A (Toshiba Corp.), 05 March 2015 (05.03.2015), entire text; all drawings & US 2015/0325004 A1 & WO 2014/112632 A1	1-9
A	JP 2004-28635 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 29 January 2004 (29.01.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2015-61211 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 30 March 2015 (30.03.2015), entire text; all drawings & US 2015/0077775 A1	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
29 May 2017 (29.05.17)

Date of mailing of the international search report
06 June 2017 (06.06.17)

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/JP2017/012462

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 2012/0130280 A1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION), 24 May 2012 (24.05.2012), entire text; all drawings & KR 10-1129556 B1	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B11/00(2006.01)i, A61B5/11(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. G01B11/00-11/30, A61B5/06-5/22

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2015-42241 A（株式会社東芝）2015.03.05, 全文, 全図 & US 2015/0325004 A1 & WO 2014/112632 A1	1-9
A	JP 2004-28635 A（浜松ホトニクス株式会社）2004.01.29, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2015-61211 A（富士ゼロックス株式会社）2015.03.30, 全文, 全図 & US 2015/0077775 A1	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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

29.05.2017

国際調査報告の発送日

06.06.2017

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）

三好 貴大

2S

6200

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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 2012/0130280 A1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 2012.05.24, 全文, 全図 & KR 10-1129556 B1	1-9