

(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
2022年9月22日(22.09.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/196016 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/34 (2020.01) G06F 3/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/047830
- (22) 国際出願日: 2021年12月23日(23.12.2021)
- (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:
63/162,234 2021年3月17日(17.03.2021) US
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 高橋 恒介 (TAKAHASHI, Kousuke); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 北野 和俊 (KITANO,

Kazutoshi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 川村 祐介(KAWAMURA, Yuusuke); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 久保田 剛史(KUBOTA, Takeshi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

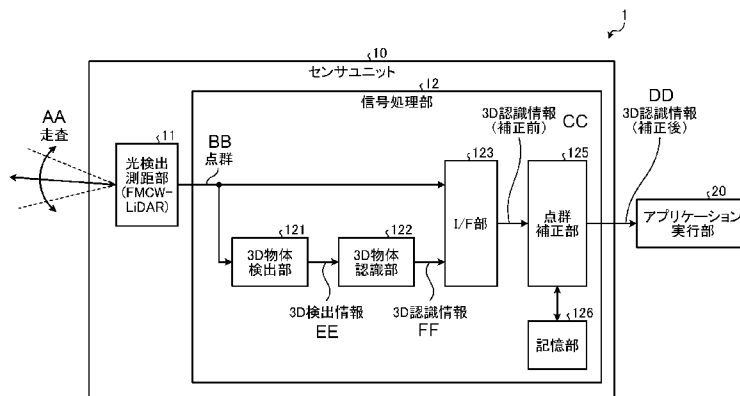
(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND SENSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 情報処理装置および情報処理方法、ならびに、センシングシステム

[図4]



- 10... SENSOR UNIT
11... LIGHT DETECTION/DISTANCE MEASURING UNIT
12... SIGNAL PROCESSING UNIT
20... APPLICATION EXECUTION UNIT
121... 3D OBJECT DETECTION UNIT
122... 3D OBJECT RECOGNITION UNIT
123... INTERFACE UNIT
125... POINT GROUP CORRECTION UNIT
126... STORAGE UNIT
AA... SCANNING
BB... POINT GROUP
CC... 3D RECOGNITION INFORMATION (BEFORE CORRECTION)
DD... 3D RECOGNITION INFORMATION (AFTER CORRECTION)
EE... 3D DETECTION INFORMATION
FF... 3D RECOGNITION INFORMATION

(57) Abstract: An information processing device according to the present disclosure comprises: a recognition unit (122) that performs a recognition process and determines a designated area with regard to a real object on the basis of a point group output by a light detection/distance measuring unit (11) using frequency-modulated continuous waves and outputting the point group, which includes speed information and three-dimensional coordinates of the point group, on the basis of a reception signal reflected by a target object and received, and outputs three-dimensional recognition information including information indicating the determined designated area; and a correction unit (125) that corrects the three-dimensional coordinates of the designated area with regard to the point group on the basis of the three-dimensional recognition information output by the recognition unit.

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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: 本開示に係る情報処理装置は、対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部(11)により出力された前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識部(122)と、前記認識部により出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正部(125)と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

情報処理装置および情報処理方法、ならびに、センシングシステム

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置および情報処理方法、ならびに、センシングシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、広範囲を対象としたユーザの振る舞いによって操作を受け付ける技術、また人以外の物体の動きを受け付ける技術が知られている。例えば、仮想現実、拡張現実、複合現実、あるいは、プロジェクションマッピングの分野において、装置の姿勢検知機能と撮影機能と表示機能とを用いる。これにより、ユーザによるジェスチャや、ユーザ以外の物体の動きに応じた入力操作が可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-41187号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ユーザによるジェスチャや、ユーザ以外の物体の動きに応じた入力操作を行うシステムでは、指や手、腕、あるいは、人以外の物体の動きや位置をセンサで検出し、仮想空間で構成された仮想の手やポインタ、仮想の物体、フィードバックを目的とした視覚を含む演出を補助として入力操作を行う。そのため、人の指や手、腕、人以外の物体の動きや位置を検出するための3次元位置センサの出力誤差や処理時間が大きい場合、入力に対して違和感が発生する場合があるという課題があった。

[0005] この課題への対応として、ローパスフィルタによる位置補正や、ダウンサンプリングなどにより処理データ数を削減する方法が考えられる。しかしな

がら、ローパスフィルタによる処理では、応答性の劣化を招くことになる。
また、処理データ数の削減は、動きや位置の情報の解像度が低下し、細かい動きや位置の取得が困難になるという課題があった。

[0006] また、特許文献1には、3次元距離カメラと、人体に装着した慣性センサおよび送信機を含むリストデバイスとを用いて、仮想現実におけるユーザによる指差し位置の安定性および応答性を向上させる技術が開示されている。しかしながら、特許文献1では、ユーザがリストデバイスを装着する必要があり、且つ、対象となる入力、肘の位置と前腕の向きとから推測される人の指差し入力のみであった。

[0007] 本開示は、人や人以外の物体の広範囲にわたる動きに応じた表示の安定性および応答性を向上させることが可能な情報処理装置および情報処理方法、ならびに、センシングシステムを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示に係る情報処理装置は、対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部により出力された前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識部と、前記認識部により出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正部と、を備える。

[0009] 本開示に係る情報処理方法は、プロセッサにより実行される、対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部により出力された前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識ステップと、前記認識ステップにより出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正ステップと、を有する。

[0010] 本開示に係るセンシングシステムは、対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部と、前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識部と、前記認識部により出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正部と、を備える。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の各実施形態に適用可能なセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図2]本開示の各実施形態に適用可能な光検出測距部の一例の構成を示すブロック図である。

[図3]走査部による送信光の走査の一例を概略的に示す模式図である。

[図4]本開示に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図5]第1の実施形態に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図6]第1の実施形態によるセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。

[図7]第1の実施形態に係るアプリケーション実行部の機能を説明するための一例の機能ブロック図である。

[図8]第1の実施形態に係るセンシングシステムによる動作を説明するための一例のフローチャートである。

[図9]第1の実施形態に係るセンサユニットによる処理を説明するための一例のフローチャートである。

[図10]第1の実施形態の第1の変形例に係るセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。

[図11]第1の実施形態の第2の変形例に係るセンシングシステムの一例の利

用形態を説明するための模式図である。

[図12]第2の実施形態に係るセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。

[図13]第2の実施形態に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図14]第2の実施形態に係るメガネ型デバイスの機能を説明するための一例の機能ブロック図である。

[図15]第2の実施形態に係るセンシングシステムによる動作を説明するための一例のフローチャートである。

[図16]第2の実施形態に係るセンサユニットによる処理を説明するための一例のフローチャートである。

[図17]第2の実施形態の変形例に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図18]第2の実施形態の変形例に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図19]第3の実施形態に係るセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。

[図20]第3の実施形態に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図21]第3の実施形態に係るアプリケーション実行部の機能を説明するための一例の機能ブロック図である。

[図22]第3の実施形態に係るセンシングシステムによる動作を説明するための一例のフローチャートである。

[図23]第3の実施形態に係るセンサユニットによる処理を説明するための一例のフローチャートである。

[図24]第4の実施形態に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図25]第4の実施形態に係るセンサユニットによる処理を説明するための一

例のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示の実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより、重複する説明を省略する。

[0013] 以下、本開示の実施形態について、下記の順序に従って説明する。

1. 本開示の概略

1-1. L i D A Rについて

1-2. F M C W-L i D A Rについて

1-3. 本開示に適用可能な構成

2. 第1の実施形態

2-1. 第1の実施形態の第1の変形例

2-2. 第1の実施形態の第2の変形例

3. 第2の実施形態

3-1. 第2の実施形態の変形例

4. 第3の実施形態

5. 第4の実施形態

[0014] (1. 本開示の概略)

本開示は、人によるジェスチャや、人以外の物体の動きに応じて仮想空間に対して仮想オブジェクトを表示させる際に用いて好適な技術に関する。本開示では、人や人以外の物体の動きを、これら対象に対して測距を行うことで検出する。本開示の各実施形態の説明に先立って、本開示に適用される、人や人以外の物体の動きを検出するための測距方法について、概略的に説明する。

[0015] なお、以下では、特に記載の無い限り、測距の対象となる、現実空間に存在する人や人以外の物体を、纏めて「実オブジェクト」と呼ぶ。

[0016] (1-1. L i D A Rについて)

実オブジェクトの動きを検出する方法として、L i D A R (Laser I

maging Detection and Ranging)を用いる方法が知られている。LiDARは、対象物体に照射したレーザ光の反射光を受光した受光信号に基づき当該対象物体までの距離を計測する光検出測距装置である。LiDARでは、レーザ光の走査を行う走査器や、受光部としての焦点面アレイ型検出器などを併せて用いる。LiDARでは、空間に対するレーザ光の走査視囲における角度ごとに測距を実行し、角度と距離との情報に基づき点群と呼ばれるデータを出力する。

[0017] 点群は、レーザ光の走査範囲に含まれる物体の位置や空間構造を標本化したものであり、一般的には、一定周期のフレーム時間ごとに出力される。この点群データに対して計算処理を施すことで、対象物体の正確な位置、姿勢などを検出、認識することができる。

[0018] LiDARは、その動作原理上、計測結果が外光の影響を受けにくいため、例えば低照度の環境下においても、安定的に対象物体を検出、認識することができる。LiDARを用いた光検出測距方法は、従来から様々な提案されている。長距離計測用途向けでは、パルス変調と直接検出とを組み合わせたパルスToF(Time-of-Flight)方式が普及している。以下、LiDARを用いたパルスToFによる光検出測距方法を、適宜、dTof(direct ToF)−LiDARと呼ぶ。

[0019] dToF−LiDARでは、一般的には、点群を一定周期（フレーム）ごとに出力する。各フレームの点群を比較することで、点群中に検出された物体の移動（移動速度、方向など）を推定することが可能である。

[0020] (1−2. FMCW−LiDARについて)

ここで、LiDARを用いた光検出測距方法の一つとしての、FMCW(周波数連続変調: Frequency Modulated Continuous Wave)−LiDARについて説明する。FMCW−LiDARは、射出するレーザ光として、時間の経過に応じてパルスの周波数を例えば直線的に変化させたチャープ光を用いる。FMCW−LiDARでは、チャープ光として射出するレーザ光と、射出されたレーザ光の反射光とを合成した受信信号に対し、コヒーレント検出

により測距を行う。

[0021] FMCW-LiDARでは、ドップラー効果を利用することで、測距と同時に速度を計測することができる。そのため、FMCW-LiDARを用いることで、人やその他の移動物体などの、速度を持った物体の位置を迅速に把握することが容易となる。そこで、本開示では、FMCW-LiDARを用いて実オブジェクトの検出および認識を行う。これにより、実オブジェクトの動きを高い応答性で検出し、表示などに反映させることが可能となる。

[0022] (1-3. 本開示に適用可能な構成)

次に、本開示に適用可能な構成について説明する。図1は、本開示の各実施形態に適用可能なセンシングシステム1の一例の構成を示すブロック図である。図1において、センシングシステム1は、センサユニット10と、センサユニット10から出力される出力信号に応じて所定の動作を実行するアプリケーション実行部20と、を含む。

[0023] センサユニット10は、光検出測距部11と、信号処理部12とを含む。光検出測距部11は、周波数連続変調されたレーザ光を用いて測距を行うFMCW-LiDARが適用される。光検出測距部11による検出および測距結果は、3次元空間情報を持つ点群情報として信号処理部12に供給される。信号処理部12は、光検出測距部11から供給された検出および測距結果に対して信号処理を実行し、対象物に関する属性情報や領域情報を含む情報を出力する。

[0024] 図2は、本開示の各実施形態に適用可能な光検出測距部11の一例の構成を示すブロック図である。図2において、光検出測距部11は、走査部100と、光送信部101と、PBS（偏光ビームスプリッタ）102と、光受信部103と、第1制御部110と、第2制御部115と、点群生成部130と、前段処理部140と、インタフェース（I/F）部141と、を含む。

[0025] また、第1制御部110は、走査制御部111と、角度検出部112と、を含み、走査部100による走査の制御を行う。第2制御部115は、送信

光制御部 116 と、受信信号処理部 117 と、を含み、この光検出測距部 11 によるレーザ光の送信の制御と、受信光に対する処理とを行う。

[0026] 光送信部 101 は、例えば、送信光であるレーザ光を発光するためのレーザダイオードなどの光源と、光源で発光された光を射出するための光学系と、当該光源を駆動するレーザ出力変調装置とを含む。光送信部 101 は、後述する送信光制御部 116 から供給された光送信制御信号に応じて光源を発光させ、時間の経過に応じて所定周波数範囲内で周波数が直線的に変化するチャープ光による送信光を射出する。送信光は、走査部 100 に送られると共に、局発光として光受信部 103 に送られる。

[0027] 送信光制御部 116 は、時間の経過に応じて、周波数が所定周波数範囲内で直線的に変化（例えば増加）する信号を生成する。このような、時間の経過に応じて所定周波数範囲内で周波数が直線的に変化する信号を、チャープ信号と呼ぶ。送信光制御部 116 は、このチャープ信号に基づき、光送信部 101 が含むレーザ出力変調装置に入力される変調同期タイミング信号である。光送信制御信号を生成する。送信光制御部 116 は、生成した光送信制御信号を、光送信部 101 と点群生成部 130 とに供給する。

[0028] 走査部 100 により受信された受信光は、PBS 102 により偏光分離され、TM 偏光（p 偏光）による受信光（TM）と、TE 偏光（s 偏光）による受信光（TE）として PBS 102 から出射される。PBS 102 から出射された受信光（TM）および受信光（TE）は、それぞれ光受信部 103 に入力される。

[0029] 光受信部 103 は、例えば、入力された受信光（TM）および受信光（TE）をそれぞれ受信（受光）する受光部（TM）および受光部（TE）と、受光部（TM）および受光部（TE）それぞれを駆動する駆動回路とを含む。受光部（TM）および受光部（TE）は、例えば、それぞれ画素を構成するフォトダイオードなどの受光素子が 2 次元格子状に配列された画素アレイを適用することができる。

[0030] 光受信部 103 は、入力された受信光（TM）および受信光（TE）のそ

れぞれと、光送信部 101 から送られた局発光と、を合成する合成部 (TM) および合成部 (TE) をさらに含む。受信光 (TM) および受信光 (TE) が送信光の対象物からの反射光であれば、受信光 (TM) および受信光 (TE) は、それぞれ、局発光に対して対象物との距離に応じて遅延した信号となり、受信光 (TM) および受信光 (TE) と局発光とを合成した各合成信号は、一定周波数の信号 (ビート信号) となる。光受信部 103 は、受信光 (TM) および受信光 (TE) それぞれに対応した信号を受信信号 (TM) および受信信号 (TE) として受信信号処理部 117 に供給する。

[0031] 受信信号処理部 117 は、光受信部 103 から供給された受信信号 (TM) および受信信号 (TE) それぞれに対して、例えば高速フーリエ変換などの信号処理を行う。受信信号処理部 117 は、この信号処理により、対象物までの距離と、対象物の速度を示す速度と、を求め、これら距離および速度をそれぞれ示す距離情報および速度情報を含む計測情報 (TM) および計測情報 (TE) を生成する。受信信号処理部 117 は、さらに、受信信号 (TM) および受信信号 (TE) に基づき対象物の反射率を示す反射率情報を求めて計測情報に含めてよい。受信信号処理部 117 は、生成した計測情報を点群生成部 130 に供給する。

[0032] 走査部 100 は、光送信部 101 から送られる送信光を、走査制御部 111 から供給される走査制御信号に従った角度で送信すると共に、当該角度から入射される光を受信光として受信する。走査部 100 において、送信光の走査機構として、例えば 2 軸ミラースキャン装置を適用することができる。この場合、走査制御信号は、例えば、当該 2 軸ミラースキャン装置の各軸に印加される駆動電圧信号となる。

[0033] 走査制御部 111 は、走査部 100 による送受信の角度を所定の角度範囲内で変化させる走査制御信号を生成し、走査部 100 に供給する。走査部 100 は、供給された走査制御信号に従い、送信光による一定の範囲の走査を実行することができる。

[0034] 走査部 100 は、射出する送信光の射出角度を検出するセンサを有し、こ

のセンサにより検出された送信光の射出角度を示す角度検出信号を出力する。角度検出部 112 は、走査部 100 から出力された角度検出信号に基づき送受信の角度を求め、求めた角度を示す角度情報を生成する。角度検出部 112 は、生成した角度情報を点群生成部 130 に供給する。

[0035] 図 3 は、走査部 100 による送信光の走査の一例を概略的に示す模式図である。走査部 100 は、所定の角度範囲 200 内において、所定の本数の走査線 210 に従い走査を行う。走査線 210 は、角度範囲 200 の左端と右端との間を走査した 1 本の軌跡に対応する。走査部 100 は、走査制御信号に応じて、走査線 210 に従い角度範囲 200 の上端と下端との間を走査する。

[0036] このとき、走査部 100 は、走査制御信号に従い、チャープ光の射出ポイントを、例えばポイント 220₁、220₂、220₃、…のように、例えば一定の時間間隔（ポイントレート）で走査線 210 に沿って順次、離散的に変化させる。このとき、走査線 210 の角度範囲 200 の左端および右端の折り返し点付近では、2 軸ミラースキャン装置による走査速度が遅くなる。そのため、各ポイント 220₁、220₂、220₃、…は、角度範囲 200 において格子状に並ばないことになる。なお、光送信部 101 は、送信光制御部 116 から供給される光送信制御信号に従い、1 つの射出ポイントに対して、1 または複数回、チャープ光を射出してよい。

[0037] 図 2 の説明に戻り、点群生成部 130 は、角度検出部 112 から供給される角度情報と、送信光制御部 116 から供給される光送信制御信号と、受信信号処理部 113 から供給される計測情報と、に基づき、点群を生成する。より具体的には、点群生成部 130 は、角度情報と、計測情報に含まれる距離情報とに基づき、角度と距離とにより空間中の 1 点が特定される。点群生成部 130 は、特定された点の、所定の条件下における集合としての点群を取得する。点群生成部 130 は、計測情報に含まれる速度情報に基づき、特定された各点の速度を加味して点群を求める。すなわち、点群は、点群に含まれる各点について、3 次元座標と、速度とを示す情報を含む。

- [0038] 点群生成部 130 は、求めた点群を前段処理部 140 に供給する。前段処理部 140 は、供給された点群に対してフォーマット変換など所定の信号処理を施す。前段処理部 140 により信号処理された点群は、I/F 部 141 を介して光検出測距部 11 の外部に出力される。
- [0039] また、図 2 では省略されているが、点群生成部 130 は、受信信号処理部 117 から供給された各計測情報 (TM) および計測情報 (TE) にそれぞれ含まれる各情報 (距離情報、速度情報、反射率情報など) を、前段処理部 140 および I/F 部 141 を介して外部に出力させてよい。
- [0040] 図 4 は、本開示に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。図 4 において、センシングシステム 1 は、センサユニット 10 およびアプリケーション実行部 20 を含む。センサユニット 10 は、光検出測距部 11 および信号処理部 12 を含む。信号処理部 12 は、3D (Three Dimensions) 物体検出部 121 と、3D 物体認識部 122 と、I/F 部 123 と、点群補正部 125 と、記憶部 126 と、を含む。
- [0041] これら 3D 物体検出部 121、3D 物体認識部 122、I/F 部 123 および点群補正部 125 は、CPU (Central Processing Unit) などのプロセッサ上で本開示に係る情報処理プログラムが実行されることで構成することができる。これに限らず、これら 3D 物体検出部 121、3D 物体認識部 122、I/F 部 123 および点群補正部 125 の一部または全部を、互いに協働して動作するハードウェア回路により構成してもよい。
- [0042] 光検出測距部 11 から出力された点群は、信号処理部 12 に入力され、信号処理部 12 において I/F 部 123 および 3D 物体検出部 121 に供給される。
- [0043] 3D 物体検出部 121 は、供給された点群に含まれる、3D 物体を示す計測点を検出する。なお、以下では、煩雑さを避けるため、「合成点群に含まれる、3D 物体を示す計測点を検出する」などの表現を、「合成点群に含まれる 3D 物体を検出する」などのように記載する。
- [0044] 3D 物体検出部 121 は、点群から、速度を持つ点群、および、当該点群

を含み、例えば一定以上の密度の繋がりを持つなどの関係性が認められる点群を、３Ｄ物体に対応する点群（局在点群と呼ぶ）として検出する。例えば、３Ｄ物体検出部１２１は、点群に含まれる静的物体と動的物体とを弁別するため、点群から、一定以上の速度絶対値を持つ点を抽出する。３Ｄ物体検出部１２１は、抽出した点による点群の中から、一定の空間範囲（対象物体の大きさに相当）に局在する点群の集合を、３Ｄ物体に対応する局在点群として検出する。３Ｄ物体検出部１２１は、点群から複数の局在点群を抽出してよい。

[0045] ３Ｄ物体検出部１２１は、検出した局在点群における各点の、３Ｄ座標および速度情報を取得する。また、３Ｄ物体検出部１２１は、検出された局在点群の領域に、当該局在点群に対応する３Ｄ物体を示すラベル情報を付加する。３Ｄ物体検出部１２１は、これら局在点群に関する３Ｄ座標と、速度情報と、ラベル情報とを３Ｄ検出結果を示す３Ｄ検出情報として出力する。

[0046] ３Ｄ物体認識部１２２は、３Ｄ物体検出部１２１から出力された３Ｄ検出情報を取得する。３Ｄ物体認識部１２２は、取得した３Ｄ検出情報に基づき、３Ｄ検出情報が示す局在点群に対する物体認識を行う。例えば、３Ｄ物体認識部１２２は、３Ｄ検出情報が示す局在点群に含まれる点の数が、対象物体の認識に利用できる所定数以上の場合に、その局在点群に対して点群認識処理を行う。３Ｄ物体認識部１２２は、この点群認識処理により、認識された物体に関する属性情報を推定する。

[0047] ３Ｄ物体認識部１２２は、光検出測距部１１から出力された点群のうち３Ｄ物体に対応する局在点群に対して、物体認識処理を実行する。例えば、３Ｄ物体認識部１２２は、光検出測距部１１から出力された点群のうち局在点群以外の部分の点群を除去し、当該部分については物体認識処理を実行しない。そのため、３Ｄ物体認識部１２２による認識処理の負荷を削減することが可能である。

[0048] ３Ｄ物体認識部１２２は、推定された属性情報の確信度が一定以上である、すなわち、有意に認識処理が実行できた場合に、当該局在点群に対する認

識結果を、３Ｄ認識情報として出力する。３Ｄ物体認識部１２２は、３Ｄ認識情報に、当該局在点群に関する３Ｄ座標と、速度情報と、属性情報と、認識された物体の位置、大きさおよび姿勢と、確信度、とを含めることができる。

[0049] なお、属性情報は、認識処理の結果、点群の点ごとに、その単位が属する対象物体の種別や固有分類などの対象物体の属性を示す情報である。属性情報は、対象物体が人であれば、例えば点群の各点に対して付与された、その人に属する固有数値として表現することができる。

[0050] ３Ｄ物体認識部１２２から出力された３Ｄ認識情報は、Ｉ／Ｆ部１２３に入力される。Ｉ／Ｆ部１２３には、上述したように、光検出測距部１１から出力された点群も入力されている。Ｉ／Ｆ部１２３は、点群を３Ｄ認識情報に対して統合して、点群補正部１２５に供給する。ここで点群補正部１２５に供給される３Ｄ認識情報は、点群補正部１２５により補正される前の３Ｄ認識情報である。

[0051] 点群補正部１２５は、Ｉ／Ｆ部１２３から供給された３Ｄ認識情報に対して、当該３Ｄ認識情報に含まれる局在点群に関する位置情報を補正する。点群補正部１２５は、記憶部１２６に記憶される、当該局在点群に関する過去の３Ｄ認識情報を用いて、現在において取得した局在点群に関する位置情報を推測することで、この補正を行ってよい。例えば、点群補正部１２５は、過去の３Ｄ認識情報に含まれる速度情報に基づき現在の局在点群の位置情報を予測する。

[0052] 点群補正部１２５は、補正後の３Ｄ認識情報をアプリケーション実行部２０に供給する。また、点群補正部１２５は、例えば３Ｄ認識情報に含まれる速度情報および位置情報を、過去の情報として、記憶部１２６に対して蓄積的に記憶する。

[0053] アプリケーション実行部２０は、例えば、ＣＰＵ(Central Processing Unit)、メモリ、ストレージ装置などを含む一般的な情報処理装置において所定のプログラムに従い構成される。これに限らず、アプリケーション実行部

20は、特定のハードウェアにより実現されるものであってもよい。

[0054] (2. 第1の実施形態)

次に、本開示の第1の実施形態について説明する。第1の実施形態は、壁面などに投影される操作用の仮想オブジェクトを、操作者であるユーザのジェスチャにより操作可能とした例である。

[0055] 図5は、第1の実施形態に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。図5において、センシングシステム1aは、センサユニット10と、アプリケーション実行部20aと、プロジェクタ40と、を含む。

[0056] アプリケーション実行部20aは、プロジェクタ40により画像を投影するための表示信号を生成することができる。例えば、アプリケーション実行部20aは、センサユニット10から供給された、補正後の3D認識結果に応じた画像を投影するための表示信号を生成する。また、アプリケーション実行部20aは、固定的な画像を投影するための表示信号や、固定的な画像に対して補正後の3D認識結果に応じた画像を重畳して投影するための表示信号を生成することもできる。プロジェクタ40は、アプリケーション実行部20aにより生成された表示信号に応じた画像を、壁面などの投影対象に対して投影する。

[0057] 図6は、第1の実施形態によるセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。図6において、第1の実施形態に係るセンシングシステム1aは、プロジェクタ40により固定面である例えばスクリーンとしての壁面300に被操作画像としてのボタン画像310aおよび310bを投影すると共に、操作用画像としてのカーソル画像311を投影する。センシングシステム1aは、センサユニット10により実オブジェクトすなわち操作者320の手321を検出および認識し、手321の動きに応じてカーソル画像311を移動させる。

[0058] 例えば、アプリケーション実行部20aは、手321の動きに応じてカーソル画像311の少なくとも一部が例えばボタン画像310aに重なった場

合に、所定の処理を実行してよい。一例として、この場合には、アプリケーション実行部20aは、ボタン画像310aを、当該ボタン画像310aが選択待機状態にあることを示す画像に変更する。

[0059] さらに、アプリケーション実行部20aは、センサユニット10の出力に基づき、カーソル画像311の少なくとも一部が例えばボタン画像310aに重なった状態で、手321がカーソル画像311の移動面に交わり、且つ、ボタン画像310aに向かう方向に移動したことが検出された場合、当該ボタン画像310aが選択されたと判定し、当該ボタン画像310aに関連付けられた機能を実行してよい。

[0060] 図7は、第1の実施形態に係るアプリケーション実行部20aの機能を説明するための一例の機能ブロック図である。図7において、アプリケーション実行部20aは、変換部200aと、判定部201aと、画像生成部202aと、アプリケーション本体210aと、を含む。

[0061] これら変換部200a、判定部201a、画像生成部202aおよびアプリケーション本体210aは、例えばCPU上で所定のプログラムが実行されることで構成される。これに限らず、これら変換部200a、判定部201a、画像生成部202aおよびアプリケーション本体210aのうち一部または全部を、互いに協働して動作するハードウェア回路により構成してもよい。

[0062] 図7において、アプリケーション本体210aは、ユーザにより操作される被操作画像（図6の例ではボタン画像310aおよび310b）と、ユーザが操作を行うための操作用画像（図6の例ではカーソル画像311）とを生成する。アプリケーション本体210aは、被操作画像に対して固定的な座標を与え、操作用画像に対して初期の座標を与える。アプリケーション本体210aは、被操作画像の座標を、判定部201aに渡す。

[0063] 変換部200aは、センサユニット10から供給された補正後の3D認識情報に含まれる3D座標を、プロジェクタ40による投影対象（図6の例では壁面300）における座標に変換する。変換部200aは、変換された座

標を、判定部201aおよび画像生成部202aに渡す。変換部200aから画像生成部202aに渡されたこの座標は、プロジェクタ40による投影対象における操作用画像の座標である。

[0064] 判定部201aは、被操作画像の座標と、変換部200aから渡された、3D認識情報に基づく操作用画像の座標とに基づき、操作用画像と被操作画像との重なりを判定する。また、判定部201aは、操作用画像に対して被操作画像の少なくとも一部が重なっている場合に、例えば3D認識情報に含まれる速度情報に基づき、操作用画像に対する3D座標が被操作画像の表示面に交わる方向に対して、被操作画像に向けて変化しているか否かを判定する。例えば、操作用画像に対する3D座標が被操作画像の表示面に交わる方向に対して、被操作画像に向けて変化している場合、当該被操作画像に対して所定の操作が行われたと判断することができる。

[0065] 判定部201aは、判定結果をアプリケーション本体210aに渡す。アプリケーション本体210aは、判定部201aから渡された判定結果に応じて所定の動作を実行すると共に、例えば被操作画像を更新することができる。アプリケーション本体210aは、更新された被操作画像を、画像生成部202aに渡す。

[0066] 画像生成部202aは、変換部200aから渡された被操作画像および操作用画像の座標と、アプリケーション本体210aから渡された被操作画像および操作用画像の画像とに基づき、プロジェクタ40が投影対象に投影するための画像を生成する。画像生成部202aは、生成した画像を投影させるための表示信号を生成し、生成した表示信号をプロジェクタ40に渡す。

[0067] プロジェクタ40は、画像生成部202aから渡された表示信号に従い、投影面に対して画像を投影する。

[0068] 図8は、第1の実施形態に係るセンシングシステム1aによる動作を説明するための一例のフローチャートである。図8において、ステップS10で、センシングシステム1aは、プロジェクタ40により被操作画像と操作用画像とを投影対象に対して投影する。次のステップS11で、センシングシ

ステム 1 a は、センサユニット 1 0 により実オブジェクトにおける指定領域の位置情報を取得する。どのような領域を指定領域とするかは、予め指定しておくことができる。

[0069] なお、実オブジェクトは、例えば実空間において操作作用画像を操作する人である。また、指定領域は、当該人の部位のうち、操作作用画像の操作に係る部位である。例えば、指定領域は、当該人の手、あるいは、手から突出する指である。これに限らず、指定領域は、当該人の前腕および手を含む部位であってもよいし、腕に限らず足であってもよい。

[0070] 次のステップ S 1 2 で、センシングシステム 1 a は、アプリケーション実行部 2 0 a の変換部 2 0 0 a により、指定領域の 3 D 座標を、投影面の座標に変換する。次のステップ S 1 3 で、センシングシステム 1 a は、画像生成部 2 0 2 a において、変換部 2 0 0 a で変換された座標に応じて操作作用画像を更新する。更新された操作作用画像は、プロジェクタ 4 0 により投影面に対して投影される。

[0071] 次のステップ S 1 4 で、センシングシステム 1 a は、アプリケーション実行部 2 0 a の判定部 2 0 1 a により、操作作用画像を用いて被操作画像に対する操作が行われたか否かが判定される。

[0072] 判定部 2 0 1 a は、例えば、変換部 2 0 0 a で指定領域の 3 D 座標に基づき変換された操作作用画像の座標に基づき、操作作用画像の少なくとも一部が被操作画像に重なっている場合に、操作が行われたと判定してよい。さらに、判定部 2 0 1 a は、操作作用画像の少なくとも一部が被操作画像に重なっている場合に、当該操作作用画像を押下するような操作がなされた場合に、操作が行われたと判定してよい。

[0073] ステップ S 1 4 で、センシングシステム 1 a は、判定部 2 0 1 a により操作が行われていないと判定された場合（ステップ S 1 4、「No」）、処理をステップ S 1 1 に戻す。一方、センシングシステム 1 a は、ステップ S 1 4 で判定部 2 0 1 a により操作が行われたと判定された場合（ステップ S 1 4、「Yes」）、処理をステップ S 1 5 に移行させる。

- [0074] ステップS 1 5で、センシングシステム 1 aは、判定部 2 0 1 aによる操作がなされた旨の判定結果を、アプリケーション本体 2 1 0 aに通知する。このとき、センシングシステム 1 aは、操作の内容をアプリケーション本体 2 1 0 aに通知する。操作の内容は、例えば、何れの被操作画像に対して操作がなされたか、および、その操作が操作用画像の少なくとも一部を被操作画像に重ねた操作と、被操作画像に対する押下の操作とのうち何れがなされたか、などの情報を含むことができる。
- [0075] センシングシステム 1 aは、ステップS 1 5の処理が終了すると、処理をステップS 1 1に戻す。
- [0076] 図9は、第1の実施形態に係るセンサユニット 1 0による処理を説明するための一例のフローチャートである。図9のフローチャートは、上述した図8のフローチャートにおけるステップS 1 1の処理をより詳細に示したものである。
- [0077] 図9において、ステップS 1 1 0で、センサユニット 1 0は、光検出測距部 1 1により走査を行い、点群を取得する。取得した点群には、操作用画像を操作する操作者としての実オブジェクトに対応する点群が含まれているものとする。
- [0078] 次のステップS 1 1 1で、センサユニット 1 0は、3 D物体検出部 1 2 1により、ステップS 1 1 0で取得した点群中に、所定以上の速度を持つ点群が存在するか否かを判定する。センサユニット 1 0は、3 D物体検出部 1 2 1により所定以上の速度を持つ点群が存在しないと判定した場合（ステップS 1 1 1、「N o」）、処理をステップS 1 1 0に戻す。一方、センサユニット 1 0は、3 D物体検出部 1 2 1により所定以上の速度を持つ点群が存在すると判定した場合（ステップS 1 1 1、「Y e s」）、処理をステップS 1 1 2に移行させる。
- [0079] ステップS 1 1 2で、センサユニット 1 0は、3 D物体検出部 1 2 1により、ステップS 1 1 0で取得された点群から、所定以上の速度を持つ点群を抽出する。次のステップS 1 1 3で、センサユニット 1 0は、3 D物体検出

部 1 2 1 により、ステップ S 1 1 0 で取得された点群から、ステップ S 1 1 2 で抽出された点群を含む、例えば一定以上の密度の繋がりを持つ点群を、局在点群として抽出する。

[0080] このように、光検出測距部 1 1 での走査により取得された点群から、当該点群の速度情報を利用して局在点群を抽出することで、処理対象の点群数が削減され、応答性を向上させることができる。

[0081] 次のステップ S 1 1 4 で、センサユニット 1 0 は、3 D 物体認識部 1 2 2 により、ステップ S 1 1 3 で抽出した局在点群に基づき、指定領域を推定する。指定領域は、例えば、実オブジェクトが人である場合、手、手において突出している指、手を含む前腕など、人において空間に対して位置を指し示す部位に対応する領域である。例えば、センシングシステム 1 に対して、どのような領域を指定領域とするかを予め指定しておいてよい。

[0082] 次のステップ S 1 1 5 で、センサユニット 1 0 は、3 D 物体認識部 1 2 2 により、ステップ S 1 1 4 で推定された指定領域の位置および姿勢を推定する。指定領域の姿勢は、例えば当該指定領域が長辺および短辺を有する形状の場合に、長辺あるいは短辺の向きにより示すことができる。次のステップ S 1 1 6 で、センサユニット 1 0 は、点群補正部 1 2 5 により、ステップ S 1 1 5 で位置および姿勢が推定された指定領域の速度を示す速度情報を、ステップ S 1 1 0 で取得した点群に基づき特定する。

[0083] 点群の速度情報を補完的に利用して指定領域の位置および姿勢を補正することで、当該位置および姿勢の安定性および応答性を向上させることができる。

[0084] 次のステップ S 1 1 7 で、センサユニット 1 0 は、点群補正部 1 2 5 により、ステップ S 1 1 6 で特定された速度情報を用いて、ステップ S 1 1 5 で推定された指定領域の位置および姿勢を補正する。例えば、点群補正部 1 2 5 は、記憶部 1 2 6 に記憶される、当該指定領域に関する過去の位置および姿勢と、速度情報とを用いて、現在の当該指定領域の位置および姿勢を補正することができる。このとき、点群補正部 1 2 5 は、指定領域により指し示

される方向と、当該方向に対して交わる面と、に対する３次元座標をそれぞれ補正することができる。これにより、例えば図６に示した、ユーザの手３２１の動きによるカーソル画像３１１の移動および選択（押下）動作に係る３次元座標を補正することができる。

[0085] 点群補正部１２５は、位置および姿勢を補正した当該指定領域の局在点群を、アプリケーション実行部２０ａに渡す。また、点群補正部１２５は、補正された当該局在点群の位置および姿勢を示す情報と、当該局在点群の速度情報とを、記憶部１２６に記憶する。

[0086] ステップＳ１１７の処理の後、処理が図８のステップＳ１２の処理に移行される。

[0087] このように、第１の実施形態では、センサユニット１０は、光検出測距部１１での走査により取得した点群から、指定領域に対応する局在点群を抽出する。センサユニット１０は、抽出した局在点群による指定領域の位置および姿勢を、光検出測距部１１での走査により取得した点群の速度情報を用いて補正している。この補正は、速度情報と、光検出測距部１１により距離を取得してからプロジェクタ４０でカーソル画像３０を表示するまでの遅延時間情報と、から推測される、指定領域の位置および姿勢の補正を含む。そのため、第１の実施形態を適用することで、処理対象の点群数が削減されることによる応答性の向上と、速度情報と表示までの遅延時間とに基づく位置および姿勢推測による応答性の向上とが可能であると共に、指定領域の位置および姿勢の安定性を向上させることができる。

[0088] 例えば、指定領域としての手３２１の移動速度が一定以上の場合、カーソル画像３１１の座標として、実際に検出された座標ではなく、速度情報と表示までの遅延時間とから推測される座標を使い、当該座標をプロジェクタ４０による投影対象（図６の例では壁面３００）における座標に変換した座標を用いる。この処理により、カーソル画像３１１の表示の応答性を向上させることができる。

[0089] また例えば、指定領域としての手３２１の移動速度が一定未満の場合、カ

ーソル画像 311 の座標として、検出された座標にローパスフィルタによる位置補正を実施した上で、プロジェクタ 40 による投影対象（図 6 の例では壁面 300）における座標に変換した座標を用いる。この処理により、カーソル画像 311 の表示の安定性を向上させることができる。

[0090] この、移動速度に応じて安定性または応答性の何れかを優先させる仕組みは、移動速度を元にして細かく定義することができ、違和感の少ない切り替えを行うことが可能である。

[0091] したがって、第 1 の実施形態を適用することで、人や人以外の物体の広範囲にわたる動きに応じた表示の安定性と応答性とを向上させることが可能となる。

[0092] なお、上述では、第 1 の実施形態を、壁面 300 に投影されたボタン画像 310 a および 310 b を、カーソル画像 311 により操作する場合に適用した例について説明したが、これはこの例に限定されない。例えば、被操作画像は、ボタン画像に限らずダイヤル画像やスイッチ画像であってもよいし、投影面は、平面でなくてもよい。また、操作画像を操作することで、壁面 300 あるいは仮想空間内に絵や文字を描画させることも可能である。

[0093] （2-1. 第 1 の実施形態の第 1 の変形例）

次に、第 1 の実施形態の第 1 の変形例について説明する。上述の第 1 の実施形態では、1 人の操作者が操作画像（カーソル画像 311）により操作を行うように説明した。これに対して、第 1 の実施形態の第 1 の変形例は、複数の操作者がそれぞれ操作画像を用いて操作を行う例である。

[0094] 図 10 は、第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係るセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。なお、図 10 では、被操作画像（例えばボタン画像 310 a および 310 b）が省略されている。

[0095] 図 10 の例では、2 人の操作者 320 a および 320 b のうち操作者 320 a が手 321 a によりカーソル画像 311 a を操作し、操作者 320 b が手 321 b によりカーソル画像 311 b を操作している様子が示されている。センシングシステム 1 a は、センサユニット 10 における光検出測距部 1

1での走査により取得した点群に基づき、操作者320aおよび320bそれぞれの指定領域（手、手において突出している指、手を含む前腕など）を推定する。センシングシステム1aは、操作者320aおよび320bそれぞれの指定領域の位置および姿勢に基づき、操作者320aおよび320bそれぞれがカーソル画像311aおよび311bのうち何れを操作対象としているかを判定することができる。

[0096] すなわち、センシングシステム1aは、操作者のジェスチャや速度情報を、操作者の行動を拘束すること無く取得できる。そのため、操作者が複数になった場合でも、複数の操作者それぞれは、センシングシステム1aを、操作者が1人の場合と同様に利用が可能である。

[0097] 一例として、第1の実施形態の第1の変形例を適用することで、複数の操作者が体を動かすことによって、壁面300に投影される画像が変化する、などの舞台演出が可能となる。この場合、画像の操作に係る部位である指定領域を、操作者の全身とすることが考えられる。

[0098] （2-2. 第1の実施形態の第2の変形例）

次に、第1の実施形態の第2の変形例について説明する。上述の第1の実施形態では、操作者が操作用画像（カーソル画像311）により操作を行うように説明した。これに対して、第1の実施形態の第2の変形例では、操作者が細かく素早い動きによる操作を行う例である。

[0099] 図11は、第1の実施形態の第2の変形例に係るセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。ここでは、細かく素早い動きによる操作の例として、鍵盤楽器の演奏を適用する。

[0100] 図11において、操作者は、例えばMR (Mixed Reality: 複合現実)に対応したメガネ型デバイスを装着する。MRに対応するメガネ型デバイスは、透過型の表示部を備え、仮想空間の光景と、外界の光景とを混合して当該表示部に表示させることが可能とされている。

[0101] センシングシステム1aは、アプリケーション実行部20aにより、このMR対応のメガネ型デバイスの表示部に対して、被操作画像として仮想空間

上の鍵盤楽器 312（例えばピアノ）を表示させる。当該メガネ型デバイスを装着した操作者は、当該メガネ型デバイスの表示部に表示される仮想空間上の鍵盤楽器 312 を、実空間における手 322 により操作（演奏）する。

[0102] なお、アプリケーション実行部 20a は、鍵盤楽器 312 の鍵盤が押されたことを検知すると、当該鍵盤に応じた音を出力するように構成されているものとする。

[0103] センシングシステム 1a は、センサユニット 10 により操作者の手 322 を認識し、画像の操作に係る部位である指定領域としての仮想空間上の手である仮想手 330 を特定する。なお、この例の場合、当該メガネ型デバイスの表示部に表示される実空間における手 322 が操作用画像として機能するため、アプリケーション実行部 20a は、別途に操作用画像を生成する必要は無い。

[0104] このような構成において、光検出測距部 11 に適用される FMCW-LiDAR は、既に説明したように、点群の速度情報を取得可能である。そのため、センシングシステム 1a は、実空間における手 322 の指の位置が仮想空間上の鍵盤に到達するタイミングを、当該手 322 に対応する仮想手 330 の速度情報を用いて推定し、当該手 322 の指が鍵盤を押したと見做すことが可能である。したがって、実空間上の手 322 の指の動きに対する鍵盤楽器 312 の音出力されるまでの遅延を小さく抑えることが可能である。

[0105] （3. 第 2 の実施形態）

次に、本開示の第 2 の実施形態について説明する。第 2 の実施形態は、本開示に係るセンシングシステムを、仮想空間上で競技を行う e スポーツに適用した例である。

[0106] e スポーツでは、競技者が仮想空間上で競技を行う。e スポーツにおいて、競技は、競技者がコントローラを操作して行う場合や、競技者が実空間における競技と同様に身体を動かして行う場合がある。第 2 の実施形態では、後者の、競技者が実空間における競技と同様に身体を動かして行う e スポーツを対象とする。

[0107] 図12は、第2の実施形態に係るセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。図12において、センシングシステム1bは、競技者325が装着するメガネ型デバイス60aと、競技者325の動作を計測する動作計測装置50と、を含む。メガネ型デバイス60aは、例えば上述したMR対応のものをを用いるのが好ましい。

[0108] この例では、競技者325が仮想のボール340を投じる動作を含むスポーツを想定している。仮想のボール340は、メガネ型デバイス60aの表示部に表示されるものであり、実空間には存在しない。競技者325は、メガネ型デバイス60aを通じて仮想のボール340を観察することができる。

[0109] 動作計測装置50は、光検出測距部11を有し、競技者325を含む空間を走査して点群を取得する。動作計測装置50は、取得した点群に基づき、競技者325が仮想のボール340を操作（投げる、保持する、受ける、など）する操作領域（指定領域）としての手326を認識し、手326の位置および姿勢を特定する。このとき、動作計測装置50は、特定した手326の位置および姿勢を、過去の手326の位置および姿勢と現在の速度情報とに基づき補正する。動作計測装置50は、補正された手326の位置および姿勢を示す情報を含む3D認識情報を、メガネ型デバイス60aに送信する。

[0110] メガネ型デバイス60aは、動作計測装置50から送信された3D認識情報に基づき、仮想のボール340の画像を表示部に表示させる。メガネ型デバイス60aは、当該3D認識情報に応じて仮想のボール340の振る舞いを推測し、仮想のボール340の位置を特定する。例えば、メガネ型デバイス60aは、3D認識情報に基づき競技者325が仮想のボール340を手326により保持していると推測されると、仮想のボール340の位置を、手326に対応した位置とする。また例えば、メガネ型デバイス60aは、3D認識情報に基づき競技者325が仮想のボール340を投げる動作を示していると推測されると、仮想のボール340を手326から離し、時間の

経過に伴い投げられたと推測される方向に移動させる。

[0111] 図 1 3 は、第 2 の実施形態に係るセンシングシステム 1 b の一例の構成を示すブロック図である。図 1 3 において、動作計測装置 5 0 は、センサユニット 1 0 と通信部 5 1 とを含む。通信部 5 1 は、センサユニット 1 0 から出力された補正後の 3 D 認識情報を、アンテナ 5 2 を用いて送信することができる。

[0112] メガネ型デバイス 6 0 a は、通信部 6 2 と、アプリケーション実行部 2 0 b と、表示部 6 3 とを含む。通信部 6 2 は、動作計測装置 5 0 から送信された 3 D 認識情報を、アンテナ 6 1 を用いて受信して、アプリケーション実行部 2 0 b に渡す。アプリケーション実行部 2 0 b は、3 D 認識情報に基づき被操作オブジェクト（図 1 2 の例では仮想のボール 3 4 0）の画像を更新あるいは生成する。更新あるいは生成された被操作オブジェクトの画像は、表示部 6 3 に送られ、表示される。

[0113] 図 1 4 は、第 2 の実施形態に係るメガネ型デバイス 6 0 a の機能を説明するための一例の機能ブロック図である。図 1 4 において、アプリケーション実行部 2 0 b は、動作情報生成部 2 1 2 と、変換部 2 0 0 b と、画像生成部 2 0 2 b と、を含む。

[0114] これら動作情報生成部 2 1 2、変換部 2 0 0 b および画像生成部 2 0 2 b は、CPU 上でプログラムが実行されることで構成される。これに限らず、動作情報生成部 2 1 2、変換部 2 0 0 b および画像生成部 2 0 2 b を、互いに協働して動作するハードウェア回路により構成してもよい。

[0115] 動作情報生成部 2 1 2 は、通信部 6 2 から渡された 3 D 認識情報に基づき、競技者 3 2 5 による被操作オブジェクトに対する動作（投げる、受ける、保持する、など）を示す動作情報を生成する。動作情報は、例えば被操作オブジェクトの位置および姿勢を示す情報を含む。これに限らず、動作情報は、被操作オブジェクトの速度を示す速度情報をさらに含んでもよい。

[0116] 変換部 2 0 0 b は、動作情報生成部 2 1 2 で生成された動作情報に基づき、被操作オブジェクトの画像の座標を、メガネ型デバイス 6 0 a の表示部 6

3における座標に変換する。画像生成部202bは、変換部200bで変換された座標に従い被操作オブジェクトの画像を生成し、生成した画像を表示部63に渡す。

[0117] 表示部63は、表示制御部64と表示デバイス65とを含む。表示制御部64は、アプリケーション実行部20bから渡された被操作オブジェクトの画像を表示デバイス65が表示するための表示信号を生成する。

[0118] 表示デバイス65は、例えばLCD(Liquid Crystal Display)やOLED(Organic Light-Emitting Diode)などによる表示素子と、当該表示素子を駆動する駆動回路と、表示素子により表示された画像をメガネ型デバイス60aのメガネ面に投影する光学系と、を含む。表示デバイス65は、表示制御部64により生成された表示信号に従い表示素子により被操作オブジェクトの画像を表示し、表示した画像をメガネ面に投影する。

[0119] 図15は、第2の実施形態に係るセンシングシステム1bによる動作を説明するための一例のフローチャートである。

[0120] 図15において、ステップS20で、センシングシステム1bは、センサユニット10により操作領域（例えば競技者325の手326）の点群の位置を取得する。次のステップS21で、センシングシステム1bは、動作情報生成部212により、ステップS20で取得した操作領域の点群に基づき、操作用オブジェクト（例えば仮想のボール340）の位置、姿勢および動作を生成する。次のステップS22で、センシングシステム1bは、画像生成部202bにより、ステップS21で生成された操作用オブジェクトの位置、姿勢および動作に基づき、操作用オブジェクトの画像を生成する。画像生成部202bは、生成した操作用オブジェクトの画像を、表示部63にわたす。ステップS22の処理の後、処理がステップS20に戻される。

[0121] 図16は、第2の実施形態に係るセンサユニット10による処理を説明するための一例のフローチャートである。図16のフローチャートは、上述した図15におけるステップS20の処理をより詳細に示したものである。

[0122] 図16において、ステップS200で、センサユニット10は、光検出測

距部 11 により走査を行い、点群を取得する。取得した点群には、操作用オブジェクトを操作する操作者（図 12 の例では競技者 325）としての実オブジェクトに対応する点群が含まれているものとする。

[0123] 次のステップ S201 で、センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により、ステップ S200 で取得した点群中に、所定以上の速度を持つ点群が存在するか否かを判定する。センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により所定以上の速度を持つ点群が存在しないと判定した場合（ステップ S201、「No」）、処理をステップ S200 に戻す。一方、センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により所定以上の速度を持つ点群が存在すると判定した場合、処理をステップ S202 に移行させる。

[0124] ステップ S202 で、センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により、ステップ S200 で取得された点群から、所定以上の速度を持つ点群を抽出する。次のステップ S203 で、センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により、ステップ S200 で取得された点群から、ステップ S202 で抽出された点群を含む、例えば一定以上の密度の繋がりを持つ点群を、局在点群として抽出する。

[0125] 次のステップ S204 で、センサユニット 10 は、3D 物体認識部 122 により、ステップ S203 で抽出した局在点群に基づき、操作者（図 12 の例では競技者 325）を推定する。次のステップ S205 で、センサユニット 10 は、3D 物体認識部 122 により、ステップ S204 で推定された操作者の点群から操作領域の位置を推定し、推定された操作領域に対応する点群に、操作領域を示す属性を付与する。

[0126] 次のステップ S206 で、センサユニット 10 は、操作領域を示す属性を持つ点群の位置を、ステップ S200 で取得された点群に示される速度情報を用いて、ステップ S205 で特定された操作領域に対応する点群の位置を補正する。例えば、点群補正部 125 は、記憶部 126 に記憶される、当該操作領域に関する過去の位置および速度情報を用いて、現在の当該操作領域の位置を補正することができる。

[0127] 点群補正部 125 は、位置を補正した当該操作領域の点群を、アプリケーション実行部 20b に渡す。また、点群補正部 125 は、補正された当該点群の位置および速度情報を、記憶部 126 に記憶する。

[0128] ステップ S206 の処理の後、処理が図 15 のステップ S21 の処理に移行される。

[0129] このように、第 2 の実施形態では、センサユニット 10 は、光検出測距部 11 での走査により取得した点群から、操作者に対応する局在点群を抽出し、さらに、当該局在点群から操作領域の点群を抽出する。センサユニット 10 は、抽出した点群による操作領域の位置を、光検出測距部 11 での走査により取得した点群の速度情報を用いて補正している。そのため、第 2 の実施形態を適用することで、処理対象の点群数が削減され、応答性を向上させることが可能であると共に、操作領域の位置の操作作用オブジェクトの位置に対するズレや遅延を抑制することができる。したがって、第 2 の実施形態を適用することで、人や人以外の物体の広範囲にわたる動きに応じた表示の応答性を向上させることが可能となる。これにより、競技者 325 である操作者は、操作作用オブジェクトを快適に操作することが可能となる。

[0130] (3-1. 第 2 の実施形態の変形例)

次に、第 2 の実施形態の変形例について説明する。上述した第 2 の実施形態では、センサユニット 10 を、メガネ型デバイスの外部に設けた構成とした。これに対して、第 2 の実施形態の変形例は、センサユニット 10 をメガネ型デバイスに組み込んだ構成とした例である。

[0131] 図 17 は、第 2 の実施形態の変形例に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。図 17 において、センシングシステム 1c は、MR 対応のメガネ型デバイス 60b を含む。

[0132] 図 18 は、第 2 の実施形態の変形例に係るセンシングシステム 1c の一例の構成を示すブロック図である。図 18 において、メガネ型デバイス 60b は、センサユニット 10 と、アプリケーション実行部 20b と、表示部 63 とを含む。センサユニット 10 は、例えば、競技者 325 の操作領域（例え

ば手 3 2 6) を走査可能にメガネ型デバイス 6 0 b に組み込まれる。

[0133] 図 1 7 に示されるように、競技者 3 2 5 は、メガネ型デバイス 6 0 b を装着することで、仮想のボール 3 4 0 を観察することができる。メガネ型デバイス 6 0 b に組み込まれたセンサユニット 1 0 における光検出測距部 1 1 により、競技者 3 2 5 の操作領域としての手 3 2 6 を含めた空間を走査する。センサユニット 1 0 は、走査により取得した点群に基づき手 3 2 6 に対応する局在点群を抽出し、抽出した局在点群に属性を付与する。センサユニット 1 0 は、属性を付与した局在点群の位置を当該局在点群の過去を含む速度情報に基づき補正し、局在点群の位置が補正された 3 D 認識情報を出力する。

[0134] アプリケーション実行部 2 0 b は、センサユニット 1 0 から出力された 3 D 認識情報に基づき操作作用オブジェクト（図 1 7 の例では仮想のボール 3 4 0）の画像を生成する。アプリケーション実行部 2 0 b で生成された操作作用オブジェクトの画像は、表示部 6 3 に渡され、表示デバイス 6 5 に投影され表示される。

[0135] このように、第 2 の実施形態の変形例によれば、競技者 3 2 5 は、メガネ型デバイス 6 0 b のみを用いることで、e スポーツを実施することができ、システム構成を削減することが可能である。

[0136] (4. 第 3 の実施形態)

次に、本開示の第 3 の実施形態について説明する。第 3 の実施形態は、本開示に係るセンシングシステムをプロジェクションマッピングに適用した例である。プロジェクションマッピングは、プロジェクタなどの映写機器を用いて立体物に映像を投影する技術である。第 3 の実施形態に係るプロジェクションマッピングでは、動く立体物に対して映像を投影する。

[0137] 以下、「動く立体物」を適宜、「運動体」と呼ぶ。

[0138] 図 1 9 は、第 3 の実施形態に係るセンシングシステムの一例の利用形態を説明するための模式図である。図 1 9 において、センシングシステム 1 d は、例えば図に矢印で示されるように、実オブジェクトとしての回転運動する運動体 3 5 0 を含む空間を走査し、運動体 3 5 0 を特定する。また、センシ

ングシステム 1 d は、運動体 3 5 0 の光検出測距部 1 1 の計測方向に向かう面を指定領域として決定してよい。センシングシステム 1 d は、プロジェクタを含み、特定された運動体 3 5 0 に対して投影用画像 3 6 0 を投影する。

[0139] 図 2 0 は、第 3 の実施形態に係るセンシングシステム 1 d の一例の構成を示すブロック図である。図 2 0 において、センシングシステム 1 d は、センサユニット 1 0 と、アプリケーション実行部 2 0 c と、プロジェクタ 4 0 と、を含む。アプリケーション実行部 2 0 c は、センサユニット 1 0 により運動体 3 5 0 を含む空間を走査して得られた 3 D 認識結果に基づき画像の変形を行い、プロジェクタ 4 0 により投影するための投影用画像 3 6 0 を生成する。アプリケーション実行部 2 0 c により生成された投影用画像 3 6 0 は、プロジェクタ 4 0 により運動体 3 5 0 に投影される。

[0140] 図 2 1 は、第 3 の実施形態に係るアプリケーション実行部 2 0 c の機能を説明するための一例の機能ブロック図である。図 2 1 において、アプリケーション実行部 2 0 c は、変換部 2 0 0 c と、画像生成部 2 0 2 c と、アプリケーション本体 2 1 0 c と、を含む。

[0141] これら変換部 2 0 0 c、画像生成部 2 0 2 c およびアプリケーション本体 2 1 0 c は、CPU 上でプログラムが実行されることで構成される。これに限らず、変換部 2 0 0 c、画像生成部 2 0 2 c およびアプリケーション本体 2 1 0 c を、互いに協働して動作するハードウェア回路により構成してもよい。

[0142] 変換部 2 0 0 c は、センサユニット 1 0 から供給された、補正後の 3 D 認識情報に示される運動体 3 5 0 の位置および姿勢に基づき、運動体 3 5 0 の投影面に応じた座標変換を行う。変換部 2 0 0 c は、座標変換を施した座標情報を画像生成部 2 0 2 c に渡す。

[0143] アプリケーション本体 2 1 0 c は、運動体 3 5 0 に投影するための投影用画像（あるいは映像）を予め有する。アプリケーション本体 2 1 0 c は、当該投影用画像を、画像生成部 2 0 2 c に渡す。画像生成部 2 0 2 c は、変換部 2 0 0 c から渡された座標情報に基づき、アプリケーション本体 2 1 0 c

から渡された投影用画像を変形し、変形させた投影用画像をプロジェクタ 40 に渡す。

[0144] 図 22 は、第 3 の実施形態に係るセンシングシステム 1 d による動作を説明するための一例のフローチャートである。なお、アプリケーション本体 210 c は、投影用画像を予め有しているものとする。投影用画像は、静止画像でもよいし、動画像でもよい。

[0145] ステップ S 30 で、センシングシステム 1 d は、センサユニット 10 による運動体 350 を含む空間の走査により取得した点群に基づき、運動体 350 における、プロジェクタ 40 からの画像（映像）が投影される投影面の情報を取得する。投影面の情報は、投影面の実空間における 3D 座標を示す座標情報を含む。次のステップ S 31 で、センシングシステム 1 d は、アプリケーション実行部 20 c により、ステップ S 30 で取得した投影面の座標情報に基づき、例えば投影用画像の形状を投影面に対応する形状に変換する。次のステップ S 32 で、センシングシステム 1 d は、ステップ S 31 で形状変換された投影用画像を、プロジェクタ 40 により運動体 350 の投影面に投影する。

[0146] 図 23 は、第 3 の実施形態に係るセンサユニット 10 による処理を説明するための一例のフローチャートである。図 23 のフローチャートは、上述した図 22 のフローチャートにおけるステップ S 30 の処理をより詳細に示したものである。

[0147] なお、図 23 のフローチャートによる処理に先立って、3D 物体認識部 122 は、運動体 350 の情報を予め登録しているものとする。3D 物体認識部 122 は、運動体 350 の情報として、形状、大きさ、重量、運動パターンおよび運動速度といった情報を予め登録することができる。

[0148] ステップ S 301 で、センサユニット 10 は、光検出測距部 11 により運動体 350 を含む空間の走査を行い、点群を取得する。

[0149] 次のステップ S 302 で、センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により、ステップ S 301 で取得した点群中に、所定以上の速度を持つ点群

が存在するか否かを判定する。センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により所定以上の速度を持つ点群が存在しないと判定した場合（ステップ S302、「No」）、処理をステップ S301 に戻す。一方、センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により所定以上の速度を持つ点群が存在すると判定した場合（ステップ S302、「Yes」）、処理をステップ S303 に移行させる。

[0150] ステップ S303 で、センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により、ステップ S301 で取得された点群から、所定以上の速度を持つ点群を抽出する。次のステップ S304 で、センサユニット 10 は、3D 物体検出部 121 により、ステップ S301 で取得された点群から、ステップ S303 で抽出された点群を含む、例えば一定以上の密度の繋がりを持つ点群を、局在点群として抽出する。

[0151] 次のステップ S305 で、センサユニット 10 は、3D 物体認識部 122 により、局在点群に基づき投影面を含む物体を認識する。3D 物体認識部 122 は、認識した物体が予め登録されている物体のうち何れであることを特定する。

[0152] 次のステップ S306 で、センサユニット 10 は、点群補正部 125 により、投影面を含む物体（図 19 の例では運動体 350）の点群および認識結果と、当該点群の過去を含む速度情報とに基づき、当該点群の位置を補正する。例えば、点群補正部 125 は、記憶部 126 に記憶される、当該投影面に関する過去の位置および姿勢と、速度情報とを用いて、現在の当該投影面の位置および姿勢を補正することができる。また、3D 物体認識部 122 に対象の運動体 350 に関する情報を予め登録されている場合、点群補正部 125 は、投影面の位置および姿勢の補正の際に、この運動体 350 に関する情報をさらに用いることができる。

[0153] 点群補正部 125 は、位置および姿勢を補正した当該指定領域の局在点群を、アプリケーション実行部 20c に渡す。また、点群補正部 125 は、補正された当該投影面の点群の位置および姿勢を示す情報と、当該点群の速度

情報とを、記憶部 126 に記憶する。

[0154] ステップ S306 の処理の後、処理が図 22 のステップ S31 の処理に移行される。

[0155] このように、第 3 の実施形態では、運動体 350 においてプロジェクタ 40 により投影される投影面の位置および姿勢を、点群補正部 125 により、当該投影面の過去の位置および姿勢と、速度情報とを用いて補正している。そのため、第 3 の実施形態をプロジェクションマッピングに適用することで、運動中の運動体 350 に対して画像あるいは映像を投影する際の投影位置のズレを低減させることができ、より違和感の少ない演出が可能となる。したがって、第 3 の実施形態を適用することで、人や人以外の物体の広範囲にわたる動きに応じた表示の応答性を向上させることが可能となる。

[0156] (5. 第 4 の実施形態)

次に、本開示の第 4 の実施形態について説明する。第 4 の実施形態は、センサユニットにおいて、光検出測距部 11 に加えて撮像装置を設け、光検出測距部 11 により取得した点群と、撮像装置により撮像した撮像画像とを用いて物体認識を行い、3D 認識情報を得るようにした例である。

[0157] R (赤)、G (緑)、B (青) の各色の情報を持つ撮像画像を取得可能な撮像装置は、一般的に、FMCW-LiDAR による光検出測距部 11 と比較して、解像度が遥かに高い。したがって、光検出測距部 11 と撮像装置とを用いて認識処理を行うことで、光検出測距部 11 による点群情報のみを用いて検出、認識処理を行う場合に比べ、より高精度に検出、認識処理を実行することが可能となる。

[0158] 図 24 は、第 4 の実施形態に係るセンシングシステムの一例の構成を示すブロック図である。なお、ここでは、第 4 の実施形態に係るセンシングシステムを、第 2 の実施形態を用いて説明した、e スポーツに適用した場合を想定している。図 24 において、センシングシステム 1e は、センサユニット 10a と、アプリケーション実行部 20b とを含む。

[0159] センサユニット 10a は、光検出測距部 11 と、カメラ 14 と、信号処理

部 1 2 a とを含む。カメラ 1 4 は、RGB 各色の情報を持つ撮像画像を取得可能な撮像装置であり、光検出測距部 1 1 に取得される点群の解像度より高解像度の撮像画像を取得することが可能である。光検出測距部 1 1 と、カメラ 1 4 は、同一の方向の情報を取得するように配置される。また、光検出測距部 1 1 およびカメラ 1 4 は、それぞれの視野について姿勢、位置および大きさの関係を合わせるようにされ、光検出測距部 1 1 により取得される点群に含まれる各点と、カメラ 1 4 により取得される撮像画像の各画素との対応関係は、予め取得されているものとする。

[0160] 以下では、光検出測距部 1 1 およびカメラ 1 4 が、計測対象である 3 D 物体（例えば人）を含む空間を走査および撮像が可能なように、設置されているものとする。

[0161] 信号処理部 1 2 a は、3 D 物体検出部 1 2 1 a と、3 D 物体認識部 1 2 2 a と、2 D 物体検出部 1 5 1 と、2 D 物体認識部 1 5 2 と、I / F 部 1 6 0 a と、点群補正部 1 2 5 と、記憶部 1 2 6 と、を含む。

[0162] 光検出測距部 1 1 から出力される速度情報を持つ点群は、I / F 部 1 6 0 a と、3 D 物体検出部 1 2 1 a とに供給される。

[0163] 3 D 物体検出部 1 2 1 a は、図 4 における 3 D 物体検出部 1 2 1 と同様に、点群から、速度を持つ点群、および、当該点群を含み、例えば一定以上の密度の繋がりを持つ点群を、3 D 物体に対応する局在点群として検出する。3 D 物体検出部 1 2 1 a は、検出した局在点群における各点の、3 D 座標および速度情報を取得する。また、3 D 物体検出部 1 2 1 a は、検出された局在点群の領域に、当該局在点群に対応する 3 D 物体を示すラベル情報を付加する。3 D 物体検出部 1 2 1 a は、これら局在点群に関する 3 D 座標と、速度情報と、ラベル情報とを 3 D 検出結果を示す 3 D 検出情報として出力する。

[0164] 3 D 物体検出部 1 2 1 a は、さらに、局在点群を含む領域を示す情報を 3 D 情報として、2 D 物体検出部 1 5 1 に出力する。

[0165] カメラ 1 4 から出力された撮像画像は、I / F 部 1 6 0 a と、2 D 物体検

出部 1 5 1 に供給される。

[0166] 2 D 物体検出部 1 5 1 は、3 D 物体検出部 1 2 1 a から供給される 3 D 領域情報を、撮像画像に対応する 2 次元情報である 2 D 領域情報に変換する。

2 D 物体検出部 1 5 1 は、カメラ 1 4 から供給された撮像画像から、当該 2 D 領域情報に示される領域の画像を、部分画像として切り出す。2 D 物体検出部 1 5 1 は、2 D 領域情報と、部分画像とを 2 D 物体認識部 1 5 2 に供給する。

[0167] 2 D 物体認識部 1 5 2 は、2 D 物体検出部 1 5 1 から供給された部分画像に対して認識処理を実行し、部分画像の画素ごとに、認識結果としての属性情報を付加する。2 D 物体認識部 1 5 2 は、上述したように、属性情報を含む部分画像と、2 D 領域情報とを 3 D 物体認識部 1 2 2 a に供給する。また、2 D 物体認識部 1 5 2 は、2 D 領域情報を I / F 部 1 6 0 a に供給する。

[0168] 3 D 物体認識部 1 2 2 a は、図 4 における 3 D 物体認識部 1 2 2 と同様に、3 D 物体検出部 1 2 1 a から出力された 3 D 検出情報と、2 D 物体認識部 1 5 2 から供給される、属性情報を含む部分画像と 2 D 領域情報とに基づき、3 D 検出情報が示す局在点群に対する物体認識を行う。3 D 物体認識部 1 2 2 a は、この点群認識処理により、認識された物体に関する属性情報を推定する。3 D 物体認識部 1 2 2 a は、推定された属性情報を、部分画像の各画素に、さらに付加する。

[0169] 3 D 物体認識部 1 2 2 a は、推定された属性情報の確信度が一定以上である場合に、当該局在点群に対する認識結果を、3 D 認識情報として出力する。3 D 物体認識部 1 2 2 a は、3 D 認識情報に、当該局在点群に関する 3 D 座標と、速度情報と、属性情報と、認識された物体の位置、大きさおよび姿勢と、確信度、とを含めることができる。3 D 認識情報は、I / F 部 1 6 0 a に入力される。

[0170] I / F 部 1 6 0 a は、光検出測距部 1 1 から供給される点群と、カメラ 1 4 から供給される撮像画像と、3 D 物体認識部 1 2 2 a から供給される 3 D 認識情報と、2 D 物体認識部 1 5 2 から供給される 2 D 領域情報と、のうち

、指定された情報を入力する。図24の例では、I/F部160aは、3D認識情報を、補正前の3D認識情報として出力する。

[0171] 点群補正部125における処理については、図4を用いて説明した処理と同様であるので、ここでの説明を省略する。

[0172] 図25は、第4の実施形態に係るセンサユニット10aによる処理を説明するための一例のフローチャートである。

[0173] なお、ここでは、第4の実施形態に係るセンシングシステム1eを、第2の実施形態を用いて説明した、eスポーツに適用した場合を想定し、図25のフローチャートは、図15のフローチャートのステップS20の処理をより詳細に示したものとなっている。なお、これはこの例に限定されず。センシングシステム1eは、第1の実施形態およびその各変形例、ならびに、第3の実施形態にも適用可能なものである。

[0174] ステップS210で、センサユニット10aは、光検出測距部11により走査を行い、点群を取得する。取得した点群には、操作画像を操作する操作者としての実オブジェクトに対応する点群が含まれているものとする。

[0175] ステップS210の処理と並行的に、ステップS220において、センサユニット10aは、カメラ14により撮像を行い撮像画像を取得する。取得された撮像画像は、I/F部160aおよび2D物体検出部151に供給される。ステップS210の処理の後、後述するステップS214の処理を待って、処理がステップS221に移行される。

[0176] ステップS211において点群が取得されると、次のステップS211で、センサユニット10aは、3D物体検出部121aにより、ステップS210で取得した点群中に、所定以上の速度を持つ点群が存在するか否かを判定する。センサユニット10aは、3D物体検出部121aにより所定以上の速度を持つ点群が存在しないと判定した場合（ステップS211、「No」）、処理をステップS210に戻す。一方、センサユニット10aは、3D物体検出部121aにより所定以上の速度を持つ点群が存在すると判定した場合（ステップS211、「Yes」）、処理をステップS212に移行

させる。

- [0177] ステップS 2 1 2で、センサユニット1 0 aは、3 D物体検出部1 2 1 aにより、ステップS 2 1 0で取得された点群から、所定以上の速度を持つ点群を抽出する。次のステップS 2 1 3で、センサユニット1 0 aは、3 D物体検出部1 2 1 aにより、ステップS 2 1 0で取得された点群から、ステップS 2 1 2で抽出された点群を含む、例えば一定以上の密度の繋がりを持つ点群を、局在点群として抽出する。
- [0178] 次のステップS 2 1 4で、センサユニット1 0 aは、3 D物体検出部1 2 1 aにより、ステップS 2 1 3で抽出した局在点群に基づき、指定領域を推定する。指定された領域は、センシングシステム1 eがeスポーツに適用されたこの例では、競技者3 2 5が仮想の競技用具（仮想のボール3 4 0など）を操作するための、競技者3 2 5における操作領域である。どのような領域を指定領域とするかは、センシングシステム1 eに対して予め指定しておくことができる。
- [0179] 3 D物体検出部1 2 1 aは、ステップS 2 1 4で推定された、指定された領域を、3 D領域情報として2 D物体検出部1 5 1に渡す。
- [0180] ステップS 2 2 1で、2 D物体検出部1 5 1は、3 D物体検出部1 2 1 aから渡された3 D領域情報に基づき、点群中の操作領域に対応する撮像画像の領域を、部分画像として抽出する。また、2 D物体検出部1 5 1は、3 D領域情報を2 D領域情報に変換する。2 D物体検出部1 5 1は、抽出した部分画像と、3 D領域情報が変換された2 D領域情報を、2 D物体認識部1 5 2に渡す。
- [0181] 次のステップS 2 2 2で、2 D物体認識部1 5 2は、ステップS 2 2 1で抽出された部分画像に対して認識処理を実行し、部分画像において指定された領域に含まれる画素に、認識処理の結果で得られた属性を付加する。2 D物体認識部1 5 2は、属性情報を含む部分画像と、2 D領域情報とを3 D物体認識部1 2 2 aに供給する。
- [0182] 3 D物体認識部1 2 2 aにより、2 D物体認識部1 5 2から供給された属

性情報を含む部分画像と、2D領域情報とが取得されると、処理がステップS215に移行される。ステップS215で、センサユニット10aは、3D物体認識部122aにより、2D物体認識部152において部分画像に対する認識処理に応じて得られた属性情報を、ステップS214で3D物体検出部121aにより推定された、指定された領域における点群に付加する。

[0183] 3D物体認識部122aは、指定された領域における点群の3D座標と、速度情報と、部分画像に対する認識処理により当該点群に付加された属性情報と、認識された物体の位置、大きさおよび姿勢と、確信度、とを含めた3D属性情報を出力する。3D物体認識部122aから出力された3D認識情報は、I/F部160aを介して点群補正部125に供給される。

[0184] 次のステップS216で、センサユニット10aは、点群補正部125により、3D認識情報に含まれる速度情報を用いて、ステップS214で推定された、指定された領域の位置を補正する。例えば、点群補正部125は、記憶部126に記憶される、当該指定された領域に関する過去の位置と、速度情報とを用いて、現在の当該指定された領域の位置を補正することができる。点群補正部125は、さらに、当該指定された領域の姿勢を補正してもよい。

[0185] 点群補正部125は、位置を補正した当該指定された領域の点群を、アプリケーション実行部20bに渡す。また、点群補正部125は、補正された当該局在点群の位置および姿勢を示す情報と、当該局在点群の速度情報とを、記憶部126に記憶する。

[0186] このように、第4の実施形態では、光検出測距部11で取得された点群に加えて、点群と比較して遥かに解像度の高い、カメラ14により撮像された撮像画像を用いて3D物体認識結果に属性情報の付加を行っている。そのため、第4の実施形態では、人や人以外の物体の広範囲にわたる動きに応じた表示の応答性を向上させることが可能であると共に、光検出測距部11で取得された点群のみを用いて3D物体認識を行う場合と比較して、より高精度に、点群に属性情報を付加することが可能である。

[0187] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0188] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部により出力された前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識部と、

前記認識部により出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正部と、
を備える、
情報処理装置。

(2)

前記補正部は、
前記指定領域の3次元座標を、前記光検出測距部により過去に出力された前記点群に基づく3次元座標を用いて補正する、
前記(1)に記載の情報処理装置。

(3)

前記補正部は、
前記指定領域の3次元座標を、前記点群により示される速度情報に基づき予測して補正する、
前記(1)または(2)に記載の情報処理装置。

(4)

前記実オブジェクトは人であり、前記指定領域は、前記人の腕または足である、
前記(1)乃至(3)の何れかに記載の情報処理装置。

(5)

前記補正部は、

前記指定領域の、前記指定領域により指し示される方向と、該方向に対して交わる面と、に対する３次元座標をそれぞれ補正する、
前記（４）に記載の情報処理装置。

（６）

前記実オブジェクトは運動体であり、前記指定領域は、前記運動体の前記光検出測距部による計測方向に向かう面である、
前記（１）乃至（３）の何れかに記載の情報処理装置。

（７）

前記補正部により補正された前記指定領域の３次元座標に基づき仮想オブジェクトを表示するための表示信号を生成する生成部、
をさらに備える、
前記（１）乃至（６）の何れかに記載の情報処理装置。

（８）

前記生成部は、
前記仮想オブジェクトの画像を固定面に投影するための前記表示信号を生成する、
前記（７）に記載の情報処理装置。

（９）

前記生成部は、
前記指定領域の３次元座標と、前記固定面の３次元座標とに基づき、前記仮想オブジェクトの画像の座標を前記固定面の座標に変換する、
前記（８）に記載の情報処理装置。

（１０）

前記生成部は、
前記仮想オブジェクトの画像をユーザが装着するメガネ型デバイスの表示部に表示させるための前記表示信号を生成する、
前記（７）に記載の情報処理装置。

(11)

前記生成部は、

前記仮想オブジェクトの画像を運動体である前記実オブジェクトに表示させるための前記表示信号を生成する、
前記(7)に記載の情報処理装置。

(12)

前記補正部は、

前記運動体である前記実オブジェクトの前記光検出測距部に向かう面を前記指定領域に決定し、

前記生成部は、

前記仮想オブジェクトの画像の座標を前記指定領域の3次元座標に変換する、
前記(11)に記載の情報処理装置。

(13)

プロセッサにより実行される、

対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部により出力された前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識ステップと、

前記認識ステップにより出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正ステップと、
を有する、
情報処理方法。

(14)

対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部と、

前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む３次元認識情報を出力する認識部と、

前記認識部により出力された前記３次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の３次元座標を補正する補正部と、
を備える、
センシングシステム。

符号の説明

[0189] １，１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄ，１ｅ センシングシステム

１０，１０ａ センサユニット

１１ 光検出測距部

１２，１２ａ 信号処理部

１４ カメラ

２０ａ，２０ｂ，２０ｃ アプリケーション実行部

４０ プロジェクタ

５０ 動作計測装置

５１，６２ 通信部

６０ａ，６０ｂ メガネ型デバイス

６３ 表示部

１００ 走査部

１０１ 光送信部

１０２ ＰＢＳ

１０３ 光受信部

１１１ 走査制御部

１１２ 角度検出部

１１６ 送信光制御部

１１７ 受信信号処理部

１３０ 点群生成部

1 2 1, 1 2 1 a 3 D 物体検出部
1 2 2, 1 2 2 a 3 D 物体認識部
1 2 5 点群補正部
1 2 6 記憶部
1 5 1 2 D 物体検出部
1 5 2 2 D 物体認識部
2 0 0 a, 2 0 0 b, 2 0 0 c 変換部
2 0 1 a 判定部
2 0 2 a, 2 0 2 b, 2 0 2 c 画像生成部
2 1 0 a, 2 1 0 c アプリケーション本体
2 1 2 動作情報生成部
3 0 0 壁面
3 1 0 a, 3 1 0 b ボタン画像
3 1 1, 3 1 1 a, 3 1 1 b カーソル画像
3 1 2 鍵盤楽器
3 2 0, 3 2 0 a, 3 2 0 b 操作者
3 2 1, 3 2 1 a, 3 2 1 b, 3 2 2, 3 2 6 手
3 2 5 競技者
3 3 0 仮想手
3 4 0 仮想のボール
3 5 0 運動体
3 6 0 投影用画像

請求の範囲

- [請求項1] 対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部により出力された前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識部と、
- 前記認識部により出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正部と、
- を備える、
- 情報処理装置。
- [請求項2] 前記補正部は、
- 前記指定領域の3次元座標を、前記光検出測距部により過去に出力された前記点群に基づく3次元座標を用いて補正する、
- 請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記補正部は、
- 前記指定領域の3次元座標を、前記点群により示される速度情報に基づき予測して補正する、
- 請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記実オブジェクトは人であり、前記指定領域は、前記人の腕または足である、
- 請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記補正部は、
- 前記指定領域の、前記指定領域により指し示される方向と、該方向に対して交わる面と、に対する3次元座標をそれぞれ補正する、
- 請求項4に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記実オブジェクトは運動体であり、前記指定領域は、前記運動体の前記光検出測距部による計測方向に向かう面である、
- 請求項1に記載の情報処理装置。

- [請求項7] 前記補正部により補正された前記指定領域の3次元座標に基づき仮想オブジェクトを表示するための表示信号を生成する生成部、
をさらに備える、
請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項8] 前記生成部は、
前記仮想オブジェクトの画像を固定面に投影するための前記表示信号を生成する、
請求項7に記載の情報処理装置。
- [請求項9] 前記生成部は、
前記指定領域の3次元座標と、前記固定面の3次元座標とに基づき、前記仮想オブジェクトの画像の座標を前記固定面の座標に変換する、
請求項8に記載の情報処理装置。
- [請求項10] 前記生成部は、
前記仮想オブジェクトの画像をユーザが装着するメガネ型デバイスの表示部に表示させるための前記表示信号を生成する、
請求項7に記載の情報処理装置。
- [請求項11] 前記生成部は、
前記仮想オブジェクトの画像を運動体である前記実オブジェクトに表示させるための前記表示信号を生成する、
請求項7に記載の情報処理装置。
- [請求項12] 前記補正部は、
前記運動体である前記実オブジェクトの前記光検出測距部に向かう面を前記指定領域に決定し、
前記生成部は、
前記仮想オブジェクトの画像の座標を前記指定領域の3次元座標に変換する、
請求項11に記載の情報処理装置。

[請求項13] プロセッサにより実行される、

対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部により出力された前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識ステップと、

前記認識ステップにより出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正ステップと、

を有する、

情報処理方法。

[請求項14] 対象物で反射されて受信された受信信号に基づき、速度情報を含む点群と、前記点群の3次元座標とを出力する、周波数連続変調波を用いた光検出測距部と、

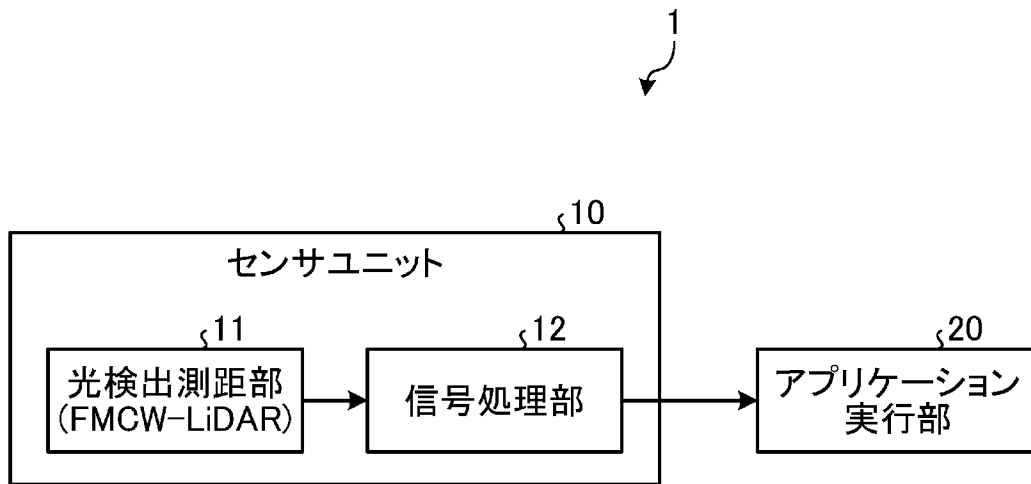
前記点群に基づき認識処理を行い実オブジェクトにおける指定領域を決定し、決定した前記指定領域を示す情報を含む3次元認識情報を出力する認識部と、

前記認識部により出力された前記3次元認識情報に基づき前記点群における前記指定領域の3次元座標を補正する補正部と、

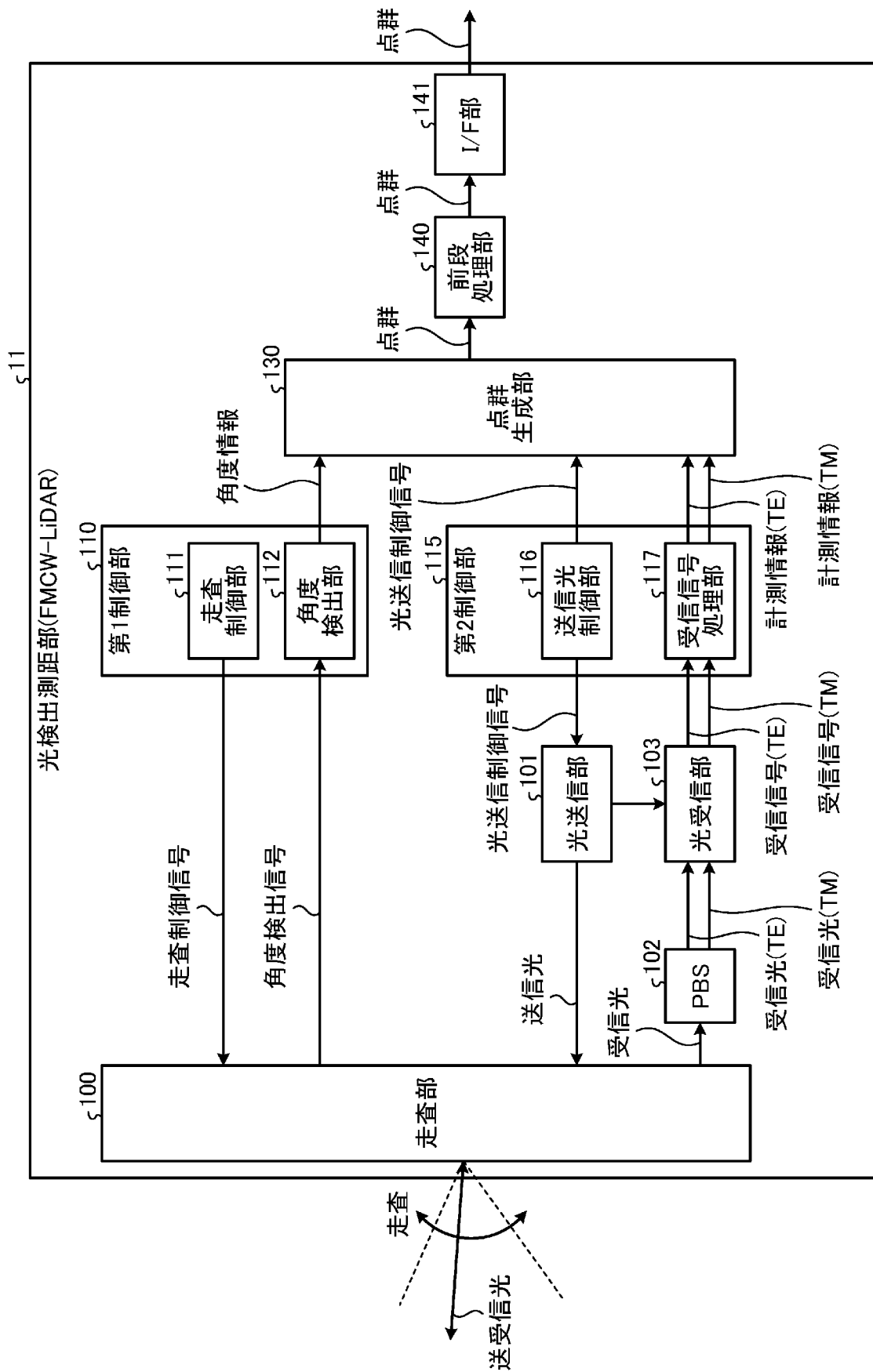
を備える、

センシングシステム。

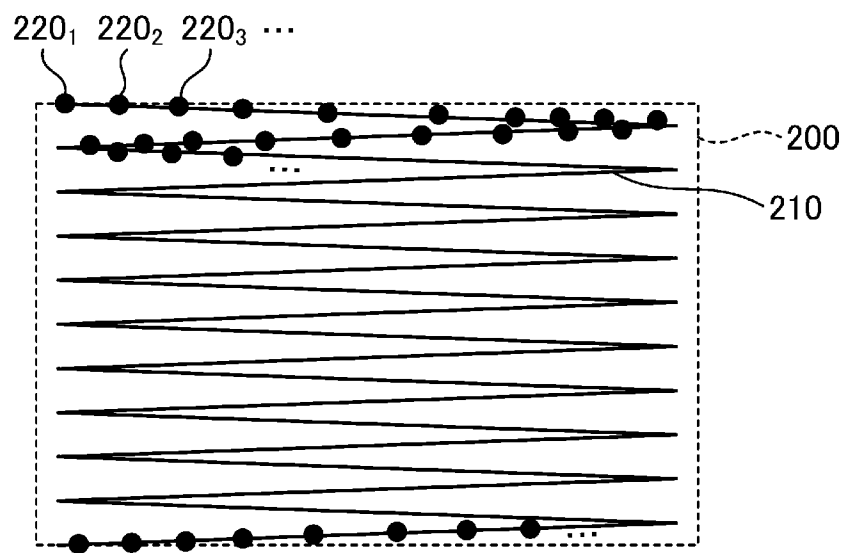
[図1]



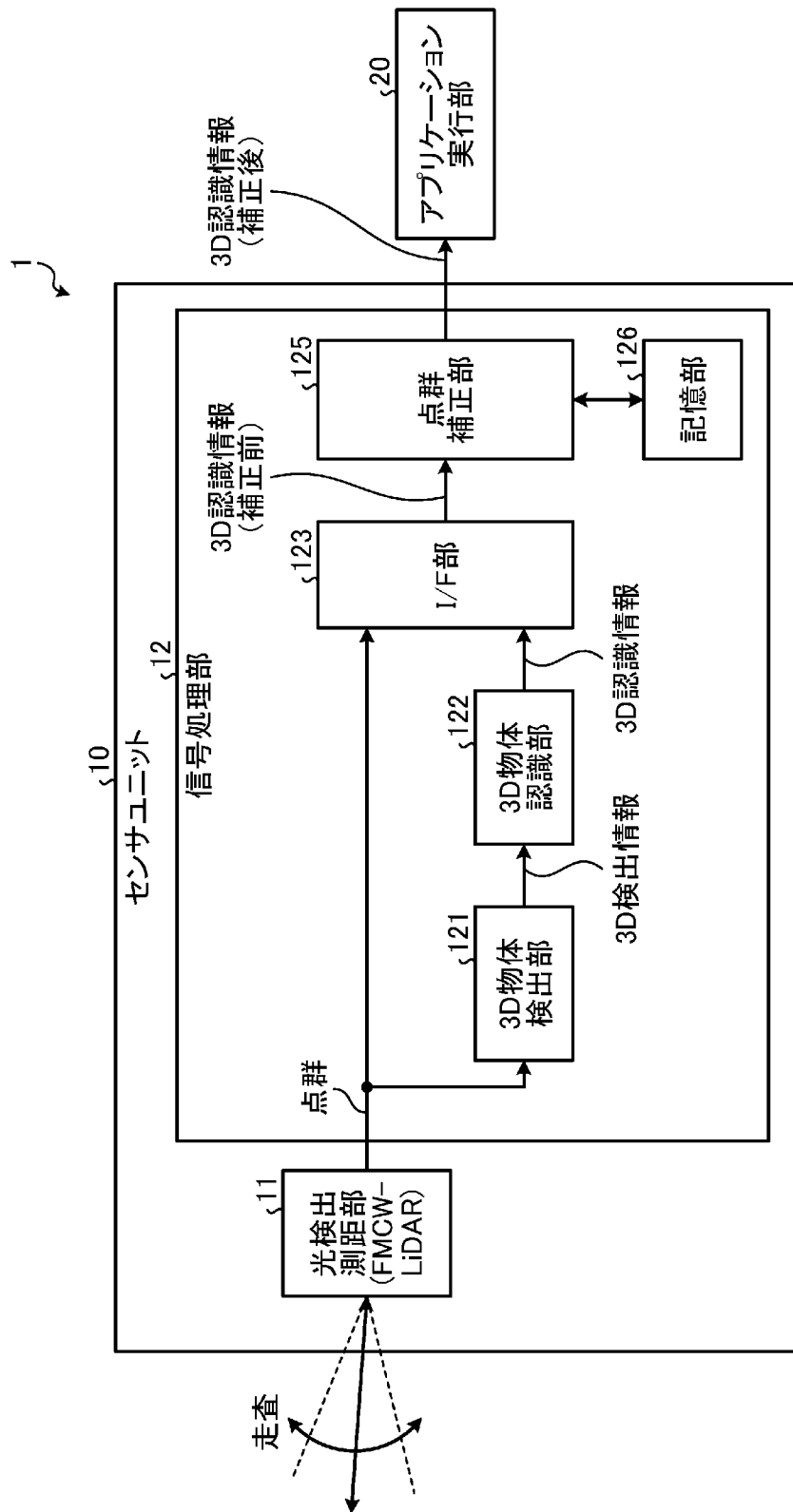
[図2]



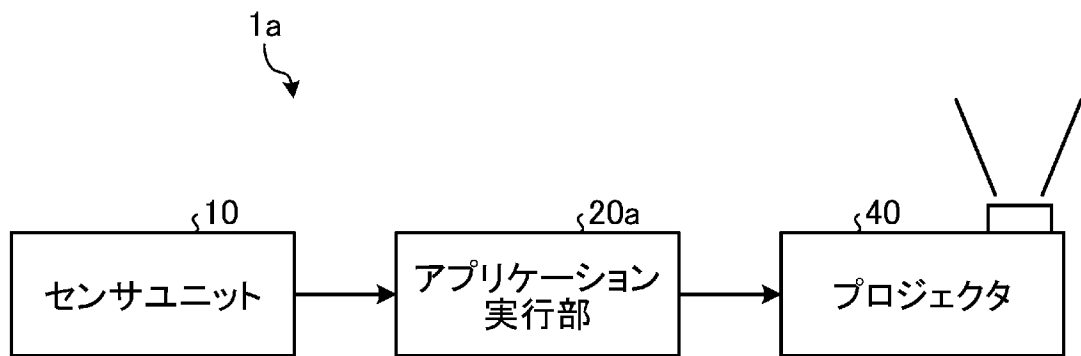
[図3]



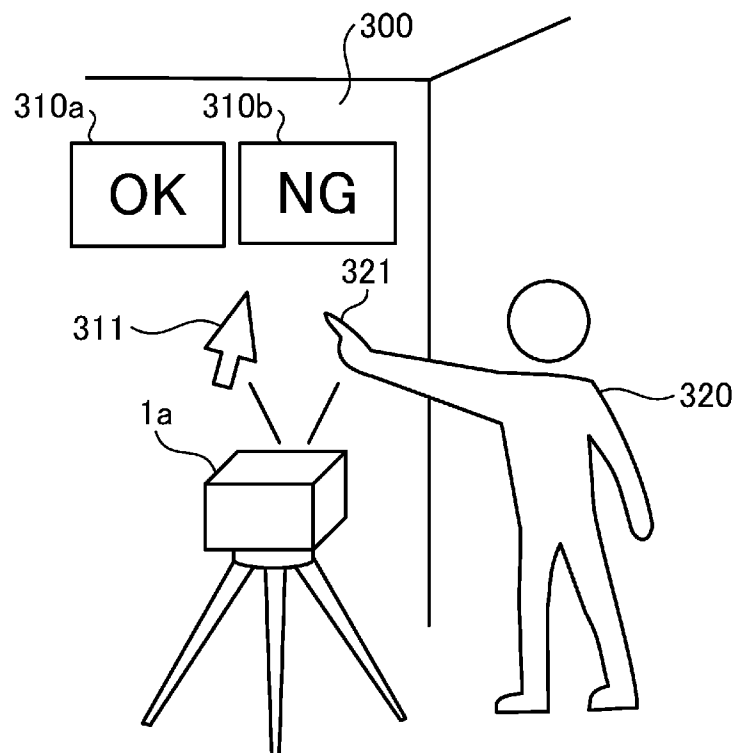
[図4]



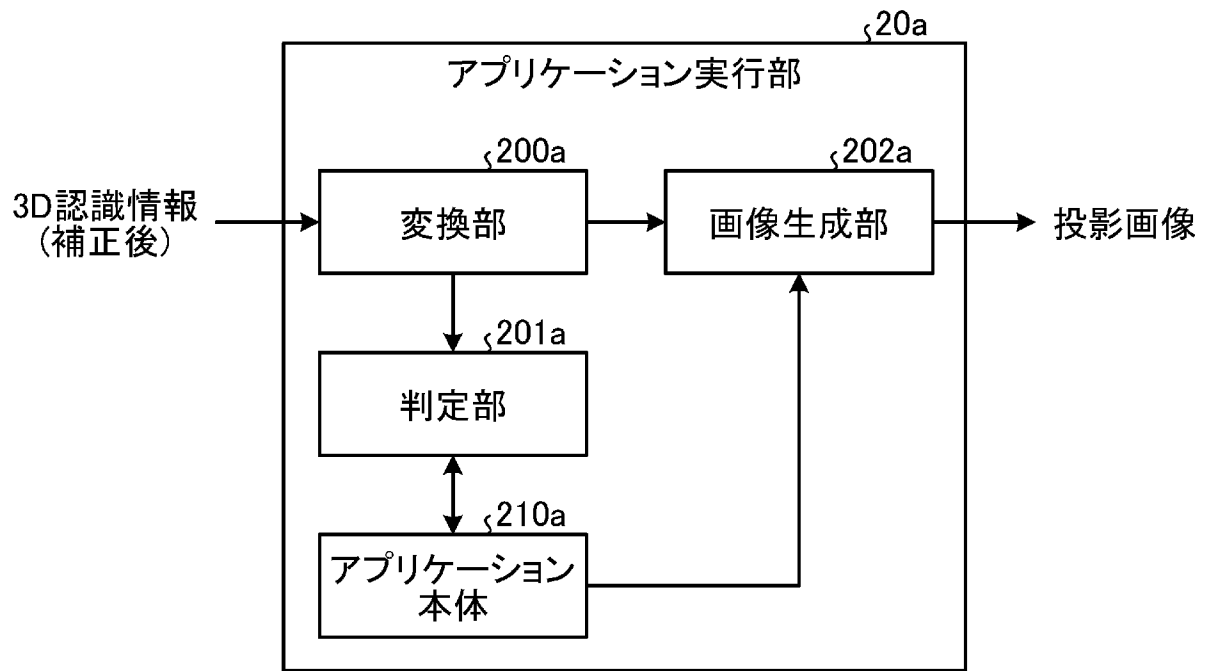
[図5]



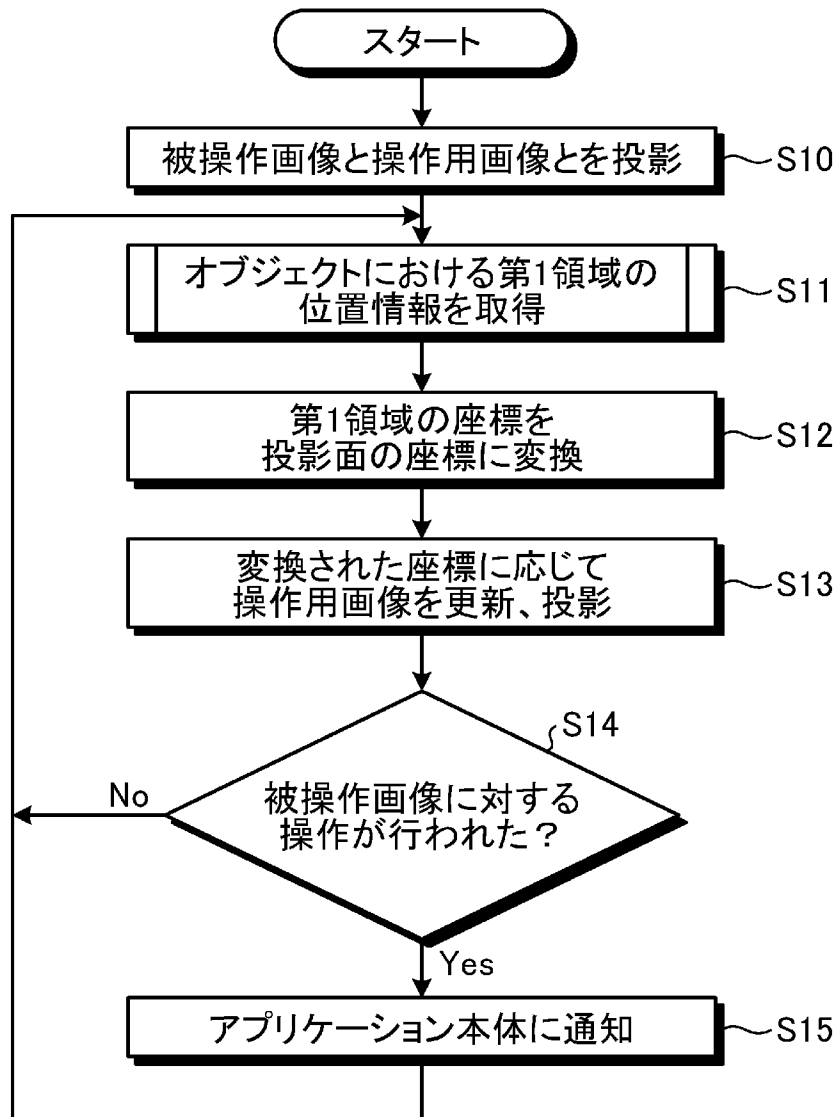
[図6]



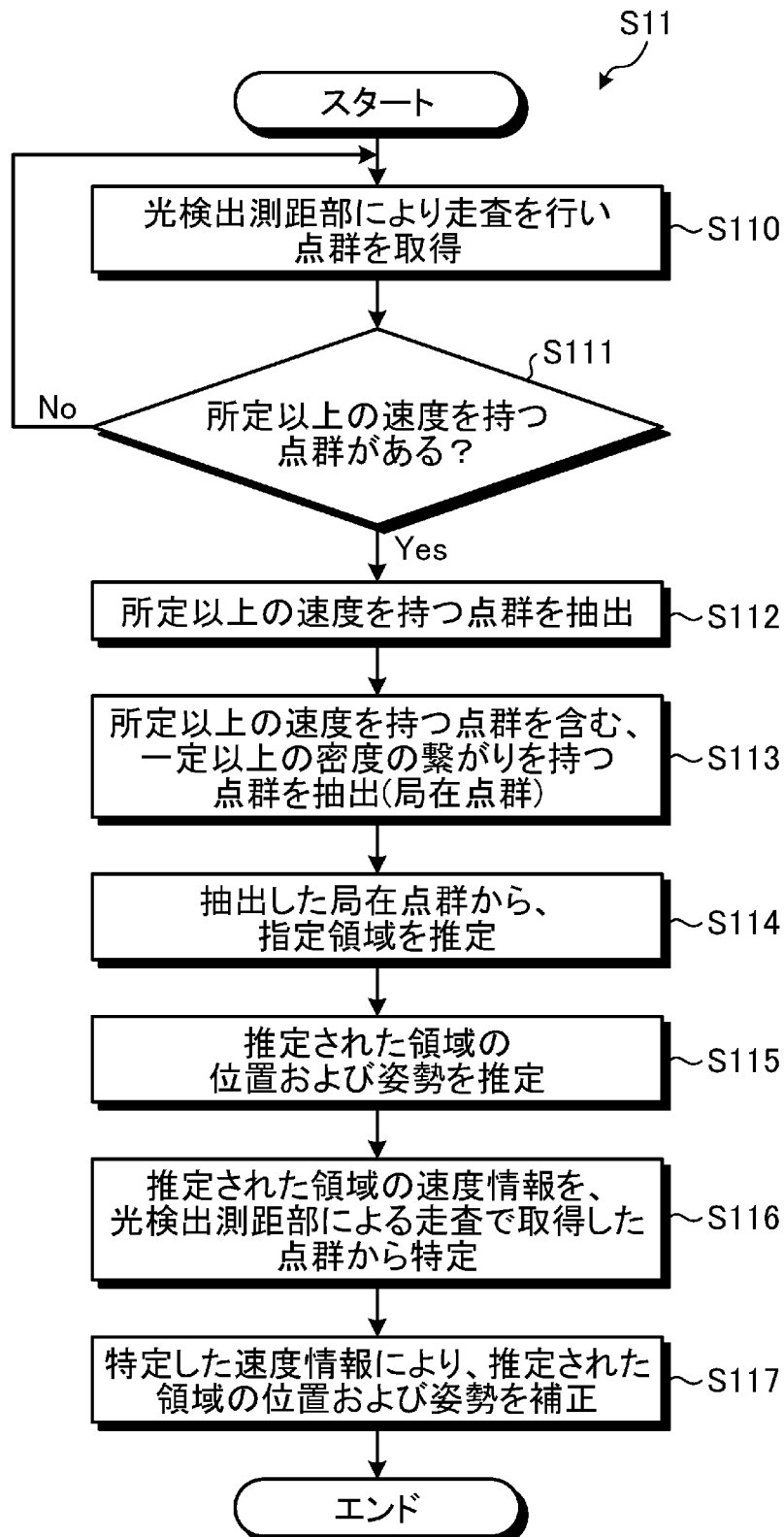
[図7]



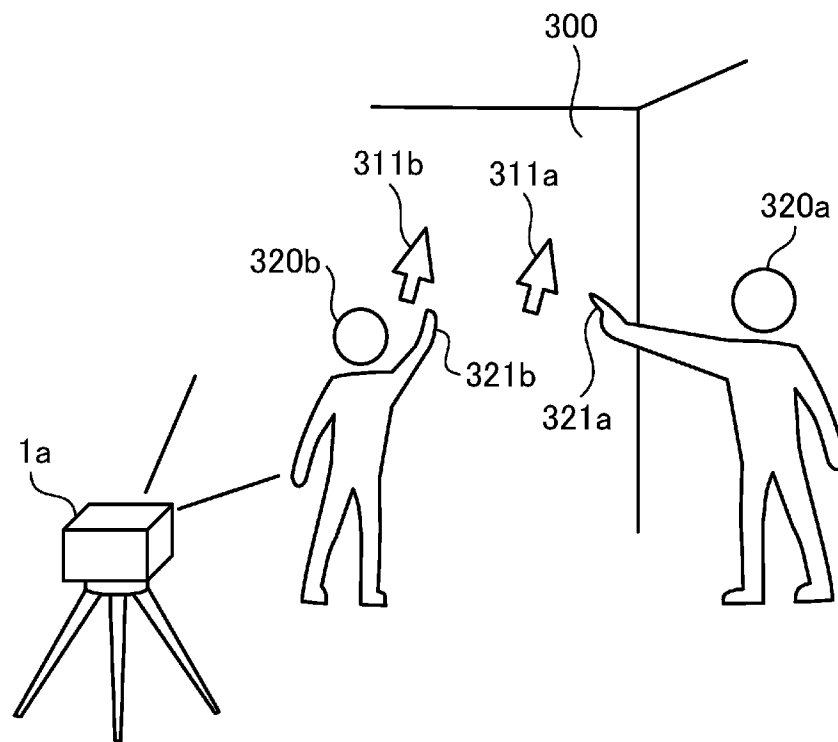
[図8]



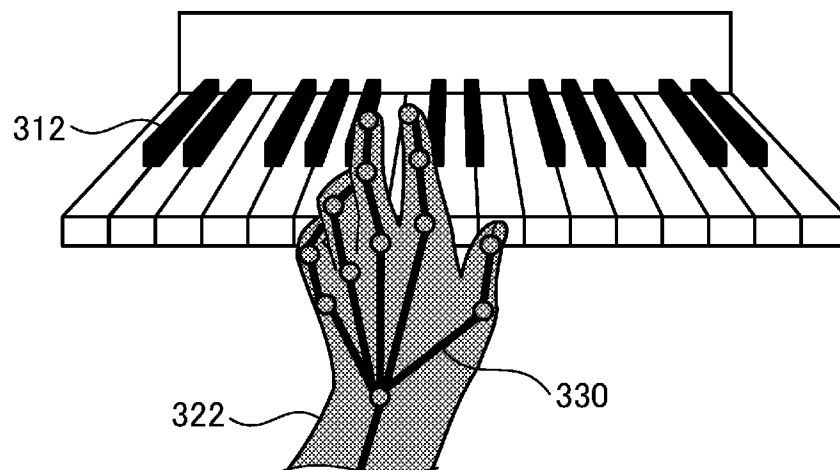
[図9]



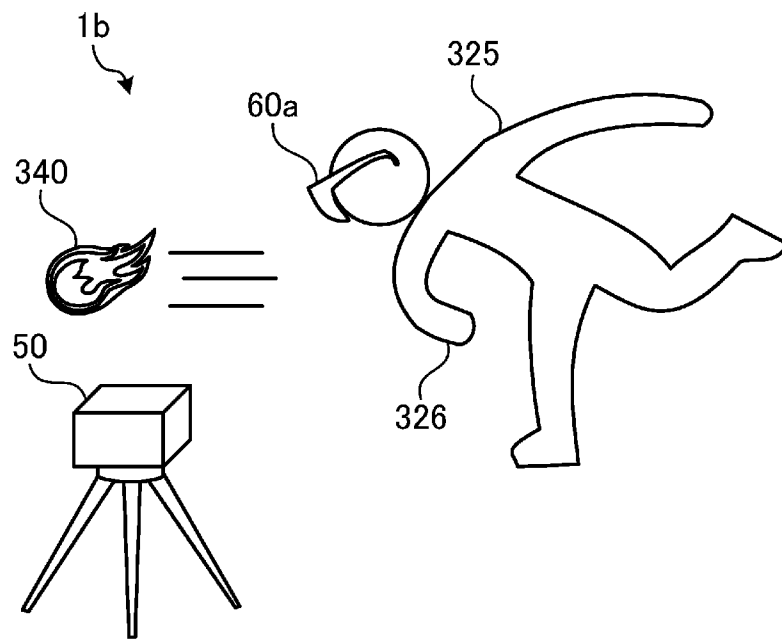
[図10]



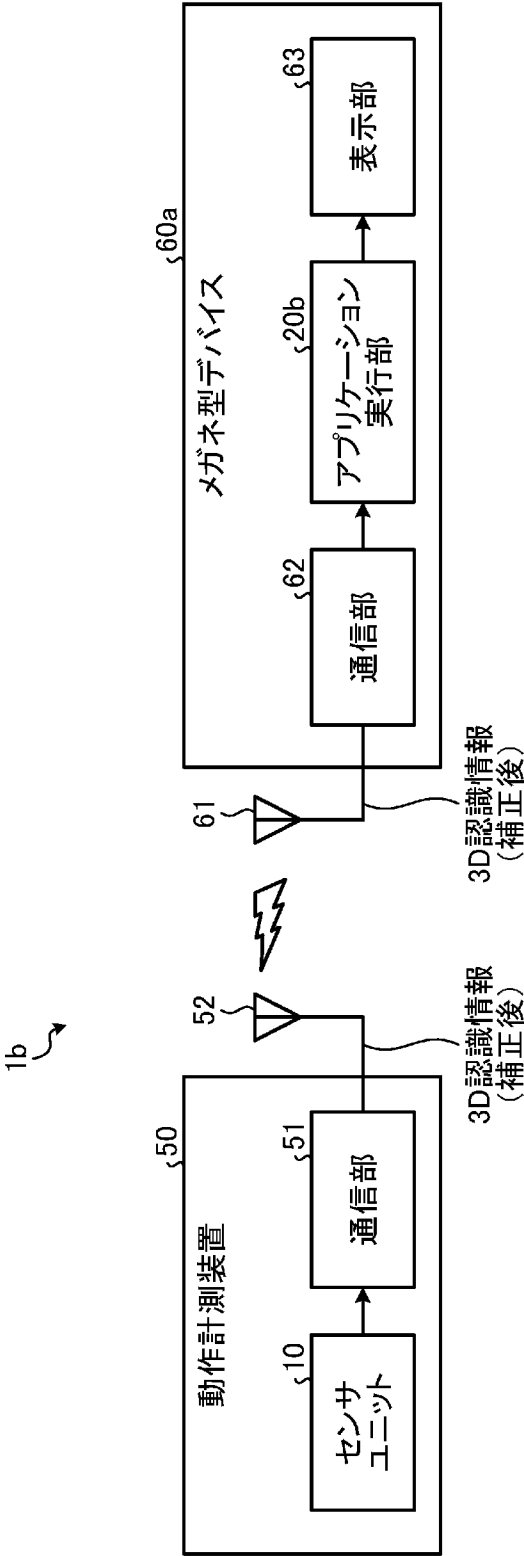
[図11]



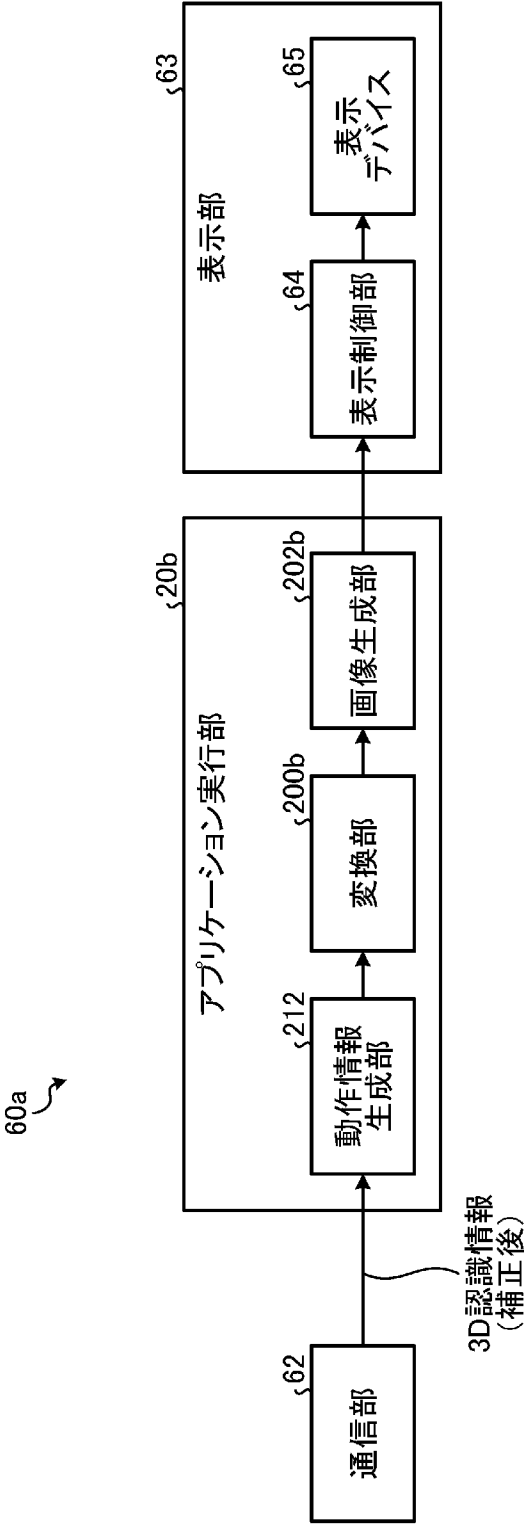
[図12]



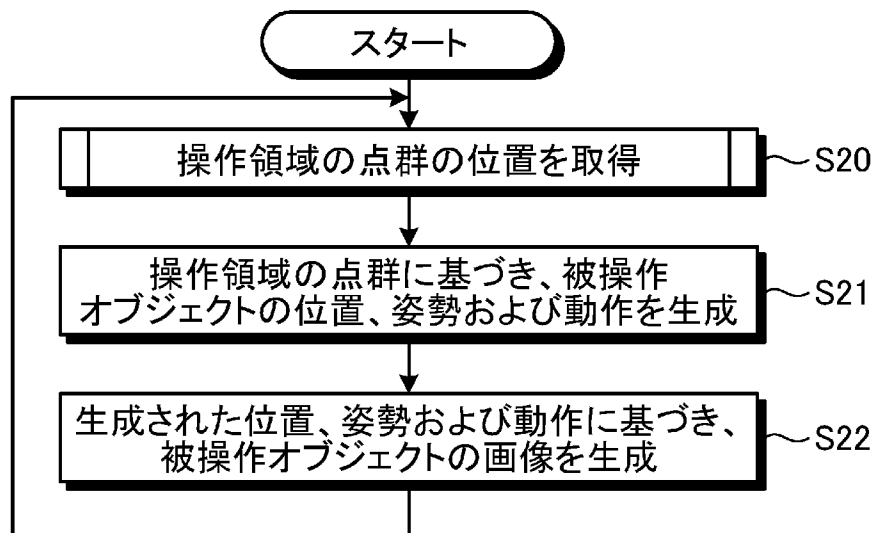
[図13]



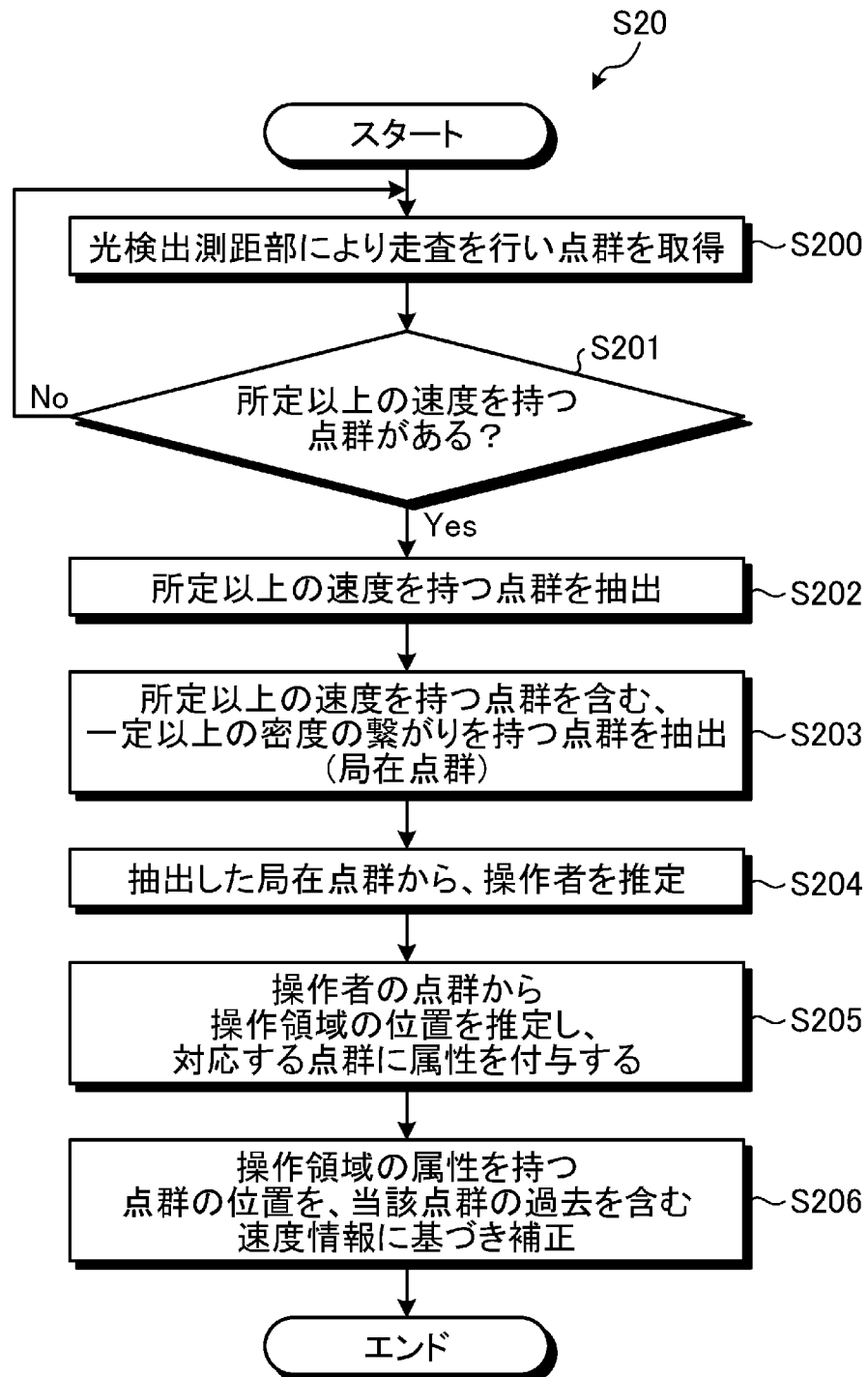
[図14]



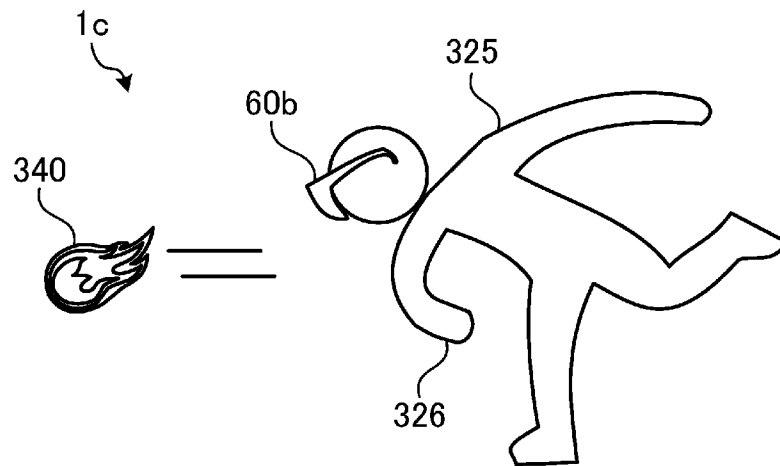
[図15]



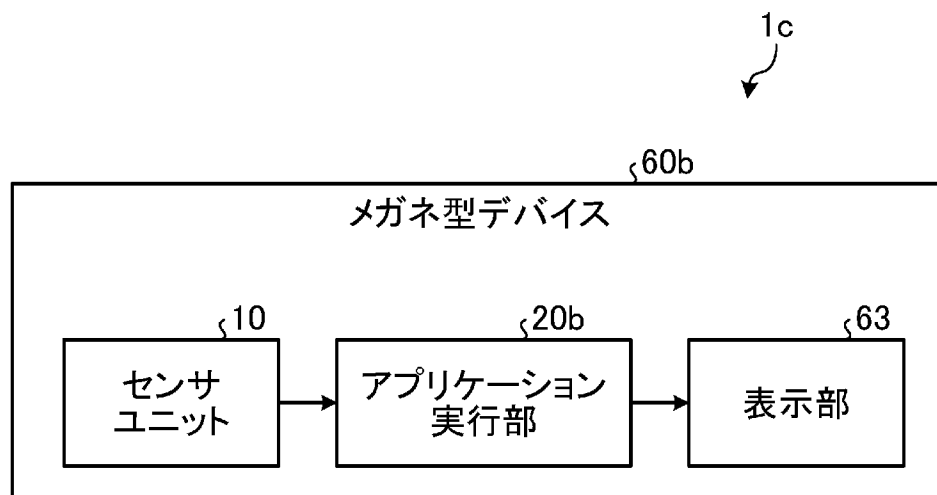
[図16]



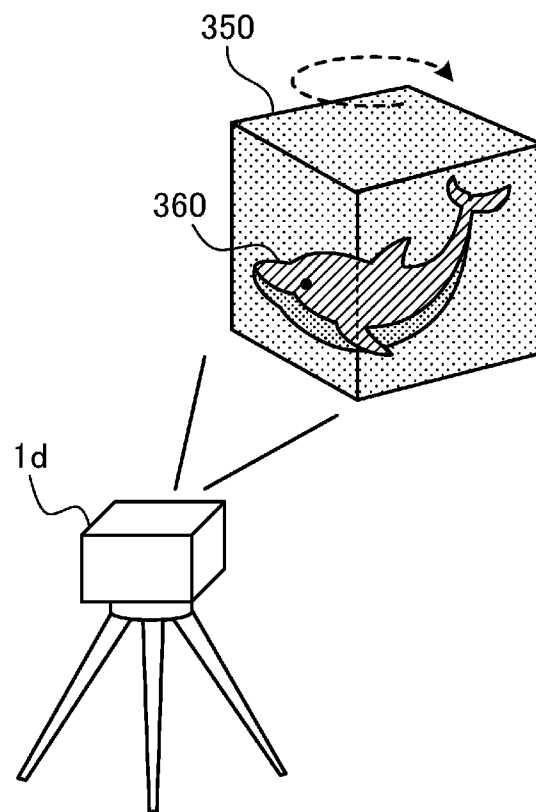
[図17]



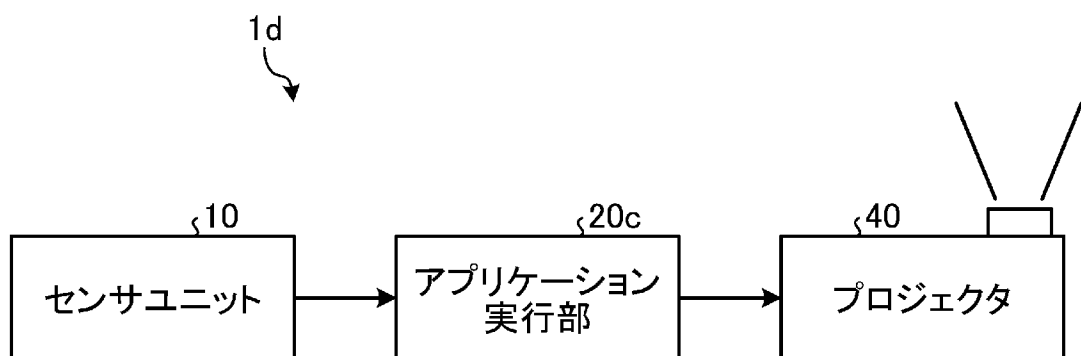
[図18]



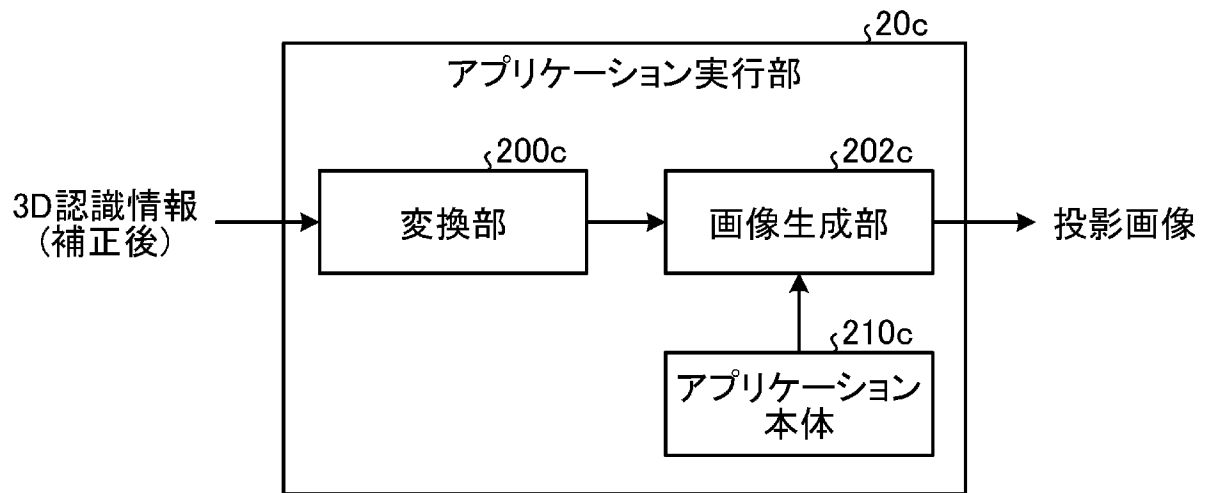
[図19]



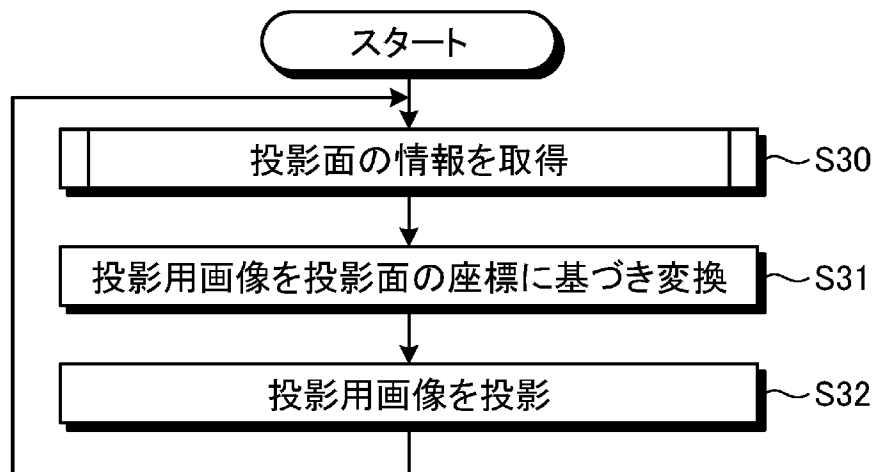
[図20]



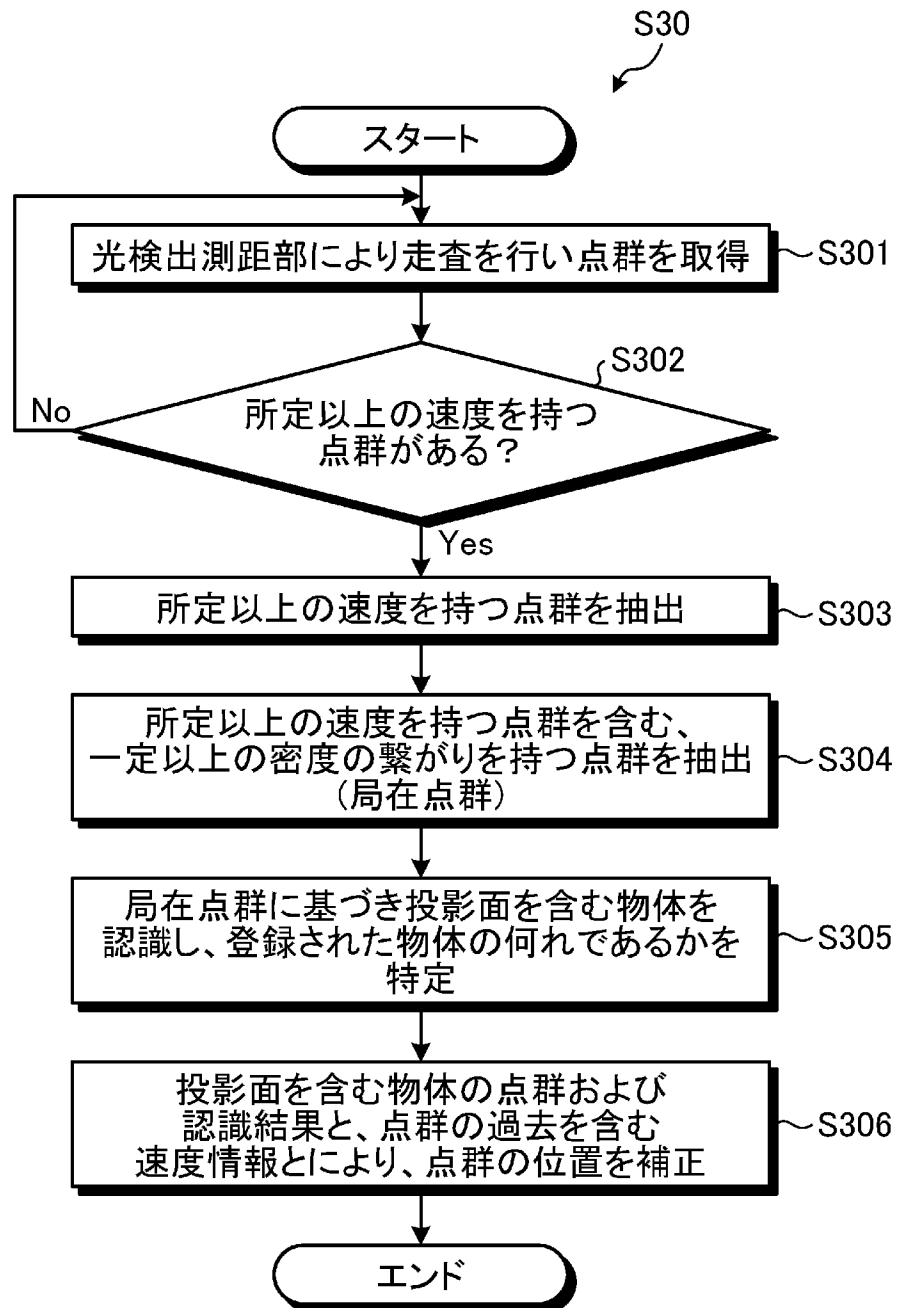
[図21]

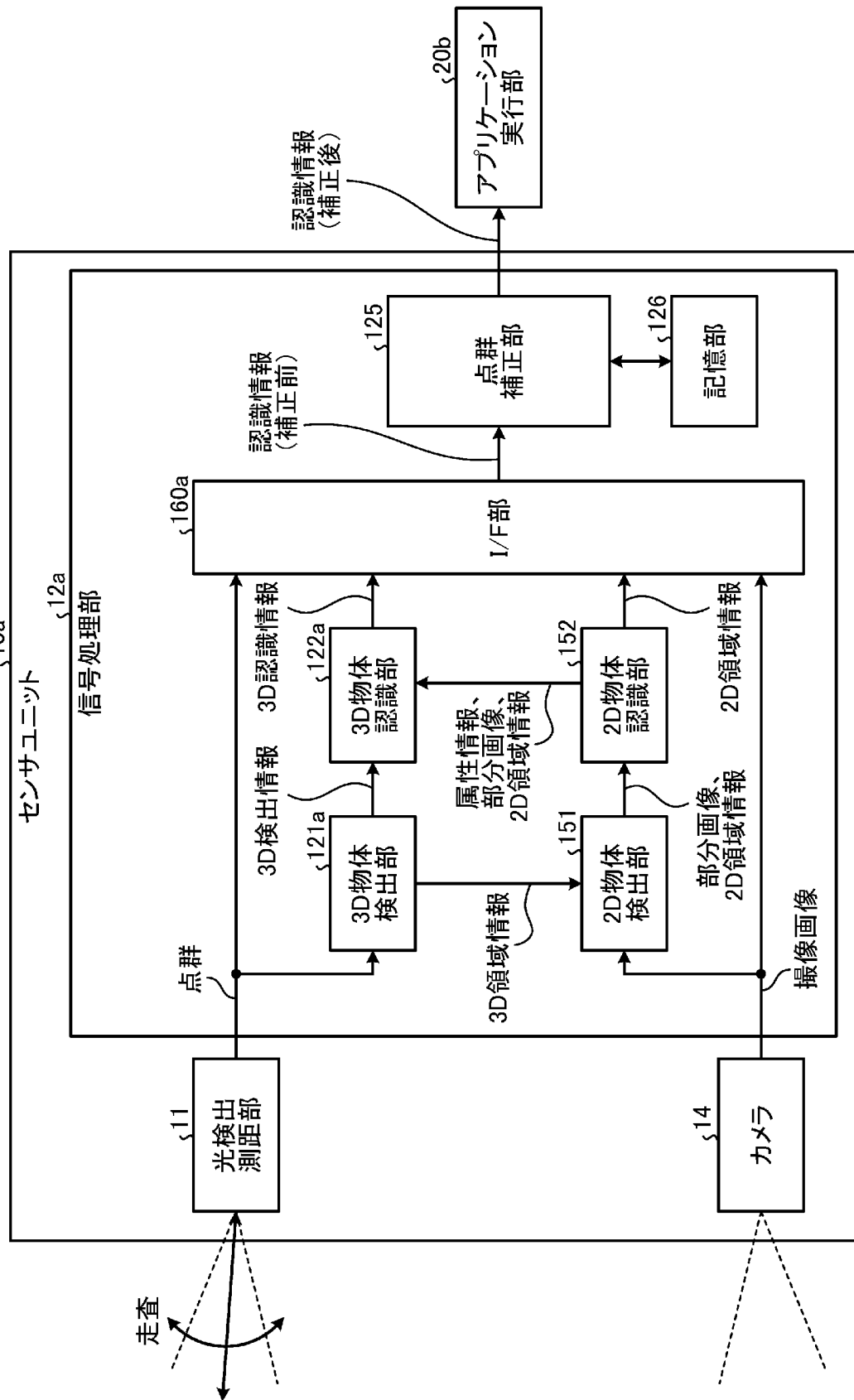


[図22]

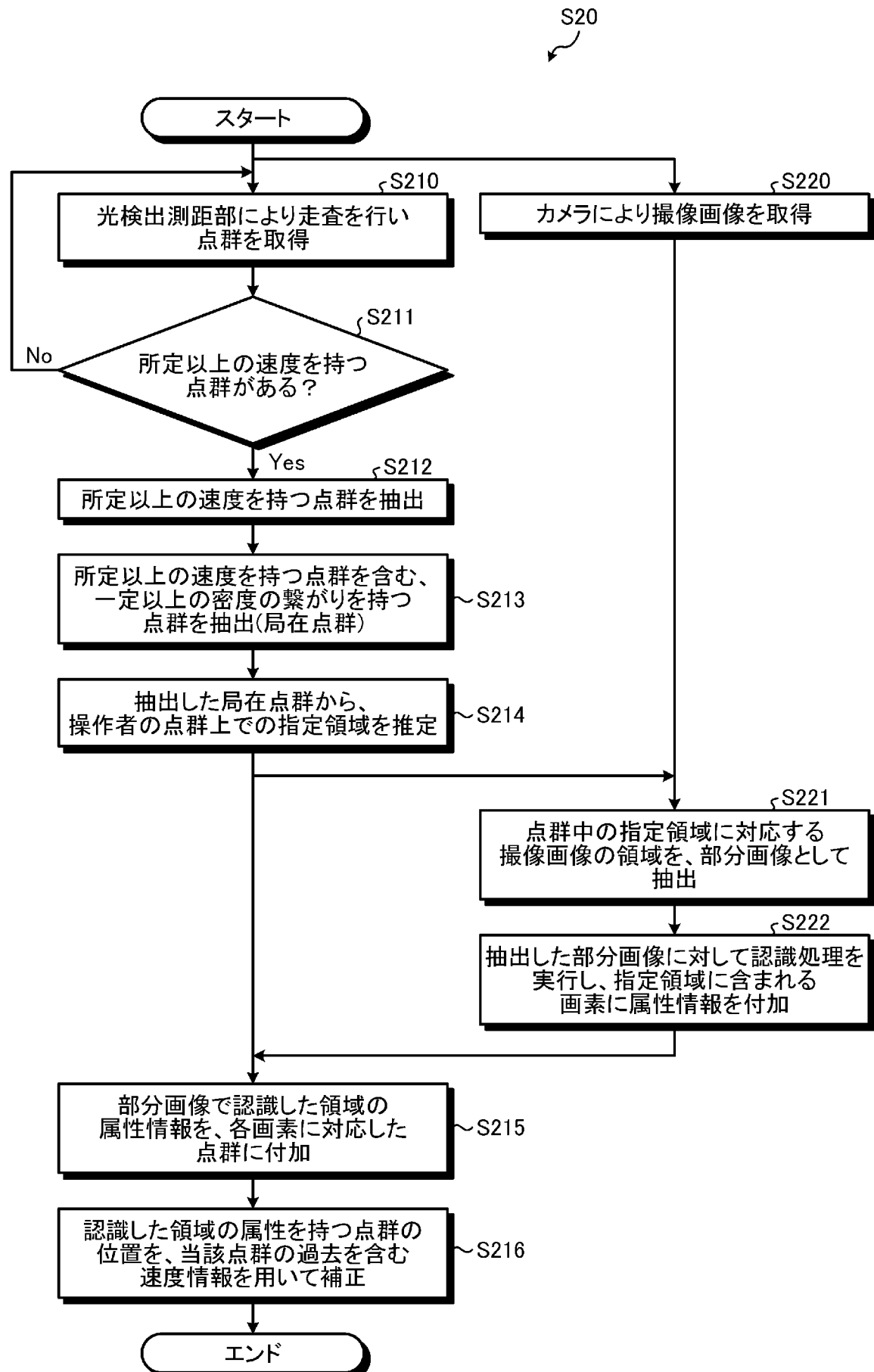


[図23]





[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/047830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01S 17/34**(2020.01)i; **G06F 3/01**(2006.01)i

FI: G01S17/34; G06F3/01 570

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; G01C3/00-3/32; G01S7/48-7/51, 17/00-17/95; G06F3/01

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	WO 2018/229812 A1 (HITACHI, LTD.) 20 December 2018 (2018-12-20) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2010-91426 A (TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.) 22 April 2010 (2010-04-22) entire text, all drawings	1-14
A	US 2014/0300886 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG) 09 October 2014 (2014-10-09) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2020-534518 A (AEYE, INC.) 26 November 2020 (2020-11-26) entire text, all drawings	1-14
P, A	WO 2021/054217 A1 (CANON KK) 25 March 2021 (2021-03-25) entire text, all drawings	1-14
P, A	US 2021/0287037 A1 (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) COMPANY, LIMITED) 16 September 2021 (2021-09-16) entire text, all drawings	1-14

☐ 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

25 January 2022

Date of mailing of the international search report

08 February 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/047830

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2018/229812	A1	20 December 2018	JP	6845929	B2	
				entire text, all drawings			
JP	2010-91426	A	22 April 2010	(Family: none)			
US	2014/0300886	A1	09 October 2014	EP	2787322	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	104101334	A	
JP	2020-534518	A	26 November 2020	US	2020/0025887	A1	
				entire text, all drawings			
				WO	2019/216937	A2	
				EP	3682308	A2	
				CN	111344647	A	
				CA	3075736	A1	
WO	2021/054217	A1	25 March 2021	JP	2021-51375	A	
				entire text, all drawings			
US	2021/0287037	A1	16 September 2021	WO	2020/207166	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	110059608	A	
				KR	10-2021-0107119	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 17/34(2020.01)i; G06F 3/01(2006.01)i FI: G01S17/34; G06F3/01 570		
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）） G01B11/00-11/30; G01C3/00-3/32; G01S7/48-7/51, 17/00-17/95; G06F3/01		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	WO 2018/229812 A1（株式会社日立製作所）20.12.2018（2018-12-20） 全文全文	1-14
A	JP 2010-91426 A（株式会社豊田中央研究所）22.04.2010（2010-04-22） 全文全文	1-14
A	US 2014/0300886 A1（LEICA GEOSYSTEMS AG）09.10.2014（2014-10-09） 全文全文	1-14
A	JP 2020-534518 A（エイアイ インコーポレイテッド）26.11.2020（2020-11-26） 全文全文	1-14
P, A	WO 2021/054217 A1（キヤノン株式会社）25.03.2021（2021-03-25） 全文全文	1-14
P, A	US 2021/0287037 A1（TENCENT TECHNOLOGY（SHENZHEN）COMPANY LIMITED） 16.09.2021（2021-09-16） 全文全文	1-14
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 25.01.2022		国際調査報告の発送日 08.02.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 梶田 真也 2S 3303 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/047830

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2018/229812	A1	20.12.2018	JP	6845929	B2	
				全文全図			
JP	2010-91426	A	22.04.2010	(ファミリーなし)			
US	2014/0300886	A1	09.10.2014	EP	2787322	A1	
				全文全図			
				CN	104101334	A	
JP	2020-534518	A	26.11.2020	US	2020/0025887	A1	
				全文全図			
				WO	2019/216937	A2	
				EP	3682308	A2	
				CN	111344647	A	
				CA	3075736	A1	
WO	2021/054217	A1	25.03.2021	JP	2021-51375	A	
				全文全図			
US	2021/0287037	A1	16.09.2021	WO	2020/207166	A1	
				全文全図			
				CN	110059608	A	
				KR	10-2021-0107119	A	