

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-210906

(P2013-210906A)

(43) 公開日 平成25年10月10日(2013.10.10)

(51) Int.Cl.

G06F 3/0346 (2013.01)

F I

G06F 3/033 424

テーマコード(参考)

5B087

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2012-81549 (P2012-81549)
 (22) 出願日 平成24年3月30日 (2012.3.30)

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 110000925
 特許業務法人信友国際特許事務所
 (72) 発明者 塚原 翼
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内
 (72) 発明者 上野 正俊
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内
 (72) 発明者 栗屋 志伸
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内

最終頁に続く

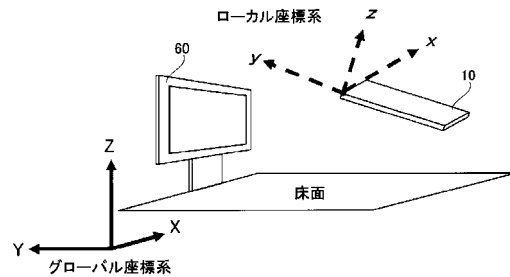
(54) 【発明の名称】 制御方法、制御装置及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】ユーザが手元を確認して入力装置を特定の方向に向けなくても、2次元又は3次的に表示された操作対象物を操作できるようにする。

【解決手段】第1の座標系によって位置が規定される表示装置に表示される操作対象物への操作入力が、第2の座標系によって位置が規定される入力装置になされると、入力装置の変位量に応じて出力された変位値に基づいて第2の座標系における入力装置の変位量を演算する演算部と、第2の座標系における入力装置の変位量を、第1の座標系における変位量に変換する変換行列を用いて、操作対象物を第1の座標系における変位量に相当する位置に動かす表示を行う表示制御部と、を備える。

【選択図】 図1 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の座標系によって位置が規定される表示装置に表示される操作対象物への操作入力
が、第 2 の座標系によって位置が規定される入力装置になされると、前記入力装置の変位
量に応じて変位値を出力する工程と、

前記変位値に基づいて前記第 2 の座標系における前記入力装置の変位量を演算する工程
と、

前記第 2 の座標系における前記入力装置の変位量を、前記第 1 の座標系における変位量
に変換する変換行列を用いて、前記操作対象物を前記第 1 の座標系における変位量に相当
する位置に動かす表示を行う工程と、を含む

制御方法。

【請求項 2】

入力装置本体と、前記入力装置本体に収納され、前記入力装置本体の角速度を検知した
角速度値を前記変位値に含めて出力する角速度センサを備える入力装置から受け取った前
記第 2 の座標系における前記角速度値に基づいて、前記第 1 の座標系における前記操作対
象物の角速度に変換する変換行列を更新する工程を含む

請求項 1 記載の制御方法。

【請求項 3】

前記入力装置本体に収納され、前記入力装置本体の加速度及び重力加速度を検知した加
速度値を前記変位値に含めて出力する加速度センサを備える入力装置から受け取った前記
第 2 の座標系における前記加速度値に基づいて、前記入力装置が前記表示装置に向く方向
で前記入力装置が回転するロール角を演算し、前記加速度値及び重力加速度に基づいて、
前記第 1 の座標系に対する前記第 2 の座標系のピッチ角を演算する工程を含む

請求項 2 記載の制御方法。

【請求項 4】

前記変換行列は、前記第 2 の座標系における前記加速度値及び角速度値を、前記第 1 の
座標系における前記操作対象物の加速度及び角速度に変換する

請求項 3 記載の制御方法。

【請求項 5】

前記入力装置本体に収納され、地磁気の方角を検知した磁気値を前記変位値に含めて出
力する磁気センサを備える入力装置から受け取った前記第 2 の座標系における前記磁気値
に基づいて、前記第 1 の座標系における前記地磁気の方角、及び前記入力装置の前記表
示装置に対する方位角を演算する工程を含む

請求項 4 記載の制御方法。

【請求項 6】

前記第 1 の座標系における前記操作対象物の加速度から、前記第 1 の座標系における前
記操作対象物の速度及び移動距離を演算し、前記第 1 の座標系における前記操作対象物の
角速度から、前記第 1 の座標系における前記操作対象物が移動する角度を演算する工程を
含む

請求項 5 記載の制御方法。

【請求項 7】

第 1 の座標系によって位置が規定される表示装置に表示される操作対象物への操作入力
が、第 2 の座標系によって位置が規定される入力装置になされると、前記入力装置の変位
量に応じて出力された変位値に基づいて前記第 2 の座標系における前記入力装置の変位量
を演算する演算部と、

前記第 2 の座標系における前記入力装置の変位量を、前記第 1 の座標系における変位量
に変換する変換行列を用いて、前記操作対象物を前記第 1 の座標系における変位量に相当
する位置に動かす表示を行う表示制御部と、を備える

制御装置。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

第1の座標系によって位置が規定される表示装置に表示される操作対象物への操作入力
が、第2の座標系によって位置が規定される入力装置になされると、前記入力装置の変位
量に応じて変位値を出力する手順、

前記変位値に基づいて前記第2の座標系における前記入力装置の変位量を演算する手順

、
前記第2の座標系における前記入力装置の変位量を、前記第1の座標系における変位量
に変換する変換行列を用いて、前記操作対象物を前記第1の座標系における変位量に相当
する位置に動かす表示を行う手順、を

コンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、2次元又は3次元的に画面に表示される操作対象物への操作入力を行う制御
方法、制御装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、画面上に2次元的に表示されるG U I (Graphical User Interface)を操作す
るための入力装置として、マウスが広く利用されている。近年においては、マウスに代表
される平面操作型の入力装置に限られず、3次元空間で操作可能な入力装置が多種提案さ
れている。

20

【0003】

ここで、特許文献1には、3次元内のマウスの動きにより生じる6次の動きを検知する
入力装置について開示されている。この入力装置は、3つの軸に沿った加速度を検出する
3つの加速度センサと、3つの軸の回転を検出する3つの角速度センサを有しており、加
速度、速度、及び入力装置の相対位置と姿勢をコンピュータに伝送して処理がなされてい
る。これにより3次元的に表示される操作対象物を操作できるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表平6 - 501119号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、加速度センサと角速度センサを組み合わせた空間操作型の入力装置を用いて
、ユーザが操作対象物を操作する場合、操作の開始時には、各センサに固有の軸と、操
作対象物の軸を一致させる必要がある。このことはユーザが入力装置を保持して操作を
開始したり、誤差の補正を行ったりする際に、手元を確認しながら入力装置を必ず決ま
った方向に向ける必要があることを意味する。

【0006】

また、3次元的に映像が表示される表示装置では、錯覚を利用して3次元情報を認識さ
せるために、ユーザが頻りに手元の確認等の視線変更を行うと疲労を感じる場合がある。
また、ユーザが自身の手元を確認しながら画面に表示された操作対象物を操作していると
、操作の直感性を著しく低下させてしまう。このため、手元の入力装置の動きが操作
対象物の動きと違和感なく一致している必要があり、入力装置に配置されたセンサが
出力する値(以下、「変位値」と呼ぶ)を、操作対象物の移動量に変換せねばならないが、
この変換時に計算誤差が蓄積しやすい。ここで計算誤差が蓄積すると、手元の入力
装置の動きと操作対象物の動きに乖離が生じてしまい、操作性を大幅に低下させて
しまう。

40

【0007】

本開示はこのような状況に鑑みて成されたものであり、手元を確認して入力装置を
特定の方向に向けなくても、2次元又は3次元的に表示された操作対象物を操作
できる入力装

50

置を提案するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示は、第1の座標系によって位置が規定される表示装置に表示される操作対象物への操作入力が、第2の座標系によって位置が規定される入力装置になされると、入力装置の変位量に応じて変位値を出力し、変位値に基づいて第2の座標系における入力装置の変位量を演算する。そして、第2の座標系における入力装置の変位量を、第1の座標系における変位量に変換する変換行列を用いて、操作対象物を第1の座標系における変位量に相当する位置に動かす表示を行うものである。

【0009】

このようにしたことで、入力装置の動きに合わせて操作対象物を操作することが可能となる。

【発明の効果】

【0010】

本開示によれば、第2の座標系における入力装置の変位量を、第1の座標系における変位量に変換する変換行列を用いて、第1の座標系における変位量に相当する位置に操作対象物を動かす表示を行う。これにより、ユーザが入力装置を用いて操作しようとする方向に操作対象物を自然に動かすことができ、方向性のない入力装置であっても操作性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本開示の一実施の形態例における入力装置、制御装置及び表示装置を備える制御システムの構成例を示すブロック図である。

【図2】本開示の一実施の形態例における入力装置をユーザが握った様子を示す説明図である。

【図3】本開示の一実施の形態例における入力装置の一部破断図である。

【図4】図3に示す破断図の一部拡大図である。

【図5】本開示の一実施の形態例における入力装置の殻状部の外観図である。

【図6】本開示の一実施の形態例における制御システムの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図7】本開示の一実施の形態例における制御システムの機能構成図である。

【図8】本開示の一実施の形態例における制御システムの動作例を示すフローチャートである。

【図9】本開示の一実施の形態例における入力装置を画面の奥行き方向に移動させた場合における3次元表示された操作対象物の操作例を示す説明図である。

【図10】本開示の一実施の形態例における入力装置を回転させた場合における3次元表示された操作対象物の操作例を示す説明図である。

【図11】本開示の一実施の形態例における入力装置を回転させた場合における2次元的に表示された操作対象物の操作例を示す説明図である。

【図12】本開示の一実施の形態例におけるグローバル座標系とローカル座標系の定義の例を示す説明図である。

【図13】本開示の一実施の形態例におけるローカル座標系とグローバル座標系の関係を示す線図である。

【図14】本開示の一実施の形態例における入力装置に搭載される加速度センサ、角速度センサ及び磁気センサのx, y, z軸の例を示す説明図である。

【図15】本開示の一実施の形態例における表示装置が入力装置から受け取った各種センサの変位値を用いて、入力装置の操作と、操作対象物の動作を一致させるための処理例を示すフローチャートである。

【図16】本開示の一実施の形態例におけるローカル座標系で検出された加速度 a' 及び角速度 ω' の例を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図 17】本開示の一実施の形態例におけるグローバル座標系に変換された加速度 a 及び角速度 の例を示す説明図である。

【図 18】本開示の一実施の形態例におけるグローバル座標系における単位ベクトル i 、 j 、 k の例を示す説明図である。

【図 19】本開示の一実施の形態例におけるグローバル座標系におけるユーザと表示装置の位置関係を示す説明図である。

【図 20】図 19 に示した位置関係に加えて、ユーザの視差の例を示す説明図である。

【図 21】本開示の一実施の形態例における操作対象物が表示装置の手前に出てくように見せる場合における説明図である。

【図 22】本開示の他の実施の形態例における表示装置の内部構成例を示すブロック図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。この入力装置は、コンピュータがプログラムを実行することにより、後述する内部ブロックが連携して行う制御方法を実現する。

1. 一実施の形態例（ローカル座標系の値をグローバル座標系に変換する例）

2. 変形例

20

【0013】

< 1. 一実施の形態例 >

[システムの全体構成]

まず、図 1 を参照しながら本開示の一実施形態に係る制御システムについて説明する。

図 1 は、本開示の一実施の形態例及び後述する各実施形態に係る入力装置 10 を含む制御システム 100 を示す。制御システム 100 は、入力装置 10 と制御装置 50 と表示装置 60 とを有する。

【0014】

入力装置 10 は、例えば、表示部 60 a の画面に表示される操作対象物 60 b を操作するためにユーザにより操作入力となされる球体のデバイスである。制御装置 50 は、入力装置 10 の操作に応じて操作対象物 60 b の表示を制御する。

30

【0015】

制御装置 50 としては、入力装置 10 に専用の機器であってもよいし、PC 等であってもよい。これにより、制御システム 100 では、ユーザが、入力装置 10 を操作することにより、表示部 60 a に表示される操作対象物 60 b を遠隔操作することができる。

【0016】

なお、表示部 60 a は、例えば、液晶ディスプレイや、EL (Electro-Luminescence) ディスプレイ等により構成される。表示部 60 a は、2次元画像を表示する形態であってもよいし、3次元画像を表示する形態であってもよい。表示部 60 a は、入力装置 10 によって操作される操作対象物 60 b を2次元、あるいは3次元的に表示する。

40

【0017】

表示部 60 a に2次元的に表示される操作対象物 60 b としては、例えば、ポインタやアイコン、ウィンドウ等のGUI等が挙げられる。3次元的に表示される操作対象物 60 b としては、人型、動物型のキャラクタ画像が挙げられる。なお、これらの例は、一例に過ぎず、操作対象物 60 b は、2次元、3次元的に表示される画像であれば、どのような画像であってもよい。

【0018】

また、表示装置 60 は、テレビジョン放送等を受信可能なテレビジョン装置であってもよい。あるいは、表示装置 60 が操作対象物 60 b を3次元的に表示させる形態の場合、表示装置 60 は、ユーザが裸眼で視認することができる立体画像を表示する立体画像表示

50

装置であってもよい。図 1 では、制御装置 50 と表示装置 60 とが別々の場合が示されているが、制御装置 50 と表示装置 60 とは一体的に構成されていてもよい。また、操作対象物 60 b を表示する表示装置としては、プロジェクタ等を用いてもよい。この場合、プロジェクタによって、スクリーン、壁面に投影された操作対象物 60 b を操作することも可能である。

【0019】

表示装置 60 は、後述する第 1 の座標系としてのグローバル座標系によって位置が規定されており、入力装置 10 は、後述する第 2 の座標系としてのローカル座標系によって位置が規定される。そして、操作対象物 60 b への操作入力が、入力装置 10 によってなされると、制御装置 50 が入力装置 10 の変位量に合わせて操作対象物 60 b を動かして表示するように表示装置 60 を制御している。

10

【0020】

[入力装置の構成例]

図 2 は、入力装置 10 をユーザが握った様子を示す図である。図 2 に示すように、入力装置 10 は、球体の形状を有している。入力装置 10 の大きさは、野球の硬球の大きさよりも少し大きいか、少し小さい程度の大きさとされ、直径が例えば、50 mm ~ 100 mm 程度の大きさとされる。これにより、ユーザが入力装置 10 を握ったときに扱いやすい大きさとされる。ただ、入力装置 10 の直径の大きさについては、上記の範囲に限定されず、もちろん他の値もとりえる。

【0021】

図 3 は、入力装置 10 の一部破断図であり、図 4 は、図 3 に示す破断図の一部拡大図である。また、図 5 は、入力装置 10 の殻状部 22 の外観図である。図 5 A には、殻状部 22 を斜め上方向から見た様子が示されており、図 5 B には、図 5 A に示す A 方向から殻状部 22 を見た様子が示されている。

20

【0022】

入力装置 10 は、入力装置 10 の中心部に設けられた球体形状の基部 21 と、基部 21 の表面を全体的に覆うように設けられた球殻状の殻状部 22 と、殻状部 22 の表面を全体的に覆うように設けられた把持部 23 とを有する入力装置本体 20 を備える。入力装置本体 20 は、外形が球状又は球状に準じる形状に形成されており、入力装置本体 20 には、表示装置 60 に表示される操作対象物 60 b を操作するための操作入力がなされる。

30

【0023】

また、入力装置 10 は、入力装置 10 が所定の力以上の力で握られたことを検出するとともに、クリック感を発生させるタクトスイッチ 12 (スイッチ部) を備える。また、入力装置 10 は、ユーザが入力装置 10 を握った力の大きさを検出する感圧センサ 13 (圧力センサ：握り力を検出する) を備える。

【0024】

基部 21 の内部は、空洞とされている。基部 21 内部の空洞部には、CPU 11 等の電子部品が実装された回路基板が設けられる。

【0025】

殻状部 22 は、同一形状を有する 8 つのプレート 25 によって構成されている (図 5 を参照)。それぞれのプレート 25 の形状は、正三角形に近い形状とされている。そして、8 つのプレート 25 のうち、隣接する 4 つのプレート 25 の角部の頂点が 1 点で集中し、この頂点が集中する点が全体では、合計で 6 つ形成されている。この 6 つの点に対応する位置に、タクトスイッチ 12 と、感圧センサ 13 とがそれぞれ配置される。すなわち、本実施形態に係る入力装置 10 では、6 つのタクトスイッチ 12 と、6 つの感圧センサ 13 とを含む。タクトスイッチ 12 と、感圧センサ 13 とは、基部 21 の表面と殻状部 22 (プレート 25) の内面との間に設けられる (図 3 及び図 4 を参照)。

40

【0026】

感圧センサ 13 は、基部 21 の表面上に設けられており、タクトスイッチ 12 は、感圧センサ 13 上に設けられている。感圧センサ 13 とタクトスイッチ 12 との間には、第 1

50

の圧力拡散板 13 a が介在されており、タクトスイッチ 12 と殻状部 22 (プレート 25) の内面との間には、第 2 の圧力拡散板 13 b が介在される。第 1 の圧力拡散板 13 a 及び第 2 の圧力拡散板 13 b により、ユーザが把持部 23 を握った力を均一に感圧センサ 13 に伝達することができる。感圧センサ 13 は、入力装置本体 20 が握られた力の大きさをセンシングする。

【0027】

タクトスイッチ 12 は、スイッチ本体 12 a と、スイッチ本体 12 a に対して移動可能な可動部 12 b とを有する。また、タクトスイッチ 12 は、内部に可動部 12 b の移動に応じて ON/OFF が切り替えられる電氣的なスイッチ機構 (不図示) を有する。また、タクトスイッチ 12 は、可動部 12 b の移動に応じてクリック感を発生させる板バネ等の弾性体を用いたクリック感発生機構 (不図示) を有する。

10

【0028】

ここで、感圧センサ 13 と、プレート 25 に加えられる力の大きさ等との関係について説明する。感圧センサ 13 により検出された圧力値を基に、1つのプレート 25 に加えられた力の大きさと、力が加えられた位置とを算出する場合、1つのプレート 25 に対しては、少なくとも 3つの感圧センサ 13 が必要である。

【0029】

本実施形態では、1つのプレート 25 に対しては、プレート 25 に加えられた力を検出する (他のプレート 25 と共通で用いられる) 3つの感圧センサ 13 が設けられている。従って、感圧センサ 13 からの圧力値を基に、ベクトル計算等を利用した演算が実行されることで、プレート 25 に加えられた力の大きさと、力が加えられた位置とを正確に算出することができる。

20

【0030】

また、8つのプレート 25 に対して、それぞれ 3つの感圧センサ 13 を用いる場合、8×3で、本来、24個の感圧センサ 13 が必要となる。しかし、本実施形態では、感圧センサ 13 は、隣接する 4つのプレート 25 の角部の頂点が集中する点に配置されており、隣接する 4つのプレート 25 で 1つの感圧センサ 13 が共通で用いられている。これより、感圧センサ 13 の数は、合計で 6つあれば足り、入力装置 10 のコストの削減が実現される。このように、必要最低限の感圧センサ 13 で、プレート 25 に加えられた力の大きさと、力が加えられた位置とを正確に算出することができる。

30

【0031】

しかし、感圧センサ 13 は、必ずしも上述した構成としなくてもよい。例えば、感圧センサ 13 は、1つのプレート 25 に対して 1個や 2個であってもよいし、4個以上設けていてもよい。また、感圧センサ 13 は、他のプレート 25 と共通で用いられる形態ではなく、それぞれのプレート 25 に対して独立して設けられていてもよい。

【0032】

典型的には、感圧センサ 13 は、ユーザが入力装置 10 を握ったときに、プレート 25 (殻状部 22) に加えられた力を検出することができる形態であれば、どのような形態であってもよい。また、プレート 25 の個数 (殻状部 22 の分割個数) についても 8個に限定されない。例えば、プレート 25 の数は、2個や 4個等であってもよい。

40

【0033】

基部 21 及び殻状部 22 は、例えば、金属や樹脂等の材料により構成される。一方、把持部 23 は、基部 21 及び殻状部 22 よりも軟らかい材料で構成されている。把持部 23 に用いられる材料としては、例えば、ポリウレタン等の合成樹脂を発砲して形成されたスポンジ等が挙げられる。把持部 23 に用いられる材料として、スポンジ等の材料が用いられることで、触感を向上させることができ、また、ユーザは、入力装置 10 を握る力の大きさを微調整することができる。

【0034】

次に、制御システム 100 の電氣的な構成について、図 6 及び図 7 を参照しながら説明する。

50

図 6 は、制御システム 100 の電氣的な構成を示すブロック図である。

図 7 は、制御システム 100 の機能構成図である。

【0035】

まず、図 6 を参照して入力装置 10 の電氣的な構成について説明する。

入力装置 10 は、報知機構 9、CPU (Central Processing Unit) 11、タクトスイッチ 12、感圧センサ 13、加速度センサ 14、角速度センサ 15、磁気センサ 16 を備える。さらに、入力装置 10 は、送受信回路 17、バッテリー 18、ROM (Read Only Memory) 19 a、RAM (Random Access Memory) 19 b を備える。なお、報知機構 9 には、LED (Light Emitting Diode) 等の発光機構、スピーカ等の放音機構、振動発生機構を用いて、放音、発光、又は振動のうち、少なくとも 1 つを含む報知を行うようにしてもよい。

10

【0036】

報知機構 9、CPU 11、加速度センサ 14、角速度センサ 15、磁気センサ 16、送受信回路 17、ROM 19 a、RAM 19 b は、図示しない回路基板上に実装される。電子部品が実装された回路基板と、バッテリー 18 とは、基部 21 の内部に形成された空洞部に設けられる。このため、各種センサは、入力装置本体 20 に収納されている。

【0037】

加速度センサ 14 及び角速度センサ 15 は、入力装置 10 の 3 次元空間内での動きを検出するセンサである。加速度センサ 14 は、互いに直交する 3 軸方向の加速度を検出し、検出された加速度に応じた加速度値 (変位値の一例) を CPU 11 へ出力する。角速度センサ 15 は、互いに直交する 3 軸回りの角速度を検出し、検出された角速度に応じた角速度値 (変位値の一例) を CPU 11 へ出力する。また、磁気センサ 16 は、入力装置 10 の 3 次元空間内における地磁気方向 (例えば、磁北) を検出した磁気値 (変位値の一例) を CPU 11 へ出力する。

20

【0038】

タクトスイッチ 12、感圧センサ 13、タッチセンサ等は感圧部として用いられる。タクトスイッチ 12 は、スイッチ機構が ON の状態となったときに、CPU 11 へ信号を出力する。感圧センサ 13 は、入力装置 10 がユーザに握られた力の大きさに応じた圧力値を CPU 11 へ出力する圧力センサの一例である。

【0039】

CPU 11 は、操作対象物 60 b を制御するために、加速度センサ 14、角速度センサ 15、磁気センサ 16、感圧センサ 13 から出力された角速度値、加速度値、磁気値、圧力値に基づいて、各種の演算を実行する。そして、CPU 11 は、表示装置 60 に表示される操作対象物 60 b の操作入力が入力装置 10 になされると、入力装置 10 の変位量に応じた変位値を出力する。この変位量には、例えば、加速度値、角速度値、磁気値、圧力値がある。そして、変位量は、1 軸、直交する 2 軸、又は直交する 3 軸のいずれかの変位量によって求まる値である。

30

【0040】

CPU 11 は、求めた加速度値、角速度値、磁気値、圧力値を送受信回路 17 から制御装置 50 に送信する。ただし、CPU 11 は、これらの値に基づいて、入力装置 10 の空間内での移動量、回転量、磁北に対する角度等、入力装置 10 が握られた力の大きさや、力が加えられた位置等を算出する場合もある。なお、CPU 11 は、タクトスイッチ 12 のスイッチ機構からの信号が入力されている状態で、各種の演算を実行する。

40

【0041】

送受信回路 17 は、不図示のアンテナ等を有しており、CPU 11 の制御に基づいて、各種の情報を制御装置 50 へ送信する。なお、送受信回路 17 は、制御装置 50 から送信された情報を受信することも可能である。

バッテリー 18 としては、例えば、充電可能な二次電池が用いられ、不図示の充電部が入力装置本体 20 に収納される。

報知機構 9 は、操作対象物 60 b が変位したことをユーザに報知する。ここで、報知機

50

構 9 は、操作対象物 6 0 b が移動する 1 軸の変位量毎に異なる報知を行ってもよい。

【 0 0 4 2 】

次に、図 7 を参照して入力装置 1 0 の機能構成について説明する。入力装置 1 0 は、検出部 4 3、第 1 処理部 4 1、記憶部 4 6、第 1 送受信部 4 7 及び電源部 4 8 を有している。検出部 4 3 は、第 1 操作検出部 4 4 及び第 2 操作検出部 4 5 を有している。第 1 処理部 4 1 は、第 1 応答部 4 2、第 1 演算部 4 0 及び第 2 応答部 4 9 を有している。

【 0 0 4 3 】

検出部 4 3 は、入力装置本体 2 0 がユーザに所定の力以上の力で握られたことを検出する。例えば、検出部 4 3 は、入力装置本体 2 0 が握られた力の大きさを検出し、握られた力の大きさに応じた握り力検出値を出力する。第 1 操作検出部 4 4 は、入力装置本体 2 0 への第 1 の操作を検出する。第 1 の操作としては、例えば、入力装置 1 0 を握る、入力装置 1 0 をテーブルから持ち上げる、入力装置 1 0 をたたく等が挙げられ、入力装置 1 0 を握る場合のみに限られない。第 1 操作検出部 4 4 は、例えば、入力装置本体 2 0 が所定の圧力（例えば第 1 の閾値）以上で握られたことを検出してもよい。また、第 1 操作検出部 4 4 は、その検出結果に基づき握られた力の大きさに応じた握り力検出値を出力してもよい。

10

【 0 0 4 4 】

第 1 の操作を検出後、第 2 操作検出部 4 5 は、入力装置本体 2 0 への第 2 の操作を検出する。第 2 の操作の検出は、第 1 の操作の検出後に行われ、同時に行われることはない。

【 0 0 4 5 】

第 2 の操作としては、例えば、入力装置 1 0 をつかんで操作する（入力装置 1 0 をつかんで振る）等が挙げられ、入力装置 1 0 を握る場合のみに限られない。第 1 操作検出部 4 4 及び第 2 操作検出部 4 5 により検出される検出値は、感圧センサ 1 3、加速度センサ 1 4、角速度センサ 1 5 及び磁気センサ 1 6 によりセンシングされた値の少なくともいずれかである。第 2 操作検出部 4 5 は、例えば、入力装置本体 2 0 が所定の圧力（第 2 の閾値）以上で握られたことを検出する。第 2 の閾値は第 1 の閾値より大きい値に予め定められている。

20

【 0 0 4 6 】

第 1 応答部 4 2 は、第 1 の操作の検出に基づき入力装置 1 0 の第 1 の応答を行う。第 1 の応答としては、クリック音を鳴らす、入力装置 1 0 に設けられたばねにより入力装置 1 0 を持っているユーザの手に反発力を与える等が一例として挙げられる。ただし、第 1 の操作の検出に基づき必ずユーザに第 1 の応答を行う必要はない。例えば、第 1 応答部 4 2 は、検出部 4 3 により入力装置 1 0 が握られたことが検出されたとき、及び入力装置 1 0 が握られたことが検出されなくなったときに第 1 の応答をユーザに返してもよい。第 1 応答部 4 2 は、少なくとも検出部 4 3 により入力装置本体 2 0 が握られたことが検出されたときに、第 1 処理部 4 1 の制御によらず、ユーザに対して第 1 の応答を返してもよい。また、第 1 の応答は、基本的に CPU 1 1 を介さない処理であるため即答性があるが、CPU 1 1 を介してもよい。

30

【 0 0 4 7 】

第 1 演算部 4 0 は、第 1 の操作に応じた入力装置本体 2 0 の動きに対する変位値に基づき、操作対象物 6 0 b の操作のための演算（第 1 の処理）を行ってもよく、第 2 の操作に応じた入力装置本体 2 0 の動きに対する動き検出に基づき操作対象物 6 0 b の操作のための演算（第 2 の処理）を行ってもよい。

40

【 0 0 4 8 】

なお、第 1 操作検出部 4 4 は、第 1 演算部 4 0 を介さずに第 1 応答部 4 2 に応答処理を促すことができる。このため、第 1 応答部 4 2 から第 1 演算部 4 0 に第 1 の応答を送らずに、ユーザへクリック音による応答を行うことができる。これにより、第 1 応答部 4 2 によるクリック音による第 1 の応答を、第 1 演算部 4 0 による演算結果に基づく処理より速く実行させることが可能となる。しかし、これに限られず、第 1 の応答（例えばクリック音による応答）を第 1 演算部 4 0 に送り、第 1 演算部 4 0 の演算開始のトリガーに利用し

50

てもよい。

【 0 0 4 9 】

また、第 1 の処理と第 2 の処理とは操作対象物 6 0 b に対する異種の操作であり、同種の操作は含まない。異種の操作としては、第 1 の処理では入力装置 1 0 を握る力が所定の第 1 の閾値による圧力以上になった場合にクリック音を発生させ、第 2 の処理では更に握りを強くして所定の第 2 の閾値による圧力以上になった場合に各種センサによる変位値に基づき操作対象物 6 0 b の操作のための演算を実行する例が挙げられる。他の異種の操作としては、第 1 の処理では入力装置 1 0 を 2 秒間握った場合にイネーブル（操作入力 O K ）とし、カーソル移動操作モードに遷移し、第 2 の処理では再度、入力装置 1 0 を 4 秒間握った場合に操作対象物 6 0 b を選択して操作モードに入る例が挙げられる。同種の操作としては、感圧センサ 1 3 による検出値を 3 段階のレベルで検出することにより、弱く握ったら第 1 の処理に遷移し、強く握ったら第 2 の処理に遷移する場合が挙げられる。このような同種の操作は、各実施形態の第 1 の処理と第 2 の処理には含まない。

10

【 0 0 5 0 】

なお、第 1 応答部 4 2 による入力装置のユーザへの第 1 の応答は操作対象物 6 0 b を制御する制御装置 5 0 へと送受信されず、第 1 演算部 4 0 による操作対象物 6 0 b の操作のための演算結果は制御装置 5 0 へと送受信される。よって、第 1 応答部 4 2 による第 1 の応答処理は、送受信処理を含まないルートであるため、送受信処理を含む第 1 演算部 4 0 による演算結果に基づく処理より速いという効果を有する。

【 0 0 5 1 】

第 2 応答部 4 9 は、第 2 の操作の検出に基づき入力装置 1 0 の第 2 の応答を行う。第 2 の応答としては、入力装置 1 0 に取り付けられた報知機構 9 に対して、LED を点滅表示させたり、音声出力や力覚表示を行ったり、振動したりして、ユーザに対してフィードバックを行うことが例として挙げられる。第 2 の応答は、基本的に CPU 1 1 を介さない処理であるため即答性があるが、CPU 1 1 を介して行ってもよい。

20

【 0 0 5 2 】

また、第 1 処理部 4 1 及び制御装置側の第 2 処理部 6 1 では、必要に応じて両方あるいは片方において、各検出結果を用いて所望の処理を行い、第 2 処理部 6 1 を介して表示制御部 6 6 に結果を出力する。

【 0 0 5 3 】

記憶部 4 6 は、例えば半導体メモリ、磁気ディスク、または光学ディスクなどを用いる ROM 1 9 a 又は RAM 1 9 b として実現されうる。

30

【 0 0 5 4 】

第 1 送受信部 4 7 は、所定の情報を入力装置 1 0 及び制御装置 5 0 間で送信又は受信する。第 1 送受信部 4 7 及び第 2 送受信部 6 2 の間は、有線又は無線にて接続されている。電源部 4 8 は、バッテリー 1 8 として例えば、充電式電池が用いられ、各部に電力を供給する。

【 0 0 5 5 】

[制御装置の構成]

次に、図 6 を参照して、制御装置 5 0 の電氣的な構成を説明する。

40

制御装置 5 0 は、CPU 5 1、送受信回路 5 2、ROM 5 3 a、RAM 5 3 b、指示機構 5 4 を含む。

ROM 5 3 a は不揮発性のメモリであり、CPU 5 1 の処理に必要な各種のプログラムが記憶される。RAM 5 3 b は揮発性のメモリであり、CPU 5 1 の作業領域として用いられる。

送受信回路 5 2 は、アンテナ等を有しており、入力装置 1 0 から送信される各種の情報を受信する。また、送受信回路 5 2 は、入力装置 1 0 へ信号を送信することも可能である。

【 0 0 5 6 】

指示機構 5 4 は、例えば、キーボードであり、ユーザは、この指示機構 5 4 を介して初

50

期設定、特種設定などの設定を行う。指示機構 5 4 は、ユーザからの各種の指示を受付け、入力された信号を CPU 5 1 へ出力する。

【 0 0 5 7 】

CPU 5 1 は、後述する第 2 演算部の処理、表示制御部の処理を行う第 2 処理部の機能を実行する。CPU 5 1 は、送受信回路 1 7 によって受信された各種の情報に基づいて、表示装置 6 0 に表示される操作対象物を制御する。

【 0 0 5 8 】

次に、図 7 を参照して、制御装置 5 0 の機能構成について説明する。

制御装置 5 0 は、第 2 処理部 6 1、記憶部 6 3、第 2 送受信部 6 2 及び指示部 6 4 を有している。第 2 処理部 6 1 は、第 2 演算部 6 5 及び表示制御部 6 6 を有している。

10

【 0 0 5 9 】

第 2 送受信部 6 2 は、所定の情報を第 1 送受信部 4 7 に送信又は受信する。記憶部 6 3 は、例えば半導体メモリ、磁気ディスク、または光学ディスクなどを用いる ROM 5 3 a 又は RAM 5 3 b として実現されう。

【 0 0 6 0 】

例えばユーザがキーボード等の指示機構 5 4 を用いて操作入力すると、指示部 6 4 は、初期設定、特種設定などの設定を行う。具体的には、指示部 6 4 は、ユーザからの各種の指示を受付け、入力された信号を第 2 処理部 6 1 へ出力し、初期設定等を指示する。

【 0 0 6 1 】

第 2 演算部 6 5 は、第 1 処理部 4 1 からの検出結果や演算結果を用いて所望の処理を行い、表示制御部 6 6 に結果を出力する。また、第 2 演算部 6 5 は、入力装置 1 0 から受信した変位値に基づいて後述するローカル座標系における入力装置 1 0 の変位量を演算する。なお、入力装置 1 0 の変位量は、入力装置 1 0 内の第 1 演算部 4 0 が演算して、演算した変位量を制御装置 5 0 に送信する構成とすることもできる。

20

【 0 0 6 2 】

表示制御部 6 6 は、得られた情報に基づき操作対象物 6 0 b の表示を制御する。ここで、表示制御部 6 6 は、後述するローカル座標系における入力装置 1 0 の変位量を、グローバル座標系における変位量に変換する変換行列を用いて、操作対象物 6 0 b をグローバル座標系における変位量に相当する位置に動かす表示を行う。この変換行列は、ローカル座標系における加速度値及び角速度値を、グローバル座標系における操作対象物 6 0 b の加

30

【 0 0 6 3 】

[入力装置の動作]

次に、本実施形態に係る制御システム 1 0 0 の動作について説明する。

図 8 は、本実施形態に係る制御システム 1 0 0 の動作例を示すフローチャートである。

図 8 A は、入力装置 1 0 の処理を示し、図 8 B は、制御装置 5 0 の処理を示す。

この入力装置 1 0 は、各種センサから取得した全ての値を制御装置 5 0 に送信する。そして、制御装置 5 0 は、入力装置 1 0 から受信した値に基づいて、積分計算や座標変換を行っている。

40

【 0 0 6 4 】

まず、ユーザは、入力装置 1 0 を持ち上げて、入力装置 1 0 を操作しやすい位置まで移動させる。なお、このとき、表示部 6 0 a に表示される操作対象物 6 0 b は動かない（ステップ S 1 の N O 参照）。次に、ユーザが入力装置 1 0 の操作を開始する意思を示して、入力装置本体 2 0 の把持部 2 3 を所定の力以上の力で握る。すると、入力装置本体 2 0 の殻状部 2 2（プレート 2 5）と、タクトスイッチ 1 2 の可動部 1 2 b が入力装置 1 0 の中心に近づく方向に移動される。タクトスイッチ 1 2 の可動部 1 2 b が入力装置 1 0 の中心に向かう方向へ移動すると、クリック感発生機構によりクリック感が発生する。

50

【 0 0 6 5 】

入力装置 1 0 は、このクリック感による応答（第 1 の応答の一例）により、ユーザの操作対象物 6 0 b の操作を開始する意思に対して適切に応答することができる。そして、ユーザは、このクリック感により、操作対象物 6 0 b の操作が開始されることを容易に認識することができる。また、クリック感発生機構によるクリック感による応答は、CPU を介さない応答であるので、ユーザに対して素早くクリック感による応答を返すことができる。

【 0 0 6 6 】

タクトスイッチ 1 2 の可動部 1 2 b が入力装置 1 0 の中心に向かう方向へ移動すると、クリック感が発生するとともに、タクトスイッチ 1 2 のスイッチ機構が ON の状態となり、スイッチ機構から CPU 1 1 へ信号が入力される（ステップ S 1 の YES）。

10

【 0 0 6 7 】

タクトスイッチ 1 2 からの信号が入力されると、CPU 1 1 は、加速度センサ 1 4、角速度センサ 1 5、磁気センサ 1 6 からそれぞれ加速度値、角速度値、磁気値を取得し、感圧センサ 1 3 から圧力値を取得する（ステップ S 2）。

【 0 0 6 8 】

次に、CPU 1 1 は、加速度値、角速度値、磁気値の平均化を行う（ステップ S 3）。また、CPU 1 1 は、圧力値に基づいて、ベクトル計算等を利用した演算を実行することで、入力装置 1 0 が握られた力の大きさ（プレート 2 5 に加えられた力の大きさ）と、力が加えられた位置とを算出する。

20

【 0 0 6 9 】

次に、CPU 1 1 は、各情報（平均化した加速度値、角速度値、磁気値、入力装置 1 0 が握られた力の大きさ、力が加えられた位置）を、送受信回路 1 7 を介して、制御装置 5 0 に送信する（ステップ S 4）。

【 0 0 7 0 】

制御装置 5 0 の CPU 5 1 は、入力装置 1 0 から各情報が受信されたか否かを判定する（ステップ 1 1）。入力装置 1 0 からの各情報が受信された場合、制御装置 5 0 の CPU 5 1 は、受信された各情報のうち、加速度値、角速度値を積分計算することにより入力装置 1 0 の移動量、回転量を求めて操作対象物 6 0 b を制御する（ステップ S 1 2）。なお、制御装置 5 0 の CPU 5 1 は、ステップ S 1 2 において、受信された各情報について、さらに演算を実行し、操作対象物 6 0 b の制御の精度を向上させる処理を実行してもよい。

30

【 0 0 7 1 】

例えば、操作対象物 6 0 b が 3 次元的に表示されるキャラクタ画像である場合、ステップ S 1 2 において、CPU 5 1 は、入力装置 1 0 の移動量、回転量の情報に基づいて、そのキャラクタ画像を 3 次元的に移動させたり、回転させたりする処理を実行する。また、CPU 5 1 は、握られた力の大きさの情報や、力の位置の情報に応じて、キャラクタ画像に特定の動き（例えば、ジャンプ、しゃがむ、笑う、怒る等）をさせる処理を実行する。なお、移動量、回転量、握られた力の大きさ、力の位置の情報に基づいて、操作対象物 6 0 b がどのように制御されるかについては、特に限定されない。

40

【 0 0 7 2 】

図 8 に示す処理により、ユーザは、入力装置 1 0 を所定の力以上の力で握った状態で、入力装置 1 0 を移動させたり、回転させたり、入力装置 1 0 をさらに強く握ったり、入力装置 1 0 の特定の位置を強く押ししたりすることで、操作対象物 6 0 b に任意の動きをさせることができる。

【 0 0 7 3 】

一方、ユーザが、操作対象物 6 0 b の操作を（一時的に）停止させる場合、ユーザは、入力装置 1 0 を握った力を弱める。ユーザが入力装置 1 0 を握った力を弱め、握った力が上記所定の力未満の力となると、タクトスイッチ 1 2 の可動部 1 2 b と、入力装置本体 2 0 の殻状部 2 2（プレート 2 5）とが入力装置 1 0 の中心から離れる方向に移動される。

50

タクトスイッチ 12 の可動部 12 b が入力装置 10 の中心から離れる方向に移動すると、クリック感発生部によりクリック感が発生される。

【0074】

入力装置 10 は、このクリック感による応答により、ユーザの操作対象物 60 b の操作を停止させる意思に対して適切に応答することができる。そして、ユーザは、このクリック感により、操作対象物 60 b の操作が停止されることを容易に認識することができる。タクトスイッチ 12 の可動部 12 b が入力装置 10 の中心から離れる方向へ移動すると、クリック感が発生するとともに、タクトスイッチ 12 のスイッチ機構による信号の出力が停止される。これにより、タクトスイッチ 12 から CPU 11 への信号の入力が停止され（ステップ S1 の NO）、操作対象物 60 b の動きが停止される。

10

【0075】

このため、ユーザは、入力装置 10 を上記所定の力以上の力で握ったり、入力装置 10 を握った力を弱めたりすることで、入力装置 10 の操作（空間操作、握った力の大きさによる操作）を操作対象物 60 b の操作に反映させるか否かを任意に切り替えることができる。

【0076】

また、入力装置 10 は、タクトスイッチ 12 のクリック感発生部によりユーザの操作対象物 60 b の操作を開始する意思に対して適切に応答することができる。そして、ユーザは、このクリック感により、操作対象物 60 b の操作が開始されることを容易に認識することができる。また、クリック感発生機構によるクリック感による応答は、CPU 11 を介さない応答であるので、ユーザに対して素早くクリック感による応答を返すことができる。

20

【0077】

さらに、入力装置 10 は、クリック感による応答により、ユーザの操作対象物 60 b の操作を停止させる意思に対して素早く応答することができる。そして、ユーザは、このクリック感により、操作対象物 60 b の操作が停止されることを容易に認識することができる。

【0078】

[入力装置の操作例]

次に、入力装置 10 を用いた操作対象物 60 b の操作例を説明する。

30

図 9 は、入力装置 10 を画面の奥行き方向に移動させた場合における 3 次元表示された操作対象物 60 b の操作例を示す説明図である。

【0079】

ユーザは、入力装置 10 を保持した持ち手を表示装置 60 が置かれた方向（X 方向）に移動させたとする。すると操作対象物 60 b も表示装置 60 の画面における奥行き方向（X 方向）に対して入力装置 10 と同じように動いて表示される。この動きは、人間の錯覚による 3 次元映像を利用して表現される。操作対象物 60 b の動作軸は図 9 における X 方向だけでなく、YZ 方向にもあり、さらに 3 軸を合成した斜め方向にもある。このため、入力装置 10 はどのように持っても、入力装置 10 の前後左右上下への動きに追従して、操作対象物 60 b も前後左右上下に動くようにする。

40

【0080】

図 10 は、入力装置 10 を回転させた場合における 3 次元表示された操作対象物 60 b の操作例を示す説明図である。

図 9 と同様に、入力装置 10 を Y 軸回りに回転させると、操作対象物 60 b も Y 軸回りに回転させることができる。この際も、入力装置 10 の保持の方向に依存性はなく、ユーザがどのように入力装置 10 を持っても、入力装置 10 を XYZ 軸回りに回転させれば、操作対象物 60 b も XYZ 軸回りに回転するように表示される。また、回転軸は、図 10 における X 軸回りだけでなく、YZ 方向でも同様の回転が可能であり、さらに 3 軸を合成させた斜めの軸上にもある。

【0081】

50

図 1 1 は、入力装置 1 0 を回転させた場合における 2 次元的に表示された操作対象物 6 0 b の操作例を示す説明図である。

図 9 と図 1 0 に示した操作対象物 6 0 b は、人間の錯覚を利用した 3 次元映像であった。しかし、図 1 1 に示すような奥行き情報を持った 2 次元映像による操作対象物 6 0 b も同様に操作できる。この際、図 9 と図 1 0 に示した操作と同様に、X Y Z 軸におけるユーザの手元の入力装置 1 0 を移動し、回転する操作が、2 次元的に表示された操作対象物 6 0 b の動作に反映される。

【 0 0 8 2 】

次に、以降の数式に関する説明を行う際に用いる座標系及び軸の定義について、図 1 2 と図 1 3 を参照して説明する。

【 0 0 8 3 】

図 1 2 は、グローバル座標系とローカル座標系の定義の例を示す説明図である。

以下の説明では、床面に対して平行な面を持つ座標系をグローバル座標系 X、Y、Z (大文字) で表現し、入力装置 1 0 に固有の座標系をローカル座標系 x、y、z (小文字斜体) で表現する。そして、表示装置 6 0 の画面内に表示された操作対象物 6 0 b の位置を規定する座標にグローバル座標系を用いることとし、例えば画面の上下の方向を Z 軸、画面の左右の方向を X 軸、画面の奥行き方向を Y 軸とする。また、入力装置 1 0 の位置を規定する座標にローカル座標系を用いることとし、入力装置 1 0 の正面方向を y 軸、入力装置 1 0 の左右の方向を x 軸、入力装置 1 0 の上下の方向を z 軸とする。

【 0 0 8 4 】

図 1 3 は、ローカル座標系とグローバル座標系の関係を示す線図である。

ここで、グローバル座標系 Y 軸は磁北方位 N を向くとする。このことは、表示装置 6 0 の画面が北を向いていることを意味する。ベクトル V は入力装置 1 0 の向きを示すベクトルであり、ローカル座標系の y 軸と平行となる。ベクトル V_0 はベクトル V を X Y 平面 (水平面 (床面)) に投影したものであり、X Y 平面上のベクトルである。方位角 θ は Y 軸とベクトル V_0 がなす角に相当する。ピッチ角 ϕ は、ベクトル V とベクトル V_0 がなす角に相当し、ローカル座標 x 軸回りの回転角である。ロール角 ψ は、ローカル座標 x y 平面の y 軸回りの角度であり、y Z 平面と y z 平面の交角に相当する。ベクトル H は地磁気の方向を示すベクトルであり、磁極 N に向いている。地磁気俯仰角 α_H は、X Y 水平面と地磁気の方向がなす角であり、Y 軸とベクトル H がなす角に相当する。

【 0 0 8 5 】

図 1 4 は、入力装置 1 0 に搭載される加速度センサ 1 4、角速度センサ 1 5 及び磁気センサ 1 6 の x、y、z 軸の例を示す説明図である。

ローカル座標系における x y z の各軸上に、加速度センサ 1 4、角速度センサ 1 5 及び磁気センサ 1 6 がそれぞれ 3 つずつ配置されることが示されている。なお、加速度センサ 1 4、角速度センサ 1 5 及び磁気センサ 1 6 は、少なくとも 1 つ以上あればよい。

【 0 0 8 6 】

図 1 5 は、制御装置 5 0 が入力装置 1 0 から受け取った各種センサが出力する変位値を用いて、入力装置 1 0 の操作と、操作対象物 6 0 b の動作を一致させるための処理例を示すフローチャートである。

【 0 0 8 7 】

2 次元又は 3 次元的に表示される操作対象物 6 0 b を操作する際、入力装置 1 0 の方向性に関係なくユーザの動作と操作対象物 6 0 b の動作を一致させることができる入力装置 1 0 を実現する。ここで、制御装置 5 0 の CPU 5 1 がローカル座標系で出力された各種センサからの変位値をグローバル座標系に変換する際、図 1 5 に示すフローチャートに沿って演算することにより、計算誤差を小さくすることができる。

【 0 0 8 8 】

表示装置 6 0 は、各ローカル座標上に配置された加速度センサ 1 4、角速度センサ 1 5、磁気センサ 1 6 から受け取る変位値を補完し合うことで、計算を行っている。以下、各種センサから取得した変位値がどのように処理されるのかについて具体的に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

始めに、CPU 51は、入力装置10からx y z軸方向における加速度値、角速度値及び磁気値を受け取って、入力装置10が移動、回転等の動作を開始したか判別を行う(ステップS1)。そして、CPU 51は、次に続く演算処理へ進むか否かを判別する。

【 0 0 9 0 】

入力装置10が動作を開始したか否かは、以下のように判別される。

ローカル座標x、y、z軸の加速度センサ14の変位値を、それぞれ X_{accl} 、 Y_{accl} 、 Z_{accl} とした場合、次式(1)により加速度の大きさが表される。

【 0 0 9 1 】

【 数 1 】

$$\sqrt{X_{accl}^2 + Y_{accl}^2 + Z_{accl}^2} = \text{定数} \quad \dots\dots(1)$$

10

【 0 0 9 2 】

ここで、入力装置10が動いていないことは、定数としての1(G)に等しいか否かで判別できる。つまり、式(1)で求めた加速度の大きさが1(G)に等しくなくなると、入力装置10が動いていると判別できる。

【 0 0 9 3 】

式(1)が成立しなくなった場合、入力装置10には、重力加速度以外に運動加速度が加わったことを意味する。このため、CPU 51は、入力装置10が動作を開始したと判別する。なお、所定の定数 A_1 、 A_2 を定義しておき、次式(2)により、入力装置10の操作開始を判別してもよい。

20

【 0 0 9 4 】

【 数 2 】

$$A_1 < \sqrt{X_{accl}^2 + Y_{accl}^2 + Z_{accl}^2} < A_2 \quad \dots\dots(2)$$

【 0 0 9 5 】

ここで、例えば、定数 A_1 を0.9(G)、定数 A_2 を1.1(G)としておく。これにより、CPU 51は、入力装置10がわずかに動いても直ちに動作開始とは判別しない。そして、式(2)が成立しなくなった場合には、入力装置10が動作を開始したと判別することができる。

30

【 0 0 9 6 】

なお、CPU 51は、入力装置10の動作開始を識別する際に、上記の数式(1)、(2)以外の変位値を用いて判別することもできる。

例えば、ローカル座標x、y、z軸の角速度センサ15の変位値 X_{gyro} 、 Y_{gyro} 、 Z_{gyro} を用いると、入力装置10が動かされていないければ、変位値 X_{gyro} 、 Y_{gyro} 、 Z_{gyro} が0となる。このため、CPU 51は、ローカル座標x、y、z軸の角速度センサ15の変位値 X_{gyro} 、 Y_{gyro} 、 Z_{gyro} を、式(1)、(2)の X_{accl} 、 Y_{accl} 、 Z_{accl} に当てはめることで、入力装置10が動いているか否かを判別できる。また、CPU 51は、磁気センサ16の変位値を式(1)、(2)に当てはめて、入力装置10の動作開始を判別することができる。

40

【 0 0 9 7 】

また、入力装置10は、各種センサからの変位値ではなく、タクトスイッチ12や感圧センサ13からの操作入力によって、表示装置60に動作開始を指示することができる。例えばタクトスイッチ12を利用した場合、入力装置10を保持したユーザが操作を開始したいタイミングでタクトスイッチ12を押すと、移動回転状態に入ったとみなし演算を開始することもできる。このように動作開始の判別方法については、様々なセンサや機構を組み合わせることで実現することが可能となる。

【 0 0 9 8 】

50

次に、CPU 51は、加速度センサ14の変位値から得た重力加速度を利用して、入力装置10がグローバル座標系に対してどのような傾きで保持されているかを判別する（ステップS2）。ここでは、図13に示す各座標系を用いて、床面（グローバル座標系）に対する入力装置10の姿勢（ローカル座標系）を算出する方法の例を示す。

【0099】

まず、ローカル座標x-y平面のy軸回りの角度であり、y-z平面とy-z平面の交角であるロール角の算出方法について述べる。CPU 51は、入力装置10から受け取ったローカル座標系における加速度値に基づいて、入力装置10が表示装置60に向く方向で入力装置10が回転するロール角を演算している。ここで、重力加速度1Gに対するx軸の加速度センサ14の変位値をAとし、測定されたx軸の加速度センサ14の変位値をX_{accl}、z軸の加速度センサ14の変位値をZ_{accl}とすると、ロール角は次式(3)、(4)を用いて以下のように求まる。

【0100】

【数3】

$$\theta = \begin{cases} -\arcsin(X_{accl}/A) & X_{accl} < 0, Z_{accl} > 0 \\ 180 + \arcsin(X_{accl}/A) & X_{accl} < 0, Z_{accl} < 0 \\ 180 + \arcsin(X_{accl}/A) & X_{accl} > 0, Z_{accl} < 0 \\ 360 - \arcsin(X_{accl}/A) & X_{accl} > 0, Z_{accl} > 0 \end{cases} \dots\dots(3)$$

【0101】

ここで、式(3)のように、センサ変位値X_{accl}、Z_{accl}の正負によって場合分けを行うことで、ロール角を0～360°の系で表現することができる。しかし、関数arcsin(x)は値域が-1 < x < 1なので、加速度センサ14がノイズ等の影響を受けた場合に式(3)ではまれに計算エラーが生じてしまう場合がある。その場合は、次式(4)に示すように値域を- < x < とできる関数arctan(x)を利用することで計算エラーを回避できる。なお、式(3)と式(4)は、値域の制限や操作したい姿勢の計算精度等によって使い分けることが望ましい。

【0102】

【数4】

$$\theta = \begin{cases} \arctan\left(\frac{-X_{accl}}{Z_{accl}}\right) & X_{accl} < 0, Z_{accl} > 0 \\ 180 + \arctan\left(\frac{-X_{accl}}{Z_{accl}}\right) & X_{accl} < 0, Z_{accl} < 0 \\ -180 + \arctan\left(\frac{-X_{accl}}{Z_{accl}}\right) & X_{accl} > 0, Z_{accl} < 0 \\ \arctan\left(\frac{-X_{accl}}{Z_{accl}}\right) & X_{accl} > 0, Z_{accl} > 0 \end{cases} \dots\dots(4)$$

【0103】

次に、ベクトルVとベクトルV₀がなす角に相当し、ローカル座標x軸回りの回転角であるピッチ角の算出方法について述べる。CPU 51は、入力装置10から受け取った加速度値及び重力加速度に基づいて、グローバル座標系に対するローカル座標系のピッチ

角 ϕ を演算している。ここで、重力加速度 1 G に対する y 軸の加速度センサ 14 の変位値を B とし、測定された y 軸の加速度センサ 14 の変位値を Y_{accl} 、z 軸の加速度センサ 14 の変位値を Z_{accl} とすると、ピッチ角 ϕ は式 (5) のように表される。

【 0 1 0 4 】

【 数 5 】

$$\phi = \begin{cases} 360 + \arcsin(Y_{accl} / B) & Y_{accl} < 0, Z_{accl} > 0 \\ 180 - \arcsin(Y_{accl} / B) & Y_{accl} < 0, Z_{accl} < 0 \\ 180 - \arcsin(Y_{accl} / B) & Y_{accl} > 0, Z_{accl} < 0 \\ \arcsin(Y_{accl} / B) & Y_{accl} > 0, Z_{accl} > 0 \end{cases} \dots\dots(5)$$

10

【 0 1 0 5 】

【 数 6 】

$$\phi = \begin{cases} -\arctan\left(\frac{-Y_{accl}}{\sqrt{X_{accl}^2 + Z_{accl}^2}}\right) & Y_{accl} < 0, Z_{accl} > 0 \\ -180 + \arctan\left(\frac{-Y_{accl}}{\sqrt{X_{accl}^2 + Z_{accl}^2}}\right) & Y_{accl} < 0, Z_{accl} < 0 \\ 180 + \arctan\left(\frac{-Y_{accl}}{\sqrt{X_{accl}^2 + Z_{accl}^2}}\right) & Y_{accl} > 0, Z_{accl} < 0 \\ -\arctan\left(\frac{-Y_{accl}}{\sqrt{X_{accl}^2 + Z_{accl}^2}}\right) & Y_{accl} > 0, Z_{accl} > 0 \end{cases} \dots\dots(6)$$

20

30

【 0 1 0 6 】

また、上述した式 (3)、(4) と同様に、式 (5) についても値域を広げるために関数 $\arcsin(x)$ ではなく、式 (6) に示すように関数 $\arctan(x)$ を利用することで計算エラーを回避することができる。この式 (5)、(6) も式 (3)、(4) と同様に、値域の制限や操作したい姿勢の計算精度等によって式を使い分けることが望ましい。これら式 (3) ~ 式 (6) によって、CPU 51 は、入力装置 10 のロール角 θ 及びピッチ角 ϕ を求めることができる。

【 0 1 0 7 】

40

次に、CPU 51 は、上述の計算から得られた入力装置 10 のロール角 θ 及びピッチ角 ϕ と、磁気センサ 16 から得られる各ローカル座標上の磁気強度を利用して、方位角 α と地磁気俯仰角 β を求める (ステップ S3)。これにより、表示装置 60 に対する入力装置 10 の傾きが分かる。

【 0 1 0 8 】

まず、方位角 α の算出方法について述べる。ローカル座標系の各 x y z 軸上の磁気センサ 16 の変位値をそれぞれ、 X_{mag} 、 Y_{mag} 、 Z_{mag} とする。磁気センサ 16 の変位値の合成ベクトルをグローバル座標 XY 平面に投影した値を X_H 、 Y_H 、 Z_H とすると、上述のロール角 θ とピッチ角 ϕ を用いて式 (7) が導出される。

【 0 1 0 9 】

50

【数7】

$$X_H = X_{mag} \cos(\theta) + Y_{mag} \sin(\theta) \sin(\varphi) + Z_{mag} \cos(\varphi) \sin(\theta)$$

$$Y_H = Y_{mag} \cos(\varphi) - Z_{mag} \sin(\varphi)$$

$$Z_H = X_{mag} \sin(\theta) - Y_{mag} \sin(\varphi) \cos(\theta) - Z_{mag} \cos(\varphi) \cos(\theta)$$

.....(7)

10

$$\alpha = \begin{cases} \arctan \frac{Y_H}{X_H} - 90 & X_H > 0 \\ \arctan \frac{Y_H}{X_H} - 270 & X_H < 0 \end{cases}$$

【0110】

CPU51は、式(7)を用いて、磁北(グローバル座標系Y軸方向)に対して入力装置10の正面方向が成す角度(方位)を求める。この方位は、操作対象物60bと入力装置10が成す角度へ変換するが、この変換方法については後述する。ここでは、XY水平面と地磁気方向がなす角であって、Y軸とベクトルHがなす角に相当する地磁気俯仰角 θ_H の算出方法について述べる。CPU51は、入力装置10から受け取ったローカル座標系における磁気値に基づいて、グローバル座標系における地磁気地磁気俯仰角 θ_H 、及び入力装置10の表示装置60に対する方位角を演算している。地磁気俯仰角 θ_H は上記の X_H 、 Y_H 、 Z_H を用いると式(8)のように算出できる。

20

【0111】

【数8】

$$\theta_H = \arctan \frac{Z_H}{\sqrt{X_H^2 + Y_H^2}} \quad \text{.....(8)}$$

30

【0112】

次に、地磁気俯仰角 θ_H の他の算出例について述べる。予め入力装置10の存在する場所の緯度、経度が分かる場合、もしくはGPS等によって緯度と経度が分かる場合、 θ_H は以下の式(9)でも求める事ができる。

【0113】

【数9】

$$\theta_H = 51^\circ 03'.804 + 73'745\Delta\phi - 9'472\Delta\lambda - 0.771\Delta\phi^2 - 0'.459\Delta\lambda\Delta\phi + 0'.359\Delta\lambda^2$$

40

ただし、

.....(9)

$$\begin{aligned} \Delta\phi &= \phi - 37^\circ N \\ \Delta\lambda &= \lambda - 138^\circ E \end{aligned}$$

【0114】

なお、式(9)は、地磁気俯仰角 θ_H の分布を緯度経度の2次式で近似したものであり、磁極の移動によって変化するため、定期的に更新して正確さを維持すればよい。また、地

50

磁気俯仰角 θ_H の取得に対して要求される精度によっては、式(9)の第2項までの1次近似で求めた値を用いることもできる。

【0115】

次に、CPU51は、上述した計算によって得られた方位角と加速度センサ14の変位値を利用して、ローカル座標系で検出された加速度と角速度をグローバル座標系に変換する最初の処理を行う(ステップS4)。この処理は、入力装置10が静止している状態での計算処理に該当する。

【0116】

まず、ステップS4に示す演算処理を述べる前に、軸の定義について、図16～図18を参照して説明する。

図16は、ローカル座標系で検出された加速度 a' 及び角速度 ω' の例を示す説明図である。

図17は、グローバル座標系に変換された加速度 a 及び角速度 ω の例を示す説明図である。

図18は、グローバル座標系における単位ベクトル i 、 j 、 k の例を示す説明図である。

【0117】

CPU51は、図16に示すローカル座標系で検出された加速度 a' 及び角速度 ω' を積分することで、入力装置10の速度、移動距離及び回転角度を求める。この際、ローカル座標上の加速度 a' 及び角速度 ω' を、図17に示すグローバル座標上の加速度 a 及び角速度 ω に変換する必要がある。

【0118】

そこでまず、図16に示すようにローカル座標系 x 、 y 、 z の各単位ベクトルをそれぞれ i 、 j 、 k とする。また、単位ベクトル i 、 j 、 k とグローバル座標 X Y 平面が成す角をそれぞれ α_x 、 α_y 、 α_z とする(図18を参照)。

【0119】

図18に示した α は、操作対象物60bが表示される表示装置60と入力装置10が成す角度である。ここで、図13ではグローバル座標 Y 軸上に操作対象物60bが表示される表示装置60があり、その方向は磁北であると仮定していた。しかし、実用上は表示装置60が常に磁北に設置されるとは限らない。そこで、表示装置60が設置される方位を C とし、式(7)で求めた入力装置10の方位角 α を利用すると、操作対象物60bが表示される表示装置60と入力装置10が成す角度 γ は、以下の式(10)で定義される。

【0120】

【数10】

$$\gamma = \alpha - C \quad \dots\dots(10)$$

【0121】

ここで、図16に示したローカル座標系の加速度 a' 及び角速度 ω' は、次式(11)を用いて、図17に示すグローバル座標系の加速度 a 及び角速度 ω で表現することができる。

【0122】

【数11】

$$a = E_n a'$$

$$\omega = E_n \omega' \quad \dots\dots(11)$$

$$E_n = [i, j, k]$$

10

20

30

40

50

【 0 1 2 3 】

ここで、行列 E_n は、ローカル座標系の基準単位ベクトル i 、 j 、 k を成分とする変換行列である。そして、ベクトルは、 x 、 y 、 z と から算出することができる。

【 0 1 2 4 】

まず、現在のフローでは、入力装置 10 が静止している状態で加速度 a 及び角速度 を計算したものであるため、各ローカル座標上の加速度センサ 14 の変位値を x 、 y 、 z とすると、 x 、 y 、 z は次式 (1 2) のように表される。

【 0 1 2 5 】

【数 1 2】

$$\theta_x = \arcsin \frac{\alpha_x}{g} \quad \theta_y = \arcsin \frac{\alpha_y}{g} \quad \theta_z = \arcsin \frac{\alpha_z}{g} \quad \dots\dots(12)$$

10

【 0 1 2 6 】

このとき、加速度センサ 14 の加速度の大きさ g は、 x 、 y 、 z を用いて次式 (1 3) のように表される。

【 0 1 2 7 】

【数 1 3】

$$g = \sqrt{\alpha_x^2 + \alpha_y^2 + \alpha_z^2} \quad \dots\dots(13)$$

20

【 0 1 2 8 】

式 (1 3) の g は、3軸の加速度センサ 14 の静止時の合成ベクトルであって、重力加速度のみが出力されていることから、約 9.8 m/s^2 の値になる。そして、式 (1 2) で求めた x 、 y 、 z と、式 (1 0) で求めた、入力装置 10 と表示装置 60 の成す角度 から、基準単位ベクトル i 、 j 、 k を成分とする $t = 0$ (静止時) の座標変換行列 E_0 は以下のようになる。

【 0 1 2 9 】

【数 1 4】

$$i = \begin{pmatrix} \cos \gamma \cos \theta_x \\ \sin \gamma \cos \theta_x \\ \sin \theta_x \end{pmatrix}$$

$$E_0 = [i, j, k]_0 \quad j = \begin{pmatrix} -\cos \gamma \tan \theta_x \sin \theta_y - \sin \gamma \frac{\sin \theta_z}{\cos \theta_x} \\ -\sin \gamma \tan \theta_x \sin \theta_y + \cos \gamma \frac{\sin \theta_z}{\cos \theta_x} \\ \sin \theta_y \end{pmatrix} \quad \dots\dots(14) \tag{10}$$

$$k = i \times j = \begin{pmatrix} \sin \gamma (\cos \theta_x \sin \theta_y + \tan \theta_x \sin \theta_x \sin \theta_y) - \cos \gamma \tan \theta_x \sin \theta_z \\ -\sin \gamma \tan \theta_x \sin \theta_z - \cos \gamma \frac{\sin \theta_y}{\cos \theta_x} \\ \sin \theta_z \end{pmatrix} \tag{20}$$

【 0 1 3 0】

次に、上述の計算から得られた座標変換行列 E_0 を利用して、ローカル座標上の加速度 a' 及び角速度 ω' を、グローバル座標上の加速度 a 及び角速度 ω に変換する（ステップ S5）。

【 0 1 3 1】

式（14）から、 $t = 0$ （静止時）における座標変換行列 E_0 が求められた。このため、座標変換行列 E_0 を用いて $t = 0$ におけるローカル座標上の加速度 a'_0 及び角速度 ω'_0 を、グローバル座標上の加速度 a_0 及び角速度 ω_0 に変換する。式（11）より、次式（15）が求まる。 30

【 0 1 3 2】

【数 1 5】

$$a_0 = E_0 a'_0 = E_0 \begin{bmatrix} a'_{x0} \\ a'_{y0} \\ a'_{z0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{x0} \\ a_{y0} \\ a_{z0} \end{bmatrix} \quad \dots\dots(15) \tag{40}$$

【 0 1 3 3】

【数 1 6】

$$\omega_0 = E_0 \omega'_0 = E_0 \begin{bmatrix} \omega'_{x0} \\ \omega'_{y0} \\ \omega'_{z0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{x0} \\ \omega_{y0} \\ \omega_{z0} \end{bmatrix} \quad \dots\dots(16)$$

【 0 1 3 4】

ここで式（15）、（16）の a'_{x0} 、 a'_{y0} 、 a'_{z0} 、 ω'_{x0} 、 ω'_{y0} 、 50

' z_0 はローカル座標系での各 x y z 軸の加速度センサ 14 の変位値及び角速度センサ 15 の変位値を示す。また、 a_{x_0} 、 a_{y_0} 、 a_{z_0} 、 ω_{x_0} 、 ω_{y_0} 、 ω_{z_0} は、グローバル座標系での X Y Z 軸の加速度及び角速度を示している。

【0135】

次に、CPU 51 は、上述の計算から得られたグローバル座標系の加速度 a 及び角速度を、それぞれグローバル座標系の移動距離及び回転角度に変換する（ステップ S 6 ~ S 8）。この演算では、例えば積分処理が行われる。そして、CPU 51 は、グローバル座標系における操作対象物 60 b の加速度から、グローバル座標系における操作対象物 60 b の速度及び移動距離を演算する。また、CPU 51 は、グローバル座標系における操作対象物 60 b の角速度から、グローバル座標系における操作対象物 60 b が移動する角度を演算する。なお、図 15 では、グローバル座標系の加速度、速度、移動距離、角速度、角度を、それぞれグローバル加速度、グローバル速度、グローバル移動距離、グローバル角速度、グローバル角度のように表記している。

10

【0136】

CPU 51 は、上記の式 (15)、(16) を用いて、グローバル座標での各 X Y Z 軸における入力装置 10 の加速度 a_{x_0} 、 a_{y_0} 、 a_{z_0} 、及び角速度 ω_{x_0} 、 ω_{y_0} 、 ω_{z_0} を算出する。さらに、後述する t_0 での処理を経ることで、各種センサからの変位値を取得する度に、座標変換を行って、グローバル座標での各 X Y Z 軸における入力装置 10 の加速度 a_0 及び角速度 ω_0 を得られる。なお、加速度 a_0 及び角速度 ω_0 を入力装置 10 の移動距離及び回転角度に変換するには、加速度 a_0 及び角速度 ω_0 を時間積分する必要がある。

20

【0137】

時間積分の方法については、台形法や中点法、シンプソン法等の各種積分処理を用いて行うが、各種積分方法についての詳細説明は割愛する。

【0138】

次に、入力装置 10 が運動を開始してから任意のタイミングでの座標変換（例えば $t = 0$ ）が終わった後、さらにその次のサンプリングタイミングで得られた各種センサからの変位値（ $t = 1$ ）の座標変換を引き続き行うのか否かを判別する（ステップ S 9）。これにより入力装置 10 が動作状態か停止状態かが分かる。

【0139】

式 (15)、(16) によって、グローバル座標での各 X Y Z 軸における入力装置 10 の加速度 a_{x_0} 、 a_{y_0} 、 a_{z_0} 、及び角速度 ω_{x_0} 、 ω_{y_0} 、 ω_{z_0} が算出される。この $t = 0$ の次のサンプリングタイミング（ $t = 1$ ）で、角速度センサ 15 が検出したローカル座標系での角速度を ω'_1 、その各要素を ω'_{1x} 、 ω'_{1y} 、 ω'_{1z} とする。この際、以下の式 (17) が成立すれば、それは入力装置 10 が動作状態であることを意味し、次のステップへ演算を進める。

30

【0140】

【数 17】

$$\|\omega'_1\| \neq 0 \quad \dots\dots(17)$$

40

【0141】

【数 18】

$$\|\omega'_1\| = 0 \quad \dots\dots(18)$$

【0142】

式 (18) が成立する場合は、それは入力装置 10 が動作を止めて停止状態にあることを意味するので、式 (1) の演算を行う、ステップ S 1 の座標変換演算スタート判別の処理に戻る。

50

【 0 1 4 3 】

一方、式(17)が成立すると、CPU51は、動作中と判別された入力装置10を、図16のベクトル'の回りにロール角'だけ回転させる3次元回転行列R'を求める(ステップS10)。

【 0 1 4 4 】

図16と図17より、入力装置10がベクトル'の回りにロール角'だけ回転した場合、各種センサからの変位値のサンプリング周期をtとすると、次式(19)が成立する。

【 0 1 4 5 】

【数19】

$$\theta = \Delta t |\omega'| \quad \dots\dots(19)$$

10

【 0 1 4 6 】

次に、'の単位ベクトルの各成分を、 λ 、 μ 、 ν とすると、単位ベクトルは次式(20)で表現することができる。

【 0 1 4 7 】

【数20】

$$[\lambda \quad \mu \quad \nu]^T = \frac{\omega'}{\|\omega'\|} \quad \dots\dots(20)$$

20

【 0 1 4 8 】

式(19)、(20)より、図16に示したベクトル'の回りにロール角'だけ回転させる3次元回転行列R'は以下の式(21)で示す事ができる。

【 0 1 4 9 】

【数21】

$$R^{\omega\theta} = \begin{bmatrix} \cos\theta + \lambda^2(1 - \cos\theta) & \lambda\mu(1 - \cos\theta) - \nu\sin\theta & \nu\lambda(1 - \cos\theta) + \mu\sin\theta \\ \lambda\nu(1 - \cos\theta) + \nu\sin\theta & \cos\theta + \mu^2(1 - \cos\theta) & \mu\nu(1 - \cos\theta) - \lambda\sin\theta \\ \nu\lambda(1 - \cos\theta) - \mu\sin\theta & \mu\nu(1 - \cos\theta) + \lambda\sin\theta & \cos\theta + \nu^2(1 - \cos\theta) \end{bmatrix} \quad \dots\dots(21)$$

30

【 0 1 5 0 】

次に、CPU51は、式(17)を経て運動中と判別された入力装置10をベクトル'の周りにロール角'だけ回転させた際の、ローカル座標系で検出された加速度と角速度をグローバル座標系に変換する座標変換行列を算出する(ステップS11)。

【 0 1 5 1 】

座標変換行列 E_n がベクトル'の回りにロール角'だけ回転するとき、新たな座標変換行列である E_{n+1} は3次元回転行列R'によって次式(22)のように表される。

【 0 1 5 2 】

【数22】

$$E_{n+1} = R^{\omega\theta} E_n \quad \dots\dots(22)$$

40

【 0 1 5 3 】

入力装置10が運動中の座標変換行列の更新は、サンプリング周期ごとに式(22)によって行われる。ここで、CPU51は、入力装置10から受け取ったローカル座標系に

50

おける角速度値に基づいて、グローバル座標系における操作対象物 60b の角速度に変換する変換行列 E_n を変換行列 E_{n+1} に更新する。この E_{n+1} を式 (15)、(16) に反映させることによりグローバル座標系での加速度及び角速度を求めることが可能になる。

【0154】

[視差の求め方]

ここで、図9と図10に示すようなグローバル座標系のX軸上に立体表示される操作対象物 60b は、グローバル座標における入力装置 10 の動きと、表示装置 60 に表示される映像の視差を関連づけることで可能になる。

【0155】

図19は、グローバル座標系におけるユーザと表示装置 60 の位置関係を示す説明図である。

図20は、図19に示した位置関係に加えて、ユーザの視差の例を示す説明図である。

【0156】

入力装置 10 を操作するユーザと、表示装置 60 の距離を L 、図20のように表示装置 60 の映像視差を P 、映像奥行きを D 、ユーザの眼球距離を E とすると次式 (23) が成立する。

$$D : P = (D + L) : E \quad \dots (23)$$

【0157】

【数23】

$$P = \frac{DE}{D+L} \quad \dots\dots(24)$$

【0158】

これは、例えば、 $E = 65 \text{ mm}$ 、 $L = 2 \text{ m}$ 、として表示装置 60 の奥 2.4 m ($D = 2.4 \text{ m}$) の位置に操作対象物 60b が表示されているように見せたい場合、 $P = 6 \text{ cm}$ となり、表示映像を 6 cm ずらせばよいことを意味する。ここで、図20のX軸における入力装置 10 の移動距離を T とする。このとき、次式 (25) に示すように定数 K によって映像視差 P を調整することで、錯覚による3次元映像である操作対象物 60b を、入力装置 10 を利用して操作することができる。

【0159】

$$P = K \cdot T \quad \dots (25)$$

【0160】

図21は、操作対象物 60b が表示装置 60 の手前に出てくるように見せる場合における説明図である。

この場合においても、式 (23)、(24) と同様に、次式 (26)、(27) より計算できる。

$$D : P = (D - L) : E \quad \dots (26)$$

【0161】

【数24】

$$P = \frac{DE}{D-L} \quad \dots\dots(27)$$

【0162】

例えば、 $E = 65 \text{ mm}$ 、 $L = 2 \text{ m}$ 、として表示装置 60 の手前 1.2 m ($D = 1.2 \text{ m}$) の位置に操作対象物 60b が表示されているように見せたい場合、 $P = 10 \text{ cm}$ となり、表示映像を 10 cm ずらせばよいことを意味する。そして、図21に示すX軸における入力装置 10 の移動距離を T とすると、式 (25) に示した定数 K によって映像視差 P を調整することで、錯覚による3次元映像である操作対象物 60b を、入力装置 10 を利用

10

20

30

40

50

して操作することができる。

【0163】

以上説明した一実施の形態例に係る制御システム100では、複数のセンサから取得した変位値を利用して様々な数値処理を行う。このとき、第2の座標系における入力装置の変位量を、第1の座標系における変位量に変換する変換行列を用いて、第1の座標系における変位量に相当する位置に操作対象物を動かす表示を行う。これにより、ユーザが入力装置を用いて操作しようとする方向に操作対象物を自然に動かすことができ、方向性のない入力装置であっても操作性が向上する。

【0164】

ここで、入力装置10に数値処理を行わせると、処理速度の遅延が起きたり、十分な計算精度得られなかったりする場合がある。このため、簡単な演算であるステップS1の箇所だけを入力装置10で処理し、複雑な演算であるステップS2～S11の箇所はCPU51で処理すればよい。また、入力装置10から、各種センサからの変位値のみを送信し、複雑な計算は制御装置50のCPU51で行うこともできる。

10

【0165】

一方、入力装置10に処理能力が高い演算集積回路を搭載することにより、入力装置10が全ての演算を行うことも可能である。数値計算処理を入力装置10で行うか、入力装置10外部の装置で行うかは、コストやチップサイズ、演算処理能力等の環境から適宜選択することが望ましい。また、信号の伝送方法はZigbee（登録商標）やBluetooth（登録商標）等の機器間通信でも、インターネットを経由した通信でも構わない。

20

【0166】

また、2次元又は3次元的に表示される操作対象物60bを操作する際、入力装置10の方向性に関係なくユーザの動作と操作対象物60bの動作を一致させることができる。本開示の計算方法を利用することで、装置の動きと操作対象物60bの動きの乖離を最小限に抑える事ができ、手元の確認等頻繁な視線変更を行う必要がなくなり、直感的な操作が可能になる。

【0167】

また、入力装置10が回転中だったり、入力装置10を保持しているユーザの手が細かく揺れていたりすることで、入力装置10が僅かな距離でも移動している場合がある。この場合でも、入力装置10は、ここに角速度センサ15を備えているので、表示装置60と入力装置10の位置関係を特定し、入力装置10そのもので操作対象物60bの操作を行うことができる。

30

【0168】

< 2 . 変形例 >

[表示装置の構成例]

なお、上述した実施の形態では、制御装置50が表示装置60に表示される操作対象物60bの動作表示を制御する構成としたが、表示装置70が単独で制御してもよい。ここでは、表示装置70の構成例を説明する。

【0169】

図22は、表示装置70の内部構成例を示すブロック図である。図22Aは、制御システム100の構成例を示し、図22Bは、表示装置70の内部構成例を示す。

40

【0170】

表示装置70は、表示部60aを備え、一般的なコンピュータ装置としての機能を有するディスプレイ体型のコンピュータ装置である。表示部60aには、操作対象物60bとして、丸形のアイコンと、四角形のアイコンが表示されている。そして、表示装置70の前には、入力装置10が操作可能な状態で置かれている（図22A）。

【0171】

表示装置70は、表示部60a、CPU73、ROM74、RAM75、通信部76、記憶部77を備える。

50

R O M 7 4 は不揮発性のメモリであり、C P U 7 3 の処理に必要な各種のプログラムが記憶される。R A M 7 5 は揮発性のメモリであり、C P U 7 3 の作業領域として用いられる。

【 0 1 7 2 】

通信部 7 6 は、不図示のアンテナ等を有しており、入力装置 1 0 から送信される各種の情報を受信する。また、通信部 7 6 は、入力装置 1 0 へ信号を送信することも可能である。

C P U 7 3 は、表示装置 7 0 内の各部の処理を実行しており、上述した制御装置 5 0 が備える C P U 5 1 と同様の制御を行うことができる。このため、C P U 7 3 は、送受信回路 1 7 から受信した各種の情報に基づいて、表示部 6 0 a に表示される操作対象物を制御している。

10

【 0 1 7 3 】

また、表示装置 7 0 は、不図示の操作部を備える。この操作部には、例えば、キーボードであり、ユーザは、この操作部を用いて初期設定、特殊設定等の設定を行う。操作部は、ユーザからの各種の指示を受付け、入力された信号を C P U 7 3 へ出力する。

このように、表示装置 7 0 は、制御装置 5 0 と上述した表示装置 6 0 を一体化した構成としてあるため、制御システム 1 0 0 の構成を簡素化することができる。

【 0 1 7 4 】

[他の変形例]

また、入力装置 1 0 と表示装置 6 0 との距離は操作感に寄与しないため、任意に設定できる。例えば、ロボットアーム、クレーン等を操作するための遠隔コントローラとして入力装置 1 0 を用い、表示装置 6 0 には実際に動くロボットアーム、クレーン等を表示することもできる。

20

【 0 1 7 5 】

また、操作対象物 6 0 b は、画面に表示される仮想的な物体であり、どのような物体であっても操作対象物 6 0 b として表示し、操作することができる。このため、コンピュータ装置の操作に不慣れなユーザであっても直感的に操作することが可能となる。

【 0 1 7 6 】

また、入力装置 1 0 の形状を球体としたが、球体以外の形状として形成してもよい。方向性のない形状として、例えば、正多面体、準正多面体の形状とすることもできる。

30

【 0 1 7 7 】

また、入力装置 1 0 は、9 軸のセンサデータを用いることができるが、常に全ての軸のセンサデータを用いる必要はない。一部のセンサデータだけを取り出して、操作対象物 6 0 b の操作に用いてもよい。

【 0 1 7 8 】

また、上述した実施の形態例における一連の処理は、ハードウェアにより実行することができるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、又は各種の機能を実行するためのプログラムをインストールしたコンピュータにより、実行可能である。例えば汎用のパーソナルコンピュータ等に所望のソフトウェアを構成するプログラムをインストールして実行させればよい。

40

【 0 1 7 9 】

また、上述した実施の形態例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体を、システムあるいは装置に供給してもよい。また、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（又は C P U 等の制御装置）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、機能が実現されることは言うまでもない。

【 0 1 8 0 】

この場合のプログラムコードを供給するための記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、C D - R O M、C D - R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、R O M 等を用いることができる。

50

【 0 1 8 1 】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、上述した実施の形態例の機能が実現される。加えて、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOS等が実際の処理の一部又は全部を行う。その処理によって上述した実施の形態例の機能が実現される場合も含まれる。

【 0 1 8 2 】

また、本開示は上述した実施の形態例に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した本開示の要旨を逸脱しない限りその他種々の応用例、変形例を取り得ることは勿論である。

【 0 1 8 3 】

なお、本開示は以下のような構成も取ることができる。

(1)

第1の座標系によって位置が規定される表示装置に表示される操作対象物への操作入力、第2の座標系によって位置が規定される入力装置になされると、前記入力装置の変位量に応じて変位値を出力する工程と、

前記変位値に基づいて前記第2の座標系における前記入力装置の変位量を演算する工程と、

前記第2の座標系における前記入力装置の変位量を、前記第1の座標系における変位量に変換する変換行列を用いて、前記操作対象物を前記第1の座標系における変位量に相当する位置に動かす表示を行う工程と、を含む

制御方法。

(2)

入力装置本体と、前記入力装置本体に収納され、前記入力装置本体の角速度を検知した角速度値を前記変位値に含めて出力する角速度センサを備える入力装置から受け取った前記第2の座標系における前記角速度値に基づいて、前記第1の座標系における前記操作対象物の角速度に変換する変換行列を更新する工程を含む

前記(1)記載の制御方法。

(3)

前記入力装置本体に収納され、前記入力装置本体の加速度及び重力加速度を検知した加速度値を前記変位値に含めて出力する加速度センサを備える入力装置から受け取った前記第2の座標系における前記加速度値に基づいて、前記入力装置が前記表示装置に向く方向で前記入力装置が回転するロール角を演算し、前記加速度値及び重力加速度に基づいて、前記第1の座標系に対する前記第2の座標系のピッチ角を演算する工程を含む

前記(1)又は(2)記載の制御方法。

(4)

前記変換行列は、前記第2の座標系における前記加速度値及び角速度値を、前記第1の座標系における前記操作対象物の加速度及び角速度に変換する

前記(1)～(3)のいずれかに記載の制御方法。

(5)

前記入力装置本体に収納され、地磁気の方角を検知した磁気値を前記変位値に含めて出力する磁気センサを備える入力装置から受け取った前記第2の座標系における前記磁気値に基づいて、前記第1の座標系における前記地磁気の方角、及び前記入力装置の前記表示装置に対する方位角を演算する工程を含む

前記(1)～(4)のいずれかに記載の制御方法。

(6)

前記第1の座標系における前記操作対象物の加速度から、前記第1の座標系における前記操作対象物の速度及び移動距離を演算し、前記第1の座標系における前記操作対象物の角速度から、前記第1の座標系における前記操作対象物が移動する角度を演算する工程を含む

前記(1)～(5)のいずれかに記載の制御方法。

10

20

30

40

50

(7)

第1の座標系によって位置が規定される表示装置に表示される操作対象物への操作入力
が、第2の座標系によって位置が規定される入力装置になされると、前記入力装置の変位
量に応じて出力された変位値に基づいて前記第2の座標系における前記入力装置の変位量
を演算する演算部と、

前記第2の座標系における前記入力装置の変位量を、前記第1の座標系における変位量
に変換する変換行列を用いて、前記操作対象物を前記第1の座標系における変位量に相当
する位置に動かす表示を行う表示制御部と、を備える
制御装置。

(8)

第1の座標系によって位置が規定される表示装置に表示される操作対象物への操作入力
が、第2の座標系によって位置が規定される入力装置になされると、前記入力装置の変位
量に応じて変位値を出力する手順、

前記変位値に基づいて前記第2の座標系における前記入力装置の変位量を演算する手順

、
前記第2の座標系における前記入力装置の変位量を、前記第1の座標系における変位量
に変換する変換行列を用いて、前記操作対象物を前記第1の座標系における変位量に相当
する位置に動かす表示を行う手順、を

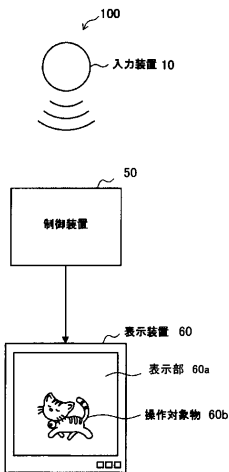
コンピュータに実行させるプログラム。

【符号の説明】

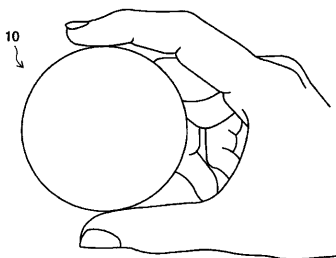
【0184】

10...入力装置、11...CPU、14...加速度センサ、15...角速度センサ、16...磁
気センサ、20...入力装置本体、50...制御装置、60...表示装置、100...制御システム

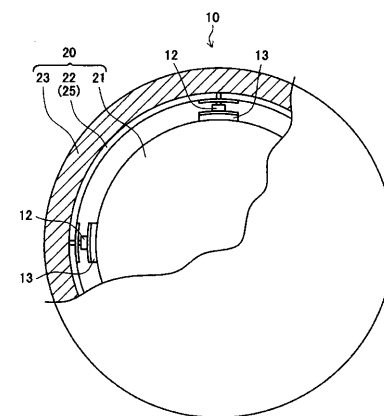
【図1】



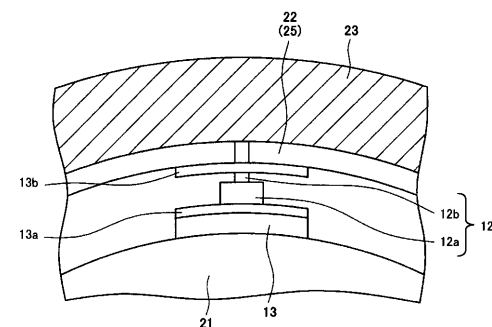
【図2】



【図3】



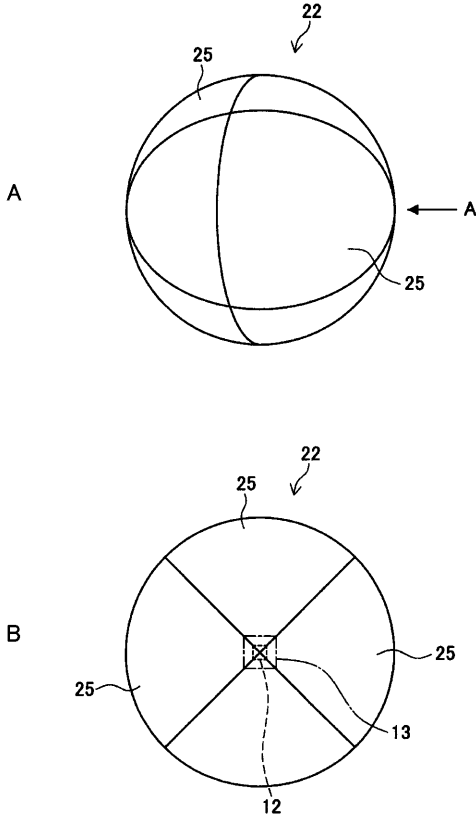
【図4】



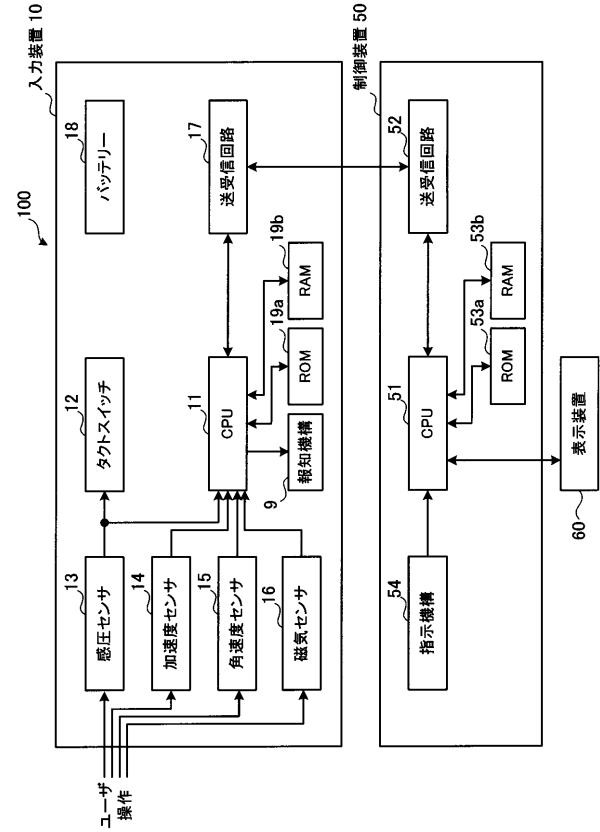
10

20

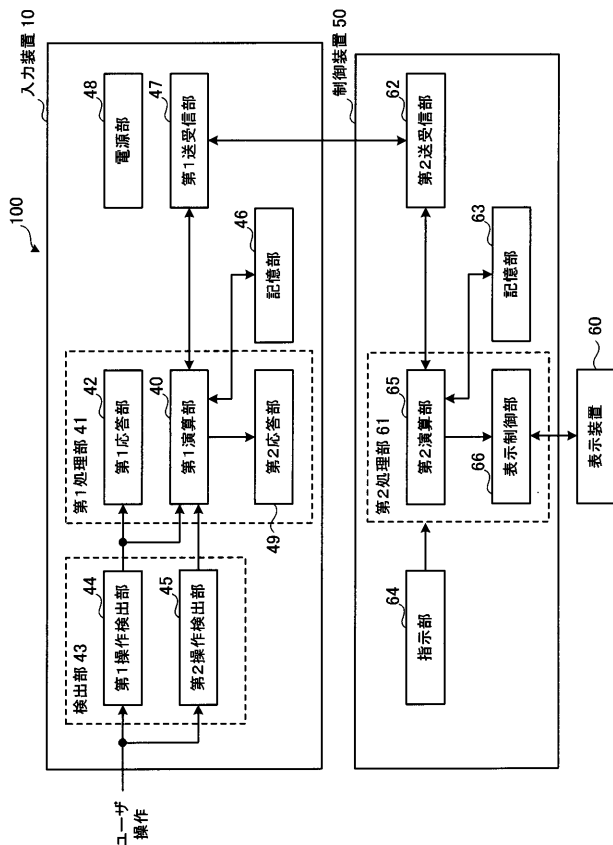
【図5】



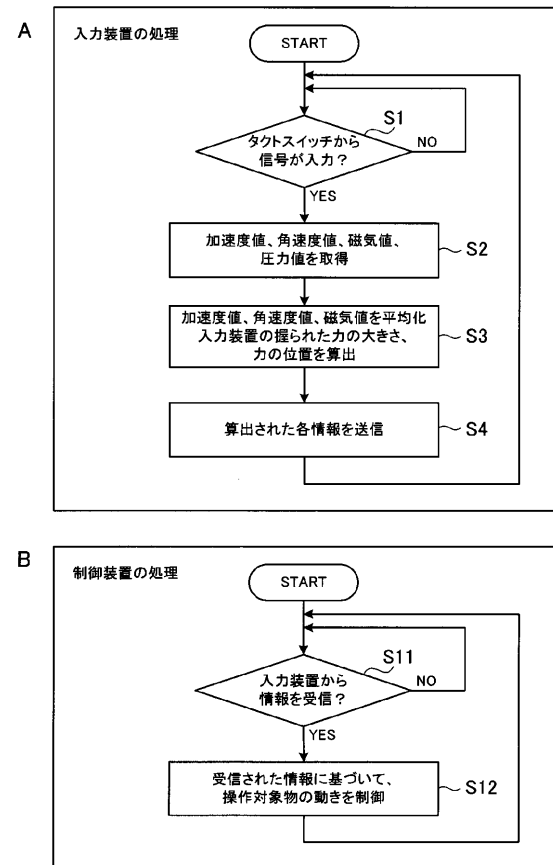
【図6】



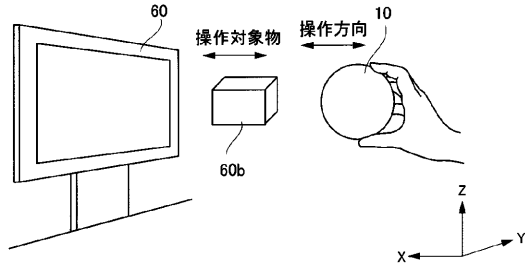
【図7】



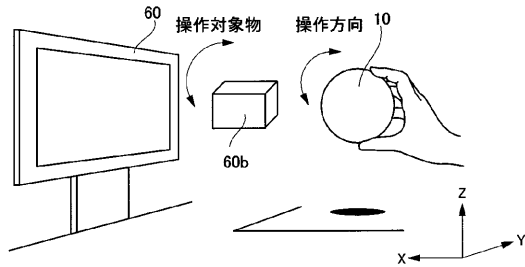
【図8】



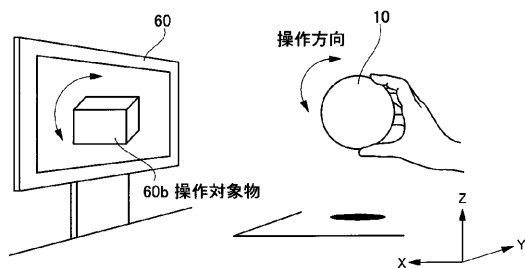
【図9】



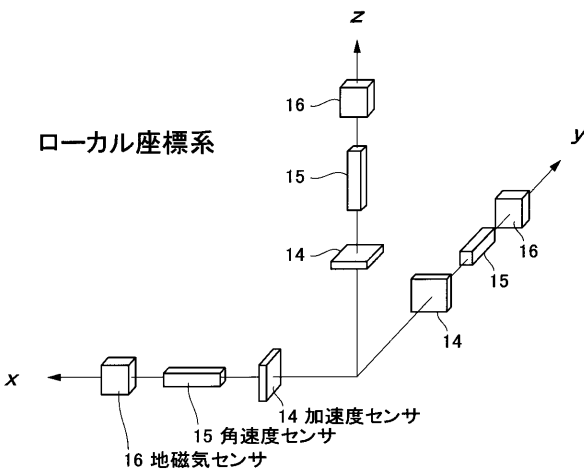
【図10】



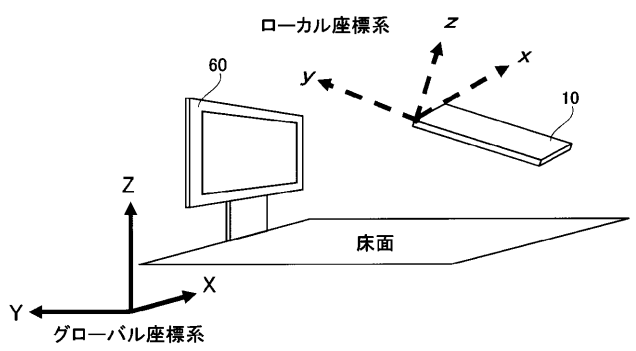
【図11】



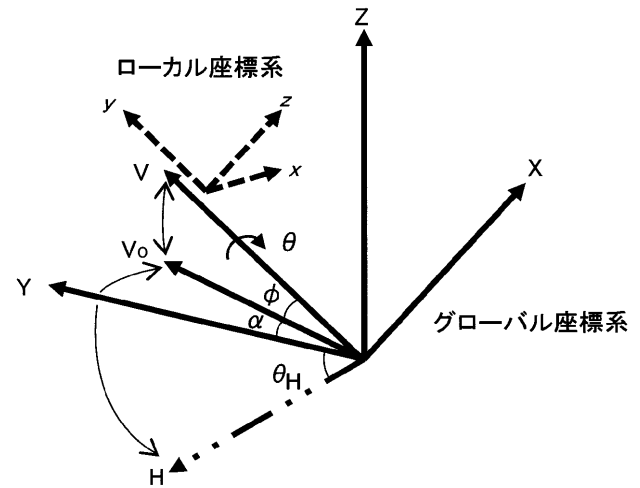
【図14】



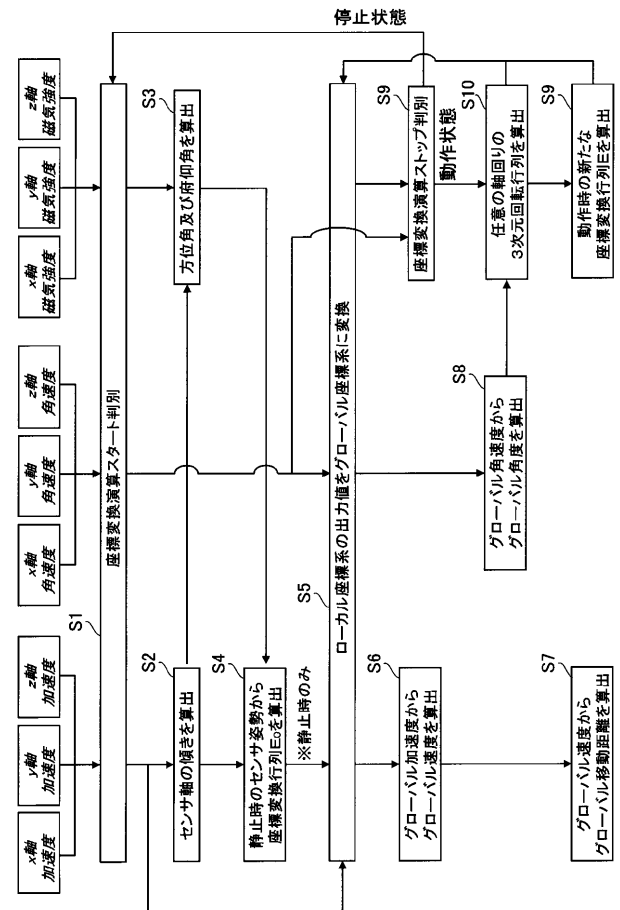
【図12】



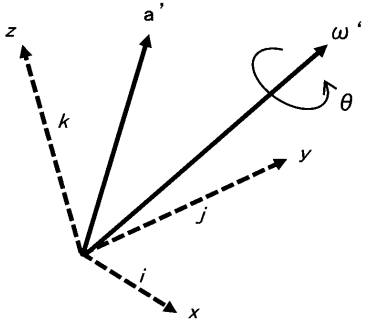
【図13】



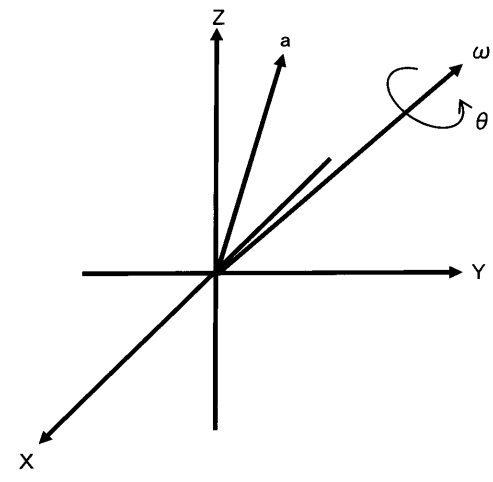
【図15】



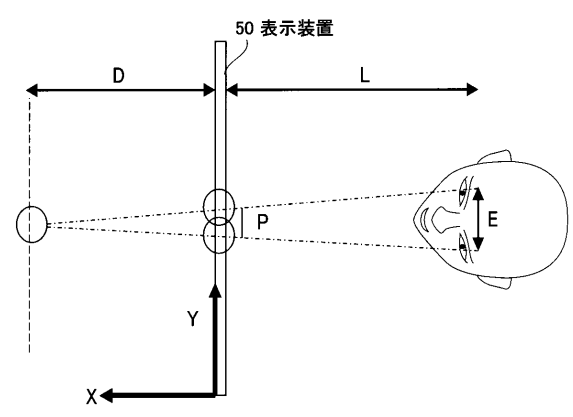
【図16】



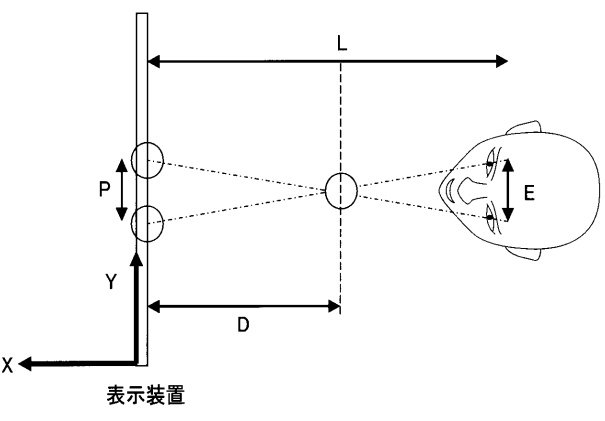
【図17】



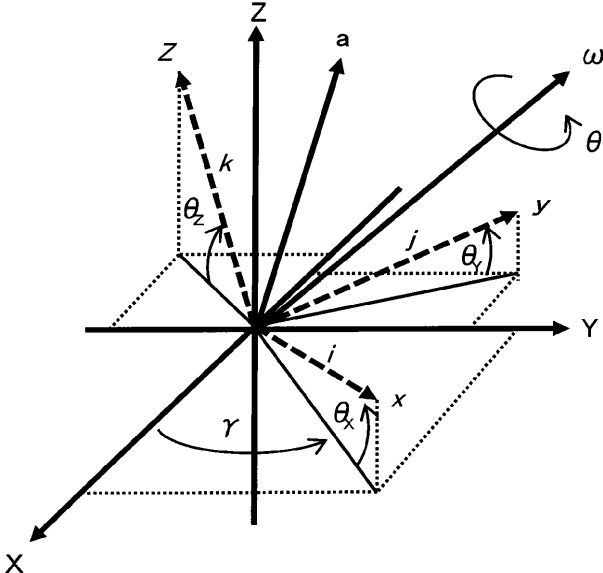
【図20】



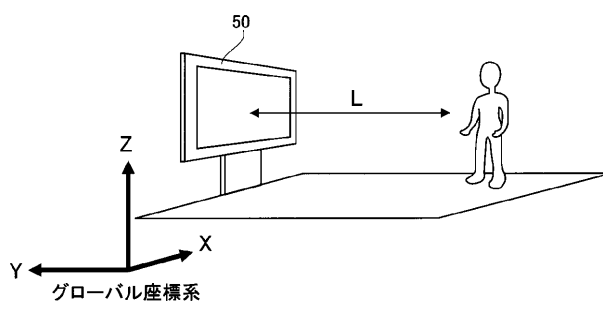
【図21】



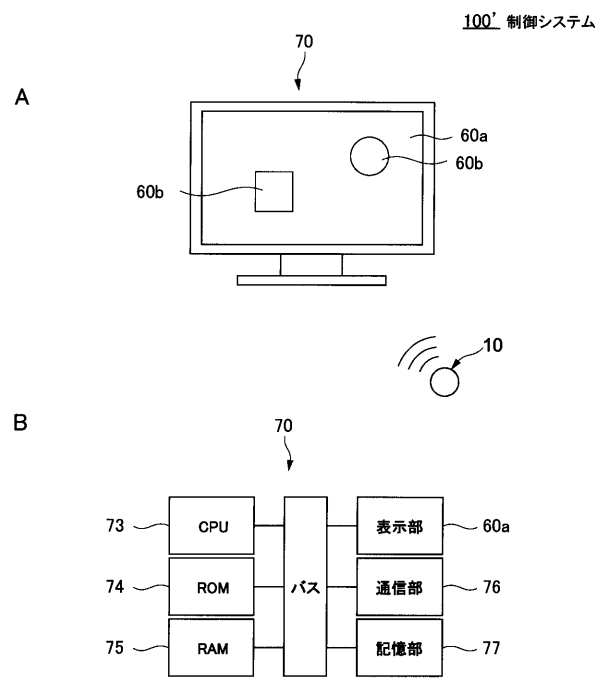
【図18】



【図19】



【図22】



フロントページの続き

- (72)発明者 後藤 哲郎
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 樺澤 憲一
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 中川 俊之
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- Fターム(参考) 5B087 AA09 AB02 BC12 BC13 BC34