

(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2023-148853
(P2023-148853A)

(43)公開日 令和5年10月13日(2023. 10. 13)

(51)Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 G 0 6 F 3/01 (2006.01) G 0 6 F 3/01 5 6 0 5 E 5 5 5
 G 0 6 F 3/01 5 1 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21)出願番号	特願2022-57118(P2022-57118)	(71)出願人	000142595 株式会社栗本鐵工所 大阪府大阪市西区北堀江1丁目12番19号
(22)出願日	令和4年3月30日(2022. 3. 30)	(74)代理人	100114557 弁理士 河野 英仁
		(74)代理人	100078868 弁理士 河野 登夫
		(72)発明者	赤岩 修一 大阪府大阪市西区北堀江1丁目12番19号 株式会社栗本鐵工所内
		(72)発明者	木野井 慶介 大阪府大阪市西区北堀江1丁目12番19号 株式会社栗本鐵工所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制御装置、制御方法、触覚提示システム及びコンピュータプログラム

(57)【要約】

【課題】触覚提示装置における処理負荷を軽減させる制御装置、制御方法、触覚提示システム及びコンピュータプログラムを提供する。

【解決手段】操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置の制御装置であって、前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておき、選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力する。

【選択図】 図3

110

視覚データ

対象物ID:ボール(フワフワ)	
変位(角度)	画像
0	
1	
2	
3	
⋮	⋮
N	
⋮	⋮
89	
90	

聴覚データ

対象物ID:ボール(フワフワ)	
相対変位量(角度)	音声
0	
1	
2	
⋮	⋮
47	
48	
⋮	⋮
56	
75	
76	

触覚データ

対象物ID:ボール(フワフワ)	
相対変位量(角度)	電流値[A]
0	0.05
1	0.23
2	0.68
⋮	⋮
47	0.76
48	0.36
⋮	⋮
56	0.22
75	0.37
76	0.16

対象物ID:ボール(フワフワ)

対象物ID:ボール(フワフワ)	
開始変位量(角度)	5
⋮	⋮

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置の制御装置であって、

前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておく、

選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、

10

変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力する制御装置。

【請求項 2】

前記制御データは、前記対象物の触覚の提示範囲外に対応する変位量のデータを含まない

請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記相対変位量に対応付けられて記憶されている制御データ、及び、前記開始変位量の少なくともいずれか一方の調整を受け付ける

20

請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置の制御方法であって、

前記触覚提示装置に接続されるコンピュータが、

前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておく、

選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、

30

変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力する処理部を含む制御方法。

【請求項 5】

操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置と、

前記触覚提示装置と通信接続し、表示部を備える情報処理装置とを含み、

40

前記情報処理装置は、

前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておく、

選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、

変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力し、

視覚データに基づき、前記変位部の変位量に応じて前記表示部に画像を出力する触覚提示システム。

50

【請求項 6】

操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置に接続されるコンピュータに、

前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておく、

選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、

変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力する処理を実行させるコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、触覚提示装置にて提示される触覚の知覚度を向上させる制御装置、制御方法、触覚提示システム及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

人間の五感のうち、視覚及び聴覚に係る画像及び音声の伝達技術が高精度化しており、昨今では、触覚を提示する技術（ハプティクス）が種々提案されている。

【0003】

触覚の提示技術としては、タッチパネル内蔵のディスプレイに表示された物体の画像に触れた際の振動、主に三種の振動（ERM：Eccentric Rotating Mass、LRA：Linear resonant Actuator、 piezo素子）での再現が提案されている。しかしながらタッチパネル上での触覚提示では、より深部での触覚、つまり手指の皮膚のみならず、筋や腱で生じる力覚まで再現することは困難である。

【0004】

発明者らは、磁気粘性流体に対する知見に基づいて、操作者が操作可能であって、対象物によって異なる感触を再現する触覚提示装置を提案した（特許文献1等）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特許第6906275号

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

触覚提示装置は、操作者の手に装着できるコンパクトな構成を有し、その構成は簡易であることが望ましい。また、感触であるから制御のレスポンススピードが高いことが望ましい。

【0007】

本発明は、斯かる事情を鑑みてなされたものであり、触覚提示装置における処理負荷を軽減させる制御装置、制御方法、触覚提示システム及びコンピュータプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本開示の一実施形態の制御装置は、操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置の制御装置であって、前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚

を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておき、選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力する。

【0009】

本開示の一実施形態の制御方法は、操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置の制御方法であって、前記触覚提示装置に接続されるコンピュータが、前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておき、選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力する。

10

【0010】

本開示の一実施形態のコンピュータプログラムは、操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置に接続されるコンピュータに、前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておき、選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力する。

20

【0011】

本開示の制御装置、制御方法及びコンピュータプログラムでは、変位部が所定の変位量まで変位した場合に、力覚を提示し始める、その所定の変位量を開始変位量として記憶している。また、本開示の制御装置では、その開始変位量からの相対的な変位量に対応付けて、対象物の感触を提示するための制御データが記憶されている。これにより、記憶しておくデータ量を少なくすることができる。

【0012】

本開示の一実施形態の制御装置では、前記制御データは、前記対象物の触覚の提示範囲外に対応する変位量のデータを含まない。

30

【0013】

本開示の制御装置では、制御データは、開始変位量からの相対的な変位量においても、力覚を生じさせない範囲、即ち対象物の感触が発せられる範囲外の変位量のデータ及びそれに対応する制御データは含まれない。これにより、データがコンパクト化される。

【0014】

本開示の一実施形態の制御装置は、前記相対変位量に対応付けられて記憶されている制御データ、及び、前記開始変位量の少なくともいずれか一方の調整を受け付ける。

【0015】

本開示の一実施形態の触覚提示システムは、操作者の操作に対して変位可能に設けられた変位部を有し、変位部の変位量に応じて、前記変位部への操作に対する力覚を生じさせ、表示される対象物の触覚を提示する触覚提示装置と、前記触覚提示装置と通信接続し、表示部を備える情報処理装置とを含み、前記情報処理装置は、前記変位部にて前記力覚の提示を開始する開始変位量と、前記開始変位量からの相対変位量に対応付けた前記力覚を生じさせるための制御データとを、前記対象物毎に記憶しておき、選択された対象物に対応する開始変位量と、前記相対変位量毎の制御データとに基づき、前記記憶されてある制御データを、前記変位部の絶対変位量に対応付けた制御データに変換し、変換後の制御データを、前記触覚提示装置へ出力し、視覚データに基づき、前記変位部の変位量に応じて前記表示部に画像を出力する。

40

50

【 0 0 1 6 】

本開示の触覚提示システムでは、変位部が所定の変位量まで変位した場合に、感触として力覚を生じさせ始める、その所定の変位量を開始変位量として記憶している。これに対し、触覚データに同期させて出力される画像は、開始変位量より少ない変位量に対しても画像が表示されるとよい。また、スピーカを用いて聴覚を出力する場合には、開始変位量と同一のタイミングからのデータが記憶されて用いられるとよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本開示によれば、触覚提示装置での触覚提示の制御に用いるデータをコンパクトとし、処理の負荷を軽減させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 触覚提示システムを示す模式図である。

【 図 2 】 情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 感覚 D B の内容例を示す説明図である。

【 図 4 】 触覚提示装置の構成を示すブロック図である。

【 図 5 】 触覚提示システムにおける触覚提示の基本処理手順の一例を示すフローチャートである。

【 図 6 】 触覚提示システムにおける触覚提示の基本処理手順の一例を示すフローチャートである。

【 図 7 】 触覚提示システムにおける触覚提示の例を示す概要図である。

【 図 8 】 触覚データ又は開始変位量の調整方法の説明図である。

【 図 9 】 第 2 実施形態の触覚提示システムにおける触覚提示の基本処理手順の一例を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 第 2 実施形態の触覚提示システムにおける触覚提示の基本処理手順の一例を示すフローチャートである。

【 図 1 1 】 第 3 実施形態における触覚提示システムの概要図である。

【 図 1 2 】 第 3 実施形態の H M D の構成を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

本開示をその実施の形態を示す図面を参照して具体的に説明する。以下の実施の形態では、触覚提示システムにおける設定方法の実施について説明する。

【 0 0 2 0 】

(第 1 実施形態)

図 1 は、触覚提示システム 1 0 0 を示す模式図である。触覚提示システム 1 0 0 は、情報処理装置 1 と、触覚提示装置 2 とを含む。情報処理装置 1 と、触覚提示装置 2 とは近距離無線通信で通信接続され、相互にデータを授受する。

【 0 0 2 1 】

情報処理装置 1 は、図 1 に示すようにスマートフォンを用いる。情報処理装置 1 は、スマートフォンでなく、タブレット端末であってもよいし、ラップトップ型の P C (Personal Computer) であってもよい。

【 0 0 2 2 】

触覚提示装置 2 は、操作者が指を変位部 2 0 2 に沿えて持ちながら指を動かして操作できる装置である。触覚提示装置 2 は、操作者が指を動かすことで変位する変位部 2 0 2 の位置を読み取り、内蔵する M R F (Magneto-Rheological Fluid) デバイス 2 4 をその位置に応じて制御して操作者の変位部 2 0 2 への操作に対する反力 (回転抵抗) により力覚を生じさせ、触覚を提示する装置である。触覚提示装置 2 の変位部 2 0 2 の態様は、図 1 に示すようなものに限られず、スティック状であってもよいし、カバーに覆われたクッション状のものであってもよい。触覚提示装置 2 は、M R F デバイス 2 4 に代えて、モータや piezo 素子などを採用し、操作者の操作に対し回転力や振動により力覚を生じさせるも

のでもよく、変位部 2 0 2 の他、振動や温感、冷感を提示するものと組み合わせられてもよい。地面や壁に設置し、操作者の手のひらや足等で操作される構造でもよい。

【 0 0 2 3 】

触覚提示システム 1 0 0 では、触覚提示装置 2 は、情報処理装置 1 と連携し、情報処理装置 1 又は他の表示装置やスピーカ等を用いて対象物の画像及び音声を出力させながら、対象物の触覚を触覚提示装置 2 で出力させる。図 1 に示す例では、情報処理装置 1 の表示部 1 3 に、柔らかな物体を表示させ、操作者が触覚提示装置 2 の変位部 2 0 2 を指で押し込むと、触覚提示装置 2 がグニャリ、若しくはフワフワとした触覚を出力させつつ、表示部 1 3 に、物体が、押し込まれたように変化する画像を表示させ、音声出力部 1 4 にて物体が押し込まれたことに対応する「グニャリ」と聞こえるような音声を出力する。

10

【 0 0 2 4 】

図 2 は、情報処理装置 1 の構成を示すブロック図である。情報処理装置 1 は、処理部 1 0、記憶部 1 1、通信部 1 2、表示部 1 3、音声出力部 1 4 及び操作部 1 5 を備える。処理部 1 0 は、C P U (Central Processing Unit) 及び / 又は G P U (Graphics Processing Unit) を用いたプロセッサである。処理部 1 0 は、記憶部 1 1 に記憶されている触覚提示用の制御プログラム P 1 に基づき、後述する処理を実行する。

【 0 0 2 5 】

記憶部 1 1 は、フラッシュメモリ、S S D (Solid State Drive) 等の不揮発性メモリを用いる。記憶部 1 1 は、処理部 1 0 が参照するデータを記憶する。制御プログラム P 1 (プログラム製品) は、通信部 1 2 を介して情報処理装置 1 又は他のプログラムサーバ装置からダウンロードして実行可能に記憶したものである。記憶部 1 1 に記憶されている制御プログラム P 1 は、コンピュータから読み取り可能な記憶媒体 8 に記憶されていたコンピュータプログラム P 8 を処理部 1 0 が読み出して記憶したものであってもよい。

20

【 0 0 2 6 】

記憶部 1 1 は、出力する対象物の触覚データ、視覚データ及び聴覚データを含む感覚データベース (D B : Data Base) 1 1 0 を記憶する。感覚 D B 1 1 0 は、対象物を識別する対象物 I D に対応付けて、触覚提示装置 2 における変位部 2 0 2 の相対変位量毎に、その相対変位量において出力すべき触覚データ、及び聴覚データ (音声) と、変位部 2 0 2 の変位量毎の視覚データ (画像) を格納している (図 3 参照)。感覚 D B 1 1 0 は、対象物 I D に対応付けて、触覚又は聴覚の提示開始位置に相当する変位部 2 0 2 の変位量 (以下、開始変位量という) を格納している。

30

【 0 0 2 7 】

通信部 1 2 は、近距離無線通信、例えば Bluetooth (登録商標) の通信モジュールである。処理部 1 0 は、通信部 1 2 によって触覚提示装置 2 との間でデータを送受信できる。

【 0 0 2 8 】

表示部 1 3 は、液晶ディスプレイ、有機 E L (Electro Luminescence) ディスプレイ等のディスプレイである。表示部 1 3 は例えば、タッチパネル内蔵型ディスプレイである。処理部 1 0 は、表示部 1 3 に、制御プログラム P 1 に基づき、触覚提示装置 2 で触覚を出力させるための操作画面や対象物の画像を表示する。

【 0 0 2 9 】

音声出力部 1 4 は、スピーカ等を含む。処理部 1 0 は、制御プログラム P 1 に基づき、対象物の音声、音楽等を音声出力部 1 4 から出力させる。

40

【 0 0 3 0 】

操作部 1 5 は、処理部 1 0 との間で入出力が可能なユーザインタフェースであって、表示部 1 3 内蔵のタッチパネルである。操作部 1 5 は、物理ボタンであってよい。操作部 1 5 は、音声入力部であってよい。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、感覚 D B 1 1 0 の内容例を示す説明図である。感覚 D B 1 1 0 は、図 3 に示すように、対象物 I D に対応付けて、変位部 2 0 2 の相対変位量 (角度) 毎の触覚提示装置 2 の M R F デバイスへの電流の電流値を触覚データとして格納している。電流値に限らず

50

、電圧値等であってもよい。また、感覚DB110は、対象物IDに対応付けて、開始変位量を格納している。ここで相対変位量は、開始変位量からの差分に対応する。対象物は複数であり、触覚を提示する物として実在する物体、例えば、ボール又は風船等の静物、グミ、野菜、又は果物等の食べ物、犬、猫又は魚等の動物を含んでもよいし、スライムやモンスター等のキャラクタを含んでもよい。

【0032】

感覚DB110の変位部202の相対変位量と、電流値との関係は、変位部202の可動範囲の実際の寸法と、対象物の寸法とに合わせて設定されている。例えば、変位部202の可動範囲が50mmであり、対象物が小さなグミのような破裂しない球体であって大きさが15mmに設定されている場合、触覚データにおける相対変位量は、図3に示すように、15mm程度に対応する範囲の分だけ存在する。また、対象物がソファの座面のような大きな物体であって大きさが変位部202の可動範囲を大きく超える場合、触覚データでは、ソファの座面表面から50mmまでの感触を提示するような電流値が設定される。対象物がモンスター等の仮想的なキャラクタの場合は、そのキャラクタの設定に応じた大きさに基づいて電流値が設定される。

10

【0033】

感覚DB110は、同様に、対象物IDに対応付けて、変位部202の相対変位量(角度)毎の音声を聴覚データとして格納している。聴覚データは、対象物に触れた場合に発せられる音声を再現した音声データである。聴覚データは、各角度によって異なる波形データであってもよい。各角度に対応する音声のタイムスタンプであってもよい。

20

【0034】

感覚DB110は、対象物IDに対応付けて、変位部202の変位量(角度)毎の画像(フレーム画像)を視覚データとして格納している。視覚データは、触覚データ及び聴覚データと異なり、接触する前から視覚で捉えられるものであるから、変位部202の可動範囲(例えば0°~90°)の全範囲に対応付けて、画像データが対応付けられている。ここでフレーム画像は、連続して表示することでアニメーション画像として認識される、1つの静止画像である。

【0035】

図4は、触覚提示装置2の構成を示すブロック図である。触覚提示装置2は、図1に示したように、扁平な有底円筒状の把持体200に周方向に一部沿うような湾曲部を有する帯状平板の変位部202を設けて構成される。変位部202は、それ自体が撓むことが可能な素材であるが、剛性の高い素材を採用し、把持体200と支軸を介して回動可能に支持されていてもよい。変位部202の先端の外側の面には、布テープ状の結束具203が設けられている。変位部202の先端の内側面は、把持体200内部に収容されているMRFデバイス24のロータの回転軸と連結するリンク機構204が設けられている。

30

【0036】

操作者は図1に示したように、把持体200を例えば親指と中指とで把持しつつ、人差し指等の指を変位部202に沿わせて結束具203に人差し指を差し込んで使用する。操作者は人差し指を押し込むように変位部202を動かすことができ、また、人差し指を伸ばして把持体200から変位部202を遠ざけるように動かすことができる。

40

【0037】

触覚提示装置2は、図1に示すような把持体200と、制御部20、記憶部21、通信部22、電源部23、MRFデバイス24、センサ25を備える。把持体200は、MRFデバイス24を内蔵する。制御部20、記憶部21、通信部22、及び電源部23は把持体200と一体に設けられてもよいし、把持体200と無線又は有線により接続される別体に設けられてもよい。

【0038】

制御部20は、CPU、MPU(Micro-Processing Unit)等のプロセッサ、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)等のメモリを含む。制御部20は、例えばマイクロコントローラである。制御部20は、内蔵ROMに記憶されている制御

50

プログラム P 2 に基づいて各構成部を制御し、触覚提示を実現する。

【 0 0 3 9 】

記憶部 2 1 は、制御部 2 0 に対する補助記憶メモリであり、M R F デバイス 2 4 の制御データ（触覚データ）を書き換え可能に記憶する。

【 0 0 4 0 】

通信部 2 2 は、近距離無線通信、例えばBluetooth（登録商標）の通信モジュールである。制御部 2 0 は、通信部 2 2 によって情報処理装置 1 との間でデータを送受信できる。

【 0 0 4 1 】

制御部 2 0 は、電源部 2 3、M R F デバイス 2 4 及びセンサ 2 5 と I / O を介して接続されており、相互に信号を授受する。

【 0 0 4 2 】

電源部 2 3 は、充電可能なバッテリーを含む。電源部 2 3 は、O N 状態になると各構成部及び M R F デバイス 2 4 へ電力を供給する。

【 0 0 4 3 】

M R F デバイス 2 4 は、円板状のロータを、隙間を開けて挟むようにして設けられたヨークを有し、ヨークに設けられたコイルに制御電流を流して磁界を発生させ、隙間に封入されている磁気粘性流体の粘度（ずり応力）を制御してロータの回転抵抗を与える。制御部 2 0 が、M R F デバイス 2 4 への制御電流の大きさを制御すると即座に回転抵抗が変更される。

【 0 0 4 4 】

センサ 2 5 は、変位部 2 0 2 の変位量（角度）を測定して制御部 2 0 へ出力する。センサ 2 5 は変位部 2 0 2 の変位を、角度として測定して出力する。センサ 2 5 は、ジャイロセンサ、加速度センサ等の複数のセンサから構成されてもよい。

【 0 0 4 5 】

上述のように構成される触覚提示装置 2 では、変位部 2 0 2 が操作者によって操作されると、変位部 2 0 2 の変位がリンク機構 2 0 4 を介して M R F デバイス 2 4 のロータの回転軸への回転方向に伝達される。回転軸は、M R F デバイス 2 4 が動作していない場合、即ち制御電流がゼロである間は、自由に回転するため、変位部 2 0 2 は抵抗なく変動する。一方で、M R F デバイス 2 4 が動作し、制御電流がゼロでない場合には、M R F デバイス 2 4 へ流れる電流の大きさに応じて M R F デバイス 2 4 内部の磁気粘性流体の粘度（ずり応力）が変更される。制御部 2 0 が、M R F デバイス 2 4 への電流の大きさを連続的に変更したり、電流値を所定の周波数で振動させたりすることで、変位部 2 0 2 に対する抵抗の力やその出現方法を変更できる。

【 0 0 4 6 】

このようにして触覚提示装置 2 は、変位部 2 0 2 の押し込む量（変位量）に応じて抵抗（電流値）を変動させてヌルリとした触覚を提示したり、押し込む量が大きくなるにつれて抵抗を大きくしてギョウとした固さの触覚を提示したり、抵抗の大小を繰り返してザクザクとした触覚を提示したりすることができる。

【 0 0 4 7 】

図 5 及び図 6 は、触覚提示システム 1 0 0 における触覚提示の基本処理手順の一例を示すフローチャートである。情報処理装置 1 の処理部 1 0 は、操作者が制御プログラム P 1 を起動させ、触覚提示装置 2 の電源を O N とすると、触覚提示装置 2 と連携して以下の処理を開始する。

【 0 0 4 8 】

処理部 1 0 は、触覚を表示する対象物の候補のリストを含む操作画面を表示部に表示し（ステップ S 1 0 1）、対象物の選択を受け付ける（ステップ S 1 0 2）。処理部 1 0 は、選択された対象物の対象物 I D に対応する触覚データ、聴覚データ（音声）、開始変位量、及び視覚データ（画像）を記憶部 1 1 の感覚 D B 1 1 0 から読み出す（ステップ S 1 0 3）。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

処理部 10 は、読み出した触覚データを、開始変位置に相対変位置を加算した絶対変位置とする触覚データに変換し、一時記憶する（ステップ S 104）。処理部 10 は、読み出した聴覚データを、開始変位置及び開始変位置に相対変位置を加算した絶対変位置とする聴覚データに変換し、一時記憶する（ステップ S 105）。

【0050】

処理部 10 は、読み出した視覚データを、一時記憶する（ステップ S 106）。

【0051】

処理部 10 は、触覚提示装置 2 と通信部 12 による通信を確立させ（ステップ S 107）、一時記憶した変換後の触覚データを、触覚提示装置 2 へ送信する（ステップ S 108）。処理部 10 は、表示部 13 に触覚提示を開始することを表示させる（ステップ S 109）。

10

【0052】

触覚提示装置 2 の制御部 20 は、触覚データを受信すると（ステップ S 201）、記憶部 21 に記憶する（ステップ S 202）。

【0053】

制御部 20 は、センサ 25 から出力される変位部 202 の変位置（角度）に対応する信号をサンプリングする（ステップ S 203）。制御部 20 は、サンプリングにより得られる変位置を、情報処理装置 1 へ送信し（ステップ S 204）、得られた変位置に対応する電流値を、ステップ S 202 で記憶部 21 に記憶した触覚データから参照し（ステップ S 205）、参照した電流を MRF デバイス 24 へ出力し（ステップ S 206）、処理をステップ S 203 へ戻す。ステップ S 205 において、得られた変位置に対応する変位置が触覚データから参照できない（含まれていない）場合、制御部 20 は、ステップ S 206 の処理をスキップする。ステップ S 203 - S 206 の処理は、情報処理装置 1 側で終了させる操作がされるまで継続する。

20

【0054】

情報処理装置 1 は、触覚提示装置 2 から変位置を受信し（ステップ S 110）、処理部 10 は、受信した変位置に対応する画像及び音声を一時記憶している視覚データ及び変換後の聴覚データから参照する（ステップ S 111）。処理部 10 は、参照した視覚データ及び聴覚データそれぞれを表示部 13 及び音声出力部 14 から出力させ（ステップ S 112）、処理をステップ S 110 へ戻す。触覚提示装置 2 から変位置が送信される都度、情報処理装置 1 は、それに対応する画像及び音声を出力する。

30

【0055】

処理部 10 は、終了操作がされたか否かを判断する（ステップ S 113）。終了操作がされていないと判断された場合（S 113：NO）、処理をステップ S 110 へ戻し、ステップ S 110 - S 113 の処理を繰り返す。

【0056】

終了操作がされたと判断された場合（S 113：YES）、と処理部 10 は、表示を終了して触覚提示装置 2 との通信を切断し（ステップ S 114）、処理を終了する。

【0057】

図 7 は、触覚提示システム 100 における触覚提示の例を示す概要図である。図 7 には、触覚提示装置 2 に送信される触覚データにおける変位置に対応して表示部 13 に表示される画像の変化及び音声の変化を示す。図 7 に示すように、変位部 202 の押し込み量（変位置）に応じて、画像が変化し、触覚に対応する凹み方が変わる。詳細には 10° の開始変位置から、指が接触し始める変位置で触覚提示装置 2 において触覚が提示されると共に、画像が変化している。図 7 に示すように、画像中に、操作者の指の画像を表示する場合、指の接触、即ち MRF デバイス 24 へゼロでない電流値が出力される開始変位置から、画像における指の画像が対象物に触れるように表示されるようにしてもよい。

40

【0058】

このように触覚を提示する触覚提示システム 100 では、触覚データを、開始変位置からの相対的な変位置のデータとして感覚 DB 110 で格納している。これにより、触覚デ

50

ータのサイズをコンパクトにし、処理負荷を軽減させることが期待できる。

【 0 0 5 9 】

(第 2 実施形態)

開始変位量と、触覚データとを別のデータとして記憶していることにより、開始変位量のみ、操作者それぞれについて調整することや、触覚データのみ、スケールに応じて伸縮するといった調整が容易になる。

【 0 0 6 0 】

第 2 実施形態における触覚提示システム 1 0 0 の構成は、調整方法以外は、第 1 実施形態における触覚提示システム 1 0 0 と同様の構成である。したがって、第 2 実施形態の触覚提示システム 1 0 0 の構成のうち、第 1 実施形態の触覚提示システム 1 0 0 と共通する構成については同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

10

【 0 0 6 1 】

図 8 は、触覚データ又は開始変位量の調整方法の説明図である。図 8 に示すように、 $0^{\circ} \sim 48^{\circ}$ の相対変位量に対応付けて触覚提示装置 2 への電流値が対応付けられた触覚データを使用するに際し、処理部 1 0 は、スケールを半分として $0^{\circ} \sim 24^{\circ}$ の相対変位量の触覚データへ調整することができる。更に処理部 1 0 は、同じ対象物に対して開始変位量を 5° として感覚 DB 1 1 0 が格納している場合、開始変位量に 5 を加算する調整をすることができる。この場合、触覚提示装置 2 へ送信される変換後の触覚データは、図 8 に示すように、変位部 2 0 2 の変位量が $10^{\circ} \sim 34^{\circ}$ の範囲に対し、ゼロでない電流値が対応付けられたデータである。図 8 では、開始変位量及び触覚データのいずれも調整される例を示したが、これに限らず、開始変位量及び触覚データのいずれか一方のみが調整されてもよい。なお、スケールの変更、開始変位量の調整については、聴覚データ及び視覚データに対しても適用される。

20

【 0 0 6 2 】

図 9 及び図 1 0 は、第 2 実施形態の触覚提示システム 1 0 0 における触覚提示の基本処理手順の一例を示すフローチャートである。図 9 及び図 1 0 のフローチャートに示した処理手順のうち、第 1 実施形態で示した図 5 及び図 6 のフローチャートに示した処理手順と共通する手順については同一のステップ番号を付して詳細な説明を省略する。

【 0 0 6 3 】

第 2 実施形態でスケールが設定されている場合、処理部 1 0 は、ステップ S 1 0 3 で読み出した触覚データ、聴覚データ、開始変位量及び視覚データのうち、触覚データ、聴覚データ及び視覚データ、並びに、開始変位量のいずれかのスケールを調整する (ステップ S 1 2 1)。ステップ S 1 2 1 は、図 8 における右上の調整に相当する。

30

【 0 0 6 4 】

スケールの調整後の開始変位量及び触覚データに基づき、開始変位量に相対変位量を加算した絶対変位量とする触覚データに変換し、一時記憶する (ステップ S 1 2 2)。

【 0 0 6 5 】

同様にして、処理部 1 0 は、スケールの調整後の開始変位量及び聴覚データに基づき、開始変位量及び開始変位量に相対変位量を加算した絶対変位量とする聴覚データに変換し、一時記憶する (ステップ S 1 2 3)。

40

【 0 0 6 6 】

処理部 1 0 は、スケール調整後の視覚データを、一時記憶する (ステップ S 1 2 4)。以後、処理部 1 0 はステップ、S 1 0 7 - S 1 1 4 の処理を実行する。

【 0 0 6 7 】

このように、感覚 DB 1 1 0 にて、開始変位量と、相対変位量に対する制御データとに分けて記憶していることにより、スケールの調整や補正の処理が容易になる。

【 0 0 6 8 】

(第 3 実施形態)

第 3 実施形態では、HMD (Head Mounted Display) を用い、対象物に対する視覚情報を三次元画像で提示する。図 1 1 は、第 3 実施形態における触覚提示システム 1 0 0 の概

50

要図であり、図 1 2 は、HMD 3 の構成を示すブロック図である。第 3 実施形態における触覚提示システム 1 0 0 の構成は、HMD 3 を用いることと、HMD 3 を用いることによる詳細な処理の内容が異なること以外は、第 1 実施形態における触覚提示システム 1 0 0 と同様の構成である。したがって、第 3 実施形態の触覚提示システム 1 0 0 の構成のうち、第 1 実施形態の触覚提示システム 1 0 0 と共通する構成については同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

HMD 3 は、表示部 3 1、動き検知部 3 2、空間検知部 3 3、及び接続部 3 4 を備える。HMD 3 は、本体に、表示部 3 1、動き検知部 3 2、空間検知部 3 3 及び接続部 3 4 を設けてもよいし、一部は別体に設けられて相互に通信媒体を介して制御信号を授受できるようにしてあってもよい。HMD 3 は、情報処理装置 1 の機能を有して一体に構成されてもよい。

10

【 0 0 7 0 】

表示部 3 1 は例えば、小型の液晶ディスプレイ、光学レンズ及び光学系機構を備え、視野角 1 1 0 ° 以上で三次元画像を表示することが可能である。表示部 3 1 は、透明又は半透明のガラス状のディスプレイであり、操作者の実際の視界に、情報処理装置 1 から出力される画像信号（映像信号を含む）を受け付けて重畳表示させる。表示部 3 1 はガラス状のものに限られず、前方に向けて設けられたカメラにて実空間を撮影した画像に、情報処理装置 1 から出力される画像信号に基づく画像を重畳表示させるものであってもよい。

【 0 0 7 1 】

動き検知部 3 2 は、本体（表示部 3 1 のカバー及び装着ベルト）の各所に、多様な向きで設けられた複数の三軸加速度センサ及びジャイロセンサと、これらのセンサ群からの信号を集約して出力する制御回路とを備える。動き検知部 3 2 により、装着者の頭部の動きが検知される。

20

【 0 0 7 2 】

空間検知部 3 3 は、本体の外面に外向きに並設された 2 つ以上の赤外線カメラと、該赤外線カメラの中間位置に同様に外向きに赤外線を照射するように設けられた赤外線 LED とを用いる。空間検知部 3 3 は、HMD 3 の本体の外側に存在する物体までの距離を測定する深度センサとして機能する。空間検知部 3 3 は、HMD 3 本体から、HMD 3 を装着する操作者の居場所における壁、床等の静物に対する距離を測り、出力することが可能である。空間検知部 3 3 は同様に、HMD 3 本体から操作者の腕、手、指までの距離を測定し、出力することが可能である。

30

【 0 0 7 3 】

接続部 3 4 は、情報処理装置 1 と接続するためのインタフェースである。HMD 3 は、動き検知部 3 2 及び空間検知部 3 3 にて測定された結果に対応する信号をそれぞれ、情報処理装置 1 へ出力すると共に、情報処理装置 1 から出力される映像信号を取得して表示部 3 1 に表示させる。

【 0 0 7 4 】

HMD 3 にスピーカを設け、情報処理装置 1 の音声出力部 1 4 から出力される音声をスピーカにて出力させるようにしてもよい。

40

【 0 0 7 5 】

上述したような構成の第 2 実施形態の触覚提示システム 1 0 0 において情報処理装置 1 は、HMD 3 を用い、空間検知部 3 3 で測定された実空間における静物に対する距離を用い、仮想的な対象物の三次元画像を、動き検知部 3 2 にて検知される操作者の動きに合わせて重畳表示し、AR 表示を実現する。対象物の選択は、HMD 3 の表示部 3 1 に表示される仮想的対象物の三次元画像の画像内の座標（実空間と合致した座標）に対し、空間検知部 3 3 により、触覚提示装置 2 を把持した手指を重ねたことが検知できた場合に、これを選択したものとして情報処理装置 1 の処理部 1 0 が検知する。

【 0 0 7 6 】

そして第 3 実施形態でも、情報処理装置 1 は、触覚提示装置 2 との間で変位量及び傾き

50

のデータを授受して、AR表示される画像と触覚提示装置2にて出力される触覚を制御する。処理の内容は第1実施形態及び第2実施形態にて示した処理のいずれを実行してもよい。

【0077】

HMD3を用いたAR表示と触覚提示装置2とを組み合わせることにより、実空間に対象物を仮想的に配置した画像を、操作者は視覚的に観察しながら、その対象物の感触を触覚提示装置2で覚えることが可能である。その際に、第2実施形態においても、触覚データをコンパクトとすることができ、第1実施形態にて説明したものと同様に、処理負荷を軽減させることができる。これにより、即座に感触のレスポンスが受けられるといった効果が期待できる。

10

【0078】

上述のように開示された実施の形態は全ての点で例示であって、制限的なものではない。本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれる。

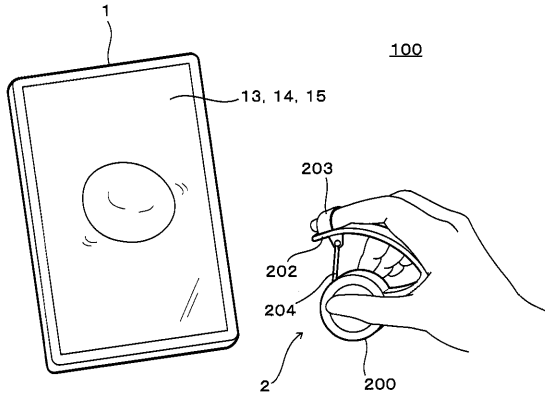
【符号の説明】

【0079】

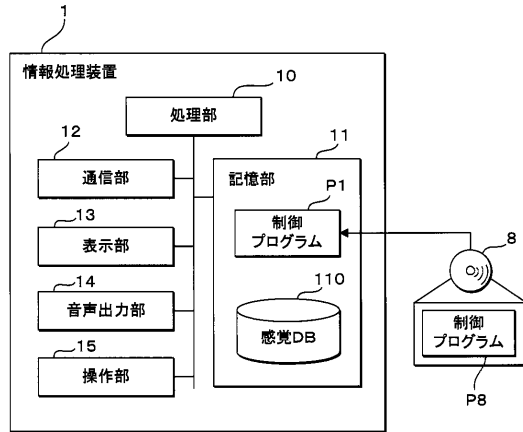
- 1 情報処理装置
- 10 処理部
- 11 記憶部
- 13 表示部
- 130 設定画面
- P1 制御プログラム
- 2 触覚提示装置
- 20 制御部
- 21 記憶部
- 202 変位部
- 24 MRFデバイス

20

【図1】



【図2】



【図3】

110

視覚データ

対象物ID: ボール(フワフワ)	
変位(角度)	画像
0	[Image]
1	[Image]
2	[Image]
3	[Image]
⋮	⋮
N	[Image]
⋮	⋮
89	[Image]
90	[Image]

聴覚データ

対象物ID: ボール(フワフワ)	
相対変位置(角度)	音声
0	[Waveform]
1	[Waveform]
2	[Waveform]
⋮	⋮
47	[Waveform]
48	[Waveform]
56	[Waveform]
75	[Waveform]
76	[Waveform]

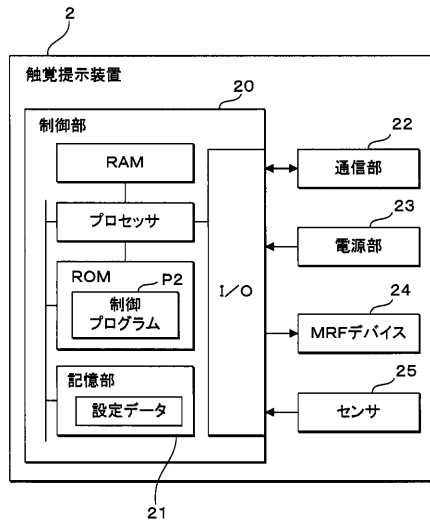
触覚データ

対象物ID: ボール(フワフワ)	
相対変位置(角度)	電流値[A]
0	0.05
1	0.23
2	0.68
⋮	⋮
47	0.76
48	0.36
56	0.22
75	0.37
76	0.16

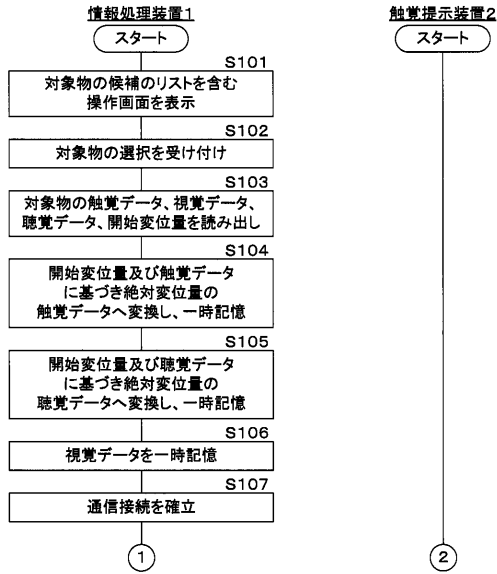
対象物ID: ボール(フワフワ)

開始変位置(角度)	値
5	

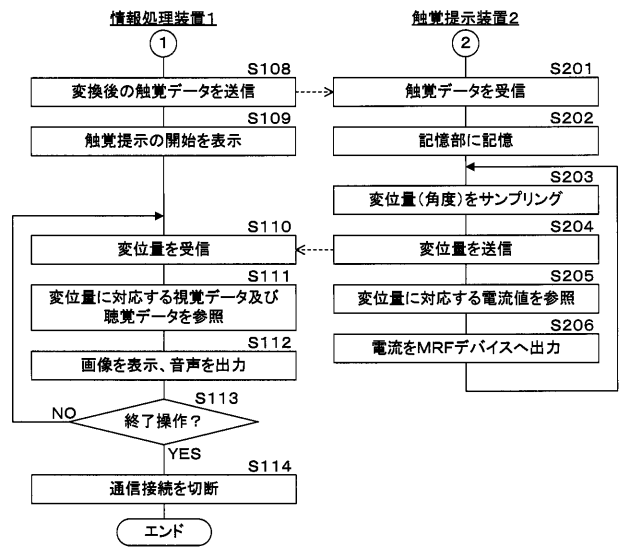
【図4】



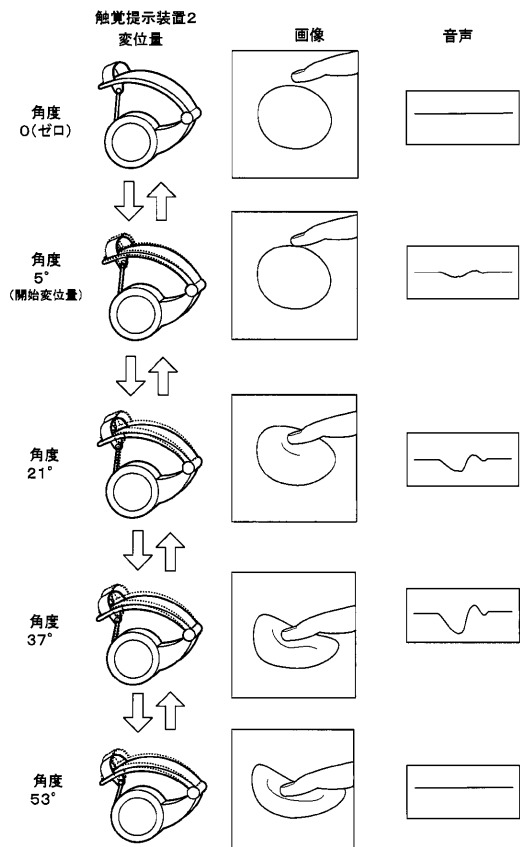
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

対象物ID: ボール(フワフワ)		相対変位量(角度)	電流値[A]
		0	0.05
		1	0.23
		2	0.68
		⋮	⋮
		47	0.76
		48	0.36

×0.5

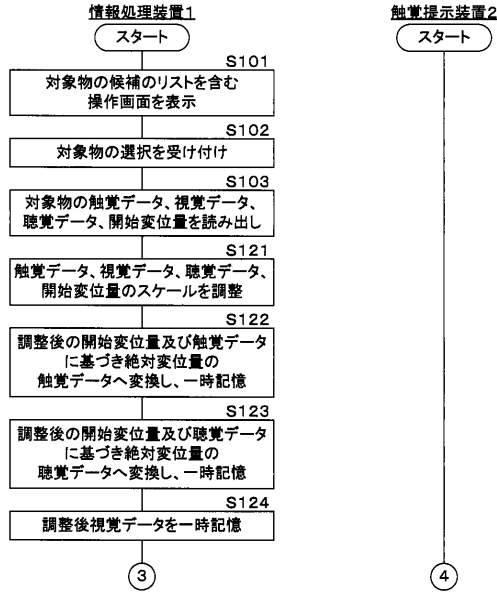
対象物ID: ボール(フワフワ)		相対変位量(角度)	電流値[A]
		0	0.05
		1	0.68
		2	0.97
		⋮	⋮
		23	0.86
		24	0.36

↓

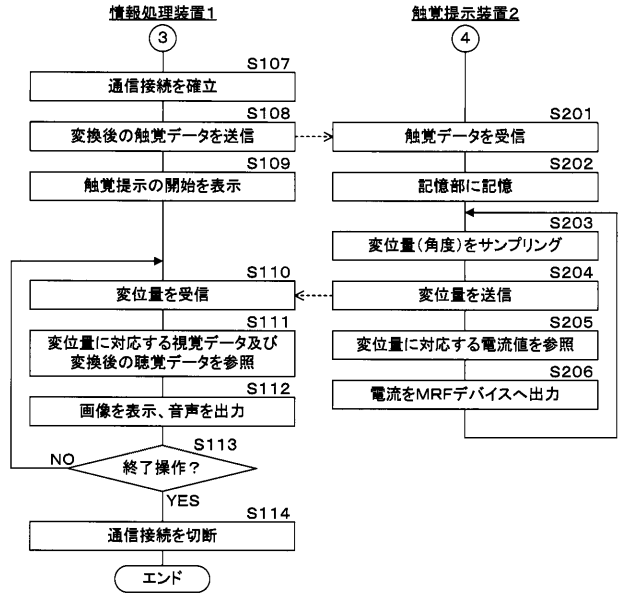
対象物ID: ボール(フワフワ)		変位量	電流値[A]
		5	0.05
		6	0.68
		7	0.97
		⋮	⋮
		28	0.86
		29	0.36

+5

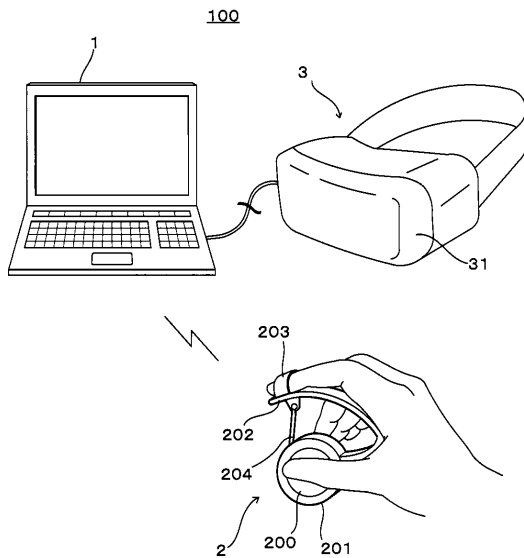
【図9】



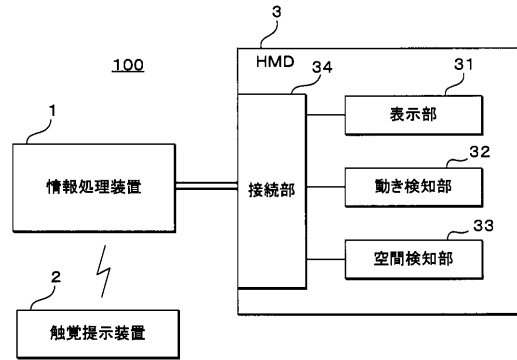
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5E555 AA08 BA04 BB04 BB08 BC04 CA27 CB59 CC22 DA24 DC30 FA00