

(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
2023年8月17日(17.08.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/153232 A1

(51) 国際特許分類:

G06F 3/01 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/002540

(22) 国際出願日: 2023年1月26日(26.01.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2022-018131 2022年2月8日(08.02.2022) JP

(71) 出願人: ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山野 郁男(YAMANO, Ikuo); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 石川 毅(ISHIKAWA, Tsuyoshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 城間 真(SHIROMA, Shin); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグル

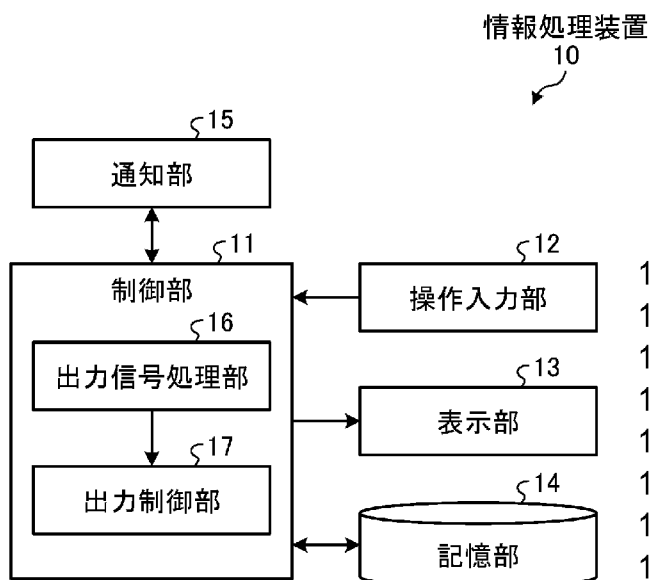
ー株式会社内 Tokyo (JP). 永野 京二郎(NAGANO, Keijiroh); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 横山 諒(YOKOYAMA, Ryo); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理方法およびプログラム



- 10 Information processing device
11 Control unit
12 Operation input unit
13 Display unit
14 Storage unit
15 Notification unit
16 Output signal processing unit
17 Output control unit

(57) Abstract: An information processing device (10) has a control unit (11). The control unit (11) controls the presentation interval of haptic feedback presented in response to the impact of an object on the basis of the flexibility of the object.

(57) 要約: 情報処理装置 (10) は、制御部 (11) を有する。制御部 (11) は、物体の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間を物体の柔軟性に基づいて制御する。

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, CV, 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, ME, 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))

明 細 書

発明の名称： 情報処理装置、情報処理方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、情報処理装置、情報処理方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 振動などの機械的刺激により人間の皮膚感覚（触覚）を人工的に再現する技術が知られている。この種の技術はハプティクス技術と呼ばれる。ハプティクス技術は、物体の動きや質感などをリアルに再現できることから、XR（Extended Reality）などへの応用が期待されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表平10-513593号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 物体とのインタラクションでは、物理シミュレーションに基づいて視覚および触覚によるフィードバックが行われる。物理シミュレーションに基づく触覚フィードバックの手法については、確立されたものが少なく、特に物体の柔軟性を表現する方法については殆ど検討されていないのが実情である。触覚刺激の提示時間は表示映像における接触時間と同じ時間に設定されるが、物体の柔軟性を考慮すると、両者を一致させることは必ずしも適切でない場合がある。

[0005] そこで、本開示では、物体の柔軟性を考慮した適切な触覚フィードバックを行うことが可能な情報処理装置、情報処理方法およびプログラムを提案する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示によれば、物体の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間を前記物体の柔軟性に基づいて制御する制御部を有する、情報処理

装置が提供される。また、本開示によれば、前記情報処理装置の情報処理がコンピュータにより実行される情報処理方法、ならびに、前記情報処理装置の情報処理をコンピュータに実現させるプログラムが提供される。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]ハプティックデバイスを用いた情報処理システムの概要を説明する図である。

[図2]情報処理装置の構成の一例を示す図である。

[図3]情報処理装置が行う情報処理の一例を説明する図である。

[図4]情報処理装置が行う情報処理の一例を説明する図である。

[図5]情報処理装置が行う情報処理の一例を説明する図である。

[図6]情報処理装置が行う情報処理の一例を説明する図である。

[図7]情報処理装置が行う情報処理の一例を説明する図である。

[図8]情報処理装置が行う情報処理の一例を説明する図である。

[図9]情報処理装置の処理フローの一例を示す図である。

[図10]情報処理装置のハードウェア構成例を示す図である。

[図11]情報処理装置の他の適用例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、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。以下の各実施形態において、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。

[0009] なお、説明は以下の順序で行われる。

[1. 情報処理システムの概要]

[2. 情報処理装置の構成]

[3. 情報処理方法]

[4. ハードウェア構成例]

[5. 効果]

[6. 他の適用例]

[0010] [1. 情報処理システムの概要]

図1は、ハプティックデバイス30を用いた情報処理システム1の概要を説明する図である。

- [0011] 情報処理システム1は、情報処理装置10、表示デバイス20、ハプティックデバイス30およびセンサデバイス40を有する。
- [0012] 表示デバイス20は、ユーザUに映像および音声を提供する。表示デバイス20としては、ヘッドマウントディスプレイやAR（Augmented Reality）グラスなどの公知のウェアラブルディスプレイが用いられる。
- [0013] ハプティックデバイス30は、ユーザUに触覚刺激を提示する。触覚刺激の提示方法としては、圧電式、静電式および空気圧式などの公知の手法が用いられる。図1の例では、手のひらや指の位置に空気圧式のバルーンを備えたグローブ型のハプティックデバイス30が示されている。バルーン内の空気圧を変動させることにより触覚刺激が付与される。
- [0014] センサデバイス40は、自己位置情報を検出するための各種センサを含む。この種のセンサとしては、カメラやジャイロセンサなどが挙げられる。センサデバイス40は、例えば、表示デバイス20に内蔵されている。情報処理装置10は、SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）などの公知の自己位置推定技術を用いて、センサデータからユーザUの位置および姿勢に関する情報（自己位置情報）を抽出する。
- [0015] 情報処理装置10は、物体OBとのインタラクションを行うための様々な処理を実施する。物体OBは、現実中存在する実物体でもよいし、表示デバイス20に呈示された仮想物体でもよい。図1では、CG（Computer Graphics）で生成された仮想的なボールが物体OBの例として示されている。ユーザUは、ハプティックデバイス30を介して物体OBの感触を得る。情報処理装置10は、無線通信を介して表示デバイス20、ハプティックデバイス30およびセンサデバイス40と情報の授受を行う。
- [0016] [2. 情報処理装置の構成]

図2は、情報処理装置10の構成の一例を示す図である。

- [0017] 情報処理装置10は、制御部11、操作入力部12、表示部13、記憶部14および通信部15を有する。制御部11は、演算処理装置および制御装置として機能する。制御部11は、各種プログラムに従って情報処理装置10内の動作全般を制御する。制御部11は、出力信号処理部16および出力制御部17を有する。
- [0018] 出力信号処理部16は、コンテンツサーバ（不図示）や記憶部14から取得したコンテンツに基づいて、ハプティックデバイス30および表示デバイス20の出力信号（映像信号、音響信号および触覚信号）を生成する。触覚信号は、手のひらや指の位置に設置されたバルーンの空気圧を変動させるためのアクチュエータの駆動信号である。
- [0019] 出力制御部17は、生成された出力信号を通信部15を介して適切なタイミングでハプティックデバイス30および表示デバイス20に出力する。ハプティックデバイス30は、触覚信号に基づいてユーザUの手HNに触覚刺激を付与する。これにより、物体OBの質感や動きなどに関する触覚的なフィードバック（触覚フィードバック）が行われる。表示デバイス20は、映像信号に基づいて映像を表示する。これにより、物体OBの位置や動きなどに関する視覚的なフィードバック（視覚フィードバック）が行われる。
- [0020] 通信部15は、出力制御部17の制御に従ってハプティックデバイス30および表示デバイス20と通信を行う。通信部15は、例えば、有線／無線LAN（Local Area Network）、Wi-Fi（登録商標）、Bluetooth（登録商標）、近距離無線通信、および、携帯通信網（LTE（Long Term Evolution）または5G（第5世代の移動体通信方式））等を用いて他のデバイスと通信を行う。
- [0021] 操作入力部12は、ユーザUによる操作指示を受付け、その操作内容を制御部11に出力する。操作入力部12としては、タッチセンサ、圧力センサおよび近接センサなどの公知の入力デバイスが用いられる。操作入力部220は、キーボード、マウス、ボタン、スイッチ、およびレバーなどの物理的

構成であってもよい。

[0022] 表示部 13 は、アプリケーションの画面やメニュー画面などの各種情報を表示する。表示部 13 としては、LCD (Liquid Crystal Display) や OLED (Organic Light Emitting Diode) などの公知の表示デバイスが用いられる。

[0023] 記憶部 14 は、制御部 11 の処理に用いられるプログラムおよび演算パラメータ等を記憶する。記憶部 14 は、コンテンツサーバなどから取得したコンテンツを一時記憶することができる。

[0024] [3. 情報処理方法]

図 3 ないし図 8 は、情報処理装置 10 が行う情報処理の一例を説明する図である。

[0025] 制御部 11 は、物体 OB の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間 FH (触覚提示期間) を物体 OB の重さ、柔軟性および衝突速度に基づいて制御する。図 3 および図 4 には、硬いボール (低柔軟物体) が手 HN に衝突する例が示されている。図 5 ないし図 8 には、柔らかいボール (柔軟物体) が手 HN に衝突する例が示されている。以下、物体 OB の衝突対象となる物体 (図 1 の例では手 HN) を被衝突物体と呼ぶ。

[0026] 衝突速度は、物体 OB と被衝突物体との間の相対速度として算出される。重さは、物体 OB の種類や素材などに応じて適切に設定される。ゲームで 사용되는物体 OB については、ゲームの進行状況や物体 OB の使用者の属性情報などに応じて物体 OB の重さが変化してもよい。例えば、ボールを投げるキャラクタが大きい人だったらボールが重くなり、その重さが弾性変形の大きさや変形時間、あるいは、振動強度や振動継続時間によって表現されるなどの構成が考えられる。また、ボールの回転数が大きい場合には、ボールが軽くなるなどの設定も可能である。

[0027] 柔軟性は、予め設定された柔軟基準に基づいて判定される。柔軟基準に関する情報は記憶部 14 に記憶されている。柔軟基準は、物体 OB の種類ごとに決められる。例えば、物体 OB がボールなどの弾性体である場合、弾性率

が予め設定された基準値以下であれば、柔軟基準を満たすと判定される。以下、柔軟基準を満たす物体OBを柔軟物体と呼ぶ。弾性率が基準値よりも大きく、柔軟基準に満たない（硬い）物体OBは低柔軟物体と呼ぶ。

[0028] 制御部11は、物体OBの柔軟性に応じて触覚刺激の振動波形を異ならせる。例えば、物体OBが柔軟物体である場合には（図5ないし図8を参照）、制御部11は、触覚刺激の振動波形として、接触ON時振動波形WN、接触継続時振動波形WDおよび接触OFF時振動波形WFを含む触覚信号SGを生成する。物体OBが低柔軟物体である場合には（図3および図4を参照）、制御部11は、触覚刺激の振動波形として、接触ON時振動波形WNおよび接触継続時振動波形WDを選択的に含む触覚信号SGを生成する。

[0029] 振動の振幅および周波数は物体OBの重さ、柔軟性および衝突速度に基づいて算出される。波形計算の処理は、衝突時に行われてもよいが、物体OBの軌道から衝突の予測を行うことで、衝突に先立って行われてもよい。

[0030] 接触ON時振動波形WNは、物体OBと接触した瞬間 t_N に対応する振動波形である。接触継続時振動波形WDは、物体OBとの接触継続期間 t_D に対応する振動波形である。接触OFF時振動波形WFは、物体OBが離れる瞬間 t_F に対応する振動波形である。

[0031] 接触ON時振動波形WNは、物体OBの衝突のタイミンで瞬間的に振幅が接触継続時振動波形WDよりも大きくなるような振動波形として生成される。接触OFF時振動波形WFは、物体OBの跳ね返りのタイミングで瞬間的に振幅が接触継続時振動波形WDよりも大きくなるような振動波形として生成される。これにより、衝突時の衝撃と跳ね返り時の弾性復元力による反発がリアルに再現される。

[0032] 衝突時の振幅および跳ね返り時の振幅は、物体OBの重さ、柔軟性および衝突速度に基づいて決められる。衝突および跳ね返りをユーザUに知覚させるために、衝突時の振幅および跳ね返り時の振幅は、接触継続時振動波形WDよりも十分に大きくすることが望ましい。例えば、衝突時の振幅および跳ね返り時の振幅は、接触継続時振動波形WDの振幅の平均値の2倍以上に設

定される。これにより、柔軟物体の衝突のタイミングおよび跳ね返りのタイミングが明確に知覚される。

[0033] 物体OBが低柔軟物体である場合には（図3および図4を参照）、触覚信号SGには接触OFF時振動波形WFは含まれない。変形しにくい低柔軟物体では、弾性復元力に起因した大きな反発が生じないからである。

[0034] すなわち、柔軟物体では、衝突時の変形によって大きな弾性復元力が生じる。弾性復元力はそのまま反発力となって物体OBを大きく跳ね返らせる。反発力によって手HNをはじくような特有の感触が接触OFF時振動波形WFによって再現される。しかし、低柔軟物体では、衝突時の変形が小さいため、物体OBが手HNにめり込むような感触しか得られず、手HNをはじくような特有の感触は得られにくい。そのため、跳ね返り時の反発の感触を再現する接触OFF時振動波形WFは省略される。

[0035] ユーザUは、手HNと物体OBとの接触を表示デバイス20の映像によって認識する。ユーザは、映像として提示される物体OBとの接触を視覚フィードバックとして取得する。制御部11は、物理シミュレーションを用いて、手HNと物体OBとの接触時間を算出する。制御部11は、算出された接触時間を、物体OBとの接触に関する視覚フィードバックの提示期間FCとして決定する。

[0036] 制御部11は、低柔軟物体の重さ、柔軟性および衝突速度に基づいて視覚フィードバックの提示期間FCを算出する。制御部11は、視覚フィードバックの提示期間FCの大きさに応じて触覚フィードバックの提示期間FHの大きさを調整する。

[0037] 例えば、図3の物体OBは非常に硬く、手HNと接触している接触時間（視覚フィードバックの提示期間FC）も非常に短い。図4の物体OBは図3の物体OBよりは柔らかく、それゆえ視覚フィードバックの提示期間FCも図3の例よりも長い。制御部11は、視覚フィードバックの提示期間FCを、予め設定された閾値TLと比較し、比較結果に基づいて、触覚フィードバックの提示期間FHを調整する。

[0038] 例えば、図3の例では、視覚フィードバックの提示期間FCは予め設定された閾値TLよりも小さい。この場合には、制御部11は、触覚フィードバックの提示期間FHを閾値TLと一致させる。図4の例では、視覚フィードバックの提示期間FCは閾値TL以上である。この場合には、制御部11は、触覚フィードバックの提示期間FHを視覚フィードバックの提示期間FCと一致させる。

[0039] 閾値TLの大きさは、物体OBの衝突を知覚する人間の知覚能力の限界値に基づいて設定される。閾値TLの大きさは、官能テストなどに基づいて設定されてもよい。低柔軟物体では、衝突時の変形が小さいため、手HNとの接触時間は短くなる。非常に硬い物体OBでは、接触時間が非常に短くなり、接触時間に合わせて触覚フィードバックの提示期間FHを設定すると、触覚刺激が知覚できないほど小さくなる場合がある。しかし、本開示の構成では、触覚フィードバックの提示期間FHは、人間が知覚できないような短い期間に設定されない。そのため、物体OBの衝突がユーザUによって確実に知覚される。

[0040] 物体OBが柔軟物体である場合には、上述のような調整は行われない。柔軟物体では、衝突時の変形が大きいため、手HNとの接触時間も長くなる。そのため、物体OBの衝突は確実にユーザUに知覚されると考えられる。よって、制御部11は、触覚フィードバックの提示期間FHと視覚フィードバックの提示期間FC（手HNと物体OBとの接触時間）とを一致させる。

[0041] 前述したように、物体OBが柔軟物体である場合には、制御部11は、触覚信号SGを、接触ON時振動波形WN、接触継続時振動波形WDおよび接触OFF時振動波形WFを含む信号として生成する（図5ないし図8を参照）。

[0042] 図5ないし図8の例では、図5、図6および図8の順に物体OBの衝突速度が大きくなっている。衝突速度が大きいほど、接触継続期間tDは長くなり、触覚刺激を生成するためのアクチュエータへの負荷が大きくなる。そのため、図8に示すように、視覚フィードバックの提示期間FCが予め設定さ

れた閾値 T_H よりも大きい場合には、制御部 11 は、接触継続期間 t_D 内に無振動期間 N_B を含む接触継続時振動波形 W_D を生成する。無振動期間 N_B は、実質的に振幅がゼロとなる期間である。これにより、アクチュエータへの負荷が低減される。また、無振動期間 N_B を設けることで、変形が飽和状態に達してそれ以上の変形が停止されたような感覚が再現される。そのため、物体 O_B が大きく変形したときの感触をリアルに再現することができる。

[0043] なお、図 7 に示すように、視覚フィードバックの提示期間 F_C が閾値 T_H 以下であっても、アクチュエータの保護のために、触覚信号 S_G の振動波形を調整することができる。例えば、制御部 11 は、接触継続期間 t_D が予め設定された閾値 T_d よりも大きい場合には、接触継続期間 t_D が閾値 T_d 以下である場合よりも振幅が小さい接触継続時振動波形 W_D を生成することができる。閾値 T_d は例えば 5 秒であるが、閾値 T_d の長さはこれに限定されない。閾値 T_d は、アクチュエータの種類などに応じて任意に設定される。

[0044] 図 7 の例では、図 6 と同様の速度で物体 O_B の衝突が行われる。物理シミュレーションでは、接触継続期間 t_D の振幅として振幅 AM_0 が算出される。接触継続期間 t_D が閾値 T_d 以下である場合には、物理シミュレーションで算出された振幅 AM_0 の接触継続時振動波形 W_D が生成される（図 7 の上側の図を参照）。しかし、接触継続期間 t_D が閾値 T_d よりも大きい場合には、物理シミュレーションで算出された振幅 AM_0 よりも小さい振幅 AM_1 の接触継続時振動波形 W_D が生成される（図 7 の下側の図を参照）。

[0045] 図 5 ないし図 8 の例では、触覚フィードバックの提示期間 F_H が物体 O_B の重さ、柔軟性および衝突速度に基づいて制御された。しかし、制御部 11 は、物体 O_B と衝突する被衝突物体（図 1 の例では手 H_N ）の柔軟性を加味して触覚フィードバックの提示期間 F_H を制御することもできる。

[0046] 例えば、手 H_N を開いた状態と手 H_N を硬く握りしめた状態とでは、手 H_N の硬さは異なる。手のひらに物体 O_B が衝突するよりも、硬い握りこぶしに物体 O_B が衝突するほうが、物体 O_B の変形量、すなわち触覚フィードバックを提示すべき期間は大きくなる。被衝突物体の形態に応じて変わる被衝

突物体の硬さを考慮することで、より適切な触覚フィードバックが提供される。

[0047] 制御部 11 は、物体 OB の特性を、衝突が行われる実環境のパラメータに応じて変化させることもできる。例えば、制御部 11 は、衝突時の物体 OB の温度に応じて物体 OB の柔軟性を変化させる。AR 体験の実環境の温度が低い場合には、それに応じて物体 OB の弾性係数は高く設定される。また、衝突を繰り返すことで物体 OB の温度が仮想的に上昇する場合には、物体 OB の弾性係数はそれに応じて低く設定される。これにより、温度に応じたりアルな触覚フィードバックが行われる。

[0048] 図 9 は、情報処理装置 10 の処理フローの一例を示す図である。

[0049] 制御部 11 は、手 HN と衝突する物体 OB が柔軟基準を満たす柔軟物体であるか否かを判定する（ステップ S1）。

[0050] 物体 OB が柔軟基準に満たない低柔軟物体である場合には（ステップ S1 : No）、制御部 11 は、触覚刺激の振動波形として接触 ON 時振動波形 WN および接触継続時振動波形 WD を選択する（ステップ S2）。

[0051] 物体 OB が低柔軟物体である場合、制御部 11 は、視覚フィードバックの提示期間 FC が閾値 TL よりも小さいか否かを判定する（ステップ S3）。

[0052] 視覚フィードバックの提示期間 FC が閾値 TL 以上である場合には（ステップ S3 : Yes）、制御部 11 は、触覚フィードバックの提示期間 FH を視覚フィードバックの提示期間 FC と一致させる（ステップ S4）。視覚フィードバックの提示期間 FC が閾値 TL よりも小さい場合には（ステップ S3 : Yes）、制御部 11 は、触覚フィードバックの提示期間 FH を閾値 TL と一致させる（ステップ S5）。

[0053] 制御部 11 は、触覚フィードバックの提示期間 FH および振動波形の情報をういて触覚信号 SG を生成する（ステップ S9）。

[0054] 物体 OB が柔軟物体である場合には（ステップ S1 : Yes）、制御部 11 は、触覚刺激の振動波形として接触 ON 時振動波形 WN、接触継続時振動波形 WD および接触 OFF 時振動波形 WF を選択する（ステップ S6）。

[0055] 物体OBが柔軟物体である場合、制御部11は、視覚フィードバックの提示期間FCが閾値THよりも大きいかなんかを判定する（ステップS7）。視覚フィードバックの提示期間FCが閾値THよりも大きい場合には（ステップS7：Yes）、制御部11は、接触継続期間内に無振動期間NBを導入する。視覚フィードバックの提示期間FCが閾値TH以下である場合には（ステップS7：No）、制御部11は、接触継続期間内に無振動期間NBを導入しない。

[0056] 制御部11は、振動波形の情報および無振動期間NBの有無の情報を用いて触覚信号SGを生成する（ステップS9）。

[0057] [4. ハードウェア構成例]

図10は、情報処理装置10のハードウェア構成例を示す図である。

[0058] 情報処理装置10は、コンピュータ1000によって実現される。コンピュータ1000は、CPU1100、RAM1200、ROM（Read Only Memory）1300、HDD（Hard Disk Drive）1400、通信インタフェース1500、及び入出力インタフェース1600を有する。コンピュータ1000の各部は、バス1050によって接続される。

[0059] CPU1100は、ROM1300又はHDD1400に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。例えば、CPU1100は、ROM1300又はHDD1400に格納されたプログラムをRAM1200に展開し、各種プログラムに対応した処理を実行する。

[0060] ROM1300は、コンピュータ1000の起動時にCPU1100によって実行されるBIOS（Basic Input Output System）等のブートプログラムや、コンピュータ1000のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。

[0061] HDD1400は、CPU1100によって実行されるプログラム、及び、かかるプログラムによって使用されるデータ（各種データベースを含む）等を非一時的に記録する、コンピュータが読み取り可能な記録媒体である。

具体的には、HDD 1400は、プログラムデータ1450の一例である本開示に係る情報処理プログラムを記録する記録媒体である。

[0062] 通信インタフェース1500は、コンピュータ1000が外部ネットワーク1550（例えばインターネット）と接続するためのインタフェースである。例えば、CPU1100は、通信インタフェース1500を介して、他の機器からデータを受信したり、CPU1100が生成したデータを他の機器へ送信したりする。

[0063] 入出力インタフェース1600は、入出力デバイス1650とコンピュータ1000とを接続するためのインタフェースである。例えば、CPU1100は、入出力インタフェース1600を介して、キーボードやマウス等の入力デバイスからデータを受信する。また、CPU1100は、入出力インタフェース1600を介して、ディスプレイやスピーカーやプリンタ等の出力デバイスにデータを送信する。また、入出力インタフェース1600は、所定の記録媒体（メディア）に記録されたプログラム等を読み取るメディアインタフェースとして機能してもよい。メディアとは、例えばDVD（Digital Versatile Disc）、PD（Phase change rewritable Disk）等の光学記録媒体、MO（Magnetooptical disk）等の光磁気記録媒体、テープ媒体、磁気記録媒体、または半導体メモリ等である。

[0064] 例えば、コンピュータ1000が情報処理装置10として機能する場合、コンピュータ1000のCPU1100は、RAM1200上にロードされたプログラムを実行することにより、上述した各種の機能を実現する。また、HDD1400には、コンピュータを情報処理装置10として機能させるためのプログラムが格納される。なお、CPU1100は、プログラムデータ1450をHDD1400から読み取って実行するが、他の例として、外部ネットワーク1550を介して、他の装置からこれらのプログラムを取得してもよい。

[0065] [5. 効果]

情報処理装置 10 は、制御部 11 を有する。制御部 11 は、物体 OB の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間 FH を物体 OB の柔軟性に基づいて制御する。本開示の情報処理方法は、情報処理装置 10 の処理がコンピュータ 1000 により実行される。本開示のプログラムは、情報処理装置 10 の処理をコンピュータ 1000 に実現させる。

- [0066] この構成によれば、物体 OB の柔軟性を考慮した適切な触覚フィードバックが行われる。
- [0067] 物体 OB が柔軟基準を満たす柔軟物体である場合には、制御部 11 は、触覚刺激の振動波形として接触 ON 時振動波形 WN、接触継続時振動波形 WD および接触 OFF 時振動波形 WF を含む触覚信号 SG を生成する。
- [0068] この構成によれば、柔軟物体の柔軟性がよりよく表現される。
- [0069] 制御部 11 は、柔軟物体の柔軟性に基づいて算出される視覚フィードバックの提示期間 FC が閾値 TH よりも大きい場合には、接触継続期間 tD 内に無振動期間 NB を含む接触継続時振動波形 WD を生成する。
- [0070] この構成によれば、変形が飽和状態に達してそれ以上の変形が停止されたような感覚が再現される。そのため、物体 OB が大きく変形したときの感触がリアルに再現される。
- [0071] 制御部 11 は、接触継続期間 tD が閾値 Td よりも大きい場合には、接触継続期間 tD が閾値 Td 以下である場合よりも振幅が小さい接触継続時振動波形 WD を生成する。
- [0072] この構成によれば、物体 OB の変形時の感触をリアルに再現しつつ振動子（触覚刺激を生成するハプティックデバイス 30 のアクチュエータ）の保護を図ることができる。
- [0073] 物体 OB が柔軟基準に満たない低柔軟物体である場合には、制御部 11 は、触覚刺激の振動波形として接触 ON 時振動波形 WN および接触継続時振動波形 WD を選択的に含む触覚信号 SG を生成する。
- [0074] この構成によれば、物体 OB の硬さがリアルに再現される。
- [0075] 制御部 11 は、低柔軟物体の柔軟性に基づいて算出される視覚フィードバ

ックの提示期間F Cが閾値T Lよりも小さい場合には、触覚フィードバックの提示期間F Hを閾値T Lと一致させる。制御部11は、視覚フィードバックの提示期間F Cが閾値T L以上である場合には、触覚フィードバックの提示期間F Hを視覚フィードバックの提示期間F Cと一致させる。

[0076] この構成によれば、触覚フィードバックの提示期間F Hが過度に短くならない。そのため、ユーザUは、触覚刺激に基づいて確実に物体O Bを知覚することができる。

[0077] 制御部11は、物体O Bと衝突する被衝突物体の柔軟性を加味して触覚フィードバックの提示期間F Hを制御する。

[0078] この構成によれば、被衝突物体の柔軟性（硬さ）によって変化する物体O Bの変形状態が触覚刺激を通じてリアルに再現される。

[0079] 制御部11は、衝突時の物体O Bの温度に応じて物体O Bの柔軟性を変化させる。

[0080] この構成によれば、温度に応じた物体O Bの変形状態が触覚刺激を通じてリアルに再現される。

[0081] 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。

[0082] [6. 他の適用例]

図11は、情報処理装置10の他の適用例を示す図である。

[0083] 図1の例では、仮想物体の操作に本開示の触覚制御手法が適用された。しかし、操作対象となる物体O Bは仮想物体に限られない。図11の例では、現実存在する実物体の操作に本開示の触覚制御手法が適用される。

[0084] 図11の情報処理システムは、実際のゴルフクラブG CとゴルフボールG Bを使ってゴルフシミュレーションを行う。表示デバイス20はゴルフ場の景色をスクリーンS C Rに投射する。ユーザUは、ゴルフクラブG Cを使ってスクリーンS C Rに向かってゴルフボールG Bを打つ。制御部11は、カメラなどのセンサを使ってスイングを解析し、ゴルフボールG Bの弾道をスクリーンS C R上で再現する。

[0085] ゴルフクラブGCは、ハプティックデバイス30を内蔵する。制御部11は、スイングの解析結果に基づいてクラブヘッドCH（被衝突物体TG）とゴルフボールGBとの衝突速度を算出する。ゴルフボールGBの重さおよび柔軟性はシステム側で設定することができる。制御部11は、ゴルフボールGBの重さ、柔軟性および衝突速度に基づいて、触覚信号SGの振動波形を制御する。操作対象となる物体OBは、実物体であるゴルフボールGBであるが、図1の例と同様の処理によってリアルな触覚フィードバックが得られる。

[0086] なお、上述の例では、物体のOBの柔軟性に応じた触覚フィードバックおよび視覚フィードバックの制御が行われた。この制御手法は、触覚フィードバックおよび視覚フィードバック以外にも適用可能である。例えば、同様の手法を用いて、聴覚的なフィードバック（聴覚フィードバック）が行われてもよい。

[0087] [付記]

なお、本技術は以下のような構成も採ることができる。

(1)

物体の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間を前記物体の柔軟性に基づいて制御する制御部を有する、情報処理装置。

(2)

前記物体が柔軟基準を満たす柔軟物体である場合には、前記制御部は、触覚刺激の振動波形として、前記物体と接触した瞬間に対応する接触ON時振動波形と、前記物体との接触継続期間に対応する接触継続時振動波形と、前記物体が離れる瞬間に対応する接触OFF時振動波形と、を含む触覚信号を生成する、

上記(1)に記載の情報処理装置。

(3)

前記制御部は、前記柔軟物体の柔軟性に基づいて算出される視覚フィードバックの提示期間が第1閾値よりも大きい場合には、前記接触継続期間内に

無振動期間を含む前記接触継続時振動波形を生成する、

上記（２）に記載の情報処理装置。

（４）

前記制御部は、前記接触継続期間が第２閾値よりも大きい場合には、前記接触継続期間が前記第２閾値以下である場合よりも振幅が小さい前記接触継続時振動波形を生成する、

上記（３）に記載の情報処理装置。

（５）

前記物体が前記柔軟基準に満たない低柔軟物体である場合には、前記制御部は、前記触覚刺激の振動波形として、前記接触ＯＮ時振動波形および前記接触継続時振動波形を選択的に含む触覚信号を生成する、

上記（２）ないし（４）のいずれか１つに記載の情報処理装置。

（６）

前記制御部は、前記低柔軟物体の柔軟性に基づいて算出される視覚フィードバックの提示期間が第３閾値よりも小さい場合には、前記触覚フィードバックの提示期間を前記第３閾値と一致させ、前記視覚フィードバックの提示期間が前記第３閾値以上である場合には、前記触覚フィードバックの提示期間を前記視覚フィードバックの提示期間と一致させる、

上記（５）に記載の情報処理装置。

（７）

前記制御部は、前記物体と衝突する被衝突物体の柔軟性を加味して前記触覚フィードバックの提示期間を制御する、

上記（１）ないし（６）のいずれか１つに記載の情報処理装置。

（８）

前記制御部は、衝突時の前記物体の温度に応じて前記物体の柔軟性を変化させる、

上記（１）ないし（７）のいずれか１つに記載の情報処理装置。

（９）

物体の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間を前記物体の柔軟性に基づいて制御することを有する、コンピュータにより実行される情報処理方法。

(10)

物体の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間を前記物体の柔軟性に基づいて制御することをコンピュータに実現させるプログラム。

符号の説明

- [0088] 10 情報処理装置
- 11 制御部
- FC 視覚フィードバックの提示期間
- FH 触覚フィードバックの提示期間
- NB 無振動期間
- OB 物体
- SG 触覚信号
- tD 接触継続期間
- Td 閾値（第2閾値）
- TH 閾値（第1閾値）
- TL 閾値（第3閾値）
- WD 接触継続時振動波形
- WF 接触OFF時振動波形
- WN 接触ON時振動波形

請求の範囲

- [請求項1] 物体の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間を前記物体の柔軟性に基づいて制御する制御部を有する、情報処理装置。
- [請求項2] 前記物体が柔軟基準を満たす柔軟物体である場合には、前記制御部は、触覚刺激の振動波形として、前記物体と接触した瞬間に対応する接触ON時振動波形と、前記物体との接触継続期間に対応する接触継続時振動波形と、前記物体が離れる瞬間に対応する接触OFF時振動波形と、を含む触覚信号を生成する、
請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記柔軟物体の柔軟性に基づいて算出される視覚フィードバックの提示期間が第1閾値よりも大きい場合には、前記接触継続期間内に無振動期間を含む前記接触継続時振動波形を生成する、
請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記接触継続期間が第2閾値よりも大きい場合には、前記接触継続期間が前記第2閾値以下である場合よりも振幅が小さい前記接触継続時振動波形を生成する、
請求項3に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記物体が前記柔軟基準に満たない低柔軟物体である場合には、前記制御部は、前記触覚刺激の振動波形として、前記接触ON時振動波形および前記接触継続時振動波形を選択的に含む触覚信号を生成する、
請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記制御部は、前記低柔軟物体の柔軟性に基づいて算出される視覚フィードバックの提示期間が第3閾値よりも小さい場合には、前記触覚フィードバックの提示期間を前記第3閾値と一致させ、前記視覚フィードバックの提示期間が前記第3閾値以上である場合には、前記触覚フィードバックの提示期間を前記視覚フィードバックの提示期間と

一致させる、

請求項 5 に記載の情報処理装置。

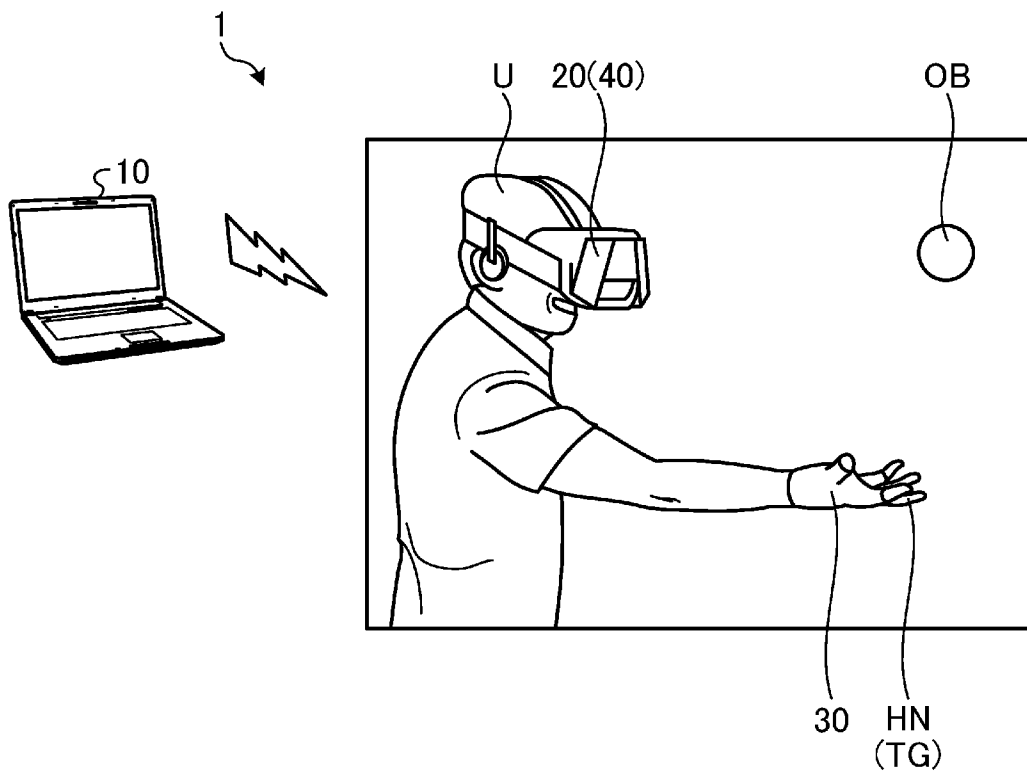
[請求項7] 前記制御部は、前記物体と衝突する被衝突物体の柔軟性を加味して前記触覚フィードバックの提示期間を制御する、
請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記制御部は、衝突時の前記物体の温度に応じて前記物体の柔軟性を変化させる、
請求項 1 に記載の情報処理装置。

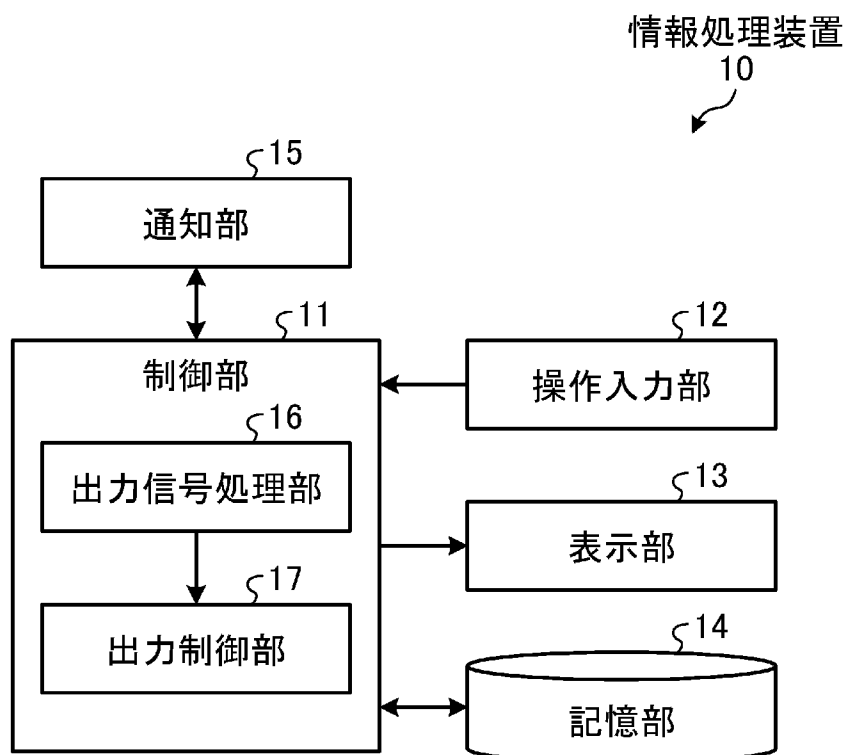
[請求項9] 物体の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間を前記物体の柔軟性に基づいて制御することを有する、コンピュータにより実行される情報処理方法。

[請求項10] 物体の衝突に応答して提示される触覚フィードバックの提示期間を前記物体の柔軟性に基づいて制御することをコンピュータに実現させるプログラム。

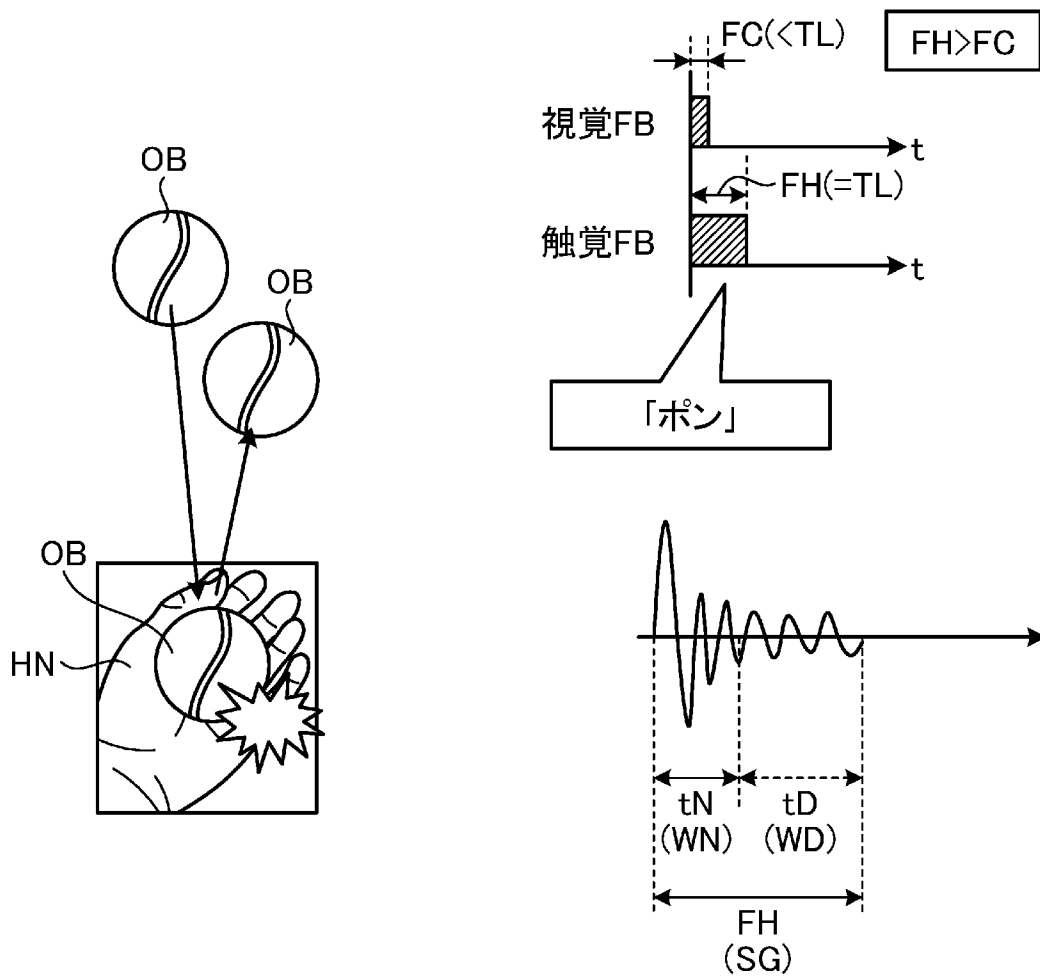
[図1]



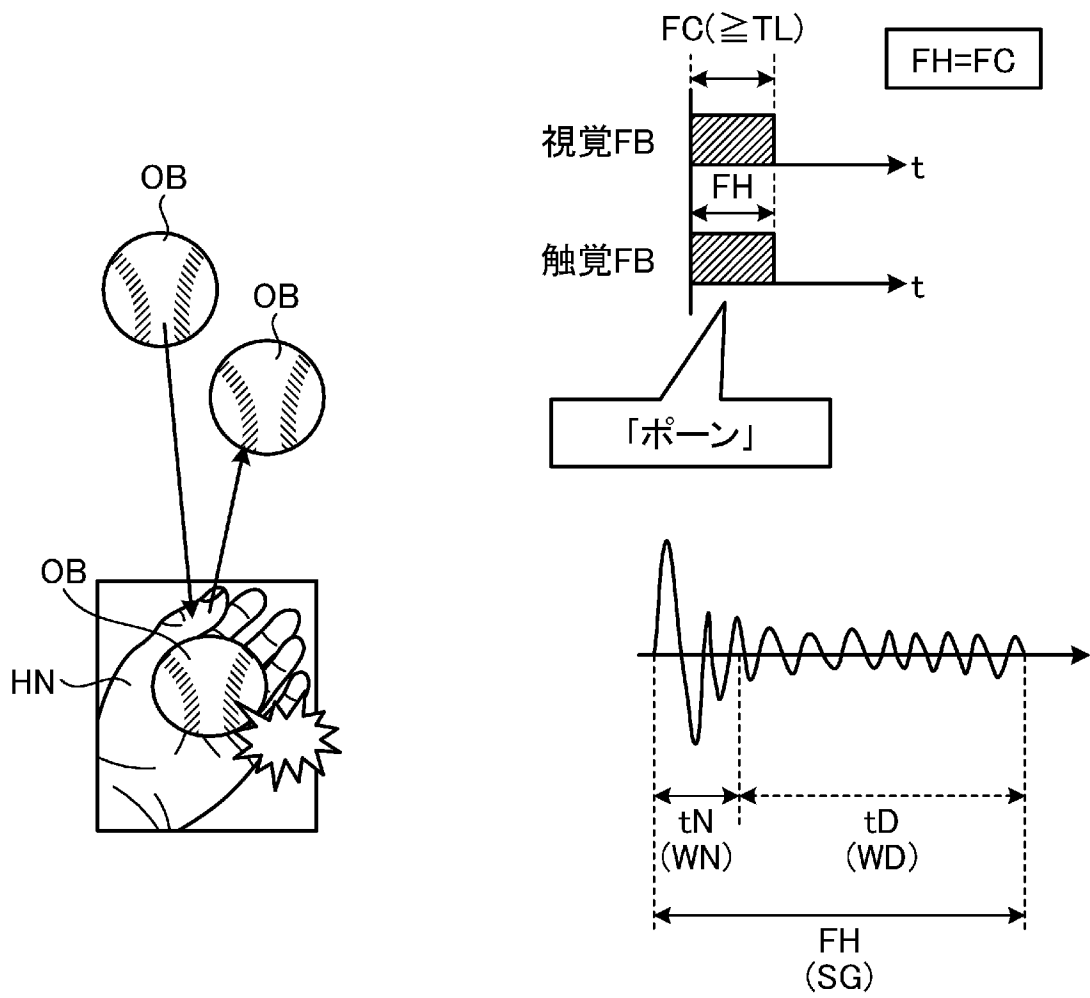
[図2]



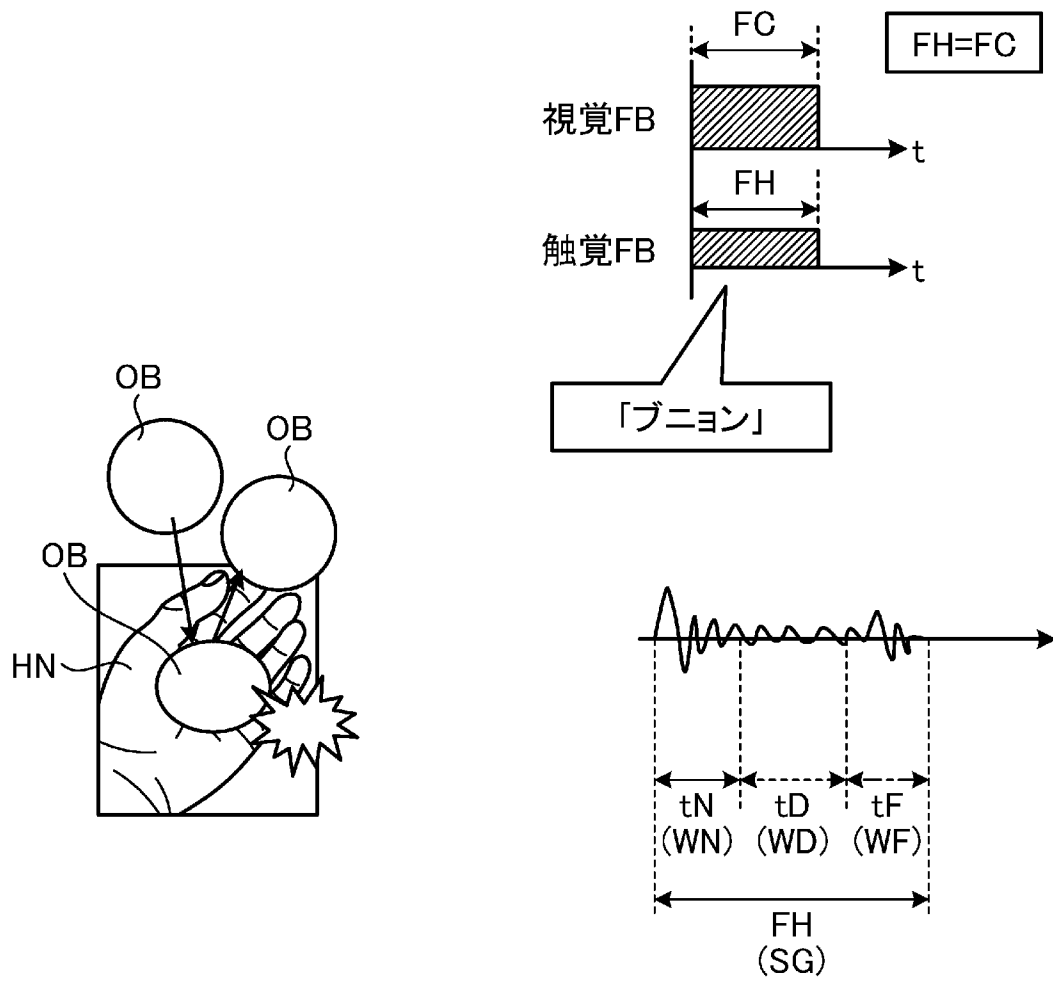
[図3]



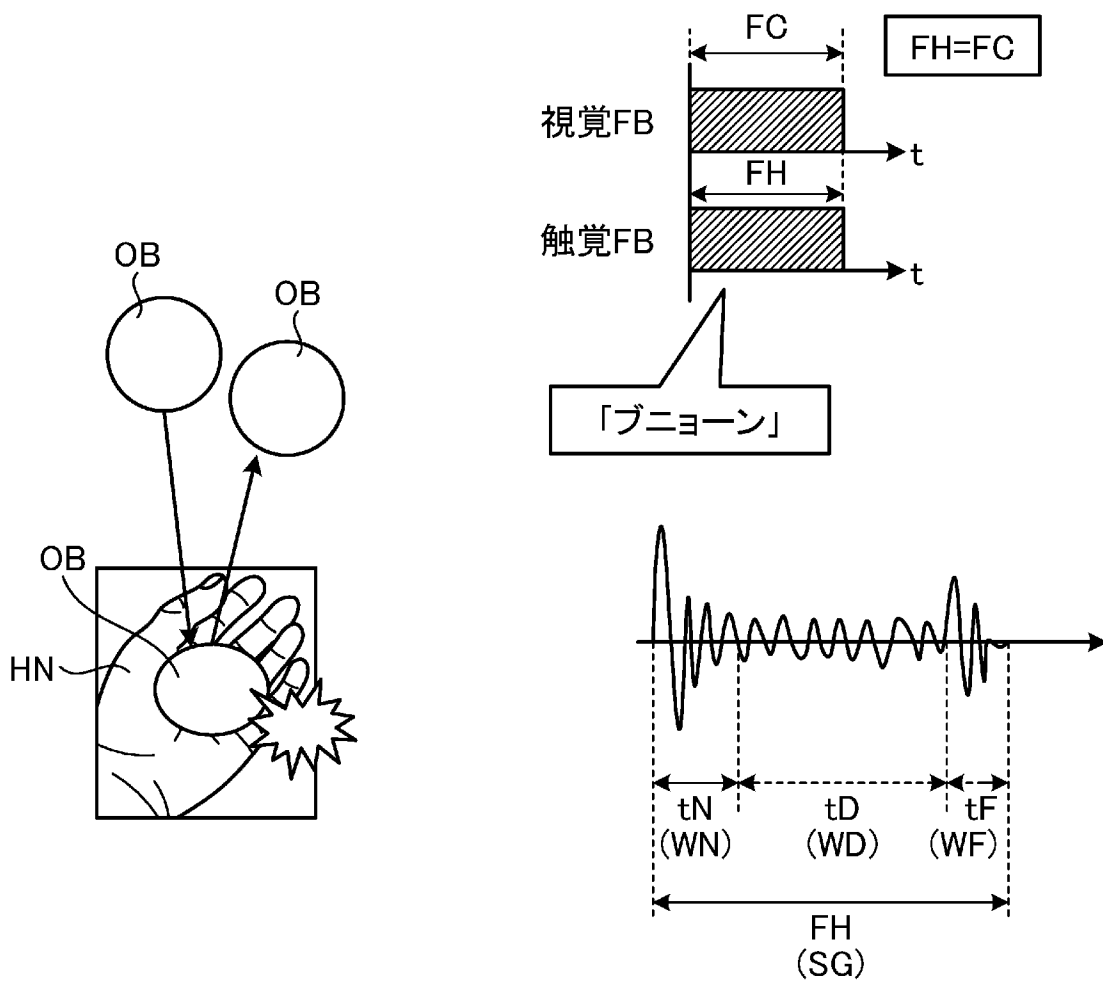
[図4]



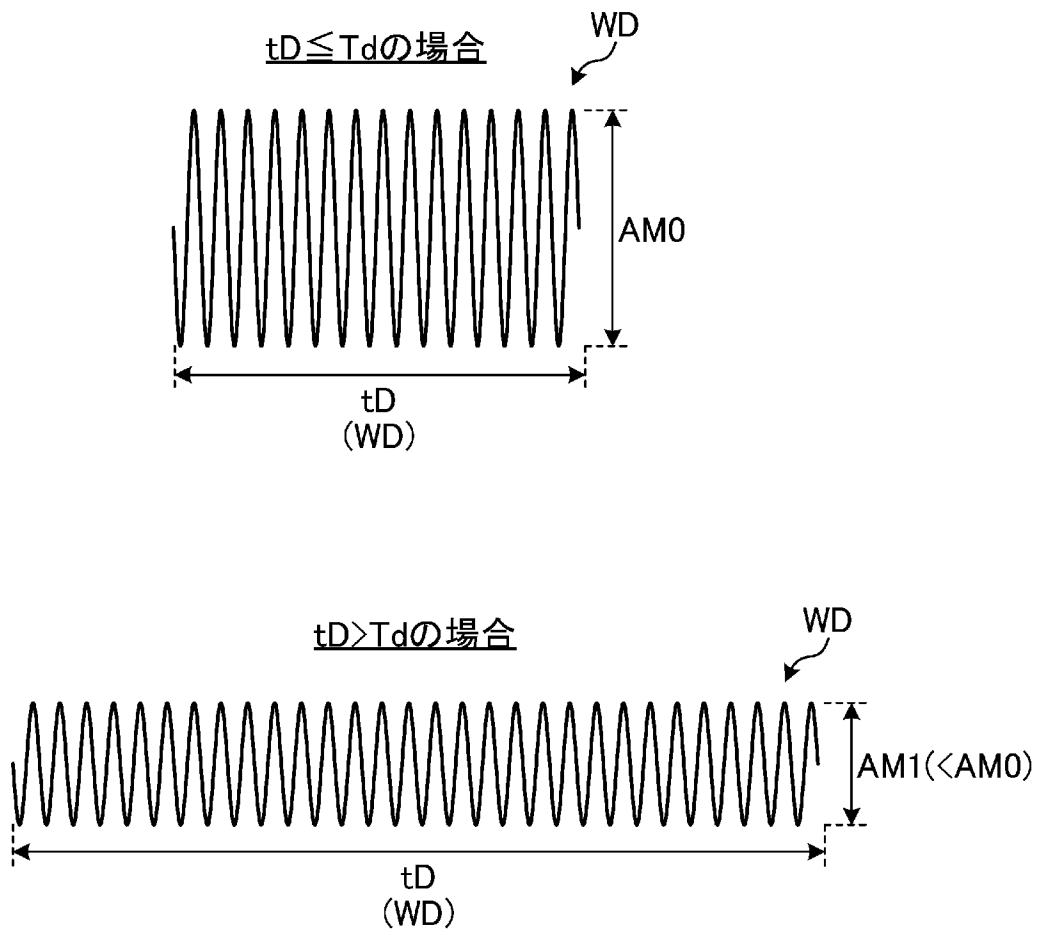
[図5]



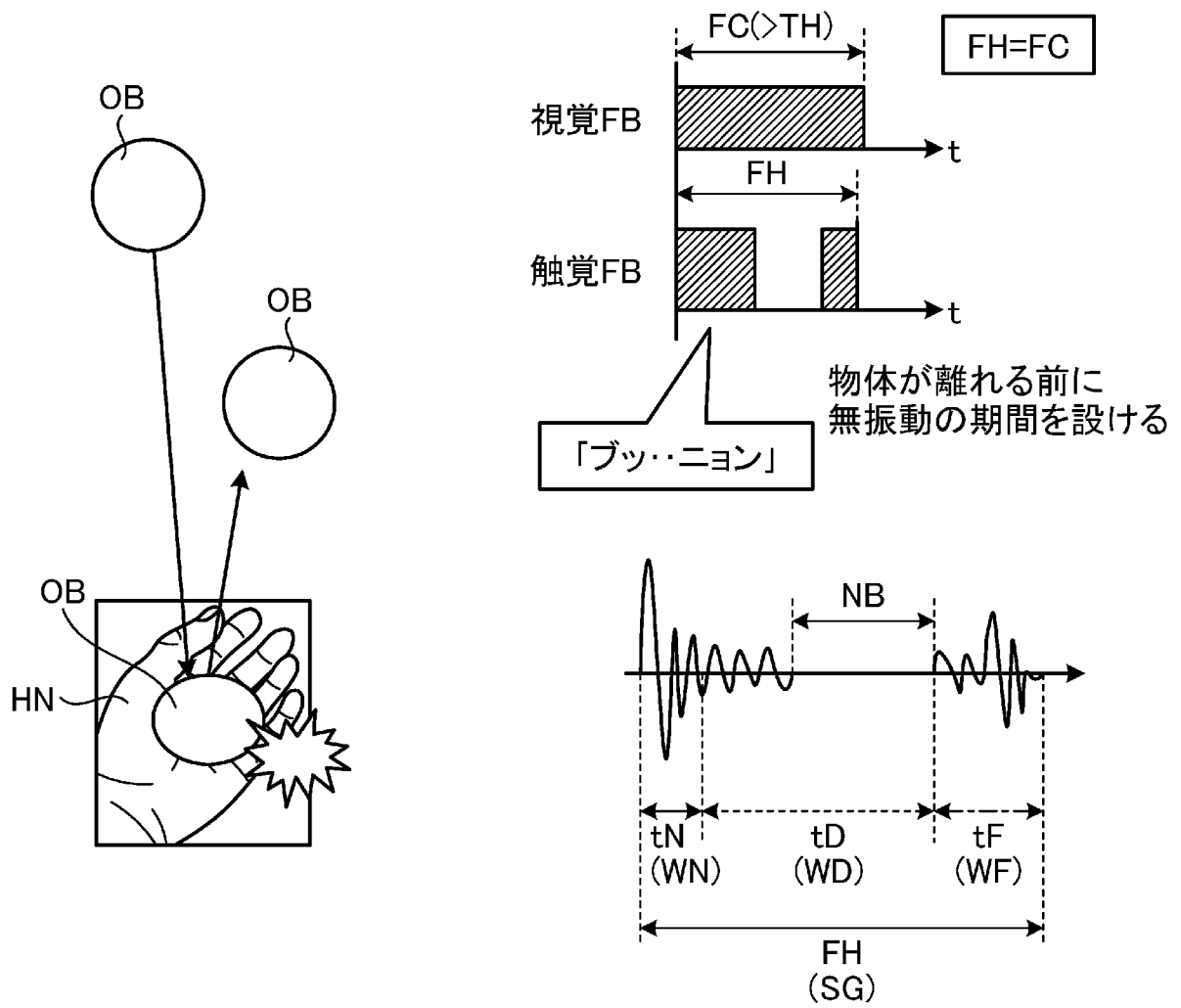
[図6]



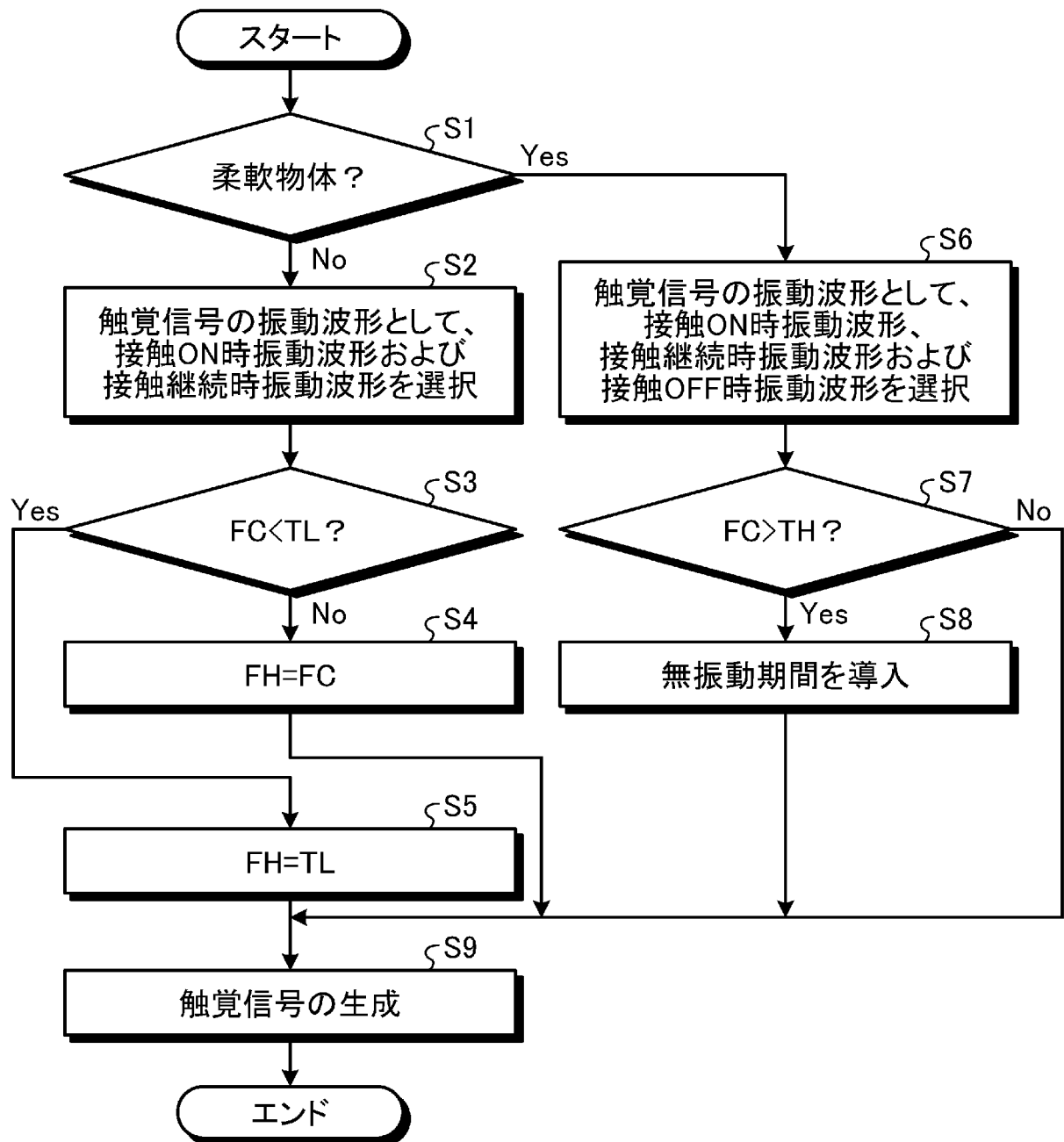
[図7]



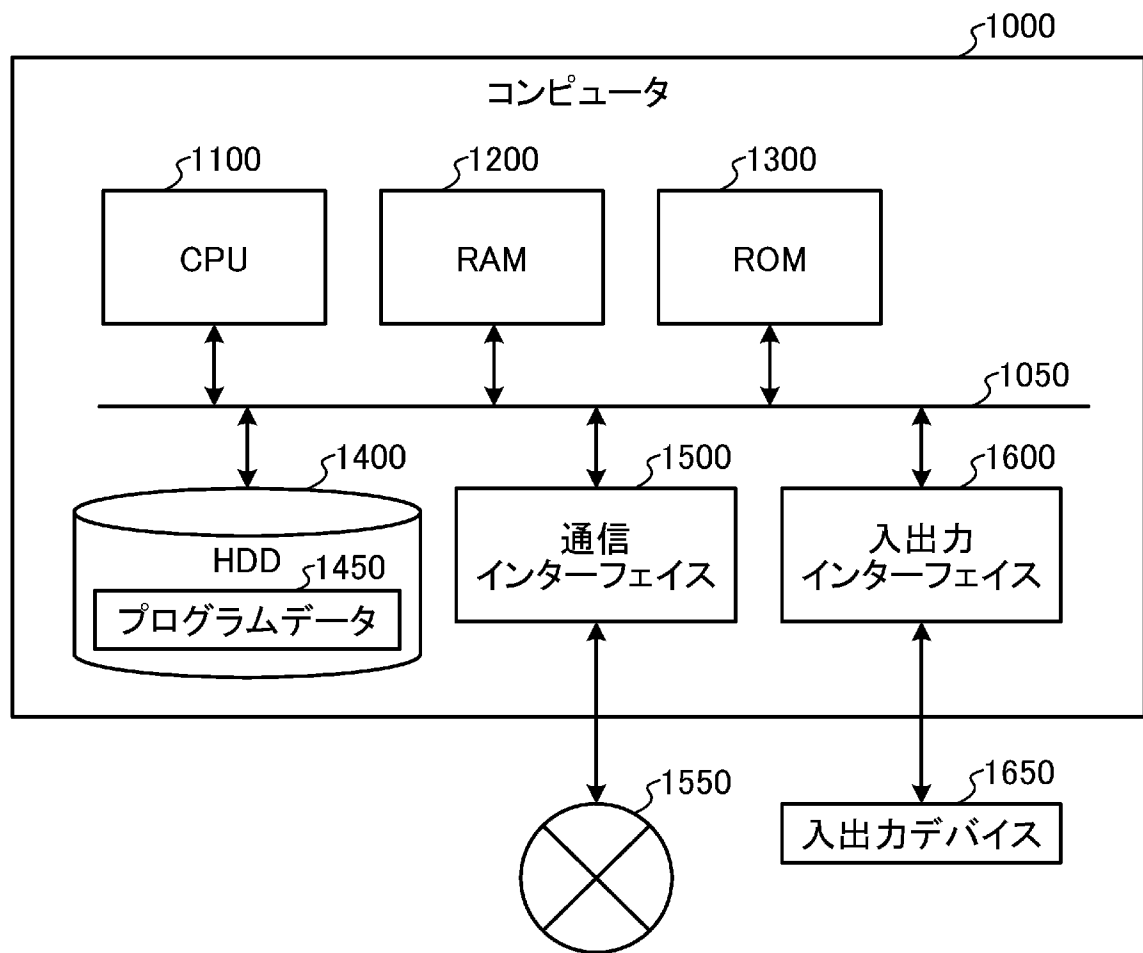
[図8]



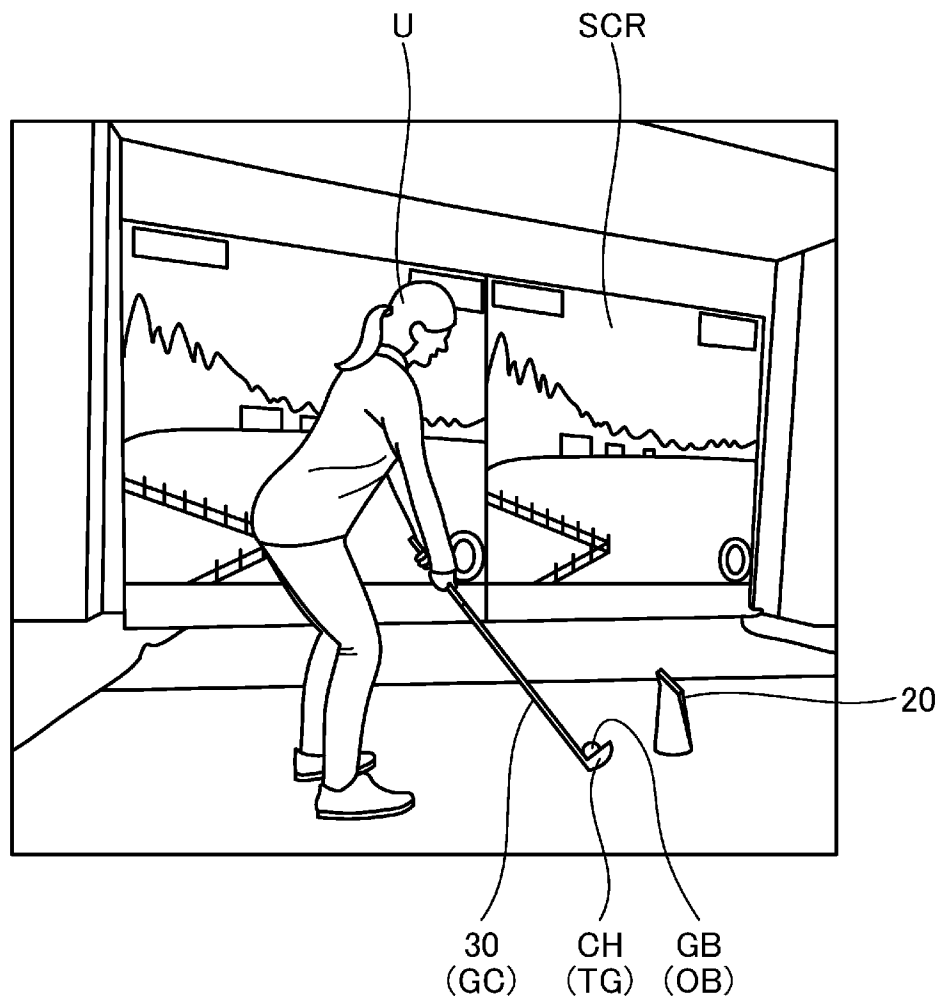
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/002540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06F 3/01**(2006.01)i

FI: G06F3/01 560; G06F3/01 510

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)

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2017/043400 A1 (SONY CORP.) 16 March 2017 (2017-03-16) paragraphs [0001]-[0043], fig. 1-4	1, 7-10
Y	paragraphs [0001]-[0043], fig. 1-4	2-6
Y	JP 2018-106598 A (NINTENDO CO., LTD.) 05 July 2018 (2018-07-05) paragraphs [0097], [0098], [0112], fig. 10	2-6
A	paragraphs [0097], [0098], [0112], fig. 10	1, 7-10
A	WO 2016/181469 A1 (FUJITSU LTD.) 17 November 2016 (2016-11-17) paragraph [0157]	1-10
A	JP 2020-112978 A (SONY CORP.) 27 July 2020 (2020-07-27) paragraph [0045]	1-10
A	JP 2011-096171 A (NATIONAL INST. OF INFORMATION & COMMUNICATION TECHNOLOGY) 12 May 2011 (2011-05-12) paragraph [0030]	1-10

☐ 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

07 April 2023

Date of mailing of the international search report

18 April 2023

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/JP2023/002540

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2017/043400	A1	16 March 2017	US 2018/0203509 A1 paragraphs [0001]-[0082], fig. 1-4 CN 107924236 A KR 10-2018-0051482 A	
JP	2018-106598	A	05 July 2018	US 2018/0178119 A1 paragraphs [0130]-[0132], [0146], fig. 10	
WO	2016/181469	A1	17 November 2016	US 2018/0081444 A1 paragraph [0180]	
JP	2020-112978	A	27 July 2020	US 2022/0083140 A1 paragraph [0088] CN 113287082 A	
JP	2011-096171	A	12 May 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 3/01(2006.01)i FI: G06F3/01 560; G06F3/01 510		
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）） 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2017/043400 A1（ソニー株式会社）16.03.2017（2017-03-16） 段落[0001]-[0043], 図1-4	1, 7-10
Y	段落[0001]-[0043], 図1-4	2-6
Y	JP 2018-106598 A（任天堂株式会社）05.07.2018（2018-07-05） 段落[0097]-[0098], [0112], 図10	2-6
A	段落[0097]-[0098], [0112], 図10	1, 7-10
A	WO 2016/181469 A1（富士通株式会社）17.11.2016（2016-11-17） 段落[0157]	1-10
A	JP 2020-112978 A（ソニー株式会社）27.07.2020（2020-07-27） 段落[0045]	1-10
A	JP 2011-096171 A（独立行政法人情報通信研究機構）12.05.2011（2011-05-12） 段落[0030]	1-10
☐ 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 07.04.2023		国際調査報告の発送日 18.04.2023
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） 酒井 優一 5E 5877 電話番号 03-3581-1101 内線 3521

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/JP2023/002540

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2017/043400	A1	16.03.2017	US 2018/0203509 A1 段落[0001]-[0082], 図1-4 CN 107924236 A KR 10-2018-0051482 A	
JP	2018-106598	A	05.07.2018	US 2018/0178119 A1 段落[0130]-[0132], [0146], 図10	
WO	2016/181469	A1	17.11.2016	US 2018/0081444 A1 段落[0180]	
JP	2020-112978	A	27.07.2020	US 2022/0083140 A1 段落[0088] CN 113287082 A	
JP	2011-096171	A	12.05.2011	(ファミリーなし)	