

## R-V Dynamics Illusion の体験システム

### R-V Dynamics Illusion Experience System in Mixed Reality Space

橋口哲志, 片岡佑太, 柴田史久, 木村朝子

Satoshi Hashiguch, Yuta Kataoka, Fumihisa Shibata, and Asako Kimura

立命館大学大学院 情報理工学研究科

(〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1, hasiguti@rm.is.ritsume.ac.jp)

**概要:** 複合現実感の技術を用い、手の振りに応じて物体内部の液体が揺れる CG 画像を実物体に重畳描画したところ、予想を上回る錯覚現象が知覚された。我々は、このような実物体と仮想物体の異なる運動状態が引き起こす錯覚を R-V Dynamics Illusion と命名した。同錯覚現象では、その運動状態の組み合わせは様々であり、組み合わせによって触力覚への影響は変化する。本体験システムでは、実物体と仮想物体の種々の運動状態を組み合わせ、同錯覚現象を体感してもらう。

**キーワード:** Mixed Reality, Sense of Weight, Visual Stimulation, Psychophysical Influence

#### 1. はじめに

複合現実感 (Mixed Reality; MR) 空間では、仮想空間と現実世界をリアルタイムで継ぎ合わせることができる。それ故に、仮想空間で生成した視覚刺激 (以下、MR 型視覚刺激) と現実世界で感じる触力覚に取って差を生じさせ、感覚間の相互作用を確認することができる。我々はこの先進的な MR 技術を用いて、視覚と触力覚との相互作用に関する研究を行ってきた。研究の一課題として、これまでに我々は把持物体に大きさの違う仮想物体を重畳描画することによって、重心知覚に影響を及ぼすことを確認した。この顕著な錯覚現象を Shape-COG Illusion と命名し、系統的実験から発生メカニズムの解明に取り組んできた [1][2]。

同実験を行う中で、我々は興味深い錯覚現象を引き起こす研究対象に遭遇した。これまでは把持物体 (剛体) の「外形」を MR 型視覚刺激によって変更してきたが、手の振りに応じて物体内部の液体が揺れるような CG アニメーションを重畳描画したところ、予想を上回る錯覚現象が知覚された [3]。我々は、このように実物体 (R) と仮想物体 (V) の異なる運動状態が引き起こす錯覚を R-V Dynamics Illusion と命名した (図 1)。

本デモは、実物体と仮想物体の種々の運動状態を組み合わせ、同錯覚現象を体感するものである。

#### 2. 設計方針

実物体を剛体とし、MR 型視覚刺激の運動状態にのみ各種差異を生じさせる。MR 型視覚刺激としては、振り動作に対する動的な視覚刺激の有無、仮想容器内の液体量、仮想物体の液面加速度をパラメータとして調整したものを提示する。先行研究では、すべて同じ実物体であるにも関わらず、この 3 つパラメータを変えることで重さ知覚に影響

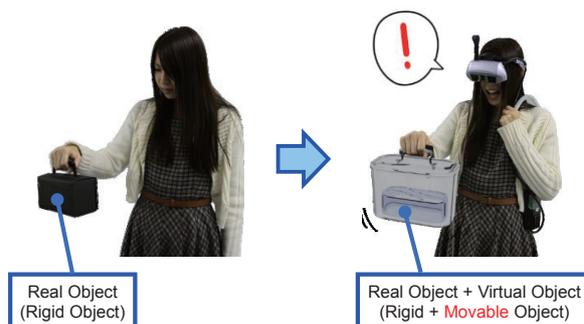


図 1 R-V Dynamics Illusion

をおよぼすことを確認した [3]。本体験システムでは、視覚刺激の条件を組み合わせることで体験することができ、各種パラメータを調整することで錯覚現象への影響を体感できるようにする。

#### 3. R-V Dynamics Illusion 体験システム

##### 3.1 システム構成

体験システムでは、ビデオシースルー型 HMD (Canon, HM-A1) および MR Platform System を使用している (図 2)。体験者の頭部及び実物体の位置姿勢情報は磁気センサ (POLHEMUS, 3SPACE FASTRAK) から取得する。体験者が MR 空間を観察する際、把持物体の位置を磁気センサで取得し、実物体がちょうど隠れるように仮想物体を重畳描画する。

##### 3.2 使用する実物体

体験者が把持する実物体として、把手を取り付けた幅 165×奥行 80×高さ 90 mm のアクリルケースを用いる。また、ケースに錘を封入することで、このアクリルケースに高さ 45mm まで水を封入した際の重さ (750g) と同じ重量になるよう調整した (図 3)。

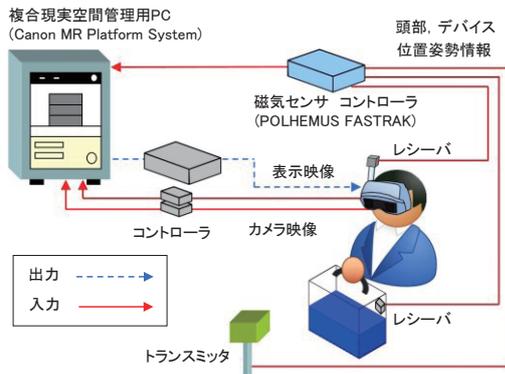


図2 システム構成



図3 実験で使用了実物体

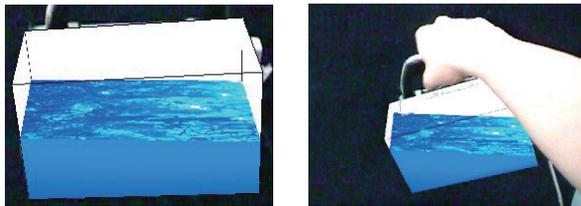


図4 実験で使用了MR型視覚刺激

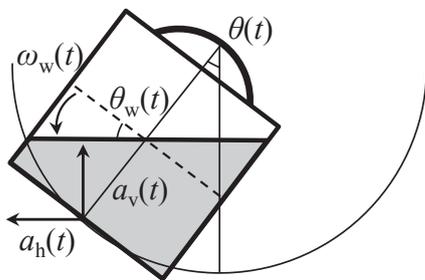


図5 液体の動きの簡易モデル

### 3.3 MR型視覚刺激

MR型視覚刺激として提示する仮想の容器の寸法は、実物体と同様、幅165×奥行80×高さ90mmとした。MR型視覚刺激のパラメータは、以下の3つである。

- ・仮想物体の揺れの有無
- ・仮想物体の液体量
- ・仮想物体の液面加速度

本システムでは、運動状態の差異を生じさせるため、手の振りに応じて物体内部の液体が揺れるCGアニメーションを重畳描画する。運動状態の差異による影響を確認するため、仮想物体の揺れの有無を比較できるようにした。

仮想物体の液体量は、液面の位置が容器の高さの半分45mmとなる場合を基準として、液面の位置が27mm(60%)、36mm(80%)、45mm(100%)、54mm(120%)、

63mm(140%)となる5種類を提示する。また、液体部分は水色、液体の入っていない部分は白色に着色している(図4)。

体験者は、片手で容器を把持し、容器を左右に振り、内部の液体が左右に揺れる様子を観察する。液体の揺れの表現には、簡易的な揺れモデルを適用している(図5)。このモデルでは、体験者は容器を左右にしか振らない。また、しぶきや波のような詳細な表現は行わず、液面を直線に近似するという前提のもと、液体の揺れを数式化している。

具体的には、時刻 $t$ における液面の角加速度を $a_w(t)$ 、液面の角速度を $\omega_w(t)$ とし、液体面の傾き $\theta_w(t)$ を以下の式(1)~(3)により求めている。

$$a_w(t) = -(C - a_v(t)) \cos \theta(t) + a_h(t) \sin \theta(t) \quad (1)$$

$$\omega_w(t) = \int a_w(t) dt \quad (2)$$

$$\theta_w(t) = \int \omega_w(t) dt \quad (3)$$

ここで、実物体の縦方向加速度 $a_v(t)$ 、実物体の横方向加速度 $a_h(t)$ および把持物体の傾き $\theta(t)$ は磁気センサより算出する。

加減値 $C$ は、液面の各加速度を変更するパラメータで、 $C$ が大きくなると粘性の高い液体、 $C$ が小さくなると粘性の低い液体と知覚される。今回は、事前に5人の被験者に $C$ の値を様々に変えた液体のアニメーションを体験させ、その中で水のように感じると回答された値の平均値 $C = 0.98$  (deg/s<sup>2</sup>)を基準値として採用した。また粘性の異なる液体として、 $C = 0.98$  (deg/s<sup>2</sup>)を0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50倍した5種類のMR型視覚刺激を用意した。

### 4. むすび

実物体が剛体であるという条件下で、MR型視覚刺激の各種条件によって運動状態の差異を生じさせ、錯覚現象を体験することができるR-V Dynamics Illusion体験システムを開発した。視覚条件として、仮想物体の揺れの有無、仮想容器内の液体量、仮想物体の液面加速度の各種パラメータを調整し、錯覚現象への影響を体感できる。

**謝辞** 本研究の一部は、科研費・基盤研究B「複合現実型視覚刺激が及ぼす触印象に関する研究」、科研費・若手研究B「複合現実空間における痛覚・温冷覚提示に関する研究」による。

### 参考文献

- [1] 木村朝子, 柚田明弘, 面迫宏樹, 柴田史久, 田村秀行: “Shape-COG Illusion: 複合現実感体験時の視覚刺激による重心知覚の錯覚現象”, 日本VR学会論文誌, Vol. 16, No. 2, pp. 261 - 269, 2011.
- [2] 面迫宏樹, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: “Shape-COG Illusion: 複合現実感体験時の視覚刺激による重心知覚の錯覚現象(第2報)”, 同上, Vol. 18, No. 2, pp. 117 - 120, 2013.
- [3] 佐野洋平, 橋口哲志, 柴田史久, 木村朝子: “動的に変化する複合現実型視覚刺激が重さ知覚に与える影響”, 同上, Vol. 19, No. 2, pp. 255 - 264, 2014.