



R-V Dynamics Illusion における各種刺激の錯覚体験

～剛体の運動を MR 重畳描画した場合～

山田 泰己, 橋口 哲志, 柴田 史久, 木村 朝子

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)

概要 : R-V Dynamics Illusion とは, 実物体と仮想物体の異なる運動状態が引き起こす錯覚現象である. 先行研究では, 実物体が剛体であるにも関わらず, 仮想物体のケースに入った物体が手の振りに応じて動くことで, 重さや慣性といった力覚的変動を知覚した. 特に仮想ケース内部の物体が剛体の場合, 衝撃が再現できないため錯覚が起こりにくいのではないかと想定していたが, 顕著な錯覚現象が発生した. 本発表では, 実物のケースに, 仮想ケース内部で運動する, または固定された固体を重畳描画した場合についてデモ展示を行う.

キーワード : 複合現実感, 重さ知覚, 錯覚, R-V Dynamics Illusion

1. はじめに

複合現実感 (Mixed Reality; MR) 技術には, 仮想空間と現実空間を実時間で組み合わせることができるという特徴がある. 実物体に CG (MR 型視覚刺激) を重畳描画することで, 実物体の触力覚はそのままだけに, 外観のみを変化させることが可能となる. 我々は, この方法により敢えて視覚と触力覚の間に齟齬をつくることで, MR 型視覚刺激と触力覚感が相互に作用し, 触錯覚を生む現象について研究してきた[1].

具体的には, 剛体の実物体に対して, 液体のように動く仮想物体を重畳描画すると, 実物体と仮想物体の運動状態に差異が生じる. この運動状態の差異が慣性などの力覚的特性に影響を与え, 特に重さ知覚に顕著な変化が知覚される[2]. 我々はこのような実物体 (R) と仮想物体 (V) の異なる運動状態が引き起こす錯覚現象を R-V Dynamics Illusion と命名し, この現象の分析に取り組んできた.

これまでの研究では, 振り動作に対して, 仮想物体内に液体が揺れる CG を提示していた. しかし, 液体以外の物体でも同錯覚現象が発生する可能性もある. そこで, 次のステップとして, 液体とは性質の異なる固体 (仮想の球) を重畳描画した場合について, 触力覚に与える影響の分析を行った.

固体の衝突は液体と比べると外壁との衝突が大きく触力覚としても顕著に知覚される. そのため, 先行研究より仮想と現実における触感の差異が大きく, 同錯覚現象が発生しにくいと可能性が高い. しかし, 予想に反して, 固体の場合でも同様に力覚的変化を見られた[3]. 本発表では,

Taiki YAMADA, Satoshi HASHIGUCHI,
Fumihisa SHIBATA, and Asako KIMURA
Ritsumeikan University

物体内部に固体が入っている仮想のケースを実物のケースに重畳描画した際の R-V Dynamics Illusion を体感するデモシステムを展示する.

2. R-V Dynamics Illusion 体験システム

2.1 システム構成

R-V Dynamics Illusion 体験システムの構成を図 1 に示す. 本体験システムでは, ビデオシーズルー型 HMD (Canon, HM-A1) を用いて MR 映像を提示する. 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. また体験者が MR 空間を観察する際, HMD に内蔵されたカメラからキャプチャされた画像に対して手領域の抽出を行い, その領域をマスキングすることで, 手に仮想物体が重畳描画されないようにする.

2.2 使用する実物体

今回のデモで使用する実物体には, 把手を取り付けた幅 165 mm × 奥行 80 mm × 高さ 90 mm のアクリルケースを用いる. 実験では, ケースの中心に錘を固定し, 重量が 750 g になるよう調整している (図 2).

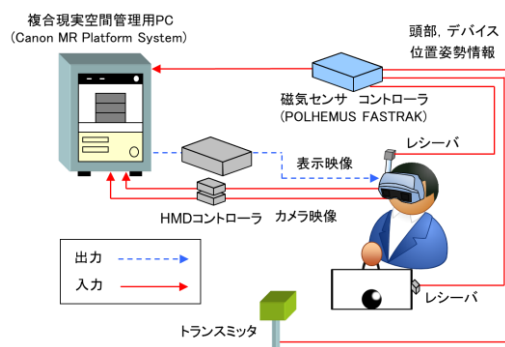


図 1 システム構成

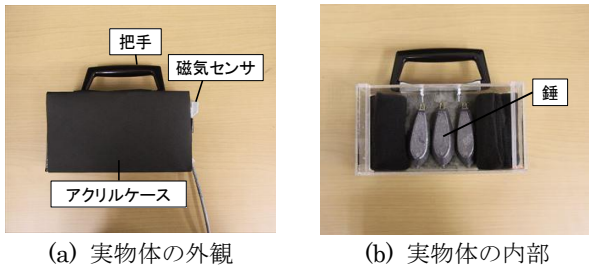


図2 実験で使用了実物体

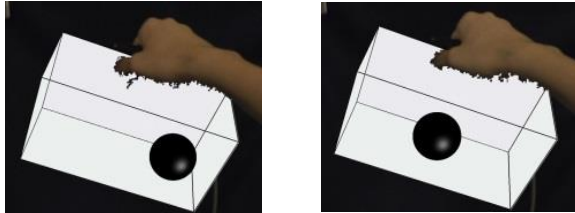


図3 実験で提示するMR型視覚刺激

表1 使用する仮想の球の提示パターン

	提示種類	標準との比較
大きさ (直径)	CG1	50% (22.50mm)
	CG2	75% (33.75mm)
	CG3	100% (45.00mm)
	CG4	125% (56.25mm)
	CG5	150% (67.50mm)
加速度	A1	25%
	A2	50%
	A3	75%
	A4	100%

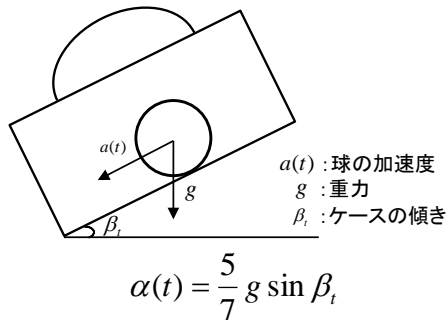


図4 球の動きのモデル

2.3 使用するMR型視覚刺激

MR型視覚刺激として提示する仮想のケースの寸法は、実物体と同じである。また、先行研究[3]より、仮想物体の運動状態や大きさ、速さといったパラメータを変更することで、知覚される重さが変わることが確認されている。よって、これらの影響を体験できるように、デモでは仮想の球のパラメータとして、以下の3つを用意した。

- ・仮想の球の移動の有無
- ・仮想の球の大きさ (直径)
- ・仮想の球の加速度

本体験システムでは、手の振りに応じケース内部の球が移動するCGアニメーションを重畳描画している。体験者は、片手でアクリルケースを把持し、左右に振ることで、仮想の球がケース内部で移動する様子を観察することができる。また、球の部分は黒色、ケース部分は白色に着色している(図3)。更に、運動状態の差異による影響を確認するため、仮想の球の移動の有無を比較可能とした。先行研究より仮想の球の大きさや移動速度によって、ケースの重さや球の移動感を異なって知覚することを確認している。そこで、これらの影響を体験できるように仮想の球の大きさでは、ケースの高さの半分45.00mmの場合を基準として、球の直径が22.50mm(50%)、33.75mm(75%)、45.00mm(100%)、56.25mm(125%)、67.50mm(150%)となる大きさのパターンを5種類用意した(表1)。

仮想の球の移動に関しては、図4に示す加速度 $a(t)$ の式を導入した。この式は、球の移動を模した簡易的な運動モデルを基に設定した。この簡易運動モデルは、体験者はケースを振る際、左右にしか振らないこと、球が斜面を移動する際には、必ず転がり、空気抵抗や慣性力は球に作用せず外壁との衝突では跳ね返らないという条件を課している。また、球の移動速度のパラメータとして $a(t)$ の0.25、0.50、0.75、1.00倍となる球の加速度のパターンを5種類用意した。

3. まとめ

本体験システムは、物体内部で移動する仮想物体が固体の条件におけるR-V Dynamics Illusionを体感できる。本錯覚現象は、物体内部の動的変化を想起させる仮想物体の大きさや加速度などのパラメータを変更することで、重さや慣性などといった力覚的変動を知覚する錯覚現象である。そのため本体験システムでは、仮想の球の移動の有無、仮想の球の大きさ、仮想の球の加速度の各種パラメータを変更することで、触知覚に与える影響を体感できるように設計した。

謝辞 本研究は、科研費・基盤B「複合現実型視覚刺激によるR-V Dynamics Illusionの研究」による。

参考文献

- [1] 家崎明子, 杉田明弘, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: “複合現実型視覚刺激による触印象への影響”, 日本VR学会論文誌, Vol. 13, No. 2, pp. 129 - 139, 2008.
- [2] 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”, 日本VR学会論文誌, Vol. 19, No. 2, pp. 255 - 264, 2014.
- [3] 山田泰己, 片岡佑太, 橋口哲志, 柴田史久, 木村朝子: “錯覚現象R-V Dynamics Illusionにおける各種刺激の影響分析(3)～固体の運動を重畳描画した場合についてPart2～”, 日本VR学会大会論文集, 31A-3, pp. 348 - 351, 2015.