

Synchronized-Slow-Effect: 身体速度に比例した時間スケールの変化による手応えの増強

丸山寛人^{†1} 橋本直^{†1}

概要: 2D 格闘ゲームでは、攻撃時の手応えの増強を目的に、一時的に時間スケールを変化させる「ヒットストップ」という演出が用いられている。我々はこのような演出手法が VR 空間内においても有効であると考えた。しかし、固定値で時間スケールを変化させただけでは映像に違和感が生じ、手応えを感じ取れないケースがみられた。そこで、時間スケール変換の継続時間やスケール比を身体速度に基づいて動的に計算し、違和感を低減させる手法「Synchronized-Slow-Effect」を提案する。

1. はじめに

ゲームや映像作品において、攻撃時や攻撃の直前に映像の再生速度を遅くすることで、打撃の手応えをより強く感じさせる演出が用いられることがある[1][2][3]。特に 2D 格闘ゲームでは、この演出は「ヒットストップ」と呼称されることがある[4]。

我々は VR 空間内においても、映像の再生速度を遅くすることで打撃の手応えを増強させられるのではないかと考えた。そこで、VR 空間内のオブジェクトに打撃を加えた際に、時間スケールが変化する簡単なプロトタイプを作成した。しかし、このプロトタイプを研究室内の 6 名に体験してもらったところ、4 名は手応えがまったく上昇しないと回答した。意見として、「単なるスローモーション映像のように感じた」「物理挙動に違和感があった」などとコメントした。

この結果を受け、新たな方法として、時間スケールを体験者の身体速度に応じて動的に変化させる

「Synchronized-Slow-Effect」を提案する。これにより、時間スケールが変化した時の違和感が低減し、より手応えを感じることができるのではないかと考えた。本稿では、提案手法の概要と実装について説明する。

2. 関連研究

2.1 視覚効果によって疑似的な触力覚を提示する手法

ユーザの身体運動を投射するポインタや、バーチャル物体の動作を示す視覚情報を変化させることで、疑似的な触力覚をユーザに知覚させる現象は Pseudo-haptics と呼ばれている[5][6][7]。平尾らは、VR 空間において物体持ち上げ時の手の移動量が低減したように表示することで、物体の重量知覚を変化させることを示した[8]。また竹内らは、VR 空間内でスリングショットのような引っ張り動作に対しての手の移動量を低減して表示し、奥行方向に対する力触覚

が生起されることを示した[9]。Argelaguet らの Elastic Images では、布やスポンジの画像をクリックした際に、適切なへこみ具合を表現することで、バーチャル物体の質感を提示している[10]。

このように Pseudo-haptics は、視覚効果によってユーザにさまざまな触力覚を疑似的に知覚させることができる。本研究では、VR 空間においてバーチャル物体を打撃で破壊する際に、時間スケールを変化させるという視覚効果によって疑似的な抵抗や重さを提示する。

2.2 時間スケールの操作によって情動を強める手法

時間スケールを意図的に変化させることで、ユーザが感じる情動を強化させる試みが行われている。

井手口らは、ボクシングの試合映像において、鑑賞者が「迫力がある」と感じたフレームの提示時間を引き延ばすスローモーション演出が、映像全体の印象を向上させることを示した[11]。また橋本らは、物体とプラスチック板の衝突時に発生した振動の時間スケールを変化させることで、触覚においても情動を強めることが可能だと示唆した[12]。家庭用ゲームソフト『大乱闘スマッシュブラザーズ for Wii U』では、キャラクターが攻撃を加えた際に、自分と相手の動作を一瞬静止させることで手応えの増強を目的とする演出がなされている[4]。停止時間は一定ではなく、ダメージの大きさや攻撃の種類に応じて停止時間が変化する。

我々の提案手法では、身体動作に付随した操作を有するシステムにおいて、ユーザが感じる手応えを増強する。また、身体速度に比例して時間スケールを変化させることで、ユーザが手応えを確実に感じ取れるようにする。

3. Synchronized-Slow-Effect

提案手法は、VR 空間においてバーチャル物体への打撃を行った際に、ユーザの身体速度に応じて時間スケールを変化させることで手応えを増強する手法である。本研究では、打撃の方法として素手による殴打を対象とし、手の移

^{†1} 明治大学

動速度に基づいた計算を行った。なお、時間スケールを変化させる処理は、殴打の発生前には行わないものとする。

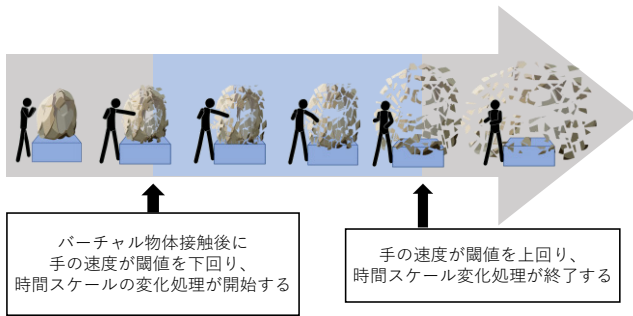


図1 動作フローイメージ図

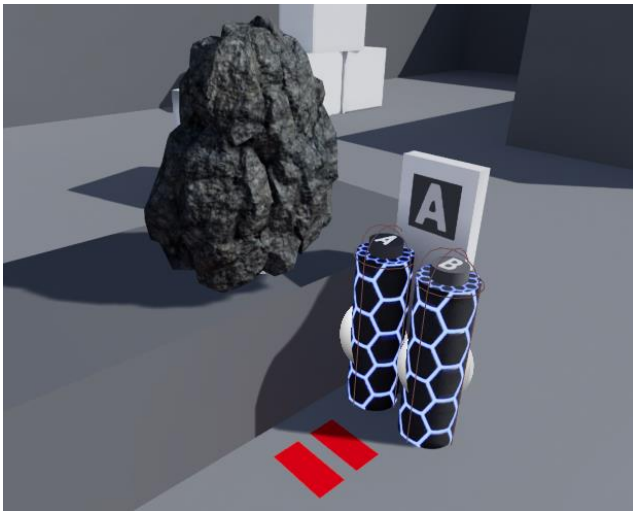


図2 VR空間の設計

手法の詳細と実装について以下に述べる。

3.1 アルゴリズム

VR空間の時間スケールを S とおく。 $0.0 \leq S \leq 1.0$ において、世界が静止または遅く動くことになる。手の移動速度を V_h 、時間スケールの変化処理を行う手の最高速度を V_t 、時間スケールに対する速度の増幅係数を m とおき、 S を求める式を以下に示す。

$$S = \begin{cases} 1 & (V_h < V_t) \\ mV_h & (V_h > V_t) \end{cases}$$

V_h はコントローラの1秒あたりの移動量から算出する。 m は値を変えることで得られる手応えを調節することができる。 $m = 0.5$ 、 $V_t = 1$ (m/s)としたときの動作フローのイメージ図を図1に示す。

3.2 実装

本研究ではVR空間の構築にUnreal Engine 4を使用した。VRシステムにはHTC Viveを採用し、同製品に付属しているコントローラを手の座標取得デバイスに採用した。VR空間内ではコントローラの位置に手モデルが表示されており、トリガーボタンで拳を握りこむ操作が行える。VR空間の概要図を図2に示す。ユーザの目の前には高さ0.5m

の台があり、その上に高さ1mの岩モデルが配置されている。岩モデルと手モデルが接触すると、岩モデルは粉々に砕けるようになっている。その後、手の速度が閾値を下回っている間、時間スケールを変化させる処理が行われる。

4. まとめと今後の展望

映像作品やゲームなどの時間スケール変換演出に着目し、身体速度に比例した時間スケールの変化による、VR空間内での手応え増強演出手法の実装を試みた。今後は提案種本の有用性を明らかにするとともに、手応えの強化に最も有効な増幅係数を調査する。

参考文献

- [1] 『シャーロック・ホームズ』(Sherlock Holmes). Dir. Guy Ritchie. Perf. Robert Downey Jr, Jude Law. 2009. ワーナー・ホーム・ビデオ, 2010. DVD.
- [2] ストリートファイターII. カプコン. 1992. (スーパーファミコン)
- [3] 大乱闘スマッシュブラザーズ For Wii U. 任天堂. バンダイナムコスタジオ. 2014. (Wii U)
- [4] 桜井政博. 桜井政博のゲームについて思うこと 2015-2019. 株式会社Gzブレイン, 50p, 2019.
- [5] 鳴海 拓志. Pseudo-haptics 応用インターフェイスの展望—疑似触力覚提示からその先へ. システム/制御/情報 61(11) pp. 463 - 468, 2017.
- [6] A. Lecuyer: Simulating haptic feedback using vision: A survey of research and applications of pseudo-haptic feedback; Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press, Vol. 8, No. 1, pp. 39-53.
- [7] Keita Watanabe, Michiaki Yasumura. VisualHaptics: Generating Haptic Sensation Using Only Visual Cues, ACE2008, Proceedings of the International Conference on ACE2008, pp405, December 2008.
- [8] 平尾悠太郎, 三家 礼子, 河合 隆史. VR空間におけるクロスモーダルを用いた重さ感覚提示手法の提案と評価. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 23(4), pp. 263-270, 2018.
- [9] 竹内凌一, 橋本渉. 奥行方向の引っ張り力錯覚の強調について. インタラクション 2017, 2017.
- [10] F. Argelaguet, D. Jauregui, M. Marchal and A. Lecuyer: Elastic images: Perceiving local elasticity of images through a novel pseudo-haptic deformation effect; ACM Transactions on Applied Perception (TAP), Vol. 10, No. 3, pp. 17, 2013.
- [11] 井手口健, 西山元規, 古賀広昭. 迫力感性増幅を意図した映像提示方法の検討. 映像メディア学会誌 Vol. 54, No1, 2000.
- [12] 橋本悠希, 梶本裕之. スローモーション触覚再生装置. インタラクション 2009, 2009.