

通り抜けうお～る

-全身動作と触覚フィードバックを組み合わせたエンタテインメントゲーム-

飯塚将太^{†1} 竹之内栄人^{†1} 加藤佳大^{†1} Gu Wenchao^{†1} 杉本鎌^{†1} 永野光^{†1} 昆陽雅司^{†1}
田所諭^{†1}

概要: 我々は、全身動作と触覚フィードバックを組み合わせたエンタテインメントゲームを開発した。本ゲームでは、プレイヤーは迫りくる壁に開いたヒト型の穴と同じポーズをとることで、壁を通り抜ける。身体の姿勢・バランスといった全身動作に加え、壁との衝突感・迫りくる壁の風圧といった触覚フィードバックを取り入れることで、全身を使ったインタラクションを実現している。

Go through the Wall

- Entertainment game combining whole-body motion and haptic feedback -

SHOTA IIZUKA^{†1} HIDETO TAKENOUCHI^{†1} YOSHIHIRO KATO^{†1} GU WENCHAO^{†1} REN SUGIMOTO^{†1}
HIKARU NAGANO^{†1} MASASHI KONYO^{†1} SATOSHI TADOKORO^{†1}

Abstract: We developed the entertainment game that combines whole-body motion and haptic feedback. In this game, a wall with a hole approaches the player from three directions, and the player make the corresponding posture in order to go through the wall. We realized the whole-body interaction by adopting not only the whole-body motion such as body posture and balance, but also haptic feedback such as the collisions with the wall and the wind pressure of the approaching wall.

1. はじめに

近年、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) の低廉化に伴い、VR コンテンツや VR ゲームが一般的になりつつある。さらに、全身や手指のトラッキングセンサと組み合わせることによって、より直感的に仮想世界とインタラクションできるようになってきている。特に、全身動作をゲームに取り入れることで、エンタテインメント性の向上が期待できる。

ところで昨今の VR 業界では、HMD などによる視覚情報に加え触覚情報も取り入れることにより、リアリティの高いコンテンツ制作が盛んに行われている [1]。特に、VR 映像コンテンツや音楽とともに全身に触覚フィードバックを与えることで、その仮想世界に没入できるコンテンツが制作されている [2]。

そこで我々は、全身のトラッキングセンサを用い、身体の姿勢・バランスといった全身動作を伴い、また全身に触覚フィードバックを提示するインタラクションゲームを開発した。

本稿では、開発したゲームコンテンツ及びシステムの概要について説明し、また本作品を展示したコンテストにおける体験者の意見についてまとめる。

2. ゲーム概要

本作品は、様々な形状の穴を通り抜け、迫り来る壁を回避していくエンタテインメント VR ゲームである。プレイヤーは壁に開いたヒト型の穴と同じポーズをとることで、あらゆる方向から迫り来る壁を通り抜けていく (図 1)。身体の姿勢・バランスといった全身動作に加え、壁との衝突感・迫りくる壁の風圧といった触覚フィードバックを取り入れることで、全身を使ったインタラクションを実現している。プレイヤーがヒト型のシルエットを正しく真似ることがで

^{†1} 現在、東北大学
Presently with Tohoku University

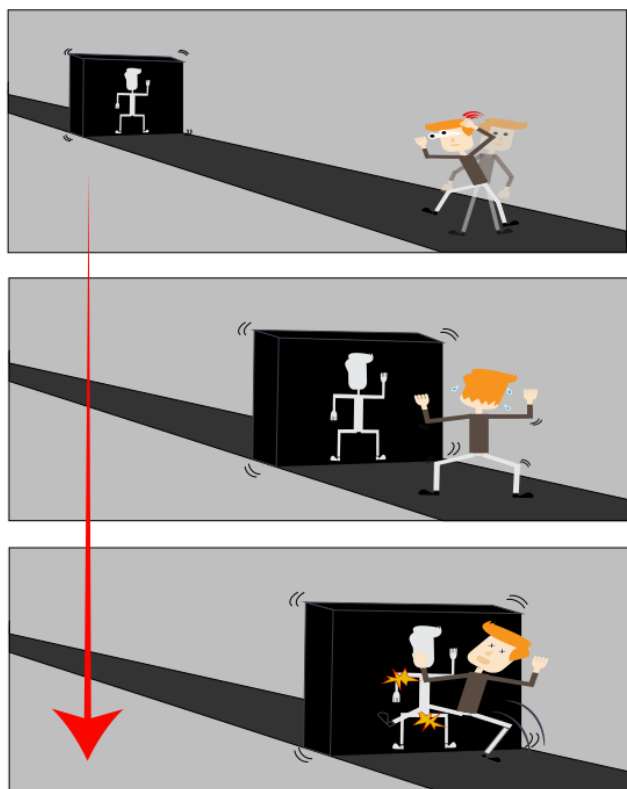


図 1 ヒト形の穴を通じて、迫り来る壁から脱出する非日常体験

きなかった場合、身体が壁にぶつかり、この際の衝撃感が触覚フィードバックデバイスによって再現される。これにより全身を使ったジェスチャ入力・触覚フィードバックによる身体的インタラクションを実現している。また視覚情報の提示には、HMD を用いている。

壁の穴を抜けるという同様のコンセプトを持った作品がいくつか [3][4] 挙げられるが、本作品では、

- (1) HMD の利用により、
 - 迫り来る壁の迫力を演出
 - 周囲を見渡せるため、四方から迫る壁の通り抜け体験を実現
- (2) 触覚フィードバックシステムを用いた
 - 壁との衝突感の再現
 - 全身への触覚刺激の提示

という点で関連作品とは大きく異なる。

3. システム構成

本作品のシステム構成を図 2、処理の流れを図 3、ゲーム画面を図 4 にそれぞれ示す。

まずプレイヤーは、HMD と我々が開発した触覚フィードバックスーツを着用する。我々が構築した VR 空間の映像を HMD を通して見せることで、プレイヤーは VR 空間に没入し、迫りくる壁に対してポーズをとる。全身トラッキングセンサ (Kinect, Microsoft) により認識されたプレイヤーの 3 次元のポーズと、正面や左右から迫る壁の穴形状を比

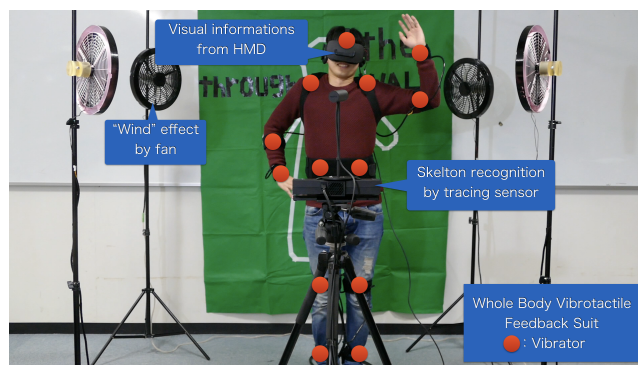


図 2 システム構成

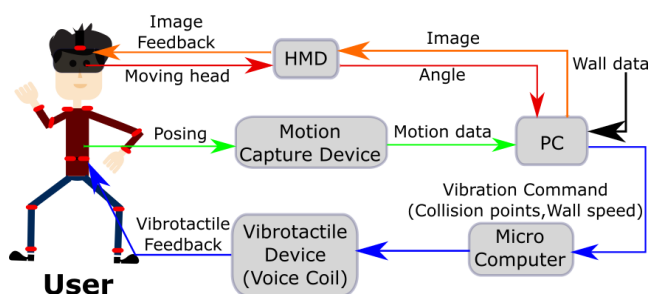


図 3 処理の流れ

較することで、衝突箇所を推定する。衝突箇所については、バイブレータから振動刺激を出力することで、衝撃感を提示する。

3.1 衝突感を再現する全身分布型触覚フィードバックスーツ

本作品の特徴の 1 つとして、全身に装着した触覚フィードバックスーツを利用することが挙げられる。壁との衝突感を擬似的に再現することで、関連作品にはない視覚・聴覚以外の感覚情報を付加し、より臨場感の高い体験を実現している。

触覚フィードバックスーツは、大掛かりな装置ではなく、振動子 (VP210, アークヴ・ラボ) を用いた軽量かつ動作制限がない手法を利用する。物体との衝突感の再現に減衰正弦波振動 [5] を用いることで、物体との衝突感の有無だけでなく、壁とプレイヤーモデルとの相対速度による衝突強さの違いを表現し、臨場感ある体験を目指した。これによって、壁を通り抜けられた際の面白みだけでなく、壁に衝突してしまった際にも飽きさせない体験が可能となっている。

振動子の装着箇所は、壁との接触機会が多いと予測される、手足の関節、肩、頭 (HMD)、胴体 (左右) の計 13 箇所とした。また事前調査において、振動子が人体の骨が肉に覆われていない箇所と接触した際に最も振動を強く感じる傾向が見られたことから、振動子はそのような位置に配置した。

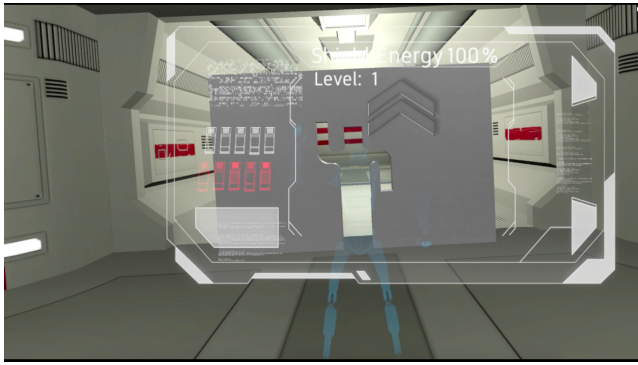


図 4 ゲームのプレイ画面

3.2 振動生成

プレイヤーが壁と衝突した際の衝突感の再現には、減衰正弦波を用いた。以下に振動生成に用いる式を示す。

$$Q(t) = Ae^{-Bt} \sin(2\pi\omega t) \quad (1)$$

A, B, ω , e はそれぞれ振幅, 減衰率, 周波数, ネイピア数を表している。

振幅や周波数, 減衰率を変化させることで, ヒトは素材感などといった, 衝突特性を知覚することが知られている [5]。これより, 衝突における速度の違いも, 振幅や周波数, 減衰率を適切に決めることで表現できると考えた。しかし, 我々の触覚フィードバックスーツを用いた場合, それらのパラメータの違いだけでは, 衝突速度の違いを表現することは困難であった。そこで, 振幅や減衰率の違いに加えて, 出力する波形の数を変化させることで, 衝突速度の違いを表現した。

また, より臨場感を向上させるために, 壁が迫ってくる際の地響きや, 壁の穴を通り抜けた際の爽快感なども, 振動刺激を用いて表現した。

4. デモンストレーションを通じての評価

システム全体を評価するため, IVRC2016[1] に作品を展示し, 多くの体験者からゲームとしてのクオリティや細部について意見を聞いた。体験者の多くは好意的な評価を示し, 「3D コンテンツのクオリティが高い」, 「壁との衝突や迫る際の触覚フィードバックが体験として面白い」, 「ゲームとしての完成度が高い」等の感想があった。一方, 「提示する振動刺激をもっと多様にすべき」, 「衝突等の物理的な現象に対する触覚提示のみではなく, 音と同期した振動提示があるとより臨場感が高まるのでは?」という現行のシステムを改善するための有意義な知見を得た。

5. おわりに

本稿では, 全身動作と触覚フィードバックを組み合わせたエンタテインメントゲームを開発した。触覚フィードバックスーツを開発し, HMD と併用することで, VR 空間内において迫り来る壁とのインタラクションを実現した。展

示においては, ゲームのクオリティや完成度に対する好意的な評価を得た。

謝辞 本研究は, ImPACT プログラム「タフ・ロボティクス・チャレンジ」の助成を一部受けたものです。

参考文献

- [1] International collegiate Virtual Reality Contest 2016 (IVRC2016)
<http://ivrc.net/2016/>
- [2] Yukari Konishi, Nobuhisa Hanamitsu, Benjamin Outram, Kouta Minamizawa, Ayahiko Sato, and Tetsuya Mizuguchi, "Synesthesia Suit", In Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology, p.149, Japan, 2016.
- [3] Blobstacle Course in IVRC2011.
- [4] Virtual Human Tetris, SoftKinetic.
- [5] A. M. Okamura, M. R. Cutkosky, and J. T. Dennerlein, "Reality-Based Models for Vibration Feedback in Virtual Environments", IEEE/ASME Transactions on Mechatronic, pp. 245-252, (2002).