

# 前腕部ファントムセンセーションを用いたポータブルゲームの触覚的没入感

## Tactile Immersion of Portable Game by Using Phantom Sensation to the Forearm

加藤 寛士 橋本 悠希 梶本 裕之\*

**Summary.** Phantom Sensation (PhS) is a pseudo tactile sensation that occurs when two or more mechanical or electrical stimuli are presented simultaneously. PhS has two well known characters. First, we can change location of PhS between stimuli. Second, PhS has controllable stimulus intensity. However, PhS can present only rough expression. In this paper, we suggest using PhS for auxiliary vibratory sensation for immersion of portable games. There are three reasons for this suggestion. First, presentation of 3D location information is effective for immersion, and PhS can surely present location. Second, we can present PhS image by using a simple, inexpensive and small device. Third, PhS's weak features are inconspicuous, since presentation is instantaneous. We demonstrated the PSP based PhS system, according to these assumptions.

### 1 Introduction

据置型のゲーム機のコンテンツに比べポータブルゲーム機のコンテンツは没入感表現に乏しくなりがちである。ポータブル機では画面サイズが小さく「実世界のみたまま」に近い寸法でオブジェクトの表示を行うことによる視覚的距離感呈示が難しく、没入感表現に不利であるのだ。

そこで没入感呈示の補助として触覚を用いることを考える。

没入感とは「自らがそのバーチャルワールドの中にいる感覚」のことを指すが、これは「自分と対象との距離感を提示すること」に等しい。

しかし、距離感を表現できる触覚ディスプレイの多くは以下の2点を課題としており、ポータブルゲーム機との連携は難しい現状がある。

- 広呈示面積と高解像度を両立するため、多量の接触子を備える必要性から大型化複雑化し作製・運用・保守のコストが高い。
- 呈示対象者の皮膚を広く覆う形状となりがちなため、対象者に特定の姿勢環境が要求される。また装着の手間もかかる。

これらの状況を加味し、我々は触錯覚現象を利用して没入感補助刺激を前腕部へ呈示する手法を提案し、簡易的なデモンストレーションを行った。

なお、ゲームと触錯覚現象を組み合わせる研究は過去にいくつか行われている[2]が、視覚的位置情報の触覚への変換や視触覚の整合を狙うものであり、没入感の触覚的呈示を目的とするものではない。

Copyright is held by the author(s).

\* Hiroshi Kato, Yuuki Hashimoto and Hiroyuki Kajimoto 電気通信大学大学院 電気通信学研究科 人間コミュニケーション学専攻

### 2 Method

刺激呈示手法として応用する触錯覚はファントムセンセーション(PhS)と呼ばれる現象である。

#### 2.1 ファントムセンセーションの特性

PhSはBekesyによって見いだされた[1]触錯覚で、2点の触振動刺激を同時に呈示されると2点の中間に1点の刺激のみが知覚される現象として知られている。Bekesyの発見以後、多くの研究者によってPhSの基礎的特性が調査され、入力刺激の強度を変化させることで生起する位置・強度・サイズを操作できることが明らかにされた。また近年、ある程度のテクスチャーも表現しうることが判明している。

以上から、PhSは「位置」のみならず触刺の多くの要素を、比較的簡易なセットアップで低い拘束性で表現出来る触錯覚であると言える。ただし、PhSはIntroductionで述べたような提示部皮膚に多量の接触子が隣接するタイプの触覚ディスプレイに比べ、高精細な座標やテクスチャー呈示性能に劣る面もあり、その改善は今後の課題とされている。

#### 2.2 デモ装置の構成

作製したデモ装置を図1に示す。



図1. PSPに振動子を組み込む

装置は携帯ゲーム機PlayStationPortable(PSP)に振動刺激子としてスピーカー(LF040P1-S)を取り

り付けたものと、PSP を把持する右前腕の肘付近腹側に同形スピーカーをベルクロテープで固定可能にした振動刺激子で構成される。

PSP 側の刺激子は PSP 本体を自然に握る際に掌部に自然に接触するような配置としている。この状態で PSP 側、肘側の刺激子を同時に駆動することで前腕部に PhS を生起出来る。(図 2)

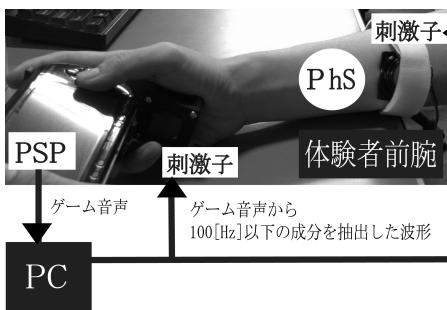


図 2. 掌と前腕腹部を刺激し、前腕腹部に PhS を起こす

2 つの刺激子の駆動波形には、ゲーム中から取り出した音声波形の 100[Hz] 以下の成分を取り出して用いた。

### 2.3 デモンストレーションの概要

作製した装置を用いて、第 14 回日本バーチャルリアリティ学会大会会場にてデモンストレーションを行った。ソフトウェアは MONSTER HUNTER PORTABLE 2ndG(株式会社カプコン)を用いた。

なお、入力刺激の強度や 2 つの刺激子の強度比については体験者によってキャリブレーションを行い PhS を感じやすいと申告があった強度・強度比に固定して行った。つまりこのデモでは PhS 像の位置・強度を固定して呈示を行なっている。

## 3 Result・Discussion

約 30 人にデモンストレーションを行ったところ、体験者から以下のような報告が得られた。

- 掌だけのときと前腕部を呈示に使うのでは大きく印象違う。刺激位置が体幹に近いと没入感が高まる感じがする。
- PhS ならではの自在な位置移動テクスチャーの変化等を演出要素に加えるべき。
- 個人差調整のキャリブレーションが面倒。

ところで、普及型ゲームコントローラーの多くに振動装置が組み込まれているが、偏心モーター等による単純な出力をにもかかわらず、出力された刺激はゲームコンテンツと連絡した触覚刺激として多くのユーザーに違和感なく受け入れられている。

今回のデモでも PhS の性能上の座標やテクスチャ一面で精細度の低い刺激を呈示してたが、リアリ

ティの面で問題であるとの意見はなく、体験の様子を観察してもその点の問題は無いようであった。

### 3.1 今後の改良等

デモで用いた入力刺激はゲーム中の音声を加工したものである。つまり PhS 生起に最適化されておらず、ゲームコンテンツ内での触覚刺激を模倣したものでもない。この点を考慮し、刺激を音声とは別に設計することで呈示の質が向上すると考えられる。

また PhS と類似した触錯覚現象で、触覚的な運動が呈示できる仮現運動が知られている。仮現運動は PhS と同様のセットアップで容易に生起させることが出来るため、複合応用も検討できる。

### 3.2 想定する利用例

前腕腹部に没入感補助刺激の呈示を拡大することで新たに実現できる表現には 2 種類があると考えている。

1 つ目はこれまで掌に行っていた刺激を前腕に広く転移させることで迫力やリアリティの増強を付加する為の表現である。例えば、爆発エフェクトを前腕部に広く拡張することで迫力を表現したり、テニスゲームで早い球を打ち返すときに腕全体に伝わるビリビリとした刺激感を再現するなどの例が考えられる。

2 つ目は画面という境界を超えた新たな触覚コンテンツ表現である。こちらが Introduction で述べた没入感向上を目的とする例である。すなわち触覚呈示の領域が点から面へと進化することで触の位置情報が提示可能になって、はじめて実現可能な表現である。例えば、幽霊の見えざる手が画面から飛び出して触ってくるような感覚を与えることが出来るホラーゲームやクラッシュした自動車の破片が画面を超えて前腕に衝突する演出などが想定される。

## 4 Conclusion

触錯覚現象を利用して没入感補助刺激を前腕部へ拡張する手法を提案し、デモ装置を試作した。さらに、実際にデモンストレーションを行い今後の開発に有効な知見を得た。

発表では、得られた知見をもとに新デモ装置の試作・評価、展示を行う。

## 参考文献

- [1] G. von Bekesy. Neural Funneling along the Skin and between the Inner and Outer Hair Cells of the Cochlea. In *The Journal of the Acoustical Society of America Vol.31 No.9*, pp. 1236–1249, 1959.
- [2] 濱野毅 久米祐一郎 曽根順治. 触覚ディスプレイによるゲームの検討. 社団法人映像メディア学会技術報告, 2003.