



# 視触覚干渉効果による身体所有感の客観的評価

Objective evaluation of body ownership by crossmodal congruency effect

高祖信宏, 三武裕玄, 長谷川晶一

Nobuhiro KOSO, Hironori MITAKE, and Shoichi HASEGAWA

1) 東京工業大学 工学院情報通信系情報通信コース長谷川研究室 (〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259 R2-624 長谷川晶一研究室, info@haselab.net)

**概要:** 現在, 一人称視点 VR システムの評価を行う際, 身体所有感や一体感をアンケートで調査することが一般的である. しかし, アンケートは, 客観的な評価に適しているとは言い難い. そこで私は, 身体所有感を客観的に評価する手法として, 視触覚干渉効果を提案する. 視触覚干渉効果は, 被験者に触覚刺激と視覚刺激を与え, 識別課題を行なった時の反応時間から計算される. この効果は, 視覚刺激が取り付けられた物体を自分の身体であると感じているほど大きくなることが知られており, 身体所有感を客観的に評価する手法として, 適していると考え.

**キーワード:** 身体所有感, 評価, 視触覚干渉効果

## 1. はじめに

現在, Virtual Reality (VR) を用いたシステムが広く普及している. その背景には, Head Mount Display (HMD) を安価に手軽に使用できるようになったことが挙げられる. HMD を用いた VR システムは, HMD の特性上, 一人称視点で VR 空間内の自身のアバターを介して, インタラクションを行うことが多い. このような VR システムを評価する場合, アンケート形式で, アバターとの一体感や, 身体所有感を調べるのが一般的である. しかし, アンケート形式は, 被験者の主観の影響が強く, 客観的な評価に適しているとは言い難い. そこで, 本研究では, VR 空間上の自身のアバターの身体所有感を客観的に評価する手法として Crossmodal Congruency Effect (視触覚干渉効果) を用いることを提案する.

## 2. Crossmodal congruency effect(視触覚干渉効果)

Crossmodal Congruency Effect は, C. Spence らが考案した Crossmodal Congruency Task (視触覚鑑賞課題) を行なった時の反応時間から計測される [1].

彼らが行なった CCT の概略図を図 1 に示す. 被験者は両手に, それぞれ振動触覚刺激装置と LED を親指と人差し指に取り付ける. そして, 4 つの振動子のどれかが振動した時, できるだけ早く正確に, 振動したのが上か下か(親指か人差し指か)を答える. この時, 振動子が振動するのとほぼ同時に, LED が振動位置とは関係なくランダムに光るが, 被験者はこの視覚刺激を無視しながら振動位置の回答を行う



図 1: 概略図

必要がある. この識別を繰り返し行い, 振動刺激への反応時間を計測する. この反応時間は, 視覚刺激と振動刺激の上下が一致している場合早くなり, 上下が一致していない場合遅くなる. この差が CCE である. 彼らは, 視覚刺激の位置の物体が, 被験者の感覚空間に組み込まれているほど, 高くなるとしている.

また, 彼らは rubber hand illusion が発生している状態で CCE の変化の測定を行なった [2]. この研究では, illusion が発生する状態では有意な差が観測され, illusion が発生しない(ゴム手袋と実際の手の姿勢が一致しない)状態では有意な差が観測されなかったとしている. このことから, CCE は対象の物体に対し, 身体所有感を感じているかどうかを客観的なデータとして計測できると考えられる. 本研究では, この CCE による身体所有感の客観的な数値化を, VR 空間上のアバターに対する身体所有感の計測に拡張することを目的としている.

### 3. 実験

本実験ではVRアバターに身体所有感を獲得しているかをCCEによって計測することを目的としているため、実験因子として3つのアバターを用いて実験を行なった(通常の手, 5つの球(指先に追従), 1つの球(手のひらに追従))(図2)。また、アバターの変化による身体所有感の変化が、CCEで計測できるほど大きくない可能性を考慮して、アバターの追従・非追従も因子に追加した。よって実験条件は3\*2の6条件である。

実験開始前に被験者には視触覚干渉課題の練習を回答が、問題なく行えるようになるまで練習を行う。この時の反応時間は計測せず、練習は被験者が納得するまで行う。その後、実験を開始する。

実験では、まず被験者はアバターに身体所有感を感じるために、VR空間内でインタラクションを行うタスクを行なった(3.1参照)。実験条件はこの時点でランダムに決定された。タスク終了後、視触覚干渉課題(3.2参照)を80回行い、反応時間を計測した。計測終了後、条件を変更し、これをすべての条件が終わるまで繰り返し行なった。

#### 3.1 タスクの概要

タスクは、まず被験者がVR空間上のボタンを右手で押すことで開始される。開始されると、3色のキューブと枠がそれぞれのエリアに出現する。被験者はそのキューブを右手で掴み、対応した色の枠にキューブをはめていく。3つのキューブをすべてはめると、再度3つのキューブと枠がランダムに出現する。これを3度繰り返す。その後キューブと枠の出現エリアを逆にし、同様のことを左手で行う。3度繰り返しが終わると、ボタンがVR空間に出現するのでそのボタンを押すことでタスクが終了となる。

ここで、使用する手を指定しているのは、被験者ごとに手の使用状態の差をなくすためである。また、キューブはエリアを9分割した位置にそれぞれランダムに一回ずつ出現し、枠はエリアの中心を通るxy平面上を9分割した位置にランダムに一回ずつ出現するように設定した。これは、被験者ごとの、手を動かす距離の差を小さくするためである。



図 2: 手のモデル

#### 3.2 視触覚干渉課題の概要

視触覚干渉課題の視覚刺激として、アバターの親指と人差し指に対応した位置の色を赤く変化させた。振動刺激としては、bluetooth 骨伝導イヤホン(骨伝導イヤホン)を被験者の右手の親指と人差し指に取り付け、音として提示した。また、回答方法としては、ハンドジェスチャーのピンチ動作を用い、親指が振動した時は左手の中指でピンチを行い、人差し指が振動した時は左手の薬指でピンチを行うように指示した。

#### 3.3 実験装置

VR空間の構築はUnity2018.4.5.1を使用し、被験者への視覚提示はOculus questを使用した。また、bluetooth 骨伝導イヤホンにはSUTOMO E9骨伝導イヤホンを使用した。

### 4. 実験結果

コロナの影響で実験に遅れが発生し、現時点ではまだ実験を行えていない。

謝辞 本研究にご協力して頂いた方々に深く感謝を示す

#### 参考文献

- [1] C.Spence, F.Pavai, A.Maravita, N.Holmes : Multisensory contributions to the 3-D representation of visuotactile peripersonal space in humans: evidence from the crossmodal congruency task, Journal of Physiology(Paris),Vol.98,pp. 171-189, 2004.
- [2] F.Pavani, C.Spence, and Jon Driver: VISUAL CAPTURE OF TOUCH:Out-of-the-Body Experiences With Rubber Gloves, Copyright © 2000 American Psychological Society,VOL. 11, No.5, pp.353-359, SEPTEMBER 2000.