垂直型投影環境における影と物体のインタラクション

金澤 綾香[†1]　　小鷹 研理[†1]

概要：近年，メディア技術を積極的に活用した，影の効果を取り入れた作品が発表されている． これらの作品の特徴として，インタラクションの要素となる影が，プロジェクターによって投影された人工的な映像物である点を挙げることができる．本研究では，影そのものが持つ存在感に注目し，身体の影が体験者の身体そのものであるように物体に作用する環境の構築を行った．この中で，影を垂直に投影する装置を適切に設計することによって，影に対する身体所有感を高めることに成功したので，報告する．

Interaction between Body-shadow and Object Based on Perpendicular Projection Arrangement

AYAKA KANAZAWA[†1]　KENRI KODAKA[†1]

Abstract: Recently, we can see some works of new media art introducing an effect of shadow. Their works are characterized by a use of artificial shadow projected with a projector. This work constructed a novel environment where a physical object is interacted with a body-shadow which the subjects feel is their own. Specifically, we successfully improved a body-ownership toward the body-shadow based on a perpendicular projection arrangement.

1. 背景

近年メディア技術の発達に伴い，影・身体・物体の間で様々なインタラクションを設計することで，ユニークな身体的体験を生み出すメディアアート作品が複数発表されている．

図 1　グググの回([1])

グググの回路[1]（図１）は，自己の身体イメージに関して通常同期している運動感覚と視覚情報（自身の影）の関係をずらすことで，自分の身体が重たく感じたり，思わず引っ張られたりする感覚を生起させる研究[2]を基に制作された展示作品である．石ころのカチナ（plaplax, 2011,（図２））は五感を使って自然の風景が体験できる作品群の中の１つで，石に触れると不思議な生き物の影が石の影から飛び出てくる．

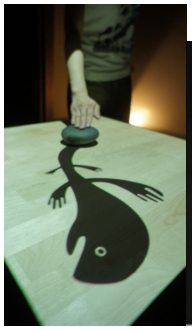

図２　石ころのカチナ([3])，　図３ Shadow Touch!!([4])

また，Shadow Touch!!（2009，坪倉照明，（図３））は指先に特殊なパーツを付け，影を掴んで動かすことができ，物理的に触れることのできない影を触っているかのような体験ができる．これらの作品のアプローチに共通する点として，インタラクションの要素となる影が，実際には，プロジェクターによって投影された「人工的な映像物」である点を挙げることができる．すなわち，これらの作品のコンセプトは，「人工的な映像物としての影」が，実際の「自然現象としての影」とは異なる振る舞いをすることによって生まれる「現実との落差」を体験させるという共通の方向性を有している．

本研究は，光源と遮蔽物によって生まれる「自然現象としての影」そのものが持つ存在感に注目し，身体の影が，まるで自分の身体そのものであるかのように，現実の物体とインタラクションを行うことが可能な，体験型の環境構

†1 名古屋市立大学芸術工学研究科
Nagoya, 464-0083, Japan

© 2016 Information Processing Society of Japan

築を目的としている．そのようなインタラクションにおいては，影に対する身体のリアリティーを高めること，言い換えれば「体験者が，影をまさに自分の身体として所有している」かのように感じさせることが重要である．本研究では，実験科学の分野で得られている知見を導入することによって，影の所有に関する錯覚が誘発されるための諸条件を満たすような投影空間の設計を行った．

二章では，認知心理学で得られている知見を参考に，影に対する身体のリアリティーを高めるための条件について議論を行う．三章で，具体的な実装方法を述べたのち，4 章で考察を行う．

2. 影と身体所有感

2.1 身体所有感（Body Ownership）

人間が自分の身体を自分自身で所有していると感じることを「身体所有感（body ownership)」と呼ぶ．そして実際に人間が自分の身体ではないものに対して自分の身体であると感じるためにはいくつかの条件が必要である．身体所有感に関する研究においてよく知られている Rubber Hand Iluusion(RHI)[5]は実際の手と擬似身体(ゴムの手)とを視覚と触覚の感覚を同期させることでこの錯覚を引き起こしている．そして近年 RHI の錯覚を元に，手の動きと擬似身体の動きを同期させることで擬似身体に対して身体所有感を誘発させる Moving Rubber Hand Illusion(MRHI)の研究が増えつつある．

図４ Moving Rubber Hand Illusion の一例([6])

例えば，図４の実験においては実際の手と偽物の手を糸で接続し視覚と運動感覚を同期させている．本研究では，同様の原理を，影に適用することで MRHI を誘発する方法を検討した．

2.2 影による MRHI

RHI に関する先行研究によると，MRHI を誘発させるためには，以下の空間的条件・刺激条件が必要であると考えられる[6][7].

1. 身体の近傍（身体近傍空間）に擬似身体がある
2. 手と擬似身体との姿勢が一致している
3. 実際の身体を視覚的に遮断する
4. 運動感覚と視覚イメージの一致

4 の条件に関しては影の特性そのものであるため，残りの 1-3 を適切に設計することによって，影をメディアとする MRHI が誘発できるはずである．我々は，これらの条件を満たすものとして，図５に示す垂直型の影の投影装置を設計し，影に対する身体所有感の誘発に関する評価実験をすでに行っている[8].

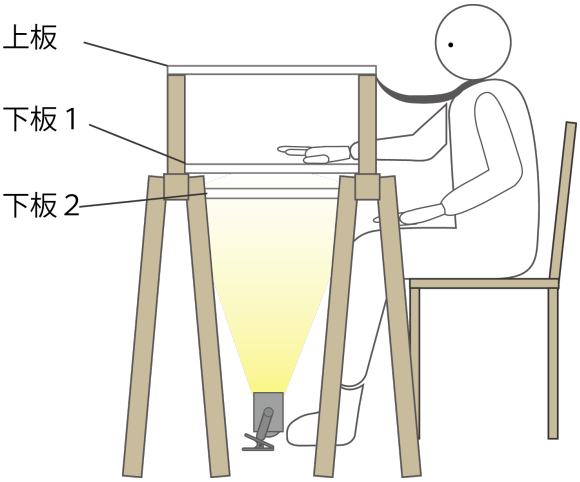

図５ 垂直型の影の投影装置([8])

垂直投影型の装置は,３枚のアクリル板（上板・下板１・下板２）からなり，床から上方に向かってライトを照らすと下板にある物体の影が上板に設置した白いスクリーン上に投影される．下板１に手を添えた場合，上板のスクリーン上に手の影が投影されるが，下板２に別の手を覆うような大きな遮蔽物を置いた場合には，その限りではない．これらの諸条件をデザインすることで，身体所有感の指標として知られる，手の位置感覚の影への移動量（proprioceptive drift（図４右））を計測したところ，手の影を投影しかつ影と手の動きが一致するときに，他の影の形状や動きが一致しないときと比べてドリフト値が少なくとも２倍となった．すなわち，垂直型投影の装置は手の影に対して身体所有感を誘発させるために十分な環境であることが示された．

3. システム概要

実験で検証した垂直投影型の環境をベースとして，影が自分の物理的な身体であるかのように，影と同じ平面に置かれた物体とのインタラクションを体験できる装置の実装を行った（図６）．

本制作においては２枚のアクリル板（上板・下板）のみを使用する．同様に，上板・下板にそれぞれ２つの木箱を設置し（以下，木箱上・木箱下），木箱下の側面にタッチセンサを貼り，木箱上には小さな穴を空け，ソレノイドを取り付ける．ソレノイドの先端には細い丸棒を接着させ，木箱下の側面に貼られたタッチセンサに指を触れると，木箱上の内部にあるソレノイドが反応して丸棒が引っ込む．

© 2016 Information Processing Society of Japan

上下の木箱は，真上から眺めたときに正しく重なるように配置した．さらに，実際に指で木箱下の側面をはじいた瞬間に，ソレノイドの動きに付随して発生する聴覚刺激（「カチッ」）が，木箱上の側面から発生するように設計した．すなわち，「運動感覚 － 視覚イメージ」に加えて「触覚 － 聴覚イメージ」の相関性を新たに導入した． これによって，自分の手が影となって，影と同じ平面にある丸棒を直接弾いていると錯覚させることができると考えた．

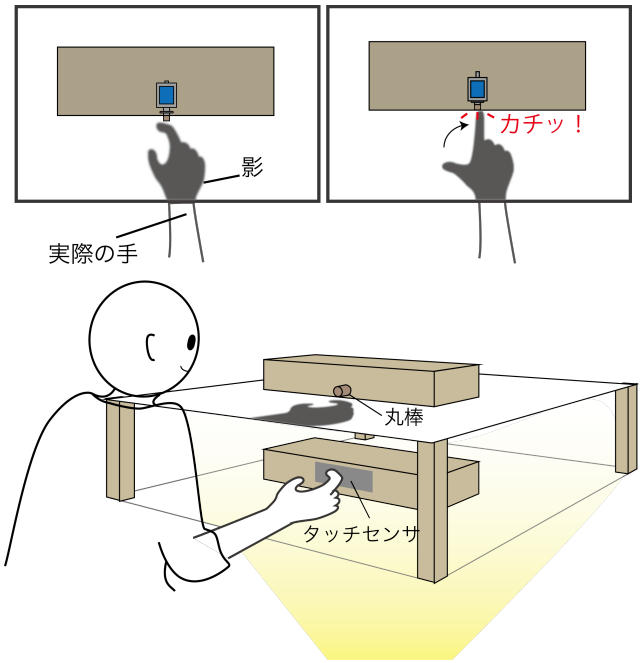

図６　実装イメージ

4. 考察

本研究の制作物は影と現実にある物体に対して視覚と運動感覚とを同期させることで身体所有感を誘発させることを試みた．今回用いた環境は視覚と運動感覚の同期が一致することで身体所有感を感じることが可能であると実験においては示されたが，さらに聴覚と触覚を同期したときの客観的な検証には至っていない．例えば，触れるものと視覚的に提示する素材を同じものにしたときと異なるものにしたときにドリフト値に差がでるかなど，今後の課題として実際に聴覚や触覚が垂直型投影の影環境においてドリフトへの効果にどのように影響を与えるかを検証していく．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 15K21281 の助成を受けたものです．記して謝意を表します．

参考文献

1)　安藤英由樹，渡邊淳司，自己感覚の再認識をテーマとした体験型展覧会“感覚回路採集図鑑”の展示設計に関する考察，日本バーチャルリアリティ学会論文誌 15(3), 471-474

2)　川崎宏記，岡本信，大野哲史，米村朋子，安藤英由樹，前田太郎，先行/遅延する自己身体イメージによる，Pseudo-Haptic の生起，第 13 回 VR 学会大会, (2008)

3)　スイトピア友の会 四季報 vol.85, 5，スイトピア友の会(2015)

4)　Web Designing 2014 年 4 月号, 72，マイナビ出版 (2014)

5)　M.Botvinick, J.Cohen: Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see; Nature, 391(6669), 756 (1998)

6)　Kalckert, A., & Ehrsson, H. H: Moving a Rubber Hand that Feels Like Your Own: A Dissociation of Ownership and Agency. Frontiers in Human Neuroscience (2012).

7)　K. Armel, V. Ramachandran: Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response; The Royal Society, vol. 270 (1523), 1499-506 (2003)

8)　金澤綾香，小鷹研理，影に引き寄せられる手，日本認知心理学第 13 回大会（2015）

© 2016 Information Processing Society of Japan