

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：32601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500134

研究課題名(和文) 触運動錯覚コンテンツの表現技術と評価

研究課題名(英文) Evaluation and Representation of Tactile Movement Illusion

研究代表者

盛川 浩志 (Morikawa, Hiroyuki)

青山学院大学・理工学部・助教

研究者番号：90386673

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、視触覚におけるクロスモーダルな錯覚を利用した新たな感覚ディスプレイの開発や感覚メディアのコンテンツ創造に寄与する、ヒトのクロスモーダル知覚特性の基礎的な検討を行い、具体的なシステムの構築方法についての提案を行った。

当初の計画においては、これまでの研究で対象としていた触運動錯覚を対象としてコンテンツへの応用方法の確立を目標としたが、AR技術への応用を検討する中で、触刺激なしに触覚を体験させるという微触感錯覚の誘発手法を新たに発見した。当該錯覚を触運動感覚の発展と捉え、錯覚誘発におけるHMDでの刺激呈示要件を検討することで、更なるシステムの実現やコンテンツの可能性を見出した。

研究成果の概要(英文)：This research proposed the method that represents a tactile sensation using cross modal illusion. The illusion induces a tactile movement sensation using visual and tactile stimulus. This illusion is expected to apply to the media content and human interface systems. Therefore, the characteristics of the cross modal illusion were examined.

We found another new illusion that induced the tactile sensation using visual stimuli in this research. The new illusion occurs by observation of visual stimuli through a see-through HMD. The illusion was thought that is available for Augmented Reality content. Therefore, we examined the factor of visual stimuli and the method for induction of illusion. The result of the experiment indicated that a see-through HMD is suitable for induction of this illusion.

In recent, HMD is improved and expected to become popular. The illusion we proposed is thought that contributes to media content for HMD.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：クロスモーダル 錯覚 バーチャルリアリティ コンテンツ 触覚 HMD

## 1. 研究開始当初の背景

映像情報メディアとして、拡張現実感 (Augmented Reality, AR) 技術への関心が高まる一方で、視覚刺激以外の聴覚や触覚、その他五感に対する情報呈示を行う感覚ディスプレイ技術が求められている。このような感覚ディスプレイ技術の開発においては、人間の知覚特性についての知見を応用することが重要である。これまでは、単一の感覚モダリティに対する刺激呈示を対象とした研究は多く行われてきたが、近年では、複数の感覚モダリティの相互作用を利用した、刺激呈示手法が、注目を集めている。

この感覚モダリティの相互作用をクロスモーダルと呼称し、クロスモーダルな感覚刺激呈示を行った際の特徴的な知覚特性を明らかにすると同時に、特定の感覚を生起するクロスモーダル刺激の呈示方法を開発することで、新たなメディア表現の可能性が広がると期待できる。こうしたクロスモーダルによる知覚の変容は、錯覚という言葉で表現され、錯覚を積極的に用いて感覚刺激を呈示するという着想が広まりつつある。

本研究課題では、受動的な触知覚を対象に、視覚刺激として特定の映像表現を付加することで、多彩な触覚表現を可能とするシステム、ならびにメディアコンテンツの開発を目指し、検討を行った。特に研究開始当初においては、触刺激を与える刺激子が運動するような錯覚である、触運動錯覚を対象として検討することを目的とした。

## 2. 研究の目的

クロスモーダル錯覚を用いた感覚刺激呈示システムの実現に向けて、シースルー型のヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いた、AR 環境における刺激呈示を可能にするシステムの試作を行った。これまで、研究代表者らが行ってきた検討において、身体部位の映像的な表現手法が重要であることが示唆されたことから、実際の身体を遮蔽する VR (Virtual Reality) 型を用いて検討を行ってきた (図 1)。AR での刺激呈示を行うことで、この身体と触刺激の映像表現が、より現実感を伴う形で実現可能となる。



図 1 VR 型の触運動錯覚呈示システム

システムの試作における映像表現方法の検討において、研究当初に対象としていたクロスモーダル錯覚である触運動錯覚を、より簡易な形で実現するだけでなく、刺激子の運動以外の触感を再現する錯覚の呈示方法を新たに開発した。

新たに開発した錯覚呈示方法は、触覚刺激を呈示するハードウェアを必要とせず、映像の呈示のみによって、微弱な触感を呈示するものである。以下では、この錯覚を微触感錯覚と呼称する。現実世界の空間中に定位する形で映像を呈示し、その映像と身体部位を直接接触させることで、微触感錯覚が発生する。

微触感錯覚の呈示方法は、以下のとおりである。まず、シースルー型の HMD によって、CG で表現された仮想物体を、手の届く範囲の距離に再生されるよう、立体で呈示する。次に観察者は、その仮想物体が手の上に載っているように見える形になるよう、手を配置する (1)。その状態で観察者は、頭を横に振って仮想物体が手の上を振幅運動しているように観察する (2)。すると、その運動に従って、手の上に微弱な触覚が感じられるというものである (図 2)。

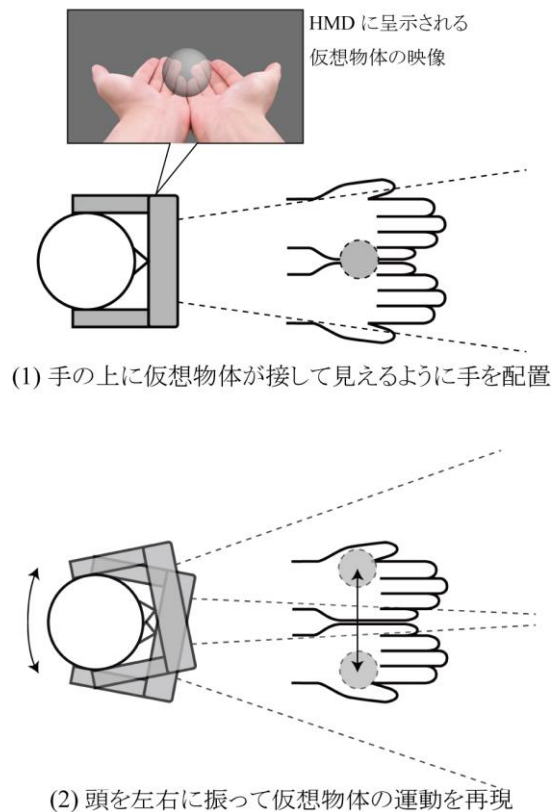


図 2 シースルー型 HMD による微触感錯覚の発生

この錯覚では、身体部位に対する実際の触覚刺激呈示を必要としないが、一方で錯覚として感じられる触覚は微弱なものであり、その触覚の印象についての特性にはまだ不明な点が多く存在した。

そこで、この微触感錯覚呈示について、錯覚呈示に用いる映像呈示装置である HMD のハードウェア的な要件と、視覚刺激として呈示する映像コンテンツの要件や影響を明らかにすることに加え、錯覚によって得られる触感の特性に関する検討を行った。

### 3. 研究の方法

#### (1) 映像呈示方法による影響

微触感錯覚の発生について、HMD での映像呈示方法による影響の検討を行った。

映像を呈示するデバイスとして、光学シースルー型 HMD、ビデオシースルー型 HMD、単眼シースルー型 HMD、などが挙げられる。それぞれのデバイスにおける映像呈示では、仮想物体を透過して外界が観察されるかどうか、立体視が可能かどうか、という点で特徴を異にする。これらの映像呈示方式の違いによって、錯覚発生に与える影響を調べるため、実験条件として、背景の透過表示の有無と両眼立体視の有無を組み合わせた条件を設定し、一対比較法で評価を行った。実験環境と条件を図 3 と表 1 に示す。錯覚の呈示方法は、2 節での手順を踏襲した。



図 3 実験環境

表 1 実験条件

条件	透過表示	立体視
両眼半透明条件	あり	あり
両眼不透明条件	なし	あり
単眼半透明条件	あり	なし
遠距離条件	あり	あり (スクリーン位置に融像)

#### (2) 仮想物体への接触行動による影響

(1) の実験では、観察者の頭部運動によって、仮想物体の運動を再現していた。しかし、物体に触れることによる触知覚情報の受容では、その触れる行為が受動的であるか能動的であるかが影響する。微触感錯覚の発生においても、自身の身体運動が影響することが予想される。そこで、仮想物体と身体部位との接触方法における、能動的および受動的な接触表現が、錯覚発生にどのように影響するか検討を行った。また、接触部位の違いが与える影響についても、比較検討を行った。

実験環境は、(1) とほぼ同様の環境を使用した。実験条件として、仮想物体への接触方法、接触する手の部位、呈示する仮想物体の大きさの 3 つの要因を設定した。仮想物体への接触方法として、映像と手を固定して頭を

動かす方法、映像と頭を固定して手を動かす方法、頭と手を固定して映像のみが動く方法の 3 つの水準を設定した。

それぞれの条件をランダムな順序で呈示し、試行毎に HMD を外させ、主観評価アンケートへの記入を求めた。主観評価アンケートでは、『わずかな感覚』を感じたかについて、5 件法で回答を求めた。

### 4. 研究成果

#### (1) 映像呈示方法による影響

錯覚の発生が認識しやすいかについての評価結果を図 4 に示す。両眼立体視による条件で評価が有意に高くなったことから、映像の空間的定位置が重要となることが示唆された。この結果から、実際の身体と映像として表示される触覚刺激が、三次元空間上の位置で接触していることが把握できることが必要であると考えられる。

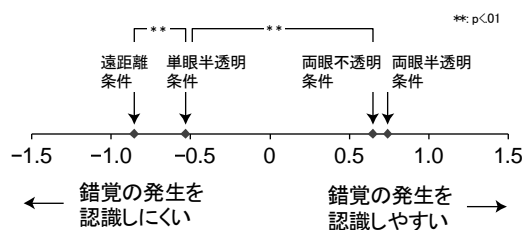


図 4 一対比較法による錯覚発生の評価

さらに、実験後の口頭でのインタビュー調査において、感じられた触感について内省報告を求めた。その結果、仮想物体が掌の上を振幅運動する映像を見たときに、どのような感覚が手に生じるかという質問について、「風があたるような感覚」、「冷たさを感じる」、「物の存在や気配を感じる」といった意見が報告された。また、全く何も感じなかったとした被験者はいなかった。ただし強度については、「物が触れている感触ではない」、「言われてみれば感じるという程度」といった意見も聞かれた。これらの意見から、物体の接触といったはっきりとした触覚ではないが、空気や風を受けているという非常に微弱な感覚が生じていることが確認された。

#### (2) 仮想物体への接触行動による影響

5 件法による主観評価アンケートの結果を図 5 に示す。結果として、接触方法の要因について、映像で動く条件で評定点が高くなる傾向が見られた。接触方法の主効果に有意傾向が見られた ( $F(2, 38) = 2.547, p < .1$ )。

この結果から、仮想物体との接触方法については、身体の運動を伴わない受動的な接触の方が、錯覚が生起されやすいことが示された。この結果の原因として、身体を動かすことによる自己受容感覚に対する情報が入力されることで、触知覚にとっては手掛かりとなる情報が増加し、実際は何も触れていないという状況が明確に認識されてしまい、錯覚の発生が抑制されたという可能性が考えられた。

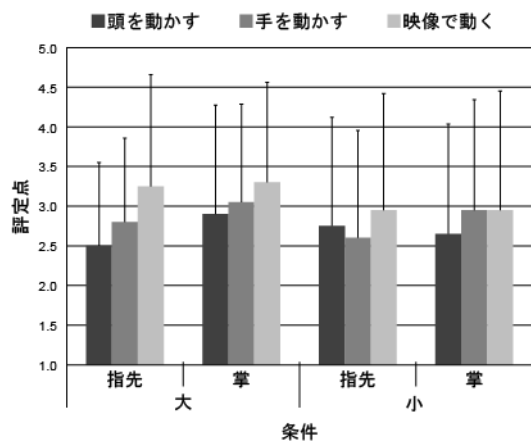


図5 仮想物体との接触方法の比較

体験される触感について、(1) (2) の実験におけるインタビューにおける自由回答の結果では、意見がばらついた。特に「風が当たるような感覚」、「冷たさを感じる」といった、温冷感のような接触感以外の感触が生じたという意見も多く聞かれた。クロスモーダル錯覚による触覚呈示をメディアコンテンツに応用することを想定すると、どのような触覚を呈示できるか、またどのようにして触覚をコントロールするかが重要になると考えられる。今後の課題として、錯覚体験の制御方法やその自由度についての検討も行っていく。

### (3) 得られた成果の位置づけ

本研究課題では、視触覚におけるクロスモーダルな錯覚を利用した新たな感覚ディスプレイの開発や感覚メディアのコンテンツ創造に寄与する、ヒトのクロスモーダル知覚特性の基礎的な検討を行い、具体的なシステムの構築方法についての提案を行った。

当初の計画においては、これまでの研究で対象としていた、触運動錯覚のコンテンツ化を目標としたが、AR 技術への応用を検討する中で、触刺激なしに触覚を体験させるという微触感錯覚の誘発手法を新たに発見した。本錯覚の誘発における刺激呈示要件を検討することで、更なるシステムの実現やコンテンツの可能性を見出した。

本研究で得られた成果は、新しいメディアコンテンツへの応用が期待される。近年のウェアラブルデバイス開発分野においては、国内外の情報デバイス産業の市場における注目が高まっている。中でも HMD デバイスに対する期待も大きく、その普及に重要となるキラーコンテンツの登場が望まれている。本研究課題で対象としたクロスモーダル錯覚による感覚情報メディアコンテンツは、その有力な候補となり得ると考えられる。

今後の展望として、クロスモーダル錯覚による認知体験の評価について引き続き検討することに加え、具体的なコンテンツの提案と制作を通じて、産業界への研究成果の還元を目指していく。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

- ① 盛川浩志, 飯野 瞳, 金 相賢, 河合隆史, “シースルー型 HMD を用いた微触感錯覚の呈示と評価”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 査読有, Vol. 18, No. 2, pp. 151-159, 2013 6 月

〔学会発表〕(計 2 件)

- ① 河合隆史, 盛川浩志, 金 相賢: “拡張現実感を用いた触感の呈示と知覚特性(1)”, 人間工学, Vol. 49, 特別号, pp. 148-149, 2013
- ② 盛川浩志, 金 相賢, 三家礼子, 河合隆史: “拡張現実感を用いた触感の呈示と知覚特性(2)”, 人間工学, Vol. 49, 特別号, pp. 150-151, 2013

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称: 触錯覚呈示装置および触錯覚呈示プログラム

発明者: 河合隆史, 盛川浩志

権利者: 学校法人早稲田大学

種類: 特許

番号: 特願 2012-215303, 特開 2014-071546

出願年月日: 2012-09-27

国内外の別: 国内

○取得状況 (計 1 件)

名称: 感覚呈示システム及び感覚呈示装置

発明者: 河合隆史, 盛川浩志

権利者: 学校法人早稲田大学

種類: 特許

番号: 特許 5419100

取得年月日: 2013-11-29

国内外の別: 国際出願

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

盛川 浩志 (MORIKAWA, Hiroyuki)

青山学院大学・理工学部情報テクノロジー

学科・助教

研究者番号: 90386673

(2)研究協力者

河合隆史 (KAWAI, Takashi)

早稲田大学・基幹理工学部表現工学科・教授

教授

研究者番号: 90308221