

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 24 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26730108

研究課題名(和文) Pseudo-transparencyに基づいた透過知覚に関する心理物理学的検討

研究課題名(英文) Psychophysical Study on Transparency Perception Based on Pseudo-transparency

## 研究代表者

大槻 麻衣(Otsuki, Mai)

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号：30609095

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：拡張現実感技術の利用例として、現実であれば手前の物体に遮られて見えないはずの内部の物体を仮想物体として実背景に重畳描画し、同時に観察可能にするシステムがある。しかし、単純に重畳描画した場合、本来見えないものが見えるため、その奥行きが正しく知覚できない。この問題に対して、ランダムドットマスクを用いて実物体表面に小孔を作り、その小孔越しに仮想物体を観察させることで奥行き知覚を向上させる手法を提案した。系統的な実験によって提案手法の有効性を示し、また、仮想物体がどの程度奥にあるか、という距離知覚も向上させることが分かった。更に、提案手法を用いた応用例もいくつか作成し、国際会議にて展示発表を行った。

研究成果の概要(英文)：A practical application of Augmented Reality (AR) is see-through vision, a technique that enables a user to observe an inner object located behind a real object by superimposing the virtually visualized inner object onto the real object surface. A challenge in such applications is to provide proper depth perception when an inner virtual object image is overlaid on a real object. To improve depth perception in stereoscopic AR, we propose a method that overlays a random-dot mask on the real object surface. This method conveys to the observers the illusion of observing the virtual object through many small holes. We named this perception "stereoscopic pseudo-transparency." Our experiments investigated the effectiveness of the proposed method in improving the depth perception between the real object surface and the virtual object compared to existing methods. Additionally, we made some applications and demonstrated at an international conference.

研究分野：ヒューマンインタフェース・インタラクション

キーワード：拡張現実感 奥行き知覚

1. 研究開始当初の背景

AR 分野における実用例として、現実であれば手前の物体に遮られて見えないはずの内部の物体を仮想物体として実背景に重量描画し、同時に観察可能にするシステムがある。しかし、ステレオ立体視を行う場合、両眼視差と遮蔽手がかりに基づく知覚の間で矛盾が生じ、結果として仮想物体の奥行きが正しく知覚できない。

2. 研究の目的

申請者は、Pseudo-transparency 現象に基づきランダムドットマスクによって実物体表面を半透明に見せることによって、この矛盾を低減する手法を提案している。

本申請研究ではより一般的な環境・条件における提案手法の有効性を検討するとともに、得られた知見を、技術展示用アプリケーションを通じて広く通知することを目的とする。

3. 研究の方法

- (A) ランダムドットマスクによる半透明知覚が起こり得る条件、絶対閾・弁別閾の調査
- (B) 手前の実物体のもつ情報量と半透明知覚の容易さのトレードオフの調査と最適化手法の提案
- (C) 異なるシステム構成での AR 環境での実装と検討
- (D) 上記で得られた知見を、多数の人に体験してもらうための技術展示用アプリケーション制作

平成 26 年度は項目 (A) について、前研究の実験方法を踏襲し、AR 環境下で半透明知覚に影響すると考えられる要因を変更した場合にどのような傾向が得られるかを確認する。後半より項目 (C) に着手し、機器構成の異なる AR 環境 (HMD 利用を想定) で実現する。

平成 27 年度は (C) を継続 (プロジェクト併用型を想定) するとともに、項目 (B) に取り組む。大半の成果は平成 27 年度前半中に揃え、残りの期間は研究成果の総括、項目 (D) で挙げた外部発表用アプリケーションの実装、展示に充てる。

4. 研究成果

- (A) ランダムドットマスクによる半透明知覚が起こり得る条件、絶対閾・弁別閾の

調査

関連研究で提案されている手法 (図 1) と提案手法を比較した。その結果、観察者は (1) 実物体を透過して仮想物体を見たかのように知覚できる (疑似透過) ことと、(2) 手前の実物体表面と奥の仮想物体の両方の知覚を向上させることによって、両者の前後関係だけではなく、その間の距離知覚精度も向上させられることを確認した。

- (B) 手前の実物体のもつ情報量と半透明知覚の容易さのトレードオフの調査と最適化手法の提案

提案手法では、仮想物体をマスク越しに観察するため、内部の仮想物体の見易さが低下する。この問題に対して、マスクのドットを半透明にすることで、見易さと奥行き知覚の向上の両立を目指した。具体的には、肌色部分のドットの不透明度と、見易さおよび奥行き知覚のトレードオフについて評価実験を行った。その結果、肌色部分の不透明度が 0%、25%、50%、75%、100% の場合に、見易さは線形に変化する (図 2) のに対し、奥行き知覚精度には 0% とそれ以外の不透明度の場合の他は、有意差は見られなかった (図 3)。

これらの結果より、今回の実験条件では、内部の仮想物体の見易さと、奥行き知覚の精度を両立させるためには、より内部の物体が見やすい、ドット不透明度 25% のマスクを用いることが適していると言える。

一方で、ドット不透明度 25% と 50% の場合を比べると、25% の方が、標準偏差が大きくなっている。そのため、例えば、エンタテインメント目的のものであれば見易さを重視して 25% のマスクを、精度が重視される医療用アプリケーションであれば 50% のマスクを用いるなど、用途に応じた使い分けも考えられる。

- (C) 異なるシステム構成での AR 環境での実装と検討

実際の AR 空間においては、ユーザは頭部を自由に動かすことが可能であり、AR 空間における奥行き知覚は移動視差によって向上することが知られている。そこで、ビデオシースルー HMD (Oculus Rift DK2 + Ovrvision) を用いて移動視差による奥行き手がかりが併用可能な条件において、提案手法の効果を確認した。

その結果、実際の AR 環境においても、提



図 1 実験で用いたマスクの種類。被験者は nVidia 3D vision glass によって肌色面 (実物体を模擬) の背後にある青い円 (仮想物体) を観察する

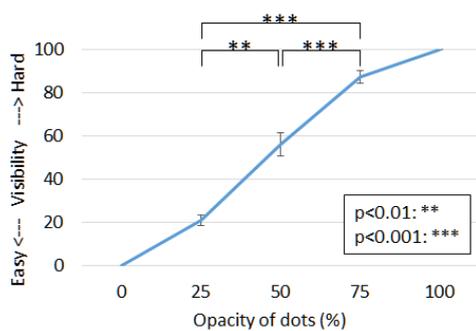


図 2 肌色部分のドットの不透明度と見易さの関係

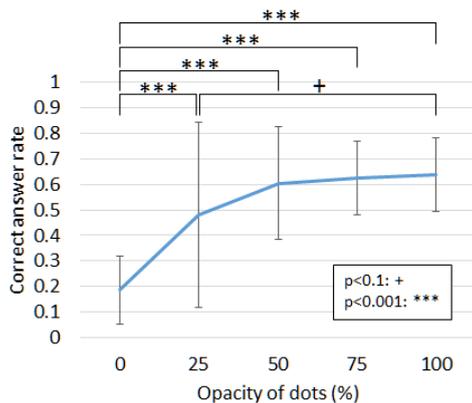


図 3 肌色部分のドットの不透明度ごとの奥行き知覚精度 (正答率)



図 4 SIGGRAPH ASIA 2015 で Please show me inside の親指姫のデモを体験する参加者

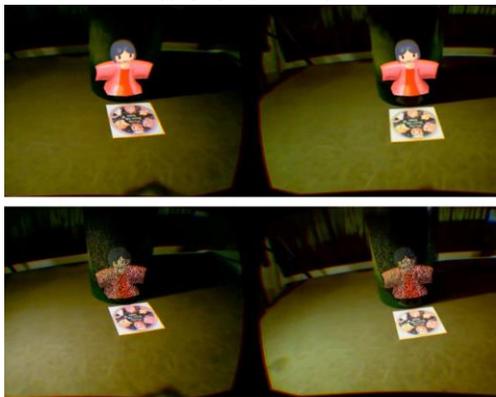


図 5 展示した作品の 1 つ「かぐや姫」.  
上段: マスクなし (既存の AR), 下段: マスクあり (提案手法). いずれも平行法.

案手法を用いることによって被験者がより正確に仮想円の位置を判別できるようになることを確認した。

(D) 上記で得られた知見を, 多数の人に体験してもらうための技術展示用アプリケーション制作

提案手法を用いたエンターテインメントアプリケーション "Please show me inside" を作成し, 2015 年 11 月に開催された SIGGRAPH ASIA にて展示した (図 4, 図 5). 展示では, 体験者にマスクパラメータを自由に変更させ, 適切なマスクパラメータを調査した. その結果, より奥に細かな動きをする仮想物体が配置されている場合は, ドット密度を高くし実物体表面を残す割合を減らす傾向が見られた.

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① (査読有) 大槻麻衣, 葛岡英明, Paul Milgram, "AR におけるステレオ疑似透過が透明知覚と奥行き知覚に与える効果に関する研究", ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 17, No. 3, pp. 43-52 (2015.8)  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/40020699863>

[学会発表] (計 5 件)

- ① 大槻麻衣, 葛岡英明, "ステレオ AR 環境における半透明ランダムドットマスクが奥行き知覚に与える影響", 情報処理学会研究報告 Vol. 2016-HCI-167, No. 2, 8 pages, 2016/3/7, 早稲田大学 (東京), 査読無.
- ② M. Otsuki, Y. Kamioka, Y. Kitai, Mao Kanzaki, H. Kuzuoka, and H. Uchiyama, "Please Show Me Inside: Improving the depth perception using virtual mask in stereoscopic AR," SIGGRAPH ASIA 2015 Art Gallery & Emerging Technologies, 2015/11/3-5, Kobe Convention Center, Kobe, 査読有.
- ③ M. Otsuki, H. Kuzuoka, and P. Milgram, "Analysis of Depth Perception with Virtual Mask in Stereoscopic AR," Proc. ICAT 2015, Kyoto International Community House, Kyoto, 2015/10/28, 査読有.
- ④ 大槻麻衣, Paul Milgram, "ステレオ立体視環境での疑似透過知覚に関する心理物理学的検討", ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014 予稿集, pp. 881-886, 京都工芸繊維大学 (京都), 2014/9/12, 査読無 [学術奨励賞受賞].
- ⑤ 大槻麻衣, Paul Milgram, "ステレオ立体視環境でのランダムドットマスクを用いた疑似透過知覚の実現", ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014 予

稿集（対話発表）, pp. 657-660, 京都工  
芸繊維大学（京都）, 2014/9/11, 査読無.

〔その他〕

ホームページ等

<http://otsuki.emp.tsukuba.ac.jp/>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

大槻 麻衣 (OTSUKI, Mai)

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号：30609095