

# 複合現実感における影の不整合に関する実験的検討

## An Experimental Consideration on Shadow Inconsistency in Mixed Reality

中野 学                      北原 格                      亀田能成                      大田友一  
 Gaku Nakano              Itaru Kitahara              Yoshinari Kameda              Yuichi Ohta

筑波大学 大学院システム情報工学研究科 知能機能システム専攻  
 Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

### 1. はじめに

仮想物体と実物体の見え方に関する光学的整合性は、複合現実感における仮想物体の存在感に影響を与える重要な要素である[1]。菅野らは、陰影表現を付加することにより、仮想物体の存在感が高まり、物体の位置関係の把握に有効であることを示している [2]。このように、光学的整合性の重要性は広く認知されているものの、観察者に実物と仮想の見分けをつかなくさせるためには、どの程度忠実な色合わせや陰影表現が必要であるかに関する検討は、十分にされていない。本研究では、仮想物体と実物体の影の不整合に対して観察者が感じる違和感に着目し、その許容範囲に関する定量的評価実験を行い、どの程度忠実に影を再現すれば、観察者は違和感を感じないのかについての検討を行っている。

### 2. 影の発生条件

現実物体と仮想物体の影の不整合の定量的な調査を実現するために、CG を用いて影の発生の仕組みを以下のように単純化した。

- (1) 影は、相互反射を考慮しないハードシャドウ
- (2) 光源は、一点の平行光源
- (3) 物体は、完全拡散反射の円錐
- (4) 背景は、灰色・無地

### 3. 影の不整合に対する印象の評価実験

図 1 に示すように、シーン中に 2 つの円錐を配置し、各々を円錐 A、B、各々を照らす光源を光源 A、B とする。光源 A はシーンの光源環境と一致するように、光源 B はシーンの光源環境とは異なるように配置することにより、光学的不整合が存在する評価用画像を撮影する。円錐 A と B の影を比較し、影ずれの知覚を 5 段階評価により主観評価してもらう。光源 A、B の経度・緯度の差異と被験者の回答結果を比較することにより、影の不整合に対する許容範囲を検討する。円錐 A、B は図 2 に示す 5 通りで、光源 A、B は表 1 に示すように配置し、全ての組み合わせについて評価実験を行った。遠近配置において、光源 A を経度 45 度に配置した場合の評価結果を図 3 に示す。

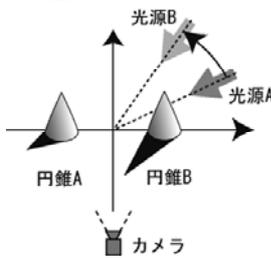


図 1 実験概要

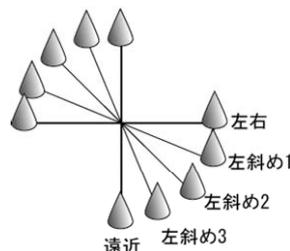


図 2 円錐の配置

表 1 評価実験における光源配置

	経度	緯度
光源 A	正面 0 度を除く 45 度刻み	45 度固定
光源 B	光源 A を基準に ±30 度を 5 度刻み	25 ~ 65 度を 5 度刻み

評価結果中の 評価値 3 以上の領域に楕円を当てはめ、その面積を物体配置と光源 A との組み合わせにおいて生じる影の不整合に対する許容度とする。図 4 に、各円錐配置に対して光源 A の経度を変化させたときの許容度の変化を示す。遠近配置を除けば、光源 A の経度と円錐の並ぶ方向が近い場合、許容度が大きくなっている。光源 A が 180 度の場合、影がカメラに対して完全に真っ直ぐになるため、すべての配置に置いて許容度が極端に狭くなっている。

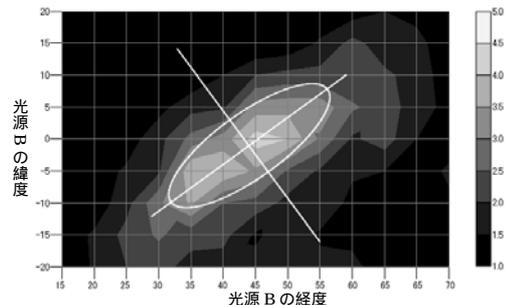


図 3 遠近配置における光源 A 経度 45 度の評価結果

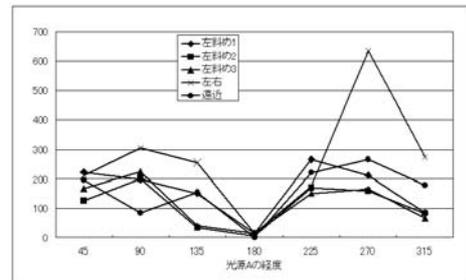


図 4 光源 A の経度と許容度の関係

### 4. おわりに

複合現実感において発生する影の不整合の許容範囲に関する評価実験を行い、物体配置と光源方向によって影の不整合の知覚が影響される可能性があることが分かった。

#### 参考文献

[1] Y.Ohta, H.Tamura, "Mixed Reality -Merging Real and Virtual Worlds-", Ohmsha, 1999.  
 [2] N.Sugano, H.Kato, and K.Tachibana, "The Effect of Shadow Representation of Virtual Objects in Augmented Reality", ISMAR2003, pp.76-83, 2003.