

Mixed Realityにおける光源推定の一手法

藤本 怜[†] 村木 祐太[†] 小堀 研一[†]
 大阪工業大学 情報科学研究科 情報科学専攻[†]

1. はじめに

近年, コンピュータグラフィックスを用いて現実空間を拡張する AR(Augmented Reality)や MR(Mixed Reality)などの技術が注目されている. 例えば, Kán らの手法[1]では光源推定を行うことで仮想物体に影を生成し, より違和感なく仮想物体を現実空間に溶け込ませることを目的としている. しかし, Kán らの手法では光源位置の推定が不正確なため, 影の方向が不適切である. また, 光源色推定を行っていないため, 仮想物体が現実空間に溶け込んでいない.

そこで, 本研究では仮想物体と現実空間を違和感なく融合させるために, より正確に単一の点光源位置を推定することで, 仮想物体に影を生成し, 精巧な相互反射を実現する手法を提案する. 提案手法では, 単一の RGB-D 画像から Residual Network (ResNet)を用いて, カメラから光源へのベクトルを推定することで, 光源の位置を推定する. また, Yanlin らの手法[2]を用いて光源色の推定を行うことで, 仮想物体の色を現実空間に溶け込ませる.

2. 提案手法

2.1 方向ベクトルを用いた光源位置推定

提案手法では, カメラから光源位置へのベクトルを推定することで光源位置を算出する. 提案手法では, レイトレーシングを用いてレンダリングした RGB-D 画像を訓練データとし, 層数 50 の ResNet を用いた学習を行う. この際, 4 種の形状およびランダムに生成した色の光源を用いて訓練データの生成を行った. 生成した画像のうち, 80%を訓練データ, 20%をバリデーションデータとして用いた. 画像はそれぞれの形状において 5, 778 枚用意する. 訓練データの例を図 1 に示す.

また, 入力画像は図 2 のフローチャートに示す 4 種の前処理を施すことで, 図 3 に示すように光源と影の位置を際立たせる. 入力画像は 200×200 ピクセルにリサイズし, エッジ保存平滑化によってノイズ除去を行う. そして, 適応的ヒストグラム平坦化によって明暗を強調する.

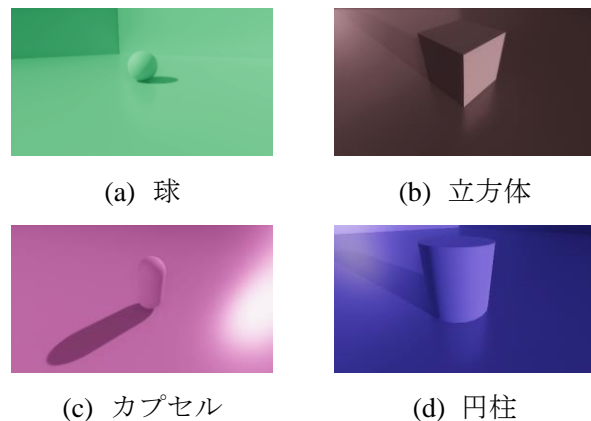


図 1 訓練データの例

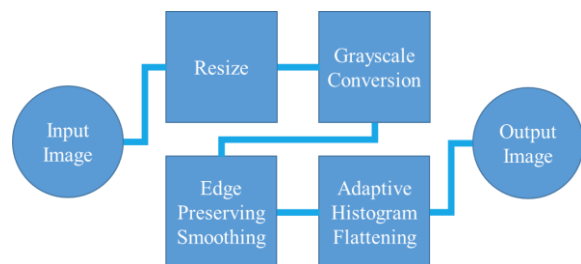


図 2 前処理のフローチャート

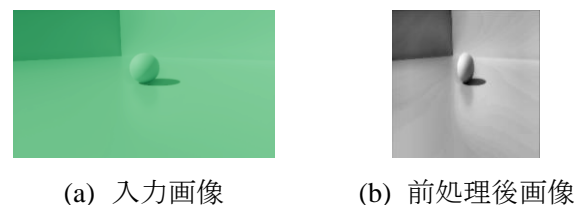


図 3 前処理による入力画像の変化

提案手法では, 表 1 に示すハイパーパラメータを用いて学習を行った. 活性化関数は ReLU を用い, 出力層は線形活性化である. また, 最適化関数には AdamW を用い, 損失関数には平均二乗誤差を用いる. 学習率は, 最初の 5epoch でウォームアップを行う. また, Zhuang らの手法[3]で用いられている式(1)の学習率スケジューラを用いる. 本研究では, $power$ の値に 0.9 を用いた.

$$lr = baselr \times \left(1 - \frac{iter}{totaliter}\right)^{power} \quad (1)$$

提案手法では, 入力層および ResNet の各ブロックに存在する, 最初と最後の畳み込み層で Batch Normalization を適用する. また, 入力層のドロップアウト率は 0.2, 各ブロックおよび全結合層のドロップアウト率は 0.5 である.

A Method of Light Source Estimation in Mixed Reality
 Rei Fujimoto[†] Yuta Muraki[†] Kenichi Kobori[†]
 Osaka Institute of Technology Graduate School of
 Information Science and Technology[†]

表 1 使用するハイパーパラメータ

Batch size	64
Learning rate	0.02
Epoch	100

2.2 光源色推定手法

光源色の推定は、仮想物体の色を現実空間に溶け込ませるために重要な要素となっている。提案手法では、Yanlin らの手法を用いて光源の色相および彩度を推定する。Yanlin らの手法では、画像中のグレーであると考えられる画素を推定し、その画素の色情報を元に光源色推定を行っている。Yanlin らの手法を用いて推定した光源色を図 4 に示す。同図(a)は入力画像、同図(b)は同図(a)から推定した光源色、同図(c)は真値の光源色である。



(a) 入力画像 (b) 推定結果 (c) 真値

図 4 推定した光源色

Yanlin らの手法により推定した光源色は、真値に比べ暗く出力される傾向にある。そこで、提案手法では、推定した光源色の HSV 色空間における色相と彩度のみを用いる。そして、光源は明るいものであると仮定し、明度を最大値に置き換えた色を提案手法における光源色とする。

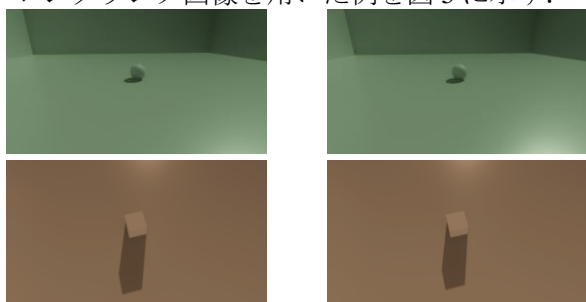
3. 実験と考察

3.1 光源推定

提案手法による光源推定の精度を確認するために実験を行った。入力画像は、新たにレンダリングした画像および現実空間上の画像を用いる。

3.1.1 レンダリング画像を用いた光源推定

レンダリング画像を用いた例を図 5 に示す。



(a) 入力画像 (b) 光源位置推定結果

図 5 レンダリング画像を用いた例

3.1.2 現実空間画像を用いた光源推定

実空間画像の撮影には、Intel Real Sense L515 を用いた。まず、光源色推定の精度を評価するため、様々な光源色で撮影を行った。光源色推定の結果を図 6 に示す。



(a) 青 (b) 緑 (c) ピンク

図 6 光源色推定結果

次に、現実空間画像を用いて光源位置推定を行った結果の例を図 7 に示す。同図上部に存在するうさぎは現実空間の物体、同図下部に存在するうさぎは仮想物体である。



図 7 光源位置推定結果の例

3.2 考察

図 5 の結果を見ると、入力画像と光源位置推定結果にほとんど差異が無く、正確な光源位置推定ができていることがわかる。また、図 7 を見ても正確に光源位置推定ができていることがわかる。これは、図 2 に示す前処理によって、光源と影の位置を際立たせたことによると考えられる。

次に、図 6 を見るとどの光源色においても、良好な光源色推定を実現していることが確認できる。

4. おわりに

提案手法では、ResNet を用いてカメラから光源への方向ベクトルを求め、正確な光源位置を得る方法について示すことができた。また、光源色推定は明度を補正することで、より真値に近い光源色を生成することが可能となった。

今後の展望として、光源推定の処理負荷を調査し、リアルタイムな動作を実現することでより多くの用途に利用することが可能になると考える。

参考文献

- [1] Kán, P., and Kafumann, H., “Deepflight: light source estimation for augmented reality using deep learning,” *The Visual Computer*. 35(6), 873-883 (2019).
- [2] Qian, Y., Kamarainen, J. K., Nikkanen, J., and Matas, J., “On finding gray pixels,” *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 8062-8070 (2019).
- [3] Zhuang, J., Yang, J., Gu, L., and Dvornek, N., “Shelfnet for fast semantic segmentation,” *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops*, (2019).