

修士学位論文要約（令和3年3月）

ARにおける現実空間を考慮した仮想オブジェクト表示の高度化

佐藤 充祥

指導教員：菅沼 拓夫， 学位論文指導教員：阿部 亨

Advancement of Virtual Object Display in AR Considering Real Space

Misaki Sato

Supervisor: Takuo SUGANUMA, Research Advisor: Toru ABE

It is important for AR(Augmented Reality) technology to display virtual contents more realistic and realize fusion of virtual object and real world. In this paper, we focus on the case that virtual and real objects are mixed and influence each looking, and that causes discomfort to users. In order to resolve this problem, we present a method that rendering in consideration of position of lights in real environment and real/virtual object. To position a virtual object in place of the real object on the position of it, the virtual object with proper lightning and shadowing characteristics is generated and proper shadow is appended to real object. We tested our work with questions that user identify real and virtual objects side by side to evaluate the accuracy of result of identify correctly. Our results indicate that this method can improve display objects with more proper lightning and shadowing and make more reality.

1. 序論

Augmented Reality(AR:拡張現実)とは仮想コンテンツを現実の空間に統合することで、人間の感覚の拡張を可能にする技術である。ARには仮想オブジェクトの表示の自然さに関して課題が存在する。これは仮想オブジェクトを表示する際、現実空間における仮想オブジェクトの周囲の環境と、仮想オブジェクト自体の表示の不整合によって自然さが損なわれてしまうことに起因する。特に現実オブジェクトと仮想オブジェクトが混在するような場面で、現実オブジェクトと仮想オブジェクトが見え方に関して相互に及ぼす影響が考慮されておらず、不自然さが生じてしまう場面がある。より現実に近い仮想オブジェクトのレンダリングにはこの不自然さを解消するために、現実空間の環境の考慮が必要となる。本研究では現実オブジェクトと仮想オブジェクトが相互に及ぼす見え方の影響を考慮することで、より自然な仮想オブジェクトの表示を行うシステムを提案する。

2. 関連研究

Alhakamy らの手法¹⁾では仮想オブジェクトを現実空間に馴染ませるために、現実空間の光源を取得し、それに応じて仮想オブジェクトに影や光沢をつけるといったことを行っている。そのために360°カメラを使用して現実空間の光源の位置・強さ・色を取得し、利用することを提案している。またこの研究では仮想オブジェクトを配置する箇所の周囲のテ

クスチャを取得し、それを利用することで反射光を仮想オブジェクトに反映させている。これにより現実空間の光源の位置やカメラの角度を変えた時にも動的に仮想オブジェクトの表示を変化させることを可能にしている。

Xiaozhi らの手法²⁾では仮想オブジェクトを現実空間に馴染ませる手法として、RGBD イメージを用いた深度情報を使用する手法を用いている。深度情報を取得し、表示する仮想オブジェクトが現実オブジェクトの奥に存在し、本来ならば見えない場所に配置されるときその部分を表示しないといったオクルージョンに沿った表示を行う。

これらの手法では現実オブジェクトと仮想オブジェクトが混在する場面で、現実オブジェクトと仮想オブジェクトの見え方に関して相互に及ぼす影響が未考慮となっている。

3. オブジェクトの位置関係に応じた表示手法

本研究では現実・仮想オブジェクトが混在する場面で現実・仮想オブジェクトの位置関係を考慮することによって、より自然なオブジェクトの表示手法の提案を行う。光源からの光が物体に遮られることにより、本来ならばオブジェクトの明るさ・光沢・影の付き方は変化する。これを考慮せずにオブジェクトを表示してしまうと不自然さを生じる。本手法によってこの不自然さを解消する。

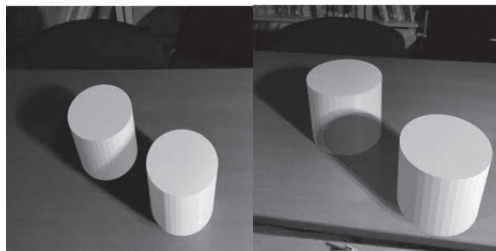
3.1 光源 - 仮想オブジェクト - 現実オブジェクト

事前に保持している現実オブジェクトのメッシュデータ・座標に基づいて仮想空間に現実オブジェクトを再現した透明な仮想オブジェクトを設置する。表示しようとしている仮想オブジェクトが光源からの光を遮ることによって出来る影は透明な仮想オブジェクトに投影することで現実オブジェクトに投影される影を生成する。これにより仮想オブジェクトの影は現実オブジェクトの表面に投影されるため、現実オブジェクトに重なって表示されることはなくなり、不自然さを解消することが出来る。

3.2 光源 - 現実オブジェクト - 仮想オブジェクト

事前に保持している現実オブジェクトのメッシュデータ・座標に基づいて仮想空間に現実オブジェクトを再現した透明な仮想オブジェクトを設置する。設置した現実オブジェクトを再現した透明な仮想オブジェクトが光源からの光を遮ることで現実オブジェクトを影を再現し、また仮想オブジェクトに当たる光を制限することで明るさや光沢を調整する。これによって仮想オブジェクトに投影される影を生成し、仮想オブジェクトの明るさや光沢を調整する。

提案システムによる出力結果を図1に示す。



(a) 提案手法適用 (b) 提案手法未適用

図1: 提案システムによる出力結果

4. 実験

表示結果について、ユーザが現実・仮想オブジェクトを判別できるか評価実験を行った。本実験では、同形の仮想・現実オブジェクトが混在して表示されている画像を提示し、被験者はそれぞれが仮想か現実かを選択する。そして左右それぞれの回答に対して確信度を1(自信なし)から3(自信あり)の値を選択する。画像は、オブジェクトとして円柱と球を用い、それぞれの位置関係を変化させたものを15パターン(設問1~15)用意した。この画像に関する質問終了後、回答の判断材料にした項目と違和感を覚えた箇所に関するアンケートを取得した。

各設問の正答率は図2のようになった。また各オブジェクト毎の正答率は図3のようになった。オブジェクトの2パターンの位置関係で同様に円柱に関

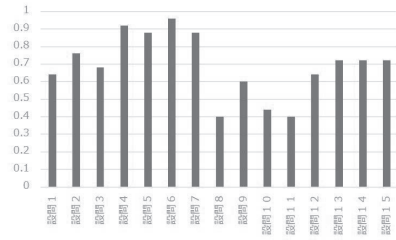


図2: ユーザ評価実験の正答率

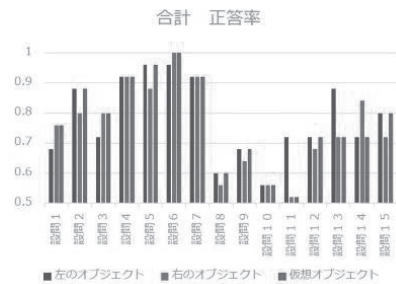


図3: 各オブジェクトのユーザ評価実験の正答率

する画像の設問の時、全体的に提案システムを用いない手法と比べて仮想オブジェクトを判別できる率が低下した。またその回答に対する確信度も低下した。球においては提案システムを用いない手法と比べて判別できる率は変わらなかった。これは地面から浮いて見えてしまい、仮想オブジェクトと気づかれてしまったのが影響したと考えられる。

5. 結論

本研究では現実空間の光源と現実・仮想オブジェクトの位置関係を考慮して、それに応じた処理を行うことによるオブジェクトの表示手法を提案した。実験結果を通して従来手法では現実・仮想オブジェクトの光の遮蔽を考慮してないために、違和感のあった表示が提案手法によって適切な影の付き方に表示され、より違和感の少ない表示の実現を確認できた。

参考文献

- 1) A. Alhakamy and M. Tuceryan, "AR360: Dynamic Illumination for Augmented Reality with Real-Time Interaction," 2019 IEEE ICICT, Kahului, HI, USA, 2019, pp. 170-174, doi: 10.1109/INFOCT.2019.8710982.
- 2) X. Guo, C. Wang and Y. Qi, "Real-Time Augmented Reality with Occlusion Handling Based on RGBD Images," ICVRV2017, Zhengzhou, China, 2017, pp. 298-302, doi: 10.1109/ICVRV.2017.00069.