

拡張現実感を利用したホログラム撮影方法体感学習ツール Development of Tangible Learning for Holography with Augmented Reality Technology

○柴田 将志¹, 山口 健², 吉川 浩²*Masashi Shibata¹, Takeshi Yamaguchi², Hiroshi Yoshikawa²

Abstract: When shooting a hologram, it requires special optical equipments and a darkroom. If the darkroom is not large enough, it is not easy for many people to enter in the dark room. Therefore, we use Augmented Reality technology in this study to build a virtual optical system on the desk. A user can change the position of the virtual optical element to build correct optical setup without the dark room and any special optical elements. By using proposed system, people can simulate the assembling procedure of the optical system and we can expect to learn the base of holography.

1. まえがき

ホログラムを撮影するには、一般に暗室内で撮影光学系を構築する必要があり、光学素子の扱いには慎重さを要する。熟練者が初学者へ、撮影や光学系構築の手順を指導する際にも暗室内での指導は難しい。そのため、初学者がホログラム撮影方法を学ぶには敷居が高い。そこで本研究では、拡張現実感技術を用いて、手軽で簡単に初学者がホログラム撮影方法を学ぶ学習ツールを提案する^[1]。Webカメラにより現実空間の映像を取得し、マーカを元に光学素子の3DCGを現実空間に重畳表示する。これにより、初学者はマーカを手で操作することで、実験を体感的に学習できる。

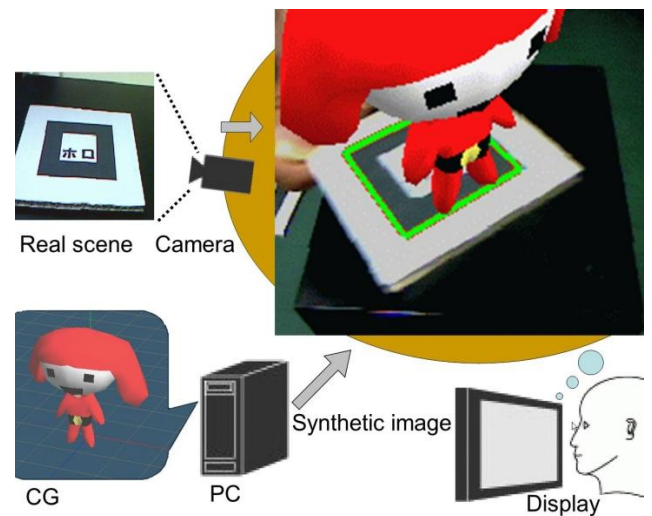


Figure 1. Application composition with Augmented Reality.

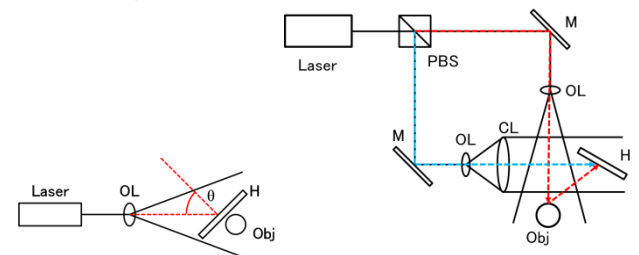
2. 原理

2-1. ホログラム学習ツールの提案

作成するシステムの構成を Fig. 1 に示す。ホログラム撮影のための光学系を構築するためには、素子の扱い方や並べ方を知ることが重要である。このため、学習する際にもものを動かしているような感覚で、対象物を操作できる学習ツールが有効であると考えられる。そこで ARTookKit^[2]を用いることで、手を使っての光学素子の操作を可能にする。これにより、初学者に光学系構築の手順を体感させ、学習効果の向上を図る。そして、光学系構築後にホログラムの撮影可否の判定を行えるようにする。

2-2. 光の経路の計算

ホログラム撮影には物体光と参照光をホログラム面で干渉させることが必要となる。そこで、撮影の条件となる光路長の計算を可能とすることで、初学者に光学素子の配置を学ばせられるようにする。このため、光学素子による光の経路の変化を反映できるようにして、ホログラム面までのレーザー光の経路を計算できる



(a) Denyusyuku hologram (b) Frenel hologram

Figure 2. Optical setup for hologram.

ようにする。

2-3. 光の軌跡の視覚的表現

光学素子による光の変化の様子を視覚的に表現することで、光学素子の役割を初学者に理解させる。これにより学習効果の向上を図る。そこで、2-2 で求めた光路の情報を元に、光学素子による光の変化を描画する。本研究ではホログラム撮影に必要な光学素子である PBS, 対物レンズ, ミラー, コリメートレンズを実装する。

2-4. 撮影可否の判定条件

光学系構築後にホログラムの撮影が可能かどうかの判定を行うことで、光学系構築の成否を確認できるようにする。このため、ホログラム撮影方法であるデニシュークホログラム^[3]とフレネルホログラム^[3]の撮影可否の判定条件を設ける。デニシュークホログラム撮影光学系を Fig. 2(a)、フレネルホログラム撮影光学系を Fig. 2(b)に示す。PBS は偏光ビームスプリッタ、OL は対物レンズ、M はミラー、CL はコリメートレンズ、Obj は被写体、H は記録材料であるホログラム乾板である。光学系構築後の判定時には、参照光と物体光の光路長と入射角、ホログラムとオブジェクト間の距離を考慮に入れて判定を行う。

3. 結果

3-1. 光学素子の描画

現実空間と 3DCG が重畳表示されている様子を Fig. 3 に示す。Fig. 3(a)のように、Web カメラから取得した映像にマークが存在すると、リアルタイムに光学素子の位置情報が更新される。Fig. 3(b)のように、マークの位置情報から仮想光学素子の重畳表示を可能にした。

3-2. 光の経路の計算

各光学素子の位置情報から、全体の位置関係を取得することができるようになった。これにより、レーザー光を照射した時の光の経路が求められるようになった。

3-3. 光の軌跡の視覚的表現

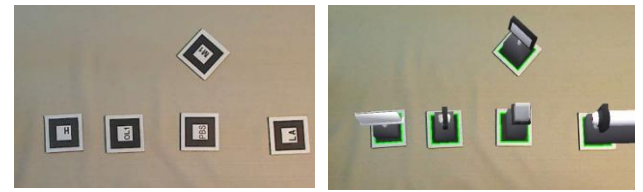
光学素子による光の変化を、光の軌跡として視覚的に表現することで、初学者が目目で確認しながら光学系を構築できるようにした。(Fig. 4, 5)

3-4. 撮影可否の判定条件

レーザー光がオブジェクトとホログラムに照射されたとき撮影可否の判定を行う。デニシュークホログラムとフレネルホログラムの撮影可否の判定を行っている様子を Fig. 4, 5 に示す。判定時には参照光と物体光の光路長と入射角、ホログラムとオブジェクト間の距離を計算した結果を表示した。

4. むすび

本研究では、AR を用いて光学系構築手順のシミュレートが可能な体感学習ツールを作製した。レーザー発振器等の仮想光学素子の 3DCG をマーク上に表示することで仮想光学素子とし、それらを手で動かしながら学習させることが可能となった。また、全光学素子におけるレーザー光が入射したときの効果を再現し、視覚



(a)Setup maker

(b)Synthetic image

Figure 3. Visual effects of light.

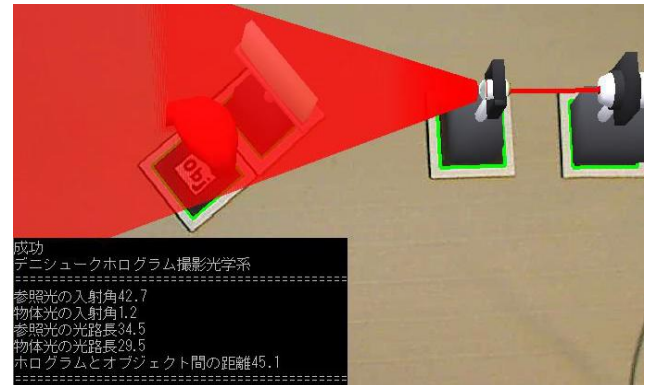


Figure 4. Judge the optical setup for denisyuk hologram.

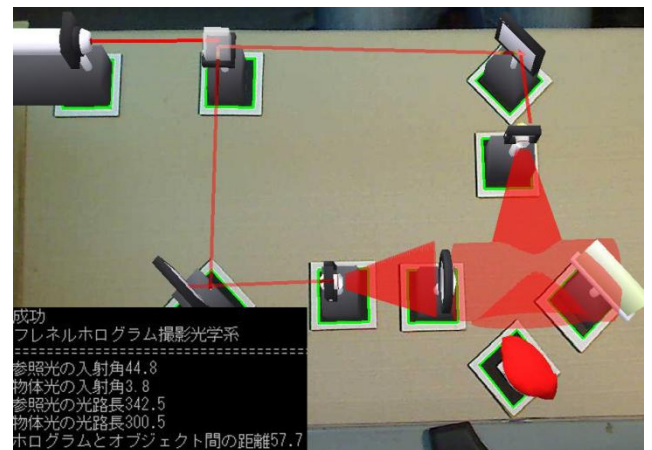


Figure 5. Judge the optical setup for frenel hologram.

的に確認しながら光学系を組めるようにした。そして、デニシュークホログラムとフレネルホログラムのシミュレートにも対応しており、それぞれの光路長を考慮した撮影可否の判定もできるようにした。これらにより、ホログラム撮影の基礎をより効果的に学習させられることが可能となった。

5. 参考文献

- [1] 永野諭：“拡張現実感の教育への応用 - ホログラム撮影方法体感学習ツールの提案 -”，日本大学大学院理工学研究科修士論文，2009
- [2] 橋本直：“ARToolKit 拡張現実感プログラミング入門”，株式会社アスキー・メディアワークス，2008
- [3] P.ハリハラン,(吉川浩,羽倉弘之訳)：“ホログラフィの原理”，オプトロニクス社，2004