

Virtual Reality 空間における写真撮影練習システムの提案と評価

武藤 駿嗣^{1,a)} 井尻 敬¹

概要：本研究では、構図を考慮した写真撮影練習を手軽かつ効率的に行える環境の実現を目的とし、Virtual Reality (VR) 技術を活用した写真撮影練習システムを提案する。提案システムにおいて、ユーザはスタンドアロン型の Head Mounted Display を装着して VR 空間に入り込み、VR コントローラをカメラとして利用しながら写真撮影を行なう。提案システムでは、指定されたシーンや構図の撮影課題が出され、ユーザは課題に従い、写真を撮影することで構図を考慮した写真撮影を体験する。構図を考慮した写真撮影を支援するため、提案システムは、カメラモニタ画面における構図ガイドライン表示機能や、3 次元空間に構図のガイドラインとなる直線を引ける機能も提供する。提案システムの有用性を確認するためのユーザスタディを実施した。その結果、実験後のアンケートより提案システムの各機能に対して肯定的なコメントが得られた。

1. はじめに

構図とは、写真内における被写体の配置のことで、代表的な構図として三分割構図や三角構図、日の丸構図などが知られる [1]。構図によって被写体の印象が変化するため、写真撮影において構図は非常に重要な要素のひとつである。構図の整った写真を撮影できるようになるには、書籍等で構図について学習するだけでなく、様々な環境で構図を考慮した撮影練習を繰り返し行う必要がある。

構図は写真撮影における重要な要素であり、構図の整った写真を撮影するための様々な手法が提案されている。写真中から構図の整った部分を発見しトリミングする手法 [2], [3], [4], [5] や、画像処理により構図の整った写真を生成する手法 [6] などがあげられる。詳細は 2 章で紹介する。しかし、これらの既存システムは、トリミングや画像処理によって構図の整った写真を得るものであり、初心者ユーザが構図を考慮した撮影練習を行うためのものではない。

本研究では、写真撮影初心者が構図を考慮した写真撮影練習を手軽かつ効率的に行える環境の実現を目的とし、Virtual Reality (VR) を利用した撮影練習システムを提案する。提案システムにおいて、ユーザは、スタンドアロン型の Head Mounted Display (HMD) を装着して、VR 空間に入り、VR コントローラをカメラとして利用しながら

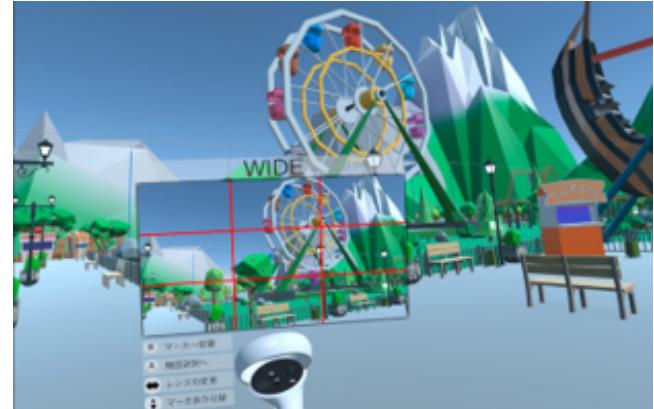


図 1 VR 空間における写真撮影練習システム。ユーザは VR コントローラをカメラとして利用し、構図を考慮した写真撮影練習を実施する。

写真撮影を行なう（図 1）。VR コントローラの上部にはデジタルカメラの液晶モニタを模倣したカメラモニタが表示され、ユーザはボタンを押すことで写真を撮影できる。提案システムは構図やシーンを指定した撮影課題を出し、ユーザはこの課題に従って撮影練習を行なう。練習時、対象となる構図情報は VR 内の Heads Up Display よりいつでも参照可能である。また、構図を考慮した撮影を支援するため、提案システムは手元のカメラモニタ上に 2 次元ガイドラインを提示する機能と、VR 空間に 3 次元的な直線マーカを配置できる機能も提供する。提案システムを使用すると、ユーザは、ロケーションの移動や撮影機材の準備をせずに多様なシーンにて撮影練習を行える。

¹ 芝浦工業大学
Shibaura Institute of Technology
a) sit.shunji.muto@gmail.com

本研究では、提案システムの有用性を評価するため、ユーザスタディを実施した。具体的には、各実験参加者に、実世界での写真撮影1、提案システムによる練習、実世界での撮影練習2をこの順に実施してもらった。2回の実世界での写真撮影後、撮影した写真の中から良いと思う写真を5枚選んでもらった（練習前5枚、練習後5枚）。最後に、計10枚の中から最も良いと思う5枚を、撮影者本人と他者から選択してもらった。その結果、撮影者本人は、練習後の写真を良いと感じる一方、他者は練習前後では写真の上手さは変わらないと評価する結果となった。また、参加者に対するアンケートより、多くの実験参加者は、VRでの撮影練習や提案システムの機能について有用だと感じたという、肯定的なコメントを受けた。

2. 関連研究

構図の整った写真を撮影するための様々な手法が提案されている。ここでは、トリミングにより構図の整った部分を切り出す手法、画像処理により写真を編集する手法、撮影時に支援をする手法を紹介する。

一度撮影した写真をトリミングすることで構図の整った写真を取得できる手法が提案されている。Nishiyamaら[2]は、入力写真の切り抜き候補を複数生成した後、大量の写真から構築した品質分類器を用いて品質が高い候補を選択し、ユーザに提示するシステムを提案した。Liuら[3]は、三分割構図・対角線構図・写真内のバランスに基づいて、写真の品質を数値化しスコアが最大となる領域を切り抜く手法を提案した。Niら[4]は、写真共有サイトの写真から学習させた品質を評価するモデルを使い、入力内の最も美しい領域をユーザに提示するシステムを提案した。家田ら[5]は、入力画像に適した構図を自動的に選択し、元画像からの変更が最も少ないように切り出しを行うシステムを提案した。Yuanら[7]は、パラノマ風景写真から良い構図の写真を撮影できる部分を見つけ出し、ユーザに提示するシステムを提案した。

トリミングではなく、画像処理により写真を編集する手法も発表されている。Banerjeeら[6]は、画像処理により、被写体の位置を変える・被写体を目立たせる・背景を目立たなくすることで、三分割構図に即した写真を出力する手法を提案した。

撮影時に構図の整った写真を取るための支援を行なう手法も研究されている。Zhangら[8]は、背景となる写真を入力すると被写体の適切な配置位置やポーズを提示するポートレート撮影の支援システムを提案した。板宮ら[9]は、カメラモニタに写る画像から顕著性に基づき画像に適した構図を算出し、ユーザに提示するシステムを提案した。また、柿森ら[10]は、料理写真に着目し撮影前に料理の配置を提示する手法を提案した。

この通り、構図の整った写真を取得するための多用な手

法が提案されている。しかし、これらの既存研究は写真撮影初心者が撮影練習を行なうためのものではない。

3. VRを利用した撮影練習システム

3.1 設計指針

本研究では、初心者が手軽かつ効率的に構図を考慮した写真撮影練習を行える環境の実現を目的とし、VRを利用した撮影練習システムを提案する。我々は、以下の設計指針を立てる。

実世界と同様の撮影体験ができる。実世界における写真撮影は、カメラのファインダーや液晶モニタを確認しながら行われる。そのためVR空間でも、実世界と同様にカメラのファインダーやモニタを確認しながら写真を撮影できる必要がある。

多様な環境にて練習ができる。実世界における写真撮影は、屋内や屋外、都市や自然など多様な環境で行われる。そのためVR空間における撮影練習でも、多様な環境にて撮影ができる必要がある。また、実世界ではロケーションの移動には大きなコストが伴う一方、VR環境を用いることでシーンの変更や移動が容易にできれば、現実よりも効率的な撮影練習ができると考えられる。

撮影した写真を見返せる。実世界の写真撮影では、撮影後の写真をすぐに確認できる。VR空間における撮影でも、撮影後に写真を直ぐに確認できることや、過去に撮影した写真を自由に見返せる必要がある。

構図の説明を確認できる。多様な構図を理解し利用できるようになるためには、書籍等で構図を学習する必要がある。効率的に構図に関する知識を取得できるよう、VR環境の練習においては、いつでも構図に関する情報を容易に参照できる必要がある。

構図に関するガイドラインを可視化・参照できる。構図とは写真内の被写体の配置であるため、撮影時にガイドラインが提示されると便利である。実際のデジタルカメラは、液晶モニタに三分割線などの構図のガイドラインを表示する機能がある。VR空間における撮影でも、モニタ上の2次元のガイドラインや、VRシーン内の3次元的なガイドラインを表示できると便利であると考えられる。

3.2 提案システムの概要

提案システムにおいて、ユーザはスタンドアロン型HMD(Oculus Quest2)を装着し、VR空間内で撮影練習を行う。提案システムには、撮影練習モードと自由撮影モードの2つが用意されており、起動後モードを選択することで、撮影練習が開始される。撮影練習モードは、設定された撮影課題(シーン・構図)に従い撮影を行うもので、自由撮影モードは自由にシーンを切り替えながら撮影を行なうものである。多様な環境における撮影練習のため、提案システムには都市・ビーチ・遊園地の3つのシーンが用意されて



図 2 提案システムの撮影練習用シーン。左から、都市、ビーチ、遊園地。

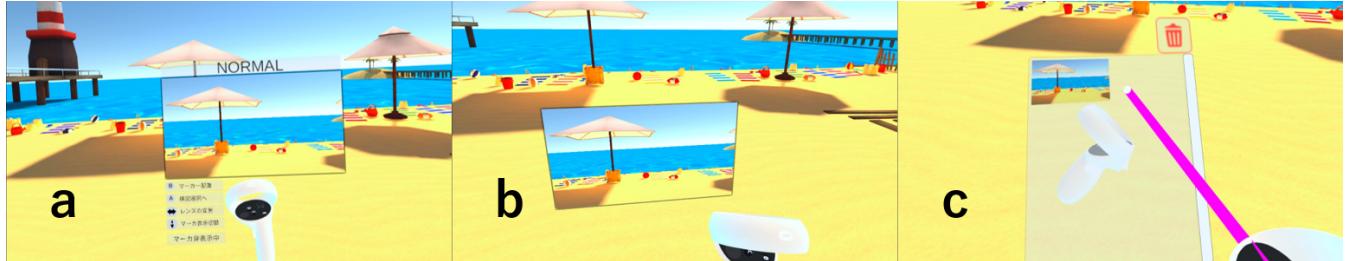


図 3 提案システムにおける写真撮影から写真確認までの流れ。(a) コントローラのトリガーボタンにより写真を撮影できる。(b) 撮影された写真は、VR 空間の撮影位置に可視化される。(c) ユーザは撮影した写真の一覧をアルバムより確認できる。

いる(図 2)。ユーザは、VR 空間の移動に広く用いられるテレポートツールを利用しシーン内を自由に移動できる。

練習が開始されると、ユーザは VR 空間にて写真撮影練習を繰り返す。以下では、VR コントローラによる写真撮影インターフェース、ガイドライン可視化機能、撮影練習モードにおける撮影課題について詳しく紹介する。

3.3 VR コントローラによる写真撮影インターフェース

提案システムにおいて、ユーザは、VR コントローラをカメラとして利用することができる。コントローラのグリップボタンを握ると、コントローラ上部に液晶モニタを模したカメラモニタが表示される。このモニタ表示中にトリガーボタンを押すことによりシャッターが切られる(図 3a)。撮影した写真は、VR 空間ににおける撮影時の位置に固定されて可視化される(図 3b)。また、左手コントローラのグリップボタンを握るとアルバムが表示され、撮影した一連の写真を確認できる(図 3c)。提案システムのカメラにはレンズの切り替え機能があり、ノーマルレンズ、望遠レンズ、広角レンズを選択できる(図 4)。

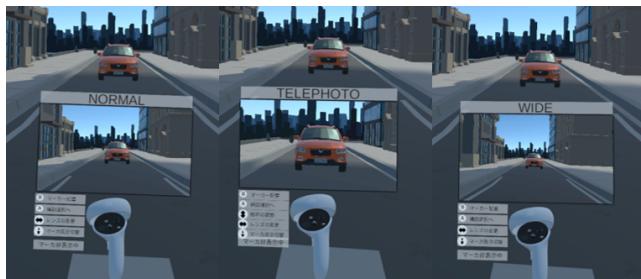


図 4 提案システムで利用できるカメラのレンズ。左から、ノーマルレンズ、望遠レンズ、広角レンズ。

3.4 ガイドライン可視化機能。

構図を考慮した撮影を支援するため、提案システムは 2 種のガイドライン可視化を行なう。ひとつ目は、2 次元ガイドライン可視化である。この可視化では、被写体を配置すべき場所のガイドラインが、カメラモニタ上に表示される。現在の実装では、三分割構図、日の丸構図、対角線構図に対応しており、コントローラより切り替え可能である(図 5)。

ふたつ目は 3 次元ガイドライン可視化である。この可視化では、3 次元空間内の被写体間や、被写体のエッジ上にピンク色の線分が表示される(図 6)。この三次元ガイドラインを利用してすることで、気づきにくかった被写体間の関係や被写体のエッジを意識し、構図を決められるようになると考えられる。現在の実装において、この 3 次元ガイドラインは、シーンに予め埋め込んでおいたものを表示するだけでなく、ユーザが自由に配置することも可能である。



図 5 モニタに表示できる 2 次元ガイドライン。左から三分割構図、日の丸構図、対角線構図。

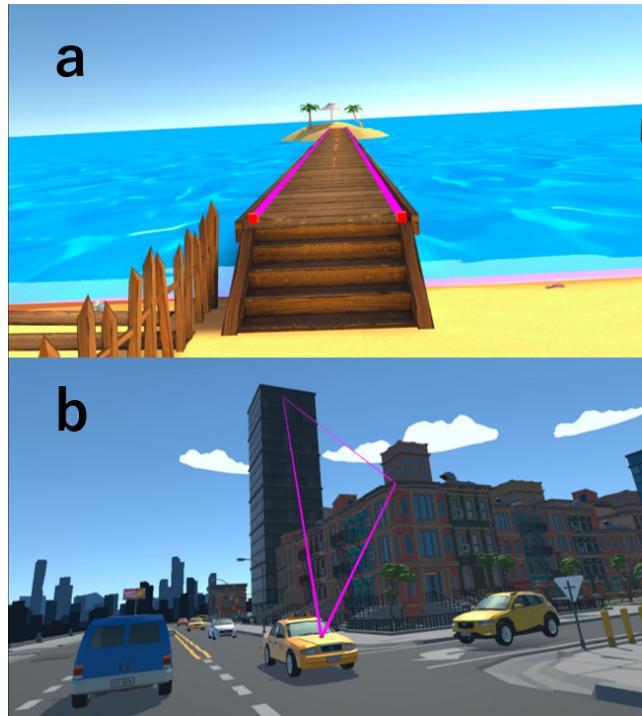


図 6 3 次元ガイドライン. (a) 被写体のエッジ上状に配置した例と, (b) オブジェクト間に配置した例.

3.5 撮影課題

撮影練習モードで練習を行う場合, 提案システムが『シーン』と『構図』を指定した撮影課題が繰り返し出題される(図 7a). 撮影すべき構図情報は VR 空間に提示され, 課題に対応する 2 次元ガイドラインがカメラモニタに表示される. 現在の実装では, 『三分割構図』『日の丸構図』『対角線構図』『三角構図』に関する撮影課題が用意されている. またユーザは, コントローラ操作により撮影したい構図に関する情報を確認できる(図 7b). 一通り撮影を終えた後, 撮影課題下にあるボタンを押すと次の課題が提示される. 撮影課題ではシーンや構図がランダム選択され, ユーザは多様なシーン・構図で練習を行える.

4. ユーザスタディ

提案システムの有用性を評価するため, ユーザスタディを実施する. このユーザスタディでは, 実験参加者は, (1) 実世界における撮影, (2) 提案システムによる撮影練習, (3) 再び, 実世界での撮影を行い, 最後に提案システムに関するアンケートに回答する.

実世界での撮影では, 実験参加者は, ミラーレス一眼カメラ (SONY RX10 II) を使い, なるべく見栄えの良い写真を撮影するようにと伝えられ, 決められたルートを歩きながら撮影を行う. 撮影ルートは, 大学構内および大学周辺から構成され, おおよそ 30 分で歩けるものである. この時, 大学構内では最低 10 枚の写真を, 外では最低 20 枚の写真を撮影する. 1 回目および 2 回目の実世界の撮影の終了後, 実験参加者は, 撮影した写真の中から, 気に入っ

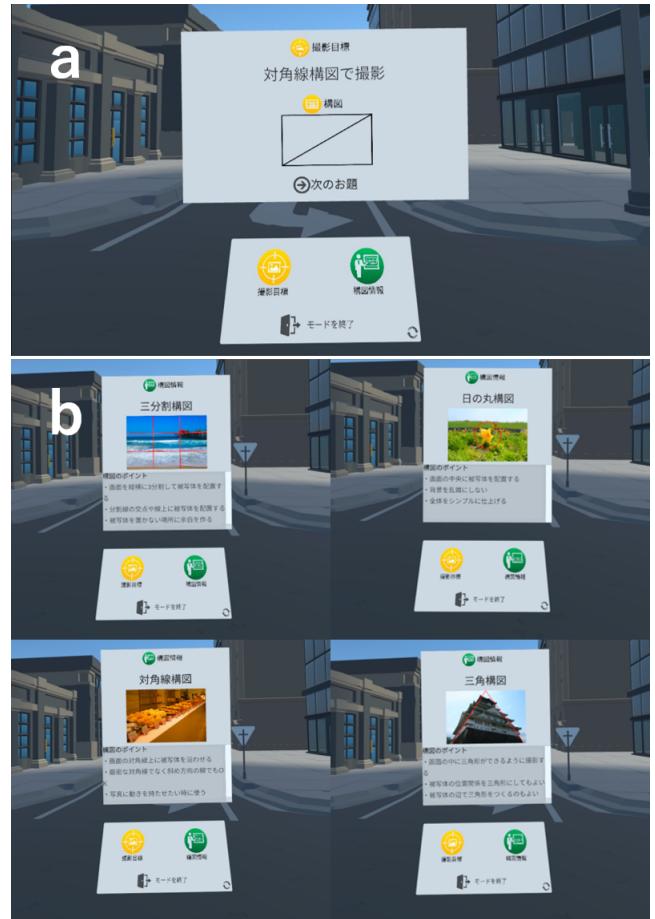


図 7 撮影練習モードの撮影課題 (a) と構図情報 (b).

た写真 5 枚を選択する. また, 最後に, 1 回目・2 回目で選択した写真 10 枚の中から, さらにお気に入り画像 5 枚を選択する.

提案システムによる撮影練習では, 実験参加者は, 撮影練習モードを使い, 三分割構図・日の丸構図・対角線構図・三角構図を対象に撮影練習を行う. ひとつの撮影課題を 2 分間行うのを 1 タスクとし, 1 タスクを 4 構図分実施するのを 1 セットとする. 実験参加者は, 3 次元ガイドライン機能あり, なしの場合に分けて, 上記のタスクをそれぞれ 2 セットずつ実施する.

最後のアンケートでは, 実験参加者は, 5 つの項目について, 4 段階のリッカート尺度 (1: いいえ, 4: はい) で回答する. また, 各項目とシステム全体に関して, フリーディスカッション形式でコメントを行う. また, 練習前後での各実験参加者の写真を評価するため, 実験参加者以外の人に, 1 回目・2 回目の撮影で得られた各実験参加者の 10 枚の写真の中から見栄えが良いと思う 5 枚を選択してもらいう.

5. 結果と考察

5.1 練習前後における写真の評価

写真撮影経験の浅い工学部の学生 5 人を対象に上記の



図 8 実験参加者 D が撮影した写真。上 5 枚が練習前、下 5 枚が練習後に撮影した写真。

ユーザスタディを実施した。ここで写真撮影経験が浅いとは、普段はスマートフォンで構図を気にせず写真を撮影する程度で、これまで構図の勉強をした経験はないことを示す。また、ユーザスタディにおいて撮影された写真の評価を、実験に参加していない 6 名の工学部の学生に実施してもらった。参加者 D が撮影し、選択した 10 枚の写真を図 8 に示す。

実験参加者 5 人（実験参加者 A～E）、および、実験に参加していない 6 人が、各実験参加者の撮影した 10 枚（練習前 5 枚・練習後 5 枚）の中から見栄えが良いとして選択した写真の枚数を表 1 に示す。全ての実験参加者は、5 枚のうち 3 枚以上を練習後に撮影した写真から選択した（自己評価）。一方で、実験参加者以外は、練習前・練習後の写真をほぼ均等に選択した（他者評価）。

この結果より、実験参加者は提案システムによる練習により、ある程度構図を考慮した写真撮影を行えるようになり、練習後の方が見栄えの良い写真が撮影できたと感じる傾向があったと考えられる。一方、他者からは練習前後での写真の上手さに明確な変化はないと評価されたことがわかる。このギャップが生まれた要因のひとつとして、写真選択直前の構図に関する学習の有無が関係していると思われる。実験参加者は、写真を選ぶ直前で提案システムを用いて構図の学習を行っており、今回写真を選ぶ際に構図に重きをおいたと考えられる。一方で、実験参加者以外の 6 名は、各々の趣向や多様な側面（被写体・構図・全体のコントラスト）により見栄えの良い写真を選択したものと考えられる。今後、被写体を統一し構図に特化した評価実験を行う必要がある。

表 1 各実験参加者の写真の投票結果

参加者	自己評価		他者評価	
	練習前	練習後	練習前	練習後
A	2	3	13	17
B	2	3	18	12
C	2	3	14	16
D	1	4	16	14
E	1	4	15	15

5.2 アンケート結果

実験後に実施した提案システムに関するアンケートへの回答を図 9 に、また、各項目への代表的なコメントを以下に示す。

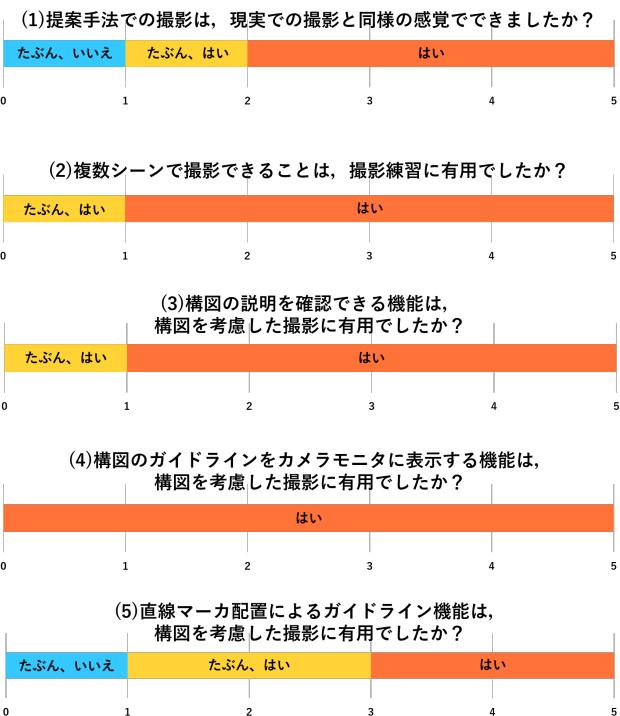


図 9 実験参加者 5 名のアンケート結果。

提案システムでの撮影は、現実での撮影と同様の感覚でできましたか？この項目については、回答がばらつく結果となった。撮影に関するコメントとしては、『現実でも提案システムでもカメラのモニタを見て撮影していたので、同様の感覚で撮影できた』、『現実でも提案システムでもシャッターを切るのが人差し指だったので、同じ感覚で撮影できた』との肯定的な意見が得られた。この意見から、VR 空間における写真撮影でも現実と似た撮影体験を行えることが示唆された。一方で、『焦点ボケができるほしかった』、『提案システムでは、コントローラとカメラモニタだけで、カメラが存在しなかったためカメラがどの方向を向

いているかが感覚的にわからなかった』という否定的な意見が得られた。現在の実装では、ファインダーから映像を確認できる機能や焦点ボケ機能を提供していない。今後、より現実に近い撮影体験をできるよう、上記の機能を実装することは、重要な将来課題である。

撮影環境や移動に関するコメントとして、『歩きによる大きな移動が無いのが良い』『現実でするのが難しい視点の高さの変更ができるのが良い』『人を気にせず写真撮影に集中できるのが良かった』『太陽光などの撮影環境の変化が無いのが良い』との肯定的な意見が得られた。VRの利点である空間内の移動の容易さや光源環境が変化しないことは、撮影練習において有用であることが示唆された。一方で、『移動方法が現実と異なっており、違う感覚だった』『歩きによる疲れはないが、HMDの重さによる疲れは発生した』という否定的な意見も得られた。

複数のシーンで撮影できることは、撮影練習に有用でしたか？ この項目については、5名中4名がはいと回答した。この質問に関連して『飽きずに撮影することができた』『色々な構図を色々な被写体で撮影できるのが良い』『別のシーンに気軽に移動できるのが良い』との意見が得られた。この項目への回答から、複数のシーンで撮影でき、シーンの切り替えが容易であることに対して、参加者の多くが肯定的に捉えたことが分かる。

構図の説明を確認できる機能は、構図を考慮した撮影に有用でしたか？ この項目については、5名中4名がはいと回答した。この質問に関連して『文字の説明と写真の例があるため、理屈と感覚の両方で理解することができた』『どんな場所でも直ぐに構図の説明を参照できるのが便利だった』との意見が得られた。この項目への回答から、構図の説明を手軽に参照できることに対して、参加者の多くが肯定的に捉えたことがわかる。

構図のガイドラインをカメラモニタに表示する機能は、構図を考慮した撮影に有用でしたか？ この項目については、実験参加者全員がはいと回答した。この質問に関連して『頭の中で構図の線を描くことが得意ではないので、ガイドラインを引いてくれるのは助かる』『カメラにはないガイドラインを表示できるのが良い』『日の丸構図のような単純な構図でもガイドラインがあると助かる』との意見が得られた。この項目への回答から、カメラモニタに2次元ガイドラインを表示できることに対して、参加者の多くが肯定的に捉えたことが分かる。

直線マーカ配置によるガイドライン機能は、構図を考慮した撮影に有用でしたか？ この項目については、回答がばらつく結果となった。この質問に関連して『撮影前にマーカを配置する意識を持つと、撮りたい構図が見えてくる』『線を引いた時、別の立ち位置から線がどう見えるかが分かりやすく役に立った』『事前に配置されていたマーカは、新たな撮影の視点をもたらしてくれた』との肯定的な意見

が得られた。このことから、3次元空間の直線マーカによるガイドラインは、被写体のエッジや見え方を強調する効果だけでなく、撮影したい構図を見つけることに対しても有用であることが示唆された。一方で、『三角構図では、自分で三角形を探してマーカで可視化させることは難しかった』『使いどころが良くわからなかったため、線を引かなくても同じ写真が撮れたと思う』との否定的な意見も得られた。前述の通り、3次元ガイドラインは、新しい構図の発見を支援できる可能性がある。3次元シーンを解析しガイドラインを自動生成し、ユーザに提示する枠組みの開発は我々の重要な将来課題である。

6. まとめと展望

本研究では、写真撮影初心者が構図を考慮した写真撮影練習を手軽かつ効率的に行える環境の実現を目的とし、VR空間にて撮影練習を行えるシステムを提案した。構図を考慮した撮影を促すため、撮影課題出題機能、2次元や3次元のガイドライン可視化機能も提案した。提案システムの有用性を評価するため、提案システムによる練習と実世界で写真撮影を行なうユーザスタディを実施した。結果、写真を撮影した実験参加者は練習前よりも練習後に撮影した写真を高く評価する傾向が見られた。一方、写真を撮影していない他者は、練習前後で写真の質に変化はないと評価する傾向が見られた。また、実験後のアンケートより、実験参加者より提案システムについて機能について肯定的な意見が得られた。

提案システムには、ファインダーを利用した撮影ができない、焦点ボケの効果を付与できない、色味の調節ができないという実装上の課題がある。より実世界における撮影と近い体験ができるよう、これらの機能を付与することは我々の将来課題である。また、VR空間を解析することで自動的に3次元ガイドラインを生成することや、構図に特化した評価実験を行うことも重要な将来課題である。

参考文献

- [1] 上田晃司: 写真が上手くなるデジタル一眼 基本&撮影ワザ, 株式会社インプレス (2011).
- [2] Nishiyama, M., Okabe, T., Sato, Y. and Sato, I.: Sensation-based photo cropping, *Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia*, pp. 669–672 (2009).
- [3] Liu, L., Chen, R., Wolf, L. and Cohen-Or, D.: Optimizing photo composition, *Computer Graphics Forum*, Vol. 29, No. 2, Wiley Online Library, pp. 469–478 (2010).
- [4] Ni, B., Xu, M., Cheng, B., Wang, M., Yan, S. and Tian, Q.: Learning to Photograph: A Compositional Perspective, *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol. 15, No. 5, pp. 1138–1151 (2013).
- [5] 家田暁, 琴智秀, 萩原将文: 感性を反映した構図修正による写真品質向上システム, 芸術科学会論文誌, Vol. 9, No. 4, pp. 163–172 (2010).
- [6] Banerjee, S. and Evans, B. L.: In-camera automation of

- photographic composition rules, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 16, No. 7, pp. 1807–1820 (2007).
- [7] Chang, Y.-Y. and Chen, H.-T.: Finding good composition in panoramic scenes, *2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision*, pp. 2225–2231 (2009).
- [8] Zhang, Y., Sun, X., Yao, H., Qin, L. and Huang, Q.: Aesthetic composition representation for portrait photographing recommendation, *2012 19th IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 2753–2756 (2012).
- [9] 板宮吉宏, 御手洗絢子, 吉高淳夫: 構図と顕著性に基づく写真撮影支援手法に関する研究, 映像情報メディア学会技術報告 37.12, pp. 43–46 (2013).
- [10] 柿森隆生, 岡部誠, 尾内理紀夫: おいしそうな料理写真撮影を支援するシステムの検討, 第 56 回プログラミング・シンポジウム予稿集, Vol. 2015, pp. 131–141 (2015).