

# 隠消現実感における隠背景面復元の光学的整合の実現 (3)

～隠背景再構成時のモーションブラー付与～

## Photometric Consistency for Occluded Background Surface in Diminished Reality (3)

--- Hidden View Recovery with Motion Blur ---

本間 大幹<sup>\*1</sup>  
Hiroki Homma<sup>\*1</sup>

森 尚平<sup>\*2</sup>  
Shohei Mori<sup>\*2</sup>

柴田 史久<sup>\*1</sup>  
Fumihisa Shibata<sup>\*1</sup>

木村 朝子<sup>\*1</sup>  
Asako Kimura<sup>\*1</sup>

田村 秀行<sup>\*3</sup>  
Hideyuki Tamura<sup>\*3</sup>

立命館大学 情報理工学部<sup>\*1</sup> 同 大学院情報理工学研究科<sup>\*2</sup> 同 総合科学技術研究機構<sup>\*3</sup>  
College of Information Science and Engineering<sup>\*1</sup>, Graduate School of Information Science and Engineering<sup>\*2</sup>,  
and Research Organization of Science and Technology<sup>\*3</sup>, Ritsumeikan University

### 1. はじめに

隠消現実感 (Diminished Reality; DR) は現実空間の情報を視覚的に隠蔽・消去・透過する技術である[1]。DR は、除去対象が遮蔽する空間 (隠背景) を観測し、体験者視点に合わせて再構成・重畳する際、体験時カメラの動きによって光学的不整合が生じる。本稿では、現実世界のモーションブラーを推定し、これを再構成画像にも付与することで、この不整合を軽減する手法を提案する。

### 2. 提案手法

#### 2.1 モーションブラーの発生原因

カメラでの撮影時に、露光時間内にカメラ自体や被写体が動いた場合、撮影画像にモーションブラーが発生する。計算機処理でこれを模擬するには、時間軸において離散化して感光する量を算出し、フレーム間で観測されるはずの画像列を生成し合成する方法が一般的である[2]。

#### 2.2 モーションブラーの付与

隠背景画像は事前に観測したばけのない静止画 (の集合) であり、DR 手法に応じた形式で用意されている「隠背景データ」を、以下の手順で処理する。

- (i) カメラ位置姿勢推定
- (ii) 露光時間中のカメラの移動量・回転量を算出
- (iii)  $n$  枚の隠背景の画像を再構成
- (iv) 体験時カメラ画像に 上記再構成画像を重畳合成
  - (i) 現フレームを  $i$  フレームとおき、現在のカメラの姿勢  $\mathbf{r}_i$ 、及び位置  $\mathbf{t}_i$  を然るべき手法で推定する
  - (ii)  $i$  フレーム及び  $i-1$  フレームでのカメラの回転ベクトルと並進ベクトルをそれぞれ  $\mathbf{r}_i, \mathbf{t}_i$  と  $\mathbf{r}_{i-1}, \mathbf{t}_{i-1}$  とする。この時の露光時間中のカメラの回転ベクトル及び並進ベクトルの変化量  $d\mathbf{r}, d\mathbf{t}$  は式 (1) で表される。

$$\begin{aligned} d\mathbf{r} &= a(\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_{i-1}) \\ d\mathbf{t} &= a(\mathbf{t}_i - \mathbf{t}_{i-1}) \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、 $a$  はフレームレート  $f$  [fps] とシャッタースピード  $s$  [ms] を用いて、 $a = s/(1000/f)$  によって求まる値とする。

(iii) 求めたカメラ位置姿勢と隠背景データから合成処理に必要な  $n$  枚の隠背景の再構成結果を生成する。この内、

$j(0 \leq j < n)$  番目のものを  $I_j(\mathbf{r} + j\mathbf{dr}, \mathbf{t} + j\mathbf{dt})$  とすると、 $n$  枚の合成結果  $I_{HV}$  は以下の式 (2) で表される。

$$I_{HV} = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} I_j(\mathbf{r} + j\mathbf{dr}, \mathbf{t} + j\mathbf{dt}) \quad (2)$$

尚、この隠背景の再構成には然るべき手法を用いる。

(iv) 最後に、 $I_{HV}$  を体験時カメラ画像に重畳描画する。

### 3. 結果と考察

提案手法を実装し、その有用性を確認した。この実装では、カメラ位置姿勢推定に画像ベースの手法を、隠背景の再構成に事前に作成したテクスチャ付 3 次元モデルを用いた。カメラはキャノン社製 EOS 5D Mark III を使用し、フレームレート 30 [fps]、シャッタースピード 1/30 [秒]、画像サイズ 1280×720 [pixel] とした。また  $n=30$  とした。

提案手法の処理結果を図 1 に示す。このときカメラは対象シーン及び除去対象に対して水平方向に動かした。(a) は体験時カメラ画像、(b) は隠背景データと現在のカメラ位置姿勢  $\mathbf{r}_i, \mathbf{t}_i$  のみを使って隠背景を再構成し (a) に合成した結果、(c) は提案手法を用いて生成した  $I_{HV}$  を (a) に合成した結果である。(b) で発生している光学的不整合が、(c) では軽減されていることが確認できる。また、カメラのドリーイン・ドリーアウトやパン・チルトを含む動きに対しても、提案手法が有効に機能することを確認した。

### 4. むすび

本稿では、DR における隠背景投影画像と 6 自由度で動く体験時カメラの画像との光学的不整合を軽減するため、隠背景の再構成に際しモーションブラーを付与する手法を提案した。最後に、実験によって、その有用性を確認した。

本研究の一部は、科研費・基盤研究 (S) 「複合現実型情報空間の表現力基盤強化と体系化」による。

#### 参考文献

- [1] 森, 他: “隠消現実感の技術的枠組みと諸問題～現実世界に実在する物体を視覚的に隠蔽・消去・透過する技術について～”, 日本 VR 学会論文誌, Vol. 16, No. 2, pp. 239 - 250, 2011.
- [2] コンピュータグラフィックス編集委員会: コンピュータグラフィックス, CG-ARTS 協会, pp. 167 - 168, 2004.



図 1 隠背景を再構成した結果の比較