



360 度プロジェクションマッピング

360-degree Projection Mapping

永野佳孝¹⁾, 杉森順子²⁾

Yoshitaka NAGANO and Junko SUGIMORI

1) 愛知工科大学 工学部 (〒443-0047 愛知県蒲郡市西迫町馬乗 50-2, nagano-yoshi@aut.ac.jp)

2) 日本工業大学 先進工学部 (〒345-8501 埼玉県南埼玉郡宮代町学園台 4-1, sugimori.junko@nit.ac.jp)

概要: 自由曲面で構成された立体物において, 4 台のプロジェクタを概ね 90 度間隔に配置して映像を投影することで, 360 度プロジェクションマッピングを実現した. この実現には, 各プロジェクタの映像と立体物との形状一致と, 各映像を違和感なくスムーズにつなげるブレンディングとが不可欠である. 本展示では, この工程を可能な限り自動化する専用アプリと, その実現結果とを示す.

キーワード: フォトリアル, 幾何補正, ブレンディング

1. はじめに

屋外でのプロジェクションマッピングの利用は, 東京都庁や東京駅などに代表されるように大型の建物を投影対象に用いており, そのイベント性や話題性の高さから, このようなアーキテクチャプロジェクションマッピングがよく知られている. 一方, 近年では室内での投影が増加していることが明らかになっている[1]. 鑑賞者が投影された立体物に近づき, すぐ近くから詳細に見る機会が増え, 従来とは異なる用途へのプロジェクションマッピングのニーズが高まってきている.

著者らは, このニーズに応えるため, 投影対象が胸像のような自由曲面を持つ立体物でも, 簡便にプロジェクションマッピングが実現できるシステムを開発してきた. このシステムでは, 自由曲面の持つ幾何補正情報の測定にはプロジェクタカメラシステムを, 幾何補正情報に基づいて映像を変換する手段に FPGA ボードを用いている. また, これらを統合して測定から映像の位置調整などを操作できる統合 Windows アプリを開発してきた[2].

今回, 図 1 に示すように本システムを 4 台用いて立体物へ 4 方向から映像を投影し, 360 度のどの方向からも立体物の映像が存在するプロジェクションマッピングを簡便に実現した. この実現には, 映像の重なる隣接したプロジェクタとの輝度を調整するブレンディングと呼ばれる機能が必要であり, アプリに追加実装している.

2. 実現手法

図 2(a)には投影対象の立体物となる白色の兎像を, 図 2(b)には同型の着色された投影する映像の元となる茶色の

兎像を示す. 茶色の兎像をスキャニングして 3D モデルを作成した後, 3D モデルの映像からカメラの位置に合わせた角度の 2D 画像をキャプチャして投影することで, 360 度プロジェクションマッピングを実現する.

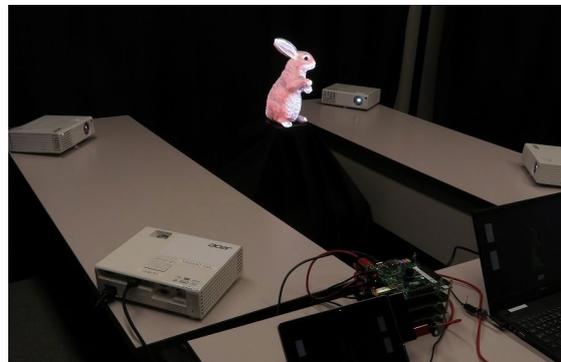


図 1: 4 台のプロジェクタによるマッピング



(a) 投影対象の白色兎像 (b) 同型の投影映像モデル

図 2: 投影される立体物と投影する映像モデル

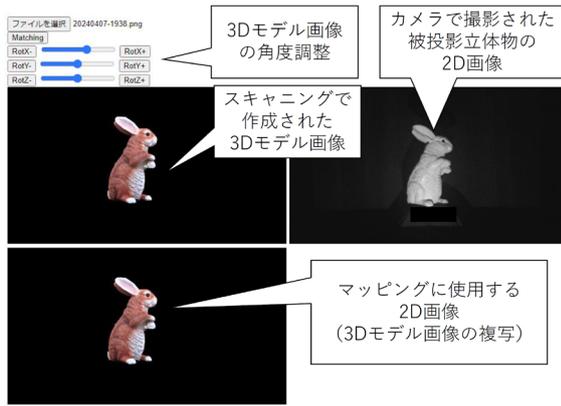


図 3: 3D モデルとカメラ画像との位置合わせ

2.1 位置合わせ

図 3 に投影に使用する映像の位置合わせ画面を示す。プロジェクタシステムを用いているので、カメラで撮影した立体物の 2D 画像を参照しながら、スキャニングした 3D モデルの 2D 画像が同じように見えるように 3D モデルの角度を調整する。調整後にキャプチャした 2D 画像を投影映像として用いる。この画面での位置合わせは手動のため、大まかであるので、アプリがこの投影画像をカメラ画像に合うように追加の変形処理をする。この投影映像を各システムで作成するので、今回は合計で 4 枚使用する。

2.2 ブレンディング

4 枚の映像をそのまま投影すると、プロジェクタからの映像が重なって投影される部分が、重ならない部分よりも明るくなってしまふ。そのため、映像の重なるところは、映像の輝度を適切に下げることがある。各プロジェクタとも映像を重ね始めた画素から輝度が小さくように傾斜をつけることで、継ぎ目のないように映像を結合する[3]。

図 4 に輝度を調整するためのブレンディング画面を示す。この画面では、左側のプロジェクタと投影部分の重なる箇所が緑色、右側のプロジェクタが赤色で示されている。この重なりは、プロジェクタカメラシステムで幾何補正情報をカメラで測定するとき、左右のプロジェクタを個別に白色投影をして測定する。この画面では、左右個別に、映像の重なる箇所を閾値によって調整することと、輝度調整を比例傾斜で調整することができる。

3. 投影結果

図 5 に 6 方向から撮影したマッピング結果を示す。ブレンディングを半自動で輝度調整をしたが、継ぎ目のないプロジェクションマッピングに成功している。図 6 には、映像であることの示す例として、兎の体毛を緑色に変更した。

4. 今後の課題

マッピングされた立体物をよく確認すると上部に映像の未投影部分がある。すべてのプロジェクタの投影光軸が兎像の斜め下からのためである。未投影部分をなくすには、上部にプロジェクタを増やす必要がある。アプリの課題で

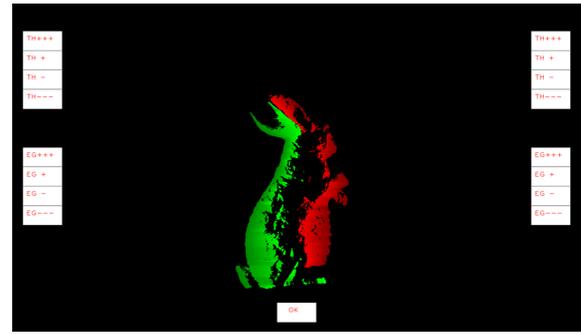


図 4: ブレンディングの調整画面

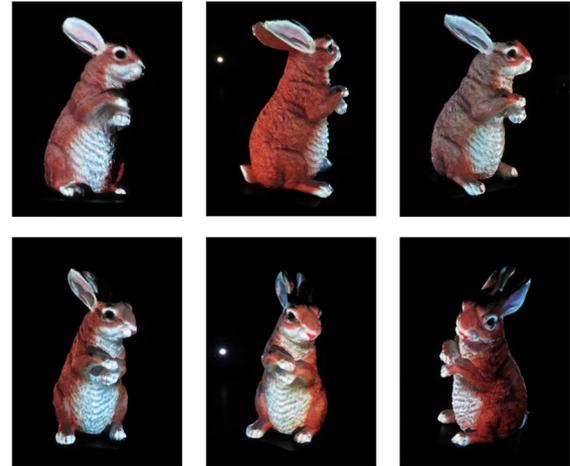


図 5: 各方向から撮影



図 6: 映像の色の変更

は、映像の位置合わせやブレンディングの調整の半自動の箇所を、自動化する必要がある。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 20K12536 と 23K11729 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 藤本樹, 杉森順子: 日本国内におけるプロジェクションマッピング作品事例調査, 第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2017.
- [2] 永野佳孝, 杉森順子: 自由曲面立体物への簡単操作プロジェクションマッピングアプリ開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 28, No. 2, pp. 111-120, 2023.
- [3] 永野佳孝, 杉森順子: 分散プロジェクタからの同一映像投影を用いたマッピングシステム, 日本デザイン学会研究発表大会概要集, Vol. 67, pp. 142-143, 2020.