

公益財団法人矢崎科学技術振興記念財団
国際交流援助 研究発表 帰国報告書

公益財団法人矢崎科学技術振興記念財団
理事長 殿

国際学術会議での研究発表を終えて帰国しましたので、下記の通り報告します。

2026 年 2 月 13 日

氏名 楠山 弘基
所属 大阪大学大学院基礎工学研究科
職位 博士後期課程 1 年

1. 発表論文名

Coded Aperture Optimization for Mitigating Aberration in Large-format Fresnel Lens towards Shadowless Projection Mapping
影なしプロジェクションマッピングに向けた大型フレネルレンズの収差抑制のための符号化開口形状最適化

2. 国際学術会議の名称

SPIE Photonics West 2026

4. 国際学術会議の開催地(国、地名、会場名など)

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サンフランシスコ モスコニーセンター

5. 渡航期間

2026 年 1 月 17 日 ~ 2026 年 1 月 22 日

6. 国際学術会議発表の要旨

拡張現実感 (AR) 技術の一種であるプロジェクションマッピングでは、ユーザ身体が投影光を遮ると、映像に影が生じてしまう。影問題の解決手法の一つである大開口プロジェクタは、大面積かつ薄型のフレネルレンズを用いて、広い角度範囲から光を集めることで遮蔽物の影を抑制する。しかし大開口プロジェクタでは、その特殊なレンズ表面形状に起因して理想的な光線経路からのずれ(収差)が発生し、投影映像が大きくボケてしまう。そこで本研究では、光線の透過率を空間的に変化させる符号化開口をレンズ面に設置し、投影する画像の補正処理(事前鮮鋭化)と組み合わせることで投影ボケを抑制する。また大開口プロジェクタの微分可能な光学シミュレータを構築し、それを用いてマスクの幾何形状と投影画像とを順に最適化した。会場からは今後の発展について多数の質問・助言を受け、本研究のさらなる発展を思案する機会となった。

7. 国大学術会議の動向

この会議は、光学・フォトンクス研究の基礎から応用にわたる幅広い分野を網羅し、学術・産業界の研究者や開発者間での議論を刺激する場となっている。研究発表に加えて、各国の企業の展示会も開催されており、最先端光学機器やシミュレーションソフトウェアが紹介されていた。特に AR 技術に着目すると、薄型 AR メガネの実現を担う導光板 (Waveguide) 技術に関連する研究や製品が注目を集めていた。また光学技術と AI 技術の融合を図る研究が多く発表されており、次世代 AR 技術を支えるコンピューティング技術として議論が交わされていた。

以上

Coded Aperture Optimization for Mitigating Aberration in Large-format Fresnel Lens towards Shadowless Projection Mapping

Hiroki Kusuyama^a, Tomoya Nakamura^a, and Daisuke Iwai^a

^aThe University of Osaka, 1-3, Machikaneyama, Toyonaka, Japan

ABSTRACT

Projection mapping (PM), a spatial augmented reality technique, allows multiple users to experience augmentation without wearing devices. However, when the users' bodies occlude projection lights, the projected imagery becomes completely invisible due to cast shadows. One approach to shadowless PM is to use a large-aperture (LA) projector that focuses projection light across a wide viewing angle with a large-format Fresnel lens. However, LA projectors often suffer from significant blur in projected images due to lens aberrations, stray light, and veiling glare. In this study, we address the projection blur by sequentially optimizing the coded aperture and the pre-sharpening process of the projection images. We designate a method for simulating the point spread function of the LA projector using differentiable ray tracing, optimizing both the coded mask pattern and the projection image. Finally, we validate the effectiveness of these techniques through simulation experiments.

Keywords: Fresnel lens-based shadowless projector, Coded aperture projection, Differentiable ray tracing

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by JST ASPIRE Grant Number JPMJAP2404, JSPS KAKENHI under grant number JP25K03155, JP25K22820, Grant-in-Aid for JSPS Fellows under grant number JP25KJ1699, and JST ACT-X under grant number JPMJAX25CB.

REFERENCES

- [1] Takeuchi, M., Kusuyama, H., Iwai, D., and Sato, K., "Projection mapping under environmental lighting by replacing room lights with heterogeneous projectors," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* (2024).
- [2] Kusuyama, H., Kageyama, Y., Iwai, D., and Sato, K., "A multi-aperture coaxial projector balancing shadow suppression and deblurring," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* (2024).
- [3] Bang, K., Jo, Y., Chae, M., and Lee, B., "Lenslet vr: thin, flat and wide-fov virtual reality display using fresnel lens and lenslet array," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* (2021).
- [4] Li, Z., Hou, Q., Wang, Z., Tan, F., Liu, J., and Zhang, W., "End-to-end learned single lens design using fast differentiable ray tracing," *Optics Letters* 46(21), 5453–5456 (2021).
- [5] Brown, M. S., Song, P., and Cham, T.-J., "Image pre-conditioning for out-of-focus projector blur," in [2006 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'06)], 2, 1956–1963, IEEE (2006).

Further author information: (Send correspondence to H.K.)

H.K.: E-mail: hiroki.kusuyama.7qy@ecs.osaka-u.ac.jp

T.N.: E-mail: t.nakamura.opt@osaka-u.ac.jp

D.I.: E-mail: daisuke.iwai.es@osaka-u.ac.jp