

二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月18日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
 国立大学法人千葉大学・大学院工学研究院
 [職・氏名]
 教授・下馬場朋禄
 [課題番号]
 JPJSBP 120202302

1. 事業名 相手国: ベルギー (振興会対応機関: FWO) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 深層学習による効率的なホログラム計算と圧縮技術の開発

(英文) Efficient generation and compression of digital holograms with deep neural network encoding

3. 共同研究実施期間 2020年4月1日 ~ 2023年3月31日 (3年0ヶ月)【延長前】 2020年4月1日 ~ 2022年3月31日 (2年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Vrije Universiteit Brussel・Postdoctoral Fellow・David Blinder

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		2,280,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,140,000 円
	2年度目執行経費	1,140,000 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	5名
相手国側参加者等	5名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	()
2年度目	0	0	()
3年度目	1	0	2()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣:委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

ホログラフィを応用した3次元ディスプレイは、他の3次元ディスプレイとは異なり人間の立体知覚を完全に満たすことができる唯一の方式であり「究極の3次元ディスプレイ」と言われている。この方式でははじめに、コンピュータ上に3次元物体データを用意し、その3次元物体から発する光波の伝播計算(回折計算)を行うことで、3次元物体の光情報をホログラム画像に記録する。そのホログラムを高精細な液晶パネル上に表示し光を照射することで、3次元像を空間に再現することができる。原理的には理想的な方式であるが、主な問題点に、「ホログラムの膨大な計算時間」と「ホログラムのデータ量」があり、数多の方式の中で最も実現が困難な方式とも言われている。本共同研究では、これらの問題点を解決するために、「深層学習」をベースにした手法を日本側・ベルギー側で共同研究を行い、問題解決を図る。

- ・ 初年度はコロナ禍であったため、主に、オンラインミーティングを月に1回開催し、互いの進捗の確認を行った。この年度では、ホログラフィックプロジェクションと深層学習を組み合わせた手法の基礎検討を行った。また、関連研究のサーベイも行った。
- ・ 当初の予定では、2年目が最終年度の予定であり、お互いの研究室に長期滞在の予定であったが、この年もコロナ禍のため、現地での交流は断念し、オンラインミーティングを月に1回開催し、互いの進捗の確認を行った。この年度ではホログラフィックプロジェクションと深層学習を組み合わせた手法の実装及び光学実験を行い、良好な結果を得られた。また、この年から、日本側で開発しているホログラフィ専用計算機に深層学習を併用して、その性能をより高められないかの検討を開始した。
- ・ 2年目は現地交流ができなかったため、本課題の延長を行った。3年目は、コロナ禍も落ち着き、ようやく現地交流を行える状況になった。まず、相手国側の研究者2名(David Blinder 博士, Tobias Birnbaum 博士後期課程学生)が、本年6月から3ヶ月ほど、日本側の研究室に滞在した。この滞在中に、お互いの研究を議論し、同時に研究を進める。日本側の研究室には、光学系もあるため圧縮の品質を光学的に確認できる利点がある。また、日本側の研究者1名(塩見 日隆・博士後期課程学生)が、10月より相手国研究室に約3ヶ月滞在した。この滞在中に、ホログラフィ専用計算機に深層学習を組み合わせた deep hologram converter の開発を行う、論文執筆を行った。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

- ・ ホログラフィックディスプレイと深層学習を組み合わせた、ズーム可能なホログラムの最適化を提案した。
- ・ ホログラフィ専用計算機の回路規模を削減できる、深層学習を用いた deep hologram converter を提案した。この deep hologram converter は、低精度ホログラムを高精度ホログラムに変換するものであり、低精度計算を使用することで、ホログラフィ専用計算機の実装密度が一桁程度高められる可能性を示した。
- ・ 一方で、ホログラム画像は一般的な画像とは異なり、一見するとノイズ画像のようなパターンを有し、このようなパターンを直接、深層ニューラルネットで推論することの難しかった。これは、今後研究開発を行う必要があると考えている。
- ・ 全研究期間を通して、5編の査読付き論文を共同執筆した。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

- ・ 日本側のグループは、アルゴリズムと高速計算ハードウェア技術、および、光学技術に強みを持つ。一方、

相手国研究者のグループは、先端的な信号処理技術やデータ圧縮技術をバックグラウンドに持つ。このように、お互いのバックグラウンドは相補的であり、この研究交流を通して、より良い研究結果を得られた。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

- ・ 特殊な装置を装着することなく、臨場感のある3次元映像を提示できる技術は、重要文化財や絶滅危惧種を後世へ伝える技術として重要である。
- ・ また、高速通信と組み合わせることで遠隔地でより臨場感のあるコミュニケーションの実現に役立ち、社会生活の質の改善に資する。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

- ・ 若手研究者が相互に相手国に滞在することは、海外の同世代の研究者との交流で見聞を広め、良い刺激になった。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

- ・ 本申請課題のターゲットであるホログラフィックディスプレイの実用化には、まだ20年以上は要すると予想している。特に、ホログラム計算をいかに高速化するかは、最重要課題の一つであり、特殊なハードウェアで高速化することは大きな意味を持つ。本研究課題で開発を行った、deep hologram converter は、深層学習を使うことで、このホログラム計算ハードウェアを1桁程度高速化(実装密度を高める)ことができる可能性を示した。この技術を基に、最新のホログラム計算ハードウェアの自主開発を行う予定である。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

- ・相手側の Peter Schelkens 教授とは、大学間協定を結び、より円滑に相互交流ができないかの相談を行っている。