

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月23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]
名古屋大学・大学院情報学研究科
[職・氏名]
教授・森 健策
[課題番号]
JPJSBP 120229920

1. 事業名 相手国: ドイツ (振興会対応機関: OP) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 連合学習と解剖情報増幅による機械学習を用いた医用画像認識手法の開発

(英文) Development of Medical Image recognition method based on Federate Anatomical Data
Amplification and Learning

3. 共同研究実施期間 令和4年4月1日 ~ 令和6年3月31日 (2年 ヶ月)【延長前】 年 月 日 ~ 年 月 日 (年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Technical University of Munich・Professor・Daniel Rueckert

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		3,900,001 円
内訳	1年度目執行経費	1,900,001 円
	2年度目執行経費	2,000,000 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	8 名
相手国側参加者等	6 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	2		()
2年度目	4		1 (0)
3年度目			()

* 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)

本研究の目的は、様々な研究機関等でデータベースとして保存されている医用画像データを機関外に開示することなく機械学習を用いた医用画像認識手法の訓練に利用する Federated Learning (連合学習)と少数の教師データから大量の教師データを得る「解剖情報増幅」とを組み合わせた「Federate Anatomical Data Amplification and Learning (連合解剖情報増幅学習)」の手法について、名古屋大学とミュンヘン工科大学との間で共同研究を実施することであった。特に、腹腔鏡手術を支援する手術支援ナビゲーション画像の生成のための CT 像における臓器領域認識の高精度化を一つのゴールとし、複数の機械学習向けデータベースを用いることで頑健に画像認識が可能な手法をドイツ・ミュンヘン工科大学 (TUM) と名古屋大学との間で共同研究により実現する。研究期間全体を4ヶ月ごと計6つの研究フェーズに分割し順次実行した。令和4年度は、「共同研究立ち上げフェーズ」「Federated learning 基盤手法検討フェーズ」「連合解剖情報増幅学習基盤技術検討フェーズ」令和5年度に延長した項目を含む、「連合解剖情報増幅学習基盤技術検討フェーズ(継続)」「Federate Anatomical Data Amplification 基盤技術開発フェーズ」「評価フェーズ」を設定し研究を進めた。

(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)

「解剖情報増幅」を組み合わせた「連合解剖情報増幅学習」の手法の開発にある。ニューラルネットワーク(NN)などの機械学習を用いた医用画像解析における大きな問題点は、多様性を含んだ人体解剖構造情報を表す医用画像を収集することは難しく、それらに対する解剖学的構造物のラベル情報の決定的な不足である。機械学習を用いた医用画像解析では、CT 画像などの原画像とそれに対応するラベル画像情報の集合である教師データが必要である。また、臓器形状等の多様性を学習できるようになるには、様々な機関や地域で撮影された医用画像が必要である。医用画像データベースは各研究機関で構築されているが、それを機関外へと持ち出し利用することはデータ持ち出し規制等により難しい場合が多い。また、原画像のみの画像データベースは容易に構築できるが、機械学習手法の訓練で利用できるラベル画像情報を含んだ画像データベースの構築は膨大な労力を要す。機械学習の手法により3次元CT画像などから解剖学的構造認識を行うには、原画像と臓器領域ラベル画像が組となった教師データを用いて機械学習手法を訓練する必要がある。臓器領域の多様性を考慮し認識精度向上するには数万-数十万人規模の大量の教師データが必要となり、多数のデータベースを活用することが不可欠となる。

本研究課題は、このような学習データにおける多様性の確保と教師データ不足の問題を「連合解剖情報増幅学習」を用いて解決する手法に関して検討することができた。

一方、手法的な道筋を検討することはできたものの、今後どのように大規模に展開するかは課題も残る。実際の臨床機関がどのように参画し、どのような体制で実施するかは今後の課題でもある。

(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)

TUM は医用画像処理の研究において優れた研究成果を有している。相手国代表者である Prof. Daniel

Rueckert が発表した非剛体画像間位置合わせに関する論文は被引用回数が 5844 回 (Google Scholar Citations) である。名古屋大学では、腹部 CT 画像からの解剖学的構造自動認識とその可視化、ならびに、それを応用した手術ナビゲーション技術において優れた研究成果を生み出している。名古屋大学が持つ腹部 CT 画像の解剖学的構造自動認識技術、TUM が有す Federated Learning による画像解析技術を融合させることで、連合解剖情報増幅学習のフレームワークの検討をすることができたと考える。特に、現地で直接に交流しながら研究を進めることによって、様々なアイデアや他の研究者らによる関連研究の最新情報を得ることができたのは有意義であった。

(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)

本課題では、数名の若手研究者をドイツ TUM に派遣する。若手研究者は自らのアイデアをドイツの研究者と Face-to-Face で議論することで、研究項目以外にも、国際的な研究者として必要な素養を学ぶことができる。滞在研究でしか得ることのできない国際研究者ネットワークも構築できる。

⑥ 本事業による共同研究が終了したときに予想される社会的インパクト及び将来の見通し

直接的な社会インパクトは、複数の機関・地域にまたがったデータベースを用いた医用画像認識技術の高度化と教師ラベルデータの付与である。これによって、高度な医用画像自動診断装置の開発が可能となる。間接的なインパクトは、国際的な視野を持つ若手研究者が育成されることである。長期的にみたインパクトが極めて高いと考える。

(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)

本課題では若手研究者をミュンヘンに派遣し、共同研究を進めた。現地の同年代の研究者と直接的に交流することで、国際的な研究交流ネットワークが広がったと考える。

(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)

本課題では、画像認識のための連合解剖情報増幅学習に関して共同研究を進めたが、今後はより大規模な画像認識基盤モデル開発へと発展する可能性が考えられる。また、研究者レベルだけではなく、専攻、研究科レベル等での共同研究へと発展させたい。

(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

特になし