

令和元年度（平成 31 年度）学内研究助成金 研究報告書

研究種目	<input checked="" type="checkbox"/> 奨励研究助成金	<input type="checkbox"/> 研究成果刊行助成金
	<input type="checkbox"/> 21 世紀研究開発奨励金 (共同研究助成金)	<input type="checkbox"/> 21 世紀教育開発奨励金 (教育推進研究助成金)
研究課題名	異常検知に基づく、全身 FDG-PET 画像上の原発性・転移性悪性病変の自動検出	
研究者所属・氏名	研究代表者：生物理工学部 根本充貴 共同研究者：なし	

1. 研究目的・内容

本研究では、臨床的意義のある FDG-PET/CT 画像診断における画像診断支援システムの開発を目的とする。異常検知（外れ値検知）の技術を用いて、FDG-PET 画像の任意局所上評価する正常（健常）な局所画像パターンとのかい離度をもとに病変を自動検出する方法論を確立し、その方法に基づく診断支援（病変検出）システムを開発する。

2. 研究経過及び成果

一般的に、機械学習のための十分な病変データを収集することは容易ではない。十分な数がない病変の学習データセットには、しばしばデータの偏りが発生し、このデータセットによって訓練された 2/多クラス分類器は、病変分類の際に十分な性能が得られないことが知られている。一方で、病変の無い正常データは大量収取が容易である。よって、正常データのみでの 1 クラス学習にもとづく異常検知手法による FDG-PET/CT 上の病変検出処理に関わる以下の研究を行った。

成果① 正常からの Mahalanobis 距離を用いた頸胸部病変検出 [1]

CT 情報から自動抽出した左肺、右肺、頸部縦郭部の 3 領域の各画素について、CT 値と SUV の 2 次元空間における正常からの Mahalanobis 距離を計測し、その閾値処理をすることで病変候補を自動検出する手法を提案した。Mahalanobis 距離計測に用いる正規分布モデルは、左肺、右肺、頸部縦郭部の 3 領域にて個別に算出されたものを用いた。10 例の有病症例を用いた検証実験の結果、検出感度 94.7%の結果を得たが、大量の FP を伴うものだった。

成果② One-class SVM を用いた頸胸部病変の自動検出 [3-5]

①の研究では初期検討として十分な性能を得たものの、CT 値と SUV の 2 次元空間における正常画素データの分布は必ずしも正規分布に則しているとはいえ、病変検出性能改善の必要があった。また、胸壁付近の誤検出も目立った。よって、胸壁からの距離を新たに特徴量として導入し、非線形の異常検知処理が可能な One-class SVM を用いた検討を行った。①よりも多くの有病症例 47 例（82 病変を含む）を用いた最新の検証実験では、検出感度 95.1%の良好な結果を得ることができた。こちらは、2020 年度の日本医用画像工学会大会にて発表予定である。

成果③ 正常骨からの Mahalanobis 距離を用いたがん骨転移検出 [2]

①の Mahalanobis 距離による異常検知手法を、がん骨転移検出にも適用し、性能を実験的に評価した。有病 10 症例（19 病変を含む）を用いた最新の検討の結果では、検出感度 100%の良好な結果を得た一方、誤検出画素数が 473.0 voxels/症例となった。

成果④ 教師無し深層学習を用いた特徴量の自動生成 [6,7]

上記成果などで得られる病変の候補点・候補領域は、多くの誤検出（FP）を含む。FP 削減

処理＝画像認識による病変と正常組織との識別をするためには、認識に最適な画像特徴量の利用が不可欠である。我々は、深層学習の1つである deep convolutional autoencoder を用いて特徴量を正常画像のみから教師無し学習する手法を提案した。頭部 MR アンギオグラフィー上の脳動脈瘤や、胸部 CT 上の肺結節の認識処理において本手法を適用し、良好な結果が得られた。この成果は、各種学会でも評価されており、日本生体医工学会や電子情報通信学会にて表彰された。

3. 本研究と関連した今後の研究計画

成果③に関連して、がん骨転移検出処理に One-class SVM を適用する検討を行っている。その結果は、2020 年度の日本核医学会学術総会で発表予定である。

また、成果②および③で得られた病変候補点から、誤検出候補点の削減処理（識別処理）の検討も行う予定である。既に、病変候補点のスケール推定処理は完成しつつあり、スケールに基づいた特徴量の抽出と、機械学習に基づく識別処理に関する検討を順次行う予定である。

成果④は画像から自動で特徴量を生成するものであり、FDG-PET/CT への応用も容易である。上記機械学習に基づく識別処理への導入を検討している。

さらには、誤検出候補点の削減処理までの検討ができた段階で、研究成果の学術論文誌への投稿もする予定である。

4. 成果の発表等

発表機関名	種類 (著書・雑誌・口頭)	発表年月日(予定を含む)
[1] 田中敦子, 根本充貴 , 甲斐田勇人, ほか: FDG-PET/CT の統計的異常検出処理による頸胸部病変の自動検出に関する基礎検討. 第 58 回日本生体医工学会大会, PO-D-019	口頭発表	2019 年 6 月
[2] 藤田早苗, 根本充貴 , 田中敦子, ほか: FDG-PET/CT 異常検出処理によるがん骨転移病変部の自動検出. 和歌山県臨床工学技士会第 26 回学術集会, 抄録集 p.24	口頭発表	2019 年 6 月
[3] 田中敦子, 根本充貴 , 甲斐田勇人, ほか: 異常検知に基づく PET/CT 上の頸胸部病変の自動認識. 第 59 回日本核医学会学術総会, M20XA2	口頭発表	2019 年 11 月
[4] 田中敦子, 根本充貴 , 甲斐田勇人, ほか: One-class SVM を用いた病変強調による FDG-PET/CT 上の頸胸部病変の自動検出 電子情報通信学会 MI 研究会, 信学技報 119(399), MI2019-67, pp.11-14	口頭発表	2020 年 1 月
[5] A Tanaka, M Nemoto , H Kaida, et al.: Automatic detection of cervical and thoracic lesions on FDG-PET/CT by organ specific one-class SVMs Int. Conf. computer-assisted radiology and surgery (CARS 2020)	口頭発表	2020 年 6 月

<p>[6] 牛房和之, 根本充貴, 木村裕一, ほか. “深層畳み込みオートエンコーダを用いた健常データの教師なし学習による病変認識特徴量の汎用的自動生成.” 第 58 回日本生体医工学会大会, PO-D-020</p>	<p>口頭発表 2019 年度日本生体医工学会 Young Investigator Award 優秀賞</p>	<p>2019 年 6 月</p>
<p>[7] 牛房和之, 根本充貴, 木村裕一, ほか: 正常データセットの教師なし学習に基づく病変検出支援システム画像特徴量の汎用的生成に関する検討～少規模なデータセットを用いた特徴量生成の実験的検証. 電子情報通信学会 MI 研, 信学技報, 119(399), MI2019-68, pp.15-18</p>	<p>口頭発表 2019 年度 電子情報通信学会医用画像研究奨励賞</p>	<p>2020 年 1 月</p>