

イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化
2020 年度採択研究代表者

2021 年度 年次報告書

田中聡久

東京農工大学 大学院工学研究院
教授

多施設大規模脳波データによるてんかん診断支援 AI の構築

§ 1. 研究成果の概要

複数の病院で記録したてんかん患者の脳波を収集するためのプラットフォームを構築するとともに、てんかん診断支援のための脳波に対する診断支援 AI モデルの開発を 2020 年度に引き続き実施した。2020 年度に契約した商用クラウドサービスに、昨年度開発したデータベース(蓄積・参照が可能)、モデルの構築・検証、デプロイを意識した MLOps 基盤の改良を実施した。国内 8 箇所の病院・大学から脳波データの収集を続けており、2022 年 3 月末現在で 1,773 症例となっている。内製した脳波表示ソフトウェア(TJnoter)を用いて、複数の医師がアノテーションに参加している。2021 年度時点で AI 解析に参加している若手医師は 18 名にのぼる。これにより、医療と AI の両方に通じているハイブリッドな人材が育ち、医工連携のロールモデルとなることをいっそう期待できる。これについては 2022 年度以降積極的に進めていく。

・農工大田中グループは、AI モデルの開発基盤の構築に引き続き力を入れた。特に、てんかん性のバイオマーカーであるスパイク波形を検出する AI および長時間記録脳波から発作時脳波を検出する AI モデル等に関する研究開発を実施した。てんかん性スパイクの検出においては、SOTA モデルより 6~10 分の 1 程度のパラメータ数を有するモデルでありながら、商用ソフトウェアをふくめた比較で最高の検出性能を達成した。また、発作時脳波の検出においては、ニューラルネットワークを用いない幾何学的手法(リーマン多様体法)を構築し、これにより高い検出精度を確認した。2021 年度の成果により、TJnoter に、開発した AI を搭載する基盤が整った。

(研究項目 1, 4, 5, 6)

・順大菅野グループは、今までに行ってきた発作間欠期脳波異常の解析を、発作時脳波解析へ発展させている。発作起始電極を同定するためのバイオマーカーとして時間周波数解析や phase amplitude coupling 法に注目し、1 秒ごとの連続解析を行う事で発作起始電極を同定することに成功した。また、てんかん波形の拡張をアニメーションとして表出させることが可能になった。また、これらの頭蓋内脳波解析の主流は、従来の硬膜下電極によるものから定位的に留置された SEEG によるものへと変化してきた。それに伴い、本研究においても SEEG のデータを積極的に解析に取り入れることにしている。現在までで 約 500 時間分の SEEG データを収集することができている。

(研究項目 1, 2)

【研究ビジョン】

多施設脳波データベース、専門家の知識、そして信号処理・機械学習技術を融合したプラットフォームを構築する。これにより世界中の人が等しく最良の生理機能検査を受け「脳の病気」の診断を的確に受けられるようにする。

We establish a platform fusing a multi-facility database of electrophysiological signals, the knowledge of experts, and signal processing and machine learning techniques to achieve the most advanced neurophysiological investigation so that people all over the world can equally have the best diagnosis of “brain disease.”

【達成状況】

複数の医療施設からすべての種類の脳波(頭皮脳波、硬膜下電極脳波、ステレオ脳波)を収集できるデータベースをクラウドに構築した。クラウド上のデータを利用することで、てんかんのバイオマーカや長時間記録脳波の発作検出 AI アルゴリズムを開発した。

§ 2. 研究実施体制

(1) 田中グループ

① 研究代表者: 田中 聡久 (東京農工大学・大学院工学研究院・教授)

② 研究項目

1. データ共有のための倫理委員会対応
4. データの匿名化とアノテーション・データアップロードツールの開発
 - 4-a ビデオ脳波の匿名化
 - 4-b データベースの検索とダウンロード機能
5. てんかん脳波の機械学習による解析
 - 5-a 異常波形, 睡眠状態, 意識状態の分類
 - 5-b ビデオ脳波からの発作区間検出
 - 5-c 頭蓋内脳波からの発作焦点の推定
 - 5-d 大規模データからの所見推定
6. 解析レポート出力システムの開発

(2) 菅野グループ

① 主たる共同研究者: 菅野 秀宣 (順天堂大学・医学部・先任准教授)

② 研究項目

1. データ共有のための倫理委員会対応
2. 脳波データのアノテーションおよび解析結果の検証
 - 2-a データの収集
 - 2-b アノテーションおよび脳波診断フォーマットの作成
 - 2-c 基礎律動、睡眠深度および意識レベル
 - 2-d 頭皮脳波における突発波(スパイク)解析およびてんかん焦点、てんかん症候群診断
 - 2-e 各種賦活における脳波の変動
 - 2-f 正常亜型脳波の検出
 - 2-g 発作区間
 - 2-h 定位的頭蓋内脳波(SEEG)によるてんかん脳波の解析

【代表的な原著論文情報】

- [1] Y. Iimura et al., “Delineation of the epileptogenic zone by Phase-amplitude coupling in patients with Bottom of Sulcus Dysplasia,” *Seizure*, vol. 94, no. August 2021, pp. 23-25, 2022.
- [2] X. Zhao, S. Takata, K. Fukumori, and T. Tanaka, “Infant Posture Assessment Based on Rotational Keypoint Detection,” *2021 Asia-Pacific Signal Inf. Process. Assoc. Annu. Summit Conf. APSIPA ASC 2021 – Proc.*, pp. 1546-1550, 2021.
- [3] Mitsuhashi T, Sonoda M, Jeong JW, Silverstein BH, Iwaki H, Luat AF, Sood S, Asano E. “Four-

dimensional tractography animates neural propagations via distinct interhemispheric pathways.” *Clinical Neurophysiology*.132, pp.520-529, 2021.

[4] Y. Miao, Y. Imura, H. Sugano, K. Fukumori, T. Shoji, and T. Tanaka, “Seizure Onset Zone Identification Based on Phase–Amplitude Coupling of Interictal Electrographic,” *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBS*, pp. 587-590, 2021.

[5] K. Fukumori, N. Yoshida, H. Sugano, M. Nakajima, and T. Tanaka, “Epileptic Spike Detection Using Neural Networks with Linear–Phase Convolutions,” *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 26, no. 3, pp. 1045-1056, 2021.