

論文和文概要

(2000字程度)

報告番号	甲第	24	号	氏名	万志江
------	----	----	---	----	-----

本研究は、うつ病の症状を客観的に量的診断・評価するために、次の4つの点から行う。(1) うつ病の客観的な評価と診断のために、脳情報学に基づき、生理・心理・行動など多面的なデータの収集、管理、モデリング、分析といった基本的なデータ処理のプロセスを体系的かつ一貫的に支援する方法を検討する。(2) 脳情報学に従い、脳波を利用しうつ病を量的に診断・評価する方法について提案する。単極性うつ病患者と健常成人を弁別するのに効果的な脳波の指標を探る。(3) ユビキタス環境において脳波計測のモバイルデバイスを使い、うつ病患者のプレスクリーニングの方法を開発する。更に、前額部の脳波や気分障害の自己評価データを元に、うつ病の気分症状を量化して評価する方法を提供する。(4) Wisdom as a Service (WaaS) アーキテクチャに従い、多様式の生理・心理・行動データを元に、うつ病の治療補助のために、うつ病の気分・身体症状を量化して評価するシステムを構築する。

本研究では、ドイツの Brain Product (BP) 社の脳波計測システムを利用し、被験者の6チャンネルの脳波データを記録した。この脳波データを分類性能の高い畳み込みニューラルネットワークを利用し、脳波の同期性パターンを元にうつ病患者と健常成人に分類した。高速フーリエ変換を利用し、畳み込みニューラルネットワークの特徴マップの周波数成分を分析し、うつ病患者や健常成人を弁別するために効果的な脳波指標を推定した。脳波の同期的パターンはうつ病患者群と健常対照者群の弁別において役に立つことが示された。更に、高速フーリエ変換を利用した結果では、ベータ波が畳み込み層の特徴マップの主成分であったことから、ベータ波はうつ病患者群と健常対照者群の弁別において効果的な指標であることが示された。

前額部の脳波データがうつ病を弁別できることを証明するために、BP社の脳波計測システムを利用してFp1とFp2チャンネルの脳波データを収集した。単一チャンネルの脳波データを基に機械学習により病患者群と健常対照者群を弁別した。被験者交差検証を利用し、閾値に基づいた分類方法の性能を評価する。うつ病患者群と健常対照者群への分類結果では、Fp1チャンネルの脳波データのウェーブレット特徴によるLDA-GA方法で正解率88.57%を得ることができた。このことから、単一チャンネルの前額部脳波データで、多チャンネルの脳波データと同様にうつ病患者を弁別できることが示された。ユビキタス環境におけるうつ病の弁別のために、脳波計測のモバイルデバイスを利用し、前額部の脳波データを収集し、プレスクリーニングの方法を開発した。ここでは、脳波計測に、ウェアラブル脳波デバイスであるNeuroSky社の「ThinkGear」を採用した。このシステムを利用し、Fp1チャンネルで前額部脳波データを収集した。本実験結果では、LDA-GA方法・非線形特徴・BP脳波デバイスのFp1チャンネルを利用した場合に高感度が、RF-GA方法・時間領域・BP脳波デバイスのFp1チャンネルでは高特異度が、CART-GA方法・時間領域・BP脳波デバイスのFp1チャンネルでは高正解率となった。

単一チャンネルの脳波データを利用した、単極性障害のうつ病患者の気分に客観的な量的評価を提供する。ウェアラブル脳波デバイスで前額部の脳波データを収集するだけでなく、うつ病用のハミルトン評価尺度や「気分評価用量化日誌(Q-Log)」(日誌アプリ)を使い、うつ病患者の気分状態を評価するためのデータを収集した。うつ病の気分状態を客観的に量的評価するように、RFアルゴリズムを使って回帰モデルを構築した。被験者毎のデータでは、回帰モデルの説明変数は脳波データの特徴であり、予測変数はQ-Logデータの第一主成分である。被験者交差検証方法を利用して、気分状態の量化評価におけるモデルの評価効果を検証した。検証結果から、モデルの出力結果は検証用のQ-Logデータの第一主成分と正の相関関係があり、回帰モデルは気分状態の量的評価における効果的な結果を得られた。

うつ病の治療補助のために、客観的な量的評価のデータ分析方法や結果を医療システムに統合する必要がある。本研究では前額部の脳波データとQ-Logデータに基づいたうつ病状態の量的評価を例にし、脳情報学のData-Information-Knowledge-Wisdom (DIKW) systemによる、うつ病補助治療用のシステムを開発した。また、医師が脳波データとQ-Logデータの分析方法や結果を理解できるようにオントロジー技術を利用し、データの意味を追加した。さらに、Jenaを利用し、データやデータ分析結果からResource Description Framework (RDF) モデルを構築した。

うつ病の治療補助のシステムは「WaaS」のサービスポータルに組み込み、気分状態を量的評価するウェブサービスとして提供する。これにより、脳情報学の方法論に従ってうつ病の症状を客観的に量的評価することが可能であることを示した。