



# ON DATA SCIENCE APPROACH FOR PARKINSON'S DISEASE DETECTION

任, 康

---

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2022-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第8363号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1008363>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(別紙様式 3)

(氏名： 任 康 NO. 1 )

## 論文内容の要旨

氏 名 \_\_\_\_\_ 任 康 \_\_\_\_\_

専 攻 \_\_\_\_\_ 計算科学 \_\_\_\_\_

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

ON DATA SCIENCE APPROACH FOR PARKINSON'S DISEASE DETECTION

和訳： データサイエンスのアプローチによるパーキンソン検査に関する研究開発

指導教員 \_\_\_\_\_ 羅 志偉 教授 \_\_\_\_\_

(注) 2, 000 字～4, 000 字でまとめること。

Parkinson's disease, hereinafter referred to as PD, is a common neurodegenerative disease with distinct characteristics. The clinical manifestations of Parkinson's disease patients are mainly motor symptoms such as static tremor, bradykinesia, myotonia and gait disorder, accompanied by a variety of non-motor symptoms such as anxiety, depression, sleep disorder and cognitive disorder. Because the pathogenesis is unclear and there are great differences among individual patients, the disease cannot be cured and the treatment effect is limited. With the aggravation of the disease, patients gradually lose the ability to take care of themselves, further affecting the quality of life and eventually endangering their lives. Due to the lack of quantitative evaluation technology, diagnostic decision-making technology and relevant multi-modal data platform, PD is currently facing two important clinical problems: early diagnosis and personalized treatment. In order to solve these problems, in this study, we propose a novel data science approach for evidence-based PD detection.

We first established a multi-modal data and intelligent analysis platform named GYENNO PD CIS, with the main purpose of realizing data standardization, evaluation objectification and diagnosis standardization, and building the foundation for personalized treatment and continuous management. Meanwhile, for single-center and multi-center clinical research, clinical data management and multi-center management are provided. On this basis, we introduced a practical application of scale rating based on machine vision technology, combined with the data platform to form an automatic path template from quantitative evaluation to data storage.

Secondly, aiming at FoG (freezing of gait), a typical gait disorder of PD, we established a detection method based on wearable sensors, and explored the optimal sensor configuration, feature extraction and feature screening based on performance, cost and applicability. By the wearable sensor of the patient's left shank and its relevant 35 features, we constructed a FoG detection model with 78.39% sensitivity, 91.66% specificity and 88.09% accuracy.

( 氏名 : 任 康 NO. 2 )

Finally, in terms of the symptom of speech, which has specific changes due to abnormal vocal cord muscles in the early stage of PD, we explored a method for early detection of PD by time-series dynamic speech feature capture using bidirectional long-short term memory (LSTM) model. The dynamic speech features are measured based on computing the energy content in the transition from unvoiced to voiced segments (onset), and in the transition from voiced to unvoiced segments (offset). Finally, we tested the performance of this early detection model by 10-fold cross-validation and division of the data set into each individual sample without overlapping. The detection performance for early PD reached 85.19% sensitivity, 76.67% specificity and 75.56% accuracy, which is significantly better than the traditional machine learning model based on static features.

氏名	任 康		
論文 題目	ON DATA SCIENCE APPROACH FOR PARKINSON'S DISEASE DETECTION 和訳：データサイエンスのアプローチによるパーキンソン検査に関する研究開発		
審査 委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教 授	羅 志偉
	副 査	教 授	坪倉 誠
	副 査	教 授	天能 精一郎
	副 査	准教授	全 昌勤

## 要 旨

本研究は、データサイエンスのアプローチによるパーキンソン疾患（略称：PD）の検査に関する研究開発を行っている。社会の高齢化に伴って、脳神経系の疾患の一つであるパーキンソン疾患患者が増えており、各種身体運動に障害を起し、早期診断や定量的なエビデンスに基づく検査、診断と治療、そして日常生活における支援など、総合的な視点から新しい技術が求められている。従来の医療情報システムでは主に患者による主観的な病状説明および医療画像や血液検査など生理情報に基づいて診断と薬物治療が行われているが、日常生活における病状の時時刻刻の変化に対応することができない。また、医者による主観的な観察による症状のレベル判断では、早期かつ正確に疾患を予知することは困難であった。これらの課題を解決するために、本研究は、データサイエンスのアプローチから、ウェアラブルデバイスを開発し、日常生活における対象者のマルチモーダルな運動データを収集する。そして、斬新な医療情報プラットフォームを構築することで、人工知能の手法を開発し、歩行や発声などの時系列データに対する分類や識別を行い、より定量的に正確な疾患検査と早期発見を可能にし、実応用まで着々と実現している。

具体的には、主に以下に示す三つの研究開発を実施している。

まず、最初にPD疾患に特化したマルチモーダルな生体情報を取り入れる健康情報プラットフォームを構築して、自ら開発されたウェアラブルデバイスで採集された各種身体運動データについて分類をし、各部分的な運動データの特徴を抽出してPDに関する定量的な国際評価基準と照合できるようにしている。この部分の研究成果は、ACM系の国際学術会議のProceedings of the 2020 International Symposium on Artificial Intelligence in Medical Sciencesで発表され、また、1件の特許と3件のソフトウェア著作権を獲得し、数多くの病院（217箇所の病院）での実応用まで展開している。

次に、パーキンソン疾患の運動障害に特有の歩行凍結（FOG）障害に着目して、ウェアラブルデバイスによるFOGの識別方法について、デバイス開発から臨床試験まで実施している。ここでは、主に複数装着されているセンサーデバイスから計測されたデータについて解析をし、FOG識別にとって最適なセンサー配置について実験的に検証されている。本手法で88%の高い識別精度を実現できた。本研究の成果の一部は、査読付き国際論文誌Frontiers in Human Neuroscience (Corresponding Author)に掲載されている。さらに、8件の特許を申請され、内3件は確立されている。

最後に、特に早期におけるパーキンソン疾患の症状としての発声障害に着目して、時系列の音声情報について独自に深層学習方式で識別する研究を行った。ここでは主に健常者15名とPD患者30名が発音する母音/a/と短句の動的特徴を取り上げ、独自に提案する双方向LSTM構造を有する深層学習で高精度の識別結果を実現でき、交差検証で母音レベルでは80.99%、また短句レベルでは84.29%の識別精度を達成できた。この部分の研究成果は、査読付き国際論文誌IEEE Accessに掲載され、また1件の特許申請を出している。

氏名	任 康
<p>本論文は5章で構成されている。</p> <p>第1章では、本研究の背景を述べ、パーキンソン疾患の検査と治療現状の問題点を説明し、本研究の意義・目的及び構成について述べている。</p> <p>第2章では、本研究で構築されたPD疾患に特化した健康情報プラットフォームについて、ウェアラブルデバイスを含むシステム構成と実運用について説明している。</p> <p>第3章では、PD患者に見られる歩行凍結障害（FOG）に着目し、その症状の身体運動を有効に計測できるウェアラブルデバイスの最適な装着方式について記述している。</p> <p>第4章では、PD疾患に見られる発声障害に着目し、独自に提案する双方向LSTM構造を有する深層学習で識別する方法と結果について説明している。</p> <p>第5章では、本研究における結論と今後の課題と展望についてまとめた。</p>	
<p>以上で、本論文は、データサイエンスのアプローチによりパーキンソン疾患に特化した定量評価や早期診断に役に立つ斬新な技術開発とシステム構築に関する研究開発が行われ、数多くの有益な知見と有益な示唆を与え、実応用が展開できた。よって、提出された論文はシステム情報学研究科学位論文評価基準を満たしており、学位申請者の任康は、博士(工学)の学位を得る資格があると認める。</p>	