

Clayton Reginaldo Pereira

**Aprendizado em Profundidade Aplicado à Fusão de
Dados no Auxílio ao Diagnóstico do Mal de
Parkinson**

Relatório de Pós-doutorado realizado na
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, Faculdade de Ciências,
Unesp/Bauru.

Supervisor: Prof. Dr. João Paulo Papa

Agência de Fomento: CAPES - N^o do Processo: 2125

Bauru
Dezembro de 2022

Aprendizado em Profundidade Aplicado à Fusão de Dados no Auxílio ao Diagnóstico do Mal de Parkinson

Bolsista: Clayton Reginaldo Pereira

Supervisor: Prof. Dr. João Paulo Papa

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Processamento de Imagens e Visão Computacional

Número do Relatório: Final

Número do Processo: 1749741

Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP/Bauru

Resumo

Diagnosticar com eficácia um paciente com mal de Parkinson em seu estado inicial ainda não é uma tarefa possível, tendo como outro agravante, após a constatação da mesma, encontrar qual o nível da enfermidade, dado que fatores como uma faixa etária pouco elevada e sintomas como cansaço e fraqueza podem ocultar ainda mais o diagnóstico. Diversas são as técnicas e modalidades de exames empregadas para esta finalidade, muitas delas baseadas em imagens como eletroencefalograma, tomografia computadorizada e ressonância magnética. Porém, nenhuma delas pode, até o momento, resolver o problema do diagnóstico precoce. Com o intuito de prover informações clínicas mais eficazes, propiciando aos médicos um diagnóstico de maior confiança, técnicas de processamento de imagens e inteligência artificial vêm se tornando cada vez mais promissoras. Recentemente, excelentes resultados foram obtidos através da utilização de uma caneta biométrica com multi-sensores para o preenchimento de um formulário contendo atividades específicas para diagnóstico do mal de Parkinson. Porém, essas informações foram analisadas separadamente até o momento. Buscando obter resultados mais eficazes, o seguinte projeto de pesquisa visa à utilização de técnicas de aprendizado em profundidade na fusão das informações obtidas por meio das imagens do formulário e dos sinais oriundos da caneta biométrica.

1 Atividades Desenvolvidas

Durante o período de desenvolvimento do meu projeto de pós-doutoramento, estive envolvido em diversas atividades acadêmicas e de pesquisa. Além do avanço na investigação principal, também realizei a orientação de alunos de graduação em trabalhos de conclusão de curso e iniciação científica, todos focados no uso de técnicas de Aprendizado de Máquina, que constituem o eixo central da minha atuação. Além disso, contribuí ativamente em diversos projetos do laboratório de pesquisa Recogna ¹, sob a coordenação do Professor Doutor João Paulo Papa, supervisor dessa pesquisa.

Ainda nesse mesmo período, como nos semestres anteriores, ministrei disciplinas para os cursos de Bacharelado em Ciência da Computação (BCC) e Sistemas de Informação (BSI), para o departamento de computação da Unesp/Bauru como professor substituto. Cada uma das disciplinas ministradas, sendo Dispositivos e Circuitos Digitais, Laboratório de Circuitos, Algoritmos I, Administração de Sistemas de Informação e Arquitetura de Computadores, possuía um total de 60 h/a (4 créditos).

1.1 Orientações Concluídas

As próximas subseções 1.1.1 e 1.1.2 apresentam os trabalhos de conclusão de curso e orientação científica que orientei durante todo o período, incluindo seus respectivos títulos e anos de conclusão.

1.1.1 Monografias:

- **Gustavo Trielli Avila** - *Regressão em Séries Temporais Financeiras com RNN: Um estudo com milho futuro*, 2019.
- **Matheus Henrique Lopes** - *Classificador Textual de Publicações Jurídicas utilizando técnicas de Aprendizado de Máquina*, 2019.
- **Lucas Ponte Correia** - *Análise de Dados para Estudo da Relação entre Tendências Musicais e Fenômenos Sócio-Econômicos*, 2019.
- **Bruna Lika Tamake** - *Análise de Dados para Auxiliar no Diagnóstico Precoce de Acidente Vascular Cerebral (AVC)*, 2020.
- **Vinicius de Paula Pilan** - *Técnicas de Inteligência Artificial para Diagnóstico de Acidente Vascular Cerebral através de Imagens e Dados Textuais sobre possíveis Vítimas*, 2022.

¹<https://www.recogna.tech>

- **Fabrcio Steinle Amoroso** - *Inteligência Artificial Explicável com Lime e Shap Aplicada à Rede Neural Convolutacional*, 2022.

1.1.2 Iniciação Científica:

- **João Pedro Donaire Albino** - *Predizendo Níveis de Pobreza Utilizando Imagens de Satélite e Formulários Socioeconômicos*, 2019.

1.2 Atuação em Projetos

Além do projeto principal de pós-doutorado, participei também ativamente de outras iniciativas de projetos utilizando técnicas de *machine learning* e financiados pela FAPESP, como:

- SPRINT - Projeto de Pesquisa e Mobilidade;
- Modelos de Aprendizado Baseados em Energia e suas Aplicações, e
- AnImaLS: Anotação de Imagem em Larga Escala: O que máquinas e especialistas podem aprender interagindo?

2 Publicações decorrentes da Pesquisa

Durante todo o período referente a este pós-doutoramento, vários resultados foram obtidos, sendo publicados em periódicos e conferências internacionais de grande impacto, conforme apresentados logo abaixo:

- **Publicação em periódicos:**
 - Hierarchical Learning Using Deep Optimum-Path Forest. Published in the *Journal of Visual Communication and Image Representation*. Qualis: A2.
 - A recurrence plot-based approach for Parkinson’s disease identification. Published in the *Future Generation Computer Systems*. Qualis: A2.
 - A Survey on Computer-Assisted Parkinson’s Disease Diagnosis. Published in the *Artificial Intelligence in Medicine*. Qualis: A2.

- Handwritten dynamics assessment through convolutional neural networks: An application to Parkinson’s disease identification. Published in the *Artificial Intelligence in Medicine*. Qualis: A2.

- **Publicação em conferências:**

- Parkinson’s Disease Identification using Restricted Boltzmann Machines. Published in the *17th international Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP)*.
- Parkinson’s Disease Identification Through Deep Optimum-Path Forest. Published in the *Parkinson’s Disease Identification Through Deep Optimum-Path Forest (SIBGRAPI)*.
- Automated recognition of lung diseases in CT images based on the optimum-path forest classifier. Published in the *NEURAL COMPUTING & APPLICATIONS (INTERNET)*.
- Parkinson Disease Identification using Residual Networks and Optimum-Path Forest. Published in the *2018 IEEE 12th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*.
- A Layer-Wise Information Reinforcement Approach to Improve Learning. Published in the *19th International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing*.
- Multiple-Instance Learning through Optimum-Path Forest. Published in the *2019 International Joint Conference on Neural Networks - IJCNN*. Qualis: A1.
- A Hybrid Approach For Breast Mass Categorization. published in the *VII ECCOMAS Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing - VipIMAGE 2019*.
- BreastNet: Breast Cancer Categorization Using Convolutional Neural Networks. Published in the *2020 IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)*.

- Hybrid Approach For Breast Mass Categorization. Published in the *VII ECCOMAS Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing*.
- JADE-based Feature Selection for Non-Technical Losses Detection. Published in the *VII ECCOMAS Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing*.
- BreastNet: Breast Cancer Categorization Using Convolutional Neural Networks. Published in the *2020 IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems - CBMS*. Qualis: B1.
- ComplexWoundDB: A Database for Automatic Complex Wound Tissue Categorization. Published in the *International Conference on Systems, Signals and Image Processing*.

- **Capítulos de Livros:**

- Parkinson’s Disease Identification Using Restricted Boltzmann Machines. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: *Springer International Publishing*, 2017, v. 10425, p. 70-80.

3 Infraestrutura

Todos os experimentos, estudos de caso e resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do projeto principal deste pós-doutoramento, assim como das demais iniciativas de pesquisa nas quais estive envolvido, foram conduzidos no laboratório Recogna. Esse laboratório dispõe de uma infraestrutura robusta para a realização de pesquisas acadêmicas, incluindo computadores de alto desempenho, proporcionando ainda melhores resultados. Tais recursos foram fundamentais para a obtenção dos resultados alcançados durante este período, possibilitando a realização das publicações mencionadas na Seção 2.

4 Cronograma de Atividades

A Tabela 1 apresenta o cronograma das atividades realizadas durante o período de desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Atividades	Período	Status
Início do projeto e levantamento de requisitos	Setembro/2017-Outubro/2017	Realizado
Estudo sobre técnicas de fusão de informações	Outubro/2017-Janeiro/2018	Realizado
Implementação da técnica de fusão dos dados	Fevereiro/2018-Junho/2018	Realizado
Aplicação da técnica de Aprendizado em Profundidade	Julho/2018-Setembro/2018	Realizado
Experimentos e análise dos resultados	Outubro/2018-Abril/2019	Realizado
Validação da técnica desenvolvida	Maior/2019-Novembro/2019	Realizado
Validação dos resultados	Dezembro/2019-Maior/2020	Realizado
Escrita de artigos e apresentação dos resultados	Junho/2020-Julho/2021	Realizado
Escrita e entrega de relatórios	Agosto/2021-Setembro/2022	Realizado

Tabela 1: Cronograma de atividades da presente proposta.

5 Avaliação do Supervisor

O pesquisador apresentou o seu relatório de maneira bastante clara e com todas as contribuições realizadas. Cabe destacar os diversos trabalhos publicados em conferências e revistas especializadas, bem como orientações de alunos de graduação. Desta forma, considero o trabalho desenvolvido a contento.