

Classificação da doença de parkinson utilizando uma rede neural ART *fuzzy* auto-expansível

Reginaldo José da Silva¹

FEIS/UNESP, Ilha Solteira, SP

Angela Leite Moreno²

DEMAT/ICEEx/UNIFAL-MG, Alfenas, MG

A doença de Parkinson (DP) é caracterizada pela degeneração progressiva dos neurônios produtores de dopamina, um neurotransmissor essencial no controle dos movimentos. Esse processo de degeneração ocorre em várias partes do cérebro e gera, na maioria das vezes, sintomas como rigidez muscular e tremores involuntários. O diagnóstico precoce da DP é importante para que o tratamento se inicie nos estágios iniciais, fazendo com que a doença se desenvolva mais lentamente e conseqüentemente melhorando a qualidade de vida do paciente. Uma das formas de se diagnosticar a DP é utilizando métodos de reconhecimento de padrões, sendo que as redes neurais artificiais vem se destacando nesse tipo de problema. Dentre as diversas redes utilizadas no reconhecimento de padrões, tem-se as redes neurais baseadas na Teoria da Ressonância Adaptativa (*Adaptive Resonance Theory*), abreviadamente ART, devido a sua grande capacidade de generalização e adaptação. Sendo assim, este trabalho apresenta os resultados obtidos utilizando a rede ART *fuzzy* auto-expansível (ARTFAE) [2] para o diagnóstico da DP.

A rede neural ARTFAE utiliza o operador *fuzzy* AND (\wedge), a métrica *fuzzy* é utilizada para verificar a similaridade entre o dado que está sendo apresentado à rede e os *clusters* já incorporados. As regiões definidas utilizando o operador *fuzzy* têm seu centro definido como o *cluster* representativo da classe e geram classes representadas por hiper-retângulos, enquanto que na métrica convencional (Euclidiana) são geradas hiperesferas. Vale ressaltar que, ao se trabalhar com operadores *fuzzy*, é analisado o grau de similaridade entre o dado e o *cluster* candidato. Essa similaridade deve ultrapassar o limiar necessário para a ativação desse *cluster*, mesmo que no processo de busca um *cluster* seja vencedor, se ele não ultrapassar esse limiar, a rede procura outro candidato que seja potencialmente mais interessante para agrupar o dado em questão.

Com o intuito de classificar a DP foi utilizada a base de dados *Parkinson Speech Dataset with Multiple Types of Sound Recordings Data Set*, desenvolvida por [3], disponível no repositório *UCI - Machine Learning Repository*. Os dados obtidos por [3] foram coletados de 20 indivíduos com DP (6 mulheres, 14 homens) e 20 indivíduos saudáveis (10 homens, 10 mulheres) que recorreram ao Departamento de Neurologia na Faculdade de Medicina de Cerrahpasa, Universidade de Istambul. O conjunto, constituído de 1040 instâncias, conta com 26 atributos obtidos através de amostras de falas dos indivíduos, além de um atributo de identificação do paciente e um de classe.

Para as simulações, os dados foram particionados, utilizando o método de validação cruzada *k-fold* [4], com $k = 10$. Esse método é capaz de avaliar a capacidade de generalização de um modelo. Deste modo, os arquivos tanto para treinamento quanto para teste para todas as 10 iterações do método *k-fold* são mutuamente excludentes. As métricas de avaliação utilizadas para a validação dos resultados obtidos foram Acurácia (ACC), Sensibilidade (Sens), Especificidade (Esp).

¹regisilva_mb@hotmail.com

²angela.moreno@unifal-mg.edu.br

Após a busca exaustiva dos melhores parâmetros com os quais a rede ART *fuzzy* Auto-Expansível compusesse *clusters* mais adequados à classificação dos dados, os melhores resultados obtidos pela rede foram com os parâmetros $\alpha = 1,25$ $\beta = 0,25$ e ρ entre 0,990 e 0,999, com todos os valores com três casas decimais. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos em cada uma das 10 iterações do método *k-fold*.

Tabela 1: Resultado obtido em cada uma das 10 iterações do método *10-fold*.

<i>Iteração</i>	<i>ACC</i>	<i>Sens</i>	<i>Esp</i>	<i>MCC</i>	<i>Iteração</i>	<i>ACC</i>	<i>Sens</i>	<i>Esp</i>	<i>MCC</i>
1	80,77%	84,62%	76,92%	0,6172	2	90,38%	92,31%	88,46%	0,8083
3	89,42%	84,62%	94,23%	0,7921	4	75,00%	73,08%	76,92%	0,5004
5	76,92%	88,46%	65,38%	0,5534	6	83,65%	84,62%	82,69%	0,6732
7	75,00%	73,08%	76,92%	0,5004	8	81,73%	76,92%	86,54%	0,6376
9	75,96%	88,46%	63,46%	0,5363	10	89,42%	84,62%	94,23%	0,7921

O desempenho final do classificador é obtido calculando-se o desempenho médio do modelo para 10 iterações [4]. Com uma acurácia de 81,83%, os resultados obtidos neste trabalho foram satisfatórios, em especial ao se observar que todos os parâmetros dos dados foram utilizados pela rede durante o processo de classificação. Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos neste trabalho e os melhores resultados obtidos por [1]. Vale ressaltar que, [1] utiliza o método de validação cruzada *40-fold*, além da extração de características, ou seja, não utiliza o banco de dados brutos, como este trabalho faz.

Tabela 2: Comparativo dos resultados obtidos com diferentes métodos de classificação.

Autores	Classificador	Seleção de atributos	ACC	Sens	Esp	MCC
[1]	ANN (fine-tuned)	A-MCFS	86,47%	88,91%	84,02%	0,7321
	ANN 10	Kendall's	81,33%	86,33%	76,33%	0,6318
	ANN 10	–	67,25%	69,33%	65,17%	0,3467
Este estudo	ARTFAE	–	81,83%	83,08%	80,58%	0,6411

O próximo passo da pesquisa será fazer a validação da rede para este problema utilizando o método *40-fold*, ou seja, *Leave-One-Individual-Out*.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro.

Referências

- [1] Berus, L., Klancnik, S., Brezocnik, M. and Ficko, M. Classifying Parkinson's Disease Based on Acoustic Measures Using Artificial Neural Networks, *Sensors*, 2019. DOI: 10.3390/s19010016.
- [2] Moreno, A. L. *Redes Neurais ART e ARTMAP com Treinamento Continuado*. Novas Edições Acadêmicas, Saarbrücken, 2016.
- [3] Sakar, B. E., Isenkul, M. E., Sakar, C. O., Sertbas, A. et al. Collection and Analysis of a Parkinson Speech Dataset with Multiple Types of Sound Recordings, *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 17:828–834, 2013. DOI: 10.1109/JBHI.2013.2245674.
- [4] Schreiber, J. N. C., Beskow, A. L., Müller, J. C. T., Nara, E. O B. et al. Técnicas de validação de dados para sistemas inteligentes: uma abordagem do software SDBAYES, *XVII Colóquio Internacional de Gestão Universitária*, Volume 17, 2017.