

Detecção da doença de Parkinson baseada na voz por meio da abordagem de aprendizado de máquina: um estudo de desempenho dos classificadores

Dayana Silva dos Santos Vieira
Departamento de Neuroengenharia
Instituto Santos Dumont
Natal, Brasil
dayana.vieira@edu.isd.org.br

Abstract—Parkinson’s disease (PD) occurs due to the dopamine deficiency that regulates various activities of the human body. The researchers identified that the voice is an underlying symptom of PD. Recently, machine learning (ML) has solved problems of computer vision, natural language processing, speech recognition, etc. This article aims to evaluate the performance of 4 types of classifiers and based on the result of this, the test will be carried out to evaluate the best parameters for the classifier and test the final performance of this classifier.

Index Terms—Doença de Parkinson, sinais de fala, aprendizado de máquina, classificação, seleção de características.

I. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma doença neuropatológica que deteriora as funções motoras do corpo humano [1]. É a segunda doença neurológica mais comum observada após a doença de Alzheimer [2] e estima-se que mais de um milhão de pessoas sofram de DP apenas na América do Norte [3]. A doença de Parkinson é caracterizada pela degeneração de certos grupos de células cerebrais que são responsáveis pela produção de neurotransmissores que incluem dopamina, serotonina e acetilcolina. A perda de dopamina resulta em sintomas como ansiedade, depressão, perda de peso e problemas visuais. Os outros sintomas que podem ser vistos nas pessoas com doença de Parkinson são equilíbrio deficiente, deficiência vocal e tremor [4] [5]. Vários estudos de pesquisa mostraram que 90% das pessoas que sofrem de DP têm problemas de fala e voz [6], que incluem disфония, monotonia e hipofonia [7] [8] [9]. Assim, a degradação da voz é considerada como o sintoma inicial da doença de Parkinson [10]. A análise da medição da voz é simples e não invasiva. Assim, para acompanhar a progressão do DP, a medição da voz pode ser usada [12] [13]. Para avaliar a progressão do DP, vários testes vocais foram desenvolvidos, incluindo fonações sustentadas e textos de fala em execução [14]. Os sistemas de telemonitoramento e telediagnóstico têm sido amplamente utilizados, pois são baseados em sinais de voz, que são econômicos e fáceis de usar. Portanto, neste artigo, serão analisados modelos baseados em aprendizado de máquina, de forma a encontrar o que tenha um melhor desempenho para uma detecção precoce de DP a partir de amostras de voz do sujeito.

II. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

De tempos em tempos, várias tentativas notáveis foram feitas por vários pesquisadores para detectar a doença de Parkinson. A seguir, temos uma breve revisão de alguns trabalhos realizados para detectar a doença de Parkinson com base em amostras de voz de indivíduos. Max A. little et al [11] sugeriram uma nova técnica para a classificação de indivíduos em pacientes com doença de Parkinson e controles por meio da detecção de disфония. Em seu trabalho, a entropia de período de pitch (PPE), uma nova medida robusta de disфония foi introduzida. Os dados foram coletados de 31 pessoas (23 eram pacientes com DP e 8 eram saudáveis), que consistiam em 195 fonações de vogais sustentadas. Sua metodologia consistia em três etapas; cálculo de características, pré-processamento e seleção de características e finalmente a classificação. Para o propósito de classificação, eles usaram máquina de vetor de suporte a kernel linear (SVM). O modelo proposto atingiu uma precisão de 91,4%. Para separar os indivíduos saudáveis dos indivíduos com DP, Ipsita Bhattacharya et al [15] usaram uma ferramenta para mineração de dados conhecida como weka. Eles usaram o SVM, um algoritmo de aprendizado de máquina supervisionado para fins de classificação. Antes da classificação, o pré-processamento dos dados era feito no conjunto de dados. Diferentes valores de kernel foram usados para obter a melhor precisão possível aplicando libSVM. O kernel linear SVM produziu a melhor precisão de 65,2174%, enquanto o kernel RBF e polykernel SVM alcançaram a precisão de 60,8696%. A partir da revisão acima, pode-se observar que várias técnicas de ML têm sido aplicadas em pesquisas recentes sobre detecção de DP por voz. Neste estudo foram implementados vários algoritmos de aprendizagem supervisionada para analisar o conjunto de dados. O objetivo é encontrar o classificador mais adequado para esse problema e posteriormente otimizar seu desempenho. O objetivo final é otimizar um modelo de um desses classificadores para que pode ter um desempenho acima de 91,4%.

III. METODOLOGIA

Este projeto busca provar que os dados de vocalização de um paciente podem ajudar a diagnosticar se eles sofrem ou não

de Parkinson. Como tal, é inicialmente assumido que existe uma relação entre os dois. Serão testadas as performances de 4 classificadores de aprendizado de máquina: Naïve Bayes, Support Vector Machines, Stochastic Gradient Descent e Gradient Tree Boosting (GTB), nos dados na esperança de alcançar uma alta taxa de previsibilidade combinada com um tempo de execução razoável. Foi utilizada uma pontuação F1 para medir a taxa de previsibilidade do classificador. Este é uma maneira razoável de avaliar o desempenho do modelo, uma vez que testa a precisão, considerando a precisão e sensibilidade. O conjunto de dados foi obtido por meio de um estudo de 2008 da revista IEEE Transactions on Biomedical Engenharia. O conjunto de dados usado consiste em um total de 195 linhas de dados ou pacientes com 23 colunas de recursos. As medidas de voz são de 31 pessoas, 23 com doença de Parkinson e 8 sem. Neste conjunto de dados, 147 das linhas têm Parkinson, enquanto 48 não. Os próprios recursos estão relacionados à frequência de vocalizações dos pacientes.

RESULTADOS

A taxa final do classificador foi de 89,74%. No gráfico abaixo podemos verificar as pontuações F1 dos quatro classificadores testados. O classificador GBT apresenta uma performance excelente, mas apresenta desempenho inferior à medida que a quantidade de dados aumenta. Isso significa que teria um desempenho inferior quando houvesse muito mais dados e, portanto, não seria viável na indústria.

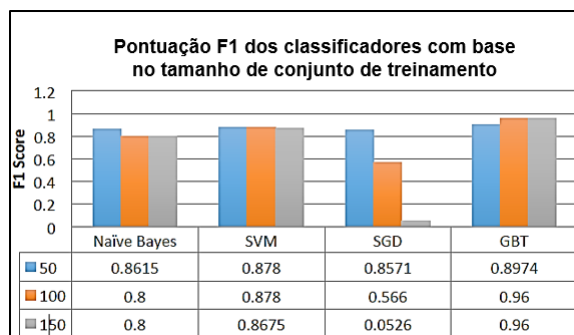


Fig. 1. Pontuações F1 dos quatro classificadores

O conjunto de dados mostra que os classificadores Support Vector Machine e Gradient Tree Boosting tiveram as pontuações F1 maiores e mais consistente. A partir disso, foi selecionado o classificador SVM como o classificador a ser ajustado. O motivo é que, embora o GTB tenha sido bem-sucedido, ele não é dimensionado com conjuntos de dados maiores e, portanto, com conjuntos de dados maiores, sua precisão cairia drasticamente. O modelo final se alinha com as expectativas da solução. Ele produz uma pontuação F1 sob melhores parâmetros de ajuste.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado final obtido no estudo foi uma taxa final de precisão do SVM de 89,74%, o que representa um grande erro para o setor de saúde. A maioria os métodos de diagnóstico

devem ter 97% de acurácia para serem aplicados nos pacientes. O próprio modelo pode ser ainda mais ajustado para tentar melhorar a taxa de predição. O objetivo futuro será otimizar os parâmetros do classificador e estudar o desenvolvimento de um classificador criado especificamente para esse tipo de problema com objetivo de melhorar o desempenho do mesmo.

REFERENCES

- [1] Olanow, C. W., Stern, M. B., & Sethi, K. (2009). The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson's disease (2009). *Neurology*, 72(21 Supplement 4), S1-S136
- [2] Launer, L. J., Berger, K., Breteler, M. M., Dartigues, J. F., Baldereschi, M., Fratiglioni, L., & Hofman, A. (2000). Prevalence of Parkinson's disease in Europe: A collaborative study of population-based cohorts. *Neurologic Diseases in the Elderly Research Group. Neurology*, 54(11 Suppl 5), S21-3.
- [3] Lang A. E., and Lozano A. M. (1998), "Parkinson's disease—First of two parts," *New. Engl. J. Med.*, vol. 339, pp. 1044–1053.
- [4] Tsanas, A., Little, M. A., McSharry, P. E., & Ramig, L. O. (2009). Accurate telemonitoring of Parkinson's disease progression by noninvasive speech tests. *IEEE transactions on Biomedical Engineering*, 57(4), 884–893.
- [5] Rigas, G., Tzallas, A. T., Tsiouras, M. G., Bougia, P., Tripoliti, E. E., Baga, D., & Konitsiotis, S. (2012). Assessment of tremor activity in the Parkinson's disease using a set of wearable sensors. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(3), 478–487.
- [6] Ho, A. K., Iansek, R., Marigliani, C., Bradshaw, J. L., & Gates, S. (1999). Speech impairment in a large sample of patients with Parkinson's disease. *Behavioural neurology*, 11(3), 131–137.
- [7] Sakar, C. O., & Kursun, O. (2010). Telediagnosis of Parkinson's disease using measurements of dysphonia. *Journal of medical systems*, 34(4), 591–599.
- [8] Logemann, J. A., Fisher, H. B., Boshes, B., & Blonsky, E. R. (1978). Frequency and cooccurrence of vocal tract dysfunctions in the speech of a large sample of Parkinson's patients. *Journal of Speech and hearing Disorders*, 43(1), 47–57.
- [9] Sakar, B. E., Isenkul, M. E., Sakar, C. O., Sertbas, A., Gurgun, F., Delil, S., ... & Kursun, O. (2013). Collection and analysis of a Parkinson speech dataset with multiplexes of sound recordings. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 17(4), 828–834.
- [10] Perez, K. S., Ramig, L. O., Smith, M. E., & Dromey, C. (1996). The Parkinson larynx: tremor and videostroboscopic findings. *Journal of Voice*, 10(4), 354–361.
- [11] M. A. Little, P. E. McSharry, E. J. Hunter, J. Spielman, and L. O. Ramig, "Suitability of dysphonia measurements for telemonitoring of Parkinson's disease," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 56, no. 4, pp. 1010–1022, 2009.
- [12] Rahn III, D. A., Chou, M., Jiang, J. J., & Zhang, Y. (2007). Phonatory impairment in Parkinson's disease: evidence from nonlinear dynamic analysis and perturbation analysis. *Journal of Voice*, 21(1), 64–71.
- [13] Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. Cengage Learning.
- [14] Dejonckere, P. H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., & Woisard, V. (2001). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. *European Archives of Oto-rhino-laryngology*, 258(2), 77–82.
- [15] Bhattacharya, I., & Bhatia, M. P. S. (2010, September). SVM classification to distinguish Parkinson disease patients. In *Proceedings of the 1st Amrita ACM-W Celebration on Women in Computing in India* (p. 14). ACM.