

UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA CLASSIFICAÇÃO DE SINAIS BIOLÓGICOS ASSOCIADOS AO ESTRESSE

Pedro Henrique Leal Silva

Orientador: Carlos Dias Maciel

Universidade de São Paulo

pedrohleal@usp.br

Objetivos

Esse projeto tem como objetivo obter um sistema de análise de sinais fisiológicos associados ao estresse desenvolvido a partir de estruturas baseadas no aprendizado de máquina e redes neurais artificiais no modelo Perceptron Multicamadas. Como objetivo principal, pretende-se analisar a arquitetura de rede que melhor se adapta ao tipo de dado analisado, visando a obtenção de uma classificação mais precisa. Para tanto, obteve-se uma base de dados que combina sinais fisiológicos, de frequência cardíaca e nível de saturação de oxigênio no sangue, obtidos por dispositivos vestíveis e sinais não fisiológicos, de desempenho no Teste de Montreal, para o treinamento da rede.

Métodos e Procedimentos

Para a aquisição de dados, adquiriu-se uma pulseira Mi-Band 6, do fabricante Xiaomi¹, que conta com acelerômetro de 3 eixos, giroscópio de 3 eixos e sensor de frequência cardíaca PPG. Além disso, utilizou-se um dispositivo Pulsioxímetro de modelo SPO 55 da fabricante SilverCrest² para medição de dados relativos à concentração de oxigênio do sangue. A precisão do dispositivo é no intervalo de medição entre 70 e 100% é de ± 2 . As medidas fisiológicas são realizadas de forma não invasiva para a concentração de oxigênio

arterial e frequência cardíaca. Essa técnica é conhecida como fotopletismografia.

Como agente estressante adotou-se o método Montreal [2]. Esse método consiste na proposição de operações aritméticas consecutivas em um dado intervalo de tempo, retornando ao usuário a informação se a resposta fornecida estava correta, errada ou se o tempo hábil para a execução do teste foi ultrapassado. O teste deve ser nivelado, e o grau de dificuldade das operações deve crescer à medida que o indivíduo avança no processo. Deve-se iniciar o teste fornecendo operações básicas de subtração ou adição e concluí-lo com a proposição de cálculos com operações de divisão e multiplicação.

Realizou-se, ao todo, quatro seções para aquisição de dados. Em cada uma delas, obteve-se oito amostras de parâmetros de interesse, sendo eles: frequência cardíaca, concentração média, máxima e mínima de oxigênio no sangue, percepção do nível de estresse subjetivo e desempenho no modelo de agente estressor (porcentagem de acertos e erros). O treinamento da rede, assim como os testes de desempenho, foram executados em linguagem Python, através do ambiente aberto Spider³.

Resultados

Foram analisados dois modelos de arquitetura de redes neurais densas e multicamadas para treinamento e avaliação da base de dados. Ambos os modelos possuem uma arquitetura com seis neurônios de entrada (para receber um conjunto de seis amostras simultâneas

¹ <https://www.mi.com/global/product/mi-smart-band-6/>

² <https://www.healthforyou.lidl>

³ <https://www.spyder-ide.org>

como entrada, uma para cada sinal coletado) e três neurônios de saída.

Tabela 1: Modelos de arquitetura de Rede para Detecção de Estresse. Elaborada pelo autor.

Parametrização		Modelo A	Modelo B
Hiperparâmetros de Rede	Neurônios de Entrada	6	6
	Neurônios de Saída	3	3
	Número de Camadas Escondidas	2	1
	Neurônios por Camada Escondida	3	4
	Ativação da Saída	Softmax	Softmax
Parâmetros de Treinamento	Ativação das Camadas Escondidas	SigmoidLayer	TanhLayer
	Inicialização dos Pesos	random	random
	Épocas de Treinamento	500	500
	Learning rate	0.05	0.1

A distinção entre os modelos propostos está na arquitetura dos *hidden layers*, (número de camadas e número de neurônios por camada), na função de ativação escolhida para seus neurônios (*TanhLayer* ou *SigmoidLayer*) e nos valores dos parâmetros de treinamento adotados (número de épocas e *learning rate*).

Para treinamento e avaliação da rede, dividiu-se a base de dados em duas amostras: base de treino (75% dos dados coletados) e base de teste (25%) dentre as quatro bases de dados coletadas.

Nesse contexto, obteve-se, para cada uma das arquiteturas propostas, uma classificação quanto ao nível de estresse do indivíduo por amostra da base de teste. A partir desses resultados, pode-se avaliar a taxa de acerto e previsibilidade da rede. Adotou-se aqui a nomenclatura I, II e III para simbolizar as divisões entre as classes diversão, neutro e estresse, respectivamente. Para a base de testes, obteve-se as classificações apresentadas, respectivamente, nas Tabelas 02 e 03, para as arquiteturas A e B.

Tabela 2: Resultado do modelo para Detecção de Estresse para Modelo de arquitetura A. Elaborada pelo autor.

Amostra	Saída da Rede	Classe de Saída	Classe de Referência
1	[9.995e-01 2.695e-06 3.992e-04]	I	I
2	[9.870e-01 3.417e-04 1.255e-02]	I	I
3	[9.826e-01 5.087e-04 1.679e-02]	I	I
4	[9.994e-01 3.597e-06 5.245e-04]	I	I
5	[5.056e-05 7.096e-01 2.903e-01]	II	III
6	[4.576e-05 6.915e-01 3.084e-01]	II	III
7	[8.87e-01 9.725e-04 1.113e-01]	I	III
8	[4.444e-05 4.966e-01 5.032e-01]	III	III

Tabela 3: Resultado do modelo para Detecção de Estresse para o Modelo de arquitetura B. Elaborada

pelo autor.

Amostra	Saída da Rede	Classe de Saída	Classe de Referência
1	[8.925e-01 1.771e-04 1.073e-01]	I	I
2	[9.984e-01 1.325e-03 2.609e-04]	I	I
3	[9.969e-01 2.823e-03 2.978e-04]	I	I
4	[9.988e-01 1.792e-04 1.0542e-03]	I	I
5	[3.948e-04 4.544e-01 5.452e-01]	III	III
6	[2.011e-03 9.948e-01 3.194e-03]	II	III
7	[1.805e-02 4.0239e-06 9.819e-01]	III	III
8	[2.504e-04 9.997e-01 8.058e-07]	III	III

Conclusões

Para o modelo A, obteve-se uma taxa de 62,5% de acertos na classificação do nível de estresse percebido pelo indivíduo, enquanto para o modelo B, esse índice foi cerca de 87,50%. Pode-se, então, constatar que a arquitetura B atende de maneira mais eficiente o conjunto de dados em análise e apresenta uma saída mais assertiva quanto à classificação do nível de estresse percebido pelo indivíduo.

Do ponto de vista das limitações e fronteiras do projeto, deve-se destacar que o treinamento da rede é realizado de maneira personalista, portanto, é válido para um único indivíduo.

Uma forma de se contornar esse problema seria a criação de uma base de dados mais robusta, com um maior número de amostras e um maior número de indivíduos.

Em conclusão, o projeto alcançou o objetivo de realizar uma classificação, através de uma rede neural artificial densa e multicamadas, do nível de estresse percebido por um indivíduo e otimizar esse resultados pela escolha de hiperparâmetros de rede e parâmetros de treinamento adequados ao tipo de dado em análise. Ademais, pode-se concluir que o presente trabalho foi relevante para a introdução de técnicas de metodologia de pesquisa científica, construção de algoritmos e técnicas de manipulação de sinais.

Referências Bibliográficas

- [1] SHELLEY, K.; SHELLEY, S.; LAKE, C. Pulse oximeter waveform: photoelectric plethysmography. Clinical monitoring, WB Saunders Company Philadelphia, PA, USA, v. 2, 2001.
- [2] DEDOVIC, K. et al. The montreal imaging stress task: using functional imaging to investigate the effects of perceiving and processing psychosocial stress in the human brain. Journal of Psychiatry and Neuroscience, Journal of Psychiatry and Neuroscience, v. 30, n. 5, p. 319–325, 2005.