

Projetos para curso de pós-graduação em computação do Professor Francisco Javier Roperó Peláez

Alguns destes projetos são passíveis de serem realizados em colaboração com empresas.

PROJETO 1 (mestrado e doutorado)

Título: Utilização de técnicas de IA para estudar a sismicidade decorrente da atividade em usinas hidroelétricas

A mudança de paradigma de modelo energético de combustíveis fósseis para modelos como o solar e o hidroelétrico faz necessário uma análise dos novos modelos enquanto a sua segurança. As usinas hidroelétricas têm sido culpadas do aumento de sismicidade das regiões vizinhas por causa da infiltração de água nas camadas freáticas e o subsequente deslizamento entre elas. O nosso projeto visa utilizar técnicas de inteligência artificial e estatística para conferir essa relação e prever terremotos em função do funcionamento das represas.

Referencias

- *Gupta, H.K. (2002), "A review of recent studies of triggered earthquakes by artificial water reservoirs with special emphasis on earthquakes in Koyna, India." Earth-Science Reviews 58: 279-310*
- *Chen, L.Y. and Talwanim P. (1998), "Reservoir-induced Seismicity in China." Pure and Applied Geophysics 153: 133 - 149*
- *Assumpção, M. et al. (2002), "Reservoir-Induced Seismicity in Brazil." Pure and Applied Geophysics 159 (1-3): 597-617*

Perfil desejado do aluno: Aluno interessado em questões ambientais e em técnicas de IA como redes neurais, lógica difusa e algoritmos genéticos. Aluno precisará programar em Python e Matlab.

Equipamento: Computador notebook no caso do pesquisador não ter.

PROJETO 2 (mestrado e doutorado)

Comunicação das necessidades de paciente acamado utilizando Brain Computer Interface (BCI) baseado em reconhecimento de ondas cerebrais do tipo P300

Atualmente as ondas P300 já estão sendo utilizadas pelo nosso grupo para um outro projeto de controle de um drone. No projeto que apresentamos aqui também desejamos utilizar este tipo de BCI mas, neste caso, para ajudar a um paciente acamado que queira se comunicar não

podendo fazer isso verbalmente (por causa de ter uma traqueostomia ou outras dificuldades). Inicialmente poderá transmitir comandos relativos às suas necessidades hospitalares como chamar um enfermeiro, solicitar a visita do médico ou alguém da família, reclamar por algum desconforto, solicitar a mudança de decúbito ou pedir a medicação. O sistema de reconhecimento já foi parcialmente testado e utiliza uma rede neural do tipo Learning Vector Quantization para reconhecer as ondas P300. Futuramente, a utilização de um sistema invasivo como o Neuralink poderá fornecer melhores resultados. Contudo, pretendemos chegar com nossos projetos até o limite do que pode ser feito com sistemas não invasivos.

Referencias:

- Braga, C.F.R. ; PELÁEZ, F. J. R. . *Learning Vector Quantization for recognizing P300 evoked potential in Brain Computer Interfaces.. In: Neural Engineering (NER), 2013 6th International IEEE/EMBS Conference. November, 2013, 2013, San Diego (USA). Neural Engineering (NER), 2013 6th International IEEE/EMBS Conference, 2013.*
- Oliva, B. S. ; Peláez, F. J. R. . *Reconhecimento do piscar intencional com perceptron multicamadas para aplicação em interfaces cérebro-computador. In: Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional (CBIC 2017), 2017, Rio de Janeiro, Brazil. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional-, 2017.*

Perfil desejado do aluno:

1 psicólogo com conhecimentos de computação. Supõem-se conhecimentos de Python, Matlab e Tensor Flow.

Equipamento: Computador notebook no caso do pesquisador não ter.

PROJETO 3 (mestrado e doutorado)

Retrato falado “sem fala” via reconhecimento de onda P300

O projeto consiste em realizar um retrato falado sem precisa falar nada, somente pensando na pessoa. O projeto é relativamente complexo porque o pesquisador precisa dominar varias áreas como redes neurais, algoritmos genéticos, reconhecimento de onda P300 y extração de autofaces. Este projeto é continuidade do projeto anterior podendo ser feito um mestrado com o projeto anterior e um doutorado com o presente projeto. A pessoa que deseja comunicar a imagem de uma pessoa precisa colocar na frente o dispositivo BCI (leitor de EEG), e depois olhar para uma tela onde são apresentados diversos rostos até que, no final o rosto pensado aparece. E possível que as pessoas com início de Alzheimer não consigam realizar uma reconstituição muito satisfatória pelo que este sistema poderia ser utilizado para detectar precocemente a fase MCI (Mild Cognitive Impairment) da doença de Alzheimer.

Referencias

- Kitani, Edson Caoru; Thomaz, Carlos E. . *Um Tutorial sobre Análise de Componentes Principais para Reconhecimento Automático de Faces. 2006.*
- Kitani, Edson Caoru; Hernandez, Emilio del Moral ; GIRALDI, G. A. ; THOMAZ, CARLOS E. . *Exploring and understanding the high dimensional and sparse image face space: a self-organized manifold mapping. In: Peter. Corcoran, Ed.. (Org.). New Approaches to Characterization and Recognition of Faces. Rijeka: InTech, 2011, v. , p. 225-238.*

- Kitani, Edson Caoru; Thomaz, Carlos. *Análise de Discriminantes Lineares para Modelagem e Reconstrução de Imagens de Face*. In: XXVII Congresso da SBC - VI Encontro Nacional de Inteligência Artificial, 2007, Rio de Janeiro. In: *Anais do XXVII Congresso da SBC - VI ENIA 2007*, 2007. p. 962-971.

Perfil desejado do aluno:

1 pesquisador/a na área neurocomputação ou neurociência computacional.

Equipamento: Será preciso fotografar faces e processar as imagens em computador. Será preciso 1 notebook no caso do pesquisador não ter.

PROJETO 4 (mestrado)

Aumentando os tipos de fobias que podem ser tratadas no Museu Virtual das Fobias.

Resumo: O Museu Virtual das Fobias é um Museu visualizado com um capacete de realidade virtual onde a pessoa pode visualizar pinturas cujas imagens tem características terapêuticas que são diferentes dependendo do tipo de fobias. A característica destas imagens é terem “componentes principais” semelhantes aos do objeto fóbico não sendo o objeto fóbico. Por exemplo no caso da aracnofobia a imagem de “cabelo rastafari” pode evocar algumas características ou componentes do objeto fóbico: uma aranha. A eficiência da terapia para a aracnofobia já foi confirmada num artigo na revista “Neural Plasticity”. A ideia é aumentar os tipos de fobias que podem ser tratadas mudando as coleções expostas no museu. Assim o museu poderia “albergar” coleções de “pinturas” terapêuticas para outras fobias como fobia de barata, de cobra, de avião, etc.

Referencias:

Granado, L. C., Ranvaud, R., & Peláez, J. R. (2007). *A Spiderless Arachnophobia Therapy: Comparison between Placebo and Treatment Groups and Six-Month Follow-Up Study*. *Neural Plasticity*, 2007, 1–11. doi:10.1155/2007/

Perfil desejado do aluno:

1 Um bacharel em Ciências da Computação especializado em linguagem Android e processamento de imagens: O trabalho dele consistirá em arrecadar as imagens necessárias para cada fobia exposta no Museu e realizar pequenas modificações no programa anterior.

Equipamento: Notebook no caso do aluno não ter. Tal vez seria necessário comprar algumas imagens em repositórios de imagens embora existam repositórios gratuitos.

PROJETO 5 (mestrado e doutorado)

Integração das partes do cérebro computacional já realizadas

Durante os últimos 25 anos temos desenvolvido diversos modelos computacionais de várias partes do cérebro: 1. Modelo do tálamo 2. Modelo do Koniocortex 3. Modelo do córtex

Segundo estes modelos o tálamo age como se fosse uma filmadora capturando uma “instantânea fotográfica” (uma percepção) a cada 120 msec. Durante os primeiros 100 msec acontece o processamento de cada unidade perceptual. Neste intervalo o tálamo divide cada percepção em componentes ortogonais chamadas componentes principais. A cada 100msec. encontram-se em volta de sete componentes (de 5 para 9) que vão aparecendo em ordem de importância sendo o primeiro o mais importante. Esta tarefa é realizada simultaneamente em várias parcelas (ou sub-áreas) do campo perceptivo. Todo este processo é feito no modo lento de disparo dos neurônios tálamo-corticais. Após 100 msec. e até uns 120 msec., os neurônios que processam cada componente principal começam a disparar rajadas de altíssima frequência (modo rajada). O córtex não consegue “ouvir” o modo lento, mas sim o modo “rajada”, e por isso que somente no intervalo de 100 para 120 msec os componentes principais de cada sub área são “ouvidos” pelo koniocórtex. Então o primeiro neurônio do koniocortex ativa-se quando recebe todos os componentes processados em primeiro lugar em cada parcela e assim sucessivamente. Deste modo acontece uma compressão imensa da informação em que cada neurônio do koniocortex condensa a informação de milhões de neurônio vinda do tálamo. Cada um de sete neurônios aproximadamente do koniocortex sintetizam cada um dos sete componentes de uma unidade perceptual. Os disparos sequenciais destes sete neurônios (aprox.) são somados temporalmente nos neurônios piramidais do córtex. Após a soma, cada neurônio piramidal do córtex sintetiza toda a informação de uma unidade perceptual. Ou seja, ao longo de estas etapas aconteceu um processo de compressão da informação em uma unidade perceptual que conclui com o reconhecimento desta unidade perceptual quando um único neurônio piramidal dispara. Este é o processo de criação de uma instantânea fotográfica a cada 100 msec onde cada instantânea fotográfica termina acionando um único neurônio piramidal. Sequenciando cada fotograma (instantânea fotográfica) cria-se um filme e isto mesmo é o que acontece no córtex quando os disparos dos neurônios piramidais se sequenciam e está sequência é aprendida. Deste modo o córtex permite a gravação (memorização) de sequencias. Atualmente estamos trabalhando nesta parte. Contudo a associação final entre as tarefas do tálamo, koniocortex e córtex precisa ser realizada.

Referencias

- Peláez, F. J. R.. *Plato's theory of ideas revisited. Neural Networks, Holanda, v. 10, n.7, p. 1269-1288, 1997.*
- Peláez, F. J. R.. *Towards a neural network based therapy for hallucinatory disorders (Special Issue). Neural Networks, Holanda, v. 13, n.2000, p. 1047-1061, 2000.*

Perfil desejado do aluno:

1 pesquisador/a na área de neurocomputação ou neurociência computacional.

Equipamento: Um computador de alta velocidade de processo (7000R\$) e o programa Matlab (~12000R\$) para realizar as simulações. O ideal seria ter uma estação de trabalho (120000R\$)

com o Matlab instalado nela para poder permitir a computação de milhões de neurônios simultaneamente.

PROJETO 6 (mestrado)

Modelo computacional do “portão da dor” na fibromialgia.

Numa pesquisa anterior fizemos um modelo neuro-computacional do chamado “portão da dor” que explica a maioria das dores de tipo neuropático, como a dor do “membro fantasma”, a dor na esclerose múltipla, etc. porém a dor da fibromialgia não foi mencionada nessa pesquisa. Recentemente foi encontrado que a fibromialgia consiste numa neuropatia das fibras finas que transmitem a dor desde a pele. Acrescentando essa informação no nosso modelo neuro-computacional poderemos entender melhor por que a fibromialgia acontece, e tal vez, sugerir tratamentos para tratar esta doença, como já fizemos a partir do modelo da enfermidade de Alzheimer.

Referencia:

- *Martínez-Lavín, M. (2018). Fibromyalgia and small fiber neuropathy: the plot thickens! Clinical Rheumatology. doi:10.1007/s10067-018-4300-2*
- *Melzack, R. e Wall, P. D. Pain mechanisms: a new theory. Science. v. 150, n. 3699, p. 971-9. 1965.*
- *Francisco Javier Ropero Peláez, Shirley Taniguchi, "The Gate Theory of Pain Revisited: Modeling Different Pain Conditions with a Parsimonious Neurocomputational Model", Neural Plasticity, vol. 2016, Article ID 4131395, 14 pages, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/4131395>*

Perfil desejado do aluno:

1 pesquisador em neurociencia. Podendo ter bolsa para realizar a pesquisa. Pode ser bolsa de mestrado. A maior parte do trabalho já esta pronto

Equipamento: Computador notebook.

PROJETO 7 (mestrado)

Calculando os pesos do bias usando plasticidade intrínseca

As redes neurais do tipo perceptron multicamada possuem um neurônio cujo output é sempre igual a -1 chamado de neurônio bias. Os pesos dos neurônios que recebem este output são calculados costumeiramente seguindo a mesma regra com a qual são atualizados os demais pesos da rede neural. A proposta deste projeto é realizar o treino destes pesos de modo diferente ao resto dos pesos, mediante a equação que ajusta o deslocamento da sigmoide nos neurônios biológicos reais: a equação da chamada plasticidade intrínseca. Acreditamos que com

este ajuste inspirado nos neurônios biológicos, a rede neural poderá melhorar a sua convergência e velocidade de treino.

Referencia:

- *F J Ropero-Pelaez, D Andina (2013) Do biological synapses perform probabilistic computations? Neurocomputing 114: 24-31 August.*
- *Desai NS, Rutherford LC, Turrigiano GG (1999). "BDNF regulates the intrinsic excitability of cortical neurons". Learning & Memory. 6 (3): 284-91. doi:10.1101/lm.6.3.284 (inactive 31 October 2021).*

Perfil desejado do aluno:

- 1 pesquisador/a na área de neurocomputação ou neurociência computacional.

Equipamento: Computador notebook.

PROJETO 8 (mestrado)

Identificando as faces “mais fáceis” de serem esquecidas pelos pacientes de Alzheimer

Este projeto possui três objetivos: o primeiro é antecipar quais serão as faces com mais chance de serem esquecidas dentro do conjunto de faces de familiares e amigos de um paciente com Alzheimer. O segundo objetivo é incentivar a comunicação dos pacientes com os familiares que tem mais chance de serem esquecidos. Em terceiro lugar demonstrar uma teoria segundo a qual o cérebro lembra as faces a partir de faces elementais ideais, as auto-faces, que com diferentes graus de superposição podem gerar qualquer face real. A partir de um conjunto de faces é possível encontrar computacionalmente as autofaces que são de diferente importância. As auto-faces menos importantes são as que estariam em maior proporção nas faces “mais fáceis” de serem esquecidas.

Referencias

- *Kitani, Edson Caoru; Thomaz, Carlos E.. Um Tutorial sobre Análise de Componentes Principais para Reconhecimento Automático de Faces. 2006.*
- *Kitani, Edson Caoru; Hernandez, Emilio del Moral ; GIRALDI, G. A. ; THOMAZ, CARLOS E. . Exploring and understanding the high dimensional and sparse image face space: a self-organized manifold mapping. In: Peter. Corcoran, Ed.. (Org.). New Approaches to Characterization and Recognition of Faces. Rijeka: InTech, 2011, v. , p. 225-238.*

Perfil desejado do aluno:

- 1 pesquisador/a na área de neuro computação ou neurociência computacional.

Equipamento: Será preciso fotografar e processar as imagens em computador. 1 notebook no caso do pesquisador não ter.