



Universidade do Minho

Departamento de Informática

Mestrado [Integrado] em Engenharia Informática

Perfil SISTEMAS INTELIGENTES

Aprendizagem Profunda (Deep Learning)

1º Ano, 2º Semestre

Ano letivo 2021/2022

Projeto prático

Abril, 2022

Tema

Conceção e otimização de um modelo de Aprendizagem Profunda

Objetivos de Aprendizagem

Com a realização deste trabalho prático pretende-se sensibilizar e motivar os alunos para a conceção e desenvolvimento de um projeto de *Deep Learning* utilizando as técnicas abordados ao longo do semestre.

Enunciado

Com o envelhecimento da população, verifica-se um aumento da prevalência de doenças neurodegenerativas, o que coloca um fardo crescente nas sociedades. O envelhecimento normal é caracterizado por alterações do cérebro e da cognição que têm uma elevada variabilidade interindividual.

Sabe-se que estas taxas distintas de envelhecimento são influenciadas por vários factores (por exemplo, genéticos, de estilo de vida, ambientais). Ultimamente, modelos de aprendizagem profunda têm sido desenvolvidos para efetuar a previsão da idade, que permitem medir a "lacuna cerebral", ou seja, a diferença entre a idade prevista do cérebro e a idade cronológica (Figura 1). Estes modelos podem ajudar a identificar estas diferentes taxas de envelhecimento (por exemplo, quando a diferença entre a idade do cérebro > 0 , há um envelhecimento acelerado) e, assim, podem ajudar no desenvolvimento de novos biomarcadores de doenças neurodegenerativas e ajudar no estabelecimento de um diagnóstico mais precoce. Os trabalhos anteriores utilizaram sobretudo características da Ressonância Magnética estrutural e poucos exploraram o uso da RM de difusão para construir modelos de previsão da idade do cérebro.

Tendo isto em conta, construímos um conjunto de dados com dados de conectividade estrutural estimados a partir da RM de difusão (Figura 2).

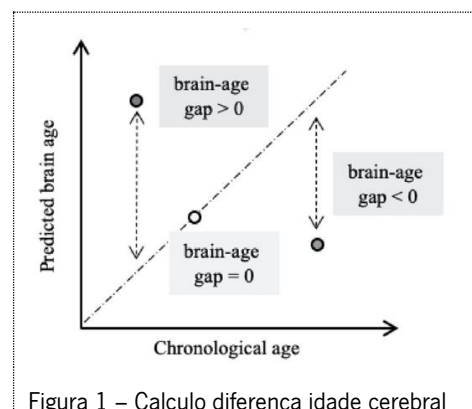


Figura 1 – Cálculo diferença idade cerebral

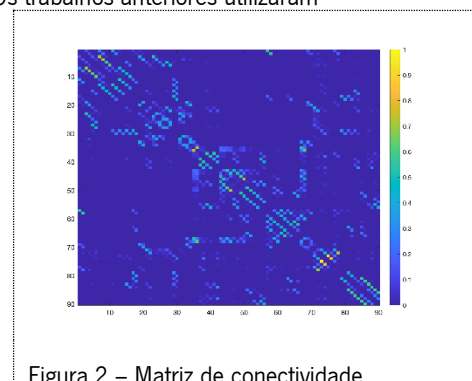


Figura 2 – Matriz de conectividade

Realizámos uma tractografia probabilística para estimar a conectividade estrutural entre as regiões do atlas AAL (Automated Anatomical Labelling) (Figura 3).

A correspondência das etiquetas deste atlas pode ser consultado [aqui](#).

Com este trabalho, espera-se que os grupos desenvolvam e otimizem um modelo de aprendizagem profunda capaz de prever a idade do cérebro a partir de características de conectividade estrutural.

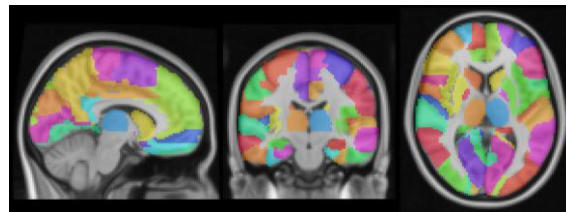


Figura 3 – Atlas de rotulagem anatómica automatizada

O Projeto pratico de avaliação em grupo incidirá sobre as seguintes tarefas:

- Consultar e analisar o **dataset** disponível em <https://www.kaggle.com/competitions/bap-imgap-212022>
 - O link anterior redireciona para a plataforma *Kaggle* onde foi criada uma competição. O *dataset* a utilizar na competição, assim como todos os detalhes do funcionamento da mesma, estão disponíveis no referido link;
 - O primeiro passo consiste em aceder à plataforma *Kaggle*, utilizando o seguinte link para se inscreverem na competição:
 - <https://www.kaggle.com/t/b8d9e525967b41a3a009b55320677f6a>
 - Devem, de seguida, formar equipas com os restantes elementos do grupo a que pertence. O nome da equipa deverá seguir o formato **GRUPO_<CURSO>_<X>** onde **<CURSO>** corresponde ao curso de mestrado (MEI ou MIEI) e **<X>** ao número do grupo. Não poderão efetuar submissões na plataforma *Kaggle* enquanto o grupo se apresentar incompleto.
- Explorar, analisar e preparar o *dataset*, procurando extrair conhecimento relevante no contexto do problema em questão.
- Conceção e otimização de um modelo de Deep Learning para o problema:
 - Deverão submeter os resultados obtidos na plataforma *Kaggle* de forma a obter a *MAE* do modelo;
 - Existe um **limite diário de 2 submissões válidas** pelo que deverão procurar começar as submissões assim que possível. A competição encerra no dia **13 de maio de 2022**.
- Obtenção e análise crítica de resultados, identificando eventuais sujeitos para os quais o modelo tem dificuldade em fazer a previsão (erros elevados);
- Interpretação do modelo desenvolvido apurando quais as conexões cerebrais mais relevantes para a previsão da idade do cérebro.

Os resultados obtidos deverão ser objeto de um relatório, limitado a 10 páginas, que apresente, entre outros:

Entrega e Avaliação

- Qual a metodologia seguida e como foi aplicada;
- Descrição e exploração detalhada do *dataset* e de todo e qualquer tratamento efetuado;
- Descrição do modelo desenvolvido, quais as suas características, como e sobre que hiperparâmetros foi realizado o *tuning* do modelo, gráficos do processo de treino, entre outros detalhes que seja oportuno fornecer;
- Sumário dos resultados obtidos e respetiva análise crítica, identificando os casos mais difíceis de prever de entre o conjunto de treino.
- Apresentação de sugestões e recomendações após análise dos resultados obtidos e do modelo desenvolvido.

Todo o processo deverá ser acompanhado de exemplos e indicações que permitam reproduzir todos os passos realizados assim como os resultados obtidos.

No dia **16 de maio de 2022** decorrerão as sessões de apresentação do trabalho desenvolvido. Os grupos de trabalho deverão submeter antecipadamente as suas apresentações na plataforma de e-learning da Universidade do Minho (em "*Conteúdo/ Projeto Prático (para avaliação)/ Submissão apresentação*"). Deste modo evita-se andar a trocar de computador no dia da apresentação. Cada grupo disporá de 10 minutos para realizar a apresentação, utilizando os meios que considerar mais adequados.

O relatório, assim como os restantes materiais produzidos, deverão ser compactados num único ficheiro zip que deverá ser submetido, por um elemento do grupo, na plataforma de e-learning da Universidade do Minho (em "*Conteúdo/ Projeto Prático (para avaliação)/ Submissão Projeto Prático*"). As submissões deverão ser realizadas até ao final do dia **13 de maio de 2022**.

Código de Conduta

Os participantes do presente trabalho académico declaram ter atuado com integridade e confirmam que não recorreram à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração. Mais declaram que conhecem e respeitaram o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Avaliação pelos pares

Cada grupo deverá realizar uma análise coletiva sobre o contributo e esforço que cada elemento deu para o avanço do trabalho. Dessa análise devem conseguir identificar os membros que trabalharam acima, na e abaixo da média. Para esta componente de avaliação está previsto 1 valor para cada aluno (5% da avaliação) que reflete a sua contribuição individual no desenvolvimento do instrumento.

Para tal, cada grupo deverá enviar um email para valves@di.uminho.pt com todos os elementos da equipa em CC. O assunto deverá ser "AP - Avaliação pares".

No texto do email deverão indicar para cada elemento do grupo, o respetivo delta (parcela a somar à nota desta componente). Lembra-se que os delta podem ser negativos, nulos ou positivos e que, em cada grupo, o somatório dos deltas deve ser igual a 0.00

Exemplo 1 (todos os alunos recebem 1 valor correspondendo a um esforço igual entre todos):

PG1234 João Silva DELTA=0
PG5678 António DELTA=0
PG9123 Maria DELTA=0

Exemplo 2 (O António recebe 2 valores, o João e a Maria recebem 0.5 valores nesta componente):

PG1234 João Silva DELTA= -0.5
PG5678 António DELTA= 1
PG9123 Maria DELTA= -0.5