

1 Qual é o objetivo?

Este projeto tem como objetivo avaliar a identificação de indivíduos a partir de fragmentos de impressões digitais extraídos de imagens de latentes, usando abordagens baseadas em redes neurais.

Para tanto, vamos utilizar uma rede neural, denominada FingerNet [1], a qual localiza uma ou mais impressões digitais em uma imagem de latente (Figura 1a), gera uma máscara com a extensão espacial da região de interesse (Figura 1b), extrai esta região aplicando um realce na imagem (Figura 1c) e detecta minúcias (pontos característicos) da impressão digital com a orientação do fluxo das papilas (linhas da impressão digital) nesses pontos (Figura 1d).

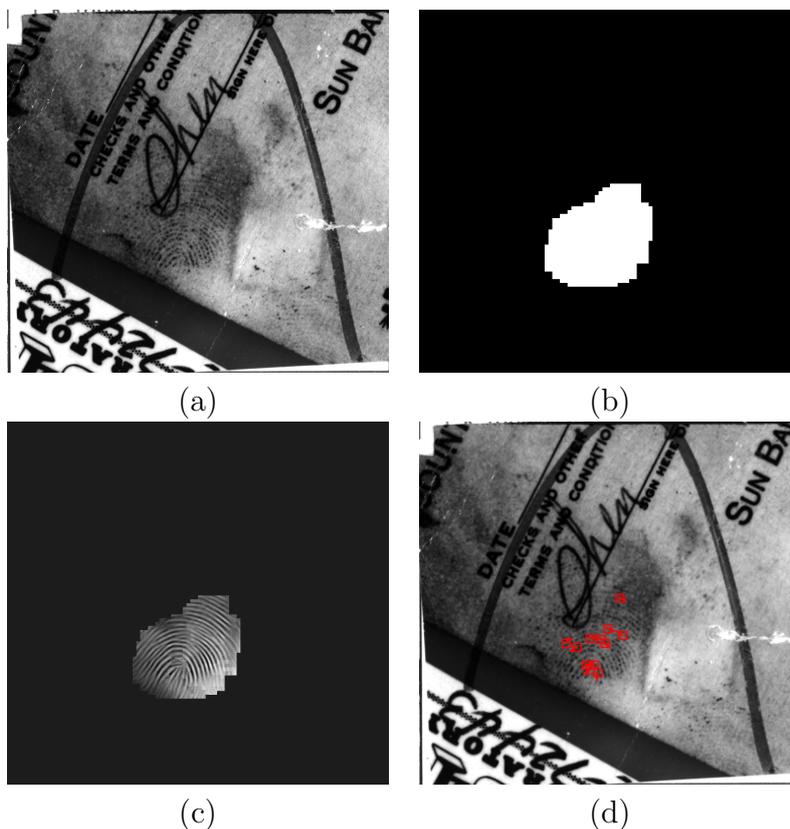


Figura 1: (a) Imagem original de uma latente, (b) máscara de segmentação da impressão digital detectada, (c) imagem de realce da região de interesse, e (d) minúcias detectadas na imagem (c).

As minúcias, gravadas em um arquivo texto, podem ser usadas posteriormente para gerar um template (grafo) biométrico. A comparação (matching) entre templates de

imagem latente e templates de imagens de impressões digitais completas (imagens de referência) é usada para selecionar os $n > 1$ indivíduos mais prováveis. Uma segunda fase de comparação usando informações extras das imagens é normalmente adotada para identificar o indivíduo mais provável entre os selecionados.

Um dos problemas da comparação entre templates biométricos é que se o indivíduo correto não estiver selecionado entre os mais prováveis, a sua identificação na etapa posterior será impossível.

Neste projeto vamos avaliar uma abordagem computacionalmente mais cara, porém supostamente mais garantida de incluir o indivíduo correto entre os mais prováveis. A ideia é utilizar uma outra rede neural, treinada para comparar subimagens de impressões digitais gerando uma medida de distância. A menor distância entre um fragmento de impressão digital extraído de uma latente e subimagens de uma imagem de referência define a distância entre o fragmento e a referência. As n referências mais próximas de cada fragmento deverão ser selecionadas e espera-se que o indivíduo correto esteja entre elas para um n baixo (e.g., $n \leq 10$).

2 Como desenvolver o projeto?

Para alcançar o objetivo acima, vocês devem inicialmente ler sobre o assunto (partindo das referências [1, 2]) e verificar se existem códigos disponíveis que possam ajudar nas fases envolvidas neste projeto. Em seguida, vocês devem se concentrar nos códigos disponibilizados nas pastas denominadas fases 01 e 02 do projeto, podendo avaliar também códigos que julgarem ser mais promissores para resolver o problema.

A fase 01 consiste em adaptar o código disponibilizado para comparar subimagens de impressões digitais. Nesta pasta vocês irão encontrar bases de imagens de referência e scripts Python para treinar, testar e executar a rede neural.

A comparação está sendo feita entre imagens de referência, então vocês devem gerar nova base de dados para treinar e testar a comparação entre subimagens dessas imagens, assumindo que a menor distância entre uma subimagem de busca e as subimagens extraídas de uma imagem de referência é a distância entre a subimagem de busca e a imagem de referência.

A rede neural dada também deve ser modificada para aumentar a eficácia do processo – i.e., você quer que o indivíduo correto esteja entre os n mais próximos da subimagem de busca e que n seja um número baixo (e.g., $n \leq 10$). As subimagens da referência podem ser extraídas com tamanhos $w \times w$ iguais ao da subimagem de busca e deslocamentos (d, d) fixos, podendo ter sobreposição (i.e., $d < w$) entre elas. Notem que a entrada da rede tem tamanhos fixos $W \times W$ que podem ser diferentes de $w \times w$, então as imagens deverão ser escaladas para tamanhos $W \times W$ antes de passarem pela rede.

Na fase 02, a primeira tarefa será a atualização do código Tensorflow-Keras para PyTorch. Ao fazer isso, separem os scripts para treino, teste e extração dos resultados da FingerNet. O modelo desta rede já foi treinado, então não precisam retreinar ele novamente. Basta salvar o modelo no formato do PyTorch.

A base de dados em fase 02 contém duas pastas, latent e reference, para a execução do projeto. Usando a máscara de segmentação do fragmento de impressão digital de uma latente (pasta latent), vocês devem utilizar os códigos adaptados da fase 01 para buscar

o indivíduo entre os $n \leq 10$ mais prováveis na base de referência (pasta reference).

3 Resumo das tarefas, acompanhamento e prazos.

Para cada tarefa você deverá ter uma seção no relatório descrevendo os resultados da tarefa (tabelas e imagens) e, quando for o caso, a metodologia adotada (i.e., como preparou a base de dados, o modelo da rede, hiperparâmetros adotados no treino, etc.).

As aulas serão utilizadas para discussão das dificuldades e avanços obtidos por vocês durante o projeto.

As tarefas são resumidas abaixo com os seus respectivos prazos.

1. Estudo preliminar sobre a literatura de identificação de indivíduos por impressão digital e pesquisa de códigos disponíveis (05/04/2022).
2. Adaptação dos scripts da fase 01 para treinar a rede a comparar fragmento de impressão digital com imagens de referência (03/05/2022).
3. Avaliação dos scripts adaptados na fase 01 usando as bases de imagens desta fase modificadas para esta tarefa (17/05/2022).
4. Escrita de uma versão parcial do relatório contendo os resultados das tarefas acima (**entrega do relatório parcial**, 24/05/2022).
5. Reformulação dos scripts da fase 02 para scripts em PyTorch (28/06/2022).
6. Utilização do novo script PyTorch da fase 02 para extração de fragmentos de impressão digital em latentes e avaliação da identificação de indivíduos na base de referência usando os fragmentos extraídos de latentes (07/07/2022).
7. Escrita da versão final do relatório contendo os resultados do projeto (**entrega do relatório final**, 14/07/2022).

Referências

- [1] Yao Tang, Fei Gao, Jufu Feng, Yuhang Liu. FingerNet: An Unified Deep Network for Fingerprint Minutiae Extraction. *IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB)*, 2017, code: <https://github.com/592692070/FingerNet>, pdf: <https://arxiv.org/abs/1709.02228>.
- [2] Haruna Chiroma. Deep Learning Algorithms based Fingerprint Authentication: Systematic Literature Review. *Journal of Artificial Intelligence and Systems*, 3, 157-197, 2021, pdf: <https://doi.org/10.33969/AIS.2021.31010>.