

# Relatório do Laboratório 9: Redes Neurais Convolucionais

Isabelle Ferreira de Oliveira  
CT-213 - Engenharia da Computação 2020  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)  
São José dos Campos, Brasil  
isabelle.ferreira3000@gmail.com

**Resumo**—Esse relatório documenta a cópia de um movimento de caminhada de um robô humanoide usando a técnica chamada *imitation learning*. Para isso, foi utilizado o *framework* de *Deep Learning* Keras, que facilita o uso do *framework* Tensorflow.

**Index Terms**—*Imitation learning, deep learning, Keras, Tensorflow*

## I. INTRODUÇÃO

*Deep learning* é um tipo de aprendizado de máquina que treina para aprender através do reconhecimento de padrões em várias camadas de processamento. Entre as tarefas possíveis realizáveis estão o reconhecimento de fala, identificação de imagem e previsões, entre outras tarefas realizadas por seres humanos.

Esse tipo de estratégia possibilita, também, aprender por imitação. Assim, o comportamento desejado (uma política de controle, por exemplo) é copiado usando aprendizado supervisionado.

O *framework* Keras facilita o uso do *framework* Tensorflow para problemas de *Deep learning*, transformando a implementação, treino e resultado da rede neural em chamadas de API. O funcionamento dessas chamadas pode ser visto a seguir. Em seguida, será apresentado como isso foi aplicado no contexto do laboratório.

---

```
from keras import models
```

```
# Creates the neural network model in Keras
model = models.Sequential()
```

---

*Sequential()* cria uma pilha linear de camadas.

---

```
from keras import layers, activations,
regularizers
```

```
# Adds the first layer
model.add(layers.Dense(num_neurons,
    activation=activations.some_function,
    input_shape=(input_size,),
    kernel_regularizer=regularizers.l2(lambda)))
```

```
# Adds another layer (not first)
model.add(layers.Dense(num_neurons,
    activation=activations.some_function,
    kernel_regularizer=regularizers.l2(lambda)))
```

---

Para a criação de uma camada na rede neural através do Keras, utiliza-se a função *model.add(layers.Dense())*, sendo o primeiro argumento referente ao número de neurônios nessa camada; "activation" configura a função de ativação; "input\_shape" representa o tamanho da entrada; e "kernel\_regularizer" configura a regularização para essa camada.

---

```
from keras import losses, optimizers, metrics
```

```
# Configures the model for training
model.compile(optimizer=optimizers.Adam(),
    loss=losses.binary_crossentropy,
    metrics=[metrics.binary_accuracy])
```

```
# Trains the model for a given number of
epochs
history = model.fit(inputs,
    expected_outputs,
    batch_size=size_of_batch,
    epochs=num_epochs)
```

---

Por fim, configura-se o modelo para o treino, escolhendo o otimizador, a função de custo e as métricas; e se treina o modelo para um determinado conjunto de entrada, tendo as saídas esperadas, o tamanho do batch e quantas épocas serão efetuadas.

## II. IMPLEMENTAÇÃO

Para a implementação da rede neural conforme os parâmetros requisitados pelo roteiro do laboratório [1] e apresentada na tabela da Figura ??, era necessário utilizar do código de adição de camadas a uma rede, além de configuração e treino do modelo, apresentado na Introdução.

Tendo em vista que em *keras.activations* não há função de ativação Leaky ReLU, utilizou-se a recomendação sugerida pelo roteiro [1] para usar Leaky ReLU no Keras, ou seja, foi adicionado uma camada do tipo LeakyRelu após ter definido uma camada (usando função de ativação linear).

Além disso, para configurar o modelo, setou-se o parâmetro *loss* da função *compile()* para *losses.mean\_squared\_error*, uma vez que foi utilizado erro quadrático.

Por fim, para treinar, o tamanho do *batch* foi o tamanho total de entradas, para que seja usado todo o *dataset* em cada iteração do treinamento.

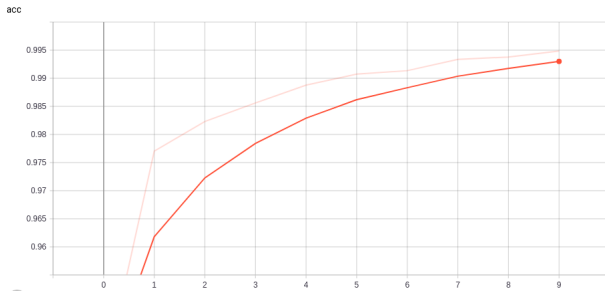


Figura 1. Arquitetura da rede neural usada para o imitation learning. Essa imagem foi apresentada no roteiro [1]

### III. RESULTADOS E CONCLUSÕES

#### A. Estudo de implementação de Rede Neural com Keras

O código do arquivo *test\_keras.py* foi estudado para se entender a utilização do *framework* Keras na implementação de redes neurais. O que foi aprendido resultou no texto escrito na Introdução.

#### B. Análise do efeito de Regularização

Esse arquivo *test\_keras.py* continha a implementação do aprendizado das funções "soma maior que zero" e "xor" para diferentes valores de regularização.

Após a execução desse arquivo, obteve-se os resultados apresentados nas Figuras de ?? a ??, sendo as Figuras ?? e ?? os *dataset* utilizados para as funções "soma maior que zero" e "xor", respectivamente.

Analisando os resultados, é possível notar que em todas as situações (com e sem regularização, e para as duas funções) a rede obteve uma classificação satisfatória. A classificação com regularização, entretanto, apresentou-se muito mais acertiva, conforme se pode observar pela comparação das Figuras ?? e ?? para "soma maior que zero" e ?? e ?? para "xor".

A questão da convergência da função de custo também pode ser comparada. Para os casos com regularização, a convergência se deu bem antes em número de épocas. Isso pode ser observado nas Figuras ?? e ??, para "soma maior que zero" e nas Figuras ?? e ?? para "xor".

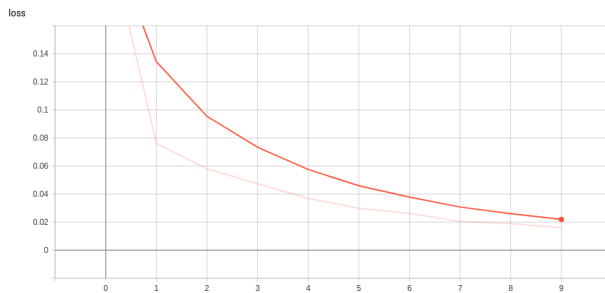


Figura 2. Dataset utilizado para o aprendizado da função  $soma > 0$

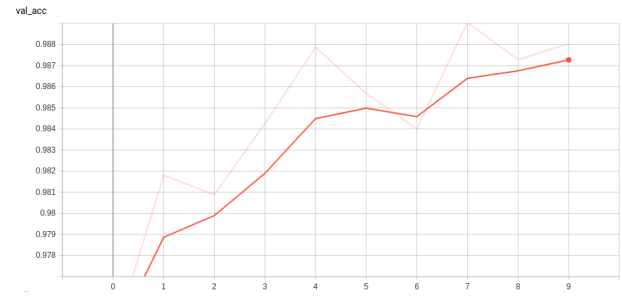


Figura 3. Convergência da função de custo para a função  $soma > 0$ , sem regularização.

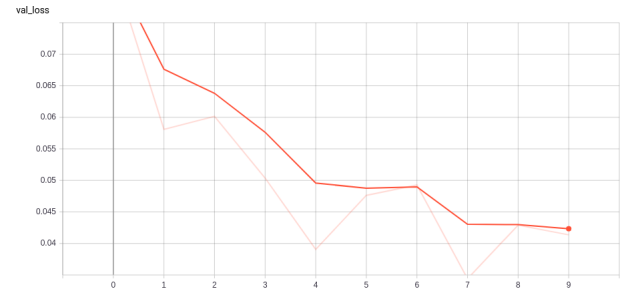


Figura 4. Resultado da classificação por rede neural para a função  $soma > 0$ , sem regularização.

#### C. Imitation Learning

Após a implementação da rede neural com Keras conforme o explicado na seção Implementação, os resultados obtidos estão apresentados nas Figuras de ?? a ?? . A comparação entre os gráficos de azul (curva original) e laranja (função aprendida por rede neural) dessas figuras demonstra que a implementação aconteceu de maneira satisfatória, uma vez que as funções ficaram bastante semelhantes.

Tendo em vista o que foi apresentado, pode-se notar, por fim, que algoritmos de *Deep learning* e o *framework* Keras

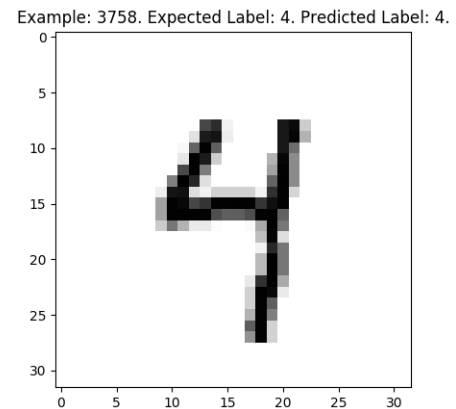


Figura 5. Convergência da função de custo para a função  $soma > 0$ , com regularização.

Example: 4449. Expected Label: 6. Predicted Label: 6.

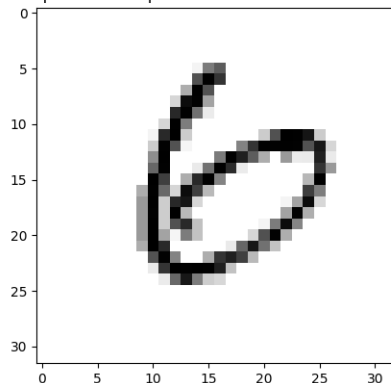


Figura 6. Resultado da classificação por rede neural para a função  $soma > 0$ , com regularização.

Example: 2439. Expected Label: 2. Predicted Label: 2.

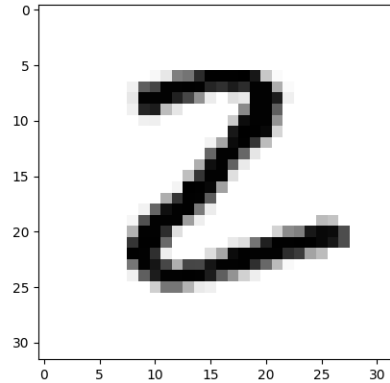


Figura 9. Resultado da classificação por rede neural para a função  $xor$ , sem regularização.

Example: 1798. Expected Label: 3. Predicted Label: 3.

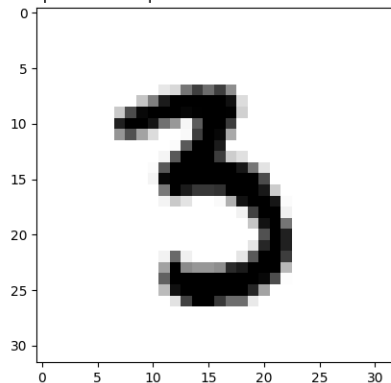


Figura 7. Dataset utilizado para o aprendizado da função  $xor$ .

Example: 8. Expected Label: 5. Predicted Label: 6.

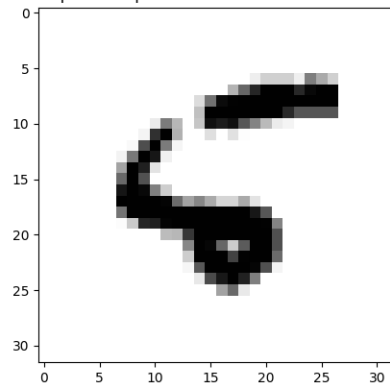


Figura 10. Convergência da função de custo para a função  $xor$ , com regularização.

Example: 2082. Expected Label: 2. Predicted Label: 2.

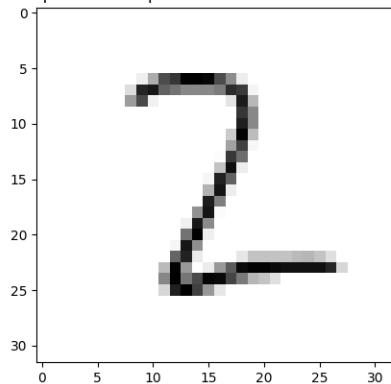


Figura 8. Convergência da função de custo para a função  $xor$ , sem regularização.

Example: 92. Expected Label: 9. Predicted Label: 4.

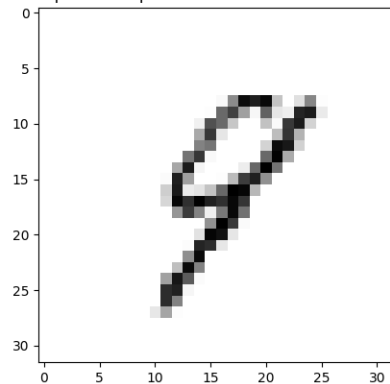


Figura 11. Resultado da classificação por rede neural para a função  $xor$ , com regularização.

realmente se demonstraram eficazes em realizar aprendizado por imitação.

#### REFERÊNCIAS

- [1] M. Maximo, "Roteiro: Laboratório 8 - Imitation Learning com Keras". Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Computação. CT-213, 2019.

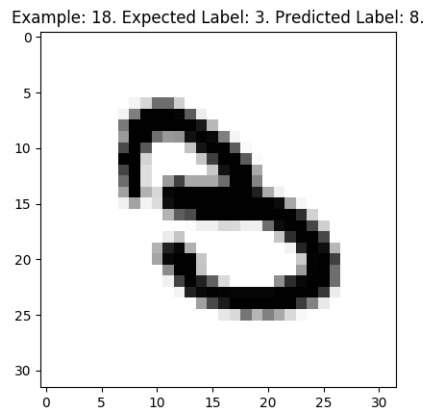


Figura 12. Resultado da classificação por rede neural para a função *soma* > 0.

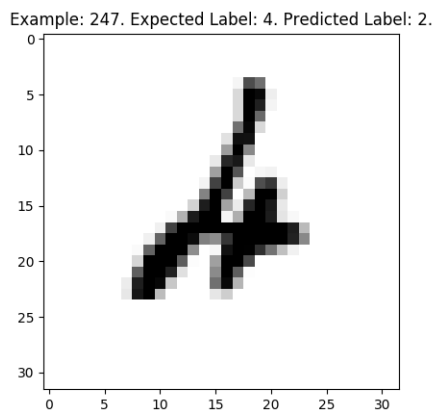


Figura 13. Resultado do *Imitation learning* para Right Ankle Roll.

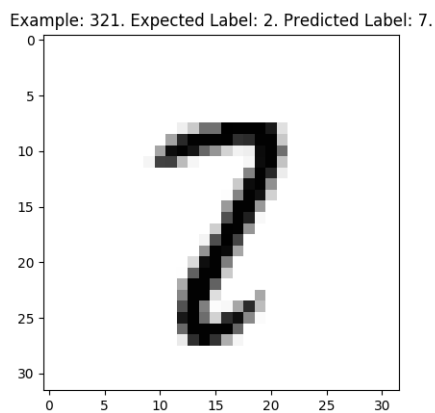


Figura 14. Resultado do *Imitation learning* para Right Hip Pitch.