



Restauração de imagens com redes neurais

Lucas A. Rodrigues
lucas.antunes.rodrigues@usp.br

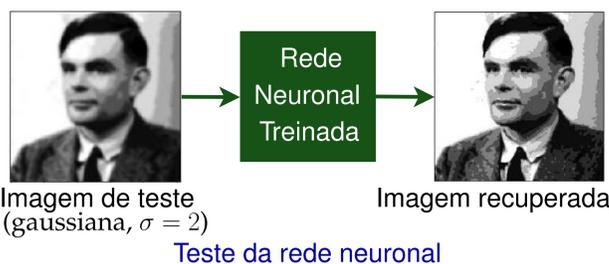
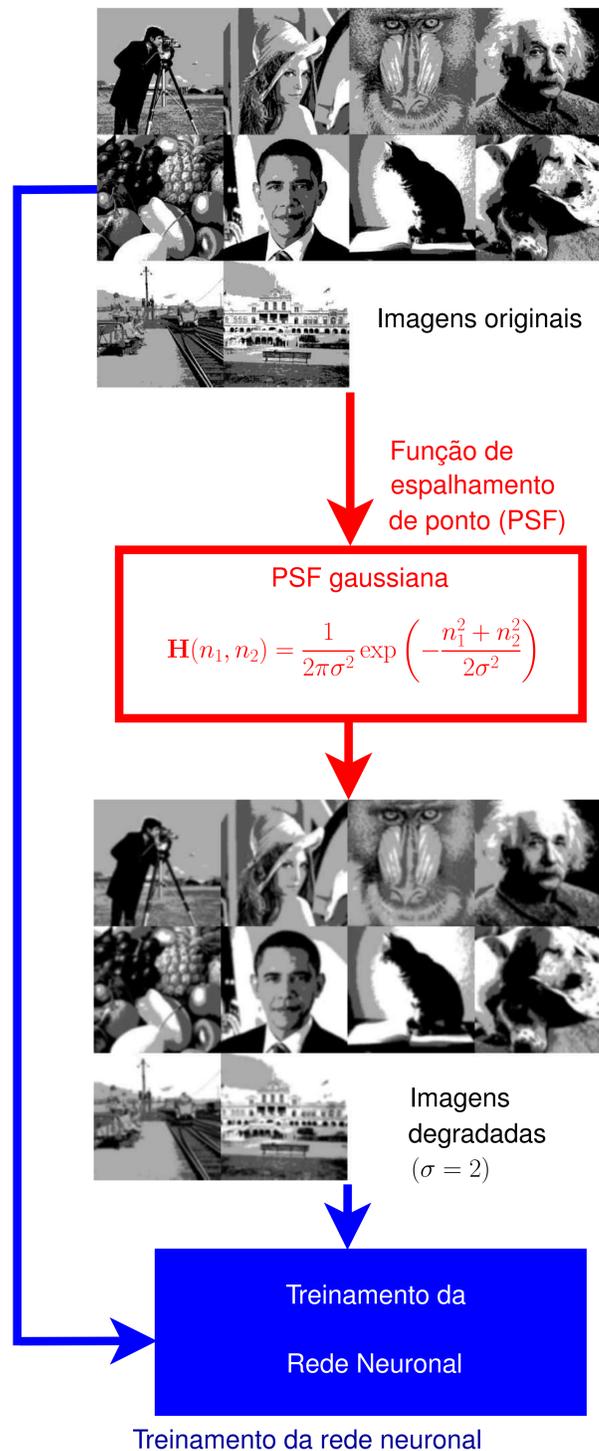
Renato Candido
renatocan@lps.usp.br

Magno T. M. Silva
magno.silva@usp.br

Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

1. Introdução

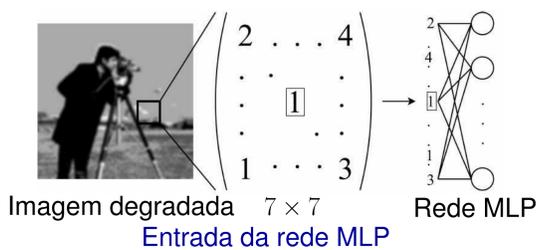
Este trabalho apresenta os resultados obtidos na restauração de imagens por meio de duas redes neurais: perceptron multicamadas (*multi-layer perceptron* - MLP) e convolucional (*convolutional neural network* - CNN).



O índice de similaridade estrutural média (*mean structural similarity* - MSSIM) foi usado para medir a similaridade entre a imagem degradada e/ou restaurada com a original sem degradação. Essa medida assume valor no intervalo [0, 1], sendo igual a um quando as duas imagens são iguais.

2. Resultados com 4 tons

Primeiramente, foram treinadas duas redes MLP (MLP-A e MLP-B) com imagens contendo 4 níveis de cinza. As configurações dessas redes estão descritas a seguir.



Configurações das redes MLP

- ◆ **Entrada:** Matriz $7 \times 7 \rightarrow$ vetor com 49 pixels de 20 imagens degradadas 256×256
- ◆ **Saída:** 4 neurônios (um por cada nível de cinza); a rede decidiu pelo nível de cinza correspondente ao neurônio de saída que apresentou o maior valor
- ◆ **Camadas ocultas:** 2 com 40 neurônios cada
- ◆ **Algoritmo:** *Backpropagation*
- ◆ **Otimizador:** Gradiente estocástico (SGD), $\eta = 0,1$ a $0,001$; $\alpha = 0,001$; mini-batch $k = 32$
- ◆ **Função de ativação:** MLP-A - Sigmóide; MLP-B - Tangente hiperbólica para as camadas ocultas e Softmax para camada de saída
- ◆ **Função custo:** MLP-A - Erro quadrático; MLP-B - Entropia cruzada

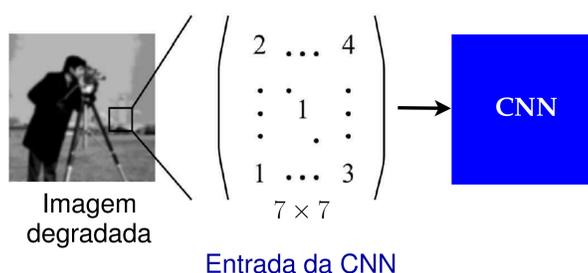
A MLP-A tem uma configuração clássica enquanto a MLP-B leva em conta os avanços recentes da área de *deep learning*.



A imagem restaurada pela MLP-B é superior à restaurada pela MLP-A. Os valores de MSSIM corroboram com essa observação.

3. Resultados com 8 tons

Em seguida, foram treinadas duas redes MLP (MLP-SGD e MLP-Adam) e duas CNNs (CNN-Menor e CNN Maior) com imagens contendo 8 níveis de cinza. As configurações dessas redes estão descritas a seguir.



Configurações das redes MLP

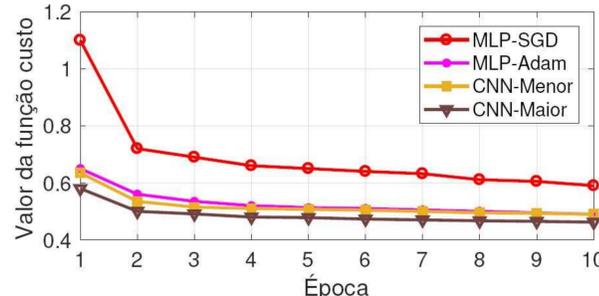
- ◆ **Entrada:** Matriz $7 \times 7 \rightarrow$ vetor com 49 pixels de 19 imagens degradadas 256×256
- ◆ **Saída:** 8 neurônios (um por cada nível de cinza); a rede decidiu pelo nível de cinza correspondente ao neurônio de saída que apresentou o maior valor
- ◆ **Camadas ocultas:** 2 com 40 neurônios cada
- ◆ **Algoritmo:** *Backpropagation*
- ◆ **Função de ativação:** ReLU para camadas ocultas e Softmax para camada de saída
- ◆ **Função custo:** Entropia cruzada
- ◆ **Otimizador:** MLP-SGD ($\eta = \alpha = 0,001$; $k = 32$); MLP-Adam ($\eta = 0,001$; $k = 32$)

Configurações das CNNs

- ◆ **Entrada:** Matriz 7×7 de 19 imagens degradadas 256×256
- ◆ **Saída:** 8 neurônios
- ◆ **Camadas ocultas:** CNN-Menor - 3 camadas com 8 filtros 3×3 cada; CNN-Maior - 3 camadas com 8, 16 e 32 filtros 3×3 , respectivamente
- ◆ **Algoritmo:** *Backpropagation*
- ◆ **Função de ativação:** ReLU para camadas ocultas e Softmax para camada de saída
- ◆ **Função custo:** Entropia cruzada
- ◆ **Otimizador:** Adam ($\eta = 0,001$; $k = 32$)



Restauração com a CNN-Maior após 10 épocas



Valor da função custo ao longo das épocas

- ◆ A CNN-Maior atingiu o menor valor da função custo que os das demais redes logo na segunda época
- ◆ A MLP-SGD também é capaz de obter o mesmo resultado de restauração, mas leva cerca de 100 épocas para isso
- ◆ As redes MLP-Adam e CNN-Menor apresentam um resultado pior em termos de MSSIM, mesmo depois de 100 épocas apesar de atingirem aproximadamente o mesmo valor da função custo da CNN-Maior
- ◆ O tempo de processamento de uma época da MLP-SGD é 1,43 vezes menor que o da CNN-Maior. No entanto, para atingir o mesmo MSSIM, o tempo de treinamento total da CNN-Maior é cerca de 35 vezes menor que o da MLP-SGD

4. Conclusões

- ◆ Resultados obtidos com redes que levam em conta avanços recentes da área de *deep learning* são melhores se comparados com os das redes clássicas
- ◆ A CNN apresenta vantagens em termos de custo computacional quando comparada com a MLP
- ◆ Em um trabalho futuro, pretende-se considerar outros tipos de PSF para degradação de imagens, o que pode levar a uma mistura de especialistas e possibilitar uma restauração cega