

Restauração de fotografias antigas da família

*Impainting

1st Hermes Mac Kevin Cabanillas Encarnación

Número Usp: 10659953

Cartavio, Perú

mac_20_k@hotmail.com

Resumo—A estrutura deste projeto é a restauração digital de fotografias, ou seja, o processo pelo qual uma imagem original que foi degradada por imperfeições de aquisição é recuperada: desfoque, ruído ou perda de informação.

Um dos métodos mais simples e mais usados na pintura é aquele baseado na construção de uma pirâmide gaussiana, onde a imagem é reduzida sucessivamente até que não haja valores desconhecidos, para então ampliar sucessivamente a imagem e substituir as áreas desconhecidas da imagem, reduzido pelos pixels conhecidos correspondentes da imagem ampliada. Esta técnica baseia-se principalmente na interpolação de pixels desconhecidos usando as informações da vizinhança, realizando o dito processo em uma sucessão de imagens de resolução espacial cada vez mais baixa.

Index Terms—impainting, restauração, fotografias

I. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Dada uma imagem que contém uma região (conjunto de pixels) desconhecido, o problema é restaurar a imagem danificada, que consiste em modificar os pixels nessa região tal que não mais proeminente em relação aos pixels adjacentes.

O objectivo do presente processo pode ser restaurar porções danificadas de uma imagem.

Obviamente, esta definição foi feita para o problema de uma única imagem. No entanto, o problema pode ser facilmente alargada a uma restauração de multi-imagem ou sequências de vídeo, scâneres 3D, etc problema.

Aqui estão alguns dos testes mais significativos. [Imagens digitais naturais](#) com diferentes números e tamanhos de regiões desconhecidas foram usadas.

II. DESENVOLVIMENTO

A. Restauração de pixels ausentes (Impainting)

A partir de uma imagem original chamada G_0 e que contém uma região desconhecida, os pixels desconhecidos são interpolados com dois vizinhos à direita, esquerda, superior e inferior conhecidos:

a) *Interpolação à direita*:: Seja $G_0(i, j)$ um pixel desconhecido da imagem G_0 . Se seus dois direitos vizinhos forem conhecidos, seu valor é interpolado como duas vezes o valor do vizinho à direita $G_0(i, j + 1)$ menos o valor do próximo pixel $G_0(i, j + 2)$.

b) *Interpolação à esquerda*: Seja $G_0(i, j)$ um pixel desconhecido da imagem G_0 . Se seus dois vizinhos esquerdos forem conhecidos, seu valor é interpolado como duas vezes o valor do vizinho à sua esquerda $G_0(i, j - 1)$ menos o valor do próximo pixel $G_0(i, j - 2)$.

c) *Interpolação para baixo*: Deixa $G_0(i, j)$ um pixel desconhecido da imagem G_0 . Se seus dois vizinhos abaixo forem conhecidos, seu valor será interpolado como o dobro do valor do vizinho abaixo de $G_0(i + 1, j)$ menos o valor do próximo pixel $G_0(i + 1, j)$.

d) *Interpolação ascendente*: Deixa $G_0(i, j)$ um pixel desconhecido da imagem G_0 . Se seus dois vizinhos acima forem conhecidos, seu valor será interpolado como o dobro do valor do vizinho no topo. $G_0(i - 1, j)$ menos o valor do próximo pixel $G_0(i - 2, j)$.

e) *Interpolação para o canto inferior direito*: Deixa $G_0(i, j)$ um pixel desconhecido da imagem G_0 . Se seus dois vizinhos inferiores direitos forem conhecidos, seu valor é interpolado como o dobro do valor do vizinho para o seu lado inferior direito $G_0(i + 1, j + 1)$ menos o valor do próximo pixel $G_0(i + 2, j + 2)$.

f) *Interpolação para o canto inferior esquerdo*: Deixa $G_0(i, j)$ um pixel desconhecido da imagem G_0 . Se seus dois vizinhos inferiores esquerdos forem conhecidos, seu valor é interpolado como duas vezes o valor do vizinho para sua esquerda inferior $G_0(i + 1, j - 1)$ menos o valor do próximo pixel $G_0(i + 2, j - 2)$.

g) *Interpolação para o canto superior direito*: Deixa $G_0(i, j)$ um pixel desconhecido da imagem G_0 . Se seus dois vizinhos superiores à direita são conhecidos, seu valor

é interpolado como duas vezes o valor do vizinho ao seu canto superior direito $G0(i - 1, j + 1)$ menos o valor do próximo pixel $G0(i - 2, j + 2)$.

h) Interpolação para o canto superior esquerdo:

Deixa $G0(i, j)$ um pixel desconhecido da imagem $G0$. Se seus dois vizinhos superiores esquerdos forem conhecidos, seu valor é interpolado como duas vezes o valor do vizinho para o seu superior esquerdo $G0(i - 1, j - 1)$ menos o valor do próximo pixel $G0(i - 2, j - 2)$.

Portanto, o pixel $G0(i, j)$ não pertence mais à região desconhecida, essa é a mediana dessas interpolações.

Após essa interpolação dos pixels da margem da região desconhecida, passamos a reduzir a imagem por subamostragem e obter a imagem $G1$, o próximo nível na pirâmide gaussiana. Ao mesmo tempo que o tamanho da imagem é reduzido, o mesmo acontecerá com a região desconhecida.

Uma vez obtida a imagem do nível 1, os pixels desconhecidos que têm dois vizinhos corretos conhecidos são novamente interpolados. Observe que quando expandimos essa imagem, o novo valor $G1(i, j)$ resultará em um novo conjunto de pixels que não existia antes.

Este procedimento de interpolação e redução continua até atingir um nível da pirâmide de Gn , onde não há nenhum pixel desconhecido ou, quando interpolando, todos os pixels desconhecidos se tornam conhecidos. Este é o último nível da pirâmide.

Então, a partir da imagem Gn , onde não há pixels desconhecidos, ela é ampliada para obter uma imagem do mesmo tamanho que $Gn - 1$. Os pixels desconhecidos da imagem de nível $n - 1$ são substituídos pelos pixels correspondentes da imagem ampliada de Gn , e apenas esses. Portanto, a imagem $Gn - 1$ não contém pixels desconhecidos. Esta imagem é ampliada para obter uma imagem ampliada sem elementos desconhecidos do mesmo tamanho da imagem do nível $n - 2$ da pirâmide. Continuamos a substituir os pixels desconhecidos da imagem $Gn - 2$ pelos pixels da imagem ampliada.

Esse processo é repetido até você atingir o nível 1 da pirâmide, onde você terá obtido uma imagem sem regiões desconhecidas.

O pseudocódigo deste algoritmo:

1) **Enquanto** houver pixels desconhecidos, **faça**

- a) Interpoler por la derecha, izquierda, arriba y abajo los píxeles desconocidos.

- b) Reduza por meio de operadores de redução local médios.

2) **Enquanto** não estiver no nível 1 da pirâmide, **faça**

- a) Expanda a imagem por interpolação bicúbica.
- b) Substitua os pixels desconhecidos pelos pixels da imagem ampliada localizada na mesma posição.

III. RESULTADOS

Neste trabalho foi tentado que o objetivo deste algoritmo é restaurar imagens onde parte de sua informação foi perdida. Portanto, para poder medir se as modificações introduzidas no algoritmo contribuem para uma melhoria, é necessário usar uma medida para comparar o resultado obtido com a imagem original. Isso permitirá comparar e analisar os resultados obtidos.

Foi decidido usar o erro quadrático médio (em inglês Mean Square Error, doravante MSE) como uma medida para comparar duas imagens. O MSE de uma imagem com si é 0, portanto, quanto menor o valor obtido, melhor será a aproximação da imagem original.

Abaixo estão alguns dos testes mais significativos realizados. Imagens digitais naturais com diferentes números e tamanhos de regiões desconhecidas foram usadas.

A. Caso 01

Neste caso, vamos analisar uma fotografia com uma área desconhecida muito significativa na parte da face, entre a orelha e o pescoço. Isto foi conseguido através de 4 iterações em nossa Pirâmide Gaussiana.

- Começa a partir da imagem mostrada (1)
- A máscara(1) é obtida pela extração de características com a fotografia original(2)
- Pirâmide Gaussiana: Interpolação e Redução(3)
- Pirâmide gaussiana: extensão bicúbica e cópia dos novos pixels(4)
- Fotografia restaurada(5)
- O MSE inicial era 21.78039 e o MSE da imagem restaurada com o algoritmo da Pirâmide Gaussiana é 6.69240, obtendo uma melhoria de 69.2732%(I).

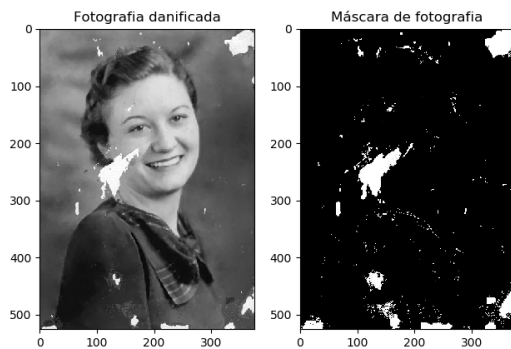


Figura 1. Fotografe o primeiro caso para tentar. O MSE entre a fotografia original(2) e a fotografia danificada(1) é de 21.78039



Figura 2. Fotografia original do 1º caso.

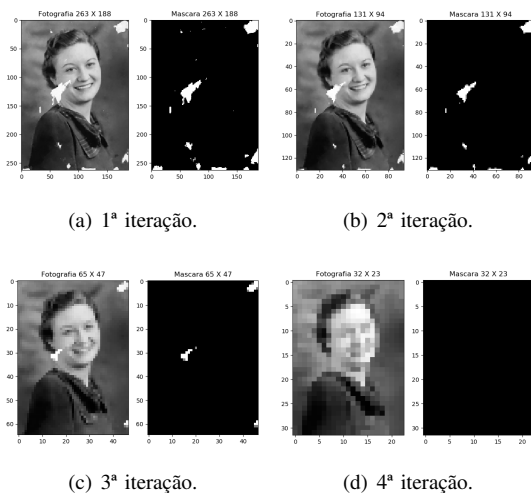
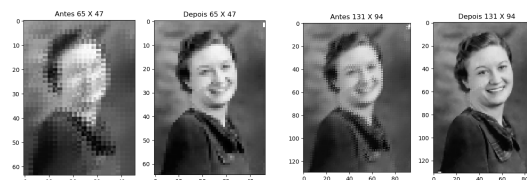


Figura 3. Imagem resultante da interpolação nos 8 lados e redução da mediana.

Tabela I
MSE DO 1º CASO

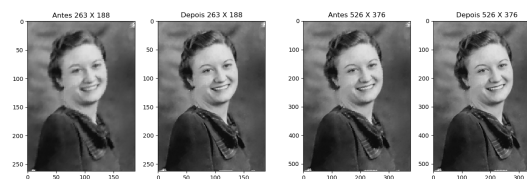
	<i>Fotografia danificada</i>	<i>Fotografia restaurada</i>
<i>Fotografia original</i>	21.78039	6.69672*

*Uma melhoria de 69.25340%



(a) 1ª iteração.

(b) 2ª iteração.



(c) 3ª iteração.

(d) 4ª iteração.

Figura 4. Imagem resultante da expansão e da cópia dos novos pixels.



Figura 5. Fotografia restaurada do 1º caso. O MSE entre a fotografia original(2) e a fotografia restaurada(5) é 6.69240

B. Caso 02

Neste caso, vamos analisar uma fotografia com uma área danificada na parede do olho esquerdo. Isto foi conseguido através de 3 iterações em nossa Pirâmide Gaussiana.

O MSE inicial foi 8.0378 e o MSE da imagem restaurada com o algoritmo da Pirâmide Gaussiana é 2.8679, obtendo uma melhoria de 64.3201%(II).

Tabela II
MSE DO 2º CASO

	<i>Fotografia danificada</i>	<i>Fotografia restaurada</i>
<i>Fotografia original</i>	8.03789	2.86791*

*Uma melhoria de 64.3201%

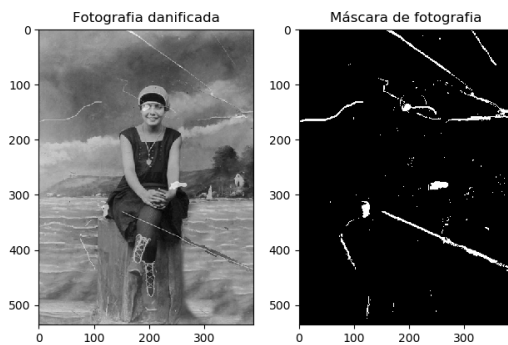


Figura 6. Fotografia 2º caso para tentar. O MSE entre a fotografia original(7) e a fotografia danificada(6) é 8.0378

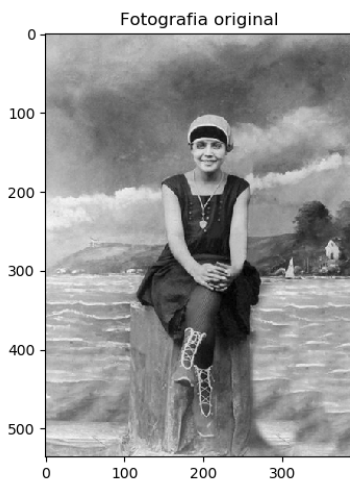


Figura 7. Fotografia original do 2º caso.

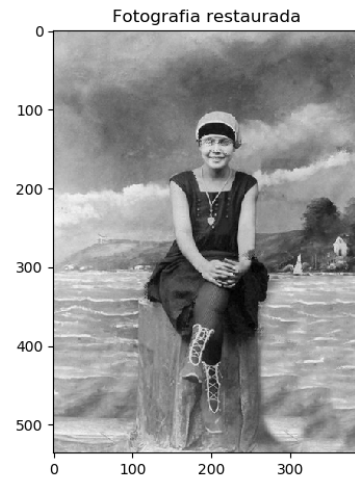


Figura 8. Fotografia restaurada do segundo caso. O MSE entre a fotografia original(7) e a fotografia restaurada(8) é 2.8679

C. Caso 03

Neste outro exemplo, partimos de uma imagem na qual existem mais áreas desconhecidas, mas cada uma delas é menor. Isto foi conseguido através de 3 iterações em nossa Pirâmide Gaussiana.

O MSE inicial foi 13.0395 e o MSE da imagem restaurada com o algoritmo da Pirâmide Gaussiana é 4.7466, obtendo uma melhoria de 63.5983%(III).

Tabela III
MSE DO 3º CASO

	<i>Fotografia danificada</i>	<i>Fotografia restaurada</i>
<i>Fotografia original</i>	13.0395	4.7466*

*Uma melhoria de 63.5983%

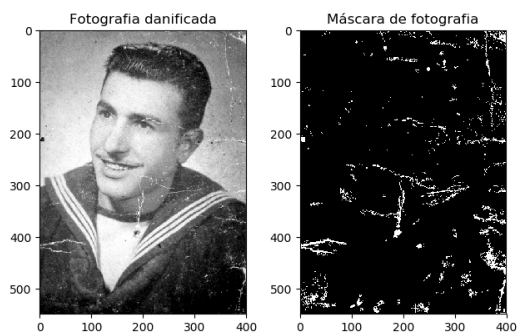


Figura 9. Fotografia 3º caso para experimentar. O MSE entre a fotografia original(10) e a fotografia danificada(9) é 13.0395

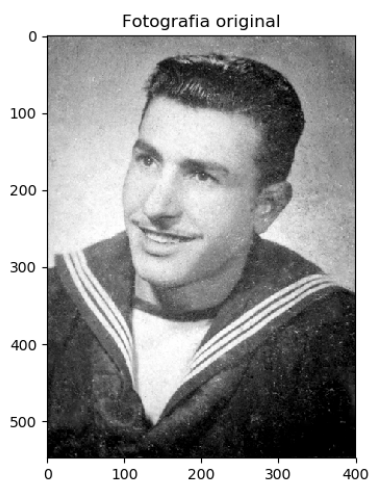


Figura 10. Fotografia original do 3º caso.

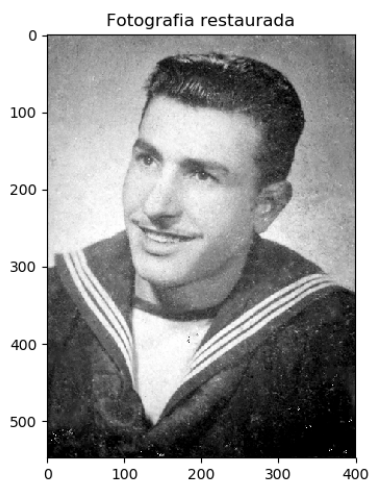


Figura 11. Fotografia restaurada do 3º caso. O MSE entre a fotografia original(10) e a fotografia restaurada(11) é 4.7466

D. Caso 04

Neste outro exemplo, a parte danada é principalmente em segundo plano, que é muito extensa, vamos tentar reconstruir essa parte através de 5 iterações em nossa Pirâmide Gaussiana.

O MSE inicial foi de 17.5292 e o MSE da imagem restaurada com o algoritmo da Pirâmide Gaussiana é 7.9053, obtendo uma melhoria de 54.9019%(IV).

Tabela IV
MSE DO 4º CASO

	<i>Fotografia danificada</i>	<i>Fotografia restaurada</i>
<i>Fotografia original</i>	17.5292	7.9053*

*Uma melhoria de 54.9019%

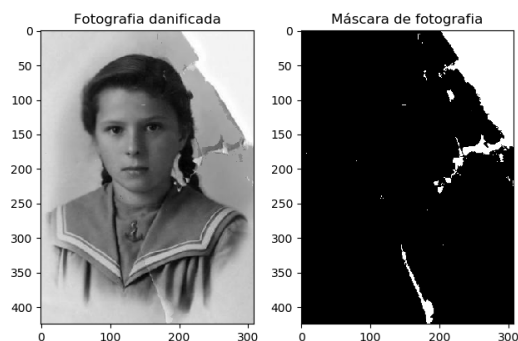


Figura 12. Fotografia restaurada do 4º caso. O MSE entre a fotografia original(13) e a fotografia danificada(12) é 17.5292



Figura 13. fotografia original 4ª caso.



Figura 14. Fotografia restaurada do 4º caso. O MSE entre a fotografia original(13) e a fotografia restaurada(14) é 7.9053

E. Caso 05

Esta fotografia obteve um resultado muito satisfatório superior a 90 %. Melhoramos o nosso RSE obtendo uma fotografia quase idêntica ao original, neste exemplo vemos dano em 2 linhas cruzadas, as quais tentaremos recuperar.

O MSE inicial foi de 15.7284 e o MSE da imagem restaurada com o algoritmo da Pirâmide Gaussiana é 1.3972, obtendo uma melhoria de 91.1161%(V).

Tabela V
MSE DO 5º CASO

	<i>Fotografia danificada</i>	<i>Fotografia restaurada</i>
<i>Fotografia original</i>	15.7284	1.3972*

*Uma melhoria de 91.1161%

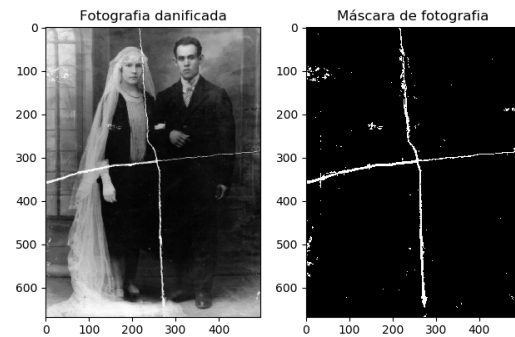


Figura 15. Fotografia 5º caso para experimentar. O MSE entre a fotografia original(16) ye a fotografia danificada(15) é 15.7284

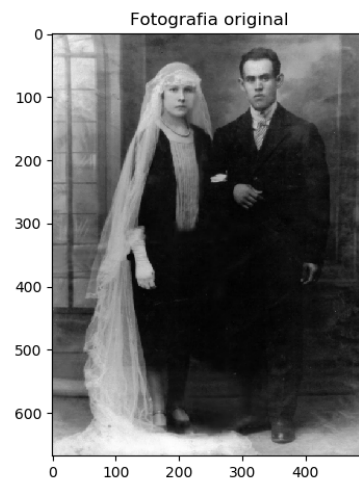


Figura 16. Fotografia original do 5º caso.

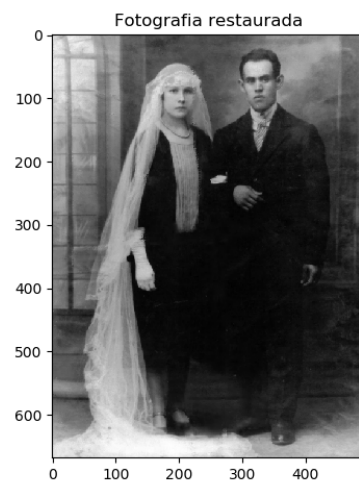


Figura 17. Fotografia restaurada do 5º caso. O MSE entre a fotografia original(16) e a fotografia restaurada (17) é 1.3972

IV. CONCLUSÕES

Através deste trabalho uma introdução aos métodos de pintura foi feita. O algoritmo da pirâmide gaussiana é simples, mas eficiente e foi modificado com as técnicas estudadas no curso. Pois o que significou um aprofundamento nesses conceitos e técnicas, além de entrar no mundo da pintura.

Como foi demonstrado pelo estudo experimental, as restaurações das fotografias significaram uma melhoria das mesmas. Os resultados de evidência experimental tem demonstrado que, para as regiões que contêm os tipos desconhecidos pequenas alterações de intensidade ou não, propostas alternativas para a redução por operadores de agregação, interpolação em oito direcções, e expansão obtiveram melhores resultados na restauração de imagens.

Para regiões desconhecidas maiores, é proposto o estudo de métodos de pintura mais sofisticados.

Para automatizar a obtenção da máscara propõe-se usar o cnn para a classificação de possíveis segmentos danificados dentro da imagem.