

# Substituição facial utilizando algoritmos de *landmark* e *dijkstra*

## *Projeto final de IPI*

Rafael Lourenço de Lima Chehab, Igor Coutinho  
Soriano Lousada, Gabriel Nazareno Halabi  
Departamento de Ciência da Computação  
Universidade de Brasília, UnB  
Brasília, Brasil  
Matrículas: 15/0045123,

**Resumo**— O objetivo desse artigo é construir um software que sobreponha as regiões do olho, boca e nariz de uma face em outra, para isso deve-se considerar rotação, deslocamento, tom de pele

**Keywords**— *processamento de imagens, facial recognition, image blending*



Fig. 1. Resultado do processamento usando uma imagem espelhada da monalisa e a lena

## I. INTRODUÇÃO TEÓRICA

### A. Detecção de faces

O primeiro passo do software é a detecção de rostos, para isso utiliza-se o método Viola-Jones através de um objeto já

definido pelo aplicativo Matlab, que foi utilizado na criação desse projeto.

### B. Resultado final do processamento, utilizando uma imagem previamente espelhada da monalisa e a lena

Mais importante que a detecção da face é a detecção de *landmarks*.

Segundo o dicionário Cambridge, *landmark* é um prédio ou lugar que é facilmente reconhecido, especialmente que sirva como ponto de referência. Similarmente, no reconhecimento de faces, *landmarks* são pontos importantes da imagem que permitem ter uma noção espacial da face.

No nosso projeto se usam estes *landmarks*: ponta do nariz, cantos dos olhos esquerdo e direito, ponta da boca e centro do rosto. A partir deles, também se calculam os centros dos olhos.

Para a detecção de *landmarks*, se utilizou o software *flandmarks* (<http://cmp.felk.cvut.cz/~uricamic/flandmark/>), que é escrito em c++ e utiliza uma interface para matlab.

### C. Inclinação e rotação

Para se medir a inclinação de uma imagem, se utilizam os centros dos olhos, que são calculados como a média dos cantos. A partir de dois centros, esquerdo e direito, tem-se que:

$$\alpha = \arctg(\Delta y / \Delta x) = \arctg((y_{dir} - y_{esq}) / (x_{dir} - x_{esq}))$$

Com a inclinação das duas imagens, se inclina aquela do qual será retirado o rosto, para que ambas tenham o mesmo ângulo.

### D. Seam Search

Uma vez detectados o rosto e os *landmarks*, deve-se utilizá-los para segmentar a imagem. O software criado permite que o usuário escolha entre uma segmentação retangular ou elíptica. Para evitar que se segmente uma região que corte alguma característica importante do rosto, se define uma região de interesse (ROI – *region of interest*). Essa região é a diferença

entre duas possíveis segmentações, ou seja, a diferença entre dois retângulos ou duas elipses.

Deseja-se segmentar essa região de modo que não haja cores muito diferentes, então utiliza-se um critério tal que valores muito parecidos indiquem cores parecidas e valores diferentes indiquem cores pouco similares. Assim achar a região significa achar um caminho fechado cuja soma dos gradientes absolutos, diferença em módulo, de dois pixels consecutivos seja a menor possível.

#### E. Dijkstra

Assim, pode-se formular o problema como o menor caminho em um grafo implícito em um plano 2D. Para isso, faz-se um corte vertical a partir do centro, encontrado pelo *landmarks*, e encontra-se o menor caminho de um pixel à esquerda até um à direita do corte. O menor caminho incluirá um ponto pertencente ao corte

Para achar o menor caminho, usa-se o algoritmo Dijkstra. Para realizá-lo se criou dois programas em c++ com interface em Matlab, uma vez que a sua implementação em Matlab geraria um alto tempo de execução, além das dificuldades da criação em si.

Adjunto aos código c++, se criou um Makefile que os compila. Os dois códigos existem devido à duas possíveis maneiras de definir-se o critério de similaridade entre pixels. A primeira, *dijkstra.cpp*, utiliza o valor em níveis de cinza, a segunda, *dijkstra2.cpp*, utiliza o valor do *hue*, no espaço de cores HSV (*hue*, *saturation*, *value*). O usuário pode escolher entre as duas opções.

#### F. Adaptação do tamanho

Após segmentar a face que se deseja colocar, deve-se adaptá-la ao tamanho da imagem de destino. Para isso utiliza-se a maior variação dos *landmarks* em x e em y, em relação ao centro, essa mesma característica é utilizada na segmentação do rosto. Comparando esses valores da face e do destino, sabe-se a proporção em x e em y que deve-se aplicar no reescalamento da face. Se utiliza interpolação bicúbica para realizar essa adaptação.

#### G. Deslocamento espacial e Resultado Final

Em suma, até agora, têm-se a face, com tamanho compatível ao destino, e o destino e seus *landmarks*. O próximo passo é encontrar *landmarks* da face que se deseja colocar - o *landmark* deve estar adaptado à mudança no tamanho. Assim, utiliza-se as coordenadas dos centros das duas imagens para definir o quanto a face deverá ser deslocada. Deseja-se que os centros estejam alinhados, seja x o deslocamento isso implica que:

$$\text{cen}_{\text{face}} + x = \text{cen}_{\text{dest}} \Rightarrow x = \text{cen}_{\text{dest}} - \text{cen}_{\text{face}}$$

Logo se desloca toda a face por x e coloca-se no destino, esse será o resultado final do software.

## II. RESULTADOS

Em seguida, seguirão imagens de todo o processo de traco de faces:

### A. Detecção de faces e Landmarks

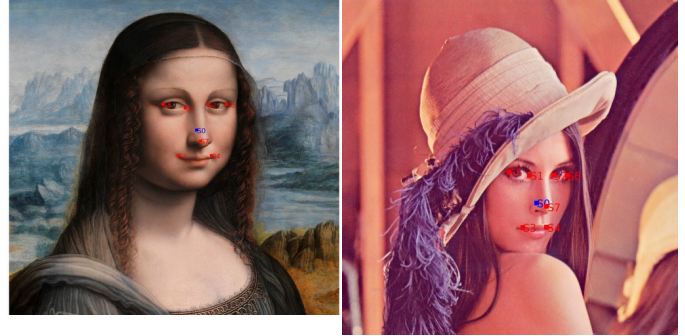


Fig. 2. Inicialmente, se acham os *landmarks* da imagem de destino (2a) e da imagem de onde se retirará a face (2b).

### B. Rotação

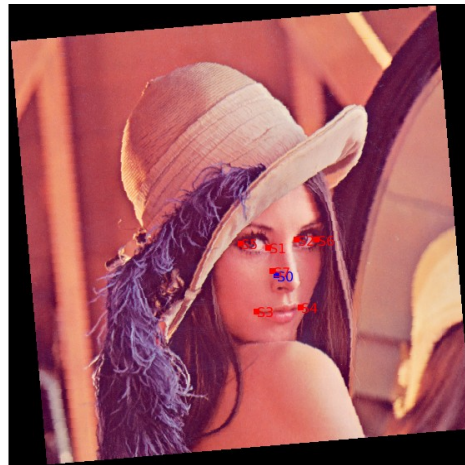


Fig. 3. A imagem do rosto é rotacionada e se acham os *landmarks* da nova imagem

### C. Seam Search

Escolheu-se segmentar usando uma elipse

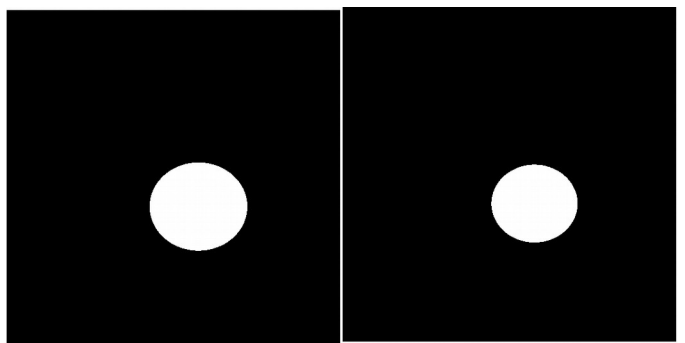


Fig. 4. Imagens de elipses centradas no centro do rosto, tem-se à esquerda (4a) uma elipse grande e à direita (4b) uma menor

Utilizando ou exclusivo:

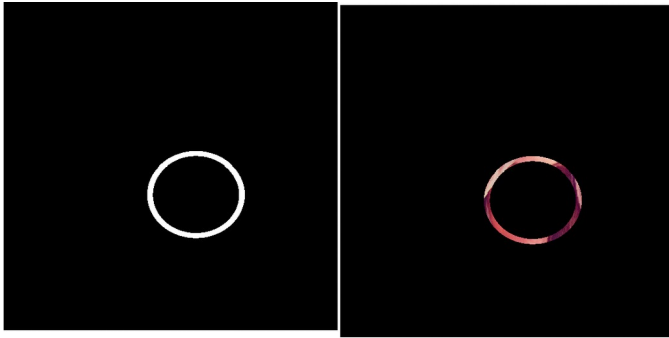


Fig. 5. Obtêm-se uma máscara para a região de interesse (5a), à direita temos à região da imagem que se analisa

#### D. Dijkstra

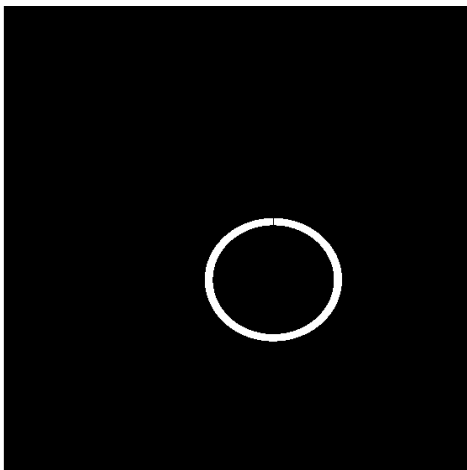


Fig. 6. Faz-se um corte vertical, a máscara resultante será passada ao algoritmo dijkstra, que achará um menor caminho com vizinhança de 4 de ambos os lados do corte. Ao achar a segmentação adiciona-se o um ponto pertencente ao centro, vizinho, em vizinhança de 8 do começo e do fim do algoritmo de menor caminho.

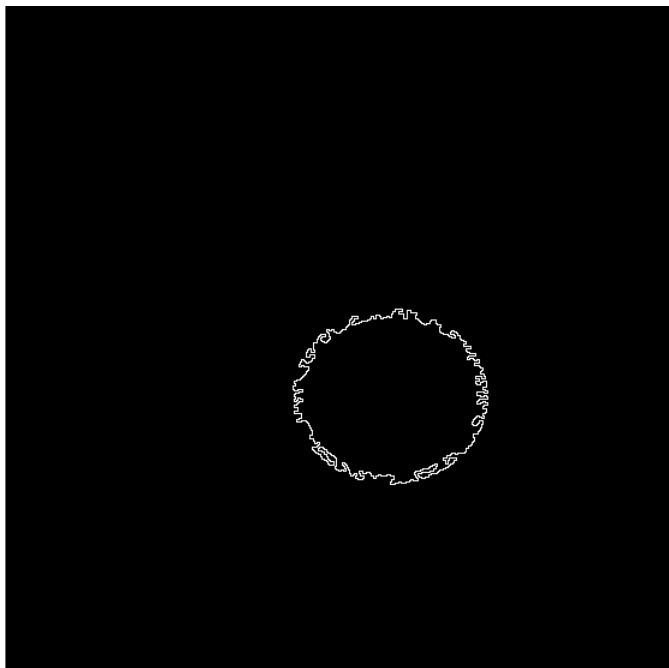


Fig. 7. Obtêm-se a segmentação (7a), na página anterior, preenchendo-a (7b) será a máscara final ao processo de seam search, à direita.

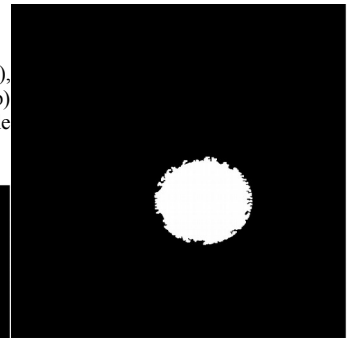
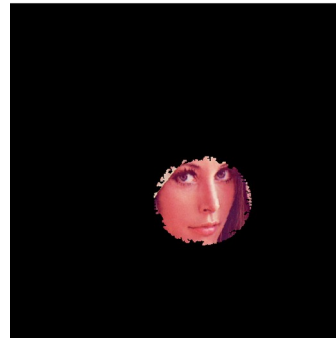


Fig. 8.

À esquerda temos o rosto.

#### E. Adaptação de tamanho

### III. USING THE TEMPLATE

After the text edit has been completed, the paper is ready for the template. Duplicate the template file by using the Save As command, and use the naming convention prescribed by your conference for the name of your paper. In this newly created file, highlight all of the contents and import your prepared text file. You are now ready to style your paper; use the scroll down window on the left of the MS Word Formatting toolbar.

#### A. Authors and Affiliations

The template is designed so that author affiliations are not repeated each time for multiple authors of the same affiliation. Please keep your affiliations as succinct as possible (for example, do not differentiate among departments of the same organization). This template was designed for two affiliations.

1) *For author/s of only one affiliation (Heading 3):* To change the default, adjust the template as follows.

a) *Selection (Heading 4):* Highlight all author and affiliation lines.

b) *Change number of columns:* Select the Columns icon from the MS Word Standard toolbar and then select "1 Column" from the selection palette.

c) *Deletion:* Delete the author and affiliation lines for the second affiliation.

2) For author/s of more than two affiliations: To change the default, adjust the template as follows.

- a) Selection: Highlight all author and affiliation lines.
- b) Change number of columns: Select the “Columns” icon from the MS Word Standard toolbar and then select “1 Column” from the selection palette.
- c) Highlight author and affiliation lines of affiliation 1 and copy this selection.
- d) Formatting: Insert one hard return immediately after the last character of the last affiliation line. Then paste down the copy of affiliation 1. Repeat as necessary for each additional affiliation.

e) Reassign number of columns: Place your cursor to the right of the last character of the last affiliation line of an even numbered affiliation (e.g., if there are five affiliations, place your cursor at end of fourth affiliation). Drag the cursor up to highlight all of the above author and affiliation lines. Go to Column icon and select “2 Columns”. If you have an odd number of affiliations, the final affiliation will be centered on the page; all previous will be in two columns.

B. Identify the Headings

Headings, or heads, are organizational devices that guide the reader through your paper. There are two types: component heads and text heads.

Component heads identify the different components of your paper and are not topically subordinate to each other. Examples include ACKNOWLEDGMENTS and REFERENCES, and for these, the correct style to use is “Heading 5.” Use “figure caption” for your Figure captions, and “table head” for your table title. Run-in heads, such as “Abstract,” will require you to apply a style (in this case, italic) in addition to the style provided by the drop down menu to differentiate the head from the text.

Text heads organize the topics on a relational, hierarchical basis. For example, the paper title is the primary text head because all subsequent material relates and elaborates on this one topic. If there are two or more sub-topics, the next level head (uppercase Roman numerals) should be used and, conversely, if there are not at least two sub-topics, then no subheads should be introduced. Styles named “Heading 1,” “Heading 2,” “Heading 3,” and “Heading 4” are prescribed.

C. Figures and Tables

1) Positioning Figures and Tables: Place figures and tables at the top and bottom of columns. Avoid placing them in the middle of columns. Large figures and tables may span across both columns. Figure captions should be below the figures; table heads should appear above the tables. Insert figures and tables after they are cited in the text. Use the abbreviation “Fig. 1,” even at the beginning of a sentence.

TABLE I. TABLE STYLES

Table Head	Table Column Head		
	Table column subhead	Subhead	Subhead
copy	More table copy <sup>a</sup>		

<sup>a</sup> Sample of a Table footnote. (Table footnote)  
<sup>b</sup>

Fig. 9. Example of a figure caption. (figure caption)

Figure Labels: Use 8 point Times New Roman for Figure labels. Use words rather than symbols or abbreviations when writing Figure axis labels to avoid confusing the reader. As an example, write the quantity “Magnetization,” or “Magnetization, M,” not just “M.” If including units in the label, present them within parentheses. Do not label axes only with units. In the example, write “Magnetization (A/m)” or “Magnetization (A ( m(1),” not just “A/m.” Do not label axes with a ratio of quantities and units. For example, write “Temperature (K),” not “Temperature/K.”

ACKNOWLEDGMENT (Heading 5)

The preferred spelling of the word “acknowledgment” in America is without an “e” after the “g.” Avoid the stilted expression “one of us (R. B. G.) thanks ...”. Instead, try “R. B. G. thanks...”. Put sponsor acknowledgments in the unnumbered footnote on the first page.

REFERENCES

The template will number citations consecutively within brackets [1]. The sentence punctuation follows the bracket [2]. Refer simply to the reference number, as in [3]—do not use “Ref. [3]” or “reference [3]” except at the beginning of a sentence: “Reference [3] was the first ...”

Number footnotes separately in superscripts. Place the actual footnote at the bottom of the column in which it was cited. Do not put footnotes in the reference list. Use letters for table footnotes.

Unless there are six authors or more give all authors’ names; do not use “et al.” Papers that have not been published, even if they have been submitted for publication, should be cited as “unpublished” [4]. Papers that have been accepted for publication should be cited as “in press” [5]. Capitalize only the first word in a paper title, except for proper nouns and element symbols.

For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation [6].

[1] G. Eason, B. Noble, and I.N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. A247, pp. 529-551, April 1955. (references)  
[2] J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.  
[3] I.S. Jacobs and C.P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in Magnetism, vol. III, G.T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350.

We suggest that you use a text box to insert a graphic (which is ideally a 300 dpi resolution TIFF or EPS file with all fonts embedded) because this method is somewhat more stable than directly inserting a picture.

To have non-visible rules on your frame, use the MSWord “Format” pull-down menu, select Text Box > Colors and Lines to choose No Fill and No Line.

- [4] K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [5] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," J. Name Stand. Abbrev., in press.
- [6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface," IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740-741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982].
- [7] M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.