

Estudo de Resolução de Imagens Digitais Utilizando Impressora Vertical Controlada por Arduino

Bruno G. M. Silva[‡], Giuliana V. Barrios[‡], João G. B. Amaral[‡], Rafaela O. Santos[‡], Raphael R. Reis[‡], Claudia B. Marcondes[‡], Rodrigo M. S. Pimenta[‡]

Resumo— O objetivo do projeto é o desenvolvimento de uma ferramenta que permita a universalização do conhecimento de processamento de sinais em telecomunicações através do estudo da resolução de imagens de maneira lúdica e iterativa. Pretende-se montar um protótipo controlado por Arduino capaz de imprimir imagens em diferentes codificações de bits que permitam evidenciar visualmente a diferença de qualidade entre elas quando comparadas dentro de uma mesma resolução de pixels.

Palavras-Chave— Processamento de Sinais, Telecomunicações, Arduino.

Abstract— The main objective of this project is the development of a tool that allows the universalization of the knowledge of signal processing in telecommunications through the study of image resolution in a playful and iterative way. It is intended to mount a prototype controlled by Arduino capable of printing images in different bit codes that allow to visually evidence the quality difference between them when compared within the same pixel resolution.

Keywords— Signal Processing, Telecommunications, Arduino.

I. INTRODUÇÃO

Diante da perspectiva científica e tecnológica da atualidade existe uma crescente demanda por técnicas de processamento digital de imagens. As informações visuais permitem a interpretação humana e são de suma importância na percepção automática por máquinas [1]. O uso de técnicas de processamento de imagens tem origem no séc. XX com o início da era computacional e hoje se encontra bastante difundida com relevância nas áreas de Telecomunicações, Biologia, Geografia, Medicina e Meteorologia [2].

O ciclo de processamento digital da imagem costuma envolver etapas de aquisição, armazenamento, processamento, transmissão e exibição, permitindo diversas combinações de códigos e resoluções que estão em constante desenvolvimento e evolução [3]. Difundir o conhecimento e permitir que esse aprendizado seja lúdico e universal é um grande desafio a ser enfrentado.

II. MÉTODO PROPOSTO

Essa pesquisa tem natureza quantitativa, com foco na interdisciplinaridade, desenvolvida dentro da modalidade de estudo de caso [4]. O desenvolvimento do projeto foi focado no desenvolvimento de algoritmos capazes de vetorizar, codificar,

[‡]Coordenação de Telecomunicações, CEFET-RJ campus Maracanã, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mails: claudia.barucke@cefet-rj.br, rodrigo.pimenta@cefet-rj.br.

e permitir o desenho das imagens através de um protótipo de impressora vertical.

A imagem monocromática é representada por uma função bidimensional contínua $f(x,y)$, onde x e y são coordenadas espaciais e a magnitude de f em qualquer ponto (x,y) é diretamente proporcional ao nível de cinza (brilho) percebido [5]. Com o advento dos computadores e do processamento digital as imagens são armazenadas em arranjos bidimensionais (matrizes) de pontos discretos que denominamos *pixels*. Em imagens digitais coloridas, padrão RGB, cada *pixel* é representado pela composição de três matrizes monocromáticas (vermelho, verde e azul) que representam a intensidade luminosa de sua respectiva componente de cor.

A proposta visa trabalhar com imagens previamente capturadas e armazenadas. A matriz representativa apresentará valores codificados em 8 bits, em tons de cinza representados entre 0 (preto) e 255 (branco). Para imagens previamente armazenadas em padrão RGB será necessária a utilização de conversão para o padrão monocromático em tons de cinza.

Com o objetivo de estudar comparativamente a resolução de imagens, a mesma imagem será comprimida e codificada em diferentes níveis de bits. A compressão de dados propõe reduzir o tamanho da imagem buscando a menor perda possível de informação, garantindo o mínimo de integridade. Nesse intuito foi utilizado o método de interpolação bicúbica bastante difundido e de grande relevância [2]. Em termos de codificação foram propostos quatro representações diferentes de bits (1, 2, 3 e 4) que permitem redefinir a matriz de 256 níveis de representatividade para 2, 4, 8 e 16 níveis, respectivamente.

A imagem codificada é então vetorizada e enviada para o microcontrolador que será responsável pela interpretação e operação do protótipo. Foi escolhido o Arduino para desempenho da função haja vista sua aderência a esse tipo de projeto [6] [7].

III. PROTÓTIPO

Com o propósito de montar uma impressora que tenha a capacidade de imprimir a mesma imagem monocromática em diversas codificações (1, 2, 3 e 4 bits) foi necessária a definição de um padrão de pixels, com até 16 níveis, conforme a figura 1, e a utilização do software Matlab para vetorizar e codificar a imagem que será enviada para o Arduino.

Para montagem do protótipo (figura 2) foi utilizado um Arduino Mega como microcontrolador responsável por transformar o vetor da imagem codificada utilizando o software Matlab em uma sequência de movimentos de acordo com

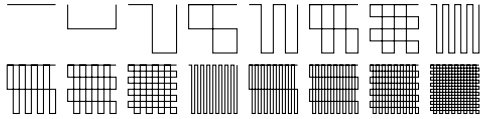
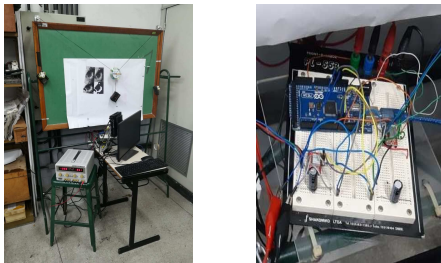


Fig. 1. Padrão de pixels definidos para a impressora vertical representando os 16 níveis possíveis dentro do padrão de imagem de 4 bits.

o nível de sinal atribuído a cada pixel a ser impresso. Os movimentos são definidos por passos realizados por dois motores de passo NEMA 17, alimentados e operados por dois drivers A4988. Os motores de passo são posicionados no alto da impressora e presos por uma correia dentada ao mecanismo de fixação da caneta de impressão. Contrapesos foram utilizados para equilíbrio do sistema. Também foi necessário um computador x86 com os softwares Matlab e Arduino IDE instalados e uma fonte de tensão para alimentação do microcontrolador e dos motores de passo.



(a) (b)

Fig. 2. (a) Fotografia da impressora vertical durante a fase de testes, (b) Destaque do microcontrolador do protótipo e suas interligações.

IV. SIMULAÇÃO E RESULTADOS

Para testar o protótipo foi selecionado um destaque da imagem do olho esquerdo da Lena conforme indicado na figura 3.a. Esse destaque foi selecionado de maneira a garantir uma resolução de 48×48 pixels, sem compressão, conforme pode ser visualizado na figura 3.b. Como a impressora trabalha com imagens monocromáticas, o destaque foi convertido de RGB para tons de cinza (figura 3.c). Para acelerar os testes a imagem foi reduzida para a resolução de 12×12 pixels utilizando o método de interpolação bicúbica (figura 3.d).

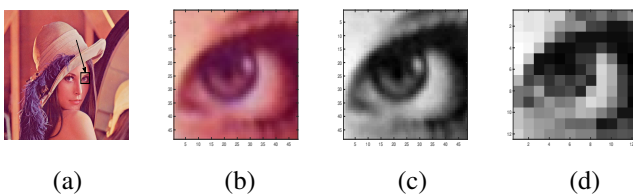
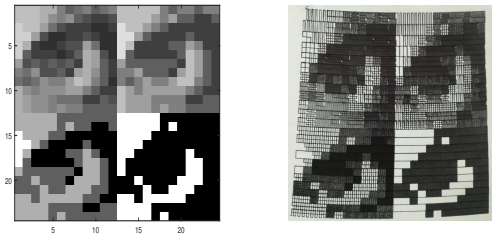


Fig. 3. (a) Figura Lena de 8 bits utilizada como base para recorte do destaque em 48×48 pixels, do olho esquerdo da Lena (indicado pela moldura quadrada apontada pela seta), (b) Destaque em 48×48 pixels do olho esquerdo da figura Lena de 8 bits, (c) Destaque em 48×48 pixels convertido de RGB para tons de cinza, (d) Destaque reduzido de 48×48 pixels para 12×12 pixels utilizando método de interpolação bicúbica.

A imagem vetorizada enviada para o Arduino foi impressa dando origem à imagem da figura 4.b. Comparando com a imagem simulada (figura 4.a) é possível perceber uma semelhança visual entre as duas imagens. Não foi encontrada uma medida adequada para medir numericamente o desvio entre elas haja vista a característica do protótipo em apresentar um movimento pendular na impressão gerando as imagens com linhas horizontais curvas e linhas verticais diagonais. Mas foi possível verificar a impressão de diferentes padrões de pixels conforme codificação proposta em cada quadrante.



(a) (b)

Fig. 4. (a) Simulação feita em Matlab para representar a imagem da Figura 3.c, na resolução 12×12 pixels, em diferentes codificações: 4 bits (Alto-Esquerda), 3 bits (Alto-Direita), 2 bits (Baixo-Esquerda) e 1 bit (Baixo-Direita), (b) Imagem impressa em papel pelo protótipo da impressora vertical na resolução 12×12 pixels seguindo a distribuição de codificação do item a e o padrão de pixels da Figura 1.

V. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do protótipo proposto para o estudo da resolução de imagens foi alcançado. Existe hoje um conhecimento desenvolvido em termos de software e hardware que são a base do funcionamento da impressora vertical e que podem ser aprimorados para permitir adaptações técnicas com a finalidade de aprimorar a qualidade e clareza da imagem impressa, assim como explorar mais áreas de conhecimento dentro do processamento digital de imagens.

A ferramenta foi apresentada à comunidade escolar local e se mostrou bastante atrativa, alcançando seu papel de universalização do conhecimento de Processamento de Sinais em Telecomunicações de maneira lúdica e iterativa.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CEFET/RJ e dos órgãos de fomento (CNPq, CAPES e FAPERJ).

REFERENCES

- [1] O. Marques Filho and H. V. Neto, *Processamento digital de imagens*. Brasport, 1999.
- [2] R. C. Gonzalez and R. C. Woods, *Processamento digital de imagens*. Pearson Educación, 2009.
- [3] H. Pedrini and W. R. Schwartz, *Análise de imagens digitais: princípios, algoritmos e aplicações*. Thomson Learning, 2008.
- [4] J. J. S. Fonseca, "Metodologia da pesquisa científica,." 2002.
- [5] J. E. R. de Queiroz and H. M. Gomes, "Introdução ao processamento digital de imagens,." *RITA*, vol. 13, no. 2, pp. 11–42, 2006.
- [6] M. Banzi and M. Shiloh, *Primeiros Passos com o Arduino—2ª Edição: A plataforma de prototipagem eletrônica open source*. Novatec Editora, 2015.
- [7] S. F. Barrett, "Arduino microcontroller processing for everyone!," *Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems*, vol. 8, no. 4, pp. 1–513, 2013.