

# MC920: Introdução ao Processamento de Imagem Digital

## Tarefa 9

Martin Ichilevici de Oliveira  
RA 118077

Rafael Almeida Erthal Hermano  
RA 121286

*Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas  
4 de abril de 2014*

## 1 Transformada de Fourier aplicada a impressões digitais

Neste trabalho, estudou-se a aplicação da Transformada de Fourier (FT) a impressões digitais, com o intuito de verificar se é possível utilizar a FT para caracterizar univocamente uma impressão digital.

Dada uma imagem de impressão digital, a subdividimos em blocos de  $w \times w$ , com uma sobreposição entre eles de  $\frac{w}{2} \times \frac{w}{2}$ , de forma a não perder a continuidade entre os blocos. Em seguida, aplicou-se a Transformada de Fourier, e transladou-se o termo de frequência zero  $(u_0, v_0)$  para o centro da imagem. Em seguida, determinou-se o ponto (frequência) com maior intensidade  $(u_p, v_p)$ , executando o centro. A distância euclidiana entre  $(u_p, v_p)$  e  $(u_0, v_0)$ , expressa em (1), é a frequência máxima  $f_r$  da imagem, e corresponde ao número de cristas no bloco. Além disso, o ângulo entre estes dois pontos,  $\theta_r$ , é a orientação (perpendicular) das cristas na imagem.




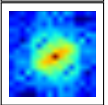

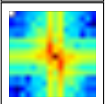

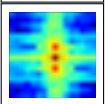
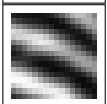
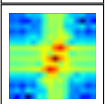
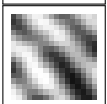
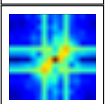
$$f_r = d = \sqrt{(u_p - u_0)^2 + (v_p - v_0)^2} \quad (1)$$

## 2 Experimentos

Adotamos  $w = 16$ , de forma que cada bloco tinha uma sobreposição de 8 *pixels* com seus vizinhos.

A tabela 1 mostra alguns exemplos de blocos, o número de cristas (determinado visualmente),  $f_r$  e  $\theta_r$  calculados. Podemos observar que o método foi muito eficaz para determinar o número de cristas e a direção das mesmas em cada bloco.

Tabela 1: Exemplos de blocos e resultados obtidos

Imagem	FFT	Cristas	$f_r$	$\theta_r$ (rad)
		0	0	1.57
		1	1	1.57
		2	1.41	0.78
		2	2	0
		2	2.24	-0.78
		3	2.83	-0.78

A Figura 1 mostra o valor de  $f_r$  para uma única linha da impressão digital. Os blocos que a compõem estão expressos na Figura 1a – note que, como os blocos possuem uma sobreposição, esta imagem não é fluída, já que ela manteve os trechos duplicados de cada bloco. Podemos ver que não há grandes saltos na imagem, dada a técnica de sobreposição utilizada.

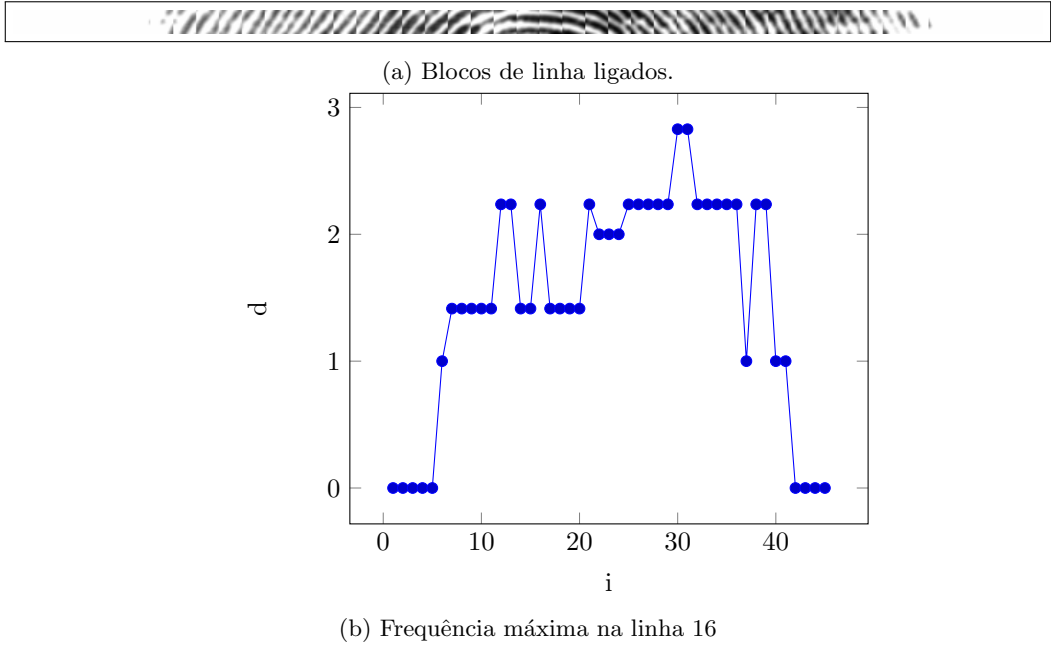


Figura 1: Dados para apenas uma linha da imagem

Por fim, a Figura ?? mostra o valor de  $f_r$  para todos os blocos de algumas impressões digitais. É nítido que as distribuições são bem diferentes – isto é um bom indicativo de que o método é capaz de distinguir diferentes impressões digitais.



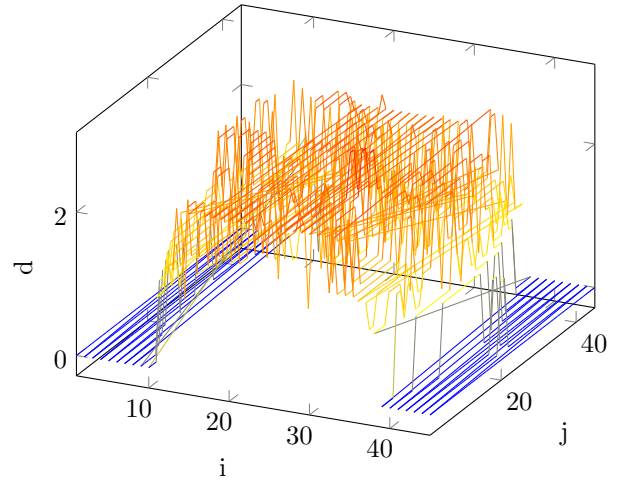
(a) Blocos de linha ligados.



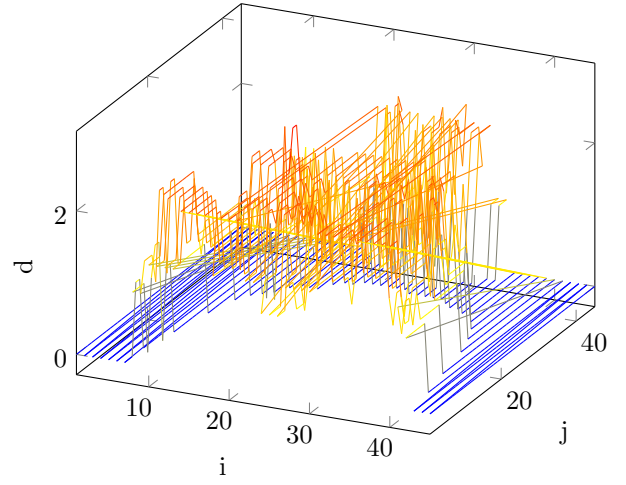
(c) Blocos de linha ligados.



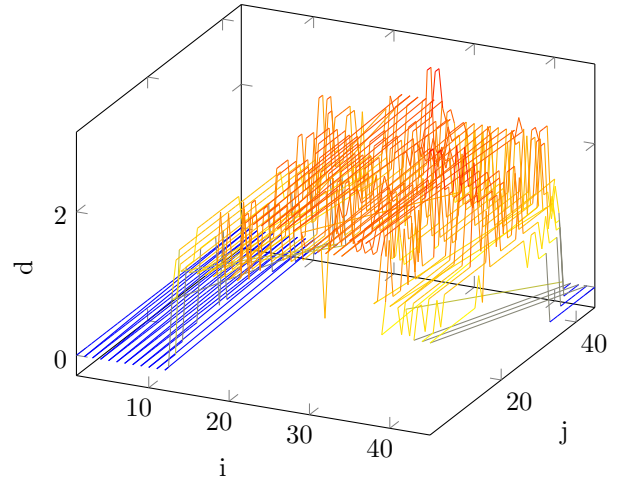
(e) Blocos de linha ligados.



(b)  $f_r$  para todos os blocos



(d)  $f_r$  para todos os blocos



(f)  $f_r$  para todos os blocos

Figura 2: Frequência máxima em cada sub-imagem