

# Transformadas de Hough E Fourier

Flavio Bayer<sup>1</sup> William Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciência da Computação  
Centro de Ciências Tecnológicas (CCT)  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)  
Joinville – SC – Brazil

flaviobayer@hotmail.com , willpereirabr@gmail.com

**Resumo.** *Este relatório apresenta os resultados dos experimentos realizados com transformada de Hough e transformada de Fourier.*

## 1. Introdução

O processo de computação de transformada de Hough e transformada de Fourier aplicada à imagens permite representar a imagem de forma diferenciada, não apenas com relação a intensidade de um pixel. Tal processo, entre outras vantagens, pode permitir extrair determinadas informações de uma imagem mais facilmente, como reconhecimento de padrões, supressão de ruídos, compressão de imagens, entre outros.

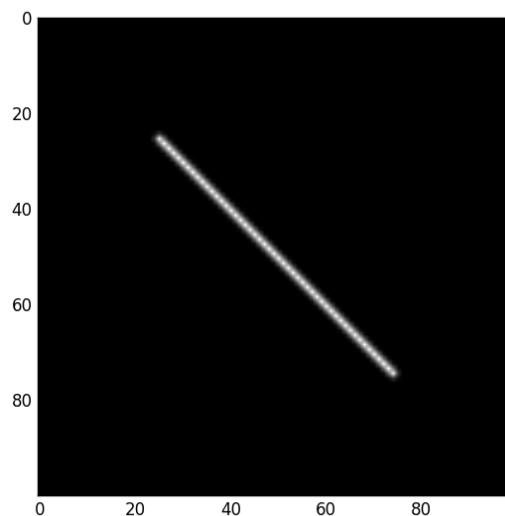
Durante o decorrer deste trabalho será utilizado e demonstrado o funcionamento de uma ferramenta desenvolvida em linguagem de programação Python para processamento de imagens, cálculo de Transformada de Hough e Transformada de Fourier. O programa permite a configuração da imagem de entrada, e realiza a computação das transformadas necessárias, realizando sucessivas rotações na imagem. As imagens são exportadas após cada rotação, incluindo o resultados das transformadas. Todos os arquivos utilizados, incluindo imagens geradas e scripts estão em anexo no arquivo .zip submetido juntamente com o trabalho, permitindo melhor visualização de imagens e análise do algoritmo.

Este artigo apresenta na Seção 2, o processo de resolução para os problemas propostos referentes à Transformada de Hough e Transformada de Fourier. Na seção 4 será feita um abreve conclusão sobre este trabalho, incluindo sua importância e conhecimentos agregados.

## 2. Problemas

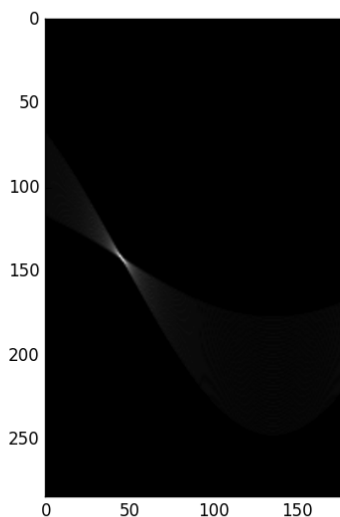
### 2.1. Extraia o espectro de frequências a partir da tabela no espaço (rho,theta) gerado pelo script HoughTransf.py

O primeiro problema consiste em realizar a execução do script HoughTransf.py disponibilizado. Tal script possui uma rotina para cálculo da transformada de Hough implementada. Este problema propoe a utilização de uma tabela gerada pelo programa como imagem de entrada para o processo. A imagem de entrada consiste em uma imagem binária, em que é possível perceber uma linha diagonal centrada na imagem, conforme ilustrado na Figura 1. O processo de transformada de Hough implementado realiza a varredura em ângulos variando de -90 a 90 (utilizando graus) e distancia da origem variando de 0 até o extremo oposto a origem, compreendendo o processo de detecção de



**Figura 1. Imagem utilizada para calculo da Transformada de Hough.**

pontos pertinentes, e sua transformação do espaço cartesiano para o espaço de Hough. A Figura 2 ilustra o resultado obtido a partir da aplicação da transformada na Figura 1. Analisando a Figura 2 é possível perceber que foram geradas diversas linhas senoidais,



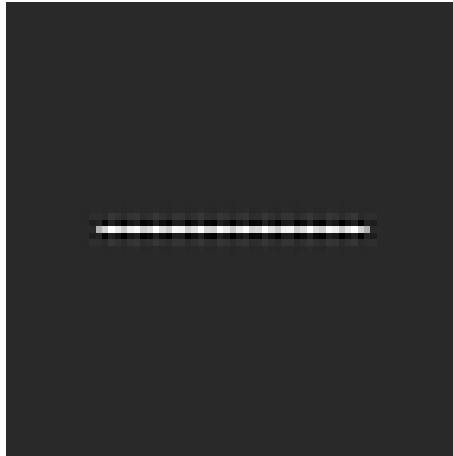
**Figura 2. Imagem gerada pela Transformada de Hough aplicado à 1.**

mas que há um ponto comum entre praticamente todas as retas, que representa a reta diagonal presente na Figura 1.

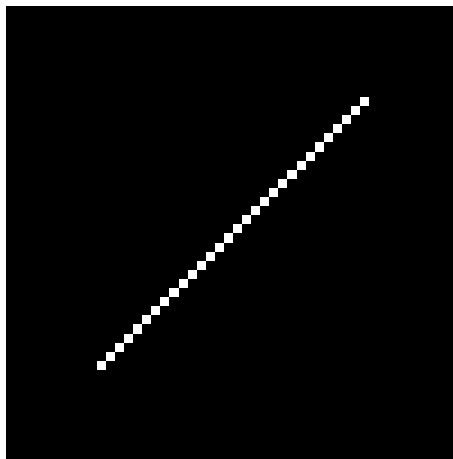
## **2.2. Execute várias rotações da matriz diagonal apresentada no mesmo script e extraia os respectivos espectros de frequências (Transf de Fourier)**

A imagem usada inicialmente foi extraída do script de exemplo (figura 1). Para poder criar as outras duas imagens rotacionadas apresentadas no relatório (figura 3 e 4), foi criado um

script especialmente para isto. O script gera um vetor *numpy* com 50 x 50 posições, onde a diagonal principal possui 30 valores '1' e os outros pixels todos possuem valor 0.



**Figura 3. Imagem de rotação de 45°.**



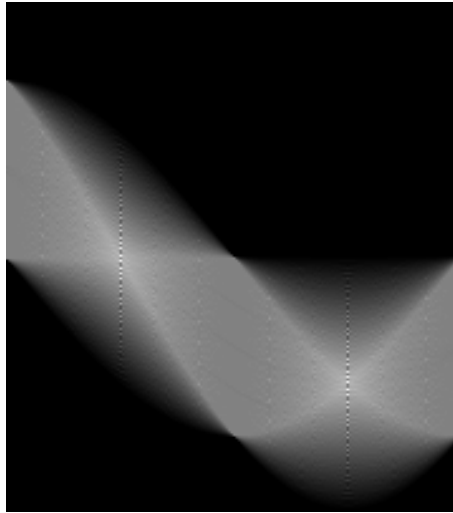
**Figura 4. Imagem de rotação de 90°.**

Após esta criação, os processos realizados na seção 2.1 são realizados novamente para estas novas imagens. Os resultados com comparações podem ser analisados nas próximas seções.

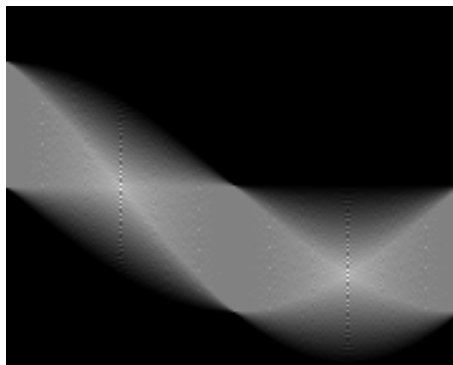
### **2.3. Compare cada um dos espectros obtidos em relação àquele do item 1. Utilize distância euclideana para sustentar sua análise comparativa.**

Foram extraídos os espectros das figuras 3 e 4. As transformadas de Hough podem ser vistas nas figuras 5 e 6. Os espectros, extraídos da transformada de Fourier, podem ser observados nas figuras 7, 8 e 9.

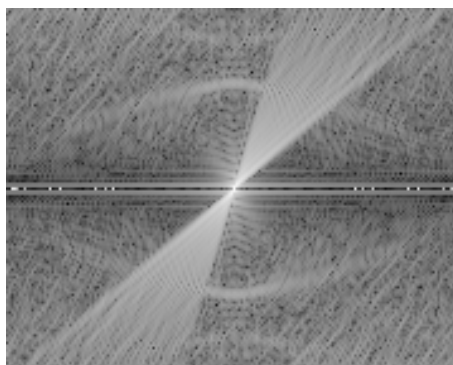
Apenas a olho nu, já é possível observar a diferença dentre os casos de 0° e 45°/90°. As linhas obtidas a partir da imagem original são diagonais na transformada de Fourier, característica não visualizada nas imagens com rotação de 45° e 90°. Essas duas possuem as mesmas características de linhas na horizontal, porém em uma elas são mais espaçadas e em outra estão contraídas.



**Figura 5. Imagem gerada pela Transformada de Hough aplicado a fig. 3.**

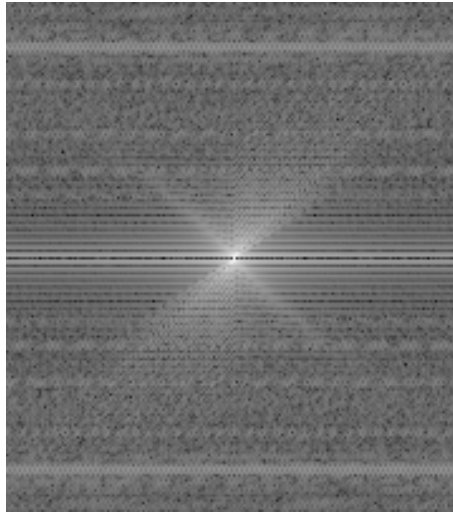


**Figura 6. Imagem gerada pela Transformada de Hough aplicado a fig. 4.**

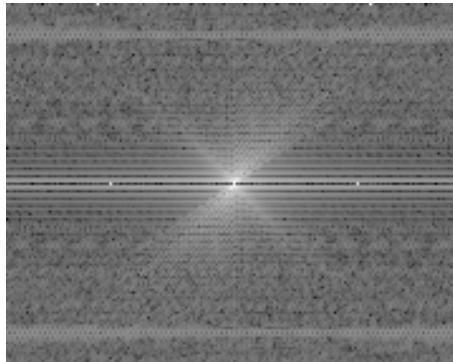


**Figura 7. Transformada de Fourier para 0°.**

Em todos os casos das figuras 7, 8 e 9 a quantidade é a mesma, o que muda é sua orientação. Isto deve se ao fato de ser a mesma imagem, porem apenas com rotações aplicadas. Estes padrões são usados para evitar confusões quando se fala em categorização de imagens.



**Figura 8. Transformada de Fourier para 45°.**



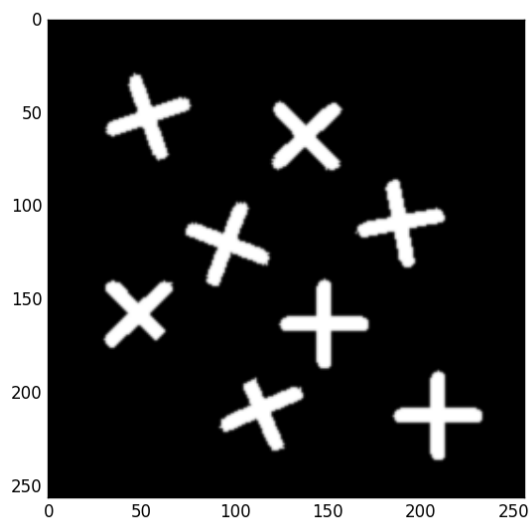
**Figura 9. Transformada de Fourier para 90°.**

#### **2.4. Encontre uma imagem contendo linhas, aplique a transformada para realce de segmentos de retas e repita 1 e 2**

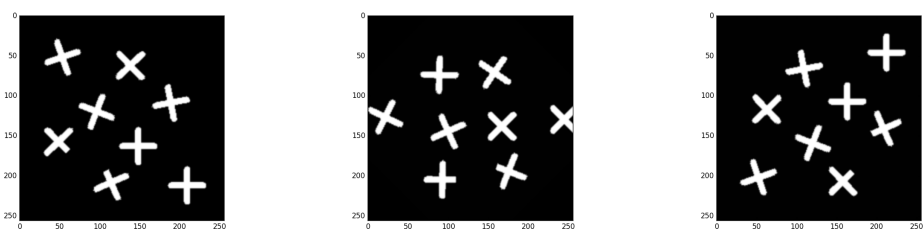
Como exemplo de imagens contendo diversas linhas foi selecionada uma imagem de exemplo utilizada pelo autor original do script de Transformada de Hough utilizada nesse trabalho. A imagem é composta por diversas linhas cruzadas, rotacionadas em variados ângulos, sendo que alguns objetos possuem o mesmo ângulo de outros. A imagem utilizada é retratada pela Figura 10.

Foram realizados testes com três valores de rotação da imagem, 0 graus (imagem original), 45 graus e 90 graus, conforme ilustra a Figura 11. Para cada valor de rotação foi computada a magnitude dos valores resultantes da Transformada de Fourier e Transformada de Hough, conforme ilustrados pela Figura 12 e , respectivamente.

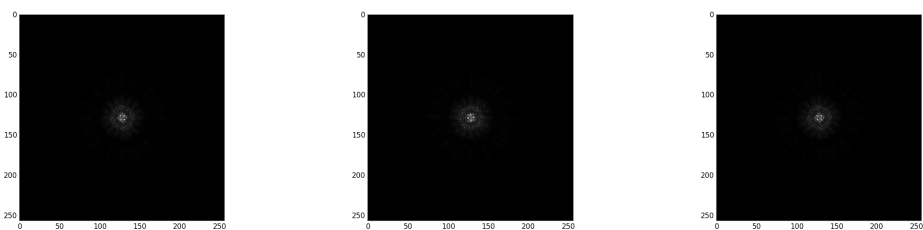
Observando as imagens ilustrada pela Figura 12 é possível perceber que o espectro de frequência da imagem se distribui formando linhas que se espalham por diversas frequências. Isso indica que a imagem apresenta mudança repentina de tons em determinada direção. Enquanto outras frequências estão praticamente sem valor, o que permite inferir que em determinados locais da imagem praticamente não há mudança de cor. Isso é realmente o que acontece com a imagem, ela é uma imagem binária que apresenta súbitas



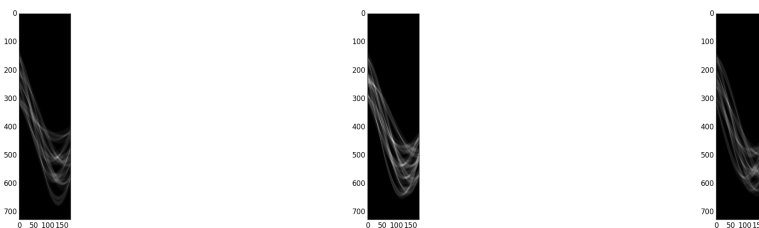
**Figura 10. Imagem ilustrativa com várias linhas.**



**Figura 11. Sucessivas rotações aplicadas à Figura 10**



**Figura 12. Transformada de Fourier aplicada a sucessivas da Figura 10**



**Figura 13. Transformada de Hough aplicada a sucessivas da Figura 10**

mudanças de intensidade no decorrer de uma linha reta dos objetos (cruzes). Ao realizar a rotação da imagem, o espectrograma também é rotacionado, visto que ainda há a mudança súbita de intensidade de cor, porém em um ângulo diferente, o que causa o deslocamento dos pontos no espectrograma ao redor do centro da imagem.

Observando as imagens ilustrada pela Figura 13 é possível perceber que as linhas se movimentam conforme ocorre a rotação da imagem, embora o ponto máximo ainda exista na interseção das diversas linhas, se movendo de forma contínua. A mudança de fase nas linhas senoidais no espaço de Hough é proporcional a rotação da imagem original, visto que o valor de  $\theta$  se modifica diretamente com a rotação da imagem. De forma parecida, o valor de  $\rho$  também é modificado conforme a linha detectada se aproxima ou se distancia da origem baseada na rotação da imagem.

### **3. Conclusão**

Este trabalho apresentou o relato da codificação de uma ferramenta computacional, em linguagem de programação Python, para processamento de imagem, focando na aplicação de Transformadas de Fourier e Transformada de Hough. Tais algoritmos permitiram realizar a detecção de linhas presentes em imagens e também de realizar a visualização de imagens de forma diferenciada, permitindo que diversas técnicas de processamento possam ser aplicadas de forma mais eficiente.

### **Referências**