

ESPECTROGRAMA

MATHEUS MORAES PEREIRA SALES DE AZEVEDO - 99892

E-mails: joão.rossi@ufv.br, thiago.m.avila@ufv.br

Resumo: Este relatório fundamenta-se em realizar um estudo de comandos, funções e aplicações, utilizando o software interativo MATLAB, com enfoque nas operações de cuja finalidade consiste no estudo introdutório acerca da análise de sinais por meio de espectrograma

Palavras-chave: MATLAB, espectrograma.

Introdução

As estratégias empregues para análise de sinais por meio da série de Fourier utilizados até então, são eficazes para a realização de diversos procedimentos. Entretanto, limitam-se a análises de sinais estacionários, ou seja, qualquer sinal submetido à análise de Fourier é constante ao longo do tempo. [1]

Sendo assim, para a aplicação das transformadas de Fourier faz-se necessário que a dinâmica responsável pela geração do sinal é a mesma desde o início até o fim da série temporal. Esta propriedade é importante pois garante que a transformada inversa de um espectro resultará exatamente no sinal de entrada. [2]

Entretanto, ao analisarmos os sinais provenientes da natureza é notório a existência de inúmeros sinais na natureza que não se encaixam na restrição aludida. Como prova disso temos os sinais de voz. Dessa forma, é fundamental que exista métodos para a análise *tempo x frequência*, de forma que se possa verificar a evolução do conteúdo espectral de um sinal mesmo numa situação não-estacionária.

Materiais e métodos

Transformada de Fourier de curta duração: Para que seja possível a análise de um sinal no tempo e na frequência simultaneamente, faz-se necessário a construção de um espectrograma.

Para tal, é necessário que o sinal seja dividido em janelas de tamanho *nwindow* com *noverlap* amostras de sobreposição entre as janelas adjacentes. Ademais, sob cada janela é realizado a transformada *fft* em *nfft* pontos. Para a realização do processo aludido foi utilizado a função *espectrograma* fornecida. [3]

Espectrográficas O processo supracitado se torna útil quando se deseja analisar um sinal na perspectiva tempo X frequência, cujo o enfoque seja acerca de informações escondidas em sinais de áudio, as quais são de mais complexa análise quando se trata apenas no domínio temporal

Dessa forma, essa parte do relatório tem como o intuito realizar um estudo prático do processo aludido. Isto posto, foi efetuado o carregamento do arquivo *lena.wav*, através do comando *audioread*.

Por conseguinte, foi aplicado o espectrograma do sinal variando os seguintes parâmetros *nwindow*, *noverlap* e *nfft*. Por fim, foram feitos os devidos estudos em cima dos resultados obtidos

Informações Escondidas em Sinais de Áudio: Com o enfoque no processo supramencionado, foi feito o processo semelhante ao anterior. Entretanto, foi utilizado as músicas do Richard David James, conhecidas por apresenta informações interessantes em seus espectrogramas.

Canto das baleias: Dentre as possíveis aplicações práticas para a análise tempo X frequência, estão os estudos acerca dos padrões de sons produzidos por baleias.

Dessarte, foi efetuado o carregamento do arquivo *whalecalls.mat*, através do comando *load*. Por conseguinte, os mesmos foram executados possibilitando a análise.

Além disso, foram realizados os respectivos espectrogramas dos sinais sonoros. Por fim, foram realizados estudos acerca dos resultados obtidos.

Resultados

Dando início aos requerimentos do roteiro, plotou-se o sinal Y referente à uma função cossenoidal, em que utilizou-se uma perspectiva no domínio da frequência. Em seguida foi plotado o espectrograma do sinal. Observando as figuras 1 e 2, referentes a cada sinal respectivamente, pode-se notar que no segundo caso existe uma perspectiva mais robusta em relação ao primeiro caso, pois oferece informações sobre a frequência, magnitude e tempo em uma mesma imagem.

Todavia um ponto negativo pode-se citar o fato de não ser possível observar algumas partes do sinal, haja visto que tal perspectiva omite uma parte do sinal devido à plotagem em 3 dimensões.

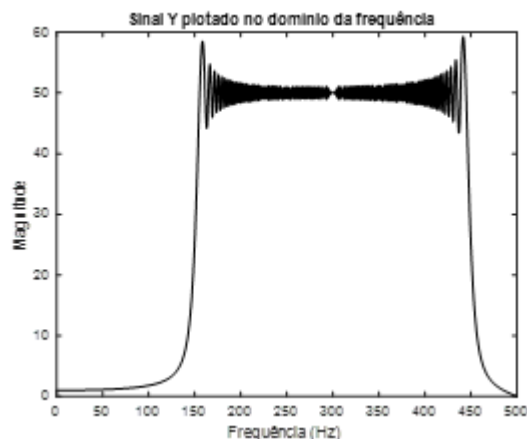


Figura 1: Sinal Y plotado no domínio da frequência.

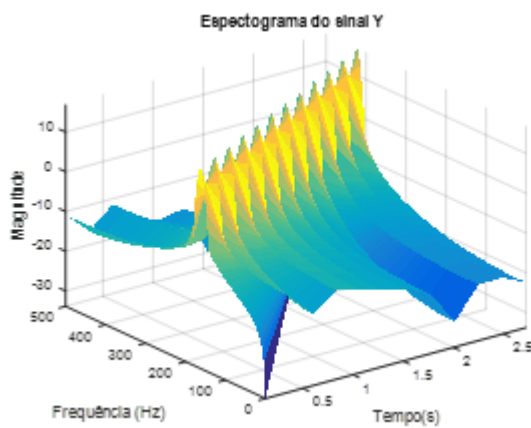


Figura 2: Espectrograma do sinal Y.

Com a finalidade de observar qual o comportamento um sinal gráfico, ao ser tratado como um áudio, plotou-se o espectrograma de uma imagem, observada na figura 3. Desta maneira, evidencia-se que é possível gerar um áudio partindo-se das informações da imagem, haja visto que a mesma possui uma determinada frequência de amostragem, portanto é possível escutar as informações do sinal. Como o ouvido humano consegue perceber sons na faixa de 20 a 20000 Hz aproximadamente [4], analisando o espectro é possível esperar que o som gerado seja perceptível aos seres humanos, já que a frequência varia de 0 a 500 Hz. Dentre as diversas aplicações para o processo aludido encontram-se os estudos de análise de compostos em química, para determinar a composição de elementos, e também é usado em astronomia para obter percepções sobre a composição e velocidades de corpos astronômicos. [5]

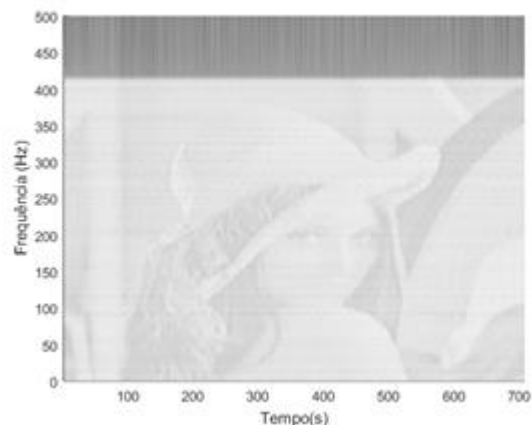


Figura 3: Espectrograma da imagem *lena*.

Dando seguimento ao roteiro, trabalhou-se de maneira inversa ao procedimento anterior. Sendo assim, partindo-se de 2 áudios aleatórios foram gerados os seus respectivos espectrogramas, nos quais foram observadas imagens que remetem à figuras da cultura satânica e à um felino no segundo caso, dando à entender a intenção do autor em gerar um áudio baseado em tais imagens.

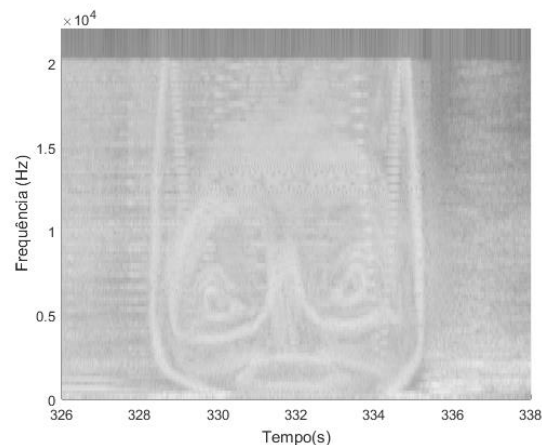


Figura 4: Imagem gerada a partir de *Aphex*.

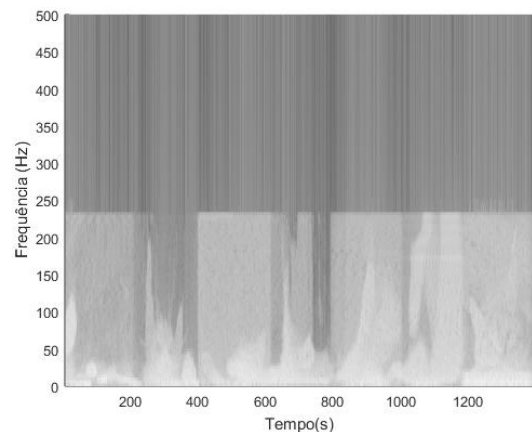


Figura 5 Imagem gerada a partir de *Look*.

Por fim, foram gerados os espectrogramas do arquivo *whalecalls*, os quais se referem à sons de baleias. Através da observação das figuras 6 e 7, referentes aos espectrogramas plotados em perspectiva *tempo x frequência*, nota-se que em ambos existe uma periodicidade no sinal. Sendo assim, esta característica demonstra um certo padrão no canto das baleias.

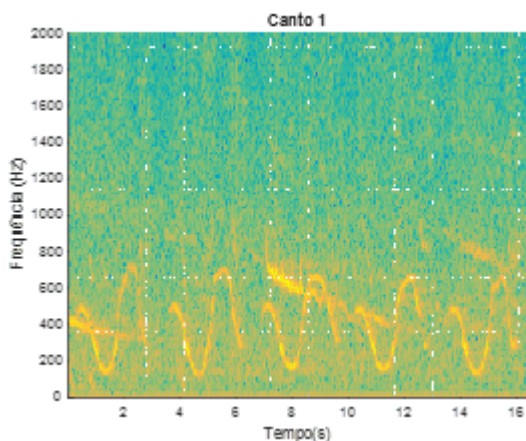


Figura 6: Primeira amostra de canto das baleias.

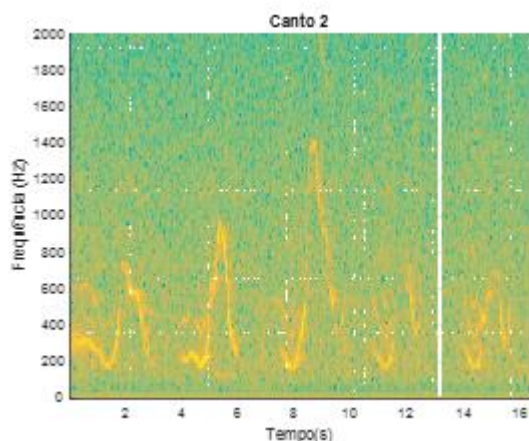


Figura 7: Segunda amostra de canto das baleias.

Discussão

Em primeira análise é necessário destacar a aplicabilidade da transformada de Fourier de curta duração como uma ferramenta para manipulação de sinais gráficos e sonoros, em que a mesma se mostrou muito útil em tais operações, possibilitando ao usuário o uso do mecanismo como um meio para estudar o comportamento de um sinal no domínio da frequência e do tempo simultaneamente.

Ademais, é necessário afirmar que os trabalhos envolvendo as plotagens *tempo x frequência* de determinados sinais foram úteis nesta prática, haja visto que esta ferramenta é a base de aplicações envolvendo perspectivas de um sinal sonoro como uma imagem ou o inverso.

Além disso, pode-se inferir que os espectrogramas trabalhados em arquivos de som apresentaram um nível de eficiência bastante satisfatório, uma vez que, em muitos casos, é possível observar alguns padrões em sinais sonoros como no caso do canto das baleias.

Conclusão

Após realizar as manipulações dos sinais, pode-se inferir que os espectrogramas trabalhados permitem um vasto campo de aplicações no contexto da Engenharia Elétrica e afins. Em face à esta ideia, uma ferramenta muito útil trabalhada nesta prática foram as implicações observadas nas imagens geradas por tal processo, uma vez que, através do entendimento da influência de grandezas como a frequência de um determinado sinal, é possível inferir algumas características e propor padrões encontrados por tal observação.

Referências

- [1] B.P.LATHI, Sinais e sistemas lineares.
- [2] A.V.OPPENHEIM, Sinais e sistemas lineares
- [3] MATLAB, Disponível em <<https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/fft.html>> Acesso em 6 de novembro de 2019.
- [4] Viagem ao mundo da audição, Disponível em <<http://www.cochlea.org/po/som/campo-auditivo-humano>> Acesso em 6 de novembro de 2019.
- [5] JANOTTI, ALDO, Origens da universidade: a singularidade do caso português.