

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA
EEL7522 – PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS

Yuri Nunes Pagani

Título: Projeto de Processamento de Voz

Florianópolis

2021

RESUMO

Este projeto tem como objetivo introduzir os alunos, de forma prática e através de ferramentas computacionais, a algoritmos de processamento de sinais e aplicá-los em filtragem e reconhecimento de voz.

Neste projeto serão implementados a filtragem com esquecimento, filtragem de média móvel e será apresentada a correlação entre sinais.

1 INTRODUÇÃO

Para este projeto, foi feita a gravação de um áudio de voz de aproximadamente 10 segundos, o qual serviu como sinal a ser processado pelos algoritmos.

O sinal de áudio foi capturado utilizando o programa Audacity, e para a implementação e visualização dos resultados, foram utilizados scripts feitos em linguagem de programação Python.

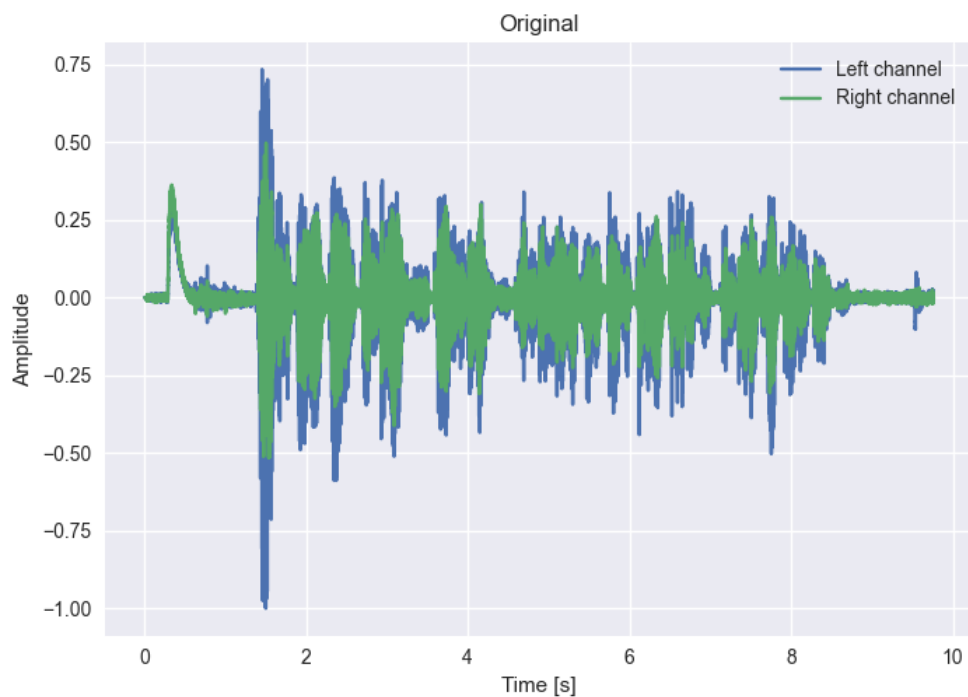


Figura 1: Espectro do sinal de áudio original.

2 FILTRO COM ESQUECIMENTO

O filtro com esquecimento é definido como:

$$y[n] = \alpha \times y[n - 1] + x[n], \text{ onde: } -1 < \alpha < +1$$

Conhecido também como filtro de média móvel exponencialmente ponderado. Esse filtro leva em consideração amostras mais recentes do sinal, sendo ele um acumulador que atenua valores passados da saída por um fator exponencial α . Podemos verificar que para esse filtro, $|\alpha| \geq 1$ temos um sistema instável, visto que $y[n] \rightarrow \infty$.

2.1 FILTRAGEM DO SINAL ORIGINAL PARA DIFERENTES ALFAS

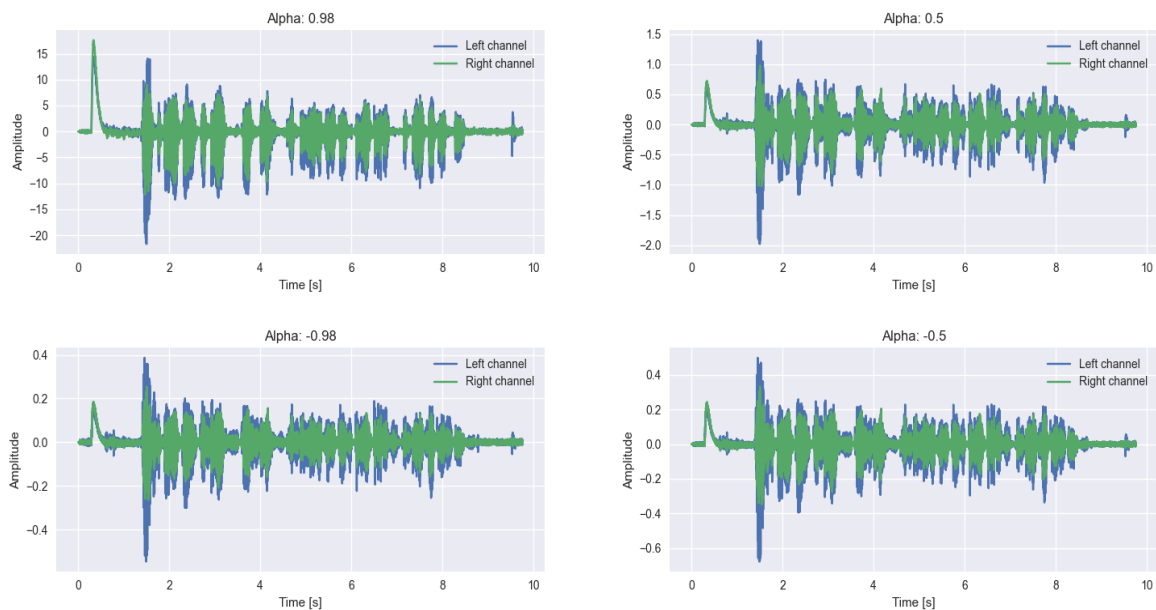


Figura 2: Áudio original filtrado para diferentes alfas

Podemos verificar que para os valores positivos de α utilizados (0,98 e 0,5), fica claro que houve um incremento na amplitude no sinal de saída comparado ao sinal original.

Quando ouvimos esses dois sinais de saída, em especial no qual foi utilizado $\alpha = 0,98$, é possível ouvir uma alta saturação na voz, o que popularmente pode se chamar de um áudio ‘estourado’.

Para os valores de α negativos (-0,98 e -0,5), fica perceptível a atenuação da amplitude do sinal de saída. Quando ouvimos esses áudio, o que é possível perceber é uma diminuição do volume deles.

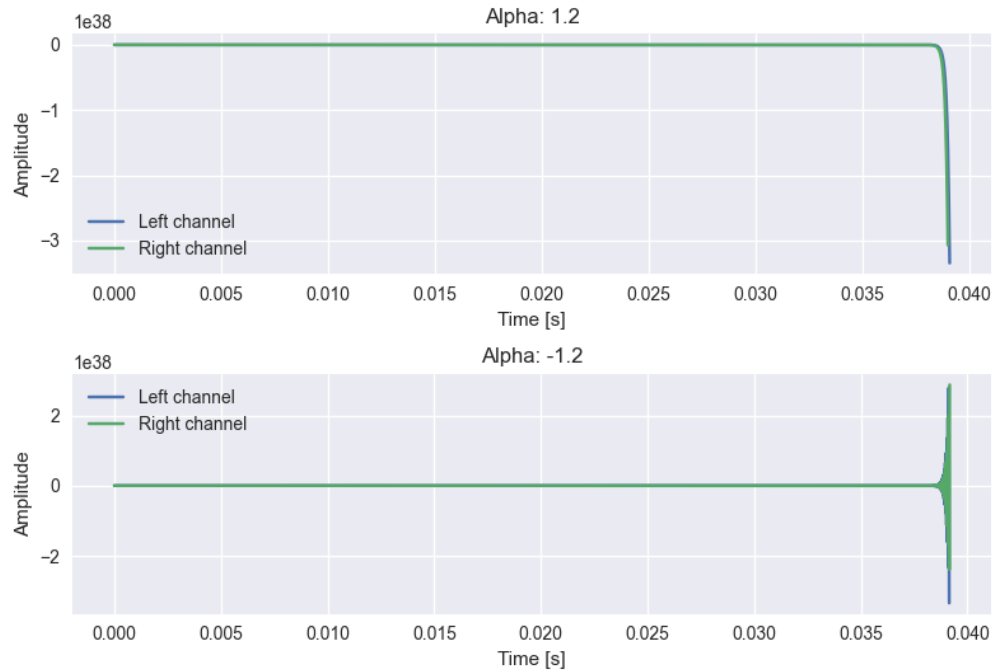


Figura 3: Filtragem com valores de alfa que tornam a saída instável

Já para valores de α que são $|\alpha| \geq 1$, ocorre um overflow no programa. Isso acontece devido ao fato de que para $n \rightarrow \infty$ temos $y[n] \rightarrow \infty$.

3 FILTRO MÉDIA MÓVEL

O filtro média móvel é definido como:

$$y[n] = y[n - 1] + \frac{x[n] - x[n - M]}{M}$$

O filtro média móvel faz a média de um número de pontos M de um sinal de entrada $x[n]$, para produzir um sinal de saída $y[n]$. Esse filtro é muito utilizado para reduzir o ruído branco, visto que ele garante que não haja oscilações muito abruptas de uma amostra para outra.

3.1 FILTRAGEM DO SINAL ORIGINAL PARA DIFERENTES M_s

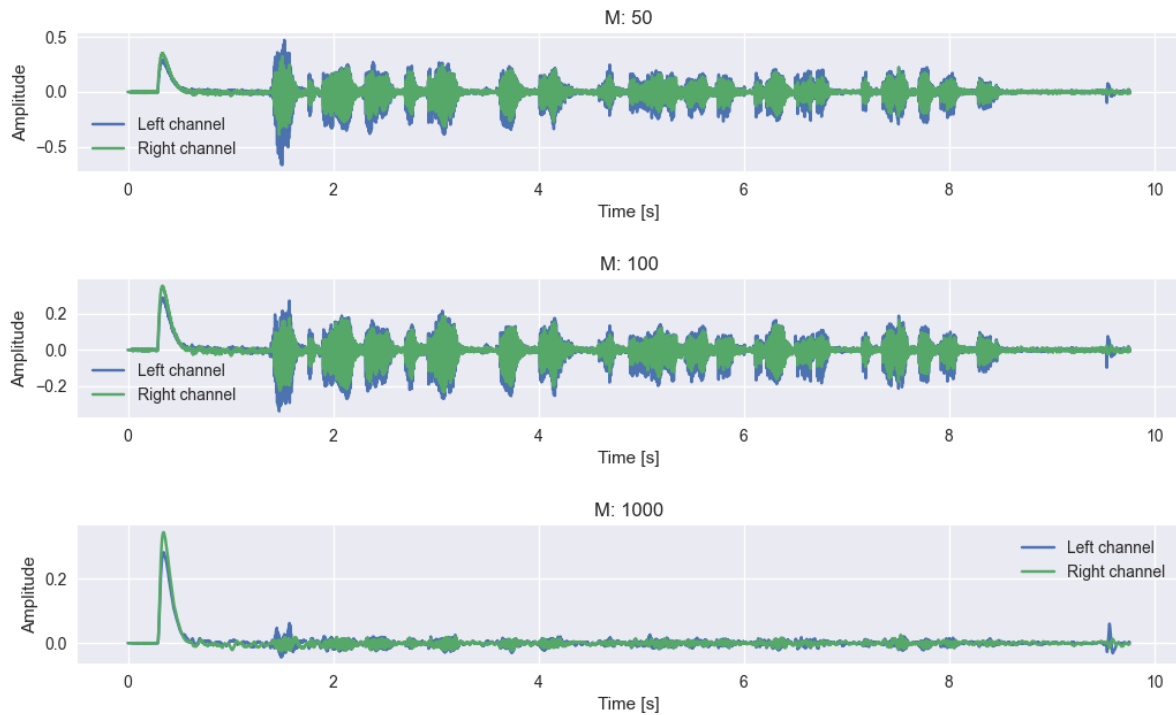


Figura 4: Sinal original filtrado para diferentes valores de M

Podemos ver que, à medida que os valores de M aumentam, o sinal de saída acaba apresentando menos variações abruptas de amplitude, e de certa forma, atenuação na própria amplitude. Quando ouvimos esses áudios da saída do filtro, e comparando-os ao áudio original, é perceptível uma diminuição do volume e um certo ‘abafamento’ na voz, isso ocorre justamente pelo corte dos saltos de amplitude muito rápidos.

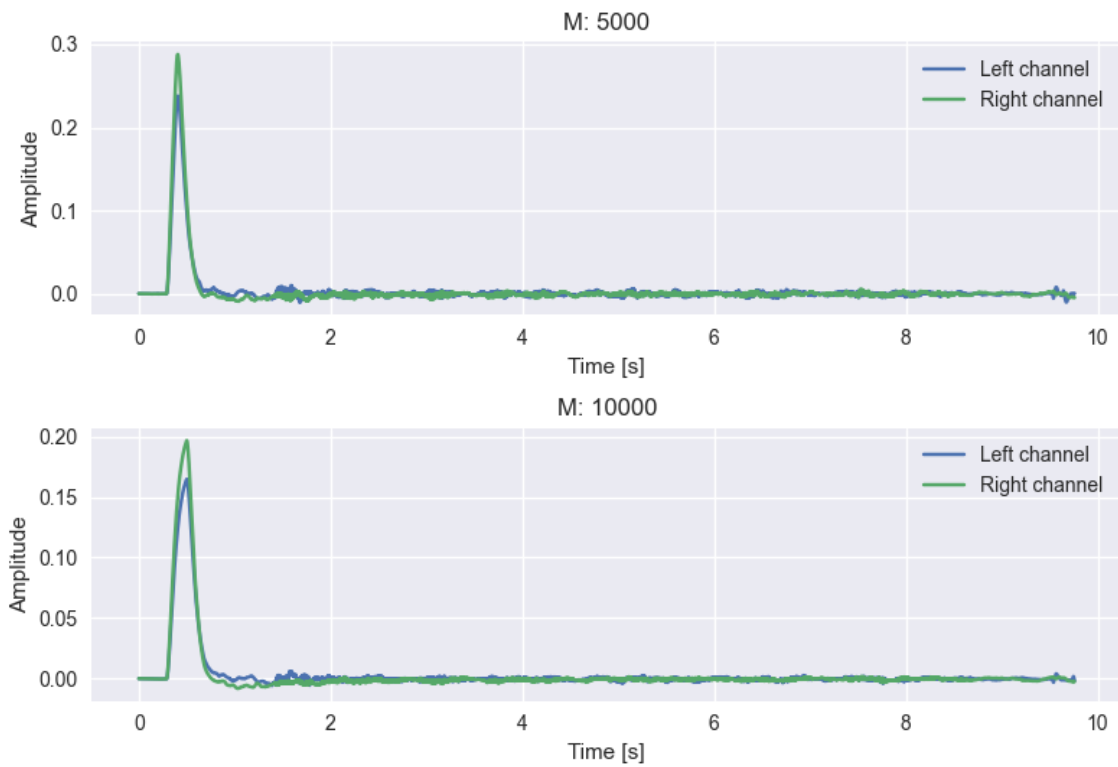


Figura 5: Sinal original filtrado para diferentes valores alto de M

Para valores muito altos de M, há uma atenuação muito rápida da amplitude do sinal, visto que a parcela $\frac{x[n] - x[n-M]}{M}$ torna os valores de $y[n]$ muito pequenos.

4 CORRELAÇÃO DE SINAIS

A correlação de sinais é uma medida de similaridade entre dois sinais em função de um atraso aplicado a um deles.

A correlação cruzada $r_{xy}[l]$ do par de sinais $x[n]$ e $y[n]$, é dada por:

$$r_{xy}[l] = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \times y[n - l], \quad \text{onde: } l \in \mathbb{Z}$$

4.1 CORRELAÇÃO CRUZADA DO SINAL ORIGINAL E SINAL CORTADO

Para realizar uma correlação entre dois sinais, utilizamos o sinal de áudio original e um trecho de 1 segundo do sinal original, o qual foi retirado entre os 2 e 3 segundos.

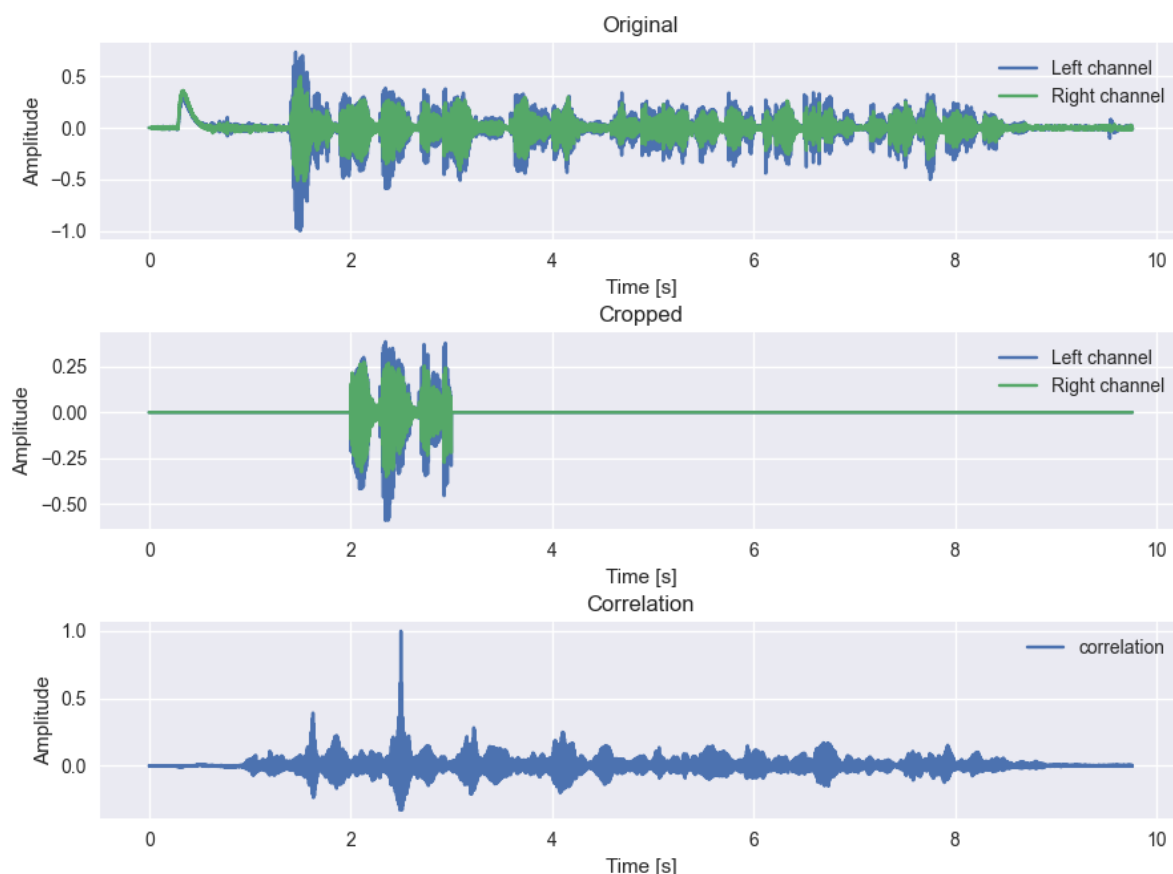


Figura 6: Correlação entre o sinal original e o cortado

Visivelmente, observamos que o gráfico da função correlação apresenta valores muito mais altos de amplitude entre 2 e 3 segundos. Isso nos leva a concluir que há uma similaridade muito grande entre os sinais para esse período, o que é verdade, visto que, o sinal cortado foi justamente retirado desse trecho do sinal original.

A correlação cruzada, como foi usada no experimento acima, é frequentemente utilizada quando se deseja procurar por um sinal de curta duração que esteja inserido em um sinal mais longo. Mas não somente isso, pois ela também encontra aplicações em reconhecimento de padrões, criptoanálise.

5 CONCLUSÃO

Mostramos a aplicação do filtro de esquecimento, filtro média móvel e correlação de sinais, a partir de sinais de áudio gravados com o software Audacity. Desenvolvemos os algoritmos dos outros para posterior análise de funcionamento do sinal filtrado.

A realização do projeto nos coloca em contato com o conhecimento teórico adquirido na matéria de forma prática, nós desenvolvemos os algoritmos para aprendizagem de lógica de programação e funcionamento das ferramentas computacionais e entendimento de onde podem ser aplicados os conceitos visto em sala de aula.