

Efeitos sonoros em tempo real

Trabalho de Conclusão de Curso

Vitor Samora da Graça

Supervisor: Prof. Marcelo Gomes de Queiroz

Introdução

Efeitos sonoros em tempo real podem ser aplicados em instrumentos acústicos ou em voz, tendo grande aplicação no desenvolvimento musical. No escopo deste trabalho, podemos dividir os efeitos estudados em duas famílias: filtros lineares e técnicas não-lineares.

Objetivos

- Estudar e aprender fundamentos de computação musical necessários para o desenvolvimento de efeitos sonoros;
- Aplicar as técnicas estudadas através da implementação de *plugins*;
- Realizar experimentos para a validação dos *plugins*.

Conceitos utilizados

Um sinal de áudio pode ser transformado em sinal digital através de um processo de amostragem. Podemos representar esse sinal no domínio do tempo (forma de onda) ou no domínio da frequência (espectro), utilizando a transformada de Fourier (FFT) para transitar entre essas formas de representação.

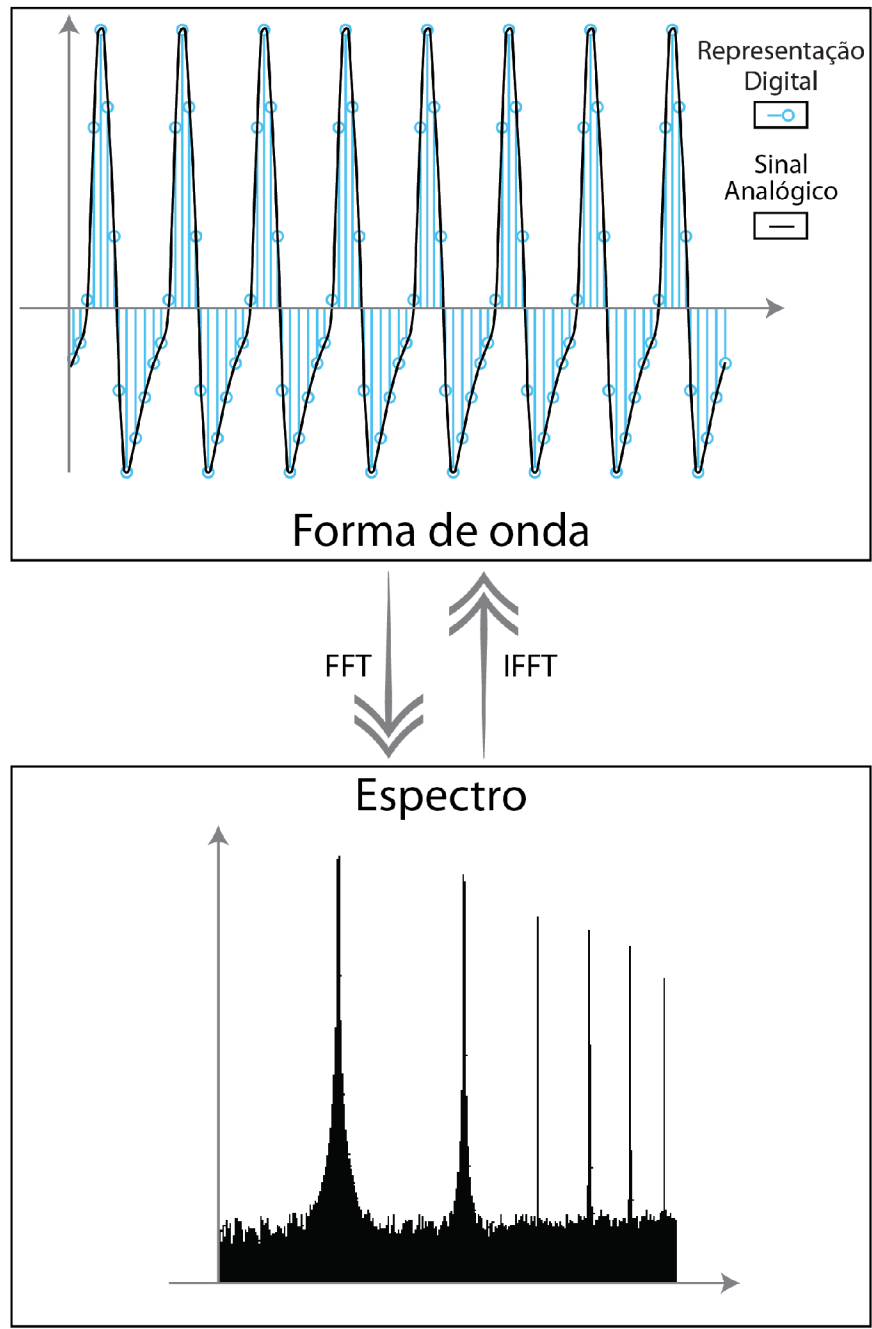


Figura: Representação digital e FFT.

Técnicas não-lineares

Efeitos não-lineares têm a propriedade de gerar saídas que possuem componentes em frequências que não estavam presentes no sinal de entrada. Foram implementadas as técnicas de *waveshaping* e *pitch shifting*.

Waveshaping: é uma forma de moldar o sinal de entrada através de uma função de mapeamento f , levando a um processo de composição de funções da forma $f(x(n))$, onde $x(n)$ é a entrada. Por meio dessa técnica podemos implementar efeitos que simulam a distorção gerada por um amplificador de tubo, além de efeitos clássicos como *overdrive* e *fuzz*.

Técnicas não-lineares

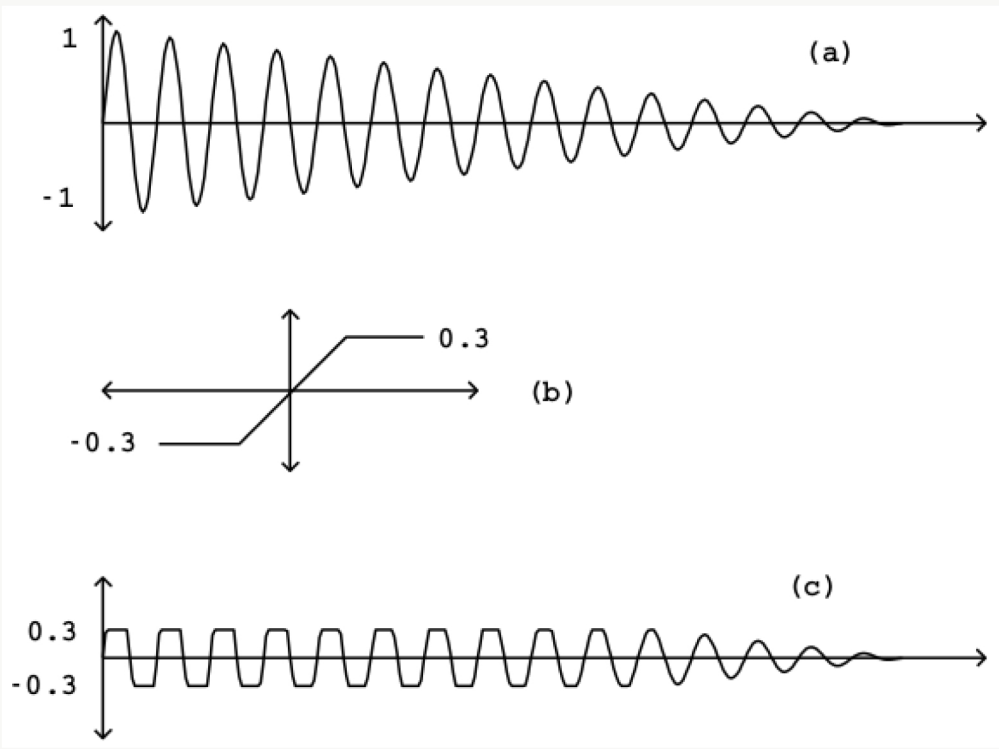


Figura: Exemplo de *waveshaping*. (a) é a entrada $x(n)$, (b) é a função de mapeamento f e (c) é a saída dada por $f(x(n))$. (imagem retirada do livro *The Theory and Technique of Electronic Music*)

Pitch shifting: é uma forma de transpor a entrada de áudio para uma afinação diferente da que está sendo tocada, mantendo-se a duração de tempo original. Um parâmetro de entrada α determina se as frequências serão transpostas para componentes mais altas ($\alpha > 1$) ou mais baixas ($\alpha < 1$). Esse efeito pode ser implementado com o auxílio de técnicas de *time stretching*, que alteram a duração de um pedaço de áudio sem mudar sua informação espectral. Realizamos o *time stretching* de acordo com o fator α e fazemos a reamostragem do sinal também com o parâmetro α . O *time stretching* foi implementado de acordo com o algoritmo SOLA (*Synchronous Overlap and Add*), onde redimensionamos blocos da entrada, fazendo um processo de sobreposição e soma.

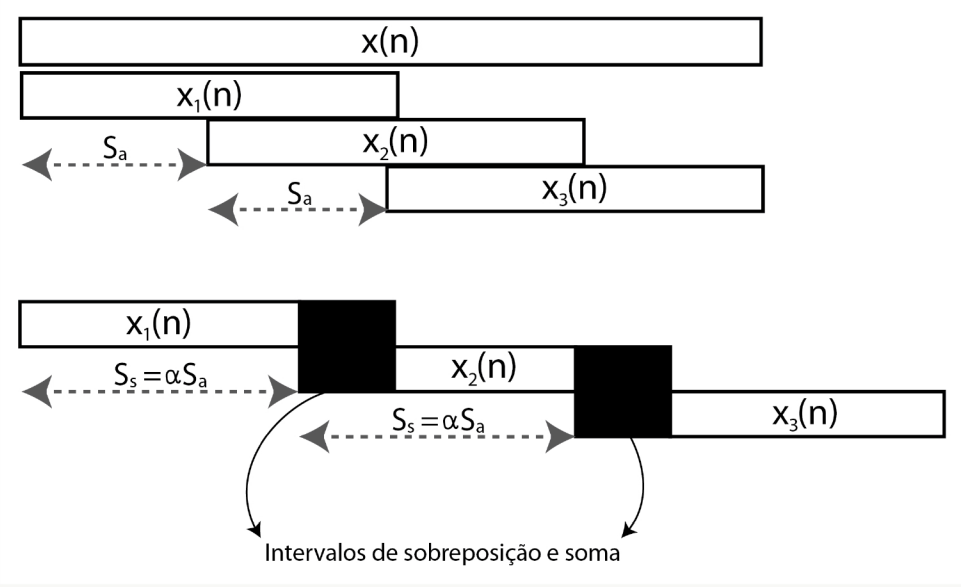


Figura: Esquema de funcionamento do algoritmo SOLA para $\alpha > 1$.

Filtros lineares

Filtros lineares têm a propriedade de enfatizarem ou reterem componentes em frequências presentes no sinal de entrada. A filtragem pode ser descrita pelos polos e zeros de uma função de transferência definida no domínio da frequência:

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$$

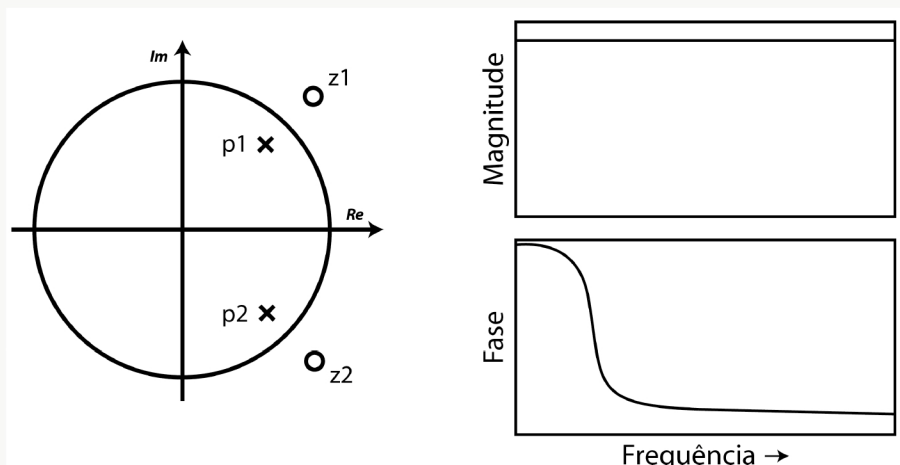


Figura: Representação de um filtro com dois polos e dois zeros, com suas respostas de fase e magnitude. (filtro *allpass* de segunda ordem)

Filtros lineares

Também podemos definir filtros lineares através de uma equação que já nos dá sua saída no domínio do tempo:

$$y(n) = \sum_{i=0}^M a_i x(n-i) - \sum_{j=1}^N b_j y(n-j)$$

Um exemplo de filtro linear é o *bandpass*. Ele enfatiza uma faixa (ou banda) de valores de frequência, atenuando as restantes.

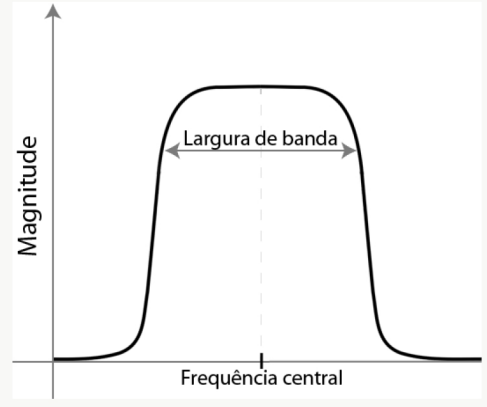


Figura: Resposta de magnitude do filtro *bandpass*.

O *wah-wah* é um efeito sonoro que pode ser implementado através de um filtro *bandpass* com largura de banda pequena e frequência central variável.

Experimentos

Podemos validar as implementações por meio de gráficos comparando sua entrada e a saída, verificando propriedades descritas nos modelos teóricos. Normalmente comparamos os sinais no domínio da frequência, mas para a técnica de *waveshaping* faz sentido compararmos as formas de onda.

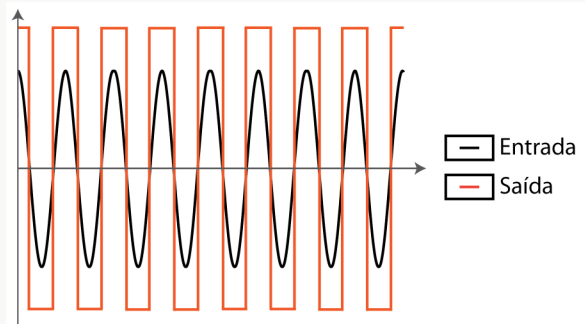


Figura: Comparação entre entrada e saída para *waveshaping*.

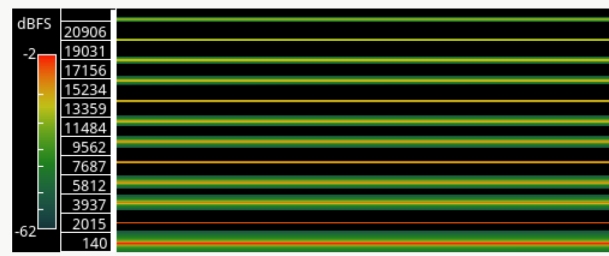


Figura: Espectrograma da saída do *waveshaping*.

Referências bibliográficas

- Udo Zölzer. *DAFX: Digital Audio Effects: Second Edition*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. ISBN 9780470665992
- Miller Puckette. *The Theory and Technique of Electronic Music*. World Scientific Publishing Company. ISBN 9789812700773
- F. Richard Moore. *Elements of Computer Music*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA. ISBN 0132525526

Escute os efeitos implementados

