

Relatório de Atividades

Nicolau Werneck

26 de Fevereiro de 2003

1 Proposta da Pesquisa

O título deste projeto é **Análise da Influência de Características Acústicas de Instrumentos em Diferentes Estilos Musicais**.

Proposta definida logo antes do início da bolsa possui vários pontos objetivos e bem definidos, mas ainda assim estava misturada com algumas propostas de pesquisa de mais longo prazo, o que só pôde ser aprendido a pouco tempo. A proposta de longo prazo levanta basicamente os seguintes questionamentos:

- Como funcionam as diferentes distorções usadas em instrumentos musicais?;
- Como são percebidas estas distorções?;
- Como são utilizadas estas distorções para obterem-se diferentes efeitos em diferentes estilos musicais?;

Os primeiros dois questionamentos fazem parte de uma área de pesquisa bem-consolidada em todo o mundo, da análise de timbres de instrumentos musicais. O terceiro questionamento vai ainda mais além, e envolve a análise de músicas por inteiro.

Dentro do CEFALA, o orientado pôde tomar conhecimento de diversas pesquisas sobre percepção do som e da fala e sobre timbres de instrumentos, e tomando pesquisas assim como exemplo ele deu início à sua própria. Optou-se por iniciar a pesquisa com efeitos usualmente aplicados a guitarras elétricas, com que o bolsista possui bastante contato. Então seriam feitas análises físicas e psicoacústicas do funcionamento destes efeitos.

É preciso esclarecer que a pesquisa desenvolvida não seguiu as mesmas especificações que foram propostas e aceitas. Algumas dificuldades na implementação daquele projeto, e ainda algumas vantagens vistas no novo projeto elaborado fizeram com que se mudasse de idéia quanto à pesquisa a ser desenvolvida. O novo projeto foi discutido com várias pessoas próximas ao bolsista e ao orientador, e foi

publicada na internet (apesar de não ter tido ampla divulgação).

O novo projeto deu condições ainda melhores para que o aluno interagisse com professores e alunos de pós-graduação, e permitiu que o aluno trabalhasse num contexto ao menos tão amplo e multidisciplinar quanto a proposta anterior permitia. O aluno também pôde passar pela valiosa experiência de desenvolver um projeto de pesquisa da estaca zero, partindo de questionamentos que ele mesmo propôs, acerca de assuntos de seu interesse.

2 Modelos Matemáticos

Uma pesquisa acerca do funcionamento de distorções musicais e da história da criação delas, em especial efeitos aplicados a guitarras elétricas, foi empreendida pelo bolsista. É importante que este conhecimentos sempre sejam mostrados juntos da pesquisa por se tratar de um assunto pouco divulgado dentro do meio acadêmico.

O aluno já conhecia um pouco acerca do funcionamento de distorções, e teve inclusive a oportunidade de montar um pedal de distorção como um trabalho em uma disciplina em que estava matriculado na universidade. O conhecimento da implementação em circuitos eletônicos das distorções é relevante para a pesquisa, principalmente porque espera-se discutir futuramente o polêmico assunto acerca de diferenças entre o efeito final causado por circuitos com triodos ou com semicondutores.

Dois efeitos foram escolhidos para serem estudados a fundo durante a pesquisa: o *overdrive* (ou *fuzz*) e a reverberação.

Foi desenvolvido um modelo matemático básico para o efeito de *overdrive*, e este foi implementado em um simples programa em C++ para que o algoritmo fosse utilizado como um filtro para o processamento de sinais. O modelo se mostrou bastante satisfatório, e todas as pessoas convidadas a escutar demonstrações de seu funcionamento dis-

seram que ele foi bem-sucedido. O mesmo modelo serviu também para implementar-se uma distorção de *cross-over*.

Outro modelo no mesmo espírito também foi criado implementando-se as distorções de oitavamento (retificação) e de fuzz assimétrico (*Arbiter Fuzz Face*).

Uma interface visual foi criada para simplificar a demonstração da distorção de *overdrive*. Um usuário pode ajustar dois parâmetros que controlam indiretamente parâmetros do modelo, e escutar a distorção aplicada a algum sinal gravado. Este programa possivelmente serve para processamento de sinais em tempo real, mas isto ainda não foi testado.

O estudo da reverberação está sendo desenvolvido ao lado de uma aluna da escola de arquitetura com interesse em conhecer melhor as ferramentas matemáticas que modelam este fenômeno. Alguns modelos já foram estudados pelos alunos, mas ainda não decidiu-se qual caminho tomar para as pesquisas.

Um modelo baseado em um filtro IIR está sendo atualmente implementado pelo orientado desta bolsa. O modelo apesar de ser bastante intuitivo não parece servir muito bem para processamento de sinais em tempo real, mas a intenção é apenas que sirva para o estudo do fenômeno da reverberação, para que outros modelos sejam levantados.

Esta pesquisa está procurando desvendar a natureza da reverberação como uma distorção, procurando compreender como ela modifica os sons, e não compreender como o fenômeno se processa. O orientador desta pesquisa levantou a hipótese de que a reverberação resulta do processamento de um sinal por uma função de transferência com um certo tipo de característica de fase não-linear. O aluno está implementando computacionalmente efeitos de reverberação e analisando a possibilidade de inferir este modelo de reverberação por distorção de fase a partir de modelos que funcionam.

A implementação baseada em filtros IIR está se mostrando muito convincente, e está de fato implementando um filtro do tipo "pente", como era esperado neste tipo de implementação de reverberação, mas as características de fase do filtro implementado ainda não foram apropriadamente analisadas; apenas verificou-se que ela não é linear. Se a hipótese se mostrar verdadeira, será possível modelar a reverberação como uma distorção de fase.

Esta hipótese levantada não parece ser inovadora,

apesar de ser certamente um fato pouco divulgado acerca da reverberação. Uma pesquisa deverá ser empreendida levantando o quanto já se sabe acerca desse assunto.

3 Experimentos

Inicialmente o aluno cogitou executar algum tipo de experimento psicoacústico envolvendo a percepção da distorção de *overdrive*, mas esta idéia foi ao menos momentaneamente abandonada, porque os procedimentos para a experiência não estavam evidentes. Mas um outro experimento foi proposto e está sendo preparado.

Por intermédio de um professor da escola de música, o orientado desta pesquisa veio a conhecer uma técnica que foi empregada com sucesso em pesquisas de percepção de timbres, chamada escalamento multi-dimensional (MDS). Os pesquisadores em geral pediam para que pessoas ouvissem diversos instrumentos e fizessem uma avaliação subjetiva de quão dissimilar eram seus timbres, comparados aos pares. Estas dissimilaridades são utilizadas para definir um "espaço timbrístico" em que instrumentos são colocados em relação a outros de acordo com suas semelhanças.

Os espaços timbrísticos encontrados desta maneira mostraram possuir qualidades interessantes, e o aluno optou por realizar um experimento semelhante àqueles, montando um espaço timbrístico com alguns instrumentos comuns e incluindo instrumentos distorcidos, para então analisar como a distorção faz um certo instrumento caminhar pelo espaço timbrístico.

Para realizar este experimento era preciso inicialmente coletar-se gravações de instrumentos para serem posteriormente analisadas, e estas gravações foram recentemente feitas com a colaboração de membros da Escola de Música da UFMG.

4 Comentários Finais

Falando objetivamente, as principais criações decorrentes da pesquisa até agora foram:

- Definição de modelos matemáticos simples para distorções de amplificação não-linear;
- Criação de programas de computador que implementam os modelos;

- Implementação computacional de um modelo de reverberação;
- Gravação de amostras de diversos instrumentos musicais.

Os próximos passos a serem buscados pela pesquisa serão:

- Análise MDS de avaliações subjetivas quantitativas da semelhança entre timbres de instrumentos comuns e distorcidos;
- Tentar modelar a reverberação como distorção de fase;
- Analisar mais aprofundadamente os efeitos físicos da amplificação não-linear;
- Fazer testes psicoacústicos acerca da percepção da reverberação e distorção;
- Implementar a amplificação não-linear e reverberação em um dispositivo eletrônico de DSP;
- Eventualmente procurar estudar fundamentos de estrutura musical para futuras análises integradas de timbre e música.

Os resultados obtidos até agora têm sido bastante satisfatórios, e os caminhos a serem tomados a seguir têm ficado cada vez mais claros. Espera-se que nestes próximos meses sejam preparadas algumas apresentações para demonstração do funcionamento dos programas, e também para apresentação dos resultados da análise de MDS que promete fornecer resultados interessantes.

O projeto tem contado com o apoio de várias pessoas, em especial dos membros do CEFALA¹, que é o grupo em que está inserido.

¹Centro de Estudos da Fala, Acústica, Linguagem e música.