

XXXII CNMAC
Proposta de Mini-Curso

Métodos Matemáticos e Computacionais em Música

Organizadores:

Paulo Cezar Carvalho (IMPA)

Luiz Velho (IMPA)

Marcelo Cicconet (IMPA)

Sergio Krakowski (IMPA)

1. Resumo

1.1 Introdução

Neste capítulo, fornecemos um panorama do papel da Matemática no desenvolvimento da música ao longo do tempo, começando pelas escalas musicais gregas, passando pela escala bem-temperada, saltando para processamento e compressão de sinais e finalizando com as técnicas atuais que auxiliam a composição e execução de música e oferecem ao consumidor de música apoio para encontrar a música que desejam ouvir, seja através da identificação de padrões de gosto musical, seja por permitir localizar uma música a partir de seus fragmentos.

Ao final deste capítulo, ficará clara para o leitor a organização de conteúdos do livro.

1.2 Processamento de Sinais Sonoros

Este capítulo apresenta uma metodologia para o estudo de sinais sonoros em matemática aplicada computacional. Nesse contexto, o som é analisado a partir do universo físico, passando por seu modelo matemático até chegar na representação digital.

O capítulo introduz também noções básicas de teoria de sinais, amostragem e reconstrução, bem como métodos de compressão para sinais sonoros digitais, tais como o padrão MP3. Serão abordados os seguintes tópicos:

- Som como Fenômeno Físico;
- Modelos Matemáticos de Sinais;
- Teoria de Amostragem;
- Representação Digital de Sinais;
- Compressão de Sinais Sonoros.

1.3 Estruturas Musicais

O objetivo deste capítulo é discutir quais são as características de um sinal sonoro que o torna um sinal musical, traduzindo estas características em linguagem musical.

Serão abordados os seguintes conceitos:

- Características de um sinal musical: altura, intensidade, duração, timbre;
- Processamento de sinais musicais e extração de suas características;
- Melodia, harmonia e ritmo.

1.4 Ritmo e Percussão

Levando em conta a representação digital do som apresentada nos capítulos anteriores, desenvolvemos neste capítulo os aspectos específicos do sinal sonoro percussivo. Apresentamos as características básicas deste tipo de sinal e a forma de analisá-lo de modo rápido e com baixo custo computacional.

A partir desta análise de baixo nível propomos uma representação que leve em conta o aspecto ritmo, essencial na compreensão do sinal percussivo.

Apresentamos diversas aplicações que utilizam esta representação e os exemplos reais de interação que permitiram a construção de peças musicais completas utilizando percussão e computador.

Resumindo, abordaremos os seguintes assuntos:

- Características específicas do som percussivo;
- Análise de baixo nível desse sinal;
- Representação rítmica utilizando esta análise;
- Aplicações desta representação;
- Exemplos de peças musicais usando o sistema que implementa essa análise.

1.5 Melodia e Harmonia

Este capítulo trata de métodos que lidam principalmente com as características tonais/timbrais de um som musical. Dá-se destaque às aplicações mais difundidas atualmente, como os plugins que alteram o tom fundamental de uma música e os filtros de efeitos digitais - largamente utilizados nos softwares de gravação/edição.

Os seguintes assuntos são considerados:

- Estimativa de Frequência Fundamental;
- A Aplicação Áudio → MIDI;
- Alteração de Tonalidade;
- Filtros, Efeitos e Síntese Digitais;
- Identificação de Instrumentos Musicais;
- Separação de Fontes Sonoras.

1.6 Tendências e Aplicações

Neste capítulo são apresentados os mecanismos que suportam alguns aplicativos musicais que têm se popularizado em anos recentes, devido principalmente à web interativa, como as rádios com programação sugerida pelo usuário e os buscadores de arquivos musicais.

São temas desse capítulo:

- Reconhecimento/Busca;
- Composição Automática;
- Instrumentos Interativos;
- Aprendizado/Agrupamento;
- “Creative Listening”.

2. Observações

2.1 Material Complementar

Os áudio/vídeo-exemplos apresentados no curso estarão a disposição dos alunos/leitores na web.

2.2 Página Web

O livro terá uma versão digital na web, com links para os arquivos de áudio utilizados durante o curso. A página também abrigará as aulas (slides utilizados nas apresentações), bem como referências adicionais sobre os assuntos discutidos.

Bibliografia

- [1] ROADS, Curtis. “The Computer Music Tutorial”. Massachusetts: The MIT Press, 1996.
- [2] ASSAYAG, G.; FEICHTINGER, H. G.; RODRIGUES, J. F. (Editores). “Mathematics and Music: A Diderot Mathematical Forum”. Berlin: Springer-Verlag, 2002.
- [3] KLAPURI, Anssi; DAVY, Manuel (Editores). “Signal Processing Methods for Music Transcription”. New York: Springer, 2006.
- [4] JEHAN, Tristan. “Creating Music by Listening”. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology: 2006.
- [5] PUCKETTE, Miller. “The Theory and Technique of Electronic Music”. World Scientific Publishing, 2007.
URL: <http://cra.ucsd.edu/msp/techniques/latest/book.pdf>.