

東京工科大学スタジオレポート

伊藤彰教 吉田祐次 山崎祥之
東京工科大学

東京工科大学は工学部・メディア学部の一学部から構成される。工学部の千種研究室では、感性情報処理研究の一環として、音楽情報処理研究を行っている。また、1999年に開設されたメディア学部ではコンピュータ音楽が学部カリキュラム内に位置付けられている。本稿では、メディア学部におけるコンピュータ音楽の設備と教育カリキュラム、ならびに工学部千種研究室における最近の研究活動について報告する。

1 メディア学部におけるコンピュータ音楽の取り組み

1.1 設備

メディア学部におけるコンピュータ音楽スタジオを紹介する。

1.1.1 メディアホール音声スタジオ

音声スタジオはメディア・ホール内にあり、コンピュータ音楽の創作・研究に使用されている。メイン・コンピュータのSGI社製ワークステーション(Octane, dual R12000)は、16チャンネルのデジタル音声入出力が可能である。40チャンネルのEuphonix社製コンソール(CS3000)には、Octaneと共に、2台のディジタル・ミキサー(Ramsa WR-DM7)、Rodgers社製オルガン(835)などが接続されている。ソフトウェアは、RTcmix, Csound, Rt,MixViews, Pd, SND,DUBIELといったプログラミング環境とアプリケーションを主に使用している。本スタジオでは、創作の他、音響生成アルゴリズムの研究、楽曲分析、自動作曲アルゴリズムの開発、音場シミュレーションの研究が行われている。卒業研究が始まる2002年度には、学生もこうした研究に参加する予定である。

1.1.2 音楽・音響演習室

音楽・音響演習室は、2001年春に完成予定である。Linuxマシン、MIDIキーボード、複数のMIDI音源、デジタル・イフェクタ、ミキサーなどを26セット導入し、Linux環境におけるDSPプログラミング、ソフトウェア・シンセシスによる作曲、MIDI機器を用いた作曲の演習に用いる。MIDIシーケンサー、ライブラリアンなどの各種MIDIアプリケーションの他、C++やJAVAなどのプログラミング環境も準備し、音楽・音響用プログラムの開発を念頭においたソフトウェア構成になる。

1.1.3 ポストプロダクション・スタジオ

本スタジオも 2001 年春に完成予定である。音楽・音響演習室内の一角に設置されるこのスタジオには、演習室の MIDI 機器一式に加え、大型のミキシングコンソールやデジタルイフェクタなどと共に、Pro Tools と Avid のノンリニア編集システムが設置される。併設するアナウンスブースと合わせて、ミキシング実習、MA 実習が行われる。

1.2 カリキュラム

メディア学部における、現在開講されているコンピュータ音楽関連の講義は次の 2 科目である。

1.2.1 音楽の基礎

学期の初めに行うテストによって、学生は「和声」と「楽典」の 2 クラスに分かれる。小人数の和声クラスでは、毎週和声の課題を実施する同時に、楽曲分析の実習を行う。教養として音楽を学ぶ学生のための楽典クラスでは、基礎的な楽譜の読み書きの他、初歩的な音楽理論、音楽史などに触れる。両クラスとも授業時間外にソルフェージュの時間が設けられ、週 4 コマを担当教員と TA が分担して指導にあたっている。また、希望者には和声の個人レッスンを行っている。

1.2.2 メディア基礎演習

「MIDI による音楽の演奏」「デジタルシンセサイザーをつくる」が音楽・音響関係のテーマである。「MIDI による音楽の演奏」は、MIDI 規格について学ぶ。学生は、担当者が作成した C プログラムを用いて MIDI ファイルを 16 進数の ASCII ファイルに変換し、MIDI データをテキスト・エディタで編集する。さらに、編集した ASCII ファイルを再度 MIDI ファイルに変換し、MIDI 音源で再生して結果を確認する。この演習を通じて、学生はすべての MIDI メッセージと MIDI のデータ構造を理解する。「デジタルシンセサイザーをつくる」では、基礎的な音響学と音声信号処理について学ぶ。学生は、加算合成プログラムを Java 言語によって書き、様々な波形を生成し、サウンド・ファイルに書き出す。この演習を通じて、音色、倍音、デジタイズ、デジタル信号などの概念と音響学の基礎およびデジタル信号処理の実際を理解する。

2001 年度からは、さらに次の 4 科目が開講される。

1.2.3 表現コア演習

「作曲演習」、「音響演習」の 2 テーマが行われる。「作曲演習」は、各種 MIDI 機器とアプリケーションを用いた作曲の演習を行い、さらに MIDI 機器を制御するプログラムおよび自動作曲プログラムを作成する。「音響演習」では、C++言語によって様々な音響合成・処理プログラムを作成する。また、基本的な録音とミキシングの実習も行う。

1.2.4 音響表現論

中世から現代までの代表的な楽曲を分析し、様々な作曲技法を学ぶ。

音響学とデジタル信号処理の理論と音響の様々な応用分野について学ぶ。

一般の学生を対象としたコンピュータ音楽についての概説。

2.1 PureData によるリズムマシンの実現(吉田祐次)

リズムマシンの構成を図1に示す。実際の構成は、I)リズムボックス部、MIDI キーボード入力部からなるメインウインドウ（図1）、II) ユーザがリズムパターンを編集できるリズムマシンサブウインドウ、III) 音源部を構成するリズムマシンサブウインドウから構成される。



本研究は、PCを用いて、ギターの単音演奏に実時間解析を施し、その演奏に適合するドラム伴奏を実現するシステムである。入力された音響信号の強弱からビートを解析し、ドラムパターンをMIDI信号として出力する。この概念図を図1に示す。

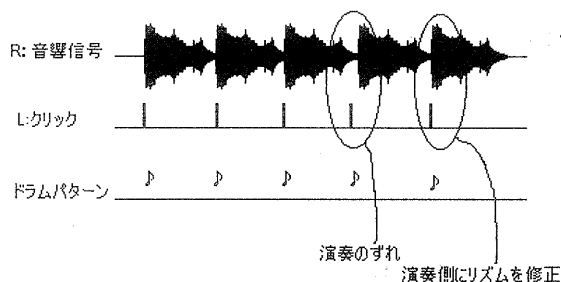


図1 ビートトラッキングの概念

実際のトラッキングの手順は以下の通りである。

- (1)演奏者のリズムと、PCが解析したリズムをステレオ信号として入力する。
- (2)両信号間の差を比較する。
- (3)両者に差があれば、解析したデータを補正する。
- (4)差がなければそのリズムを維持する。

以上のように、常に演奏者のビートを観測しながらトラッキングする。これを実現するためのシステム構成図を図2に示す。本システムの特徴は、絶対時間を監視してビートを構成するのではなく、演奏者のビートとPCが構成したビートの相対差を監視できるようにした点である。

図3に実際のトラッキングの例を示す。まず、演奏者の演奏を入力し、その音響信号の包絡線を抽出する。次に、演奏者のアタックの間隔を抽出し(図4上)、それに適する伴奏のリズムを計算する(図3下、図4下)。そのリズムと同期したドラムパターンをMIDI出力するとともに、単純なクリック音としてPCの音響入力にも与える。

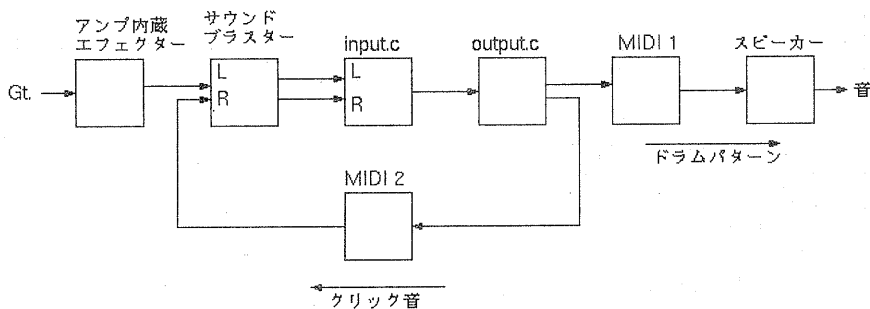


図2 システム構成図

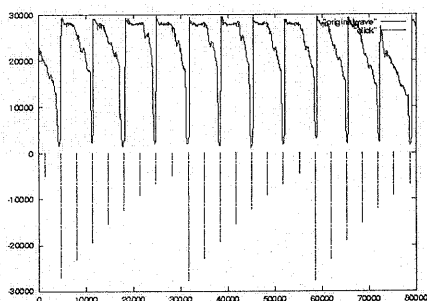


図3 入力波形(上)とクリック(下)

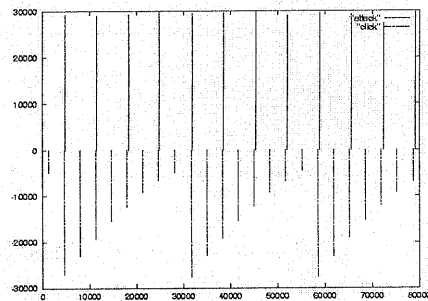


図4 抽出したアタック(上)とクリック(下)

2.3 WAVE データから MIDI データへの変換手法の研究(山崎祥之)

本研究は, WAVE データから MIDI データへの変換方法の研究である. 対象とする音色は, MIDI 音源ではまだ貧弱な表現しかできない人間の音声である. 人間の音声の WAVE データを MIDI 音源のいくつかの音色を組み合わせることで近似させることができれば, MP3 などの圧縮方法よりも効率のよい圧縮方法となることが期待できる.

具体的には, WAVE データを FFT 解析し, そのスペクトルに最も近いスペクトルを構成する音源, 音階, 音量の組み合わせを探索するという方法をとる. この手順を図 1, 図 2 に示す.

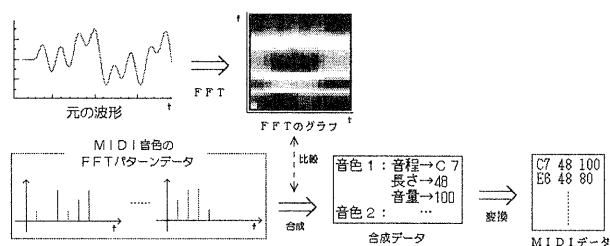


図 1. システム構造

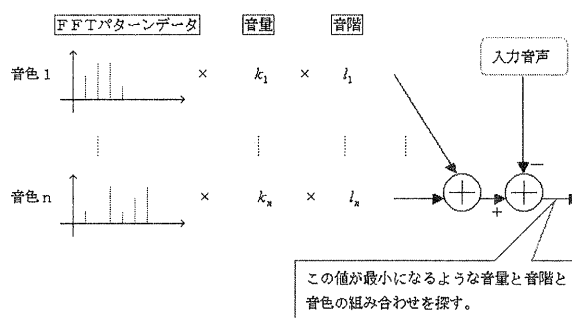


図2. MIDIデータ生成のアルゴリズム

組み合わせ問題としてとらえた場合, 音色の組み合わせ・各音色の音階・各音色の音量を探索する必要がある, 通常の探索手法では膨大な時間を要することになる. 本研究では, 現実的な時間で解を得るために, ランダム探索手法と遺伝的アルゴリズムによる探索手法を用いて, それぞれの有効性を検証中である.