

ICOTone ~  
ジャズ和音生成プログラム LPC87

2H-4

平田圭二, 青柳龍也, 小池汎平, 田中英彦  
(東京大学 工学部)

### 1. はじめに

現在我々は、新世代音楽システムICOToneのユーティリティの1つとしてLPC87(LipPanaChord 87)を開発中である[1]。LPC87は与えられた簡単な和音進行から、実際に演奏する和音の構成音を決定するユーティリティである。LPC87の和音は、いわゆるジャズを意識したものであり[7]、左手のみで演奏するサポート和音、両手で演奏するバックアップ和音を生成することを目標としている。本稿では、まずLPC87の概要を述べ、次にLPC87実装上の問題点の幾つかについて述べる。

## 2. LPC87

### 2.1 概要

ジャズ音楽では、和音進行、基本的なメロディライン、曲の構成等だけが書いてある譜面を見て演奏するのが一般的である。LPC87で実現したのは、和音進行のケーデンス解析を行い、テンションを含めてサポート和音の構成音を選択し、左手4音のボイスンを行う部分である。LPC87はPSI[2]上のESP[3]によって記述されている。ESPはその特徴として、論理型プログラミング言語の側面と、オブジェクト指向言語の側面を兼ね備えており、これらはLPC87実装の上で非常に役立った。LPC87の特徴を以下に挙げる。

- (1) 伴奏和音生成のためのツールをユーザに与える。  
従ってLPC87は自動演奏のための和音生成用としても、作/編曲用エキスパートシステムの一部としても、和音を学習するためのCAIとしても応用できる。
- (2) どんな演奏家でも普遍的に持つ和音の知識を扱う。  
即ち、人間が弾く可能性のある和音(列)を出力すれば良く、演奏者の個性に関する部分は扱わない。従って求める解の探索戦略の一部は、LPC87の外部より与えられる。

### 2.2 処理の流れ

LPC87における処理の流れを示す(図1)。次に各段階における処理と、簡単な用語の説明を行う[4,5]。

まずLPC87に和音進行が与えられると、それに対して、ケーデンス解析が行われる。ケーデンスとは終止感を与える和音進行のパターンである。従ってケーデンス解析とは、曲中にあるケーデンスを見出し、調性(Tonality)及び和音の機能を決定することである。ケーデンスは代理コードを考慮しない場合、基本的に7通り存在する。ケーデンスはDCGで表現できるので、

#### 1 和音進行

↓ …… ケーデンス解析・モーション解析

#### 2 和音機能の決定 (予めこの段階まで実行しておく)

↓ …… テンション選択

#### 3 テンションを含んだ和音の構成音

↓ …… ボイスン

#### 4 実際に弾く和音列 (立派な和音)

図1 LPC87における処理の流れ

ケーデンス解析は自然言語処理における構文解析の手法を用いることができるが、ケーデンス解析特有の例外的な処理については工夫を要する。

ケーデンス解析により和音の機能が決定すると、その和音に許されるテンションを決めることができる。テンション(Tension Note)とは、本来和音の構成音としては存在しない音だが、ジャズらしい緊張感、不安定感を表現する為に加えられる音である。従って、最初に譜面として与えられる和音にはテンション指定の無い場合が多く、調性を崩さない範囲でジャズミュージシャンはテンションを自由に付加できる。従って、この段階で非常に大きな非決定性が生じる。テンションに関するルールはいくつかの音の中から1つ選ぶというルールと、ある2つの音は排他的であるというルールの2つに大別される。

次にテンションを含んだ和音の構成音が決まると、それらの中からジャズの和音として使うことのできる4つの音を適当に選び出す。和音を次々と演奏して行く際、和音どうしが円滑に連結するように、その構成音を適当に並べ換える操作をボイスンと言うが、この時点でも非決定性が生じる。

ケーデンスに関するルール、テンションに関するルール、ボイスンに関するルールの詳細については、文献1を参照されたい。

## 3. 実装

### 3.1 オブジェクト階層

LPC87を実装した時のオブジェクト階層を図2に示す。実際の演奏者と譜面の関係をそのままオブジェクト階層に反映させた。譜面に対応するオブジェクトにはTune, Chord, Melody等がある。Tune内の変数(スロット)にはChordオブジェクトが保持され、ChordオブジェクトにはChordの機能名や構成音等が記憶される。実装したメソッドは、基本的に内部のスロット変数にアクセスを行うpassiveなものに限定した。即ち、図2に

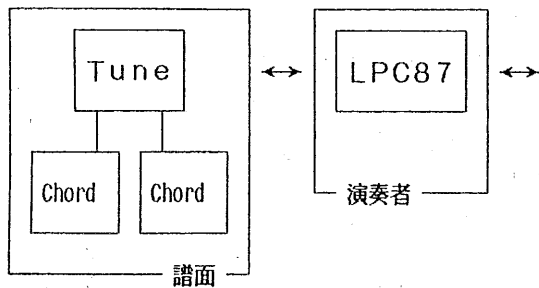


図2 LPC87のオブジェクト階層

において、演奏者に対応するオブジェクト(LPC87)が譜面の解釈、構成音の決定等の制御を行う。オブジェクトLPC87の受け付けるメッセージとしては、Tune中のこの和音列をケータンズ解析せよ、この範囲の和音の構成音を計算せよ、この和音は必ずこのテンションを含まなければならない等がある。

### 3.2 解の探索

LPC87の場合はユーティリティとしての使い方にもよるが、最終的には1つの最適解が求めれば良い場合が多く、何らかの解の絞り込み戦略を必要とする。通常の方法では、全組み合わせを求めた後、それらにある評価関数を適用し最適解を見出す。しかしLPC87の場合、このようなgenerate&testを行える程、組み合わせの個数は少くない。短い曲でも $10^4$ 通り、通常のスタンダードナンバー程度のもものでは、 $10^6$ 通り以上の組み合わせが存在する。このような探索空間の拡がりを抑えるため、LPC87では、前後の制約によりインクリメンタルに解を求めて行くようなユーザインタフェースを設けた。例えば $I_6$ に相当する和音全てについて、まずその構成音の候補を求める。1つの単独の和音に対しては、どんなタイプでも高々30個程度の候補しか生成されないで、この時点では容易に解を選択できる。そこから会話的に他の和音を決定して行く。次にユーザの選んだ任意の場所の和音に対して同様の操作を繰り返すが、以前よりは前後からの制約により、解の候補は減少する。またこのような方法にすると、理論的には許されないような構成音を任意に設定することもできる。

## 4. 今後の課題

開発中のLPC87にとって解決しなければならない問題の幾つかについて述べる。

### 4.1 3音ボイスンク・両手バックンク和音

ジャズにおける和音伴奏には左手の4音サポート和音だけでなく、3音サポート和音や両手によるバックンク和音もある。それぞれの和音に関するルールはまだ完全に整理されていない。さらに多くのパターンをルール化しなければならない。

### 4.2 実時間実行

他の楽器と相互に刺激しあいながら自動演奏させることも考えられる。人間の演奏者は、演奏に先立ち、ある程度曲の解釈、

演奏戦略は立てているものであり、LPC87も同様である。従って外部から実時間で入って来る情報に対して決められた時間内にどう反応するかということと、外部からの情報の内、本質的な部分をいかに素早く抽出するかが問題である。

### 4.3 ルールの学習

現在までLPC87のルールは手作業で整理して来た。しかし人間の手作業には限界があり、非常に能率が悪い。従って手本となる演奏を聞き、多変量解析等の手法を用いて、LPC87のルールを自動生成するようなツールも必要となろう。

### 4.4 テンション決定とボイスンク

LPC87が人間の演奏者が行う作業過程を模倣していると考えれば、テンション決定とボイスンクという2つの作業の間には現在の実装(図1)とは異なり、なんらかの帰還が必要である。即ち、ボイスンクを決定する作業が逆にテンションの決定に制約を加える可能性があるということである。これにより、解の候補をかなり少く抑えることが期待される。

### 4.5 理論的に解釈できない曲

いわゆる新主流派以後のジャズミュージシャンの演奏[8]や曲には、実際に理論的に解釈できないものが多く、現在のLPC87では扱えない。更にそれらのミュージシャンは「感性に従い演奏している」と発言しており[6]、我々が彼らの実際の演奏から普遍的なルールを抽出するのは非常に難しいと考える。LPC87は既に存在する演奏を模倣するルールベースシステムであるが、この種の問題には別のアプローチを試みるべきであろう。

## 5. おわりに

LPC87の現状と今後解決すべき問題について述べた。当面は3.2節で触れたようなユーザインタフェースを充実させ、実際に使用経験を積もうと考えている。

### 《参考文献》

- [1] 平田, 青柳, 小池, 田中 “新世代音楽システムICOTone-立派な和音LPC86”, 第3回日本ソフトウェア科学会大会(1986).
- [2] 宮崎, 瀧 “Multi-PSIにおけるFlatGHCの実現方法”, The Logic Programming Conference '86, ICOT(1986).
- [3] 近山, “逐次型Prologマシンのシステム記述言語ESP”, The Logic Programming Conference '86, ICOT(1986).
- [4] “Modern Jazz School 1”, Delbo INC(1960).
- [5] 小谷, “ジャズピアノアドリブマスター”, リットーミュージック.
- [6] 加藤他, “ハービー・ハンコック インタビュー”, 月刊ジャズライフ11月号, 立東社(1986).

### 《参考演奏》

- [7] B. Evans Trio, “Autumn Leaves”, Portrait in Jazz, Riverside, VDJ1506(1959).
- [8] M. Davis quintet, “Nefertiti”, Nefertiti, CBS, 18AP2071(1967).