



Curtis Roads (著)
青柳龍也・小坂直敏・平田圭二・堀内靖雄 (訳・監修)
後藤真孝・引地孝文・平野砂峰旅・松島俊明 (訳)

コンピュータ音楽 — 歴史・テクノロジー・アート —

東京電機大学出版局, 2001年, 1074p
12,800円 (税別), ISBN4-501-53210-6

コンピュータ音楽の歴史は長く、コンピュータの黎明期から楽音合成や自動作曲の実験が行われてきている。コンピュータが手軽な形で普及している現在、ポピュラー音楽の世界ではコンピュータ技術を利用した多くの電子楽器が利用されているし、パソコンやMIDI音源などを用いて作曲や録音を楽しむDesktop Music (DTM)の愛好家も近年増大している。携帯電話の着メロやカラオケシステムから楽器や録音システムに至るまで、コンピュータは現在の音楽に多大な影響を与えている。しかし現在普及しているシステムのほとんどは人間の演奏のイミテーションであり、長年にわたるコンピュータ音楽研究の成果のごく一部が商品化されたものにすぎない。コンピュータをより深い意味でさまざまな音楽活動に利用するための技術はまだ発展途上であり、広く認知されているとはいえない。実際、日本には数多くの音楽大学や音楽学部が存在するにもかかわらず、コンピュータ音楽の教育を行っているところはごく少数である。

コンピュータ音楽のような学際的分野の研究を行うにはコンピュータと音楽の両分野の技術や歴史に関して十分な知識を持つ必要がある。コンピュータのハードウェアやソフトウェア、信号処理技術、音響技術などの知識は当然必要であるし、作曲の基礎や音響心理学にわたる広い知識も要求される。本書の発行以前は、これら全体をカバーする適当な教科書が存在しなかったため、コンピュータ音楽の包括的な知識を得ることは非常に困難であり、コンピュータ音楽の研究を始めるための敷居が高かった。しかし本書の発行により状況の改善への期待が持てるようになった。

本書は、楽音合成やアルゴリズム作曲の研究者として知られるCurtis Roadsが書き上げた、コンピュータ音楽研究の歴史と現状を概観するための教科書であり、初学者にとって非常に有用な情報が満載されている。Curtis Roadsはコンピュータ音楽の作曲家であり、MIT PressのComputer Music Journalの編集者を長年務めた権威である。フランスのIRCAMや国立音大など世界各地の研究機関への滞在実績があり、各章の記述はそこでの経験に基づいて記述された信頼できるもので、コンピュータ音楽の長い歴史の中でこれまでに実際にどのような研究が行われてきたのかを効率よく学習することができる。また、歴史的価値のある写真を含む650点もの写真や図版が収録されており、百科辞典や図鑑のように眺めるだけでも楽しい。

本書の構成は以下のとおりである。音楽を専門とする人々にとっては、どのようなコンピュータ技術が存在するのかを

知るのに有用であるし、コンピュータ音楽のための新しい技術を開発しようとする技術者にとっても、これまでの研究の流れを把握するのに役に立つようになっている。

I: 基本的な概念

1. デジタルオーディオの概念
2. 音楽システムのプログラミング

II: 音合成

3. デジタル音合成入門
4. サンプリングと加算合成
5. 多重波形テーブル合成, 地表面軌道合成, 細粒合成, 減算合成
6. 変調合成
7. 物理モデル合成とフォルマント合成
8. 波形セグメント合成, 図式合成, および確率合成

III: ミキシングと信号処理

9. 音のミキシング
10. 信号処理の基本的概念
11. 音の空間定位と残響

IV: 音の分析

12. ピッチとリズムの認識
13. スペクトル分析

V: 音楽家インタフェース

14. 音楽入力装置
15. 演奏ソフトウェア
16. 音楽エディタ
17. 音楽言語
18. アルゴリズム作曲システム
19. アルゴリズム作曲の表現と技法

VI: 内部構造と相互接続

20. デジタル・シグナル・プロセッサの内部構造
21. MIDI
22. システム相互接続

VII: 音響心理学

23. コンピュータ音楽における音響心理学

全体で1,000ページ以上ある大著であるが、それぞれのトピックについては簡潔にまとまっており、独立して読むことができる。たとえばアルゴリズム作曲の歴史と現状についてだけ知りたい場合は関連する2章だけ読めば十分である。参考文献リストや索引が非常に充実しているため、辞典のような使い方もできる。

Curtis Roadsは1980年頃より本書の執筆にとりかかり、同僚の協力を得て加筆しつつ1996年に本書を書き上げた。このように幅広い領域をまんべんなくカバーする教科書をほぼ単独で執筆したことには驚嘆する。原著は1,200ページ以上もあるため訳出作業にも時間がかかったようで、本訳書の発行が2001年であるにもかかわらず1992年頃の研究までしか紹介されていないのが大変残念なところである。しかし幸いなことに最近10年程度の研究に関しては、本書訳者チームを含む執筆者による「コンピュータと音楽の世界」(長嶋洋一/橋本周司/平賀譲/平田圭二編, 共立出版)において詳しく述べられているので、併読するとよいだろう。教科書であるため著者の主観は極力排除されているようであるが、欲を言え

ば、将来のコンピュータ音楽研究に何が期待されているかについてのRoadsの考えも聞きたかった。さらに欲を言えばきりがないが、年表やCDが附属していればより有用だったであろう。

本書はコンピュータ音楽に興味のあるあらゆる音楽家および技術者にとって必携の書である。また、ヒューマンインタフェースや信号処理などに関する有益な情報を多く含んでいるため、すべてのコンピュータ技術者にお勧めできる。読みやすい形で日本の読者に提供していただいた訳者チームに敬意を表したい。現在、楽音合成でも楽音分析でもコンピュータ支援作曲でも安価なパーソナルコンピュータで十分実行可能であるにもかかわらず、コンピュータはまだ音楽に十分有効に活用されているとは言い難い。本書に触発されて、コンピュータ音楽の研究の歴史や現状がより多くの人の知るところとなり、現在の音楽事情を大きく変えるまでにコンピュータ音楽研究が成長することを望みたい。

(増井俊之 / SONY CSL)

Makoto Yokoo (著)

Distributed Constraint Satisfaction: Foundations of Cooperation in Multi-Agent Systems

Springer-Verlag, ISBN3540675965

待望の1冊が出た。タイトルの“Distributed Constraint Satisfaction”とは分散制約充足のことで、筆者はこの分野の第一人者、横尾真氏である。Springer社のエージェント・テクノロジー・シリーズの1冊として出版されている。

制約充足問題は、人工知能のさまざまな分野の多くの問題を形式化するためのフレームワークであり、1970年代に画像理解のための技法として提案されたものである。形式的には制約充足問題は次によって定式化される：

1. n 個の変数 x_1, x_2, \dots, x_n 、ただし各変数の値域は有限で離散的な領域 D_1, D_2, \dots, D_n である
2. これらの変数の値に関する制約の集合

制約とは、領域 $D_{k1}, D_{k2}, \dots, D_{kj}$ の直積 $D_{k1} \times D_{k2} \times \dots \times D_{kj}$ 上の述語 $p(x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kj})$ である。この述語は、これらの変数の値がこの制約を満たすときかつそのときに限り真となる。制約充足問題を解くとは、すべての制約が満たされるような変数の割り当てを見出すことである。

たとえば n 個のクイーンを互いに取り合わないようチェス盤上に配置する「 n クイーン」や、地図を、隣り合った領域を同じ色に塗らずに塗り分ける地図塗り分け問題などは典型的な制約充足問題である。また、スケジューリング、資源割り当て問題など、広い範囲の問題が制約充足問題に分類される。

分散制約充足問題とは、変数や制約が自律的な複数のエージェントに分散された状況下における制約充足問題のことで

ある。このような分散制約充足問題を解くこと、すなわちエージェントにまたがる制約を満たすような、各エージェントに分散された変数への値の割り当てを見出すことは、マルチエージェントにおける協調の中心的な研究課題の1つである。

たとえば各エージェントが部分的な画像を担当するような場合における画像全体の理解の問題や、通信ネットワークの部分的な領域を各エージェントが制御するような状況において、ノード間のリンクの通信量の上限に関する制約を満たしつつ必要な接続を確立する問題などが分散制約充足問題の応用例である。

分散制約充足問題を解くためのキーとなる手法が、本書の著者である横尾氏によって提案された非同期バックトラックである。

この本の構成は以下のようになっている：

1. 制約充足問題
2. 分散制約充足問題
3. 非同期バックトラック
4. 分散弱コミット探索
5. 分散ブレイクアウト
6. 分散無矛盾性アルゴリズム
7. 複数の局所変数の扱い
8. 過制約問題の扱い
9. サマリと今後の課題

この構成からも分かるように、第2章から第8章までが分散制約充足問題とその解法のために使われている。その中で、分散制約充足問題を解くためのキーとなる技術である非同期バックトラックをはじめとするいくつかの技法について丁寧に説明が加えられている。その題名が示すとおり、本書は分散制約充足問題についての優れた入門書・解説書であり、当該分野に関する幅広い知識・知見をこの1冊で得ることができるようになっている。

さらに加えて、本書は分散制約充足問題への入門書のみならず、第1章を割いて述べられている制約充足問題についての優れた入門書にもなっている。中でも第1.5節の「制約充足問題の解析」は、制約充足問題にかかわる研究者にとっても非常に有益である。

このような意味で、本書は分散制約充足問題および制約充足問題の初学者はもちろんのこと、この分野に関心のある人、この分野の諸アルゴリズムを利用する人、そしてこの分野の研究者まで、幅広い人々にとって、ぜひ手元に置いておきたい1冊である。

最後に本書の英語は直截的かつ平易で、大変読みやすいことを付記しておきたい。本書の読後、本書が初学者のために翻訳されることを望みつつも、洋書購読のための優れたテキストであり続けてもらうためにも日本語化されないことをも同時に望みたくなった。

いずれにせよ、制約充足問題に多少なりとも関心のある人にはぜひ一読をお勧めしたい。

(相場 亮 / 芝浦工大システム工学部)