

コンピュータ音楽国際会議
(ICMC 1993)
論文セッション報告

柏野 邦夫

東京大学 工学部

kashino@mtl.t.u-tokyo.ac.jp

堀内 靖雄

東京工業大学 工学部

hory@cs.titech.ac.jp

あらまし コンピュータ音楽国際会議は、コンピュータ音楽と音楽情報処理に関する国際会議であり、1974年以來毎年開催されている。本年は、9月10日から9月15日まで、早稲田大学国際会議場などを会場として開催された。会議19年の歴史の中で初めての日本での開催であったが、内外から400名余りの参加者を得て、盛況のうちに幕を閉じた。この会議は、論文セッションと音楽セッションの2つを大きな柱としている。本稿では、このうち論文セッションについて、参加者の2人が報告を行う。

Report of ICMC 1993
Paper Session

Kunio Kashino

Yasuo Horiuchi

H.Tanaka Lab. Dept. of Electrical Eng.
The University of Tokyo
7-3-1 Hongo, Bunkyo-Ku,
Tokyo, 113, Japan

H.Tanaka Lab. Dept. of Computer Sci.
Tokyo Institute of Technology
2-12-1 Oookayama, Meguro-Ku,
Tokyo, 152, Japan

Abstract International Computer Music Conference (ICMC) is one of the most important annual meetings on computer music and musical information processing. This year it was held in Japan, for the first time since its establishment in 1974. ICMC has two pillars: Paper session and Music session; Here we report a summary of the Paper session and describe how it succeeded.

1 はじめに

コンピュータ音楽国際会議 (ICMC; International Computer Music Conference) は、1974 年以來毎年開催されている、コンピュータ音楽と音楽情報処理に関する国際会議である。今年は、9 月 10 日から 9 月 15 日まで、早稲田大学国際会議場などを会場として開催された。今回は 19 年の会議の歴史の中で初めての日本での開催であったが、内外から 400 名余りの参加者を得て、盛況のうちに幕を閉じた。

国内では従来より、コンピュータ音楽という言葉が、パーソナルコンピュータと電子楽器とを用いて演奏する趣味的な音楽や、電子音による機械的な音楽を指して用いられる場合も多い。しかし、近年では、今回の会議が対象としているような、芸術探求上必要な手段としてコンピュータを活用した音楽という意味で用いられる場合も多くなってきた。また一方で、コンピュータ上で音楽情報を扱うことが、情報工学の観点からも面白い技術的課題を含むという認識が、近年わが国においても深まってきている。このような時期に、日本でコンピュータ音楽国際会議が開催されたことは、海外におけるこの分野の活動からの刺激によって日本での活動がさらに活性化され、また世界に対し日本での活動を広く紹介する端緒を開くことができたと意味で、まさに時機を得た、意義深いものであったと言えよう。

会議の日程を図 1 に示す。図から明らかなように、コンピュータ音楽国際会議では、論文セッションと音楽セッション(コンサート)とに同等程度の時間が割かれており、これらが大きな 2 つの柱となっている。このうち、本稿では論文セッションについて報告する。

論文セッションは、表 1 に示すような 5 つの種類に分けられている。これらに対し、21 개국より 246 件の応募があった。500 語以内の抽象トクトによって査読が行われ、このうち 118 件が受理された(実際には、後に著者によって応募取消されたものが 6 件ある)。なお、査読の結果、種類の変更が行われたケースもあった。講演(Long Paper と Short Paper)について件数を内容別に集計したものを表 2 に示す。

表 1: 論文セッションの種類別

件数は、予稿集に掲載されたものの件数である。実際には、予稿集への掲載のみで発表が行われなかったものが若干ある。

種類	予稿(最長)	時間	件数
Long Paper	8 ページ	30 分	12
Short Paper	4 ページ	20 分	43
Poster	3 ページ	—	36
Demonstration	5 ページ	60 分	9
Studio Report	4 ページ	20 分	12
計			112

表 2: 講演の内容別件数

内容	Short	Long	計
楽器音の物理モデル	2	5	7
音の分析と合成	7	2	9
インタラクティブ演奏	7	1	8
ソフトウェアツール	8	0	8
作曲とその応用	9	0	9
認知, 認識, 表現	10	4	14
計	43	12	55

以後各章において、内容別に、各講演の概要を紹介する。まず、各章の冒頭において、関連の全ての講演タイトルと著者を列挙し、その後簡潔にそれぞれの内容を述べることにする。しかし、報告者の能力および紙面の制約のために、全ての発表について必ずしも十分に紹介することはできない。また、ポスター、デモンストレーション、スタジオレポートについては、興味深い発表の多くを割愛せざるを得なかった。これらの点については、どうか御容赦願いたい。なお本稿は、柏野と堀内が協力の上、1, 2, 3, 7, 9 章を柏野が、4, 5, 6 章を堀内が執筆し、8 章は両者が分担した。

2 楽器音の物理モデル

5A.1 V. Välimäki, M. Karjalainen, T. I. Laakso (Helsinki Univ. of Tech.)
Modeling of Woodwind Bores with Finger Holes

5A.2 S. S. Van Duyn, J. O. Smith III (CCRMA)
Physical Modeling with the 2-D Digital Waveguide Mesh

5A.3 X. Rodet (CNMAT)
Flexible Yet Controllable Physical Models: A Nonlinear Dynamics Approach

8A.1 M. Karjalainen, V. Välimäki, Z. Janosy (Helsinki Univ. of Tech.)
Towards High-Quality Sound Synthesis of the Guitar and String Instruments

8A.2 J. O. III Smith (CCRMA)
Efficient Physical Modeling Synthesis of Stringed Musical Instruments

8A.3 N. Szilas, C. Cadoz (ACROE-LIFIA)
Physical Models that Learn

8A.4 C. Chafe (CCRMA)
Tactile Audio Feedback

楽器音の物理モデルの研究は、長い研究の歴史を持ち、今なお活発な研究が行われている分野である。この分野の研究は、一般に、楽器の発音形態の物理学的解明を主な目的とするものと、楽音合成への応用を主な目的とするものとに大別することができる。今回の会議では、物理モデル関連で 7 件の発表があったが、いずれも後者に属するものであった。

	9/10(金)	9/11(土)	9/12(日)	9/13(月)	9/14(火)
9:00					
10:00		1A 演習	3A ソフト	8A モデル	8A ソフト
11:00	チュートリアル 1	1B 認知	3B 作曲	8B 試験	8B 試験
12:00		2A 分析合成	4A 演習	パネル討論会	7A 分析合成
13:00		スタジオ	スタジオ		スタジオ
14:00		ポスター 1	ポスター 2		ポスター 3
15:00		デモ 1	デモ 2		デモ 3
16:00	チュートリアル 2	開会式	コンサート 3 (井澤ホール)	特別セッション UPIC	コンサート 7 (井澤ホール)
17:00	チュートリアル 3	講演 (Chouhng 氏)	講演 (湯浅 氏)	コンサート 5 (パリオホール)	8A モデル
18:00		レセプション	レクチャーコンサート	コンサート 6 (パリオホール)	8B 作曲
19:00	コンサート 1 (井澤ホール)			コンサート 8 (パリオホール)	8C スタジオ
20:00		コンサート 2 (パリオホール)	コンサート 4 (パリオホール)	バンケット	8D デモ 4
21:00					

太枠で囲まれているのが論文セッションである。なお 15 日は、「ICMA 総会」が行われた。

図 1: 会議の日程

5A.1 と 5A.2 は、どちらもデジタルウエーブガイドの拡張を論じている。ウエーブガイドとは、電気工学ではマイクロ波回路で用いられる導波管のことを指すが、音楽音響の分野では、波を伝える媒質というほどの意味で用いられる。デジタルウエーブガイドは、ウエーブガイド内を双方向に進む進行波を、双方向のディレイライン（1 タイムスロットの遅れを直列に積み重ねたもの）を用いてデジタル的にモデル化したものである。しかし、この形式のデジタルウエーブガイドでは、1 次元方向の進行波、即ち細くて長い管や棒を伝わる波しかモデル化することができない。これに対し、指穴のモデルに工夫を施して管楽器のモデルに適用したものが 5A.1 であり、2 次元（膜）の振動に適用できるようにメッシュ状に拡張したものが 5A.2 である。

5A.1 の発表では、フルート合成音を題材として、提案の指穴モデルを用いたモデルの音と用いないモデルの音とがテープで流された。確かに音に若干の変化が生じ、指穴モデルを用いた方がそれらしく聴こえた（しかし、モデルによる差よりも、フルートの本当の音と合成音との違いの方が大きく感じられたとの意見も聞かれた）。一方 5A.2 の発表では、メッシュの動きを表すアニメーションにより、モデルの挙動を視覚的に確認することができた。また、打楽器等の合成音もテープで流され、特に銅鑼の音などは非常にリアルな響きを実現していた。

5A.3 は、実在する楽器の音のモデルに留まらず、意図に沿った性質を持った「新たな楽器音」を合成するためのモデルの構築を念頭に置き、その第 1 ステップとして、非線形項とフィードバックループとで構成される系について考察したものである。一般に非線形性を含む系は、解析的取り扱いが難しく、パラメータ調節が困難である。この問題に対し、パラメータ値と系の性質との関係を古典制御理論を援用して考察したのがこの発表である。この発表でもビデオによるデモが行われ、パラメータ操作による合成音の音色変化と

スペクトル変化を確認することができた。「新たな楽器音」の創造というテーマに対し、偶然性に期待するのではなく、モデル化とその制御という工学の基本的手法を用いて見通し良く行おうとしているのがこの研究であると解釈することもできるだろう。

8A.1 と 8A.2 は、弦楽器のモデルについて論じたものである。8A.1 の発表では、ギター音を題材とし、実際の音とモデルによって合成した音とをテープで流したが、それらはほとんど区別がつかないものであった。8A.3 では、ニューラルネットワークを楽器の物理モデルの構成に適用する構想が述べられた。また 8A.4 では、物理モデルを用いた合成楽器音において、合成音を指先の触覚にフィードバックさせることにより、音色パラメータの微妙なコントロールの助けにしようという、ユニークな試みが紹介された。自らチェロに似た楽器を持参し、実演しながらの講演であり、またテープで様々な音の実例を流すなどして成果をアピールしていた。

3 音の分析と合成

- 2A.1 B. Truax (Simon Fraser Univ.)
Time-Shifting and Transposition of Sampled Sound with a Real-Time Granulation Technique
- 2A.2 R. Kronland-Martinet, Ph. Guillemin (CNRS)
Towards Non-linear Resynthesis of Instrumental Sounds
- 2A.3 Ph. Depalle, G. Garcia, X. Rodet (IRCAM)
Analysis of Sound for Additive Synthesis: Tracking of Partial Using Hidden Markov Models
- 2A.4 A. Freed, X. Rodet, Ph. Depalle (IRCAM)
Synthesis and Control of Hundreds of Sinusoidal Partial on a Desktop Computer without Custom Hardware
- 7A.1 C. Roads (IRCAM)
Musical Sound Transformation by Convolution
- 7A.2 J. Pressing, C. Scallan, N. Dicker (La Trobe Univ.)
Visualization and Predictive Modelling of Musical Signals Using Chaos Embedding Techniques

7A.3 G. A. Soulodre, D. Stammen (McGill Univ.)
A Binaural Recording and Playback System for the Reproduction of Virtual Concert Halls

7A.4 G. S. Kendall (Northwestern Univ.)
PinnaWorks: A NeXT Application for Three-Dimensional Sound Processing in Real-Time

**** T. Apel (Dartmouth Col.)
Spectral Transformation and Cross Synthesis of Sinusoidal Analysis Peaks

注: **** は、当初より、予稿掲載のみで発表の予定がなかったもの

音の分析と合成のセッションとしては、8件が予稿集に掲載されている。音楽材の合成に関するものが4件あり、このうち加算合成関係が3件を占めた。また純粋に音の分析のみを主題としたものは見られなかった。

2A.1は、サンプリングされた音の、50ms程度以下の長さの素片を素材としたグラニューラシネシスを扱っている。サンプルデータの読み出し方を変えることによって、合成音の時間軸上での操作が行われている。発表では、鐘の音、人間の声、鳥の鳴き声などを素材とした処理例がテープによって紹介された。

続く3件は加算合成に関するものである。加算合成は、楽音を周波数成分の線形和として合成する手法である。FM音源に代表されるような非線形の合成手法に比べると、加算合成では、実際の楽器音の解析結果に基づいた合成が可能であったり、パラメータ値を直観的に見通し良く設定できたりするといった利点があるが、反面、複雑な周波数成分構造を持つ音を合成する場合に大きな計算コストがかかるという問題がある。この問題に対処するための工夫を扱ったものが2A.2と2A.4である。

2A.2は、各周波数成分のエンベロープをグループ化したり、ウェーブシェーピングやFMといった非線形合成の技術を組み合わせることによってこの問題の解決を図っている。また2A.4では、FFT⁻¹と呼ばれる手法により、従来の方法に比べて30倍の高速化が実現され、リアルタイムの加算合成が可能になったという。

2A.3は、加算合成のための音響分析における周波数成分の抽出問題を扱っている。実際にやってみると痛感することであるが、周波数成分の抽出は、非常に難しい問題である。この発表では、音声認識等への応用で知られる隠れマルコフモデルを用い、ヴィタビアルゴリズム(元は、誤り訂正符号化という研究分野における基本技術である)を利用するなどの工夫により、難しい処理の一例である交差する周波数成分の追跡が可能になったという。発表では、鐘の音や鳥の鳴き声を題材とした処理の実例が示された。

7A.1は、信号処理などいくつかの分野において最も基本的な概念のひとつである「畳み込み」(Convolution)に着目している。予稿は、コンピュータ音楽の分野における畳み込みの応用の可能性と有用性とを要領良くまとめており、示唆に富むものとなっている。

7A.2は、数学における「埋め込み」(Embedding)という操作を音響信号の可視化に利用したものであり、ビデオによるデモが大変印象的であった。7A.3では、主として作曲家のための、コンサートホールの音響的特性を模擬するシステムの構成と動作例が述べられた。なお7A.4は発表キャンセルとなった。

4 インタラクティブ演奏

1A.1 A. Tanaka (CCRMA)
Musical Technical Issues in Using Interactive Instrument Technology with Application to the BioMuse

1A.2 T. Kanamori, H. Katayose, S. Simura, S. Inokuchi (LIST)
Gesture Sensor in Virtual Performer

1A.3 P. Cook, D. Morrill, J. O. Smith (CCRMA)
A MIDI Control and Performance System for Brass Instruments

1A.4 M. Puckette, Z. Settel (IRCAM)
Nonobvious roles for electronics in performance enhancement

4A.1 H. Katayose, T. Kanamori, K. Kamei, Y. Nagashima, K. Sato, S. Inokuchi, S. Simura (LIST)
Virtual Performer

4A.2 S. T. Pope, L. E. Fahlén (SICS)
The Use of 3-D Audio in a Synthetic Environment: An Aural Renderer for a Distributed Virtual Reality System

4A.3 W. Inoue, S. Hashimoto, S. Ohteru (Waseda Univ.)
A Computer Music System for Human Singing

4A.4 R. Bargar, S. Das (Univ. of Illinois)
Virtual composition in the CAVE.

計算機が人間とインタラクティブに演奏を行うインタラクティブ演奏は、計算機能力の進歩とともに発展してきた分野で、最近の主要なトピックのひとつである。今回のICMCでは、日本の二つの研究グループを含む8件の発表が行われた。

1A.1では、人間の腕や頭につけたセンサによって生体信号を検出し、それをMIDIに変換するBioMuse(bioelectrical musical controller)について述べられた。講演では、実際にシステムを講演会場に持ち込み、右腕と左腕にセンサを付け、いくつかの演奏例を示した。例えば、右手の位置でピッチを決め、左手で音のトリガを出したり、また、ヴァイオリンの演奏をシミュレートしたりした(右手と左手のセンサを逆につけてしまい、鏡に映ったヴァイオリン奏者のようであったが)。

このような人間のジェスチャを検出して音楽に用いる研究として、音情研でもお馴染みのT. KanamoriやH. KatayoseらのVirtual Performerに関する研究も発表された(1A.2, 4A.1)。1A.2はVirtual Performerのうち、尺八の演奏動作を認識するためのセンサ群に関する発表であった。Supersonic Sensorは、演奏者の体に取り付けられ、その動きを認識する。Gyro Sensorは、演奏者の頭に取り付けられ、演奏者の首の動きを認識する。Touch Sensorは、尺八の5つの指穴のま

わりに取り付けられ、演奏者の運指を認識する。これらは無線でコンピュータに転送される。また 4A.1 では Virtual Performer 全体に関する発表が行われた。Virtual Performer は、上記のセンサ群に加え、ジェスチャを解析し、行動プランを生成するモジュール、リアルタイム制御による CG や音を生成するジェネレータからなる。Media Partner として、適応型カラオケシステム、ジャムセッションパートナー (Jasper) が示された。また、Composing/Performing Environment として、尺八をフィーチャーしたシステムについても述べられた。発表ではいくつかのデモンストレーションビデオを見ることができた。

1A.3 は、トランペットによる MIDI 制御演奏システムである。マウスピースの近くに取り付けられたマイクとバルブに付けられたセンサを用い、NeXT によってトランペットのピッチ抽出が行われる。ビデオで実例が示されたが、そこでは、トランペットにミュート (消音器) を付け、トランペットの音の代わりに検出したピッチで MIDI 楽器を鳴らすことにより、ピッチ抽出の性能を示した。拡張として、トランペットに一つのスイッチを付け、プログラムチェンジなどを可能にし、また、細かい分解能を持つバルブ検出機能を利用して、ピッチベンドなどの機能を付け加えた。例えば、ひとつの音を吹きながら、あるバルブをだんだん閉じてゆくことにより、通常のトランペットでは演奏不可能な種類のポルタメントを実現していた。

4A.3 では、早稲田大学の W. Inoue により、カラオケシステムに関する研究が発表された。DSP を用いて歌声を半音単位でピッチ検出し、この音程と楽譜とのマッチングを取ることで、適応した伴奏出力を行う。歌声の音程がずれたときには、エフェクタにより半音単位で音程の補正をすることが可能である。これも実際にビデオテープによってデモが行われた。

1A.4 は若干抽象的な話で、人間とコンピュータとの関係を閉ループ的なものにし、そのフィードバックを考慮しようという試みである。4A.2 と 4A.4 はともに、仮想現実の発表である。4A.2 は分散型インタラクティブ仮想環境 DIVE における 3次元音源定位に関するものである。4A.4 は仮想環境 CAVE に関する発表で、そこには、ひとつの部屋があり、壁、床、天井すべてに映像が映し出され、音と映像で観客を取り囲むものである。ビデオで実際に行われたデモの様子を見ることができた。

5 ソフトウェアツール、システム

3A.1 Z. Settel, T. Holton (IRCAM)
Remote Control Applications using 'Smart-Controllers'
in Versatile Hardware Configurations

3A.2 D. Skrien, J. Hallstrom (Colby Col.)
Krayola: A Flexible, Robust, and User-friendly Pre-
compositional Sketching Environment

3A.3 K. J. Hebel, C. Scaletti (Symbolic Sound Co.)
The Software Architecture of the Kyma System

3A.4 R. B. Dannenberg (CMU)
The Implementation of Nyquist, A Sound Synthesis
Language

6A.1 M. A. Lee, D. Wessel (CNMAT)
Real-Time Neuro-Fuzzy Systems for Adaptive Control
of Musical Processes

6A.2 K. Elliott (Banff Centre for the Arts)
A Behavioral or Actor-Based Paradigm of Sound Pro-
duction and Studio Composition

6A.3 T. Takala, J. Hahn, L. Gritz, J. Geigel, J. W. Lee
(Helsinki Univ. of Tech.)
Using Physically-Based Models and Genetic Algo-
rithms for Functional Composition of Sound Signals,
Synchronized to Animated Motion

6A.4 Ph. Depalle, X. Rodet, Th. Galas, G. Eckel
(IRCAM)
Generalized Diphone Control

このセッションは、ユーザインタフェース、作曲環境など、ソフトウェアに関するものは何でも入るため、広範囲に渡っている。この分野では、ワークステーションを用いたシステムが主流となったようである。

3A.1 は遠隔操作に関するものであるが、特に興味深いのは、ISPW ボードと Macintosh 上で、同時に MAX プログラムを走らせ、MAX メッセージによってお互いに通信するものである。これによりユーザは MAX 環境の拡張のように ISPW を扱うことができ、グラフィックス、マウスイベント、MIDI I/O などの処理は Macintosh 上で、DSP の処理は ISPW 上で独立して行うことができるようになる。

3A.2 は扱いやすい作曲環境を提案している。基本となるデータ構造は gesture と呼ばれ、イベントリストを持ち、その下に sub-gesture を持つことによって、階層を構成することができる。市販のシーケンサのような「ピアノロール」モードを持ち、カラーにより各イベントが分類される。

3A.3 は Kyma System に関するもので、マシンに依存しない分析、生成環境を目標としている。これは、信号処理オペレーティングシステム、低レベルデバイスドライバ、Smalltalk-80 などの言語で書かれた高レベルプログラムまでに及ぶ総合的システムである。

3A.4 は、楽音合成言語 Nyquist のインプリメントについてであり、これは、従来の言語の実用的な問題点を解決するものである。ここでは音はリスト構造で表現される。空間効率を良くするため、ふたつの波形を加算合成するような時には、それらを加算した波形を作るのではなく、実行時に評価を行う。また、同じ値はコピーではなく共有する。必要なくなったメモリは解放し、再利用する。また、ゼロをうまく表現することにより、効率を良くしている。

6A.1 の目的はニューロ cdot ファジーによって適応的な制御が可能なインタフェースを実現することである。インタフェースの仕事は、ユーザの意図を装置

の制御にマッピングすることであるが、適応的にこのマッピングを変化させるためには、良い学習機能を持つコネクショニストモデルがふさわしい。しかし、これはア priori な知識を記述することが困難である。そこでファジー推論をベースにして、コネクショニストモデルの強力な学習機能をもたせることにより、両者の利点を融合した。6A.2 では、作曲家やサウンドデザイナーの助けとなるよう、サウンドオブジェクトを仮想音響ステージ上の役者として表現する新しいパラダイムを提案している。6A.3 では、楽音合成の表現に音色木と呼ばれる木構造を用い、この音色木を遺伝アルゴリズムを用いて成長させ、欲しい音を合成する。そのときユーザは、得られた音が希望する音にどの程度近いかを評定することにより、進化をガイドすることができる。また、アニメーションの動きとサウンドの変化を同期させることは重要な技術であるが、運動を制御するパラメータを音色木のパラメータにマッピングすることにより、動きと音色の時間変化を自動的に同期することが可能となる。6A.4 は、辞書に蓄えられた音のユニットを連結・結合し、音楽フレーズを作成する方法である一般化 diphone 制御について述べている。

6 作曲とその応用

-
- 3B.1 C. Lippe (IRCAM)
A Musical Application of Real-time Granular Sampling Using the IRCAM Signal Processing Workstation
-
- 3B.2 M. Herman (Cal. St. Univ.)
Deterministic Chaos, Iterative Models, Dynamical Systems and Their Application in Algorithmic Composition
-
- 3B.3 L. Austin (Univ. of North Texas)
Modeling a Hypermedia Composition/Performance System
-
- 3B.4 L. A. Seltzer (Princeton Univ.)
A Confluence of Computer Music and Ancient Chinese Aesthetics
-
- 8B.1 G. Assayag, C. Rueda (IRCAM)
The Music Representation Project at IRCAM
-
- 8B.2 X. Chabot, K. Saariaho, J. B. Barrière (IRCAM)
On the Realization of NoaNoa and Près, Two Pieces for Solo Instruments and Ircam Signal Processing Workstation
-
- 8B.3 J. B. Barrière, X. Chabot (IRCAM)
Integration of Aid to Composition and Performance Environments: Experiences of Interactions between Patchwork and Max-ISPW
-
- 8B.4 P. Desain, H. Honing (Univ. of Amsterdam)
On continuous musical control of discrete musical objects
-
- **** C. Bestor (Univ. of Massachusetts)
MAX as an Overall Control Mechanism for Multi-Discipline Installation Art
-

このセッションは作曲とそれに関する技術的側面に関するものであり、著者を見ると分かるように、セッ

ションの半分（8件中4件）が IRCAM のメンバーによる発表であった。

3B.1 では、グラニューラシンセシスで用いられる波形の代わりにサンプリングされた音の小さなかたまりを用いるグラニューラサンプリングを ISPW を用いて、リアルタイム計算環境の非線形処理により制御する。そのとき、リアルタイムでのライブ演奏家の表情情報の検出とトラッキングによってグラニューラパラメータを制御することができる。3B.2 は「カオス」を用いたアルゴリズム作曲の例を挙げている。プログラムは MIDI Pascal のものと MAX のものがあり、簡単な記述でできている。3B.3 はハイパーメディアによる作曲/演奏システムをモデル化する試みで、講演者の作品 *Accidents Two: Sound Projections for Pianist with Computer Music* について述べている。ここでは、楽譜として score-slides が映し出され、これを見ながらピアニストとサウンド・プロジェクショニストが演奏を行う。3B.4 はコンピュータ音楽へ影響を与える可能性を持つ古代中国の芸術の理論について述べ、それを作曲に応用している。

8B.1 は音楽表現に関する IRCAM の最近のプロジェクトに関する講演で、プラットフォームとして Patch Work を使い、リズム定量プロジェクト (Kant)、PIMS (Partially Instanciated Musical Structures) などが述べられた。8B.2 は、コンサートセッション2で演奏されたフルートと ISPW のための作品 NoaNoa の技術的な内容についてである。コンピュータはあらかじめサンプリングされたフルートの音やリアルタイムで拾うフルートの音などを素材として用いる。例えば、フルートの音がいつの間にかコンピュータの音に変わり、ピッチが変化したり、あるいは、リアルタイムでサンプリングされた音が後で使われたりする。講演では最初の数小節の楽譜が示され、テープで音を聴くことができた。8B.3 は、重要な問題のひとつである作曲環境と楽音合成との統合に関してであり、その一つの試みとして Macintosh 上の Patch Work と ISPW 上の Max との間の繋がりとインタラクションについて述べられた。8B.4 は、音楽表現として従来用いられてきた離散的表現と連続的表現の間のギャップを埋めるため、それら両方の表現を階層的に利用できる表現法を提案している。そこでは、連続的な関数の引数に離散的な関数を用いたり、その逆も可能である。

7 認知、認識、表現

-
- 1B.1 B. Pennycook, D. R. Stammen, D. Reynolds (McGill Univ.)
Toward a Computer Model of a Jazz Improvisor
-
- 1B.2 D. R. Stammen, B. Pennycook (McGill Univ.)
Real-time Recognition of Melodic Fragments Using the Dynamic Timewarp Algorithm
-

- 1B.3 J. Feulner (Univ. of Karlsruhe)
Neural Networks that Learn and Reproduce Various
Styles of Harmonization
- 1B.4 M. A. Casey (MIT)
Distal Learning of Musical Instrument Control
Parameters
- 5B.1 I. Taylor, M. Greenhough (Univ. of Wales Cardiff)
An Object Oriented ARTMAP System for Classifying
Pitch
- 5B.2 K. Kashino, H. Tanaka (Univ. of Tokyo)
A Sound Source Separation System with the Ability of
Automatic Tone Modeling
- 5B.3 S. Berkley (Dartmouth Col.)
A Neural Network Model for Sound Localization in
Binaural Fusion
- 5B.4 G. Poli, P. Tonella (Univ. of Padova)
Self-organizing Neural Network and Grey's Timbre
Space
- 6B.1 N. P. M. Todd (City Univ., London)
Wavelet Analysis of Rhythm in Expressive Musical
Performance
- 6B.2 G. Widmer (Austrian Res. Inst. for AI)
Understanding and Learning Musical Expression
- 6B.3 J. A. Bilmes (MIT)
Techniques to Foster Drum Machine Expressivity
- 6B.4 A. Tanguiane (Univ. of Sydney)
An Artificial Perception Model and Its Application to
Music Recognition
- 6B.5 Y. Hiraga (Univ. of Lib. and Info. Sci.)
A Computational Model of Music Cognition Based on
Interacting Primitive Agents
- **** M. Bridger (Middlesex Univ.)
Narrativisation in Electroacoustic and Computer Music -
Reflections on Empirical Research into Listeners'
Response

1Bセッションは、報告者の2人とも、聴講することができなかったセッションであるため、予稿集から内容を簡単に紹介するにとどめる。1B.1は、ジャズ即興演奏のモデル構築およびリアルタイム演奏を目標としたプロジェクトの一部であり、他者の演奏を聞きとって解析する部分に関するものである。1B.2は、動的計画(DP)法を、メロディーのまとまりの認識に応用する試みである。1B.3は、ニューラルネットワークを用いて曲の和声づけを行うもの、また1B.4は、合成音を制御するパラメータの学習を扱ったものである。

5Bセッションでは、実際の発表は2件となった。5B.2は、音源分離システムに関するものである。音楽の実演奏情報を計算機に入力する上では、音源分離、即ち複数種類の楽器の演奏情報を分離することが課題となる。この発表は、対象とする音のモデルの事前登録なしで、かつ和音認識の精度を確保した音源分離システムの構築を目標として、音モデルの自動獲得を試みたものである。評価実験では、システムの入力としてPCM音源の音を用いており、生楽器の扱いは今後の課題となっている。

5B.3は、人間の音像定位をニューラルネットワークを用いてモデル化するものである。音像定位の要因として、両耳間時間差(ITD)、両耳間音量差(IID)、および視覚からの影響を考慮しているが、そのモジュール構成に生理学的知見を採り入れている。なお、モデルにはバックプロバゲーション型のネットワークを用いている。

6Bセッションには、音楽の表現(Expression)の話題が含まれている。6B.2では、実際の音楽演奏から表現を学習し、新たな曲に対して表情のついた演奏を生成することのできるシステムについて紹介された。このシステムは、学習フェーズにおいて、学習曲の音楽的構造を抽出した上で演奏ルールを抽出する。この過程で、一般的な音楽的知識を利用している。講演では、バッハのメヌエットを題材にした処理の実例がテープで紹介されたが、ルバートやダイナミクスに関して、自動演奏とは思えないほど自然な表現が得られていた。

6B.4は、音源分離や和音認識のためのデータ表現や問題の定式化を扱っている。予稿には、数学的に抽象化された議論が含まれているが、講演においても同様な面があった。より多くの具体例が示されれば、抽象的な議論に馴染みのない者(例えば筆者)にも理解しやすかったであろう。

6B.5は、エージェントモデルと呼ばれる情報処理モデルを、メロディー構造の認識に適用しようとするものである。エージェントモデルは、複雑な機能を持つモジュールの組合せでシステムを構成する方法に対比されるものであり、エージェントと呼ばれるごく単純な機能を持つ要素の集合を考え、多数の要素間の相互作用によって、系全体として複雑な機能を実現しようとするアプローチである。講演では、基本的な考え方や、モデル構築において考慮すべき点などについて説明があった。

なお、5B.1は、ニューラルネットワークの分野で近年研究が盛んとなっているART(適応共鳴理論)を楽音の基本周波数同定に適用しようとするものであり、また5B.4は、コホネン型のニューラルネットワークの持つ自己組織化の機能を用いて、音色の表現に必要な空間を張る試みであるが、6B.1、6B.3とともに発表キャンセルとなった。

8 ポスター、デモンストレーション

以上は論文発表(Short Paper, Long Paper)の紹介であったが、第1章に述べたように、会議の論文セッションでは、この他にもポスターによる発表、デモンストレーション、およびスタジオレポートが行われた。本稿の報告では、論文セッションが通常4つ並列で行われるのに対して報告担当者が2名であったことから、論文発表を中心に紹介することにしたが、本章において、ポスターとデモンストレーションについて、一部をピックアップして紹介する。

日本人が第一著者となっているポスター発表は、次の10件であった(所属は第一著者のものである)。

2P.04 T. Kageyama, K. Mochizuki, Y. Takashima(NEC)
Melody Retrieval with Humming

2P.09 K. Noike, N. Takiguchi, T. Nose, Y. Kotani, H. Nisimura (Tokyo Univ. of Agr. and Tech.)
Automatic Generation of Expressive Performance by Using Music Structures

4P.03 Y. Nagashima, H. Katayose, S. Inokuchi (LIST)
PEGASUS-2: Real-Time Composing Environment with Chaotic Interaction Model

4P.12 T. Matsushima (Toho Univ.)
The Recognition and Editing System for *Shakuhachi* Score

7P.04 S. Igarashi, T. Tsuji, T. Mizutani, T. Haraguchi (Univ. of Tsukuba)
Experiments on Computerized Piano Accompaniment

7P.05 Y. Horiuchi, H. Tanaka (Tokyo Inst. of Tech.)
A Computer Accompaniment System with Independence

7P.08 E. Hayashi, T. Ishikawa, K. Yamamoto, M. Yamane, H. Mori (Waseda Univ.)
The Development of a Piano Player

7P.09 K. Sekiguchi, R. Amemiya, H. Kubota, M. Yamane (Waseda Univ.)
The Development of an Automatic Drum Playing Device

7P.10 H. Ohta, H. Akita, M. Ohtani, S. Ishikado, M. Yamane (Waseda Univ.)
The Development of an Automatic Bagpipe Playing Device

7P.11 T. Ohashi, E. Nishina, Y. Fuwamoto, N. Kawai (National Inst. of Multimedia Educ.)
On the Mechanism of "Hypersonic Effect"

2P.04 は、音楽データベースにおいて、ハミング入力をキーとして曲を検索できるようにしたもので、パーソナルコンピュータを用いて実演が行われていた。2P.09 は、曲の構造情報を利用して表情豊かな演奏を自動生成しようとするものである。4P.03 は、昨年の同会議に続く PEGASUS プロジェクトの第2報であって、カオス相互作用モデルと呼ばれるものを用いたリアルタイム作曲システムが紹介された。4P.12 も、昨年に続くもので、尺八楽譜の認識編集システムにおいて、エディタを中心にした発表が行われた。

7P.04 では、ピアノ伴奏制御のためのマウスクリックによるデバイスと一本指演奏を含む単旋律演奏の開発と実験、熟練したピアノ演奏者のフレーズ表現とパターンの解析、リアルタイムシステムのための仕様記述言語などについて述べられ、MIDI アコーディオンを用いたデモが示された。7P.05 は、伴奏システムが人間の独奏者に合わせるだけでなく、音楽的状况によっては自主的な演奏を行い、独奏者をリードしようとする試みである。従来のような主観的評価ではなく、人間の被験者による聴取実験によりシステムを評価し、良い結果を得ている。実際にシステムを会場に持ち込

み、デモが行われた。7P.08, 7P.09, 7P.10 は、実際の楽器を機械的に演奏するというユニークなものであり、演奏のデモも行われた。特にピアノでは、人間の技術を上回るような演奏を目標としているという。7P.11 では、オーディオ再生システムにおいて 20 kHz 以上の帯域の有無による音の差を示す実演を行っていた。

この他、7D.1 (F. Weinstock: "Demonstration of Concerto Accompanist, a Program for the Macintosh Computer") は、独奏ピアニストのオーケストラ伴奏を行うシステムであり、発表者自身によって、W. A. Mozart のピアノ協奏曲が演奏された。ソロ楽器には Yamaha Disklavier を用い、オーケストラのパートは MIDI シンセサイザによって演奏される。独奏者の楽譜中で、合わせるべきところにマークをつけ、このマークされたところをキーにして独奏者に追従するものである。また、特別に行われた R. B. Dannenberg (CMU) のビデオデモンストレーションは、Dannenberg 自身のトランペットの即興演奏に対して、コンピュータがインタラクティブに演奏を行い、それと同時にアニメーションが制御されるシステムが紹介された。これは CMU MIDI Toolkit を用いたもので、Interactive Composition の一環であると言える。トランペットのマウスピースに付けられたマイクからトランペットの音を拾い、それを解析し、コンピュータの演奏やアニメーションを変化させる。画面上には Dannenberg の演奏している姿がアニメーションにオーバーラップされ、見た目にも非常に面白いものであった。

9 おわりに

本稿では、本年 9 月 10 日から 15 日にかけて開催された、第 19 回コンピュータ音楽国際会議の論文セッションについて、概要を報告した。

全体の特徴として、ビデオやオーディオテープなどを使った効果的な講演が多かったこと、参加者どうしが親しく言葉を交わす光景が多く見られたこと、音楽創作や演奏に直接結びつく研究に対して、多くの参加者が関心を示し、熱心な討論が行われていたことなどが挙げられる。このうち 3 番目の点は、この会議において「音楽」の追求が重要な意味を持っていることを反映したものであろう。

もうひとつの特徴は、講演を聴くにあたって必要とされるバックグラウンドが大変に幅広いことである。この幅の広さのために、聴講する者としては、それぞれの講演についていくのが大変であったが、この点はまた音楽情報処理の魅力のひとつでもある。単に既存の技術の応用としてではなく、この分野への応用によって技術自体の進化が期待できることを考えれば尚更であろう。今回の会議を機に、今後わが国においても、コンピュータ音楽と音楽情報処理に関する研究活動がさらに深まっていくことを期待したい。