談話室

若手研究者による音楽ロボットの将来の夢

Discussion Meeting of Younger Research Associate —Musical Robot of Future

林 英 治* *早稲田大学理工学部
Eiji Hayashi* *Waseda University

1. はじめに

ロボット音楽の専門委員会が発足し、'95年11月3, 4, 5日の講演会開催中に催されたロボット音楽の演奏会準備で筆者自身もこの委員会に参加した。そして、本特集号の“若手研究者によるロボット音楽の将来の夢”と題する原稿の依頼がきた。この原稿は、実際にはこの委員会の先生方の研究室の学生が2回にわたり集まり、ロボット音楽について語り合ったものである。文章能力に限界があるため、うまく表現しきれないところがあることをあらかじめご容赦ください。

2. 話し合いの中から……

参加してくれた学生が行っている研究について、まず、述べてもらった。表1に、参加学生の研究テーマを示す。また、研究テーマの何に興味を持ったのかを尋ねてみると、音楽に関する興味からテーマを選んだ人や機構設計・開発あるいはコンピュータによる情報処理の開発に興味を持って特に音楽にはこだわらなかった人とに分類できる。

筆者の場合、研究室の配属では音楽に関する興味から選び、テーマでは後者の興味から選んだ。いずれにせよ、実際の研究ではみないろいろな部品の設計や製作、情報処理と多岐にわたって研究は遂行されているようである。

このような学生による構成で、表題のテーマにある“ロボット音楽の将来の夢”について話し合った。筆者自身、学部4年より、現在に至るまで自動ピアノの開発に関する研究を行っているが、表題に挙げるテーマは重く感じる。あえて聞いてみると、曲を解釈し、人間と同じように演奏を行えるロボットあるいは楽器の演奏ができなくとも自分の演奏を表現してくれるロボットの実現であると漠然と考え、めざしている。さらに先のロボット音楽の将来についてとってはみたが、実際には、みなエンジニアであるだけに、ロボット音楽を開発している現段階で直面している問題に話が集中してしまった。各研究の問題をここに挙げることはしないが、当然、このような話になることは予想していた。確かに現在あるロボット音楽が抱えている問題はあまりに大きなもので、さらに、彼らが学部4年次から修士までの3年間で行うには時間的にあまりにも短い。

表1 参加した学生の大学および研究テーマ

大学・学部・学科・研究室	名 前・学 年	研究テーマ
法政大学工学部機械工学科高島研	射場 大輔 修士1年	トランペット
	堀岡 絵美 修士2年	トランペット
	長坂 悦久 修士2年	テナーサックスフォン
	山本 浩朗 修士1年	テナーサックスフォン
明治大学理工学部機械工学科嘉納研	島田 雄次 修士1年	コンピュータによる自動演奏
早稲田大学理工学部応用物理学科橋本研	澤田 秀之 博士1年	指揮システム
早稲田大学理工学部機械工学科菅野研	渋谷 恒司 博士2年	バイオリン
早稲田大学理工学部機械工学科高西研	野呂 昌哉 修士2年	フルート
	近藤 逸人 修士1年	フルート
早稲田大学理工学部機械工学科山根研	佐藤 彰勇 修士2年	スネアドラム
	前田 俊成 修士2年	オルゴール
	溝口 崇 修士2年	ピアノ
	山田 健夫 修士2年	バグパイプ

原稿受付 1995年12月4日

*〒169 東京都新宿区大久保3-4-1

*Ohkubo, Shinjuku-ku, Tokyo

図1 左側から、山本君：芸術の分野である音楽を機械であるロボットに行わせることはとても難しいことであり、いかに演奏に表情をつけるかが問題になっている。将来的には演奏家のような演奏が行えるようにしたいと考えている。堀岡さん：音楽系のロボットは、音質の評価のように、結果をデータとして表すことが難しいという問題を抱えた分野です。今後、この分野が学問として発展していくためには、このような問題にも積極的に取り組んでいく必要があるのではないかと感じました。長坂君：この演奏会への参加は、大変有意義なものでした。ただ、人間らしく本番であがってしまったロボットのためにも舞台裏に演奏者を用意しておくべきでした！？ 射場君：結局、音楽に興味を持っていない人以外は、あまり興味を示さないのでは、という心配を乗り越えて、今後、この研究分野を通して音楽とロボット、そしてコンピュータが色々な人にもっと身近に感じてもらえるようになってほしい。

筆者の経験からも言えるが、ロボットに演奏させるだけの楽器の性質に関する十分な資料がないこと、そして、そのようなものがなぜいまだに存在しなかったのかということが、工学的に楽器を扱うことの難しさを表している。そこに、音楽ロボットを開発することの喜びを感じるのは筆者だけであろうか。言うのと実際に行うのは大違い、とよく言うが、全くその通りであるのが音楽ロボットである。

今回の話を全般的に聞いていると、みなしっかりと問題を見据えていると感じた。今後、参加した学生は、情報処理や興味あるところの解析などを行うと言っていたが、諦

めることなく自分の持つ時間で可能な限り研究・開発を行ってもらいたい。人間は、人前で演奏できるようになるまでに、多大な時間を楽器と過ごしているのだから、優れた音楽ロボットを作り上げるのにも、多大な時間が必要であると考えからである。

卒業あるいは修了していく学生は次に続く学生に貴重な研究の一部を正確に残し、伝えて欲しい。それが、音楽ロボットの将来へと続いて行くことになるから。

3. “私”をふりかえって

筆者の場合、学部4年次より自動ピアノの開発に関する

図2 左側から、前田君：楽器は人間の感情を増幅するアンプととらえられ、その出力から人間の感性を表すパラメータが測定できるセンサの開発が音楽ロボットの将来には必要で、そのセンサは人工の耳や脳に利用できると思います。山田君：楽器の自動演奏の研究というのは、ロボット、音響、人間工学、情報処理など、実は広い範囲にわたって関連するものだと思うのでこれからの展開がどうなるのか楽しみです。佐藤君：楽器の違いによる苦労やその改善策などを語り合えたのが大変参考になった。身近な機会でもっと発表の場を設けて、多くの人に興味をもってもらえたら良いと思う。自動演奏の対象となる楽器によって、それぞれ違った問題点があるという点がとても興味深かったです。溝口君：この分野の研究は歴史が浅いと聞いているので、まだまだ、今までは対象となっていなかった楽器の自動演奏が聞けるのではないかと期待しています。

図3 左側から、澤田君：音楽の分野においては、時代と共にさまざまな技術を用いて新しい楽器が作られ、作品の制作が行われてきました。現在は電子楽器を用いた計算機音楽が非常に盛んであると思われます。本討論会のテーマである楽器を演奏するロボットの開発が、新しい観点やアプローチから人間の感性や芸術性まで評価できるような研究分野になって行くことを期待したいと考えています。野呂君：音楽ロボットの研究をしているとよく「(人間が演奏するために作られた) 楽器をロボットが演奏してどうなるの?」と言われるが、人間の巧みな協調動作を解明するための手段と考えると最適な研究の一つであると思う。渋谷君：楽器をロボットに演奏させることは非常に魅力的なテーマであると思う。その実現を通して、音楽における人間の感性や運動における巧みさを、よりよく理解したいと思う。島田君：ロボット音楽の将来というのは研究している者にとっても想像をするのは難しいと感じた。それは対象である音楽そのものが抽象的で混沌としているせいであろう。それだからこそ私自身はこの分野に興味を持っているのである。

研究をテーマにした。4年生のときは、ちょうど自動ピアノのための打鍵装置を開発する時期となり、筆者はその設計を行うことになった。図面は、山根教授や飯田先輩とともに何度となく修正した。一番印象に残っているのは、雨上がりに、CADで描いた図面を納めたフロッピーディスクを持って研究室に戻る途中、学生が水たまりを避けながら走ってきて、勢いあまって筆者を避けきれずに、フロッピーディスクを持った右手の方向から体当たりされた。筆者は転び、フロッピーディスクは円盤のように筆者後方5〜6[m]ほど飛び、水たまりに着水した。このフロッピーディスクが飛んでいった光景はスロー再生のごとく思い出すことができ、忘れられない。

修士の時代には、打鍵装置とペダル駆動装置の合計90台のアクチュエータとそのサーボ系90台の製作、90台の装置を制御するためのコンピュータのハードウェアとソフトウェアの開発を行った。一番やっかいで、手間のかかったのは、コード製作やコードの配線、さらに、打鍵装置は可動線輪型のアクチュエータである。アルミリボン線を用いた線輪は2枚一組であるため、予備を含め200個を超えるコイルの製作とアクチュエータの可動部への埋め込みなどそれらの作業を列挙しだしたらきりがなかった。しかし、幸運なことに、一緒にこのテーマを行った3人の学部4年生が修士課程への進学を決め、就職活動がなかったため、思う存分に開発・製作することができ、朝から晩まで納得の行くまで全て手作業で行った。このようなことができる原動力となっていたのが、装置を完成させる夢を持ち、また、装置が演奏することを創造していたからにほかならない。しかしながら、作業は今考えてみても、

本当に膨大な量であったと感じるが、4カ月が経過した頃には、4年生の学生達は身体を壊し、休みがちとなった。というのも、製作は朝9時〜夜6時、最大でも夜8時までであったが、その後は、なおも4年生を捕まえて、装置全体のセットアップに関わる情報処理や電気回路の製作を時間の許す限り行ってもらっていたため、彼らにとっては非常につらかったと思う。それでも、最後までよくがんばってくれた。私は、4年生の頃に装置の完成を夢見てしまっていたので、ただただ一点の光をめざして走っていた。5カ月経過した頃から、部分的に装置のテストを繰り返し、6カ月が経過した頃、ようやく全体に電力を供給でき、装置は立ち上がった。次は、装置を動かすことであるが、人間がどのように打鍵しているのかということも重要であるが、人間にも体格、手の大きさ、運動能力といった違いがあり、当然、演奏方法も異なる。開発したアクチュエータはピアニストよりも十分な速度、力を発生することができ、機械であるため、人間より正確さや再現性の点ではるかに安定した動作を行う。私はこのアクチュエータではどのように鍵を駆動したら良いのかという問題を考え進めていくうちに、このアクチュエータ独自の演奏方法であってもいいのではないかと考えた。というのは、ピアノの場合、打鍵の方法によって音色を変化させることはできず、発生する音量によって音色が決まるからである。

まず、対象を1鍵だけとして、アクチュエータを使って駆動するとともに、鍵とハンマの運動はレーザ変位計を用い、その出力信号をコンピュータに入力して計測を行い、打鍵の実験を繰り返した。打鍵速度を変化させたときの1音ごとのデータと1鍵で演奏中に考えられる音と音の間

図 4

隔、音の強さ、音の長さを想定して打鍵したときのデータを何度となく取得し、何度となくコンピュータ上で比較した。コンピュータ上で鍵、ハンマの運動を部分的に抜き取り、張り合わせた挙動は全て再現できることがわかり、さらに、楽器の操作には無限の組み合わせがあり、演奏家の場合、その中から自分が表現しようとする演奏方法を決めていると感じ、鍵、ハンマの運動に対して、より一層、強い関心と興味が湧いた。ただ、このようなピアノアクションの挙動については、これまでの研究報告に述べられておらず、その計測が示す挙動が本当であるということも解らなかった。このため、その計測方法に疑問を感じたり、アクチュエータの制御は本当に大丈夫なのかなど考えられるものは全て疑うことを常とし、現在でも不安、心配を抱き、疑問に思いながら研究を行っている。

その年の終わり頃、装置は演奏を行うことができたのだが、問題は山積みであった。特に、装置では位置帰還のためにロータの位置を計測するセンサの問題があり、完成を見たところですぐにセンサの選定、設計変更、そして、製作、実験と立て続けに行った。なんで急いでいたのか、いまでも解らないが、私自身の特徴でもあるのか、止められない自分がそこにあり、気づいてはいるが止まらない自分がいる。

音楽ロボットの将来の夢を見ることは、今はまだない。装置を完成させる夢を見て、そこに到達するとその光は消え、また次の光をめざす。夢を実現してくれる光はまだま

だ思考することを望み、止めることを許してはくれない。音楽ロボットの将来の夢を見られるようがんばっていきたい。

4. お わ り に

今回、若手研究者による“音楽ロボットの将来の夢”をテーマに話し合いを行ったが、筆者自身がこのテーマに対する考えが漠然としているため、参加してくれた学生に迷惑をかけてしまったのではないかと思います。

最後に、このような機会を与えてくださったロボット音楽委員会の先生方、そして参加し、貴重な意見を述べてくれた学生のみなさんに感謝いたします。

学生のみなさん、協力してくれてありがとうございました。これに懲りずに、他でこのような企画があったならば是非、参加してください。

会員。

林 英治 (Eiji Hayashi)

1966年9月20日生。1994年3月早稲田大学大学院機械工学専攻博士課程修了。同年早稲田大学理工学部機械工学科助手、現在に至る。機械力学・制御、アクチュエータの開発、機構解析に関する研究に従事。日本機械学会、精密工学会、計測自動制御学会などの
(日本ロボット学会正会員)