

【特別講演】



音の仮想空間

橋本周司

早稲田大学



館

橋本先生をご紹介いたしたいと思います。橋本先生は有名な方ですが、念のためにご紹介いたしますと、1948年にお生まれになりまして、早稲田大学理工学部の応用物理学科を卒業されて、その後東邦大の理学部の講師、その後早稲田大学に戻られまして、現在早稲田大学応用物理学科の教授をなさっております。音楽というものの情報処理と言うことで非常に精力的に研究されておりますし、感性情報処理のようなこともなさっております。また、動画像処理とかロボット工学、複雑系の研究と行ったことにも従事されているわけでありまして、二足歩行ロボットのヒューマノイドの研究会というのがありまして、橋本先生がそれを主宰されているというように伺っております。本日はその中でも特に音のVRのお話しをお願いしております。音はVRのなかでも重要な要素でありまして、音のない世界というものは非常に味気ない世界でもあるわけです。そういう音があってその中の世界がはじめて広がってくると言うことでございまして、音のバーチャルリアリティに関する研究をビデオ等を交えながらご紹介頂くと言うことでございます。

では、橋本先生よろしくお願ひいたします。

橋本

どうもありがとうございます。

早稲田大学の橋本です。

今ご紹介頂きましたが音のバーチャルリアリティといいますと、少し広すぎて話が難しくなりますので、今日は音楽の仮想空間と言うことで、音といういわゆる自然の音

をふくんだ話ではなくて、音楽にかなり限定した話をさせて頂きたいと思っております。

頂いた時間は一時間ですので、約20分かあるいは25分くらいは音楽関係の研究と申しますか、楽しみでやる部分も多いんですけども、そういうことをやりながら考えたことと、やってきた内容を少しお話ししまして、あと、30分くらいビデオを作ってきましたので、ま、そうすれば話が楽になるかと思ひまして、ビデオを見て頂こうと思っております。

わたくしども、音楽というものを始めたのはあとでビデオにも出てきますが、私の先任の大照先生が早稲田大学ご在職中に行われたロボットのプロジェクトがきっかけです。そこで筑波万博にミュージシャンロボットというものを早稲田大学の5つか6つの研究室が共同で出展したわけです。

このロボットというのはキーボードを両手両足で弾くわけですけども、私どもの研究室では楽譜を認識する部分を担当したわけでありまして。頭のカメラを使ってロボットの目から入ってきた楽譜を自動認識する。まさに、音楽をやっていたと言うよりは文字認識、パタン認識の問題を扱っていたわけです。

いろんなハードウェアを作りまして、実際に実現しなくちゃいけないと言うことで、A4版の楽譜1ページ読みとるのに約10秒くらい。実際にこれは演奏にそのまま使いますので、失敗した所をうまくごまかすような処理が必要です。そういうところに結構気を使ったと思ひます。手足の部分は機械工学科の加藤一郎先生の研究室で作られました。

こういうことをやってから、音楽というものに少しずつ入ってきまして、音楽の扱う情報処理についていろいろやってきたわけです。実際にやってみますと、このようなシステムがリアリティを持っているかどうかと言うのはバーチャルリアリティとはちょっと違った意味で非常に重要になってくる。つまり、できあがったものを見てもらって、例えば遅れが何秒だから非常に技術的によくなったとか、新しいアルゴリズムとしてうまい、という評価もありますが、結局は音楽システムというのはいちいち聞いて楽しくない。あるいは、使って自分の出したい音を出せるかどうか、というところが勝負となるわけです。そうしますとあるシステムが音楽のためのシステムとしてリアリティを持ちうるかというのが非常に大きな問題となってきます。そういう意味でバーチャルリアリティの考えているリアリティの問題というのが、こういうシステムの中でクローズアップされてきます。

リアリティーという言葉をはいてみますと2種類ある。一つはobjective reality もう一つはsubjective reality つまり主観的リアリティと、客観的リアリティがあるというわけです。

| 階層 | チャンネル | 支配則 | 分野 | リアリティの尺度 |
|-------|-----------------|--------------|--------|-----------------|
| 波形レベル | 光、音、力 | 物理法則 | 人工現実感 | 説明可能性 因果的無矛盾 |
| 意味レベル | 言語、ソフ* 図形、数式 | 論理、文法 | 人工知能 | 証明可能性 論理的無矛盾 |
| 感性レベル | 音楽、絵画 表情、仕草 | 主観、共有 快不快 | 感性情報処理 | 共鳴可能性 合成的無矛盾 |

図1 リアリティの階層

では、音楽でのリアリティと、例えばバーチャルリアリティというシステムのリアリティとはどう違うのか、と考えてきたわけです。

いわゆるバーチャルリアリティ、実際にはもっと深いものがあると思うのですが、例えば物理空間の仮想的な実現を考える。そうすると、基本的な技術としては実時間の環境のシミュレーションであるとか、あるいはその環境に対して物理的な五感とのインタフェース、ということで、自然法則や生理法則に矛盾しないように作らなくてはいけない、ということが中心課題になると思うのです。

つまり、これは自然の環境の中での人間と環境の問題。それに対して音楽は少し様相が変わってきます。どちらかということ、もちろん自然のバーチャルリアリティも大事なんですが、芸術的な空間とのインタラクションの問題が大切です。あるシステムがリアリティがあるというのは、例えば楽器として思い通りに音が出るか。つまり、道具と操作の関係が非常にうまく行っているか。ということとか、

あるいはそれが創作活動にとって意味があるかどうか、あるいは鑑賞する立場から見てそれが鑑賞に堪える音を出すかどうか、というようなところで、音楽というものに規定されたリアリティというものがあります。

音のバーチャルリアリティといいますがそれ以外に物理的なリアリティがあります。たとえば、こういう風なところで音を出したときその反響がどういう風に帰ってくるか。これは、いわゆる物理法則に従ってシミュレーションを行うべきリアリティです。

それ以外に、例えばある和音をひいたときに、その和音が目標のある音階関係を持って出てるかどうかというようなことに関しては、それは自然法則の問題ではなくて、どちらかということ、音楽における約束事に反していないかどうか、ということでもあります。

もちろんその約束事というのは長い間、例えば西洋音楽ですといろんな音階理論があつてそういうのが作られてきたわけですが、もともと感性に対して矛盾しないで響くかというようなことで、自然の中での人間のリアリティとはちょっと違う。ある意味で、約束事の中、ソサエティーの中でのリアリティの問題があると、そのようなことを考えているわけでもあります。

そういうことを整理してみますと、これはかなり勝手に分類しているのですが、情報処理の階層を3段階に分けて考えることができます。

一つは表の一番上ですが、波形の上での情報処理。これは、光だとか、音とか、力をどうやってコントロールするとか、あるいは処理して行くかという問題です。この世界がいわゆる狭い意味でのバーチャルリアリティの基盤技術になります。そこでは支配則は物理法則です。つまり、物事が自然科学的に説明できなくてははいけません。因果律に矛盾がないということが、システムのアウトプットとユーザとの関係に成り立っているかどうか。というところがリアリティをチェックする項目のひとつになります。

その次は、意味のレベルというふうに書きましたが、いわゆる人工知能で知識処理を行っているレベルのリアリティ。これは、生の物理的な光や音ではなくて、どちらかということシンボル、言語とか図形、あるいは数式を扱う、そこでの情報処理の問題です。そこでは物理法則というよりは、どちらかということ、論理とか、あるいは文法が支配則となっている。それに対して矛盾しないということが、システムがリアリティを持っているということになるであろうかと考えられます。つまり、ここでは証明できる、論理的に矛盾していないかということが問題になっています。

先ほどの主観的、客観的、でいうと、いままでのところは、客観的リアリティです。主観的リアリティというのが数年前からいろいろなところで行われている感性というレベルでの情報処理です。ここでは、光や音でなくて、あるいは、言語や図形でもなくて、もう少し複雑にそれらがオーガナイズされた音楽とか絵画、あるいは表情とか仕草というものが情報を伝えるチャンネルでリアリティということが考えられます。そこでは支配則はあまりはつきりしない。これがはつきりすれば非常にいいのですが、支配則が主観であるとか、あるいは、ユーザあるいはそれを作ったソフトウェアの制作者、音楽でいうと、作曲者と演奏家と聴衆の共有、ある種の共感ももてるかどうかということで、説明、証明と来ましたから、ここでは、共鳴と書いたのですが、どちらかという合成的に無矛盾であるということ、つまり物事を作ったときにそれが受け入れられるかどうか、納得できるか、というところがリアリティの尺度となってくるだろうと思います。

私どもがやっているのが、音楽の仮想空間を作ろうということですが、この仮想空間というのは、今いった意味で感性レベルでリアリティを持った空間を作っているということです。さらに、物理的な意味でのリアリティが付随していればいいのですが、私たちの所では、一応それは置いておいて、音楽としてリアリティを持ったシステムを何とか作れないかと考えているわけです。

例えば、自由に操れる楽器。つまり、自分の動作が音になっている。その音がある意味で音楽としての文法にかなっている。自分のいいたいことがそれで表せているかどうか。あるいは、仮想のオーケストラ。自分が指揮棒を振ったときに、演奏をしてくれる演奏家がそろってしてくれるような、そういったものは作れないか。もちろん目の前にそういう人がして、アイコンタクトしながらそういうことができたらさらにいいんですけど。ここでは、音との関係、動作と音だけの関係をもってこういうものを作っていくか、あるいは、お抱えの作曲家みたいなものが作れないかということです。例えばあとでビデオで見せしますが、画像を入れて、それを作曲システムとつないで動画像から音楽を生成するというようなことをやっているのですが、そういうところから出てきた音楽が与えられた画像とかあるいは場に対してリアリティを持つようにしたい。難しいので、実用に耐えうるようなものを作るのは大変なんです。

そうしますとこのシステムの入力というのは、ほとんどが人間の動作と音響になります。ここでいっている音響というのは私どもは人間の声というものを中心に考えており

ますが、実際に世の中にあるシステムとしては、楽器の生の音を入力として動かすような音楽システムというものがあります。つまり、音響処理と人間のジェスチャーとか仕草がシステムへの入力となる。つまり、環境への入力となるわけです。その入力に対してももちろん物理法則に従うようなところも大切なんです、さらに重要なのが、音楽的な法則に従っていることで、音楽的な知性を持って応答してくれる空間を作ることです。

つまり、与えた動作がある音楽の意味があるのであれば、それをしっかり理解したアウトプットが出て欲しい。出力は音楽ですから、第一に音響。実際にはその音響はどういった空間で発生されているかというようなことも重要ですから、空間の物理的なシミュレーションも大事なんですが、そこまでは至っておりません。出力はほとんどの場合、現在扱いやすいのでMIDIのサウンドジェネレーターを使います。実際にはこれは不十分なこともわかっているのですけれども、扱いやすいということで、そういう既製のシンセサイザーを使っております。

例えば、そういうシステムの例をお見せしますと、私どもの仕事ではないのですが、カナダのトロントのビンセントが作った曼陀羅というシステムがあります。バーチャルリアリティでもこういうテクニックは使われておりますけど、映像をカメラでとって、それとCG映像を合成して、画面の中の仮想の画像にふれると、例えば鈴に触ると鈴の音がする。弦に触ると弦の音がする。というシステムなんです。こういうシステムが91年というずいぶん前に作られていて、数年前からいろいろなところでデモンストレーションをやっています。

これはつまり、この空間の中で人が動き回ると、その空間には座標があって、この座標のどこに手があるか、どこに足が触ったかということでシンセサイザーを駆動するシステムなのです。ですから、この中を動き回るといろんな音がしてくる。ただこれは、特に音楽的知識が組み込んであって気の利いた音を生成しようというのではなく、すべて中で動かす人の感性できまってくる、というものです。余談になりますけどアメリカでは自分はサイエンティストでコンポーザーであるという人をよく見かけまして、それぞれと話してみると、深さは違うんですけどとにかく両方やるという人がいるんです。この人もそういう意味ではシステム作りと音楽づくりを両方やるというわけです。

音響を使った人間のコミュニケーションというものを考えてみますと、まずコミュニケーションする本体の人間の知性みたいなものがある。あるいは、感性がある。それが発信するときには筋肉系を使って意図がコード化されて音

となって出てくる。発話の場合は言語のコミュニケーションとなるし、何か道具を使うか、声を使っても歌の場合は音楽となるというわけです。それを受け取るときも何か道具を使うかもしれないのですが、その道具を使って五感でそれを受け取ってデコードして頭の中で感じるというようなコミュニケーションが考えられます。とすると、同じ音によるコミュニケーションでも言語と音楽ではだいぶ違っていき、どちらかというと言語は知識情報を使ったコミュニケーションに適している。音楽は感性情報を使ったコミュニケーションに適している。

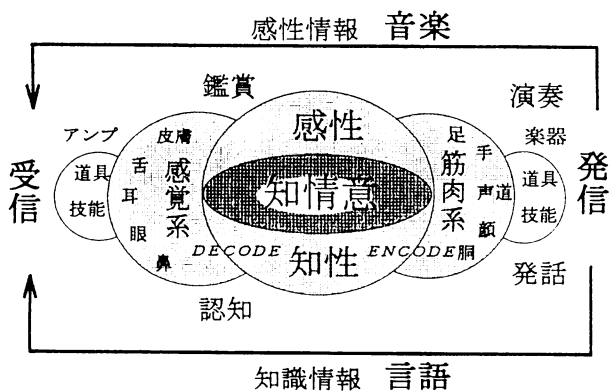


図2 音響によるコミュニケーション

特に我々が注目しているのは、この筋肉系を使って発信するという事です。つまり、何らかの筋肉の動きがあると、はじめて言葉が出てくるというわけで、そのシステムをいわゆる我々が今まで持ってたもの、あるいは生まれたまま持ってるもののプラスアルファとして考えて行きたい。その道具が気が利いているという意味は、音楽的な知性を持っていて、それを使って音を出すので、出したい音を音楽的な意味で適度な音が出ているというようなシステムを作りたいというわけです。

簡単に言えば楽器というのは人間の動作を音に変換する変換器であるというわけです。この楽器をもう少しフレキシブルな、つまり、いろんな既存の楽器以上のものを作って行きたいというのが一つのモチベーションです。

従来の楽器というのはどちらかというと言語自体の物理的な構造によって決まってきたといえます。このところを計算機が入りますと、動作と音の関係を自由に設定できますから、その設定した自由さの中に、ある音楽的な知性が入らないか、感性的なルールが入らないかということを考えているわけです。

あとはビデオで見て頂きながら説明いたしますが、大きく分けて2つのシステムがあります。一つはジェスチャーを用いて音楽を制御しようというシステムです。これは人間の動作から音響を生成するもので、なるべく簡単な装

置で誰でも使えるようなものを作りたいというのが一つの目標です。また、ゼスチャーと音響との関係では、ある程度納得いくようなものをつけたい。ただ、この納得というのが難しく、音楽のことをよく知らない人にとっての納得と、よく心得た人の納得はだいぶ違うかもしれない。できれば使う人の個性に応じてチューニングできるようにしたいというのが我々の目標です。

それから、もう一つは、いわゆる音楽ではなくて、音響を生成する道具としてのシステムです。つまり、メロディーとかハーモニーとかである前に従来の楽器では出せない音を出したいという要求があるわけで、これは少しレベルの違う動作から音響を得る変換になります。いずれにしろこういうシステムは、実時間で動作しないと意味がない、というわけで、非常に重たいシステムにしてしまうと、とても遅くて使えないということになってしまいます。

私どもが最近やっているのは、データグローブを使って動き、特にポジションセンサで手の位置、指の形を計算機に入力し、加速度センサを使って、加速度を直接計算機に入力するという事を考えてます。簡単にいうとデータグローブの方はどちらかというシンボリックな入力とか言語的な入力、ある約束に従っているような入力するのに適しています。それに対して加速度センサというのは力をそのまま入力できますから、感性とか感情を入力するのに適している。つまり、我々の感情的な動きというのは筋肉に入る力に直接現れてくる。それを何とか音に変換したいということで、その両方を使ってみようと思っているわけです。

このようなシステムに加えて現在やっておりますのは、特に声を入力として使うということで、従来は画像処理の方が得意だったのですが、現在は音響の処理もやり始めております。例えば非常にベーシックな問題としては2つの音が重なって聞こえてくるときに、モノラルのマイクでとった音を分けて聞こえるようにしたいという問題。これはまさに信号処理の問題なのですが、これは、ブラインドデコンポジションという要するに分解問題ですね。ステレオならある程度できるのですが、モノラルでもできるということを確かめたわけです。

例えば、トランペットとクラリネットのスペクトルですが、両方重なって入っている。条件はほとんどないのですが、2つの音に揺らぎがあるということでデコンポジションしますと下のようにある程度もとのスペクトルが分離される。ピッチが違うと分離しやすいのですが、同じでも分離できるということを確認したわけです。

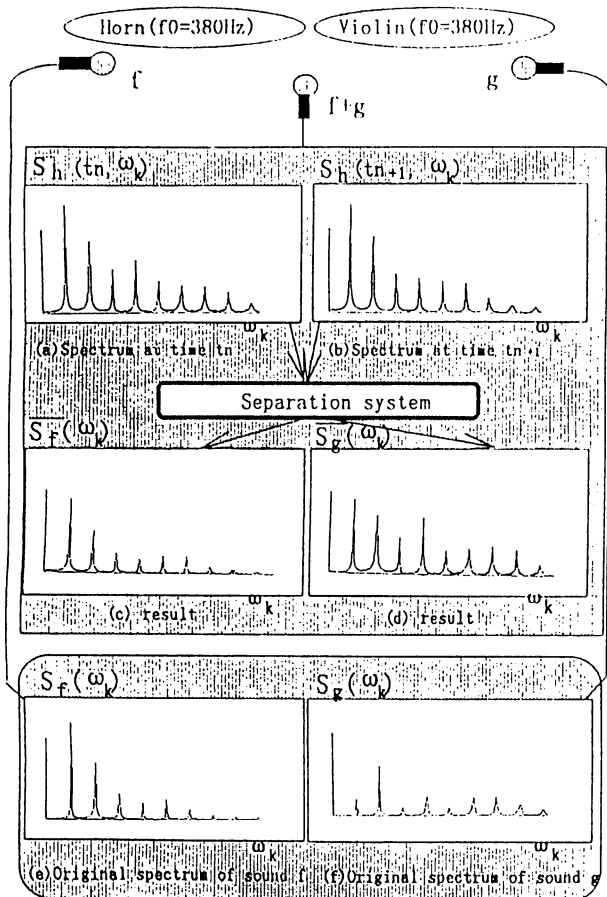


図3 同一音高の分離 (ホルンとヴァイオリン)
 a), b)は混合音、c), d)が分離音、
 e), f)は原音のスペクトル

あるいは、人間の歌声にそのまま伴奏をつける一種のカラオケシステムなのですが、カラオケがバーチャルリアリティシステムと違うところは、与えられた伴奏システムにあわせて歌って行かなくちゃいけないのに対して、伴奏システムは歌う人にあわせて伴奏して行かなくてはいけないという点です。そのために我々は音声の処理をしています。歌っている音の高さをリアルタイムで検出するというのと、歌っている歌詞をリアルタイムで認識しようということを試みていて、それで今歌のどの部分を歌っているかということをおある程度音痴に歌っても追従できるようなシステムを今作っているところです。

そういうことをやっておりますと、アダプティブなカラオケシステムというのはテンポが自由にできるという必要もありますし、ある人の音域が非常に狭いときに2オクターブ、3オクターブに音域を広げてあげたいという問題もあります。そういう問題に1つ1つ答えられるような処理技術というのを現在やっているところです。

後で、ビデオで見て頂きますが、いくつかそれに関連し

て、音のデータベースのシステムとBGMを自動生成するシステムも作っておりますのでご覧頂きたいと思います。ビデオをお願いします。



図4 ミュージシャンロボットWABOT-2

(WABOTビデオ)

これは、我々が最初に音楽に関わったミュージシャンロボットの研究です。筑波万博でN響と競演したのですが、この場合はロボットにオーケストラがあわせています。

このシステムでは楽譜を読みとって演奏を行い、また人間の歌を聴きながら演奏とあっているかということを確認しています。



図5 指揮システム

(指揮システムビデオ)

これは、そのあとにやったシステムで、コンピュータで指揮をするシステムです。指揮棒の位置はテレビカメラで撮って画像処理しています。

指揮というのは、万国共通で、指揮者の個性はありますが、基本的には同じです。

(指揮システム演奏競演ビデオ)

この指揮をしていたのもピアノを弾いているのも、うち

の研究室の元の学生です。2人とも自分たちで演奏会を開けるぐらい音楽には詳しいのですが、このシステムでいいたいのは指揮棒でテンポをコントロールする、左手で細かいニュアンスをコントロールする。それが、人間に対する指示と同じですので、システムと人間が同じ指揮者のもとで協奏曲を演奏することもできるということです。

昔ヨーロッパにあり、今でもあるのかもしれませんが、ミュージック・マイナス・ワンというオーケストラの部分だけ入れたコンチェルトのテープとかレコードがありました。それはオーケストラ部分のテンポが決まっています、弾く人はそれに合わせて演奏しなくてはいけなかったのですが、この場合には指揮者がもう一人いればその人が自由に演奏をアレンジできるということになります。

(ダンス認識システムビデオ)

同じシステムをシルクハットの動きを上から撮って、フロアパタンからダンスの種類を認識して適切なBGMを生成しようというシステムです。ただし、これはダンスの種類が少ないので比較的簡単になっています。

(指揮にあわせた歌声を出すシステム)

これは同じ指揮システムで人間の歌声をコントロールするシステムです。テンポを早くすると普通ピッチがあがってしまうのですが、これはピッチを変えずにテンポをコントロールしようとするシステムです。ここでは、画像もベートーベンに好きな表情で独唱させています。要するに画像さえ変えればネコでも歌うということになるのです。



図6 仮想ピアノ

これから一連のシーンをお見せしますが、これは仮想楽器と呼んでいるものです。楽器を弾くジェスチャーをするとその楽器の音が出てくるというシステムです。最初の方はピアノですけど、ピアノの鍵盤の絵の上を動かしているだけです、それで、いろいろな和音やアルペジオとかそ

ういう弾き方のパタンを指の形でもって認識しようとするものです。また、いろいろな楽器の音色をださせることもできます。そのとき楽音のピッチをどうやって決めているかといいますと、マイクから取ったハミングの音の高さで楽器のピッチを変えます。ですから、その人が歌えば好きな楽器の音になって出てくるというシステムです。音痴に歌えば音痴に出てきてしまうのですが、楽器を弾けなくても弾いた気になれるシステムです。

ハミングではなくて実際に入れてある楽曲データから再生して、弾きながら楽器のアレンジをすることもできます。パート譜を使うとパートごとに任意の楽器で演奏することが可能です。さらに、それに方向指示を与えると、3次元のどの位置にも定位できるというシステムになります。

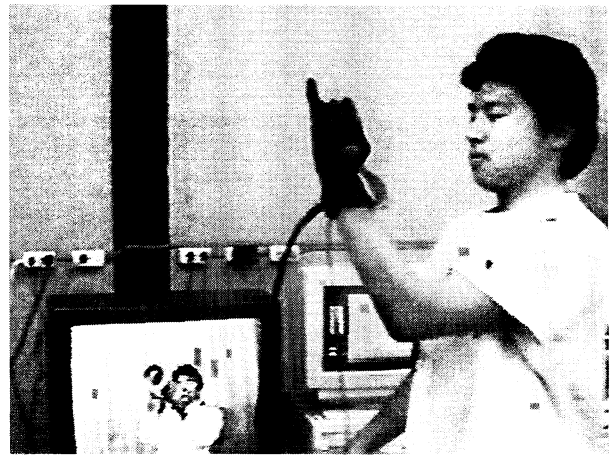


図7 仮想楽器



図8 加速度センサによる指揮

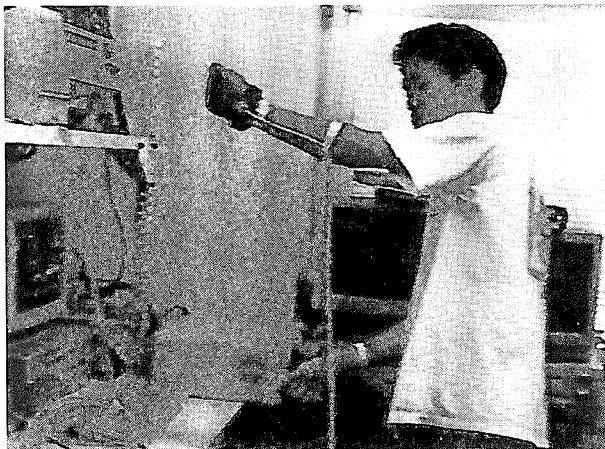


図9 加速度センサによる動作の可聴化

(仮想楽器ビデオ)

これは同じシステムをプロが使ったものです。

さらに、ポジションの指定をして好きな場所から好きな楽器の音が聞こえるというシステムも作りました。

次に、より直接的に音を作りたいということでジェスチャーと音の生成をニューラルで結びつけたシステムがこれです。

(指揮システム)

これは画像処理ではなくて加速度センサで指揮をするシステムです。非常に簡単なものとなっております。これには、振るのを途中でやめても演奏が継続し、後から入って行くとまた同期してくれるという工夫がしてあります。

これは同じ道具立てで音源のパラメタとゼスチャーパラメタを直接結びつけるということと動作のトラジェクトリを可聴化してそれを音の波形にして出すということをやっております。

(NHKためしてガッテンビデオ)

今のシステムみたいに非常に簡単に使えるようになると遊びかたもいろいろ出てまいります。

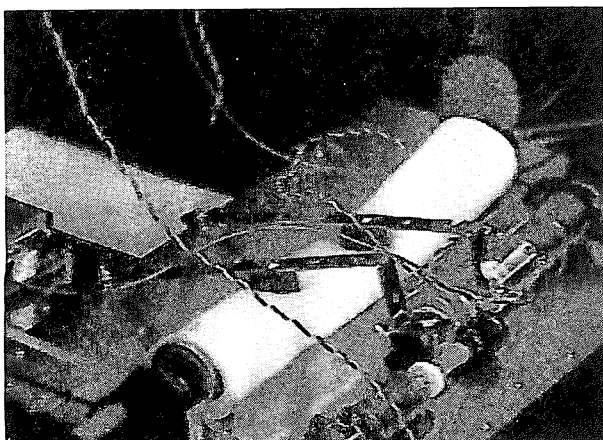


図10 人工声帯システム

(人工声帯ビデオ)

次は、音源の問題で人工声帯を使って電子音でなくて物理的な振動で音を出せないかということを考えております。簡単にいえば声を出す機械を作る実験をやっているわけでありませう。

はじめは音程のコントロールだけでも大変で、それを空気流量と人工声帯の張力で調節してハミングで歌を歌うということをやっております。

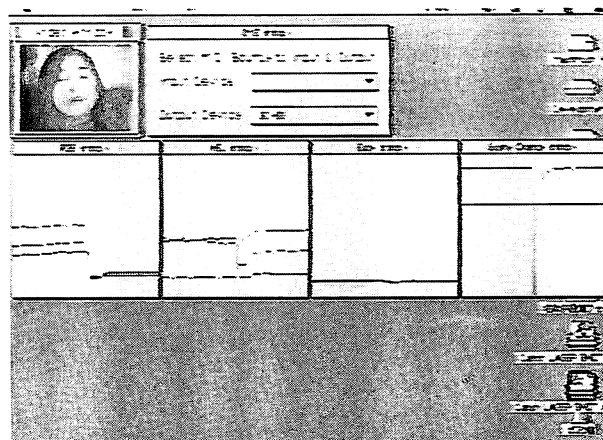


図11 BGMの自動生成

(自動BGM作曲システム)

これは、バックグラウンドミュージックを生成するシステムです。リアルタイムで画像特徴と作曲のパラメタを結びつけてシーンチェンジのたびにBGMを変えます。つまりBGMを自動作曲するシステムとなっております。

このシステムはユーザが自分の好みを入れられるようになっておりまして、作曲した結果出てくる音が気に入ったならばyesといい、気に入らねばnoということにより、自分でチューニングするようなことができます。

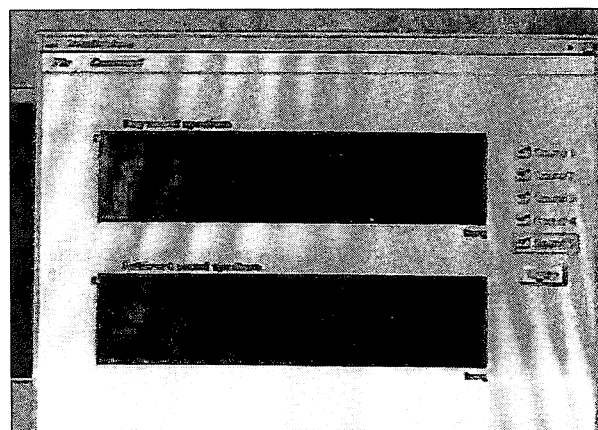


図12 音による音の検索

(上：検索キー、下：検索結果のスペクトログラム)

(音色検索システム)

これは、音を検索するのに音を使って例えば「キーツ」

という音をデータベースから探すシステムです。提示するときにはステレオで定位を変えながらいくつかの音を提示しているので、気に入った音の方向を指せばそれをもとに次の検索ができます。

これも検索をすすめて行くうちにその人が何に注目して検索しているのかということを見つけたらそうとしています。

画像データベースを画像を使って検索しようとするシステムがありますが、これはその音版といえます。



図13 アダプティブカラオケシステム

(カラオケ伴奏システム)

これは、音声認識とピッチの認識を同時にやる最新のシステムです。スペシャルハードウェアは何もないマッキントッシュにマイクがついているだけのシステムで実現しています。実時間の音声認識は難しいので実際にやっているのは、母音です。それを歌詞のデータと照合しています。それと音程をテンポ抽出のキーとしているのです。

この次に出てくるのが、音痴を自動的に修正しようという僕にとっては大変ありがたいシステムです。まだ完全ではないのですが、これがオリジナルの音声です。これをオクターブあげて出そうという基礎実験です。市販のエフェクターを使ってオクターブあげますと、音色が非常に変わります。

要するにスペクトルが倍に伸びているのです。

いまやっていますのは、線形予測符号のやり方を使ってスペクトル包絡の形をあまり変えないでピッチだけを変えようということをやろうとしています。これはリアルタイムで音程を修正した結果です。もとは音痴で歌っています。



図14 ICMC '93 オープニングコンサート

(ICMC '93 オープニングコンサート — ろうそくの火による作曲ビデオ)

時間が無くなったのでここまでにしますが、今までやってきまして非常に強く感じるのは、数年前まではDSPを使わないとこういったことはできなかったのですが、今は、普通のパソコンで十分に追いつくということです。つまりコンピュータのスピードが非常に速くなって、余力がこういう遊びのシステムにも使えるくらいになってきたというふうに思います。最終的には、周りをバーチャルリアリティにすれば自分のお抱えの演奏家がついているような仮想音楽空間ができると考えております。

画像をあまりお見せできなかったのですが、こういうシステムの中では技術が正面から裏に隠れていればいほど良いシステムになるような気がします。表に出てきて何が動いているというようなことではなくて、知らないうちにそれが使われているというようなシステムにできないかということです。それから、音楽家というか芸術家はバーチャルなものをリアルなものにするのが得意のような気がします。例えばピアノの音や楽器の音を模擬する電子楽器が出てきて、しばらくすると、それそのものを普通の楽器、電子楽器として使い、コンピュータ音楽というジャンルが出てくるというふうな意味で、例えば世の中でいうと、馬のない馬車というものがある、まさにそれは馬車の代わりだったのですが、それがいつの間にか市民権を得て自動車になる。こういう意味で、バーチャルリアリティがリアルリアリティになるのに非常に都合のいい場所がこういうところにあるのではないのかという気がします。

最後に先ほどロボットのお話をしましたが、現在、二足歩行のロボットを作っています。21日に公開するのですが、この二足歩行ロボットにダンスを教えて、先ほどの指揮システムでコントロールするというようなことを計画

しております。ロボットは動きが遅いので指揮を早くすると転んでしまうようなこともあるのですが、自由なシステムを作ることができてそれがいろいろなシステムに組み込めるという時代になってきたような気がします。

ちょっとばたばたして申し訳ありませんでしたけれど、どうもご静聴ありがとうございました。

舘

橋本先生どうもありがとうございました。

それでは、ただいまのご講演に関しまして、もしご質問等ございましたらお受けしたいと思いますが、いかがでしょうか？

質問

最後に二足歩行ロボットとの関係が出てまいりましたが、早稲田大学でずいぶんやっていた二足歩行ロボットで、最近二足歩行ロボットずいぶん評判となっていますが、先生の今度の21日はどういうことをデモンストレーションするのですか？

橋本

実際に今我々が考えているのは、2つのロボットを見て頂こうと計画しております。一つは二足歩行でないロボットです。車の上に載った柔軟な腕と手を持ったロボットなのですが、目と首が非常によく動くのです。人間を追って話しかけた方向を向いて、簡単な会話をして積み木をするというようなことを考えております。技術的には二足ではない方が情報処理系が重くでいますので、自然言

語による対応と、自分自身の位置を周りの状況から把握するというのをやらせます。

二足の方はまさに二本足で歩くというのが売りです。そう自由に歩けるわけではないのですが、どちらかというと、抜き足差し足で歩くということができるということで、マンボを踊るということと、何かものを持って歩くということができます。これも首が非常によく動きまして、目が行って首が後から行くという前庭動眼反射を持っていて、入ってきた人とアイコンタクトをしながら会話をするというデモを計画しています。まだ動くかどうかはわからないのですが。

舘

その他何かございますでしょうか？

それではこれで終了とさせていただきます。

本日はどうもありがとうございました（拍手）。

【略歴】

橋本周司 (HASHIMOTO Shuji)

1948年生まれ。1970年早稲田大学理工学部応用物理学科卒業。東邦大学講師、助教授、早稲田大学助教授を経て、現在、早稲田大学理工学部教授。画像処理、ヒューマンインターフェース、ロボティクス、音楽情報処理の研究に従事。工学博士。電子情報学会、日本顔学会、画像電子学会、日本ロボット学会、計測自動制御学会、国際コンピュータ音楽協会 (ICMA)などの会員。