

## Cyber尺八の製作

金森務<sup>1</sup> 片寄晴弘<sup>1</sup> 志村哲<sup>2</sup> 井口征士<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(財)イメージ情報科学研究所 <sup>2</sup>大阪芸術大学

我々は、感性情報処理・ヒューマンコミュニケーションの研究の一貫として、Virtual Performerの開発を行なっている。Virtual Performerとは文字どおり仮想的なPerformer（演技者、演奏者、実行者）の作成を目指したものであり、特にリアルタイム芸術における感性コミュニケーションをキーワードに掲げている。Virtual Performerの構成としては外界からの情報の入力処理、入力した情報の解析と応答処理、音響・映像の表現処理の大きく三つの処理群から成り立つ。これらの構成の仕方により様々なタイプの応用が考えられるが、本稿では、計算機音楽作品「竹管の宇宙II」を演奏するために開発したCyber尺八について紹介することにする。

## Development of Cyber Shakuhati

Tsutomu Kanamori<sup>1</sup>, Haruhiro Katayose<sup>1</sup>, Satoshi Simura<sup>2</sup> and Seiji Inokuchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>L.I.S.T. <sup>2</sup>Osaka University of Arts

We have been developing the Virtual Performer as the study of KANSEI Information Processing and Human Communication. One of the objectives of the Virtual Performer is to study the model of "KANSEI" communication in real-time. The Virtual Performer is composed of the sensor module which acquire the information of the environment, the control module which analyzes the acquired data and plans how to respond to the environment, and performance module which express the response using Audio-visual equipment. This paper focuses on Cyber Shakuhati for "Tikukan no uchu", as the latter usage of the virtual performer.

## 1. はじめに

我々は、感性情報処理・ヒューマンコミュニケーションの研究の一貫として、Virtual Performerの開発を行なっている[1]。Virtual Performerとは文字どおり仮想的なPerformer（演技者、演奏者、実行者）の作成を目指したものであり、特にリアルタイム芸術における感性コミュニケーションをキーワードに掲げている。Virtual Performerの構成としては図1に示すように外界からの情報の入力処理、入力した情報の解析と応答処理、音響・映像の表現処理の大きく三つの処理群から成り立つ。これらの構成の仕方により様々なタイプの応用が考えられるが、本稿では、計算機音楽作品「竹管の宇宙II」の演奏を目的として開発したシンセサイザー化した尺八、Cyber尺八について紹介する。

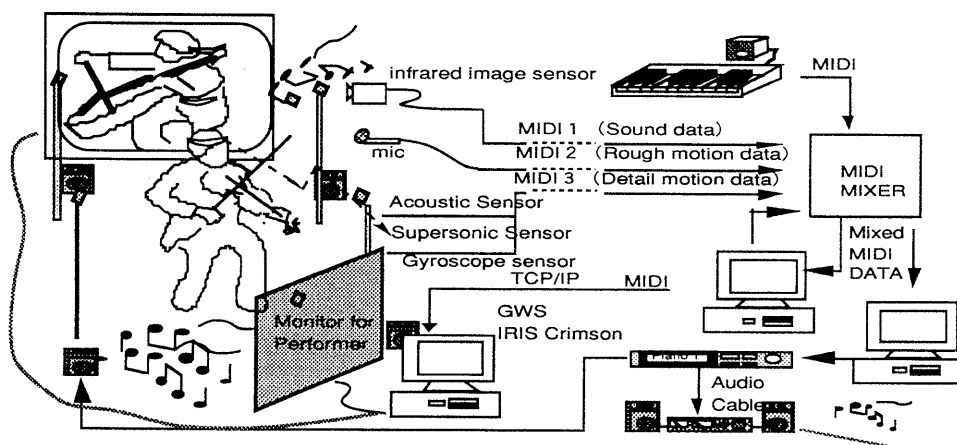


図1 Virtual Performerの全体構成

## 2. 竹管の宇宙II

我々は、尺八とVirtual Performerのための作品として、去年より「竹管の宇宙」と題した創作を行なっている。「竹管の宇宙II」は今年デンマークで開催されるICMCに向けて1994年1月に作曲された第2作目であり、作曲者自身によるCyber尺八の演奏とBGVが織り成す人間と計算機のインタラクティブな作品である。この作品はアーティストとエンジニアが対等の立場を取り共同作業で作られている。計算機音楽がこうして創作されることは海外では珍しくないが、国内の活動としては、我々の活動はユニークな形態となっている。

一連の「竹管の宇宙」作品は、尺八演奏者の演奏技法における身体器官の動き、または演奏に関連した所作等の動作、吹奏音より抽出された音響情報から、演奏者の音楽的表現上の意図を捉え、Virtual Performerの音楽的応答を制御していくという様式の計算機音楽となっている。この意図とは、複数のセンサー群を組み合わせることにより演奏技法から得られるトリガー情報、身体の動きより抽出されるヴァリュー情報、さらには進行における時間推移（間をよむこと）などによって決定されるものである。どのような意図に対してどのように応答するかを定義付ける作業が、このようなスタイルの作品作りにおける一つのポイントとなっている。

「竹管の宇宙」は、尺八の楽器形状、および、その演奏形態が、（オーケストラに代表されるような）西洋音楽と対比すれば一見非常にシンプルな構成ありながら、一方で禅における世界感や奏者自身の精神の根底に流れ、ダイナミックに変化する「何か」を吹奏によって表そうとすること、すなわち単純さと複雑さが表裏一体となった宇宙の描出がテーマの一つとなっている。

「竹管の宇宙II」は、シンセサイザ、ミキサ、エフェクタのインタラクティブコントロールが技術的な目標となっている。エフェクタは主としてCyber尺八のソロ演奏に対し、音色、ピッチ、リバーブ等の変化を与えるために使用される。これらの制御にはMAXを使用している。「竹管の宇宙II」は作品の構成上、オーディオ信号の流れそのものが途中で数回変化する。例えば、一つオーディオラインに対し二つのエフェクタを直列に使用したり、またCyber尺八とシンセサイザ音のそれぞれにエフェクタを通し

たいと要求がある。ここでは、楽曲を10のパートに分け、それぞれのシーンにおいてミキサの出力ボリュームを切り替えることで曲中でのオーディオラインの切り替えを実現している。シーンの切り替えには、尺八の穴の押さえ方のフォームおよびCyber尺八上に特別に取り付けたスイッチを利用している。また、それぞれのシーンごとにセンサ系の情報をどのように解釈するかを定義づけることによって、限られたコントローラを使って多様な表現を行なうことが可能となっている。

### 3. センサ構成

Virtual Performerのセンサ系としては要素としてジャイロセンサ、タッチセンサ、音響センサ、ポテンシオメータ、圧力センサ、超音波センサ、画像センサを用意している[2]。尺八を対象として、これをシンセサイザー化するに際し、ジャイロセンサは「ゆり」等（ビブラート）を生成するのに使われる頭の3軸の角速度を検出するために利用している。タッチセンサは尺八演奏における指のフォームを検出するのに用いている。なお、穴の周りに4つ電極を配置することにより、「かざし」や徐々に穴を押さえていく動きを検出することが可能となっている。尺八演奏においては同じ指のフォームで異なった音（主として倍音）を吹き分けることができる。このような判別はタッチセンサだけでは不可能であり音響センサが使われる。音響センサは特定の音高を検出するほか、「ゆり」や「たばね」などの音響の特徴をもったトリガー情報やバリュウ情報を抽出するのに使われる。ポテンシオメータは両肘の動きをバリュウ情報に変換している。そのほか、圧力センサ、超音波センサ、画像センサは一般的なジェスチャーや演奏者の位置についてのバリュウ情報を検出するのに使われる。

「竹管の宇宙II」は上記のセンサ群のうちジャイロセンサ、タッチセンサ、ポテンシオメータを用いた構成となっている。これは本作品が基本的に座って演奏するという形態であるのと、システムの可搬性を目標としたためである。ポテンシオメータは演奏者が手元にミキサのフェーダー的なものがあることが望ましかったのと、センサー自身に物理的なフィードバックがあったほうがよいという理由で用いている。

#### 3.1 ジャイロセンサ

ジャイロセンサには圧電振動ジャイロを使用している。これは最近、カーナビゲーションシステムやビデオカメラの手振れ検出などに応用されているものである。金属柱を振動させることによってコリオリの力を検出する振動型の角速度センサである。小型、軽量、高感度ですべての点において従来の機械式ジャイロに比べ優れている。図2にセンサ以降の制御部の構成を示す。三個のジャイロセンサの検出軸を直行するように構成し、ヘッドアセンブリに固定している。ジャイロセンサの出力には周囲温度の変化によるドリフトが乗っておりこれと、応答周波数以上（50Hz）の高周波成分を除去した後、20msごとに8ビットのADコンバータでデジタル値に変換している。三軸の角速度の情報を含む信号は16ビットシングルチップコンピュータに送られ、ここから二系統のシリアル通信で出力される。一つは150MHz帯のFMによる無線であり、もう一つは有線によるものである。演奏環境の状態により使用経路を決めている。総合的な性能としては、演奏者の頭部の動きを検出するセンサとして十分な性能が得られている。今回は角速度情報の利用にとどまっているが、前述のドリフトの問題を解決できれば積分することで角度情報も扱うことができ実験では既に確認している。

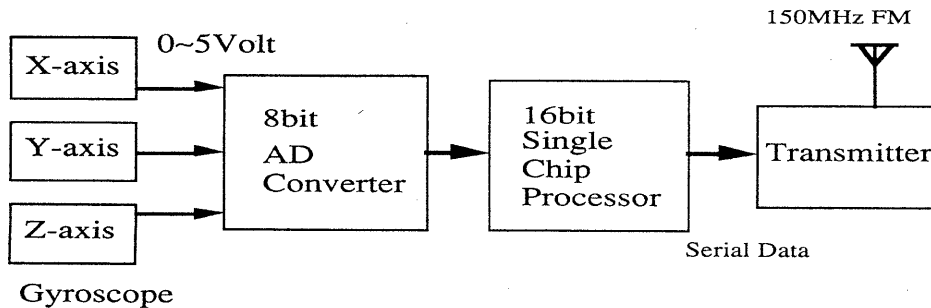


図2 ジャイロセンサの構成図

### 3.2 タッチセンサ

通常の演奏のために制作された尺八に微細な加工を施したものである。当初、センサとしては、穴の周りに電極として金箔を貼るか、導電性のものを塗る方法を予定したが<sup>6</sup>、これは竹の表皮に問題がありうまく行かなかった。竹の表皮の性質は高分子に似ており、入手可能な接着剤はすべて表皮に対する接着能力が低かった。このため、タッチセンサは穴の周りを表皮と共に削り取り、四つに分割した金属片をエポキシ系樹脂で埋め込み、さらに表面を元の高さまで平滑加工する方法をとった。穴の縁の形状が変化してしまうことはピッチが変動することを意味し、それ以上に繊細な演奏家の指に違和感を与える。我々は演奏家の意見を十分に考慮し、0.02mm以下まで工作精度を上げることで加工前の演奏感覚を維持させた。右手親指の部分にアース電極があり、これとタッチセンサ間で人体を通して閉回路を形成し、これに電流を流すことでセンシングを行っている。指の表面抵抗は発汗状態で大きく変化し、数十キロオームから数十メガオームまで変化する。この変化の大きい点とアンプ系の温度ドリフトの問題から、測定電流は10ボルト程度の交流とし、アンプ系も交流結合で構成されている。総合的な応答性は数ms以下であり楽器としては十分な性能を得ている。タッチセンサの信号はI/Oポートからシングルチップコンピュータに取り込まれ、ジャイロセンサと同様の経路で出力される。図3に制御部の構成を示す。

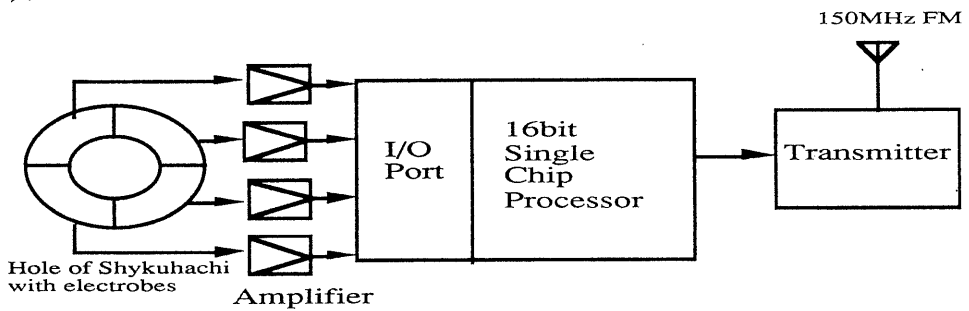


図3 タッチセンサの構成図

### 3.3 ポテンショメータ

演奏者は作品に対しリアルタイムに調整ができることを望んだ。ポテンショメータはこの要求のために作られたものである。座った状態での演奏では両肘が比較的自由度が高くこれを入力に選んだ。背部の腰の位置に二個のポテンショメータを固定し、スライド部と肘を細いラインで結ぶことで情報を得ている。使用したポテンショメータはミキサー卓用で、スライド部は約10cm移動しプラスチック抵抗で作られており、精度とノイズに関しては問題のない性能である。位置情報は20msごとに8bit ADコンバータで変換され、上記センサと同様に出力される。ポテンショメータからの二つの情報は、場面の切り替えに合わせてさまざまなパラメータに振り分け利用している。

### 4. まとめ

今回はICMC用の作品という目標があったため、システムの安定性および可搬性という目標、およびその制約をもって作品の制作を行ってきた。現在のCyber尺八はセンサ部のみを本体に付け、制御部とはケーブルで接続されている。またヘッドアセンブリも軽量化を図ったものであるが長時間の演奏には適していない。これに関しては、ジャイロセンサを含めたすべての構成部品を小型化して一つにまとめ、尺八に装着して一体化することで機能性を高めることを計画している。

今回は使用できるセンサに制約があったが、今後は各センサの可搬性を進め、作品作りでの制約を軽減してより自由度の高い制作環境を用意しようと考えている。また、映像については作品の指向を表現するBGVという形をとったが、今後インタラクティブな映像とのリンクを進めてゆきたい。

[1] Haruhito Katayose, Tsutomu Kanamori, Katsuyuki Kamei, Yoichi Nagashima, Kosuke Sato, Seiji Inokuchi and Satoshi Simura : Virtual Performer, Proc. ICMC, pp.138-145 (1993)

[2] Tsutomu Kanamori, Haruhiro Katayose, Satoshi Simura and Seiji Inokuchi : Gesture Sensor in Virtual Performer, Proc. ICMC'93, pp.127-129 (1993)