

握力インタフェースを用いた仮想楽器—GraspMIDI—の試作

尾上 直之 澤田 秀之 橋本 周司

早稲田大学理工学部応用物理学科橋本研究室

1. はじめに

われわれが日常行っているコミュニケーションには、大きくわけて2種類ある。一つは、身振りや手振り、あるいは音楽などのような非言語的なコミュニケーションで、もう一つは文字や数字、あるいは言葉などのシンボルを用いて行う言語的なコミュニケーションである。前者は、われわれ人間が後者のコミュニケーション手段を得るはるか以前から行われていたと考えられており、感性レベルのダイレクトなコミュニケーションといえる。現在でも言葉ではあらわせないような感覚的な情報は多く、非言語的なコミュニケーションは重要な役割をはたしている[1,2]。

音楽の演奏やパフォーマンスにおいては、非言語的なコミュニケーションはいろいろなところで行われている。たとえば、指揮者は指揮動作と身振りや手振りで演奏者に演奏情報を伝える。また、演奏者は楽器をおとして演奏情報を音響信号に変換し、聴衆に伝える。このため、楽器は演奏者の意志を聴衆に伝えるための伝達器であるといえる。しかしながら、楽器は音響を生成するための物理的構造によってその形、演奏方法も様々であるから、演奏者の意志を表現し伝達するためには十分な訓練が必要である。

われわれは、これまで画像や加速度センサをもちいた音響生成システムを試作検討し[3-10]、より柔軟な楽器を作る試みを行ってきた。ここでは、特に握力に着目し、これを用いた仮想楽器の試作について報告する。

2. GraspMIDIシステムの概要

2-1. MIDIと電子楽器—GraspMIDI—

MIDIは、電子音源の実時間制御を行うためのインタフェースとして設計され、音楽制御において重要な役割を担っている。MIDI制御の電子楽器のインタフェースは、計算機特有のキーボードやマウスといったものを流用しているものや、アコースティック楽器のインタフェースを模倣した鍵盤型や弦型のものほとんどである。これらを演奏するためには十分な訓練が必要である。アコースティック楽器を模倣したインタフェースの流用は、音響を生成するための物理的構造なしで発音できるという電子楽器としての特徴を十分に生かしているとはいえない。更に、現代音楽の演奏やパフォーマンスにおいては、アコースティック楽器を模倣したインタフェースが最適であるとは言い難い。われわれは、手の握り動作等

により、ノート・ピッチベンド・ボリューム・音色等のMIDIイベントを同時に制御できる仮想楽器GraspMIDIを試作した。

2-2. GraspMIDIシステムの構成

図1(a)のように、GraspMIDIは3つの圧力センシングユニットP-Unitと3つの加速度センシングユニットA-Unitを、球状のやわらかいシリコン中に埋め込んでできている。シリコン球の大きさは直径約70mmほどで、これを把持することにより、P-Unit中の空気の内圧を間接的に変化させ、握力を計測することができる。また、A-Unitを直交座標系の軸と垂直になるように配置し、重力方向を計測することで、GraspMIDIの姿勢を測定できる。

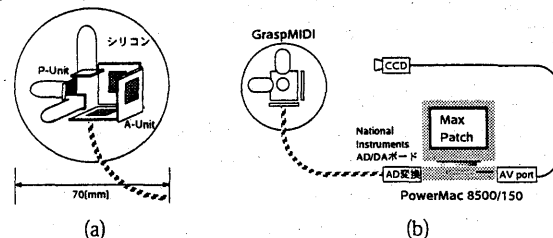


図1. GraspMIDIシステム

GraspMIDIのセンシングユニットからの出力は、National Instruments社のAD/DA変換ボードを用いて、1/50秒周期で標準化され、12bitのデジタル値として計算機に入力される。また、図1(b)に示すようにCCDカメラからの画像により、GraspMIDIの画像内での位置を特定することができる。

これらの情報は、すべて音楽制御用語Maxを用いて統合され、MIDIイベントが生成される。外部MIDI音源（あるいは、内蔵ソフトウェアMIDI音源）を利用して、MIDIイベントから音響が生成される。センシングユニット情報および、動画像情報とMIDIイベントとの対応は、直接的な対応とニューラルネットワークを用いた対応で行っている。

2-3. P-Unitの構造

P-Unitには、Fujikura製圧力センサFPM-50PG (14mm(W)×17.5mm(H)×12mm(D), 1.2g)を用いている。図2のようにゴム製指サックの先端部分約25mmを切り取り、圧力センサに直接取り付け付けた。本センサでは、標準大気圧に対して±500mmHgの範囲で線形的に指サック内の内圧を計測できる。初期内圧は1気圧であり、空気もれをおこすこともなく、耐久性に優れている。

2-4. A-Unitの構造

A-Unitは、OMRON製静電容量型加速度センサCA01 (10mm(W)×3mm(H)×8mm(D))を用いている。本センサは、約±2Gの加速度範囲を、0.75V/Gの電圧値として計測することができる。3個を図3のように互いに直交し

Introducing GraspMIDI, the Virtual Musical Instrument using Grasping Force Interface

Naoyuki Onoe, Hideyuki Sawada and Shuji Hashimoto
e-mail: {onoe, sawa, shuji}@shalab.phys.waseda.ac.jp
Hashimoto Lab., Dept. of Applied Physics, School of Science & Engineering,
Waseda Univ.
3-4-1-55N-4-10A Okubo, Shinjuku, Tokyo 169, Japan
Tel: 03-5286-3233, FAX: 03-3202-7523

て配置し、重力方向を計測することにより、GraspMIDIの姿勢を測定できる。

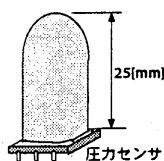


図2.P-Unitの構造

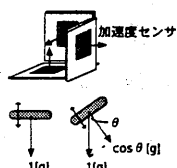


図3.A-Unitの構造

2-5.動画像による位置計測

CCDカメラからの動画像により、画面内でのGraspMIDIの大まかな位置(左上、中央、右下etc.)を計測することができる。CCDカメラからの画像を3×3のエリアに分割し、各エリアで色相のヒストグラムを作成し、GraspMIDIの色相と同一の色相の画素数の合計が最大のエリアをGraspMIDIが存在しているエリアとして認識する。また、画素数の合計値はGraspMIDIのエリア内での大きさをあらわしている。処理時間は、PowerMacintosh 8500/180を使用して、160×120画素の動画像に対して、10fr/sec程度である。

3.MaxによるMIDIイベントの生成

GraspMIDIのセンシングユニット出力の取り込みと動画像処理および、MIDIイベント生成と出力は、全て音楽制御用言語Maxを用いて行っている。センシングユニット出力を取り込むためのdaq(data acquisition) objectと、QuickTimeを用いた動画像処理のためのvideo objectを独自に開発し、これらを用いてPatchを構成している。

MIDIイベントは、センシングユニットおよび動画像処理の出力を直接MIDIイベントのパラメータとしてマッピングする方法と、ニューラルネットワークを用いて、あらかじめユーザが学習させたパラメータの対応にしたがって、MIDIイベントのパラメータをマッピングする方法の2通りで生成することができる。

直接的なマッピングでは、P-Unitとノート番号、A-Unitとピッチバンドを対応させ、各エリアに音色を設定し、エリア内でのGraspMIDIの大きさによりボリュームを変化させるといったように、直接センシングユニットの出力値をMIDIイベントのパラメータに変換する。例えば、GraspMIDIを強く把持し、動画像の左上で回転させるといった動作では、ピッチの高いピアノの音にモジュレーションがかかった状態で発音される。図4は、センシングユニットおよび動画像処理の出力を直接MIDIイベントのパラメータへマッピングした例である。この例では、GraspMIDIで3音源を独立して制御することができる。制御できるMIDIイベントのパラメータは、P-Unit=ノート番号(ピッチ)、A-Unit=ピッチバンド、画像位置=プログラム番号(音色)、画素数=ベロシティである。ただし、それぞれのエリアでのプログラム番号は、あらかじめ設定しておく必要がある。直接的なマッピングの利点としては、ユーザがこのような対応に慣れると直感的で理解しやすいことが挙げられるが、反面、常にセンサを意識していなければならないという欠点もある。

ニューラルネットを用いたマッピングでは、ユーザが

あらかじめパラメータの対応を学習させておくことにより、センサ空間からMIDI音楽空間への多次元写像を各ユーザの感性に基づいて定義することができる。この場合、ユーザはほとんどセンサを意識する必要はないが、学習されていない入力センサ情報に対するMIDIイベントの出力は必ずしも適切であるとは限らない。

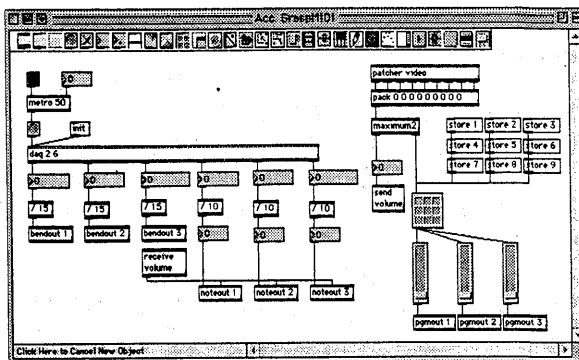


図4.GraspMIDIシステム制御Patch (直接マッピングの例)

4.おわりに

音楽情報処理をはじめ、様々な分野でマン・マシンインタフェースの研究が重要な課題となっている。われわれは、現代音楽における演奏やパフォーマンスにおいて、演奏者の感性情報をより直接的に表現することを目的として、新たなインタフェースの研究を行っている。ここでは、握力に注目したデバイスGraspMIDIを製作し、マルチモーダルな感性表現インタフェースを実現した。

現在、作曲家の協力を得たパフォーマンスを計画しているが、今後はGraspMIDIを音楽制御だけでなく、広く利用可能なマン・マシンインタフェースデバイスとして応用して行きたい。

参考文献

- [1] 大照完、橋本周司「仮想音楽空間」、電子情報通信学会編、オーム社、1995
- [2] 黒川隆夫「ノンバーバルインタフェース」、電子情報通信学会編、オーム社、1994
- [3] 澤田秀之、橋本周司「加速度センサを用いたジェスチャー認識と音楽制御への応用」、電子情報通信学会論文誌A, Vol. J79-A, No.2, pp452-459, 1996
- [4] H.Morita, S.Hashimoto and S.Ohteru, "Computer Music System that Follows A Human Conductor", IEEE Computer, Vol.24, No.7, pp.45-53, 1991
- [5] P.Hartono, K.Asano, W.Inoue and S.Hashimoto, "Adaptive Timbre Control Using Gesture", Proc. ICMC, pp.151-158, 1994
- [6] H.Sawada, N.Onoe and S.Hashimoto "Acceleration Sensor as an Input Device for Musical Environment", Proc. ICMC, pp.421-424, 1996
- [7] N.Onoe, D.Chang and S.Hashimoto "Background Music Generation based on Scene Analysis", Proc. ICMC, pp.413-414, 1996
- [8] 澤田秀之、橋本周司、松島俊明「ヒューマンインタフェースとしてのジェスチャー認識」、インタラクション'97論文集、情報処理学会、pp.25-32, 1997
- [9] H.Sawada, N.Onoe and S.Hashimoto "Sound Generation Using Twiddle Interface", AIM'97 CD-ROM, 1997
- [10] H.Sawada, N.Onoe and S.Hashimoto "Sounds in Hands -A Sound Modifier Using Datagloves and Twiddle Interface-", Proc. ICMC, pp.309-312, 1997