社団法人 情報処理学会 研究報告
IPSJ SIG Technical Report

2007－MUS－70 (7)
2007－ＥＣ－７ (7)
2007／5／10

GHIプロジェクト - 楽器が光ってもいいじゃないか

長嶋洋一

静岡文化芸術大学

「楽器が光ってもいいじゃないか」という新しいコンセプトでの音楽インターフェース(新楽器)開発プロジェクトについて、基本構想、具体的な制作事例、作品公演での応用例などについて報告する。

"Gakki ga Hikattemo Iijyanaika" Project

Yoichi Nagashima (nagasm@computer.org)

Shizuoka University of Art and Culture

This is a report of research project about developing novel musical instruments for interactive computer music. The project's name - "GHI project" means that "It might be good that musical instrument shines, isn't it?" in Japanese.

1. はじめに

筆者はこれまでメディアアートやComputer Musicに関連する研究の中で、各種のセンサ技術を活用した新しいインターフェースや新しい楽器の開発を進めてきた[1-7]。図1は"Hyper-Pipa"と名付けた新楽器で、中国の伝統楽器である琵琶に、ジャイロセンサ、3次元加速度センサ、衝撃(振動)センサなどを組み込んで、音響だけでなく映像までをリアルタイムに制御するインターフェースとして、実際の作品公演にも使用された。図2は雅楽の伝統楽器「笙」の演奏情報インターフェースとして開発した「笙ブレスセンサ」で、笙の演奏時の呼気と吸気の連続量をMIDI出力することで、音響や映像をライブ制御するいくつものメディアアート作品で使用している。

Figure 1: Hyper-Pipa

このような新しい楽器、新しいインターフェースの開発研究というのは、ICMC/NIMEといった国際会議でも数多く発表されており、Computer Music研究およびメディアアートの世界での重要な領域となっている[8-20]。まったく新しい機構や素材を使用した新楽器とは別に、いろいろな伝統楽器には固有の文化と存在感があり、これを新しい視点や技術によって改造して、新楽器として誕生させるというアプローチは、いわば一つの潮流となっている。

Figure 2: SHO sensor

しかしながら、この「伝統楽器を新楽器として改造」というテーマには、センサを取り付けるという部分に重大な問題がある。改造のためにたった一つの小穴をあけたとしても、繊細な伝統楽器の音響特性を変化させたり、弦振動/膜振動/気柱共鳴などの発音機構の障害となる危険性がある。また同様に、部品や回路を接着して取り付けることで、接着剤の化学的影響や振動に対する悪影響の可能性もつねに存在する。これは電源やMIDIケーブルをバッテリとワイヤレスにしたところで本質的に存在する問題点であり、楽器のもっとも音楽的な重要事項として、多くの研究開発において研究者を悩ませてきた。

2. GHI Project

このようなバックグラウンドの元で、筆者は「楽器」そのものを直視した考察の末に、当たり前といえば当たり前のポイントとして以下の3点を抽出した。(1) 楽器は音楽の道具であり音楽演奏における表現の良きパートナーである、(2) 自然楽器から音響が空間に放出される時、聴衆ばかりでなく楽器演奏者自身も、空間全体から音響を聴取している、(3) 演奏家の楽器演奏は聴覚的チャンネル(音響)だけでなく、視覚的チャンネル(ビジュアル)からも聴衆を魅了している。

そしてここに「GHI project」の発想に到達した。GHIとは「楽器が光ってもいいじゃないか」ということであり、直接的には楽器を新たに光らせることであり、さらに筆者は伝統楽器にComputer Musicシステムに情報を送るシステムや部品を直接には取り付けない、という条件を設定した。

ここには最近のリアルタイム画像情報処理の性能向上も大きく関係している。かつては物理量センサなどを楽器に取り付けて、その情報出力をMIDIやイーサネットやBlueToothに変換してComputer Musicシステムの入力として使用してきた。しかし現在では、もし楽器がその演奏表現として光った場合には、これをCCDカメラやビデオカメラでキャプチャし、非接触でMax/MSP/jiterなどのシステムがライブ処理することが可能になってきた。

これは音楽演奏を聴覚領域のアートと限定せず、視覚領域まで含めたメディアアートのパフォーマンスとして取り扱う、という新しい美学的視点であり、「伝統楽器に穴をあけたくない」「伝統楽器にセンサを接着したくない」という課題も同時に解決するアプローチである。

3.ターゲット：Kendang

ここで最初のターゲットとして筆者が選んだのは、インドネシアの伝統楽器 Kendang (ジャワ語ではKendhang)である。Kendangとはガムラン音楽で使用される原始的なドラムであり、通常は水平にして両サイドを叩いて演奏する。左右の大きさが異なっているタイプも多いが、筆者は左右が同じタイプを入手し、これを新しい楽器 ″Cyber Kendang″ として新生させることにした。

ドラムの両側の皮は水牛の皮であり、Y字形のワイヤで皮の周囲から引っ張って取り付けてあり、Y字の又の部分を移動調整することでピッチを調整できる。古典的なガムラン音楽のアンサンブルではバチを使って皮を叩くことが多いが、筆者は首からこの楽器をぶら下げて立って胸の前に配置し、両手で叩くというスタイルを採用した。いちばん大事な心臓の前に大事な楽器がある、という象徴でもある。図3は、今回開発した ″Cyber Kendang″ の全景である。

Figure 3: "Cyber Kendang"

図4は、″Cyber Kendang″ の中央部を正面から見たところである。筆者が最初にこの楽器と出会ったとき、この中央にあるトカゲの模様に強くインスパイアされたので、この部分はそのまま見えるようなデザインを採用した。楽器には全体で5つのブロックに合計304個の高輝度LEDが配置されている。

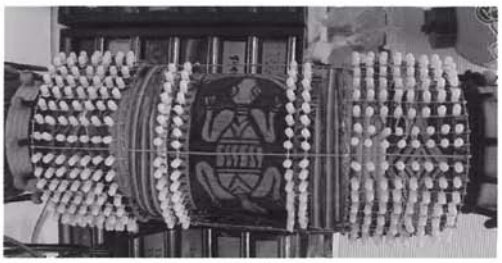

Figure 4: The front of "Cyber Kendang"

中央ブロックの8列のLEDはブルーの高輝度LEDであり、この楽器が叩かれたサウンドの大きさに対応して、バーグラフのように伸び縮みする青い光の帯として点灯する。楽器の中央正面のこのディスプレイは、音響とともに光を発する新しい楽器の中核部分である。

残りの4ブロック(240個)は、ホワイトの高輝度LEDであり、基本的にある種の幾何学模

様を時間的に刻々と移動表示している。その輝度は無音状態では非常に暗く設定してあり、この楽器は電顕が入って演奏していない状態で、いわば生き物のように幾何学模様が流れる状態にある。そして叩かれた音響の大きさ情報が、この幾何学パターン全体の輝度に作用して、大きなサウンドではその輝度も明るく変化する。強く叩けば、楽器の音も大きく、さらにいわば「吠える」ように楽器から放射される光も大きくなる。この輝度は自然な時定数により減衰して復帰する。

4. システム

この開発において重要なポイントは、たった一つの小穴も開けないこと、電子回路や部品を接着しないこと、という2つの制約である。その結果、もし必要であれば、取り付けたシステムを取り外すと、楽器は完全に元の状態に復帰できる、ということになる。

筆者はこれまでは、マイコンAKI-H8などのシステムを小型のプリント基板に構築して、楽器にネジあるいは接着によって取り付けてきたが、これが出来ないという条件である。そこで全てのシステムを、2種類の太いスズメッキ線をメッシュ状にハンダ付けしたものをフレームとし、ここに細いスズメッキ線をブラインド状にハンダ付けしてLEDを直接にハンダ付けして並べた。電子回路も基本的にこのフレームに直接に取り付けた。AKI-H8の出力ポート数はLED総数より少ないので、時分割多重化して、8ビットの出力ラッチドライバ74HC574を40個接続する必要があり、これらを全て空中配線でタンデム結合し、フレームに取り付けた。図5はその電子回路部分である

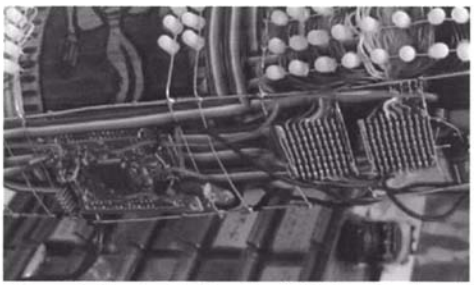

Figure 5: Electronic Circuits of "Cyber Kendang"

マイコンAKI-H8(CPU:東芝32bits、8チャンネル8bits A/D変換、USARTなど)はこれまでも多数のシステム開発において使用してきたものであり、ソフトウェアとしては「LEDのパターン表示」「マイクからのアナログ入力」「A/D結果により輝度を変化」というものである。LEDの輝度制御については、全てのLEDを128msecの周期でPWM点灯制御し、そのPWM幅を1msecの時間分解能でA/Dレベルに対応して変化させた。当初計画のように、このA/D情報はMIDIなどで外部に出力しない。

内部的に音響センサとなるマイクについては、小型のコンデンサマイクとOPアンプによる簡単な回路となっている。非常に小型軽量なマイクなので、Kendangの片方の皮の縁の部分に両面テープで軽く張り付けるだけで固定でき、音響的にも化学的にも問題なく取り付けることができた。移動などの際にはごく簡単に剥がすことができる。

開発においてもっとも悩んだのは「電源」である。過去の新楽器の開発においては、商用電源のコンセントから伸ばすのはあまり美しくないこともあり、電池を使用することが圧倒的に多かった。しかし今回は、最大で304個の高輝度LED(ドライブ電流15mA)が同時に点灯することもあり、電池の場合には寿命と瞬間的電圧降下の問題があった。そこで最終的に、AC-DCコンバータ(+5V 6A)をずるずると引きずってコンセントに接続する、というスタイルを採用した。これは後述のように、光る楽器であるために、演奏においてはかなり暗い環境がメインとなるため、それほど目立たない、という理由にもよる。

このシステム全体は、Kendangに巻き付けるように変形させて、穴やネジはもちろん、たった1枚の両面テープも接着剤もなく、ぐるりと取り巻いているだけである。構造体のメッシュは、皮を引っ張るための紐の部分(音響振動に関係しない、皮の取り付け部分)に数カ所、ビニタイで軽く取り付けてあるだけであり、必要があれば簡単に取り外すことができる。

5. パフォーマンス

Computer Musicの作曲家/研究者として、筆者はたんにシステムを開発するだけではなく、実際に公演という形でその楽器やシステムを発表してきた。これは実際の音楽作品の公演、メディアアートのパフォーマンス、という修羅場でのみ、新しい問題点や課題が発見できるからであり、机上のシステムは個人的にあまり評価しない理由でもある。

そこで具体的な発表の機会として、2006年12月下旬にSUACで開催されたMAF2006(メディアアートフェスティバル)を目標として、新しいComputer Music作品を作曲し、合計3回のパフォーマンスを行った。ちょっと混乱するかもしれないが、作品のタイトルもずばり、〝Cyber Kendang〟である。

この作品の基本コンセプトは、従来のようにコンピュータシステムに接続された楽器(センサ)の情報にもとづいて音楽が生成されるのではなく、中心にあるこの楽器が発する「音響と光」が、マルチメディアをライブにドライブする、というようなものであった。いつものように環境としてはMax/MSP/jitterにより構築した。ステージのパフォーマー(作曲者自身)の姿はビデオカメラによってライブキチャプチャされ、その中央にあるこの楽器からの光の部分は画像センサとして輝度計測されるとともに、後ろの3面スクリーン

にプロジェクタで投射された映像パートの中のライブ映像素材としても利用した。他の映像パートはアルゴリズミックな幾何学パターンおよびプリプロダクションされたショートループmovieであり、ライブ音響パートは事前にサウンドファイルを用意するのでなく、MIDIシンセサイザ音源によってリアルタイムにアルゴリズム生成された。

当初の計画では、以上のシステムによって全ての音楽的/映像的要素をコントロールする予定であったが、実験的アプローチの常として問題が発見され、方針変更を余儀なくされた。これはそのまま、次のGHIプロジェクトへの課題である。以下、この部分を報告する。

ビデオカメラをリアルタイム画像センサとして使用して、ライブ演奏の音響もすべて生成するつもりであったが、Max/MSP/jitterの画像処理のレイテンシが、音楽パフォーマンスとして要求されるレスポンスより大きかった、というのが問題点の本質である。jitterは各種パラメータで処理性能とレイテンシのトレードオフを調整できる。しかしこれを最短に設定した場合でも、DVカメラからの画像をQuickTime経由でjitterに取り込んだ場合、体感として50-100msec以上の遅れがあり、ドラムのようなバーカッシブな楽器の音響生成トリガとしてはまったく使えないことが実験により判明した。これはコンピュータとソフトウェアの進展によって改善されていくものであるが、目前の公演には役立たないため、ここで作曲の方針を一部変更した。

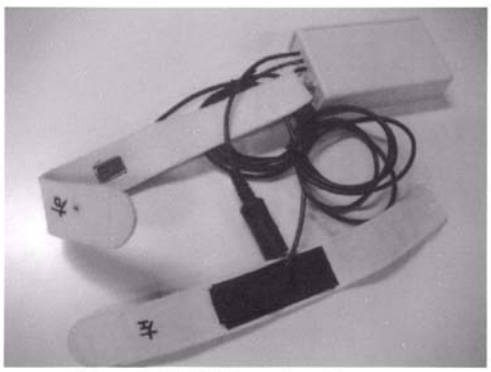

Figure 6: Dual 3-D acceleration sensor

図6は、筆者が約1年前に開発した、小型軽量の、ディアル3次元加速度MIDIセンサである。今回はこれを(不本意ながら)併用することとして、パフォーマーの衣裳の下に装着した。これにより、ドラムの音はそのままアコースティックにライブ使用し、このMIDIセンサによって生成された「叩く」という加速度変化の演奏情報はMIDI経由でMax/MSP/jitterに取り込まれた。パーカッシブなサウンドの生成のトリガおよび急激な画像スイッチングについてはこのセンサ情報を利用し、レイテンシのある本来のGHI情報(楽器の発する光の変化の検出情報)については、よりゆっくりとした時間軸で生成される音響パート、およびよりゆっくりとした映像変化の情報のために利用することとした。新旧のセンサの併用という折衷案となってしまったのは、今後の課題として生かしていくつもりである。図7はMAF2006での公演風景である。

6. おわりに

「楽器が光ってもいいじゃないか」という新しいコンセプトでの音楽インターフェース(新楽器)開発プロジェクトについて、基本構想、具体的な制作事例、作品公演での応用例などについて報告した。本研究の報告は国際会議NIME07での研究発表セッションに採択された。さらに、作品 "Cyber Kendang" も5倍を抜けてNIME07のコンサートセッションに採択され、ニューヨークで公演してくる予定である。日本やアジアはその伝統文化や伝統音楽の歴史から、まだまだ面白い伝統楽器の宝庫である。GHIプロジェクトの対象となる楽器はまだまだ待っている状況と言える。問題点や課題も整理されてきたので、各方面とのコラボレーションとともに、さらに研究を進めていきたい。

参考文献

[1] Y.Nagashima, Real-Time Interactive Performance with Computer Graphics and Computer Music, Proceedings of the 7th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Man-Machina Systems (IFAC), 1998

[2] Y.Nagashima, BioSensorFusion:New Interfaces for Interactive Multimedia Art, Proceedings of 1998 International Computer Music Conference (ICMA), 1998.

[3] Y.Nagashima, "It's SHO time" --- An Interactive Environment for SHO(Sheng) Performance, Proceedings of 1999 International Computer Music Conference(ICMA), 1999.

[4] Y.Nagashima, Workshop on "Sensors for Interactive Music Performance", International Computer Music Conference (ICMA), 2000, http://nagasm.suac.net/ASL/workshop/icmc2000/index.html, http://nagasm.suac.net/ASL/berlin/index.html

[5] Y.Nagashima, Interactive Multi-Media Performance with Bio-Sensing and Bio-Feedback, Proceedings of International Conference on Audible Display, 2002.

[6] Y.Nagashima, Interactive Multimedia Art with Biological Interfaces, Proceedings of 17th Congress of the International Association of Empirical Aesthetics, 2002.

[7] Y.Nagashima, Bio-Sensing Systems and Bio-Feedback Systems for Interactive

Media Arts, Proceedings of 3rd International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2003.
[8] Greg Schiemer, Pocket gamelan: developing the instrumentarium for an extended harmonic universe, Proceedings of 2003 International Computer Music Conference(ICMA), 2003.
[9] Ajay Kapur, Ariel J.Lazier, Philip Davidson, R.Scott Wilson, Perry R.Cook, The Electonic Sitar Controller, Proceedings of 4th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2004.
[10] Stephen Hughes, Cormac Cannon, Sile O Modhrain, Epipe: A Novel Electronic Woodwind Controller, Proceedings of 4th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2004.
[11] Michael Eyal Sharon, The Stranglophone: Enhancing Expressiveness in Live Electronic Music, Proceedings of 4th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2004.
[12] Dan Overholt, The Overtone Violin: A New Computer Music Instrument, Proceedings of 2005 International Computer Music Conference(ICMA), 2005.
[13] Staut Favilla, Janne Cannon, Garry Greenwood, Evolution and Embodiment: Playable Instrument for Free Music, Proceedings of 2005 International Computer Music Conference(ICMA), 2005.
[14] Dan Overholt, The Overtone Violin, Proceedings of 5th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2005.
[15] Damien Lock, Greg Schiemer, Orbophone: a new interface for radiating sound and image, Proceedings of 6th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2006.
[16] Yu Nishibori, Toshio Iwai, Tenori-On, Proceedings of 6th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2006.
[17] Loic Kessous, Julian Castet, Daniel Afrib, GXtar: an unterface using guitar techniques, Proceedings of 6th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2006.
[18] Teemu Maki-Patora, Perttu Hamalainen, Aki Kanerva, The augmented Djembe Drum - Sculpting Rhythms, Proceedings of 6th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2006.
[19] Staut Favilla, Joanne Cannon, Children of Grainger: Leather Instruments for Free Music, Proceedings of 6th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2006.
[20] Cornelius Poepel, Dan Overholt, Recent Developments in Violin-related Digital Musical Instruments: Where Are We and Where Are We going?, Proceedings of 6th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), 2006.

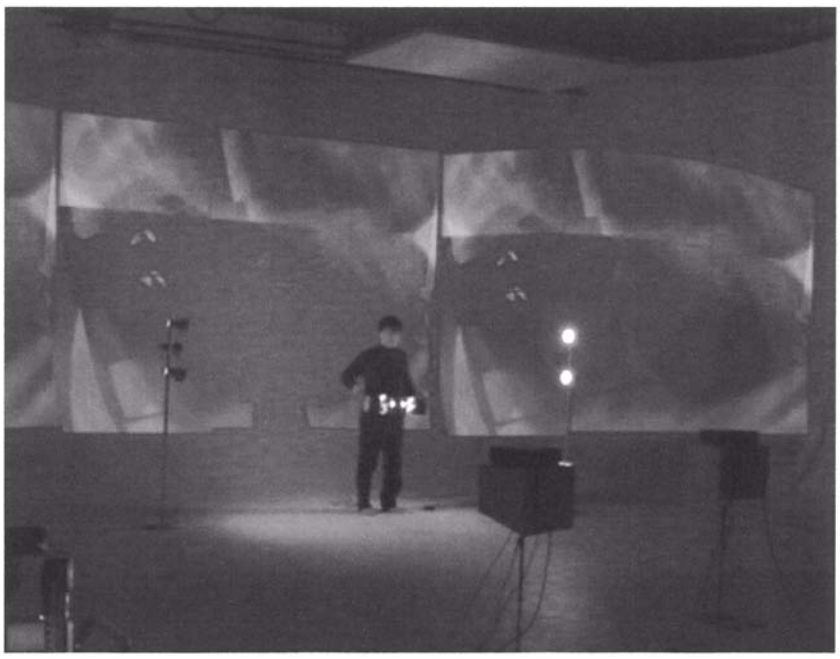

Figure 7: Performance of "Cyber Kendang"