

(様式第2号)

研究No. (記載不要)	— —
-----------------	-----

平成²⁰年度配分 研究成果発表報告書(実績)

研究名	インタラクティブなシステムでゲームの体験の構築プラットフォームの研究				
配分を受けた特別研究費	メディア研究科 特別研究費		1,300		千円
研究者氏名 (代表者)	学部名	学科名	職	氏名	共同研究者
	メディア	メディア造形	教授	長嶋 隆一	他 〇 名
発表の方法	<p>論文「サウンド・インスタレーションのプラットフォームについて」 『情報処理学会研究報告 Vol.2007, No.50 (2008-MUS-75)(2008-HCI-128)』 2008年5月29日『音楽情報科学研究会』(神戸)</p> <p>論文「並列処理プロセッサを活用したメディアアートのための汎用インターフェース」 『情報処理学会研究報告 Vol.2008, No.78 (2008-MUS-76)』 2008年8月27日『音楽情報科学研究会』(名古屋大)</p> <p>論文「フィジカル・コンピューティングとメディアアート/音楽情報科学」 『情報処理学会研究報告 Vol.2008, No.89 (2008-MUS-77)』 2008年9月22日『音楽情報科学研究会』(同志社女子大)</p> <p>論文「インスタレーション作品のHCIについてのアフォーダンス的考察」 『電子情報通信学会技術研究報告 Vol.108 No.489 (HIP2008-149~155)』 2009年3月25日『HCGシンポジウム・HIP研究会』(島根大学)</p>				

- 学会等での発表及びその他の場合は、学会報等発表を証する資料を添付すること。
- 配分を受けた翌年度の3月末までに提出

サウンド・インスタレーションの プラットフォームについて

長嶋洋一

静岡文化芸術大学

理工系を専門としないメディア・コンテンツデザイン系の学生が、サウンド・インスタレーション作品やインタラクティブ作品を実現するプラットフォームについて整理考察した。これまでの「MIDI+Max/MSP」という環境に加えて、新たに登場したGAINERにより、FlashやProcessingでの制作も容易になった。

Platforms for sound Installation

Yoichi Nagashima (nagasm@computer.org)

Shizuoka University of Art and Culture

This is a report of student's projects creating (sound) installations. Our creation were supported by Max/MSP and MIDI in the past, but recently GAINER supports us not only in Max/MSP environment but also in Flash and Processing.

1. はじめに

筆者はSUAC(静岡文化芸術大学)において、メディア・デザイン系の学生に対して、インスタレーションなどのインタラクティブ作品の創作に関連する教育を行っている。本稿では、最近の(サウンド)インスタレーションの創作を支援する環境の新しい傾向について、学生作品の紹介とともに報告する。アニメーション・CGなどの映像、Flashを含むWebコンテンツなどの領域でのSUACでのコンピュータサウンドの教育事例と、筆者のこれまでの関連する研究/プロデュースの報告/記録については、文献[1-3]を参照されたい。

2. SUACでのインスタレーション

2000年4月に開学したSUAC(静岡文化芸術大学)デザイン学部のメディア造形学科[4]では、映像系・情報系・コミュニケーション系という3つのコースを学生が選択し、作品制作や研究を進めている。今回の報告では、その中でインタラクティブなインスタレーションの領域の中で最近のものに限定して紹介するので、過去にSUACで発表されたインスタレーション作品の全体像については文献[5-6]を、SUACで開催しているメディアアートフェスティバル(MAF)については文献[7-10]を、それぞれ参照されたい。

関連する科目での課題としての作品制作の他に学生作品を発表する機会としては、イン

ターカレッジ[11]やSUACのMAFでの発表展示がだけでなく、最近ではNHKデジスタ[12]、文化庁メディア芸術祭・学生CGコンテスト[13]、アジアデザインアワード[14]、等のコンペに学生インスタレーション作品が入選することで、学生相互の刺激にもなっている。

3. インスタレーションとPlatform

理工系でないデザイン系の学生にとって、インタラクティブな仕組み(広義のセンサと広義のディスプレイ)や、インタラクティブのアルゴリズムの実現(プログラミング)を工学的に全てゼロから行うことは不可能であり、アート/デザインの制作の裏側に、ある種のブラックボックスとして活躍する制作支援環境が必要となる。以下、システムを構成する階層はそれぞれ異なるものの、インスタレーションを構築する要素、という視点から、プラットフォームについて議論する。

3-1. Max/MSP/jitter

これまでこの世界で定番であったのは、現在でも筆者の作曲/公演の基盤として活用している、Max/MSP/jitterである[15-16]。筆者の担当する学部科目「サウンドデザイン」「サウンドデザイン演習」「音楽情報科学」と大学院科目「メディアデザイン特論」においても、Max/MSP/jitterはその中心である。AKI-H8やPICやBasicStampなどの組み込みマイコン/センサ系とMIDIで結び付き、さらに

OSC[17]でネットワーク越しに他の機器と情報交換したり、Wiiリモコンと[18]、あるいはiPhone/iPod touch[19]と通信できるのもMax/MSP/jitterの強味である。今後も、インスタレーション作品の開発環境/プラットフォームとしてMax/MSP/jitterは重要である。サウンドの部分に重点を置いたインスタレーション作品では、サウンド出身であるこの環境はなにより適合している。

3-2. GAINER

IAMASの小林茂氏により開発されたGAINER[20] (Fig. 1)は、ツールキットFUNNEL[21]とともに、日本が世界をリードするこの分野での新しいスタンダードとなりつつある。当初はまた新しいマイコンによる周辺ポートが出た、という程度の受け取られ方であったが、Max/MSPだけでなく、FLASHとProcessingに対応したドライバやライブラリを完備したこと、充実した解説本[22]がIAMASスタッフのサポートにより出版されたことで、メディアアート関係者のとってパイプ的存在になりつつある。興味のある方はICCで「GAINERカイダン」を体験されたい。

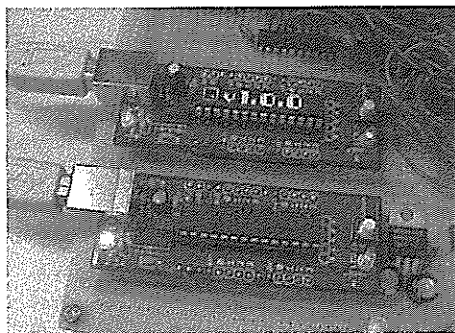


Fig.1 GAINER

3-3. FLASH

当初はWebコンテンツの機能向上やエンタテインメント系/ゲーム系のプラットフォームとして評判になったFLASHだが、最近ではケータイのアプリ環境としてJavaを凌駕し、情報系の学生がC/Javaを学ぶのと同様に、デザイン系の学生のプレゼン標準ツールとなりつつある。そしてGAINERがFLASHに対応したことで、後述するように、インスタレーションのプラットフォームとしての意義が浮上してきた。これまでも、タイムラインに沿ったFlashムービーであれば、Max/MSP/jitter上でもQuickTimeが再生していたが[24]、外界とインタラクションするアルゴリズム自体をFlash上で実現できるようになったのは非常に大きな進展である。サウンドインスタレーションという視点からは、多数のMP3サウンドファイルを同時に多数ハンドリングできるFLASHの機能が重要であると言える。

3-4. Processing

メディアアートのプラットフォームのもう一つの主流であるProcessing[25]は、日本語の解説本が改訂され[26]、GAINERも対応しており、何よりフリーである事から、こちらも今後の発展が期待されている。筆者の経験でも、Max/MSPとFlashを使えた程度の学生がゼロから独学でProcessingをマスターして作品に仕上げる過程を目撃しており、サウンドの部分での課題を別にすれば、ビジュアル系重視のメディアアートのプラットフォームとして重要である、と評価している。

3-5. AKI-H8

秋葉原の秋月電子のカードマイコンAKI-H8は、筆者がこれまでに多数のシステムを開発してきた名機である[2][27-28]。多くの事例では、Max/MSP/jitterとMIDIでやりとりする周辺装置としてコンパクトで高性能なシステムを実現しているが、パソコンを持たずに完結するシステムの中核としてインスタレーションに使用した実例もある。Fig. 2は学生作品「はち」であり、八角柱の8面の赤外線センサにより来場者の立ち位置を検出して、多数の蜂のオブジェの載ったテーブルをステップモータで回転させて来場者の方を向くとともに、蜂の羽音を生成する処理を、スタンドアロンのAKI-H8が行った。ただしAKI-H8のプログラム開発にはC言語ないしアセンブラが必要であり、高度な処理のプログラミングはデザイン系学生には困難であった。

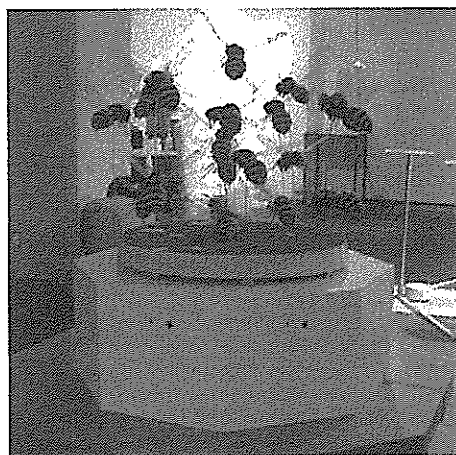


Fig.2 作品「はち」

4. 具体的な作品例の紹介

ここでは、過去のSUAC学生のインスタレーション作品の事例の中から、本稿の文脈に合致した実例として、ここ1年半ほどの期間に発表された学生作品を7例、紹介する[6]。

Fig. 3の作品「風見屏風」は3回生・山口翔(映像コース)のインスタレーション作品であ

り、インターカレッジ2006(京都精華大学)、およびメディアアートフェスティバル2006(SUAC)で発表展示し、2007年にNHKデジタルに入選した。来場者が手前の台の窓に手を翳すと、その形状を画像認識して、10*10の100画素に対応した升目の個々の風車に風が送られて回転する、「風を目で見て体感する」インスタレーション作品である。システムはMax/MSP/jitterにより制作した。

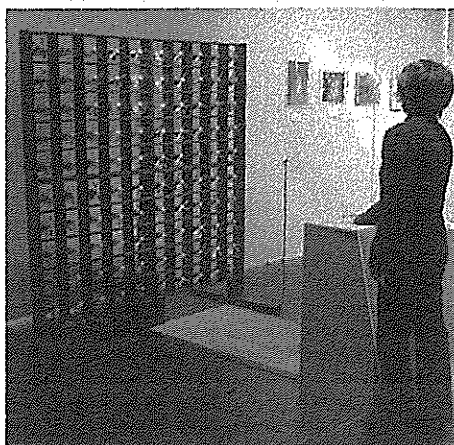


Fig. 3 作品「風見屏風」

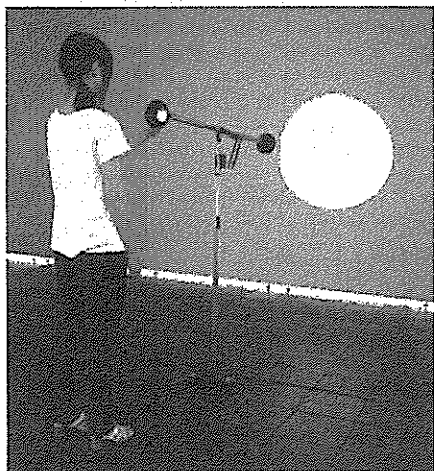


Fig. 4 作品「KODAMA」

Fig4の作品“KODAMA”はM2・嶋田晃士のインスタレーション作品であり、メディアアートフェスティバル2007(SUAC)で発表展示し、文化庁メディア芸術祭・学生CGコンテストおよびアジアデザインアワードに入選した。来場者はスタンド上の手前のマイクに向かって声を出すと、スタンドの筒先のスクリーン上に、声に応じたグラフィックスが描かれるインスタレーション作品である。システムは、Max/MSP/jitterにより制作した。



Fig. 5 作品「Tiny Living」

Fig. 5の作品“Tiny Living”は4回生・山口翔(映像コース)のインスタレーション作品であり、インターカレッジ2007(多摩美術大学)、およびSUAC卒展、東京卒展で発表展示した。ヘッドホンをかけた来場者は3枚のプレパレートから選んで顕微鏡の台にセットすると、対応した映像が画面に現れる。プレパレートの乗った台を上下左右にスライドさせると画面内の風景も対応して移動し、さらに中で動くボスキャラのサウンド位置だけが固定したBGMの中で左右に移動する。システムはGAINER+Max/MSP/jitterにより制作した。



Fig. 6 作品「団欒」

Fig. 6の作品“団欒”は4回生・山口恵理子(Comm. コース)のインスタレーション作品であり、SUAC卒展および東京卒展で発表展示した。来場者は自由に縁側のような造形に腰掛けて、中央の窓の底にあるスクリーンを覗き

込む。窓の周囲にはタッチセンサがあり、時間とともに四季の変化を表示する画面の中に、波紋や風などの、タッチに対応した変化が生じる。システムはGAINER+FLASHにより制作した。



Fig.7 作品「万華響」

Fig.7の作品“万華響”は4回生・土屋香乃(Comm. コース)のインスタレーション作品であり、SUAC卒展で発表展示した。来場者は造形の中央の丸い窓(スクリーン)を覗き込み、タッチパネルになっているその画面内を自由に触ると、グラフィクスとサウンドが対応して色々に変化する。システムはFLASHにより制作した。



Fig.8 作品「オキャンパス」

Fig.8の作品“オキャンパス”は4回生・藤田千紘(Comm. コース)のインスタレーション作品であり、SUAC卒展で発表展示した。来場者は上空から垂れ下がる5本の鎖の中から好きなものを引っ張ると、正面の壁に投射され

た画面内にインクが垂れ落ちてくる。鎖ごとのインクの色は混じりあい、来場者の背中とともに壁を照らす。1本の鎖で「消す」ことができる。システムはGAINER+FLASHにより制作した。

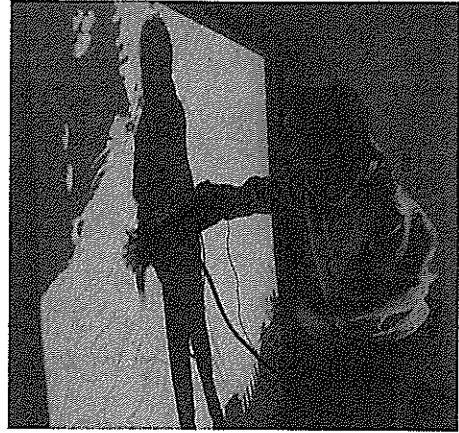


Fig.9 作品「digitalive paint」

Fig9の作品“digitalive paint”はM2・嶋田晃士のパフォーマンス作品であり、インターカレッジ2007(多摩美術大学)、およびSUAC卒展で発表展示した。パフォーマンス(作者)は各種コントローラを身に付け、プロジェクタからの投射を背負ってスクリーンに対峙する。スクリーン上のマグネットを移動させて「お絵描き」をすると、スクリーンの裏側のマグネット上に取り付けたLEDの位置をスクリーン裏側のビデオカメラが画像センサとして位置検出して、対応したサウンド生成とともにスクリーン上にグラフィクスを描画する。コントローラによって描画パターンや色彩やサイズをライブ変化させるとともに、描画が終了した後に、それまでのアクションを全て逆回ししたようにスクリーンに描画するモードも持つ。システムは、Max/MSP/jitterにより制作した。

5. 新しいプラットフォームの一例

インスタレーション作品を一種のコンピュータシステムとして考えてみると、中枢のCPUがインタラクションの関係性のアルゴリズムを実現するだけでなく、外界の情報をリアルタイムにシステムに入力するセンシング部分、外界に出力する(広義の)ディスプレイ部分、各種周辺システムと通信するためのインターフェース部分などの要素が、全て人間の感覚としてリアルタイムで動作する必要があり、システム構築の技術的要請として、リアルタイム、マルチタスク、割り込み、などの高度で複雑な処理を実現する必要があった。これがパソコンのMax/Flash/processingなどの支援環境を必要とする理由でもある。

ある。重要なのは、MIDI入出力の通信にUARTなどの専用チップは存在せず、全てCogのソフトウェアでシリアル通信している(1ビットごとに上げ下げ処理)こと、ステレオサウンドもソフトウェアによるPWM処理で44.1kHzサンプリングでリアルタイム生成していること、NTSCビデオ信号もソフトウェアによってグラフィックドライバ(1Cog)+リアルタイム生成(1Cog)していること、である。

紙面の関係でPropellerの開発環境については紹介できないが、アセンブラとともに、並列処理に最適化されたオブジェクト指向言語"spin"によって、それと意識せずに、割り込みの存在しない本当の並列処理を簡単にプログラミング出来る、というのは特筆に値すると筆者は考える。CやJavaよりも簡単にマルチタスクを実現できるメリットは大きく、スタンドアロンのインストールの中核としてだけでなく、デザイン系学生のプログラミング教育のプラットフォームとしての可能性について検討しているところである。

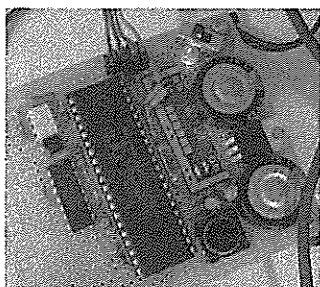


Fig. 12 Propeller実験ボード



Fig. 13 Propeller実験ボードの動作風景

6. おわりに

メディア・デザイン系の学生のインストールなどインタラクティブ作品の創作、最近の(サウンド)インストールの創作を支援する環境の新しい傾向について、学生作品の紹介とともに報告した。今後は、ますます発展するであろうこの領域での、サウンドとグラフィックス、あるいは身体性/インタラクティブを統合した、メディアデザイン

のための新しいプラットフォームの可能性を検討していきたいと考えている。

参考文献/リンク

- [1]長嶋洋一, メディアコンテンツ・デザイン教育におけるコンピュータサウンドの活用事例, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 102 (2007-MUS-72), 情報処理学会, 2007
- [2]<http://nagasm.org/>
- [3]<http://1106.suac.net/>
- [4]<http://www.suac.ac.jp/~media/>
- [5]<http://1106.suac.net/news2/installation/index.html>
- [6]<http://1106.suac.net/news2/installation2/index.html>
- [7]長嶋洋一, SUACにおけるメディアアート活動の報告(2000-2001), 静岡文化芸術大学紀要・第2号2001年, 静岡文化芸術大学, 2002
- [8]長嶋洋一, メディアアートフェスティバル2002開催報告, 情報処理学会研究報告 Vol. 2000, No. 123 (2000-MUS-48), 情報処理学会, 2002
- [9]長嶋洋一, NIME04/MAF2004開催報告, 情報処理学会研究報告 Vol. 2004, No. 111 (2004-MUS-57), 情報処理学会, 2004
- [10]長嶋洋一, メディアアート研究拠点化についての研究(1), 静岡文化芸術大学紀要・第5号2004年, 静岡文化芸術大学, 2005
- [11]<http://icwg.dacreation.com/>
- [12]<http://1106.suac.net/news2/digista/index.html>
- [13]<http://www.cgarts.or.jp/scg/2007/prize/kodama/index.html>
- [14]http://adaa.jp/2007/j/12_list.html
- [15]長嶋洋一, インタラクティブアートの統合的システム・プラットフォームとしてのMax/MSP, DSPサマースクール2002論文集, 静岡文化芸術大学, 2002
- [16]<http://www.cycling74.com/>
- [17]<http://opensoundcontrol.org/>
- [18]http://www.iamas.ac.jp/~aka/max/#aka_wii_remote
- [19]<http://www.iamas.ac.jp/~aka/iphone/>
- [20]<http://www.gainer.cc/>
- [21]<http://funnel.cc/>
- [22]<http://www.9-ten.co.jp/bookdata/2019.php>
- [23]長嶋洋一, 作品系FLASHコンテンツの分類と傾向について, 情報処理学会研究報告 Vol. 2005, No. 59 (2005-EC-1), 情報処理学会, 2005
- [24]<http://1106.suac.net/news2/docs/sakata.mp4>
- [25]<http://processing.org/>
- [26]<http://www.amazon.co.jp/gp/product/4861005582>
- [27]<http://nagasm.suac.net/ASL/mse/index.html>
- [28]<http://nagasm.suac.net/SSS/index.html>
- [29]<http://www.parallax.com/>
- [30]<http://www.parallax.com/Default.aspx?tabid=295>
- [31]<http://www.parallax.com/tabid/407/Default.aspx>
- [32]<http://nagasm.suac.net/ASL/Propeller/index.html> (近日公開予定)

並列処理プロセッサを活用した メディアアートのための汎用インターフェース

長嶋洋一

静岡文化芸術大学

理工系でないデザイン系の学生でも、サウンド・インスタレーション作品やインタラクティブ作品を実現できる汎用インターフェースの新しい提案である。リアルタイム処理のために必要な「割り込み」や「モニタ/カーネル」を不要とする並列処理プロセッサ(Parallax社 Propellerチップ)の活用によって、ソフトウェア部品を単純に連結するプログラミングで、複雑な高速多重処理を容易に実現できるようになった。

Universal Interfaces for Media Arts using the Parallel Processor

Yoichi Nagashima (nagasm@computer.org)

Shizuoka University of Art and Culture

This is a report of universal interfaces for media arts - sound installations and interactive installations. The Propeller chip makes it easy to develop universal interfaces. Its eight processors (cogs) can operate simultaneously, either independently or cooperatively, sharing common resources through a central hub. We have full control over how and when each cog is employed; there is no compiler-driven or operating system-driven splitting of tasks among multiple cogs. The Propeller can execute at up to 160 MIPS.

1. はじめに

筆者はSUAC(静岡文化芸術大学)において、メディア・デザイン系の学生に対して、インスタレーションなどのインタラクティブ作品の創作に関連する教育を行っている[1-6]。デザイン系のアーティストにとって、インタラクティブな仕組み(広義のセンサと広義のディスプレイ)や、インタラクションのアルゴリズムの実現(プログラミング)を工学的に全てゼロから行うことは不可能であり、アート/デザインの制作の裏側に、ある種のブラックボックスとして活躍する制作支援環境が必要となる。プラットフォームとしては、Max/MSP/jitter[7-9]やGAINER[10](Fig. 1)およびFLASH、そしてインターフェースとして秋月電子のAKI-H8[11-12](Fig. 2)を活用してきた[13-14]。

2. 代表的なプラットフォームの検討

AKI-H8とGAINERとPropeller[15-17]を検討したプラットフォームに関する発表[13-14]の場でフロアから得たコメントにより、イタリアのArduino[18-19](Fig. 3)を知ったので、この4種類のシステムを比較検討した。この他にも、PICやBasic Stampなどのプラットフォームも有名であるが、ここでは実際に具体的な製作事例とともに筆者が実験したり、多くの事例による実績のある4種に限定した。

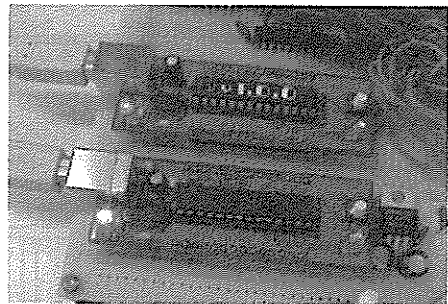


Fig.1 GAINER

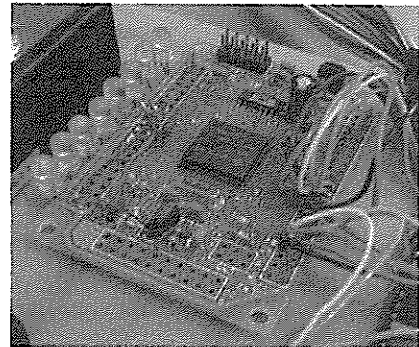


Fig.2 AKI-H8

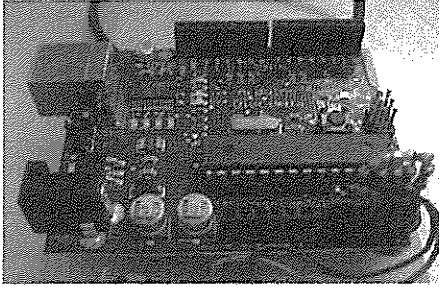


Fig.3 Arduino

2-1. AKI-H8

秋葉原・秋月電子のAKI-H8は、これまでメディアアートのプラットフォームとして多くの作品の基盤として活躍してきた。筆者のサイトを参考にシステムを製作する人も多く、ICCでの2年間の常設展示(連続運転)など信頼性の上でも実績は多い。MS-DOS時代からの開発環境は最近では古めかしいが、スピードを求めなければC言語で、また性能を求める場合にはアセンブラによってファームウェアを開発し、実機上でEEPROMに書き込む手軽さはまだまだ現役である。従来のMIDI/RS232Cに加え、USBやイーサネットI/Fも登場した。MIDI等で通信するスタンドアロンシステムのプラットフォームである。

2-2. Arduino

イタリアのグループが開発したArduinoは、オープンソースの開発環境と低価格のボード、スタンドアロンおよびパソコンI/F(Max/MSP, Flash, Processingに対応)の動作モード、さら

にZigbeeに対応したXbee Shieldオプション等を売りにしている。ホストPCとはUSBで接続するが、シリアルポートが1ポート(Tx/Rx)しかなく、標準開発環境のC言語ベースでは、センサ情報のMIDI送信には問題ないものの、MIDI受信には対応できない問題点を確認した。あまり時間的な制約のない範囲で、多種のセンサ情報に対応した関係性を実現するスタンドアロンシステムの中核として有力な候補である。

2-3. GAINER

IAMASの小林氏の開発したGAINERは、日本においてPhysical Computingの概念をセンセーショナルに普及させた記念碑的なシステムである。スタンドアロン動作を排してパソコンI/Fモードに限定し、ホスト環境としてはMax/MSP/jitterとFlashとProcessingをカバーしており、デザイン系の学生などがインタラクティブなインストールを実現する最短経路を提供する。CPUのファームウェアを書き換える等の荒技を別にすれば、MIDI入出力や単独動作など出来ない事も多いが、16ビットのポートを入出力のいろいろな組み合わせとする支援環境などの充実により、最近もっとも注目されている。

2-4. Propeller

Basic Stampの開発元で知られるParallax社が新しく発信しているCPUが、Propeller(Fig. 4)である。従来とは基本的概念から異なるユニークなCPUで、8個の並列動作する32ビットCPUコアによって、非常に強力な性能のシステムをスタンドアロンで実現できる。

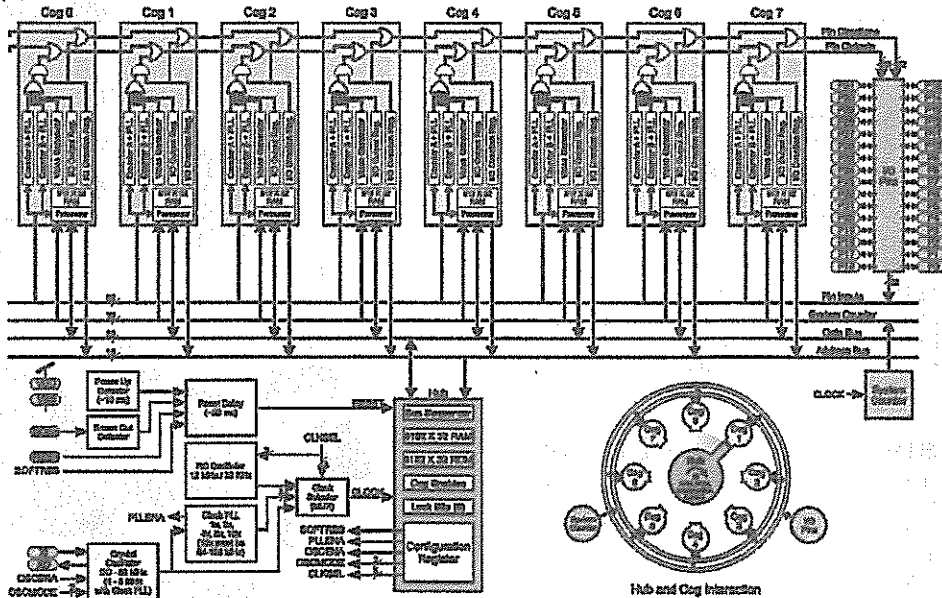


Fig.4 Propellerチップのシステムブロックダイアグラム

UART等に頼らずシリアル通信でもCDレベルのデジタルオーディオ出力でもソフトウェアだけで実現し、さらにNTSC/PAL対応のビデオ信号まで8個のCPU(Cogと呼ぶ)のうち2個により生成できてしまう能力には注目したい。オブジェクト指向の並列処理記述言語Spinによる開発環境(アセンブラと協調)も充実し、Propellerチップを取り囲むライブラリ等の支援環境によって、デザイン系の初学者でもハイレベルのシステムを実現できる可能性を感じさせる。

本稿末尾の表(Table.1)に、AKI-H8、GAINER、Arduino、Propellerの4種のチップ/システムを、メディアアートのプラットフォームという視点で比較してみた。

3. Propellerによるシステムの製作例

3-1. Propellerの概要

PropellerチップはFig. 4のような内部構成である。すなわち、並列動作する8個の32ビットCPU(最大クロック80MHz)を持ち、32ビットの周辺ポートをそれらが共有している。“Cog”と呼ばれる8個の32ビットCPUにはそれぞれに、512long(32ビット幅なのでバイトでもワードでもなくlong)のRAMとカウンタ回路があり、これは同時にソフトウェアによってA/Dコンバータ、D/Aコンバータ、あるいはNTSC/PAL/VGA生成回路とすることも可能なので、使い方によっては1チップで複数系列のビデオ信号を同時に生成することもできる。チップ上にはさらに8KlongsのROMとRAMが共有メモリとして搭載されており、各Cogに対してはハードウェアが強制的に時分割して割り当てる。つまりPropellerには割り込みという概念が存在せず、ハードウェア的・本質的に並列処理を実現する。

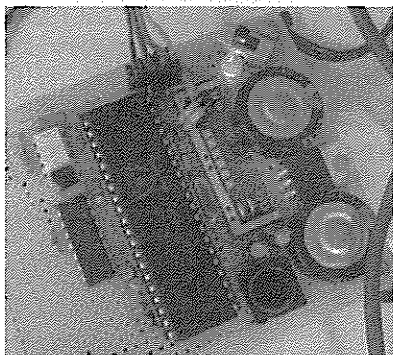


Fig. 5 Propeller実験ボード

Fig. 5は、筆者が制作したPropeller実験ボードの写真、Fig. 6は実際に開発したソフトウェアでPropellerシステムが動いている様子の一例である。ここでは、Max/MSPから送ったMIDI信号を受信し、内部でバッファリングして再びMIDI信号出力し、そのピッチに対応した正弦波をステレオでオーディオ出力し、さらにNTSCビデオ信号としてグラフィック描画出力し、そのパラメータをMIDI入力によってリアルタイム変化させ

ているところである。重要なのは、MIDI入出力の通信にUARTなどの専用チップは存在せず、全てCogのソフトウェアでシリアル通信している(1ビットごとに上げ下げ処理)こと、ステレオサウンドもソフトウェアによるPWM処理で44.1kHzサンプリングでリアルタイム生成していること、NTSCビデオ信号もソフトウェアによってグラフィックドライバ(1Cog)+リアルタイム生成(1Cog)していること、である。



Fig. 6 Propeller実験ボードの動作風景

3-2. Propellerの開発環境

Propellerの開発環境についても、IT教育に力を入れるParallax社のこだわりを感じられる。Fig. 7はWindows環境でフリーに提供されているPropellerの開発環境(IDE)の画面例である。アセンブラとともに、並列処理に最適化されたオブジェクト指向言語“spin”によって、それと意識せずに、割り込みの存在しない本当の並列処理を簡単にプログラミング出来る、というのは特筆に値すると筆者は考える。CやJavaよりも簡単にマルチタスクを実現できるメリットは大きく、スタンドアロンのインストールの中核としてだけでなく、デザイン系学生のプログラミング教育の可能性もありそうである。

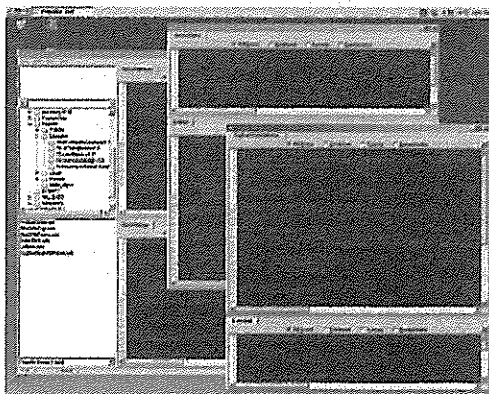


Fig. 7 Propellerの開発環境

Propellerの起動モードについて解説した図がFig. 8である。Propellerはリセットされると、まずはUSB経由でホストPCに接続されているかど

うかを調べ、ホストPCからプログラムを内部RAMに取り込む。ホストPCが無い場合には次に外部EEPROMが接続されているか調べて、そこからプログラムを内部RAMにダウンロードして実行する。

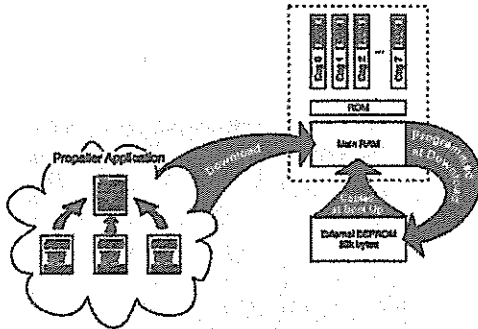


Fig. 8 Propellerの起動モード

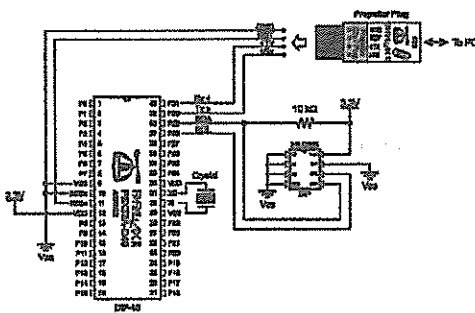


Fig. 9 Propellerの基本回路

Fig. 9が、Propellerチップのもっとも基本的なシステム回路である。外部には8ピンのシリアルEEPROMを接続し、ホストPCにはParallax社が提供している“Propeller Plug”というUSBインターフェースを接続するだけで、実験・試作システムはすぐに動き出す。

AKI-H8の場合、そしてGAINERでもArduinoでもファームウェアを開発して改訂する場合には、開発してみたプログラムをCPUの内部EEPROMに転送してリセットして実行してみる、というループを繰り返すことになるが、EEPROMの書き込み回数には制限があるために、何百回も何千回もオーバーライトすることには不安があった。

しかしPropellerシステムの場合には、CPUの内部にはEEPROMが無く、PCモードではUSBからPropeller内部のRAMにプログラムを転送してテストさせる。これはRAMなので、書き込み回数の制限を気にすることなく無限にテスト(プログラム開発)を繰り返すことが出来ることを意味し、システムの試作において歓迎できる。

3-3. Propellerの並列処理

Propellerチップの最大の特長である並列処理については、プログラマがPropellerシステムのハードウェアについて、並列処理のためのメカ

ニズムをシステム内に隠蔽していることが重要である。Fig. 10はPropellerチップ内で、spinインタプリタがそれぞれのCogsにアプリケーションを割り当てている動作の概念図である。Javaと同様に、プログラムはあるメソッドを1つだけ記述しておき、spin言語の“cognew”コマンドにより、そのメソッドのインスタンスがCog内部のRAMにコピー転送されて実行されるが、具体的に0-7のうち何番のCogに割り当てられるかは、プログラマは気にしなくて良い。システム(ハードウェア)が、たまたま空いているCogを捜して割り当てる。内部RAMの容量制限が厳しいのが最大の難点であるが、ここは「お任せ」である。

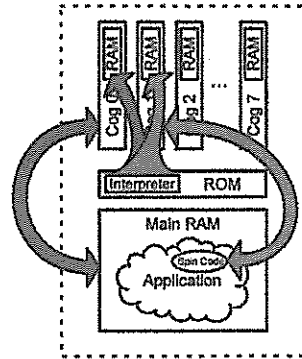


Fig. 10 Propellerの並列処理の概念図

組み込みシステムではプロセスの終了という概念はあまり使わない(たいてい無限ループに割り込み)が、PropellerではCPUが8個もあるので、spinで記述したプログラムが終了すると、ハードウェアは自動的にそのCogを解放して、次の“cognew”コマンドに備える。

Fig. 11は、Propellerの開発環境のメニューにある“Object Info.”である。ここに、spinソースコード(インタプリタ中間言語)、定数ブロック、ワークメモリ定義などが表示されることで、限られたメモリと相談しながらプログラミングを進める。

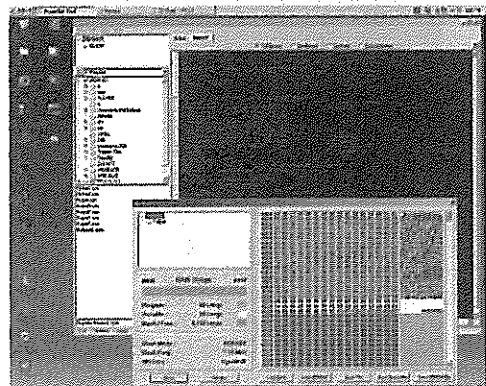


Fig. 11 PropellerのIDEのメモリ表示

3-4. Propellerのアセンブラ設計思想

紙面の関係で本稿では詳解できないが、「これまでのあらゆるCPUについて検討した上で設計した」とParallax社が自賛するだけあって、spin言語だけでなく、Propellerチップのアセンブラは非常に洗練された素晴らしい体系を持っている。Propellerは32ビットCPUなので、全てのコードが32ビット(1long)で完結している。さらに、Cog内メモリとシステムメモリの容量制限を逆手に取って、1longのコード中にソースとデスティネーションのアドレッシングを各9ビット格納している。面白いのは、そのコードのある部分だけをリライトできる機能である。一例として、初期化等であるコードを実行してもう使わない場合、そのコードの一部を動的に書き換えて別の処理で再利用する、というような事が容易である。プログラムは固定している必要はなく、動的に自分自身のプログラムを書き換えながらCPUがそれを実行していくのである。IT教育の意味からも非常に興味深い。詳しく参考文献[17]を参照されたい。

3-5. Propellerの音声信号処理

紙面の関係で本稿では詳解できないが、このPropellerチップのアーキテクチャには、音声信号処理をソフトウェアで実現するための設計が意識的に盛り込まれているように筆者は感じた。Parallax社のサイトにあるサンプルに「4声のポリフォニーでリアルタイム音声合成でコーラルをハモる」というものがある。そのアセンブラコードを解析してみると、コーデックとかのデジタル音声信号処理を非常に効率良く実現できるように設計されていた。“MAKE”誌のインタビューによれば社長のこだわりであるらしい。今後、Computer Musicの新しいプラットフォームとして、パソコン不要でリアルタイム音声処理を実現するプラットフォームとしてのPropeller、の可能性もありそうである。詳しく参考文献[17]を参照されたい。

3-6. Propellerによるインストール例

新しいメディアアートのプラットフォームとしてPropellerを活用する、という目的のために、インストール作品(的なもの)を試作してみた。Fig. 12は、2つの画面に別々のグラフィクスを描画出力し、マイクで環境音をセンシングして画像を変化させ、CdSの照度センサで明るさをセンシングして画像を変化させ、これらのセンサ情報をMIDI出力する、というシステムの開発中の模様である。詳しく参考文献[17]を参照されたい。

4. おわりに

メディア・デザイン系の学生のインストールなどインタラクティブ作品、サウンドインストール作品などの創作を支援する環境の新しいプラットフォームの提案について、Propellerチップを中心に報告した。

今後も、ますます発展するであろうこの領域

での、サウンドとグラフィクス、あるいは身体性/インタラクションを統合した、メディアデザインのための新しいプラットフォームを提案していきたいと考えている。

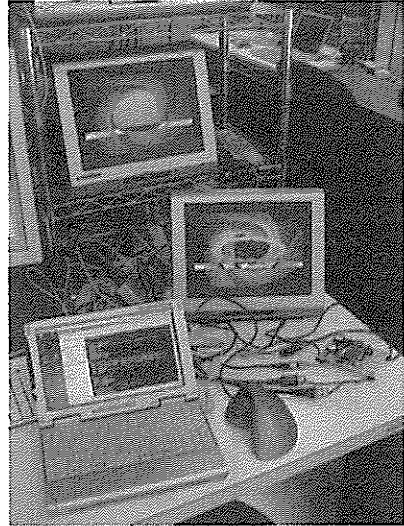


Fig. 12 Propellerのシステム開発の例

参考文献/リンク

- [1]長嶋洋一, メディアコンテンツ・デザイン教育におけるコンピュータサウンドの活用事例, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 102 (2007-MUS-72), 情報処理学会, 2007
- [2]<http://nagasm.org/>
- [3]<http://1106.suac.net/>
- [4]<http://www.suac.ac.jp/~media/>
- [5]<http://1106.suac.net/news2/installation/>
- [6]<http://1106.suac.net/news2/installation2/>
- [7]長嶋洋一, インタラクティブアートの統合的システム・プラットフォームとしてのMax/MSP, DSPサマースクール2002論文集, 静岡文化芸術大学, 2002
- [8]<http://www.cycling74.com/>
- [9]<http://opensoundcontrol.org/>
- [10]<http://www.gainer.cc/>
- [11]<http://nagasm.suac.net/ASL/mse/>
- [12]<http://nagasm.suac.net/SSS/>
- [13]長嶋洋一, マルチメディア心理学実験のためのプラットフォームについて, 日本音楽知覚認知学会2008年春季研究発表会資料, 日本音楽知覚認知学会, 2008
- [14]長嶋洋一, サウンド・インストールのプラットフォームについて, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 50 (2008-MUS-75) (2008-HCI-128), 情報処理学会, 2008
- [15]<http://www.parallax.com/Default.aspx?tabid=295>
- [16]<http://www.parallax.com/tabid/407/Default.aspx>
- [17]<http://nagasm.suac.net/ASL/Propeller/>
- [18]<http://www.arduino.cc/>
- [19]<http://nagasm.suac.net/ASL/Arduino/>

System 項目	AKI-H8	Arduino	GAINER	Propeller
CPU	Hitachi H8/3048 32bits	Atmel ATmega 8bits	Cyperss 8bits CY8C29466	32bits * 8 CPU
clock	16/25 MHz	16 MHz	12 MHz	80 MHz
RAM	4K bytes	1K bytes	2K bytes	32K bytes
EEPROM	128K bytes	16K bytes	32K bytes	32K bytes (external only)
Power Supply	+5V	+5V	+5V	+3.3V
IDE	MS-DOS batch	Processing like	Max/MSP Flash Processing	original IDE
Language	Assembler C	C	Max/MSP Flash Processing	Spin Assembler
PC interface	RS232	USB	USB	USB
Standalone	○	○	×	○
Serial Ports	2	1	4 (max)	8 (max)
A/D	12bits / 8ch	10bits / 6ch	14bits / 12ch	16bits / 28ch(max)
Audio D/A Out	100KHz 8bits 2ch	6ch PWM	×	44.1KHz 16bits 14ch(max)
Video Out	×	×	×	NTSC/PAL 2ch (max)
Character/Font Table	△	×	×	○
inter process communication	interrupt / polling hand-shake	polling	polling	shared memory polling
fast response	◎ interrupt	×	×	◎ parallel CPU
MIDI Out	○	○	○	○
MIDI In	○	×	×	○

Table.1 Comparison table of 4 systems

フィジカル・コンピューティングと メディアアート/音楽情報科学

長嶋洋一

静岡文化芸術大学

マイコンシステムの高性能化とオープンソース・ソフトウェアの潮流から最近注目されている「フィジカル・コンピューティング」について、ヒューマンインターフェース、ユビキタスコンピューティング、メディアアート(インсталレーション/パフォーマンス)、および音楽情報科学などとの関係に注目して検討した。合わせて、この分野で近年注目されている国際ワークショップ“Sketching in Hardware 2008”の参加報告を行った。

Physical Computing, Media Arts and Computer Music

Yoichi Nagashima (nagasm@computer.org)

Shizuoka University of Art and Culture

In this paper, I reported on "Physical Computing". The microcomputer system makes to high performance, the open source software spreads, and this field is paid to attention recently. I paid attention to the relation among the human interface, the ubiquitous computing, the media art (installation/performance), and the music information science. In addition, I wrote the participation report of an international workshop "Sketching in Hardware 2008" paid attention to in this field in recent years.

1. はじめに

筆者はSUAC(静岡文化芸術大学)において、メディア・デザイン系の学生に対して、インсталレーションなどのインタラクティブ作品の創作に関連する教育を行っている[1-6]。I-CubeなどのMIDIセンサと組み合わせる環境としてポピュラなMax/MSP/jitter[7-9]にFLASHとProcessingが加わり、周辺にAKI-H8[10-11]やGAINER[12]を活用してきた[13-14]。また、新しいハードウェアとしてArduino[15-16]とPropeller[17-19]を加えた4種類のシステムを比較検討した[20]。本稿ではこの最近の傾向の背景にある「フィジカル・コンピューティング」および「スケッチ」というデザインの潮流について整理し、この分野で先駆的な国際会議Sketching08に参加したので報告する。

2. 物理的コンピューティング

2-1. その概念

日本語版Wikipediaには「物理的コンピューティング」や「フィジカルコンピューティング」という用語は記載されていないが、英語版のWikipediaには解説が載っている[21]。これを粗く意識すれば、広い意味で「物理的コンピューティング」とは、アナログの世界を理解し反応できるソフトウェアとハードウェアの活用により、対話的な物理的なシステムを構築すること

を意味する。この定義だと、知的な交通管制システムやファクトリオートメーションプロセスなども含まれるが、ここでの物理的コンピューティングは、「デジタル世界との人間の関係を理解するための創造的なフレームワーク」という位置付けに重点がある。日本語版も出版されている“Make”誌にその典型があるが、実際には物理的世界のアナログ入力をソフトウェア・システムに翻訳するのにセンサとマイクロコントローラを使用し、モーター・サーボ・照明または他のハードウェアなどのデバイスを制御するという、DIY趣味プロジェクトがその先駆である。MITなどでは工学教育的な意義を重視し、デザイン/アート系でもインタラクティブアートのプラットフォームとして注目している。

コンピュータミュージック、音楽情報科学の領域では、パフォーマンス系の音楽では昔からインタラクティブシステムは必須の条件であり、用語としての概念は明確ではなかったものの、センサや広義のディスプレイを用いて、関係性をMax/MSP/jitterなどで記述・実現してリアルタイム動作させる、というシステムは色々と制作され、作品として公演/発表されてきた。

2-2. その実例

ミュージアム

科学館などの体験型ミュージアム/学習型ミュージアムでは、単なる展示でなく、スイッチや

タッチパネルなど、来場者が対話的に体験するインタラクティブな展示形態を早くから実現してきた。ある意味ではゲームセンターとの境界が曖昧になり、物理的コンピューティングの対象として、人間からの働きかけをセンシングするセンサ(入力)だけでなく、映像・音響に加えて、他の五感、特に「触覚」のチャンネルからもコンテンツを提示(広義のディスプレイ)する挑戦が進められている。

アート

芸術、メディアアートの領域では、インタラクティブ・アートは25年前ほどから一つの中心であり、アルスエレクトロニカでもこの部門の重要性は揺るがない。物理的コンピューティングを実行するプロジェクトの一例として、Scott Snibbe、Daniel Rozin、Rafael Lozano-Hemmer、Jonah Brucker-Cohenなどの仕事(リンクあり)がWikiPediaに紹介されている[21]。

プロダクトデザイン

物理的コンピューティングの手法は、プロダクトデザインの領域でも普及している。後述する「Sketching」のマネジメント手法は、新しいアイデアの製品企画・開発における重要なメソッドとして普及してきた。人間の手作業で試作したプロトタイプを、量産型の組み込み型システムとして実現する上で、ラピッド・プロトタイピングの費用対効果の意義は大きい。世界的にはIDEO[22]のデザインプロセスのアプローチとしてよく知られている。

工業製品への応用

企業の製品においては、ソニーのEyetoやゲームのダンスダンスレボリューションからWiiまで、インタラクティブな考え方の製品は新しいユーザインターフェースとして広く普及している。工場でのFAにおいては、ロボットビジョン(画像認識)からの制御システムにおいて、さらに民生機器ではマイクからの音響解析による状況分析と反応という領域で、セキュリティ関係ではカメラ画像からのジェスチャ認識において等、色々な研究が進められるとともに実際の製品やサービスとして展開されている。

科学領域での応用

物理的コンピューティングのサイエンス領域での応用としては、カスタムセンサの開発とか、科学的実験(教育)の領域で歴史がある。最近の学研「大人の科学」はその発展であろう。

3. スケッチング

3-1. IAMASのデザインプロジェクト

IAMASで3年間にわたって進められた「ガングプロジェクト」[23-24]においては、新しい玩具のデザインから試作・展示までのデザインプロセスを、

- ・リサーチ
- ・スケッチ
- ・プロトタイピング
- ・展覧会

という4つの工程として明確に整理し、実際に多くのコンペで入賞するような作品を生み出す成功をおさめた。ここで重要なのが、スケッチからプロトタイピングの段階で、GAINERなどを活用して実際に動く試作を簡単に実現していく、という部分であり、「机上の空論」でないシステムの実現に貢献した。

3-2. Digital DesignerのRediscover

リンク[25]にキャッシュしたのは、New York TimesのTechnology欄の記事である。ここでは、デジタル領域のデザイナーが、自分の「手」とアイデアとの融合を改めて再発見するツールとしてのスケッチング、について紹介されている[Fig. 1]。この記事にあるように、アメリカではスケッチングを、MIT/スタンフォードなどIT関係の教育機関と、IT応用の企業が、エンジニア育成の点から注目し強化していることが伺われる。メディアコンテンツ立国が必須の日本においても、この重要性は同じであろう。

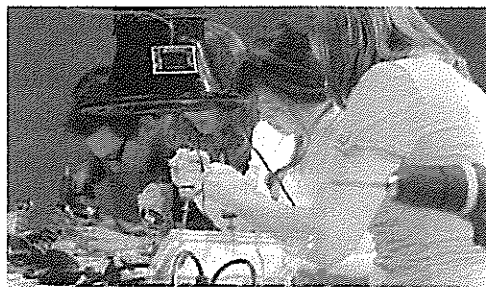


Fig.1 スケッチングするデザイナー

3-3. Sketching in Hardware

2006年から、この領域の関係者の国際会議として、“Sketching in Hardware”が開催されてきた[26-28]。この主催者Mike Kuniavsky氏がTod E. Kurt氏とともに活動しているのが、ThingsMというスタジオである[29]。その説明によれば、ThingMとはユビキタスコンピューティング装置スタジオであり、ネットワークでつながれた先端のエレクトロニクスによってユーザの体験をデザインし、問題を自己表現して解決する、オリジナルの製品とサービスについて研究開発しているという。Mike Kuniavsky氏[Fig. 2]は、PacBell、Crayola、National Public Radio、McGraw-Hill、Cypress Semiconductor、Whirlpool、Macromedia、Corel、Qualcomm、Yamaha等の企業のコンサルタント/デザイナーとしても仕事をしている。[30]

国際会議“Sketching in Hardware”は、現在までのところ一般的な国際会議とは異なり、主催者であるMike Kuniavsky氏に招待されたメンバーだけが参加できる、closedなカンファレンスであるが、openな場にするための議論は行われている。日本からは、GAINER/funnelの開発者の小林茂氏(IAMAS)が2007年に参加し、引き続き2008年に参加する機会に依頼して招待されたた

め、筆者も2008年に参加することができた。2008年の参加者については、リンク[28]のPARTICIPANTS(それぞれの紹介へのリンクあり)を参照されたい。また、SketchingにProceedingは無いが、筆者のプレゼンは[31]にある。



Fig. 2 Mike Kuniavsky氏

4. "Sketching in Hardware08"の模様

ここでは筆者の「Sketching08フォトレポート」[32]からいくつかの写真とともに、筆者が現地でメモしたノートからSketching08の模様の一部を紹介する。全参加者は同じホテルに宿泊し、毎日、会場となったRhode Island School of Design(アメリカでもっとも歴史のあるデザインスクールの一つ)に通った。[Fig. 3]

今年は全参加者がそれぞれ20分ずつのプレゼンを行い、さらに全体でのDiscussionも非常に熱のこもったもので、参加者の情熱に圧倒された。最終日には、全体を5人ずつのグループに分けて、その場に並んだジャンクを組み合わせて1時間で何かをスケッチする(実際に作る)、という企画(これは恒例)もあった。



Fig. 3 Sketching08の会場の模様

Friday 25

9:40 Mike Kuniavsky

「Blending」の考え方の歴史をまとめて紹介

10:00 Daria Dorosh

タイトル - (im)material。 「patternに従う」ファッションとマテリアルの歴史。新しいdigital時代のファッションが(im)material

10:20 John Maeda

口頭のみでたくさん喋った。若くしてRISDの学長に招かれた人らしい

10:40 Julian Bleeker

NokiaのNear Future Laboratoryの人。解析・実験・試作・開発中のいろいろな事例紹介。試作基板は中国の会社が世界中で一番安く早い。Design Strategic Projects

11:00 Joshua Walton and James Tichenor

Rockwellの人。インテリアとか空間演出のSketchingを支援。「傾けると色が変化するキューブ」(変化が無線で伝染する)の試作例

11:20 Ylva Fernaeus

「ActDresses」- ロボットの提案。プログラム中にカスタマイズしたオブジェクトを定義できる?

11:40 Nathan Seidle

sparkfun electronics社長。試作基板(チップ部品搭載済・完成品)の開発。「There is No Final Version」

13:00 Dale Dougherty

「Make」誌の編集長、お土産に持参

13:20 Ranjit Bhatnagar

moonmilk.com

13:40 Yoichi Nagashima

自分(;)

14:00 David Zicarelli

音楽ジェネレータのための簡単なグッズをニコニコしながら紹介 [Fig. 4]



Fig. 4 David Zicarelliのプレゼン

14:20 Tom Igoe

テルミ的なあれこれを開発。学生のいろいろなインストールの事例紹介

14:40 Eric Von Hippel

Innovation Paradigmの変化: Traditional, Manufacturer-CenteredからCollaborative User Centered (Self-Organized / Internet)へ。MindstormがLEGOを生き返らせた

Saturday 26

9:20 Nick Zambetti

初めてのProgramming Languageには何がいいのか? システム開発(workflow)の組織化について。Web: Structure (HTML) + Presentation (CSS) + Behavior (Javascript) →これを物理コンピューティングでも組織化したい。Realization(試作

ボード/デバイス) + Structure/Behavior (Arduino)→Realization(試作ボード/デバイス) + Structure(PCML) + Behavior(Arduino)。PCML - Physical Computing Markup Languageを Arduinoのプリプロセッサとして提案

9:40 Shigeru Kobayashi
FUNNELデモ - 大受け(´_`) [Fig. 5]

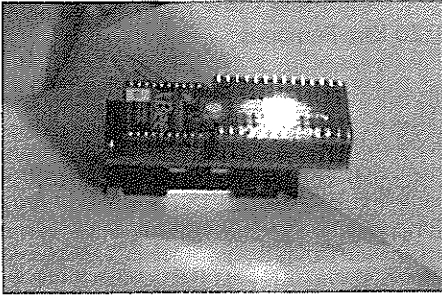


Fig. 5 小林茂氏が発表したfunnelモジュール

10:00 Dave Vondle

IDEOinoボード

10:40 Justin Bakse and Greg Schomberg

いろいろインスタ等の事例紹介

11:00 Shawn Wallace

AS220 グループワーク??? インタラクティブも何かやってる

11:20 Jan Borchers

- PC + Dumb Sensor/Actuator Interface
- Programmable μ Controller Board
- ユビキタス I/F + ワイヤレスLAN
- Wearable Installation
- Organic Interfaces "LumiNet"

11:40 Leah Buechley

LEDを仕込んだ服を来て登場。テキスタイルと物理コンピューティングの融合。カスタム基板は丸く美しく作ることにこだわる。布 + 導電塗料 + マグネットでArduinoを取り付け[Fig. 6]

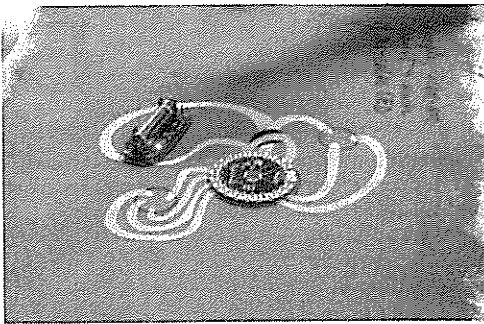


Fig. 6 布の上のArduinoシステム

13:00 Haiyan Zhang

IDEOの人 ロボットとかゲームを研究。Wiiベースの新しい楽しみ方 - Interactionデザインプロセスの上流に興味あり

13:40 Bjoern Hartmann

CPUとマイコンとの間をRedrawingする - The best way to have good idea is to have many ideas.

14:00 Kipp Bradford

Toy Inventorとしての反省からスタート。Design Engineering - From idea to Product. 複雑な動作のために人形にマイコン3台+DSPを搭載[Fig. 7]

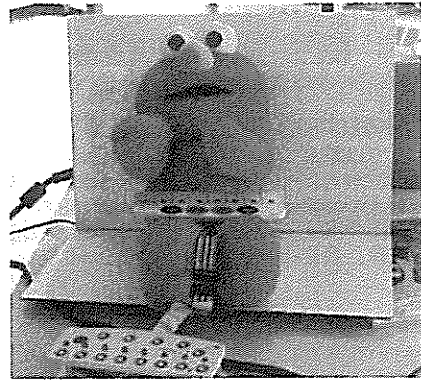


Fig. 7 自動演奏ロボット

14:20 Pamela Jennings

802.15.4メッシュ・ネットワーク。2.4GHzの無線回路の載ったフリースケールのSoCを試作[Fig. 8]

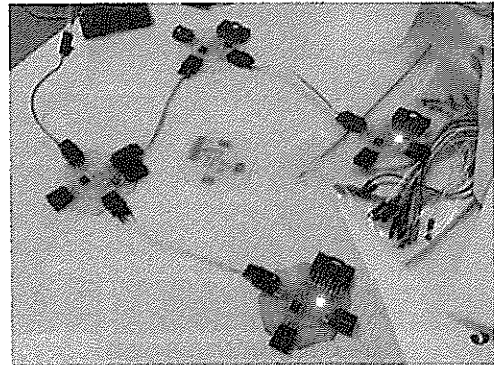


Fig. 8 メッシュネットワークのデモ

14:50 Ayah Bdeir

MIT Media Labの人。テキスタイルの人? ダンスの人?→マイコンをそれ系の中に仕込むインスタの人。お尻に羽が付いていて羽ばたくパントイ(´_`;))

15:20 Ayah Bdeir and Jeff Hoefs

Electronics as material. テーマ - "Smart Design"→会社名。ブロック同士はマグネットではいつけると導電する[Fig. 9]

15:50-17:00 Discussion

議論(1) プラットフォーム(Arduino等)に望む

こと

議論(2) どのようにSketchingを教育していけばいいのか

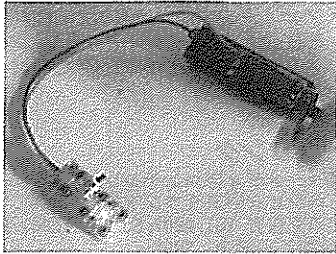


Fig.9 マグネットで接続される電子ブロック

Sunday 27

9:20 Matt Cottam

<http://www.tellart.com/>。TellArtの人 - Art寄りだった(´_`´)。いろいろ作ってる/教育している。事例紹介。FLASH(+Arduino)を使っている。FLASHはURLと組み合わせる(ケータイ等)のに好適。手元のセンサ情報とWeb越しのコンテンツ/アプリとで連携できる

10:00 Ellen Yi-Luen Do

<http://www.cc.gatech.edu/~ellendo/>。医療現場での環境設計 - Healing Environmentを作る人。"Creative Design Computing"。病院等で便利な装置などをデザイン。病人の状況をモニタして知らせるシステム。障害者が環境をコントロールするためのインターフェース。リハビリのための鍵盤演奏支援グローブセンサ。「誰でもダビンチになれる」(Creative Design)を支援 - Leonardo project

10:20 Philip van Allen

Art Centerの人。New Ecology of Things。Social Intercation - 複数人で体験できる参加型インスタ。それぞれのアクションが互いにインタラクトするように組む。デモ - XbeeでFlashをリモートライブコントロール。DMX照明制御(Flashで関係性を作り、Max/MSPでDMXを制御・・・)

10:50 Dave Mellis

Open Source HardwareとOpen Source Softwareとのアナロジーの考察。特徴的なこと - Distribution。

※ 聞きつつ考えた「Sketching Communityの特徴」を悪く見れば・・・(1)安く済ませたい - Open Sourceをフリーただ乗りに利用(2)簡単に実現したい - 性能は出ない(3)試作/テストで苦労したくない - 個人的スキルはどこまで本当に伸びるのか(4)コラボレーションしたい - 同上(5)Art/Academicとは距離を置く - メリットとデメリットの両方(6)CommunityがKeyとなる - だからSketchingかあ(´_`´)(7)thick skinになる - 見回して判る。メディアアートも同様

11:10 Christopher Palmer

「CUPuino - 架空のプラットフォーム」でま

ず笑いをとる。SFAIの人 - Art寄り、いろいろインスタの事例紹介。<http://www.sfai.edu/>。Applied Kinetic Arts。屋外設置型のインスタにはArduinoなどスタンドアロンが便利

11:40 Camille Mousette

Moving Thingを教える人(Sweden)。Arduinoでアクチュエータを制御、動くインスタSketching

12:00 Tod Kurt

ThingsMの人。<http://thingm.com/>。Hardware APIについて : 結局は3色高輝度LEDを点灯させることが多い。2Dから3Dへのハード発展。USB-LANパケット対応Arduinoみたいなものを作ってみた。"Simple is Cool"

13:10 David Merrill

MIT Media Lab 今年Ph.Dになったところ。Mesh Networking。ブロックの内部にコンピュータを組み込む→「センサネットワーク自体をUIとする」発想[Fig.10]



Fig.10 互いに通信するLCD付電子モジュール

13:40 氏名不詳2人(∧_∧);

Arduinoのプログラムをグラフィカルに開発画面内のVirtual Arduinoが実機と同じに動く

14:00 Elizabeth Goodman

UC Berkleyの人<http://www.confetious.net/>自分オリジナルの庭園をスケッチ、実現する→ガーデニングの半分は創造/実験の繰り返し→季節とともに環境/条件が変化することに対応する

14:30 Brian Jepson

MAKE Magazine/AS220の人。DIY - Electronics Kitも出してます

14:45 Sketching in hardware exercise

たった1時間で6チーム(各4-5人)が「何か」を作ってプレゼン。Max/MSP/jitterでカメラ入力したものが多かった[Fig11]。我々のチームは、

中古のプリンタのカートリッジケース(CCDカメラ取付)を左右に手で動かしてそのモータから発電した電気を紙送りモータに送ることで少しずつ紙が引き込まれ、その紙に描いた絵を移動するCCDカメラで静止画に撮影してアニメーションを作る

という装置を目指した。実際には、Max/MSP/jitterでライブに移動する映像を表示するところまで

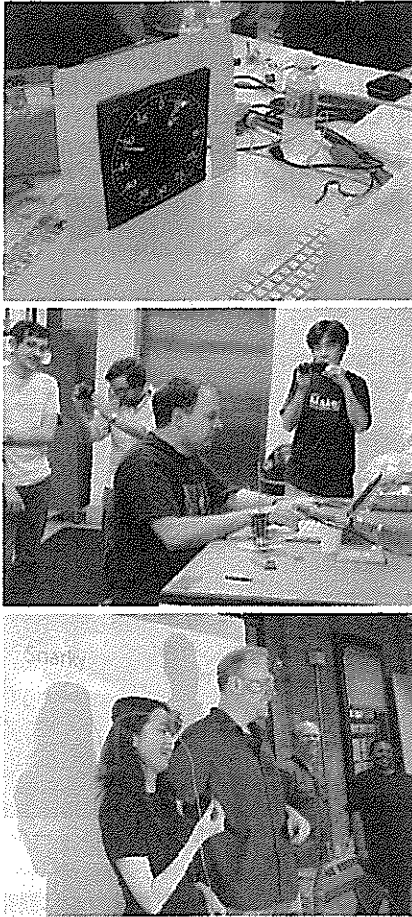


Fig. 11 Sketching in hardware exerciseの様相

15:45 Exercise review

16:00 Closing discussion

昨日とは違う議論をしよう

- (1) 我々はこれからどう行動していこうか?
- (2) プラットフォーム(ボード)を共有していくfab/assemblyは?

→中国が凄い。興味があればDaleへ

→Sparkfun社でもWorkshopとかやりますよ

- (3) Design practice worldとAcademic institutionsとをどう橋渡しする?

日本ではShigeruのGAINERだ!

Physical Computingは特別なものでなく、情報科学をマスターする良法だ

プログラミングするのに「情報」のdegreeは不要である(ジッカレリ)

17:00 Conference ends

5. おわりに

「フィジカル・コンピューティング」および「スケッチ」というデザインの潮流について整

理・紹介し、国際会議Sketching08に参加した報告を行った。

この概念をメディア教育に活用し、今後ますます発展するであろうこの領域での、サウンドとグラフィクス、あるいは身体性/インタラクションを統合した、メディアデザインのための新しいプラットフォームの提案に発展させていきたいと考えている。

参考文献/リンク

- [1]長嶋洋一, メディアコンテンツ・デザイン教育におけるコンピュータサウンドの活用事例, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 102 (2007-MUS-72), 情報処理学会, 2007
- [2]<http://nagasm.org/>
- [3]<http://1106.suac.net/>
- [4]<http://www.suac.ac.jp/~media/>
- [5]<http://1106.suac.net/news2/installation/>
- [6]<http://1106.suac.net/news2/installation2/>
- [7]長嶋洋一, インタラクティブアートの統合的システム・プラットフォームとしてのMax/MSP, DSPサマースクール2002論文集, 静岡文化芸術大学, 2002
- [8]<http://www.cycling74.com/>
- [9]<http://opensoundcontrol.org/>
- [10]<http://nagasm.suac.net/ASL/mse/>
- [11]<http://nagasm.suac.net/SSS/>
- [12]<http://www.gainer.cc/>
- [13]長嶋洋一, マルチメディア心理学実験のためのプラットフォームについて, 日本音楽知覚認知学会2008年春季研究発表会資料, 日本音楽知覚認知学会, 2008
- [14]長嶋洋一, サウンド・インストールのプラットフォームについて, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 50 (2008-MUS-75) (2008-HCI-128), 情報処理学会, 2008
- [15]<http://www.arduino.cc/>
- [16]<http://nagasm.suac.net/ASL/Arduino/>
- [17]<http://www.parallax.com/Default.aspx?tabid=295>
- [18]<http://www.parallax.com/tabid/407/Default.aspx>
- [19]<http://nagasm.suac.net/ASL/Propeller/>
- [20]長嶋洋一, 並列処理プロセッサを活用したメディアアートのための汎用インターフェース, 情報処理学会研究報告 Vol. 2008, No. 78 (2008-MUS-76), 情報処理学会, 2008
- [21]http://en.wikipedia.org/wiki/Physical_computing
- [22]<http://www.ideo.com/>
- [23]<http://www.iamas.ac.jp/project/gangu/>
- [24]<http://www.iamas.ac.jp/project/ams/openstudio/project.html>
- [25]<http://nagasm.suac.net/ASL/sketch/>
- [26]<http://www.sketching06.com/>
- [27]<http://www.sketching07.com/>
- [28]<http://www.sketching08.com/>
- [29]<http://thingm.com/>
- [30]<http://thingm.com/about-us/team/mike-kuniavsky.html>
- [31]<http://1106.suac.net/PhysiCom/>
- [32]<http://1106.suac.net/Sketch08/>

インストール作品のHCIについてのアフォーダンス的考察 ～ MAF2008(SUAC)での事例から～

長嶋洋一

静岡文化芸術大学
nagasm@suac.ac.jp

キーワード：メディアアート、インストール、HCI、アフォーダンス

Affordance consideration of HCI in installation works -- from MAF2008 (in SUAC) --

Yoichi Nagashima

Shizuoka University of Art and Culture

Keywords : Media Arts, Installation, HCI, Affordance

あらまし：メディア・インストール作品のユーザインターフェースに関して、アフォーダンスの視点から検討した。2008年12月に静岡文化芸術大学で開催されたメディアアートフェスティバル(MAF2008)にて展示発表したインストール作品のうち、筆者が密接に関与した6作品を具体的に取り上げ、作品コンセプトとニーズ/シーズの両面からのデザインの詳細を紹介し、一般来場者が作品をインタラクティブに体験するためのインストラクションの提示方法とその効果に関する実験/検討について報告する。

Abstracts : This is a report of the affordance consideration of HCI in installation works. I will introduce six installation works from MAF2008 (Media Art Festival) held at SUAC (Shizuoka University of Art and Culture) in December 2008 as case studies for the consideration of HCI with the viewpoint of the affordance.

1. はじめに

2001年から毎年、SUAC(静岡文化芸術大学)では、メディアアートフェスティバル(MAF)を開催している。2008年12月のMAF2008では、従来からのメディアアート作品の発表展示に加えて、(1)文化庁・経済産業省のパネリストを招いてコンテンツ立国・日本の将来を議論した「日本のメディアアートの未来を考える～芸術一産業、非営利一営利、振興政策をめぐって～」シンポジウム、(2)GAINER/funnelの開発者である小林茂氏(IAMAS)と音楽家のRAKASU PROJECT.氏を招いた「フィジカル・コンピューティング」ワークショップ(+Computer Musicライブ)、も行った。本稿では、メディア・インストール作品のユーザインターフェースに関して、MAF2008にて展示発表したインストール作品のうち、筆者が密接に関与した6作品を具体的に取り上げ、作品コンセプトとニーズ/シーズの両面からのデザインの詳細を紹介し、一般来場者が作品をインタラクティブに体験するためのインストラクションの提示方法とその効果に関する実験/検討について報告する。

2. SUACでのメディアアート教育/MAFについて

2000年4月に開学したSUAC(静岡文化芸術大学)は2009年4月に第10期生が入学し(10年目)、2011年から県立大学法人化する予定の新しい大学である。デザイン学部メディア造形学科(当初学科名「技術造形学科」)[1-2]では、開学の年からインターカレッジに参加するなど、メディアアート領域での活動/教育を一つの柱としてきた[3-9]。2001年からは毎年、メ

ディアアートフェスティバル(MAF)を開催し(2005年のみシンポジウム)、学外の作家との交流とともに学内の作品発表(教員/院生/学生)や関連イベントを開催してきた[10-17]。2004年にはコンピュータ音楽領域の国際会議NIME04を、欧米以外では初めて、MAF2004と一体化してSUACで開催した[18]。

デザイン系であり音楽専攻ではないが、最近のメディアコンテンツにおいてはコンピュータサウンドやインタラクショナルデザインは重要な位置を占めることから、映像作品やFLASH等のサウンドトラック制作、およびインストールや物理コンピューティング(インタラクショナルデザイン支援)についての教育を行っている[19-23]。

3. MAF2008の概要

MAF2008の開催期日は2008年12月19日(金)-12月21日(日)であった。新企画のシンポジウム(本稿では紹介割愛)とワークショップ(後述)以外の例年同様の企画として、「インストール展示」「ムービー・シアター」「Flash/Webギャラリー」「CGギャラリー」などを開催したが、最近では学生作品などで各種のコンペに入賞する力作が増えており、卒業生作品の中から復刻展示したものも含めて、レベルが年々、向上しているのが特長である。

SUAC学生の映像作品を上映する「ムービーシアター」においては、卒業生および在校生の映像作品から厳選した15作品を講堂にて上映展示した。この中にはNHK「デジスタ」のベストセレクション3作品、さらに「デジスタ」入選2作品、その他のコンペ入選作品などが含まれている。SUAC学生のFlash/Webコンテンツ作品を展示する「Flash/Web ギャラリー

一」としては、12台のノートPCを配置して、これも厳選した学生・卒業生の13作品を、来場者が自由に操作・体験できる展示コーナーを設けた。SUAC学生の2次元CG作品パネルをずらりと並べた「CGギャラリー」は講堂ホワイエを展示会場として、学生および卒業生計17人の力作計30点が並んだ。

4. 「物理コンピューティング」ワークショップ

シンポジウムと並ぶ目玉イベントとして12月21日(土)に、メディアアートの領域で注目されている「物理コンピューティング」「スケッチング」をテーマとした、3部構成の1日ワークショップを開催した。[24-29]

前半は、(1)GAINERやFunnelの開発者として活躍中の小林茂氏(IAMAS)と、(2)SUACの長嶋による、GAINERを中心とした「物理コンピューティング」「スケッチング」を体験するハンズオン・レクチャーである。これまでコンピュータ内に閉じた世界でMax/MSPやFlashなどのメディアデザインを行っていて、リアルな物理世界とやりとりする事に興味があり、「物理コンピューティング」によってインタラクティブなインスタレーションの制作における「壁」を乗り越えたい参加者を募集した。Fig.1はその風景である。

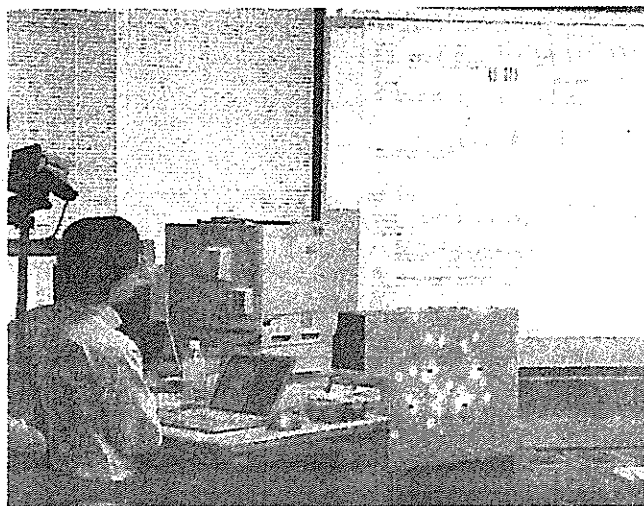


Fig.1 ワークショップの風景

後半(3)は「メディア・パフォーマンス」として、「物理コンピューティング」をパフォーマンスに活用した事例紹介として、アーティストのRAKASU PROJECT.氏のライブパフォーマンス、さらにSUACの長嶋も加わってのパフォーマンスを行った。Fig.2はその風景(GAINERを利用した新楽器「湯呑ミン」)を演奏するRAKASU PROJECT.氏である。



Fig.2 パフォーマンスの風景

5. インスタレーション・ギャラリー

SUACの「講堂ロビー」「文化芸術研究センター」「冥想空間」「西ギャラリー」の4会場で行った「インスタレーション・ギャラリー」では、SUAC教員・大学院生・学部学生・特別プロジェクトなどの計15作品の展示を行った。ここでは筆者が密接に関与した6作品を具体的に取り上げ、作品コンセプトとニーズ/シーズの両面からのデザインの詳細を紹介し、一般来場者が作品をインタラクティブに体験するためのインタラクションの提示方法とその効果に関して、「アフォーダンス」をキーワードとして考察する。

ここで「アフォーダンス」を簡単に整理すると、アフォーダンス affordance とは、環境がそこに生活する有機体に対して与える(afford)「意味」のことである(アメリカの知覚心理学者ジェームズ・J・ギブソンによる造語で、生態光学、生態心理学の基底的概念である)。動物に対する刺激という従来の知覚心理学の概念とは異なり、環境に実在し、動物(有機体)がその生活する環境を探索することによって獲得することができる意味/価値である、と定義される。本稿では1988年、D・A・ノーマンがデザインの認知心理学的研究の中で用いた、モノに備わった、ヒトが知覚できる「行為の可能性」という意味でアフォーダンスを用いている[30-32]。

5-1. 大塚 理絵「白い絵本」

メディア造形学科2回生の自主制作による意欲的な作品である(Fig.3)。カードを置く台と白い絵本があり、15種類のカード(RFID入り)のいずれかを台(RFIDリーダ内蔵)に置くと、それぞれに対応した「本」のアニメーション/ムービー等がプロジェクタから投射され音楽が鳴る。白い絵本の各ページにはシート状磁石が挟み込まれていて、ページを繰るたびに高感度磁力センサによって検出される。15種類のうちの1つでは、制作したBGMのサウンドに反応するリアルタイムCGアニメーションが生成され、別の1つでは、ページを繰るたびに楽器パートが増えて音楽アンサンブルが変化する。(GAINER + Max/MSP/jitter)

この作品においては、スクリーンに投射されるオープニング画面(来場者が何か働きかけるまでBGMとともにエンドレスに繰り返す)において、「何かカードを置いて下さい」と指示があり、カードを置くと画面は「絵本の最初のページからゆっくりページをめくるように」と説明が続くため、他に操作方法の説明パネルなどを置かなくても、誰でも容易に作品を体験することができた。



Fig.3 「白い絵本」の展示風景

5-2. 山口翔「Tiny Living」

卒業生の卒制作品の、1回生プロジェクトによる復刻展示である。顕微鏡のような外見の造形に、3枚あるプレパラートから選んでセットすると、それぞれ画面内に対応した顕微鏡映像が現れる。プレパラートの台は上下左右に5cmほど手

でスライドでき、これに応じた視界の移動とともに、画面内の生物(ボスキャラ)の移動にも合わせて、ヘッドホンからのサウンドが移動する。(GAINER + Max/MSP/jitter)

この作品については、来場者がヘッドホンをかぶって小さなモニターを見る、というスタイルから、古典的な作品と同様に「説明パネル」を作品の横に設置するとともに、画面の初期状態(待機状態)で、「ヘッドホンをかぶって下さい・・・」という操作指示を提示した。しかし、3種類あるプレパラートを台に設置するところ、さらに台をスライドさせることで画面の視野やサウンドが移動/変化する、という部分については、全ての来場者が困難なく体験できたとは言えない難易度があり、このタイプの体験型作品のインストラクションの提示に関する課題を浮き彫りにした(Fig. 4)。

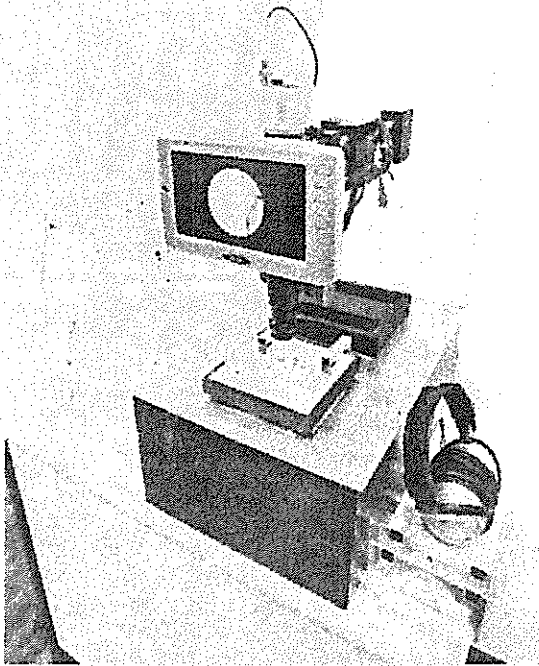


Fig. 4 「Tiny Living」の展示風景

5-3. 長嶋 洋一 + 任田 沙恵 + 小畑 海香 「電子十二影坊 (Dodeca Propeller)」

教員と学生2人によるコラボレーション作品である。SUACメディア造形学科のメディアアート展示プラットフォームである「12画面CRTパネル」を用いて、オリジナル製作のハードウェアから12画面のリアルタイムCG映像(NTSCビデオ信号)を生成し表示する。外部センサとしてMIDI入力に対応し、MAF2008においてはMIDIフットスイッチおよび会場のサウンドに対応して、リアルタイムCG生成のパラメータを変容させた。ハードウェアシステムとしては、Parallax社のPropellerプロセッサ[20]を13個搭載し、8CPU内蔵のPropellerプロセッサによるソフトウェアによって全てのリアルタイム描画処理を実現した。12画面それぞれに対応した12個のスレーブPropellerとともに、1個のマスターPropellerはMIDI受信によるリアルタイム・パラメータ処理を制御した(Fig. 5)。[33]

この作品では敢えて、特に「説明パネル」を置かない方針とした。すなわち、作品の下部から延びたケーブルの先端のいかにも「フットスイッチ」を来場者が自由に踏み、という行為に任せてみた。また、誰もいないで何もしない場合には一定時間が経過すると勝手に描画が変化し、さらに現場のサウンドにも反応するような動作としたが、多数の来場者が来た際に、複数のスイッチ(最大で同時に4個)、さらにサウンドに対応した変化、という複数のアクションが混ざった場合に情報が錯綜し、来場者にとってどの働きかけでどのようにCGが変化しているのか、という対応関係が分からなくなる、という問題点が露呈した。「なんでも出来る」システムの構築は比較的容易であるが、同時に多数の「なんでも」が到来した場合には意図的に感度を低下させる・情報を適宜選択する、というような対応の必要性を提起した。

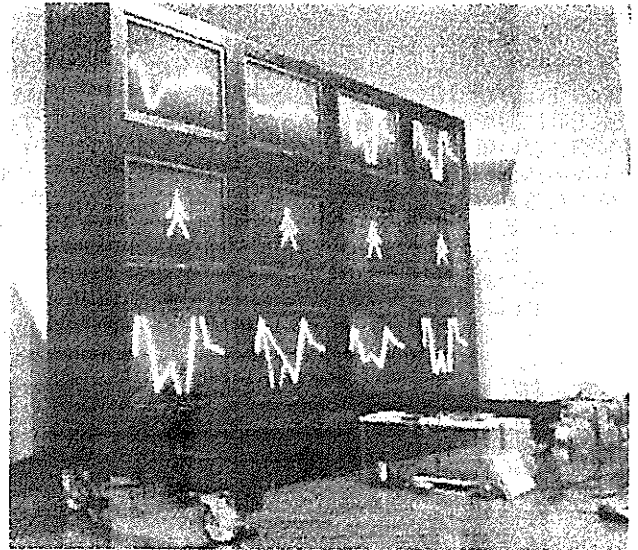


Fig. 5 「電子十二影坊」の展示風景

5-4. 山本 達弘 「2.5次元 ブロック崩し」

4回生の前期課題制作(卒業制作の一部)で、カメラの画像認識を用いたインタラクティブなインストール作品(FLASH)である。来場者は大きな赤色のブロックを持って移動すると、画面の中の「ブロック崩し」のラケットがこの移動にリンクしていて、身体の移動によってゲームする。この作品ではサウンドはゲームとしての効果音だけであったが、継承した卒業制作(さらに2つのモードを追加)においては、3箇所の「楽器ブロック」を攻略することによってアンサンブルのパートが増えていきBGMを構成する、という「楽器モード」も加わった(Fig. 6)。

巨大な井戸の底のようなSUAC「冥想空間」を会場としているため、基本的に「暗い」展示体験空間であり、詳しいインストラクションをパネルで提示することが出来ないため、一部についてはスクリーン上に表示したものの、実際には現場のスタッフが例示したりアドバイスすることで、ようやく来場者はこのゲームを体験することができた。しかし、一度慣れてしまえば、身体動作による巨大ではあるものの、よく慣れ親しんだ「ブロック崩し」ということもあり、ほとんど全ての来場者が容易に楽しむことが出来た。シンプルなゲームであるほど容易にハマる、という原則を再確認できたが、「(見上げて)首が痛くなった」との意見も聞かれた。

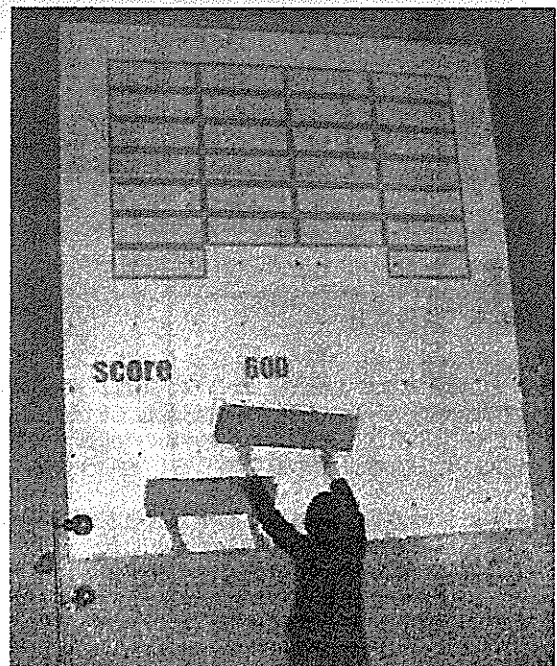


Fig. 6 「2.5次元 ブロック崩し」の展示風景

5-5. 岡山 文香「らっとらいどらいと」

卒業生の卒制作品の、1回生プロジェクトによる復刻展示である (Fig. 7)。お尻でお絵描きが出来る「乗るマウス」を馬鹿正直に造形制作したものであり、誰が乗っても壊れず潰れず倒れない頑丈なマウスの底部中央には、普通の光学マウスが埋め込まれている。ただしマウスの移動距離がメートル単位となるために、Max/MSP/jitterによって、「100歩進んだら95歩戻る」ような特別な座標変換処理を加えて、スクリーン全面に拡大したMax/MSPのlcdオブジェクトに描画する、という作品である。

この作品においても、スタッフなり他の誰かが体験しているのをチラッとでも見れば、誰でも容易に「使う」ことが出来るということ、敢えて操作説明パネルなどを設置しなかった。ただし、ラインを引くための「マウスボタンdown」という処理については、巨大な造形のために専用の巨大ボタンを上部に設置し、光学マウスのボタン回路をそこまで引き出すとともに、動くボタンがOFFになる事から、トグル動作となるように改造している。この部分の説明が不足していた事と、画面全消去のための「ダブルクリック」については、トグル動作のために「4回クリック」が必要となる、という仕様を提示していなかった問題点が指摘された。単純なだけに好評ではあったが、説明スタッフがほぼ現場に常駐することが必要となった。

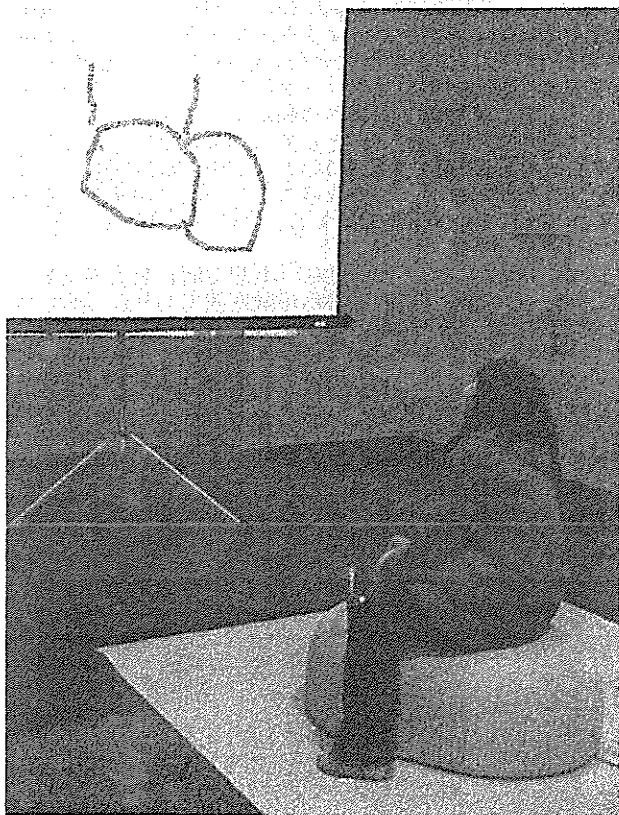


Fig. 7 「らっとらいどらいと」の展示風景

5-6. 山口 翔「風見屏風」

卒業生の卒制作品の、1回生プロジェクトによる復刻展示である。NHKデジスタにも入選したこの作品は、来場者が手前の台 (内部からビデオカメラで形状認識している) の上に手をかざすと、その形状に対応して、10*10の100画素に対応した風車が回って、その「絵を風で感じる」という作品である (Fig. 8)。

この作品においても、意図的に操作方法などの説明パネルを省略して、来場者の反応を見守ることとした。正面に立ちただかる「屏風」にまで来て触れるような来場者がほとんどいなかったのは、そこからケーブルが延びた「台」があり、その高さがいかにも「手をここに置いて」というものであったからか、ほとんどの来場者は自然に手をかざした。するとわずかの遅延の後に風車が回転して、とりあえず「風」を感じ

ることは出来た。ただし、「かざした手の形」と、粗いビットマップとしての風車の位置 (画素) との対応に、全員が気付いて楽しめたか、という点にはやや課題を感じた。ただし、技術的な詳細 (画像認識→画素のON/OFF→対応する位置の風車の回転) をくどくど説明したくない (興奮め)、という作者の意図もあり、このあたりは、インタラクティブなインストール作品と、意図 (操作方法) を必ず伝えたいゲーム作品との違い、という問題提起とも思えた。

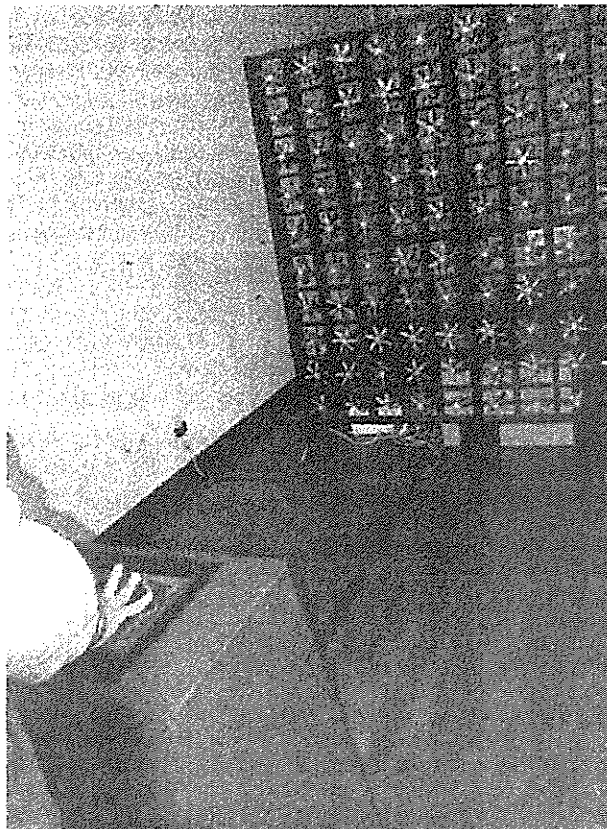


Fig. 8 「風見屏風」の展示風景

5. インストール作品のHCIについて

本稿では、MAF2008で展示した多数のインストール作品の中で、筆者がその制作に関与したり支援した6作品に限定して紹介したが、他作家のインストール作品についても、展示において、どのように一般の来場者 (年齢・性別・職業・嗜好などバラバラ) に対して「使い方」「楽しみ方」「体験の方法」を提示するか、には苦心していた。

インタラクティブなメディアアートであれば、インストール以外でも、ゲームでもFLASHでもWebでも、同様にHCIの課題は作品ごとに常に提起されている。操縦席で運転手に提示するのであれば、論理的に矛盾ない説明を機能的に簡潔に行えばいいとして、もっと柔らかいモチベーションを来場者に提供する、つまり漠然とした興味から楽しみ/喜びを喚起する方向に導きたい、という要請はかなり高度なものであると思われる。

「見た通り」というのは一つの方策であるが、エンタテインメントの視点からは、「見るほど単純じゃないものをマスターした時の快感」という視点も捨て難い。この両者を、できれば冗長/不粋な「説明パネル」を使わずに伝えたい、というのが作家の要請なのである。そこで解決のヒントとなるのがアフォーダンスではないのか、と筆者は考える。

このような問題意識での検討はまだ始まったところであるが、一つのアプローチとして、インストールを1つのシステムと考えた場合に、そこに多数のセンサ入力があり、また多数のチャンネルからのアウトプット (広義のディスプレイ) があった場合に、これらを体験者が混乱なく受容する (関係性を理解する) ための、インタラクション情報の提示方法について、まずは追求したいと考えている。具体的には、多種の入力とそれぞれに対応した多種の出力が時間的に高密

度に混在した場合、「何が何だか分からない」という状況になり、それは一瞬で、インスタレーション作品に対する興味の消失に繋がった事例から、「情報を梳く」ことを調査したい。インタラクションに関する情報トラフィックが過度に高まった場合には、システムが自動的に適確に情報を開閉することで、来場者がインタラクションの関係性を見失わないようにする、という戦略である。これは次のプロジェクトで実験的に実装するだけでなく、過去の作品の復刻展示の機会にも、アルゴリズムの改編という形で実験していきたい。

6.おわりに

メディア・インスタレーション作品のユーザインターフェースに関して、アフォーダンスの視点から検討した。SUACの10年目である2009年のMAF2009については、「しずおか国民文化祭」の一環として、文化庁メディア芸術祭の地方開催イベントである「文化庁メディア芸術祭 in SUAC」をMAF2009の一部として、2009年10月30日から11月3日まで開催する予定である。SUACからは文化庁メディア芸術祭の一環である「学生CGコンテスト」において2007年に1作品、2008年に2作品が佳作入賞したので、これらの凱旋展示を含めた盛大な作品展示を予定している。本稿で紹介したようなインスタレーション作品についても、新しい卒業制作作品、さらに3回生/4回生の総合演習課題作品などとして、意欲的な新作が登場する予定である。

音楽情報処理関係の国際会議ISMIRの開催と重複する日程で恐縮ではあるが、さらに拡大した物理コンピューティングのワークショップ、ライブComputer Musicパフォーマンス、著名なメディアアーティストの招待、なども合わせて計画中である。興味ある方々の参加をお待ちしている。

参考文献/リンク

- [1] SUACメディア造形学科
<http://www.suac.ac.jp/education/design/mmdp/>
- [2] SUACメディア造形学科オリジナルサイト
<http://www.suac.ac.jp/~media/>
- [3] 長嶋洋一, 静岡文化芸術大学スタジオリポート, 情報処理学会研究報告 Vol. 2000, No. 118 (2000-MUS-38), 情報処理学会, 2000
- [4] 長嶋洋一, SUACにおけるメディアアート活動の報告 (2000-2001), 静岡文化芸術大学紀要・第2号2001年, 静岡文化芸術大学, 2002
- [5] 長嶋洋一, メディアアートフェスティバル2002開催報告, 情報処理学会研究報告 Vol. 2000, No. 123 (2000-MUS-48), 情報処理学会, 2002
- [6] 長嶋洋一, NIME04/MAF2004開催報告, 情報処理学会研究報告 Vol. 2004, No. 111 (2004-MUS-57), 情報処理学会, 2004
- [7] 長嶋洋一, メディアコンテンツ・デザイン教育におけるコンピュータサウンドの活用事例, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 102 (2007-MUS-72), 情報処理学会, 2007
- [8] SUACインスタレーション(1)
<http://1106.suac.net/news2/installation/>
- [9] SUACインスタレーション(2)
<http://1106.suac.net/news2/installation2/>
- [10] MAF2001, <http://1106.suac.net/SS2001/>
- [11] MAF2002, <http://1106.suac.net/MAF2002/>
- [12] MAF2003, <http://1106.suac.net/MAF2003/>
- [13] MAF2004, <http://1106.suac.net/MAF2004/>
- [14] MAS2005, <http://1106.suac.net/MAS2005/>
- [15] MAF2006, <http://1106.suac.net/MAF2006/>
- [16] MAF2007, <http://1106.suac.net/MAF2007/>
- [17] MAF2008, <http://1106.suac.net/MAF2008/>
- [18] NIME04, <http://suac.net/NIME/>
- [19] 長嶋洋一, サウンド・インスタレーションのプラットフォームについて, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 50 (2008-MUS-75) (2008-HCI-128), 情報処理学会, 2008
- [20] 長嶋洋一, 並列処理プロセッサを活用したメディアアートのための汎用インターフェース, 情報処理学会研究報

- 告 Vol. 2008, No. 78 (2008-MUS-76), 情報処理学会, 2008
- [21] 長嶋洋一, フィジカル・コンピューティングとメディアアート/音楽情報科学, 情報処理学会研究報告 Vol. 2008, No. 89 (2008-MUS-77), 情報処理学会, 2008
- [22] ASL <http://nagasm.org/>
- [23] SUAC長嶋研究室 <http://1106.suac.net/>
- [24] 小林氏サイト <http://gainer.cc>
- [25] ハードウェアでスケッチする(日経BPインタビュー)
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20080825/156872/>
- [26] 作るサウンドエレクトロニクス
<http://nagasm.org/ASL/mse/>
- [27] Propeller日記
<http://nagasm.suac.net/ASL/Propeller/>
- [28] Arduino日記 <http://nagasm.suac.net/ASL/Arduino/>
- [29] RAKASU PROJECT. 氏プロフィール
<http://homepage.mac.com/rakasu/Sites/RPHP/>
- [30] 佐々木正人, アフォーダンス - 新しい認知の理論, 岩波書店, 1994
- [31] ジェイムズ・J・ギブソン, 生態学的視覚論&ヒトの知覚世界を探る, サイエンス社, 1986
- [32] Donald A. Normangs (野島久雄 訳), 誰のためのデザイン - 認知科学者のデザイン原論, 新曜社
- [33] 電子十二影坊 (Dodeca Propeller)
<http://nagasm.suac.net/ASL/12Propeller/>