

# 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(インスタレーション/パフォーマンス)、および音楽情報科学など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]。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、ここでは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。人間の手作り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、ラビッド・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、科学の実験(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。「傾けると色が変わるキューブ」(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タレーションの事例紹介

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]

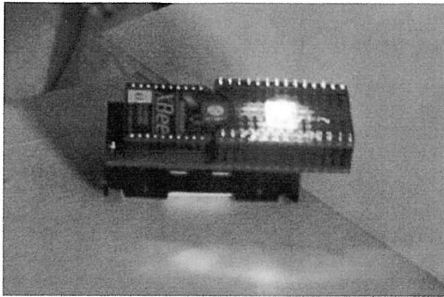


Fig. 5 小林茂氏が発表したfunnelモジュール

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  $\mu$  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]

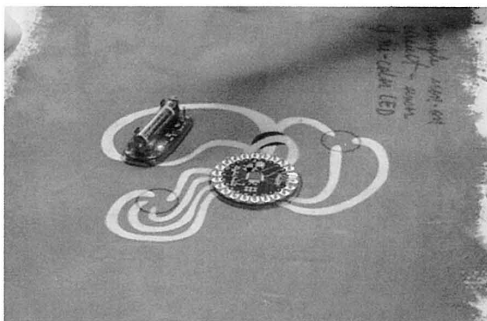


Fig. 6 布の上のArduinoシステム

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 Inventer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]

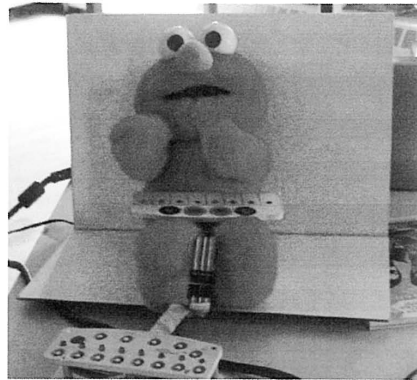


Fig. 7 自動演奏ロボット

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]

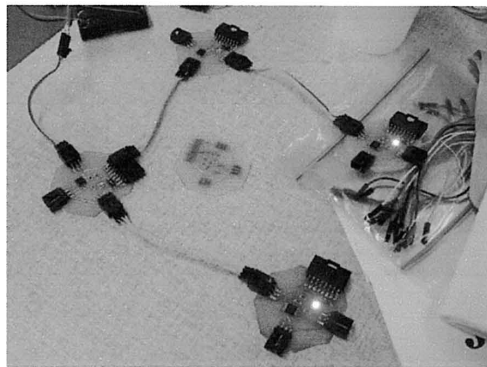


Fig. 8 メッシュネットワークのデモ

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ティ(^\_^)

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ひっつけると導電する[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

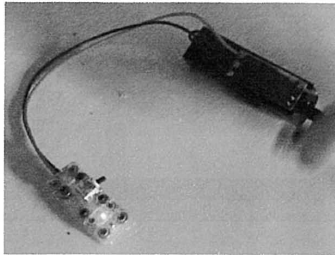


Fig.9 マグネットで接続される電子ブロック

## 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：結局は三色高輝度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も出しています

### 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

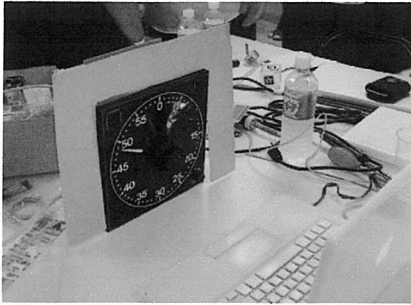


Fig.11 Sketching in hardware exerciseの様様

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
- [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](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/>