

post-Gainer時代の音楽情報科学platform

長嶋洋一†¹

概要：約10年前に音楽情報科学やエンタテインメントシステムをデザインするためのインターフェース・プラットフォームについて整理報告したが、当時、世界的に主役であったGainerは開発者と製造元との合議により「終了」（製造販売中止）となって約2年が経過した。交代するように登場したArduinoは世界的に普及しているものの、Gainerのお手軽さに比べてやや敷居が高く、Arduinoスタンドアロン（単体でLEDを点灯させたりセンサで音が鳴ったり）の安易な電子工作の裾野は広がったものの、インタラクティブ・マルチメディアシステム（物理コンピューティング）の実現についてはむしろ初級デザイナーの世界で低調となってきた懸念がある。本稿では、Max7ベースのコンピュータシステムの外部インターフェースとしてArduinoをGainerのように活用する3種類の新しいテクニックを整理紹介するとともに、Gainerの能力では実現できず、かといって電力消費の大きなRaspberry Pi等を使えない領域のインターフェース・プラットフォームとして、mbedとPropellerという2種類のソリューションについても紹介する。

Computer Music Platform in “post-Gainer” era

YOICHI NAGASHIMA†¹

1. はじめに

音楽情報科学(Computer Music)の世界で研究活動を続けて30年ほどになるが[1]、かつてオリジナルシステムを開発するプラットフォームとして活用してきた秋月電子のAKI-80に続くAKI-H8（いまだ現役）に加えてGainerやArduinoが普及し、さらにPropellerという強力な候補が登場したところで（約10年前）、「platformを比較検討する」という視点で報告を行った[2-7]。その後、これらの活用も交えた開発環境とプラットフォーム等の記録をopen sourceとして全てWeb公開している[8-22]。

国内だけでなく海外でも関連書籍が出て、米国Sparkfun社がセカンドソースを世界的に開発販売していたGainerは、文字通りインタラクティブシステムデザインのプラットフォームとして世界を席卷したが、2015年夏に「Gainerは製造販売終了」という驚くべきニュースが届いた[20]。研究室の院生からの「販売元のスイッチサイエンスのサイトで販売終了と書かれている」とのメールを受けて、製造元のSparkFun (CEOのNathan Seidled氏は筆者の友人)に行ってみるとこちらでもRETIREDと書かれていて驚き、Gainerの生みの親である小林茂氏（こちらも長年の友人）に問い合わせしてみると、「少し前にSparkFunやスイッチサイエンスとも話したのですが、2007年の発売からかなり時間も経ち、出荷数が非常に減ってきていたこともあり、継続の生産は行わず、終息という判断となりました。Gainerの完全な代替はありませんが、その間に私自身も開発者として参加したArduino+Firmataによる環境も整っておりますので、今後のことを考えると、Arduinoベースに切り替えていただくのが一番いいのではないかと思います」との返信を受けて、本当にGainerの終焉という事態を確認できた。

その後Arduinoは世界的に普及しているものの、Gainerのお手軽さに比べてやや敷居が高く、Arduinoスタンドアロン（単体でLEDを点灯させたりセンサで音が鳴ったり）の安易な電子工作の裾野は広がったものの、インタラクティブ

・マルチメディアシステム（物理コンピューティング）の実現についてはむしろ初級デザイナーの世界で低調となってきたような懸念がある。そこで本稿では、小林氏が指摘した「Arduino+Firmata+maxuino」とともに、Max7ベースのコンピュータシステムの外部インターフェースとしてArduinoをGainerのように活用するさらに2種類の新しいテクニックを整理紹介する。さらにGainerの能力では実現できず、かといって電力消費の大きなRaspberry Pi等を使えない領域のインターフェース・プラットフォームとして、mbedとPropellerという2種類のソリューションについても紹介する[23]。

2. Firmata(+Maxuino)

Firmata[24]とは「ArduinoをGainer化するオープンソース・ファームウェア」のことであり、PCと実世界とのインターフェース専用（スタンドアロン無し）である。FirmataはUSBシリアル経由で、Maxだけでなくいろいろな環境に対応している[24]。別途にシリアルポートとの通信は出来ないものの、Gainerで不足する入出力をArduinoファミリの機能に拡張できるメリットがある。

この「Firmataの走るArduino」をMaxからGainerのように扱うのがMaxuino[25]である。筆者の活用システム例として、ClydeとLittleBitsArduinoをFirmata化してMaxuino経由で使用した製作例[26]（実際にMOMステージのPerformanceで使用[27-29]）を公開しているので参照されたい。筆者の個人的な感想としては、Firmataは各種のプラットフォームに広範に対応させるために、MaxuinoではJavascriptで記述した特殊な専用オブジェクトを置いて参照する必要があり、インターフェースとして双方向に活用できるもののプロトコルがかなり大袈裟で「襷に長し」という不満があって、活用にあたってはオリジナルをカスタマイズ改編して使用している。

3. Arduino2Max

Arduino2Max[30]とはPCが実世界からセンサ入力するインターフェース専用（スタンドアロン無し）ファームウェア

†1 静岡文化芸術大学 Shizuoka University of Art and Culture.

(スケッチ)であり、Firmataよりもお手軽にArduinoをMaxの入力インターフェースとする手法で、シリアルスピードはBluetoothと同じ115200bpsでなかなか高速である。オリジナルのサンプル[30]はちょっと高飛車/大袈裟であるが、ホスト(Max)からの「r」1文字受信をポーリングして、リクエストに対して必要な入力(アナログ/デジタル)を取り込んでまとめて返送する、というシンプルな構造なので、適用するシステムに応じて自在に入力ポートを設計できる。SPIやI2Cなど特殊なインターフェースを介する高性能センサについては、それぞれの製造元がインターフェースライブラリを提供していて、Arduino2Maxからそれを呼び出すだけで自在に豊富なセンサを活用することが出来る。事例は筆者の全情報公開サイト[23]の「Arduino2Max」の部分参照されたい。

4. Arduino-USB MIDI

筆者が実験して報告公開[9]してきたように、ArduinoはC言語によるプログラム(ファームウェア)によってMIDI情報を送信することは出来るものの、MIDI情報を受信することは出来ない。多くのArduino入門書にMIDI送信だけでなく「MIDIを受信して何かする(光る/鳴る/振動する)」というサンプルが記載されているが、これはMIDI受信のトラフィックを相当に疎に調節した場合に限るのであり、一般的な電子楽器の自動演奏用にMIDIシーケンサから送られるようなMIDI情報で実験してみると、Arduinoは簡単にMIDIシリアル受信データを取りこぼす。MIDI規格ではたった1バイトでも受け損ねれば「音が鳴り止まない」というような致命的なトラブルに直結するので、正しくは**ArduinoはMIDI受信には使えない**と認識すべきである。ちなみにAKI-H8では割り込みによって、Propellerは高速並列処理によって、mbedは割り込みイベントドリブンによって、いずれも厳密な意味で過酷なトラフィックのMIDI受信を完全に行えずと筆者は実験・報告している。

しかしArduinoファミリーの中のごく一部、**Arduino Micro**だけは内部構造が特別に設計されていて、「MIDIが使えるArduino」としてMaxと連携可能である。ここではシリアル通信スピードはMIDIの31250bpsでなく115200bpsと高速であり、ライブラリがFIFO処理(割り込み・リングバッファリング)するのでMIDI受信も取りこぼしが無い。必要なライブラリを用意して、Arduinoスケッチをコンパイルする際に同じディレクトリ内に「MIDIUSB.cpp」と「MIDIUSB.h」とを置いておくとMacOSXに認識される**USB-MIDIデバイス**となってくれる。つまり、ホストのMacからは「MacOSX標準MIDIデバイス」と見え、Max側では「普通のUSB-MIDI機器」として、MIDI関係オブジェクトが扱える。事例は筆者の全情報公開サイト[23]の「Arduino-USB MIDI」の部分参照されたい。

5. Propeller

筆者がPropellerプロセッサと出会ったのは2008年であり[31-32]、解析/実験するほどにそのアーキテクチャ設計の美しさに惚れて多くのシステムに応用してきた[4][6-8]。有名なBasicStampを提供しているParallax社のCEOは自身が経営者であるより前にエンジニア/研究者であり、コンピュータ教育に必要な「癖の無い(美しい)」コンピュータとしてPropellerをMITとともに開発し、実際にMITでのコンピュータ教育に活用されている。8個の32ビットCPUをハードウェア並列動作させ、極限までインストラクションの直交性が高く、さらにオペコード/オペランドの一部を上書きする(自爆テロのような)命令体系の過激な効率/圧縮指

向アーキテクチャは一見の価値がある。日本国内で筆者レベルまでPropellerを理解/活用するヘビーユーザは数人程度で、世界的にも百人ほどがPropellerを熱烈に支持しているが、マイナーなのに10年経っても消えない不思議な存在である。筆者はICEC2009(Paris)でPropeller活用のTutorialを行ったが[33]、受講者は東欧・中東・アジアなど世界中から来ていたのが印象的であった。

ここでは個別の解説は省略するが、筆者がPropellerを活用した作品事例としては、「電子十二影坊」・新楽器「Peller-Min」・「万変鏡」[34]、OTOkakecco(4つのシリアルマウスと通信してGainer経由でホストに伝送)[35]、「誰かを待つ街」[36-39]、「Hikari」[40]、「Nepic」[41]、新楽器「GHI2014」[42-43]、振動インターフェース「VFB10」[44]などの資料を参照されたい。

6. mbed (NucleoF401RE)

mbed[45]とは、PCナシでスタンドアロン・システムを実現することが出来る、ARM CPUのオープンソース・コミュニティである(Maxと通信する高度なインターフェースシステムの実現も容易)。CPUとしてはいろいろなファミリーがあり、I/O機能はマイコンによって千差万別である。特徴的なのは、ようやくArduinoでもオンラインIDEが登場したが、mbedは最初からARM社のサーバ内にフリーのオンラインIDEだけがあり、手元にダウンロードする開発ツールというものは存在しない事である。mbedサイトには膨大なサンプルが多数あり(C言語)、ソフトウェア部品を各デザイナーが相互に活用する体系も完備している。

筆者がCQ出版「インターフェース」誌の2015年4月号の特集記事[46-47]のための実験・執筆から活用したのは、秋月電子で1400円のNucleoF401REというボードである。このボードはArduino互換シールドピン対応であり(それ以外の拡張ピンもある)、シリアル送受信は同時に複数可能、MIDIの受け落としが無く完璧である事も確認した[17]。新筋電センサ「VPP-SUAC」[48]でも活躍しているが、PAWセンサ(250 μ secごとに時分割センシングする必要がある)でArduinoでは実現不可能を活用したシステム[49-53]でも大活躍している。最近では、電力消費の大きなRaspberry Pi等を使えない領域で「mbed OS」(Unixの置換を狙う)がホットな話題であり、今後ますます発展すると予想される。

7. (追補) 偽セカンドソースに注意

オープンソース文化というのは、ハードウェアにしてもソフトウェアにしてもその技術的情報を無償公開して「皆んなでハッピーになる」という素晴らしい文化である。しかし筆者は「Gainer時代」の末期に、ちょっと気になる事例に遭遇していたので「他山の石」とすべく本稿の**追補**として紹介しておく。Gainerブームとなった全盛期、Gainerのセカンドソースは米国SparkFun社だけでなく国内からもあちこちで出現していたが、その中に「Gainer互換」を謳いながら実は互換性の無い偽物が堂々と販売されていた、という驚くべき事実である。現在ではいずれも「販売終了」となっているが、国内でGainerを販売していたスイッチサイエンス社から「Gainer mini」という謎のボードが販売されていた時期があった[54][55]。これは小林氏も「互換でない」と認める(開発者である小林氏の認証を得ずに勝手に開発された)非正規Gainerもどきであり、プラットフォームによってGainerと認識されたり認識されなかったり、という非常に不安定な代物で、バージョンが改良されても問題は解決しない(Max環境ではまったく使い物になら

ない偽物だった。Gainerとは「ProcessingでもFlashでもMaxでも使える」というインターフェースなので、「Maxで使えない」とか「Macで使えない」とかという中途半端な代物がGainerを名乗ってはおかしいのである。Arduinoのファミリーでは仕様が非常に拡大分化していても、その差異は全てIDEがボード選択のメニューで対応している(例えば内部CPUコアが16bitか32bitか等)ので、注意して選択すれば基本的な互換性は確保されているが、ざっくりとGainerという名前だけ便乗した非互換製品が登場したような事例もあったのだ、という負の教訓として記憶しておきたい。

8. おわりに

新時代のスケッチング・インターフェースとなりうる各種のプラットフォームとテクニックについて紹介した。ICEC2009(Paris)でのPropeller活用Tutorial[33]に続いて、筆者は2018年のICEC2018(Poznan, Poland)で「Bio-sensing Platforms for "Wellness Entertainment" System Design」というタイトルのTutorial Workshopを提案して採択され、2018年9月17日に開催予定である[56]。本稿のエッセンスもその第一部で紹介する予定であり、さらに先端ノウハウを伝授する。興味のある方は参加されたい。

最近の学生はお手軽開発ツールに頼ってスマホやタブレット内で閉じたアプリを作りたがる傾向があるが、世界中で刻々と発表されている新しい各種のセンサや各種の広義のディスプレイ/アクチュエータ等を活用したシステムの実現のためには、本稿で紹介したような低水準から高水準までを網羅する技術力が必要となる。筆者はいまだにAKI-H8やPropellerのプログラミングはC言語でなくアセンブラで最高性能を導くプログラミングの楽しさに浸っている。文系デザイナーならブラックボックスの活用もアリだが、音楽情報科学する専門家を指すのであれば、学生は安易な高級言語環境に安住することなく、このような身を削るシステムデザインの修羅場にも飛び込む覇気を見せて欲しいものである。

参考文献

1. <http://nagasm.org/ASL/ASL.html>
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 長嶋洋一. メディアアートのための汎用インターフェースのプラットフォームについて, 情報科学技術フォーラム2008講演論文集, 情報処理学会・電子情報通信学会, 2008.
6. Yoichi Nagashima. Parallel Processing System Design with "Propeller" Processor, Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression, NIME, 2009.
7. 長嶋洋一. 並列処理プロセッサ"Propeller"によるプラットフォームの検討, 情報処理学会研究報告 2009-MUS-083, 情報処理学会, 2009.
8. Propeller日記. <http://nagasm.org/ASL/Propeller/diary01.html>
9. Arduino日記. <http://nagasm.org/ASL/Arduino/index.html>
10. Processing日記. <http://nagasm.org/ASL/Processing/index.html>
11. SuperCollider日記. <http://nagasm.org/ASL/SuperCollider/index.html>
12. 続・Propeller日記. <http://nagasm.org/ASL/Propeller2/index.html>

13. 続々・Propeller日記. <http://nagasm.org/ASL/Propeller3/index.html>
14. RaspberryPi日記. http://nagasm.org/ASL/RaspberryPi/part_1.html
15. PureData日記. <http://nagasm.org/ASL/PureData/index.html>
16. Max6日記. <http://nagasm.org/ASL/max03/index.html>
17. mbed日記. <http://nagasm.org/ASL/mbed/index.html>
18. Myo日記. <http://nagasm.org/ASL/Myo/index.html>
19. Xcode日記. <http://nagasm.org/ASL/Xcode/index.html>
20. postGainer日記. <http://nagasm.org/ASL/postGainer/index.html>
21. Max7日記. http://nagasm.org/ASL/Max7_1/index.html
22. 続・Max7日記. http://nagasm.org/ASL/Max7_part2_1/index.html
23. スケッチング(物理コンピューティング) チュートリアル. <http://nagasm.org/Sketching/>
24. Firmata. <http://firmata.org/>
25. Maxuino. <http://maxuino.org/>
26. <http://nagasm.org/ASL/max04/index.html#maxuino>
27. <http://www.youtube.com/watch?v=sRhxGdGaSQfE>
28. <http://www.youtube.com/watch?v=c1e1U4tTkU>
29. http://www.youtube.com/watch?v=wh_iztSy-B8
30. https://playground.arduino.cc/uploads/Interfacing/Arduino2Max_Nov2012.zip
31. 長嶋洋一. Propellerを使った体験型アート作品の製作(前編), トランジスタ技術 (CQ出版社), 2008年9月.
32. 長嶋洋一. Propellerを使った体験型アート作品の製作(後編), トランジスタ技術 (CQ出版社), 2008年10月.
33. ICEC2009 Tutorial. <http://nagasm.org/ASL/ICEC2009/index.html>
34. <http://nagasm.org/ASL/Propeller2/index.html>
35. http://www.youtube.com/watch?v=OnPm0y_ORzA
36. <http://www.youtube.com/watch?v=AF210cqoh5c>
37. http://www.youtube.com/watch?v=991jm_JEWIQ
38. <http://www.youtube.com/watch?v=Z4fgXdpbkMY>
39. http://www.youtube.com/watch?v=ZC_pI9Q-08Q
40. <http://nagasm.org/ASL/Propeller3/index4.html>
41. <http://nagasm.org/1106/installation3/ikuma7.swf>
42. <http://www.youtube.com/watch?v=ZHE1BR-hN-0>
43. <http://nagasm.org/ASL/GHI2014/index.html>
44. 長嶋洋一. 皮膚から音を聞く可能性・第2弾, 情報処理学会研究報告 (2016-MUS-111), 情報処理学会, 2016.
45. <http://mbed.org/>
46. 長嶋洋一. 生体情報の信号処理<筋電を中心に>, インターフェース, CQ出版社, 2015年4月.
47. 筋電センサ関係情報. http://nagasm.org/ASL/CQ_mbed_EMG.html
48. 新・筋電センサシステム「VPP-SUAC」, <http://nagasm.org/Sketching/VPP-SUAC.html>
49. 長嶋洋一. お触り楽器, 情報処理学会研究報告 (2015-MUS-108), 情報処理学会, 2015.
50. Yoichi Nagashima. Multi Rubbing Tactile Instrument, Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression, NIME, 2016.
51. Yoichi Nagashima. Towards the BioFeedback Game --- with Interoception and Rehabilitation ---, Proceedings of the 8th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications, 2016.
52. Yoichi Nagashima. Bio-Sensing and Bio-Feedback Instruments --- DoubleMyo, MuseOSC and MRTI2015 ---, Proceedings of 2016 International Computer Music Conference, ICMA, 2016.
53. 長嶋洋一. 生体情報センシングのバイオフィードバック療法への応用について, 知覚情報研究会・研究報告, 電気学会, 2017.
54. Gainer mini v1.1 スイッチサイエンス. <https://www.switch-science.com/catalog/134/>
55. Gainer mini v1.1 スイッチサイエンス. <https://www.switch-science.com/catalog/660/>
56. ICEC2018 Tutorial/Workshop. <http://nagasm.org/ICEC2018workshop/>