

# 「触覚バイオフィードバック」汎用プラットフォームの提案 —メディアアートのウェルネスデザイン応用を目指して—

長嶋 洋一

静岡文化芸術大学 〒430-8533 静岡県浜松市中区中央2-1-1

E-mail: nagasm@suac.ac.jp

あらまし 3世代にわたって実験/試作/発表を進めてきた、指先の触覚/触感インターフェースに最適な「PAWセンサ」を活用した汎用インターフェース・プラットフォーム「PAW-double」を公開したので報告する。ここでは2個のPAWセンサから得られる8チャンネルの触覚/触感の連続値情報をmbedマイコンからホストコンピュータに伝送し、ホストのMax7環境において任意のマルチメディア情報と関連づけたコンテンツ(リハビリ・認知症予防等)を容易に開発できる。全ての部品はインターネットで安価に入手容易で、「PAW-double」を手元で試作するために必要な全ての技術情報やソースコード/バイナリコード等もWebにて公開した。このPAWセンサの「指先バイオフィードバック」は、内受容感覚に起因する情動/感情チャンネルからのメンタルセラピーとしての意義も注目される。

キーワード 触覚/触感インターフェース、バイオフィードバック、内受容感覚、情動/感情、ウェルネスデザイン、PAWセンサ

## A proposal of "tactile/rubbing biofeedback" general purpose platform — Toward an application of wellness design in media arts —

Yoichi NAGASHIMA

Shizuoka University of Art and Culture 2-1-1 chuo, naka-ku, Hamamatsu, Shizuoka 430-8533 Japan

E-mail: nagasm@suac.ac.jp

**Abstract** This is a report/proposal of a novel general-purpose platform for tactile biofeedback. The author has developed three generations of interesting tactile/rubbing sensing interfaces using "PAW sensor" developed by RT corporation. The target of these systems were (1) new musical interface, (2) new interface for interactive installation work or game, and (3) helpful interface of biofeedback for rehabilitation or prevention of dementia. Now this is a report of the fourth generation of the developments, and the author propose the general purpose tactile/rubbing interface with open source hardware/software on the Web. The new system "PAW-double" contains two PAW sensors and mbed to communicate to the host system (Max7).

**Keywords** Tactile/Rubbing Interface, BioFeedback, Interoception, Emotion/Feeling, Wellness Design, PAW sensor

### 1.はじめに

センサとマルチメディアを活用したインタラクティブ・メディアアートの領域で、オリジナル開発を進めてきた生体情報センシングを活用した、ウェルネス/ウェルビーイングを目指しリハビリ/福祉領域への応用について研究している。オープンソース時代のシステムデザインは電子情報工学の専門家でなくても応用システムを容易に試作実現できる時代となり、セラピストやデザイナーがこの「スケッチング(物理コンピューティング)」を活用していく教育的な意義を支援している。本稿では、5世代にわたって実験/試作/発表を進めてきたオリジナルの筋電センサ[1]に続いて、3世代にわたって実験/試作/発表を進めてきた4世代目として、指先の触覚/触感インターフェースに最適な「PAWセンサ」を活用した汎用インターフェース・プラットフォーム「PAW-double」を公開したので報告する。ここでは2個のPAWセンサから得られる8チャンネルの触覚/触感の連続値情報をmbedマイコンからホストコンピュータに伝送し、ホストのMax7環境において任意

のマルチメディア情報と関連づけたコンテンツ(リハビリ・認知症予防等)を容易に開発できる。全ての部品はインターネットで安価に入手容易で、「PAW-double」を手元で試作するために必要な全ての技術情報やソースコード/バイナリコード等もWebにて公開した。このPAWセンサの「指先バイオフィードバック」は、内受容感覚に起因する情動/感情チャンネルからのメンタルセラピーとしての意義も注目される。本稿では多数の「PAW-double」を教材用に試作して、デザイン教育の場で「役立つ福祉機器/ゲーム」試作のための汎用プラットフォームとして活用した事例と、リハビリ/介護士/療法士/看護師などの専門家とのワークショップにおいて実験的に紹介/意見交換した事例などについて報告する。

### 2.PAWセンサと応用システム

PAWセンサ(図1)とは、RT社が開発したユニークな触覚センサ・インターフェースである[2][3]。筆者はこれまで、第1世代(PAWセンサ1個)、第2世代(PAWセンサ10個)の

“MRTI2015” (図2)、第3世代 (PAWセンサ8個) の“PAW-eicght” (図3)、とPAWセンサを活用した新インターフェースを開発してきたが、本稿ではその詳細な解説は省略する [4-8]。それぞれの具体的な動作の様子をYouTube動画に置いたので参照されたい [9-11]。

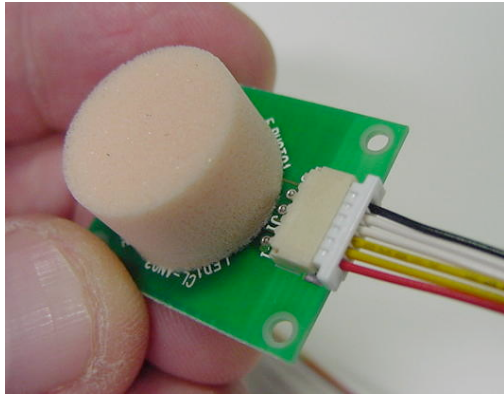


図1. PAWセンサ

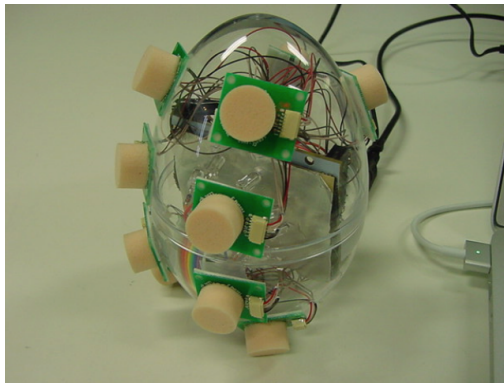


図2. 新楽器” MRTI2015”

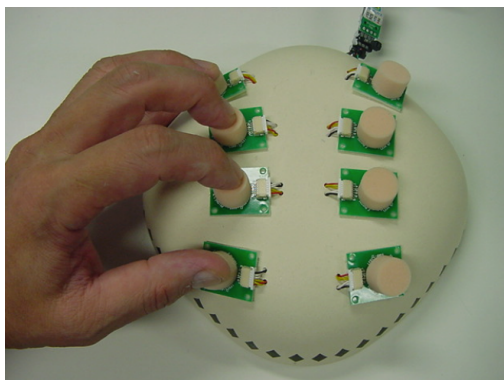


図3. 新インターフェース” PAW-eight”

### 3. 新インターフェース「PAW-double」

” MRTI2015” (図2) と “PAW-eicght” (図3) は、それぞれ最初から特定の目的をもって開発した専用マシンであったが、これらの経験から、福祉領域への応用とデザイン教育の教材として「汎用のプラットフォーム」の意義を痛感して新たに開発したのが、図4の新インターフェース「PAW-double」である。これは従来と同様にmbed (NucleoF401RE) を用いている

が、ホストシステムとのUSBインターフェースに入手容易な秋月電子の超小型USBシリアル変換モジュール「AE-FT234X」 [12] を用いることで、基本的なハンダ付けの技量さえあれば誰でも簡単に同じシステムを製作できることを目指した。オープンソース文化の賜物であるスケッチング (物理コンピューティング) の視点から、全ての「作り方」とファームウェア (開発検証済みのバイナリ) やホストのサンプルパッチまでを完全にWeb [13] で公開している。

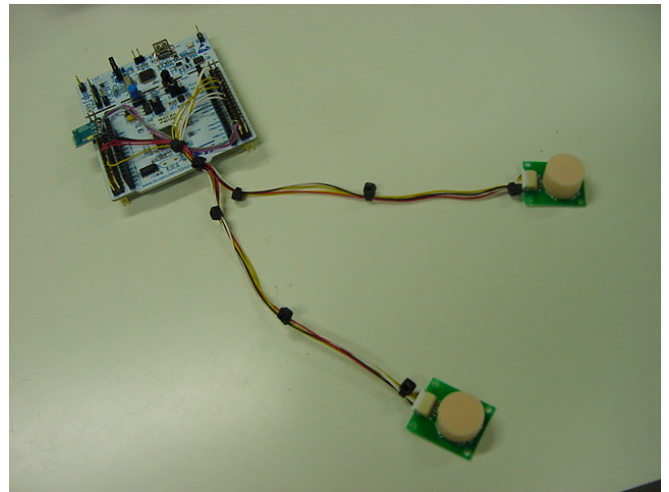


図4. 新インターフェース” PAW-double”

この「PAW-double」では、前世代の多数のPAWセンサを用いたシステムから2個へとセンサを減らしているが、その理由は1個2000円 (税別) であり、電源もUSBから取りたいのに加えて、最低限「両手の指」あるいは「2本の指」という操作がもっとも触覚コントロールの基本だからである。1本の指では該当する脳部位が局限されるが、複数の同時制御というタスクを行うバイオフィードバックによって、脳部位は複数箇所の連携が必要となり、例えば認知症予防や認知症リハビリの領域では「1でなく2」である事が非常に重要となる。

「PAW-double」はホストコンピュータ (Mac, Windows) のMax7 に対して115200bpsのUSBシリアルデバイスとして、MIDI規格の「コントロールチェンジメッセージ、MIDI-1チャンネル、コントロール番号0-7」としてセンサ1個あたり4チャンネル、計8データを7ビット精度で送ってくる。NucleoF401REのソースコード [14] が理解できればオリジナル改編も容易であるが、公開サイトにはコンパイル済みのバイナリファームウェアを置いているので、mbedのサイトにアクセスしてIDEを開くことなく、NucleoF401REをUSBでホストパソコンに接続してデスクトップに出現したアイコンにドラッグドロップするだけで、動作確認済みの標準ファームウェアの書き込みが完了してしまう [13]。

PAWセンサは1個あたり同時に4チャンネルの連続値をセンシング出来るが、薄い基板にウレタンが載っているだけなので、トレーニング用途のように巨大な力や圧力が加わる事は厳禁である。経験的に判明してきたのは、ウレタンを半分ぐらいのところ押し込みつつ、指先を微妙にコントロールして4チャンネルの出力をほぼ均一にするようなタスクがセンサ自体にとっても最適であり、実験してみると人間の触覚バイオフィードバックから生まれる内受容感覚に起因する情動/感情として、その「微妙なあたり」で豊富なウェルネス感を演出するのに最適なセンサであると思われる。

## 4. 「PAW-double」 応用の事例紹介と考察

### 4.1. デザイン教育の汎用プラットフォーム

筆者はデザイン学部デザイン学科において、主としてインタラクティブなシステムデザイン教育を行っている。デザインには古典的な「ニーズ指向」(テーマやメッセージなど伝えたい/表現したいものが先にあり、それをどう実現するかの手法を検討する)だけでなく、特にメディアアートの世界では「シーズ指向」(新しい道具/材料/技術などの種があり、それをどう活用/応用するかを検討する)の視点がある。新しい触覚センサでありリアルな物理的リアクションのあるPAWセンサは格好のシーズであり、画像認識などリアクションの無いセンシングの欠点に対して決定的な長所である。これを使って何が出来るかを調査検討し、実際に試作実験評価する、というデザイン教育にはとても有効な汎用プラットフォームであり、実際に筆者の担当講義/演習で活用を始めている。本稿執筆時点ではまだ検討の途中であるが、学期末になれば成果が出揃うので、Webサイト[13]から紹介する予定である。多くのデザイン学生はよくあるゲームを嗜好するが、後述のウェルネスデザインの視点から福祉/介護/リハビリなどの領域に生かせる成果があれば、実際に役立つものに育て上げるために専門家と評価検討していくことも考えている。

### 4.2. バイオフィードバックの汎用教材

メディアアートの領域で生体情報センシングを進めてきた筆者は、その筋電フィードバックの応用を契機に、コラボレータであるプロジェクトVPPの照岡正樹氏とともにリハビリテーションの世界でバイオフィードバックを推奨している奈良学園大学の辻下守弘氏と共同研究を進めている。過去に共同で何度かの「バイオフィードバックセミナー」を開催し、看護師/介護士/療法士などの専門家を交えて、メディアアートやスケッチングが情報工学などの専門家でなくても必要なシステムの実現を支援する可能性を提唱し、色々な課題について議論してきた。

リハビリの中で物理療法はスポーツリハビリと同様に強度を伴うものが多いために筋電センサの出番となるが、本研究のPAWセンサは指先という敏感/微細な領域のために、物理的な操作というよりも「なんだかよく分からないが、うにうに操作してハマると気持ちが良くなる」というような、作業療法あるいはメンタルセラピーの領域で特有の可能性を提示してきている。従来のバイオフィードバックは生体情報センシングの結果を視覚や聴覚でフィードバックするが、PAWセンサの場合にはそれに加えて実際に指先にウレタンの柔らかい物理的反発があり、さらに精密なコントローラでなく指先の傾きのニュアンスで4チャンネルの異なった連続量が得られることで、随意筋の(半)脱力状態に相当するような内受容感覚による情動/感情という反応が得られるところがユニークである。汎用教材として活用して、バイオフィードバックを生かした「癒し」「認知症予防」「リハビリ」などのツールの実現を目指していきたい。

### 4.3. 「曖昧コントローラ」という優位性

PAWセンサは物理的リアクションを持つ一種のコントローラであるとも言える。しかし図5のゲーム用コントローラのように多数のボタンスイッチとジョイスティックを持っていて、瞬時に多数の正確な操作を行うインターフェースと決定的に違うのは、PAWセンサはとても「曖昧」なデータが得られることと、大きな力をかければ壊れてしまうという「ひ弱さ/優しさ」にある。いわばゲームコントローラが刺々しいハイテクのコクピットであるのに対して、PAWセンサは「人

肌をなでる」ようなメンタルヘルスに溢れているのである。色々な応用システムを実験的に試作してみて判明したのは、PAWセンサでは「思いっきり押し」とか「瞬時にびしばし操作する」というようなデザインは向かないことであり、むしろ指先からのリアクションと曖昧な出力に聞き耳を立てて折り合いを付けるように姿勢で接するのがポイントであり、まさに「癒し系の応用」こそPAWセンサの王道なのである。



図5 ゲーム用コントローラの例

### 4.4. PAWセンサに向けた視聴覚フィードバック

本システムのホストPC側のプラットフォーム(開発環境)はMax7を推奨している。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については[15]などを参照されたい。筆者は1992年からMaxユーザであり、2000年からSUAC学生へのMax教育を続けてきているが、世界中の専門家がオープンソースとしてMax関連のソフト部品を共有している環境は重要である。Maxのリアルタイム3D-CG機能(OpenGL)は非常に強力であり、PAWセンサの曖昧な情報からリアルタイムにフラクタル画像や非音楽的な音響を生成する、というデモンストレーション[10]は、海外においても、専門家から子供まで「思わず笑顔になる」というメンタルウェルネスの実現を支援する、という事例を体感してきた。コントローラが曖昧なので、対応して生成されるバイオフィードバックの視聴覚情報も曖昧な方がむしろしっくり来る、というのは面白い現象だと感じている。

## 5. おわりに

「PAWセンサ」を活用した汎用インターフェース・プラットフォーム「PAW-double」を公開した。2個のPAWセンサから得られる8チャンネルの触覚/触感の連続値情報をmbedマイコンからホストコンピュータに伝送し、ホストのMax7環境において任意のマルチメディア情報と関連づけたコンテンツ(リハビリ・認知症予防等)を容易に開発できる。このPAWセンサの「指先バイオフィードバック」は、内受容感覚に起因する情動/感情チャンネルからのメンタルセラピーとしての意義もあり、今後もインタラクティブなシステムデザイン教育のツールとして色々な視点からのアプリケーションを模索しつつ、一方ではリハビリ・介護などの専門家との意見交換やフィールドテストによって、実際に役立つものを提案していきたい。

## 文 献

1. 新・筋電センサシステム「VPP-SUAC」, <http://nagasm.org/Sketching/VPP-SUAC.html>
2. PAWセンサー取扱説明書, [http://www.rt-shop.jp/download/PAW/PAWsensor\\_manual\\_JP20131225.pdf](http://www.rt-shop.jp/download/PAW/PAWsensor_manual_JP20131225.pdf)
3. PAWセンサのデモンストレーション, [http://www.youtube.com/watch?v=y\\_m0108TK6o](http://www.youtube.com/watch?v=y_m0108TK6o)
4. 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.
5. Yoichi Nagashima, Multi Rubbing Tactile Instrument, Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression, NIME, 2016.
6. Yoichi Nagashima, Towards the BioFeedback Game --- with Interoception and Rehabilitation ---, Proceedings of the 8th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications, VS-Games, 2016.
7. Yoichi Nagashima, Bio-Sensing and Bio-Feedback Instruments --- DoubleMyo, MuseOSC and MRTI2015 ---, Proceedings of 2016 International Computer Music Conference, ICMA, 2016.
8. 長嶋洋一, 身生体情報センシングと内受容感覚コミュニケーションの可能性について, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会資料(技術研究報告)HCS2017-102, 電子情報通信学会, 2018.
9. 第1世代「PAWセンサ」応用デモ, [http://www.youtube.com/watch?v=n7K7x0\\_2dD8](http://www.youtube.com/watch?v=n7K7x0_2dD8), <http://www.youtube.com/watch?v=8rwjmhainZs>
10. 第2世代「MRTI2015」応用デモ, <http://www.youtube.com/watch?v=LF7KojKRP2Y>, <http://www.youtube.com/watch?v=2SD84alrN1A>, <http://www.youtube.com/watch?v=FM1Af3TyXNk>, <http://www.youtube.com/watch?v=u6Gb62DBv7A>
11. 第3世代「PAW-eight」応用デモ, <http://www.youtube.com/watch?v=Xst9dXRCALU>, <http://www.youtube.com/watch?v=C0oaxStd5Q4>, <http://www.youtube.com/watch?v=ObDPpRR5oiE>
12. 超小型USBシリアル変換モジュール「AE-FT234X」, <http://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-08461/>
13. 新・触覚センサシステム「PAW-double」, <http://nagasm.org/Sketching/PAW-double.html>
14. NucleoF401REソースコード, [http://nagasm.org/Sketching/PAW-double/NucleoF401RE\\_source.txt](http://nagasm.org/Sketching/PAW-double/NucleoF401RE_source.txt)
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, <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/index.html>