

触覚/触感インターフェースとライブ生成フラクタル/音響による ウェルネス・エンタテインメント

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 筆者はこれまでもNLP研究会などの場でフラクタルやカオスを応用した「数理造形」デザインに関して報告してきた。本稿ではヒューマンインターフェースとして「触覚/触感センサ」を活用し、触覚とマルチモーダル知覚による「癒し感」・「不思議体験」によるウェルネス(→福祉領域)指向のエンタテインメントを目指して、リアルタイム・フィードバックとして音響生成と共にフラクタルのアルゴリズムによるグラフィック生成を行った試作システムについて報告する。

キーワード 触覚/触感センサー, フラクタル, メディアアート, ウェルネス・エンタテインメント

Wellness Entertainment with Rubbing/Tactile Interface and Live-Generated Fractals/Sounds

Yoichi NAFASGIMA†

†Shizuoka University of Art and Culture 2-1-1 Chuo, Naka-ku, Hamamatsu, Shizuoka, 430-8533 Japan

E-mail: †nagasm@suac.ac.jp

Abstract I have reported on "Mathematical Modeling" design using fractals and chaos at NLP research meetings. In this paper, I report on a prototype system that utilizes "tactile/rubbing sensors" as a human interface, and generates graphics by fractal algorithms as well as sound generation as real-time feedback, aiming at wellness/welfare oriented entertainment with "healing sensation" and "mysterious experience" by tactile and multimodal perception. This paper reports on a prototype system that generates graphics using fractal algorithms as well as sound generation as real-time feedback.

Keywords tactile/rubbing sensors, Fractal, Media Arts, Wellness Entertainment

1.はじめに

筆者はこれまでもNLP研究会などの場でフラクタルやカオスを応用した「数理造形」デザインに関して報告してきた[1-12]。色々なセンサをメディアアートのヒューマンインターフェースとして活用するという筆者の研究の領域では、新しい「触覚/触感センサ」であるPAWセンサを活用すると共に、これが人間の「内受容感覚」に働きかけるバイオフィードバックによって「ウェルネス・エンタテインメント」(→福祉領域)に通じる、という可能性を検討し報告してきた[13-25]。本稿ではヒューマンインターフェースとしてPAWセンサ[26]を10個搭載した新楽器「MRTI2015」(図1)を用いて、触覚とマルチモーダル知覚による「癒し感」・「不思議体験」によるウェルネス(→福祉領域)指向のエンタテインメントを目指して、リアルタイム・フィードバックとして個性的な音響生成と共にフラクタルのアルゴリズムによるグラフィック生成(図2)を行った試作システム[27-30]について報告する。

2.PAWセンサと新楽器「MRTI2015」

詳細は[13]にあるが、PAWセンサ[31]とはアールティ社が提供している「触覚/触感センサ」である。これを単なる「触覚センサ」と筆者が呼ばない理由は、指先で押し潰すウレタ

ンからの柔らかな反発感(押し込む圧力にほぼ比例する強さ)がもたらす「触感」を非常に高く評価しているからである。筆者はよくあるAKI-H8やArduinoなどでなく、このシステムではmbedのNucleoF401REボード[32]を利用したが、これはPAWセンサの最大性能を引き出す250 μ secのタイムスロットによる時分割多重化処理で、4チャンネルのセンシング出力電圧をA/D計測して115200bpsでホストに伝送するためである。PAWセンサを1個だけ用いた試作第1号を学生に貸し出したため、新しいマシンとして一転して多数のPAWセンサを抱えるように操作するために筆者が選んだのは、東急ハンズの「卵形のプラ容器」[33]だったのだが、内部がスケルトンで見えることに加えて、このフォルムと操作感[34-35]が後に海外での多数のデモ展示において予想外の好評を得ることとなった[36-38]。

3.Max8におけるフラクタルの実装

「新楽器」と言いながら、実は「MRTI2015」を音楽公演に使ったことはない。試作した際にMax8で制作したパッチは、10個のPAWセンサからの操作情報に対応して、サウンドとグラフィックスをリアルタイム生成するアルゴリズムとなっている。その開発プラットフォームは、筆者は1991にプロトタイ

プと出会い、もう30年ほど活用している「Max」(現行バージョンはMax8)である。本稿ではここでMaxについての解説は省略するので、末尾の参考文献URL[39-62]を参照されたい。この「MRTI2015」パッチ[63-64]は定番のフラクタル画像[65]をライブ生成するが、パラメータ操作によって時間的減衰遅延を伴うスムーズな描画[66]を実現している。その中核となる部分は図3[67]のように、CodeBoxで記述された「jit.gl.slab」と「jit.gl.pix」が「Maxでは原則として禁止」となっている無限ループ構造を構成することでiterationを実現し、描画のたびに強度を下げることで発散しない減衰遅延グラフィックとなっている。

4.内受容感覚とバイオフィードバック

触覚/触感とともに聴覚的/視覚的なマルチモーダル体験をする「MRTI2015」システムでは、まず専用の感覚器官による「外受容感覚」(聴覚/視覚)のチャンネルでは、「両手の指先10本で優しく押す」という能動的な行動に対するバイオフィードバックとして、フォルマント合成による4系統のライブ音響生成のサウンドと、上述のリアルタイム・フラクタル生成のグラフィックとを体験できる。生き物の鳴き声を想起させるサウンドにも宇宙空間をイメージさせる任意の深さのリバースを付与できるが、フラクタル描画生成にも時間的減衰遅延があるので、パッと画面が変化するのでなく、粘性流体のようにじわっと変化して次第に明確な自己相似図形の細部が現れてくる。この「優しくて穏やかな」バイオフィードバック体験は、具体的な音響のサンプリングとか具象物の写真画像などと対極をなす抽象的なものであり、後述の「ウェルネス」エンタテインメントの視点からは、対象を論理的に識別するのに比べて「AHA!」感覚に通じる曖昧さとして有効である。そして筋肉から届く「内受容感覚」においては、「両手の指先10本に柔らかく返ってくる触感」が情動に影響して新鮮な驚き/満足感として作用すると考えられる[68-69]。このシステムは看護師/介護士/理学療法士/作業療法士などのバイオフィードバック・リハビリテーションに関連する専門家にも体験してもらって意見交換をしてきたが、海外のデザイナーの専門家や素人の笑顔[36-38]に現れたウェルネス感と同様の好評価を得た。

5.ウェルネス・エンタテインメント

「シリアスゲーム」と呼ばれる領域のゲームは単なるエンタテインメント(暇つぶし)でなく、教育・訓練・リハビリ等に「役立つ」ものを指し、生体情報センシング技術とインタラクティブ・メディアアートを組み合わせた筆者の研究は、実際に医療・福祉領域で成果[70-71]が報告されている「バイオフィードバックゲーム」の専門家とのコラボレーションに発展している。最近のターゲットは軽度認知症(MCI)の予防やリハビリとして、聴覚/視覚および触覚/触感のマルチモーダル知覚によって脳内の複数の領域を同時に活性化させること、意外感/不思議感の演出による情動の活性化などを目指したシステムデザインへと進んでいる。マンデルブロ集合やジュリア集合の美しいフラクタル図形は有名であるが、静止画としてでなく、自分の両手(10本指)によって変幻自在に精密な自己相似図形がぬるぬると変化するとともに不思議な生物の鳴き声を生み出すような「MRTI2015」システムは、まさにこのウェルネス・エンタテインメントを実際に体験するツールとして位置付けることが出来る。自然界の非線形現象を単純にシミュレーションして可視化しただけ、という以上の面白さがここには存在しているらしく、COVID-19のために高齢者施設などでのフィールドテストの機会が失われているものの、今後もこの可能性を追求していきたい。

6.おわりに：フラクタル/カオスの持つ可能性

筆者がフラクタル/カオスの面白さに興味をもった時期(非

力なコンピュータによって単純な3層ニューラルネットの学習に2週間かかったり、ロジスティック関数のシミュレーションにまる1日かかっていた)から35年ほどになるが、抽象的な数学的存在であるのにコンピュータシミュレーションによって生き物のような躍動感をもつ存在としての魅力はいまだ尽きない。NLP研究会での先輩諸兄の研究は理解を超えているものの、かつて確かに「カオスの淵」の神秘に触れた身として、今後も非線形の視点、カオスの視点を持ち続けて自分の研究を進めていきたいと考えている。

文 献

1. 長嶋洋一. Chaotic Interaction Model for Hierarchical Structure in Music. 平成5年度前期全国大会講演論文集II, 情報処理学会, 1993
2. 長嶋洋一. Musical Concept and System Design of "Chaotic Grains". 情報処理学会研究報告 Vol.93, No. 32 (93-MUS-1), 情報処理学会, 1993
3. 長嶋洋一. Chaotic Interaction Model for Real-Time Composition. 人工知能学会全国大会論文集I, 人工知能学会, 1993
4. Yoichi Nagashima. PEGASUS-2 : Real-Time Composing Environment with Chaotic Interaction Model, Proceedings of 1993 International Computer Music Conference, ICMA, 1993
5. Yoichi Nagashima. Chaotic Interaction Model for Compositional Structure, Proceedings of IAKTA / LIST International Workshop on Knowledge Technology in the Arts, 1993
6. 長嶋洋一. Chaos理論とComputer Music. 京都芸術短期大学紀要 [瓜生] 第16号, 京都芸術短期大学, 1994
7. 長嶋洋一. Attractor Synthesisによる楽音合成システムの検討. 平成6年度前期全国大会講演論文集I, 情報処理学会, 1994
8. 長嶋洋一. マルチメディア作品におけるカオス情報処理の応用(研究ノート). 京都芸術短期大学紀要 [瓜生] 第18号, 京都芸術短期大学, 1996
9. 長嶋洋一. 非線形科学の視点から「コンピュータ音楽」を考える. 電子情報通信学会非線形問題研究会(NLP)研究会資料(技術研究報告) NLP2010-133, 電子情報通信学会, 2011
10. 長嶋洋一. カオスに対する聴覚的なアプローチ(1). 電子情報通信学会非線形問題研究会(NLP)研究会資料(技術研究報告) NLP2011-158, 電子情報通信学会, 2012
11. 長嶋洋一. サウンド知覚のカオス共鳴によるモデル化に向けて. 電子情報通信学会非線形問題研究会(NLP)研究会資料(技術研究報告) NLP2013-144, 電子情報通信学会, 2014
12. 長嶋洋一. カオスに対する聴覚的なアプローチ(2). 電子情報通信学会非線形問題研究会(NLP)研究会資料(技術研究報告) NLP2014-44, 電子情報通信学会, 2014
13. 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
14. 長嶋洋一. 内受容感覚とバイオフィードバックに注目した筋電情報ジェスチャ認識によるエンタテインメント. 情報科学技術フォーラム2015講演論文集, 情報処理学会・電子情報通信学会, 2015
15. 長嶋洋一. 内受容感覚バイオフィードバックによる"癒し系エンタテインメント"の考察. エンタテインメント

- コンピューティング2015論文集, EC2015実行委員会, 2015
16. Yoichi Nagashima. Multi Rubbing Tactile Instrument. Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression, NIME, 2016
 17. 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
 18. Yoichi Nagashima. Bio-Sensing and Bio-Feedback Instruments --- DoubleMyo, MuseOSC and MRTI2015 ---. Proceedings of 2016 International Computer Music Conference, ICMA, 2016
 19. 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
 20. 長嶋洋一. 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
 21. 長嶋洋一. 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-. 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会資料(技術研究報告) HIP2018-39, 電子情報通信学会, 2018
 22. 長嶋洋一. ウェルネス・エンターテインメントを実現するメディアアート. 京都市立芸術大学 美術研究科(メディアアート) 博士(後期) 課程 博士論文, 2019 https://nagasm.org/ASL/paper/KCUA_nagasm_final.pdf
 23. 長嶋洋一. ウェルネス・エンタテインメントのための錯覚体験システム ~ 聴覚やマルチモーダル錯覚を中心として ~. 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会資料(技術研究報告) HIP2019-87, 電子情報通信学会, 2020
 24. 長嶋洋一. メディアデザインにおけるバイオフィードバック応用の事例報告, 電子情報通信学会MEとバイオサイバネティックス研究会資料(技術研究報告) MBE2021-01, 電子情報通信学会, 2021
 25. 長嶋洋一. ウェルネス・エンタテインメントのためのインタラクティブな錯覚体験システムに向けて. 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), 電子情報通信学会, 2021
 26. <https://nagasm.org/Sketching/PAW-double.html>
 27. <http://www.youtube.com/watch?v=LF7KojKRP2Y>
 28. <http://www.youtube.com/watch?v=2SD84alrN1A>
 29. <http://www.youtube.com/watch?v=FM1Af3TyXNk>
 30. <http://www.youtube.com/watch?v=u6Gb62DBv7A>
 31. <https://nagasm.org/ASL/Xcode/fig7/DSC00028.JPG>
 32. <https://nagasm.org/ASL/Xcode/fig7/DSC00027.JPG>
 33. <https://nagasm.org/1106/news4/20150623/DSC00006.JPG>
 34. <https://nagasm.org/ASL/Xcode3/fig5/035.jpg>
 35. <https://nagasm.org/ASL/Xcode3/fig7/043.jpg>
 36. <https://nagasm.org/1106/Sketch2015/Happy.html>
 37. <https://nagasm.org/1106/SI2015/Happy.html>
 38. <https://nagasm.org/1106/Sketch2019/Happy.html>
 39. Max前夜 <https://nagasm.org/ASL/max02/>
 40. "Wandering Highlander" Max Patch <https://nagasm.org/ASL/wander/patch.html>
 41. 生体センサとMax4/MSP2による事例報告 <https://nagasm.org/ASL/SIGMUS0202/>
 42. 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 <https://nagasm.org/ASL/dspss2002/>
 43. Max/MSPとKymaとLabVIEWによる音響処理について <https://nagasm.org/ASL/paper/IPSJ0303.pdf>
 44. 生体センサとMax4/MSP2による事例報告 <https://nagasm.org/ASL/SIGMUS0202/>
 45. Max6の作者自身が作るMaxパッチを見てみよう <http://www.youtube.com/watch?v=Kxr0Z7SBUuQ>
 46. Maxでブラウザを作ろう(jweb) <https://nagasm.org/1106/news4/docs/jweb.jpg>
 47. USBコントローラ用Maxパッチを作る <https://nagasm.org/1106/news5/20170419/>
 48. Maxで作った3つの錯視パッチ <http://www.youtube.com/watch?v=hGb2JW4k464>
 49. Max8について(1) <http://www.youtube.com/watch?v=6LD7mHV-50Q>
 50. Max8について(2) <http://www.youtube.com/watch?v=6GAr075fURY>
 51. Max8について(3) <http://www.youtube.com/watch?v=0QxIh0vGkVo>
 52. Max8について(4) <http://www.youtube.com/watch?v=cM59p2CLu00>
 53. Max8について(5) http://www.youtube.com/watch?v=tVd_84q4ZY
 54. Max8について(6) http://www.youtube.com/watch?v=p7_fauIjkhE
 55. Max8について(7) <http://www.youtube.com/watch?v=VtuCuCxnuNc>
 56. Max8について(8) <http://www.youtube.com/watch?v=Wu-gDICN8bw>
 57. Max8について(9) http://www.youtube.com/watch?v=ytN_xOK6mMI
 58. Max6日記 <https://nagasm.org/ASL/max03/>
 59. Max7日記 https://nagasm.org/ASL/Max7_1/
 60. 続Max7日記 https://nagasm.org/ASL/Max7_part2_1/
 61. 基礎心理学実験プロトタイプツールとしてのMax7とウェルネスエンタテインメントプラットフォームとしてのMax7 <https://nagasm.org/ASL/paper/SIGMUS201808.pdf>
 62. 音楽情報科学ツール"Max"を用いたメディアデザイン - RFIDの活用例を中心として <https://nagasm.org/ASL/paper/sigmus201908-1.pdf>
 63. <https://nagasm.org/ASL/Sketch12/fig1/013.jpg>
 64. <https://nagasm.org/ASL/Sketch12/fig1/014.jpg>
 65. <https://nagasm.org/ASL/Sketch12/fig1/015.jpg>
 66. <https://www.youtube.com/watch?v=ZezNBk2Ub-4>
 67. <https://nagasm.org/ASL/Sketch12/fig1/016.jpg>
 68. 寺澤悠理・梅田聡. 内受容感覚と感情をつなぐ心理・神経メカニズム. 心理学評論, Vol. 57, No. 1, 2014

- 69. Anil K.Seth. Interoceptive inference, emotion, and the embodied self, Trends of Cognitive Science, 17, 2013
- 70. 棟方渚. バイオフィードバックゲームの医療応用. 情報処理学会研究報告(2014-EC-33), 情報処理学会, 2014
- 71. Nacke, L.E. et al. Biofeedback Game Design - Using Direct and Indirect Physiological Control to Enhance Game Interaction. Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems, 2011

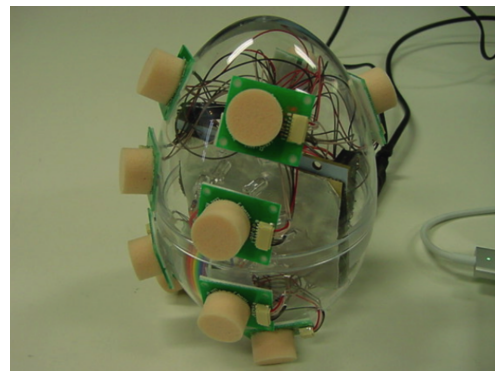


図1 新楽器「MRTI2015」

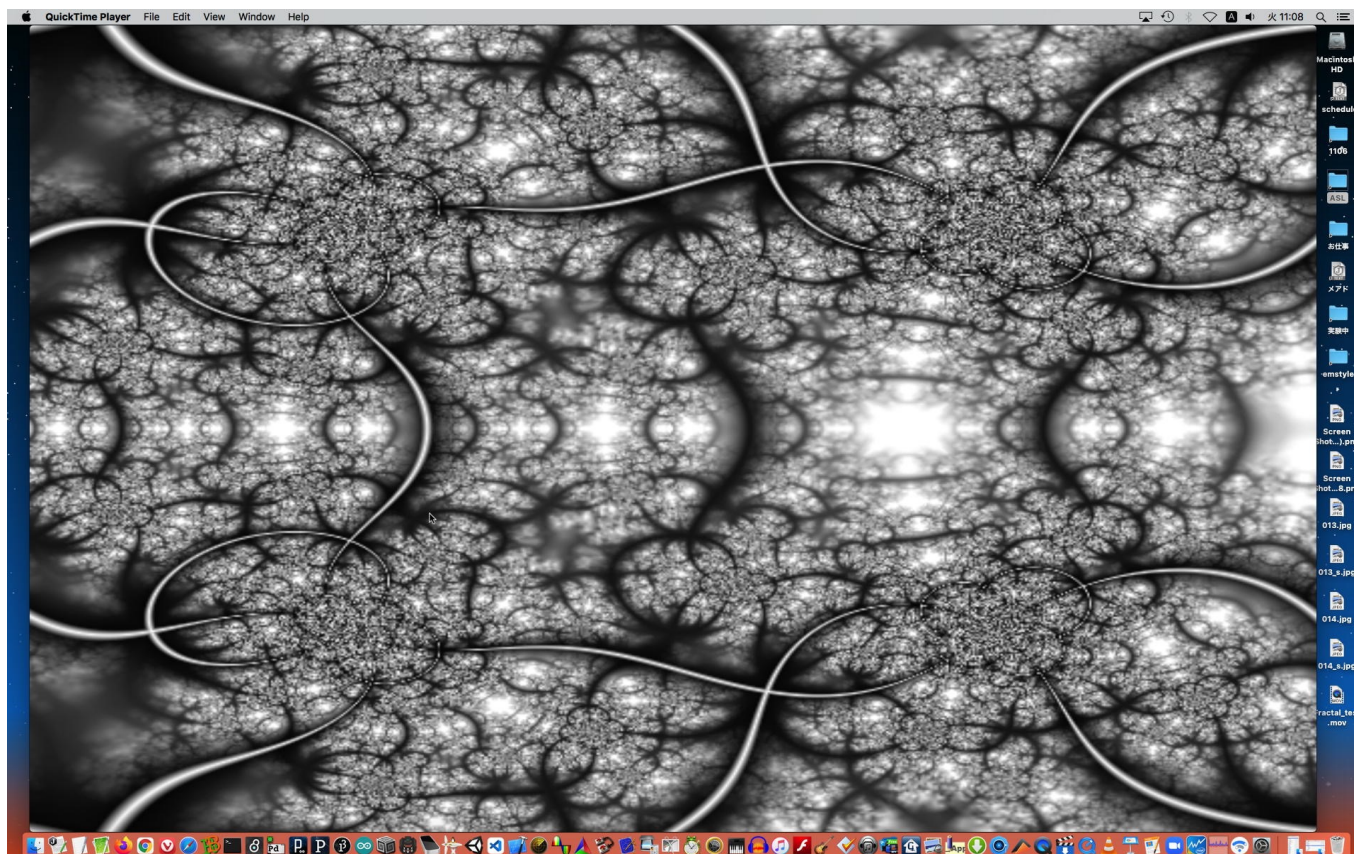


図2 ライブ描画されるフラクタル画面例

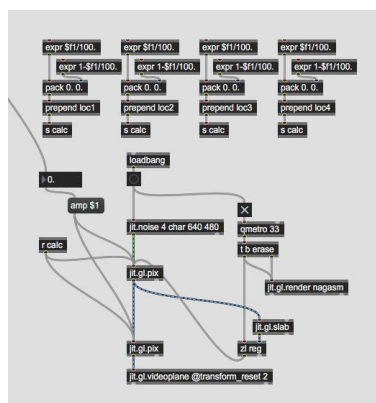


図3 フラクタル描画のMax8パッチ(部分)