

A4-1 人間の身体動作による指示認識に基づく インタラクティブサウンド生成システム

福井大学 工学部 知能システム工学科 進化ロボット研究室
北洞 穂高 (指導教員：前田 陽一郎、高橋泰岳)

1. 緒言

近年、人間とロボットやシステムとの間のインタラクションについての研究が盛んに行われている。中でも、インタラクティブアートは様々な研究がなされており [1]、カオス理論がコンピュータミュージックの分野でよく用いられている [2]。本研究室ではカオス理論を用いてサウンドを生成することによって多様な視覚的、聴覚的アミューズメント効果を人間に与える ICAS(Interactive Chaotic Amusement System) の開発を進めている [3,4]。しかしながら本システムにおいて変更できるのはカオスパラメータのみであり、人間の好みや意図を反映させるのは困難である。

そこで本研究では身体動作解析による指示認識からカオスを用いて出力されるサウンドの変動範囲を制御することにより人間が直感的にサウンド生成ができるシステムを提案する。これにより ICAS にて生成されるサウンドを身体動作により音楽要素やカオスパラメータ等を制御し、人間の意図するサウンドを容易に生成できるアミューズメント性のあるシステムを構築する。さらにシステムの有用性を示すため、アンケートによる感性評価を試みたのでそれらについても報告する。

2. 大規模カオスについて

以下では ICAS システムにおいて用いている大規模カオスについて主に説明する。大規模カオスとは、複数のカオス要素をネットワーク状に結合させていることから大規模結合写像とも呼ばれる。これを用いることで、写像全体の挙動を複雑かつ多様性のあるものにできる。大規模カオスはカオス要素の結合構造によって結合写像格子 (Coupled Map Lattice: CML)、大域結合写像 (Globally Coupled Map: GCM) に分類される。本研究でも用いられる大域結合写像とは、個々のカオス要素の出力値の平均をとり、全体へ影響させるモデルであり、式は以下のとおりである。本研究の GCM のカオス要素には (1) 式のロジスティック写像、結合式には (2) 式を用いており、 $x_i(t)$ が状態、 e が全要素に働く結合力、 $f(x_i(t))$ は (1) 式であり、 N は全カオス要素の数である。

$$x_{i+1}(t) = 1 - ax_i(t)^2 \quad (1)$$

$$x_i(t+1) = [1 - e]f(x_i(t)) + \frac{e}{N} \sum_{j=1}^N f(x_j(t)) \quad (2)$$

3. ICAS

本研究室ではカオス理論を用いてサウンドを生成することによって多様な視覚的、聴覚的アミューズメント効果を人間に与える ICAS(Interactive Chaotic Amusement System) の開発を進めている。本研究ではこの

ICAS システムを用いたサウンド生成実験を行ったので、ここではその概要について説明する。

図 1 に GCM によるサウンド生成の概念図を示す。本システムでは非同期性パラメータ a と同期性パラメータ e の 2 つのパラメータを GCM ごとに調整し、サウンドを制御することが可能である。主に制御できるサウンドは音高・音長・音量の 3 種類を GCM のカオスパラメータにて制御している。他にもシステムに適用している音楽要素としてテンポ、音色、エコー、調性などがある。

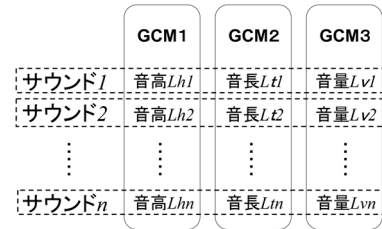


図 1: ICAS のサウンド生成の概念図

4. 身体動作による指示認識が可能な ICAS

動作解析にはモーションキャプチャによる身体の特徴部位座標を求め、身体動作による指示認識により前述の ICAS システムを制御する (図 2)。指示方法は ICAS の制御にも用いられているカオスパラメータと ICAS による音のいくつかの出力を制御できるようにした。今回は 2 通りの制御方法を検証した。「実験 1」では手を中心とした音操作を行う方法を、「実験 2」では身体をできる限り利用する方法を提案する。主な行動と音の制御の対応は以下の表 1 のとおりである。

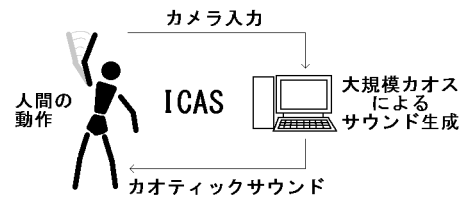


図 2: 身体動作による指示認識 ICAS の概念図

表 1: 実験手法

制御項目	実験 1	実験 2
カオスパラメータ a	左手-左肩の x 座標の差	体の中心の x 座標
カオスパラメータ e	左手-左肩の y 座標の差	体の中心の z 座標
音全体の大きさ	右手-右肩の x 座標の差	左手-左肩の y 座標の差
音全体の高さ	右肩の y 座標の差	右手-右肩の y 座標の差
テンポ	体の中心の z 座標	右手-右肩の x 座標の差

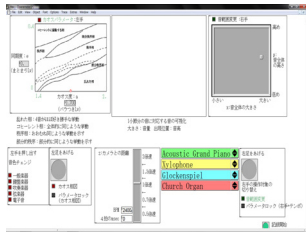


図 3: シミュレータ画面

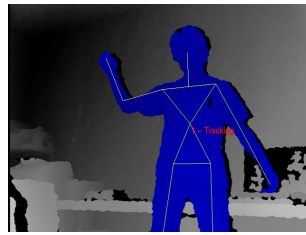


図 4: キャプチャ画像

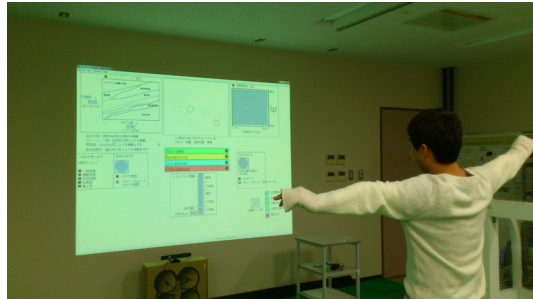


図 5: 実験風景

表 2: アンケート内容

インターフェースについて							
つまらない	1	2	3	4	5	6	7
嫌い	1	2	3	4	5	6	7
飽き易い	1	2	3	4	5	6	7
見にくい	1	2	3	4	5	6	7
分かりにくい	1	2	3	4	5	6	7
使いにくい	1	2	3	4	5	6	7
生成音について							
嫌い	1	2	3	4	5	6	7
つまらない	1	2	3	4	5	6	7
悲しい	1	2	3	4	5	6	7
穏やか	1	2	3	4	5	6	7
複雑	1	2	3	4	5	6	7
人間的	1	2	3	4	5	6	7
面白い							
好き							
飽き難い							
見やすい							
分かりやすい							
使いやすい							
好き							
面白い							
楽しい							
激しい							
単純							
機械的							

5. サウンド生成実験

提案手法を評価するため実験システムを構築した。モーションキャプチャ用のカメラデバイスに Microsoft 社の Kinect を、音楽生成に Cycling'74 社の MAX/MSP+Jitter 4.6 を用いた。図 3 はシミュレータ画面、図 4 はキャプチャした身体座標の画像の一例である。今回は 20 代の男性 8 名に被験者となってもらい、システムの評価を行った。その時の実験風景を図 5 に示す。

また表 2 にアンケート内容を、図 6、図 7 にアンケート評価の結果を、図 5、図 5 に作成されたサウンドの楽譜を示す。本実験ではアンケート結果から各手法を大きく分けて操作性(使いやすい、分かりやすい、見やすい)とアミューズメント性(面白い、好き、飽きにくい)で評価した。表 3 より各提案手法を比較してみると、実験 1 では手による操作を中心にしたことで操作性の良い結果が得られた。楽しい音についてはテンポの変化が若干にくく生成が困難で、悲しい音については作りやすいとの意見が多かった。実験 2 では多少複雑であるが身体全体の動作を追加するような操作にしたことでアミューズメント性の良い結果が得られた。楽しい音についてはテンポの操作がしやすい方法だったので、好きや面白い等の項目が実験 1 よりも良い結果となった。悲しい音では実験 1 と似たような評価が得られたものの、こちらの方が生成音がややイメージとやや遠いという結果が出た。

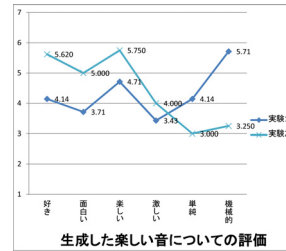


図 6: 印象評価 (楽しい音)

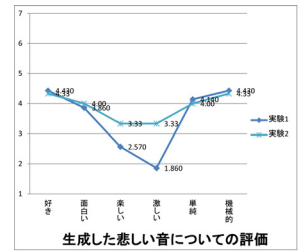


図 7: 印象評価 (悲しい音)



図 8: 生成楽譜 (楽しい音)



図 9: 生成楽譜 (悲しい音)

表 3: 実験総合評価

手法	操作性	アミューズメント性
実験 1	2.29	-0.43
実験 2	-1.67	2.67

6. 結 言

本研究では身体動作をカメラ入力により解析し、大規模カオスを用いたサウンド生成システムと組み合わせることでアミューズメントシステムの構築を試みた。本システムにより、ユーザーの意図にあった音の生成が可能になったことが分かった。また、実験 2 よりアミューズメント効果も確認することができた。また、制御パラメータの組み合わせにより音生成の操作性やアミューズメント性も確認することができた。

今後の課題としてはユーザインターフェースの更なる改良を行って、アミューズメント性の高いオーケストラサウンド生成システムの開発を目指したい。

参考文献

- [1] 鈴木莉紗, 鈴木太郎, 飯田誠, 荒川忠一, "シャボン玉を用いたインタラクティブアート", 環境芸術学会論文集, 8, 17-20 (2009)
- [2] 小平あゆみ, 神野健哉, "カオスを用いた自動作曲システム", 電子情報通信学会技術研究報告. NLP, 非線形問題, 107(478), 5-8, (2008)
- [3] 前田陽一郎, 宮下滋, "対話型遺伝的アルゴリズムを用いたカオティック・インタラクティブ・サウンド生成システム", 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.21, No.5, pp.768-781 (2009)
- [4] Shuai Chen, Yoichiro Maeda, Yasutake Takahashi, "Interactive Chaotic Sound Generation System by Using Hand Gesture of Music Conductor," 第 27 回ファジィシステムシンポジウム, CD-ROM, pp.920-924 (2011)