

福岡工業大学 学術機関リポジトリ

対話型遺伝的アルゴリズムによる混合ASMR音生成
における音源数調整の効果ー初期条件の無音遺伝子
数を変更した場合の検証ー

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 福岡工業大学総合研究機構 公開日: 2024-12-10 キーワード (Ja): キーワード (En): Interactive Evolutionary Computation, ASMR Sound, Relaxation 作成者: 福本 誠 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/11478/0002000159

対話型遺伝的アルゴリズムによる混合 ASMR 音生成における 音源数調整の効果

— 初期条件の無音遺伝子数を変更した場合の検証 —

福本 誠 (情報工学部情報工学科)

Effect of Tuning the Number of Sound Sources on Mixed ASMR Sound Generation Using an Interactive Genetic Algorithm

— Validation based on changing the number of silent genes in the initial condition —

FUKUMOTO Makoto (Department of Computer Science and Engineering, Faculty of Information Engineering)

Abstract

Interactive Evolutionary Computation (IEC) is well-known for obtaining media content suited to individual users. This study deals with the generation of mixed ASMR sounds. Although the IEC proposed in the previous study was capable of adjusting the number of ASMR sound sources, the effectiveness of the adjustment was not sufficient. This is because the system was verified under the initialization that the number of silence genes was set to 1 in a system where the upper limit of the number was 6. Therefore, this study aims to investigate the effectiveness of adjustment of the number by controlling the number of silence genes in the initial condition set to 3.

Keywords : Interactive Evolutionary Computation, ASMR Sound, Relaxation

1. はじめに

近年のインターネット上のメディアコンテンツを気軽に楽しめる時代において、ASMR (Autonomous Sensory Meridian Response) はゾクゾク感やリラクゼーション感を得られる動画コンテンツとして人気を博している。ASMR を視聴することによる効果は、アンケートや生理計測に基づく評価をもとに研究レベルでも検証されている⁽¹⁾。その一方で、こういったメディアコンテンツの好みや生理的効果には個人差があり、その利用を考えれば、ユーザ個人の感性に合う ASMR コンテンツを創り出すことが望まれる。

このような取り組みの一つに、ユーザ自身で ASMR コンテンツ生成を行う手法がある⁽²⁾。この取り組みでは、動画ではなく音のみに着目しユーザに合う ASMR コンテンツを作成する。音のみとはいえ、個々のユーザの感性に合うコンテンツが得られるならば様々な用途が期待できる。しかしながら、このようなコンテンツの作成は手間がかかるだけでなく、制作技術の習得が必要であるため初心者には向かない。さらに、得られた ASMR 音がそのユーザにとって適したものかはわからないという課題がある。

そこで著者らは、対話型進化計算を用いてユーザの主観評価を取り込むことにより、ASMR 音を生成する手法を提案してきた⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。まず、ユーザを囲むような形で多方向から再生されるバイノーラル音を組み合わせる手法⁽³⁾⁽⁴⁾を提案

した。その後、ASMR 音のコンテンツを原音とし、これらを組み合わせる手法を提案した⁽⁵⁾。動画コンテンツを生成するわけではないが、生成に用いるバイノーラル音は ASMR の中で重要な役割を果たすと考えられているため、音コンテンツのみの生成であっても効果を期待できる。この手法において、良い組み合わせを探す手法には対話型遺伝的アルゴリズム (IGA; Interactive Genetic Algorithm)⁽⁶⁾を用い、実験における評価値の推移からこの手法によりユーザの感性に合う ASMR 音を探しうることを示した。一方で、ユーザによっては明らかに好まない音源があることや、音源数が多過ぎるため複雑な音と評価されるケースが見られた。

そこで、最近の研究では、ASMR音生成において音源数も調整可能なIGAを提案した⁽⁷⁾。IGAの解は複数の変数から構成され、先行研究ではこれらを音源とすることでASMR音の組み合わせを決定し同時に再生した。さらにここでは、変数の中に無音の条件を持つものを導入することで、ユーザの評価を反映しながら音源数を調整可能とすることを目指した。聴取実験を通じ、提案手法の基礎的な有効性を調査した。これらの経緯については、こちらにまとめがある⁽⁸⁾。

本研究では、対話型進化計算によるメディアコンテンツ生成の枠組みを広げるために、組み合わせ最適化の問題の中で音源数を調整するような問題について進展を目指す。具体的には、本研究室で提案した ASMR 音生成を目的とする対話型進化計算について音源数を調整する試みがあり、音

源数を本当に調整できているのかわからない部分があるため、初期条件を調整することでさらなる調査を行う。

2. 混合 ASMR 音を生成する対話型進化計算の説明

2.1 対話型進化計算

進化計算は、数値の組み合わせで解の候補を示すことのできる様々な問題に用いられる。生物の進化を模倣したモデルにより環境に適した生物の進化が起きたように、ある数値の組み合わせの解候補である個体が問題に合う良い解となるよう進化する、すなわち最適解を探しうる手法である⁽⁶⁾。

代表的な進化計算アルゴリズムである遺伝的アルゴリズムでは、数値の組み合わせを遺伝子のようにみなし、交叉や突然変異を経て良い解の探索を行う。本研究の基礎となる対話型進化計算は、解の評価をユーザ自身で行う。評価をするための数式を明示できない人間の感性を扱う問題に適している。そのため、音だけでなく、CG や香り、味、振動など、五感に関する様々なメディアコンテンツの最適解探索に適用されている⁽⁹⁾。

2.2 対話型進化計算による混合 ASMR 音生成

本研究では、先行研究⁽⁵⁾で提案された ASMR 音生成を行う IGA をもとに、音源数を調整可能な手法を扱う。IGA は、遺伝的アルゴリズム (GA; Genetic Algorithm) の評価関数としてユーザが参加し主観評価を行うことにより、そのユーザの好むメディアコンテンツを探索する (図 1 参照)。ここでは、GA の解候補である個体の遺伝子に ASMR 音源に対応する値を付与することで、複数の ASMR 音源を混合してユーザの感性に合う ASMR 音を生成することを目指す。

本研究で扱う混合 ASMR 音生成では、個体の遺伝子が混合のもととなる音源で構成される。図 2 は、遺伝子の構成である。遺伝子座ごとに音量が異なる。また、2022 年に提案した先行研究⁽⁵⁾では同じ音源が同一個体に入ることは禁じていたが、2023 年に提案した手法⁽⁷⁾ではこれを認めた。また、2022 年に提案した手法⁽⁵⁾との比較では、無音遺伝子を導入した点も特徴である。

2.3 音源数調整可能な混合 ASMR 音生成

図 2 に、この手法で扱う GA の遺伝子の例を示す。この例では、GA の個体が 6 変数を持つ。遺伝子座によって音量が異なり、100% は ASMR 音源のもとの音量である。この手法が先行研究⁽⁵⁾から進んだ点は、上述した通り、音の重複を認めたことと、無音遺伝子を導入したことである。先行研究では無音となる遺伝子がなかったため、どの個体であっても必ず同じ数の音源をもとに ASMR 音が再生されることとなった。

本研究の提案手法では、図 2 に示す例の音源 0 が無音を示す遺伝子となる。個体の中に、複数の 0 が入ることを認めることにより、再生される音源の数が可変となる。可変と言ってもユーザ自身が手作業で調整するのではなく、IGA による探索においてユーザの評価を反映する形で自然に変化し、ユーザの感性に合う個体が生まれることを期待している。なお、遺伝子がすべて 0 になることは禁じるものと

する。

提案手法に基づき、IGA のシステムを構築した。各個体は 6 変数を持つものとし、変数は 0 から 18 の整数とした。そのうちの 1 から 18 は先行研究⁽⁵⁾で用いた心拍、呼吸、内臓が動く音などの身体音の ASMR 音源であった。0 は無音とした。GA の選択方法はエリート保存とルーレット選択、操作は 1 点交叉 (90%) と突然変異 (5%) とした。

本研究の主眼である初期条件については次節にて述べる。なお、遺伝的アルゴリズムのフローチャートや、用いられる音源の種類の詳細は、こちらの文献⁽⁸⁾に詳細が記載されているためご覧になっていただきたい。

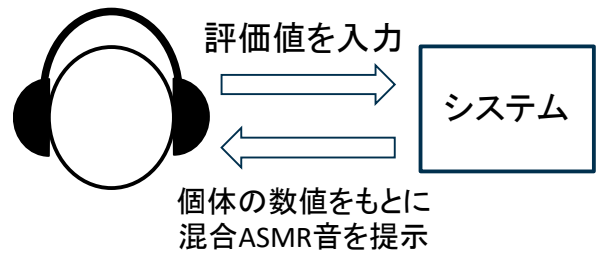


図 1 混合 ASMR 音を生成する対話型進化計算における解の評価の概念図

Fig. 1. A schema of user's evaluation in creation of mixed ASMR sounds by Interactive Evolutionary Computation.

この対話型進化計算では、システムから混合 ASMR 音が提示され、それに対して評価値を付ける形で解に対する評価が行われる。これを繰り返すことで、ユーザの感性に合う混合 ASMR 音 が得られる

音量	70%	80%	90%	100%	110%	120%
遺伝子座	0	1	2	3	4	5
音源番号	5	5	11	0	1	0

↑ ↑ ↑ ↑
 同じ種類の音源が同時に再生される 音源0は無音であるため、これらの遺伝子座の音は提示されない

図 2 無音遺伝子を取り入れることで音源数調整を行える遺伝的アルゴリズムの個体の例

Fig. 2. An example of individual of GA that adjusts the number of source sounds by introducing silent gene.

無音遺伝子を導入することで、混合 ASMR 音に含まれる音源数を調整できるようになった。また、著者らが提案した混合 ASMR 音は、もともとは 1 個体の中で扱える音源数を固定していたが、値の重複を許すことで同じ種類の音源が同時に再生されることを認めている。このルールは、無音遺伝子にも適用される

3. 実験方法

3.1 全体的な実験の手続き 提案手法の有効性を検証するために、参加者が主観評価を繰り返すことにより探索を行う聴取実験を実施した。実験参加者7名は、10世代の評価実験に参加した。一世代あたりのGAの個体数は8であり、計80回のASMR音を評価することとなった。GAそのもののパラメータは、先行研究⁽⁷⁾と同じ設定とした。

実験参加者は、システムから提示されたASMR音をノイズキャンセリングヘッドフォン(Sony)により聴取し、それぞれについてリラックス感に基づく7段階評価を行った。7段階評価はSD法に基づいており、1が非常にイライラする、4がどちらでもない、7が非常にリラックスする、とした。実験開始時に、先行研究⁽⁵⁾⁽⁷⁾と同様に、胎児が聴取するであろう音をイメージして聴取および評価を行うよう、実験者から参加者への教示が行われた。また、できるだけ正確な評価を行えるよう、同じ音を繰り返し聴取できるシステムが設定された。実験中、聴取や評価により疲労を感じた場合は、ヘッドフォンを外して自由に休憩をとれるものとした。

3.2 音源数調整の設定 特に今回は音源数の調整ができていないかの検証を行う。システムは、先行研究で構築したものをを用いる。先行研究では音源数6であり、無音となる機会を得るために初期世代のすべての個体が無音遺伝子を1つ持つこととした。また、無音も含め19種の音源を用いた。これらの条件により、もともと5種の音源数からスタートして6種が上限であったため、増える方向に変化するかわからない状態であった。

そこで、先行研究と同じく音源数を6とした上で、今回の実験では初期世代のすべての個体が3つの無音遺伝子を持つこととした。他の3つの遺伝子座では必ず音が鳴ることとした。

4. 実験結果

4.1 評価値の推移 図3に、平均評価値と最大評価値の推移を示す。これらの値は、各参加者において値を求めたのち、参加者間平均をを求める形で算出した。初期世代から平均値が4、最大値が6を超え、比較的高い値となった。また、平均値では世代の更新に伴う継続的な上昇、最大値では第2世代で高い値が見られた後に低下し、その後緩やかに上昇する傾向が観察された。

第0世代と第9世代の評価値を比較したところ、平均値、最大値の両方の評価値において、上昇する傾向が観察された。統計的な比較を行ったところ、平均値では第0世代との比較において、第9世代の方が有意に高い値となった($P < 0.05$)。

4.2 無音遺伝子数の推移 図4に無音遺伝子の数の推移を示す。一世代あたりの無音遺伝子の平均値を得たのち、参加者間平均と標準偏差を算出した。第0世代で標準偏差が0と

なったのは、全個体の無音遺伝子が3になるよう調整したためである。標準偏差については、世代の更新に伴い増加する傾向が観察された。

無音遺伝子数の推移をみると、世代の更新に伴いやや減少する傾向が観察され、第9世代では2を少し超える平均値となった。参加者ごとの推移を調べると、第9世代で無音遺伝子数が3を超えた参加者は1名のみであった。統計解析の結果、第0世代と第9世代の間で有意な違いは認められなかった。また、世代の後半でややばらつきが大きくなる結果となった。各参加者の個体ごとに無音遺伝子の数を見ると、最大となった個体の無音遺伝子数の平均値は2.86、最小となった個体の平均値は1.43であった。

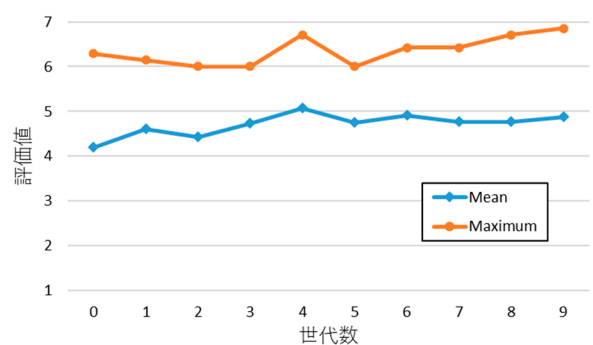


図3 平均評価値と最大評価値の推移

Fig. 3. Progress of mean fitness value and maximum fitness value.

平均評価値と最大評価値の推移を示す。各参加者の世代ごとの平均評価値と最大評価値を求めた上で、参加者間の平均を算出した。初期世代に比べ、最終世代の方が高いことがわかる

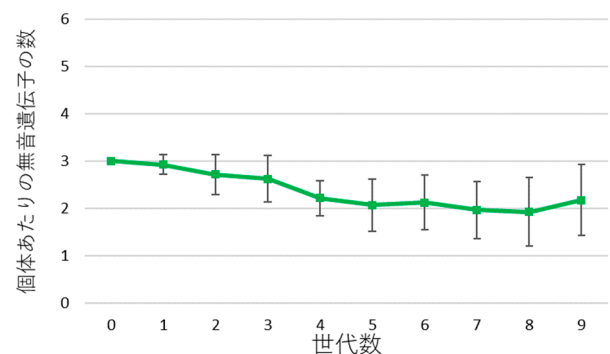


図4 無音遺伝子数の推移

Fig. 4. Progress of the mean number of silent genes.

無音遺伝子数の平均値の推移を示す。エラーバーは標準偏差であり、初期世代の無音遺伝子数はすべての個体で3となるよう操作されているため標準偏差は0である

5. 考察

平均評価値の上昇から、初期世代の音源数を 3 とした場合でも、提案手法によりユーザがリラックスできる ASMR 音の探索が可能であることがうかがえた。ただし、最大評価値では初期世代で高得点を付けた参加者がいたこともあり、上昇傾向は観察されなかった。このため、まずは探索アルゴリズムや遺伝子設計の観点から探索手法の改善を検討する必要がある。また、平均評価値の上昇からすると、良い解の探索はまだその途上と思われる。対話型進化計算のサーベイ論文⁽⁹⁾によれば、この分野における多くの実験は 10~20 世代とされるため、より長い世代での実験を行うことで最大評価値においても上昇傾向を観察できる可能性がある。我々が提案した、日をまたいで評価を行う継続型対話型進化計算⁽¹⁰⁾を用いることも検討したい。

無音遺伝子については、世代の更新を通じてその数が増える、あるいは減る全体的な傾向は観察されなかった。2023 年の取り組みでは無音遺伝子が発生する機会そのものが少なかったが、今回は遺伝子の半数が無音であることから、初期条件である程度の無音遺伝子が設定されていることになる。このような設定でも無音遺伝子の統計的な増加あるいは減少傾向は観察されなかったことから、参加者間で統一して無音遺伝子数が変化するというとはいえない段階である。ただし、増えたケースと減ったケースの両方が観察されたことは、一定の成果と考えている。また、音楽に対する好みが多様であるように、こういった音に関する感性や好みには個人差があると考えられるため、統一した増減の傾向が観察されなくとも問題はない。一方で、増減がうまく参加者の感性を反映しているかは今後調査する必要があると考えている。

6. まとめ

本研究は、先行研究で提案した混合 ASMR 音を生成する IGA において、初期世代で無音遺伝子を遺伝子長の半分に当たる 3 つ導入することで、音源を調整可能とする手法の有効性を調査した。評価指標はリラックス感であった。聴取実験の結果、平均評価値の上昇は観察されたものの、無音遺伝子の数の増加・減少傾向は観察されなかった。さらなる検証のために、遺伝子の取り得る範囲や突然変異率を改善することで無音遺伝子の数が変化しやすい条件を整えた後に、再度評価実験を行う予定である。その際には、これまで本研究室の実験で行ったように、探索実験とは別に初期世代と最終世代で得られた個体を比較するような形で、探索の有効性を検証することも検討する。

本研究のシステムは音源数調整が可能であり、これは先

行研究⁽⁷⁾の方法をそのまま用いている。無音や音の重複条件という設定を入れることで音源数の調整を実現したが、多様な音作りを目指す際に無音と音の重複という 2 つの条件を入れてしまい、音源数の調整の効果が見えにくくなってしまったのは問題である。音の重複に関しては、時間的に完全に音源である ASMR 音を同時に再生することは難しく、重複することで増加する音量を計算できない部分がある。これらの問題点の改善も必要である。また、この研究では ASMR 音に特化した取り組みを行っているが、ASMR といえばやはり動画コンテンツであろう。将来的には、対話型進化計算をベースに、視覚的な表現を取り入れたコンテンツへの展開も考えていきたい。

謝辞

本研究は、本学情報科学研究所の 2023 年度科研費リトライ研究支援制度により実施したものである。ここに謝意を表す。

文 献

- (1) Charlotte M. Eid, Colin Hamilton, and Joanna M.H. Greer: "Untangling the tingle: Investigating the association between the Autonomous Sensory Meridian Response (ASMR), neuroticism, and trait & state anxiety", PLOS ONE, Vol.17, No.2, e0262668 (2022)
- (2) 宮崎 葉月・南澤 孝太:「ASMR に基づく身体に影響を及ぼす音楽作品の制作」, 慶応義塾大学大学院修士論文 (2016)
- (3) Makoto Fukumoto and Koki Hijikuro: "Optimization of Sound of Autonomous Sensory Meridian Response with Interactive Genetic Algorithm", Proc. Joint 11th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 21st International Symposium on Advanced Intelligent Systems, DOI: 10.1109/SCISISIS50064.2020.9322721 (2020)
- (4) Makoto Fukumoto: "The Efficiency of Interactive Differential Evolution on Creation of ASMR Sounds", Proc. International Conference on Swarm Intelligence, pp.368-375 (2021)
- (5) 南 震・福本 誠:「対話型進化計算による胎児が聞こえる音を模した ASMR 音生成」, 第 24 回日本感性工学会大会, 2C-3-01 (2022)
- (6) 伊庭 齊志:「進化論的計算手法」, オーム社, pp. 87-102 (2005)
- (7) M. Fukumoto and Z. Nan: "Adjustment of Number of Sources in Creation of Mixed ASMR Sound based on Interactive Genetic Algorithm", Proc. Computer Information Systems, Biometrics and Kansei Engineering 2023, pp.237-248 (2023)
- (8) 福本 誠・南 震:「対話型進化計算によるユーザの感性に合う ASMR 音生成」, 感性工学, Vol. 21, No. 5, pp. 209-214, doi.org/10.5057/kansei.21.5_209 (2023)
- (9) H. Takagi: "Interactive Evolutionary Computation: Fusion of the Capabilities of EC Optimization and Human Evaluation", Proc. the IEEE, Vol. 89, No. 9, pp. 1275-1296 (2001)
- (10) Makoto Fukumoto and Yoshiko Hanada: "Investigation of the efficiency of continuous evaluation-based interactive evolutionary computation for composing melody", IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, doi.org/10.1002/tee.23050 (2020)