

対話型遺伝的アルゴリズムを用いた造形デザインに関する研究

望月 純^{*1}

Designing Product with Interactive Genetic Algorithm

MOCHIZUKI Jun^{*1}

Abstract - Is it possible that computer amplifies human creativity? This is the theme of this research. “Creative” working involves costs although our society needs it. Based on this problem, I proposed a system it prompts us to reach new ideas of designing product easily. In this research, I made a system called “Project_IGA_type03_standLight” which helps designing stand light with new shape. The system is using Interactive Genetic Algorithm, it enables to fuse generative factor and human selecting factor in deciding shape of stand light.

Keywords: Generative Design, Interactive Genetic Algorithm, Support Creativity

1. はじめに

近年、興隆を見せる人工知能等の技術は、将来ヒトの「創造的な」仕事にも適用されうと言われるようになった。かつて、コンピュータプログラム「AARON」^{*2}が自律的に絵を描いたことや、最近ではIBMの料理アプリ「シェフ・ワトソン」^{*3}が、新規性のある料理のメニューを提示したことを例に見ればその予想は空論ではないように思われる。「シェフ・ワトソン」の例で、我々にとって利益となるのは、今までにヒトの思考だけではたどり着けなかった発想を得ることができた点、すなわちヒトの「創造性」の強化がされた点であろう。ところでヒトの「創造的な」仕事の問題として、デザイナーやクリエイターに限らずとも、様々な課題に対し革新的な発想がより求められるようになったことや、また2020年東京五輪のエンブレムの選定では、その意匠の新規性に関する疑いもあり多くの損失が生じた事件等を挙げられる。ヒトの「創造的な」仕事には多くのコストがかかる一方、コンピュータはデザインの類型やバリエーション、あるいは複合した要素との組み合わせや融合の検討を簡易化し得る。では「創造的な」仕事のコストを低減させるインターフェースを提案することは可能であるのだろうか。転じて、我々ヒトの「創造性」とされる能力・性質は、我々がそのインターフェースを用いた作業・処理あるいはそこから生じる結果から強化可能であるのだろうか。本研究では、製品の意匠をテーマに、題材にスタンドライトのデザインを用い、ユーザーに対し新規性のある造形の決定を促すインターフェース(図1)を開発した。システムには対話型遺伝的アルゴリズムを用いた。

2. 対話型遺伝的アルゴリズム

本研究で開発したシステムとそれに用いられる対話型遺伝的アルゴリズムは、Karl Simsの芸術作品「Galápagos」

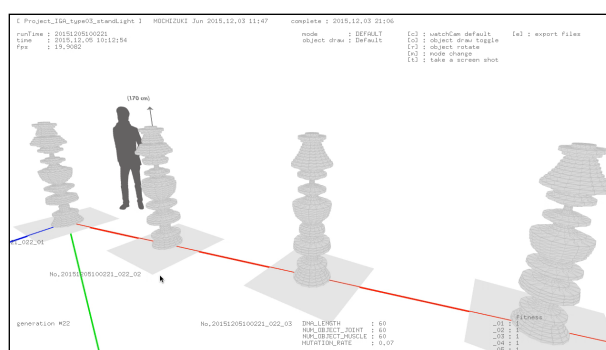


図1 スタンドライトの造形のためのインターフェース
「Project_IGA_type03_standLight」

(図2)の処理を参考としている。従来型の遺伝的アルゴリズムとは、ダーウィンの進化論における、生物個体の遺伝・変異・選択の論理から導かれた計算処理として知られ、膨大な解空間の中から最適解を特定するために用いられる計算手続きだ。この計算過程では、ランダムに発生させた解候補に対し適応度を評価する。あらかじめ設定した条件を満たしたり、あるいは近いものに高い適応度を評価し、適応度の高かった解候補同士の要素を掛け合わせ、新たな解候補を発生させる。新たに発生させた解候補にも同様の処理を行い、それを繰り返すことで最適解を特定しようとする仕組みだ。Simsの「Galápagos」では、遺伝的アルゴリズムにおける適応度の評価に、ヒトの感性による入力を取り入れた、対話型の遺伝的アルゴリズムが用いられている。この芸術作品は、複数台配置されたディスプレイ各々に、直方体等の3DCGで表される仮想生物が表示されており、鑑賞者の鑑賞時間が長かったディスプレイの仮想生物ほど高い適応度が与えられ、次世代に進化するという内容である。

本研究のインターフェースにおいては、複数個表示されたスタンドライトの造形がコンピュータディスプレイ

^{*1}: 早稲田大学 基幹理工学研究科 表現工学専攻 長 幾朗 研究室。

^{*1}: Graduate School of Fundamental Science and Engineering, the Department Intermedia Art and Science, Waseda University, Choh Laboratory.

^{*2}: Harold Cohen. AARON(1973).

^{*3}: IBM Corporation, New York, USA. シェフ・ワトソン(2014).



図2 Galápagos*4

の仮想空間において、ユーザーによる適応度の評価を通し遺伝と進化を繰り返す仕組みとなっている。ところで一般的にスタンドライトのデザインであれば、照明部を有し、自立可能であるという機能が考慮された上で、その造形が決定する。このように、アート作品と違い、製品の造形は、その製品の持つ機能が定められた上で副次的に決定される方法が正当なやり方と考えられるが、本研究ではひとまず新規性のある造形の決定を目的として、スタンドライトの持つ機能の前提を考慮していない。ただし、スタンドライトの造形に対しある程度、ヒトの感性による選択がされるため、その機能は有効であると捉えた。

3. 「創造性」とジェネラティブデザイン

本研究で扱う「創造性」という単語の定義を確認する。一般に「創造」とは、「新しいものをはじめてつくり出すこと」と定義される*5ので、すなわち、「創造性」とはそれを可能とする性質と説明できるだろう。本研究では、スタンドライトの造形を扱っているので、提案するインターフェースを通しユーザーが、新しいスタンドライトの形をはじめてつくり出すことが、本研究の目的となる。ただし、Csikszentmihalyiらは、既成の意味にとらわれずにものごとを見ることが出来るヒトの技能を「知覚」という言葉で説明し、ヒトの学習と進化に重要な「創造性」と位置付けた*6。この論理を参考にすれば、本研究では、インターフェースを通し出力されたスタンドライトの形をそのまま新規的な造形として完了させるよりか、出力された形が、ユーザーひいては我々の持つ既成のスタンドライトの意味にとらわれない、新たなスタンドライト形を見出し学習できるものであることが重要となる。

対話型遺伝的アルゴリズムは、「突然変異」等、一部にランダムな処理が含まれる。本研究で、このランダムな処理が、既成の意味にとらわれない(しかし、ヒトによる入力も含む対話型であるから全くの偶発ではない)造形を出力する要因になると仮定した。主に芸術作品の分野において、コンピュータプログラムを用いて偶発的

な結果を得る手法はジェネラティブデザインといった言葉で示される。アート作品ではない、製品、本研究ではスタンドライトに、このジェネラティブデザインの手法を適用するのは、確かに偶発性に「創造的」な結果を期待するからでもあるが、上でも論じたように、やはりその主たる理由はCsikszentmihalyiの論じる「知覚」をユーザーに促すことを目的にしたところによる。

4. スタンドライトの造形のためのインターフェース 「Project_IGA_type03_standLight」

4.1 インターフェースの概要

新しい形のスタンドライトを決定するためのインターフェースは、openFrameworks*7を用いて開発された。開発されたインターフェースは、動作環境MacBook Air*8において「Project_IGA_type03_standLight」というアプリケーションとして動作する。インターフェースは主に3種類の画面表示から構成される。1つ目は、3次元仮想空間で生成される5つのスタンドライトを、1つの仮想カメラ視界で俯瞰する「DEFAULT」表示モードである(図3)。この表示モードでは、対話型遺伝的アルゴリズムが適応される5つのスタンドライトはx軸上を一行に、x-z軸平面を「地」として自立させるよう描画されており、各個体の遺伝と進化が行われる「環境」が示されている。スケールをわかりやすくするために、身長170cmのヒトのシルエットも描画されている。2つ目は、「DEFAULT」表示モードで示されていた仮想空間を、5つの仮想カメラ視界による描画で分けた「RATING」表示モードである(図4)。「RATING」表示モードがユーザーによる、スタンドライトに対する「適応度」の評価が行われる画面表示となる。3つ目は「WATCH」表示モードであり、プロトタイピング用ファイルとしてエクスポートされるスタンドライトを確認するものである(図5)。

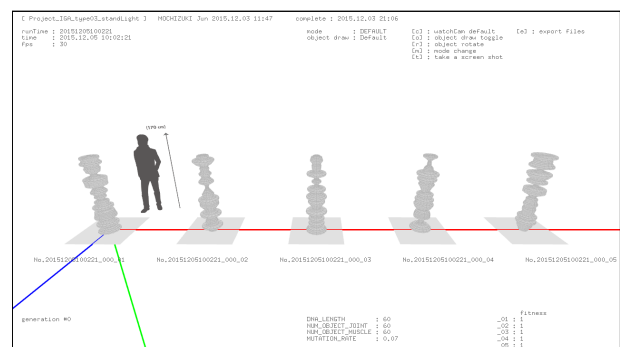


図3 「DEFAULT」表示モード

*4: Karl Sims. Galápagos(1997).

*5: 山田俊雄 他. 「角川新国語辞典」. 角川書店, 1981. p715.

*6: Csikszentmihalyi 他. 「モノの意味 大切な物の心理学」.

*7: C++ のソフトウェアフレームワーク.

*8: MacBook Air(13-inch, Mid2012), OSX EL Capitan.

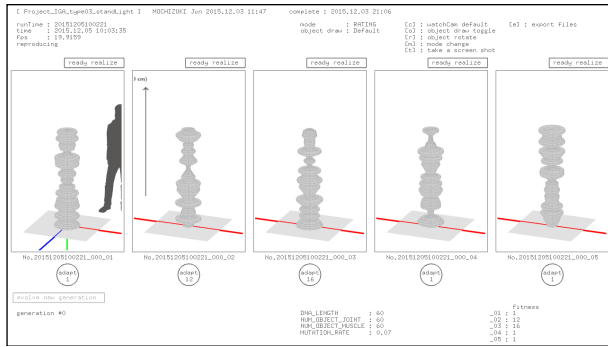


図4 「RATING」表示モード

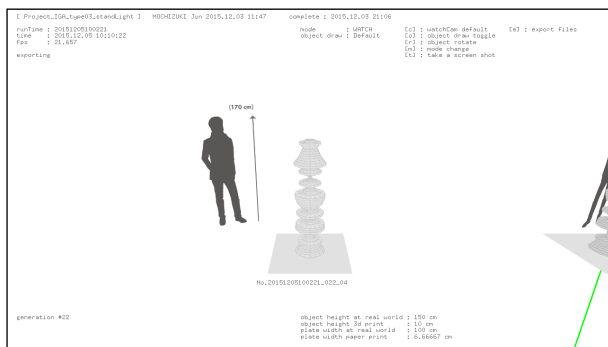


図5 「WATCH」表示モード

4.2 インターフェースを用いた造形デザインの流れ

本研究のインターフェースを用いた、スタンドライトの造形のフローチャートを図6に示す。

4.3 遺伝子の表現型

インターフェースにより提示されるスタンドライトは、円柱の立体オブジェクトである「肉」クラスと、その「肉」の中心座標を示す「関節」クラスから構成される3DCGオブジェクトである(図7)。「肉」を表す円柱の立体オブジェクトは、高さが小さい円盤であり、複数の「肉」が地から天(y軸方向負)にかけてが層状に連なることで、1個体のスタンドライトが形成される。「Project_IGA_type03_standLight」プログラムにおいて、一つの「遺伝子」は60の長さを持つfloat型配列で用意され、「遺伝子」の表現型はすなわち「肉」である60個の各円盤の半径の大きさに当たる。float型配列に格納される0~1の小数は、「肉」の半径2~20cmの数値マッピングされる。

4.4 適応度の評価

ユーザーによる実際の適応度の入力は、「RATING」表示モードにおいて、マウスカーソルを「adapt」ボタンの上に置くことで行われる。各個体の適応度の初期値は1であり、入力中は描画フレームおきに1加算される。なお次世代へスタンドライトを進化させる場合は「evolve new generation」ボタンを押下することで処理が行われ、新たに表示される各個体に対し、適応度評価の同様な操作を行える。

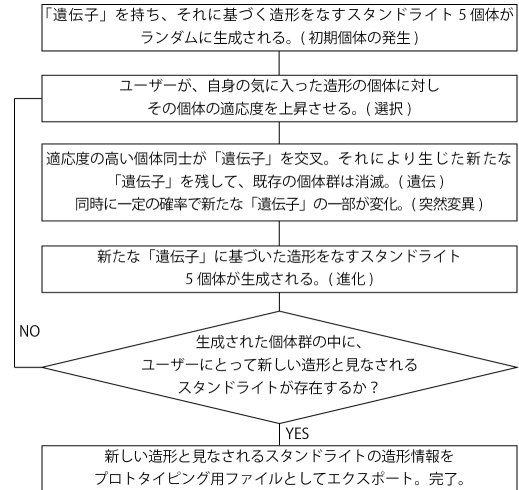


図6 インターフェースを用いた造形デザインの流れ

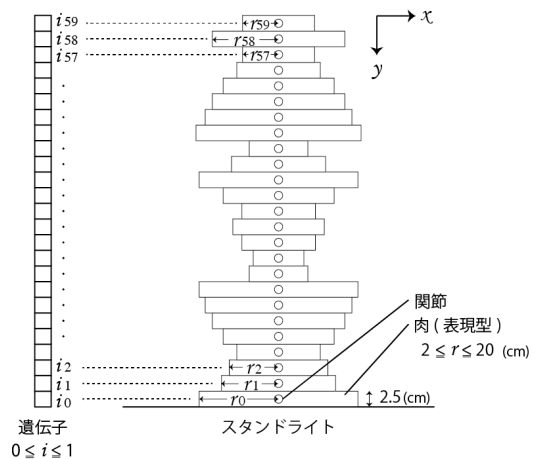


図7 遺伝子と表現型

4.5 遺伝子の交叉と突然変異

次世代の1個体の「遺伝子」は、親世代における2個体の「遺伝子」を交叉することで決定する。親世代の2個体は、適応度に応じた確率により選ばれ、適応度の高い個体ほど、次世代へ「遺伝子」を受け継ぐのに有利となる。プログラム上で、選ばれる2個体は仮に「母親」と「父親」として扱われ、その「子」に当たる次世代の個体の「遺伝子」は、天側(y軸負側)に位置する「肉」を「父親」、それ以外の「肉」を「母親」の「遺伝子」に由来するように決定し交叉する(図8)。なお、交叉点は「遺伝子」であるfloat型配列の要素i0~i59の、末端を含む61箇所の境界からランダムに決定するので、稀に「子」の「遺伝子」が全て「父親」あるいは「母親」由来になる場合がある。

「Project_IGA_type03_standLight」では、子の「遺伝子」のfloat型配列要素毎に7%の突然変異確率を設定した。「突然変異」した要素には、ランダムで0~1の小数が新たに代入され、親由来でない「肉」の形成を生じさせる。

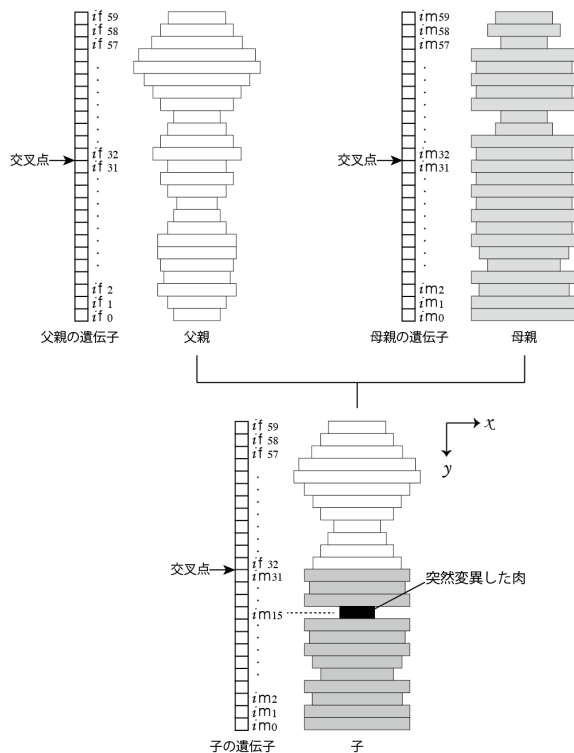


図8 遺伝と突然変異

4.6 追従形質

「Project_IGA_type03_standLight」では、交叉直後の「子」の「遺伝子」のfloat型配列奇数番目要素の値が、隣り合う2つの偶数番目要素の値の中間値を取るよう処理している。これにより生じる表現型の「肉」を「追従形質」と呼ぶこととした。

4.7 ファイルエクスポートと実空間でのプロトタイピング

「WATCH」表示モードでは、表示中のスタンドライトの造形情報を1/15拡大率の3Dプリント用ファイル(ply拡張子)と、1/1拡大率の寸法数値表データファイル(csv拡張子)に変換し、コンピュータのディスクにエクスポート・保存することができる。

5. インターフェースを通しデザインされた例

本稿筆者が当インターフェースを用いて作成したスタンドライトの例を挙げる。作成されたスタンドライト(個体番号:20151205100221_022_04)は22回の遺伝と進化が行われた後、ペーパープロトタイピング(図9)と3Dプリント(図10)により実空間で再現された。

6. 考察

つくられたスタンドライト(個体番号:20151205100221_022_04)から、我々が得られるスタンドライトの新たなデザインの「知覚」の一つに、ワイングラスや本をおける小テーブル付きスタンドライトがある。(図11)。ここから果たして「創造性」の強化を議論するには厳しい部分があるものの、インターフェースは新規的な造形の発想を支援していると捉えられる。



図9 実寸大ペーパープロトタイプ



図10 3Dプリントされた模型

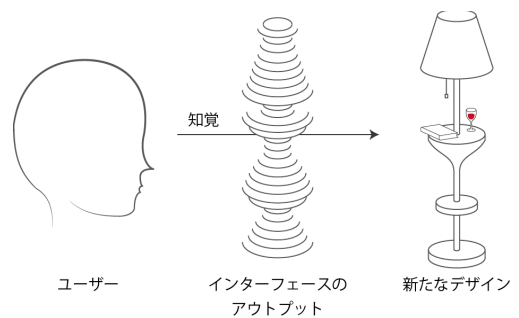


図11 インターフェースを用いた造形デザインの例

「追従形質」の処理は、「遺伝子」の奇数番目要素の値が実質強制的に変更されるものであるので、より適切な処理に変更する必要がある。

7. 展望

今後は、椅子等、他の製品を対象に研究を進めてみたい。また、「致死遺伝子」などの概念も処理に含めてみたい。表現型の設定を考案するにあたり、William Lathamが行ったような生物の体の組織のバリエーションを描き出す手法をとることも検討している。

8. 参考文献

- [1] Daniel Shiffman: NATURE OF CODE Processingで始める自然現象のシミュレーション; 株式会社ポーンデジタル (2014).
- [2] 若林恵 他: WIRED Vol 20; コンデナストジャパン (2016).
- [3] Mihaly Csikszentmihalyi, Eugene Rochberg-Halton: モノの意味 大切な物の心理学; 誠信書房, p230, p321 (2011).

9. 図の引用

- [4] Karl Sims. Galápagos(1997). <http://www.karlsims.com/galapagos/>(2016.07.25閲覧)当該webサイトトップ画面より引用.