



は式(1)、形状に対しては式(2)として、それぞれを重み付けした値の和を用いる。

色彩調和論は、秩序の原理は 6 種類、なじみの原理は 1 種類、類似性の原理は 7 種類、明瞭性の原理は 3 種類とし、遺伝子列の値をもとに 1 つの原理が選択され、ランダムに選ばれた基準となる色と調和する配色が生成される。表 1 は GE の色彩調和論の文法を示しており、4 つの原理(<harmony>)の中から 1 つ選択され、秩序(<order>)が選択された場合、2~6 色の中から 1 つ選ばれることになる。また、システム内の色は RGB で表現されるため、色相・明度・彩度を変更する際は、HSV 値に変換後に各値を変えて RGB 値に戻す。また、色彩の美度計算では、RGB から HVC への変換を行う必要があるが、RGB から HVC への変換式は存在しないため、データベース[13]の近似値を用いて変換を行った。

画像 I に対する色彩美度(式(1))を  $M_c(I)$ 、形状美度(式(2))を  $M_s(I)$  とし

$M(I) = \omega_c M_c(I) + \omega_s M_s(I) \quad (\omega_c + \omega_s = 1, \omega_c \geq 0, \omega_s \geq 0) \quad (3)$   
を適応度として個体評価に用いる。

生成された個体は式(3)で評価され、各個体間に対してスミス-ウォーターマン・アルゴリズムによる遺伝子間距離の計算が行い、その値を用いて x-means によるクラスタリングを行う。さらに、各グループの個体を選択して、それを親個体として子個体の生成を行う。

#### 4. 実験環境・結果

実験環境は GE の総個体数を 25 とし、適応度上位 9 個体が図 1 のように、枠で囲まれた画像を 1 つの個体として画面に出力されるものとし、クラスタリング後、最も適応度の高い個体とその個体が属さない各グループから 1 個体選択して、それらを親個体として新たな個体の生成を行う。比較実験として、式(3)の各重みを 0.5 に固定した手法と変動させた手法との比較を行った。変動方法は、 $M_c(I)$ の値は 0.5 以上で美しいとされているため、その値以上であることが望ましいが、色彩は単純な図形でも配色が良ければ高い評価となるため、 $M_s(I)$ の値がある程度の値以上である方が好ましいと考えられる。そこで、研究では個体群の  $M_s(I)$ の平均値が閾値  $\theta$  以下の時には、形状の重みを増加させることにより、良い形状を持つ個体がより選択されやすいように  $\omega_s$ の値を  $\alpha \omega_s$ 増加させ、 $M_c(I)$ が 0.5 以下、 $M_s(I)$ が  $\theta$  以上の時には  $\alpha \omega_s$ 減少させることにより、色彩の要素に比重を移すようにした。それ以外の場合には、 $\omega_s$ の値が 0.5 に近づくように変動させる。本実験では  $\alpha$ の値を 0.03 とした。

各手法を 50 世代で 30 回の試行を行った結果、生成された画像は変動を行う手法の方が、見た目の形状が良い画像が生成され、重み固定した場合は、単調な形状のものが多く生成される傾向にあった。

#### 5. まとめ

本研究では色彩調和論と美度を導入した GE において、多様性指標を用いたクラスタリングによる個体選択を行う手法を提案し、色彩と形状の美度尺度において、形状の適応度値を元にして重みを変動させることにより、形状をベースとして配色を行うことにより、より良い画像が生成されることを示した。

表 1 GE の色彩調和論の文法

<harmony> ::= <order>   <natural>   <similarity>   <clear>
<order> ::= <2>   <3>   <4>   <5>   <6>
<2> ::= 'Dyad'
<3> ::= 'Split_Comp'   'Triad'
<4> ::= 'Tet'
<5> ::= 'Pent'
<6> ::= 'Hex'

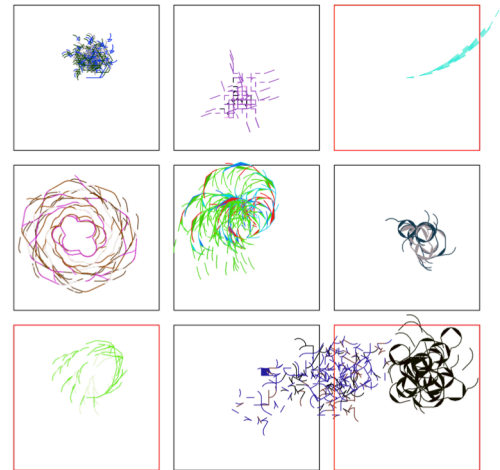


図 1 GE による画像生成システム

今後の課題として、生成された画像における色彩と形状との間にある関係性やその定量的な評価や\*\*\*などが挙げられる

#### 参考文献

- [1] 高木 英行, 畷見 達夫, 寺野 隆雄, “対話型進化計算法の研究動向”, 人工知能学会誌, vol.13, no.5, pp.692-703 (1998).
- [2] J.McDermott, E.Hemberg, “Logo Design by Grammatical Evolution of L-Systems”, <http://eadcc.sigevolution.org/results/2011/LogoDesign/> (2014.10).
- [3] Michael O'Neill, Anthony Brabazon, “Evolving a logo design using Lindenmayer systems”, CEC 2008, pp.3788-3794 (2008).
- [4] O'Neill, Ryan, “Grammatical Evolution”, Kluwer Academic Publishers (2003).
- [5] 日本色彩研究所(編集), “デジタル色彩マニュアル”, クレオ (2004)
- [6] 千々岩英彰, “色彩学概説”, 東京大学出版会 (2001)
- [7] E.den Heijer, A.E.Eiben, “Investigating aesthetic measures for unsupervised evolutionary art”, Swarm and Evolutionary Computation, Vol.16, pp.52-63 (2014).
- [8] 畷見 達夫, “計算美度尺度を用いた抽象画像自動生成の試み”, 人工知能学会誌, Vol.33, No.6, pp.727-734 (2018)
- [9] 田村 謙次, 鳥居 隆司, “色彩調和の美度による淘汰を用いた対話型 GE デザインシステム”, IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, Vol.120, No.5, pp.559-560 (2015).
- [10] Una-May O'Reilly, “Using a Distance Metric on Genetic Programs to Understand Genetic Operators”, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Vol.5, pp.4092-4097 (1997).
- [11] A.ポランスキ, M.キンメル, “バイオインフォマティクス”, シュプリンガー・ジャパン株式会社 (2010).
- [12] Pellege,D, Moore,A, “X-means; Extending K-means with Efficient Estimation of the Number of Clusters”, ICML-2000 (2000).
- [13] Munsell data, Munsell Color Science Laboratory, [http://www.rit.edu/cos/colorscience/rc\\_munsell\\_renotation.php](http://www.rit.edu/cos/colorscience/rc_munsell_renotation.php) (2017.6)