

生きている表面 -- “Evoloop” を用いた動的テクスチャのコンセプトと インタラクティブアートにおける実験

Living Surfaces – A Concept of Animated Texture using “Evoloop” and Experiments in an Interactive Art

児玉幸子¹⁾ 福田陽子²⁾ 佐山弘樹¹⁾ 小池英樹³⁾
Sachiko KODAMA, Yoko FUKUDA, Hiroki SAYAMA, Hideki KOIKE

1) 電気通信大学人間コミュニケーション学科

2) 東京大学大学院学際情報学府

3) 電気通信大学大学院情報システム学専攻

概要：本論文では、外部入力に対しインタラクティブかつ複雑に変化するテクスチャのコンセプトと、それを実現するため人工生命モデル“Evoloop”を用いたインタラクティブアート<生きている表面>について報告する。作品では正方形のスクリーン上の図形を画像認識して輪郭線を抽出し、それとスクリーンの淵で囲まれた範囲を Evoloop 個体群が生息する空間とする。鑑賞者が図形を動かすと、Evoloop は輪郭線や個体同士と衝突して多くは消滅し、個体の新たな生成・自己複製・進化によって、生息空間に多様性が生まれる。結果的にリアルタイムに変化する抽象のコンピュータグラフィックスが生成される。これら個体群の状態をテクスチャ画像の生成に利用し、別のスクリーン上に動的テクスチャをマッピングした生物の3次元CGを投影する。

Abstract: In this paper we describe a concept of animated texture using A-life model called “evoloop.” The texture transforms interactively according to the input by image recognition. We created an interactive art <living surfaces> using this technique.<Living Surfaces> is an interactive art realizing dynamic transformations of animated textures. On the square canvas, a complicated computer-generated color abstract image is projected, dynamically changing when people move their bodies or small black geometric shapes on it. The evolving patterns generated by “evoloop” appear according to the position of the black shapes. On the rectangle canvas, a three-dimensional creature image is projected, the texture of which reflects the pattern generated on the square canvas.

キーワード：インタラクティブアート、動的テクスチャ、エボルーブ、人工生命、コンピュータグラフィックス、画像認識

Keywords : Interactive Art, Animated Texture, Evoloop, Artificial Life, Computer Graphics, Image Recognition

1 はじめに

もし芸術作品の表面の質感が、人々の行為や環境に応じて変化したら？

インタラクティブアートの初期の作品では、ヤコブ・アガム (Yaacov Agam) の<触る絵画>やヘスス・ラファエル・ソト (Jesus-Rafael Soto) の<5本の大きな棒>のように、絵の表面や、絵の表面に作り出されるイリュージョンが、人々の動きに応じてインタラクティブに変化する作品が作られた。絵の表面を変化させるために、これらの作品では機械装置や、錯視現象を利用している。

芸術家がコンピュータを用いるようになって、モニターあるいはプロジェクターによって映し出す抽象グラフィックスが、人々の行為にダイレクトに反応する作品が多く作られるようになった。スコット＝ソーナ・スニップ (Scott Sona Snibbe) の<モーションスケッチ> [1]、前田ジョンの<リアクティブスクエア>、ゴーラン・レビン (Golan Levin) の<イメージシンフォニー (AVES)> はよく知られているし、インタラクティブな質感の生成自体を目的にはしていないものの、神経系をモデルにしたプログ

ラムを使って細やかな線を重ねるケーシー・リース (Casey Reas) の<ティシュー> [2]や、触覚スクリーンに情感を反映する河口洋一郎の<ジェモーション> [3]など、CGを用いて質感を喚起するインタラクティブアートも発表されている¹⁾。

コンピュータを使って、生物の表面が同時的、全体的に変容するように、表面の全ての領域において並列に生じ、ときに進化するきめ細やかで複雑な表情を、環境や人間の行為に対してインタラクティブに実現できないだろうか。そのような表現は、インタラクティブアートの新しい造形原理のひとつとして活用できるだろう。

2 “Evoloop” を用いたテクスチャのコンセプト

先に述べたような表現を実現するために、本研究では“Evoloop”という人工生命モデルに着目した。

¹⁾ 実写映像を用いる動的テクスチャ、専用のハードウェアを用いてリアルタイムに物理シミュレーションを行い動的テクスチャを生成する研究も進められている。

佐山は 1998 年に、クリストファー・ラングトン (Christopher Langton) のセルラオートマタを拡張した “SDSR ループ” と呼ぶ人工生命モデルを発明した [4]。これはラングトンの SR ループを改良したもので、状態遷移規則を変更し、新たに状態 8 を導入することにより、パターンの自己複製だけでなく自らの構造を解消する機能をもつ。これにより自己複製のための空間が無くなったときなど困難にぶつくと、ループは消滅する。

さらに佐山は、状態遷移規則を見直し、ループの自己増殖のメカニズム融通性 (CA 空間における構造が、その通常の働きを保つことができる状況の多様さの程度) を高めた。その結果、単純かつ決定論的な 9 状態 5 近傍セルラオートマタ空間内に進化的挙動を示しうるモデル “Evoloop” を構築した [5]。

Evoloop の性質として以下を挙げる。

動的な安定性

進化可能性

表現型のダイレクトなインタラクションによる多様性の生成

性質 は直接インタラクティブアートに利用できる。Evoloop をインタラクティブ CG の動的テクスチャの種として用いれば、高速な並列計算によって全体が変化しつつも一定の状態を保ち、状態遷移規則とセルラオートマタの初期の設定によっては進化するテクスチャを生成可能である。

3 インタラクティブアート「生きている表面」

Evoloop を用いインタラクティブアート <生きている表面> を制作した。図 1 はシステム構成である。

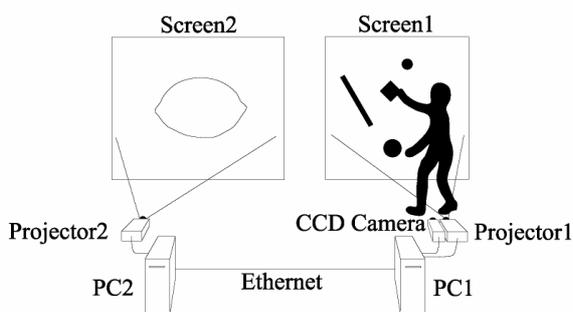


図1 「生きている表面」システム構成

作品は2枚のスクリーンを用いる。スクリーン1には、スクリーン上に配置した黒い図形を手で動かした時に変化する抽象グラフィックスを、スクリーン2には、それとほぼ同じ画像を動的テクスチャとして用いた3次元CGによる生物を、それぞれ液晶プロジェクターを使って投影する。2台のPCはイーサケーブルで接続し、ソケット通信を行う。また、全てのCG生成にはOpenGLを用いる。

3.1 Evoloop による抽象グラフィックスの生成とインタラクション

まず、正方形のスクリーン1に、PC1で計算した抽象グラフィックスを生成する。

抽象グラフィックスは、独立した256×256個の正方形を並べて構成される。1つの正方形は1つのセルに対応している。スクリーン1を前面からビデオカメラで撮影し、PC1が黒色の画像認識を行う。具体的にはDirectShowで画像のキャプチャを行い、OpenCVを用いて2値化する。そして、黒い図形の内側(空間A)、黒い図形とスクリーンの淵で囲まれた範囲(空間B)を、Evoloopの個体が生息する空間と見做す。スクリーン1の淵に重なる図2(a)の正方形は、上下、および左右が結合したトーラス状の平面になっている。図2(b)は、実際のグラフィックスと空間A、Bの対応を示す。

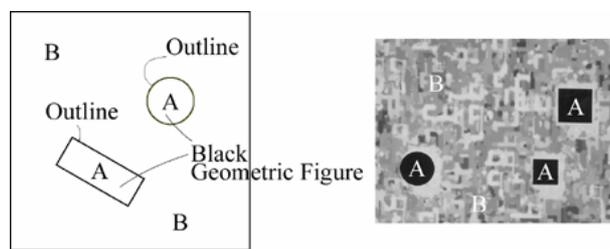


図2 空間Aと空間Bの範囲

空間AとBに、異なる方法で、セルラオートマタの初期の様相を発生させる。空間Aにおいては位置を乱数で決定し、空間Bにおいてはあらかじめ決められた位置に次々に発生させる。

Evoloopの状態遷移規則の性質によって、別の個体に衝突した場合、個体は消滅するか、自己複製能力を保持したままいったん環状ループから伸びた部分を短くし、別の方向に伸ばしてゆく。この性質をインタラクティブグラフィックスの生成に利用する。つまりスクリーン上の黒い図形を移動させて空間A、Bの形を変え、つまり個体が生息する空間をリアルタイムに変化させて、グラフィックスの変化を生み出す。空間AとBの境目付近には、それぞれの領域で発生した個体の多数の衝突が観察される。

空間Aにおいて、単位時間あたり多くの個体を生成し、空間Bではそれに比べまばらに生成すると、空間Aでは、個体同士がぶつかる頻度が高いため自己複製する前に消滅し、個体がひしめきあうように生成消滅を繰り返す。結果的に、黒い図形の近傍に、激しく明滅する効果が現れる。空間Bでは、個体同士が衝突する頻度が低いので、Evoloopが時間の経過とともに進化し小さくなる様子が見られる。図3に、時間の経過とともに個体が小さくなる様子を示した。図ではわかりやすいように、ひとつの個体を楕円で囲んでいる。

図4は、鑑賞者が黒い図形の位置を手で変える場面の写真である。図形の位置に応じて抽象グラフィックスがリアルタイムに変化する。



図3 空間Bにおける個体の進化



図5 Evoloop 個体の歪みとフォグ効果によるぼけ

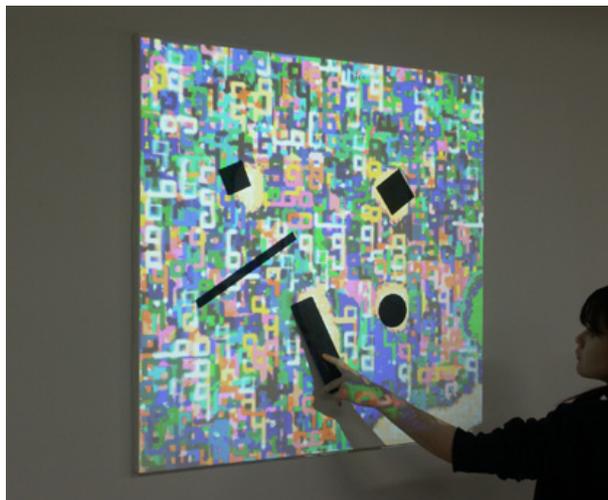


図4 スクリーン1の抽象グラフィックスと鑑賞者



図6 抽象グラフィックス(右)を反映してテクスチャが変化する生物(左)(DiVA2004 展における展示風景, 2004/5/19-22, 於: 東京工業大学)

定期的に描画色を変更し、消滅した跡をバックグラウンドカラーとして残すことにより、死滅したEvoloopの堆積が静止したパターンを形成するが、これは新たな個体の自己複製により塗り替えられる。

さらに、個体が存在する部分のセルをスクリーン表面に対し垂直の方向に振動させ、増殖しつつあるときは振幅を大きくし、個体が死ぬときには減衰させ、個体近辺の表面がざわめくように見せている。セルの振動による個体の歪みと、OpenGLのテクスチャパラメータにあるフォグ効果を利用して、抽象グラフィックスには図5のように、ぼやけた風合いを持たせた。

3.2 3次元モデルへのテクスチャマッピング

スクリーン1で発生したセルオートマタの様相をPC2へ送り、同様の計算を行って、スクリーン1とほぼ同じテクスチャ用画像を生成する。

生物(蛸)の3次元モデルの表面に、UVマッピングを用いて、タイル状のテクスチャ画像が繋ぎ目で連続するよう動的テクスチャを張り、結果の3次元CGをスクリーン2に投影した。2枚のスクリーンを連動させた作品の写真を図6に示す。

4 結論

本研究では、人工生命モデルEvoloopの個体が生息する空間内に図形を置くことによって、その空間の形をインタラクティブに変更し、個体同士の衝突がもたらすグラフィックスの変容をCGの動的テクスチャの種として用いる手法を提案した。そして、この手法を用いてインタラクティブアート<生きて

いる表面>を制作した。

実際の展示では、スクリーンとして白いアクリルジェッソを塗布したキャンバス2枚を用い、木製の黒い図形を手で移動させると、絵の中の抽象パターンと生物の表面が変化するように見せた。

今後の技術的課題は次の4点である。

- (1) 黒色を全て認識するため、影が認識されグラフィックスに影響する。これは、グラフィックスの激しい変化を生むものの、コンセプトから離れ、テクスチャの変化をわかり難くしている。影を生じさせない表示デバイスを検討する必要がある。
- (2) Evoloop 個体が増殖する方向、ループが回転する方向にバリエーションをもたせる。
- (3) 作品では Evoloop の形状がはっきり見えているが、個体の状態をテクスチャの種としてのみ用いるループ形状を隠して用いる方法を試みる。
- (4) 図形表面に再帰性反射材を用いれば、画像認識させたい物体にどのような色を塗っても認識が容易になる。

今後、理想的な結果を得られるよう技法を改良し、新しい造形原理に則ったインタラクティブアートの可能性を探りたい。

作品の制作にご協力頂いた電気通信大学知能機械工学科の齋藤悟氏に心から感謝致します。

参考文献：

- [1] Scott Sona Snibbe, Golan Levin, Interactive dynamic abstraction, Proceedings of the First International Symposium

on Non-Photorealistic Animation and Rendering (France, 2000), 21-29, 2000.

[2] Casey Reas, Tissue, CODE --- The Language of Our Time, Ars Electronica Center, Hatje Cants, 186-189, 2003.

[3] 「河口洋一郎のサイバーアート展：原始の宇宙」展カタログ，鹿児島県霧島アートの森，2003.

[4] Hiroki Sayama, Introduction of structural dissolution into Langton's self-reproducing loop, Artificial Life VI: Proceedings of the Sixth International Conference on Artificial Life, 114-122, MIT Press, 1998.

[5] Hiroki Sayama, A new structurally dissolvable self-reproducing loop evolving in a simple cellular automata space, Artificial Life 5, 343-365, 1999.