

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月30日現在

機関番号：32690

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500224

研究課題名（和文）人工社会の技法に基づく生成的インタラクティブアートの実装技術に関する研究

研究課題名（英文）A study on implementation techniques for generative interactive arts based on techniques of artificial societies.

研究代表者

畝見 達夫（UNEMI TATSUO）

創価大学・工学部・教授

研究者番号：50151915

研究成果の概要（和文）：アントアルゴリズムにより自律的に動き回るマルチエージェントシステム、および、近赤外線カメラと画像処理技術による視覚情報処理を応用したインタラクティブなメディアアート作品の設計と制作を行なった。成果作品はドイツおよびポーランドの国際メディアアート祭で展示する機会を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：We designed and built up artworks of interactive media-art utilizing techniques of Ant-algorithm, simulation of collective behavior and visual information processing. The result work was selected in international media art exhibition in Germany and Poland.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：マルチエージェント・メディアアート・社会シミュレーション・群れ行動

## 1. 研究開始当初の背景

パーソナルコンピュータは 3GHz 以上のクロック周波数、64 ビットアドレッシングとレジスタ、128 ビットのベクトル演算機能、2～8 個の並列演算、2G バイト以上のメモリ、250 G バイト以上のハードディスク、1 GHz のネットワーク速度を持つに至り、それらの機能を生かしたアプリケーションも様々に開発され利用されている。同時に、ビデオチャット用のライブカメラおよびマイクロフォンなどの視聴覚入出力機器も高性能で安価なものが利用できるようになった。

一方、科学研究の諸分野においても、こう

いった計算能力を活用した、大規模な計算を伴うシミュレーションや探索が、物理学、生物学、工学、経済学等で利用され、シミュレーション物理、認知科学、人工生命といった計算科学あるいは構成的手法による科学知識の追求が活発化してきた。

人工生命 [1] や人工社会 [2] といった分野では、多くの進化的かつ分散的な計算により実世界で観察される複雑な現象を計算機上で再現する様々な手法が提案され、複雑系のモデル化と分析に用いられており、それらの研究の中から出てきた進化的計算やスウォーム知能などの計算手法は、ソフトウェア設

計者にも予測できない多様なパターンを作り出す生成的アルゴリズム [3] として利用されている。

人工社会の関連分野として、進化的ダイナミクスの理論を導入して人間社会および人間行動に対する理解を深めようとする進化経済学 [4] や進化心理学 [5] など研究も活発化している。これらは、人文・社会科学の諸分野に、自然科学で一般的な現象の客観的必然性を見いだす手法を持ち込むものとして極めて重要な枠組みであるが、一般はもとより研究者の間でも、まだその認知度は十分ではなく、今後の普及も望まれるところである。

科学と芸術の連携の活発化も見逃せない。科学知識の表現手段としてのアートのデザイン、あるいは、アート作品制作の手段としての科学技術の利用といった一方通行的な関係だけでなく、科学者と芸術家の協同による作品制作あるいは、科学知識が人間個人あるいは社会に与える影響、あるいは、科学という社会的営為と人間の関係をコンセプトとした作品も見受けられるようになっており、相互の連携による新たな創造の方向性の発見が期待される。

- [1] 有田 隆也: 人工生命 改訂 2 版, 医学出版, 2002.
- [2] J. M. Epstein, R. Axtell: 人工社会-複雑系とマルチエージェント・シミュレーション, 服部 正太, 木村 香代子 (翻訳), 構造計画研究所, 1999.
- [3] 畝見達夫(編): 特集 生成的システム, 計測と制御, Vol. 44, No. 1, 2005.
- [4] 進化経済学会(編): 進化経済学ハンドブック, 共立出版, 2006.
- [5] 長谷川 寿一: 進化と人間行動, 放送大学教育振興会, 2007.

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、近年、発達目覚ましいパーソナルコンピュータおよびネットワークと、主に視聴覚メディアを扱う周辺機器の処理能力を生かしたメディアアートのための基礎技術を構築し、研究協力者 Daniel Bisig (Zurich University of the Arts, Senior Researcher, PhD) との国際協力による作品制作と応用を通して、その効果を検証することにある。特にマルチエージェントに基づく人工社会シミュレーションに用いられる創発的あるいは生成的アルゴリズムと、カメラとマイクを用いた実時間での視聴覚的相互作用の利用により、作品の自律性と相互作用による新たな経験の可能性、および、人工社会研究から発想される社会や人間のある種の本質を描き出す表現法を追求する。

## 3. 研究の方法

これまでの関連研究や作品を踏まえ、本研究課題に沿った基本概念およびシステムの基本設計を、研究協力者との討論をとおし構築する。それに従ったプロトタイプの実作、実験、再構築を繰り返し、研究協力者との共同作業により、少なくとも2つの作品を制作する。研究機関内での一般公開展示を開催し、一般参加者からのアンケートをもとに評価をおこない、随時、改造および再構築をおこなう。成果については、関連する学術会議および論文として発表するほか、作品をメディアアート関連のアートコンテストに応募する。研究代表者と研究協力者は、ともに協力して基本概念等を共有し、システムの開発、作品の制作に当たっては、それぞれの得意分野を生かし、研究代表者は、マルチエージェントシステムの基本アルゴリズムの設計と評価を中心に、研究協力者は、視聴覚情報の分析および合成の処理と、視聴覚効果の設計を中心に作業を進める。

平成 21 年度は 2 次元連続空間上を群れるエージェント群について、誘因物質の拡散と蒸発をグリッド分割によりその分布をシミュレートし、カメラ画像の処理から得られる鑑賞者の動き等を分布に反映させるプロトタイプを作成する。誘因物質の放出と吸収、あるいは、エージェント同士の相互作用、カメラ画像に基づく外部情報と誘因物質の関係など、多様なモデルが考えられるので、できるだけ多くの特徴的なモデルを考案、分類し、その後のシステム構築の指針を得る。基本概念および基本設計について研究協力者とインターネットを利用して適宜討論をおこない、さらに相互の所属機関を訪問して、集中的な議論およびプロトタイプシステムの共同制作作業を実施する。プロトタイプについては、実験室内にて展示場面を想定した模擬的なシステムの動作実験をおこなう。ソフトウェアの開発および実行性能の評価を円滑化するため、高性能パーソナルコンピュータを導入する。実時間応答性を確保するため、最近のパーソナルコンピュータに搭載されているマルチコア、ベクトルプロセッサ、およびグラフィックプロセッサ等の並列計算能力を生かしたアルゴリズムの開発およびライブラリ等の有効利用を試み、エージェント集団の規模および誘因物質の分布の変化についてのシミュレーションの精緻さと計算速度の関係について評価実験を行なう。同時に、ある程度概念ができあがった段階で、国内のメディアアート、人工社会、ヒューマンタフエース、ソフトコンピューティング関連の研究者を訪問し、最新技術およびそれらの応用についての意見交換を行なう。また、プロトタイプについて紹介するデモビデオを上記コンピュータ上で実行可能な映像

編集ソフトを用いて作成する。

平成 22 年度以降はプロトタイプシステムを基に、システムの再構築を行ない、展示可能な作品として実現する。これを大学祭およびオープンキャンパスにて展示し、一般に公開して、訪問者からアンケートをとり、システムの評価を行なう。その結果を踏まえ、システムおよび作品の拡張を行なうとともに、同様の技術を用いた異なるインスタレーションの可能性をさぐる。音声情報のフィードバックについて、音楽編集ソフトを導入し、音楽の生成機能をシステムに組み込むことで、その多様化を試す。また、対話型進化計算を応用した審美的デザインを支援するためのツールを作成し、作品の制作に生かす。学会発表およびデモ展示用にノート型の高性能パーソナルコンピュータ Mac Book Pro 1 台を導入する。基本概念および設計とプロトタイプについて国内外の関連学会にて発表する。Generative Art Conference および芸術科学会、計測自動制御学会等での発表を考えている。特に欧州内における発表にともなうデモ展示には、研究協力者所属の研究機関から、コンピュータ、ディスプレイ、プロジェクタ等の機材の協力を得て、日本からの国際輸送にかかる費用および故障リスクを低減する。

最終年度には、それまでの研究成果を国内外の関連学会にて発表すると共に、作品を、文化庁メディア芸術祭、Vida, Ars Electronica, SIGGRAPH, などのメディアアートコンテストへ応募する。さらに、関連作品をあつめたグループ展示や、公共スペースでの展示、教育分野への応用の提案なども行ないたい。また、研究成果をまとめ、雑誌論文として投稿する。

#### 4. 研究成果

平成 21 年度には 2 次元連続空間上を群れるエージェント群について、アントアルゴリズムに習い、誘因物質の拡散と蒸発をクリッド分割によりその分布をシミュレートし、カメラ画像の処理から得られる鑑賞者の動き等を分布に反映させるプロトタイプを作成した。誘因物質の放出と吸収の係数、および、エージェント同士の相互作用の設定によって、群れ行動にどのような変化が生じるかを調べシステム構築の指針を得た。

基本概念および基本設計について研究協力者と討論をおこない、8 月に相互の所属機関を訪問して、プロトタイプシステムの共同制作作業を実施した。プロトタイプについては、オープンキャンパスを利用して一般に展示し、動作実験および一般の鑑賞者の反応について調査した。

小型のパーソナルコンピュータ 1 台を導入し、実時間応答性を確保するため、マルチ

コア、およびグラフィックプロセッサの並列計算能力を生かしたアルゴリズムを複数開発し、シミュレーションの精緻さと計算速度の関係について評価実験を行なった。

5 月と 10 月に研究成果の一部の応用として、現代バレエの場内および舞台効果への応用を、ドイツ・ミュンヘンおよびオランダ・ハーグにて実施した。

平成 22 年度には前年度に作成した 2 次元連続空間上を群れるエージェント群のプロトタイプをもとに、細菌、線虫、昆虫などの行動特性からヒントを得たエージェントの行動ルールと視覚化について開発を進め、Cycles と題する作品として完成させた。

インタラクティブ性の向上の一貫として、シミュレーション計算速度の向上をはかるため、昨年度に引き続き、マルチコア、グラフィックプロセッサ、ネットワーク分散などの有効利用についての検討を進め、ネットワーク接続された 2 台の小型パーソナルコンピュータを用いることで、数週間にわたる連続動作にも安定して対応可能なシステムを確立した。1 台は、テーブルに置かれた鑑賞者の手の位置と形を認識し、輪郭線を抽出して他方のコンピュータに随時送信する。もう 1 台は、受け取った輪郭情報を元に、環境者の手に追従するエージェント群を実時間で投影するための映像を生成する。

主催者からの招待により、8 月にドイツ・ドルトムントで開催された ISAE RUHR 2010 および 11 月にドイツ・アウグスブルグで開催された lab 30 にて本作品の展示を行い、来場者からも良い評価を得た。

同時に対話型進化計算を用いた動画の品種改良システムについて、遺伝型である関数表現を実行中にシェーディング言語に翻訳し、グラフィックスプロセッサの命令に変換することで、実時間描画のプロトタイプを作成し、インタラクティブ・アートへの応用に目処をつけた。

平成 23 年度には前年度に作成した卓上型のインタラクティブ・インスタレーション Cycles について、上述の 2 回のドイツでの展示、および平成 23 年度に行なったポーランド・ヴロツワフでの WRO 2011 における展示の結果をもとに、鑑賞者の自己認知および社会的存在の再考を誘導する作品として、人工社会シミュレーションと植物の発達モデルを取り込んだ新たな作品の設計と試作を研究協力者 Daniel Bisig と共に行なった。

3 次元画像認識装置の利用については、レーザープロジェクタとの組み合わせによる複雑な 3 次元立体表面への投影について検討を進め、簡単なプロトタイプシステムの試作を通して作品としての実現における問題点を洗い出し、技術的实现は可能だが、鑑賞者との相互作用の方法について更なる検討が

必要との結論に至った。

当該研究課題における成果を応用した作品について、ニュー・メディア・アートの基礎分野についての国際会議 *Conscious Reframed 12* にて、研究協力者と共に発表を行ない、当該研究課題が芸術分野の専門家からも一定の評価が得られ、芸術の理論的側面においても重要な議論の題材を与えることを確認した。なお、WRO 2011 では、来場者の投票に基づく「聴衆賞」を獲得した。

対話型進化計算を用いた動画の品種改良システムについて、実時間描画を応用した完全オートマチック・アートおよびライブ・パフォーマンスのためのシステムを構築し、計算美学国際ワークショップ、芸術科学会、進化計算シンポジウム、生成的システム (Generative System) 国際会議にて発表を行なうと共に、ライブ・パフォーマンスを実施し、聴衆から一定の評価を得ることができた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Tatsuoya Sasaki and Tatsuo Unemi, Replicator dynamics in public goods games with reward funds, *Journal of Theoretical Biology*, Vol. 287, pp. 109–114 (2011). 査読有  
DOI: 10.1016/j.jtbi.2011.07.026

[学会発表] (計 15 件)

- ① Tatsuo Unemi, SBArt4 as Automatic Art and Live Performance Tool, *Proceedings of the 14th Generative Art Conference*, Rome, Italy, pp. 436–447 (2011). 査読有
- ② Daniel Bisig and Tatsuo Unemi, From Shared Presence to Hybrid Identity, *Consciousness Reframed 12*, Lisbon, Portugal, 48–53 (2011). 査読有
- ③ Tatsuo Unemi, A Breeding Tool for Abstract Animations and Its Applications, *Proceedings of the 13th Generative Art Conference*, Milan, Italy, 452–458, (2010). 査読有
- ④ Daniel Bisig and Tatsuo Unemi, Cycles – Blending Natural and Artificial Properties in a Generative Artwork, *Proceedings of the 13th Generative Art Conference*, Milan, Italy, 140 – 154, (2010). 査読有
- ⑤ Tatsuo Unemi, SBArt4 – Breeding Abstract Animations in Realtime, *Proceedings of the IEEE World Congress on Computational*

*Intelligence*, (WCCI 2010 – IEEE CEC 2010), Barcelona, Spain, 4004–4009, (2009). 査読有

- ⑥ Daniel Bisig and Tatsuo Unemi, *Swarms on Stage – Swarm Simulations for Dance Performance*, *Proceedings of the 12th Generative Art Conference*, Milan, Italy, 105 – 114, (2009). 査読有
- ⑦ 富松忠雄, 畠見達夫: 実画像を水墨画風に変換するリアルタイムフィルタ, 芸術科学会第 26 回 NICOGRAPH 論文コンテスト, 2010 年 9 月, 盛岡, 2010.
- ⑧ 畠見達夫: 計算機と共にあるアート・計算美学とインタラクション, FUN-AI-11 はこだて未来大学人工知能ワークショップ, 2011 年 2 月, 北海道大沼, 2011.
- ⑨ 畠見達夫: 抽象動画の模擬育種に計算美学尺度に基づく進化計算を組合せる, 人工知能学会第 6 回進化計算フロンティア研究会, 2011 年 3 月, 名古屋, 2011.
- ⑩ 阿部将史, 畠見達夫: 時間的環境変化を用いた種子散布シミュレーション, 計測自動制御学会第 38 回知能システムシンポジウム, 2011 年 3 月, 神戸, 41–46, 2011.
- ⑪ 加藤光輝, 畠見達夫: 計算装置への最適タスク割当による効率的計算の研究, 同上, 197–200.
- ⑫ 畠見達夫: SBArt4–抽象動画の実時間育種, 人工知能学会第 4 回進化計算フロンティア研究会, 2010 年 3 月, 岡山, 2010.
- ⑬ 畠見達夫: 終わりのない進化的動画 – 計算美学尺度に基づく進化計算による抽象動画の実時間生成, 芸術科学会第 27 回 NICOGRAPH 論文コンテスト, 49–56, 2011 年 9 月, 東京. 査読有
- ⑭ 畠見達夫: 自動アートおよび実演ツールとしての SBArt4, 44–47, 進化計算シンポジウム 2011, 2011 年 12 月, 宮城.
- ⑮ 原敬晃, 畠見達夫: ビデオ編集のための群れの高速描画法, 芸術科学フォーラム 2012, 2012 年 3 月, 東京

[図書] (計 1 件)

- ① Tatsuo Unemi, *Simulated Breeding: A Framework of Breeding Artifacts on the Computer*, in Maciej Komosinski and Andrew Adamatzky (Eds.), *Artificial Life Models in Software – second edition*, Chapter 12, 371–392, Springer-Verlag, London, 2009.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.intlab.soka.ac.jp/~unemi/1/D>

T/  
展示

- ① Daniel Bisig and Tatsuo Unemi: Cycles, Interactive Installation, ISEA RUHR 2010 Exhibition, Museum für Kunst und Kulturgeschichte Dortmund, Germany, August 20 – September 5, 2010.
- ② Daniel Bisig and Tatsuo Unemi: Cycles, Interactive Installation, lab 30 Augsburg, Kulturthaus Abraxas, Augsburg, Germany, November 4–6, 2010.
- ③ Daniel Bisig and Tatsuo Unemi: Cycles, Interactive Installation (Audience Prize), Media Art Biennale WRO 2011 Alternative Now, Pasaż Pokoyhof, Wrocław, Poland, May 10 – June 19, 2011.

デモンストレーション

- ④ Tatsuo Unemi: Identity SA, SIGGRAPH 2009 Computer Animation Festival, Real-Time Rendering Live demonstration, Ernest N. Morial Convention Center, New Orleans, LA, USA, August 3–6, 2009.
- ⑤ Tatsuo Unemi: SBArt4 – breeding on site, Live Performance, 14th Generative Art Conference, Instituto Cervantes di Roma, Piazza Navona, Rome, Italy, December 7, 2011.

共同創作

- ⑥ Daniel Bisig and Tatsuo Unemi: Computer-based projection for a theater effect, Zugvögel, Contemporary ballet directed/choreographed by Jiří

Kylián, Bavarian State Ballet, World-premiered in Bavarian State Opera, Munich, Germany, May 3, 2009.  
⑦ Daniel Bisig and Tatsuo Unemi: Computer-based projection for a stage effect, Mémoires d'Oubliettes, Contemporary ballet choreographed by Jiří Kylián, Netherlands Dance Theatre II, World-premiered in Lucent Dance Theatre, The Hague, Netherlands, October 27, 2009.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

畝見達夫 (UNEMI TATSUO)

創価大学・工学部・教授

研究者番号：50151915

### (2) 研究協力者

ダニエル・ビング (DANIEL BISIG)

チューリヒ芸術大学・コンピュータ音楽/  
音声研究所 (ICST, ZHdK)・研究員

研究者番号：なし