

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 4月30日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23700272

研究課題名（和文） システムと利用者の役割分担を動的に変更できる協調型最適化方式の開発

研究課題名（英文） Development of Cooperative Optimization Method Based on Dynamic Rearrangement of Search Roles Between User and System

研究代表者

小野 智司 (ONO SATOSHI)

鹿児島大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号：90363605

研究成果の概要（和文）：

本研究では、暗黙で曖昧な嗜好（質的）と明確な最適化指標（量的）との双方をもとに最適化を行う問題において、システムと利用者が協調して最適化を行う方式（User-System Cooperative Evolution: CEUS）を開発した。一般的な方式は、利用者とシステムの対話方法や役割分担が固定的である。提案する CEUS は、システムと利用者の中で候補の生成と評価をどのように分担するか、探索の任意の段階で利用者による調整を許す点に特徴がある。CEUS を利用することで、利用者の負担を増やすことなく、質的、量的双方の目的関数を同時に最適化することが可能となった。

研究成果の概要（英文）：

This research proposed User-System Cooperative Evolution (CEUS), which allows a user to dynamically change search roles between the user and a system. CEUS was designed to solve design and planning problems which involve both implicit, ambiguous preferences and explicit optimization criteria. In general optimization methods, a role assignment between a user and system and timing of user operation were determined and not changed during the search. The proposed CEUS allows the user to dynamically change search role allocation between the system and the user by user evaluation prediction and integration of interactive and non-interactive evolutionary computation, resulting in simultaneous optimization of qualitative and quantitative objective functions without increasing user fatigue.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	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：感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：対話型進化計算／最適化／主観的評価／協調型問題解決

## 1. 研究開始当初の背景

近年、進化計算の多点探索の利点を活かし、複数の目的関数を同時に最適化する (Evolutionary Multi-objective Optimization: EMO) が広く研究されている。日本でも EMO やその応用が広く研究されており、人間の暗黙の知識や嗜好を利用する (Interactive Evolutionary Computation: IEC) も活発に研究されている。

一方で、実問題を対象とするシステムを構築する場合、探索後に解を人間が選択する EMO や対話方法が固定的である IEC では効率的な問題解決が困難なことも多い。

利用者が望む協調方式がシステムの開発段階では不明であることも多いため、実際に問題を解きながら利用者とシステムの役割分担を動的に変更できることが望ましい。

## 2. 研究の目的

本研究では、住宅設計問題、製品デザイン、旅行計画などのように、暗黙で曖昧な嗜好と明確な最適化指標との双方をもとに最適化を行う問題において、システムと利用者が協調して最適化を行うユーザシステム協調型進化計算 (User-System Cooperative Evolution: CEUS) を開発する。一般に、EMO や IEC を用いたシステムは、利用者とシステムの対話方法や役割分担が固定的であり、システムを有効に使用できる利用者が限られてしまう。CEUS は、システムと利用者間で解候補の生成と評価をどのように分担するか、探索の任意の段階で利用者による調整を許す。

本研究で提案する CEUS は、幅広い利用者を対象とした柔軟性の高い最適化システムの開発を支援するものであり、進化計算の実問題への応用の促進に貢献する。

## 3. 研究の方法

まず、(1)提案する協調型最適化方式を設計する。また、CEUS に基づくシステムの実装を容易にするため、(2)ユーザインタフェースの中核となる機能および解候補評価処理の分散並列化を容易に実装する機能を備えた協調型最適化ミドルウェアを開発する。次に、開発したミドルウェアを用いて、(3)特性の異なる 4 種類の問題を対象として協調型最適化システムを開発する。(4)各問題で実験的に検証を行い、利用者や問題の特性に応じた役割分担の推移を明らかにするとともに、ミドルウェアを用いた協調型最適化システムの開発指針を策定する。

表 1 本研究で扱った問題

		人間が解候補の評価に要する時間	
		短	長
計算機が解候補の評価に要する時間	短	静止画像生成問題 (2次元コード生成)	動画像生成問題 (動画像ダイジェスト生成)
	長	文章生成問題 (アナグラム文生成)	ネットワーク生成問題 (画像処理フィルタ生成)

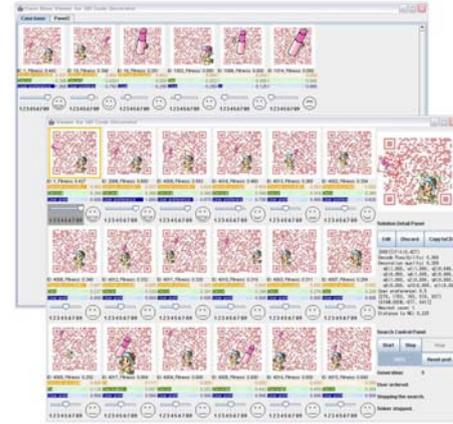


図 1 本研究で実装し、静止画像生成問題における CEUS の検証に用いたシステム (2次元コード生成システム)



図 2 本研究で実装し、文章生成問題における CEUS の検証に用いたシステム (アナグラム文生成システム)

## 4. 研究成果

平成 23 年度は、下記について研究を行った。

(1) 提案する協調型最適化方式の設計：システムと利用者の様々な役割分担の動的な調整を許すように CEUS を設計した。システムの開発者が、選択的に機能を実装できるよう、問題のモデル化、進化計算アルゴリズム、分散並列計算モデルの各要素について問題に応じた適切なモジュールを選択できるような考慮した。また、システムの利用者が協

調のスタイルを動的に調整できるよう、探索制御、解候補の提示、評価、編集、利用者の嗜好の推定の各項目について検討を行った。

(2) 協調型最適化ミドルウェアの開発：

(1) の設計に基づき、協調型最適化システムの実装を助けるミドルウェアの実装を開始した。本ミドルウェアは、ユーザインタフェース、進化計算部、利用者の嗜好度推定部、操作記録部から構成される。進化計算部は分散並列化を省力化するライブラリ JSGrid を利用しており、クラスタ環境を容易に構築できる。なお、本ミドルウェアは平成 25 年度に公開する予定である。

(3) 4 種類の問題における協調型最適化システムの開発：

計算機が解候補の評価に要する時間の短長、および、人間顔解候補の評価に要する時間の短長に基づいて問題を表 1 に示す 4 種のクラスに分割した。

表 1 の 4 種のクラスのうち、動画像生成問題を除く 3 種のクラスに属する問題（静止画像生成問題、文章生成問題、ネットワーク生成問題）について、検証用のシステムを実装した。(2) の協調型最適化ミドルウェアを利用することで実装の労力を省力化することができた。

平成 24 年度は、下記について研究を行った。

(3) 4 種類の問題における協調型最適化システムの開発：

表 1 に示す 4 種のクラスのうち、平成 23 年度に実装を行った 3 種のクラスにおいて評価実験を行った。また、動画像生成問題の具体的な問題例として動画像ダイジェスト生成に着目し、システムを実装した。

(4) 各問題における検証と開発指針の策定：

表 1 に示す 4 種のクラスのうち、3 種のクラス（静止画像生成問題、文章生成問題、ネットワーク生成問題）において評価実験を行った。比較的短時間の評価実験を行ったためか、提案する CEUS の持つ利点のうち、利用者の収束的な思考を支援する利点が、各問題に共通してみられた。静止画像生成問題では、問題が比較的単純であるため、被験者の発散的思考を支援できることも確認できた。一方で、より複雑な問題である文章生成問題およびネットワーク生成問題では、システムによる自動探索の時間を実験中に十分にとることができなかったために、発散的思考の支援の効果が限定的であった。

進化計算による探索領域の集中化と多様化の制御に関しても同様に、利用者の集中的、発散的思考に大きく作用する。CEUS は利用者

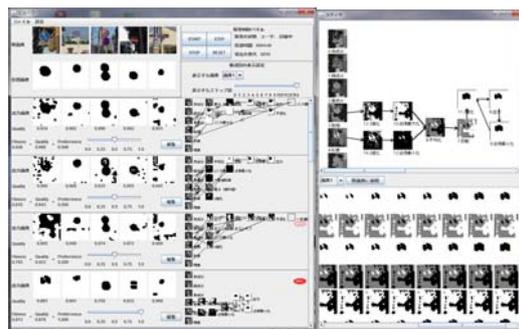


図 3 本研究で実装し、ネットワーク生成問題における CEUS の検証に用いたシステム（画像処理フィルタ生成システム）

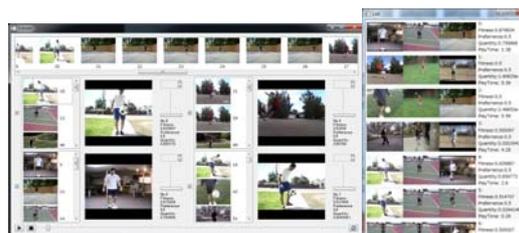


図 4 本研究で実装し、動画像生成問題における CEUS の検証に用いたシステム（動画像ダイジェスト生成システム）

により利用者とシステムの間での探索の役割分担が自在に調整できる点に特徴があり、利用者によって役割の推移が異なる。このため、システムによる探索の割合が異なるため、対象問題や利用者によってはシステムによる探索を十分に行わない場合がみられた。このような場合、進化計算（システムによる探索）が持つ集中化と多様化のバランスの利点が発揮されずに利用者の思考を十分に支援できない。対象問題、利用者とシステムの間での役割分担の状況に応じて、システムによる探索における制御パラメータを適応的に調整することで、利用者の思考をより効果的に支援できると考える。

以上の成果を国内外の学会で発表し、情報処理学会数理モデル化と問題解決研究会プレゼンテーション賞、情報処理学会山下記念研究賞を受賞した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 8 件）

小野智司, 武田和太, 中山茂: “ユーザシステム協調型進化計算を用いた日本語アナグラム作成支援”, 進化計算学会論文誌, Vol. 3, No. 3, pp. 85-97 (2012) (査読有)

DOI:

<http://dx.doi.org/10.11394/tjpnsec.3.85>

小野智司, 中山茂: "ユーザシステム協調型進化計算を用いた2次元コード装飾", 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, Vol. 5, No. 3, pp. 14-25 (2012) (査読有)  
URL:  
<http://id.nii.ac.jp/1001/00080862/>

Ono, S., Sakimoto, K., Nakayama, S.: A generation alternation model for user-system cooperative evolutionary computation, Artificial Life and Robotics (Selected paper from ISAROB 2012), Vol. 17, No. 2, pp. 251-256 (2012) (査読有)  
DOI: 10.1007/s10015-012-0049-x

[学会発表] (計 41 件)

中村宏, 小野智司, 中山茂: "対話型進化計算によるユーザの嗜好を反映したダイジェスト動画の生成", 第92回数理モデル化と問題解決研究発表会, Vol. 2013-MPS-92, No. 2, (2013. 2. 28) (査読無)

小野智司, 武田和夫, 中山茂: "ユーザシステム協調型進化計算を用いた日本語アナグラム作成支援", 第3回進化計算学会研究会, pp. 1-12 (2012. 9. 3) (査読無)

Ono, S., Nakayama, S.: "User-System Cooperative Evolution for Japanese Anagram Sentence Generation", Genetic and Evolutionary Computation Conference, poster, pp. 1529-1530, (2012. 7. 10) (査読有)

小野智司, 中山茂: "ユーザシステム協調型進化計算を用いた2次元コード装飾", 第87回数理モデル化と問題解決研究発表会, Vol. 2012-MPS-87, No. 5, (2012. 3. 1) (査読無)

Ono, S., Maeda, H., Sakimoto, K., Nakayama, S.: "Optimizing Quantitative and Qualitative Objectives by User-System Cooperative Evolutionary Computation for Image Processing Filter Design", The 16th Online World Conference on Soft Computing in Industrial Applications (WSC16), (2011. 12. 5) (査読有)

[産業財産権]

○出願状況 (計 4 件)

名称: 2次元コード、2次元コード生成方法、2次元コード生成装置、プログラム及び記憶媒体

発明者: 小野智司, 淵田考康, 谷山大介, 田尻昌之

権利者: 国立大学法人 鹿児島大学

種類: 特許

番号: 特願 2013-081180

出願年月日: 2013年4月9日

国内外の別: 国内

名称: 2次元コード生成方法、2次元コード生成装置、プログラム及び記憶媒体

発明者: 小野智司, 田尻昌之, 中山茂  
権利者: 国立大学法人 鹿児島大学

種類: 特許

番号: 特願 2011-158092

出願年月日: 2011年7月19日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等:

<http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~ono>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小野 智司 (ONO SATOSHI)

鹿児島大学・理工学研究科 (工学系)・准教授

研究者番号: 90363605