

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500264

研究課題名(和文) 多人数インタラクションのための対話型進化計算の応用システムの開発

研究課題名(英文) Development of application systems of interactive evolutionary computation for multiple user interaction

研究代表者

徳丸 正孝 (Tokumaru, Masataka)

関西大学・システム理工学部・准教授

研究者番号：70298842

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、複数の人が参加して協調デザインを行うシステムのための対話型進化計算アルゴリズムおよび評価インタフェースを開発した。これらの手法を実装した実システムとして、並列対話型タブーサーチを用いた仮想試着システム、衣服のイメージ検索システム、デジタルサイネージを用いた多数のユーザからの投票により衣服コーディネート支援を行うシステム、インターネットを用いた多数の人の投票により看板のデザインを行うシステムなどを開発した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we developed some algorithms and user interfaces for the interactive evolutionary computation in order to design product collaboratively by multiple people. We also invented several new systems, such as the virtual dressing system for fashion coordination using parallel retrieval interactive tabu search, the clothing image retrieval system, the design support system with votes from multiple people using digital signage, and the signboard design system with votes by many people through the Internet.

研究分野：感性情報工学

キーワード：対話型進化計算

1. 研究開始当初の背景

(1) 人間による直感的な評価を利用した最適化アルゴリズムとして提案されている対話型進化計算の応用システムは、これまでの研究では対話対象が1人のユーザによるものが多かった。

(2) 多人数を対象とした対話型進化計算手法として、我々はこれまでに複数のユーザが協調してデザインを行う場合を想定し、複数参加型の進化計算アルゴリズムおよび評価インタフェースを提案してきた。1つは複数参加型トーナメント選択式の対話型遺伝的アルゴリズムで、もう1つはポーカー方式の対話型遺伝的アルゴリズムである。

(3) 我々が提案してきた複数ユーザを対象とした対話型進化計算手法は、これまでにユーザを模倣した数値モデルである評価エージェントを使った数値シミュレーションによって有効性を確認できた。しかし、提案手法の実システムへの実装および被験者による実システム評価が行われていなかった。

2. 研究の目的

(1) 複数のユーザの感性を反映するためには、複雑な感性を再現可能となる感性エージェントモデルの構築が必要不可欠である。そこで本研究では、ニューラルネットワークを用いた感性モデルを新たに開発し、衣服検索システムに実装することによりその有効性を検証する。

(2) 複数参加型トーナメント選択式の対話型進化計算アルゴリズムをサーバ上に搭載し、Webブラウザから多人数の投票を獲得することでデザインを行う応用システムを開発し、その有効性を検証する。

(3) 複数ユーザから評価を獲得するためには、対話型進化計算で一般に用いられる5段階評価のように各デザインに点数を入力する手法は適切でない。そこで、一対比較などの単純な評価のみから解候補を進化させることが可能な進化計算アルゴリズムを開発し、実システムにより有効性を検証する。

(4) デジタルサイネージなど、近年広く広告媒体として用いられている大型ディスプレイにデザイン案を提示し、通りすがりの人々に好きなデザインを選択してもらうことで、不特定多数の人から好みを獲得してデザインに反映させるシステムを開発し、その有効性を検証する。

(5) ポーカー方式の対話型進化計算アルゴリズムを用いた協調デザイン支援システムを実装し、実ユーザによる運用テストを実施することで有効性を検証する。

3. 研究の方法

(1) 個々のユーザの複雑な感性を再現するために、先行研究にて開発した食生活支援システムに用いられている感性エージェントの有効性を詳細に検証する。ユーザの好みを感性エージェントが正しく反映できているかを実ユーザへのアンケート調査により検証するとともに、より柔軟な感性を再現可能な感性モデルとしてニューラルネットワークを用いたエージェントモデルを構築し、ユーザの好みのTシャツを推薦する衣服検索システムへと実装することで、実ユーザによる検証を行う。

(2) インターネットを利用して不特定多数のユーザが投票することで、多くのユーザの好みを反映することができるデザイン支援システムを構築する。ここでは、観光地の看板をデザインすることを想定し、幾つかの観光地の風景にあう看板の素材や文字色を最適化するシステムを開発する。このシステムでは、最適化システムはWebサーバ上に実装されており、Webブラウザを用いて誰もがデザイン評価に参加することが可能となっている。

(3) システムが提示する解候補に対して、ユーザが好きなデザインと嫌いなデザインを任意個数選択するのみで進化計算を行うことが可能なアルゴリズムとして並列対話型タブーサーチを提案し、その有効性を検証する。ここでは、衣服コーディネート支援システムをiPadアプリに実装し、シンプルな操作でデザインの最適化が可能であるかを検証する。また、同システムをKinectとデジタルサイネージを用いた仮想試着システムへと実装し、ユーザのジェスチャーによる操作により仮想試着とデザイン評価が可能なシステムを開発する。

(4) 2台のデジタルサイネージと大型のボタンを用いて、衣服コーディネート支援システムを構築し、大学構内に一定の期間設置することで不特定多数の学生に好きなデザインに投票してもらう。本実験により、通りすがりの人の評価により衣服コーディネートが最適化されるかを検証する。

(5) ポーカー方式の対話型進化計算アルゴリズムをiPadアプリに実装し、ランニングシューズのデザインを支援するシステムを開発する。本システムはメインの大型ディスプレイと複数のiPadで構成されており、複数の人がメインディスプレイの周りに着席して協調してデザインを行う。各ユーザはiPadを用いてデザインの評価を行い、それぞれのユーザの最適化デザインが随時メインディスプレイに提示される。これにより、お互いのデザイン案を考慮しながら、共通のコンセプトによるデザインを実現することが

可能かを実験により検証する。

4. 研究成果

(1) 食生活支援システムでは、100 種類の食材の好みを評価する感性エージェントを用いており、ユーザの食材の好みを獲得している。そこで、15名の被験者に対し、100種類の食材の好き嫌い、レシピデータベースからランダムに抽出した30種類のレシピの料理の好き嫌いをアンケート調査し、感性エージェントモデルの有効性を検証した。その結果、感性エージェントがユーザの食材の好みを完全に学習できた場合におけるレシピ評価の正確性は70%以上であり、食生活支援のシステムでは提案モデルが有効に機能していることが確認できた。

しかし、より多くの観点から好み評価が行われるような衣服デザインなどでは、単一のデザイン素材の好み情報がデザイン全体の好みと繋がるわけではないため、デザイン要素の組み合わせを総合的に評価できるエージェントモデルが必要となる。そこで、ニューラルネットワークを用いて感性モデルを構築し、衣服コーディネートシステムに実装して実ユーザによる評価実験を行った。

図1に実ユーザがTシャツの推薦システムを使用した際に、ユーザが評価したTシャツとシステムが推薦したTシャツの例を示す。上段はユーザが高く評価したTシャツ、中段はユーザが低く評価したTシャツの例である。最下段の4枚のシャツはシステムが推薦したものであり、上段のユーザが好むシャツと類似したものが検索できていることが確認できた。

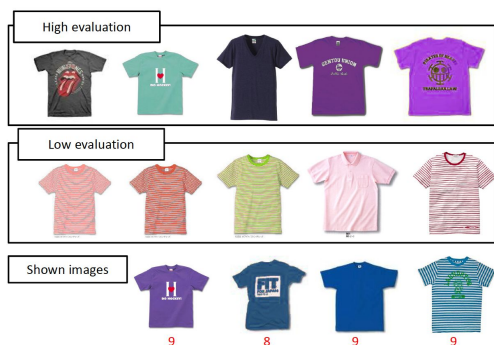


図1 Tシャツ推薦システムの実行結果

(2) 看板デザイン支援システムでは、看板に用いる木材の木目パターンと素材の色、看板の文字色がそれぞれ4bit, 2bit, 8bitで表現されており、デザインの組み合わせは16,384通りとなる。本システムでは16個のデザイン候補をトーナメント式に配置し、一対比較式でユーザに投票をしてもらうことで各デザイン候補の評価値を獲得し、進化計

算を行う。

図2にシステムを実装したWebサーバへのアクセス画面を示す。専用サイトにアクセスすると、現在生成されているデザイン案が対戦形式で表示され、ユーザは好みのデザインに投票することができる。実ユーザによるシステム運用実験の結果、本システムでは多くのユーザの好みを反映した満足いくデザインが生成できることが確認できた。



図2 看板デザインシステムの実行画面

(3) 並列対話型タブーサーチを用いた衣服コーディネート支援システムでは、システムが提示する複数のコーディネート案に対し、ユーザが「好き」「嫌い」「どちらでもない」の3つに分類することで複数のタブーサーチによりコーディネート案の最適化を行うことができた。図3にデジタルサイネージとKinect センサを用いた仮想試着システムの全体図を示す。ユーザは中央のサイネージの前に立ち、画面上部に表示されるデザイン案を選択して画像合成により仮想的に試着することができる。試着画像を確認し、腕を左右に動かすことで、試着中のデザイン案を評価することができる。腕を右から左に動かすと「好き」の評価となり、デザイン案はサイネージ左側の Good ウィンドウに移動して表示される。腕を左から右に動かすと「嫌い」の評価となり、デザイン案はサイネージ右側



図3 仮想試着システム

の Bad ウィンドウに移動する．この動作を繰り返すことにより，並列対話型タブサーチによる進化計算処理により，メインウィンドウのデザイン案がユーザの好みのデザインへと最適化される．

(4) 通りすがりの多数のユーザからの投票によりデザインを最適化するシステムでは，2 台のデジタルサイネージと大型のボタンを用意してトーナメント選択式の対話型進化計算によりデザインの最適化を行った．図 4 に構築したシステムを示す．実際に量販店で販売されている T シャツ，ジャケット，ボトムス，ソックスから 3D 画像を作成し，さまざまなコーディネート案をサイネージに表示してユーザに好みの方に投票してもらった．運用試験の結果，10 日間で 1,679 票の投票を獲得し，20 世代の進化計算処理により多くのユーザが好むコーディネートを生産することができた．



図 4 実験風景

(5) ポーカー方式の進化計算アルゴリズムでは，iPad を使って個々のユーザが各自の好みのデザインを進化計算により生成し，ある程度デザイン案が収束すると，そのデザインを中央の大画面ディスプレイへと反映させる．システムの動作について図 5 に示す．各ユーザは中央ディスプレイに提示されているデザイン案から幾つかの案を手元の iPad に取り入れ，それらを端末上で最適化して結果を中央ディスプレイに公開する．ユーザの好みに応じて端末で最適化されたデザインは，中央ディスプレイのデザインと交配されて新たなデザインへと更新される．実験では，ランニングシューズのデザインを行う 4 名

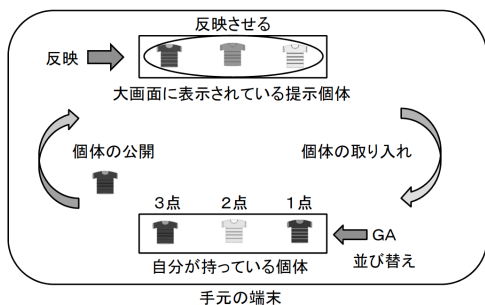


図 5 システムの概要

のユーザが，それぞれの好みと全体のコンセプトを反映したデザイン生成を目指し，実システムを運用して有効性を検証した．その結果，デザイン作成に参加した全てのユーザが満足するデザイン案を生成することができた．

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

- (1) Takaki Urai, Masataka Tokumaru, "User Kansei Clothing Image Retrieval System", Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.18, No.6 pp. 1044-1052, 2014-11.(査読有り)
- (2) Hiroshi Takenouchi, Masataka Tokumaru, Noriaki Muranaka, "Tournament-style Evaluation using Kansei Evaluation", International Journal of Affective Engineering, Vol.12, No.3, pp.395-407, 2013-09. (査読有り)

〔学会発表〕(計 26 件)

- (1) K.Yamamoto, H.Takenouchi, M.Tokumaru, "Emoticon Selection Support System Using Emotional Learning", ISASE 2015, 2015.3.22 (工学院大学, 東京).
- (2) H.Takenouchi, H.Inoue, M.Tokumaru, "Signboard Design System with Votes by Many People", ISIC 2014, 2014.12.11 (Orlando, Florida, USA).
- (3) M.Sakai, H.Takenouchi, M.Tokumaru, "Design Support System with Votes from Multiple People using Digital Signage", ISIC 2014, 2014.12.11 (Orlando, Florida, USA).
- (4) R.Oku, H.Takenouchi, M.Tokumaru, "Effectiveness of Kansei model in Healthy Eating Habits Support System", SCIS & ISIS 2014, 2014.12.4 (北九州国際会議場, 福岡).
- (5) 竹之内 宏, 井上 博行, 徳丸 正孝, "一対比較投票方式を用いた看板デザイン支援システム", 第 16 回 日本感性工学会大会, 2014.9.6 (中央大学, 東京).
- (6) 奥 良太, 竹之内 宏, 徳丸 正孝, "食生活支援システムにおける感性モデルの有効性の検証", 日本知能情報ファジィ学会 第 30 回ファジィシステムシンポジウム, 2014.9.1 (高知城ホール, 高知).
- (7) 坂井 将之, 竹之内 宏, 徳丸 正孝, "デジタルサイネージを用いた複数のユーザの投票によるデザイン生成支援システム", 日本知能情報ファジィ学会 第 30 回ファジィシステムシンポジウム, 2014.9.1 (高知城ホール, 高知).
- (8) S.Domae, H.Takenouchi, M.Tokumaru, "Virtual Dressing System for Fashion

- Coordination Using Parallel Retrieval Interactive Tabu Search", HCI International 2014, 2014.6.25 (Crete, Greece).
- (9) M.Tokumar, "Implementation of the Healthy Eating Habits Support System Based on User Taste Preferences and Nutritional Balance", KEER 2014, 2014.6.11 (Linköping, Sweden).
- (10) 竹之内 宏, 堂前 翔哉, 徳丸 正孝, "並列対話型タブーサーチを用いたメンズファッションコーディネートのための仮想試着システムの構築", 2014年 電子情報通信学会総合大会, 2014.3.19 (新潟大学, 新潟).
- (11) K.Yamamoto, M.Tokumar, "Emoticon Recommendation System Using a Similarity Ratio of Emoticon Appearance", ISIS 2013, 2013.11.14 (Daejeon, Korea).
- (12) S.Domae, H.Takenouchi, M.Tokumar, "Parallel Retrieval Interactive Tabu Search", ISIS 2013, 2013.11.14 (Daejeon, Korea).
- (13) 横山 貴洋, 竹之内 宏, 徳丸 正孝, "一対比較投票による対話型進化計算システムに関する構想", 日本知能情報ファジィ学会評価問題研究部会 第18回曖昧な気持ちに挑むワークショップ, 2013.10.25 (晴風荘, 福島).
- (14) 浦井 教輝, 徳丸 正孝, "色彩や模様の嗜好を考慮した衣服検索システム", 日本知能情報ファジィ学会 第29回ファジィシステムシンポジウム, 2013.9.11 (大阪国際大学, 大阪).
- (15) 山本 恭聖, 徳丸 正孝, "視覚的類似度に基づいた顔文字推薦システム", 日本知能情報ファジィ学会 第29回ファジィシステムシンポジウム, 2013.9.10 (大阪国際大学, 大阪).
- (16) 稲川 祐馬, 石川 明伸, 徳丸 正孝, "IIAを用いた献立推奨システムの最適化", 第15回日本感性工学会大会, P57, 2013.9.7 (東京女子大学, 東京).
- (17) 石川 明伸, 稲川 祐馬, 徳丸 正孝, "実レシピを用いた食生活支援システムの性能評価", 第15回日本感性工学会大会, 2013.9.7 (東京女子大学, 東京).
- (18) Y.Inoue, T.Inoue, M.Tokumar, "Collaborative Design Support System Based on Interactive Genetic Algorithm(IGA)", HCI International 2013, 2013.7.24 (Las Vegas, Nevada, USA).
- (19) Y.Inagawa, J.Hakamata, M.Tokumar, "A Support System for Healthy Eating Habits: Optimization of Recipe Retrieval", HCI International 2013, 2013.7.24 (Las Vegas, Nevada, USA).
- (20) 堂前 翔哉, 竹之内 宏, 徳丸 正孝, "並列探索を用いた対話型タブーサーチに関する検討", 2013年度 人工知能学会全国大会, 2013.6.5 (富山国際会議場, 富山).
- (21) 奥中 大地, 徳丸 正孝, "ユーザの感性を模倣した感性検索システムの性能評価", 第8回 日本感性工学会春季大会, 2013.3.7 (北九州国際会議場, 福岡).
- (22) 井上 嵩, 井上 泰史, 徳丸 正孝, "対話型遺伝的アルゴリズムを用いた協調デザイン支援システム ~検証システムによる有効性の検討~, 第8回 日本感性工学会春季大会, 2013.3.7 (北九州国際会議場, 福岡).
- (23) Y.Inagawa, J.Hakamata, M.Tokumar, "A framework of recommender system considering the variety of Kansei", SCIS & ISIS 2012, 2012.11.22 (神戸国際会議場, 兵庫).
- (24) A.Ishikawa, Y.Tokumi, M.Tokumar, "Recipe data coding method by using cooking process and quantity of nutrients for healthy eating habits support system", SCIS & ISIS 2012, 2012.11.22 (神戸国際会議場, 兵庫).
- (25) T.Yokoyama, H.Takenouchi, M.Tokumar, N.Muranaka, "Website Design System Based on an Interactive Genetic Algorithm Using Tournament Evaluation by Multiple People", SCIS & ISIS 2012, 2012.11.22 (神戸国際会議場, 兵庫).
- (26) T.Urai, D.Okunaka, M.Tokumar, "Clothing image retrieval based on a similarity evaluation method for Kansei retrieval system", SCIS & ISIS 2012, 2012.11.21 (神戸国際会議場, 兵庫).

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

徳丸 正孝 (TOKUMARU, Masataka)
関西大学・システム理工学部・准教授
研究者番号：70298842