

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：37112

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K12196

研究課題名（和文）味コミュニケーションによる味の共創

研究課題名（英文）Co-creation of taste by taste-communication between users

研究代表者

福本 誠（Fukumoto, Makoto）

福岡工業大学・情報工学部・教授

研究者番号：60422028

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：味コミュニケーションは、各ユーザの探索において得られた良解を交換することを指す。これによりユーザ間で共通して高い評価の解を得ることが期待できる。本研究では、特に美味しい混合飲料の探索を行った。各ユーザのタスクは対話型進化計算のシステムから提示された混合飲料を評価することであった。ネットワーク上のストレージを利用することで具体的なシステムを構築し、実験を通じ遠方のユーザと、あるいは対面環境にいるユーザとの解交換を行い高評価の混合飲料を見つけられることを示した。また、単に評価値を付すだけでなくお勧め解を示すことのできる機能も設け、対面の実験においてその有効性を評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多くの市場に出ている製品は、企業の専門家により考案されている。その際、多くのユーザから高く評価される製品の特性がわかれば、より多くのユーザに好まれる製品作りにつながることを期待される。本研究の成果は、美味しい混合飲料を見つけることに特化したものであるが、様々な製品作りやメディアコンテンツ生成につながるものである。また、そのベースとなる各ユーザの評価は、対話型進化計算における単純な評価値によるものであるため、各ユーザの負担は小さい。個々のユーザの評価を行う際のデバイスの準備が問題となるが、それを要しない、あるいは準備できる場合は実現可能な技術といえる。

研究成果の概要（英文）：Taste communication refers to the exchange of good solutions obtained in each user's search among users. With this approach, it is expected to obtain a solution with a high evaluation in common among users. In this study, we focus on the search for a particularly delicious mixed beverage. Each user's task is to search for a tasty mixed drink using interactive evolutionary computation, and the exchanging good solutions between distant participants via the Internet. We constructed a concrete system using network storage and conducted a tasting experiment. An increase in the evaluation value was observed in the experimental results. In addition, the system has a function that not only assigns a rating but also recommends a solution, and we evaluated the effectiveness of this function in a face-to-face experiment.

研究分野：感性工学

キーワード：対話型進化計算 メディアインタラクション 混合飲料 美味しさ

1. 研究開始当初の背景

近年の IT およびネットワーク技術の進展に伴い、オーダーメイド的な、ユーザの好みや感性に合うメディアコンテンツの利用が盛んになってきている。我々は、生活の中で様々なメディアコンテンツに触れる機会があり、もしそれらがユーザごとの好みや感性に合ったものであるなら、より豊かで快適な暮らしの実現につながることを期待できる。

対話型進化計算(Interactive Evolutionary Computation; IEC)は、メディアコンテンツのユーザ個人への最適化を可能にする手法として知られている。IEC の土台である進化計算としては、遺伝的アルゴリズムがよく知られている。これは、最短経路探索や新幹線の設計に使われた手法であり、生物の進化を模倣して良解、最適解を探索する。つまり、良い解や最適解がわからない問題において、環境を問題に、生物の個体を解候補になぞらえ、解候補がどれくらいその環境に適しているかを評価値として得て、それに基づき世代の更新を行うことで、最適解探索を行う手法と言える。この評価の部分を実験に行わせるのが IEC であり、ブラックボックス的で数式などで表現できない各ユーザの感性に合う解の探索を可能とする。ほとんどの IEC の研究は CG や音のメディアコンテンツを対象に行われてきた[参考文献 1]。一方で、他のメディア形式への展開は鈍い。例えば、嗅覚コンテンツの IEC は申請者らによってようやく 2010 年に提案された。

人間にとって重要な味覚については、IEC での研究例はほとんど無い。Herdy によるコーヒーの混合[参考文献 2]が唯一の例であるが、コーヒーのテイस्टング従事者が対象であり、一般ユーザ向けではない。また、探索の結果として、評価値が上昇すること、すなわち好み合う味が得られたことは確認されていない段階である。また、IEC の強みは個人向けの最適化であり、オーダーメイド的な価値がある。その一方で、商品開発に技術を活かそうとすると、多くのユーザの好みを取り入れる必要があると考えられる。多数のユーザが参加する IEC はいくつかの研究例があるものの、システム構築と評価の容易さからか、多くの先行研究は CG を対象になされてきた。

2. 研究の目的

本研究の第一の目的は、味探索 IEC を実現することである。これは、単にシステムを構築するだけでなく、探索により評価値が上昇することを、味評価実験を通じて示すことも含む。これをもとに、第二の目的である味コミュニケーションに基づく多数ユーザに好まれる味の探索を実施する。これらの研究で扱う対象は、混合飲料の味に限定する。

味を探索する、あるいは作り出すような研究例は、感性工学の分野ではほぼ見られない。食メディアの分野では味についての研究例が多く存在するものの、センシングや感性的な評価の研究がほとんどであり、一般ユーザの好みを取り入れた上で製品作りを目指して新たな味を創り出す研究は見当たらない。IEC における先行研究としては、1995 年に Herdy によるコーヒーの例があるのみであるが、この研究においては評価値の推移や統計的な有効性の調査は行われていない。本来、様々な人間の感覚に適用可能な IEC ではあるが、味覚についてはほとんど研究が進んでいない状況といえる。

本研究では、IEC による味の探索を行うとともに、味コミュニケーションにより複数ユーザ間での味情報の共有を実現する。味コミュニケーションは、ユーザ間で良い味の情報を交換することを指す。これらの技術を組み合わせることにより、多数のユーザに好まれる味の探索技術を実現する。研究の中で、実験を通じた手法の有効性の調査も行う。このような、多くのユーザの好みを取り入れながら評価の高い味を探索する研究は、これまでに無いというだけでなく、新たな食品の開発補助など、実世界での応用が期待される技術である。

3. 研究の方法

本申請における実施内容は、申請時の学術的な問いに挙げた 3 点に関する内容であった。すなわち、

- (1) 味を探索する IEC を実現すること、
- (2) 味コミュニケーションを実現すること、
- (3) 複数ユーザが参加する IEC を実現すること、

であり、これらの技術を確立することを目指した。さらに、有効性を検証するための実験を実施した。

まずは、ユーザ 1 名による味探索 IEC の実現を目的とする研究を実施した。ここでは、異なる飲料を混合する際に、どのような比で混ぜるかを問題とし、ユーザに味を評価してもらいながら進化計算による解の探索を行った。IEC の探索対象となる解候補は、例えば、オレンジ、レモン、グレープの各飲料の量が 1:2:3 といった比の数値となる。このような手法について既に提案は済ませたものの、用いた遺伝的アルゴリズムの解候補の設計に問題があった上、混合作業は手作

業によるという段階であった。味探索 IEC システムの開発の初期段階では、試作機を作り、コンピュータにより計算された解にあわせた混合飲料を自動的に作ることを目指した。このシステムにおける飲料混合の部位は、ブレッドボード、Arduino、モータ、チューブなどから構成されており、チューブは混合のもととなる飲料の瓶へとつながっている。解候補の比の数値に合わせ、PC からのモータへ駆動時間の信号が送られる。初期段階では瓶やチューブの密閉度などのハード面の問題を抱えており、申請時点ではうまくいっていないかったが、蠕動ポンプを導入することにより、これらの問題はほぼ解決された。味探索 IEC システムが完成した後、代表者と分担者が有効性の検証実験を行った。

味コミュニケーション技術の実現においては、複数のユーザのやり取りを行うためのシステム構築が鍵となる。そこでは、ユーザの対面参加だけでなく、遠距離間でリアルタイムにやりとりすることを目指した。この技術は、あるユーザが味わっている混合飲料を、遠方で再現できるようにする技術である。いわゆるレシピのようなものであるが、リアルタイムに遠距離の間で同じ味を再現する技術は、これまで提案されていなかった。この技術の実現にはインターネット上のサービスを利用した。検証実験は、代表者と分担者の所属機関（福岡工業大学、関西大学）の間で実施した。

さらに、多数ユーザが参加し、多くのユーザに好まれる味を探索する研究を行った。上記 2 段階の成果を組み合わせ、遠隔地における複数ユーザが参加する味探索 IEC といえる。この手法の実現においては、解交換で他のユーザから受け取った解候補を探索に組み込むことも重要なポイントの一つであった。これらの技術の実現には、代表者がこれまで取り組んできた複数ユーザが参加するメロディ探索 IEC の知見を活用した。具体的には、各ユーザが探索している間に得られた良い解をネットワーク上のストレージに書き込み・読み出しを行うことで、各ユーザの良い解を交換し合いつつ IEC の探索を行った。遠隔地間で 2 名のユーザが同時に参加する実験を行った上で、対面で 3 名のユーザが同時に参加する実験も実施した。また、単に解候補に評価値を付けるだけでなく、お勧め解を選択するとともに、お勧めする理由を送る手法も提案し、システムとして実現した。

4. 研究成果

まず、1 名のユーザによる味探索技術を実現し、その有効性の検証を行った。システム構築に関し、初期の研究では水流ポンプを用いたが、上述したように動作を保証するために蠕動ポンプを用いた。進化計算のアルゴリズムとしては、遺伝的アルゴリズムを採用した。評価値を観察すると、ある程度の上昇は観察されたものの、もととなる飲料の数を増やした場合などにおいて有意な上昇を観察できない場合があった。実際の製品を考えると複雑な構成の混合飲料もありうるため、今後はこういった問題の解決が必要となる。

次に、複数のユーザが参加できるシステムを構築するために、味コミュニケーションの実現を図った。構築したシステムのプログラムによりネットワーク上のストレージと自動的に通信を行い、リアルタイムな解交換を実現できることを確認した上で、複数ユーザが参加可能なシステムを構築した。IEC においては、遺伝的アルゴリズムをその探索アルゴリズムに用いた。各ユーザが IEC の評価を行いながら自身の感性に合う「美味しい」混合飲料を評価し、その間に世代ごとの最良解を他のユーザと交換した。その結果、評価値の上昇を確認できた。また、お勧め解の情報を交換可能なシステムを構築し、ユーザのお勧め理由を含んだ解候補の情報を交換できることを確認した上で、評価値の上昇を確認できた。

これらの研究の成果は、多くのユーザに高い評価を受ける美味しい混合飲料を見つけることに特化したものであるが、様々な製品作りやメディアコンテンツ生成につながるものである。また、そのベースとなる各ユーザの評価は、対話型進化計算における単純な評価値によるものであるため、各ユーザの負担は小さいものと考えられる。様々な製品の開発やコンテンツ生成への発展を考えると、個々のユーザの評価を行う際のデバイスの準備が問題となるが、それを要しない、あるいは準備できる場合は実現可能な技術といえる。

参考文献 1 : H. Takagi: Interactive Evolutionary Computation: Fusion of the Capabilities of EC Optimization and Human Evaluation, *Proc. the IEEE*, Vol.89, No.9, pp.1275-1296, 2001.

参考文献 2 : M. Herdy: Evolutionary optimization based on subjective selection - evolving blends of coffee, *Proc. 5th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing*, p.640-644, 1997.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 FUKUMOTO Makoto, NISHIKAWA Akinobu, INOUE Asami	4. 巻 19
2. 論文標題 Adjusting Impression of Warning Alert by Optimizing Sound Effectors Using Interactive Differential Evolution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Affective Engineering	6. 最初と最後の頁 275-282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/ijae.IJAE-D-20-00012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 福本 誠, 花田良子	4. 巻 62(5)
2. 論文標題 遠隔地間の味コミュニケーションを想定した対話型進化計算による混合飲料生成システムの改善	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 情報処理学会 デジタルプラクティス (招待論文)	6. 最初と最後の頁 d70-d79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20729/00210590	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 井上 亜彩美, 福本 誠	4. 巻 18(4)
2. 論文標題 UTAUと対話型差分進化を用いたユーザの理想声生成における効果の検証と声質パラメータの観察	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 299 ~ 306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-19-00002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Fukumoto Makoto, Hanada Yoshiko	4. 巻 15
2. 論文標題 Investigation of the efficiency of continuous evaluation based interactive evolutionary computation for composing melody	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering	6. 最初と最後の頁 235 ~ 241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tee.23050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukumoto Makoto, Miyamoto Taichi, Gan Haoran	4. 巻 10
2. 論文標題 Interactive Evolutionary Computation Creating Congruent Media Content Composed of Different Media Types	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Information Engineering Express	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.52731/iee.v10.i1.803	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 MIYAMOTO Taichi, GAN Haoran, FUKUMOTO Makoto	4. 巻 22
2. 論文標題 Making an English Speech Similar to the User 's Voice using UTAU and Interactive Differential Evolution	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Affective Engineering	6. 最初と最後の頁 245 ~ 251
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/ijae.IJAE-D-22-00015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 M. Yokoi, Y. Fujioka, Y. Hanada and M. Fukumoto
2. 発表標題 Creation of Complicated Blended Juices with Interactive Genetic Algorithm and its Search Analysis
3. 学会等名 CISIM2023 & ICBACE2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 M. Fukumoto, Y. Hanada
2. 発表標題 Creation of Juices with Interactive Genetic Algorithm via Taste Communication between Users in Remote Locations
3. 学会等名 ICBIR2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 M. Fukumoto, Y. Hanada
2. 発表標題 Using Suggestion Information in Exchange Solutions between Users in Interactive Evolutionary Computation Creating Blended Juices
3. 学会等名 SCIS & ISIS2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福本誠, 花田良子
2. 発表標題 お勧め情報を解に付与する対話型進化計算システムの試作
3. 学会等名 生命ソフトウェアシンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福本誠, 花田良子
2. 発表標題 複数ユーザが参加する対話型進化計算におけるお勧め情報の利用: 対面条件における味コミュニケーションを通じた飲料生成の場合
3. 学会等名 第24回日本感性工学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福本誠, 花田良子
2. 発表標題 味コミュニケーションと対話型進化計算による飲料生成
3. 学会等名 SS12021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Miyamoto, H. Gan, M. Fukumoto
2. 発表標題 Making an English Speech Resemble the User's Voice Using UTAU and Interactive Evolutionary Computation
3. 学会等名 ISASE2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Makoto Fukumoto
2. 発表標題 The Efficiency of Interactive Differential Evolution on Creation of ASMR Sounds
3. 学会等名 ICSI2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Makoto Fukumoto, Seishiro Yoshimitsu
2. 発表標題 Search for a Flavor Suited to Beverage by Interactive Genetic Algorithm
3. 学会等名 ICBAKE2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Makoto Fukumoto, Gan Haoran, Yoshiko Hanada
2. 発表標題 A Proposal of Interactive Tabu Search for Creating Beverage by Blending Source Juices
3. 学会等名 CYBCONF2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Makoto Fukumoto, Koki Hijikuro
2. 発表標題 Optimization of Sound of Autonomous Sensory Meridian Response with Interactive Genetic Algorithm
3. 学会等名 SCIS&ISIS2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yusuke Yabuzaki, Yoshiko Hanada, and Makoto Fukumoto
2. 発表標題 Verification of Performance of Multi-Parental Real-Valued Crossover in Interactive Genetic Algorithm
3. 学会等名 SCIS&ISIS2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 数崎悠介, 花田良子, 福本誠
2. 発表標題 チームの雰囲気理解が対話型GAの収束に与える影響の検証
3. 学会等名 生命ソフトウェア・感性工房・而立の会 合同シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Makoto Fukumoto, Yoshiko Hanada
2. 発表標題 A Proposal for Creation of Beverage Suited for User by Blending Juices based on Interactive Genetic Algorithm
3. 学会等名 IEEE SMC2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Genki Yamaguchi, Makoto Fukumoto
2. 発表標題 A Music Recommendation based on Melody Creation by Interactive Genetic Algorithm with User's Intervention
3. 学会等名 ISIS2019&ICBAKE2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makoto Fukumoto, Akinobu Nishikawa, and Asami Inoue
2. 発表標題 Adjustment of Impression on Early Warning Sound Using Interactive Differential Evolution
3. 学会等名 ISIS2019&ICBAKE2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 数崎悠介, 花田良子, 福本誠
2. 発表標題 対話型遺伝的アルゴリズムにおける多親の実数値交叉の有効性の検証
3. 学会等名 電気学会システム研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福本誠, 野村康太, 花田良子
2. 発表標題 複数ユーザに共通して好まれる混合飲料コンテンツ探索のための対話型進化計算
3. 学会等名 電気学会システム研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 比地黒虹輝, 福本誠
2. 発表標題 対話型進化計算による好みのASMR音源の探索
3. 学会等名 第15回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 数崎悠介, 花田良子, 福本誠
2. 発表標題 対話型遺伝的アルゴリズムによるチームのカラーデザイン
3. 学会等名 第21回日本感性工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taichi MIYAMOTO, Makoto FUKUMOTO
2. 発表標題 Making English Voices Similar to User ' s Voices Using Voice Changer and Interactive Differential Evolution
3. 学会等名 ISASE2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 M. Fukumoto and Y. Hanada
2. 発表標題 Investigation of Ratio of Source Juices in Creation of Blended Juices by Interactive Genetic Algorithm
3. 学会等名 ICES2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Makoto Fukumoto, Yoshiko Hanada
2. 発表標題 Creation of Delicious Mixed Juices for Multiple Users based on Distributed Interactive Genetic Algorithm
3. 学会等名 IEEE SMC2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	花田 良子	関西大学・システム理工学部・准教授	
	(Hanada Yoshiko)		
	(30511711)	(34416)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------