

進化型計算に関する研究事例紹介

染谷 博司*

Studies on Evolutionary Computation in Someya Laboratory

by

Hiroshi Someya*

(Received on Jan. 8, 2024 & accepted on Jan. 9, 2024)

Abstract

Someya laboratory is engaged in studies on evolutionary computation and stochastic optimization. In this article, research projects of our laboratory are summarized. The applications are synthesizer parameter optimization, essential oil blending, evolutionary consensus building (ECB) for multi-person menu planning, and ECB for general competitive bidding.

Keywords: evolutionary computation, genetic algorithms, stochastic optimization

1. はじめに

染谷研究室では、進化型計算 (evolutionary computation) を中心とした確率的最適化 (stochastic optimization) の研究に取り組んでいる。進化型計算は、人工知能の工学的技術のひとつとして位置づけられ、近年、ブラックボックス最適化における強力な最適化能力が注目を集めている。本稿では、当研究室にて行われてきた (あるいは現在行われている) 研究課題からいくつかの研究事例を選び紹介する。

2. 研究事例

文献1) では、シンセサイザの音源パラメータを最適化することによるサンプリング音の再現問題に取り組んだ (図1)。また、その派生研究課題である進化的同時最適化に取り組んだ。映画やゲームに用いる効果音などの「音」を得たいとき、もっともシンプルな獲得手法は自然音のサンプリングである。しかし、求める音が見つからない、手間がかかる、高品質な録音には高い機材が必要、などの理由から困難なことがある。これに対して、電子計算機を用いて電子的に生成する方法がある。音波形の直接的な生成を試みることで任意の音を生成可能であり、特殊な音響機材が不要であるなどの利点がある。しかし、その他方、音生成の専門知識や経験が必要であり、望みの音の生成は簡単ではない。そこで本研究課題では、まず、望みの音に近い音をサンプリングによって入手し、次に、これをシンセサイザによって再現し、シンセサイザパラメータを微調整することで望みの音に近づける接近法を提案した。シンセサイザパラメータの最適化には実数値型遺伝的アルゴリズム (real-coded genetic algorithms: RCGAs) を用いるものとした。ただし、RCGAsが必要とする評価関数の定義が新たな難問となった。そこで、これに対する最適化法として、進化的同時最適化法を提案した。

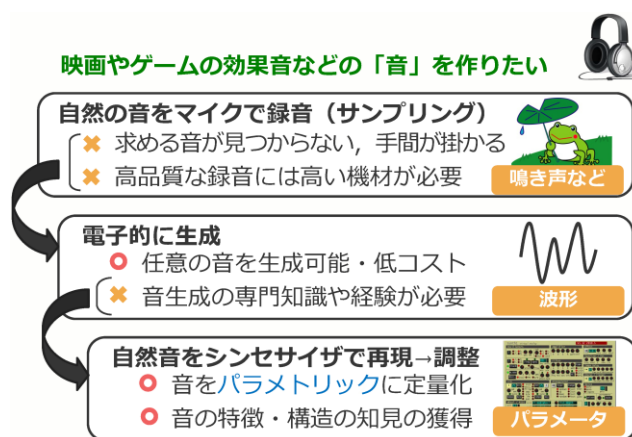


図1：サンプリング音の再現問題

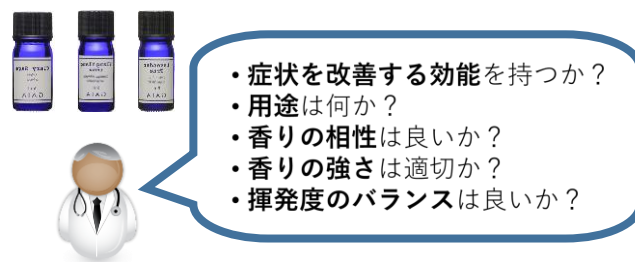


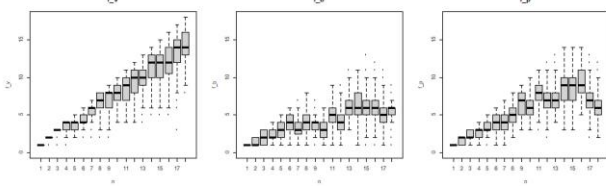
図2：精油調合最適化

文献2) および文献3) では、芳香療法のための精油調合最適化に取り組んだ (図2, 図3)。芳香療法とは、ラベンダーやベルガモットなどの精油を用いた補完代替医療である。精油とは植物の花や葉、果皮、果実、根茎、樹皮などから抽出した揮発性の芳香物質を含む液体香料である。これまで、精油やアロマオイルの利用は好みの香りを芳香することによるリラクゼーションを目的としたものが主であったが、芳香療法の有効性の

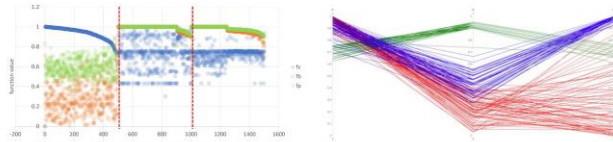
* 東海大学情報理工学部情報科学科

1. Investigation of the characteristics of the essential oil blending problem by single objective optimization

▼ Relationship between the evaluation value by number of essential oils and conditions



▼ Relationship between each evaluation value



► To identify different landscapes and trade-off relationships depending on each condition.

2. Investigation of optimizability and new findings on aroma preparation with NSGA-II

▼ Distribution of pareto solution ▼ Co-occurrence relationship analysis

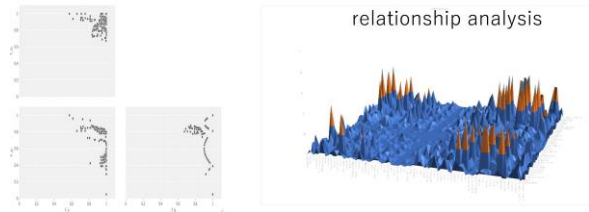


図3：精油調合最適化における数値解析

調査が進むと共に機能改善を目的とした精油の医学的利用への関心が高まっている。本研究課題では、精油調合を最適化問題として定式化し、遺伝的アルゴリズムによる接近を試みた。

文献4)では、献立計画における合意形成問題に取り組んだ(図4)。集団の意思決定において、各構成員それぞれが満足するように集団全体の意思や方向性を決める過程を合意形成と呼ぶ。近年の組織化および複雑化した社会においては、コミュニケーション・ツールや価値観の多様化などにより、合意形成の重要性が増大している。本研究課題では、家族などの複数人と同じ料理を提供する場面を想定し、制約エージェントを導入した合意形成の一手法を提案した。

文献5)では、一般競争入札への参加企業内における合意形成手法を提案した(図5)。入札における提示価格(入札価格)は、予定価格範囲内においてできる限り低い金額を提示することで落札に至る可能性が高まるが、同時に、参加企業内における関係者間で合意を得た実行性のある入札価格である必要がある。このトレードオフ・バランスに関して、遺伝的アルゴリズムを用いた合意形成手法を提案した。

3. おわりに

本稿では、染谷研究室にて実施された4つの研究課題を紹介した。当研究室では、引き続き進化型計算を中心とした研究活動に学生と共に取り組む所存である。

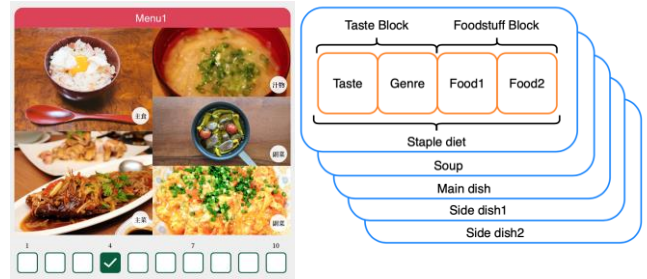


図4：献立計画の合意形成問題

問題設定

発注者の評価モデル

$$P_R = \begin{cases} \infty & (B_0 < B_{L0}) \\ B_0 & (B_{L0} \leq B_0 \leq B_{T0}) \\ \infty & (B_{T0} < B_0) \end{cases}$$

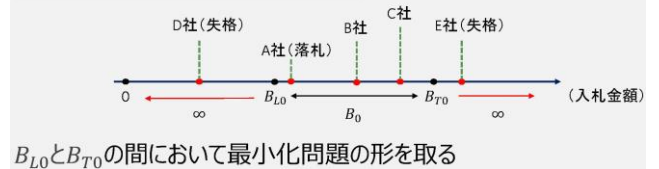


図5：合意形成手法の一般競争入札への適用

謝辞

本稿にて紹介した研究の一部は、科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究 25540103, 基盤研究(C) 19K12161, 基盤研究(C) 23K11265の助成によるものである。

参考文献

- 1) 清水 真, 染谷 博司: “複数の独立な評価関数に対する進化的同時最適化”, 第43回知能システムシンポジウム講演論文集, C1-4 (6 pages), 計測自動制御学会 システム・情報部門 (2016)
- 2) 染谷 博司, 幸田 怜: “方向ベクトル集合により表現される解候補の評価関数定式化(招待講演)”, 電気学会研究会資料(システム研究会 講演論文集) ST-22-037, pp. 1-3, 電気学会 電子・情報・システム部門 システム技術委員会(2022)
- 3) Satoshi Koda and Hiroshi Someya: “Computational Optimization of Essential Oil Blending for Aromatherapy by Multi-objective Genetic Algorithm”, Final Program of the Society of Instrument and Control Engineers Annual Conference 2023 (SICE2023), p. 73, The Society of Instrument and Control Engineers (SICE) (2023)
- 4) 武石 光平, 染谷 博司, 折登 由希子, 加島 智子: “制約エージェントを導入した対話型進化計算による多人数献立計画最適化”, 電気学会論文誌 C 電子・情報・システム部門誌, Vol. 142, No. 6, pp. 691-692 (2022)
- 5) 剣持 星斗, 染谷 博司: “進化計算による合意形成手法の一般競争入札への適用”, 第23回コンピューテーション・インテリジェンス研究会講演論文集, pp. 55-60, 計測自動制御学会 システム・情報部門 (2023)