卒業論文

Web情報を活用した自動献立作成のための多目的遺伝的アルゴリズムによる並列分散処理(仮)

Parallel Distributed Processing
of a Multiobjective Genetic Algorithm
for Automatic Menu Planning Using Web Information

富山県立大学 工学部 電子・情報工学科
1915077 水上和秀
指導教員 António Oliveira Nzinga René 講師
提出年月: 2023年2月

目 次

図一覧 **ii**

表一覧 **iii**

記号一覧 **iv**

第 1 章　はじめに **1**
§ 1.1 本研究の背景 1
§ 1.2 本研究の目的 2
§ 1.3 本論文の概要 2

第 2 章　自動献立作成支援システム **4**
§ 2.1 調理時間とコストを最小化する最適献立 4
§ 2.2 対話による最適な献立の提示 5
§ 2.3 並列分散処理による解法 5

第 3 章　先行研究のシステムの改善点 **6**
§ 3.1 様々なレシピサイトに対応した献立の追加 6
§ 3.2 健康のための制限レシピの考慮 6
§ 3.3 自動献立作成の実用化のための短時間化 6

第 4 章　提案手法 **7**
§ 4.1 調理時間とコストを最小化するパレート最適な献立 7
§ 4.2 高速化のために用いた技術 7
§ 4.3 提案システムの構成 7

第 5 章　数値実験並びに考察 **9**
§ 5.1 数値実験の概要 9
§ 5.2 実験結果と考察 9

第 6 章　おわりに **10**

謝辞 **11**

参考文献 **12**

図一覧

表一覧

記号一覧

第1章

はじめに

§ 1.1　本研究の背景

戦後の食生活が欧米化したことに伴って，ファーストフードといった，過剰にエネルギーを摂取してしまうような食生活が大きく広まったことから，現在，生活習慣病を患う人々が増加している．生活習慣病とは,「食習慣，運動習慣，休養， 喫煙，飲酒，ストレスなどの生活習慣を原因として発症する疾患の総称」のことであり，我が国の主要な死因である，心疾患や脳血管疾患，悪性新生物などの深刻な疾患に深く関与している．

生活習慣病による疾患には，自覚症状がほとんどないことから，気づかないうちに症状が進行し，血管や心臓，脳にダメージが蓄積していく．その結果として，ある日突如として命に関わる疾患を引き起こす可能性がある．生活習慣病による疾患を引き起こしてからでは，既に手遅れであるため，症状が全くないことから安心するのではなく，栄養バランスのとれた食事をとることや適度な運動，過度な飲酒や喫煙を控えることや生活リズムの見直しなどの生活習慣病の予防に，日々意識して努めていく必要がある．

本研究では，上記の複数ある生活習慣病の予防方法の中から，栄養バランスのとれた健康的な食事をとることについて着目する．予防をするための，健康的な食生活の具体的な要素として，1日3食を，朝昼晩の時間帯で規則正しく食べること，自分にとって適正なカロリーの食事をとるように心がけること，食事に含まれる塩分や糖分を控えめにすること，ビタミン類や食物繊維，カルシウムを十分にとることなどが挙げられる [1].

さらに，食欲不振や目の疲れ，肩こり，夏バテなどの，生活習慣病以外の体の不調に効果的な食事が存在しているように，栄養学の観点から食事に対する様々な研究がされており [2]，栄養バランスの取れた食事をとるということは，健康的な生活を送るために必要不可欠な要素の1つであることがわかる．

また，近年，学校給食や病院食の現場では，毎日の食事は学生や患者にとって整えるべき生活リズムの1つの要素であり，食事の時間は日々の楽しみの1つでもあることから，学生や患者にとって摂取すべきである栄養のことを考え，様々な食材の組み合わせからなる献立を作成している．

その献立作成業務を担当している栄養士は，栄養バランス，食事にかかる金額などの考慮すべきである献立作成条件を，1日だけでなく週間や月間でのバランスを考えながら設定する作業を，何度も繰り返し見直しながらブラッシュアップしていく必要があるため，献立作成業務は大変な作業であり，栄養士に対する負荷はかなり高いことがわかる [3]．それに従って，これらの負荷の高い業務を，AI や数理計画化によって自動化するツールが存在している．

§ 1.2　本研究の目的

栄養バランスの取れた献立を作成するには，膨大なメニューの組み合わせや，栄養価の煩雑な計算を考慮する必要があり，献立を考える時間がそもそも無かったり，自分で献立を考えること自体が面倒だと考える人は少なくない [4]．また，短い調理時間でお手軽にかつ食材コストを抑えられる献立を作成することは，忙しく時間がない人や空き時間をねん出したい人，できるだけ節約をして料理を作りたい人にとっては理想的である．

また，献立作成業務を行っている学校給食や病院食の現場での栄養士は，煩雑な栄養計算や食材にかかるコストの計算などの様々な条件を加味した上で繰り返し何度も見直しながら献立を作成している．そのため，献立作成を自動化することによって，献立作成業務の負荷を軽減することが求められている．

他に病院の現場では，毎日の食事は患者にとって生活リズムの中心であり，日々の楽しみの 1 つでもあることから，食の感動を大切にし，病院では医食同源の精神を基本に飽きのこないメニューを提供することが求められている．食に関する専門性を高めるために，日々食に対して研究や開発，研修を行っていることから，負荷の高い業務を行っていることが分かる．

そこで，本研究では，献立作成を組み合わせ多目的最適化問題として捉えることにより，栄養バランスがとれていて，調理時間，食材コストが少なくなるように，なおかつ，ユーザが摂取したい栄養量や摂取カロリーについての希望を叶えられるような最適な献立を，自動的に作成するシステムを提案する．

最適化によって選別する料理データは，レシピサイトから Python のプログラムによるスクレイピングによって蓄積する．具体的な料理データの中身として，必要食材や接種栄養量，カロリーなどが挙げられる．また，料理データに対するコスト計算を行うため，食品価格の推移を調査している Web サイトから食材と販売単位あたりの価格をスクレイピングによってデータベースに蓄積する．上記の方法によって蓄積したデータを入力とした，組み合わせ多目的最適化問題を解く手法として，遺伝的アルゴリズムを応用した，非優越ソート遺伝的アルゴリズム (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm: NSGA-II) を採用する．

§ 1.3　本論文の概要

本論文は次のように構成される．

第 1 章 本研究の背景と目的について説明する．背景では栄養バランスの摂れた献立を作成することの難しさと，自動で献立を作成することの重要性，並列分散処理による実行速度向上の意義について示す．目的は多目的遺伝的アルゴリズムによる最適な自動献立作成の並列分散処理について提案することを述べる．

第 2 章 多目的最適化による自動献立作成システムの概要と，Web 上のデータを活用した例について説明する．

第 3 章

第 4 章

第 5 章 提案手法に基づいて自動献立作成システムを構築して，実際に献立の作成を行った結果を示す．そして，本研究の提案手法によって得られた結果が有意であることを示す．

第 6 章 本研究で述べている提案手法をまとめて説明する．また，今後の課題について述べる．

第2章

自動献立作成支援システム

§ 2.1　調理時間とコストを最小化する最適献立

自動献立作成支援システムとは，システムを利用するユーザにとって最適な献立を，自動で生成することができるシステムである．献立を自動で生成する具体的な手法として，AI を活用した手法や，数理計画法による手法が存在する．献立の作成にコンピュータを利用する場合，食材や料理の選定は人が行い．栄養価の計算や献立によって得られる栄養素をダイヤグラムに表したものの表示などにコンピュータを用いる場合が存在する．

次に，献立そのものをコンピュータによって求める，自動作成については，どの程度の栄養やカロリーを献立から摂取したいか，といった栄養量を制約条件とし，献立にかかる費用の最小化を目的関数とした単目的最適化による線形計画法を利用した研究 [5] が存在する．

これまでに，ある料理メニューを献立に加えるか加えないかを整数計画問題で表現し，組み合わせ最適化による料理にかかる費用や調理時間などの最小化を目的とした研究 [6] や，特定の目的関数を設定することなく，ユーザーとの対話型処理によって献立を作成していく研究などが存在する．

その他には，バランスのとれた料理の作成をするに当たって，たんぱく質や炭水化物などの必要摂取量は個人によって異なり，料理によって得られる摂取量と完全に一致させることが困難で，むしろ一致させる必要がなく，ある程度の範囲内に収めるだけで良い，ということに注目し，各栄養素に対する必要な摂取量を，曖昧さを表現できるファジィ数で用いて表すといった，ファジィ数理計画法を利用して献立を作成する研究 [7] が存在する．

また，献立作成ソフトウェアの種類としては，コンピュータ上で動作する Web アプリケーションや，スマートフォンや iPhone などの携帯端末上で献立作成が行えるアプリケーションなどが存在する．携帯端末上で動作が可能で献立作成アプリケーションの 1 つの例として，me:new が挙げられる（図??参照）．

me:new は，最長で 1 週間分の献立を簡単に作成できる，AI を活用した自動献立作成アプリケーションである．何日分の献立を作成するか，アレルギーや主菜の変更などの設定をし，自動的に栄養バランスのとれた献立を作成する．しかし，どれくらいの栄養とカロリーを摂取したいのかや，希望する調理時間などの細かい設定はできないことと，カロリーが多少多めの献立が作成されるため，食事制限している人には注意が必要なことがデメリットとして挙げられる．

§ 2.2　対話による最適な献立の提示

§ 2.3　並列分散処理による解法

第3章

先行研究のシステムの改善点

§ 3.1　様々なレシピサイトに対応した献立の追加

最適化を行う際，その最適化問題における目的関数が一つの場合であれば，単目的最適化を実施するが，目的関数が複数ある場合，単目的最適化の機能で 2 つの目的関数について最適化するか，多目的最適化法を実施する必要がある．単目的最適化の機能を利用して最適化する場合，制約法や線形加重和法などの方法がある．

§ 3.2　健康のための制限レシピの考慮

§ 3.3　自動献立作成の実用化のための短時間化

第4章

提案手法

§ 4.1　調理時間とコストを最小化するパレート最適な献立

§ 4.2　高速化のために用いた技術

§ 4.3　提案システムの構成

第5章

数値実験並びに考察

§ 5.1　数値実験の概要

§ 5.2　実験結果と考察

第6章

おわりに

mitei

謝辞

本研究を遂行するにあたり，多大なご指導と終始懇切丁寧なご鞭撻を賜った富山県立大学工学部電子・情報工学科情報基盤工学講座の António Oliveira Nzinga René 講師，奥原浩之教授に深甚な謝意を表します．また，システム開発および数値実験にあたり，ご助力頂いた富山県立大学電子・情報工学科 3 年生の水上和秀氏に感謝の意を表します．最後になりましたが，多大な協力をしていただいた研究室の同輩諸氏に感謝致します．

2022 年 2 月

安藤 祐斗

参考文献

[1] “生活習慣病の予防、食生活 生活習慣病の予防と食事-公益社団法人　千葉県栄養士会 ”, https://www.eiyou-chiba.or.jp/commons/shokuji-kou/preventive/seikatusyukan/, 閲覧日 2021.1.7.

[2] 工藤一彦, “からだの不調を食事で治す”. 女子栄養大学出版部, 2001.

[3] “【前編】給食業界で高まる AI 活用ニーズ〜「献立作成」「食数予測」課題とユースケース！”, https://data.nifcloud.com/blog/food-service-provider_ai-use-case_01/, 閲覧日 2021.12.28.

[4] 貝沼やす子, 江間章子, “日常の献立作りの実態に関する調査研究（第１報）”, 日本調理学会誌, Vol.30, No. 4, pp. 364-371, 1997.

[5] 日本栄養士会編 (梶本雅俊, 大谷八峰, 白鷹増男, 他), “栄養指導に役立つコンピュータ入門 ”, 第一出版, 1983.

[6] Joseph L. Balintfy, G. Terry Ross, Prabhakant Sinha and Andris A. Zoltners, “A Mathematical Programing System for Preference and Compatibility Maximized Menu Planning and Scheduling”, Mathematical Programming, Vol.15, No. 1, pp. 63-76, 1978.

[7] 辻 明日夏, 倉重 賢治, 亀山 嘉正. “ファジィ数理計画法を用いた料理の選択”, 知能と情報（日本知能情報ファジィ学会誌）, Vol. 20, No. 3, pp. 337-346, 2008.

[8] “料理レシピ ボブとアンジー 管理栄養士監修の健康ヘルシーレシピ”, https://www.bob-an.com/, 閲覧日 2021.10.11.

[9] “小売り物価統計調査による価格調査”, https://jpmarket-conditions.com/, 閲覧日 2021.10.11.

[10] John W. Ratcliff and David Metzener, “Pattern Matching: The Gestalt Approach”, Dr. Dobb ’ s Journal, p.46, 1988.

[11] C. A. Coello Coello and M. S. Lechuga, “MOPSO: a proposal for multiple objective particle swarm optimization,”Proceedings of the 2002 Congress on Evolutionary Computation (CEC’02), Vol. 2, pp. 1051-1056, 2002.

[12] Qingfu Zhang and Hui Li, “MOEA/D: A Multiobjective Evolutionary Algorithm Based on Decomposition”, IEEE Trans. Evolutionary Computation, Vol. 11, No. 6, pp. 712–731, 2007.

[13] LeftLetter, “多目的進化型アルゴリズム MOEA/D とその改良手法”, https://qiita.com/LeftLetter/items/a10d5c7e133cc0a679fa, 閲覧日 2021.1.6.

[14] John H. Holland, “Adaptation in Natural and Artificial Systems”, 1975.

[15] K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal and T. Meyarivan, “A Fast and Elitist Multi-objective Genetic Algorithm: NSGA-II”, IEEE Tran. on Evolutionary Computation, Vol. 6, No. 2, pp. 182-197, 2002.

[16] D.E.Goldberg, “Genetic algorithms in search, optimization and machine learning ”, Addison-Wesly, 1989.

[17] “Apache Hadoop ”, https://hadoop.apache.org/, 閲覧日 2021.12.26.

[18] Jeffrey Dean, Sanjay Ghemawat, “MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters ”, OSDI’04: Sixth Symposium on Operating System Design and Implementation, San Francisco, CA, pp. 137-150, 2004.

[19] Sanjay Ghemawat, Howard Gobioff, Shun-Tak Leung, “The Google File System”, Google, 2003.

[20] “ Unified engine for large-scale data analytics”, Apache Spark, https://spark.apache.org/, 閲覧日 2021.12.26.

[21] 和正敏，“多目的線形計画問題に対する対話型ファジィ意思決定手法とその応用”，電子情報通信学会論文誌 Vol. J 65-A, No. ll, pp. 1182-1189, 1982.

[22] 田村坦之, 中村豊, 藤田眞一, “効用分析の数理と応用”, コロナ社, 1997.

[23] 中山弘隆, 谷野哲三, “多目的計画法の理論と応用”, 計測自動制御学会, 1994.

[24] “食品成分データベース”，https://fooddb.mext.go.jp/, 閲覧日 2022.1.28.

[25] “日本人の食事摂取基準 (2020 年版) ”, https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf, 閲覧日 2021.12.26.

[26] “一日に必要なエネルギー量と摂取の目安 - 農林水産省”, https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/zissen_navi/balance/required.html, 閲覧日 2021.1.22.

[27] “主食・主菜・副菜とは?献立作りのポイントとあわせて紹介”, https://www.morinaga.co.jp/protein/columns/detail/?id=166&category=health, 閲覧日 2021.1.22.