

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

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

安藤 祐斗 (Yuto Ando)
t815008@st.pu-toyama.ac.jp

富山県立大学 工学部 電子・情報工学科 情報基盤工学講座

Teams, 14:45-15:00 Wednesday, February 16, 2022.

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

1.1 本研究の背景

2/16

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

近年、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、深刻な疾患に深く関与している。これを防ぐためには、過度な喫煙や飲酒を控えることや、しっかりと栄養を食事から摂取することが重要視されている。また、学校給食や病院食の現場で献立作成業務を担当している栄養士は、摂るべき栄養素の計算や、食事にかかる金額などを設定する作業を、繰り返し見直す必要があるため、献立作成の負荷は高いことがわかる。



図1 生活習慣病を起因とする疾患

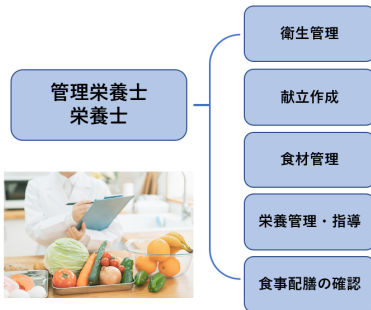


図2 栄養士の主な業務内容

1.2 研究の目的

3/17

目的

そこで、健常者だけでなく、生活習慣病やアレルギーを持っていて制限食を必要とする人でも摂るべき栄養素やカロリーが満たされた献立作成をコンピュータによって自動的に行うシステムを提案する。

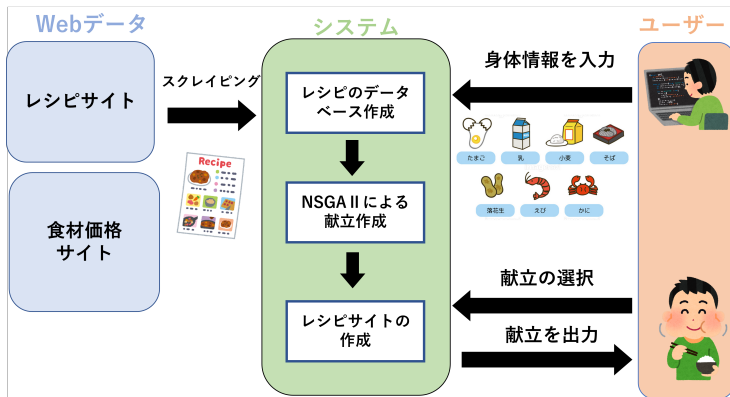


図3 システムの流れ

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験
6. おわりに

2.1 自動献立作成支援システムの概要

4/16

自動献立作成支援システムとは、献立を自動で生成することができるシステムである。献立を構成する要素として主菜と副菜を用意する。また、時間帯別の調理時間アンケートを数値実験の参考にする。

- はじめに
- 自動献立作成の概要
- 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
- 提案手法
- 数値実験並びに考察
- おわりに



図4 献立作成アプリケーションの例



図5 主菜と副菜のイメージ

表1 時間帯別の調理時間アンケート

| | n | 15分未満 | 15～30分 | 31分～60分 | 61分以上 | 無回答 |
|----|-------|-------|--------|---------|-------|------|
| 朝食 | 10043 | 70% | 24.2% | 4.1% | 0.4% | 1.3% |
| 昼食 | 10074 | 47% | 37.0% | 14.7% | 0.8% | 0.5% |
| 夕食 | 10151 | 8.7% | 47.3% | 36.6% | 5.9% | 0.9% |

※nはアンケート回答者数を指す

2.2 Web 上のレシピデータを活用

5/16

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

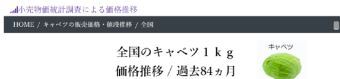
レシピサイト「ポップとアンジー」から、主菜と副菜カテゴリに含まれる料理と、朝食でキーワード検索した料理レシピデータ（必要材料、摂取栄養量、カロリーなど）をスクレイピングし、食品価格動向を調査しているサイト「小売物価統計調査による価格調査」から様々な食品とその価格データをスクレイピングする。次に、料理レシピデータの食材と食材価格データの食材を照らし合わせて食材コストを計算する。



図7 レシピサイト・ポップとアンジーにおける料理レシピ情報

スクレイピングする主なデータ

- ・料理レシピ名
- ・調理時間
- ・摂取カロリー
- ・摂取栄養名
- ・必要食材名
- ・必要食材量
- ・作り方
- ・画像URL
- ・食材価格
- ・販売単位
- ・食材名



WEBスクレイピング

データ抽出・出力

全国のスーパーで売られているキャベツ 1kg 単価の平均は128円。
2015年1月～2021年12月(過去84ヵ月)の期間で全国のキャベツが最も高かった最高単価は2018年2月で354円。逆に最もキャベツが安かった最安単価は2023年2月で118円となっています。
全国よりでキャベツの最高単価(2018年2月)と最安単価(2023年2月)との価格差は276.4321円となっています。

キャベツ 1kg の2015年1月～2021年12月の価格推移とグラフは下記をご覧ください。

出典元：農産物統計局 小売物価統計調査(2021年12月)

関連新聞：キャベツのふくらみと価格(ヨミランタン)

図8 食品価格推移調査サイトの例



図9 Webデータ活用の流れ

3.3 健康のための制限食の考慮

8/17

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験
6. おわりに

人によっては制限食を考慮しなければならない。制限食とは、個人の健康状態、病気の状態に合わせてカロリーや摂取栄養素などを制限する食事のことである。病気の種類にあった制限食を摂ることで病気の症状を改善することができる。また、病気にかかっていなくても生活習慣病を予防することができる¹。

糖尿病

- 1日の炭水化物摂取量を100g以下に抑える
- 1日の脂質の摂取量を必要推定エネルギーの15~25%に抑える
- 1日の食物繊維の摂取量を20g以上にする

腎臓病

- 1日のたんぱく質の摂取量を標準体重当たり0.6~0.7gに抑える
- 1日の塩分の摂取量を3~6gに抑える
- 1日のカリウムの摂取量を1500mgに抑える

脂質異常症

- 1日の脂質の摂取量を必要推定エネルギーの15%以下に抑える
- 1日のコレステロールの摂取量を200mg以下に抑える
- 1日の食物繊維の摂取量を20g以上にする

高血圧

- 1日の塩分の摂取量を6g未満に抑える
- 1日のカリウムの摂取量を1500mgに抑える
- 1日の食物繊維の摂取量を20g以上にする

¹ “日本人の食事摂取基準 (2020 年版)”, 厚生労働省.
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_08517.html(参照 2023-02-07)

3.3 健康のための制限食の考慮

9/17

アレルギーについて

アレルギーの項目は過去に一定の頻度で血圧低下，呼吸困難又は意識障害等の重篤な健康危害が見られた症例が見られる「特定原材料等」に指定されている 28 品目を対象とする²。



図11 対応するアレルギー情報

² “食物アレルギーガイドライン”，厚生労働省，2023.<https://minds.jcqhc.or.jp/n/med/4/med0501/G0001331>(参照 2023-02-07)

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験
6. おわりに

2.3 多目的最適化による自動献立作成

6/16

献立作成システムは、決められた制約条件の中で、目的関数を最大または最小となるパラメータの、組み合わせの解を探索する、組み合わせ最適化問題として捉えられる。献立作成における制約条件として、何日分の献立を作成するか、カロリーをどのくらい制限するか、などが挙げられる。また、目的関数として、調理時間の最小化や個人の嗜好の最大化などが挙げられる。

献立作成における 目的関数、制約条件の例

目的関数の例

- ・ 調理時間の最小化
- ・ 個人の嗜好の最大化
- ・ 食材ロスの最小化
- ・ 食材コストの最小化

制約条件の例

- ・ 特定の栄養素量の制限
- ・ 摂取カロリーの制限
- ・ 献立を作成する日数
- ・ 調理工程の制限

献立作成における研究例

- ・ 必要な摂取栄養量をファジィ数で表す、ファジィ数理計画法を用いた献立作成。
- ・ ユーザとの対話型処理によって献立を作成する。
- ・ ユーザの献立の雰囲気によって献立を作成する。



図10 ナップサック問題の例

カレー作りのPERT図



図11 PERT図の例

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

3.1 多目的最適化とパレート最適解

7/16

多目的最適化は、ある制約条件のもと、複数の目的関数を最大化、あるいは最小化する手法である。全ての目的関数を最大化、あるいは最小化するような最適解が存在するとは言えないため、パレート最適という概念を導入する必要がある。

多目的最適化の定式化

minimize
 x

$\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)\}$

subject to

$g_k(x) \leq 0$

$k = 1, 2, \dots, m$

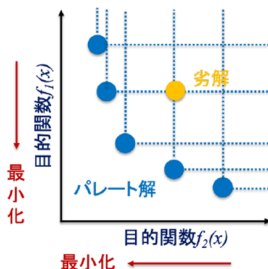


図12 パレート解のイメージ

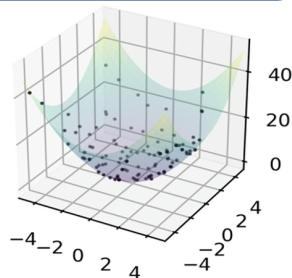


図13 解探索のイメージ (粒子群最適化)

1. はじめに
2. 自動試立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

3.2 遺伝的アルゴリズムによる多目的最適化

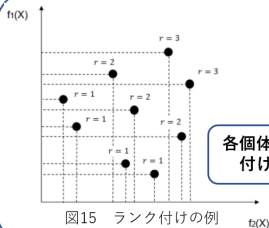
8/16

多目的最適化問題を解く手法として、NSGA-IIを用いる。これは、遺伝的アルゴリズムを多目的最適化問題に拡張したものであり、非優越ソート、混雑度トーナメント選択といった特徴を持つ。

NSGA-IIの特徴

- ・非優越ソート
- ・混雑度トーナメント選択

非優越ソート



各個体にランク
付けを行う

混雑度トーナメント選択

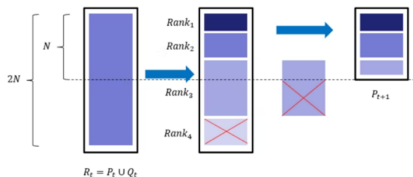


図14 NSGA-IIのアルゴリズム

混雑度トーナメント選択

$$\text{混雑距離} : CD(x^{(i)}) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k |\tilde{f}_j(x^{i+1}) - \tilde{f}_j(x^{i-1})|$$

- ・個体 i のランクが個体 j のランクよりも優れている。
- ・個体 i と個体 j はともに同じランクであり、 i の混雑距離が j よりも優れている。

1. はじめに
2. 自動試立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

3.3 並列分散処理による解法

9/16

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

最適化問題において大量のデータを扱う場合、処理速度が低下してしまうため、処理速度の向上に努める必要がある。並列分散処理とは、複数台のコンピュータを用いて1つの計算処理を行い、性能や処理速度の向上させることで、並列分散ソフトウェアである、Daskを用いて献立作成における最適化部分の並列分散処理を行う。

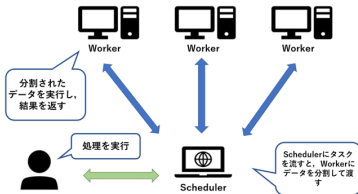


図16 並列分散処理のイメージ

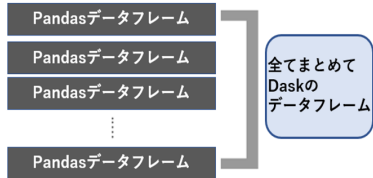


図18 Daskデータフレーム



図17 並列分散ソフトウェア「Dask」

Numpyがグリッド上に配置されたものが1つのDask配列となる



図19 Dask配列

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

10/16

献立に含まれる料理の調理時間の最小化と、料理の食材コストの最小化を目的関数とし、摂取カロリーや摂取栄養量などを制約条件として多目的最適化を行い、パレート最適な献立を出力する。

- はじめに
- 自動献立作成の概要
- 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
- 提案手法
- 数値実験並びに考察
- おわりに

| 定式化 | | 変数 | |
|------------|---|---|--|
| minimize | $\sum_{k=1}^{3D} \sum_{i=1}^R r_{ki} T_i$ | 調理時間の最小化 | |
| minimize | $\sum_{k=1}^{3D} \sum_{i=1}^R r_{ki} G_i$ | 食材コストの最小化 | |
| subject to | $F_i^L \leq \sum_{i=1}^R r_{ki} f_{il} \leq F_i^H \quad (\forall k, \forall l)$ | 摂取栄養量の制約 | |
| | $B^L \leq \sum_{i=1}^R r_{ki} C_i \leq B^H \quad (\forall k)$ | 摂取カロリーの制約 | |
| | $\sum_{i=1}^R r_{ki} T_i \leq \tau_1 \quad (k \% 3 = 1)$ | 調理時間の制約(朝) | |
| | $\sum_{i=1}^R r_{ki} T_i \leq \tau_2 \quad (k \% 3 = 2)$ | 調理時間の制約(昼) | |
| | $\sum_{i=1}^R r_{ki} T_i \leq \tau_3 \quad (k \% 3 = 3)$ | 調理時間の制約(夜) | |
| | $0 < \sum_{i=1}^R r_{ki} \sigma_i \leq 1 \quad (\forall k)$ | 主菜の制約 | |
| | $0 \leq \sum_{i=1}^R r_{ki} (1 - \sigma_i) \leq 3 \quad (\forall k)$ | 副菜の制約 | |
| | $\sum_{k=1}^{3D} r_{ki} \leq 1$ | 料理種類の制約 | |
| | | 対象の日数: D | |
| | | レシピの数: R | |
| | | 食材の数: Q | |
| | | 栄養素の数: N | |
| | | データベース上の食材数: S | |
| | | データベース上の食材番号: $d: 1, 2, 3, \dots, S$ | |
| | | 日の番号: $k: 1, 2, 3, \dots, 3D$ | |
| | | 栄養素の番号: $l: 1, 2, 3, \dots, N$ | |
| | | 材料の番号: $m: 1, 2, 3, \dots, Q$ | |
| | | レシピの番号: $i: 1, 2, 3, \dots, R$ | |
| | | i 番目のレシピの名前: y_i | |
| | | i 番目のレシピの献立フラグ: r_{ki} | |
| | | i 番目のレシピの主菜フラグ: σ_i | |
| | | i 番目のレシピの調理時間: T_i | |
| | | i 番目のレシピの摂取カロリー: C_i | |
| | | i 番目のレシピの食材コスト: $G_i = \sum_{m=0}^Q \sum_{d=q_{im}} \frac{e_{im}}{W_d} M_d$ | |
| | | i 番目のレシピの m 番目の材料の名前: q_{im} | |
| | | i 番目のレシピの m 番目の材料量: e_{im} | |
| | | i 番目のレシピの l 番目の栄養素の名前: n_{il} | |
| | | i 番目のレシピの l 番目の栄養素の量: f_{il} | |
| | | d 番目の食材名: Z_d | |
| | | d 番目の食材の販売単位: W_d | |
| | | d 番目の食材の値段: M_d | |
| | | ログイン情報 | |
| | | 使用者の名前: ϵ | |
| | | 身長: α | |
| | | 体重: β | |
| | | 基礎代謝量 (下限): B^L | |
| | | 基礎代謝量 (上限): B^H | |

図20 献立作成における多目的最適化の定式化

4.2 対話による最適な献立の提示

11/16

多目的最適化によって得られた、調理時間と材料コストが最小化されたパレート最適解（レシピ）の中から、利用者が選択して献立を作成する際に対話型処理を行う。Tkinter を用いて、0 に近づくほど調理時間の最小化を重視した献立を、1 に近づくほど食材コストを重視して最小化した 1 週間分の献立を出力されるように設定するためのスライダーを作成する。



図21 対話型処理のイメージ

正規化

データの最小値を0, 最大値を1にスケールリングする手法。

$i = 1 \dots n$, i 番目の観測値を x_i , 全観測値を x , 正規化した値を x' とすると以下の式で与えられる。

$$x'_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

パレート解に含まれる,
1週間分の調理時間合計
と食材コスト合計を
正規化

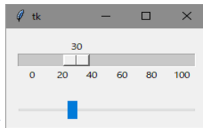


図22 スライダーの例

調理時間と食材コストの
どちらかを重視する方向
にスライダーを動かす

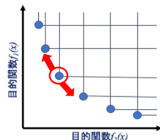


図23 パレート解

パレート解からスライダー
に則った献立が出力される

4.3 提案システムの構成

12/16

動画

提案システムのアルゴリズムを実装した開発システムの概要を動画で示す.

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

5.1 数値実験の概要

13/16

データベースに蓄積した，料理レシピ，食材の価格データの例を示す．また，実際に作成した 1 週間分の献立の，食材コストの合計と調理時間の合計を縦軸と横軸に設定したパレート解と，対話型処理に用いたスライダーを示す．

| レシピの名前 | 主要フラグ | 調理時間 | コスト | 摂取カロリー | 材料名 | 材料量 | 栄養素名 | 栄養量 |
|--------------|-------|------|-----|--------|----------------|------|---------|--------|
| ポークソテーりんごソース | 1 | 15 | 306 | 236 | 豚ロース肉厚切り(脂身なし) | 120g | たんぱく質 | 12.3g |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | 塩 | 少々 | 炭水化物 | 10g |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | こしょう | 少々 | 糖質 | 9g |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | 小麦粉 | 小さじ2 | 脂質 | 15.6g |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | 油 | 小さじ2 | 食物繊維 | 0.9g |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | りんご | 60g | ビタミンA | 17μg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | トマトケチャップ | 小さじ4 | ビタミンB1 | 0.44mg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | さやいんげん | 30g | ビタミンB2 | 0.11mg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | ビタミンB6 | 0.22mg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | ビタミンB12 | 0.2μg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | ビタミンC | 4mg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | ビタミンD | 0.1μg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | ビタミンE | 1mg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | ビタミンK | 18μg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | カリウム | 306mg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | カルシウム | 13mg |
| NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | NAN | 鉄 | 0.4mg |

| 食材名 | 値段 | 販売単位 |
|--------|-------|-------|
| キャベツ | 171円 | 1 k g |
| ほうれん草 | 985円 | 1 k g |
| 白菜 | 245円 | 1 k g |
| ねぎ | 703円 | 1 k g |
| レタス | 450円 | 1 k g |
| もやし | 173円 | 1 k g |
| ブロッコリー | 675円 | 1 k g |
| アスパラガス | 1777円 | 1 k g |
| さつまいも | 586円 | 1 k g |
| じゃがいも | 406円 | 1 k g |

図24 レシピデータの例

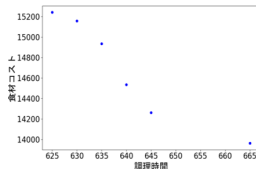


図26 出力されたパレート解

ウインドウ

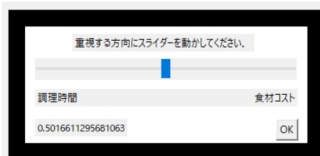


図27 作成したスライダー

- はじめに
- 自動献立作成の概要
- 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
- 提案手法
- 数値実験並びに考察
- おわりに

5.2 実験結果と考察 (制約条件, 献立のパラメータ)

14/16

自分の身長を 160cm, 体重を 58kg, 年齢を 23 歳, 性別を男, 身体活動レベルを普通として入力とし, 1 日に必要な推定エネルギー量を算出し, 目的関数と制約条件に基いて 1 週間分の献立作成を行った結果を示す。

< 基礎代謝量 >

$$\text{基礎代謝量 (kcal/日)} = \text{基礎代謝基準値} \times \text{体重 (kg)}$$

< 必要推定エネルギー量 >

$$\text{必要推定エネルギー量 (kcal/日)} = \text{基礎代謝量} \times \text{身体活動レベル指数}$$

< 必要たんぱく質 >

$$\text{たんぱく質 (g/日)} = \frac{\text{必要推定エネルギー量 (kcal/日)} \times 0.13}{4(g)}$$

< 必要脂質 >

$$\text{脂質 (g/日)} = \frac{\text{必要推定エネルギー量 (kcal/日)} \times 0.15}{9(g)}$$

< 必要炭水化物 >

$$\text{炭水化物 (g/日)} = \frac{\text{必要推定エネルギー量 (kcal/日)} \times 0.4}{4(g)}$$

厚生労働省「日本人の食事摂取基準」
2020年度版より

| 性別 | 男性 | | |
|----------|------------------------------|--------------|-----------------------|
| | 基礎代謝 基準値 (kcal/kg体重/日) | 参照体重 (kg) | 基礎 代謝量 (kcal/日) |
| 年齢 | | | |
| 18-29 | 24.0 | 63.2 | 1520 |
| 30-49 | 22.3 | 68.5 | 1530 |
| 50-69 | 21.5 | 65.3 | 1400 |
| 70 以上 | 21.5 | 60.0 | 1290 |

表2 設定された制約条件

| 制約条件 | 設定した値 |
|----------------|-----------|
| 摂取カロリー (kcal) | 2336~2536 |
| たんぱく質 (g) | 75.92 |
| 脂質 (g) | 38.93 |
| 炭水化物 (g) | 233.6 |
| 調理時間合計 [朝] (分) | 15 以下 |
| 調理時間合計 [昼] (分) | 45 以下 |
| 調理時間合計 [夕] (分) | 60 以下 |
| 主菜 | 1(昼, 夕) |
| 副菜 | 2(昼, 夕) |
| 料理の種類 | 1 |

表3 1週間分の献立のパラメータ

| | 1日目 | 2日目 | 3日目 | 4日目 | 5日目 | 6日目 | 7日目 |
|----------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| 摂取カロリー (kcal) | 2461 | 2345 | 2491 | 2491 | 2397 | 2394 | 2352 |
| たんぱく質 (g) | 88.9 | 80.5 | 97.5 | 100.7 | 77.9 | 107.5 | 87 |
| 脂質 (g) | 88.4 | 58.5 | 56.6 | 89.2 | 89.2 | 74.5 | 56.9 |
| 炭水化物 (g) | 278.9 | 332.6 | 366 | 284 | 279 | 299 | 360.3 |
| 調理時間合計 [朝] (分) | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | 10 |
| 調理時間合計 [昼] (分) | 40 | 40 | 40 | 45 | 30 | 35 | 40 |
| 調理時間合計 [夕] (分) | 35 | 35 | 45 | 35 | 55 | 35 | 50 |

・表2と表3を比較すると,
制約条件を満たしながら
1週間分の献立作成が
できていることが分かる。

- はじめに
- 自動献立作成の概要
- 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
- 提案手法
- 数値実験並びに考察
- おわりに

5.2 数値実験の結果 (健常者)

14/17

健常者の数値実験

身長を 170cm, 体重を 67kg, 年齢を 22 歳, 性別を男, 身体活動レベルを普通として入力とし, 1 日に必要な推定エネルギー量を算出し, 目的関数と制約条件に基いて 1 日分の献立作成を行った結果を示す。

表3 出力されたレシピ

| | 出力されたレシピ |
|---|-----------------|
| 朝 | ひまわりご飯 |
| | なんちゃってピザ |
| 昼 | イワシのガーリックトマトソース |
| | 絹さやの卵とじ |
| | ブリのもぐり飯 |
| 夕 | ほうれん草とえのきのお浸し |
| | ホットブレッドサラダ |

表4 健常者のパラメータ

| 献立のパラメータ | |
|--------------|-------|
| 摂取カロリー | 2621 |
| たんぱく質 | 92.3 |
| 脂質 | 72.1 |
| 炭水化物 | 276.3 |
| 調理時間合計[朝](分) | 15 |
| 調理時間合計[昼](分) | 40 |
| 調理時間合計[夕](分) | 45 |

表5 設定した制約条件

| 制約条件 | 設定した値 |
|--------------|-----------|
| 摂取カロリー(kcal) | 2595~2795 |
| たんぱく質(g) | 84.33~ |
| 脂質(g) | 43.25~ |
| 炭水化物(g) | 259.5~ |
| 調理時間合計[朝](分) | 15 |
| 調理時間合計[昼](分) | 45 |
| 調理時間合計[夕](分) | 60 |
| 主菜 | 1 |
| 副菜 | 2 |

なんちゃってピザ



| 調理時間 | 摂取カロリー | 食材コスト |
|------|---------|-------|
| 10分 | 177kcal | 203円 |

| 栄養名 | 栄養価 | 食材名 | 食材量 | 作り方 |
|-------|--------|----------|------|---|
| たんぱく質 | 6.8g | クラッカー | 12枚 | (1)クラッカーを並べてタチャップをのめます。(2)(1)に細かく切った水菜とベーコン、コーンをのせ、上からチーズをかけます。(3)(2)をオーブントースターで約3~5分間焼いて出来上がりです。 |
| 脂質 | 9.0g | 水菜 | 5枚 | |
| 炭水化物 | 17.6g | ベーコン | 2枚 | |
| 糖質 | 16.2g | コーン | 大さじ3 | |
| 食塩相当量 | 1.0g | チーズ(ピザ用) | 適宜 | |
| 食物繊維 | 1.4g | タチャップ | 適宜 | |
| ビタミンA | 63.0mg | NAN | NAN | |

・表4と表5を比較すると、制約条件を満たしながら 1日分の献立作成ができていることが分かる。

図15 出力されたレシピの例

- はじめに
- 自動献立作成の概要
- 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
- 提案手法
- 数値実験
- おわりに

5.2 数値実験の結果 (制限食)

15/17

制限食を必要とする人の数値実験の結果

各制限食を必要とする人のモデルとして、以下のユーザー像を想定した。

- ・糖尿病：年齢 71 歳，性別 男，身長 163.1cm，体重 61.18kg，身体活動レベル 低い
 - ・腎臓病：年齢 70 歳，性別 男，身長 163.1cm，体重 61.18kg，身体活動レベル 低い
 - ・脂質異常症：年齢 45 歳，性別 男，身長 171.5cm，体重 102.94kg
身体活動レベル 低い
 - ・高血圧：年齢 37 歳，性別 男，身長 171.5cm，体重 88.24kg，身体活動レベル 低い
- そのときの制約条件および出力結果を以下に示す。

表6 制限食を必要とする人の制約条件

| | 摂取カロリー(kcal) | たんぱく質(g) | 脂質(g) | 炭水化物(g) | 塩分(g) | 食物繊維(g) | カリウム(mg) | コレステロール(mg) |
|-------|--------------|------------|------------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| 糖尿病 | 1819~2019 | 62.36~ | 31.98~53.3 | 0~100.0 | 設定なし | 20.0~ | 設定なし | 設定なし |
| 腎臓病 | 1819~2019 | 36.7~42.82 | 30.31~ | 181.9~ | 3.0~6.0 | 設定なし | ~1500 | 設定なし |
| 脂質異常症 | 2738~2938 | 92.23~ | 0~47.3 | 283.8~ | 設定なし | 20.0~ | 設定なし | 0~200.0 |
| 高血圧 | 2524~2724 | 82.03~ | 42.06~ | 252.4~ | 0~6.0 | 20.0~ | 3510~ | 設定なし |

表7 出力された献立のパラメータ

| | 摂取カロリー(kcal) | たんぱく質(g) | 脂質(g) | 炭水化物(g) | 塩分(g) | 食物繊維(g) | カリウム(mg) | コレステロール(mg) |
|-------|--------------|----------|-------|---------|-------|---------|----------|-------------|
| 糖尿病 | 1926 | 80.1 | 42.3 | 96.2 | 8.1 | 22.5 | 3210 | 141 |
| 腎臓病 | 1830 | 35.7 | 32.6 | 194.5 | 3.9 | 18.3 | 1465 | 72 |
| 脂質異常症 | 2925 | 93.5 | 40.5 | 294.6 | 8.2 | 26.7 | 2988 | 156 |
| 高血圧 | 2655 | 92.3 | 43.5 | 265.1 | 4.5 | 26.4 | 3612 | 204 |

- はじめに
- 自動献立作成の概要
- 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
- 提案手法
- 数値実験
- おわりに

5.2 数値実験の結果 (大人数)

16/17

大人数を想定したときの数値実験の結果

大人数を想定した場合のモデルとして、以下のユーザー像を想定した。

- ・モデル1：年齢 52 歳，性別 男，身長 170.8cm，体重 70.4kg，身体活動レベル 普通
 - ・モデル2：年齢 48 歳，性別 女，身長 158.3cm，体重 55.2kg，身体活動レベル 普通
 - ・モデル3：年齢 22 歳，性別 男，身長 172.6cm，体重 64.0kg，身体活動レベル 高い
 - ・モデル4：年齢 17 歳，性別 女，身長 154.8cm，体重 47.2kg，身体活動レベル 低い
- そのときの制約条件および出力結果を以下に示す。

表8 大人数の場合の制約条件

| | 摂取カロリー(kcal) | たんぱく質(g) | 脂質(g) | 炭水化物(g) |
|------|--------------|----------|--------|---------|
| モデル1 | 2509~2709 | 81.54~ | 41.82~ | 250.9~ |
| モデル2 | 1876~2076 | 60.97~ | 31.27~ | 187.6~ |
| モデル3 | 2953~3153 | 95.97~ | 49.22~ | 295.3~ |
| モデル4 | 1575~1775 | 51.19~ | 26.25~ | 157.5~ |

表9 大人数の場合のパラメータ

| | 摂取カロリー(kcal) | たんぱく質(g) | 脂質(g) | 炭水化物(g) |
|------|--------------|----------|-------|---------|
| モデル1 | 2620 | 85.15 | 43.67 | 262.00 |
| モデル2 | 2017 | 65.57 | 33.63 | 201.74 |
| モデル3 | 3039 | 98.77 | 50.66 | 303.92 |
| モデル4 | 1755 | 57.05 | 29.26 | 175.54 |

4.3 提案システムの構成

12/16

動画

提案システムのアルゴリズムを実装した開発システムの概要を動画で示す.

1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

5.2 実験結果と考察 (献立イメージ, 並列分散処理の結果)

15/16

作成した 1 週間分の献立を html 上に出力した結果を示す。また, 1 台, 2 台, 4 台の PC で並列分散処理を行った処理時間の結果を示す。



図28 htmlに出力された献立の例(1日目)

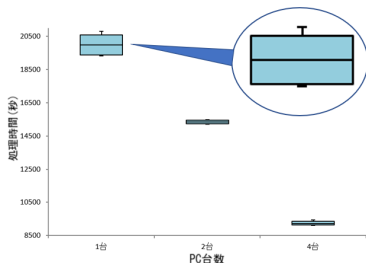


図29 PC台数別における処理時間の箱ひげ図

表4 並列分散処理の結果

| 台数 | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 | 5回目 | 平均 | 標準偏差 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 5h24m | 5h22m | 5h46m | 5h33m | 5h39m | 5h33m | 9m18s |
| 2 | 4h14m | 4h13m | 4h16m | 4h17m | 4h15m | 4h15m | 1m38s |
| 4 | 2h32m | 2h33m | 2h32m | 2h34m | 2h37m | 2h34m | 1m47s |

- はじめに
- 自動献立作成の概要
- 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
- 提案手法
- 数値実験並びに考察
- おわりに

まとめ

本研究では、Web上のレシピデータを活用した制限食と大人数料理に対応した自動献立システムの開発と提案をした。

- ・制約条件をユーザーが選択できるようにした
- ・パレート解のうちの最適解を選択できるようにしてユーザにとって一番最適な献立を出力できるようにした
- ・システムの有用性を示した

今後の課題

- ・ユーザの好みに合った献立を出力する
- ・今ある食材が含まれるレシピを出力できるようにする
- ・システムのデザインの改良

おわりに

本研究では、Web上のデータを活用し、1週間分の献立を最適化によって作成したのちに、対話型処理によってその中から選択できるシステムを提案した。

- 入力したユーザ情報によって設定された制約条件を満たしながら、2つの目的関数について最小化された1週間分の献立を作成した。
- スライダーを動かすことによって、対話型で1週間分の献立をパレート解から選択できるようなシステムを構成した。
- 自動献立作成システムの最適化処理部分について、並列分散処理を行なうことで、処理速度を向上させた。

今後の課題

- 献立のバリエーションを増やすため、他の料理レシピサイトからスクレイピングしたレシピデータも扱えるようにする。
- 4台で並列分散処理を行った場合でも、処理時間に2時間30分はかかってしまうため、並列分散処理以外の手法を扱うなどの、処理速度を速くするための工夫を加える。