

制限食と大人数料理に対応した ブラウザベースの 自動献立作成システムの開発

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

水上 和秀

富山県立大学 情報基盤工学講座
t915077@st.pu-toyama.ac.jp

February 10, 2023

1.1 研究の背景

2/11

背景

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。

生活習慣病を患った場合、食生活を見直すことで改善することができる。しかし栄養バランスの取れた献立を作成するには、メニューの組み合わせや栄養価の計算を考慮する必要がある、献立を考えることは面倒と考える人は少なくない



図1 生活習慣病を起因とする疾患

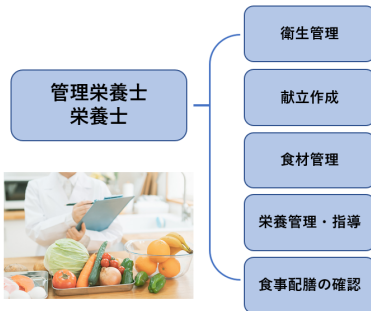


図2 栄養士の主な業務内容

1. 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

1.2 研究の目的

3/11

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プログラムを作成する。

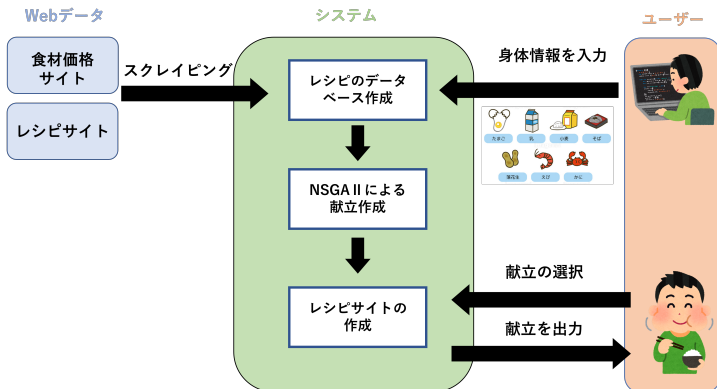


図3：システムの流れ

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 Web 上のレシピデータを活用

4/11

Web 上のレシピデータを活用

システムに使用するレシピとしてレシピサイト「ボブとアンジー」「eatsmart」「おいしい健康」から、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、参照する。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。

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



図7 レシピサイト・ボブ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
- ・必要食材料
- ・作り方
- ・画像URL
- ・食材価格
- ・販売単位
- ・食材名



図8 食品価格推移調査サイトの例

WEBスクレイピング

データ抽出・出力



食材コスト
の計算

図9 Webデータ活用の流れ

2.2 多目的最適化による自動献立作成

5/11

- 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

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、栄養素を最低でどれだけとるか、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、調理時間と調理コストの最小化が挙げられる

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

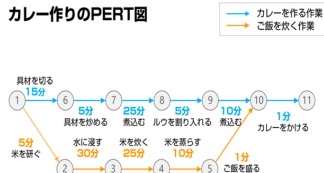


図11 PERT図の例

3.1 多目的最適化とパレート最適解

6/11

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

$g_k(x) \leq 0$

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

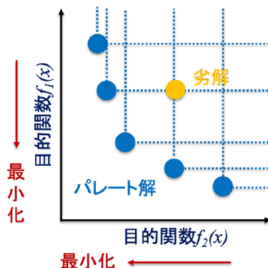


図12 パレート解のイメージ

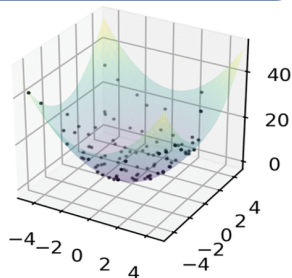


図13 解探索のイメージ (粒子群最適化)

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

3.2 遺伝的アルゴリズムによる多目的最適化

7/11

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

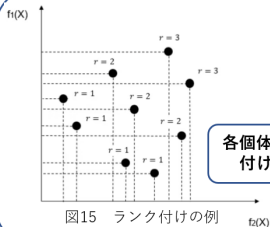


図15 ランク付けの例

非優越ソート
混雑度トーナメント選択

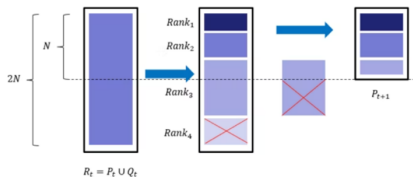


図14 NSGA-IIのアルゴリズム

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

動画

提案システムの流れを動画でお見せします。

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
6. おわりに

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

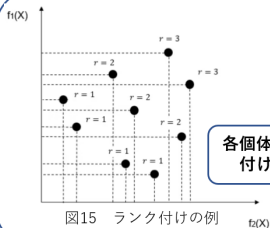
ああ

あ

NSGA-IIの特徴

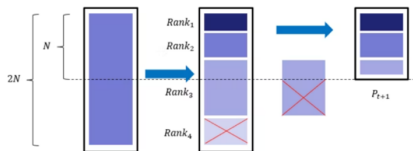
- ・ 非優越ソート
- ・ 混雑度トーナメント選択

非優越ソート



各個体にランク
付けを行う

非優越ソート
混雑度トーナメント選択



$$R_t = P_t \cup Q_t$$

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

まとめ

今後の課題

→ほかにも処理を高速化できることがあれば試す