

# 多目的遺伝的アルゴリズムによる制限食を 考慮した自動献立作成システムの開発と 高速化

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

水上 和秀 (Kazuhide Mizukani)  
t915077@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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

# 1.1 本研究の背景

2/20

## 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

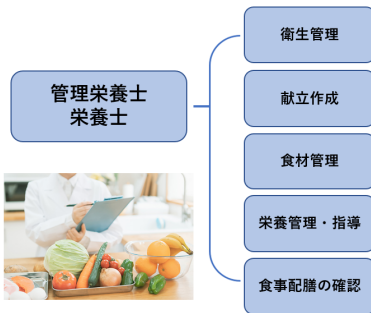


図2 栄養士の主な業務内容

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## 1.2 本研究の目的

3/20

### 目的

そこで，人によって摂るべき栄養素やカロリーが満たされた 1 週間分の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。さらに並列分散処理を施すことによって実行速度の向上を図るシステムを提案する。

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## 2.1 Web 上のレシピデータを活用

4/20

### 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。



#### 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
- 摂取栄養量
- 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

小売物価統計調査による価格推移

HOME / キャベツの販売価格・価格推移 / 全国

全国のキャベツ 1 kg  
価格推移 / 過去84ヵ月



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 1 kg 単位の平均は124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貴値は2018年2月で354円。逆に最もキャベツが安かった最安値は2020年2月で118円となっています。  
全国エリアでキャベツの最貴値(2018年2月)と最安値(2020年2月)との価格差は276.4321円となっています。  
キャベツ 1 kg 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：総務省統計局「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」(ヨミウランタン)

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

## 2.2 多目的最適化による自動献立作成

5/20

- 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
- おさらい
- 進捗
- 今後の予定
- まとめ

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

6/20

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

$g_k(x) \leq 0$

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

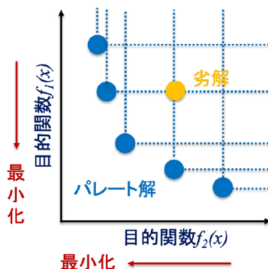


図12 パレート解のイメージ

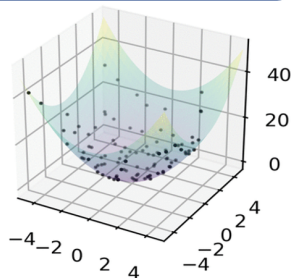


図13 解探索のイメージ (粒子群最適化)

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## 3.2 遺伝的アルゴリズムによる多目的最適化

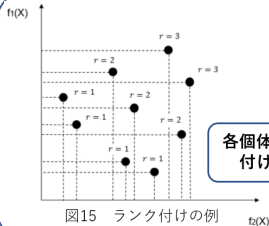
7/20

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



### 混雑度トーナメント選択

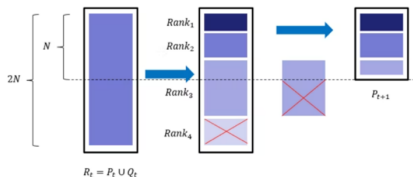


図14 NSGA-IIのアルゴリズム

### 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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

1. 献立作成に必要なレシピデータを web サイトからスクレイピングしてデータベースに蓄積する
2. ユーザーに身体情報やアレルギー情報, 患っている生活習慣病を入力してもらう
3. 入力された情報をもとに摂取栄養素やカロリーなどの制約条件を考慮した, 調理時間, 調理コストの最小化を目的関数に設定した最適化問題を遺伝的アルゴリズムによって解く。





## 目標

献立作成システムをより実用化する。

- ・ レシピの追加

→様々なレシピサイトからとれるようにする。

- ・ 制限食の追加

→生活習慣病を患った人やアレルギーを持った人でも使えるようにする

- ・ 並列処理を変えて処理を高速化する

→ほかにも処理を高速化できることがあれば試す

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## アレルギーと制限食の追加

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. 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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

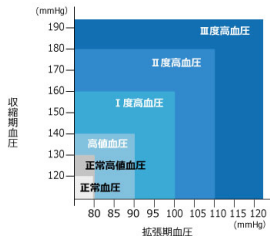
## 高血圧

血圧が 140/90mmHg 以上のことをさす。高血圧は、1 度高血圧 (140~150/90~99mmHg)、2 度高血圧 (160~179/100~109mmHg)、3 度高血圧 (180/110mmHg) に分類される。動脈硬化や、脳出血や脳梗塞、大動脈瘤、腎硬化症、心筋梗塞、眼底出血などの原因とされている。

## 調整する数値

- ・食塩摂取量: 男性 7.5g 未満、女性 6.5g 未満→男性 6g 未満、女性 5g 未満
- ・食物繊維摂取量: 男性 21g 以上、女性 18g 以上→男性 31.7g 以上、女性 28.7g 以上

### 高血圧の診断と分類



診療所／病院で測る血圧値は、140/90mmHg 以上、

家庭血圧値は 135/85mmHg 以上が高血圧です。

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## 糖尿病

インスリンの作用不足により高血糖が慢性的に続く病気。

## 調整する数値

- ・エネルギー摂取量＝ 目標体重 (kg) × 身体活動量
- ・栄養素別にみて総エネルギー量（カロリー）の 40～60 %を炭水化物から摂取し、さらに食物繊維が豊富な食物を選択する。たん白質は 20 %までとして、脂質は 25 %以下とする
- ・食物繊維摂取量男性 21g 以上、女性 18g 以上→ともに 20～25g
- ・糖質摂取総量：男性 250～300 g, 女性 200～250g →ともに 125～150g。

### 適正エネルギー量の求め方

まず標準体重を求め、日常の身体活動量に応じて25～40(kcal)をかけると、1日の総エネルギーが求められる。

$$\text{身長 (m)} \times \text{身長 (m)} \times 22 = \text{標準体重 (kg)}$$



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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## 脂質異常症

脂質異常症とは、血液中に含まれる総コレステロール、トリグリセリドなどの血清脂質が基準値を超えて高い状態、もしくは HDL コレステロールなどの血清脂質が基準値よりも低い状態である。脂質異常症は動脈硬化性疾患の危険因子であることから、その治療は狭心症、心筋梗塞、脳梗塞、脳血栓、末梢動脈疾患などの発症、進展予防のために重要である

## 調整する数値

- ・ コレステロール男性 400mg 女性 350mg →ともに 200mg 以下
- ・ 栄養素別にみて総エネルギー量（カロリー）の 50～60 %を炭水化物から摂取したん白質は 20 %までとして、脂質は 15 %未満とする
- ・ 食塩摂取量: 男性 7.5g 未満、女性 6.5g 未満→男性 6g 未満、女性 5g 未満

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## 腎臓病

腎臓病は、腎臓の糸球体や尿細管が冒されることで、腎臓の働きが悪くなる病気。腎臓の機能はいちど失われると、回復することがない場合が多く慢性腎不全といわれる病態になる。

## 調整する数値

- ・ 一日の適正エネルギー: 1800kcal → 1600kcal
- ・ タンパク質摂取量: 標準体重 1kg 当たり 0.6～0.8g
- ・ カリウム: 男性 250mg 女性 2000mg → 男性 2000mg 未満、女性 1500mg 未満
- ・ 食塩摂取量: 男性 7.5g 未満、女性 6.5g 未満 → 男性 6g 未満、女性 5g 未満

## 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。

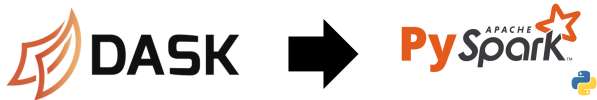


1. はじめに
2. 自動献立作成の概要
3. 制約条件を考慮できる多目的遺伝的アルゴリズム
4. 提案手法
5. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## プログラムの高速化

既存のプログラムは並列分散処理のライブラリとして Dask を用いていた。  
本研究では pyspark を用いて並列分散を用いて、既存のプログラムと比較してどれだけ早くなるか調べる。





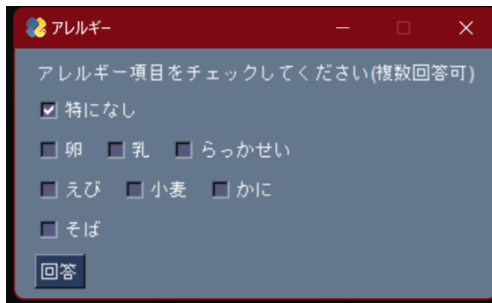
## プログラムの実用化

- ・献立を出力する日数を変更する
- ・今ある食材を出力できるようにする
- ・複数人分入力できるようにし、その人に合った献立を出力できるようにする

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## アレルギーの追加

- ・特定原材料 7 品目を追加し、アレルギーを含むレシピを削除した。
- ・複数を選択すると選ばれた食材を含むすべての食材が削除できるようになっている。
- ・チェックボックスを追加して入力された食材を含むレシピも削除できるようにしていく。



アレルギー

アレルギー項目をチェックしてください(複数回答可)

☒ 特になし

☐ 卵   ☐ 乳   ☐ らっかせい

☐ えび   ☐ 小麦   ☐ かに

☐ そば

回答

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ

## その他

- ・ 制限食の追加  
→まだ反映できていない。
- ・ 出力する日数の変更  
→調整中。
- ・ レシピに使う食材を出力  
→プリントするだけ。すぐできる。

## 並列分散処理

まだできてない。

## 他追加したほうが良い機能

募集中

## まとめ

- ・病気による食事療法について調べた
- ・アレルギーを含むレシピを削除できるようにした

## 今後の課題

- ・制限食の設定
- ・並列処理をする
- ・やるべきことをやる

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. おさらい
6. 進捗
7. 今後の予定
8. まとめ