

要約

本研究では、学校や病院で実際に行われている献立の作成を、Webから得られるレシピ情報や食材単価情報を活用し、制約条件のもと多目的で最適化する自動献立作成システムを提案する。多目的最適化の手法として、制約条件を考慮できる多目的粒子群最適化（Particle Swarm Optimization : PSO）を採用する。また、最適化問題は最適解を得るために膨大な時間がかかる可能性があることを考慮し、並列分散処理を利用して最適化プログラムを実行する。

キーワード：
健康, 献立作成, 粒子最適化, 多目的, 並列分散

1 はじめに

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。

その要因には、偏った栄養による食生活や運動不足、飲酒、禁煙などが挙げられる。また、生活習慣病を患った場合、食生活を見直すことによって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だと考える人は少なくない。そのため、栄養やメニュー組み合わせの観点から献立そのものをコンピュータによって最適化し、自動作成する研究が存在する。

2 自動献立作成システムの概要

2.1 最適化問題とは

最適化とは、「制約条件のもと、複数の選択肢を組み合わせて何か結果を出すとき、その結果（目的関数）を最小、もしくは最大にすること」であり、メリットとして自動化による結果が出るまでの労力、作業時間が削減されることや、現実的ではない時間がかかる答えを導くことができることが挙げられ、献立作成にも活用されている。献立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、特定の栄養素を最低でもどのくらい取得するか、などが挙げられる。また、目的関数として、調理時間やコストの最小化などが挙げられる。既存の献立作成の最適化方法は、栄養摂取量を制約条件として、費用最小化を目的関数とした、線形計画法の利用による手法や、既存の単品料理を献立に加えるか加えないかを整数計画問題で表し、費用、調理時間の最小化を目的とした手法が存在する。

2.2 Web上のレシピデータを活用

Web上にはcookpadやクラシル、ボブとアンジーなどの料理レシピサイトが多数存在する。これらのサイトには、料理名、料理のイメージ、料理をするために必要な材料、得られる栄養素などの情報が掲載されている。

また、生成食品や加工食品、畜産品などの価格動向を前月や前月同年と比較して提供しているサイトが存在している。

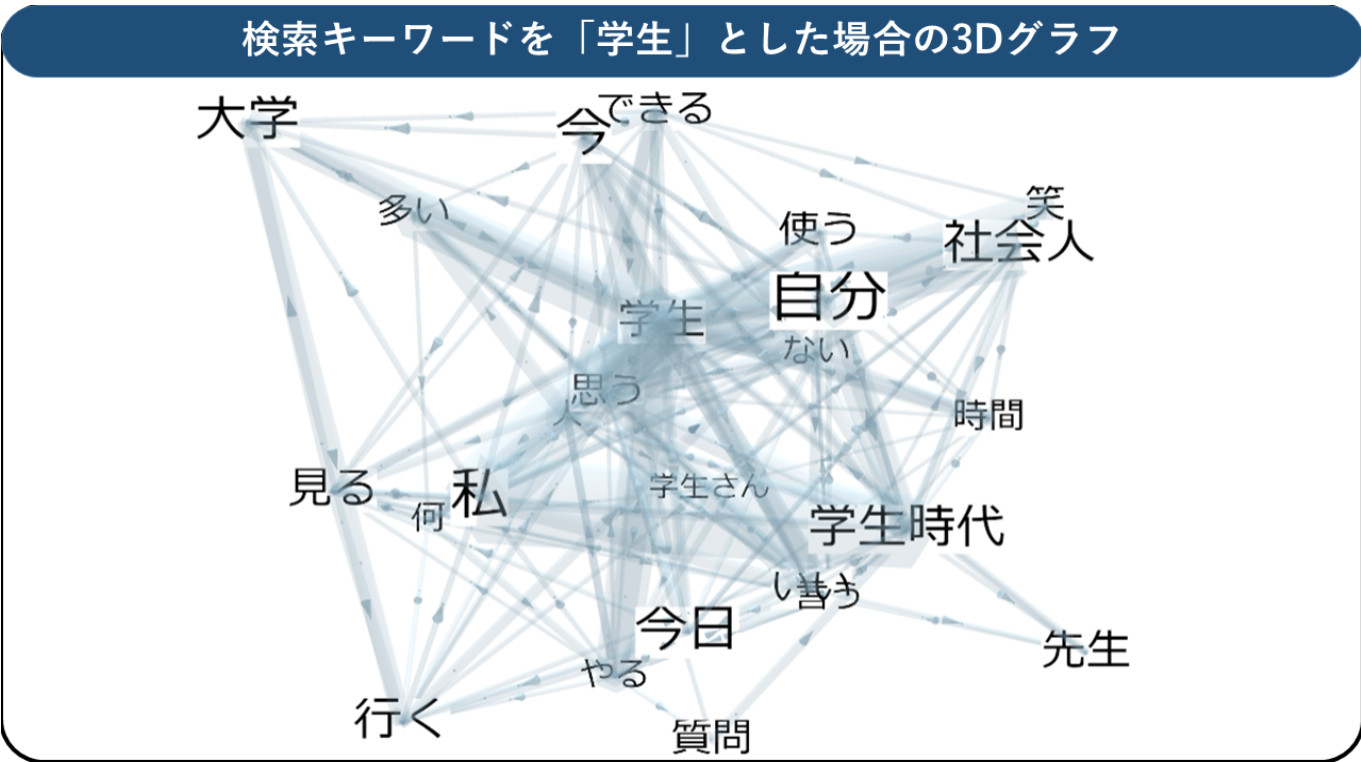


図2 mitei[2]

本研究においては、「ボブとアンジー」,「eatsmart」,「おいしい健康」の3つのサイトらレシピ情報を、食品価格動向を調査しているWebサイトからレシピの食材の価格をスクレイピングし、データベースに蓄積し、献立作成の最適化に活用する。

2.3 並列分散処理による解法

並列分散処理とは、複数台のコンピュータを用いて複数のCPUや、メモリを使うことで一つの計算処理を行い、性能や計算速度を向上を図ることである。とあるタスクをどう分散させ、どう実行するか、複数のコンピュータによる処理結果はどう一つの結果にまとめたらよいか、などの問題があり、導入は容易ではなかったが、Hadoopなどによって並列分散処理の利用に対する敷居は低くなりつつある。

本研究で使用する並列分散処理ソフトウェアは、最適化問題を解く際に必要な巨大なデータに対して、高速に分散処理を行う必要

3 制約条件を考慮した遺伝的アルゴリズム

3.1 多目的最適化と遺伝的アルゴリズム

多目的最適化とは、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最適化法である。多目的最適化問題は、あらゆる分野において存在し、それらは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。パレート解とは、ある目的関数を満たそうとしたときに、他の目的関数が犠牲になり満たされなくなってしまう解のことであり、パレート解は一般的に一つにとどまらず複数存在するので集合となる。実際にはその中から解を選択することになる。また、パレート最適解集合が形成する面はパレート最適フロントと呼ばれている。

本研究で提案する献立作成システムにおける多目的最適化の定式化を図に示す。目的関数には調理時間、調理コストの最小化を設定し、制約条件には、1日に摂るべき各栄養素の量やカロリーを満たすような献立を作成するという制約や、1つの献立に対して主菜を1つ、副菜を3つとする制約などを設定する。

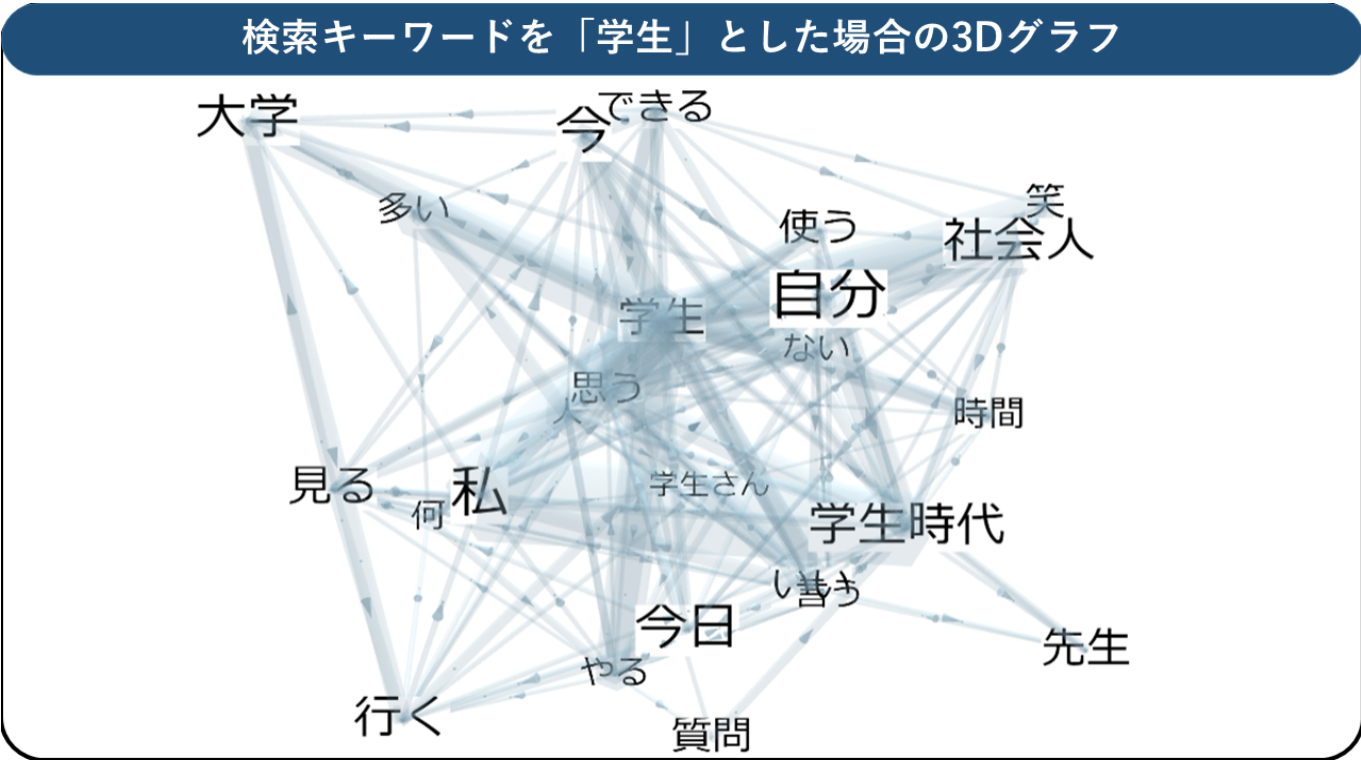


図2 mitei

3.2 生活習慣病に対する制約条件

4 提案手法

本研究で提案する、制限食を考慮した自動献立作成システムの流れを図に示す。まず最初に、献立作成の最適化に必要な、レシピデータと食材価格データを、Webサイトからスクレイピングし、データベースに蓄積する。

次に、ユーザーが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する。その際にアレルギーや嫌いな食品が含まれるレシピをデータベースから削除する。

そして蓄積されたレシピデータ、ユーザの身体情報を入力として、摂取栄養素やカロリーなどの制約条件のもと、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、制約条件を考慮した遺伝的アルゴリズムによって解く。最後に、設定した日にち分献立をユーザに出力する。さらに、最適化の工程で複数のPCを利用し、並列処理を行うことでプログラム実行時間の速度向上を図る。

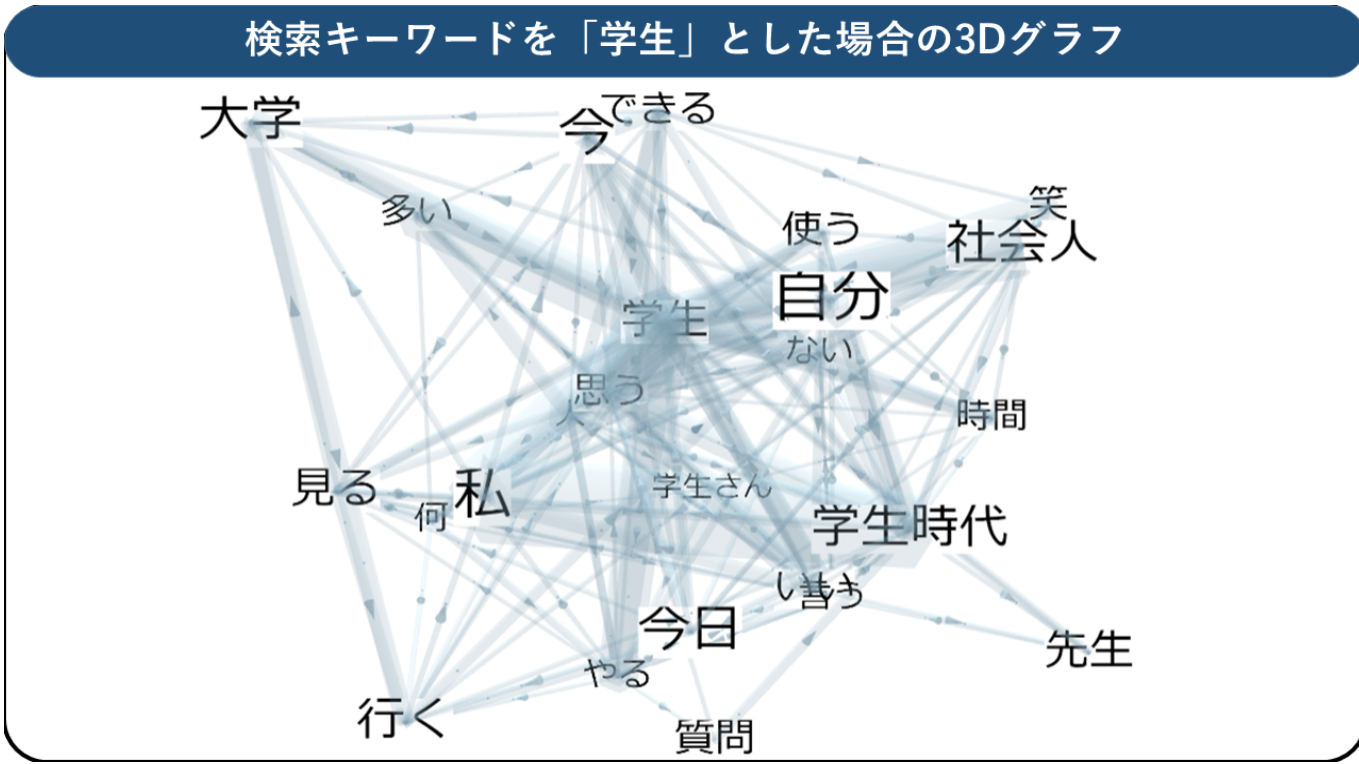


図2 mitei

5 数値実験並びに考察

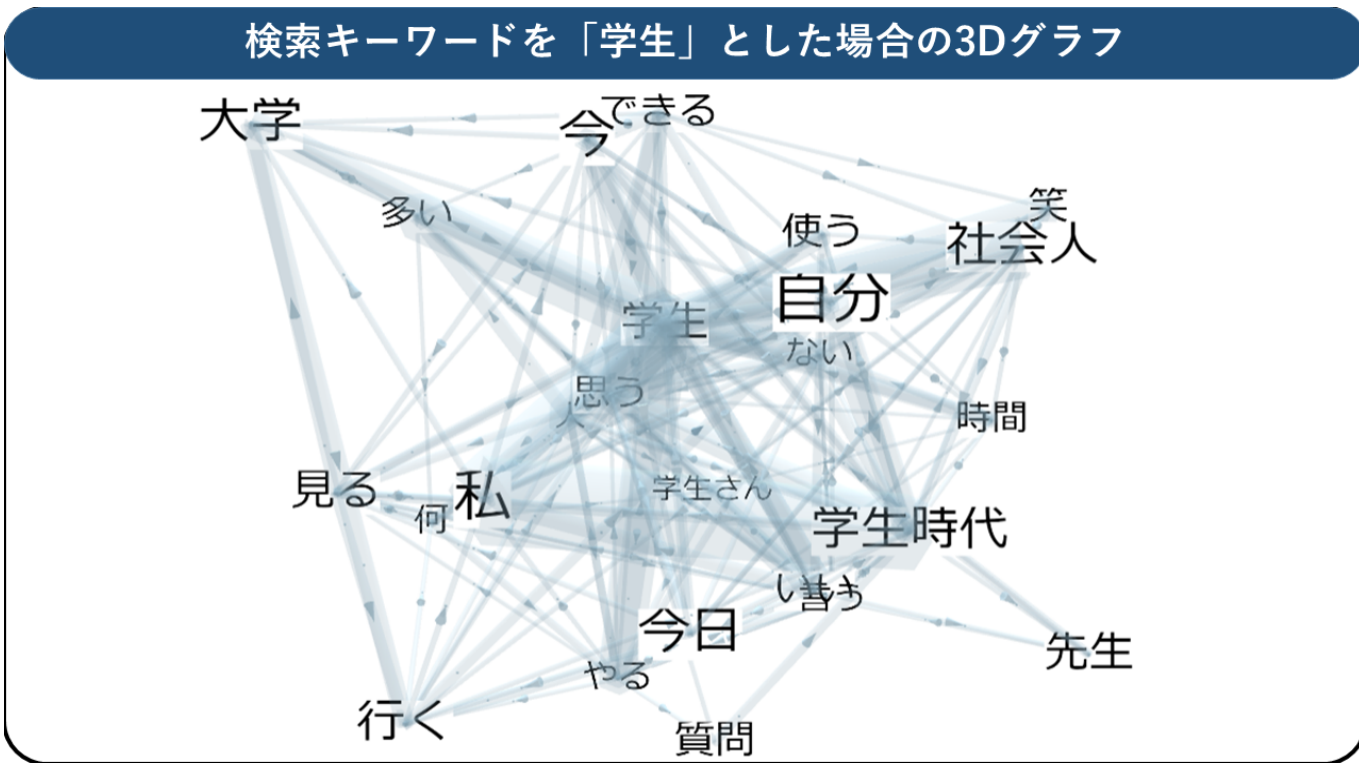


図2 mitei

6 おわりに

近年増加する生活習慣病を改善する一つの方法として、栄養バランスのとれた食事をとることが推奨されている。最適な献立作成には、煩雑な栄養価計算やメニューの組み合わせなどから発生する難しさを含んでいる。また、献立作成は学校や病院で実際に行われているため、最適化解は実時間で解かなければならない。これらを解決するために、本研究では、Webサイトから得られるレシピ情報や食材価格を活用し、制約条件を考慮できる遺伝的アルゴリズムによって最適化された献立を自動で作成することにより、煩雑な計算の手間をなくし、また、並列分散処理を行うことで、最適解を得る時間が削減できるシステムを提案する。

参考文献

[1] “生活習慣病（せいかつしゅうかんびょう） -e-ヘルスネット” <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/metabolic/ym-040.html>

[2] “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/>

[3] “小売物価統計調査による価格推移” <https://jpmarket-conditions.com/>