

組み合わせ最適化アルゴリズムに基づく研究室配属システムの開発 Development of Students Assignment System based on Optimization Algorithm

伊豆田 慎[†]
Makoto Izuta

藤原 暁宏[†]
Akihiro Fujiwara

1. はじめに

多くの大学では、3年生の末に卒業研究、もしくは、ゼミのために研究室への配属が行われる。この研究室配属には、様々な方法が用いられているが、学生同士の相談や成績順等の単純な配属方法では、学生と教官双方の意向を反映させつつ配属における満足度を高めることは困難である。

学生と教官双方の意向を反映させ満足度を高める配属方法として、安定結婚問題 [1] を解くアルゴリズムを用いる研究室配属アルゴリズム [2] が提案されている。この研究室配属アルゴリズムを用いた研究室配属を用いることにより、効果的な研究室配属が可能になると予測される。しかしながら、安定結婚問題を解くアルゴリズムを用いた研究室配属方法には、以下のような欠点も存在する。

- すべての学生、及び、教官よりそれぞれの配属希望順位を記したリストを提出してもらう必要があり、その手間が膨大
- アルゴリズムの実行を手動で行う場合は、各研究室の定員の調整が困難

そこで本研究では、研究室配属アルゴリズムを用いる研究室配属の効率的な実現のため、研究室配属システムの開発を行った。研究室配属システムは、学生、及び教官が Web を利用してブラウザから配属希望順位を提出するのを補助し、アルゴリズムの実行時に各研究室の定員を自動的に調整する機能を提供する。これらの機能により、研究室配属システムの運用を容易なものとすることができた。

2. 準備

2.1 研究室配属問題

研究室配属問題は安定結婚問題の拡張で、代表的な 1 対多型の組み合わせ最適化問題の 1 つであり、以下のような入出力により定義される。

定義 1 (研究室配属問題)

入力: n 人の学生の集合 $S = (s_0, s_1, \dots, s_{n-1})$ と m ($m < n$) 個の研究室の集合 $L = (l_0, l_1, \dots, l_{m-1})$ と、各学生の志望研究室順位を表す希望リスト、各研究室の配属したい学生の希望順位を表す希望リスト、及び各研究室の配属できる学生数。

出力: 入力に対する学生と研究室の 1 対多の組み合わせで構成される安定解。 □

ここで、各学生の志望研究室順位を表す希望リストを学生リスト、各研究室の配属したい学生の希望順位を表す希望リストを研究室リスト、各研究室の配属できる学生数を定員と呼ぶこととする。上記の出力における安定解とは、以下に示す 3 条件をいずれも満たさない研究室と学生の 1 対多の組み合わせ (マッチング) である。

[†]九州工業大学 情報工学部
Faculty of Computer Science and System Engineering,
Kyushu Institute of Technology

1. 学生 s は、マッチング M で研究室 l に配属されていない。
2. 学生 s は、マッチング M においてどの研究室にも配属されていない、もしくは、マッチング M で配属されている研究室よりも研究室 l のほうが希望順位が高い。
3. 研究室 l は、マッチング M で定員に空きがある。もしくは、学生 s よりも希望順位が低い学生がマッチング M において配属されている。

2.2 研究室配属ソフトウェア

本研究で構築する研究室配属システムでは、文献 [2] で提案されている研究室配属アルゴリズムを C 言語で実装した研究室配属ソフトウェアを用いる。以下では、そのソフトウェアの仕様について述べる。

2.2.1 配属アルゴリズム

研究室配属ソフトウェアでは、以下の 2 つのアルゴリズムが実装されている。それぞれのアルゴリズムの出力は全安定解が一致することが文献 [2] で示されている。

リスト変更型アルゴリズム

このアルゴリズムでは、各研究室 L とその定員数 c に対して、以下のような操作をおこなう。

1. 学生リストの研究室 L を c 個の研究室 L_0, L_1, \dots, L_{c-1} と置き換える。
2. 上記の c 個の研究室 L_0, L_1, \dots, L_{c-1} の研究室リストに、 L と同じ研究室をコピーする。

このような操作を研究室配属問題の入力に対して行うことにより、研究室配属問題は安定結婚問題に帰着できるので、この入力を安定結婚問題の入力とするものである。これにより、安定結婚問題のアルゴリズムを適用することで、研究室配属問題を解くことができる。

キュー追加型アルゴリズム

このアルゴリズムは、学生 n 人と研究室 m 個の集合と、学生リストと研究室リスト、及び各研究室の定員数を入力として与えられたとき、学生から順番に“配属要求”をすることで学生最適解を 1 つ求めるアルゴリズムである。このアルゴリズムにおいては、研究室側において学生を格納する優先順位付きキューを準備し、以下のような操作をおこなう。

1. ある研究室に学生が配属を希望すると、定員数を超過しない場合、その学生は配属される。
2. 定員数を超過する場合、研究室側の希望順位が最も低い学生が優先順位付きキューから削除される。

これらの操作を全ての学生がいずれかの研究室に配属されるまで繰り返すことにより、研究室配属問題を解くことができる。アルゴリズムの実行中において、学生と研究室は仮配属 (相手がいる状態) とフリー (学生なら相手がいらない状態、研究室なら定員数を満たしていない状態) のいずれかの状態をとる。

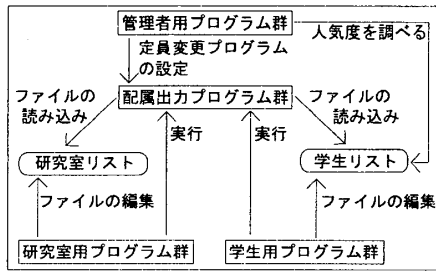


図1: 研究室配属システムの概略図

3. 研究室配属システム

3.1 研究室配属システムの概要

本システムは、2.2節で述べた研究室配属ソフトウェアの実行を補助するために、学生、及び、教官がWebを利用してウェブブラウザから配属希望順位を提出する機能、ソフトウェアの実行時に各研究室の定員を自動的に調整する機能を提供する。

研究室配属ソフトウェアは、全安定解、または学生最適解を選択して出力することが可能であるが、本システムは、学生最適解を用いて配属を決定する。

3.2 プログラム構成

本システムのプログラムは、Perlで実装した。プログラムは、Perlが実行可能なウェブサーバでCGIとして動作する。本システムは利用する立場毎に以下の4つのプログラム群で構成されている。

- 配属出力プログラム群
- 学生用プログラム群
- 研究室用プログラム群
- 管理者用プログラム群

4つのプログラム群の連携を表す概念図を図1に示す。配属出力プログラム群は、学生リストと研究室リストを読み込み、研究室配属アルゴリズムを実行して、配属結果を出力する。学生用プログラム群は、学生が希望リストを入力するのを補助し、学生リストを編集する。研究室用プログラム群は、教官が希望リストを入力するのを補助し、研究室リストを編集する。管理者用プログラム群は、学生リストを読み込み、各研究室の人気度を調べることができ、配属出力プログラム群が配属結果を出力する場合の、2つの定員変更プログラムのどちらか一方を選択する。

3.3 定員変更プログラム

研究室配属ソフトウェアでは、各研究室の定員は、その研究室に配属される最大の学生数を表す。各研究室の定員の総数が学生数より多い場合、各研究室間の配属学生のばらつきが生じる。各研究室間の定員の差を最大で1名にするために、各研究室の定員の総数を、配属される学生の総数と等しくする。これを実現するために、学生リストを読み込み、研究室の定員数を変更するプログラムを作成した。定員変更プログラムは2種類存在する。一方のプログラムは、学生リストを読み込み各研究室の第一希望の学生の人数を調べ、第一希望の学生が多いほど研究室の人気度が高いとして、研究室の順序付けを行う。他方のプログラムは、学生リストを読み込み各研究室に対する学生の平均希望順位を調べて、学生の平均希望順位が高いほど研究室の人気度が高いとして、研究室の人気度の順序付けを行う。

次に、学生数 n を研究室数 m で割った解以下の最大の整数を定員の基本数 $c = \lfloor n/m \rfloor$ とし、学生数を研究

表1: 研究室配属システムの動作環境

CPU	Pentium3 933MHz
メモリ	PC100 512MB
OS	Vine Linux 2.6R3
ウェブサーバソフトウェア	Apache 2.0.48
CGI実行ソフトウェア	Perl 5.8.2

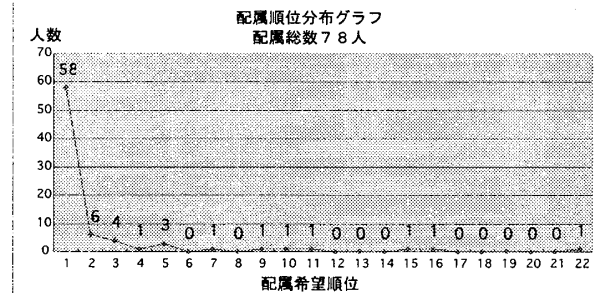


図2: 実際の配属結果

室数で割った剰余を定員剰余 $s = n \bmod m$ とする。人気度が、上位 s 位までの研究室の定員を $c + 1$ 人とし、それ以外の研究室の定員を c 人とする。

3.4 研究室配属システムの稼働

本研究で開発した本システムを九州工業大学情報工学部電子情報工学科の2003年度の研究室配属で用いた。本システムを稼働するために使用したウェブサーバの動作環境を、表1に示す。

実際の配属においては、本システムを26日間稼働させ、その間に各学生は、研究室を訪問し、教官と学生双方の希望調整を行った。この期間において、本システムの稼働により、教官、及び、学生は、各自の希望リストを随時変更可能であり、また、定期的に仮配属を出力可能であった。このシステムにより決定された研究室における学生の志望順位を図2に示すが、第一志望の研究室に配属された学生が8割程度となり、教官、及び、学生の満足度の高い研究室配属を実現することができた。

4. まとめ

本研究では、安定結婚問題を解くアルゴリズムに基づいた研究室配属システムの開発を行い、その仕様、使用方法、導入の効果について述べた。

今後の課題としては、本システムの設定の外部ファイル化がある。現在、一部をのぞいて、設定は各プログラム中に書いてあるので、設定変更の作業は煩雑になっている。設定の外部ファイル化により、設定変更が簡略化され、システムの導入、運用の簡便化を行うことを考えている。また、希望順位を入力しやすいユーザインタフェースを開発することも考えている。

参考文献

- [1] D.Gusfield and R.W.Irving. *The Stable Marriage Problems : Structure and Algorithms*. MIT Press, 1989.
- [2] 井上哲夫. 安定結婚問題を解くアルゴリズムを用いた研究室配属アルゴリズムに関する研究. 九州工業大学大学院修士論文, 2004.