

書架整理効率化システムの開発

門口 礼^{1,a)} 中野 明^{1,b)}

概要：書架整理とは、図書館の開架式書架における排列の乱れを定期的に整理、整頓する図書館員の業務である。書架整理を行うことによって、書架における排列の乱れが原因で、利用者の探す図書が見つからないといったトラブルを防ぐことができる。しかしながら、書架整理は多くの時間を必要とする業務であるので、図書館員の負担になる。本稿では、書架における排列の乱れを効率的に減らすことができる書架整理作業を図書館員に提示することで、図書館員を支援する情報システムを提案する。

キーワード：図書館業務システム、図書館情報技術、図書館員支援

Development of Efficient System on the Shelf Reading

Abstract: Shelf reading is a work which librarians arrange open-stack book shelves properly on a regular basis in order to reduce disorder of them in the library. Performing shelf reading, librarians can prevent problems, for example they cannot find books which users look for in the library. However, they require much time to perform shelf reading, so shelf reading is a heavy work load for librarians. In this paper, an information system that show librarians shelf reading which librarians can reduce disorder of the book shelves effectively by using in order to support librarians is presented.

Keywords: system for library work, information technology for library, librarian support

1. まえがき

図書館は、利用者に情報資料を提供する役割を担った施設である。そのため、図書館員は膨大な情報資料の中から、目的の資料(図書)を見つけやすくする必要がある。しかしながら、書架に蔵書が増えるにしたがい、利用者が書架上の図書を出し入れする機会が増すことによって、書架の排列に乱れが発生する[1]。書架の乱れは、利用者の探す図書が見つからないといったトラブルの原因となり、利用者の不便や不満につながる。そこで、図書館員は乱れへの対策として、定期的に書架整理を行っている。書架整理は、図書館の開架式書架における排列の乱れを定期的に整理、整頓する作業である[2]。しかしながら、書架整理には多くの時間とエネルギーを要するため、図書館員の負担になっている。

図書館には人気のあるジャンルと人気のないジャンルが

存在し、書架の乱れ具合がジャンルによって異なる。そのため、例えば分類記号*1000から999へと単一方向に書架整理を行った場合、すべてのジャンルの書架を均等に整理するため、非効率であると言える。

本稿では、書架の乱れ具合が高いジャンルを予測し、その予測結果を基に書架整理を効率的に行うことができる、言い換えれば効率的に図書館の書架の乱れを減らすことができる整理箇所(整理ジャンル)を計算し、出力するシステムを提案する。システムが出力した計算結果を図書館員に提示することで、図書館員は効率的な(効率的に書架の乱れを減らす)書架整理を行うことができる。なお、本稿におけるシステムの開発、ならびに検証は、久留米工業高等専門学校(久留米高専)図書館における書架整理を対象に行った。また、本稿では書架の乱れを数値化した値を乱雑指数と呼ぶ。

2. システム概要

本章では、本稿で使用するジャンルの定義、提案するシ

¹ 久留米工業高等専門学校
Kurume National College of Technology
^{a)} a3007rk@std.kurume-nct.ac.jp
^{b)} nakano@kurume-nct.ac.jp

*1 日本十進分類法による[3]

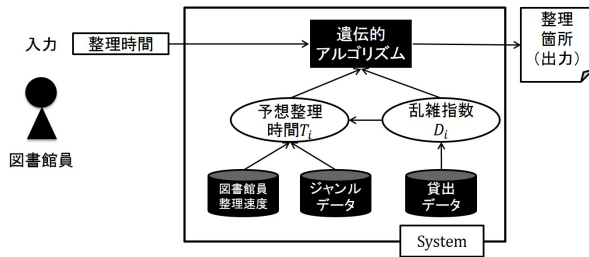


図 1 システム構成

Fig. 1 System configuration

システムの構成、およびシステムに用いる各パラメータ、整理ジャンル計算手法について述べる。

2.1 ジャンル

本稿では、開架式書架をいくつかのジャンルに分割する。ジャンルは、分類記号を用いて定義する。例えば、科学数学ジャンルは分類記号 403 から 419 の範囲、物質ジャンルは分類記号 570 から 599 の範囲のように定義する。ジャンルの定義を行うと、分類記号が 403 から 419 の範囲である図書はすべて科学数学ジャンルの図書、分類記号が 570 から 599 の範囲である図書はすべて物質ジャンルの図書として扱われる。ジャンルの定義は、システム利用者が自由に設定することができる。

2.2 システム構成

提案するシステムの構成図を図 1 に示す。システムは、まず i ジャンルの乱雑指数 D_i と、 i ジャンルの整理にかかる予想時間 T_i を計算する。また、それらの値と、図書館員の整理作業に充てられた時間（入力）から、遺伝的アルゴリズムを用いて、図書館の書架の乱れを効率的に減らすことができる整理ジャンルのリストを計算する。

乱雑指数 D_i は、過去の貸出データから予測し、予想整理時間 T_i は、ジャンルの図書の冊数と、図書の密集度（＝ジャンルの図書数/ジャンルの棚数）で構成されるジャンルデータ、および図書館員の整理作業の速度（整理速度）、乱雑指数を基に予測する。

そのため、事前に貸出データ、ジャンルデータ、各図書館員の整理速度データの 3 種のデータを準備する必要がある。

2.3 乱雑指数

乱雑指数 D_i は、 i ジャンルの書架の乱れを予測する指数である。したがって、あるジャンルの乱雑指数が高いということは、そのジャンルの書架の乱れが大きいと予測されるということを意味している。乱雑指数を求めることで、図書館の書架の乱れの状態を把握する。

図書館の書架の乱れは、利用者が書架上の図書を利用し、それを元の場所に戻さないことによって日々累積す

表 1 乱雑指数単回帰分析の結果

Table 1 Result of single regression analysis for disorder component

単相関係数	0.605018
寄与率 R^2	0.366046
貸出数 r_i P 値	0.001355

る。したがって、乱雑指数を求めるための指標として、利用者による図書の出し入れの数など、図書の利用に関する数値情報を用いることが望ましい。しかしながら、図書の出し入れの数などを取得することは難しい。そこで、乱雑指数を求めるための指標として、図書の貸出数のデータを用いる。図書の貸出数に関するデータは、多くの図書館で E-CatsLibrary^{*2} などの図書館システムに記録されている。したがって、貸出数のデータの取得は容易であると考えられる。なお、本稿では図書の貸出数のデータとして、統計貸出データを用いた。統計貸出データは、過去に貸し出されたジャンル毎の図書数である。

図書の貸出数と書架の乱れが対応しているかどうかを調べるため、単回帰分析を行った。図書の貸出数は、久留米高専図書館における過去 1 年間の統計貸出データ r_i を、書架の乱れは、2013 年 10 月から 2013 年 12 月にかけて久留米高専図書館において実際に測定した、図書が請求記号^{*3}順に正しく並んでいなかった数（乱雑数）を用いた。

表 1 に示す単回帰分析の結果、乱雑指数の式は

$$D_i = 0.477593r_i + 25.94294 \quad (1)$$

となった。なお、表 1 中の R^2 の値が小さくなっているのは、利用したい特定の図書が存在せず、貸出しの少ない調査研究目的の滞在型図書利用を中心としたジャンル（例えば、専門分野のジャンル）と、利用したい特定の図書が存在し、貸出しの多い立ち寄り型図書利用を中心としたジャンル（例えば、文学のジャンル）の違いによって発生する利用数・貸出数間のギャップの相違や、利用者が図書を利用した後、元の場所に戻すかどうかといった利用者の図書利用に対するモラルがノイズとなっているためと考えられる。

2.4 予想整理時間

予想整理時間 T_i は、 i ジャンルの書架整理に要する時間の予測値である。本稿では、予想整理時間を求める指標としてジャンルの図書の密集度 d_i （以下、密集度）を用いる。密集度は i ジャンルの図書数を i ジャンルの棚数で割った値、すなわち 1 棚あたりの図書数のことを表す。密集度が低いと、書架整理における図書館員の書架間の移動が多く

^{*2} <http://www.cmsc.co.jp/e-cats/>

^{*3} 図書館資料の排架場所を示す記号 [2]。分類記号、著者記号、通し番号などによって構成される [3]。図書の背に貼られたラベルと一致する。

表 2 予想整理時間単回帰分析の結果

Table 2 Result of single regression analysis for expected arrangement time

単相関係数	0.831944
寄与率 R^2	0.692131
密集度 d_i P 値	2.54×10^{-7}

なる。また、図書館員の視線の移動も多くなるため、密集度が低いほど書架整理に時間がかかる、つまり密集度と書架整理時間には負の相関があると考えられる。

ジャンル毎の密集度と書架整理時間に対応しているかどうかを調べるため、単回帰分析を行った。書架整理時間は、4人の測定員が、久留米高専図書館における各ジャンルの図書1冊あたりの書架整理に要した時間（秒）を記録し、その書架整理時間を標準化したものを用いた。ただし、記録した時間に、請求記号順に正しく並んでいなかった図書を元の場所に戻す時間は含まれていない。

表 2 に示す単回帰分析の結果、標準化された1冊あたりの予想整理時間 t_i^* は、

$$t_i^* = -0.03399d_i + 2.061744 \quad (2)$$

となった。したがって、密集度と書架整理時間には負の相関があることを確認した。また、各図書館員の1冊あたりの平均書架整理速度を μ 、標準偏差を σ とすると、1冊あたりの予想整理時間 t_i は以下の式で求められる。

$$t_i = t_i^* \sigma + \mu \quad (3)$$

ここで、 i ジャンルの図書の冊数を N_i 、請求記号順に正しく並んでいなかった図書を、元の場所に戻すのにかかる平均時間（秒）を T_D とする。 T_D はシステム利用者が事前に測定し、システムに記録した固定値である。本稿では T_D の値として、7.71 秒を設定した。これらの値を用いると、予想整理時間 T_i は

$$T_i = t_i N_i + T_D D_i \quad (4)$$

と表される。(4) 式の右辺第1項は図書が正しい請求記号順に並んでいるかを確認する時間、第2項は正しい請求記号順に並んでいなかった図書を元の場所に戻す時間を意味する。

2.5 整理ジャンル計算手法

本システムは、(1) 式にて求められる乱雑指数 D_i と (4) 式にて求められる予想整理時間 T_i から、選択したジャンルの乱雑指数の合計ができるだけ大きくなるようなジャンルのリストを計算する。ただし、制約条件として、選択したジャンルの予想整理時間の合計が、システムに入力される図書館員の整理作業に充てられた時間より小さくなければならない。

本システムでは、この計算を行う手法として遺伝的アル



図 2 入力画面

Fig. 2 Input screen

整理ジャンル	乱雑指数	目安時間
科学数学	5.931	15分
化学2	3.912	8分
現代文学	3.498	7分
機械2	3.264	10分
4文庫	3.086	7分
古典文学1	1.941	5分
合計	21.632	52分

図 3 出力画面

Fig. 3 Output screen

ゴリズム [4] を用いる。遺伝的アルゴリズムは、生物の遺伝過程をモデルにした近似解探索アルゴリズムである。

3. システム実行

本章では、提案したシステムの開発結果として、システムの入力画面、及び出力画面を示す。また、整理ジャンル計算手法である遺伝的アルゴリズムのパラメータ設定について述べる。なお、システムは Java 言語を用いて開発した。

3.1 システム入力画面

図 2 にシステムの入力画面を示す。システム利用者（図書館員）は、図中左側の入力ウィンドウに整理ジャンル計算の制約条件となる整理作業に充てられた時間を入力する。また、図中右側の選択ウィンドウにおいて、自身の名前を選択すると、自身の整理速度データがシステムに入力される。

3.2 システム出力画面

図 3 にシステムの出力画面の例を示す。出力画面には、左から順に整理ジャンル、整理ジャンルの乱雑指数、整理ジャンルの整理時間の目安（予想整理時間）が示されている。なお、整理ジャンルは乱雑指数が高い順にソートされる。

図書館員はこの画面を見ることで、図書館の書架の乱れ（乱雑指数）を効率的に減らすことができるジャンルのリストを確認できる。

3.3 遺伝的アルゴリズムのパラメータ設定

本システムにおける遺伝的アルゴリズムには、遺伝子の

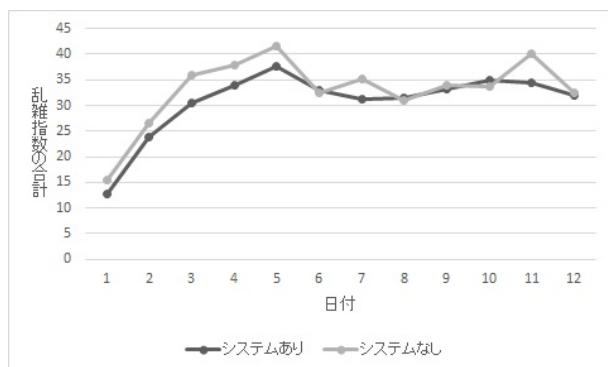


図 4 乱雑指数の合計

Fig. 4 Total of disorder component

世代数，淘汰後の遺伝子の数，突然変異率，初期集団として生成される遺伝子の数といったパラメータが存在する。パラメータは，システムを利用する図書館のコンピュータのスペック，要求される計算速度，要求される解の精度に合わせて調整することができる。

4. シミュレーション実験

本章では，提案したシステムの有効性を検証するため，シミュレーション実験を行う。本実験の目的は，提案したシステムを使うことによって，システムを使わない場合と比較し，書架の乱れがどの程度抑えられるかを確認することである。

4.1 実験概要

実験は，2013 年 11 月 25 日から 2013 年 12 月 7 日の 12 日間（休館日は除く）の久留米高専図書館において，システムを使う場合と，使わない場合で乱雑指数がどうなるかを検証した。システムを使う場合は，システムが出力したジャンルを書架整理し，システムを使わない場合は，分類記号順に書架整理したと仮定して，乱雑指数の動向を調べた。また，書架整理は毎日 1 時間とし，開始日時点で，図書館のすべてのジャンルの乱雑指数は 0 であった。

4.2 実験結果

図 4 と図 5 にシミュレーション実験の結果を示す。図 4 は図書館全体の乱雑指数の合計の動向，図 5 は図書館で最も乱雑指数が高かったジャンルの乱雑指数（以下，最大乱雑指数）の動向である。

シミュレーション実験の結果より，システムを使うことで，図書館全体の乱雑指数の合計が最も高い日で 23%，実験期間の平均で 8.1% 削減されたことを確認した。また，図 5 より，システムを使うことで，最大乱雑指数が大きく抑えられること，すなわち書架の乱れの大きいジャンルの発生を抑えられることを確認した。

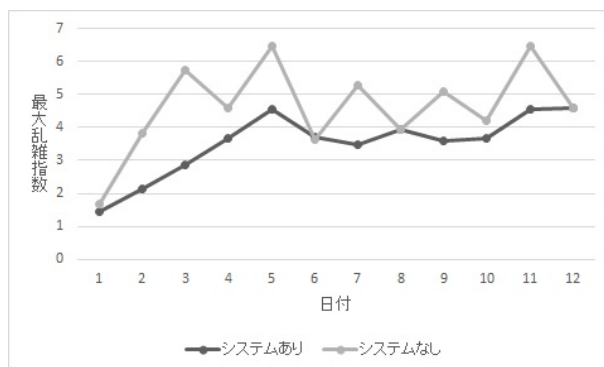


図 5 最大乱雑指数

Fig. 5 Max of disorder component

5. むすび

本稿では，図書館員にとって時間とエネルギーを必要とする業務である書架整理を効率化するシステムの提案，及びシミュレーション実験を行った。その結果，システムを使うことによって，分類記号順に書架整理する場合と比較し，乱雑指数を減らすことができることを確認した。

今後の課題としては，他図書館での有効性の検証などが考えられる。また，提案したシステムは，乱雑指数を求めるための指標として図書館の貸出数を用いた。図書館の貸出数に関するデータの取得は容易であるため，多くの図書館において利用しやすい指標であると考えられる。しかしながら，単回帰分析の結果より，乱雑指数を求める式の寄与率 R^2 が低いという問題を確認した。したがって，滞在型図書館利用を中心としたジャンルと立ち寄り型図書館利用を中心としたジャンルの違いによって乱雑指数を補正するといった，図書館の利用に関する情報を加味することで，より精度の高い乱雑指数式を求める必要があると考えられる。

参考文献

- [1] 坂牧一博：開架図書館の維持管理，現代の図書館，Vol. 43, no. 2, pp.75-80(2005).
- [2] 日本図書館情報学会用語辞典編集委員会：図書館情報学会用語辞典 第3版，丸善出版 (2007).
- [3] 根本彰，岸田和明：情報資源の組織化と提供，東京大学出版会 (2013).
- [4] 森直樹：Java で学ぶ遺伝的アルゴリズム，共立出版 (2007).