

# 最適な水泳競技練習スケジュールの生成と支援システムの構築

村上 勇輝† 竹野 健夫† 植竹 俊文†

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部†

## 1. はじめに

水泳競技の練習は1つのコースで複数人が同じ練習を行う。1人ずつ5秒から10秒の間隔を空け泳ぎ始める。この際、すべての選手の泳速度が同じではない。また、競泳には自由形、平泳ぎ、背泳ぎ、バタフライ、個人メドレーの5種類の泳法があり、それぞれの選手は泳法の変化に伴い泳速度も変化する。この各選手の泳速度の差と泳法の違いによって混雑が発生する。そのため、毎回コースの割り当てを決定する必要がある。実際の大学の水泳部等では、選手自身が自己判断でコースを決定していることが多く、チーム全体で統一の意思決定されることは少ない。

本研究では水泳を対象としたスポーツ選手の最適なコース割り生成システムを提案する。練習環境の混雑緩和のため、泳法の変化を考慮に入れた問題をモデル化。そして遺伝的アルゴリズムをベースにした解法アルゴリズム(以降、GA)を提案する。また提案するシステムは選手の記録を管理し、それをを用いて混雑を緩和したコース割りを生成する情報システムを構築した。最後に複数の解決手法で生成された解を比較することで提案システムの有用性を検証する。

## 2. システム概要

本研究で構築したシステムはそれぞれの選手の基本情報の収集と共有を行い、練習メニュー作成者が練習メニューを作成し、練習が行われるまでのビジネスフローをサポートする。

機能は選手の情報を記録する基本情報管理機能。選手の記録を管理する記録管理機能、練習内容を管理する練習情報管理機能、選手の練習参加の有無を管理するスケジュール管理機能、そして、コースの割り当てを決定するコース割り当て情報管理機能、これら5つの機能から構成されている。システム概念図を図1に、開発環境を表1に示す。また、各機能の詳細について以下で説明する。

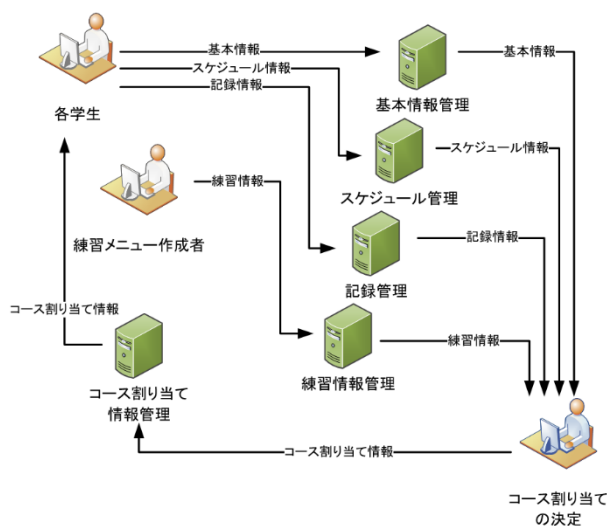


図1 システム概念図  
表1 開発環境

|        |                  |
|--------|------------------|
| IDE    | NetBeans IDE 8.1 |
| 言語     | Java SE 8        |
| データベース | MySQL Server 5.7 |

- ① 基本情報管理機能  
各選手の名前、専門とする泳法といった基本情報の管理をする。
- ② 練習情報管理機能  
水泳の練習は、「練習メニュー」に示されている練習内容を全員で行う。この練習メニューは練習メニュー作成者が作成し、システム内に登録、管理を行う。
- ③ 記録管理機能  
練習中に記録を計測した際、また大会に出場した際に各選手が登録する。計測されたタイム、泳法、距離、日付、場所など選手の記録に関する情報の管理を行う。
- ④ スケジュール管理機能  
システム管理者は練習日を登録。各選手はその練習の参加の有無を登録し、各選手のスケジュールを管理する。
- ⑤ コース割り当て情報管理機能  
上記4つの機能より選手情報、その選手の記録、練習参加の有無を取得する。その後、解決手法に基づき最適なコースの割り当てを決定する。

Creation of optimal swimming competition practice schedule and construction of support system

†Yuki Murakami, Takeo Takeno, Toshifumi Uetake  
Faculty of Software and Information Science,  
Iwate Prefectural University

### 3. モデル化

参加する選手と泳法の変化による泳速度の変化を考慮に入れたコースの割り当てを行わなければならない。この問題はどの選手がどのコースに割り振るかをそれぞれ決定し、各コースに割り振られた選手の泳速度差の最小化を図るコースの組合せ最適化問題として定式化する。

決定変数を次式のように定義する。

$$x_{sc} = \begin{cases} 1 \dots \text{コース}c\text{で学生}s\text{が練習する} \\ 0 \dots \text{それ以外} \end{cases} \quad (1)$$

また各選手の泳速度の定式化のため、練習中の50mの平均タイムを定数として用いる。

$t_{is}$ : 学生 $s$ が泳法 $i$ を泳いだ時のタイム

以上より目的関数を次式のように定義する。

Minimize

$$\sum_i \sum_c \alpha_i \left( \underset{c}{\text{Max}} \left( \sum_s t_{is} \cdot x_{sc} \right) - \underset{c}{\text{Min}} \left( \sum_s t_{is} \cdot x_{sc} \right) \right) \quad (2)$$

$\alpha_i$ : 泳法 $i$ で練習する距離の比率

ここで、これらの式に用いられる $i, s, c$ はそれぞれの泳法、学生、コースに与える任意の値とする。 $\alpha_i$ は「練習メニュー」で決定される泳法の比率を示す。

### 4. コース割り当ての決定手法

コースの割り当てを決定する手法として GA をベースにした3つの手法を提案する。この問題における解は、各選手の ID と割り当てられるコースの二次元配列で表現する。以下に、初期解の生成方法を示す。

1. 乱数を練習参加者数分生成し、それぞれの配列に格納する。これを1つ解とし、初期集団として1000体生成する。
2. 1.で生成した乱数を昇順ソートしたときの順位をランクとして格納する。
3. 2.で生成したランクと練習に使用するコース数の剰余を割り当てるコースとして格納する。

以上の過程で生成された解に対し、交叉、突然変異、選択などの遺伝的操作を繰り返すことで解の最小化を図る。表2に各手法のパラメータを示す。

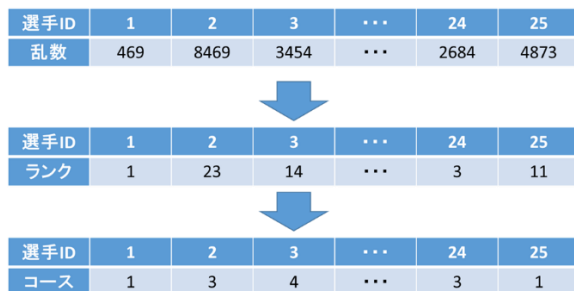


図2 初期解の生成(25人5コース)

表2 GAのパラメータ

| 解決手法 | 1.        | 2.                | 3.  |
|------|-----------|-------------------|-----|
| 操作対象 | 乱数        | ランク               | コース |
| 交叉   | UX        | PMX <sup>1)</sup> | SPX |
| 突然変異 | 逆位        | 転座 <sup>2)</sup>  | 逆位  |
| 選択   | ルーレット選択   |                   |     |
| 終了条件 | 1000世代で終了 |                   |     |

### 5. システム評価

#### 5.1. 実験方法

本システムを解決手法の解の標準偏差と精度と解決時間の3つの観点から評価した。コース数5, 15人の問題(実験1)と6コース27人の問題(実験2)をそれぞれの手法で解決する。

#### 5.2. 実験結果および考察

実験結果を表3, 表4に示す。これは各手法で100回解決した解の標準偏差と解の平均値を表している。また、表3, 表4の最適解はすべての組合せを探索して得られた解であり、実験2では現実的な時間での探索が不可能であった。

表3 実験1 実験結果

|      | 1.    | 2.    | 3.    | 最適解   |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 平均   | 14.66 | 14.62 | 17.76 | 14.62 |
| 標準偏差 | 0.091 | 0.000 | 1.300 |       |

表4 実験2 実験結果

|      | 1.    | 2.    | 3.    | 最適解 |
|------|-------|-------|-------|-----|
| 平均   | 31.01 | 26.53 | 35.19 |     |
| 標準偏差 | 1.741 | 0.600 | 3.070 |     |

実験1では手法1と手法2で分散値の低い安定した解を算出でき、手法2では最適解を算出することができた。実験2では、手法2が比較的低い分散値であり、最も精度の良い解を算出していることがわかる。

### 6. おわりに

本稿では水泳競技練習を対象とした最適なコース割り生成システムの提案した。そして、複数の解決手法を用いた比較評価を行いシステムの有用性を検証した。今後は実運用に向け、記録管理やスケジュール管理といった他の機能の評価に取り組む。

### 参考文献

- 1) 橘達弘, 村田佳洋, 柴田直樹, 安本慶一, 伊藤実: ハードウェア化のための多目的 GAアーキテクチャの提案, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.381-392(2008).
- 2) 立石 隆浩, 杉本 千佳: 多目的 GA を用いた麻酔医不足に対応した手術スケジュールリング手法の検討, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.14, No.4, pp.491-494(2015).