

# 2020年東京オリンピックにおける満足度を考慮した 最適観戦経路アプリの提案

## Proposal for the Web Application of an Optimal Watching Path with Maximum Satisfaction of the Tokyo Olympic Games in 2020

1541093 都外川 湧太

Yuta TOTOGAWA

指導教員 秋葉 知昭

In this study, I would like to propose an optimal watching path with maximum satisfaction by using GA. So, I have proposed the watching paths application for the 32<sup>nd</sup> Olympic games that is explained by the web application with in the condition of changing daily.

### 1. 緒言

来る2020年に、1964年以来となる東京での夏季オリンピックが開催され、多くの競技が行われる[1]。しかし、それらを決められた時間内にすべて観戦することは難しい。なぜならば、競技の観戦時間や移動時間を考慮しなければならないからである。

本研究では、第32回オリンピック競技大会をモデルに、アンケート[2]を基に算出した満足度を考慮した最適な観戦経路を求める。そして使用者にとってわかりやすいWebアプリケーションの形式で結果を示すアプリの提供を目的とする。

### 2. 遺伝的アルゴリズム[3]

本研究では、遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm :GA)を用いて最適観戦経路を求める。GAは生命の進化の過程において、環境に適応できる生命ほど生き残ることに注目し、この自然現象を模倣し、数理モデルに置き換えたメタヒューリスティックアルゴリズムの1つである。

GAの構造自体は簡単なため、プログラミングでの実装は容易である。しかしGAで用いるパラメータには一般的な数値が存在せず、問題に依存する。よって問題毎にパラメータを試行錯誤する必要がある。

### 3. 使用するデータについて

本研究では大会コンセプト[1]を基に、対象の競技とこれに対応した会場を対象とした。

満足度はNHKが実施したアンケート結果[2]を基に、性別・年代毎の投票率と総投票数を基に投票数を算出した。各性別・各年代の投票数の最大

値と最小値の差を500で割った値を階級値とする0.00から5.00で表す度数分布とした。

各会場の移動時間は、公共交通機関の利用を原則とし、Google Mapsを用いて求めた。観戦時間は、試合時間とオリンピックレコードを基に決定した。また各日程における最大行動可能時間は、各日程の1番早く開催される競技の開始時間から1番遅く開催する競技の終了時間までとした。

### 4. 評価関数の定式化

評価関数で用いる記号を以下に示す。

$i$ : 対象の全競技  $i=1,2,3,\dots,38$

$k$ : 観戦日  $1 \leq k \leq 17$

$n_k$ : 観戦する競技数  $1 \leq n_k \leq 38$

$X_{kga}$ : 観戦日  $k$  性別  $g$  年代  $a$  における観戦経路

$p_i$ : 競技  $i$  の実施会場

$M_{iga}$ : 性別  $g$  における年代  $a$  競技  $i$  の満足度

$D_{p_i}$ : 会場間の移動時間(min)

$T_i$ : 競技  $i$  の観戦時間

$L_k$ : 観戦日  $k$  における行動可能最大時間

$x_{ik}$ : 観戦日  $k$  において競技  $i$  に関する決定変数

$$x_{ik} = \begin{cases} 0 & \text{競技}i\text{を観戦しない時} \\ 1 & \text{競技}i\text{を観戦する時} \end{cases}$$

$F_{ki}$ : 観戦日  $k$  における競技  $i$  に関する決定変数

$$F_{ki} = \begin{cases} 1.0 & \text{競技}i\text{が決勝戦でない時} \\ 2.0 & \text{競技}i\text{が決勝戦である時} \end{cases}$$

$R_i$ : 競技  $i$  の観戦順序に関する決定変数

$$R_i = \begin{cases} 1.9 & \text{競技}i\text{の観戦順番が1番目の時} \\ 1.8 & \text{競技}i\text{の観戦順番が2番目の時} \\ 1.7 & \text{競技}i\text{の観戦順番が3番目の時} \\ 1.0 & \text{競技}i\text{の観戦順番が上記以外の時} \end{cases}$$

## 問題

目的関数

$$\max f(X_{kga}) = \sum_{i=0}^{38} x_{ik} M_{iga} F_{ik} R_i$$

Subject to (制約条件)

$$T(X_{kga}) = \sum_{i=0}^{38} (T_i + D_{p_i}) \leq L_k$$

以上の記号により本編における問題は次のようにモデル化される。GAにおける評価関数は、目的関数 $f(X_{kga})$ である。

## 5. アルゴリズムとアプリの実装

本研究では、事前実験として、競技のデータ数を10件に減らし、各日程において全数列举法での結果と比較を行い、GAパラメータの設定を行った。パラメータは個体数、選択率、交叉率、突然変異率、世代数である。その上で本実験を行った。下記にGAの詳細を示す。

1. 初めにランダムに個体を生成。
2. 選択は1個体をエリート選択、残りをルーレット選択で実行した。
3. 交叉は一定の基準で2つの交叉点を決め、その間を交叉する2点交叉を実行した。
4. 突然変異は別の値に変更する方式を取った。

5. これらを決められた世代数回すこととした。

また、アプリケーションについては、使用者の性別や年代、検索したい日程をWebページから入力、その値を元にJavaサーブレットにあるGAによる計算を実行し、結果を再びWebページに表示する方式である。特に会場の順路については、Google Mapsを導入し表示することで、ユーザビリティの高いものとした。

## 6. 結果及び考察

各性別・各年代・各日程の計204通りの最適な観戦経路を提案することができた。結果の一部を表1と表2に示す。

表1 男性20代における一部結果

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目					
満足度	0.93	35.43	47.24	51.56	49.9					
1番目	34	20	1	13	11	24	15	4		
2番目	36	22	18	32	10	23	1	13	11	24
3番目			7	5	7	5	15	4	1	13
4番目			15	4	11	24	30	19	16	7
5番目			9	2	9	2	7	5	9	2
6番目			22	8	13	12	10	23	7	5
7番目			16	7	22	8	14	15	18	32
8番目					18	32	23	21	10	23
9番目										
10番目										

表2 女性20代における一部結果

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目					
満足度	0.07	32.40	33.94	45.63	43.15					
1番目	34	20	16	7	1	13	16	7	16	7
2番目	36	22	1	13	14	15	14	15	1	13
3番目			14	15	16	7	1	13	14	24
4番目			25	5	7	5	11	24	10	23
5番目			15	4	18	32	15	4	22	8
6番目			11	24	30	19	26	18	25	5
7番目			29	28	10	23	19	11	19	11
8番目					13	12			7	5
9番目									24	26
10番目										

各日程において右が競技No、左が会場Noである。事前に各日程における開催競技数を10競技に限定して全数列举法との比較を行ったことで精度の高い最適な観戦経路を提案することが出来たと考えられる。

本研究で実装したアプリケーションはリッチアプリケーションとして実装をした。特に会場の巡回経路では、Google Mapsをwebページに組み込む形式で実装するために、非同期通信を可能とするAjaxを実装した。これによって会場の地理的情報がわかるとともに、会場周辺の情報も知ることが可能となっている。より解りやすい観戦経路の提案を行うことができたと考える。

## 7. 結 言

本研究では、満足度を考慮した最適観戦経路を提案することができた。また入出力の動作をWebアプリケーションの形式で実装したため、ユーザーにとって解りやすい形での提案を行うことができたと考える。

今後は、昼食の時間や、会場の席に着くまでの時間等の現実として考えられる事象を考慮した観戦経路を求めることで、よりユーザーに適した最適観戦経路を求めることが可能であると考えられる。

## 文 献

- [1] 東京オリンピック・パラリンピック招致委員会立候補ファイル、第2巻(2013)  
<https://tokyo2020.org/jp/games/plan/data/candidate-entire-2-JP.pdf>

[2] 鶴岡 瑞穂, 齊藤 考信 :2020 年東京オリンピック・  
パラリンピックへの期待と意識~「2017 年 10 月東京  
オリンピック・パラリンピックに関する世論調査」の結果から~, p5 , (2018)  
[https://www.nhk.or.jp/bunken/research/yoron/pdf/201804\\_01\\_61.pdf](https://www.nhk.or.jp/bunken/research/yoron/pdf/201804_01_61.pdf)

[3] 静岡理科大学, 菅沼研究室”システムの最適化-4, 遺伝的アルゴリズム(GA:Genetic Algorithm)”  
[http://www.sist.ac.jp/~suganuma/kougi/other\\_lecture/SE/01/GA/GA.html](http://www.sist.ac.jp/~suganuma/kougi/other_lecture/SE/01/GA/GA.html)