

グループ旅行における満足度を考慮した旅行計画問題

2016SS030 小島えり

指導教員：佐々木美裕

1 はじめに

グループ旅行は、計画を立てる楽しみや感動を共有できる喜びなどのメリットがある。情報収集をしたり行き先を相談して決めることは旅行の楽しみの1つであり、1人で考えるより選択肢が増え、旅の可能性が広がることも考えられる。また、仲間といっしょに行動することで1人に比べ安心であり安全でもある。一方で、同行する旅行者によって訪問を希望する観光地が異なることもあり、限られた時間の中で、同行者全員の希望する観光地すべてを訪問できるとは限らない。

本研究では、グループ旅行において、各旅行者の訪問希望観光地を回り、より満足度の高い旅行になるような旅行計画問題を考える。

2 グループ旅行と関連研究

一般に、グループ旅行とは、複数の旅行者が行動を共にして観光地を訪問する旅行を意味することが多い。本研究では複数人からなるグループで行動する時間と一部単独で行動する時間の両方が存在するグループ旅行を考える。

加藤 [2] は、宿泊地や訪問する観光地の範囲を変化させ、観光客の満足度が最大となる巡回路について考えている。本研究ではグループ旅行についての旅行計画問題である点が加藤 [2] の研究との違いである。

吉田 [3] は、各避難者の起終点と避難経路を所与とし、同じ時刻に複数の避難者が同じ場所に滞在しないようなモデルを考えている。本研究のモデルでは、吉田 [3] のモデルとは対照的に、同時に複数の旅行者が同じ場所を訪問することが望ましいものとする。

3 問題の説明

1日の行動可能時間を時刻単位 $1, \dots, T$ 、観光候補地は所与とし、各旅行者の満足度の合計が最大となる旅行計画を考える。宿泊施設を朝出発して観光地を回り、夜に宿泊施設に戻るような1日を想定し、出発する場所と到着する場所は同じとする。一般的な旅行計画問題では、観光地を訪問することによって得られる満足度のみを考えることが多いが、本研究のモデルでは、グループ行動することによって得られる満足度を考える。また、各旅行者の各観光候補地に対する希望滞在時間が与えられているものとし、グループ行動するために待ち時間が発生したり、合流する

ために早めに次の観光地に移動する場合など、待ち合わせをするにあたり、実際の滞在時間と希望滞在時間が異なる場合にはその差の絶対値を、負の満足度と考え、ペナルティーを課す。この2種類の満足度を考慮することにより、グループ旅行において、グループ行動を楽しみながら、単独行動も可能とした柔軟な旅行計画の提案が可能なモデルを実現する。

問題を簡単にするために、はじめに、観光候補地をすべてを1回ずつ訪問する問題を巡回セールスマン問題 [1] として定式化して最適巡回路を求める。求めた最適巡回路を基本ルートとし、各旅行者が観光候補地の中から希望地のみを基本ルートに沿って巡回するものと仮定する。

4 定式化

グループ旅行の満足度最大化問題を定式化するために、以下の記号を定義する。

P : 旅行者の集合

N : 観光地の集合

l_p : 旅行者 $p \in P$ が訪問する観光地の数

T : 1日の行動可能時間

b_c : c 人でグループ行動したときの1時刻あたりの満足度

q_{pi} : 旅行者 $p \in P$ の i 番目の観光地に対する希望滞在時間

m_{pi} : q_{pi} に対する希望度 (希望滞在時間を重視する場合は希望度を高く設定する)

M : 大きな値

$$s_{pik} = \begin{cases} 1: \text{旅行者 } p \in P \text{ の } i \text{ 番目の観光地が } k \in N \\ \text{である。} \\ 0: \text{上記以外。} \end{cases}$$

次に、以下の変数を定義する。

$$x_{pit} = \begin{cases} 1: \text{旅行者 } p \in P \text{ が } i \text{ 番目の観光地を時刻 } t \text{ に} \\ \text{訪問する。} \\ 0: \text{上記以外。} \end{cases}$$

$$z_{ktc} = \begin{cases} 1: \text{時刻 } t \text{ に観光地 } k \in N \text{ にいる人数が } c \text{ である。} \\ 0: \text{上記以外。} \end{cases}$$

r_{pi} : 旅行者 $p \in P$ の i 番目の観光地についての希望滞在時間と実際の滞在時間の差の絶対値

これらを用いて定式化すると以下の通りになる。

$$\max. \quad \alpha \sum_{k \in N} \sum_{t=1}^T \sum_{c=0}^{|P|} b_c z_{ktc} - \beta \sum_{p \in P} \sum_{i=1}^{l_p} m_{pi} r_{pi} - \gamma \sum_{p \in P} \sum_{i=1}^{l_p} \sum_{t=1}^T t x_{pit} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k=i+1}^{l_p} \sum_{l=1}^t x_{pkl} \leq M(1 - x_{pit}), \quad p \in P, i = 1, \dots, l_p, t = 1, \dots, T \quad (2)$$

$$\sum_{c=0}^{|P|} z_{ktc} = 1, \quad k \in N, t = 1, \dots, T \quad (3)$$

$$\sum_{c=0}^{|P|} c z_{ktc} = \sum_{p \in P} \sum_{i=1}^{l_p} s_{pik} x_{pit}, \quad k \in N, t = 1, \dots, T \quad (4)$$

$$r_{pi} \geq \sum_{t=1}^T x_{pit} - q_{pi}, \quad p \in P, i = 1, \dots, l_p \quad (5)$$

$$r_{pi} \geq - \sum_{t=1}^T x_{pit} + q_{pi}, \quad p \in P, i = 1, \dots, l_p \quad (6)$$

$$x_{pit} \in \{0, 1\}, \quad p \in P, i = 1, \dots, l_p, t = 1, \dots, T \quad (7)$$

$$z_{ktc} \in \{0, 1\}, \quad k \in N, t = 1, \dots, T, c = 0, \dots, |P| \quad (8)$$

$$r_{pi} \geq 0, \quad p \in P, i = 1, \dots, l_p \quad (9)$$

(1) は各旅行者の満足度の合計を示し、これを最大にすることを目的とする。(2) は時刻 t に旅行者 $p \in P$ が i 番目の観光地を訪問する時、 $i+1$ 番目以降の観光地を時刻 t 以前に訪問することはできないことを示す制約である。(3) は時刻 t に観光地 $k \in N$ にいる人数は 0 人以上 $|P|$ 人以下という制約である。(4) の右辺は時刻 t に観光地 $k \in N$ に訪問している人数を表し、訪問している人数が c 人のときに $z_{ktc} = 1$ となる制約である。(1)(5)(6) により、旅行者 $p \in P$ の i 番目の観光地の r_{pi} が希望滞在時間と実際の滞在時間の差の絶対値となる。(7)(8) は変数のバイナリ制約である。(9) は r_{pi} の非負制約である。

5 計算実験と考察

計算実験を行うにあたり、韓国のソウル市内の代表的な観光地 9 つを用い、観光候補地とする。観光候補地の中で、多くの観光客が宿泊地として選ぶエリア 1 つを宿泊地候補とし、起終点とする。各観光地間の移動手段をすべて地下鉄とし、それぞれの所要時間を用い巡回セールスマン問題を解く。表 1 は、作成した基本ルートの巡回順に番号と観光地をまとめたものである。起終点は明洞とする。

Gurobi Optimizer 8.1.1 を用いてグループ旅行計画問



図 1 観光候補地

表 1 観光地番号と観光地

0	明洞	3	新沙	6	弘大入口
1	東大門	4	蚕室	7	梨泰院
2	景福宮	5	梨大	8	ソウル駅

表 2 グループ旅行計画問題の最適解

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
旅行者 1	0	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5
旅行者 2	0	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
旅行者 3	0	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	6	6	6	7

題を解いた。計算環境は (プロセッサ: Intel(R) Core(TM) i7-6700 @3.40GHz 3.41GHz, 実装メモリ: 16GB) である。 b_c は 1 人よりも 2 人、2 人よりも 3 人で行動すると満足度が高くなるよう、 $b_c = (0, 1, 4, 9, \dots, |P|^2)$ とする。 q_{pi} は 2 以上 4 以下の値を与え、 m_{pi} はすべて 1 とする。

表 2 は、例題を使用して求めた最適解の一部を示す。横軸を時刻とし、時刻単位ごとに各旅行者が訪問している観光地番号を表している。例題において旅行者 1 は観光地 1 の希望滞在時間は時刻単位 2 であるが、時刻 1 に観光地 1 を訪問し、時刻 2 には観光地 2 にいることが表 2 からわかる。これは、観光地 2 に移動し旅行者 2, 3 と合流していることを表し、実際の滞在時間は希望滞在時間よりも短くなるが、旅行者全員で行動をすることを優先した結果である。提案するモデルを用いることにより、各旅行者が訪問希望観光地に単独で行動しながら、仲間と合流してグループ旅行をする旅行計画を作成できることがわかった。

参考文献

- [1] 藤江哲也. 最近の混合整数計画ソルバーの進展について, オペレーションズ・リサーチ, 第 56 巻, pp. 263–268. 2011.
- [2] 加藤優依. 滞在可能時間を考慮した旅行計画問題. 南山大学工学部卒業論文, 南山大学工学部, 2019.
- [3] 吉田朱里. 衝突回避を考慮した避難スケジュール. 南山大学工学部卒業論文, 南山大学工学部, 2019.