

音楽フェスでのグループ行動におけるスケジューリング問題

2016SS093 山崎祐哉

指導教員：佐々木美裕

1 はじめに

近年、インターネットやSNSの普及によって気軽に音楽を楽しむことができるようになってきている。ネットワークを利用した音楽配信サービスによって録音された音楽をいつでも聴くことができるなか、多数のアーティストの生演奏を聴くことができる「音楽フェス」が若者を中心に人気を博し、動員数を増やしている。

「音楽フェス」の一番の特徴は数多くのアーティストが出演することである。規模が大きいものでは複数のステージが設置され、各ステージで様々なアーティストがライブを行う。観客は、各アーティストが出演する時間とステージが記されたタイムテーブルをもとに1日の行動を自由に決めることができる。しかし、複数人で共に行動する場合、観たいライブが異なることがある。

本研究は、音楽フェスにおいて複数人で行動することを前提とした場合に、全員がより楽しむことができるスケジュールをつくることを目的とする。

2 モデルの説明

音楽フェスでは、出演するアーティストと各アーティストの出演時間がタイムテーブルに記載されている(図1参照)[?]。アーティストのライブに対する観客の期待の度合いを満足度とし、タイムテーブルをもとに出演するすべてのアーティストに対して各人が満足度を設定する。また、音楽フェスの開催時間を一定の時間で区切ったもの時刻単位とし、観客は各時刻に行われているライブを観るかどうかを選択する。各ライブは途中参加可能であり、ライブの途中で抜け出して別のステージへ行くことができる。

それぞれアーティストのライブに対する満足度が異なる複数の観客が共に行動した場合に、全員がより楽しめるようなスケジュールを考えるために、評価基準として、スケジュールに対するグループ全体の満足度をあげる「満足度の総和の最大化」と、グループ内の満足度の偏りを小さくする「満足度の最小値の最大化」を考える。

3 定式化

はじめに、以下の記号を定義する。

A : アーティストの集合。

P : 観客の集合。

T : 時刻の集合。

w_{pat} : 時刻 $t \in T$ におけるアーティスト $a \in A$ のライブに対する観客 $p \in P$ の満足度。

$m_{a_1 a_2}$: アーティスト $a_1 \in A$ がライブを行うステージからアーティスト $a_2 \in A$ がライブを行うステージへ移動する際の必要最低時間。

時刻	Spotify Early Noise LIVE HOUSE Antenna	L-STAGE 5号館	R-STAGE 4号館	Z-STAGE 6号館	時刻
11:00	11:20 re:GretGirl		11:30 BURBOUT SYNDROMES		11:00
12:00	12:30 DENIMS	11:40 フレンズ	12:35 millet	11:40 ヤバイTシャツ屋さん	12:00
13:00	13:35 Age Factory	12:55 SCANDAL	13:30 TOTALFAT	12:50 BLUE ENCOUNT	13:00
14:00	14:05 オカチトウキ (OKACHITOUKI)	14:05 GLIM SPANKY	14:50 04 Limited Sazabys	14:10	14:00
15:00	16:10 みゆな	15:30 阿部真央	16:00 ストレイチャー	15:20 KEYTALK	15:00
16:00	17:35 スーカラデル	16:45 木村カエラ	17:20 打鼓隊門同好会	16:45 THE ORAL CIGARETTES	16:00
17:00	18:35 ハンブレッダーズ	18:35 藤本由依 (フジノユイ)	18:25 マカロニえんぴつ	17:55 GLAY	17:00
18:00	19:35 Saucy Dog	20:05	19:40 ユニコーン	20:00 ASIAN KUNG-FU GENERATION	18:00
19:00					19:00
20:00					20:00
21:00					21:00

図1 FM 802 RADIO CRAZY 2019 (2019年12月26日開催)のタイムテーブル

$$r_{at} = \begin{cases} 1: \text{時刻 } t \in T \text{ にアーティスト } a \in A \text{ がライブを行っている。} \\ 0: \text{上記以外。} \end{cases}$$

次に、以下の決定変数を定義する。

$$x_{at} = \begin{cases} 1: \text{時刻 } t \in T \text{ にアーティスト } a \in A \text{ のライブを観始める。} \\ 0: \text{上記以外。} \end{cases}$$

$$y_{at} = \begin{cases} 1: \text{時刻 } t \in T \text{ にアーティスト } a \in A \text{ のライブを観終わる。} \\ 0: \text{上記以外。} \end{cases}$$

$$z_{at} = \begin{cases} 1: \text{時刻 } t \in T \text{ にアーティスト } a \in A \text{ のライブを観る。} \\ 0: \text{上記以外。} \end{cases}$$

満足度総和の最大化モデルは以下のように定式化できる。

【満足度総和の最大化モデル (モデル1)】

$$\text{Max.} \quad \sum_{p \in P} \sum_{a \in A} \sum_{t \in T} w_{pat} z_{at} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{t \in T} ty_{at} + m_{a_1 a_2} \left(\sum_{t \in T} x_{a_1 t} + \sum_{t \in T} x_{a_2 t} - 1 \right) \leq \sum_{t \in T} tx_{a_2 t} + M \left(1 - \sum_{t \in T} x_{a_2 t} \right), a_1, a_2 \in A \quad (2)$$

$$\sum_{t \in T} x_{at} \leq 1, \quad a \in A \quad (3)$$

$$\sum_{t \in T} y_{at} \leq 1, \quad a \in A \quad (4)$$

$$\sum_{t \in T} x_{at} = \sum_{t \in T} y_{at}, \quad a \in A \quad (5)$$

$$\sum_{a \in A} z_{at} \leq 1, \quad t \in T \quad (6)$$

$$z_{a(t+1)} - z_{at} \leq x_{a(t+1)}, \quad a \in A, t = 1, \dots, |T| - 1 \quad (7)$$

$$z_{at} - z_{a(t+1)} \leq y_{a(t+1)}, \quad a \in A, t = 1, \dots, |T| - 1 \quad (8)$$

$$\sum_{t \in T} x_{at} \leq \sum_{t \in T} z_{at}, \quad a \in A \quad (9)$$

$$\sum_{t \in T} y_{at} \leq \sum_{t \in T} z_{at}, \quad a \in A \quad (10)$$

$$z_{a1} \leq x_{a1}, \quad a \in A \quad (11)$$

$$z_{a|T|} \leq y_{a|T|}, \quad a \in A \quad (12)$$

$$x_{at} \leq r_{at}, \quad a \in A, t \in T \quad (13)$$

$$y_{at} \leq r_{at}, \quad a \in A, t \in T \quad (14)$$

$$z_{at} \leq r_{at}, \quad a \in A, t \in T \quad (15)$$

$$r_{at} \in \{0, 1\}, \quad a \in A, t \in T \quad (16)$$

$$x_{at} \in \{0, 1\}, \quad a \in A, t \in T \quad (17)$$

$$y_{at} \in \{0, 1\}, \quad a \in A, t \in T \quad (18)$$

$$z_{at} \in \{0, 1\}, \quad a \in A, t \in T \quad (19)$$

(1) は、観客全員の満足度の総和の最大化が目的であることを示している。(2) は、ステージ間の移動をしている間は、ライブを観ることができないことを示している。(3)(4)(13)(14)(15) は、ライブを観るのは1回のみで、観始める時刻と観終わる時刻は、ライブが行われている時間中であることを示す。(5) は、いずれかの時刻でライブを観始めた場合は、いずれかの時刻で観終わることを示している。(6) は、同時刻に2組以上のアーティストのライブを観ることができないことを示している。(7)-(10) より、アーティスト $a \in A$ のライブを観始める時刻を t_1 、観終わる時刻を t_2 とするとき、 $x_{at_1} = 1, y_{at_2} = 1, z_{at} = 1 (t = t_1, \dots, t_2)$ となる。(11) は、ライブの開始時刻から観る場合、開始時刻を観始める時刻とすることを示している。(12) は、最終時刻までライブを観る場合、最終時刻を観終わる時刻とすることを示している。(16)-(19) は、変数のバイナリ制約である。

モデル1で用いた記号に加え、
 L : スケジュールに対する各人の満足度の最小値
を導入すると、満足度の最小値の最大化モデルは、次のように定式化できる。

表1 計算結果 (データ1)

	モデル1	モデル2
満足度の最大値	1341.52	1334.02
満足度の最小値	1261.54	1271.54
満足度の総和	5227.27	5222.27

表2 計算結果 (データ2)

	モデル1	モデル2
満足度の最大値	35245.00	35240.00
満足度の最小値	34987.00	34993.00
満足度の総和	175332.01	175317.01

【満足度の最小値の最大化モデル (モデル2)】

$$\text{Max.} \quad L \quad (20)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{a \in A} \sum_{t \in T} w_{pat} z_{at} \geq L, \quad p \in P \quad (21)$$

(2) - (19)

(20)(21) は、満足度の最小値の最大化が目的であることを示している。

4 計算結果

出演アーティスト数が29、ステージ数が4である「FM802 Radio Crazy2019(12月26日開催)」(データ1)と、出演アーティスト数が52、ステージ数が7の「ROCK IN JAPAN2019(8月12日開催)」(データ2)のデータを用いて Gurobi Optimizer で計算を行った。観客の人数を、データ1では4人、データ2では5人とし、各アーティストのライブに対する満足度を0, 10, 20, 30, 40, 50の6段階で設定した。

データ1では1つの時刻単位を5分、データ2では1つの時刻単位を10分として計算を行った。いずれの場合も、4秒以内で最適解を求めることができた。モデル2の満足度総和は、モデル1と比較して0.1%程低い値となったが、満足度の最大値と最小値の差が小さく、公平であるといえる。

5 おわりに

本研究では、「グループ全体の満足度の最大化」、「個人の満足度の偏りの最小化」という2つの目的を設定し、音楽フェスでのグループ行動において全員がより楽しむことができるスケジュールを考えた。満足度の偏りを小さくすることを目的とした場合、満足度の総和も必ず最大になるとはいえないが、グループ全体の満足度の最大化を目的とするよりも、公平なスケジュールを作成できることがわかった。

参考文献

- [1] FM802 RADIO CRAZY 2019. <https://radiocrazy.fm/timetable/>. 2019年12月30日閲覧。