

カラオケにおける自動楽曲推薦

伊藤 健友^{1,a)} 北原 鉄朗^{1,b)}

概要：本稿では、複数人によるカラオケにおける楽曲推薦を自動で行う手法を提案する。日本では複数人でカラオケをする文化が浸透しているが、歌唱する際に選曲するのが難しいという現状がある。本研究では「聴取者が知っている曲」「歌唱者の歌いやすい曲」の2つの基準に基づいて楽曲推薦を行うスマートフォンのアプリケーションを実装した。3人1組による実験の結果、推薦曲から選ばれた曲の84%を聴取者が気に入る等、有望な結果が得られた。

1. はじめに

今日の日本ではカラオケが広く普及している。カラオケは一般的に複数人で行うことが多い。そのような場で歌う曲を選ぶ際は歌唱者の嗜好のみによって決めるわけにはいかず、参加者の嗜好や場の盛り上がりを考慮する必要がある場合が多い。そのため、どんな曲を歌えばいいのかわからない経験をした人が多くいると考えられる。実際、後述するように、我々が行ったアンケートの結果から、大多数の人が複数人のカラオケでどんな曲を歌えばいいかわからず迷った経験があることがわかっている。

近年インターネット上で大量の音楽コンテンツにアクセスできる環境が整ってきたこと等の影響によって楽曲推薦やプレイリスト生成に関する研究が多く行われてきたが、そのほとんどが単一ユーザが聴く楽曲を推薦するためのものであり、歌うための楽曲を推薦するものではない[1][2][3]。複数人で楽しむための楽曲を推薦する研究も過去に行われてはいるが、いずれも聴く楽曲を推薦することに特化した研究である[4][5]。中澤らの研究はカラオケで歌う曲の推薦を扱っているが、こちらは歌唱者の情報からページアンネットを構築するもので歌唱者以外の参加者の情報を扱っていない[6]。一方、カラオケの拡張や改善を扱った研究も存在する。浦川らの研究は、歌唱が苦手な人が付き合いでカラオケに行かなくてはいけないときに、音程のずれを修正してくれるものである[7]。栗原らの研究ではタンバリンの演奏を支援することで参加者のコミュニケーションを支援している[8]。しかし、上述の中澤らの研究[6]を除いてカラオケのための選曲支援や楽曲推薦を扱った研究は存在しない。

後述のアンケートによると、カラオケの選曲において重要なのは、本人がきちんと歌えることと、聴き手が知っている曲であることである。前者は本人のことであるので選曲時に考慮することは難しくないが、後者は必ずしも簡単ではない。もしも、各参加者の知っている曲または好きな曲がリスト化されており、その情報に基づいて選曲することができれば、選曲時に迷ったり悩んだりする場面を減らすことができると考えられる。

本稿では、カラオケにおける選曲支援の第1段階として、一定の条件に基づいて楽曲を推薦するモバイルアプリを提案する。このアプリは、カラオケの各参加者のスマートフォンなど(以下、端末という)にインストールされることを想定しており、それぞれが、そのユーザが歌える曲のリストと知っている曲のリストを持っている。各端末はBluetoothにより互いに通信し、これらのリストに基づいて、歌うといいと思われる楽曲を出力する。

2. 事前アンケート

本研究では世間のカラオケの選曲に関する考え方を調べるために事前アンケートを行った。アンケートはWeb上に作成したものを使用した。このアンケートを主にTwitterで拡散し、173件の回答が得られた。回答者の性別は男性が49.7%、女性が50.3%であり、年代は20代を中心に14歳~66歳となっている。複数人でカラオケに行く頻度を問う質問では、回答者の95.9%が年に数回以上行くと回答しており、知人とカラオケに行く機会が度々ある人が多いことがわかる。「複数人でのカラオケで選曲する際に、どんな曲にすればいいかわからずに迷った経験はありますか?」という質問(図1)では89.2%が「ある」と回答をしており、このことから多くの人がカラオケの選曲を難しく感じていることがわかる。また、選曲する際にどんなことを考慮

¹ 日本大学文理学部

^{a)} t.ito@kthrlab.jp

^{b)} kitahara@chs.nihon-u.ac.jp

しているか問う質問の結果（図2）から

- みんなが知っているかどうか
- 歌いやすい、または自分の得意な曲

の2つが主に考慮されていることがわかる。「みんなが知っているかどうか」を選択した理由としては、「退屈な人が出ないようにするため」「知らないと一緒に歌ってくれる人がいないから」等があった。「歌いやすい、または自分の得意な曲」を選択した理由としては、「音痴だと思われたくないから」「友達と行く時は基本的に採点機能の点数を気にすることが多いから」等があった。「自分が歌ったことがきっかけで他の人がその曲を好きになったら嬉しいですか？」という質問では92.5%が「はい」と回答している。これに関しては、「他人に影響を与えることで、そのコミュニティでの自分の存在価値を確認することができる」「その歌手や曲について話せる人が増えるから嬉しい」等の声があがっている。このことから、複数人でのカラオケをお互いの音楽嗜好を共有する場として捉えていることがわかる。「歌い始めてから、難しかったりわからなかったりして上手く歌えなかった経験はありますか？」という質問では、89.2%が「ある」と回答している。「ある」と回答した人の理由としては、うる覚えの曲を選択してしまうことが多くを占めていた。

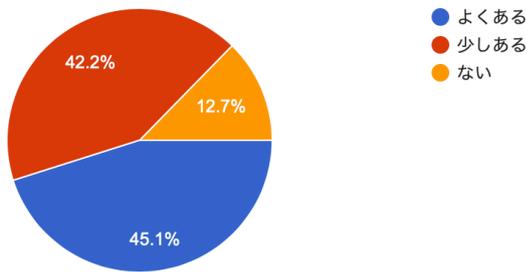


図1 Web上で行ったカラオケの選曲に関するアンケート。設問：複数人でのカラオケで選曲する際に、どんな曲にすればいいかわからずに迷った経験はありますか？

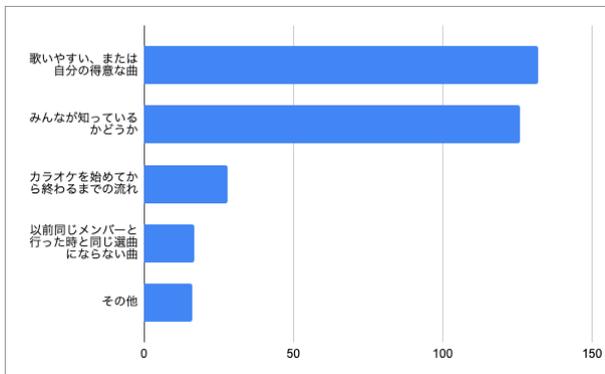


図2 Web上で行ったカラオケの選曲に関するアンケート。設問：あなたはカラオケで選曲をする際、どんなことを考慮して選びますか？

3. 提案システム

本研究で提案するのは、カラオケにおける選曲を支援するモバイルアプリである。本研究におけるカラオケでは、次の状況を想定する。

- 数人からなるグループでカラオケルームに入り、カラオケを行う。
- 各参加者が持ち回りで歌いたい曲を登録して1人で歌う。複数人で合唱することは想定しない。本稿では、歌唱者以外の参加者を聴取者と呼ぶ。

2. で述べたアンケートによると、

- 歌唱者にとって歌いやすいこと
- 聴取者が知っていること

が重要であることがわかった。そのため、歌唱者が歌いやすい、または歌えると思う曲から、聴取者が知っていると思われる曲を選別して推薦することが必要である。これを実現するには、参加者ごとに「歌える曲リスト」と「知っている曲リスト」が必要になる。しかし、ユーザの知っている曲全てをアプリ内で網羅するのは現実的ではない。そこで、参加者が過去に高評価した曲を「好きな曲リスト」とし、これで代替する。また、うる覚えの状態でも上手く歌えないという場合がある。そのような曲は、聴取者がよく知っている曲だとしても推薦しないのが無難である。これを実現するには、「過去に歌えなかった曲リスト」が必要である。

以上の議論より、我々が提案するモバイルアプリは、次のように使用するものとする。

- (1) 各参加者が自身の端末にインストールしておく。端末同士の通信には Bluetooth を用いるので、互いにペアリングを済ませておくものとする。
- (2) 各参加者の端末には、「歌える曲リスト」と「好きな曲リスト」にある程度の曲数をあらかじめ登録してあるものとする。
- (3) 歌唱者の端末は、聴取者の端末と通信し、歌唱者の「歌える曲リスト」の各曲に対して、聴取者の「好きな曲リスト」と一致するかどうかに基づいてスコアを計算する。曲単位で一致しない場合でもアーティスト単位やジャンル単位などで一致する場合は、相応のスコアを与えるものとする。
- (4) (3)のスコア計算に基づいて、推薦曲のリストを生成する。推薦曲リストに含まれる曲が少ない場合は、一般的に人気のある楽曲からの追加を試みる。ただし、「過去に歌えなかった曲リスト」に含まれている曲は推薦されにくくする。
- (5) 歌唱者の端末には、推薦曲のリストがスコアが高い順に表示される。ただし、その曲を実際に選曲するかは歌唱者次第であり、必ずしもそのリストに含まれている曲を歌わないといけないわけではない。歌唱者は、

推薦曲リストに含まれる曲を実際に選曲した場合はその曲をタップし、そうでない場合は選曲した曲を入力する。

- (6) 歌唱者による歌唱が終了したら、歌唱者は「選曲が成功だったかどうか」、聴き手は「気に入ったかどうか」を答える。「選曲が成功だったかどうか」に対して「はい」を選んだら「歌える曲リスト」に、「いいえ」を選んだら「過去に歌えなかった曲リスト」に追加される。「気に入ったかどうか」に「はい」を選ぶと「好きな曲リスト」に追加される。

以下、処理の詳細を述べる。以下の記述では、カラオケの参加者が N であるとし、各参加者の端末を D_1, \dots, D_N とする。スコア計算や推薦の記述では、簡単のため、 D_1 を歌唱者の端末とし、 D_2, \dots, D_N を聴取者の端末とする。歌唱者はカラオケ中に持ち回りで変わるため、カラオケが進行するたびに、どれが D_1 かは変わっていくものとする。また、端末 D_n の「歌える曲リスト」を S_n 、「過去に歌えなかった曲リスト」を M_n 、「好きな曲リスト」を L_n とする。

3.1 データ取得

各端末は、「歌える曲リスト」 S_n 、「過去に歌えなかった曲リスト」 M_n 、「好きな曲リスト」 L_n を読み込む。 S_n の曲数が少ない場合、推薦できる楽曲が見つからない場合がある。そこで、日本の最新週間人気ランキング上位の曲データを取得しこれも推薦の対象に利用する。人気ランキングには、世界最大級の音楽サービスである Spotify によって公開されている SpotifyCharts[9] を利用する。この曲リストを C とする（現在の実装では曲数を 200 としている）。

3.2 接続

参加者全員の端末を Bluetooth によって無線接続する。その後、端末同士が 3 つのリスト S_n, M_n, L_n のデータを相互に送信し、共有する。

3.3 スコア計算

端末 D_1 は、 S_1 の各曲 s_i に対して、どの程度推薦に値するかを表すスコア $\text{score}(s_i)$ を計算する。スコアは、聴取者の「歌える曲リスト」や「知っている曲リスト」にその楽曲（または共通する特徴の楽曲）が含まれているときに加点する「加点ルール」と、「歌えなかった曲リスト」に当該楽曲が含まれていたり、当日すでに歌っている場合に減点する「減点ルール」の 2 つからなる。加点ルールを表 1 に示す。たとえば、楽曲 s_i, s_j に対して、両者のアーティストが一致するとき $R_3(s_i, s_j) = 5$ 、そうでないときは $R_3(s_i, s_j) = 0$ とする。減点ルールを表 2 に示す。たとえば、楽曲 s_i が歌唱者の「歌えなかった曲リスト」に含まれているとき、 $r_1(s_i) = -50$ 、そうでないときは $r_1(s_i) = 0$ とする。これらを用い、スコア $\text{score}(s_i)$ を次式で定義する：

$$\text{score}(s_i) = \sum_{n=2}^N \sum_{m \in S_n \cup L_n} \sum_{k=1}^5 R_k(s_i, m) + \sum_{k=1}^2 r_k(s_i)$$

なお、加点ルールにおいて複数の条件に合致する場合は、それぞれの条件で加点を行う。たとえば、参照曲と一致する場合、アーティスト、アルバム、ジャンル、リリース年のすべてが一致すると考えられるため、合計で 12 加算されることになる。

表 1 加点ルール

ルール番号	条件	値
R_1	参照曲と一致	2
R_2	参照曲とアルバムが一致	1
R_3	参照曲とアーティストが一致	5
R_4	参照曲とジャンルが一致	3
R_5	参照曲とリリース年の差が閾値年以内	1

表 2 減点ルール

ルール番号	条件	値
r_1	M_1 に同一のものが存在する	-50
r_2	当日既に歌われている	-50

3.4 推薦曲リストの作成と表示

$\text{score}(s_i)$ が閾値 ($S_n \cup L_n$ の曲数 $\times 0.2$) を超えたものをスコアの高い順に推薦する。ここで、推薦曲数が規定数の 10 曲を満たす場合は推薦曲を表示し選曲に進むが、それより少ない場合は人気曲ランキングからの補充を行う。 c を C の任意の曲とする。 c と S_1 の類似度にあたる

$$\sum_{m \in S_1} \sum_{k=1}^5 R_k(c, m) + \sum_{k=1}^2 r_k(c)$$

が閾値 (S_1 の曲数 $\times 0.3$) を超えたもののみ $\text{score}(c)$ を計算する。 $\text{score}(c)$ を計算した曲の中でその値が上位の曲から順番に、規定数を満たすまで推薦曲に追加する。

3.5 選曲

推薦曲一覧の中に歌いたい曲があった場合、該当曲をタップすることで 3.6 のリストの更新に進む。しかし、推薦曲以外から選曲する場合は、推薦曲一覧画面でユーザが「その他の曲」というボタンをタップすると楽曲検索画面に遷移する。そこで曲名を入力すると、SpotifyWebAPI[10] から検索文字列に該当する複数の曲のメタデータを受け取る。受け取った曲を一覧で表示して、歌いたい曲をタップすることで 3.6 のリストの更新に進むことができる。ここで受け取ったメタデータは後の推薦スコア計算で利用される。

3.6 リストの更新

歌唱が終わったら、 D_1 では「選曲が成功だったか」を聞かれるので、歌唱者本人は、選曲が成功だったかを「はい」か「いいえ」で選択する。回答が「はい」だった場合は、 S_1 に追加し M_1 に当該曲が存在する場合はそれを消去する。「いいえ」だった場合は、 M_1 に追加することによって次回から推薦される可能性を下げる。

一方、聴取者は当該曲を気に入ったかを「はい」か「いいえ」で選択する。回答が「はい」だった場合、メタデータと一緒に L_n に追加する。「いいえ」だった場合は、処理は行われない。

この処理で曲リストの内容が変わったものは、その内容を全端末に同期し最新の曲リストを共有する。カラオケを終えるまで、歌唱者が変更になり、3.3~3.6の処理を繰り返す。

4. 評価実験

本システムの有効性を示すため、被験者を用いた評価実験を行った。本来、本システムを使う場合と使わない場合両方で被験者実験を行い、比較して効果を確かめるべきだが、どちらの条件を先に行うか等で結果が変わってしまうことが予想できる。そこで、本システムを用いた場合のみ実験を行った。被験者は本システムを使いながら実際にカラオケを行い、実施後にアンケートに回答する。

4.1 実験方法

実験は3人1組で行った。被験者は全員22歳男性で互いに高校時代の同級生である。被験者には事前に歌いたい曲を20曲考えてもらい、それらを「歌える曲リスト」に登録した端末を用意した。実験はカラオケルームで行い、本システムを使いながら1人ずつ順番に選曲して歌唱し、1時間それを繰り返した。なお、限られた時間で多くの選曲を行うために1曲に対する歌唱の長さはワンコーラスに制限した。カラオケ終了後は、実験の様子を撮影した動画を全員で見ながらアンケートを行った。アンケートは、選曲された全楽曲1曲ずつに関する質問に回答する各曲アンケートと、実験全体に関する質問に回答する全体アンケートによって構成される。また、本システムには選曲に関するログをとる機能を実装しており、

- 推薦時：推薦された曲
- 選曲時：選曲された曲、それが推薦された曲か、それが人気ランキングから取得した曲か
- 評価時：評価された曲、歌唱者、評価結果

の内容が記録される。

4.2 実験結果と考察

アンケートとログの集計結果を表3~表7に示す。表5、表6は各曲に対して「はい」と答えた割合を百分率にして

示している。本実験では、33曲が歌唱され、そのうちの22曲が推薦曲から選ばれていた。表8で被験者別に歌唱曲を全曲示す。歌唱曲のうちに人気ランキングから取得したものはなく、全てが端末の曲リストから推薦されたものか曲名入力によって選曲されたものだった。よって、本実験の条件下では「歌える曲リスト」に用意した20曲で推薦候補は足りていた。

表3のQ1, Q2, Q3, Q5では全てが5段階中4以上と高い評価になっており、被験者の多くが楽しめるカラオケを実現できた。

表4の「聴取者が良い評価をした割合」では、システムにより推薦された曲を選曲した時は、他の曲を選曲したときに比べて高い評価が得られた。しかし、歌唱者にとっては推薦曲と非推薦曲の関係が逆転している。表5のQ1

表3 全体アンケート

項目	平均
Q1. 楽しんでいる雰囲気はあったか(5段階)	4.67
Q2. 普段より知っている曲が流れたか(5段階)	4.33
Q3. 普段より気に入る曲が流れたか(5段階)	4.33
Q4. 推薦曲の中に歌えない曲があったか(3段階)	1.33
Q5. アプリを使って普段より選曲が簡単になったと感じたか(5段階)	4.66

表4 ログ集計結果

項目	推薦曲	非推薦曲
聴取者が良い評価をした割合(%)	95.3	86.4
歌唱者が良い評価をした割合(%)	63.6	90.9

表5 歌唱者対象各曲アンケート

項目	推薦曲	非推薦曲
Q1. この曲は歌える曲だった(%)	50	81
Q2. この曲は普段から歌う曲だ(%)	36	18
Q3. この曲を参加者が知っているか(%)	73	91

表6 聴取者対象各曲アンケート

項目	推薦曲	非推薦曲
Q1. この曲を知っていた(%)	59	72
Q2. この曲を気に入った(%)	84	72
Q3. この曲が流れて嬉しく思った(%)	52	59
Q4. この曲を歌ってみたい(%)	45	73
Q5. この曲に影響を受けた選曲をした(%)	16	14

表7 全員対象各曲アンケート

項目	推薦曲平均	非推薦曲平均
Q1. 参加者全員でこの曲を楽しんでいる雰囲気があったか(5段階)	3.33	3.61
Q2. この曲について会話した人数	1.36	1.73

表 8 歌唱曲一覧（*がついているものが推薦曲，○がついているものが歌唱者が良い評価をした曲，●がついているものが聴取者が2人とも良い評価をした曲）

	被験者 A	被験者 B	被験者 C
1	*○●ブルーベリー・ナイツ (マカロニえんぴつ)	*○●真つ赤な空を見ただろうか (BUMP OF CHICKEN)	*○●こんがらがった! (ネクライトーキー)
2	*●ナイトクロージング (Saucy Dog)	○キミシダイ列車 (ONE OK ROCK)	*○●陽炎 (サカナクション)
3	*○●若者のすべて (フジファブリック)	*○●ヤングアダルト (マカロニえんぴつ)	*○●瞳に映らない (Indigo la End)
4	○●彷徨う日々とファンファーレ (KANA-BOON)	○●扉 (GReeeeN)	*○●ハスキーガール (コンテンポラリーな生活)
5	*○●盛者必衰の理, お断り (KANA-BOON)	*●手と手 (クリーブハイブ)	*欠伸 (クリーブハイブ)
6	*●パラレル (KEYTALK)	*●刹那 (GReeeeN)	*●SAYONARA-NOSTALGIA (Base-BallBear)
7	*●丸ノ内サディスティック (椎名林檎)	○トリコになれ (マカロニえんぴつ)	*○チャイナタウン (パスピエ)
8	なんだったっけ (マカロニえんぴつ)	○●おしゃかしゃま (RADWIMPS)	*●色んな意味で優しく包んでくれますか? (クリーブハイブ)
9	*○●「伝言歌」 (sumika)	○●欲望に満ちた青年団 (ONE OK ROCK)	○●Motel (never young beach)
10	○●別の人の彼女になったよ (wacci)	*未完成交響曲 (ONE OK ROCK)	○●夢で逢えたら (銀杏 BOYZ)
11	*○●新宝島 (サカナクション)	○●ミスター・ブルースカイ (マカロニえんぴつ)	*○●君の部屋 (クリーブハイブ)

についても、推薦曲は非推薦曲に比べて大きく下回っている。これは、本実験では端末内の「歌える曲リスト」には最初に20曲を用意しているが、「過去に歌えなかった曲リスト」には曲がない状態で実験を始めていることに起因すると考える。よって、聴取者達の嗜好については参照する情報があるので考慮できるが、歌唱者の歌唱可能性については情報がなく考慮できていない。この問題は、同じ端末を使って長期的にカラオケをすることで「歌えなかった曲リスト」が増えていき、緩和されていくと考える。また、推薦曲は「歌える曲リスト」から選んでいるにも関わらず歌唱者が悪い評価をした曲が多かった理由としては、推薦されて選んだ曲の60%は普段から歌っているものではない(表5, Q2)ことから、最初に「歌える曲リスト」に登録した20曲は被験者が歌唱に挑戦してみたい曲が多かったことだと予想する。

表6に注目するとQ2では、本システムの推薦曲を選曲した時にそうでない時に比べて聴取者の気に入る曲が多くなった。それに対して、Q1では推薦曲の方が非推薦曲に比べ、聴取者の知っていた割合が少ない結果になった。しかし、歌唱者がその曲を聴取者が知っているか認知していなかった曲(表5, Q3)に絞り、実際に聴取者が知っていたかを調べた結果、推薦曲の25%を知っており、それに対して非推薦曲の17%を知っていたという結果になった。それによって、歌唱者が聴取者の音楽的嗜好について知らない場合は、本システムを用いた方が参加者の知っている曲を選曲しやすくなることが分かる。また、Q4では歌ってみたいと思った曲数の割合で非推薦曲が推薦曲に大きく差をつけている。これは、推薦曲では知っている曲が少なかっ

たこと(Q1)に起因しており、たとえ気に入ったとしてもその曲を何度か聞かなければカラオケで歌おうと思うのは難しいことが原因だと考えられる。実際、聴取者が知っていた曲中の61%が歌ってみたいと回答されているのに比べて、知らなかった曲中の25%しか歌ってみたいと回答されていない。

表7ではQ1, Q2共に非推薦曲が推薦曲をわずかに上回る結果になった。これは、カラオケの開始から時間が進むにつれ、自然と参加者全体にその日の流行りのようなものが生まれていたことが原因だと考える。本実験中に推薦曲一覧は39回表示された。そのうち28回特定の同じアーティスト(マカロニえんぴつ)の曲が表示されており、頻繁に表示されていることは実験中に被験者同士でも話題に上がっていた。また、本実験全体で歌唱された33曲(表8)中、マカロニえんぴつの曲が5曲入っており、そのうちの後半3曲は推薦されずに曲名入力画面から選曲されたものである。これらのことから、被験者が推薦曲一覧と当日の選曲状況から参加者が気に入っているアーティストを読み取り、推薦曲以外からもそのアーティストの曲を選ぶことで盛り上がると予想できる曲を選曲していたことが考えられる。この傾向は、各曲アンケートの自由記述欄にも表れており、「マカロニえんぴつの勢いがあった」「たくさん歌われていた」と記されていた。

5. おわりに

本研究では、複数人によって行われるカラオケでの選曲の難しさを軽減するために、端末間での通信に基づいて楽曲を推薦するスマートフォンアプリを提案した。被験者実

験を行い、推薦された曲とそれ以外から選曲された曲とを比較した。その結果、推薦曲から選曲した方がそれ以外を選曲した場合に比べ、聴取者が気に入る可能性が高い曲を選べた。また、歌唱者が聴取者の音楽的嗜好を知らない場合は、推薦曲から選曲することで聴取者の知っている可能性が高い曲を選べるという結果も得られた。

しかし、残された課題もいくつかある。まず、本稿では3人1組による実験しか行えていないため、被験者数を増やして再度実験する必要がある。また、長期的な利用によって各リストが更新されたときにどのように有用性が高まっていくかについても確かめる必要がある。さらには、特定のアーティストがその場における流行になる現象の扱い方についても検討していきたい。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 17H00749 から支援を受けた。

参考文献

- [1] 千田 一孝, 藤澤 公也: 印象の類似度に基づくオンライン楽曲推薦手法の研究, 情報処理学会第 69 回全国大会, Vol.2007, No.1, pp.187-188 (2014).
- [2] 渡邊 岳志, 服部 哲, 速水 治夫: 楽曲のキーワードの類似度を用いたプレイリスト作成支援システム, 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol.2011, No.14, pp.1-6 (2011).
- [3] 矢倉 大夢, 中野 倫靖, 後藤 真孝: 作業用 BGM に特化した楽曲推薦システム, Vol.2016, No.3, pp.1-10 (2016).
- [4] 鈴木 潤一, 末次 尚之, 北原 鉄朗: 複数人が同一空間で音楽を聴くための選曲・再生システム, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.12, pp.2526-2530 (2016).
- [5] 松本 大希, 滝口 恭平, 小高 大典: 複数人が共有するための BGM 選曲手法に関する研究, 日本大学卒業論文 (2012).
- [6] 中澤 佑紀, 中村 喜宏: A-15-30 ペイジアンネットワークを用いたカラオケ楽曲推薦方式の検討 (A-15. ヒューマン情報処理, 一般セッション), 電子情報通信学会総合大会講演論文集, Vol.2014, pp.201 (2014).
- [7] 浦川 雄一, 勝瀬 郁代, 川島 達也: 外れた音程を修正するカラオケシステム, Vol.2009, pp.124-124 (2009).
- [8] 栗原拓也, 横溝有希子, 竹腰美夏, 馬場哲晃, 北原鉄朗: スマートタンパリン: 音と光で場を盛り上げるカラオケ支援システム, 研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol.2017, No.3, pp1-5 (2017).
- [9] Spotify Charts ,
入手先 (<<https://spotifycharts.com/regional/jp/weekly/latest>>).
- [10] Web API — Spotify for Developers ,
入手先 (<<https://developer.spotify.com/documentation/web-api/>>).