

寄り道型観光のための乗換案内インターフェース

黒沢 巧[†] 小林 垣樹^{††}

[†] 工学院大学情報学部情報通信工学科 〒163-8677 東京都新宿区西新宿1-24-2

^{††} 工学院大学情報学部情報通信工学科 〒163-8677 東京都新宿区西新宿1-24-2

E-mail: [†]j017102@ns.kogakuin.ac.jp, ^{††}aki@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし 旅程の余裕時間を活用する寄り道型観光ルート検索では、明確な立ち寄り地を持っていないと思われる。このような観光地知識のない場合、「行きたい」観光スポットの指定による検索は利用者にとって扱いづらい。そこで、経路検索に除外型適合フィードバックを組みせたインターフェースで、受け容れやすい立ち寄り地を提案する寄り道型観光ルート検索システムを提案する。提案手法では、一般的な経路検索結果を初期値に、経路上の各観光スポットを提示し、利用者は「興味のない」スポットを指定して除外することを適合フィードバックとして用い、次の経路検索結果へと更新することで、利用者の望む観光スポットを含む経路を提示する。観光地知識のない利用者を対象として、扱いやすさの観点から評価を行う。

キーワード 観光ルート, 観光情報, 観光スポット, 除外型フィードバック, 再検索

1 はじめに

観光においてどのような観光スポットを回るか、どのような経路で観光するか、というのは重要である。この問題に対して、何らかの巡回効率を目的として巡回セールスマン問題に帰着させるなどの手法が試みられてきた。しかし、観光には様々な要求条件がありうる。また、実際の観光スポットや経路だけではなく、その観光プランニング自体にも楽しみを見出すというのも旅行好きからよく聞く言葉である。

そこで本稿では、何らかの移動旅行において、固定された出発地と到着地を結ぶ経路上で、いわば寄り道として観光スポットに立ち寄るような経路を計画するためのインターフェースを提案する。この場合、経路自体は寄り道と認識できる程度の回り道に限定されると解され、自由に設定した観光スポットを巡回する問題とは異なることになる。そのため、このような制約を課された状況下で意外な観光スポットの発見を楽しむことができるよう操作インターフェースを設計する。具体的には、できるだけ多くの候補を表示しつつ、適度に利用者の手間を軽減して、寄り道として適切な経路を検索でき、どのような観光スポットに立ち寄ることができるかを容易に把握できるような方式である。

本方式の経路検索には、公共交通を円滑に利用するために用いられている乗換案内サービスを利用する。乗換案内サービスでは出発駅、到着駅、時刻、優先する順番を入力することで対応した経路が表示される[1]。したがって、地図を用いた乗換案内サービスであるGoogle Maps[2]は本研究と似た見栄えとなる。しかし、これは経路自体の属性によるフィルタリング機能は限定的であり、観光スポットの発見的な探索は行えない。

一方で観光スポットを含む経路検索を行えるMapFan[3]は、観光スポットの住所、名称などを目的地として検索することで観光スポットまでの最適な経路が検索できる。目的スポットの

知識のある利用者、観光スポット自体を目的地とする利用者は適しているが、本稿で対象とするような寄り道目的には操作が煩雑であり、観光スポットの発見機能もない。

本稿では、寄り道となるような観光経路検索において、利用者の観光知識の少なさ、あるいは発見的な探索の楽しみ（セレンディピティ）を条件に含み、移動にも適した経路を検索できる検索システム、インターフェースを提案する。

2 関連研究

丸山ら[4]は利用者の入力情報によって提案される制限時間内で巡回可能かつ最も満足度が高くなるような観光地を含む巡回経路と各観光地への到着、出発予定時刻を含むスケジュールを算出し利用者に提示する機能であるP-tour(パーソナルナビゲーションシステム)と呼ばれるシステムを提案した。この研究では観光経路作成問題を最適化問題としてモデル化しており客観的な評価を元に経路を提案している。そのため、作成された経路に必ずしも利用者の訪問したい観光スポットが経路に含まれているとは限らない。利用者の訪問したい観光スポットを経路に含ませる手法として、利用者が入力した情報(出発地、到着地、観光時間、目的地集合)を元に出発地から目的地に至るまでの間に入力された目的地全てを効率よく周遊する経路、観光周遊時間を導出し利用者に提示し、提示された経路に対して訪問する観光スポットを追加、削除しながら観光経路を作成する手法を適用した観光ルート支援システムがある[5]。こちらは利用者の訪問したい観光スポットを経路に含むことができる。しかし、このシステムは利用者が観光スポットの情報を知っていて且つ利用者の興味によって経路を作成していくため知識のない観光スポットは経路に含まれない。また、全く観光知識のない利用者は使用することができない。提案システムでは利用者に観光地知識がなくても経路作成を行うことができ尚且つ観光スポットへの興味の有無だけでなく、興味が有るのか無いのか

わからない観光スポット（どちらでもない観光スポット）を重要視することで観光地知識のない利用者がより観光を楽しめる経路の支援を行う。

3 提案手法

3.1 概要

観光知識のない土地において、寄り道型の観光のための経路検索、推薦を行う。寄り道型とは、出発地と到着地が決まっている行程において、この制約下で観光スポットを含むような行程によることを意味する。例えば、出張目的地と長距離移動の拠点駅、あるいは空港等との間での利用を意図している。そこで、一般的な乗換案内に観光スポットによる経路評価を加える手法を提案する。具体的には、候補経路に近接する観光スポットによって経路を得点付けし、この得点の高い経路を提示する手法である。このとき、経路上観光スポットの適合フィードバックによる取捨選択に伴う再検索機能を持たせる。ただし、観光知識のない利用者を想定しているため、特に興味のないスポットを除外する除外型インターフェースを提案する。なぜなら、全体でどれだけの観光スポットが存在するのかなどの俯瞰的情報を持たない利用者には、そこが「立ち寄りたい上位スポット」であるかは判定しにくいためである。そこで、明らかに立ち寄るだけの興味を惹かれないスポットの除外のみを扱う。除外された観光スポット情報をもって再検索を繰り返す形として、乗換案内の提供する合理的な移動経路の範囲内で、寄り道型の観光にふさわしい経路を提示することを目指す。

本システムでは、まず、一般的な乗換案内と同様の検索条件を入力する。その後、検索条件にあった経路が得られる。得られた経路に観光スポットを対応づけ、観光スポットを最も多く含む経路を検索結果として地図で表示する。提案システムの処理全体の流れを図1に示す。図の「OK」は満足した、「NO」は満足していないとする。利用者は1回目の検索結果で満足しなかった場合に興味のないスポットを選択し、再検索を行う。その後、新たな検索結果に満足した場合は終了となるが、まだ満足がいかない場合は満足のいくまで「除外スポットの選択」に戻る。

3.2 検索条件

提案システムでは寄り道となるような観光経路検索を目指しているため、初めに利用者に検索条件を入力させる。利用者は出発駅、到着駅、日付の3項目に加え、優先項目の入力を行う。出発駅は利用者の出発地点となる駅を入力する。到着駅は利用者の目的先である地点の駅名を入力する。日付は利用者が観光する時刻を入力する。また、優先項目では検索された全ての経路の順をチェックの入った項目の順番にする。ここでの項目は「時刻」、「料金」、「乗換回数」の3つである。

本研究では、ここで入力した「出発駅」「到着駅」の組を経路の制約条件として課す。すなわち、この駅間の移動に対応する各候補経路上で、利用者の所望する寄り道による観光スポットの存在する経路を選択することが、本手法の目的となる。

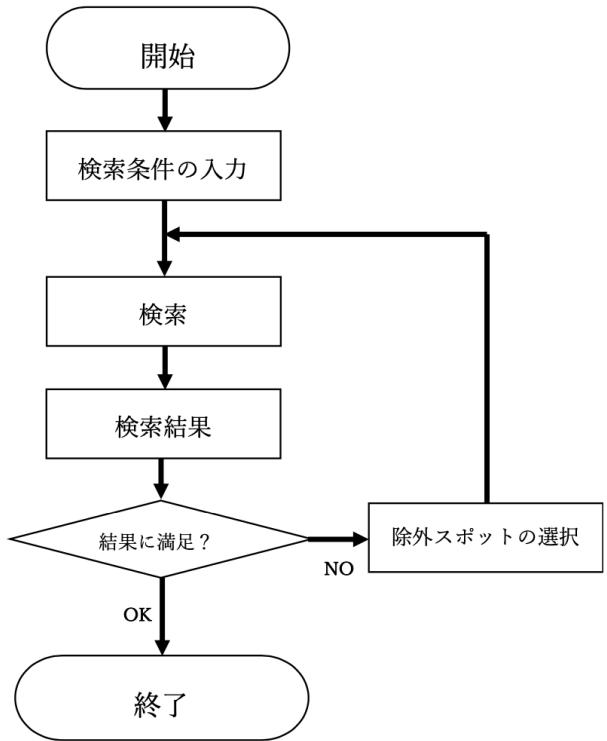


図1 処理全体の流れ

3.3 検索経路

検索条件に適合する経路集合は、一般的な乗換案内と同様に検索する。一般に経路集合には複数の経路を含む。一般的な乗換案内では、主に乗換のための経由駅のみが提示されるが、この各経路は通過する駅のリストとしてモデル化できる。検索条件に適合した経路リストは、 $[r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_{m-1}, r_m]$ と m 個の経路のリストとして定義される。

ここで、個々の経路 r_i は出発駅と到着駅を除いた途中経由駅 s_j のリストとして定義でき、

$$r_i = [s_1, s_2, \dots, s_j, \dots, s_{n-1}, s_n] \quad (1)$$

と表す。この経路の通過駅数は端点の駅を含み n 駅である。また、駅 s_j は駅名、駅位置（緯度経度情報）のタプル（tuple）として定義できる。

3.4 経路と観光スポット

景観や人文資源の名称や位置情報などの地点リストを観光スポットと呼ぶ。本提案では出発地から目的地に行くまでの間に時間がある場合に観光スポットを訪れる想定している。そのため、1経路のうち出発駅と到着駅を除いた駅（途中経由駅）の近くにある観光スポットを見つける。具体的には、寄り道となる範囲を想定しているため途中経由駅と観光スポットの2点間の直線距離が閾値未満であった場合に、その観光スポットを経路の観光スポットとして扱う。1経路の途中経由駅に含まれる観光スポットの数の合計値を観光スポット数と呼ぶ。この観光スポット数が最も大きい経路を検索する。

観光資源データに含まれる全観光スポット集合を T とした

とき, k 回目の再検索時に対象となる観光スポットの集合を対象スポット集合と呼び, $T_k \subseteq T$ と表記する. 初回検索時, すなわち $k = 0$ では $T_0 = T$ である. また, 経路に含まれている観光スポットは少なくとも 1 駅からの距離が閾値未満にあるため, 観光スポットと駅間の距離を $d(t, s_j)$ とすると観光スポット t から経路 r_i までの距離 $d(t, r_i)$ は

$$d(t, r_i) = \min_{s_j \in r_i} d(t, s_j) \quad (2)$$

となる. また, 観光スポットと途中経由駅の距離の閾値を θ (km) とすると, 経路に含まれる観光スポット集合 $R(r_i)$ は

$$R(r_i) = \{t \in T_k \mid d(t, r_i) < \theta\} \quad (3)$$

と表すことができる. 例を図 2 に示す. s_1, s_2, s_3 がこの順で出発駅から到着駅までの経路上に並んでいる様子を示す. 各駅の周囲の大きな円は観光スポットが当該駅に属するか否かの閾値となる半径が閾値となる円を表す. オレンジ色の小さな円が観光スポットの位置を示す. このとき, 円の中にある観光スポットがその途中経由駅に含まれている観光スポットである. この場合, 式 (3) よりこの経路に含まれる観光スポット集合は「3」となる.

すべての経路に式 (3) でその経路に含まれる観光スポット集合を求める. $|R(r_i)|$ が最も大きい経路 \hat{r} は次式で求められる.

$$\hat{r} = \arg \max_{r_i} |R(r_i)| \quad (4)$$

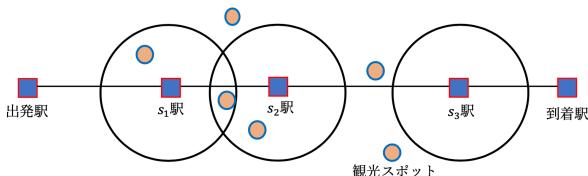


図 2 観光スポット数について

3.5 検索結果

3.4 節式 (4) で計算された観光スポット数がもっとも大きい経路 \hat{r} とその観光スポットを検索結果として地図上に表示する(図 3). 観光スポット数が最大の経路が複数ある場合, 検索条件で入力した優先項目に基づいて 1 経路のみを表示する. 経路は出発地から目的地までの駅を順番に線分で描いている. 途中経由駅に含まれている観光スポットの緯度経度情報をマーカーで示し, マーカーにマウスカーソルを合わせることでその観光スポットの情報がポップアップ表示される. 地図外には再検索ボタンとチェックボックスが配置される. チェックボックスは検索結果の経路に含まれている観光スポットの数だけ表示される.



図 3 検索結果画面

3.6 再検索

利用者は検索結果で表示された観光スポットの情報を見て除外すべきと感じたスポットすべてをチェックした後, 再検索ボタンを押下する. 選択された除外スポットの集合である除外スポット集合 E_k は $E_k \subseteq R(\hat{r})$ となる. 本研究では再検索のたびに観光スポットが除外され, 検索時に対象となる観光スポットが減少していくこととなるため, k 回目の再検索時に対象となる対象スポット集合は次式となる.

$$T_k = T_{k-1} \setminus E_k \quad (5)$$

更新した対象スポット集合を基に式 (3) で各経路に含まれる観光スポット集合を求める. その後, 式 (4) で最も多くの観光スポットを含む経路を求め, 検索結果を再描画する. 利用者が満足するか経路に含まれる観光スポットがなくなった場合終了となる.

3.7 利用者への出力

再検索を繰り返し行うことで検索される経路は利用者が興味のある又はどちらでもない観光スポットに絞られていく(3.6 節参照). そのため, 利用者の好みにあった且つ新しい発見のできる観光ルートを提案することができる. また, 3.2 節から 3.6 節までの操作において利用者の観光地知識が必要ないため観光地の知識がない場合でも提案システムを使用することができる. そのため, 本提案は旅行などで観光に来ている観光地知識のある利用者はもちろん, 観光地知識のない場合でも利用でき, 利用者の興味に沿った観光ルートが検索できる.

4 除外型インターフェースの理由

通常チェックボックスはチェックの入った情報に対して処理を行う. 興味のある観光スポットにチェックを入れる場合, 「興味のあるスポット」以外は再検索の際に含まなくなってしまう. 逆に興味のない観光スポットにチェックを入れる場合, 削除されるのは「興味のない観光スポット」のみとなり「興味のある観光スポット」と「どちらでもない観光スポット」の 2 つのパターンが再検索時に残る(表 1). 提案手法の状況としては旅行中の周遊観光など利用者が観光地知識のない場合を想定している. そのため, 利用者に知識がない観光スポット(どちらでもない観光スポット)への観光も旅行の醍醐味であると考え, 興味のない観光スポットを利用者にチェックさせる.

表 1 チェック項目による違い

チェック	削除項目	残り項目
興味有	興味無, どちらでもない	興味有
興味無	興味無	どちらでもない, 興味有

5 試作システム

提案手法を Web アプリケーションとして実装した。インターフェース部分は主に JavaScript で実装し、乗換案内による経路取得と地図データの取得を除いては Web ブラウザ上で完結して動作する(図 4)。

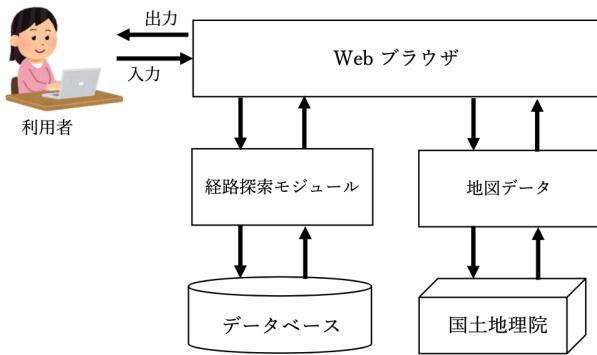


図 4 システムについて

5.1 処理概要

提案手法の処理の概要を説明する。まず、利用者は検索条件として出発駅や到着駅、優先項目などの入力を行う(図 5)。次に、駅名選択(図 6)をすると検索条件を元に経路が検索される。この経路データの途中経由駅と観光スポットデータから二点間の距離を求める。途中経由駅に含まれる観光スポットの合計値(観光スポット数)を経路データに紐づけて保存する。その後、全経路の観光スポット数を比較してもっとも多い経路をみつける。全経路データは途中経由駅として含まれる観光スポットの情報に紐づけて保存されている。チェックボックスの選択をされた時、選択された観光スポットデータの情報を受け取り、その観光スポットを途中経由駅として含んでいる経路全ての観光スポット数を「-1」する。その後、観光スポット数の順位に変化が起きた時表示されている地図の変更も同時に行われる。

5.1.1 経路データ

検索条件によって検索される一般的な乗換案内の結果部分にあたる。出発駅から目的駅までの駅のリスト(3.3 節参照)に加え、駅毎の位置情報(緯度経度情報)まで扱うことができる。

5.1.2 観光スポットデータ

本試作システムでは国土地理院の地域資源データ[6]を観光スポットデータとして採用する。地域資源データには全国のスポット情報が存在し、各スポットデータは景観などの名称や緯度経度情報の他、所在県や川、山、海などのクラス情報が記されている。本システムでは、このうち、景観の名称と緯度経度

情報のみを使用する。なお、実験で使用したのは関東地方に属するスポットのみで、その総数は 170 カ所である。

5.1.3 二点間の距離

途中経由駅と観光スポットの緯度経度から 2 次元平面であると見做して二点間の距離を求める。本論文では緯度 1 度につき距離を 111km、経度 1 度につき距離を 91km とした。

例として、地点 A と地点 B の距離を求める。初めに緯度経度から緯度方向、経度方向それぞれの距離を求める。地点 A の緯度経度をそれぞれ a_1, a_2 、地点 B の緯度経度をそれぞれ b_1, b_2 とした時、緯度方向の差 Y、経度方向の差 X は

$$Y = (a_1 - b_1) * 111 \quad (6)$$

$$X = (a_2 - b_2) * 91 \quad (7)$$

で求められる。次に、地点 A と地点 B の距離は次式で表せられる。

$$d(A, B) = \sqrt{Y^2 + X^2} \quad (8)$$

試作システムでは閾値 θ を 5km とした。そのため、式(8)で求められた距離が 5km 未満の場合に「経路に含まれる観光スポット」とする。

5.2 操作の流れ

提案手法の全体的な操作の流れを説明する。まず、利用者の出発地、到着地、現在時刻から検索条件を入力して「検索」ボタンをクリックする(図 5)。入力した出発駅、到着駅に複数駅名があった時に選択を行い「検索」をクリックする(図 6)。

乗換案内試作 dev2020-05-14

乗車駅	川越	→ 下車駅	小田原
2020 年 5 月 24 日			
<input checked="" type="radio"/> 時刻順 <input type="radio"/> 料金順 <input type="radio"/> 乗り換え回数順			
<input type="button" value="検索"/>			

図 5 検索条件の入力

駅を選択してください。

乗車駅 : 川越

下車駅 : 小田原

検索

図 6 駅名選択

次に、検索結果に表示された地図から興味の無いスポットがあれば地図下にあるその観光スポットと同じ名前のチェックボックスにチェックを入れ、「再検索」ボタンをクリックする。ここでは例として、10箇所の観光スポットのうち「白子湧泉群」と「三宝寺池」にチェックを入れて「再検索」ボタンを押した(図7)。

再検索によって除外された後の観光スポット数の順位となり、図8のように新しい経路と7箇所の観光スポットが再度地図上に表示される。そして、再度興味のない観光スポットがあった場合満足する結果が得られるまでチェックボックスにチェックを入れて「再検索」ボタンのクリックを繰り返し行う。

本システムは利用者が満足する経路が表示された時、候補経路内に属する観光スポットが存在しない時(全ての観光スポットを除外した時)に終了となる。このとき、最終的に提示されている経路が検索結果経路である。ここまでフィードバック操作によって得られた比較的興味のある観光スポットを候補経路集合中で最も多く含んだ経路になる。この結果経路は、通常の乗換案内サービスと同様に提示されるほか、地図中で、観光スポットの位置などが示されることになるため、利用者はこの表示を利用して最寄り駅から観光に出向いたりといった行動をとることとなる。



図7 検索結果



図8 再検索結果

6 評価

観光地知識のない利用者を対象とし、本システムにより再検索時に観光地知識が無くても興味のないスポットの選択ができるか。また、再検索により興味に沿った経路を得られるか評価を行う。具体的には、興味のない観光スポットを選択する際に

地図やポップアップ表示、マーカーなどから利用者が興味の判断ができるか。また、再検索をするたびに興味のないスポットが除外されることで興味のあった観光スポットを含むルートが提案されるかの確認を行う。

初めに検索条件の入力として出発駅は「川越」、到着駅を「成田空港」として検索ボタンをクリックした(図9)。次に、成田空港は2つの下車駅があつたため「空港第2ビル」を選択して再度検索ボタンをクリックした(図10)。

乗車駅 川越 → 下車駅 成田空港
2021 年 3 月 1 日
● 時刻順 ○ 料金順 ○ 乗り換え回数順
検索

図9 検索条件の入力 (川越→成田空港)

駅を選択してください。

乗車駅： 川越
下車駅： ✓ 成田空港(空港第2ビル)
成田空港
検索

図10 駅名選択 (成田空港)

その後、1回目の検索結果が表示された。地図上にあるマーカーにマウスカーソルを当てることで表示されるポップアップ表示で観光スポットの情報を確認し、興味のないスポットである「印旛沼」のチェックボックスを選択し、再検索ボタンをクリックした(図11)。興味のないスポットを考慮した経路が再度検索された。ここでは、「印旛沼」を除外した際に観光スポット数が最も大きい経路に変化がなかったため、経路自体の変更は行われなかった。もう一度、興味のないスポットとして「三宝寺池」を選択して、再検索ボタンを押下した(図12)。ここまでに興味のないスポットとして選択した「印旛沼」と「三宝寺池」を考慮した結果が表示された(図13)。ここでは、新たな観光スポット「坂田ヶ池」を含んでいる経路が結果として表示された。図12と図13を比べると目的地までの経路が変化していることがわかる。

本システムでは観光地知識のない利用者でも興味の判断が可能になるように観光スポットの情報を得る手段としてマーカーによる位置情報とポップアップ表示されるスポットの詳細情報を与えている。しかし、本システムのポップアップ表示では観光地名称と観光地の分類のみとなっているため観光スポットの情報量が足りなく、利用者が判別できないスポットが多くあつた。そのため、ポップアップ表示では観光スポットの名称や景観だけでなく「スポットのイメージ図」や「説明書き」などもつと詳しいスポット内容を利用者に知らせる必要がある。



図 11 興味のないスポットの選択



図 12 1回目の再検索結果



図 13 2回目の再検索結果

7 おわりに

本提案では検索結果に表示される 1 つの経路から興味の無い観光スポットを利用者に選択させ、選択された観光スポットを全経路から除外した。これにより、比較的利用者の興味に沿った観光ルートを提案することができるようになった。

今後はこれに加え同じカテゴリの観光スポット N 個中、検索結果に表示されている同じカテゴリの個数を n 、その内除外する個数を c とした時、尤度比検定などを用いて入力サンプル数による推定力を考慮して除外の可否を決定する手法に拡張していく。

文 献

- [1] 駅すばあと <https://roote.ekispert.net/ja/> (参照 2020-12-23)
- [2] Google Map <https://www.google.co.jp/maps> (参照 2020-12-23)
- [3] MapFan <https://mapfan.com> (参照 2020-12-23)
- [4] 丸山 敦史, 柴田 直樹, 村田 佳洋, “P-Tour: 観光スケジュール作成支援とスケジュールに沿った経路案内を行なうパーソナルナビゲーションシステム”, 情報処理学会論文誌 45(11), 2678-2687,

2004.

- [5] 丸山 加奈, 大内 東, 川村 秀憲, “観光客の空き時間を利用した観光経路作成手法の提案と支援システムの構築”, 第 70 回全国大会講演論文集 455-456, 2008.
- [6] 国土地理院 地域資源データ <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P19.html> (参照 2020-12-23)
- [7] 近藤優太, 小林亜樹, ”地図表示を活かした経路編集インターフェースの提案”, 2019 年電子情報通信学会総合大会情報・システム講演論文集 1, D-4-12, p.43, Mar. 2019[2]
- [8] JR 東日本アプリ <http://www.jreast-app.jp/> (参照 2021-2-8)
- [9] 新妻 弘崇, 新井 晃平, ”観光ルート推薦のための効率的な制約条件”, 情報処理学会論文誌データベース (TOD), 9-2, p.34-45, Jun. 2016
- [10] Leaflet <https://leafletjs.com> (参照 2021-2-8)