

ウォーキング経路推薦のための周辺スポット評価手法の妥当性検証

山内 克之[†] Panote Siriaraya^{††} 栗 達^{†††} 河合 由起子^{†††} 中島 伸介^{†††}

[†] 京都産業大学大学院 先端情報学研究科 〒 603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

^{††} 京都工芸繊維大学 情報工学・人間科学系 〒 606-8585 京都府京都市左京区松ヶ崎橋上町

^{†††} 京都産業大学 情報理工学部 〒 603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

E-mail: [†]i2186195@cc.kyoto-su.ac.jp, ^{††}spanote@kit.ac.jp, ^{†††}{lida,kawai,nakajima}@cc.kyoto-su.ac.jp,

あらまし 近年、ダイエットや体力維持を目的としたウォーキング人口が増加傾向にある。しかし単調な動きであるウォーキングは継続することを難しいと感じるユーザも多く、エクササイズとしてのウォーキングを支援することの意義は大きい。そこで我々は、様々な特徴を持つユーザにとってウォーキングを前向きに行える支援システムの開発を取り組んでいる。本稿ではグルメスポットの口コミ分析から評価を算出すると共に、この値に基づいたウォーキング経路推薦システムの構築を行った。また、本システムを用いた周辺スポットの妥当性検証するための被験者実験を行った。

キーワード ウォーキング支援, ポジティブスポット, 口コミ分析, ルート推薦, ヘルスケア

1. はじめに

近年の健康ブームによるダイエットや体力維持目的およびコロナ禍での運動不足解消[1][2]のため、ウォーキングに対する意識が高まっている。しかし、ウォーキングに楽しさを見いだせず、継続して実施することを困難に感じユーザも少なくない[3]。歩行ルートを推薦するような既存の歩行者ナビゲーションシステムも存在するが、基本的にユーザが指定した目的地へ最短で移動するルートを推薦するものであり、ウォーキングそのものを楽しくさせる事を目的とするものではない。

そこで我々は、ユーザが安全かつ楽しいと感じるウォーキング支援を行うことを目指し、口コミやTwitterのジオタグ付きツイート内容、交通情報、事故データ等のデータを用いて、ポジティブおよびネガティブなユーザ心理を考慮したウォーキングルート推薦手法を提案してきた[4]。

本稿ではグルメスポットの口コミを分析し、スポットの評価算出アルゴリズムを提案と同時に、これに基づいて算出した評価値によるウォーキング経路推薦を行うシステムの構築を行った。そして、そのシステムを用いたウォーキングルート上の周辺スポット及びエリア評価の妥当性検証のための評価実験を行う。今後は様々なスポットでの評価算出を考えているが、本稿では手始めにグルメスポットの口コミに着目した。グルメスポットの口コミを使用することでユーザの特徴が考慮しやすく、さらにウォーキングに対するモチベーションにつながるのではないかと考えた。

以下、2章では関連研究との比較を述べ、3章ではスポットエリア評価及びウォーキング経路コストの算出法、4章ではプロトタイプのウォーキング推薦システム構築について述べ、5章ではそのシステムを使用したスポット及びエリアの評価実験、そして6章でまとめを述べる。

2. 関連研究

ウォーキングを行う上で、ウォーキングを継続または開始する「動機付け」が重要である。なぜならウォーキングは運動であり、多少たりとも負荷を伴う。そして一般的に辛い、つまらない、といった印象を抱き、動機付けや継続が難しいからである。

前田らの研究では、勾配データや心拍数、ジオタグ付きツイートを用いて、ユーザにとって過度な負荷をかけ過ぎないウォーキングルート推薦の提案を行っている[5]。しかし、ジオタグ付きツイートの内容は考慮せず、ツイートの量だけでルート推薦を行っている。その為、「暗い」、「汚い」といったネガティブなツイートであったり、ネガティブでもポジティブでもない内容のツイートであっても、ツイートのデータ数に含まれてしまう恐れが考えられる。

武藤らは、ウォーキングコースの見どころポイントや、ウォーキングコースの共有機能を基に、スマートフォンを活用したウォーキング支援サービスを提案している[6]。見どころポイントや危険情報を共有機能により、情報を取得するが、ユーザの身体的負荷情報は個人により様々であるため共有機能では考慮されていない。しかし、見どころポイントといったポジティブエリアは考慮されているが、危険情報といったネガティブエリアについては考慮されていない。また、交通情報や事故データといったユーザが感じ取り難いデータについても考慮されていない。

Daniele らは、二枚の写真を基にどちらが好ましいのかを判定し、どの様な道を好むのかを機械学習させる。それにより、従来のナビの様に最短経路を推薦するだけでなく、綺麗に感じるルートを推薦している[7]。しかし、交通情報や事故データ、勾配については考慮されていないので、十分に安全性を考慮できていない。

川俣らは、四つの景観要素(田園系、山林系、水辺系、都市

系)を元に、景観ベクトルに基づいたクラスタリングを行い、クラスタ間での大まかなルート探索を行う。そのルート探索結果より選ばれたクラスタに含まれるノード、リンクからさらに詳細なルート探索を行い、各景観のルート推薦を行う[8]。しかし、景観要素のみを考慮している為、交通情報、事故データといった安全性については考慮されていない。その為、どんなに景観が良くても、安全でないと意味がない。また、この研究はドライブにおけるルート推薦手法であるのに対し、本研究はウォーキングにおけるルート推薦手法である。

Kim らはリアルタイムのジオタグ付きツイートから推測される感情より、極端にネガティブな感情を持つエリアを避け、最短距離よりわずかに増加した安全で楽しいルートを見つけることを提案している[9]。それに加え、シカゴ市ポータルの犯罪履歴データ内の犯罪率と、ネガティブなツイートデータが多く呟かれた地域間で有意な相関関係があることから、ソーシャルメディアの感情の意を利用し、犯罪スポットを迂回するルート推薦を検証している。しかし、交通情報については触れられていない。

Johnson らは美しさを重視したシニックルート、安全性を重視したセーフティルート、そして経路の簡単さを重視したシンプルルートを作成し、従来の経路推薦手法との比較を行った[10]。しかしこの研究は、3つの観点をそれぞれ重視した経路の作成を行っており、本研究では、これら3つのルートを提示するのではなく、ウォーキングユーザに適した経路の推薦を行う。

3. ユーザが歩きたくなるウォーキング経路の推薦方式

本節ではユーザにとって歩きたくなるウォーキング経路の推薦方式について述べる。まず3.1節ではウォーキング経路推薦の概要について説明する。3.2節では、グルメスポットの口コミを分析し、その結果に応じたスポットの評価を算出した。それを元に3.3節では経路探索アルゴリズムの作成手法を述べる。

3.1 ウォーキング経路推薦の概要

図1に、ウォーキング経路推薦の概要図を示す。ユーザは自身の情報やウォーキングを行いたい距離や時間をあらかじめ設定してもらい、その範囲内で危険度が高く、不快感を与えてしまうようなネガティブエリアを避け、逆にユーザにとって楽しい、景観の良いと思えるようなポジティブエリアを通るようなウォーキング経路の推薦を行う。ここで使われるデータとして口コミ、ジオタグ付きツイートの内容や、交通情報、事故データと言ったものが挙げられるが、本研究ではこの中でもグルメスポットの口コミに着目し、スポットごとの評価を算出し、それを元に経路推薦を行う。

3.2 スポット総合評価の算出法

本節では、スポット総合評価の算出方法について説明する。本研究では口コミサイトじゃらん[11]のデータを使用した。スポット S_i の最終評価を $Score(S_i)$ とすると式(1)で表すこと

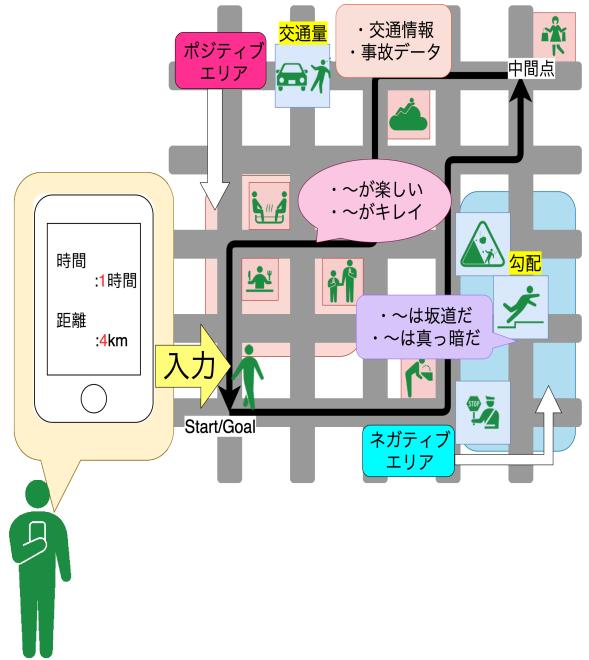


図1 ウォーキング経路推薦の概要

ができる。

$$Score(S_i) = (RAve(S_i) + AScore(S_i))/2 \quad (1)$$

スポット S_i の最終評価を $Score(S_i)$ は、他のユーザによるスポット S_i の平均評価値 $RAve(S_i)$ と、口コミ分析に基づくスポット S_i の平均評価値 $AScore(S_i)$ の平均である。 $AScore(S_i)$ は式(2)で表すことができる。

$$AScore(S_i) = \frac{1}{Rn(S_i)} \sum_{U_j=1}^{Rn(S_i)} (mid + (UScore(U_j) - mid) \times UTrust(U_j)) \quad (2)$$

$$(1 \leq UScore(U_j) \leq 5, 0 \leq UTrust(U_j) \leq 1)$$

全ての口コミから類推できるスポットの評価 $AScore(S_i)$ はスポットページ内の任意の口コミユーザ U_j が投稿した口コミページから類推できるスポットの評価 $UScore(U_j)$ の平均したものであるが、ここに口コミユーザ U_j の信頼度 $UTrust(U_j)$ を考慮している。この $UTrust(U_j)$ は0から1の範囲で値を取り、値が1に近づくほど信頼度が高い設定をした。信頼度が高いほど $UScore(U_j)$ の値が保たれ、低いほどスポット評価範囲の中央値 mid に収束する構成である。以下3.1.1節では口コミから類推できるスポットの評価 $UScore(U_j)$ の算出法を、3.1.2節では口コミユーザの信頼度 $UTrust(U_j)$ の算出法を述べる。

3.2.1 口コミから類推できるスポットの評価の算出法

口コミユーザ U_j が投稿した口コミから類推できるスポットの評価 $UScore(U_j)$ は式(3)で表すことができる。

$$UScore(U_j) = (GScore(U_j) + RAnalysis(U_j))/2 \quad (3)$$

$UScore(U_j)$ は $GScore(U_j)$ と $RAnalysis(U_j)$ の平均で算出される。 $GScore(U_j)$ は口コミユーザ U_j によるスポットの評価であり、 $RAnalysis(U_j)$ は口コミ内容の感情分析値である。 $GScore(U_j)$ は基本的に口コミ内にある五段階評価されたご当地感、味、価格、サービス、雰囲気の平均値とした。しかし口コミによってはそれらが明記されていないものもある。その場合、同じく五段階評価されたそのスポットの全体評価値を使用した、 $RAnalysis(U_j)$ は Microsoft Azure の Text Analytics [12] という感情分析を行うツールで算出した、この値の範囲は 0 から 1 で、口コミの文章内容がネガティブであれば 0、ポジティブであれば 1 に近い値を取る。この値を 5 倍することで五段階評価である $GScore(U_j)$ の値が取りえる範囲に統一した。

3.2.2 口コミユーザの信頼度の算出法

口コミユーザ U_j の信頼度 $UTrust(U_j)$ は式 (4) で表すことができる。

$$\begin{aligned} UTrust(U_j) &= WP \times WPdep(U_j) + C \times CExi(U_j) \\ &\quad + T \times TExi(U_j) + N \times NExi(U_j) \\ &\quad + F \times FExi(U_j) + L \times LExi(U_j) \quad (4) \\ &\quad (WP + C + T + N + F + L = 1) \end{aligned}$$

口コミユーザ U_j の信頼度 $UTrust(U_j)$ は投稿した口コミより様々な観点から信頼度を測り、値が 1 に近いほど信頼度が高いユーザとした。その観点は、口コミ上に明記されているスポットに行った時期と口コミを投稿した日の離れ具合 $WPdep(U_j)$ 、混雑具合の存在有無 $CExi(U_j)$ 、滞在時間の存在有無 $TExi(U_j)$ 、訪れた人数の存在有無 $NExi(U_j)$ 、家族の内訳の存在有無 $FExi(U_j)$ 、口コミユーザのページリンクの存在有無 $LExi(U_j)$ 、である。 $GExi(U_j)$ 、 $CExi(U_j)$ 、 $TExi(U_j)$ 、 $NExi(U_j)$ 、 $LExi(U_j)$ は存在する場合は値を 1 に、存在しない場合は値を 0 に定義し、 $WPdep(U_j)$ は初期値 0 で 1 年離れるごとに値を 1 減らすよう定義した。なお、 $WPdep(U_j)$ の値によって $UTrust(U_j)$ が負の値になることもあるが、その場合は $UTrust(U_j)=0$ とする。

3.3 ウォーキング経路コストの算出法

ここでは、前項で算出した値を使用し、ウォーキング経路コストの算出について述べる。まず OpenStreetMap [13] から京都四条辺の歩道ノード約 3500 個を取得する。そこには緯度経度情報の他に道路を識別する ID やノードの隣接判定ができるものが付与されており、それらを用いて道路の構築する。それと同時に、ダイクストラ法による最短経路を検索し Google Maps API [14] を用いて検索されたルートを Google Map 上に描画する。そして 3.2 節で提案したアルゴリズムをもとにスポット評価をもとにダイクストラ法で求めた道路のコストを更新する。具体的には式 (5) で道路のコストを更新する。



図 2 ウォーキング経路推薦システム



図 3 スポット情報を表示したウォーキング経路推薦システム

$$Cost^{eva_i} = Cost^{dis_i} \times NScore \quad (5)$$

道路 i のコスト $Cost^{eva_i}$ は、道路 i の実際の距離コスト $Cost^{dis_i}$ に道路 i 周辺のスポット評価 $NScore$ を掛け合わせたものである。距離コスト $Cost^{dis_i}$ は隣接する 2 ポイント情報の緯度経度から haversine 法を用いて求めた。周辺のスポット評価 $NScore$ は 3.1 節で求めたスポットの最終評価値を用いた式 (6) で算出した。

$$NScore = \prod_{sp \in SP(i)} \{1 + P(mid - Score(sp))\} \quad (6)$$

$NScore$ は道路 i 周辺のスポット集合 $SP(i)$ に属するスポット sp の評価 $Score(sp)$ をスポット評価範囲の中央値 mid との差を算出し、パラメータ調節後 1 加えた値をかけたものになっている。 $Score(sp)$ が mid より大きくなると $NScore$ は 0 より小さくなり、道路 i のコスト $Cost^{eva_i}$ が実際の距離コスト $Cost^{dis_i}$ より小さくなる。一方で、 $Score(sp)$ が mid より小さくなると $NScore$ は 0 より大きくなり、道路 i のコスト $Cost^{eva_i}$ が実際の距離コスト $Cost^{dis_i}$ より大きくなる。その結果でダイクストラを適応すると、コストが小さい経路が推薦されやすくなる。また、道路 i 周辺のスポット集合 $SP(i)$ はその道路 i とスポット i の距離が 50m 以内のスポットとした。

4. ウォーキング経路推薦システムの構築

本節では、ウォーキング経路推薦システムのプロトタイプに

ついて説明する。図 2 が作成したウォーキング経路推薦システムである。このシステムでは Google Maps API[14] を用いて Google Street View の写真と Google Map を同時に見せ、進むと同時に Google Street View の写真と Google Map 上の赤いマーカーが更新される。このようにすることでマップを確認しつつウォーキングができる。そして図 3 のようにスポットが近づくと、そのスポットの情報や口コミが表示される仕組みである。今後は出発地や目的地を決めれるようになると、複数のスポットを表示できるようになることが挙げられる。

5. 評価実験

この項では、システムを用いた評価実験について説明する。大学生 14 名の被験者を対象に 4 章で構築したシステムを使用した動画を見せ、提示されたスポットがルート周辺に存在した場合、ウォーキングを行う上で適切であるかといった評価及びシステム自体の評価を行ってもらう。本実験で使用するルートは出発地を京都市内の四条烏丸、目的地を四条河原町とし、四条通を通るルートを選択した。提示するスポットはその通りの道路の半径 50m 以内に存在するスポットの中から、3.2 節で算出したスポットの最終評価の高いスポット 4 件と評価の低いスポット 2 件の合計 6 件を使用する。そのスポットの概要は表 1 に示す。スポット A,B,C,D は比較的ポジティブな評価のスポットで、E,F は比較的ネガティブなスポットである。これらのスポットに対しての順位付けと各スポットごとの五段階評価、及びその理由を記述式を行い、3.2 節で算出したスポットの総合評価との比較を行う。

表 1 提示スポットの概要

スポット	ジャンル	評価分布	口コミ数
A	和食 日本料理・懐石	5.0	2
B	和食 居酒屋	5.0	3
C	和食 海鮮	5.0	3
D	その他 その他軽食・グルメ	3.95	21
E	エンタメ・アミューズメント インターネットカフェ・マンガ喫茶	2.5	2
F	その他 その他軽食・グルメ	1.0	1

また、システム自体の評価については、User Experience Questionnaire(UEQ) [15] と System Usability Scale(SUS) [16] の二つの評価手法で評価を行い、その理由をシステムの良かった点と悪かった点に分け記述式で答えてもらう。UEQ とは、Laugwitz によって制作されたユーザビリティの側面(効率、目立ちやすさ、信頼性)とユーザー エクスペリエンスの側面(独創性、刺激)の両方を測定可能な評価指標である。値の取り得る範囲は -3.0 から 3.0 で、-0.8 から 0.8 はニュートラルな評価、この範囲よりも高いとポジティブ、低いとネガティブな評価である。また、日本語を含むおよそ 30 以上の言語で使用することができる。SUS とは John Brooke が開発したシステムのユーザビリティの数値的な評価が可能な評価尺度である。この評価尺度は 100 点を基準とし、平均点は 68 点である。本実験では

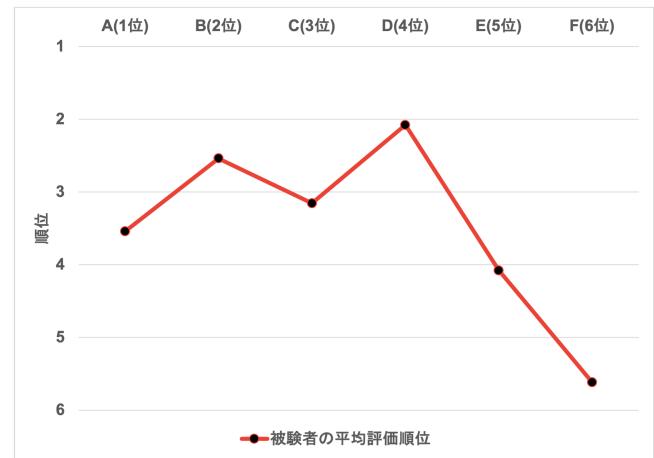


図 4 提示スポットの順位比較

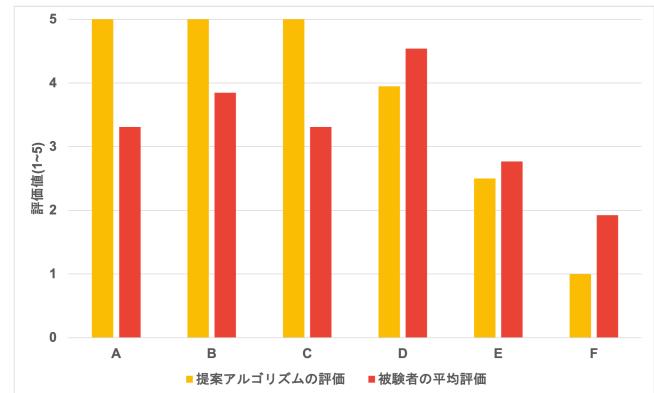


図 5 各提示スポットの五段階評価比較

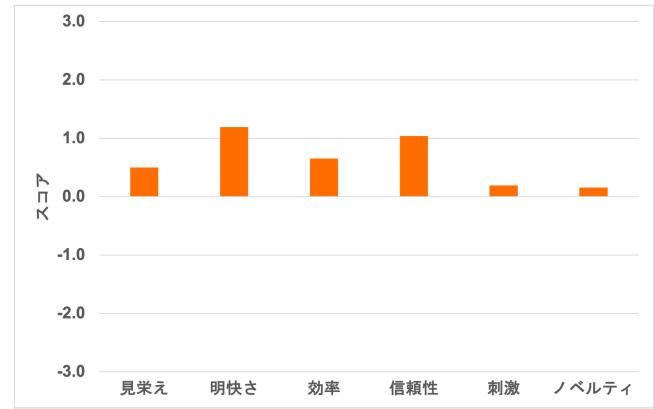


図 6 UEQ の結果

独自に日本語訳したものを使用した。

図 4 は 3.2 節で算出した各スポットの総合評価値による順位と被験者によって順位付けしてもらった値の平均を比較したものであり、図 5 は各スポットの総合評価値と被験者によって評価してもらった平均評価値を比較したものである。また、図 6 は UEQ の結果である。

図 5 より、ポジティブスポットの被験者の平均評価は評価の中央値 3 よりも高く、ネガティブスポットの被験者の平均評価は評価の中央値 3 よりも低い値となった。また、ポジティブスポットの評価理由として、京都らしいスポットである、レビュー

の評価が高い、スポットに対して具体的なレビューが存在する、行列ができるほど人があることが読み取れるといったことが挙げられ、ネガティブスポットの評価理由ではレビューの評価が低い、レビューの評価が割れている、スポットがウォーキングする上では適さないといったことが挙げられていた。これらより、ポジティブスポットとネガティブスポットの評価がある程度適切な評価を得たと言える。

しかし、図4からも読み取れるように、スポットAの被験者による評価よりアルゴリズムによる評価に比べて低く、スポットDの被験者による評価よりアルゴリズムによる評価に比べて高いことがわかる。スポットAの評価理由では、ルートと店舗までの距離が遠いといったことが挙げられていた。本システムでは道路から半径50m以内のスポットと限定したが、この結果より範囲を調節する必要がある。スポットDの評価理由では、レビュー数の多さといったことが挙げられていた。算出アルゴリズムの中ではレビューの数を考慮していないため、今後レビューの数に関しても考慮する必要がある。また、ポジティブスポット、ネガティブスポット共に被験者の好みによる評価が存在していたことから、ユーザー一人一人の特徴も考慮する必要がある。

図6では、全ての項目においてネガティブな評価はなく、特に本システムにおいて明確さと信頼性が高い評価を得たことから、わかりやすく信頼度の高いシステムであることが言える。また、SUSの結果は71.6となり平均点の68点を越える結果を得た。そしてシステムにおける良かった意見として、Street Viewの写真によって街並みが見ることができる、Google Mapの表示により現在地点がわかりやすい、ボタン一つで操作できるため操作が簡単である、口コミが表示されており周辺にどのようなスポットがあるかがわかると言ったことが書かれていた。一方で改善点的な意見としては、スポットの写真が欲しい、少し遠い店舗が推薦されていることや、既存システムとの違いが分からずウォーキングの目的がわからなかったと言ったことが書かれていた。そのため、スポット情報を提示時には写真も見せれるようにすることや、提案アルゴリズムの修正、さらにユーザの特徴を考慮できるようなシステムに改善する必要があると考える。

6. まとめ

本項では、ユーザが継続的にウォーキングを行うための経路推薦アルゴリズムの提案を行った。このシステムの実現のために、口コミ分析によるグルメスポット評価を算出し、それを用いたウォーキング経路コストの算出、そしてウォーキングを支援するための経路推薦システムのプロトタイプの構築を行った。また、このシステムを使用した被験者実験を行い、スポットやシステムの評価を行ってもらった。今後は、被験者実験の結果を踏まえたシステムやアルゴリズムの改良、提案アルゴリズムを用い、ジオタグ付きツイートなど他のデータに応用したスポット評価手法の拡張、エリア別のウォーキング経路推薦システム評価実験、さらにこのアルゴリズムに交通情報や事故データを用いて安全面も考慮できるような経路推薦アルゴリズムの

作成を行い、将来的には実用的な経路推薦の構築を行う。

謝 辞

本研究の一部は、科研費基盤研究(B)(課題番号:19H04118, 20H04293)および京都産業大学先端科学技術研究所(ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センター)共同研究プロジェクト(M2001)の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

文 献

- [1] スポーツ庁
"https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/sports/mcatetop05/jsa_00010.html"
- [2] 水野映子：“コロナ禍”としての運動不足”http://group.dai-ichi-life.co.jp/dlri/pdf/ldi/2020/wt2005b.pdf”, LIFE DESIGN REPORT 2020.5
- [3] お客様生活文化研究所”https://www.asahigroup-holdings.com/company/research/hapiken/maian/bn/200611/00159.html”
- [4] 山内克之,石坪史帆,桐生拓海, Panote Siriaraya, 栗達, 河合由起子, 中島伸介：“ウォーキング経路推薦のための口コミ分析に基づくエリア評価手法”, DEIM Formu 2021, J33-2, 2021.
- [5] 前田幸道,桐生拓海, Panote Siriaraya, 河合百合子, 中島伸介：“運動負荷および心理負荷を考慮したスマートウォーキングナビの提案”, DEIM Formu 2018, H3-5, 2018.
- [6] 武藤武,佐々木喜一郎, 安田考美：“スマートフォンを活用したウォーキング支援サービスの検討”, 情報処理学会 第76回全国大会, 6V-5, 2014.
- [7] Daniele Quercia, Rossano Schifanella, Luca Maria Aiello:”The Shortest Path to Happiness : Recommending Beautiful, Quiet, and Happy Routes in the City”, HT’14 Proceedings of the 25th ACM conference on Hypertext and social media, Pages 116-125, 2014.
- [8] 川俣光司,奥健太：“景観クラスタリングに基づく景観アウェアルート推薦システム”, DEIM Formu 2018, D1-1, 2018.
- [9] Jaewoo Kim, Meeyoung Cha, Thomas Sandholm:”SocRoutes: Safe Routes Based on Tweet Sentiments”, Proceedings of the 23rd International Conference on World Wide Web, Pages 179–182, 2014.
- [10] I. JOHNSON, J. HENDERSON, C. PERRY, J. SCHÖNING, B. HECHT : ”Beautiful...but at What Cost? An Examination of Externalities in Geographic Vehicle Routing”, Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable, and Ubiquitous Technologies, 2017.
- [11] ジヤラン.net
https://www.jalan.net/
- [12] Microsoft Azure Text Analytics
https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/cognitive-services/text-analytics/
- [13] OpenStreetMap
https://www.openstreetmap.org/
- [14] Google Maps API
https://developers.google.com/maps/documentation?hl=ja
- [15] Laugwitz, B., Schrepp, M. & Held, T. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In: Holzinger, A. (Ed.): USAB 2008, LNCS 5298, pp. 63-76.
- [16] Brooke, J. 1996. “SUS: A “quick and dirty” usability scale”. In Usability evaluation in industry, Edited by: Jordan, P. W., Thomas, B. A. Weerdmeester and McClelland, I. L. 189–194. London: Taylor & Francis.