

自転車ツーリングにおける適正ルート推薦システム

森下 慈也¹ 諏訪 博彦¹ 荒川 豊¹ 安本 慶一¹

概要：近年のエネルギー問題や地球環境問題からクリーンかつエネルギー効率の高い持続可能な都市内交通体系の実現が必要となっている。自転車は自動車の代替移動手段として注目されており、自転車の利用形態の一つ趣味活動である自転車ツーリングを通して自転車人口を増加させることが狙える。自転車ツーリングの走行経路を設定する際に自転車ユーザ向けの経路共有サイトが利用されることがある。これらのサイトを利用することで、ツーリングを行う自転車ユーザは自身で走行経路を設定する手間を省けたり、走行経路の距離や勾配を簡単に知ることができる。しかし、走行経験の少ないユーザは走行経路の距離や勾配から、設定した走行経路が自身の走行能力に適切であるか把握することが難しい。そこで、本研究では Strava に蓄積されているデータを用いてユーザやセグメントをモデル化し、適切な走行経路を推薦するシステムを提案する。本システムは、ユーザの過去の走行結果とモデルを比較し、ユーザのタイプを判定する。判定されたタイプに基づいて、ユーザが指定したマップ上の任意の範囲に存在するセグメントを探索し、適切であると判断されたセグメントを通過する経路を推薦する。デモでは、ユーザの過去の走行結果からタイプを判定し、経路が推薦される様子を示す。また、データ収集のために作成したユーザの走行能力を可視化するアプリケーションのデモも合わせて行う。

1. はじめに

近年のエネルギー問題や地球環境問題からクリーンかつエネルギー効率の高い持続可能な都市内交通体系の実現が必要となっている。自転車は自動車の代替移動手段として注目されており、自転車の利用形態の一つである自転車ツーリングを通して自転車人口を増加させることが狙える。

自転車ツーリングの走行経路を設定する際に自転車大好きマップ^{*1}、Cyclopath^{*2}、Bikemap^{*3}、Strava^{*4}等の自転車ユーザ向けの経路共有システムが利用されることがある。これらのサイトを利用することで、ツーリングを行う自転車ユーザは自身で走行経路を設定する手間を省けたり、走行経路の距離や勾配を簡単に知ることができる。しかし、走行経験の少ないユーザは走行経路の距離や勾配から、設定した走行経路が自身の走行能力に適切であるか把握することが難しい。自転車の走行経路推薦システムとして [1] がある。文献 [1] で提案されるシステムでは、Cyclopath に蓄積されている、ユーザが経路に対して 5 段階で評価した“自転車での走行しやすさ”を利用して、走行経路を推薦する。既存システムでは、ユーザは距離や勾配に基づいて走

行経路を設定できるが、ユーザ自身の走行能力に基づいて走行経路を設定することはできない。そこで、本研究では Strava に蓄積されたデータを用いてユーザやセグメントをモデル化し、適切な走行経路を推薦するシステムを提案する。

2. 関連サービス

本章では、既存の経路共有サービスの概要を述べる。

2.1 自転車大好きマップ

自転車大好きマップは、自転車ユーザ向けの“地図情報”コミュニティサイトであり、“みんなの地図(図1)”，“マイ地図”，“全国自転車レーンマップ”と呼ばれる3種類の地図情報が共有されている。地図情報は、いくつかの“地点情報”と“ルート情報”からなる。地点情報は、ユーザが地図上に記した地点であり、地点の情報を“地点アイコン”(自転車店、駐輪場など)で示す。ルート情報は、ユーザが地図上に描いた経路である。みんなの地図、マイ地図で作成されたルート情報は、ユーザの主観によって“お勧めサイクリングコース”，“自転車で走りやすい道”，“未舗装の道”，“自転車で走りにくい道”，“きつい坂”という5項目のいずれかでタグ付けされる。全国自転車レーンマップで作成されたルート情報は、“自転車レーン”，“自転車走行位置表示”，“自転車道”，“歩道上の自転車通行帯”とい

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
NAIST

^{*1} <http://www.bicyclemap.net/>

^{*2} <http://cyclopath.org/>

^{*3} <http://www.bikemap.net/>

^{*4} <https://www.strava.com/>

う4項目のいずれかでタグ付けされる。また、地点情報とルート情報にはコメントを書き込むことができ、より詳細な情報を共有できる。みんなの地図は、全ユーザで共有している地図で、全ユーザが地点情報やルート情報の作成、編集を行える。マイ地図は、各ユーザ専用の地図で、所有者のみが地点情報やルート情報の作成、編集を行える。なお、マイ地図は公開、非公開を設定することができる。各ユーザが作成した公開されている地点情報とルート情報の数に基づいて、ユーザランキングが作成されている。自転車大好きマップでは、ユーザは5種類のルート情報のタグに基づき経路の情報を得ることができる。しかし、それは他者の主観評価によるものであり、その情報のみを用いてユーザ自身の走行能力に適した経路であるか判断することは難しい。また、2015年7月27日時点ではAPIが非公開となっている。

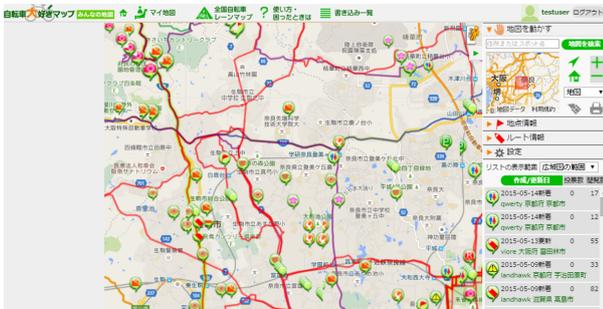


図1 みんなの地図表示例

2.2 Strava

Stravaは、ランニングやサイクリングの走行結果の記録、共有と走行経路の作成、共有ができるサービスである。2014年には、Stravaを用いて行われたサイクリングの回数は7570万回に上り、その総距離は27億km^{*5}と、活発に利用されている。Stravaでは、専用アプリケーションをインストールしたスマートフォンまたはGarmin^{*6}、Suunto^{*7}等が販売しているStravaに対応したGPS内蔵デバイスを用いて、ランニングやサイクリングの走行結果をGPSで記録できる。走行結果は、StravaのWebサイトまたは、専用アプリケーションから閲覧することができる。ユーザが過去に走行した経路の一部または全部から“セグメント”と呼ばれる区間を作成し、共有することができる。ユーザが走行中にセグメントを通過すると、自動的にセグメントの走行結果が記録される。記録されたセグメントはStravaのWebサイトまたは、専用アプリケーションから“クライムカテゴリ”で絞り込んで検索することができる(図2)。クライムカテゴリはStravaが独自に設定したセグメント全体の

*5 <http://roadcyclinguk.com/sportive/strava-2014-year-numbers.html>

*6 <https://www.garmin.com/>

*7 <https://www.suunto.com/>

勾配を示す指標であり、次の手順で判定される^{*8}。(1)セグメント中に3%以上の勾配を含む場合に、距離(m)×平均勾配(%) (ex.2(km)×4%)=8,000)でスコアを算出する。(2)算出されたスコアが8,000未満である場合Flat, 8,000以上である場合C4, 16,000以上である場合C3, 32,000以上である場合C2, 64,000以上である場合C1, 80,000以上である場合HCと判定される。Stravaは、保有するデータをStrava V3 API^{*9}を介して公開しているが、“特定ユーザの全ての走行結果”を取得するためには、そのユーザの認証が必要となる。

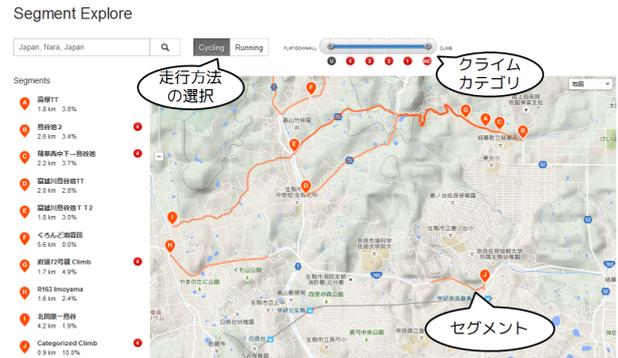


図2 セグメントの検索例

3. 提案システム

“特定ユーザの全ての走行結果”を収集するためには、ユーザの認証が必要であり、ユーザタイプを分類できるだけのデータを取得することが難しい。そこで、提案システムでは認証不要で取得可能な“セグメントに対するユーザの走行結果”を394,344件収集し、ユーザごとに集計することで、283人分のユーザの走行結果を一部再現した。再現した走行結果を利用し、ニューラルネットワークによりユーザをモデル化した[2]。

システムを利用する際には、ユーザはスマートフォンまたはPCから本システムのWebアプリケーションにアクセスし、ログインする。ログインが完了したら、ユーザは位置情報と目的地をシステムに入力する。システムは入力された位置情報と目的地に基づき、Strava V3 APIを用いてセグメントを探索する。探索した結果セグメントが発見されれば、セグメントのモデルから発見されたセグメントのタイプを判定する。ログイン情報からサーバ内のDBを検索し、取得したユーザのモデルとセグメントのタイプを比較し、ユーザに適切であるか確認する。ユーザに適切なセグメントがあればそのセグメントを含む走行経路をユーザに推薦する。システムの概要を図3に示す。

3.1 ユーザのモデル

本論文では、“上りの平均走行速度”、“平地の平均走行

*8 <https://strava.zendesk.com/entries/20420292-How-are-Strava-climbs-categorized-For-Rides->

*9 <https://strava.github.io/api/>

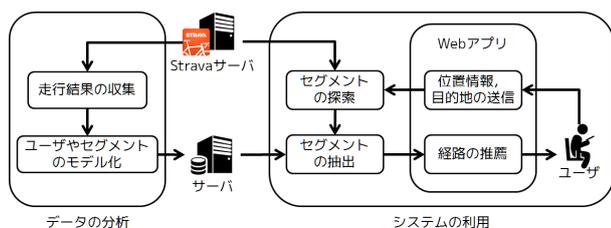


図 3 システムの概要

速度”，“下りの平均走行速度”の3個の要素（以下，走行能力）と“好みのクライムカテゴリ”からなるユーザのモデルを定義する．経路における上り，平地，下りの判定条件は，Strava のクライムカテゴリの判定方法に従い，勾配が+3%以上なら上り，勾配が-3% 以下なら下り，それ以外を平地とする．“Fast”，“Medium”，“Slow”の3段階でランク付けした走行能力を用いて，ユーザのタイプを大きく“初心者”，“中級者”，“上級者”の3種類に分類する．ユーザの好みのクライムカテゴリは，ユーザの走行回数が最も多いクライムカテゴリとする．

3.2 セグメントのモデル

本論文では，“経路の勾配指標”，“ユーザのモデルごとの走行回数”の2つの要素からなるセグメントのモデルを定義する．経路の勾配指標には Strava のクライムカテゴリを使用する．ユーザのモデルごとの走行回数は，ユーザのモデルそれぞれの走行回数を持つ．

3.3 経路の推薦

システムは，Strava API v3 を用いて，ユーザがシステムに入力した目的地の座標とユーザの現在位置の座標を対角とする矩形の内側を探索する．探索範囲内にセグメントが存在すれば，セグメントのモデルからそのセグメントのタイプを判定する．セグメントの“経路の勾配指標”がユーザの好みのクライムカテゴリと一致しているか，セグメントの“ユーザのモデルごとの走行回数”で最大の走行回数のモデルにユーザが属している場合，そのセグメントを通過する経路を推薦する．なお，推薦される経路は最大10件である．経路の推薦画面の例を図4に示す．図において，青い線は推薦された経路，黒い線がセグメントである．

4. デモ

Strava を利用しているユーザの過去の走行結果に基づいて，ユーザタイプに分類し，図4のように経路が推薦される様子をデモで示す．また，現在，本システムでは“セグメントに対するユーザの走行結果”を大量に収集し，ユーザごとに集計することでユーザの走行結果を一部再現している．しかし，それでは多くのユーザの走行結果を得るために時間がかかる．そこで，図5に示すような，Strava を利用している自転車運転者の走行能力を可視化するような



図 4 経路推薦画面の例

Web アプリケーションを作成した．このアプリケーションを利用する過程でユーザから違和感なく認証情報を収集することができる．また，本アプリケーションでは SNS への共有機能も備えており，ユーザによる本アプリケーションの拡散を期待する．デモでは，図5のように走行能力が可視化される様子を示す．



図 5 走行能力可視化の例

5. おわりに

本論文では，Strava に蓄積されているデータを用いてユーザや経路をモデル化し，適切な経路を推薦するシステムを提案した．本システムは，ユーザの走行能力に基づいて，ユーザが指定したマップ上の任意の範囲に存在するセグメントを探索し，そのセグメントを通過する経路を推薦する．今後は，システムの利用者を募り，推薦された経路が本当にユーザに対して適切なものか確認する．また，その利用者から過去の走行結果を収集し，走行能力のモデルを再構築する．

参考文献

- [1] Priedhorsky, R., Pitchford, D., Sen, S., and Terveen, L; Recommending routes in the context of bicycling: algorithms, evaluation, and the value of personalization. Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work. ACM, (2012).
- [2] 森下 慈也, 諏訪 博彦, 荒川 豊, 安本 慶一: 自転車ツーリングにおける適正ルート推薦システム, DICOMO2015, pp. 1194 - 1199, (2015).