

実データを使った動物のハイキング関数の推定と応用

Hiroto Yamahara¹, Naoya Fujiwara¹ and Takaaki Aoki²

¹ Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

² Graduate School of Data Science, Shiga University

考古学や歴史学において、地域間を結ぶ道路が形成されたルートを推定することは、古代における交易などの社会経済活動を推定する上で重要であり、経路再現と呼ばれ、さまざまな時代、地域において活発に研究がおこなわれている。シルクロードについての研究でも経路再現は近年、考古学や歴史学で重要な研究テーマであり、数理モデルを用いた経路推定が注目を集めている。特に Figure 1 のように起点から終点までの隣接する地域間の移動コストの総和を最小化するような *least cost path* アルゴリズムはルートの推定以外にも都市と道路網の再現[1]など応用範囲が広い。シルクロードの低地部分は、遺跡間を *least cost path* アルゴリズムを用いて結ぶ方法が主流とされるが、中央アジアの山岳地帯における高地経路の再現には、当時の移動性遊牧民が飼う羊の群れの移動軌跡を再現するための移動コストが不可欠であり、そのようなパラメータは研究されていない。そのため、代替手法として牧草の質によって羊の群れの流れを決め、セルごとに上流から流れてきた群れの量を総和してルートを推定する *flow accumulations* アルゴリズムを用いたシミュレーションが提案されている[2]が、現代の植生の地理分布データを使用しており、このシミュレーションの精度には課題が残る。

本研究では、この課題に対応するため、現代の放牧された羊の GPS トラッキングデータを収集・分析し、移動性遊牧民が飼う羊の移動コストパラメータを推定する。具体的には、Figure 2 のような勾配などの地形要因と羊の移動速度の関係式であるハイキング関数[3]を分析し、「羊のハイキング関数」としてモデル化する。データ分析からは、傾斜角一定の時の速度が混合分布に従うことが示唆される結果を得た。この特性を考慮した関数のフィッティング方法を開発している。

この新たに推定されたパラメータを用いることで、シルクロード高地経路のより精緻な復元が可能となり、歴史的な交易ネットワークの理解を深めることが期待される。さらに、本研究の方法論は他の動物の移動経路研究にも応用可能であり、考古学や動物行動学、地理情報科学の融合研究に新たな視座を提供する。

本講演では、これまでの研究背景と課題を整理した上で、実際に取得した羊の GPS トラッキングデータの概要と、その分析手法と応用可能性について発表する。

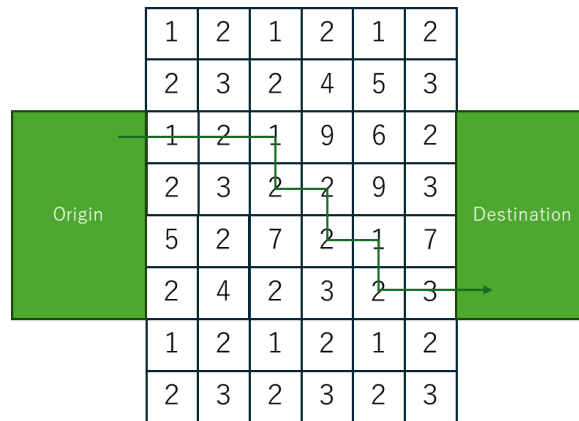


Figure 1 Least cost path アルゴリズム

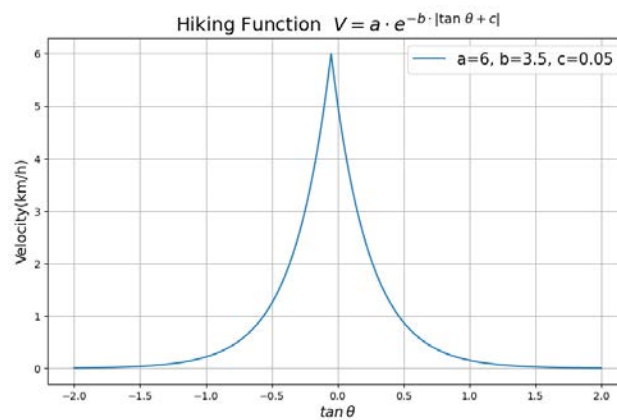


Figure 2 ハイキング関数

Acknowledgements

本研究は JSPS 科研費 JP21H04357 の助成を受けたものです。

References

- [1] T. Aoki et al. A model for simulating emergent patterns of cities and roads on real-world landscapes. *Scientific Reports* **12**, 10093 (2022).
- [2] M. Frachetti et al. Nomadic ecology shaped the highland geography of Asia's Silk Roads. *Nature* **543**, 193-198 (1986).
- [3] W. Tobler. Three presentations on geographical analysis and modeling. National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), University of California, Santa Barbara (1993).