

行動予測の精度向上を目指した都市知識グラフ活用型の目的地選択モデル

劉 子恒, 龐 岩博, 関本 義秀

研究の背景

目的地選択モデルは、人間の移動パターンを理解し予測するために不可欠である。しかし、従来のモデルは、静的な人口統計学的特徴を持つ限られた調査サンプルに依存しており、高解像度のシナリオにおいては精度と一般化能力に限界が生じる。

そのため、本研究は豊富な文脈情報を提供する都市知識グラフ (UrbanKG) を構築し、属性を考慮した埋め込みを訓練することで、解釈可能な500mメッシュレベルの目的地推薦システムを構築する。

フレームワーク

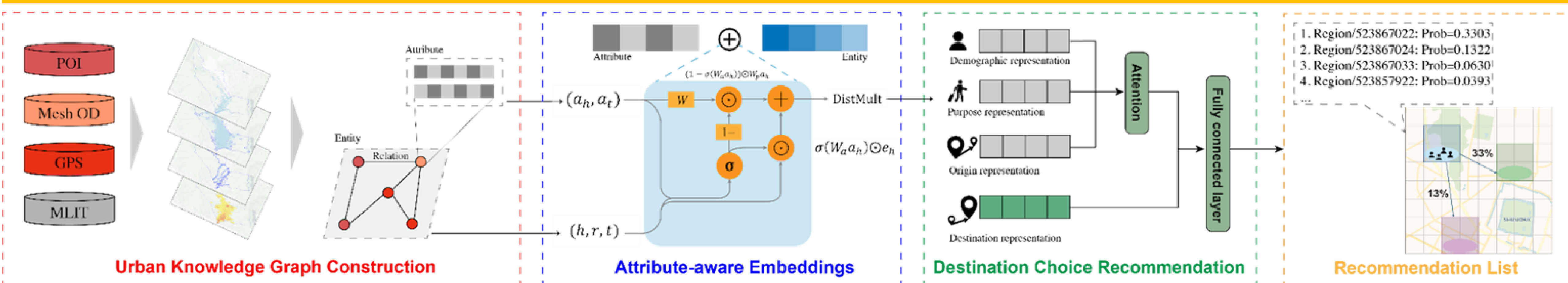


図2: 知識グラフ埋め込みに基づく目的地選択推薦のための提案された二段階アプローチ

- あるクラスの人々の移動実態を予測するために、年齢×性別×職業をエンティティとして都市知識グラフを構築し、地理エンティティなどとの関係も抽出する。
- 属性に対応した埋め込みモデルを構築し、出発地と目的地の特徴（人口密度・POI分布・OD量等）を強化しつつ、階層的な情報も同時に学習する。
- 得られた埋め込み結果をもとに、出発地と目的地のつながりを読み取り、「誰が・なぜ・どこへ」を予測し、行き先の候補リストをアウトプットする。

結果

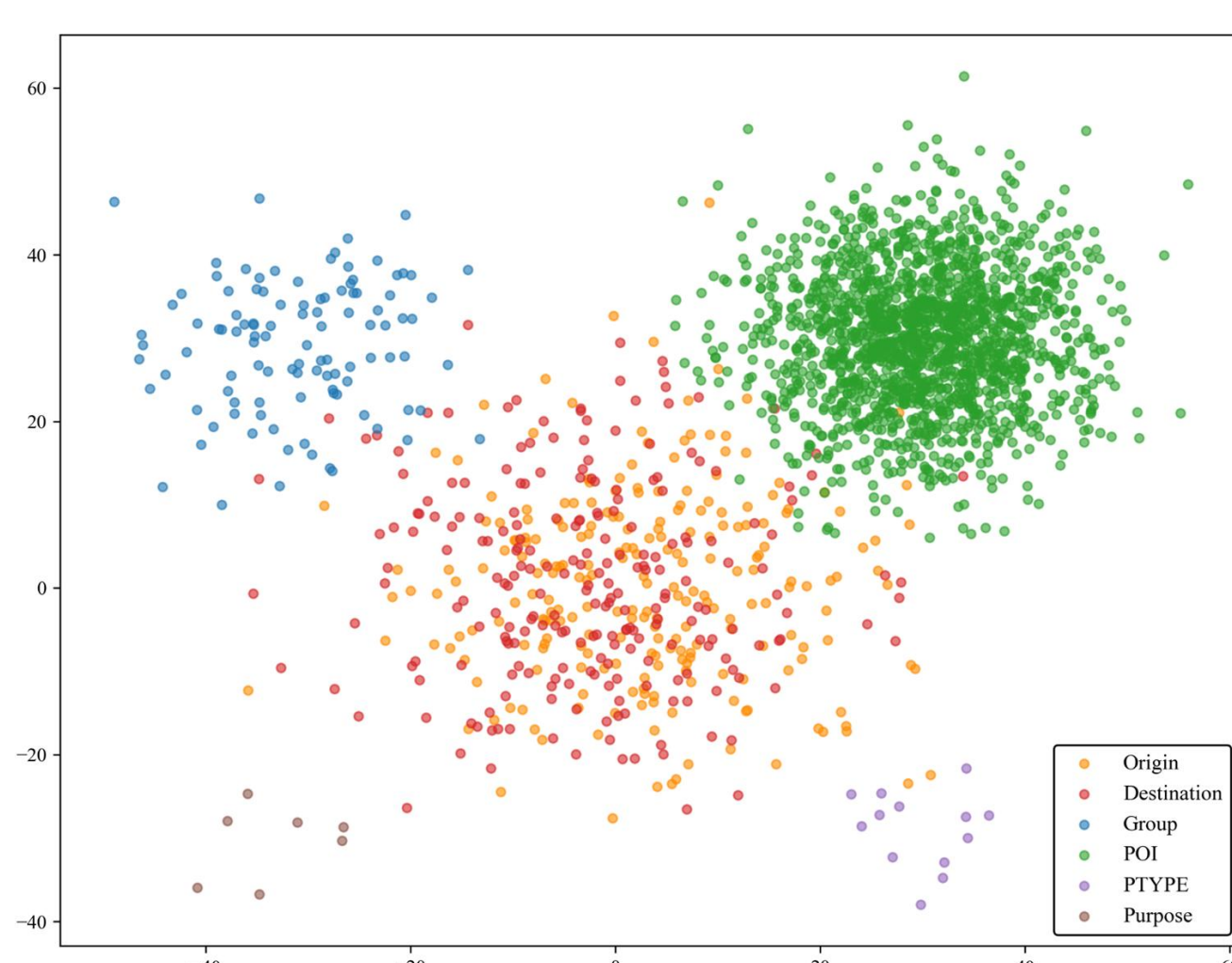


図3: 埋め込み結果の可視化

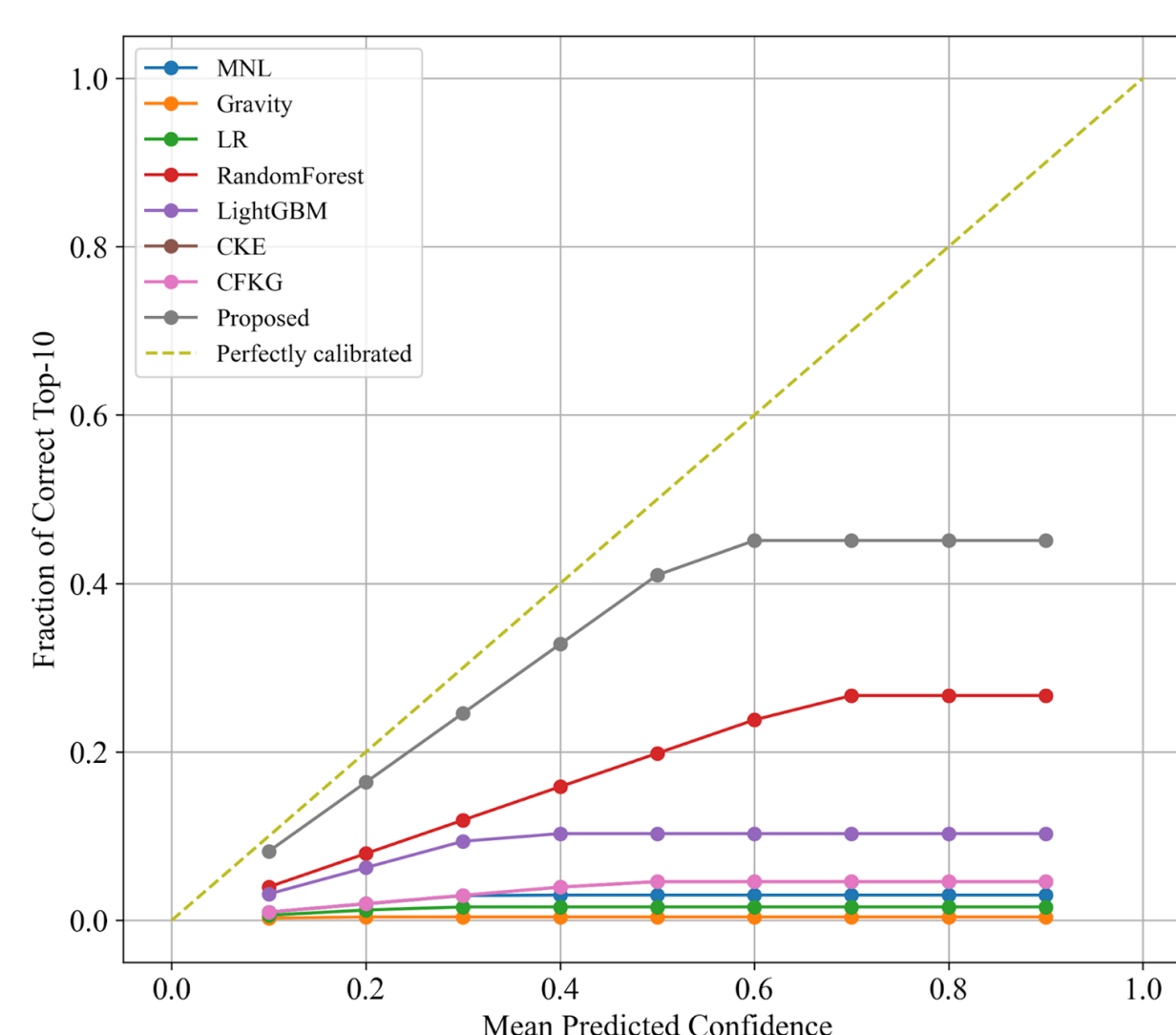


図4: Top-10の信頼性図

- 図3は、エンティティごとの特徴をしっかりと捉えたうえで、出発地と目的地に応じて情報を強化し、都市データからの知識をうまく学習したことを示している。
- 性能面では、本研究のP@10が一番高い結果と図4を組み合わせ、「予測信頼度」と「正しさ」の関係がより安定し、一貫していることがわかる。

使用したデータ

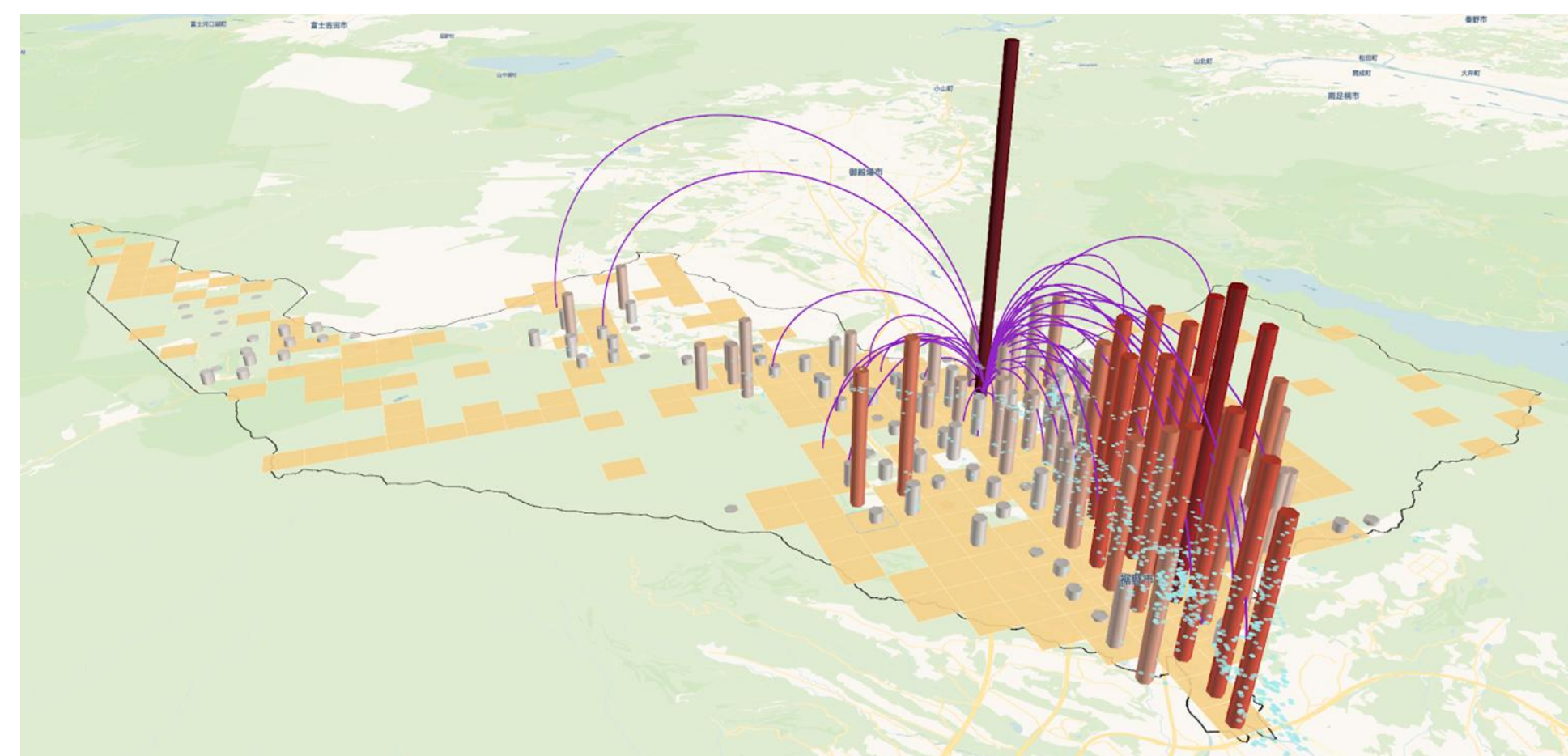


図1: 静岡県裾野市における都市データの可視化。棒グラフは500メートルメッシュごとの人口密度、紫色の弧は一部サンプルのOD（起点・終点）関係、青い点はPOIの空間分布を示している。

表1: ベースラインと提案されたアプローチのパフォーマンス

Model	MRR	Recall@10	Precision@10	NDCG@10
MNL	0.144	0.306	0.030	0.299
Gravity model	0.034	0.146	0.004	0.169
LR	0.138	0.261	0.016	0.159
Random Forest	0.417	0.673	0.267	0.526
LightGBM	0.221	0.329	0.103	0.253
CKE	0.299	0.466	0.046	0.356
CFKG	0.306	0.465	0.046	0.362
Proposed	0.392	0.550	0.451	0.416

まとめ

- 都市知識グラフに基づいて、構造情報と属性情報の両方を埋め込むことで、目的地選択を高精度かつ解釈可能に行う新しい推薦モデルを提案した。本研究により、プライバシーに配慮しつつ、人間の移動行動を都市空間の文脈の中で予測・再現する可能性が示された。