

5ZA-07

スマホ写真と景観パノラマ写真を用いた 即席観光スポット道案内システム

石井 慶祐† 有田 龍生† 堀内 晴貴† 篠澤 緑空† 角田 想† 金道 敏樹†

金沢工業大学工学部情報工学科†

1. はじめに

一般的な道案内システムの例として、Google Map が良く知られている。これはユーザーの位置情報から目的地までを広い範囲で正確な道案内ができる優れた道案内システムの一つである。とはいえ、Google Map は大学のキャンパスなど狭くプライベートな場所では案内ができない、また短期イベントに対応していないことや地図情報の更新については一般人には手が出せないなどこれらの運用面の手軽さに課題がある。

我々は道案内システムへ「性能」と「手軽さ」に評価軸を与え(図1)、Google Map とは異なる領域Cに注目し、比較的狭い範囲に限定した手軽に運用できる道案内システムを検討してきた。昨年、本研究室では大学のキャンパスを対象にパノラマ写真を地図がわりに使うデータの更新が容易な道案内システム(以下、プチ道案内システム)を試作し、その実現可能性を示した。

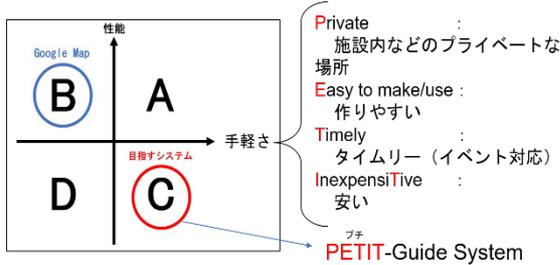


図1 性能と運用性に注目したグラフ

昨年のシステムには、建物の対応付けによる現在地推定精度と案内ができる道の構造が直線に限られていたという基本性能の課題と、実用に供するには計算時間が長いという実用上の課題が残った。短期イベントに対応できることの実験的な確認も未着手であった。

本年度は、上記の諸課題を、新しい現在地推定方法、ダイクストラ法の導入、我々がサーチマッチングと名付けた方法による高速化によって解決を図った(図2)。さらに、キャンパスだけから金沢市の観光地であるせせらぎ通り及びびがし茶屋街も対象にし、プチ道案内システムのロバスト性の確認を行った。

2. 建物の対応付け性能の改善

プチ道案内システムは、利用者の現在地の推定を二枚の画像(ユーザーが撮影した写真とパノラマ写真)の間で特徴点マッチングを用いて行っている。特徴点マッチングに使用する画像特徴量は昨年に引き続き AKAZE を採用している。

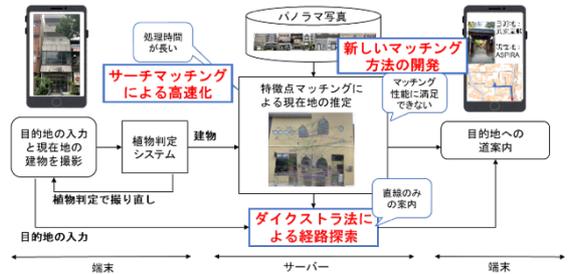


図2 システム概要

まず、昨年のスマホ写真とパノラマ写真の間の特徴点間距離分布と両者が一致している場合のそれが類似しているかをカルバックライブラー・情報量(KLD)によって評価する方法が性能を発揮しなかった原因を調査した。

この調査を通して、特徴点間距離の分布には建物の類似計算に役立つ信号部分とそうでない部分(ノイズ部分)に区別できることを見出した。顕著に特徴点間距離が短くなる場合は、二枚の画像間で同じ建物を比較しており、かつ同一の特徴点に対応している場合(信号部分)である。特徴点間距離が長い部分は、相異なる点に対応している場合である。それ故、特徴点間距離の長い部分は建物の類似計算において本質的にノイズである。KLD は信号部分とノイズ部分を区別せずに建物の類似計算を行っていたため、このノイズの影響が大きく、十分な性能が得られなかった。

今回、我々は現在地の推定精度を向上させるために特徴点間距離の分布を、信号部分とノイズ部分で2つに分けることでノイズの影響がない Split という新しい対応付け方法を考案した。以下 Split について図3を用いて概説する。



図3 同一建物の特徴点間距離分布

図3は同一建物のマッチングで現れる特徴点間の距離分布を示したものである。信号部分の個数をノイズ部分の個数で除算した S/N 値が最大値となる建物を同一建物とする方式を採用し、信号とノイズを区別した。特徴点間距離の分布を Split による計算を行うことで、後述のように一定の精度で現在地の推定が可能となった。

3. 高速化

昨年試作したシステムはユーザーの現在地の推定に19.0秒かかるという実用上の課題があった。この計算の大半を占めていたのがパノラマ写真とユーザー写真との

Instant sightseeing spot guide system with Feature Matching between smartphone photos and landscape panorama photos
Keisuke Ishii† Ryuki Arita† Haruki Horiuchi†
Riku Shinozawa† Sou Sumida† Toshiki Kindo†
Department of Information and Computer Science,
College of Engineering, Kanazawa Institute of Technology†

特徴点マッチングであった。今回、この計算時間を短縮するために特徴点を間引いた第一ステップと精密なマッチングを行う第二ステップからなるアルゴリズムに改修した。第一ステップでは極値の大きい特徴点に注目し、特徴点の数を5分の1に絞り込んだ。この絞り込みに伴って推定が誤る場合が生じるので、正解が必ず含まれるように第一ステップでは有力候補を4つ出力するようにし、第二ステップですべての特徴点を使った精密な対応付けを行うことで、最終的な推定結果を出力する構成とした。結果、特徴点を間引いて計算を行う第一ステップを導入することによって、制度を維持したまま計算時間を2.0秒まで短縮できた。

4. システムの評価

4.1 道案内の性能評価

今回提案する Split を使って建物の対応付け結果を図4に示す。評価には、パノラマ写真は一枚、ユーザー写真はスマートフォンで撮影した写真を建物毎に10枚用意して行った。評価結果を濃い部分がそこに含まれる写真の数を示すグレースケールを使ったコンヒュージョンマトリクスを用いて示す。キャンパスに対する昨年の結果と今年のそれと比較して濃い部分が対角部分に集中していることから、対応付け性能が向上していることが分かる。さらに、ひがし茶屋街の結果からは、人には見分けるのも難しい場合（下の図5パノラマ写真参照）に対しても良好な結果が得られている。

以上から、Split の導入によって現在地推定精度が向上し、同時に3つの場所で十分な性能が見られたことでロボаст性が向上したことが示された。

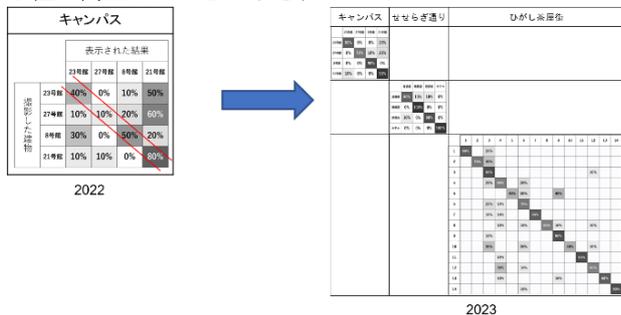


図4 建物対応付け結果の Confusion Matrix



図5 ひがし茶屋街のパノラマ写真

現在地の推定性能が向上したことに伴って道案内できる範囲が広がった。その結果、必要となった交差点 T 字路を含む道案内機能を実現するために経路探索アルゴリズム、ダイクストラ法を導入した。次の図6は今回ダイクストラ法が道案内できる範囲を示したイメージ図である。

4.2 運用面の手軽さの評価

昨年未着手であった短期イベント対応能力を評価するために、本学で2日間行われた学園祭である工大祭で運用実験を行った。道案内システムの作成のために必要なパノラマ画像の作成(図7)とダイクストラマップ作成の二つを行い、評価結果は図8のようになった。我々のプチ道案内システムを動作させるために要する時間は2時間



図6 せせらぎ通りのダイクストラマップ



図7 工大祭のパノラマ写真

		表示された結果			
		ポップコーン屋	たこやき屋	鍋屋	焼きそば屋
撮影した建物	ポップコーン屋	70%	10%	0%	20%
	たこやき屋	0%	70%	0%	30%
	鍋屋	0%	0%	70%	30%
	焼きそば屋	0%	0%	20%	80%

図8 工大祭での評価結果

程度であった。建物の対応付精度は、特徴のないテントが画像の多くを占めるせいか、70%程度に止まったが、パノラマ画像一枚のみで手軽に運用できる道案内システムは実現可能であると示されたと考えている。

5. まとめ

「性能」と「手軽さ」が両立するパノラマ写真を使う道案内システムの実現可能性を検討し、以下の結果を得た。ノイズの影響が少ない Split 値（特徴点間距離の S/N 値）を考案したことで、建物の対応付けによる現在地特定精度は4割強から7割強へ大幅に改善し、ロボаст性を持つことを確認した。加えて、案内ができる道の構造が直線に限られていたのに対し、ダイクストラ法を導入したことで交差点を含む複雑な経路の案内が可能となった。計算時間が長いという実用上の課題は、ユーザーの現在地の推定にかかる時間を、粗い計算と精査の二段階からなるアルゴリズムに改修したことで計算時間を10分の1に短縮できた。短期イベントに対応できることの実験として、学園祭でパノラマ写真、ダイクストラマップの作成を短時間で行い、7割強の精度で識別することができた。

今後は、パノラマ写真の特徴量の選び方を工夫して、建物の位置付けの誤りを減らすことに取り組む予定である。

参考文献

[1] 森富賢一郎, 田辺誠. (2011). Google Maps API を用いた最寄バス停案内システムの作成. 第73回全国大会講演論文集, 2011(1), 71-72.

[2] Fast Explicit Diffusion for Accelerated Features in Nonlinear Scale Spaces. Pablo F. Alcantarilla, Jesús Nuevo and Adrien Bartoli. In British Machine Vision Conference (BMVC), Bristol, UK, September 2013.

[3] 越井天之輔, 近藤佑樹, 金道敏樹: “スマホ写真と風景パノラマ写真によるローカル道案内システム” 情報処理学会第85回全国大会