

## 災害緊急時における地図自動解釈システム

○李 漢奇・廣井 慧・畑山 満則

○ Hanqi LI, Kei HIROI, Michinori HATAYAMA

Hand-drawn maps are often difficult to interpret due to their abstract representation of the real world. This study proposes a system that automatically generates routes on hand-drawn map photographs based on natural language requests. The system integrates multimodal large language models, computer vision, and GIS technologies. Users simply photograph a hand-drawn map and input their destination requirements. Gemini API extracts destination information from text input, while Gemini-flash-2.5 analyzes the map image to generate road masks using textual cues. Road networks are then vectorized through skeleton extraction and BFS algorithms, matched with real-world networks, and optimal routes are calculated. This system has potential applications in disaster evacuation guidance and tourist navigation.

### 1. 背景・目的

旅行中に観光案内所や商店街などで手描き地図を見かけることがあるが、実世界との違いから必要な情報を読み取ることは容易ではない。手描き地図は実世界を抽象化して表現しており、Google Map のような電子地図と比較して直感的に理解することが難しい。特に自然災害発生時において、被災者が手元にある地図から避難所への経路を迅速に把握する必要がある場面では、ユーザの要求に応じて手描き地図を解釈し案内を提供する適切なサービスは存在しない。

そこで本研究では、マルチモーダル大規模言語モデル（LLM）、コンピュータビジョン、および GIS 技術を統合し、手描き地図の写真と自然言語による入力から自動的に経路を生成するシステムを提案する。本システムにより、ユーザは手描き地図を撮影し、目的地に関するテキストを入力し、地図上の制御点をクリックするだけで、最適経路と説明文が自動生成される。

### 2. 提案手法

本システムは以下の処理フローで構成される。

#### （1）ユーザ入力の解析

まず、Gemini API（gemini-flash-2.0）を AI エージェントとして用い、ユーザのテキスト入力から目的地情報を抽出する。具体的には、①目的地の種類（例：避難所、レストラン）、②具体的

な地名、③ Google Maps 検索用キーワード、④ 最寄りの場所を希望するかどうか、を JSON 形式で出力する。この情報を基に Google Maps API を用いて目的地の GPS 座標を取得する。

#### （2）道路領域の認識

次に、Gemini-flash-2.5 を用いて手描き地図画像を解析し、道路領域のマスクを生成する。本研究の特徴として、マルチモーダル LLM の画像理解能力と文字認識能力を活用し、地図内のテキスト情報を手がかりとした道路認識を行う。例えば、「国道」という文字を含む矩形領域や、数字（道路番号）を含む矩形領域は建物ではなく道路として認識するようプロンプトを設計した。このように、人間が地図を読む際の経験知をプロンプトとして AI エージェントに伝達することで、道路認識精度の向上を図った。

#### （3）道路ネットワークの抽出

生成された道路マスクに対して骨格抽出アルゴリズムと BFS（幅優先探索）を組み合わせ、道路ネットワークをベクトルデータとして抽出する。

#### （4）実世界座標とのマッチング

抽出した道路ネットワークを実世界の道路ネットワーク（OpenStreetMap）と対応付ける。ユーザは地図上の制御点をクリックし（最大約 20 点）、対応する OSM 上の座標との対応関係を指定する。この対応関係に基づき仿射変換（Affine

Transformation) を適用し、手描き地図座標系と実世界座標系の変換を実現する。

### (5) 最適経路の生成

マッチングされた道路ネットワーク上で A\* アルゴリズムを用いて、現在地から目的地までの最短経路を算出する。最終的に、経路が描画された地図画像と経路の説明文をユーザーに提示する。

## 3. 実験・評価

31 枚の手描き地図を用いて本システムの評価実験を行った。評価指標として、道路識別精度、道路ネットワーク抽出成功率、実世界道路ネットワークとのマッチング成功率、および経路生成成功率を用いた。

## 4. 結論・今後の課題

本研究では、マルチモーダル LLM を活用した手描き地図からの自動経路生成システムを提案した。本システムの主な貢献として、①マルチモーダル

LLM の画像理解・文字認識能力を手描き地図の道路認識に初めて適用したこと、②人間の地図読解経験をプロンプト設計に反映し、地図記号（「国道」表記、道路番号等）の理解を実現したこと、③手描き地図と実世界座標の半自動対応手法を確立したこと、が挙げられる。

今後の課題として、以下の点が挙げられる。第一に、現在ユーザーは制御点の指定に最大 20 回以上のクリックが必要であり、この操作負担の軽減が求められる。第二に、特定の種類の地図（例：簡略化された略図、色彩の少ない地図）における認識精度の向上が必要である。第三に、ユーザーのクリックを必要としない全自動標定手法の実現を目指す。第四に、観光地図、防災地図、商店街マップなど、より多様な地図種類への適用範囲の拡大を検討する。

本システムは災害時の避難誘導や観光案内など、様々な場面での活用が期待される。