

D-017

シームレスな屋内ナビゲーションのための地図データのレイヤ化 Layering of Map Data for Seamless Indoor Navigation

埜口 良太†
Ryota Noguchi

石原 俊†
Shun Ishihara

原田 史子†
Fumiko Harada

島川 博光†
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

現在、カーナビやGPS携帯電話などの普及によりナビゲーションシステムが注目されている。既存のナビゲーションシステムでは、場所や状況を特定したものが多く、しかし実際の利用場面では状況は変化するため、状況に合った経路の提供が求められている。そのため周囲の状況に応じて最適な経路を提供するシームレスなナビゲーションシステムが必要である。

本論文では、目的地までの経路誘導や災害時の避難誘導など、さまざまな状況の変化が想定される屋内を対象としたシームレスなナビゲーションシステムを提案する。本手法は、基本的な地図グラフと特定状況を示すデータとを異なるレイヤとして分けて扱う。状況に応じて適切なレイヤを選択し、選択されたレイヤを合成してグラフを作成する。グラフ上で経路探索を行うことで、状況に応じた経路の提供を可能にする。

2. ナビゲーションシステムの現状

2.1 ナビゲーションシステムの種類

目的地までの経路案内をするために、ユーザのもつ携帯端末を利用したさまざまなナビゲーションシステムが開発されている。ナビゲーションシステムは大きく屋外と屋内のものに分けられる。屋外ではユーザの位置特定技術としてGPSなどが用いられる。屋外に対し、屋内についてはユーザの位置特定技術がまだ確立されていないため、確立された場合に、どのようなナビゲーションが提供できるかといった研究が行われている。例えば距離や混雑度などを考慮して目的地への経路誘導を行う通常時のナビゲーションや、経路の危険度などを考慮して出口への避難誘導を行う災害時のナビゲーションがある。

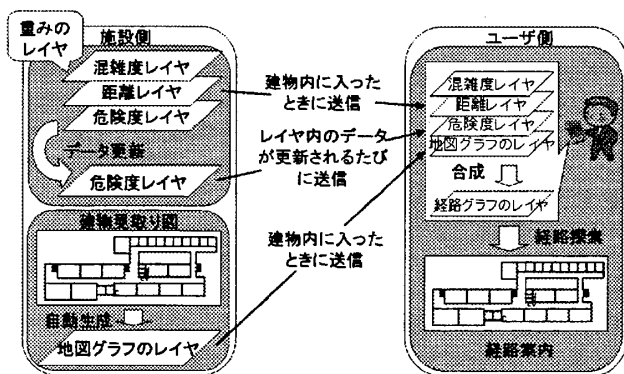


図 1: モデル概要図

†立命館大学 情報理工学部
‡立命館大学大学院 理工学研究科

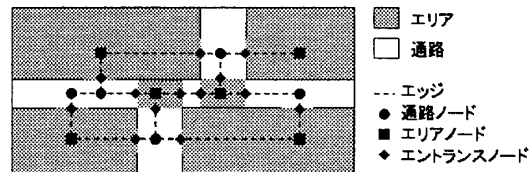


図 2: 建物見取り図の線分グラフ化

2.2 状況間でのシームレス化

屋内ナビゲーションでは災害時の避難誘導や、ショッピングにおける店舗への誘導などさまざまなアプリケーションが研究されている。避難誘導では経路の危険度、ショッピング時では混雑度のように状況によりさまざまなデータが地図上に表現される。場所や状況ごとに扱うデータやデータ形式が異なるので個別にアプリケーションが実装されている。そのためユーザは場所や状況（通常時や災害時など）が変わると別アプリケーションを起動しなければならず、ユーザの負担が大きくなる。屋外と屋内、車内と歩行といった場所間でのシームレスなナビゲーションについては [1] において研究がされている。しかしながら状況間でのシームレスなナビゲーション手法はまだ少ない。

3. 状況に応じた地図データの構築

3.1 状況ごとの地図データのレイヤ化

本論文では状況間でシームレスな屋内ナビゲーションを実現するため、基本的な地図グラフと状況に応じた重みとを異なるレイヤとして表現した図1のようなモデルを提案する。

地図グラフとは線分グラフ化された建物見取り図のことで、建物見取り図から生成される。状況に応じた重みとは混雑度や危険度などの特定状況下における特定経路の通りにくさを示す数値である。状況に応じた重みは重みのレイヤとして、地図グラフのレイヤの上に重ねられる。例えば火災時など混雑度と危険度が考慮されるべき状況下では、地図グラフのレイヤの上に混雑度レイヤと危険度レイヤが重ねられる。重ねられたすべてのレイヤは経路探索時に合成され、特定状況下で考慮されるべきすべての重みを考慮した経路グラフへと変換される。経路探索のたびに状況にあった経路グラフを作成し、経路グラフ上で探索を行うことで、状況間でシームレスなナビゲーションが可能となる。

3.2 各レイヤのデータと生成

各レイヤの内容とレイヤの生成手法について説明する。地図グラフは図2のように建物見取り図を線分グラフ化したもので表現される。

地図グラフは建物見取り図などの画像データの線分グラフ化によって生成される。

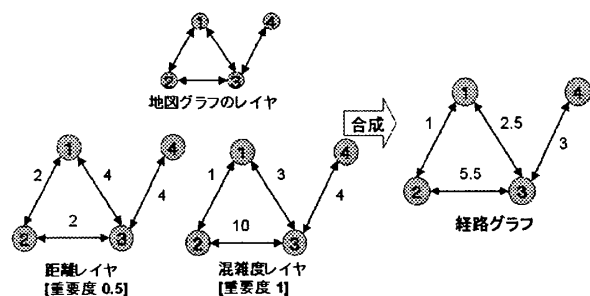


図 3: 重みの計算

建物見取り図の線分グラフへの変換について説明する。施設側が作成する建物見取り図は通路とエリアからなる。エリアとは部屋や店舗などの広さをもつ部分である。通路の交差部分も広さをもつエリアとして扱われる。地図グラフ生成時に、建物見取り図は以下の3種類のノードで再構築される。

- エリアノード … エリア内に1つ置かれる
- エントランスノード … エリアの各出入口に1つ置かれる
- 通路ノード … エントランスノードの前に置かれる

通路やエントランスは幅を持たないノード、エリアは広さを持ったノードとして区別される。図2はノードに区別をつけた線分グラフである。このような区別をつけて画像解析を行うことで地図グラフが生成されるので、人による作成ミスが減らすことができる。地図グラフのレイヤは建物内にユーザが入ったときに施設側からユーザのもつ携帯端末に送信される。

重みのレイヤについて説明する。重みのレイヤには地図グラフのすべてのエッジに対する重みが表示されている。重みは施設側の混雑度判定システムや防災システムなどから取得される。重みのレイヤは混雑度や危険度といった状況ごとに存在する。重みのレイヤも地図グラフのレイヤ同様、建物内にユーザが入ったとき携帯端末に送信される。また重みのレイヤ内の重みは動的に変化するため、更新されるたびに施設側から建物内にいるユーザの携帯端末へ再送信される。

3.3 レイヤ化された地図データによる経路探索

重みのレイヤの重なりを表すために、レイヤ自体に重要度をつける。重要度は0~1の実数で表される。重要度は0であれば重ねられていない、0以外であれば重ねられている状態を示す。重みのレイヤがユーザに送られるさい、レイヤの重要度も同様に送られる。重ねられたすべてのレイヤは経路探索を行うために最終的に経路グラフとしてひとつに合成される。経路グラフの合成方法について説明する。レイヤ i でのエッジ n に対する重みを w_n^i 、レイヤの重要度を l_i としたときの経路グラフ上のエッジ n に対する重みは(1)のように求められる。

$$\sum_{i=1}^k \frac{w_n^i l_i}{k} \quad (1)$$

表 1: 既存研究との比較

	本手法	既存手法
地図グラフの取得	半自動	手動
経路案内精度	粗い	細かい
情報量(データ量&計算量)	軽い	重い
対象	屋内	屋内外

例えば図3のように、「距離」のレイヤと「混雑度」のレイヤが重ねられているとする。「距離」レイヤ内のエッジ(1,2)の重みが2、「距離」レイヤの重要度が1で、「混雑度」レイヤ内のエッジ(1,2)の重みが4、「混雑度」レイヤの重要度が0.5であるとき、経路グラフのエッジ(1,2)の重みは $(2 \times 0.5 + 1 \times 1) / 2 = 1$ となる。経路探索はユーザの現在地を始点、目的地を終点としてDijkstra法を用いて行われる。ユーザの現在地と目的地のノードの種類で始点と終点は変化する。目的地がエリアである場合、ユーザはそのエリアの出入口まで案内される。ユーザの現在地がエリア内の場合、各出入口から目的地までの経路探索が行われる。経路探索後、すべての出入口からの経路に対する重みの和がユーザに知らされる。ユーザは経路と重みの和から任意の出入口を選択する。

4. 評価

既存手法[2]との比較を行うことで本研究の有用性を考察する。比較した結果を表1に示す。

既存手法は地図をメッシュ化し、すべての区画をノードとして扱う。メッシュ化は経路探索の精度を向上させる反面、データサイズや経路探索時の計算量などを増大させる。これらの問題は、災害時など刻一刻を争う状況での屋内ナビゲーションを実現するうえで大きな障害となる。それに対して本手法は線分グラフ化することで、データサイズや経路探索時の計算量を低く抑えている。メッシュ化と比べて経路探索の精度は粗いが、屋内ナビゲーションにおいては建物構造の単純さより、本手法は既存手法に比べ大きな差はないと考えている。

5. おわりに

本論文では、基本的な地図グラフと状況に応じた重みとを異なるレイヤとした屋内ナビゲーション手法を提案した。本手法によって周囲の状況の変化に対応したシームレスなナビゲーションが可能となる。今後は、状況に応じた地図データの実装と本手法の有用性の検証を行う予定である。

参考文献

- [1] 小暮聡, 菅原敏, 下垣豊, 飯田勝義, 富田仁志. “シームレス位置情報の地域公共分野への適用”, 日立評論 2008年3月号
- [2] 上田真由美, 西出亮, 日裏博之, 川端将之, 上島紳一. “利用者コンテキストウェアな歩行者ナビゲーションシステムの提案と利用可能性”, 日本データベース学会 Letters, Vol.4, No.1, pp.65-68, Jun.2005.