

地図空間における特定時間内での到達可能エリアのグラフィカル表示 The graphical display of map area which can be reachable in specific time

沢柳 佑 † 濱川 礼 ‡
Yuh Sawayanagi Rei Hamakawa

1 概要

ユーザが時間に余裕をもって現在地から目的地に向かう際に、経路可能なエリアを可視化する手法を提案する。また、そのシステムを開発し、計算時間について評価を行った。

2 背景と目的

経路探索において、最短経路を求めるアルゴリズムについては多くの研究がなされている[1-4]が、ユーザが時間に余裕を持って目的地に向かうような場合に余った時間を有効に活用して目的地以外の地点を経由しながら目的地に到着させるような経路探索は、現実には必要とされる場面が多くあるものの行われてはいない。

例えば、ユーザが現在地 S から目的地 G に向かう時の最短経路での到達時間が 20 分だったとする。しかし、ここでユーザが 60 分後に G に到着したいと考えた時、ユーザは余りの 40 分をどう過ごせばよいだろうか。

一つの有力な方法は S から G に至る途中でいくつかの地点を決め、その地点を経由した経路を進むことで 60 分後にちょうど G に到達するような経路探索を行うことである。複数点を経由した経路探索には丸山ら[3]や稲垣ら[4]の手法が有効である。しかしながら、そのような複数点を経由した経路を求めるにはあらかじめ経路地点を決める必要があり、また最短経路は求められるが与えられた時間を使い切る経路探索はできない、といった問題がある。

そこで本研究ではユーザの現在地 S から G の間で経路可能な地点を計算してグラフで可視化し、 S が移動するたびに動的に更新する(図1)。このグラフに従って移動することであらかじめ固定されることのない幾つかの地点を経由しながら、与えられた時間を使い切って目的地に到達することが可能となる。これによりユーザはどこまでの地点を時間内に経路できるのかをあらかじめ知ることができるようになる。

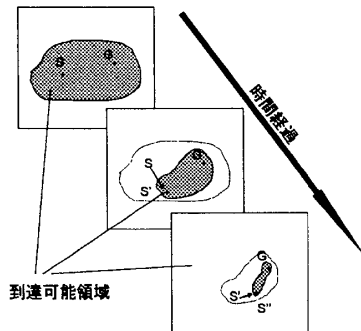


図1. 動的な到達可能エリアの更新

3 手法

到達可能エリアの計算と図示を行うための手法を示す。ここでのグラフはコスト付きの無向グラフとなり、コストは各ノード間のユークリッド距離としている。

- ① N 個のノードの集合 V 、辺の集合 E からなるコスト付き無向グラフ $G(V, E)$ があるとする。 V の中で現在地となるノードを v_S 、目的地のノードを v_G とする。
- ② v_S から v_G に到達するまでにどれだけの余裕があるかを示すコストとして、 t を与える。
- ③ v_G から各ノードへの最小コストをダイクストラ法にて求める。
- ④ v_S から各ノードへの最小コストをダイクストラ法にて求める。
- ⑤ v_S から v_G への最小コストが t より大きい時、 v_S から v_G はコスト t の範囲内で到達不可能であるとして処理を中止する。
- ⑥ グラフ $G(V, E)$ 中の各ノード v_i について、 v_S から v_i までの最小コストと v_i から v_G までの最小コストを足し合わせ、 v_S から v_i を経由して v_G に到達するまでの最小コスト $C_i (i=1, 2, \dots, N)$ を計算する。
- ⑦ C 中の i 番目のノードのコスト C_i が $t \geq C_i$ となる時、ノード V_i を到達可能地点のリスト P に加える。
- ⑧ ノード v_A, v_B が $t > C_A$ か $t < C_B$ となる条件で隣接している時、 v_S から v_A, v_B 間のある点を経由して v_G に向かう時にちょうどコストが t となるような点 v_k を求める。これは v_A, v_B の 2 点を通る直線の方程式から求められる(図2)。求められた点 v_k を新たにノードとして P に加える。
- ⑨ P から、新たなグラフを作成し、到達可能エリアとして図示する。

ここで、 S の移動によりグラフを再計算する場合は、①から③の処理(v_G から各ノードへのコストの計算)は必要無い。よって、④から⑨までの処理を行うだけでよい。

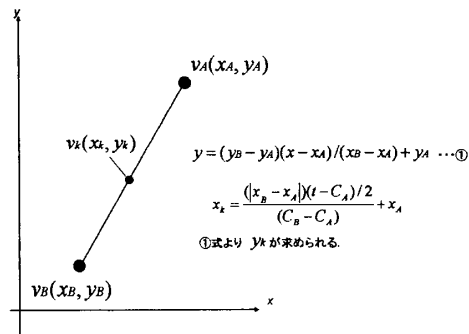


図2. 2点間上の v_k のプロット

† 中京大学 大学院 情報科学研究科
‡ 中京大学 情報理工学部

4 出力結果と評価

本手法の有効性を評価するために、実際の地図データを用いて到達可能エリアの表示と計算時間の評価を行った。

地図データには国土地理院発行の数値地図 25000[5]の愛知県瀬戸市の道路区間および道路接点データを用いた。道路接点数は 4,367 個となる。この道路接点をノードとして、本手法での計算を行った結果の例が図3である。この図では時間が経つにつれ S が移動し、 t が減少することでグラフが収束していく様を示している。薄い黒線が地図グラフ、濃い黒線が到達可能なエリアのグラフである。現在地および目的地は黒丸で示されている。

次に、本手法による計算時間について評価を行った。図4のグラフは $S-G$ 間の最小コストを 52,101,151,201,250 とした時の、 t の増加に伴う計算時間の変化を示している。図4より、 t が増えるごとに計算時間が大きく増え、 $t=270$ 周辺で約 7,500ms 程度に収束することが判明した。これはダイクストラの計算が全ノードに及んだためである。ここでの計算時間は手法で示した①~③も含めたものであり、 S が移動した場合にグラフを再計算する場合は①~③の処理が割愛できるため計算時間はおおよそ半分となる。よって、 S が移動した際にはおおよそ 3,250ms 程度でグラフの再計算が可能であると予測できる。

なお計算環境は OS が Windows XP Professional SP2, CPU が Intel Core2 CPU T5500@1.66GHz, メモリが 2,038MB である。

結論として本手法により、与えられた時間内にユーザが経路できるエリアの可視化と、ユーザの移動に合わせたエリアの更新が可能であると実証された。

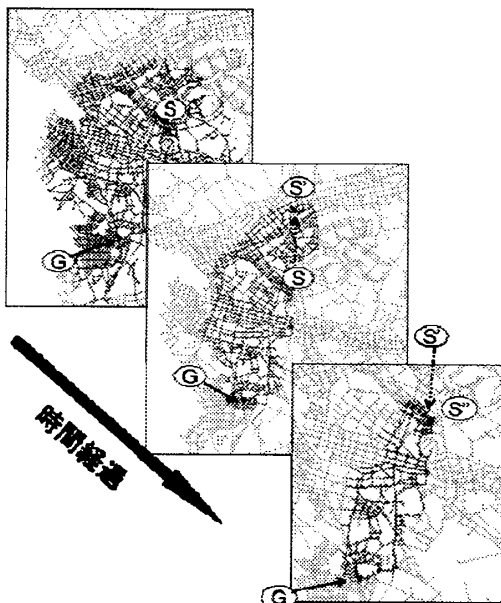


図3. 到達可能領域の計算例

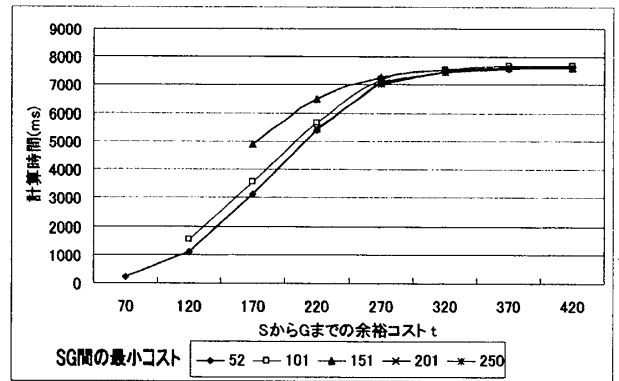


図4. t の増加による計算時間の変化

5 今後の課題

今後の課題として、今回可視化したグラフは網の目のようなグラフとなったが、ユーザには多角形で囲まれたエリアを表示したほうがより理解しやすい可能性がある。その為、到達可能なノードの外周を囲む多角形を計算することで到達可能エリアを示す。

また到達可能地点のグラフは常に最短のルートを通った時のグラフとなるため、ユーザが到達できるつもりで向かっていても、最短経路を通らないと時間内に到達できないという場合が存在する。その為、ユーザが明示的に向かう地点を示した時にはその地点への最短経路を別に表示しなければならない。

更に、今回は道路データを無向グラフとし、ノード間の距離をそのままコストとして扱ったが、実際の道路は一方通行の存在や渋滞の発生による到達時間のずれがある。よって、より現実に即したナビゲーションを行うために道路状況を考慮した有向グラフを用い、また VICS[6]から渋滞や工事の情報を取得する。

最終的には GPS を用いてユーザの現在位置を観測し、カーナビゲーションシステムや携帯電話に搭載して自動車や歩行者が使用した場合の有用性や差異について検証する。

参考文献

- [1] 中村友洋, 狩野均: GAを用いたカーナビのための動的経路探索, 情報処理学会 第60回全国大会, 5V-08 (2000.3)
- [2] 平石 広典, 大和田 勇人, 溝口 文雄: 実用的な経路計画生成のための時間制約付きヒューリスティック探索, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.11, pp. 4021-4029
- [3] 丸山敦史, 柴田直樹, 村田佳洋, 安本慶一, 伊藤実: 複数目的地を時間制約付きで巡回するための経路探索アルゴリズム, 協調とモバイル (DICOMO2003) シンポジウム, pp. 469-472, (June 2003)
- [4] 稲垣, 長谷山, 北嶋: 遺伝的アルゴリズムを用いた複数経路点を伴う経路探索法, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J83-D-I, No.5, pp504-507(2000)
- [5] 数値地図 25000(<http://sdf.gsi.go.jp/>)
- [6] VICS (<http://www.vics.or.jp/>)