

日本全国の道路網を対象とした各種経路探索 の手法とその評価

8Q-2

加藤誠巳 大西啓介
(上智大学理工学部)

1. まえがき

日本全国のように大規模なネットワークに対し、経路探索を行う場合、ドライバに分かりやすい経路を短時間で提供することが要求される。分かりやすい経路とは、支線をあまり通らず右左折の少ない経路である。このような経路を得るためには、ネットワークを階層化することが考えられるが、出発地と目的地の距離が近い場合、この階層化経路探索は適当でない場合がある。本稿では、日本全国のようにネットワークが大規模で、全体の形状が細長い場合に対し、ダイクストラ法、A*アルゴリズム、階層化経路探索法 [1] の評価を行なった結果について述べる。

2. 対象とするネットワーク

対象とするネットワークは、日本デジタル地図協会の日本全国の基本道路レベルおよび高速道路等の取り付け道路を、経路探索用に1つのネットワークに統合したものである。この場合、ノード数は227,268個、有向リンク数は523,330本である。また、階層化経路探索で使用した主要幹線ネットワークのノード数は14,853個、有向リンク数は27,798本である。

3. 経路探索法の比較

3.1 対象とした経路探索法

道路網の経路探索に適用できる以下の4つの探索手法について比較検討を行う。ここでダイクストラ法に関しては、バケットを用いたものとヒープを用いたものとは別の手法として扱っている。

- ① ダイクストラ法 (バケット)
- ② ダイクストラ法 (ヒープ)
- ③ A*アルゴリズム
- ④ 階層化経路探索法

これらの番号は以下の表で用いる番号と対応づけられている。

3.2 評価コスト

経路の評価コストとして、時間と距離を扱う。評価コストを時間とした場合、各リンクのコストは、リンクの距離をそのリンクの制限速度で割った値とする。

3.2 探索結果および比較検討

表1は日本の端から端まで(出発地:大隅半島、目的地:知床岬)の経路探索を行ったときの、探索されたリンク数と探索に要したCPU時間(秒)である。コンピュータには、20Mipsのワークステーションを用いた。

表1 大隅半島から知床岬

	探索法	リンク数	CPU時間(秒)
時間	①	516,464	13.87
	②	516,464	44.97
	③	515,722	100.50
	④	25,749	3.94
距離	①	516480	22.24
	②	516480	35.77
	③	513141	99.21
	④	25749	2.78

均一なネットワークの場合、ダイクストラ法は出発地から同心円状に、A*アルゴリズムは目的地に向かって洋梨形に探索領域を広げるが、日本の端から端までのような場合には、どちらもネットワーク全域にわたって探索を行ってしまう。従って探索法①、②と③の探索領域はほぼ同様となる。また、階層化経路探索法も、ほぼ日本全域にわたって探索を実行するが、探索の対象が上位の階層である主要幹線にしばられるため、探索されるリンク数は少なくなる。探索時間も階層化経路探索法が、最も有利といえる。A*アルゴリズムに時間がかかるのは、探索中に各ノードから目的地までの推定コストを計算しなければならないためであ

る。ダイクストラ法においてヒープ法がバケット法より時間を要するのは、バケット法の操作の手間が1であるのに対し、ヒープが $\log n$ の操作を要するからである。

階層化経路探索法で求めた最小コスト経路を図1に示す。実線で描かれた経路の評価コストが距離で、破線が時間である。階層化経路探索法は途中区間に支線を用いないため、経路が煩雑にならず分かりやすい。

表2は東京駅から大阪駅までの経路探索の結果である。

表2 東京駅前から大阪駅前

	探索法	リンク数	CPU 時間 (秒)
時間	①	275,756	7.01
	②	275,818	21.48
	③	158,044	30.04
	④	14,274	1.86
距離	①	290,818	9.33
	②	290,818	21.36
	③	149,944	28.35
	④	14,914	1.84

表2をみてもやはり階層化経路探索法が最も優れていることがわかる。しかし、出発地と目的地が近い場合にはすべてに支線を用いた方がよい場合があるので、常に階層化経路探索法が良いとは言えない。

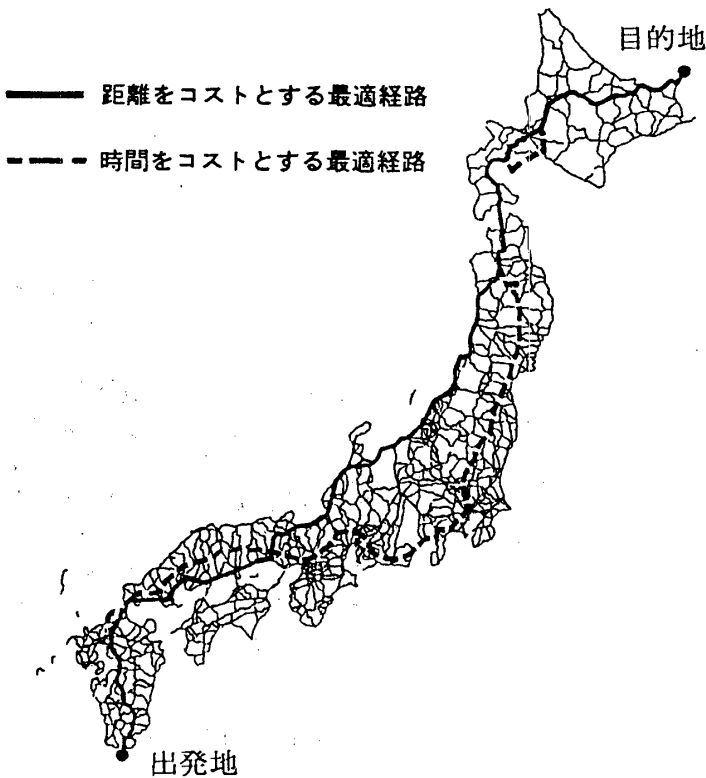


図1 大隅半島から知床岬

従って、出発地と目的地が遠く離れている場合には階層化経路探索法を、近い場合には途中区間を支線も使う経路探索法を使用すれば良いといえる。そこで近い場合として、探索法の①~③のうちどれが優れているか比較してみる。出発地と目的地が近い例として、四谷見附から関越線馬インタまで探索した結果を表3に示す。

表3 四谷見附から関越線馬インタ

	探索法	リンク数	CPU 時間 (秒)
時間	①	27,803	1.14
	②	27,771	2.00
	③	12,576	2.42
距離	①	19,894	0.96
	②	19,894	1.47
	③	1,373	0.64

評価コストを距離とした場合、A*アルゴリズムはダイクストラ法に比べ探索リンク数で約1/15となるのに、探索時間の有意な減少は認められない。このように探索リンク数に比べ、探索時間があまり小さくならないのは、地球を球で近似したときの曲線距離を推定コストとしているため計算に多くの時間を要しているからである。その計算を直線近似で行えばかなりの高速化が見込まれる。

4. むすび

日本全国のような大規模なネットワークにおいては、探索時間、経路の分かりやすさの面から階層化経路探索法が良いことがわかった。しかし、出発地と目的地が近い場合には、すべて支線で行った方がよいこともあるので、その場合には、探索領域が小さくてすむA*アルゴリズムが適している。従って、出発地と目的地の距離がある一定値(経験的に30km程度)未満の場合はA*アルゴリズム、それ以上の場合は階層化経路探索法を用いれば良い。最後に有益な御討論戴いた、本学マルチメディアラボの諸氏に謝意を表す。

参考文献

[1] 加藤誠巳, 大西啓介: "階層化されたデジタル地図データベースに基づく都心部自動車用経路案内システム", 信学技報, DE89-24(1989).