

神戸大学大学院 学生員 ○小堀 雅嗣

神戸大学大学院 正会員 朝倉 康夫

神戸大学大学院 学生員 片山 哲平

1. はじめに

GPS などの位置観測機器の発達によって、手軽に正確かつ膨大な量の交通データを得ることができるようになった。これに伴い、経路選択に関する実験や調査では、その実験領域が大きくなり、領域に含まれる経路の数も膨大なものになってきている。しかし、経路選択の際に人が考える経路の数は、2・3通り、多くて5通り程度であると思われる。そのため、経路選択行動を分析する際には、実験領域に含まれる多くの経路から、実際に利用される経路もしくは代替経路として考えられる経路を経路選択枝として抽出することが必要となってくる。だが、経路選択枝の作成は、漠然とある経路から適当に経路を選んできていいというわけではない。実際の経路の中には、起点・目的地との位置関係やその経路の性質上、使用できない経路であったり、使用するのに適当でない経路であったりする経路が存在しており、それらの経路を経路選択枝とすることは避けつつ、経路選択枝を作成する必要がある。

以上のようなことを背景として、本研究では、利用するのに適当である複数の経路を交通ネットワークから抽出し、さらに抽出した経路から利用可能な経路選択枝集合を生成する手法を開発することを目的とする。

2. 本研究の全体構成

フルネットワークから経路選択を行う際に用いる選択枝集合を生成する過程を図-1 に示すように大きく2つの段階に分けて考えた。【Step1】では、第 K 番目最短経路探索法¹⁾と Gateway Shortest Path 探索法^{2), 3)}の二つを用いて、フルネットワークから複数の経路を抽出する。【Step2】では、【Step1】で抽出した経路集合を、重複率による経路のグループ分けの方法¹⁾や MinMax 法^{2), 3)}を用いて、グループ分類や経路選択枝集合の縮小を行う。

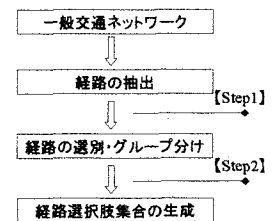


図-1 全体構成図

3. 各手法の基本アルゴリズムと特徴

【Step1】における第 K 番目最短経路探索法は、一般交通ネットワークから複数の経路を、その経路コストが小さい順に抽出する手法である。特徴としては、Dijkstra 法のアルゴリズムが適用できること、重複の多い比較的似たような経路が抽出されやすいこと、第 K 番目最短経路を確定する際に、曲がり角回数制限などの経路探索条件を付加できることなどが挙げられる。Gateway Shortest Path 法は、最短経路上にない1点以上のゲートウェイノードを必ず通過する経路のうち、最短の経路を探索し抽出する手法である。特徴としては、Dijkstra 法のアルゴリズムが適用できること、ループを含む経路や起終点から大きく外れたノードをゲートウェイノードとする経路など代替経路にふさわしくない経路が抽出される可能性があること、異なるゲートウェイノードにもかかわらず同じ経路が抽出される可能性があることなどが挙げられる。【Step2】における重複率による経路のグループ分けの方法は、抽出された経路のうち、経路コストの小さいものから基準経路とし、基準経路とほかの経路との重複率を用いて、重複率がある値以上の経路は基準経路と同じグループとしてまとめる手法である。特徴としては、抽出された経路を、もとの経路数以下のグループ数に分類すること、重複率以外の指標（ex. 類似度・面積率）を用いることで異なるグループ分類が行えることなどが挙げられる。MinMax 法は、類似度などの指標を用いて経路選択枝として抽出されたすべての経路から、さらに細かく選別することによって指定した経路数まで限定していき、経路選択枝集合に含まれる経路数を減らしていくという手法である。特徴としては、経路の数を減らして代替経路としての経路選択枝集合を作成すること、類似度の計算式に含まれるパラメータを変えるだけで異なる経路選択枝集合を容易に作成する

ことができること、類似度以外の指標 (ex. 重複率・面積率) を用いることで異なる経路選択肢集合を作成することができるなどが挙げられる。

4. 仮想ネットワークにおける検証と各手法の組み合わせの比較

今回は図-2に示すような仮想ネットワークを用いて作成したプログラムの検証と、経路抽出段階における2つの手法と経路選択肢集合生成段階における2つの手法を組み合わせた4通りの経路選択肢集合生成に対する特性比較を行う。組み合わせは、①第K番目最短経路探索法と重複率による経路のグループ分けの方法、②第K番目最短経路探索法とMinMax法、③Gateway Shortest Path探索法と重複率による経路のグループ分けの方法、④Gateway Shortest Path探索法とMinMax法とする。

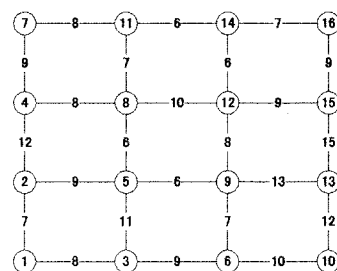


図-2 仮想ネットワーク図

各手法の実行条件を以下に示す。第K番目最短経路探索法は、 $K=40$ 、もしくは第K番目経路の経路コストが最短経路の経路コストの1.5倍より大きくなるとプログラムを終了する。Gateway Shortest Path探索法では、ネットワーク上にあるすべてのノードについて経路を探索し、探索した経路で同じノードを2回通る経路は削除する。重複率による経路のグループ分けの方法では、重複率が60%を超えるものは同じグループとして、グループ内で最短な経路を代表経路とする。MinMax法では、抽出経路数を5とする。

経路抽出における手法のプログラム実行結果を表-1に示す。また、表-2、表-3、表-4に各組み合わせによって作成された経路選択肢集合の結果を示す。表-1より、第K番目最短経路探索法では、抽出されるはずの20通りのうち18通りしか抽出されていないことがわかる。これは、プログラム実行過程での第K番目最短経路候補の追加の際に、探索した経路が既存していた場合、既存経路を使用することとし、重複する経路とその経路を作成した仮ネットワークを使わないようにしたためである。仮ネットワークからしか生まれてこない経路が探索されないからである。その他の問題点として、類似度の計算に用いるパラメータや重複率の判断基準値などの値の設定が必要であることが挙げられる。次に組み合わせの結果について検討する。①の結果では経路選択肢集合としてあまりにも経路の数が多いと思われる。また、②の組み合わせで得られた経路のほとんどがノード番号5・9・12を含んでいる経路であるので、経路選択肢集合としては不適切であると考えられる。③と④の組み合わせでの結果は、各経路の重複も少なく集合に含まれる経路数も5。

6通りと妥当であると考えられるので、代替経路選択肢集合として妥当であると考えられる。したがって今回用いたネットワークでは、4つの組み合わせの中で③もしくは④の組み合わせが良いと考えられる。

表-1 経路抽出の結果

N	経路通過ノード	コスト	第K番目最短経路探索法	Gateway Shortest Path法
1	1→2→5→8→11→14→16	42	1	1
2	1→2→5→9→12→14→16	43	2	6
3	1→3→6→9→12→14→16	45	3	4
4	1→3→5→8→11→14→16	45	4	2
5	1→2→5→8→11→14→16	45	-	-
6	1→3→5→9→12→14→16	46	5	-
7	1→2→4→8→11→14→16	47	6	3
8	1→2→5→9→12→15→16	48	7	9
9	1→3→5→8→12→14→16	48	-	-
10	1→2→4→7→11→14→16	49	8	5
11	1→2→5→9→12→15→16	50	9	-
12	1→2→4→8→12→14→16	50	10	-
13	1→2→5→8→12→15→16	50	11	-
14	1→3→5→9→12→15→16	51	12	-
15	1→3→5→8→12→15→16	53	13	-
16	1→2→4→8→12→15→16	55	14	-
17	1→2→5→9→13→15→16	59	15	8
18	1→3→6→9→13→15→16	61	16	-
19	1→3→5→9→13→15→16	62	17	-
20	1→3→6→10→13→15→16	63	18	7

(各手法の下にある数字は探索した順番を表す。)

表-2 ①の結果

代表経路	その他の経路	代表経路	その他の経路
Group1	1, 4, 7	Group6	13, 15
Group2	2, 6, 8	Group7	14, 19
Group3	3, 11	Group8	17, 18
Group4	10, -	Group9	20, -
Group5	12, 16		

表-3 ③の結果

代表経路	その他の経路	代表経路	その他の経路
Group1	1, 4, 7	Group4	2, 8
Group2	3, -	Group5	20, -
Group3	10, -	Group6	17, -

表-4 ②・④の結果

	経路の番号(N)
②の結果	1,2,6,8,11
④の結果	1,2,3,8,10

【参考文献】1) 柊元淳平, 塚井誠人, 奥村誠; “代替経路を考慮した都市間鉄道・航空機関分担モデル” 土木学会第57回年次学術講演会 (平成14年9月), 講演集, IV-428 2) 片山哲平; “交通ネットワーク上の代替経路作成”, 愛媛大学・神戸大学・熊本大学合同ゼミ発表 (2002/08/10), 発表資料 3) Vedat Akgun, Erhan Erkut, Rajan Batta; “On finding dissimilar paths”, European Journal of Operational Research 121 (2000) 232-246