

道路交通容量を考慮した最短経路数え上げ問題

—名古屋市内の渋滞分析—

2004MM037 木下龍一

指導教員: 佐々木美裕

1 はじめに

愛知県は交通手段の中で自動車に依存する割合が高い地域である。第4回中京都市圏パーソントリップ調査 [1] によれば、中京都市圏の人々の約6割が普通の生活で自動車を利用するという結果が出ている。このような現状により、愛知県では交通渋滞が問題になっている。また、渋滞は環境問題だけでなく経済的にも問題であり、愛知県の1km当たり渋滞損失額は年間1億5,200万円で全国第5位である [2]。

本研究では、実際の道路網における混雑度評価を行うためのアプローチとして、最短経路数え上げ問題を取り上げる。その応用として需要を考慮した最短経路の数え上げや、道路交通容量を考慮した最短経路の数え上げについて研究を進める。さらに、これらの方法を用いて愛知県の中心部である名古屋市の道路網について混雑度評価を行う。

2 最短経路数え上げ問題(SPCP)

最短経路数え上げ問題(the Shortest Path Counting Problem, 以下SPCPと呼ぶ)とは、次のような問題である。

与えられたネットワーク上で任意の2頂点間の距離が最小となる最短経路を求める。頂点の個数を n とすると、このような最短経路は全部で $n(n-1)$ 本存在する。ネットワーク上のそれぞれの枝が、これら $n(n-1)$ 本の最短経路を構成する枝として何回使われたかを全て数え上げ、その数え上げられた回数をそれぞれの枝の「最短経路の重み」とする。このようにネットワーク上の全ての枝の重みを求める問題をSPCPと呼ぶ [3]。

2.1 需要量や容量を考慮したSPCP

今までのSPCPの研究では、理論的研究が中心で実データを用いた応用研究は少ない。また、ネットワーク上の全点对間に需要が一樣に発生すると仮定して数え上げるのが一般的であるが、実際の交通需要にはばらつきがあり、交通需要が発生しない2頂点間が存在する場合も考えられる。さらに、実際の道路には容量があり、容量を超過した枝を数え上げることは実際の道路の状況とは異なる。

そこで本研究では、名古屋市を例とし町丁目間の需要量や道路交通容量を考慮して最短経路を数え上げることに、渋滞分析を試みる。また、実際の道路ネットワークを用い、名古屋市の町丁目の代表点間を交通需要が発生するODペアとする。名古屋市の町丁目の人口データを用いて需要を考慮したモデル、道路の交通容量を考慮したモデルを提案し、従来のSPCPで得られた結果と比較する。

3 名古屋市道路網での実験

国土地理院の数値地図25000(空間データ基盤) [4] を使って、名古屋市道路網を作成する。作成した道路ネットワー

クはノード数が57845、リンク数が89302である。

各モデルの結果は枝の数え上げ回数で5段階に分け、それぞれクラス1~クラス5で表現する。例えば表1で見ると、クラス1は0回~3,000回数え上げられた枝が61335本存在することを意味する。また、結果を図で可視化する。

3.1 重力モデルの実験結果

需要を考慮するため、町丁目の代表点間に重力モデルを適用しOD間の需要を予測する。結果を表1、図1に示す。

表 1: 重力モデルによる数え上げ回数の分布

クラス	FROM	TO	枝の数	割合(%)
1	0	3000	61335	68.7
2	3001	10000	14846	16.6
3	10001	20000	7212	8.1
4	20001	40001	4368	4.9
5	40001	-	1541	1.7

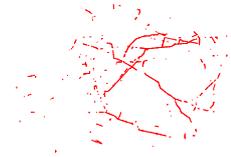


図 1: クラス5の枝(重力モデル)

3.2 道路交通容量を考慮したモデルとその結果

容量を考慮するため、道路交通容量と交通量から旅行時間を導き出すBPR関数 [5] を用いる。BPR関数を以下に示す。

t_a : 枝 a の単位旅行時間(分/km),

t_{a0} : 枝 a の単位距離当たりの自由走行時間(分/km),

q_a : 枝 a の時間交通量(台/時),

c_a : 枝 a の時間交通容量(台/時),

α, β : パラメータ,

$$t_a = t_{a0} \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{q_a}{c_a} \right)^\beta \right\}. \quad (1)$$

枝 a の時間交通容量 c_a とは、1時間に枝 a を通過できる車の台数の最大値である。また、本研究で用いた時間交通容量は、基準交通容量に沿道条件の補正を行ったものである。基準交通容量とは、どの道路交通容量を算定する場合

にも基準となるものである [6]. この t_a を距離の代わりに枝の重みとして、ダイクストラ法により時間を最小にする最短経路を算出し、最短経路の数え上げを行う。また、全ODペアの最短経路数え上げ中に、各枝が何回数え上げられたかという情報を記憶する。そして、各枝が数え上げられた回数を、その枝の交通量としてBPR関数により所要時間を導く。よって、数え上げられた回数が大きくなれば枝の所要時間は増加し、数え上げられた回数が交通容量より多い枝を避ける迂回路が発生すると考えられる。

道路交通容量を考慮して最短経路を数え上げた結果を表2、図2、図3に示す。また、従来のSPCPの結果は表3、図4、図5である。

表 2: 容量を考慮したモデルの数え上げ回数の分布

クラス	FROM	TO	枝の数	割合(%)
1	0	1000	37984	42.5
2	1000	5000	41332	46.3
3	5000	10000	7249	8.1
4	10000	15000	2174	2.4
5	15000	-	563	0.6



図 2: クラス3~5の枝(容量を考慮したモデル)



図 3: クラス5の枝(容量を考慮したモデル)

4 おわりに

本研究では、実際の道路網における混雑度評価の方法としてSPCPを取り上げた。重力モデルによるOD間の需要を考慮したモデル、道路交通容量を考慮したモデルと従来のSPCPそれぞれを町丁目を代表点として最短経路の数え上げを行い比較をした結果、従来のSPCPでは、ネットワークの中心部付近の重みが高いという結果になったのに対し、道路交通容量を考慮したモデルでは、道路上の橋が重みが高いという結果になった。また、これらのモデルは道路上の総需要量が等しいにも関わらず、クラス1とクラス2の結果は表2の方が表3よりも偏りが小さい。これは道路の交通容量を考慮したモデルでは、容量を超過した枝

表 3: 従来のSPCPの数え上げ回数の分布

クラス	FROM	TO	枝の数	割合(%)
1	0	1000	65827	73.7
2	1000	5000	13458	15.1
3	5000	10000	4589	5.1
4	10000	15000	2045	2.3
5	15000	-	3383	3.8



図 4: クラス3~5の枝(従来のSPCP)



図 5: クラス5の枝(従来のSPCP)

を避ける迂回路の結果が反映されていると考えられる。

実際の道路網では道路には容量が存在し、OD間の需要が一様ではないことから、本研究で紹介したモデルのように道路交通容量を考慮し、実際のOD間の需要を当てはめれば、SPCPによって渋滞分析が可能であると考えられる。

参考文献

- [1] 中京都市圏総合都市交通計画協議会: 第4回パーソントリップ調査(平成13年実態調査), 2003.
- [2] 国土交通省: 道路IR 整備効果事例/道路関係データ.
- [3] T. Oyama and H. Morohosi: Applying the shortest-path-counting problem to evaluate the importance of city road segments and the connectedness of the network-structured system, *ITOR*, pp. 555-573, 2004.
- [4] 国土地理院: 数値地図(空間データ基盤)の閲覧(試験公開), <http://sdf.gsi.go.jp/>.
- [5] 松井 寛, 藤田 素弘: 高速道路を含む都市圏道路網における利用者均衡配分モデルの実用化に関する研究, 土木学会論文集, 第653巻, pp. 85-94, 2000.
- [6] 国土交通省関東地方整備局: 平成17年度道路交通センサス, 調査の概要, http://www.ktr.mlit.go.jp/kyoku/road/ir/census_h17/.