

地理情報システムを用いた微視的交通量推定の研究

Development of a system estimating micro-scale traffic using Geographic Information

学籍番号 s07601 氏名 笠原 太郎

指導教員 島川 陽一

1. はじめに

駅と自宅・企業間の徒歩や自転車の交通は端末交通と呼ばれる。コンビニエンスストア等の出店計画では、端末交通量の多い地点にそれらを設置することで、より効率的にサービスの提供を行うことができる。また、交通量の多い所に警察官や交番を配置すれば、防犯対策に使用できる。精度の高い端末交通量の情報は行政や治安等の社会行政に有用である。しかし、交通量を求めるための実態調査は調査費用が大きく、サンプル調査も精度の点で問題がある。そのため地区内の端末交通量を推定する研究が取り組まれている。

筆者らはデジタル地図と空間統計情報を使用し、微視的な交通量を求める手法を提案している(島川・他(2007))。この研究では、国勢調査等で得た社会統計の町丁目の居住・就業人口と駅の乗降者数から交通需要を推計し、対象地域の細街路に配分することで端末交通を計算している。駅と居住地・就業地間の通勤・帰宅交通を仮定する推計法である程度良好な推測が可能であることを示した。

一方、この研究では問題点も明らかになった。対象地区の交通には、通勤・帰宅以外に自宅と商業施設間、自宅とレジャー施設間などの様々な交通が考えられる。筆者らの手法ではこれらの交通は考慮されていないため、全体として交通量は過小推計される。また、場所によって推定精度の分散が大きく品質の点でも問題がある。駅を中心にした放射状の道路では良好な精度であるが、環状の道路での推定精度は良いとは言えず、対象領域の境界では推定精度は大きく下がる。本稿では、この問題を解決するため、調査地点の現況交通量を使用した修正モデルを提案する。

2. 徒歩交通量を求めるシステムの構成

システムは初期交通量を推定するモデルと得られた結果を修正する交通量修正モデルの2つのサブシステムで構成される。

初期交通量推定システムは、島川・他(2007)により既に提案されているシステムで、駅乗降者や人口等の社会統計データとデジタル地図データから交通量を推定する。このシステムは道路ネットワーク抽出システム、交通需要予測システム、経路別交通量予測システムで構成される。

道路ネットワーク抽出システムは、デジタル地図データからノードとリンク情報を抽出する。交通需要予測システムは、駅の乗降者数と住居・就業人口を使用して、駅から目的地までの移動人数を求める。このシステムの結果を入力として、経路別交通量予測システムでは歩行者の経路別交通量を計算する。

初期交通量推定システムは、通勤・帰宅交通を前提に交通量を推定するシステムであるため、日中の交通を考慮しない点に問題がある。本稿では、交通量修正モデルを提案する。現況交通量と経路別交通量との差は日中の交通と仮定する。提案するシステムは初期交通量推定システムで得た経路別交通量と調査地点の現況交通量を入力データとし、この誤差を最小にするように地域全体のOD交通量を修正する。以下では、修正モデルについて説明する。

3. 観測リンク交通量による修正モデル

OD交通量の推定に関する研究は多数行われている。ほとんどのモデルは自動車OD交通量を広域ネットワークにおいて推定す

るモデルである(飯田・高山・金子(1987))。本稿ではその徒歩交通量の修正モデルを定式化するので、その特性から以下が考慮される必要がある。

①費用の関係から調査地点は多数設置できない。

②対象地域の総交通量はわからない。

道路ネットワーク $G=(E,V)$ において、 E は道路リンクの集合、 V はノードの集合とする。交通の起終点ペアを $OD(i,j)$ とする。以下より、 i は交通の起点、 j を終点とする。

T_{ij} を修正交通量、 q_{ij} を単位OD交通量、 p_{ij}^k はOD交通量 T_{ij} が道路リンク k を利用する割合とする。ここで、 p_{ij}^k は初期交通量推定システムによって与えられる $OD(i,j)$ 間の交通がリンク k を使用する割合であり、歩行者の経路は最短経路を選択すると仮定していることから、 p_{ij}^k は1または0をとる。 q_{ij} は初期OD交通量 t_{ij} から式(1)によって計算される。

$$q_{ij} = \frac{t_{ij}}{\sum_i \sum_j t_{ij}} \quad (1)$$

観測リンク交通量と修正OD交通量によるリンク交通量が一致するという制約条件の下で、修正OD交通量と初期OD交通量の残差平方和が最小になるように目的関数を設定する。すなわち以下のように与える。

$$\min Z = \sum_i \sum_j (T_{ij} - Tq_{ij})^2 \quad (2)$$

$$\text{s.t. } X_k = \sum_i \sum_j T_{ij} p_{ij}^k \quad (k \in \Omega) \quad (3)$$

$$T = \sum_i \sum_j T_{ij} \quad (4)$$

$$T_{ij} \geq 0 \quad (5)$$

ここで、 X_k はリンク k における観測断面交通量、 Ω は交通量観測リンクの集合である。式(3)は観測リンク交通量と推定によるリンク交通量を一致させる制約条件である。式(4)で総交通量を与える。

このモデルでは未知のOD交通量を持つODペアが計算の対象に追加される。したがって経路選択率 p_{ij}^k は全OD間の最短経路を計算してその値を使用する。

q_{ij} については初期OD交通量の推定システムではその値を得られない。そこで、新しく追加するODの交通量 q_{ij}^+ は式(6)で計算する。

$$q_{ij}^+ = \frac{T}{OD^\#} \quad (6)$$

ここで $OD^\#$ は追加後のODペアの総数である。

4. 数値計算による修正モデルの検討

4.1. 対象地区と初期OD交通量の推定

以下では初期交通量推定システムにより計算される初期交通量とその精度を示す。東京都の赤羽駅を中心とする徒歩10分の地域である。この地域の概要を表1に示す。

交通量の実測地点は8ヶ所である。この実測地点の地図を図2に示す。調査地点1から8の測定結果と初期OD交通量推定システムから推定した交通量を表2に示す。ここで誤差は以下の式(7)で求める。



図2 修正前後のOD交通量(左:修正前 右:修正後)

表1 対象地域の概要

対象エリア	東京都北区	
面積	20.59 km ²	
人口	居住地人口	326,764
	就業人口	150,523
交通需要	全OD数	3,152
ネットワーク	ノード数	10,961
	リンク数	26,664
赤羽駅乗降人数		94,872

$$\text{誤差} = \frac{\sqrt{(\text{推定交通量} - \text{現況交通量})^2}}{\text{現況交通量}} \quad (7)$$

表2 初期交通量推定システムによるリンク交通量

調査地点	現況	推定	誤差
1	9,436	2,088	77.8%
2	15,278	4,708	69.1%
3	20,250	3,432	83.0%
4	10,480	3,722	64.4%
5	11,764	10,311	12.3%
6	25,684	2,571	89.9%
7	8,108	2,671	67.0%
8	3,865	108	97.2%

全ての調査地点において、推定交通量が現況交通量を下回っている。これは、初期OD交通量が駅と居住地・就業地間以外の交通量を考慮していないためと考えられる。次章で初期交通量とその計算で得られるパラメータを用いてモデル(2)~(5)を計算し、考慮されていないOD交通量を推定する。

4.2. 観測交通量による初期OD交通量の修正

人が多く集まる施設前では、通勤・帰宅の交通以外の交通が含まれるため誤差が大きくなる。そこで本章では、駅から大型商業施設、駅から商店街、大型商業施設と居住地、商店街と居住地のODペアを追加して、初期OD交通の修正を行う。就業地と商業施設間の交通と商業施設から駅間の交通量は少ないと考えられるので考慮しない。

図2(右)に修正前後のOD交通量を示す。交通量は5段階で評価され、線が太いリンクほど交通量が多い地点を示している。修正前後を比較すると修正前より修正後の方が全体の交通量は多く表現されている。これは修正モデルによって、日中の交通量が表現されたためと考えられる。

調査地点6は商店街に入口に設置されている。商店街を利用する買い物客の影響でシステムの推定交通量よりも現況交通量が大きくなる地点である。修正前の調査地点6の交通は少なく推定され、商店街の交通が表現できていな

い。一方、修正後は駅から調査地点までのリンクが太く表示されており、商店街を利用する客の交通を表現することができている。以上から、修正モデルは初期OD交通量の修正を行うことができおり、妥当な結果を出力していると考えられる。

5. おわりに

初期交通量推定システムは通勤・帰宅の交通を比較的精度良く推定できたものの、日中の交通を考慮していないことが問題であった。この問題に対して本稿では、現況交通量を使用したOD交通量の修正モデルを提案し、そのシステムの開発を行った。結果として、今まで考慮していなかった日中の交通をある程度表現することができた。提案した修正システムは、OD交通量の精度を向上させることが可能である。一方、本研究では以下に述べる問題点があることがわかった。

調査地点の配置を検討する必要がある。現在の配置では、リンク交通量の修正が効率的に行われていないと考えられる。修正システムは調査地点の数を増やす事でシステムの精度を向上させることができると考えられるが、調査地点を増やすと調査費用も増加する。今までは調査地点を不規則に設置していた。この場合、調査地点付近のOD交通量は修正できると考えられるが、調査地点から離れたリンクの修正は十分でないおそれがある。商業施設やレジャー施設を利用する交通などODごとの交通特性とその種類は様々である。地域には、それらの多数の種類が集中するリンクが存在する。そこに調査地点を設置することで、調査地点周辺の交通だけでなく、より広範囲に修正を行うことができると考えられる。そこで今後は、実際に交通の集中する場所を検討分析して、調査地点を設置することでどのような効果があるかを調査する。

参考文献

- 飯田恭敬・高山純一・金子信之(1987) 傾向変動を考慮したリンク交通量によるOD交通量の推計法, 「土木学会論文集」, 383/IV-7, 83-91.
- 田中耕市(2002) 女性就業者の買い物行動に関する時空間的分析, 「地理情報システム学会講演論文集」, 11, 131-134.
- 島川陽一・笠原太郎・岩城伸幸・谷口一晃(2007) 地理情報システムを用いた徒歩交通量の推定, 「地理情報システム学会講演論文集」, 16, 405-410.
- 山中英生・吉川耕司(1993) 観測交通量を考慮した住宅地区の交通量推計モデル, 「第28回日本都市計画学会研究論文集」, 97-102.