

IV-111 公共輸送機関の経路探索と適合度

広島大学 正員 杉恵 頼寧

広島県庁 薬師寺 聡

1 はじめに

近年非集計行動モデルの普及とともに各交通機関の正確なサービス指標が必要になり、現実のサービス指標に近い値を算出することが精度の高いモデル構築を行う上で必須の条件となっている。サービス指標の算出方法はいくつかあるが、都市圏規模の交通政策を評価する場合一人一人のデータを手作業で設定するのはとうてい無理でネットワークを構成して電算機で機械的に計算せざるを得ない。そこで、本研究は公共輸送機関のサービス指標を電算機で計算する場合、経路探索の最適基準を何にとればよいかということとそのサービス指標および経路が実際の値にどの程度適合しているか実証的に明らかにするものである。

2 経路探索の方法

道路網の経路探索は1957年のMoore以降多くのアルゴリズムが開発されているが、公共輸送機関の経路探索のアルゴリズムまだ一般に受入れられるものが提案されていない。その理由の一つとしては、公共輸送機関の中心となるバスには路線系統があり、また運行間隔も各時間帯によって大きく異なるので、経路探索のアルゴリズムが非常に複雑になることである。その他に経路探索の最適基準として時間、コスト、乗換回数あるいはその組合せがあり、組合せの場合は各指標の重みをどの程度にすればよいか問題になる。

本研究はMooreのアルゴリズムを改良した英国の旧RRLの方法を基本とし、路線系統を考慮したアルゴリズムを開発した。この方法だと経路探索の途中、経路の組合せおよびその比較が膨大になってしまうので、計算時間を短縮する工夫をいくつか行った。最適基準はまず上記3指標で行った。対象地域は広島都市圏で、昭和54年実施された「公共旅客輸送機関整備基本計画策定調査」の際作成された発生集中ゾーン126、ノード500、リンク600、路線系統70のネットワークを基本として、路線系統、運行間隔を再調査して精度を高めた。

3 調査値のサービス指標との比較

経路探索の結果が現実の値とどの程度適合しているかどうかは現実の値が実際の所入手不可能なので、昭和54年実施された「交通問題に関する意識調査」の結果を用いることにする。同調査は通勤交通を対象にし、通常利用している交通機関とその代替となる交通機関のサービス指標を細かくアンケート調査している。通常通勤に利用している交通機関のサービス指標の回答値の信頼性はかなり高いと考えられるので、この値と経路探索の結果を比較してみる。データ数は通常公共輸送機関を利用している743個である。ここで時間最小をA、乗換最小で乗換えが同じならば時間最小をB、コスト（料金）最小をCとして、これらの計算結果とアンケートの回答値の相関係数および平均値をサービス指標ごとに比較すると表-1のようになる。

サービス指標は7項目とし、それぞれの相関係数をA、B、Cごとに比較するとあまり大きな差は見られないようである。サービス指標間では、総所要時間、乗車時間、コストの相関係数は比較的高いが、アクセス、

表-1 計算値と調査値の相関係数と平均値

サービス指標	相 関 係 数			平 均 値			
	A	B	C	調査値	A	B	C
総所要時間 (分)	0.749	0.725	0.721	53.5	54.7	57.6	61.9
乗車時間 (分)	0.721	0.675	0.717	36.5	29.4	33.6	34.3
コスト (円)	0.781	0.808	0.787	205	211	200	181
乗換回数 (回)	0.531	0.465	0.505	0.37	0.58	0.27	0.46
運行間隔 (分)	0.311	0.357	0.166	17.5	16.1	15.2	14.7
アクセス時間 (分)	-0.040	-0.032	-0.009	7.1	5.7	5.6	5.4
エグレス時間 (分)	0.100	0.045	0.025	6.5	6.4	7.2	7.4

注) N = 743

A : 時間最小

B : 乗換最小

C : コスト最小

エグレス時間の相関は全くないと言って良い。これはネットワークのアクセス、エグレスリンクの所要時間がゾーン重心から最寄りのバス停または駅までの道路距離を平均徒歩速度で割った値になっており、同一ゾーンから同じゾーンに通勤する人は全て計算値は同じ値になるためである。運行間隔も相関係数が低くなっているが、これは通勤者の通勤時間にバラツキがあるにもかかわらず計算では一つの値しか出力できないためである。乗換回数については、そのほとんどが0回と1回であり、その変動が小さいためと考えられる。

平均値の方は何を最小にするかによって調査値と大きく異なり、経路が大幅に異なってくるものと考えられる。

4 調査値の経路との比較

最小化指標A, B, Cによってどの程度経路が異なってくるかということと実際の経路にどの程度適合するか検討してみる。実際の経路はわからないので、やはり先のアンケート調査の回答結果と比較する。その比較は全て手作業で行うが、先のデータ数では作業が膨大になるので、データをランダムに300に減らした。調査では直接経路について質問を行っているわけではないので、質問した乗降駅、乗換駅、バス停、電停、利用交通機関から経路を類推して比較した。そこで、乗換回数、利用交通機関の組合せ、利用駅（乗降駅、バス停）がどの程度一致しているか比較してみると表-2のようになる。乗換最小が乗換回数、交通機関組合せ、利用駅いずれもの中率が高くなっている。それでも利用駅的中率は50%以下で必ずしも高いとは言えない。

利用駅的中部分の重なり具合を3最小化指標で比較すると図-1のようになる。A, B, Cのいずれの方法でも的中したのは78で全体の26%であり、やはりどの手法を採用するかは重要となる。逆にA, B, Cのいずれかが的中するものは175(58.3%)で、残りの125は的中しないことがわかる。またCのみしか的中しないが17あり、3手法の中で一番多い。

Bの方法は3手法の中で一番の中率が高いが、それでも的中しない経路の方が多いのでその原因を調べてみた。例えば、調査値より計算値の方が乗換回数が増える原因として、ネットワークに路線系統がないものが13、調査値より計算値の方が乗換回数が少なくなる理由としてアクセス、エグレスに調査値では交通機関を用いたものが28あり、ネットワーク構成に帰因するものが合計41で、乗換回数が的中しない70の59%に相当する。

乗換最小にすると遡りして現実の経路と大幅に異なる場合が生じる。そこで、乗換抵抗を設定した方がより現実に近い経路が得られるものと想定される。乗換抵抗をいくつか設定し、乗換回数の計算値と調査値の相関係数を比較すると10分の時が0.596と最も高く、乗換回数も232が的中し、乗換抵抗が無限大に対してわずかながら良くなっている。つぎに、時間価値を別途11.4円/分と求め、時間とコストを合わせた一般化費用最小で経路探索を行い、経路の適合度を求めたが、乗換最小よりも適合度は良くなかった。

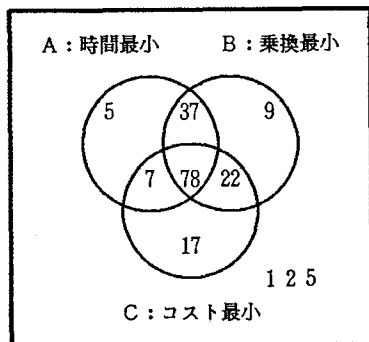
5 まとめ

幾つかの最小化指標を用いた計算結果の適合度を比較すると乗換抵抗を10分程度とした時間最小の手法の適合度が一番良かった。適合度を悪くする最大の理由はネットワークが現実のものとなかなり遊離しているためであり、ネットワークの精度を上げることが現実に近いサービス指標を得るための必要最大条件である。

表-2 計算経路の的中率

最適指標	乗換回数	交通機関 組合せ	利用駅 (経路)
時間最小 A	66.7 % (200)	48.7 % (146)	42.3 % (127)
乗換最小 B	76.7 % (230)	56.3 % (169)	48.7 % (146)
コスト最小 C	73.3 % (220)	51.3 % (154)	41.3 % (124)

注) ()内は的中サンプル数 N=300



注) 円内が一致した数 N=300

図-1 最適指標と的中率の関係