土木学会第54回年次学術講演会（平成11年９月）

Ⅳ-362　交通ネットワークにおける観光周遊ルートの抽出方法

愛媛大学工学部　正会員　朝倉康夫
愛媛大学大学院　学生員　大草裕二郎
愛媛大学工学部　正会員　羽藤英二

１．はじめに

近年，職場や学校における週休２日制の浸透に伴い，日帰りなど短期間の観光トリップが増加している．それゆえ，観光地における観光スポット・観光施設の周遊行動を分析する必要性は高い．しかし，従来の研究では周遊ルートの抽出や特定化の方法が示されていない．本研究では，観光スポットを含む交通ネットワーク上の経路選択行動として観光周遊をとらえ，最短経路アルゴリズムの工夫によって，周遊の魅力の大きい順に経路を抽出する方法を示す．

２．経路の抽出，総コストの算出

２．１　観光地のネットワーク表現

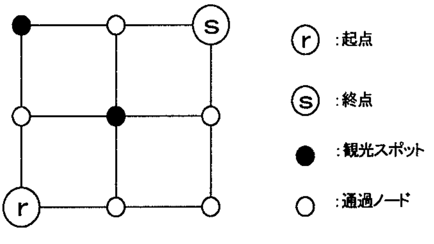

図１．観光スポットを含むネットワーク

上図のような観光スポットを含むネットワークを考える．観光ツアーの起点をr，終点をsで表す．rとsは同じノードであってもよいが，議論を単純にするため，異なったノードであるとする．r，s以外のネットワーク上のノードを観光スポットと通過ノードに分ける．通過ノードは単なるノードで，どのようなコストや効用も持たない．観光スポットは，観光客がそこを訪問することにより正の効用を得るノードである．観光スポットでの滞在によって一定の時間コストが発生するものとする．ネットワークのリンクでは，交通コストが発生する．また観光スポット訪問による正の効用，滞在による時間コスト，リンクの交通コストは，いずれも実際には利用者数の関数であることが多いが，ここでは一定値とする．

２．２　周遊ルートの抽出方法

観光スポットを訪れることによる効用は正であるから，これをそのままネットワークのコスト（負のコスト）として取り込んで経路探索を行うことが考えられる．しかし，最短経路探索アルゴリズムの代表であるDijkstra法は，負のネットワークを持つネットワークには適用できない．負のリンクコストを持つ場合でも適用可能な経路探索アルゴリズムも提案されてはいるが，ループを持たないトリー状のネットワークに限定されている．もしループを許容すれば，時間制約の限り同じループの周遊を繰り返すようなルートが効用の高いルートとして選ばれてしまう可能性がある．

本研究では，k番目最短経路を列挙する方法を適用することにより，ループを持たない周遊ルートを効用の大きい順に抽出することを考える．以下の記号を用いる．

L^k ：k番目時間最短経路上のリンク集合
N^k ：k番目時間最短経路上の観光スポットの集合
A_n ：観光スポットnの効用（負のコスト）
S_n ：観光スポットnの滞在による時間コスト(正)
T_ℓ ：リンクℓの交通コスト（正のコスト）
C_k ：k番目時間最短経路上の時間コスト

$$C_k = \sum_{\ell \in L^k} T_\ell + \sum_{n \in N^k} S_n \qquad (1)$$

B_k ：k番目時間最短経路上の観光による効用

$$B_k = \sum_{n \in N^k} A_n \qquad (2)$$

時間コストC_kと観光による効用B_kは，適当なパラメータω（$\omega < 0$）により結合可能とする．k番目ルートの総コストは

$$D_k = C_k + \omega B_k \qquad (3)$$

である．ωの値は与件である，とする．

キーワード　観光周遊，交通ネットワーク，経路探索
連絡先：〒 790-8577　愛媛県松山市文京町３　愛媛大学工学部　TEL089(927)9829　FAX089(927)9843

2．3　周遊ルート抽出のアルゴリズム

【Step1】　k＝1

【Step2】　リンクコストを用いてk番目時間最短経路の抽出

【Step3】　時間コスト，観光効用の計算
C_k, B_k 及び D_k の計算

【Step4】　時間制約による判定
C_k があらかじめ与えた時間制約を超過するなら終了．そうでなければ【Step5】へ

【Step5】　ルートの比較，並びかえ
D_k の小さい順に経路を並びかえて記憶する．（新たに抽出した経路をそれまでの D_k の順の経路の列に加える）

【Step6】　k=k＋1として【Step2】へ

3．計算例

3．1　使用ネットワーク

各観光スポット滞在時間のコスト S_n は0.0とする．

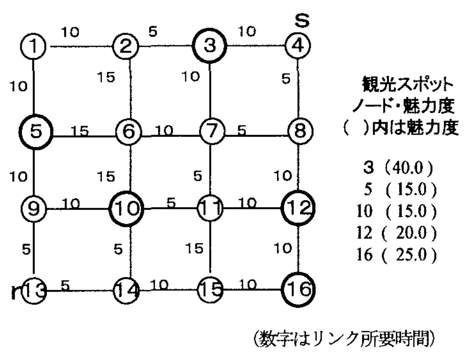

図2．使用ネットワーク

3．2　計算過程

魅力度パラメータ ω＝－1.0として総コストによる経路の順位付けを行う．｛　｝内の数字は経路番号を表し，｛　｝内の左から右へ行く程，その経路のコストが高くなる，すなわち効用が低くなることを表す．

・k＝1のとき，すなわち1番目最短経路を経路1とする．

$$D_1 = C_1 + \omega B_1 = 30.0 - 15.0 = 15.0 \qquad \{\,1\,\}$$

・k＝2のとき，すなわち2番目最短経路を経路2とする．

$$D_2 = C_2 + \omega B_2 = 35.0 - 15.0 = 20.0$$

k＝1のときの総コストと比較して　｛1,2｝

・k＝3のとき，すなわち3番目最短経路を経路3とする．

$$D_3 = C_3 + \omega B_3 = 40.0 - 35.0 = 5.0$$

k＝1,2のときの総コストと比較して｛3,1,2｝

・以下同様にしてkの値を更新し，経路の順位付けを行っていき，kがある値の時の時間コストが時間制約を超えると順位付けは終了する．時間制約を50.0とすると，本例ではk＝6の時，時間制約を超えるので．そこで終了する．抽出されたルートは5本である．

3．3　計算結果

表1．順位付け終了後の各経路属性

経路番号	C_k	通過ノード	B_k
経路1	30.0	13,14,10,11,7,8,4	15.0
経路2	35.0	13,9,10,11,7,8,4	15.0
経路3	40.0	13,14,10,11,12,8,4	35.0
経路4	40.0	13,14,10,11,7,3,4	55.0
経路5	45.0	13,14,15,11,7,8,4	0.0

魅力度パラメータ ω を-0.1，-0.5，-10.0と変化させ ω＝-1.0の時と同様の手順で総コストの順位を求めた結果が表2である．

表2．総コストの順位変化

順位	ω＝-0.1のとき	ω＝-0.5のとき	ω＝-1.0のとき	ω＝-10.0のとき
1	経路1 (-28.5)	経路4 (-12.5)	経路4 (15.0)	経路4 (510.0)
2	経路2 (-33.5)	経路1 (-22.5)	経路3 (-5.0)	経路3 (310.0)
3	経路4 (-34.5)	経路3 (-22.5)	経路1 (-15.0)	経路1 (120.0)
4	経路3 (-36.5)	経路2 (-27.5)	経路2 (-20.0)	経路2 (115.0)
5	経路5 (-45.0)	経路5 (-45.0)	経路5 (-45.0)	経路5 (-45.0)

※（　）内は総コスト

魅力度の重み付け具合によって経路コストの順位が変化している．ω＝－0.1の時の順位は，経路所要時間の短い経路が上位になっていることより魅力度があまり影響していない．ω＝－0.5，-1.0，-10.0の時の順位は魅力度合計の高い順になっていることより魅力度が影響していることがわかる．

おわりに，ここでは通過型の周遊ルートの抽出方法を示したが，起点rと終点sが同一のノードであるような周遊ルートについても同様の方法により抽出できる．