

経路探索アルゴリズムを利用した集合場所探索アルゴリズム

永井 敏裕† 清水 智公‡ 萩野 達也† 服部 隆志†

†慶應義塾大学 環境情報学部 ‡慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科

1. はじめに

駅すばあと[1]などの経路探索サービスを利用することにより、2 駅間の近似的最短経路[2][3](以下、最短経路とする)は簡単に求められるようになった。そこで 2 駅間の探索結果を複数組み合わせることにより、3 駅以上を結ぶ最短経路を求めるアルゴリズムがあれば、より一般的な経路探索が容易になるはずである。本研究ではその一例として、複数人がある駅で集合して目的地に向かう場合の最適経路の探索を考える。その要件として、以下の 2 つを挙げる。

- 集合場所までの全員分の合計コスト(所要時間など)を最小化
- 各個人が大きく迂回するルートを取らない
これらを元に、本アルゴリズムは構築される。

2. アルゴリズムの概要

本アルゴリズムでは、まず 2 駅間の経路探索アルゴリズムを利用し、出発地が異なり目的地が同一である経路をそれぞれ複数求める。そしてそれらを総当たりで組み合わせ、コストを計算し、それが最小となる組み合わせを決定することにより、最適な集合場所を決定する。

2.1. 集合場所候補の決定

集合場所の候補は、まず n 人分の経路を求め、これらを組み合わせる。そして組み合わせた n 人分の経路を終点側から辿り、少なくとも 1 人の経路が分かる直前の駅を探索する。以上により合流点が求められ、これが集合場所の候補となる。

Search algorithm for meeting place using shortest path

Toshihiro Nagai†, Noritada Shimizu‡, Tatsuya Hagino†, Takashi Hattori†

†Faculty of Environmental Information,

‡Graduate School of Media and Governance, Keio University

5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252 Japan

Email: t05704tn@sfc.keio.ac.jp

2.2. 集合場所最適化のためのコスト計算

集合場所の候補は、 n 人分の経路が 1 人当たり k 個存在し、総当たりで全て求めるので、最大で k^n 個算出される。よってこれらを比較することにより、最適な集合場所が決定される。探索対象が 2 人の場合、最適化のために以下の要素が必要となる。

- S_1, S_2 : 2 人の出発地 ($S_1 \neq S_2$)
- a, b : 2 人の経路の番号 ($1 \leq a \leq k, k+1 \leq b \leq 2k$)
- M_{ab} : 経路 a, b に対応する合流点
- G : 目的地
- $c(x, y)$: x 駅から y 駅までのコスト

これらを元に、最適な集合場所を決定する。

最適な集合場所は、最小コストの決定により行う。ここでは、選択された 2 人の経路に出発地から合流点までのコスト、および合流点から目的地までのコスト両方を考慮するため、これらの合計コスト ($c(S_1, M_{ab}) + c(S_2, M_{ab}) + c(M_{ab}, G)$) が比較対象となる。

今回は、コストを最小にすることが目的のため、求める式は以下の通りである。(Min(α): 最小値)

- Min($c(S_1, M_{ab}) + c(S_2, M_{ab}) + c(M_{ab}, G)$)

以上により、集合場所の適切な算出が実現される。

3. 探索時間と探索精度

本アルゴリズムの評価は、探索時間の短さ、および最適な集合場所が選択されている、すなわち局所解に収束することがないかどうか(これを探索精度と定義する)により行う。これが問題となるのは、探索対象が 3 人以上存在する場合である。組み合わせ方によって探索時間が変わると考えられるため、これを出来る限り短縮することが望ましいが、探索時間を短縮することで、探索精度が落ちる可能性もある。そこで以下の 3 つの方法を考えた。

A) 第 1 経路同士を組み合わせる方法

この方法は、人数に関係なく 1 回の探索で集合場所が算出可能であり、探索時間は最善である。しかしこの場合、遠回りが全く許されないため、最適でない集合場所が選ばれる場合が多い。図 1 の例では、

表 2 より T 駅が最適な集合場所と考えられるが、第 1 経路同士 (ATG、BTG、CG) の組み合わせでは、G 駅と算出されてしまい、探索精度が落ちている。

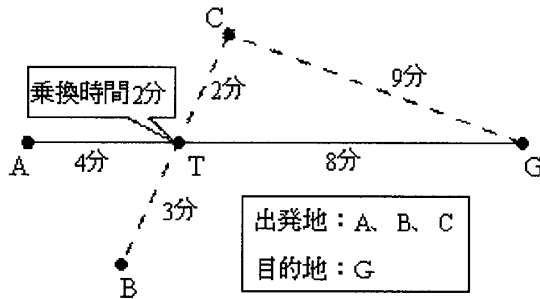


図 1 探索の対象とする路線図 (ATG、BTCG がそれぞれ同一の路線)

	コスト式	値
T 駅集合	$c(A,T)+c(B,T)+c(C,T)+c(T,G)+2T$	21
C 駅集合	$c(A,T)+c(B,T)+2c(T,C)+c(C,G)+T$	22
G 駅集合	$c(A,T)+c(B,T)+2c(T,G)+c(C,G)+T$	34

表 2 集合場所毎のコスト値 (分)
(T: T 駅での乗り換え時間 (=2 分))

B) 第 1~第 k 経路を n 人分総当たりする方法

方法 A の問題を改善するため、第 2 経路以降も集合場所探索の対象に加え、第 1~第 k 経路を n 人分総当たりで計算する。これにより遠回りにも対応可能となり、最適な集合場所が選ばれるようになる。なお、遠回りの許容度合いは k の数により決まる。図 1 においても、C が T 駅経由のルートを取ることで、最適な集合場所と予想した T 駅が集合場所として算出される。しかしこの場合、探索回数は k^{n-1} 、オーダーにすると $O(k^n)$ となり、探索時間が非常に長い。よってこれは、探索時間の面で不適切である。

C) 経路を 1 人ずつ順番に追加していく方法

今回は集合場所の候補数を k 個として考える。

- 最初に 2 人分の出発地を選択して、それらに対する集合場所の候補を k 個求める。
- 3 人目以降は、k 個の経路に対して k 個の集合場所候補を総当たりし、集合場所を再計算する。

方法 B では、探索精度が改善されたが探索時間が非常に長くなってしまった。そこで今度は上記の方法により、探索精度を維持しながら探索時間を短くする。探索回数を計算すると、まず、最初に選択された 2 人分の回数は k^2 であり、次に、3 人目~n 人

目の回数の合計は $(n-2)k^2$ である。よって探索回数の合計は $(n-1)k^2$ 、オーダーは $O(n)$ であるので、方法 B よりも計算時間が改善されている。

一方探索精度について検証すると、最初の 2 人の時点でパラメータ値の小さい順に候補を絞り込む形になるが、この時点で候補から外れるのは、2 人にとって適切でない集合場所のみである。

よって、探索結果は方法 B に近い結果が得られると考えられる。図 1 の場合も最初の 2 人を B と C、k を 2 として考えると、まず G 駅 $(c(B,T)+c(T,G)+c(C,G)+T=22)$ が候補から外れ、C 駅 $(c(B,C)+c(C,G)=14)$ 、T 駅 $(c(B,T)+c(C,T)+c(T,G)+2T=17)$ に候補が絞られる。そしてこれに A を加えると、T 駅、C 駅共に経由する経路が存在するので、よりコスト値の小さい T 駅に決定され、予想通りとなる。

4. 終わりに

本研究では、経路探索システムを利用した集合場所探索手法を提案した。今回は、探索時間の短縮と探索精度の維持の両立を目指すため、最初に 2 人分の集合場所候補を計算し、それと 3 人目以降の経路を追加していく方法を挙げた。今後は、以下の課題を元にアルゴリズムの強化を実現する。

- 方法 C の探索精度をより広く検証
- 組み合わせにおける総当たり手法の改良
- 求める経路および集合場所候補の数を検証
(現在は、経路探索サービスにおける一般的な回答数 (最大 20 個程度[1]) を想定)

参考文献

- [1] “駅すばあと”, ㈱ヴァル研究所, <http://www.ekiworld.net/>
- [2] 半田恵一, 田中俊明, “乗換え案内サービスにおける経路探索手法”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D-I, No.10, pp.1525-1533, 2005/10
- [3] John Hershberger, Matthew Maxel, Subhash Suri, “Finding the k shortest simple paths: A new algorithm and its implementation”, ACM Transactions on Algorithms, Vol.3, Issue 4, pp.45:1-45:19, 2007/11
- [4] 吉富良輔, 中村芳樹, “待ち合わせにおける行動と場所の認識”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol.1996, pp.815-816, 1996/9