

第IV部門 デマンドバスの運行経路決定システムの構築

関西大学工学部 学生員 ○中島 慎一郎

関西大学工学部 フェロー 河上 省吾

1. 研究の背景と目的

デマンドバスは既存公共交通の補完や、既存の路線バスの置換を目的として導入され、高齢者や免許非保有者といった交通弱者のモビリティの確保の役割を担っている。

近年の新しいデマンドバスの導入や実証実験が行われるようになったのは 2000 年(高知県旧中村市)からのことであり、Door-to-Door に対応したシステムの研究は少ない。また、Dial-a-Ride システムのような運行形態を解く問題は NP-Hard 問題と呼ばれ、複雑なので汎用性の高いものがあるとは言えない。

本研究ではデマンドバスを合理的に運行する経路を探索するためのシステムを構築することを目的とする。また、バス運行中に発生するデマンドも処理できるようなシステムを構築する。

2. 本研究で構築するシステムの概要

(1) 前提条件

- ・ バスはバスステーションを出発し、戻ってくる。
- ・ 利用者はすべての交差点で乗降できる。
- ・ 各乗客は乗車と降車のそれぞれのデマンドを保持している。そのデマンドはランダム発生。
- ・ 起点→終点の順序を必ず守る。
- ・ 最初はバスを発車させず予約を集める。
- ・ バス出発前に受け付けた予約は先着順に関係なく巡回経路を決定する。
- ・ バス運行中にも予約は発生する。
- ・ 定員・バスの総走行距離・各乗客のトリップ長の制限を設ける。
- ・ 制限を超えた予約は棄却し、新規バスの予約とする。
- ・ バスは一定速度で運行できる。
- ・ 一度決定した乗客の巡回順序は前後しない。
- ・ 1 台のバスで条件を満たすことができない場合は別のバスで処理する。

(2) モデル地区について

モデル地区は図 2 のようになっている。以下にその内容を述べる。

- ・ 地区のサイズ 5km×5km の格子状道路網。
- ・ 500m ごとにバスの通る道路を設置。
- ・ (500, 2500)地点をバスステーションとする。
- ・ 中央から都心、市街地、郊外と位置づける。
- ・ 乗車地はランダム発生。目的地デマンドは都心:市街地:郊外=6:3:1 の重みをつけて発生させる。

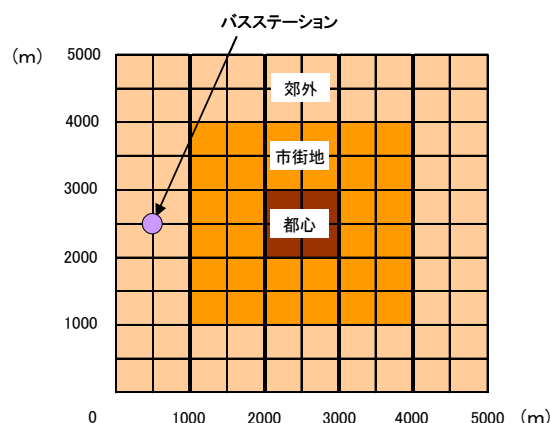


図 2 モデル地区

(3) シミュレーションのフロー

ステップ1:初期デマンドの発生

- ・ デマンド発生件数の決定(ランダム)
- ・ 起点(O)はランダム発生。
- ・ 目的地(D)は重みをつけてランダム発生。

ステップ2:初期巡回経路の探索

- 1) 現時点でのデマンドを取りまとめる(Oデマンドを集めた巡回候補地 O_i リストを作成)。同時に定員を考慮。
- 2) バスステーション(ST)から最も近い O 点の探索
 - ・ STから O_i までの距離(L_1)を $i=1 \sim n$ まで調べる。
 - ・ L_1 が最小のものを採用し、巡回順(ST→ O_k)の検出。
 - ・ O_k をリストから削除し、目的地 D_k 点をリストに追加する。
- 3) O_k 点から次の巡回点の探索
 - ・ O_k から点Xまでの距離(L_x)を調べる。Xは O_i (O_k を除く)もしくは D_k である。 L_x が最小のものを採用。
 - ・ 総走行距離・各乗客のトリップ長の算出。
- 4) 制限の考慮(総走行距離・各乗客のトリップ長)

※制限を超えなければ：

巡回順を決定し、リストから通過点を削除。

※制限を超えてしまうならば：次のバスの予約とする。
上記1)~4)を全点で繰り返すことにより初期巡回順を得る。

ステップ3:新規デマンドの処理

- 1) 新規デマンドの発生(ステップ1と同様)
- 2) 新規デマンドの挿入位置の探索
 - ・ 現在決定している巡回順の各点と新規発生点との距離を計算する(通過した点との距離は計算しない)。
 - ・ 距離が最小となる点の後に挿入する。
 - ・ 定員(O点を組み込む場合)・総走行距離・各乗客のトリップ長の計算。
- 3) 制限(定員・総走行距離・各乗客のトリップ長)の考慮。

※超えなければ：

- ・ その点を組み込み、巡回順を更新する。
- ・ リストから通過点を削除。

※制限を超えてしまうならば：次のバスの予約とする。

ステップ4:新規バスの発車 ステップ2へ

(4) 本システムの特徴

既決定の巡回点との距離が最小になる位置に新規デマンドを挿入するという方法をとっている。このように距離(座標)の近い点を探索することによって、効率的に巡回経路探索をすることができると考えられる。また、あらかじめ決定されている巡回経路にその後のデマンドを順次組み込んでいくので全組み合わせを計算する作業を省くことができ、計算量を減らすことができる。つまり、リアルタイム処理に有効であると考えられる。制限については、乗客の定員、バスの総走行距離、各乗客のトリップ長という3段階の制限を考慮することによってその厳格さを増している。また、各乗客のトリップ長の制限を設けることは、利便性に関して、利用者のデマンド(乗車してから目的地にたどり着くまで)の許容幅を定義することとなる。これらの制限値を変更することは可能であり、利用者の利便性を考慮して制限を変動させることもできる。

3. 経路探索に要する時間

今回シミュレーションに用いたCPUはPentium4・2.4GHz, OSはWindows, 言語はCである。シミュレーションでは、初期デマンド発生件数を3~6件、新規デマンド発生件数を各リンクで0~2件としてシミュレーションを行っている。

初期巡回経路探索に要した時間は、初期デマンド発生件数が6件の場合でも0.5~1.2秒であった。また、新規デマンドの処理では新規デマンドの総数15件で3秒以内という結果が得られた。これらすべての計算過程に要した時間を

図3に示す。これを見ると、すべての処理に要する時間は、デマンドの件数が20件程度にまで増えた場合でも4秒以内という短時間である。つまり、十分にリアルタイムで行うことが可能であると言える。

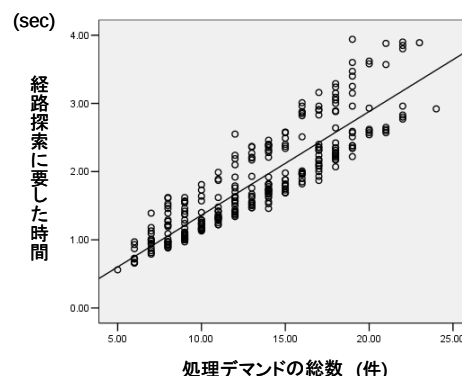


図3 デマンドの処理に要した時間

4. 運賃の比較

シミュレーションを用いてデマンドバスを用いた場合の運賃と、タクシーで直接目的地を目指した場合の運賃の比較を行った。ここで用いたデマンドバスの運賃は、地方部の事例に多く採用されている300円とした。また、タクシーについては大阪府内のタクシー料金を参考とした。大阪府の場合、中型タクシーでは初乗運賃(2.0kmまで)660円、その後は273m毎に80円ずつ加算されていく。

シミュレーションの結果、タクシーを用いて目的地に向かった場合の各乗客の平均運賃は935円となり、デマンドバスを用いた場合とは635円の差が生じた。

5. まとめ

本研究ではデマンドバスの運行に必要な運行経路決定システムの構築を行った。しかし、本格的な運行システムとするためには課題が残る。本システムには改良の余地があり、また、4章で算出した運賃を見て、この運賃の差が乗車時間や待ち時間、またそれらの時間の遅延を考慮した場合に、利用者にとって本当に有益なものなのかといったことを考えていかなければならない。

参考文献

- 1) 竹内龍介:利用時の予約行動の影響を踏まえたDRTシステムの適用可能性に関する研究, 横浜国立大学学位論文, 2004-3
- 2) 山口 周一郎, 前田 竜士, 内村 圭一:Dial-a-Rideシステムにおける経路探索手法の提案, 熊本県産学官技術交流会, pp26-27, 2003-1