

IV-125 経路探索型デマンドバスのシミュレーション

神戸大学工学部 正員 森津秀夫
 神戸大学工学部 正員 枝村俊郎
 日本道路公団 佐溝純一

1. はじめに

多数地点対多数地点型のデマンドバスシステムの最も基本的なものは、新たなデマンドが発生したときにその時点において最も良いと判断されるバスとその経路を割り当てるものである。このようなデマンドバスのシステムでは、バスを運行する路線は事前に定められておらず、デマンドの状況に応じて最適な経路を探索して運行するという考え方である。そこで、このようなシステムは準備しておいた多数の路線から適当なものを選んで運行しようという路線選択型デマンドバスシステム¹⁾に対して、経路探索型デマンドバスシステムと呼ぶことができる。われわれは、割り当てる経路を求めるためのアルゴリズムの研究を行ってきたが、実際の状況でのシミュレーションはまだ十分に行っていなかった。そこで、ここでは経路探索問題を解くときのパラメータの操作性を調べることを主目的にシミュレーションによるケーススタディを行う。

2. デマンドバスの経路探索方法²⁾

多数地点対多数地点型のデマンドバスの経路は、どのバスがどの乗客をどのような順序で乗せ、降ろしてゆくかで表される。したがって、それぞれのバスに新たなデマンドを割り当てたときに最適な乗降の順序を求める。そして、それらのバスの中で最も良いものにデマンドを割り当てる。この場合に乗客の待ち時間や乗車時間によって目的関数を設け、これを最適化する。われわれが用いているのは次の目的関数である。

$$\min Z = w_1 t + w_2 \sum_i \{ \alpha t_i^w + (2 - \alpha) t_i^r \}$$

ここに、 t_i^w と t_i^r は乗客 i の待ち時間と乗車時間、 t は経路長である。そして、 w_1 、 w_2 、 α は各項の重みを表すパラメータで、これを変えることによってバスの運行を希望する状態に近づけるのである。

時間の経過と共に新たなデマンドが発生すると、そのたびに経路を調べなおさなくてはならない。このとき、以前に経路を探索したときとまったく同じことを繰り返すのはむだである。そこで、経路の割り当てを行ったとき、それを求める計算で見つけた実行可能な経路を記憶しておく。そして、つぎに経路を探すときに、以前の実行可能経路の利用可能なものに新たなデマンドを組み込むことを中心に経路を探索する。

3. シミュレーションによるケーススタディ

尼崎市の北西部を対象にケーススタディを行う。需要交通量は、午前10時から午後1時までの3時間の実際のOD交通量をもとに、発生率をその10%にして用いる。この場合、乗客の発生率は1分間あたり0.6人である。パラメータを変えてシミュレーションを行った結果はつぎのとおりである。

まず、サービスの最低水準を保証する待ち時間の制約を緩めると、平均迂回乗車時間は短くなる傾向にある。そして、平均待ち時間との和で平均損失時間を求めると、図-1のようになった。待ち時間の制約値が8分と10分の場合には約10%のデマンドを拒絶していることも考えると、この計算例の場合には待ち時間の制約は12分程度は必要であることがわかる。

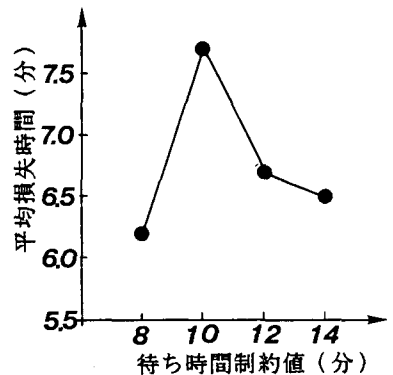


図-1 待ち時間の制約値と平均損失時間の関係

つぎに、目的関数での各項の重みを表すパラメータに関しては、 w_1 と w_2 の比を変えても大きな差はなかった。待ち時間と乗車時間の重みを変える α については、図-2 のような結果が得られた。平均損失時間を最小にする α の値は1ではなく、この場合には乗車時間の重みを大きくしたときに得られている。

バス台数を変えたときの結果は図-3、図-4 に示すとおりである。なお、これらの図の破線はデマンドの発生率を2倍にしたときの結果である。デマンドの発生率に対してサービスするバスが少ないときには、新たなバスの投入はデマンドの拒絶を減らすのに使われていることが明らかである。デマンドの発生率が2倍になってもバスを1台追加すれば、ほぼ同じ拒絶率であることから、運行道路網と需要交通のパターンによって最低限必要なバス台数が存在することがうかがえる。

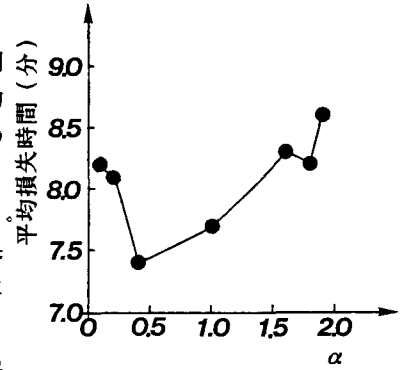


図-2 α と平均損失時間の関係

4. 経路探索型デマンドバスの課題

ここでのシミュレーションは、本来はこのタイプのデマンドバスに適していないと考えられる地域に対して行ったものである。しかし、需要交通量に応じたバス台数を用意し、適切なパラメータを設定すればデマンドバスを適用できる可能性のあることがわかった。さらにバスを効率良く運行するには、次の点に関して改良すればよいであろう。

まず、現在の経路探索のアルゴリズムでは新たなデマンドを組み込む時点での最適化しか考えていない。そのため、以後のデマンドの発生状況によっては経路のつながりが悪くなることがある。そこで、ある程度、それ以降に発生するであろうデマンドを予測して経路を定める方法を検討する必要がある。また、経路探索を行っているとき、起終点が似通ったデマンドが連続して発生したような場合に実行可能な経路の数が急激に増大し、経路の探索に要する計算時間が長くなることがある。サービスの供給に影響するようであれば、このような状態に対処できるようにしておかなければならない。

5. おわりに

ここでは経路探索型デマンドバスのシミュレーションを行ったのであるが、実用を考えた場合にはさらに経路の探索方法あるいは運行制御方法を改良した方がよいと考えられる点もあった。今後は、これらの改良とわれわれが提案している路線選択型デマンドバスシステムなどとの適用地域の分担の見きわめが必要である。

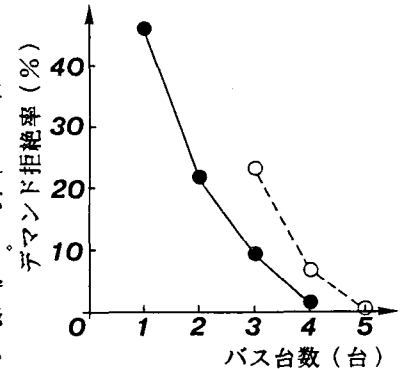


図-3 バス台数とデマンド拒絶率

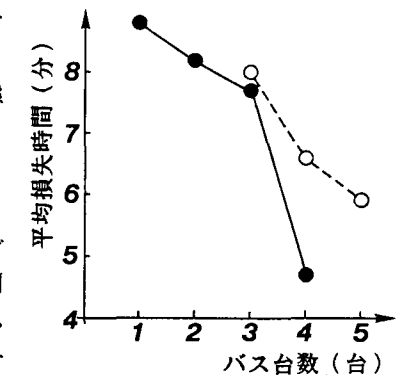


図-4 バス台数と平均損失時間

参 考 文 献

- 1) 森津秀夫・枝村俊郎・菅野昌二：路線選択型デマンドバスシステムについて，土木学会第40回年次学術講演会講演概要集，第4部，pp. 101～102，昭和60年9月。
- 2) 森津秀夫・枝村俊郎・亀山寿仁：ディマンドバスの経路探索アルゴリズムの改良，土木学会第37回年次学術講演会講演概要集，第4部，pp. 285～286，昭和57年10月。