

IV-11 バス乗務員の勤務スケジュール決定システム

神戸大学工学部 正 員 枝村 俊郎
 神戸大学工学部 正 員 森 津 秀夫
 神戸大学大学院 学生員 〇 山 岸 国夫

1. はじめに

従来、バス乗務員の勤務スケジュールの決定は、担当者の経験的作業によって行なわれてきた。しかし、拘束時間等の勤務に関する制約条件は複雑であり、作業には多くの時間を要する。需要に応じたダイヤの変更を容易にするためにも、勤務スケジュールの合理的な作成法の開発が望まれている。そこで、ここではバスダイヤをネットワークとみなし、組合せ問題として勤務を決定する方法を示す。

2. 勤務スケジュール作成問題の概要

ここでは、路線網、ダイヤが与えられたときにバス乗務員の勤務スケジュールを作成する問題を考える。求める解は、少ないバス台数、乗務員数でむだのない勤務スケジュールである。制約条件は勤務時間に関するもので、1日の乗務時間、拘束時間、休憩時間、継続乗務時間などがある。さらに週単位などでの条件も加わるが、これらは勤務表作成後に考慮することにし、ここでは制約条件に含めないものとする。1日の時間帯別運行回数は図-1に示すように、朝夕のラッシュ時に多い。そこで早出、遅出の普通勤務と、主としてラッシュ時に勤務する中休勤務の勤務形態を設けてこれに対応している。したがって、ここで作成する勤務スケジュールもこれらの勤務形態に即したものでなければならない。

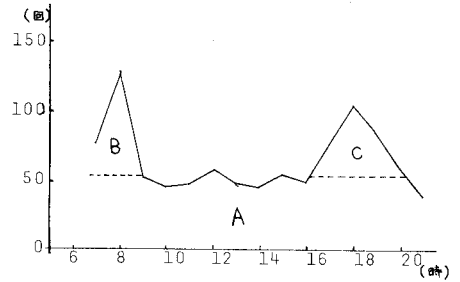


図-1 時間帯別運行回数の例

3. 解法について

勤務条件が複雑なので、乗務員すべての勤務を同時に決定するのはほとんど不可能である。そこで、1人分ずつの勤務を順次決定し、これを繰り返してすべての勤務スケジュールを決定するという方法をとる。

1) 1人分の勤務作成

各乗務員の勤務を作成するにあたっては、必要な乗務員数が増加しないようにできるだけむだをなくするようにする。そこで、目的関数は回送時間、待機時間、可能な最長乗務時間への不足時間の総和を最小にするように決める。勤務に関する制約条件下で、この目的関数を最小にする勤務を求めるのである。

勤務はダイヤの組合せ問題であり、各ダイヤを時間的にも固定したリンクとみなせば、ネットワーク上でパスを探索する問題と同様にして解くことができる。すなわち車庫を出発し、車庫にもどってくるパスのうち、目的関数を最小にするものが最適勤務である。

探索にはバックトラック法を使用する。そうすると、組合せトリ-上の節点は、路線の起終点のノードを表わすことになる。節点から分枝できるのは、そのノードへの着時刻以後にそこを出発するすべてのダイヤと、定められた休憩、あるいは他のノードへの回送である。他のノードへの回送は、時間的に近いノードの順に調べる。そして、同一ノードならば、接続可能なダイヤを出発順に調べる。分枝の例は、図-2に示すとおりである。このすべてに分枝してパスを探索する必要はなく、制約条件を満たさなくなるか、暫定解よりも

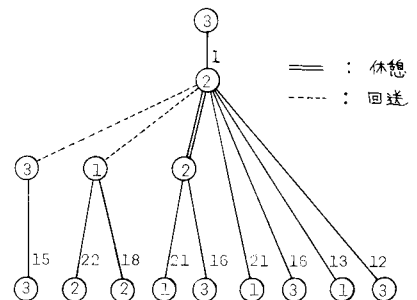


図-2 分枝の例

悪くなる場合には分枝する必要はない。

2) ダイヤ全体の勤務の作成

全乗務員の勤務を求めるには、すでにスケジュールされたダイヤを除き、1)の計算を繰り返せばよい。しかし、残っているダイヤ全体を対象として1人の勤務を求めることは、計算の効率上好ましくない。よって最初に勤務するダイヤは与えることにする。最初に勤務するものは、残っているダイヤのうちで出発時刻の最も早いものを選ばばよい。そして、早出勤務を作成後、それに接続する退出勤務を求め、これを繰り返すことになる。こうした場合、着時刻の遅い深夜のダイヤが残り、それらをつなぐことができなくなる恐れがある。そこで、到着時刻の遅いダイヤを最後に勤務するとして退出勤務、早出勤務の順にも作成することにする。前者を前進計算、後者を後進計算と呼ぶことにする。これらの計算を交互に適用する。これは、図-1でA部分のダイヤを平均的に処理することに相当し、探索の範囲も限定することになる。計算が進んで図-1のB、C部分のダイヤで普通勤務を求めると、ラッシュ時外で待機時間等が増加して勤務としては不利である。よってB、C部分では部分勤務を求めて、これらを組合せ問題として解いて中休勤務を作成する。

4. 計算例

図-3のバスダイヤグラム、および表-1の回送時間表より1人分の最適勤務を求める。ただし、図-3において、破線のダイヤは勤務の対象にしないものとする。ここで考慮する制約条件を以下に列記する。

- i) 出庫から入庫までの拘束時間は1日6時間以内とする。
- ii) 乗務時間(待機時間は含めず)は1日5時間以内とする。
- iii) 休憩は終点において、1度に60分とするものとする。
- iv) 継続乗務時間(入庫から休憩まで、および休憩後から入庫までの時間)は3時間以内とする。

解のトリーを図-4に示す。ここで、(a)~(e)は求められた実行可能解であり、最適解は解(d)である。このときの目的関数値は110である。

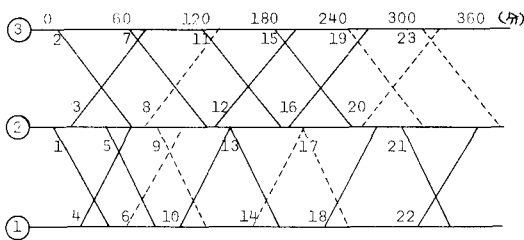


図-3 バスダイヤグラム

表-1 回送時間表

ノード	1	2	3	G
1	0	20	10	10
2	20	0	30	10
3	10	30	0	10

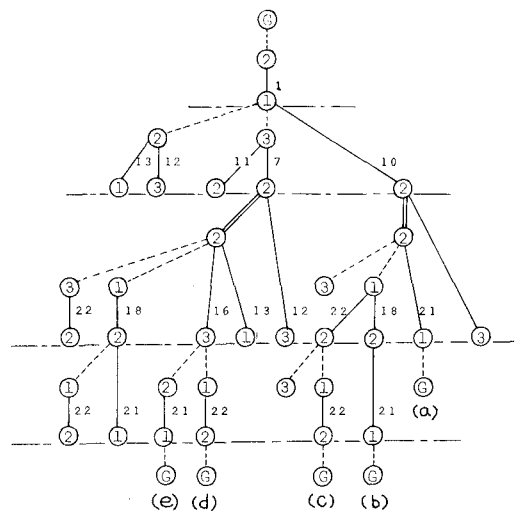


図-4 計算例の解のトリー

5. おわりに

本研究では、バスダイヤが与えられたときの乗務員の勤務決定問題を、ネットワークのパス探索問題に置き換えて解を求めた。勤務に関する制約条件は一部省略して取り扱っているが、これはモデルの部分約変更で実際に近いものにならうことができる。また、計算時間の点でも問題はなく、十分実用に供することか可能である。今後は、バスダイヤの作成と勤務スケジュールの決定を一体的に取り扱うシステムに発展させたいと思っている。