

Location Allocation による運転代行車の初期配置問題の解決

木村 将也[†] 竹野 健夫[†] 植竹 俊文[†]

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

運転代行業は、飲酒をした顧客の依頼を受け、顧客に代わり自動車を運転し、飲食店等から自宅まで送迎する。業務は無線番と代行車によって行われている。無線番は依頼と代行車の管理を行っており、代行車の初期配置場所の決定と依頼の代行車への割当てを行う。代行車は無線番の指示に従って顧客の送迎を行う。配置と割当てが実際の依頼の発生状況に即していないと、顧客の待ち時間が増加し、依頼を断られてしまう機会損失が生じる。また、代行車間での負担の偏りの原因ともなっている。

本研究では、運転代行業を対象とし、依頼予測に基づく代行車の初期配置場所の決定、及び業務中の依頼と代行車の管理を行う配車計画システムを構築し実データに基づく有効性の検証を行った。

2. システムの概要

2.1. システムの構成

本システムのプロット図を図1に示す。本システムは依頼予測、代行車配置、業務管理の3つの機能によって構成されている。

2.2. 依頼予測

1日にどの地点で何件の依頼が発生するかを予測する。事業者とのヒアリングから、依頼数の増減にカレンダーが影響を及ぼしていることが

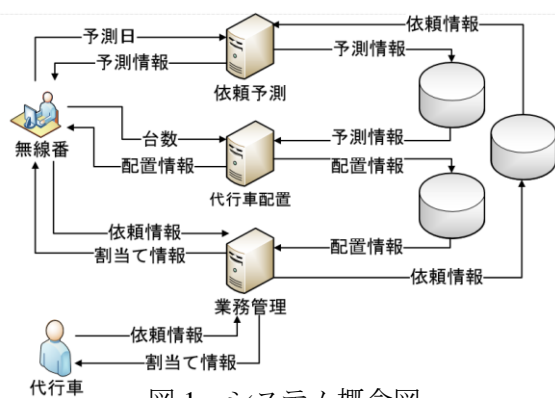


図1 システム概念図

Location Allocation Problem for Initial Placement in Chauffeur Service

[†]Masaya Kimura, Takeo Takeno, Toshifumi Uetake
Faculty of Software and Information Science,
Iwate Prefectural University

表1 分析結果

R	R ²	調整済み R ²	推定値の標準誤差
.714 ^a	.509	.496	5.194

わかっている。カレンダーの情報を依頼予測に取り入れるために、休日配置¹⁾を用いた。本研究では、3日以上連続する休日を連休とし、休日配置を連休前日、連休初日、休日前日、休日初日、休日2日目、1か月以内に連休がある休日、平日とした。そして、休日配置と最高気温を用いて重回帰分析を行い、依頼数を予測する。分析には2012年1月から2012年12月のデータを用いている。表1に分析結果を表す。調整済みR²は0.496となった。また、モデルは1%有意となっている。

2.3. 代行車配置

依頼予測機能で予測した依頼を用いて、無線番に指定された台数で最適な代行車の初期配置場所を求める。代行車の配置は提案する代行車配置モデルによって行う。提案システムでは、依頼が赤いアイコン、配置場所を青いアイコンで示し、割当て状況が赤線で示される(図2)。また、待機場所と割当ての詳細が表で示される。

2.4. 業務管理

依頼予測機能による予測結果と、業務中に実際に発生した依頼では差異が生じる。発生場所や件数が異なるほか、時間による偏りもある。この差異を取り除くために、業務中に依頼と代行車の管理を行う。担当する代行車の決定は、最も短い時間で顧客のもとに到着できる代行車を選択する。また、依頼情報を記録し、以降の依頼予測に活用する。



代行車	配置場所	走行距離
代行車1	事務所	27940
代行車2	小舗	15800
代行車3	小舗	23260
代行車4	小舗	24500

需要地点名	割当て地点名
望月	小舗
望月	小舗
小舗駅前	小舗
岩村田・申込	事務所

図2 割当て結果の表示画面

3. 代行車配置のモデル化

代行車の配置では総移動距離の最小化と代行車間の負担の分散を考慮する必要がある。本研究では Location-Allocation²⁾ による多目的最適化問題としてモデル化し、負担分散の実現方法が異なる2つのモデルを提案する。モデル1は移動距離が最大の代行車と最小の代行車の差を最小化することで負担分散を行っている。モデル2は移動距離が最大の代行車を最小化することで負担分散を行っている。

決定変数は x_{ik} と y_{jk} を用いる。 x_{ik} は依頼 i を代行車 k に割当てた場合 1 となり、割当てない場合に 0 となる。 y_{jk} は代行車 k をデポ j に配置する場合に 1 となり、配置しない場合に 0 となる。 i, j, k は依頼番号, デポ番号, 代行車番号を表す。また, I, J, K は総依頼数, 総デポ数, 総代行車数を表している。 d_{ij} は依頼 i とデポ j の間の距離を表す。

モデル1の目的関数を(1), (2), モデル2の目的関数を(3), (4)で定義する。

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j \sum_k d_{ij} x_{ik} y_{jk} \quad (1)$$

$$\text{Minimize } \max(\sum_i \sum_j d_{ij} x_{ik} y_{jk}) - \min(\sum_i \sum_j d_{ij} x_{ik} y_{jk}) \quad (2)$$

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j \sum_k d_{ij} x_{ik} y_{jk} \quad (3)$$

$$\text{Minimize } \max(\sum_i \sum_j d_{ij} x_{ik} y_{jk}) \quad (4)$$

制約条件は共通であり次式で定義される。

$$\sum_k x_{ik} = 1 \quad \forall i \in I \quad (5)$$

$$\sum_j y_{jk} = 1 \quad \forall k \in K \quad (6)$$

(5) 式は各依頼が 1 台の代行車に担当されることについての制約である。(6) 式は各代行車が 1 か所のデポに配置されることについての制約条件である。

4. システムの評価

4.1. 実験方法

依頼の分析と同様のデータを用いて提案モデルで代行車の配置場所を求め、実際の配置との比較を行う。実際の配置では総移動距離が最小になるように依頼を割当てている。求解には遺伝的アルゴリズムを用いており、求めたパレート解から目的関数のバランスが取れた解を選択している。

4.2. 実験結果

実験結果を表2と図3に示す。表2は総移動距離を月ごとに合計したものである。図3は配置台数ごとに代行車間の移動距離の標準偏差を求めたものである。提案した両モデルは総移動距離

表2 月ごとの総移動距離

月	モデル1 総移動距離(m)	モデル2 総移動距離(m)	実際の配置 総移動距離(m)
1	1,522,140	1,452,910	1,823,450
2	1,588,780	1,171,560	1,431,630
3	2,628,880	2,319,540	2,522,040
4	2,412,700	2,215,310	1,967,640
5	1,981,930	2,019,320	2,120,830
6	2,267,110	1,912,111	2,642,680
7	2,467,000	2,510,000	2,508,790
8	2,276,580	2,059,610	2,795,830
9	2,033,980	2,057,060	2,096,810
10	1,584,870	1,629,220	1,616,650
11	2,038,125	1,789,830	1,936,190
12	2,248,155	2,202,645	2,517,033
合計	25,050,250	23,339,116	25,979,573

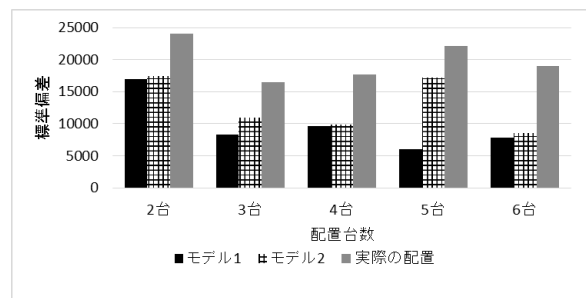


図3 台数ごとの移動距離の標準偏差

が実際の配置よりも小さくなっており、モデル2が最も小さい。負担分散については、5台の場合を除いて両モデルはほぼ等しくなっており、実際の配置よりも分散できている。

以上の結果から、総移動距離の最小化と負担分散が実現されているモデル2が代行車の初期配置場所決定に適していると考えられる。

5. おわりに

本研究では、運転代行業を対象とした配車計画システムを提案し、代行車配置モデルの有用性を検証した。今後は機会損失や時間ごとの需要変動に対応した予測及び配置モデルの構築を行う。

参考文献

- 1) 井上英彦, 奥村誠, 塚井誠人: カレンダー情報を利用した本四連絡橋日交通量の時系列分析, 土木計画学研究・論文集, 20巻, pp843-848, (2003).
- 2) Daskin MS, Dean LK: Location of Health Care Facilities. Handbook of OR/MS in Health Care: A Handbook of Methods and Applications. Edited by: Sainfort F, Brandeau M, Pierskalla W. 2004, Norwell: Kluwer, 43-76.