

## AVM データのリアルタイムでのマイニングを導入した、 タクシーの待ち/流し位置レコメンデーション

熊谷彩夏† 高山毅† 佐々木貴済† 佐藤永欣† 村田嘉利†  
†岩手県立大学ソフトウェア情報学部ソフトウェア情報学科

### 1. はじめに

現在、タクシー会社で導入されているシステムには、GPS を用いて配車室が車両の位置や状況を管理するAVM(Automatic Vehicle Monitoring; 自動車両位置管理)システムがある。しかし、これは主に「電話注文」での配車を支援しており、「待ち」/「流し」の支援は充分とは言えない。著者らはこれまで、過去の実車記録を分析し、実車が期待できる待ち/流し位置を乗務員へレコメンドし、有用との評価を得ている[1]。本稿では、過去の実車記録に加え、現在の状況をAVMシステムから取得して融合し、リアルタイムで最適な待ち/流し位置のレコメンデーションを行う。そして顧客の効率的な確保、利益の拡充を目指す。

### 2. 先行研究

文献[2]は、運転日報からタクシーの行動を分析し、車両配置の重要性を指摘している。文献[3]は、タクシーテレマティクスシステムから収集した位置履歴から、乗車パターンを分析している。これらの先行研究では、タクシーが具体的にどこで待ち/流しをすべきかをレコメンドするには至っていない。

著者らは、運転日報を電子化して分析し、「情報提供シート」と呼ぶ紙媒体で実車地点ごとの実車回数ランキングを乗務員に配布している[1]。そして評価実験から、以下三つの知見を得ている: i) 情報提供シートは「一週間通しでの4時間区切り」の「実車回数が10回以上のすべての地点のランキング」が妥当、ii) 料金実績より実車回数が重要、iii) 実車地点の粒度は、住所・施設名単位よりも、より粗粒度のエリア単位の方が有用。

### 3. AVM データのマイニングと待ち/流し位置レコメンデーション

本章では、新規提案をしつつ、実験で評価する。

#### 3.1 四回の実験を通しての共通事項

##### 3.1.1 AVM データからの実車記録の自動作成

AVM システムではタクシー車両から、車両番号、状態、緯経度、時刻等のデータが配車室へ届く(図1)。以後これを「AVM データ」と呼ぶ。これを基に実車記録を作成し、データベース化する。以後、これを「AVM 実車記録」と呼ぶ。車両番号 X の状態が「実車以外」から「実車」に変化した時点で到着したAVM データを、実車地点のデータとみなす。その車両 X の状態が「実車」から「実車以外」に変化した時点で到着したAVM データを、降車地点のデータとみなし、実車・降車地点の緯経度を実車データベースに格納する。実車データベースには「実車になった年月日時分、車両番号、実車・降車地点の緯経度」が1件分の実車記録として格納される。その後、外部API[4][5]を利用して緯経度に対応する住所名を付加する。

受信時刻		車両 番号	状態	緯度	経度
年	月				

図1 AVM データのフォーマット。

##### 3.1.2 「①過年ランキング」

文献[1]で「情報提供シート」と呼ばれていたもので、実験期間と同時期の過去2年の住所/エリア単位、それぞれ4時間ごとの実車回数ランキングである。実験初日に紙媒体で全乗務員へ手渡しする。後述の第三次実験以降では、参考情報として料金情報(平均, 最低, 最高)も掲載する。

##### 3.1.3 評価方法

以下を尋ねるアンケートを実験後に実施する:

- i) 提供した情報が、役に立ったか否かの5段階評価
- ii) 提供した情報に基づく、待ち/流し場所変更の有無
- iii) 待ち/流し開始から実車になるまでの平均時間

第三次実験以降は、i) の項目を以下の三つに置き換えた。情報提供時に:

Waiting/Cruising Position Recommendation of Taxi by Introducing Real-time Mining of AVM Data

A.Kumagai†, T.Takayama†, T.Sasaki†, N.Sato†, Y.Murata†

†Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

- i-1) 最も情報の伝達媒体が良かったもの
- i-2) 最も情報の内容(項目)が良かったもの
- i-3) 最も実際に実車になった状況と適合していたもの

以上の項目により、レコメンデーションに従って待ち/流し位置を変更するか否かによる差異を分析する。

#### 3.1.4 協力依頼先

県庁所在地であり地方都市のI県M市のタクシー会社H社とその乗務員150名にデータ提供、実験協力を依頼する。

### 3.2 第一次実験

#### 3.2.1 方法

表1 第一次実験対象期間

実験対象期間	7月第3金曜日から1週間
過去のデータの分析範囲	2008/07/18(日)~24(土), 2009/07/17(日)~23(土)
レコメンデーション実施	2010/07/16(日)~22(土)

「①過年ランキング」、および以降に示す「②直近ランキング速報」の二つを利用したレコメンデーションを行い、有用性を相対評価する。すなわち「②直近ランキング速報」とは、速報を出す2日前から遡って一週間分のAVM実車記録に基づく、実車回数ランキングである。4時間ごとのエリア単位で作成し、紙媒体で営業所の掲示板に横一列に並べて毎日貼り足す。

#### 3.2.2 結果(図2)

「①過年ランキング」よりも「②直近ランキング速報」の方が有用であると答えた乗務員の方が多かった。

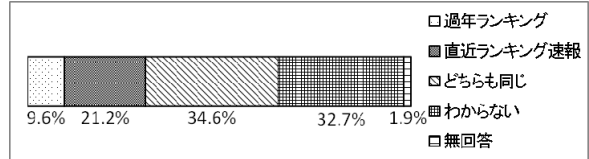


図2 有用性比較: ①過年ランキング vs ②直近ランキング速報。

### 3.3 第二次実験

#### 3.3.1 方法

表2 第二次実験対象期間

実験対象期間	8月第2日曜日から1週間
過去のデータの分析範囲	2008/08/10(日)~16(土), 2009/08/09(日)~15(土)
レコメンデーション実施	2010/08/08(日)~14(土)

「①過年ランキング」、および以降に示す「③実車チャンス速報」の二つを利用したレコメンデーションを行ない、有用性を相対評価する。すなわち、「③実車チャンス速報」とは、速報作成時刻から2時間の実車の需要を予測するものである。予測には、「速報作成時刻に、各エリア内にある空車台数」、「参考日における、作成時刻と同一時刻の前後±2時間(計4時間)の実車平均実績」と、「速報作成日の作成時刻の直前2時間の実車実績」を使用する(図3)。

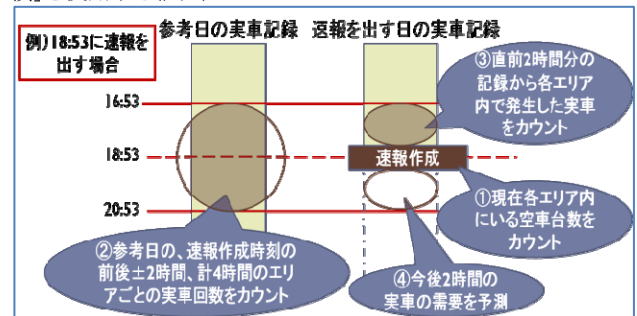


図3 「③実車チャンス速報」の作成方式。

参考日は、同じ実車傾向を持つ曜日グループ内の、同じ天気の日から選択する。タクシー会社側との打合せに基づき、曜

日グループは「月～木」/「金・土」/「日・祝」の三つに分ける。天気は降水あり/なしの二分類とする。参考日は、第二次実験では「同じ曜日グループの直近の一日」とする。実行結果は、実車になる確率が最も高い「チャンスエリア」と最も低い「後回しエリア」の二つを表示する。2時間ごとにタクシー会社の配車係が実車チャンス速報システムにアクセスし、乗務員に無線でそれら二つを伝達する。

3.3.2 結果(図4, 5)

「③実車チャンス速報」の有用性が「①過年ランキング」、「②直近ランキング速報」より優った。

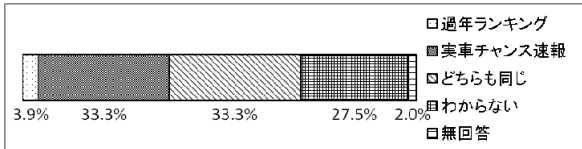


図4 有用性比較: ①過年ランキング vs ③実車チャンス速報。

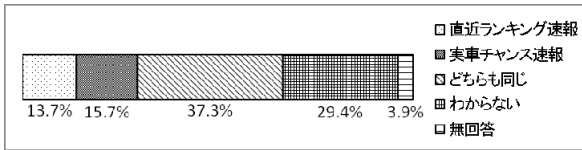


図5 有用性比較: ③実車チャンス速報 vs ②直近ランキング速報

3.4 第三次実験

3.4.1 「③実車チャンス速報」の改良

実車になる確率が高いエリア順ランキングに変更し、乗務員へは配車係が上位3エリアを無線で伝達する。参考日を「予め3日と固定し、3日取れるまで日付を遡る」に変更する。また、営業所にノートPCを置き、乗務員の自由な閲覧を付加する。

3.4.2 待ち/流し時間計測システムの開発

AVM データから待ち/流し、無線注文を判別し、各車両の実車までの時間を計測する。具体的には空車でかつ緯度が3分間変化しなければ「待ち」、変化すれば「流し」と判断する。ここで、状態データに基づき休憩を待ち/流し時間から除く。

3.4.3 実験方法

表3 第三次実験対象期間

実験対象期間	11月第1日曜日～1週間
過去のデータの分析範囲	2008/11/02(日)～08(土), 2009/11/01(日)～07(土)
レコメンデーション実施	2010/11/07(日)～13(土)

「①過年ランキング」と「②直近ランキング速報」、改良した「③実車チャンス速報」の三つでレコメンデーションを行なう。そして、それら三者間の有用性を相対評価する。また、待ち/流し時間計測システムで各時間を客観的に計測する。

3.4.4 実験結果(図6～8)

情報の伝達媒体では、「①過年ランキング」の「紙媒体で手渡し」が(図6)、情報の内容(項目)では、「③実車チャンス速報」の「実車が期待できるエリアのランキング」が(図7)、実際に実車になった状況と最も適合していたものでは、「③実車チャンス速報」が(図8)、最も良い評価を得た。

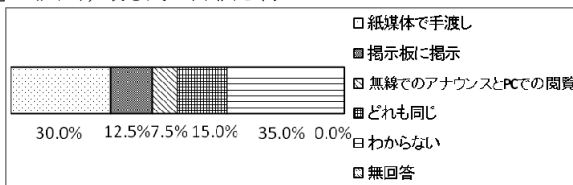


図6 情報の伝達媒体は何かが良いか。

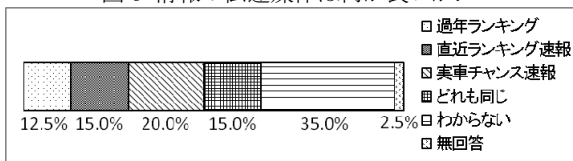


図7 伝達される内容はどれが良いか。

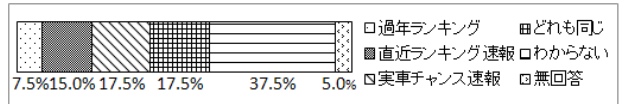


図8 実際に実車になった状況と最も適合していたもの。

3.5 第四次実験

3.5.1 「③実車チャンス速報」の改良

参考日を「予め遡れる日数を30日と固定し、その中から活用できる日をすべて選択」に変更する。

3.5.2 実験方法

表4 第四次実験対象期間

実験対象期間	11月第4日曜日～1週間
過去のデータの分析範囲	2008/11/23(日)～29(土), 2009/11/22(日)～28(土)
レコメンデーション実施	2010/11/28(日)～12/04(土)

「①過年ランキング」、「②直近ランキング速報」、改良した「③実車チャンス速報」の三つでレコメンデーションを行なう。そして、それら三者間で有用性を相対評価する。また、ここでも待ち/流し時間測定システムで各時間を客観的に計測する。

3.5.3 実験結果(図9)

伝達媒体、内容(項目)、実際に実車になった状況と最も適合していたものいずれも、第三次実験と同様の優劣となった。

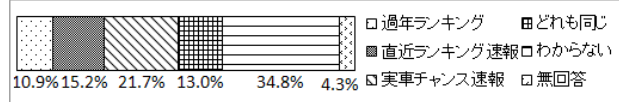


図9 実際に実車になった状況と最も適合していたもの。

3.6 待ち/流し場所変更による実車までの時間の差異

3.6.1 分析方法

アンケート中で、車両番号の記入を任意で依頼し、第三/第四次実験で待ちを変えた/流しを変えた/どちらも変えなかった車両の3パターンに分類する。各パターンごとに、3.4.2のシステムで計測した、実験期間中の待ち/流し時間を集計する。

3.6.2 分析結果

表5 実車までの時間の差異

	第三次実験			第四次実験			第三次+第四次実験		
	待ちを変えた	流しを変えた	どちらも変えなかった	待ちを変えた	流しを変えた	どちらも変えなかった	待ちを変えた	流しを変えた	どちらも変えなかった
① 待ち時間平均(分)	26.7	23.1	34.8	-	31.4	37.9	26.7	27.3	36.4
② 流し時間平均(分)	12.0	14.1	13.8	-	16.0	15.3	12.0	15.1	14.6
③ (①+②)の平均(分)	38.7	37.0	48.4	-	53.8	53.0	38.7	45.4	50.7

アンケート回答で、第四次実験で待ちを変えた方の車両番号の記入はなかった。待ちか流しを変えることで、どちらも変えなかった場合に比べ、待ち時間が短縮した。流し時間は、待ちを変えた場合に、どちらも変えなかった場合より短縮が見られた。また、実車になるまでの空車時間(表5中③)は、待ちか流しを変えた場合、どちらも変えなかった場合より、第四次実験の流しを変えた場合を除き、5.3～12.0分短縮された。

4. 結論

本稿では、タクシーの過去の実車記録に加え現在の状況を分析して、実車が期待できる待ち/流し位置を乗務員へレコメンドすることを試みた。評価実験より、提案手法は有用である。

今後の展望として、以下の二点が挙げられる: i)AVM 実車記録への料金データの自動挿入, ii)スマート端末等を活用しての、乗務員へのよりリアルタイム性の高い情報伝達。

参考文献

- [1]松本ほか:タクシーの実車データマイニングに基づく、待ち/流し位置レコメンデーション, 第72回情報処全大, 2S-8, 2010.
- [2]塚田ほか: 運転日報によるタクシー交通の行動実態分析, 第20回交通工学研究発表会, pp.213-216, 2000.
- [3] J. Lee, et al.: Analysis of the passenger pick-up pattern for taxi location recommendation, 4th Int. Conf. on NCM, pp.199-204, 2008.
- [4]Yahoo! デベロッパーネットワークローカルサーチ Ver.1: <http://developer.yahoo.co.jp/webapi/map/localsearch/v1/localsearch.html>
- [5]Google Maps API: <http://code.google.com/intl/ja/apis/maps/documentation/javascript/v2/services.html>