

共同利用のためのカート配車システム

粉川 貴至[†] 片山 泰輔^{††} 小川 均^{†††}

立命館大学大学院理工学研究科[†] 立命館大学大学院理工学研究科^{††}

立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科^{†††}

1. はじめに

本論文では、1 台の自動車を複数の利用者が共同利用する「カーシェアリング」における、「配車スケジューリングシステム」を提案する。昨今、カーシェアリングが事業として全国で展開されているが、現行のシステムは利用者が単独で自動車を使用する為、自動車の利用効率が悪い。

そこで我々は、1 台の自動車で複数の利用者の移動に対応する車両の移動スケジュールを作成し、これを用いて配車を行う方法を検討した。

2. カート配車システム

2.1 システムの概要

本システムが解決対象とする問題は、カーシェアリングにおける配車問題を大学敷地内でのカート配車に置き換え、学内の様々な地点から起こる乗車要求に応じて、カートがどのような時間、経路で移動すればよいか、その移動スケジュールを問うものである。カートは1 台で、利用者は全員がカートを運転できるものとし、利用者が出す乗車要求は誠実なものとする。利用者は、配車エリア内で様々な移動に関する要求を発する。この要求を制約とみなし、制約充足問題として解を得て、それを自動車の移動スケジュールとする。

しかしながら、要求者の数や配車エリアの大きさによって、また利用者の移動以外の配車部分を考慮した場合に、その移動する経路や時間の選択肢が膨大である為、スケジュールを計画する事が困難である。そこで、スケジュール候補を絞るために、要求のパターンによって移動の方針を決定する「戦略」と、それに付随して移動順序を決定する「ルール」を用意する。このルールを適用することで、スケジュール候補を得る。

利用者同士の要求が競合し、どの候補を採用しても、すべての要求が満たされない場合も存在する。この状態を「過制約状態」とし、要求に基づく制約を緩和する事で、スケジュールの採用が可能になる。制約緩和は、緩和の程度を表現する「達成度」による、「達成度を用いた重み付き制約充足問題」を用いて行う。

すべての制約を満たすスケジュールが複数存在する場合は、最適化により評価し順位付けを行う。順位の高いスケジュールを優先的にエージェント間交渉し、最終的なスケジュールを決定する。

2.2 システムの構成

システムは、利用者エージェントとカートエージェントからなる(図1)。利用者エージェントは、利用者ごとに存在し、システムとのインタフェースとして機能する。利用者が発した要求は利用者エージェントによって制約として表現され、カートエージェントに集められる。カートエージェントは利用者とカートの現在地、また制約の内容から、戦略に基づいて適用するルールを選択し、複数のスケジュールを作成する。そして、その中から全ての制約を満たすものを選び、利用者エージェントに提案を行う。

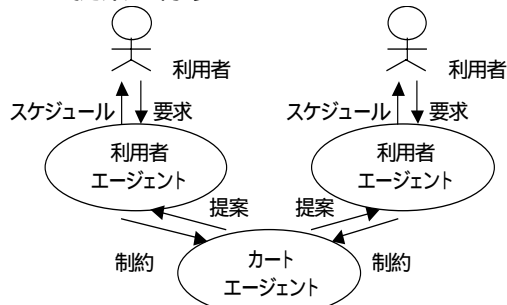


図1 システムの構成

3 カート移動経路の作成

ここではカートエージェントでの、移動スケジュールの作成方法について説明する。図2に、この問題における例を挙げる。今、ノードA, B, Cが存在するマップ上で、利用者α, βが移動要求を発した。αは14:00~14:05の間にAからCに、βは14:05~14:15にBからCに移動したい。カートと利用者の現在地は図2のとおりである。また、要求を出していない利用者γが、Cにいるものとする。各ノード間の移動時間を図中に示す。

今カートは、ノードAに停車している。αの要求を満たすためには、14:05に間に合うようにAを出発し、Cに行けばよい。ただし、βの要求(B→A)は無視される。しかしながら次のような戦略も考えられる。αは少し早めにAを出発し、B

「The allocation system for car sharing」

[†]「Takashi Kokawa・Ritsumeikan university」

^{††}「Taisuke Katayama・Ritsumeikan university」

^{†††}「Hitoshi Ogawa・Ritsumeikan university」

に向かう．B で β を乗せ，自分の目的地である C へ向かう．C で α は降り，残った β は自らの目的地である A へと向かう．これが解決案（スケジュール）の 1 つとなる．

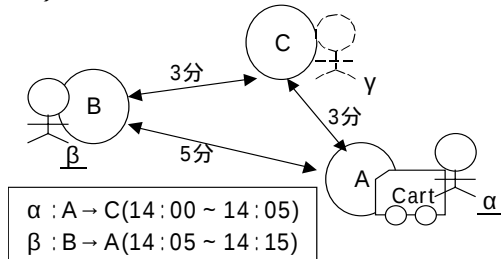
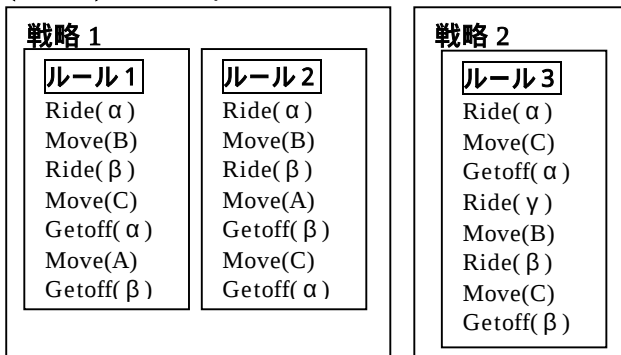


図 2 要求発生ケース

このように，マップ上に要求者が発生した場合，その位置，内容，そしてカートの現在地によって様々なケースが存在する．そのケースごとに全ての要求者を移動させるような，カート移動スケジュールの基本的方針（戦略）を用意する．戦略はカートの移動スケジュールを一意に決定するルールを持っており，このルールを適用することでスケジュールを得る．図 2 のケースにおいて用意されている，戦略とルールを以下に示す．

(戦略 1) α が β のいる地点に移動し β と同乗する

(戦略 2) 利用者 γ に運転依頼をする



1 つのルールを適用することで，1 つのスケジュールを得ることができる．

4 制約充足問題によるスケジュールの評価

4.1 制約充足問題のシステムへの適応

本システムでは，利用者の要求を制約とみなすことで，制約充足問題として扱い，解を得る．

ここでは，1 つの要求を 2 つの制約として表現する．2.1 で述べたように，要求は「14:00 ~ 14:05 の間に移動したい」という型で出されるため，これを「14:00 以降に移動する」と「14:05 までに移動する」という 2 つの制約とする．これによって，次のように定義する．

変数 X を時間とし，「14:00 以降に移動する」を制約 c_1 ，「14:05 までに移動する」を制約 c_2 とすると， $c_1 : x_1 \quad 14:00 \quad c_2 : x_2 \quad 14:05$ となる．要求者すべてにおいて，上記のような制約を満た

すスケジュールを選択すればよい．

しかし，このように単純に制約として表現してしまうと，たとえ 1 分でも制約に違反した場合，解として認められない．どのスケジュールも 1 分だけ違反していた場合，その問題は解が得られない状態になってしまう（過制約状態）．このような状態を回避するため，ここでは制約緩和を行う．

4.2 達成度を用いた重み付き制約充足問題

達成度には割り振られた値がどの程度制約を満たしているかを表す充足度と，制約で決められた値（制約値）からどれだけ制約を緩和してもよいかを示す目標達成度があり，充足度が目標達成度を超えていればその制約が完全に満たされていなくても満足できると判断する．従って，重み付き制約充足問題に以下の集合が追加される．

充足度の集合 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$

目標達成度の集合 $F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$

システムでは，利用者の出した移動の目的（食事，講義等）によって目標達成度を設定することで，それに関する制約の緩和の度合いを決定する．これによって，スケジュールの選択肢が増える．

4.3 スケジュールの評価

スケジュールの評価は，制約充足問題の解として，スケジュールを評価することで行う．スケジュールごとに，4.2 で述べた達成度，充足度，重みを用いて，次の評価関数により評価を行う．

$$M = \begin{cases} w_i & (\text{if } f_i = 100) \\ w_i \times \frac{a_i - f_i}{100 - f_i} & (\text{else}) \end{cases}$$

この M が高いほど 利用者の要求に良く応えているものとする．図 2 のケースにおける，3 つのルールに基づいて作成したスケジュールを評価すると，ルール 3, 1, 2 の順に評価が高い．システムは M が高い順にエージェント間交渉を行う．もしルール 3 を交渉した場合に， γ が依頼を断れば，ルール 1 のスケジュールについて交渉される．交渉が合意に至ったスケジュールが採用される．

5 おわりに

本稿では，利用者が 1 台の自動車を共同利用する，カーシェアリングシステムの概要と簡単な例を示した．今後，交渉部分の検討，実装を行う．

参考文献

[1] 粉川 貴至，小川 均，“人の嗜好を扱う意思決定システムに関する研究”，信学技報，Vol.104，No.133，pp1-6，2004