

配送スケジューリングにおけるジョブのグループ化について

3H-2

広島清美[†] 曾我真人[‡] 柏原昭博[†] 豊田順一[†]

[†] 大阪大学産業科学研究所

[‡] 郵政省通信総合研究所関西先端研究センター

1. はじめに

スケジューリング問題におけるジョブ割当問題では、ジョブの数の増大にともない、個々のジョブ割当の組み合わせ数が増大してしまい、スケジュール作成に多大のジョブ割当コスト(スケジュールを作成するときに必要なコスト)がかかるという問題点がある。これを解消する一つの方法として、ジョブを適当な大きさでまとめあげ、まとめた複数のジョブを一つのジョブとみなして割当を考えるものがある[1]。しかしながら、まとめあげを不適切に行くと、割当コストは低減するものの、まとめあげない場合に比べて、ジョブ達成コスト(スケジュールを実行するときに必要なコスト)が大きくなってしまふ恐れがある。したがって、まとめあげを行う場合、ジョブ割当コストの低減のみならず、ジョブ達成コストの保証を考慮する必要がある。

筆者らは、このような観点からジョブのまとめあげを行う手法について提案する。本手法の特徴は、ジョブのまとめあげを行う際に、ジョブの特徴、資源の特徴、および目的関数を考慮する点にある。本稿では、特にまとめあげ戦略の分類を中心に述べ、その戦略を商品のトラックによる配送問題へ適用した例について述べる。

2. ジョブのまとめあげ

ジョブをまとめあげ的方法について、商品のトラックによる配送問題を例にあげながら説明する。商品の配送問題は、個々の商品を目的地へ配送する配送作業をジョブとし、その配送手段であるトラックを資源とするジョブ割当問題として捉えることができる。

2.1 まとめあげの要因

ジョブのまとめあげは、ジョブの属性によって行うが、どの属性に注目してまとめあげるかは、次に示す三つの要因によって規定される。

まず、ジョブ割当のコストを低減しつつ、ジョブをまとめあげするためには、資源およびジョブの特徴として、資源の属性値分布とジョブの属性値分布を考慮する必要がある。次に、ジョブ達成コストを保証しつつ、ジョブをまとめあげられる場合には、目的関数を考慮する必要がある。目的関数はジョブ割当のときに、ジョブ達成のコストを低減させる制約として考えることもできる。例えば、配送問題での目的関数は、燃料費と人件費の低減として表現される。本研究では、これら三つをジョブまとめあげの要因としている。

2.2 ジョブまとめあげの枠組

ジョブをまとめあげる枠組みを図1に示す。はじめに、資源による制約とジョブの関係、および目的関数とジョブの関係を抽出する。次に、ジョブをまとめあげるための要因となる、ジョブの属性値分布と、資源の属性値分布を抽出する。抽出された分布に基づいて、ジョブまとめあげの戦略を選択し、ジョブをまとめあげる。このようなまとめあげを、ジョブの集合の要素数が適当な大きさになるまで、再帰的に繰り返す。

2.3 ジョブまとめあげ戦略

ジョブをまとめあげる戦略には、ジョブ割当コストの低減を指向したものとジョブ達成コストの保証を指向したものがある。前者には、資源の制約対策と一様化の2タイプある。後者には、資源の利用対策がある。

2.3.1 戦略の分類

【a: 資源の制約対策】

この戦略は、ジョブ割当時に資源における制約に影響を受けると予想されるジョブの属性に注目してジョブをまとめあげるものである。このようなまとめあげを行うことによって、まとめあげた集合内にあるすべてのジョブが資源の制約を満たし、ジョブの割当がスムーズになると考えられる。例えば、配送問題では、ジョブの属性のうち配送場所が、資源における制約のうち配送地域の制限の影響を受ける(あるトラックは狭い道を通れないといったもの)。このとき、狭い道を通る地域にあるジョブと、狭い道を通らない地域にあるジョブを分けてまとめると、狭い道を通れないトラックに対する割当が、容易になると思われる。

【b: 一様化】

ジョブのまとめあげを行って、ジョブの集合を生成したときに、集合の要素としてジョブの数が多いものがあると、その集合

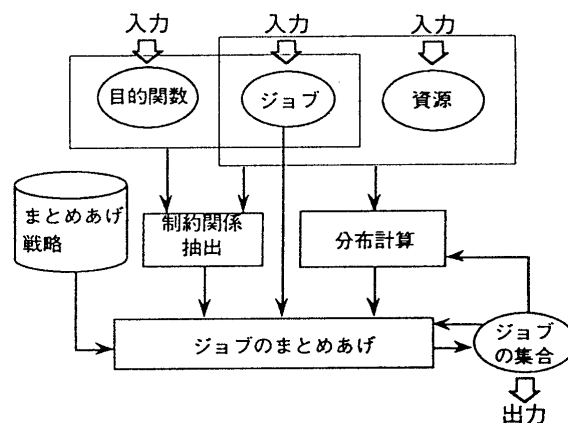


図1 ジョブまとめあげの枠組

Job Aggregation for Job Assignment Task
 Kiyomi HIROHATA[†], Masato SOGA[‡], Akihiro KASHIHARA[†],
 Jun'ichi TOYODA[†]
[†] I.S.I.R., Osaka University
[‡] Communications Research Laboratory, M.P.T.

表1 ジョブまとめあげ戦略の適用条件

戦略	適用条件		
	ジョブの属性値分布	資源の属性値分布	ジョブの属性に関する目的関数
a	片寄りあり(資源の制約に関する属性値)	片寄りあり(割当制約である属性値)	—
b	一様分布	片寄りあり(割当制約でない属性値)	なし
c	一様分布(目的関数に関する属性)	—	あり

表3 配送問題でのまとめあげ戦略の適用条件

戦略	適用条件					
	ジョブの属性値分布 (地域) (商品) (時間)			資源の属性値分布 (配送地域制限) (積載商品制限)		目的関数 (コスト)
a	片寄りあり(A)	—	—	片寄りあり(あり)	—	—
	—	片寄りあり(α)	—	—	片寄りあり(あり)	—
b	一様分布	片寄りあり	片寄りあり	片寄りあり(なし)	片寄りあり(なし)	既に考慮
	片寄りあり	一様分布	片寄りあり	片寄りあり(なし)	片寄りあり(なし)	既に考慮
	片寄りあり	片寄りあり	一様分布	片寄りあり(なし)	片寄りあり(なし)	既に考慮
c	一様分布	—	—	—	—	燃費重視
	—	—	一様分布	—	—	人件費重視

内にある個々のジョブを、資源へ割り当てるのにコストがかかってしまう。そのためにジョブをまとめあげた結果、ジョブの数が多いものはさらにその集合内でジョブのまとめあげを行って要素の数を減らすことが必要になる。しかしながら、このようなまとめあげを繰り返していくと、ジョブの集合の数が増えて、逆にジョブの集合単位での資源への割当にコストがかかる。このように、ジョブの集合数と集合内のジョブ数はトレードオフの関係にある。一様化戦略は、このトレードオフの関係を考慮して、まとめあげの対象となるジョブの集合内で属性値が一様に分布している属性に注目してジョブをまとめあげるものである。

【c：資源の利用対策】

この戦略は、目的関数がジョブのどのような属性の影響を受けるかに注目して、ジョブをまとめあげるものである。このようなまとめあげによって、ジョブ達成コストを低減できると考えられる。例えば、配送問題の場合には、人件費と燃料費は共にジョブの属性のうち場所の影響を受ける。そこで、ジョブを場所に注目してまとめあげると、場所の近いものを同じ資源に割り当てることができ、ジョブ達成コストが低減できるはずである。

2.3.2 戦略の適用条件

これら三つの戦略の適用条件を表1に示す。

戦略aを例にあげると、割当制約となる資源の属性値の分布に片寄りが見られ(例えば、狭い道路を通れないトラックの台数がしきい値以上)、かつ、その制約に関連するジョブの属性値の分布に片寄りがある(狭い道路を通るジョブの数がしきい値以上)場合に、戦略aが用いられる。この戦略には、目的関数は考慮されない。

3. 配送問題でのジョブまとめあげ戦略

本研究では、ジョブまとめあげの例として、配送スケジュールを行う問題を取り扱っている。取り扱う配送問題のジョブの属性、資源の属性、および目的関数を表2に示す。

表2 対象問題

(a) ジョブの属性	
ジョブ属性	属性値
地域	A, B, C
商品	α, β, γ
時間	午前, 午後, 晩

(b) 資源の属性

資源の属性	属性値
積載荷数	多, 少
積載商品の制限	あり, なし
配送地域の制限	あり, なし

(c) 目的関数

目的関数
人件費
燃料費

まず、資源の属性のうち、ジョブの属性に関する割当制約になるものは、配送地域の制限と積載商品の制限である。そして、それぞれの属性はジョブ属性の地域と商品に関係する。ここでは、配送地域の制限「あり」のトラックは、地域「A」には配送できないとし、積載商品の制限「あり」のトラックは、商品「 α 」を積めないとする。また、目的関数のうち、人件費を低減する要因には、運転時間と積み降ろし時間の短縮がある。前者は、時間や地域の同じジョブが一つのトラックに割り当てられたときに短くなり、後者は、同じ商品が一つのトラックに割り当てられたときに短くなる。このように、運転時間は時間と地域に関係し、積み降ろし時間は商品に関係する。しかし、人件費は時間の影響がいちばん強い。そして、燃料費を低減するためには、同じ地域のジョブを一つのトラックに割り当てる必要があるため、燃料費は地域に関係する。これらの関係を考慮してまとめあげ戦略の適用条件を配送問題に用いて詳細化したものを表3に示す。例えば、ジョブの属性値分布において、地域「A」にしきい値以上の片寄りがみられ、かつ資源の属性値分布において、配送地域の制限「あり」にしきい値以上の片寄りがみられたとき、戦略aを用いて、ジョブ属性の地域によって、ジョブをまとめる。なお、このとき、他の属性や目的関数は考慮されない。

4. おわりに

本稿では、ジョブ割当問題でのジョブのまとめあげ手法について提案し、その手法を配送問題に適用した。今後、配送問題以外の領域で、ジョブのまとめあげを検討しながら、まとめあげ戦略を洗練する。また、今回提案したまとめあげの方法を、ジョブの割当に用いるためには、制約の性質とユーザの要求を考慮して、戦略に優先順位をつける必要がある。

参考文献

[1]小島 他: “製紙プラント運転計画作成システム”, 情報処理学会誌, Vol.33, No.6, pp.682-688, 1992.