

即売会を想定した共同調達問題における近似分配手法の提案

五十嵐 優智 †

藤田 桂英 ‡

† 東京農工大学大学院工学府情報工学専攻

‡ 東京農工大学大学院工学研究院先端情報科学部門

1 はじめに

大規模な物産展やグルメイベント、即売会において希望の商品を手に入れるために、似通った商品購入を目的に持つ知人同士が協力し共同調達を行う場合がある。待ち時間や購入数制限を考慮して適切な各人の購入ルートを作成することで、一人では時間的に手に入れるのが不可能な商品を手に入れることができる。しかし、個人の希望とグループ全体の希望を考慮して全員の合意を得られる最適な分配を、人間のみで決定することは難しい。

本論文では、待ち時間のある大規模即売会を対象とした共同調達問題をマルチエージェントモデルとして扱う。また、待ち時間と希望度合いを適切な効用関数として決定し、近似分配アルゴリズムを用いてグループ効用をを高める手法を提案する。さらに、近似分配手法によるシミュレーション実験から、提案したモデルの有用性について示す。

2 即売会について

即売会とは、展示された作品や商品をその場で売買する会である。一般的な例としては同人誌即売会や古本市などがあり、またデパート等で頻繁に開催される地域物産展や、さまざまな出店からなるグルメイベントなども即売会の一環といえる。ここで問題となるのは、規模が大きく世間に周知された即売会であるほど参加人数も多く、目的の商品を購入するために待ち時間を要したり、商品の搬入数にも限りがあるため完売する商品が発生し希望の商品が手に入れられないということである。

そこで、似通った商品購入を目的とする知人と共同調達を行うことによってこれを解決しようという動きが見られる。例えば、購入数に制限のないA店、B店の商品を2人の人物がそれぞれどちらも必要とする場合があるとすると、それぞれが個別に2店舗に並ぶよりも、一人がA店で2つ、もう一人がB店で2つ商品を

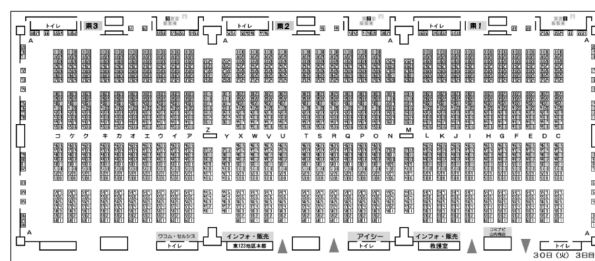


図1: コミックマーケット 87, 3日目東 123 ホール配置図

買うことで、待ち時間の短縮と、A店購入後にB店に並び直すことにより生じる待ち時間中に商品が無くなるリスクを減らすことができ、結果的に2者の効用を高めることができる。

今回は取り扱う即売会として、同人誌即売会として国内最大規模のコミックマーケット（以下コミケ）を選択する。コミケは毎年夏と冬に開催され、東京ビッグサイトの展示場全ホールを使用して行われる非常に規模の大きな即売会であり、参加商品（出展者）数は3日間合計で35000商品と非常に多く、共同調達における分配が非常に重要となる。図1はコミックマーケット87における配置図の一部[1]であり、この約4200商品が配置されるホールが2つと、約1400商品が配置されるホールが2つ用意される。会場規模が大きいので、単純な分配ではなく配置を加味したルート策定も重要となる。

3 共同調達問題

本論文では、即売会における共同調達問題の解決において始点となる、各人の希望から共同調達を行うグループ全体の効用関数と参加各人の効用のモデル化および、効用関数の設定と近似分配手法を提案する。

3.1 共同調達における効用関数の設定

効用関数の決定は購入商品の推定待ち時間と参加者の希望商品の優先順位に基づいて決定する。これは、大変推定待ち時間が長い人気商品ほど効用が高くなる傾向があることから、効用関数に考慮している。

希望商品 s について商品を m 個購入したときの推定待ち時間を $wt(s, m)[min]$ 、個人の希望順位を $r(s)$ とするとき、個人の商品 s に対する効用関数を以下のよう

Approximate Allocation Method for Joint Procurement in Exhibition and Sale

†Masanori IKARASHI ‡Katsuhide FUJITA

†Department of Computer and Information Sciences, The Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

‡Faculty of Engineering, Division of Advanced Information Technology and Computer Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

に定義する．ただし， α は推定待ち時間の重要度を調整する関数で，推定待ち時間に対する効用の影響を調整できる．

$$privateU(s, m) = \{wt(s, m) * \alpha\} * (1 + \frac{1}{r(s)}) \quad (1)$$

また，希望商品 s の希望者が n 人いる場合のグループにおける効用関数は平均推定待ち時間 $wt(s, m)[min]$ ，参加者の s の平均希望順位 $avg(r(s))$ を用いて，以下のように定義される．

$$groupU(s, m) = \{wt(s, m) * \alpha\} * (1 + \frac{1}{avg(r(s))}) \quad (2)$$

3.2 貪欲法に基づいた分配手法の提案

推定待ち時間と前節で定義した効用関数からグループとして購入する商品と優先順位を決定する．商品 s を n 個購入するときの価値を以下の式 ($value(s, n)$) のように定義することで，この問題を容量制限のあるナップサックが複数個ある“複数ナップサック問題”として扱うことができる．

$$value(s, m) = groupU(s, m) - wt(s, m) \quad (3)$$

グループ参加者をナップサック，ナップサックの容量は即売会の開催時間，商品は価値 ($value(s, n)$) と容積を持つ物品とみなすことができる．ナップサック問題は NP 困難であることから，複数ナップサック問題も NP 困難であり，近似的な手法を用いてこれを解決する必要がある．今回は，ナップサック問題より複雑となった複数ナップサック問題でも単純なソートで対応できる貪欲法を用いて分配を行う．貪欲法は離散最適化問題を解くにあたって，局所的な情報のみに基づき，目的関数の改善効果が最も顕著な方向に解を更新して行く探索法であり，最適解に達する保証はないが，高速に近似解を生成するという点で実際的な手法である [2]．今回は，各商品についてグループにおける効用と推定待ち時間の差を価値としてソートし，価値の高いものから残り時間の多い人物に割り当てを行う．

4 実験

本論文で定義した効用関数を用いて貪欲法による分配手法のシミュレーションを行った．共同調達に参加する人数は 2 人から 2 刻みで増加させ，各人の購入希望商品は 10 個とする．希望に被りがある商品が一定数存在することが共同調達の発端であるため，全希望商品の合計が $参加人数 * 10 * 0.6$ となるようあらかじめ選択される商品を設定し，その中から個人の選択において重複が無いようランダムに希望商品を決定する．

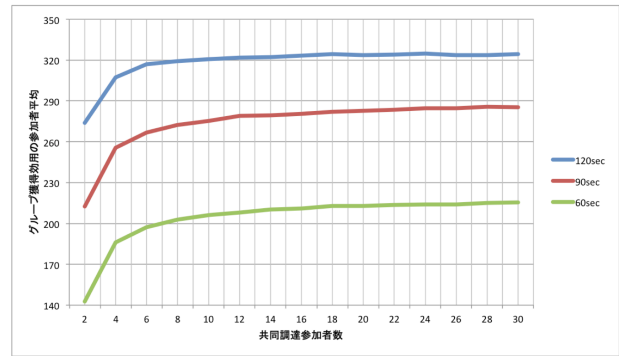


図 2: 共同調達による獲得効用の参加人数による変化

各商品には実際の待ち時間を設定されており，各人は実際の待ち時間に対して 0 を下回らないようランダムに $-10 \sim 10$ を加えた値を推定待ち時間として判定する．各人の希望順位はランダムに決定する．各商品の売り切れ時間は考慮せず，式 (1),(2) の $\alpha = 1$ とする．本実験では，参加者数を変化させた場合のグループ全体の効用の変化を評価する．

制限時間を $120 \cdot 90 \cdot 60 [min]$ として，それぞれシミュレーションを行った結果が図 2 である．参加者数が 2 人から 4 人に増える際に最も獲得効用が増加し，共同購入をする有用性が示されている．また，参加者が 10 ~ 14 人を越えた付近から非常に急激な増加に遷移している．これは，参加人数が多くなると，少ない希望人数で調達できる商品が増えてくるため，グループで購入してもグループ全体の効用が大きく上がらないからである．

5 まとめ

本論文では，待ち時間のある大規模即売会を対象とした共同調達問題をマルチエージェントモデルを用いて実現した．さらに，シミュレーション実験により，共同調達の有用性を示した．今後の課題として，本問題への貪欲法以外の近似手法以外の導入が挙げられる．また，より現実的設定にするために，商品間の移動時間を考慮した分配ルート設計や，経過時間により待ち時間の変化や売切れの考慮をした優先度設定を組み込んだ分配手法の提案が必要である．

参考文献

- [1] コミックマーケット 87 DVD-ROM カタログ. 共信印刷株式会社, 2014.
- [2] 浅野 哲夫 (翻訳) K. メールホルン (著), S. サンダース (著). アルゴリズムとデータ構造 (基礎のツールボックス), pages 288–292. 丸善, 2012.