6P-05

解の頑健性を考慮した提携構造形成問題のための提携構造可視化システムの試作

中野　克哉†　大囿　忠親†　新谷　虎松†

†名古屋工業大学大学院情報工学専攻

1　はじめに

提携構造形成問題 (以下，CSG) とは，エージェント集合が与えられたときに，“社会的余剰” を最大化するチーム分けをする問題である [1]．CSG ではチームのことを “提携” と呼び，チームの集合を “提携構造” と呼ぶ．CSG における社会的余剰とは，チーム内のエージェント同士が協調することによって得られる利得の総和である．

本研究では，エージェントの離脱に対して頑健な提携構造の準最適解を求解するための手法を開発している [2]．ここで，得られた準最適解の優劣を，頑健性を考慮して比較することの困難さが課題となった．なぜなら，ユーザまたは利用場面によって提携構造の評価指標が異なるからである．

本稿では，この課題を解決するための提携構造可視化システムについて述べる．具体的には，求解する過程や結果を，グラフィカルに表示するためのシステムを示す．また，求めた提携構造に対して，ユーザが任意に操作できるようにすることで，ユーザにとって好ましい解を選択するための支援が可能となる．

2　解の頑健性を考慮した提携構造形成問題

CSG では，既存のエージェント集合から最適な提携構造を形成することが目的であるため，求解後にエージェントが提携構造から離脱することが考慮されていない．現実的な問題に適用する場合，事故などの突発的な理由で，エージェントが離脱してしまうことを予め考慮しておくことは重要である．先行研究では，エージェントの離脱に頑健な提携構造の形成を目的とした提携構造形成問題 (以下，LAP-CSG) を提案した [2]．

Implementing a Coalition Structure Visualizer for Coalition Structure Generation Problem considering Robust Solutions

Katsuya NAKANO†, Tadachika OZONO† and Toramatsu SHINTANI†

†Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology.

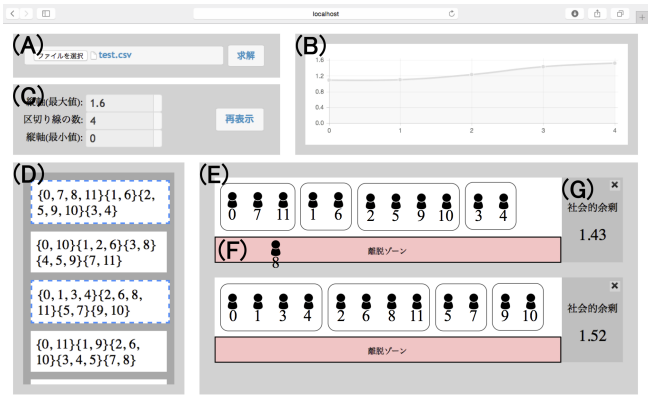


図 1: 本システムの実行画面

一方で，LAP-CSG から得られる提携構造は準最適解であることから，同等の社会的余剰を持つ提携構造が複数存在する場合がある．エージェントが離脱しない場合，どの提携構造を利用しても社会的余剰は同等ではあるが，提携構造が異なるため，エージェントが離脱した場合の影響が異なる．したがって，ユーザが利用するべき提携構造を，機械的に選択することは困難である．ユーザが利用する用途に合った提携構造を選択することを支援する必要がある．

3　提携構造可視化システム

ユーザが求解された準最適解に対して，任意の操作を行い，グラフィカルに比較可能なシステムを試作した．本システムは Web アプリケーションとして実装されている．図 1 は，本システムの実行画面を示している．試作したシステムの概要を以下に記述する．

3.1　システム概要

本システムは，LAP-CSG の求解過程を可視化し，求解後の提携構造に対して比較，およびエージェントを離脱させるなどの操作を可能にする．ユーザは LAP-CSG の問題設定となる “特性関数” を記述した CSV ファイルを入力する．ここで特性関数とは，ある提携が与えられたときに，その提携の利得を返す関数であ

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

る．その後，図1内の (A) 求解ボタンをクリックすることで，入力された CSV ファイルがサーバに送信され，サーバ上で求解する．求解終了と共に，サーバから求解過程および求解結果がシステムに返され，ユーザに対して求解過程および求解結果を提示する．

3.2 ユーザ支援機能

本システムは主に，“求解過程の可視化”，“提携構造の比較”，“提携構造の操作” の三つの機能を持つ．

まず，求解過程の可視化機能について述べる．本稿における，LAP-CSG の求解過程とは，初期解から準最適解が算出されるまでの解の更新履歴を指す．サーバから返された求解過程を基に，図1内の (B) に解の社会的余剰の推移を表した線グラフが表示される．線グラフの縦軸は社会的余剰の値を示し，横軸は解の更新回数を示している．縦軸の最大値，最小値および区切り線の本数は，図1内の (C) で，ユーザが任意に設定し，グラフを再表示することが可能である．

次に，提携構造の比較機能について述べる．本稿における求解結果とは，LAP-CSG の準最適解である提携構造および，その社会的余剰の値を指す．サーバから返された求解結果を基に，図1内の (D) に提携構造が文字によって一覧表示される．図1内の (D) では，{} は一つの提携を表し，{} 内に存在する数字はエージェントを表現している．(D) 内に表示されている提携構造を図1内の (E) へドラッグ&ドロップすることで，ドロップされた提携構造をグラフィカルに表示する．ドラッグ&ドロップが複数回された場合は，(E) の下へ順に追加される．上下に並べてグラフィカルに表示することで，構造の違いを容易に確認することが可能となる．また，(E) 内に表示した各提携構造は，右上に存在する “×” マークをクリックすることで，対象の提携構造を非表示にすることができる．

次に，提携構造の操作機能について述べる．図1内の (E) に表示した各提携構造に対しては，ドラッグ&ドロップによってエージェントの移動操作が可能である．具体的な操作内容としては，ある提携からエージェントを離脱させる，ある提携からある提携へエージェントを移動させる (提携を組み替える) ことが可能である．(E) 内の各提携構造の下側に表示されている (F) は離脱ゾーンを表している．各提携構造内のエージェントを離脱ゾーンにドラッグ&ドロップすることで，エージェントを離脱させることが可能となる．また，ユーザがエージェントを離脱させる，もしくは提携を組み替えた際には，(G) に現在の提携構造の社会的余剰を算出し表示する．

4 考察

本システムでは，主に (1) 求解過程の可視化，(2) 提携構造の比較，(3) 提携構造の操作 を実現した．(1) の機能により，サーバ内で LAP-CSG を求解するソルバーの挙動を知ることができる．開発者がユーザであるとした場合，ソルバーの性能評価および改善するために有用であると考えられる．

各ユーザにとって，選択するべき解の評価指標は異なる．仮に，提携構造の社会的余剰が，ある工場の生産効率を示しているとする．例えば，ユーザにとって A さんが風邪で欠員する確率が経験的にわかっている場合，ユーザは A さんが欠員しても社会的余剰の下がり幅が最小のものを選択すればよい．または，ユーザにとって，全体的なパフォーマンスを維持したい場合は，欠員しても社会的余剰の下がり幅の平均値が最小のもの，もしくは社会的余剰の下がり幅の最大値が最小のものを選択すればよい．本システムでは，(2) および (3) の機能により，複数の提携構造をグラフィカルに比較し，ユーザが任意に操作可能にした．具体的には，提携構造内のエージェントをユーザが任意に操作可能にすることで，容易に提携構造の組み替え，およびエージェント離脱時のシミュレーションを可能にし，社会的余剰の変化を調べることが可能になる．

5 おわりに

本稿では，複数の提携構造をグラフィカルに表示し，エージェントの離脱を操作可能なシステムを提案した．具体的には，用途によって求める解の条件が異なることから，任意のエージェントが離脱する状況をシミュレートするための提携構造の操作機能を実装した．本システムの最大の貢献は，各提携構造に対して，エージェントが離脱するシミュレーションを容易に実行可能な点である．本システムにより，解の頑健性を考慮した上で各提携構造に対する優劣を比較可能となる．これによりユーザは，複数の解候補から，好ましい解を選択可能になる．

参考文献

[1] T. Sandholm, et. al, “Coalition structure generation with worst case guarantees,” Artificial Intelligence, Vol.111, No.1, pp.209-238, 1999.

[2] K. Nakano, et. al, “Solving a Coalition Structure Generation Problem Considering Robustness by Using a Coalition Lattice,” ICIC-ELB, Vol.7, No.1, pp.203-208, 2015.

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.