

Title	A Rewriting Game Theory Analysis of a Dynamic Router-Layer
Author(s)	湖海, 一郎
Citation	
Issue Date	2006-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1963
Rights	
Description	Supervisor:Rene Vestergaard, 情報科学研究科, 修士

A Rewriting Game Theory Analysis of a Dynamic Router-Layer

湖海 一郎 (110123)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2006 年 2 月 9 日

キーワード: ゲーム理論, リライティングゲーム、ナッシュ均衡, リライティング均衡、強連結、LEDA, Mathematica、動的ネットワークモデル.

1 背景と目的

日常生活の中においていろいろな意思決定が行われる。自己の意思決定が他人に影響を及ぼし、その逆もまたある。そういった日常生活を人をプレイヤーに、意思決定をプレイヤーの戦略と考えることで、ゲーム理論を適用できる状況が設定できる。ゲーム理論とはこういった、プレイヤーと戦略を含んだ意思決定の理論である。ゲーム理論は Von Neumann と Morgenstern によって合理的行動の一般的な理論として形式化された。理論の目的は、エージェントが相互に影響し合う結果、戦略のたてかたとそれによる均衡点がどのように生じるかということに深い洞察を与えることであった。均衡点とはすべてのエージェントが幸せになることであり、特に、非協力ゲームの均衡点のことをナッシュ均衡点と呼ぶ。ゲーム理論は今日、経済学、生物学、法律、ネットワークなど様々な分野に応用されているが、主に経済学の分野に応用されている。なぜなら、古典的ゲーム理論における効用は実数で現わされ、経済ゲームの結果を直接反映しているからである。我々は動的ゲームに着目する。なぜなら、何かの状況における動的ゲームの均衡点が、どこに存在するかを知るためである。ネットワークゲームは P2P のルーター層など様々な動的観点がある。しかしながら、古典的ゲーム理論は実数による効用のため、動的状況のネットワークゲームのモデル構築には適切ではない。動的ネットワークゲームの分析のため、近年 LeRoux Lescanne と Vestergaar により提案された抽象ゲームと書き換えゲーム理論を使う。本稿では、書き換えゲームによるネットワークゲームの動的ルーター層を提案し、実際に書き換えゲーム理論を適用し、ルータ 2 つ、クライアント 2 人のゲームの均衡点を分析した。また均衡点を計算するために LEDA と Mathematica をツールとして用いた。

2 書き換えゲーム理論

書き換えゲーム理論は LeRoux, Lescanne, Vestergaard によって提案された。このゲーム理論は、特に同時形ゲームにおけるナッシュ均衡点を求めるための新しい手法である。抽象ゲームは書き換えゲーム理論により構成されている。ナッシュが提案した確率による均衡点の求め方により、同時形ゲームはその効用を実数で現わす必要がある。書き換えゲームは均衡点を求めるために確率を使わないため、その均衡点は動的で連続的でない。書き換え均衡点は、終端の強連結成分となる。この理論をネットワークゲームのルーター層に適用し、その均衡点を分析する。

3 LEDA, Mathematica

我々は、LEDA と Mathematica を均衡点を自動的に計算するための、ツールとして用いた。このツールを用いる理由は、プレイヤーの数が増えることで、戦略が増え、ゲームが複雑なものになってしまうからである。均衡点の計算効率をあげるため、このツールをゲームに適用した。書き換えゲーム理論における均衡点は終端の強連結成分である。終端の強連結成分は非サイクルグラフに存在する。LEDA と Mathematica においては、グラフアルゴリズムに関する実装が数多く存在する。書き換えゲーム理論により、ゲームをグラフとして作成し、書き換えゲームの均衡点を求めるためのアルゴリズムを実装した。

4 ネットワークゲームのルーター層

ネットワークゲームは、さまざまな動的な状況が考えられる。我々は、動的状況のネットワークゲームのモデルを構築し、そのモデルをネットワークゲームのルーター層と呼ぶことにする。また、ルーター層のゲームを使用の集合と使用グラフにより定義し、特に、ルーター 2 個、クライアント 2 人のゲームを構築した。最後に、Mathematica を用いてモデルを構築し、ゲームを分析した。計算結果は付録にのせている。

5 結論

ルータ 2、クライアント 2 のネットワークゲームにおいて、使用の集合 1 つに基づいた使用グラフでは、そのグラフは縮小されず、単純ナッシュ均衡点初音に存在する。使用の集合 2 つ以上に基づいたグラフにおいては、常に縮小され、書き換え均衡点は常に存在する。ナッシュ確率のない古典的ゲーム理論は、動的ネットワークゲームに適用することができないと結論づけられる。また、古典的ゲームはサイクルの戦略を表現できず、書き換えゲーム理論は強連結成分を書き換え均衡点という一つの均衡点として扱う。これにより均衡点を簡単に理解することができる。

6 今後の課題

我々は、使用の集合と使用のグラフに基づいた一般的なルータ2、クライアント2のゲームを研究した。しかしながら、個々の使用の集合の分析は行っていない。(均衡点が2個以上生まれるケース、均衡点が存在しなくなるケース)また、ルータとクライアントのかずを増やしていくことで、現実の世界に起こり得る良い例が見つかる可能性もある。