

空間的に拡張された囚人のジレンマゲームにおける 人口比のネットワーク構造依存性

東洋大学 工学部 吉野 隆¹

1 はじめに

囚人のジレンマは、単純でありながらそれに似た状況が現実社会でも数多く見られるためにゲーム理論の中でも最も注目されている話題である。最近、Hauert and Doebeli は空間的に拡張したタカハトゲーム（チキンゲーム）を提案した [1]。そして、そのサブリメントに同様のゲームを囚人のジレンマに適用した結果を紹介し、チキンゲームと囚人のジレンマに出現する空間パターンを比較している。Yoshino はこの結果をさらに詳細に検討し、同時にスモールワールド構造がこのゲームに与える影響を調べている [2]。本研究では、このゲームをいくつかのグラフ構造に拡張した計算を行った。

2 計算手法

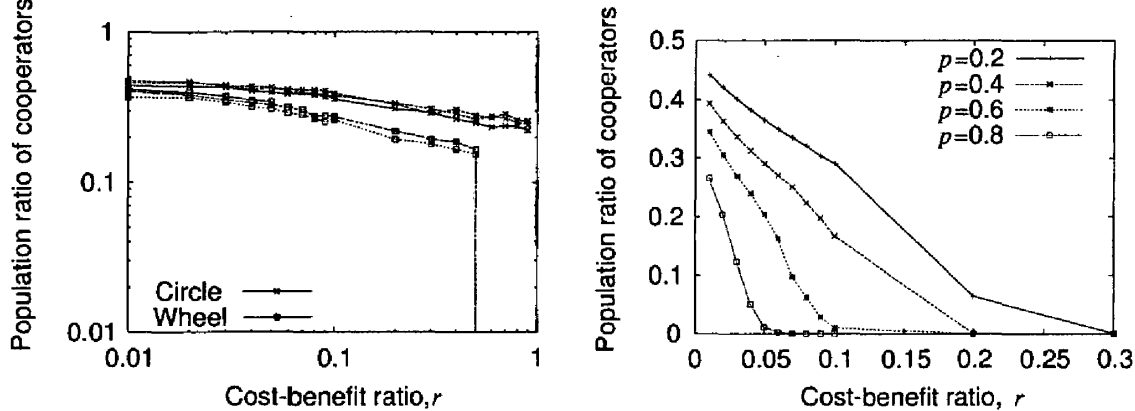
計算の手順は文献 [2] と同様である。与えられたグラフの頂点上に配置されたゲームプレイヤーが隣接した頂点上のプレイヤーと囚人のジレンマゲームを行う。初期的には協調と裏切りのプレイヤー数は同数である。一回のゲームが終了するたびに、プレイヤーは得られた利得の平均値をランダムに選んだ隣接プレイヤーの利得の平均値と比較する。プレイヤーは自分の利得平均値の方が大きい場合には戦略を変えないが、相手の利得平均値の方が大きい場合にはその差に比例した確率で現在の戦略を変更する。すべてのプレイヤーが次の戦略を決定した後にもたゲームを行い、また戦略の変更を検討することを交互に繰り返す。本研究で検討した囚人のジレンマのペイオフマトリクスを表 1 に示す。ゲームを特徴付ける値はコスト-利得比 r と呼ばれ、裏切ることの魅

Strategy		プレイヤー B	
		協調	裏切り
プレイヤー A	協調	(1, 1)	(-r, 1+r)
	裏切り	(1+r, -r)	(0, 0)

表 1: ゲームに用いた利得表。左はプレイヤー A、右はプレイヤー B が得る利得をあらわしている。

¹E-mail: tyoshino@eng.toyo.ac.jp

図 1: 協調戦略をとるプレイヤーの全体に対する割合 (標本時間平均値). 左: 円環グラフと車輪グラフ, 右: ランダムグラフ.



力の程度を表している. 今回の結果は, 配置が異なる 200 のサンプルについての平均である. また 5000 回の繰り返し計算を行っているが, 過渡的な状態の影響を避けるために, 最初の 1000 ステップの計算結果を除いた 4000 ステップの平均を用いている.

3 結果

円環グラフ (1 次元格子に周期境界条件を適用したグラフ) と車輪グラフ (円環グラフの 1 つの点が他のすべての点と隣接したグラフ) の結果を比較することで, 偶然に選ばれたリーダーの役割について検討した. 車輪グラフには (偶然に作られた) 暗黙のリーダーが存在していると言って良い. 結果を図 1 の左に示す. 円環グラフの場合, r の減少に伴う人口比の減少は車輪グラフに比べて少ないことが解った. 車輪グラフの場合にはこの比が 0.5 から 0.6 に変わると急激な減少が見られ, 0.7 で協調戦略の割合はゼロとなった. すなわち, 暗黙のリーダーは特に協調戦略を勧めるわけではなく, 裏切りが得になるほど全体を裏切りへと導いてゆく.

頂点数が 50 の場合について, 完全グラフ (すべての頂点が他のすべての頂点と隣接しているグラフ) とランダムグラフ (完全グラフの辺のうち一定割合の辺だけが残ったグラフ) についても調べた. 完全グラフでは, 今回計算したすべての r において協調戦略は持続できなかった. ランダムグラフにおける人口比の r 依存性の結合確率による違いを図 1 右に示す. どの場合も r の増加に伴い協調戦略の人口は減少する. 結合確率が小さいほど, 協調戦略が多いまま推移してゆくことがわかった.

参考文献

- [1] Hauert, C. and Doebeli, M., *Nature*, **428**, 2004, 643.
- [2] Yoshino, T., *Human and Artificial Intelligence Systems -From Control to Autonomy-* (Eds: Murase, K. *et al.*), Advanced Knowledge International, 2004, 395.