

A Study on a Game of Pursuit and Evasion on a Cycle Graph

池田, 有希

<https://doi.org/10.15017/1500511>

出版情報 : 九州大学, 2014, 博士 (機能数理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 : 全文ファイル公表済

氏 名	池田 有希			
論 文 名	A Study on a Game of Pursuit and Evasion on a Cycle Graph (円環グラフ上の追跡回避ゲームについての研究)			
論文調査委員	主 査	九州大学	准教授	溝口 佳寛
	副 査	九州大学	教授	落合 啓之
	副 査	九州大学	教授	白井 朋之

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、円環グラフ上でのハンター・ラビットゲームと呼ばれる追跡回避ゲームをマルコフ過程により定式化し、さらに、その捕獲までの時間の期待値等の解析を行ったものである。ハンター・ラビットゲームとは、グラフの頂点を任意に移動するラビットをグラフの辺に沿って移動するハンターが捕獲するゲームである。ここでは、ラビットの移動戦略を定式化し、ハンターが一定時間内にラビットを捕獲出来る確率の評価を行う。ハンター・ラビットゲームは、モバイル・アドホックネットワーク解析のためのモデルでもある。送信者から受信者へ定められたネットワークの中で効率良くメッセージを転送する問題を考える。このとき、移動体である受信者が自由に移動するのに対し、メッセージは定められたネットワークに従い転送される。このメッセージを受信者に届けるための手順の構築や到達時間の解析に本モデルが利用される。

本研究者は、まず、ハンター・ラビットゲームを具体的な確率過程の問題として定式化する。その評価を行うために、初期配置、ハンターの戦略、および、ラビットの戦略に対する確率空間を具体的に定式化し、解析する評価対象(以後、捕獲確率と呼ぶ)をそのモデル内での一定時間内に捕獲出来る確率の平均値と定めた。次に、円環グラフ上を移動するラビットの戦略を整数全体の集合 Z 上のパラメータ付のランダムウォークを用いて定式化し、そのパラメータ値に従い、捕獲確率の上限、および、下限についての評価を行った。ランダムウォークは既約非周期的であり、対称性を持つものを考える。ランダムウォークの一步の遷移確率の特性関数の原点における冪指数によりパラメータを定める。そして、その係数を用いて上限値、および、下限値を評価する。また、評価のオーダーが定数、対数関数、および、冪関数となるパラメータ値の範囲を具体的に与えている。さらに、評価係数においては頂点数を大きくした際の漸近挙動を解析した。

最後に、数値計算シミュレーションにより、その評価値の妥当性の検証を行っている。シミュレーションプログラム中での円環グラフの頂点間の確率遷移行列の計算において、無限級数和を有限の手続きで正確かつ高速に計算するために、対数関数、および、三角関数を用いた展開式を利用している。この展開式も本研究者により求められたものである。

このように、本研究者によってなされた追跡回避ゲームの定式化は、具体的、かつ、厳密に定式化された新しい側面の数理モデルであり、また、そこで得られた結果や知見は数学的にも価値が高く、理論面でも応用面でも新たな可能性を開くことが期待出来る。

よって、本研究者は博士(機能数理学)の学位を受ける資格があるものと認める。