

論文審査の結果の要旨

氏名 行田悦資

本論文はBusy Beaver(BB)問題を力学系の問題として考察し、かつその理論的解析を行なったものである。Busy Beaverとは、Turing machineのうち、初期状態がすべて0記号のテープ(以下0テープという)から始めて停止するまでに、最も多く1を書くものをという。Turing machineの内部状態の数を指定して、BBを確定するのは決定不能問題として知られている。

本論文は6章からなる。第1章では、Busy Beaver(BB)問題を紹介・レビューし、その複雑さについて、また力学系の問題としてどう取り扱うかについて詳しく説明している。

第2章では、BB問題の停止問題を議論している。ここでは、0テープから始めて、あるステップのちに停止するTuring machineの割合を、分布関数として計算しその振る舞いを論じている。新しい発見として、停止確率がステップ数の関数として徐々にゆっくりになり、指数型からべき型に、さらにlog型、loglog型になることが示された。また学位申請者は、吸収壁を持つランダムウォーク模型を使って、この分布関数の振る舞いをある程度まで解析することに成功している。

第3章では、0テープから始めるTuring machineの振る舞いを、Turing machineのヘッドの移動パターンとして解析した。特にBBに近づくにつれて、Turing machineは特徴的な時空間パターンのクラスに落ちることが新しく示された。特に状態数5のTuring machineに関しては、完全に調べ上げている。この結果、semicircle型がBBを特徴づけるという仮説が提案された。この結果はオリジナルで高く評価できる。

第4章では、第3章の仮説を切り替えmodulo関数を用いて解析している。その結果は、BBの振る舞いが別の力学系を使って模倣できることを示唆するもので、今までの数理的解析に道しるべを与えるものとして評価できる。

第5章ではBB問題を2次元のテープを持ったTuring machineの問題へと拡張し、どのような時空間パターンが0テープ(但しこの場合は平面)から出現するかを考察している。これも行田氏のオリジナルな業績であり、高く評価できる。

第6章では以上の重要な結果を順番に簡潔に報告している。

このように、論文提出者は本論文において、BB問題を力学系の問題に帰着させて詳細に解析し、BBの持つ1をたくさん書いて停止するという特徴的な性質を、停止分布関数の変化の中に見だし、また、modulo関数の切り替え写像系として議論した。オリジナリティーが高く、結果も非常に示唆的で、こうした考察は、計算理論に力学系的視点から新しく考察する糸口を

与えたという点で高く評価できる。したがって、本審査委員会は博士(学術)の学位を授与するにふさわしいものと認定する。