



研究領域名 生物ナビゲーションのシステム科学

東北大学・大学院情報科学研究科・教授 はしもと こういち
橋本 浩一

研究課題番号：16H06535 研究者番号：80228410

【本領域の目的】

ナビゲーションはヒトを含む多くの生物に共通する根幹的行動である。本領域では、生物が環境情報を取得しつつ適切な経路を選択して目的地に到達することをナビゲーションと定義し、これをシステム科学的に捉える「生物ナビゲーションのシステム科学（生物移動情報学）」を創成することを目的とする。この目標のため、制御工学、データ科学、生態学、神経科学の専門家が結集し、生物ナビゲーションを「計測」、「分析」、「理解」、「検証」の切り口から複合的に研究する。

ナビゲーションの経路、環境情報、生体内部情報を観測し、情報学的に生物ナビの演算モデルを理解検証する



図1 本領域で対象とする課題

【本領域の内容】

本領域では、ナビゲーションに関する計測、分析、理解、検証（それぞれを、ナビ計測、ナビ分析、ナビ理解、ナビ検証と呼ぶ）に体系的に取り組む。ナビ計測では、「ログロボット（Logging Robot）」の開発に取り組む。ログロボットとは、従来のデータロガーをインテリジェント化した装置で、計測システムを自律制御し、移動に関する情報を高精度かつ長時間に渡って得ることができるものである。ナビ分析では、計測された移動情報に対するイベント検出、行動分類などの分析技術を整備する。ナビ理解では、ナビ分析によって得られた結果をもとに、生物行動の数理モデルを構築し、様々な生物の移動機構の共通性と多様性を探求する。ナビ検証では、数理モデルを実装する神経回路を探索し、それに対する介入実験によりモデルを検証する。



図2 生物ナビゲーション研究のアプローチ

【期待される成果と意義】

本領域の進展により期待できる具体的成果は以下の3点である。（1）まず、本領域では、革新的ログギングデバイス（ログロボット）の開発を通して、これまでに得られなかった生物の移動情報を高精度かつ長期間に渡って得ることができるようになる。（2）また、ナビ分析・理解・検証を通して、多様なナビゲーションモデルの提案やその検証を行うことができるとともに、移動情報を分析するための情報学的基盤も整備される。（3）最後に、計測、分析、理解、検証プロセスを繰り返すことで、制御工学、データ科学、生態学、神経科学のそれぞれの分野を相乗的に発展させる。将来的には、本領域で得られる成果をヒト・モノの移動に関する様々な社会的・工学的課題へ応用することも期待できる。

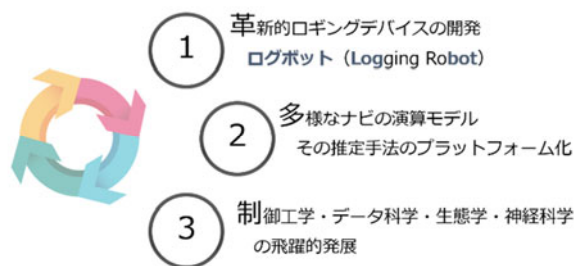


図3 本領域で期待される成果

【キーワード】

生物ナビゲーション (bio-navigation)：生物が環境情報を取得しつつ適切な経路を選択して目的地に到達すること。生物ナビゲーションは多くの生物における根幹的行動。

ログロボット (Logbot: Logging Robot)：従来のデータロガーをインテリジェント化したもので、計測システムを自律制御し、生物ナビゲーションに関する情報を高精度かつ長時間に渡って得ることができる装置。

【研究期間と研究経費】

平成28年度－32年度
1,087,100千円



Title of Project : Systems Science of Bio-Navigation

Koichi Hashimoto
 (Tohoku University, Graduate School of Information Sciences,
 Professor)

Research Project Number : 16H06535 Researcher Number : 80228410

[Purpose of the Research Project]

Navigation is a fundamental behavior of animals including human. In navigation, the following three functions are required: the acquisition of dynamically-changing information from external and internal environment, the choice of route and destination based on the information, and the behavioral regulation to reach the destination. We aim for **systems science of bio-navigation** to understand the "algorithms" for the navigation of animals. To this end, we bring together experts from control engineering, data science, animal ecology, and neuroscience, and jointly work on how to measure, analyze, understand, and verify bio-navigation.

We systematically study bio-navigation by working on the topics of its measurement, analysis, understanding, and verification.



Figure 1: Systematic studies of bio-navigation.

[Content of the Research Project]

We work on the topics of measurement, analysis, understanding, and verification of bio-navigation. In *measurement*, we develop Logbots by making conventional data logging devices more autonomous for measuring high-dimensional signal in bio-navigation. In *analysis*, we provide generic data analysis toolbox for bio-navigation. In *understanding*, we build bio-navigation models to explore commonality and diversity across species. In *verification*, we verify the models by using tools developed in neuroscience, such as genetic engineering, neuronal activity monitoring, and optogenetic regulations.

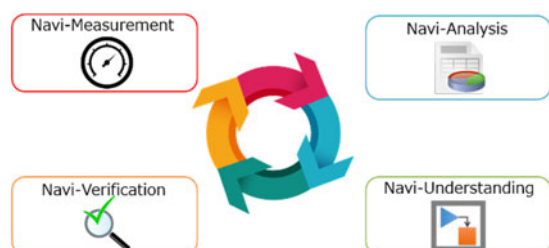


Figure 2: Four topics of bio-navigation studies.

[Expected Research Achievements and Scientific Significance]

The following three results are expected. (1) First, by developing Logbots, it would become possible to obtain novel and more accurate signals on bio-navigation over a long period of time. (2) Second, mathematical models of bio-navigation would be constructed, and they could be used for understanding the commonality and diversity across navigations of different species. At the same time, generic data analysis and modeling toolbox for bio-navigation studies would be developed. (3) Finally, by repeating the four processes in a synergistic way, each of control engineering, data science, animal ecology, and neuroscience fields could be largely progressed. In the future, the results obtained in this project will be extended for solving social and engineering challenges regarding navigations of humans and artificial things as well.

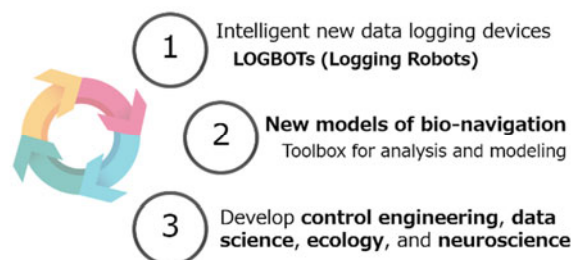


Figure 3: Expected results in this project.

[Key Words]

BIO-NAVIGATION: A general word representing a fundamental animal behavior to reach a destination in which animals acquire dynamically changing information from external and internal environment for the purpose of choosing a route to reach the destination.

LOGBOT: Logging device for measuring a variety of signals in bio-navigation over a long period of time by making existing data logging device far more intelligent and autonomous.

[Term of Project] FY2016-2020

[Budget Allocation] 1,087,100 Thousand Yen