

令和元年6月11日現在

機関番号：14401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2017～2018

課題番号：17H06841

研究課題名（和文）マイクロフォンアレイとロボット聴覚を用いた野鳥の歌行動観測と生態理解への試み

研究課題名（英文）Monitoring bird songs using microphone arrays and robot audition, HARK

研究代表者

松林 志保 (Matsubayashi, Shiho)

大阪大学・工学研究科・助教

研究者番号：60804804

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,530,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、マイクロフォンアレイとロボット聴覚を用いて鳥類の歌コミュニケーションを自動観測し、歌の種類と位置情報から鳥個体間で行われる歌を介した相互作用を明らかにすること、そしてその知見を野鳥の生態理解へ応用することを目的とした。当該システムの活用により、森林と草原という異なった自然環境下で、これまでの観測手法では容易に得られなかった位置情報付きの音声データの収集が実現した。さらに鳥類の音声データの収集やその解析効率、再現検証性が向上した。またこれらの音声データの解析により、観測対象種の個体間において、各個体が同時に鳴くことを避ける時間的重複回避行動が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

観測対象とした鳥類のうち、とくに夜行性フクロウは都道府県レベルで希少種に選定されているが、夜行性という習性に加え、個体密度や鳴き声頻度が比較的低いこと、さらに繁殖期に外部からの刺激を嫌うことから繁殖期の行動には未解明の点が多い。当該システムの活用により従来の方法では容易に得られなかった個体の詳細の位置情報の集積が可能になり、非接触・低ストレスの長期モニタリングが可能になった。鳥類観測実務の効率や精度の向上を通じた技術的貢献や野鳥の生態理解という学術的貢献に加え、対象種の生息地保全や創出にあたって質の高いエビデンスを提供することにつながる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed at automatically monitoring the type and the location of birdsongs to better understand their vocal interaction by using microphone arrays and robot audition HARK. Our recording and analysis system successfully collected birdsong data with positional information, which cannot be obtained easily by using conventional recording equipment, under diverse environmental conditions such as forests and grasslands. It also increased efficiency in the data collection and analysis, while providing the reproducibility. We analyzed song data and found that individual birds adjusted their temporal pattern of singing to avoid the temporal overlapping of songs.

研究分野：景観生態学

キーワード：鳥類観測 マイクロフォンアレイ ロボット聴覚 歌コミュニケーション 2次元定位 希少種保護
夜行性鳥類 外来鳥種

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

鳥類は生息地の環境変化に敏感なため重要な生物指標である。指標作成には鳥の数、種類、行動の把握が不可欠であるが、人間による直接観測が現在もその主たる方法であり観測者の技量や気象条件に結果が左右されることが多い。再現性のある正確なデータの蓄積は鳥の生態に関する研究を促進するだけでなく、有効な土地開発計画、対象種の保護等の管理政策につながるため、生態学者や環境調査の実務者にとって喫緊の課題である。

そこで近年、複数のマイクで構成されるマイクロフォンアレイを用いて音の到来方向を算出(定位)する技術の野鳥観測への応用が注目を集めているが、その応用例は世界でも限られ、機材の利用は一般的ではない。応募者の所属する研究チームは、ロボット聴覚ソフトウェア HARK と市販のマイクアレイから成る HARKBird を開発し、比較的廉価で汎用性の高いデータ収集法を試みている。

一方、野鳥の生態に関して未解明である問題に回答するためには、このように収集した音情報と生息地条件や個体間距離など空間情報の融合が不可欠である。例えば、植生パターンの複雑な森林は生物多様性に貢献することが知られるが、森林の各層内では競争相手の数や種類によりどのような棲み分けが行われ、その棲み分けは繁殖シーズンを通じてどのように変化するのか。こうした疑問に対して歌の時空間遷移とランドスケープ的空間情報を組み合わせた研究は管見の限り前例がなく、環境実務に質の高いエビデンスを提供するだけでなく野鳥の生態理解を促進する可能性の高い分野である。

2. 研究の目的

マイクロフォンアレイとロボット聴覚を用いて鳥類の歌コミュニケーションを自動観測し、収録した歌の種類と位置情報から鳥個体間で行われる歌を介した相互作用を明らかにすること、そしてその知見を鳥類の生態理解へ応用することを目的とする。

3. 研究の方法

複数のマイクロフォンアレイとロボット聴覚を用いて、鳥類の歌コミュニケーションを自動観測した後、収録した音情報を定位、自動分離、分類し、その結果を人間が観測した鳥の位置や歌のタイミング情報と比較することで、位置的・時間的的定位精度の検証を行うとともに、本観測システムの応用可能性を検討する。

4. 研究成果

本研究は、マイクロフォンアレイとロボット聴覚を用いて鳥類の歌コミュニケーションを自動観測し、歌の種類と位置情報から鳥個体間で行われる歌を介した相互作用を明らかにすること、そしてその知見を野鳥の生態理解へ応用することを目的とした。当該システムの活用により、森林と草原という異なった自然環境下で、これまでの観測手法では容易に得られなかった位置情報付きの音声データの収集が実現した。さらに鳥類の音声データの収集やその解析効率、再現検証性が向上した。またこれらの音声データの解析により、観測対象種の個体間において、各個体が同時に鳴くことを避ける時間的重複回避行動が明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7 件)

1. Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Naoaki Chiba, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno: An integrated framework for field recording, localization, classification and annotation of birdsongs using robot audition techniques-HARKBIRD 2.0. International conference on acoustics, speech, and signal processing (ICASSP), in press, (2019). 査読付き国際会議論文.
2. Reiji Suzuki, Shinji Sumitani, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno: Field observations of ecoacoustic dynamics of a Japanese bush warbler using an open-source software for robot audition HARK. Journal of Ecoacoustics 2018, Vol.2, No.4, pp. 1-11. (2018). 査読付きジャーナル論文.
3. 松林志保, 斉藤史之, 林晃一郎, 鈴木麗壘, 有田隆也, 中臺一博, 奥乃博: ロボットが聴く夜の鳥. (AI チャレンジ研究会, 2018, 人工知能学会 Vol 27, No. 4., pp. 15-20. 査読なし.
4. Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, and Hiroshi G. Okuno: Extracting the relationship between the spatial distribution and types of bird vocalizations using robot audition system HARK. (IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp. 2845-2490. (2018). 査読付き国際会議論文.
5. Reiji Suzuki, Shiho Matsubayashi, Fumiyuki Saito, Tatsuyoshi Murate, Kouichi Yamamoto, Tomohisa Masuda, Ryosuke Kojima, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi Okuno: A spatiotemporal analysis of acoustic interactions between great reed warblers (*Acrocephalus arundinaceus*) using microphone arrays and robot audition software HARK. Ecology and Evolution, Vol.8, No.1, pp. 812-825. (2018). 査読付きジャーナル論文.
6. Shiho Matsubayashi, Reiji Suzuki, Fumiyuki Saito, Tatsuyoshi Murate, Tomohisa Masuda,

Koichi Yamamoto, Ryosuke Kojima, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno: Acoustic monitoring of the great reed warbler using multiple microphone arrays and robot audition, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.27, No.1, pp. 213-223. (2017). 査読付きジャーナル論文.

7. Reiji Suzuki, Shiho Matsubayashi, R. Hedley, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno: HARKBird: Exploring acoustic interactions in bird communities using a microphone array. *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.27, No.1, pp. 224-235. (2017). 査読付きジャーナル論文.

〔学会発表〕(計 12 件)

1. 松林志保, 斉藤史之, 鈴木麗璽, 中臺一博, 奥乃博: 音情報を活用したフクロウの歌行動観測の試み. (日本鳥学会 2018 年度大会, 2018, pp. 72).
2. 森松健充, 炭谷晋司, 鈴木麗璽, 松林志保, 有田隆也, 中臺一博, 奥乃博: 複数のマイクロホンアレイの遠隔制御に基づく鳥類の歌行動の 2 次元定位. (日本鳥学会 2018 年度大会, 2018, pp. 72).
3. 炭谷晋司, 鈴木麗璽, 松林志保, 有田隆也, 中臺一博, 奥乃博: ロボット聴覚技術に基づく鳥類の歌行動の 2 次元定位精度改善と次元圧縮に基づく分類支援. (日本鳥学会 2018 年度大会, 2018, pp. 73).
4. 林晃一郎, 鈴木麗璽, 松林志保, 有田隆也, 小島諒介, 中臺一博, 奥乃博: マイクロホンアレイを用いた鳥類の 3 次元音源到来方向推定. (日本鳥学会 2018 年度大会, 2018, pp. 74).
5. Shiho Matsubayashi, Fumiyuki Saito, Reiji Suzuki, Kazuhiro Nakadai, and Hiroshi G. Okuno: Acoustic monitoring of the nocturnal owl (*Strix uralensis*) using microphone arrays and a robot audition system, HARK: A case study in the Ikoma mountains, Japan. (The 27th International Ornithological Congress, 2018, pp. 213).
6. Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, and Hiroshi G. Okuno: Understanding relationships between spatial movements and bird song-types using a robot audition system HARK with microphone arrays. (The 27th International Ornithological Congress, 2018, pp. 188).
7. Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Takaya Arita, Naren, Shiho Matsubayashi, Kazuhiro Nakadai, and Hiroshi G. Okuno: Field observations and virtual experiences of bird songs in the soundscape using an open-source software for robot audition HARK, (The 4th International Symposium on Acoustic Communication by Animals, 2017, pp. 116-117).
8. 森松健充, 炭谷晋司, 鈴木麗璽, 松林志保, 有田隆也, 中臺一博, 奥乃博: 複数のマイクロホンアレイをネットワーク制御可能な鳥類観測システムの構築. (第 36 回日本ロボット学会学術講演会, 2018, 4 pages).
9. 松林志保, 斉藤史之, 鈴木麗璽, 中臺一博, 奥乃博: マイクロホンアレイを用いた野鳥観測: ソウシチョウの歌行動をめぐる予備的調査報告. (日本鳥学会 2017 年度大会, 2017, pp. 92).
10. 松林志保, 炭谷晋司: 森林性鳥類 (鳴禽類) の歌行動の分析, (日本鳥学会 2017 年度大会自由集会「マイクロホンアレイを用いた野鳥観測」WP06, 2017, pp. 157).
11. 炭谷晋司, 鈴木麗璽, 有田隆也, 松林志保, 中臺一博, 奥乃博: マイクロホンアレイを利用したウグイスの歌行動の時空的分析, 日本鳥学会 2017 年度大会, 2017, pp. 92).
12. 千葉尚彬, 炭谷晋司, 松林志保, 鈴木麗璽, 有田隆也, 中臺一博, 奥乃博: ロボット聴覚技術を活用した野鳥の歌行動観測・分析ツール HARKBird の機能強化. (第 35 回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2017ACA3-03, 2017, 4 pages).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

該当なし

取得状況 (計 0 件)

該当なし

〔その他〕

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究分担者

該当なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：鈴木 麗壘
ローマ字氏名：Reiji Suzuki

研究協力者氏名：中臺 一博
ローマ字氏名：Kazuhiro Nakadai,

研究協力者氏名：奥乃博
ローマ字氏名：Hiroshi Okuno

研究協力者氏名：斎藤史之
ローマ字氏名：Fumiyuki Saito

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。