

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02722

研究課題名(和文) 電源・情報インフラが存在しない森林環境に最適化した統合型の空間情報センシング機構

研究課題名(英文) Sensing Mechanism Optimized for Forest Environment out of Infrastructure Service Range

研究代表者

瀬崎 薫 (SEZAKI, KAORU)

東京大学・空間情報科学研究センター・教授

研究者番号：10216541

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：電源・情報インフラが存在しない森林環境に最適化した統合型の空間情報センシング機構の実現を目的とする。従来の電源・情報インフラの存在しない森林環境の空間情報センシングでは、固定型センサ設置のために、国立公園の所有者や行政等ステークホルダーとの調整に多大な労力が必要である。また屋外設置のセンサであるため、設置・運用コストも莫大になる。そこで本研究では、A)実際の森林環境で長期・自律運用可能な必要最小限の固定型マイクセンサ機構、B)野生動物装着マイクセンサによる参加者センシング機構、C)固定型センサでの計測結果を元に、参加型センシングだけで空間情報センシングを行う校正処理手法を明らかにする。

研究成果の概要(英文)：This aims to develop a Spatio-Temporal Information Correction Mechanism for Wild Animal Wearable Sensors. It is difficult to acquire the positioning information with GPS sensors in the forest region. Furthermore, electric power sources and mobile communication infrastructures are often limited, because the provision of such resources is expensive in the wild (e.g., near the ground surface of the forest) and tend to be in areas with a limited number of users. In this research, we proposed a method, which does not depend on the sensor and a mobile communication, for correcting the acquisition of the time and location information.

研究分野：情報通信工学

キーワード：スマートセンサ情報システム 環境音

1. 研究開始当初の背景



図1: 本研究のイメージ

近年、コンピューターの小型・軽量化によって、人間社会による環境負荷の調査や希少種生物の生態を解明する“Bio-Logging Science”が急速に展開されている。この研究領域では、固定型センサや参加型センサによって観測個体の生態情報（位置情報、餌動物情報、気象情報）などが収集される。例えば、ドイツのアルフレッド・ワグナー研究所による南極の海のリアルタイムなライブ音(Kindermann, 2010. Science.) 配信システムや、石田（分担研究者）による福島原発周辺の動物の鳴き声を記録・分析する（石田, 2012. 生物と科学.）生態音響調査である。これらの結果から野生動物の個体数の推定（Carl et al. 2010. Proc. CHI2010.）や、都市・除染計画の見直しなどが実施される。（IAEA,2006）

都市部に近い環境（人間社会に近い環境）での調査においては、携帯電話等の情報システムの利用による参加型センサ群により効率よい観察が実現できると考えられる。人々が携帯デバイスを持ち歩きながら所要のセンシングデータを収集する「参加型センシング」が 2005 年頃から急速に注目されるようになり、ACM Sensys 等センサネットワーク分野の国際会議でも研究事例が散見されるようになってきた。特に、多数の人が携帯電話を用いて頻繁に行動する都市環境をセンシングする場合には、給電の制約なく固定のセンサを必要とせずに広域で安価にセンシングが可能である参加型センシングは有望な手法である。

しかしながら、野生動物の生息環境では極めて限られた電源・情報インフラ網しか利用できない。具体的には、利用者が極めて少ない地域つまりこのような野生動物の生息環境（森林の地表付近）においては、インフラサービスの採算性（国土総面積の約 8 割は携帯電話圏外、注：人口カバー率ではない）が問題になる。実環境要因の問題（衛星電波不感地帯）も発生する。また、固定型センサ設置のためには国立公園やの所有者や行政等ステークホルダーとの調整に多大な労力が必要であり、また屋外設置のセンサであり設置・運用コストも莫大になる。その一方で未曾有の経済危機の中、我が国で新たな生態調査用の基盤を構築し、数十年間の運用行う余地はほとんどないのが現状である。つまり、電源・情報インフラが存在しない森林環境の空間情報センシングを最小限のコストで最大限の効率を実

現するシステムが求められる。

2. 研究の目的

本研究は「電源・情報インフラが存在しない森林環境に最適化した統合型の空間情報センシング機構」の実現を目的とする。従来の電源・情報インフラの存在しない森林環境の空間情報センシングでは、固定型センサ設置のために、国立公園やの所有者や行政等ステークホルダーとの調整に多大な労力が必要である。また屋外設置のセンサであるため、設置・運用コストも莫大になる。そこで本研究では、**A)**実際の森林環境で長期・自律運用可能な必要最小限の固定型マイクセンサ機構、**B)**野生動物装着マイクセンサによる参加者センシング機構、**C)**固定型センサでの計測結果を元に、参加型センシングだけで固定型センサと同等以上の空間・密度で空間情報センシングを行う校正処理手法を明らかにして目的を実現する。

3. 研究の方法

従来の電源・情報インフラの存在しない森林環境の空間情報センシングでは、固定型センサ設置のために、国立公園やの所有者や行政等ステークホルダーとの調整に多大な労力が必要である。また屋外設置のセンサであるため、設置・運用コストも莫大になる。そこで本研究では、**A)**実際の森林環境で長期・自律運用可能な必要最小限の固定型マイクセンサ機構（図 2）、**B)**野生動物装着マイクセンサによる参加者センシング機構（図 3）、**C)**固定型センサでの計測結果を元に、参加型センシングだけで固定型センサと同等以上の空間・密度で空間情報センシングを行う校正処理手法を明らかにして目的を実現する。



図2 東大秩父演習林のサイバーフォレスト拠点

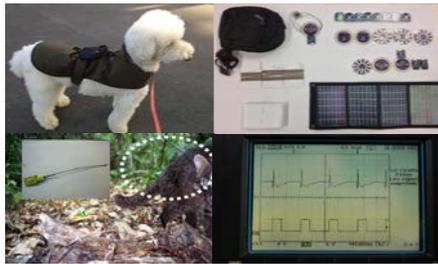


図3：動物装着型センサ

4. 研究成果

平成 28 年度は” B) 野生動物装着マイクセンサによる参加者センシング機構の研究開発を実施した。協力機関である東京大学秩父演習林内の標高 1200m 付近で初年度に設置した研究成果を活用し、動物装着型センサを用いた参加型センシング機構を開発し、獣医らの協力を経て有効性実験を行った。研究開発した成果は日本森林学会で発表し、Geosciences ジャーナルで論文発表を行った。また、本年度の研究開発の成果の一部は 2017 年 3 月 1 日(水)～3 月 27 日(月)に日本科学未来館で行われた特別展示「Lesson 3. 11～学びとる教訓とは何か～」で活用された。

平成 29 年度は C) について、参加型センシングだけで空間情報センシングを行う校正処理手法の有効性評価を実施するために、具体的には、LPWAN の 1 種である LoRa を用いてこれらの課題を解決する。H28 の実験から減衰データが得られた。このデータを使い確率密度関数を用いた校正処理を行った。相関の高かった確率密度関数を、この環境における確率密度関数と定め、最尤推定を用いて実際の位置推定を行った。提案手法の実現可能性を確かめるため、東京大学秩父演習林の森林環境において実際に実験を行った。その結果から、森林環境における位置推定の精度を確かめる事ができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

① Kazuhiko Nakamura, Ryuichi Watanabe, Akio Fujiwara, Kaoru Saito, Hill Hiroki Kobayashi and Kaoru Sezaki, Plant Phenology Observation by Students Using Time-Lapse Images: Creation of the Environment and Examination of Its Adequacy, *Environments*, Vol.12 No.2, 2017, 1-10

② Yu Nakayama, Kazuhiko Nakamura, Hitoshi Saito 3 and Rui Fukumoto, A Web GIS Framework for Participatory

Sensing Service: An Open Source-Based Implementation, *Geosciences* 2017, vol7, pp. 1-22

[学会発表] (計 5 件)

① 梅沢啓佑, 瀬崎薫, 小林博樹, LPWAN を用いた森林環境における位置推定, ライフインテリジェンスとオフィス情報システム研究会, 2018.3

② 中村英史・齋藤馨・中村和彦・藤原章雄・小林博樹・瀬崎薫. 電源・情報インフラのない森林での定点撮影画像を用いた生物季節への気候変動影響評価. 第 128 回日本森林学会大会, 2017.3

③ 合間 優陽, 大西 鮎美, 中村 和彦, 瀬崎薫, 小林 博樹, 野生動物装着センサ用の空間情報補正機構の基礎的検討, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02016) シンポジウム, 3E-3, 2016 年 7 月

④ 合間優陽, 瀬崎薫, 小林博樹, 立ち入りが制限された地域における航空音自動認識を用いた位置推定手法の提案, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 知的環境とセンサネットワーク, B-18-32, 2016 年 9 月 22 日

⑤ 牧山紘, 瀬崎薫, 小林博樹, 効率的な動物間通信のための行動検知, マルチメディア, 分散協調とモバイル (DICOM02015) シンポジウム, 8E-2, 2015 年 7 月

[その他]

ホームページ等

<http://www.mcl.iis.u-tokyo.ac.jp/index.php>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

瀬崎薫 (KAORU SEZAKI)

東京大学・空間情報科学研究センター
教授

研究者番号：10216541

(2) 研究分担者

藤原章雄 (AKIO FUJIWARA)

東京大学・大学院農学生命科学研究科
助教

研究者番号：60292794

小林博樹 (HIROKI KOBAYASHI)

東京大学・空間情報科学研究センター
准教授

研究者番号：60610649

齋藤馨 (KAORU SAITO)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科

教授

研究者番号：70215531

中村和彦 (KAZUHIKO NAKAMURA)

東京大学・空間情報科学研究センター

特任研究員

研究者番号：70707075