

## 野生動物 WSN 開発のための移動型ロボットによる動物実験の代替

川瀬 純也, 小林 博樹

東京大学 空間情報科学研究センター

連絡先: <j.kawase@csis.u-tokyo.ac.jp>

(1) **動機:** 野生動物にモバイルセンサノードを装着したワイヤレスセンサネットワーク(WSN)を活用することで、彼らの運動データや生態に関する情報、さらに周囲の環境の情報を収集することが可能である。人間では容易に侵入できない区域において、環境に関わる情報を広域的に収集可能な点は、野生動物 WSN 活用の利点のひとつである(図 1)。野生動物 WSN の構築にあたり、動物の活動とその特徴に合わせたモバイルセンサノードや通信プロトコル等が必要になるが、その開発には動物を使用した実験等が必要になる。しかし、度重なる実験のために適切な動物を確保し続けることは作業量・倫理的に難しく、継続的な研究・開発において大きな障害となる。そこで、野生動物 WSN にかかる開発に必要な実験の一部を移動型ロボットによる実験に代替する手法を提案する。これにより、安定して実験を行える開発環境を確保し、研究開発の継続性や持続可能性を保証する要素のひとつとなりえる。

(2) **方法:** 野生動物 WSN に必要な通信プロトコルの開発のための動物実験を、移動型ロボットを用いた実験に代替する。自然環境内のいつ、どこで、どの個体の組み合わせで通信が行われるのかが予測できない野生動物 WSN において、動物同士の遭遇を検出時のみ適切に動作する通信プロトコルの開発は重要な要素となる。本研究では、動物同士が遭遇した際の相互作用による動作(遭遇した際に静止して相手を確認しリアクションをとる動作)を検出し、自身の ID を含む preamble を送信するプロトコルを採用している。

この代替実験では、実験動物の代わりに市販の STEM 用ロボットである iRobot 社の Create 2 を使用した。2つのホイール、各種センサー(衝突・落下等)を有し、Arduino や Raspberry Pi を用いてその動作を制御し、自由に移動することが可能である。Create 2 同士の衝突を動物の遭遇に見立て、モバ

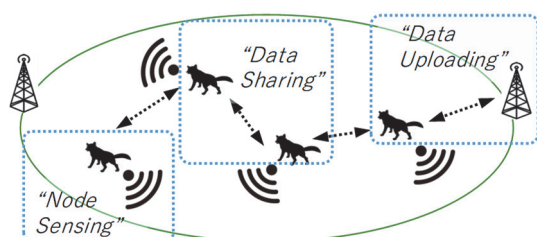


図 1: 野生動物 WSN のイメージ

イルセンサノードが通信を試みる評価実験を行った。屋内の平らな床面において、6 m×6 m の実験エリアの周囲を、バーチャルウォールと呼ばれる専用の赤外線モジュールで囲んだ。これによりエリア内を Create 2 が自由に移動し、衝突を繰り返す(図 2)。また、動物同士のリアクションの時間的なギャップを過去の動物実験結果から再現し、衝突から preamble の送受信開始までにランダムな遅延(0.5~9.0 秒)を発生させている。

(3) **意義:** これらの実験は、研究者1名で遂行可能なため、複数の実験動物(イヌ)とハンドラーを必要とする動物実験と比べて明確なコストの差がある。そしてこの種の実験では、動物が互いに慣れていない必要があり、部分的に動物実験を回避できた影響は研究開発の継続性に大きく影響した。野生動物 WSN は自然環境調査だけでなく、市街地での有害鳥獣類対策や発展途上国における感染症対策などに活用可能であり、それぞれに合わせた WSN の構築が必要である。実験に用いることが可能な動物が有限であることを鑑みれば、移動型ロボットを用いることによるコストの差は、野生動物 WSN の開発において明確な意義がある。

(4) **結果:** 先行研究(Nakagawa et al., 2014)と同様に、評価実験を行った。評価実験を繰り返すことで、先行研究で示唆されていた通信相手を誤ってしまう隠れノード問題や通信プロトコル及びモバイルセンサノードの不具合を確認し、改善に繋がった。

(5) **謝辞:** 本研究は公益財団法人立石科学技術振興財団 研究助成(S) 2188002 の一部を受けたものである。

(6) **参考文献:** Nakagawa, K., Kobayashi, H. and Sezaki, K. (2014) Carrier pigeon-like sensing system: animal-computer interface design for opportunistic data exchange interaction for a wildlife monitoring application. *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference*, p.27.



図 2: Create 2 による評価実験の様子