

山岳・中山間地域における通信上の孤立を防ぐレジリエント IoT システムの研究開発

Resilient IoT System for Preventing Communication Isolation in Mountainous and Rural Areas

単 麟[†]

Lin SHAN[†]

[†] 信州大学学術研究院（総合人間科学系）

[†] Academic Assembly, School of Humanities and Social Sciences, Institute of Humanities, Shinshu University

概要

山岳・中山間地域では、急峻な地形や森林遮蔽、人口密度の低さから通信インフラの整備が難しく、災害時には集落や山岳利用者が通信上孤立する危険がある。本研究では、地域の地理特性を活かして低コストかつ広域な通信を確保する「山岳電波灯台」構想の下、自律分散型レジリエント IoT（ADR-IoT）システムを開発している。本システムは、(1)地理情報と少量の実測データを用いる機械学習型電波伝搬推測、(2)端末間で動的に通信経路を形成する自律分散型ネットワーク、(3)VHF 帯狭帯域 IoT、LPWA、Wi-Fi HaLow、BLE、4G/5G・衛星通信等を連携する異種無線統合の 3 技術を中核とする。2025 年度には、920/429 MHz 帯で転移学習による受信信号強度（RSS）予測精度の向上を確認し、VHF 帯 220 MHz 通信部では見通し環境で 30 km 超、山岳地形・森林遮蔽を含む中山間環境で 5 km 超の通信を実証した。さらに、集落孤立対策、登山者・林業者・高齢者見守り、ドローン運用支援の 3 ユースケースを対象に、自治体等と連携した実環境実証と社会実装を進めている。

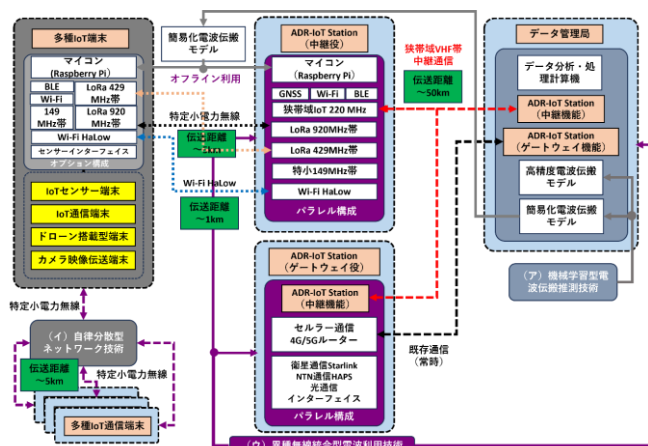


図 1. 山岳電波灯台を中核とする ADR-IoT システム



図 2. 実測データに基づく機械学習型電波伝搬推測

Abstract

This workshop presents an autonomous distributed resilient IoT (ADR-IoT) system for preventing communication isolation in mountainous and rural areas. The system integrates machine-learning-based radio propagation prediction, autonomous distributed networking, and heterogeneous wireless technologies. Transfer learning improves RSS prediction with limited field data, while VHF 220 MHz trials achieved over 30 km line-of-sight and over 5 km in mountainous environments. Regional use cases include 3D disaster-risk visualization, human safety monitoring, and drone operation support.

謝辞

本研究開発は、総務省 FORWARD（受付番 JPMI250420001）の委託を受けたものです。