

移動ロボットの無線遠隔操作範囲拡張のための 無線中継基地局配置手法

東京電機大学 工学部 情報通信工学科
教授 鈴木 剛

研究背景(1/2)

■大規模震災時

減災活動※1が重要

※1 被災後の被害を最小限に抑えるための活動

被災地の迅速な情報収集

レスキュー活動 初動体制構築

早期の復旧・復興活動

これまでの情報収集方法

①飛行体の利用

× 上空からの情報収集が不可能

②既存インフラの利用

× インフラの故障率高

③レスキュー隊員による活動

× 二次災害※2による被害拡大

※2 ガス漏れや火災, 崩落等

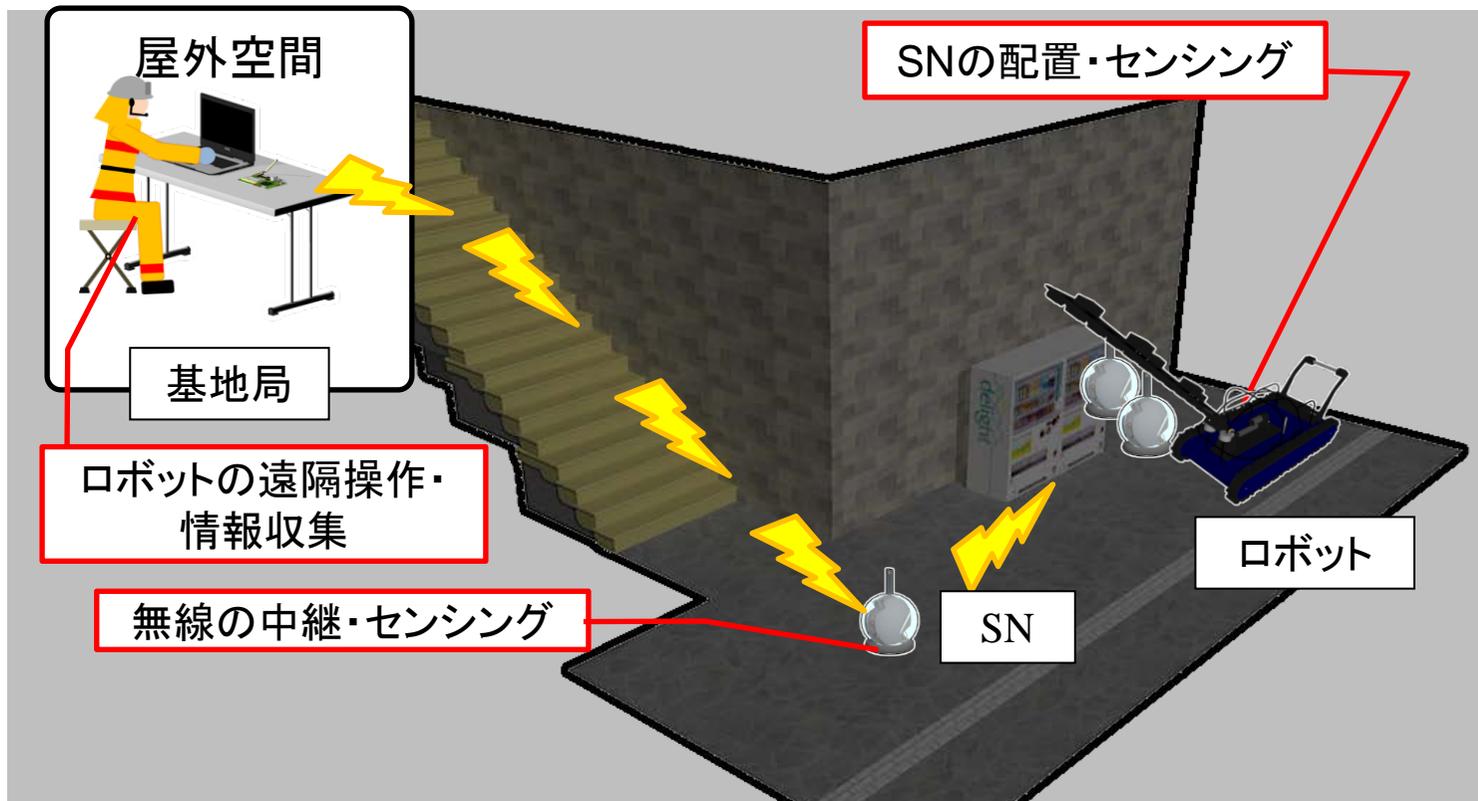


地下空間の情報収集方法に課題

研究背景 (2/2)

Robot Wireless Sensor Networks (RWSN)

(※Wireless Sensor Network : 小型無線端末Sensor Node (SN)同士を接続して構築するネットワーク)



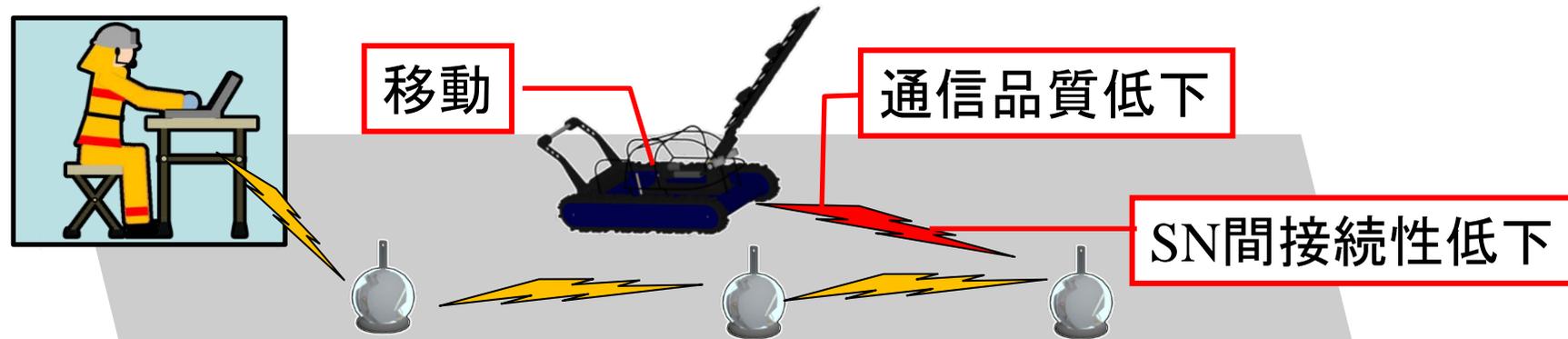
- ✓ 二次災害による人的被害の低減
- ✓ 無線中継による電波伝搬範囲の拡大
- ✓ 既存インフラから独立して駆動
- ✓ SNによる定点観測

地下空間における情報収集システムとして提案

研究目的

■ RWSNの課題

-ロボット移動時のWSN通信品質を維持することが困難



・維持に関して

-SN距離に応じて接続優先度を決定することで通信を維持[高橋ら,2009]

RWSN適用時の検討事項

➡ ロボットの操作性を低下させない**通信品質**の確保が必要

研究目的

通信品質を考慮したRWSN構築手法の開発

従来技術とその問題点

1. 電界強度を用いた移動ロボットによるWSN構築が提案

概要：電界強度参照によるSN配置箇所の決定

課題：スループット推定が不可

多くの移動ロボットが無線LANを導入。通信経路におけるスループット評価が必要。

2. WSNを利用した移動ロボットの無線遠隔操作

概要：WSN構築環境下にて、ロボットの移動に伴い通信経路を変え、End-End間通信を確立。

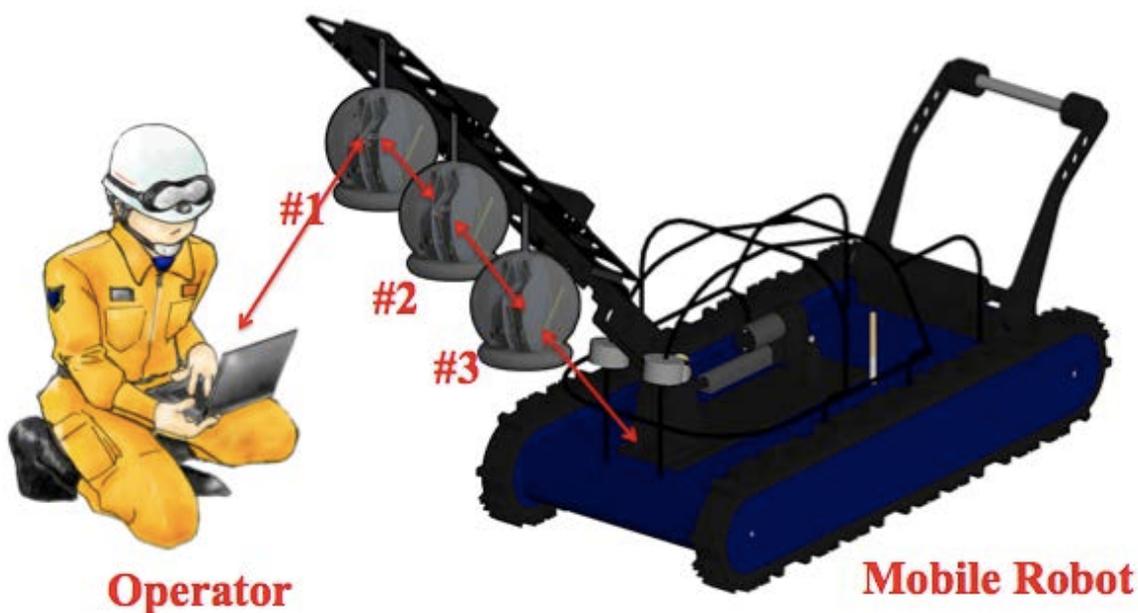
課題：ルーティング変動や、hop数の増減によるスループット変動

ネットワークへの接続性は向上するが、スループットの推定・維持管理が困難

新技術の特徴・従来技術との比較 (1/2)

提案する移動ロボットによるWSN構築手法

- ①電界強度と共に、スループット値を参照
- ②移動ロボットに搭載する各SNを予め数珠つなぎ状に接続



Routing:

Operator \rightleftharpoons #1 \rightleftharpoons #2 \rightleftharpoons #3 \rightleftharpoons
Robot

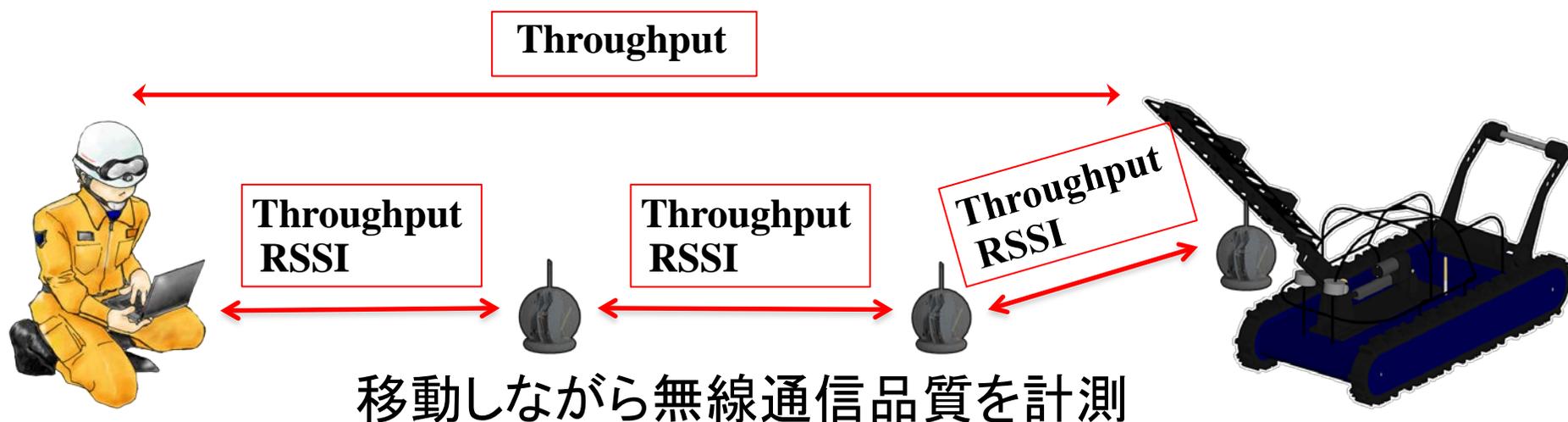
SN配置時のネットワーク分断を防止

必要スループットを下回らないhop数を考慮. 搭載するSNの個数を決定.

ルーティングを固定することで、スループットの維持が可能

新技術の特徴・従来技術との比較 (2/2)

③既設置と次設置SN間スループットを計測し、配置箇所を決定



$RSSI > \text{Fallback Value [dBm]}$

IEEE802.11シリーズは、RSSIの値でスループットを自動制御するため

$\text{Throughput (End - End)} \geq 1.2 \text{ [Mbps]}$

移動ロボットの遠隔操作に必要な値が1.0 [Mbps]以上と定義

端末間通信品質を考慮し、End-End間スループットを維持

提案手法の評価に用いるSNとレスキューロボット

SN配置機構を備えたレスキューロボット

Size : 950 mm * 480 mm * 430 mm

Weight : 40 kg

Vel. : 4 km/h

Waterproof・Dustproof : IP67

Camera

Sensor Node
#1 #2 #3

SN Deployment Mechanism

Antenna

Camera

Rescue Robot S-90LWX (#4)

Ad-hocネットワークを構築可能なSN

Camera

(FOV 190 [degree])

Battery 5 [V]

Antenna

CPU Controller

Battery 12[V]

LAN port Hub

Capture Board

Shock Absorber

開発したSNの概要

Linux Controller

Battery 5 [V]

Wireless LAN

通信方式:

IEEE802.11b,gを採用

USB

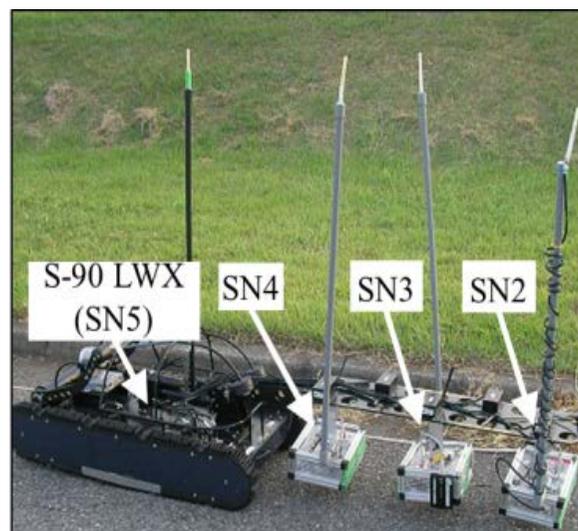
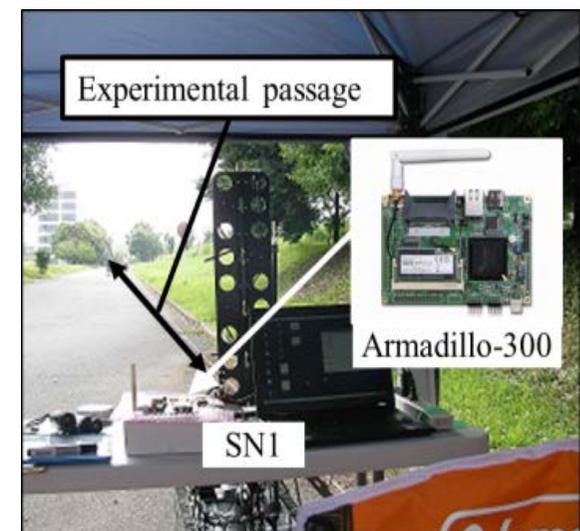
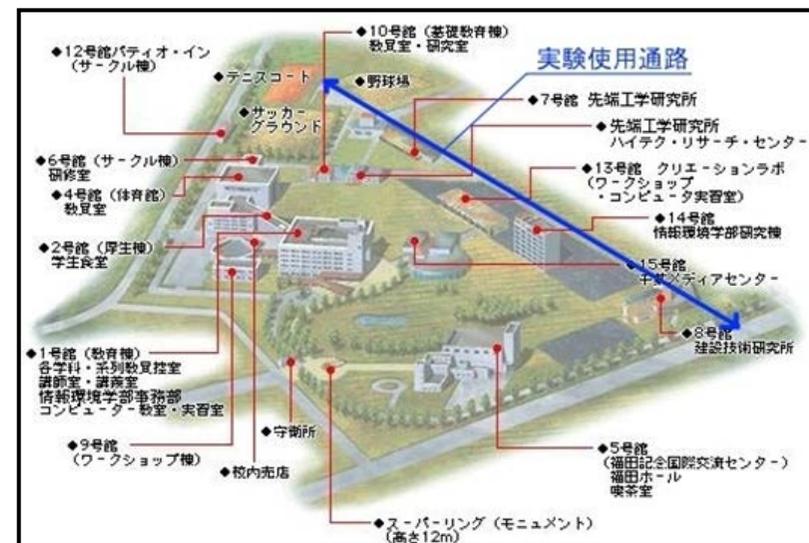
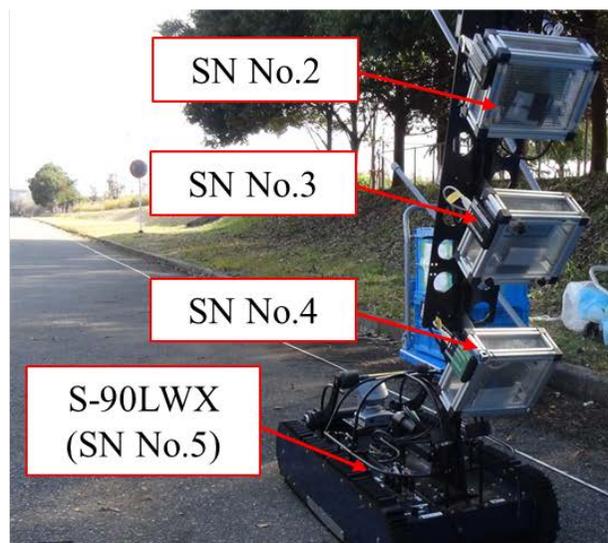
Sensors

LAN

SN ハードウェア構成

実機を用いた評価実験によって提案手法の有効性を評価

配置手法の評価実験, 考察(1/2)

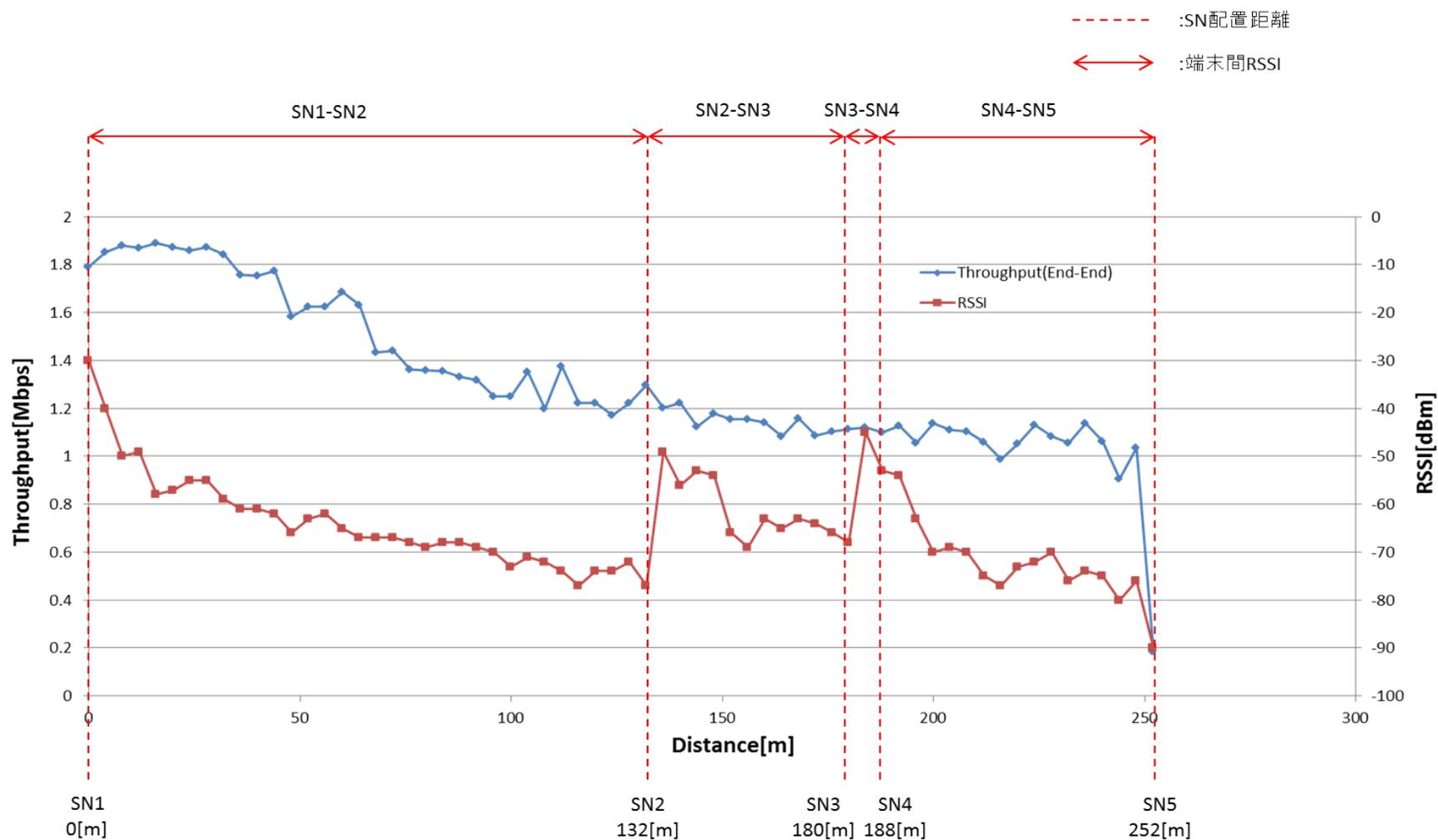


実験環境:

- ・直線距離400m
- ・周囲に無線LAN環境無し
- ・移動ロボットによる構築実験

レスキューロボットでネットワークを構築し, 通信品質を評価

配置手法の評価実験, 考察(2/2)



スループットを維持しながらのネットワーク構築を確認

まとめ

想定される提案手法の利用用途

- 閉鎖空間内での移動ロボットの無線遠隔操作
(地下鉄構内, 地下商業施設, プラント)
- 簡易環境モニタリングシステムの構築

企業への希望・要望

- SN(中継基地局) 開発・販売
→現在, 研究の合間に研究室で作成(仕様有).

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 :
移動ロボットの無線遠隔操作範囲拡張のための無線基地局配置方法
- 出願番号 : 特願2013-095925
- 出願人 : 東京電機大学
- 発明者 : 鈴木 剛、澤井 圭

お問い合わせ

東京電機大学

産学連携コーディネーター 中田 英夫

TEL 03-5284-5225

FAX 03-5284-5242

e-mail crc@jim.dendai.ac.jp