

バッテリー残量を考慮した閉鎖空間探索ロボット移動方式の提案及び ロボット用通信ネットワークの性能評価

A-19 Proposal of movement method for closed space search robots considering remaining battery and performance evaluation of communication network for robots

倉本 直顕 行田 弘一

Tadaaki KURAMOTO Koichi GYODA

芝浦工業大学 工学部

Faculty of Engineering, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

大地震発生時には、地下街の周辺ビルとの接続部分の破損や地下街に接続するビルの倒壊などが起こりうる[1]。そのような場所で救助に当たる消防隊員等への二次災害を防ぐため、探索ロボットの研究が進められている。ロボットの通信や電源供給のために有線を用いると、ロボットの移動の自由度が低くなるため、無線通信及びバッテリーを用いることが望ましい。本稿では、探索に必要な映像の解像度を確保できるような通信を確保しつつ、バッテリーの有効活用並びに閉鎖空間探索完了に要する時間を短縮するためのロボットの移動方法を提案する。提案手法評価のための前段階として、2種類の経路及び2種類の移動方法の組み合わせによるロボット移動時の通信性能を評価した結果について述べる。

2. ロボットの仕様及び提案手法

ロボットはビデオカメラ及び無線アドホックネットワーク端末を搭載し、状況に応じて探索ロボット(Search Robot, SR)またはアクセスポイントロボット(Access Point Robot, APR)として動作させることができるものとする。SRはカメラで撮影した映像を制御端末(Control Terminal, CT)へ送信する。APRはSRがCTの直接通信可能範囲にない場合、通信を中継する。また、CTからSRへロボットを操作するための制御パケットを送信する。ロボットのバッテリー残量が少なくなった場合、あらかじめ充電しておいた別のロボットと入れ替えて探索を継続する方式、及び最寄りのバッテリー容量が残っているAPRとして動作しているロボットと役割を交代する方式を提案する。

3. シミュレーションモデル及び条件

東京駅八重洲地下街の店舗及び通路の一部をモデル化したものを図1に示す。図中Cの位置に制御端末及び3台のロボットR1,R2,R3を配置する。SRはCを出発し、探索対象エリア全てを撮影するように移動するが、店舗内に進入せず通路から確認する経路を通る場合、及び店舗内に進入する経路を通る場合のそれぞれについて、全てのロボットが同時に移動する場合とR1,R2,R3の順に1台ずつ移動する場合の計4通りの移動方法を想定する。店舗内に進入しない経路を通る場合、R1及びR2はCを出発してそれぞれ図中のA及びBの位置へ移動した後APRとして動作し、R3はCを出発後SRとして動作し右方向へ200m移動する。店舗内に進入する経路を通る場合、R1及びR2は店舗内に進入しない場合と同様に移動後APRとして動作し、R3はSRとして動作し図1の実線に沿って移動するが、図

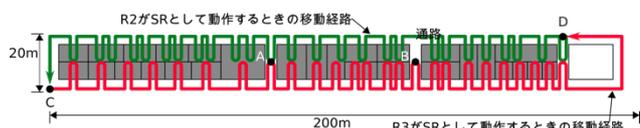


図1. 閉鎖空間モデル

中Dの位置まで到着したところでR2と交代するためBへ移動しAPRとして動作する。同時にR2はDまで移動し、その後SRとして残りの実線に沿って移動する。SRは移動中にH.264 エンコードした FullHD 映像を想定した 15Mbps のデータを制御端末へ送信する。ロボットの移動速度を 1m/s とし、無線通信規格は IEEE802.11n を用い、通信可能半径は 100m、無線アドホックネットワークの経路制御プロトコルとして AODV を用いる。シミュレーション時間は、店舗内に進入しない場合はいずれの移動方式においても 10 分とし、店舗内に進入する場合、ロボットが同時に移動する方式では 25 分、1 台ずつ移動する方式では 28 分とする。評価指標として配信率を用いる。

4. シミュレーション結果及び考察

4通りの移動方法を用いた場合の配信率を表1に示す。

表1. 4通りの移動方法を用いた場合の配信率

店舗内進入	ロボットの初期移動	送信データ量 [Gbit]	受信データ量 [Gbit]	配信率 [%]
なし	順番移動	6.1230	5.7975	94.6
	同時移動	6.3945	5.7705	90.2
あり	順番移動	25.1595	24.8460	98.8
	同時移動	25.0245	24.6735	98.6

表1より明らかなように、店舗内に進入しない経路を用いた場合、全てのロボットが同時に移動する場合に比べ、順に1台ずつ移動する場合の配信率は高い。この原因として、全てのロボットが同時に移動する場合は、出発直後に3台のロボットが同時にCTと通信を行うため、1台ずつ移動する場合に比べてパケット衝突が起こりやすいことがあげられる。また、店舗内に進入する経路を用いた場合、ロボットの移動方法の違いによる配信率の差は見られなかった。店舗内に進入しない場合に比べ、探索にかかる時間が長く、データ量も多いため、出発直後のパケット衝突が配信率に与える影響が小さくなったためであると考えられる。

5. まとめと今後の課題

閉鎖空間探索ロボットについて、必要な通信を確保しつつバッテリーを有効に活用し、閉鎖空間の探索を短時間で完了するロボット移動方法を提案しつつ、提案手法評価に先立ち2種類の経路及び2種類の移動方法の組み合わせによるロボット移動時の通信性能を評価した。今後は現実に即したロボットのバッテリー消費量の算定及びシミュレータへの実装を行い、通信性能及び探索完了時間などの評価を行う必要がある。

参考文献

[1] 国土交通省都市・地域整備局 街路交通施設課, “地下街耐震対策検討調査業務 地下街耐震に関する調査報告書”, <http://www.mlitt.go.jp/common/001021695.pdf>, March 2010.