

F-057

仮想的な老人ホーム火災におけるロボット救助方法の最適化

西林凜 原嶋勝美

大阪工業大学大学院 工学研究科 電気電子・機械工学専攻

1 はじめに

近年、様々な分野でロボットの活用が進んでいる。ロボットの活用分野の一つに人命救助がある。特に高齢者施設では火災が多大な被害に繋がる [1]。高齢者施設の半数以上の割合を占めることから、本研究では「住宅型有料老人ホーム」での火災にロボットを適用させる [2]。従来研究では、施設内火災におけるロボットを用いた避難誘導システムが多数存在する [3][4]。しかし、その多くは避難誘導のみを目的としており寝たきり状態の人 (以下要介護者) は対象としていない。そこで本研究では、高齢者施設での火災発生時に施設職員に代わって救助作業を行うロボット (以下救助ロボット) を活用するものとし、その行動の最適化を検討する。救助ロボットの導入は、要介護者だけでなく、施設内職員の安全の確保にも繋がる。仮想的な高齢者施設での火災を想定し、ロボットと人エージェントを用いたコンピュータシミュレーションにより、適切な救助行動を検証する。

2 救助方法の提案

本章では、本研究での高齢者施設での火災における救助ロボットによる救助の考え方について述べる。

2.1 概要

初めに救助システムと救助方法の概要を示す。図 1 は提案する救助方法の概念図である。救助は次の要素により構成される。

- サーバ：施設内の状況管理 (火災発生場所と、カメラによるロボットの位置把握)
- 火災センサー：火災発生場所の検知
- 動体センサー：ベッドにかかる要介護者の体重変化
- 救助ロボット：自身で避難困難な人の救助

以下に救助手順の概要を示す。

1. 火災発生・・・施設内で発生した火災は、火災センサーにより特定され、火災発生場所がサーバへ通知される。サーバはその情報を救助ロボットへ通知する。

2. 要介護者確認・・・火災発生時点で、ベッドから起き上がらない入居者を、要介護者として動体センサーが認知しサーバへ通知する。サーバはその情報を救助ロボットへ通知する。
3. 救助ロボットによる救助・・・サーバから通知を受けた救助ロボットは、火元から近い要介護者から順に救助を行う。

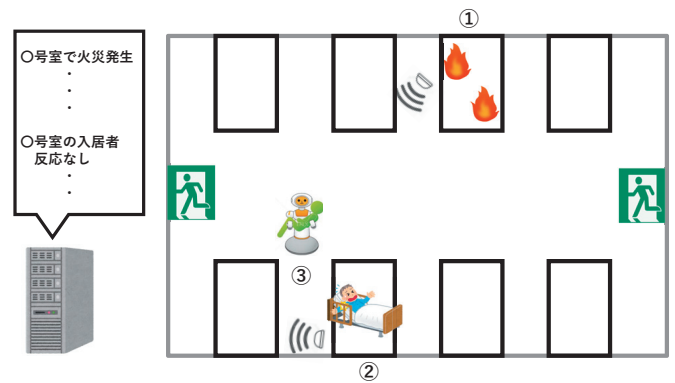


図 1 概要図

2.2 シミュレーション設定

本節では、検証のためのコンピュータシミュレーションにおけるフィールドと活動者について述べる。

活動者

シミュレーションで使用するロボットと活動者について説明する。

● 救助ロボット

移動支援ロボット”Keipu”を参考モデルとする。Keipuには以下の特徴があり、本研究の救助ロボットの機能を有している。

- － ベッドから直接乗り込みが可能
- － スティックによる簡易な操作

● 要介護者

寝たきりの状態であり、自身で行動することが不可能。

フィールド

本研究では、「住宅型有料老人ホーム」を参考とし、図 2 のような仮想的に作成したものをフィールドとする。

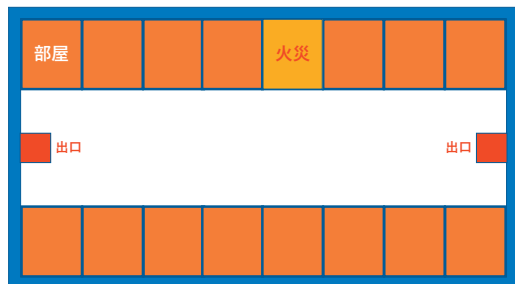


図 2 フィールド

3 実験

本章では要介護者の 2 つの救助方法を比較し、救助方法を評価する。

3.1 実験方法

救助方法は以下の 2 通りである。

火元から要介護者を救出する際に、確実に出口まで救助する、あるいは、できるだけ多くを火元から遠ざけることを目的に、以下の 2 通りの救助方法を比較する。

1. 火災発生場所から近い順に、1 人ずつ救助
2. 待機場所に 1 人ずつ集め、その後出口まで 1 人ずつ救助

※待機場所・・・要介護者を火から遠ざけるため、一時的に待機する地点。

- 要介護者 15 人、救助ロボット 1 台
- 火災発生場所固定
- 煙に巻き込まれた場合、要介護者死亡
- 待機場所へ、計 3 人集める
- 煙進行速度 (10 秒、20 秒)

3.2 実験結果

実験では煙の拡散速度に対する生存者数により、救助方法の効果を比較した。20 回試行における結果を表 1 に示す。

煙拡散速度が 10 秒の場合、パターン 1 では 15 名中 3~5 名を救出できた。火元に近い人から確実に出口まで救出できているが、その間にも煙によって自室で死亡する人もいた。パターン 2 では、救出人数が 1~2 名に留まった。これは、待機場所へ移動後、煙によって死亡した人が増加したためである。

煙拡散速度が 20 秒の場合には、パターン 1 では煙拡散速度 10 秒に比べて救出人数が 2~2.7 倍、パターン 2 では 3~4

倍となった。煙拡散速度が遅いと、一旦火元から待機場所へ移動した人において、出口までの移動が間に合った状況が増加していた。

以上のことから、火元が建物の端である場合、待機場所への煙の到達時間が長いため、パターン 2 が有効となりうる。一方、火元が建物の中央部分の場合には、一刻も早く、一人でも多く出口へ移動させる必要がある。

	(1) : 救助人数	(2) : 救助人数
煙拡散速度 10 秒	3~5	1~2
煙拡散速度 20 秒	8~10	4~6

表 1 実験結果

4 まとめ

本研究では、高齢者施設での火災におけるロボットを用いた要介護者のより良い救助方法を見出すことを目的としている。また、現状は救助ロボットのみでの救助活動であるが、避難者の誘導を行えるようなロボットを導入することでより安全で効率の良い救助方法を見出すことが課題である。

参考文献

- [1] 火災による死者の状況 令和元年版 消防白書
<https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/r1/chapter1/section1/para1/47626.html>
- [2] 【よくわかる】老人ホーム設立までの流れ (人員基準・保有資格・立地条件・設備基準)
<https://www.minnanokaigo.com/ad-navi/establish/>
- [3] マルチエージェントを用いたローカルエリア避難誘導方
https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_action_common_download&item_id=173366&item_no=1&attribute_id=1&file_no=1
- [4] ロボットを用いた効果的な屋内避難誘導
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jisss/22/0/22_1/_article/-char/ja/