

# 施設内ロボットによる大規模システムの実験シミュレータ

## The simulator for large-scale systems using in-facility robots

小杉 篤史\*1  
Atsushi Kosugi

\*1 沖電気工業株式会社  
イノベーション推進センター ネットワーク技術研究開発部  
Oki Electric Industry Co., Ltd. #1  
Innovation Promotion Center Network Technologies R&D Department

### 1. まえがき

近年、施設内ロボットの普及が進められている。施設内ロボットには警備・案内・清掃・搬送が有り、それぞれが施設内の業務無人化に寄与しているが、これらのロボットの通話対応・故障対応等、遠隔対応が求められるシーンが存在する。

そこで、ロボットの最適台数・遠隔対応の最適人数を導出すべく、施設内ロボットの稼働に関するシミュレーションシステムを python で構築する事を 2020 年に構想した[1]。

この構想に従い、ロボットにより提供するサービス及びインシデント未発見時間の定義を行った上でシミュレーションシステムを構築し、シミュレーションを行った。

### 2. ロボットにより提供するサービス

ロボットにて提供するサービスとして、以下のサービスを提供する。

- ・警備巡回サービス
- ・立哨サービス

巡回サービス及び立哨サービスを行っているロボットは遠隔運用を行う。遠隔運用の概念図を図 1 に示す。なお、ロボットは複数種類のロボット運用を前提として考えるが、今回のシミュレーションに関しては条件を揃えるため単一性能のロボットとした。

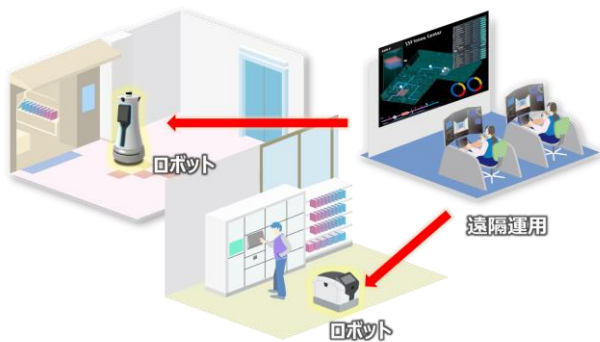


図 1: 遠隔運用の概念図

巡回はロボットが施設内を定期巡回してカメラ撮影を行い、AIにて撮影した映像の分析を行う。分析の結果、インシデントを発見したらロボットオペレータに通知する。

以下のインシデントを定義する。

- ・施設内にごみ・物の放置発生
- ・施設内の汚損発生
- ・施設内に不審者発生

通知されたロボットオペレータはインシデントへの対処を行う。インシデントの対処およびインシデント対処後の報告書作成に、それぞれ一定の時間が発生すると仮定する。

立哨サービスはロボットがその場から動かずにカメラ撮影を行い、AIにて撮影した映像の分析を行う。

### 3. インシデント未発見時間の定義

ロボットの実験シミュレータを開発するにあたって、効果計測の手法としてインシデント未発見時間を提案する。インシデント発生からインシデント報告書完了までのフローを図 2 に示す。インシデント未発見時間はインシデントが発生してからインシデントを発見するまでの時間である。

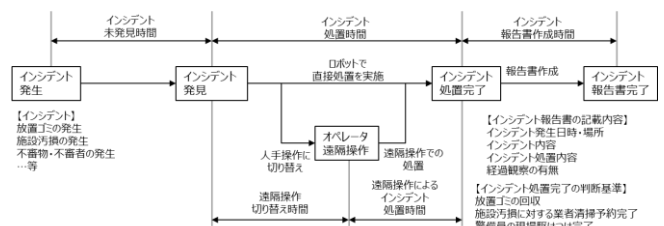


図 2: インシデント発生から報告書完了までのフロー

施設内にごみ・物の放置および汚損が発生している場合、インシデント未発見時間が長くなると施設利用者の不快感が増大し、施設の満足度ひいては利用回数が減少する。

施設内に不審者が発生している場合、インシデント未発見時間が長くなると利用者ならびに施設に不審者が危害を与えるリスクが有り、実際に危害が発生してしまうと施設の安全性に関する重大な懸念が発生し、施設の存続そのものが危うくなる。

そのため、インシデント未発見時間をどのように短くしていくかが施設内ロボット導入効果の指標になると筆者は考えている。

#### 4. シミュレーション結果

以下に施設内ロボットの稼働条件を示す。

表 1: 施設内ロボットの稼働条件

項目	条件
ロボット稼働時間	365日 24時間
ロボット巡回回数	1時間に1回巡回
ロボット移動速度	1.0km/h
ロボット台数	可変
ロボットバッテリー最大容量	4時間
ロボットバッテリー充電時間	1時間/回
オペレータ人数	可変
オペレータのロボット管理台数	最大 100 台/人
オペレータのロボット操作台数	同時に 1 台
オペレータのロボット操作台数	同時に 1 台
ロボットによる不審者追跡時間	15分
インシデント発生時のオペレータ遠隔操作時間	10分
インシデント処置完了後のオペレータの報告書作成時間	10分

フロアの通路面積 218 m<sup>2</sup>×10 階建ての施設にてロボット台数を増やした場合、4 台で効果は頭打ちとなる事が分かった。図 3 にロボット台数を増やした場合の平均未発見時間を示す。

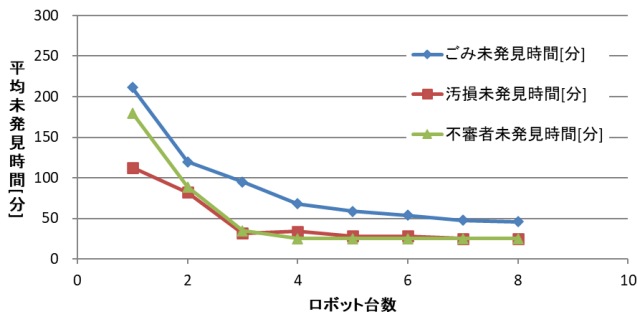


図 3: ロボット台数を増やした場合の平均未発見時間

同様にオペレータ人数を増やした場合でも 2 人で頭打ちとなる事が分かった。図 4 にオペレータ人数を増やした場合の平均未発見時間を示す。

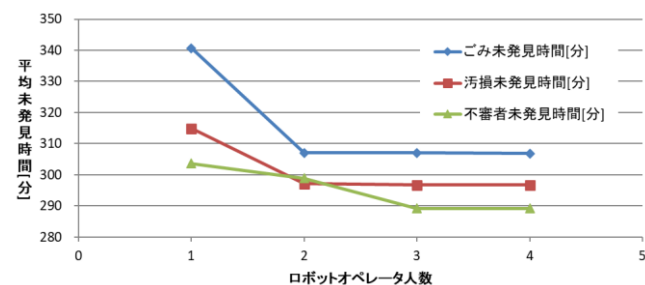


図 4: オペレータ人数を増やした場合の平均未発見時間

オペレータ人数を増やした場合のシミュレーションに関してはフロアの通路面積 218 m<sup>2</sup>×10 階建て×100 拠点とし、ロボットは 100 台とした。

不審者の発生確率を 2 倍にした場合はオペレータ 3 人で頭打ちとなった。図 5 に不審者の発生確率が 2 倍となった場合にオペレータ人数を増やした場合の平均未発見時間を示す。

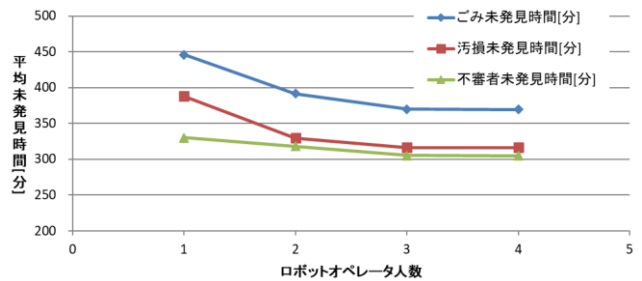


図 5: オペレータ人数を増やした場合の平均未発見時間 (不審者の発生確率が 2 倍)

#### 5. まとめ

今回のシミュレーションによって、以下の事が分かった。

- ・ 同一施設にロボットを導入する場合、一定台数以上は導入効果が頭打ちになる。
- ・ ロボットオペレータを導入する場合、一定人数以上は効果が頭打ちになるが、治安が悪化した場合はロボットオペレータ人数を増やすと効果が有る。

#### 6. 今後の展望

今後の展望としては以下を検討している。

- ・ 施設にロボットを導入する際の具体的な見積もりツール化を行う。

#### 参考文献

[1] 遅延の発生する環境下でのサービスロボットを用いた稼働状況の見積もりに関するシミュレーション, 電子情報通信学会, 2020