

ロボットによる人に対しての障害物除去依頼の研究

西川琢磨[†] 羽田靖史[†]

工学院大学[†]

1. はじめに

近年、人間共存型ロボットの研究が多くなされている。しかし、段差や扉など僅かな障害物によってロボットの行動が大きく制限される恐れがある。そこで、ロボットが人間に補助を依頼し、障害が除去されれば、ロボットの実用度が増すことができる。そこで我々は人間に補助依頼し行動を拡大する知能技術の開発を行っている。必要な技術要素として、障害の有無の認識、補助の必要性の判断、依頼（コミュニケーション）があると考え、本稿ではその中でも依頼手法について述べる。

2. 先行研究

先行研究として古谷らはロボットに工学院大学新宿校舎から新宿駅まで自律走行させる研究[1]を行った。この研究では周囲の人に対してドアを開けてもらう、エレベータのボタンを押して貰うという2つの依頼を音声で行うだけで長距離の自律走行を行えることが確認できた。

この研究を元に、比較表を作成し、「音声+プロジェクタ」または「音声+レーザポインタ」の組合せがよいと仮定した。制御台車にプロジェクタとレーザポインタ、スピーカを搭載し、依頼手法の違いによって障害物の除去依頼が達成されるかを評価する。図1にシステムの概要図を示す。

表1 依頼手法の比較

	音声 (聴覚)	レーザ ポインタ (視覚)	プロジェクタ (視覚)	映像モニタ (視覚)	ジェスチャ (視覚)
指向性	X	○	○	X	△
情報量	○	×	○	○	△
認識性	○	X	△	△	△
機構の 容易さ	○	△	△	○	X

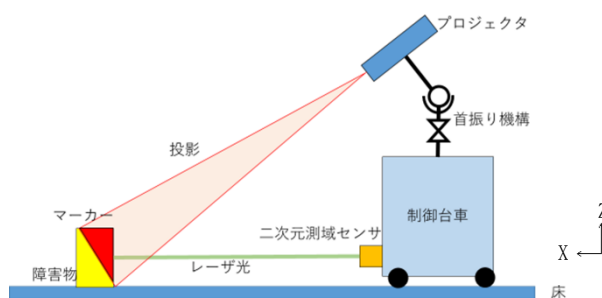


図1 システムの概要図

3. 制御方法

首振り機構に搭載しているプロジェクタを、障害物に対して向ける制御を行なう。

パン角とチルト角の制御量の算出方法を以下に述べる。なお座標系は、ロボット正面から見て横方向をX、奥行き方向をY、高さ方向をZとする。また、二次元測域センサで検出した障害物の座標をXY方向にそれぞれa, bとする。

パン角に関しては、ただプロジェクタを障害物に向けるようにすると、プロジェクタ中心とプロジェクタのレンズ部分がずれていた場合、投影位置がずれてしまうため、プロジェクタ中心とレンズ間の距離を考慮して計算する必要がある。

ロボットを原点とした時、上方から見た略図を図2に示す。目標とするパン角の制御角度を θ_p 、障害物からロボット中心までの距離をL、プ

Study on obstacle removal request to human by robot
Takuma NISHIKAWA[†], Yasushi HADA[†]
[†]Kogakuin University

ロジクタ中心とレンズ間の距離をKとすると、
 図 2 より (1) 式を求めることができる。

$$\theta_P = \frac{\pi}{2} + \sin^{-1}\left(\frac{K}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (1)$$

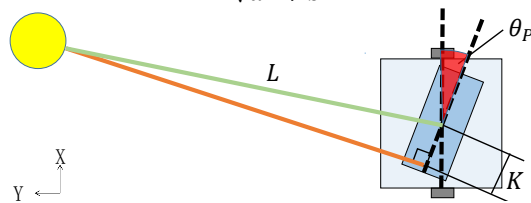


図 2 ロボットを上方から見た略図

ロボットを原点とした時、側方から見た略図を
 図 3 に示す。求めたいチルト角を θ_T 、投影中
 心の床から PTU のチルト軸までの高さを H_T 、チ
 ルト軸からプロジクタ中心までの距離を L_T 、障
 害物からロボット中心までの距離を L 、二次元測
 域センサの搭載高さを H_S とすると、図 3 より (2)
 式を求めることができる。

$$H = H_T - H_S$$

$$\theta_T = \sin^{-1}\left(\frac{H}{\sqrt{L^2 + H^2}}\right) + \sin^{-1}\left(\frac{L_T}{\sqrt{L^2 + H^2}}\right) \quad (2)$$

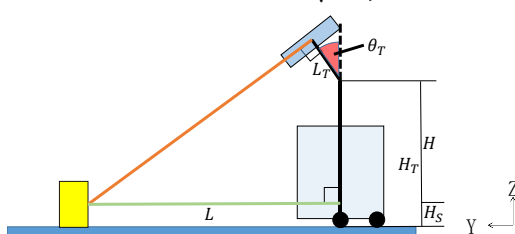


図 3 ロボットを側方から見た略図

4. 検証実験

4.1. 実験概要

人に対して障害物の除去依頼を行うロボット
 を作成し実験を行った。前方に、2つの障害物
 を配置し、除去の依頼を行った。実は画面手前
 のみが除去依頼対象実験前に、被験者には「定
 位置に立った後自由に行動してほしい」と説明
 した。被験者は研究室見学来訪者（高校生～保
 護者）、工学院大学 16 階屋内で実験を行った。
 図 4 に実験の様子を示す。



図 4 実験の様子

4.2. 結果と考察

実験の結果を表 2 に示す。「レーザポインタ
 + 音声」と「プロジクタ+音声」は共に成功
 率が高く、少しレーザポインタのほうが良かった。
 また、「音声のみ」では除去する必要のない障
 害物もまとめて除去された。「あなたから
 見て手前の～」など内容を増すと、依頼内容が
 複雑になり、障害物の数が多い場合は特に難
 しいと考えられる。実験では対象が単純、かつ
 一個を指示したのでプロジクタの優位性が示
 せなかった。プロジクタは広い範囲や複数個
 を囲むこともできるので、実験内容を吟味し
 たい。足型によって、被験者がそこから移動
 してはいけない、もしくはここでなんらかの
 アクションを起こす必要があると判断したと
 考えられる。

表 2 実験結果

パターン	成功 (正しく補助)	除去時 処理時間 /sec (平均 μ , 標準偏差 σ)	補助内容 ミス	依頼 ミス
プロジクタ + 音声	4/6	$\mu=17.0$ $\sigma=9.8$	0/6	2/6
レーザポインタ + 音声	6/7	$\mu=14.8$ $\sigma=5.2$	0/7	1/7
音声のみ	0/6	$\mu=13.0$ $\sigma=0$	h2/6	4/6

5. まとめ

本研究ではプロジクタとレーザポインタ、
 スピーカを用いた情報投影システムを構築し、
 検証実験として障害物除去依頼実験を行った。
 今後の予定として、考察を考慮した検証実験と
 今回できなかった床以外の面に対する情報投影
 実験を行いたいと考えている。

参考文献

[1] 古谷ら, 平成 27 年度電子情報通信学会東京支
 部学生会研究発表会, 158, 2016.