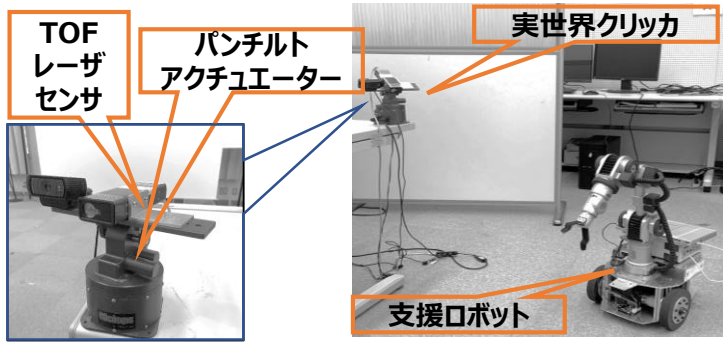


# 実世界クリックから床面上に照射されたレーザースポットによる移動ロボット誘導法と物体把持システムへの応用

○野口 恵伍 坂本 慎一郎 岩城 敏 (広島市立大)

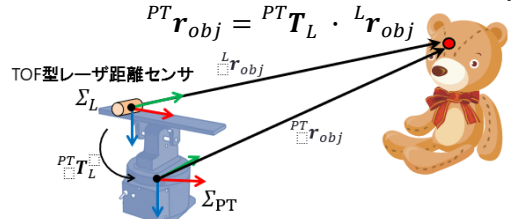
## 研究背景

**社会的背景**  
 介護・生活支援ロボットの实用化急務  
**支援ロボットに求められる機能**  
 簡易で直感的な教示方法→レーザーポインターの活用  
**本研究室での取り組み**  
 ・実世界クリッカーによる物体操作インターフェースの利用[1~4]  
 ・パンチルト角+レーザー長からスポット座標値計測  
 ・把持物体位置・把持姿勢を直感的に教示可能



## 実世界クリッカ(real world clicker[RWC])

**実世界クリック**: クリック動作をトリガとした物体の位置の取得  
 レーザ距離センサで対象物までの距離 ( ${}^L r_{obj}$ ) を計測する  
 レーザとアクチュエータの位置関係を基に  ${}^{PT} T_L$  を求める  
 $DK_{PT}(\theta_{PT}) = {}^{PT} T_L$   
 パンチルト座標系上の目標物体の3次元座標値  ${}^{PT} r_{obj}$  を求める



## 従来研究の問題点

- ・移動ロボットの制御にオドメトリのみ使用
- ・累積誤差により移動ロボットの位置制御が不正確  
 →遠方物体の把持成功率が低い

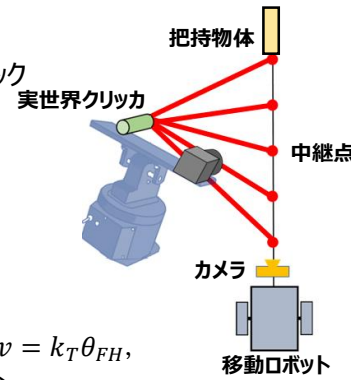
## 問題解決のアプローチ

- ・実世界クリッカによるレーザーの**自動照射**機能を用いて、中継点をレーザースポットとし移動ロボットを**誘導**
- ・目標物体へレーザーを自動的に再照射することで物体把持点を**自動教示**

## 提案手法

### 1.提案手法概要

1. ユーザが物体把持点を実世界クリック
2. 直線誘導経路算出
3. 誘導スポットの分割・照射
4. 移動ロボットの誘導制御・把持



### 2.移動ロボット制御測

$$\begin{cases} v_r = k_v d_{FD} + \Delta v \\ v_l = k_v d_{FD} - \Delta v \end{cases}$$

ただし,  $v_r, v_l$ : 左右の車輪速度,  $\Delta v = k_T \theta_{FH}$ ,

$k_v$ : 速度ゲイン,  $k_T$ : 回転速度ゲイン,

$d_{FD}$ : 中継レーザースポットとfloor camera座標系の原点までの距離,

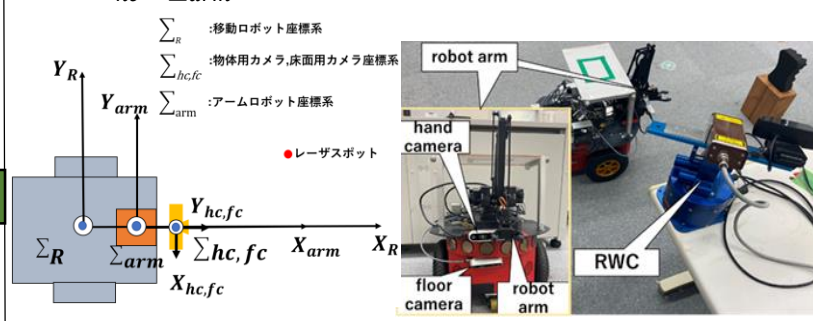
$\theta_{FH}$ : 中継レーザースポットとロボット進行方向がなす角.

### 3.物体把持用レーザースポット位置の計測

hand cameraによりその3次元座標値  ${}^{hc} l$  が取得.  
 アームロボット原点に固定された座標系  $\Sigma_{arm}$  でのレーザースポット座標値  ${}^{arm} l$  は以下の式で算出.

$${}^{arm} l = {}^{arm} T_{hc} {}^{hc} l$$

( ${}^{arm} T_{hc}$ :  $\Sigma_{arm}$  からhand camera座標系への同次変換行列)



## 4.ロボットアーム制御測

$$\theta_{arm} = IK_{arm}({}^{arm} l)$$

( $\theta_{arm}$ : アームロボットの関節角度ベクトル(3 × 1))

$IK_{arm}$ : ロボットアーム先端位置座標値よりロボットアーム関節角度ベクトルを求める逆運動学)



## 実験

### 目的

従来手法と提案手法の把持成功率の比較

### 実験条件

目標までの距離: 4[m]

移動ロボットは差動二輪ロボットである

把持物体(直方体): 縦75×横25 × 奥14[mm]

アームロボット  $\begin{cases} \text{再現性: 0.2mm} \\ \text{把持物体の最大サイズ: 40mm} \\ \text{動作範囲: 50mm-320mm} \end{cases}$

カメラ  $\begin{cases} \text{深度センサ視野角: 水平: 85.2}^\circ \times \text{垂直: 58}^\circ \times \text{斜め: 94}^\circ \\ \text{RGBセンサ視野角: 水平: 69.4.2}^\circ \times \text{垂直: 42.5}^\circ \times \text{斜め: 77}^\circ \end{cases}$

### 結果

従来手法: すべて失敗

提案手法: 6/10[回]成功

### 提案手法の有効性を確認

## まとめ

- ・床面上に照射されたレーザースポットによる移動ロボット誘導法と物体把持システムの有効性を実証
- ・今後はオクルージョン問題について検討

## 参考文献

[1]安孫子ほか, "TOF型レーザーセンサとパンチルトアクチュエータを用いた実世界クリック方式の提案と生活支援ロボット動作教示への応用", 計測自動制御学会論文集Vol. 52, No. 11, pp. 614-624, 2016  
 [2]佐藤ほか, "TOF型レーザーセンサとパンチルトアクチュエータを用いた実世界クリッカーシステムのポインティング性能向上", 計測自動制御学会論文集Vol. 54, No.2, pp.290-297, 2018  
 [3]Shintani, et al, "Object Grasping Instructions to Support Robot by Laser Beam One Drag Operations", Journal of Robotics and Mechatronics, 33/ 4, 756-767, 2021/08/20  
 [4]三浦ほか, "パンチルトアクチュエータに搭載されたTOF型レーザーセンサのビーコンビームを用いた移動ロボット自己位置姿勢推定-レーザービーム上のスポット座標値とオドメトリを併用した推定手法-", Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.34 No.3,掲載予定June 20, 2022