

移動ロボットを用いた迷子探しシステムの開発 —実験フィールドとしての”つくばチャレンジ 2013”への参加—

○ 吉田 森彦^{†1}, 松本 祥^{‡1}, 高木 勇武^{†1}, 山田 大地^{†1}, 大矢 晃久^{†1}

Development of Mobile Robot for Searching Lost Children -Experiment in Tsukuba Challenge 2013 -

○ Morihiko YOSHIDA^{‡1}, Akira MATSUMOTO^{†1}, Isamu TAKAGI^{†1},
Taichi YAMADA^{†1}, Akihisa OHYA^{‡1}

Abstract— In this work, we propose a system to search for lost children utilizing a mobile robot. The system uses scanning laser range finder and camera to recognize people and search for lost children. Overview of the system and its implementation for Tsukuba Challenge 2013 will be presented. Tsukuba Challenge 2013 will be testing ground of the system.

1. はじめに

テーマパークやデパート、ショッピングセンターなどの人混みでは、迷子が頻繁に発生する。迷子は犯罪や事故の原因となることがあり、早期に発見される必要がある。しかし、一般的に迷子の搜索は人手で行われる。そのため、早期に迷子を発見するためには多くの人手が必要となる。

そこで、筆者らは迷子の搜索に移動ロボットを活用することを提案する。迷子探しを移動ロボットが代替できれば、人手を減らすことができ、また迷子の早期の発見ができると考えられる。本研究の目的は、移動ロボットを用いた迷子探しシステムを開発することである。

筆者らが提案する迷子探しシステムは、迷子の保護者から得られる搜索対象の迷子の特徴となる情報をもとに、指定された領域を自律走行しながら迷子を搜索する。個人を認識する機能を有する移動ロボットとして、総合警備保障の開発した「巡回警備ロボット Reborg-Q」がある [1]。しかし、Reborg-Q は巡回警備の一環として個人の認識をしており、死角なく網羅的な個人の搜索を行うことができない。

本稿では、提案する迷子探しシステムとの概要と、実験のフィールドとして用いたつくばチャレンジ 2013 における実装について述べる。

2. 迷子探しシステムの概要

2.1 システムの動作

筆者らの提案する迷子探しシステムは、搜索対象の迷子の特徴となる情報をもとに、予め決められた複数の領域（以下、探索エリアとする）を搜索する。また、その探索エリアは移動ロボットが走行可能な経路でつながっているとする。

提案するシステムの動作を以下に示す。

- 1) 迷子が発生した際、ステーションで搜索する迷子の情報と探索エリアを入力する。
- 2) ロボットは指定された探索エリアまで自律移動する。
- 3) 探索エリア内を移動しながら、センサデータから人の検出を行う。検出された人の特徴から、事前に得ていた迷子の情報をもとに迷子の候補を認識する。その迷子の候

補のデータをステーションに送信する。

- 4) ステーションでは、ロボットから送信されてくるデータをオペレータが見ながら迷子の確認を行う。
- 5) 迷子を発見すると、発見した迷子に対して何らかのアクションをとる。

これらの動作により、迷子を搜索する。

2.2 システムの構成

提案する迷子探しを行うシステムは、移動と迷子の認識の2つのタスクを同時に実行する。また、迷子の認識のための移動もあり、それらを判断、統合し動作する仕組みが必要である。

本研究では、図 1 に示すようなシステム構成をとることとした。

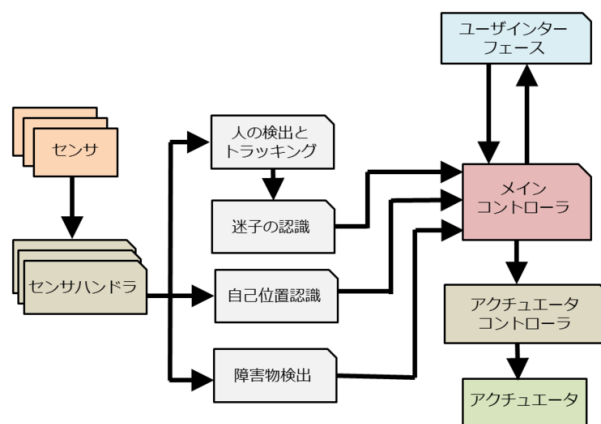


Fig. 1 System configure

以下に、本システム構成における各モジュールの概要について述べる。

• ユーザーインターフェース

ロボットが搜索を行っている状況をステーションから閲覧し、指示を与えるためのユーザーインターフェース。ステーションにいる人は、ロボットから送られてくるロボットの自己位置、カメラ画像などのセンサデータを閲覧する。また、迷子の確認、確認対象の指示などの命令を出す。

• メインコントローラ

^{†1} 筑波大学 大学院 システム情報工学研究科

^{‡1} Graduate School of Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba

各モジュールからのデータをもとに、状況の判断と動作決定を行い、各アクチュエータのコントローラに動作命令を出す。探索エリアまで、自律走行を行う。探索エリア内では、自律走行しながら迷子の搜索を行う。迷子の候補が発見されると、ステーションのユーザインターフェースに迷子の情報を送信する。ステーションのユーザインターフェースから迷子の確認の指示が与えられたら、その迷子の候補に近づき、迷子に対して発見したアクションをとる。

- 迷子の認識

センサから得られるデータから迷子の認識を行う。センサデータから人の検出を行う。事前に得ている搜索対象の特徴から、検出された人の中から搜索対象の候補を検出する。検出された人それぞれに対して、トラッキングを行い同一の人に対して複数回認識をしないようにする。

- 自己位置認識

センサデータと地図データをもとに、ロボットの自己位置を計算する。

- 障害物検出

センサデータから、ロボットの移動の妨げとなる障害物を検知する。

3. つくばチャレンジにおける実装

提案するシステムの有効性を検証するために、つくばチャレンジ 2013 [2] を実験のフィールドとして利用し、実装と実験を行うこととした。つくばチャレンジ 2013 の課題は、「移動ロボットがつくば市内の遊歩道や広場を走行して、複数の探索エリアで、決められた服装の人間を見つけてくること」である。課題の設定が本研究の目的と近く、実際の一般市民がいる屋外で自律型ロボットの実験ができるため、提案するシステムの有効性を検証する実験環境として適している。つくばチャレンジ 2013 の課題における探索対象は、原則として椅子に座っていて、予め決められた目立った色のジャンパーや帽子のほか、安全用の回帰反射テープの貼ってあるジャケットを着用している。また、探索対象の横にはパネルが設置されている。これらが探索対象を認識するための特徴となる。

移動ロボットには、図 2 に示すような、独立 2 輪駆動型の移動ロボットを用いた。

外界環境を認識するためのセンサには、北陽電機社製のレーザ式測域センサ UTM-30LX と AXIS 社製のパンチルトズームカメラ 215PTZ を搭載した。パンチルトズームカメラで探索対象を撮影すると、図 3 に示すような画像が得られる。

現時点で検討している迷子探しシステムの実装について述べる。先に述べたシステム構成の各モジュールをそれぞれ以下のように実装することで、迷子探しシステムを実現できると考えた。

- ユーザインターフェース

つくばチャレンジ 2013 では、オペレータのコントロールを受けてはならないので、探索対象を確認するためのユーザインターフェースは実装しない。探索対象の判定は、ロボットが自律に行うようにする。

- メインコントローラ

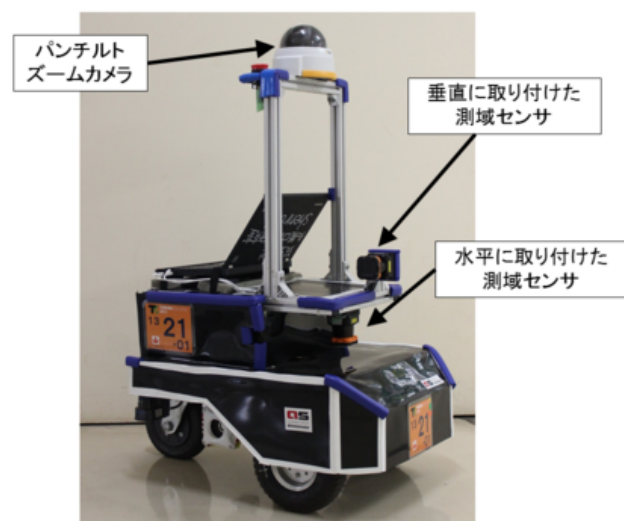


Fig. 2 Mobile Robot used in this study

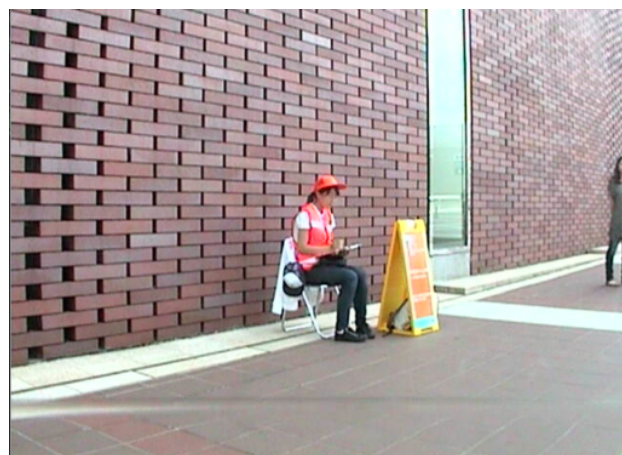


Fig. 3 Image of search target taken by Pan-tilt-zoom camera on mobile robot

指定された探索エリア内に予め複数の経路地点を決めておく。経路地点ごとに迷子の認識を行う。搜索対象の候補が迷子の認識によって検出されたときは、その搜索対象の候補に近づく。探索エリアの搜索が終了したら、次の探索エリアへ移動する。

- 迷子の認識

迷子の認識には、測域センサとパンチルトズームカメラを用いる。まず、水平に搭載した測域センサから得られるスキャンデータと、地図データとの差分をとることで、人の候補となる位置を検出する。次に、人の候補の位置にパンチルトズームカメラを向け、カメラ画像から得られる色の特徴の認識から搜索対象の候補を検出する。

- 自己位置認識

ロボットの自己位置の認識には、水平に搭載した測域センサを用いる。事前に走行した際のセンサデータより、地図を作成し、その地図上の自己位置を推定しながら走行する。自己位置の推定には、事前に走行した際の測域センサのデータより得られた観測点の観測確率に基づいた、地図との照合により位置を推定する [3]。

- 障害物検出

水平に搭載した測域センサで、経路上の障害物を検知する。経路上の障害物は、人や他のロボットなどの移動障害物であることが期待されるため、障害物を検知したら停止し、障害物が移動するのを待つ。停止してから一定時間経過しても移動しない障害物は、コース上に設置されたコーンなどの静止障害物などである。停止してから一定時間経過したら、横方向に一定距離移動し、障害物を回避して、次の経由地点へ移動する。

4. おわりに

本稿では、移動ロボットを用いた迷子探しシステムについて述べた。

本稿では、提案するシステムの概要について述べた。また、

提案するシステムの有効性を検証するために、つくばチャレンジ 2013 を実験のフィールドとして利用することについて述べた。

今後は、つくばチャレンジ 2013 を実験のフィールドとし、システムの実装と実験を進めていく計画である。

参考文献

- [1] 総合警備保障株式会社: "巡回警備ロボット Reborg-Q", http://www.alsok.co.jp/corporate/robot/reborg_q.html
- [2] つくばチャレンジ実行委員会: "つくばチャレンジ 2013", <http://www.tsukubachallenge.jp/>
- [3] 識名 拓, 山田 大地, 木下 和樹, 油田 信一: "つくばチャレンジ 2011 における自己位置推定および経路計画の工夫", 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2011(SI2011), pp. 1750-1753 (2011)