

タイトル	レーザーポインタが指示する人間の追尾走行および目標への接近走行を実現する自律移動ロボットシステム
著者	坂口，祐樹；深谷，健一
引用	北海学園大学工学部研究報告，34：91-96
発行日	2007-02-20

レーザーポインタが指示する人間の追尾走行および目標への 接近走行を実現する自律移動ロボットシステム

坂口 祐樹*, 深谷 健一*

Autonomous Mobile Robot System that Tracks the Human Pointed by a Laser Pointer and Approaches the Position where a Laser Pointer Indicates

Yuki SAKAGUCHI*, Ken-ichi FUKAYA*

要 旨

自律移動ロボットに対し、レーザーポインタを用いて追尾対象人間と接近目標地点を指示する。ロボットは指示された人間の追尾走行あるいは目標地点への接近走行をおこなうシステムを構築し、実験を実施してその有効性を確認した。今後のロボット・人間インタフェースの方法として有望と考えられる。

1. まえがき

ロボットの利用が産業用から民生用へと広がり、環境内を移動して人間との相互作用をするサービスロボットが自動車、テレビ、パソコン、携帯電話の次の生活の一部になると予測されており、人間とのインタフェースの重要性が大きくなる^{1),2)}。ロボットへの動作指示は誰にでも扱える簡潔なものでなくてはならない。我々は既に、レーザーポインタ付き赤外線リモコンを用いた移動ロボットへの簡潔な動作指示システムを構築しており、人間追尾とレーザーポインタ動作指示の応用を可視化してきた³⁾。しかし、人間追尾では同じ色の服を着た追尾対象人間が複数いると、どの人間を追尾すべきかの判別ができなかった。またレーザーポインタを照射した目標地点への接近走行では予めロボットの視野に目標地点が入るように人間がロボットを操作しなければならなかった。近年、レーザーポインタを使った家電製品の操作、展示品の音声プレゼンテーションあるいは計算機や移動ロボットとのインタフェースの研究が活発におこなわれている^{4)~6)}。今回、追尾対象の人間や接近走行地点をレーザーポインタで直接指示することで上記問題点の解決を試みる。

* 北海学園大学工学部電子情報工学科

* Department of Electronics and Information Engineering, Faculty of Engineering, Hokkai-Gakuen University

2. 動作指示システム

2.1 システム構成

図1, 2に示す実験システムは移動ロボット (Nomadic社: Nscout) の外周に赤外線受光モジュールを8個取り付け、赤外線を受光すると接続したマイコン (H8/3048F) が受光方向と赤外線リモコンのどのボタンが押されたかを解析し、LEDの発光と音声基盤により人間に受光した旨を伝える。表示LEDは赤、青、緑、黄色があり、追尾対象の人間の服の色に合わせて発光することで周りの人間に明示する。解析した情報はシリアル通信でロボットのオンボードコンピュータに送られ、その情報をもとにロボットはリモコンボタンで指示された動作を行う。ロボットには他にSONYのカラーCCDカメラ (EVI-D100) と画像処理専用ソフト (MVtech社 HALCON) が入っているパソコン (Linx社Fusion: Pentium III - 933MHz) が搭載されており、カラー画像処理結果をシリアル通信でロボットに送信する。

受光モジュールには雑音除去用のカバーを被せており、ある程度正確にリモコンを受信モジュールに向けないと正しく動作しない。このため人間にリモコンを向けている方向を認識させるためにレーザポインタを付けている。今回、このレーザポインタを利用してロボットに指示し、搭載カメラで追尾対象や接近目標への誘導と指示照射位置の認識をおこなう。図3にレーザポインタ付き赤外線リモコンと操作ボタンの割付けを示す。

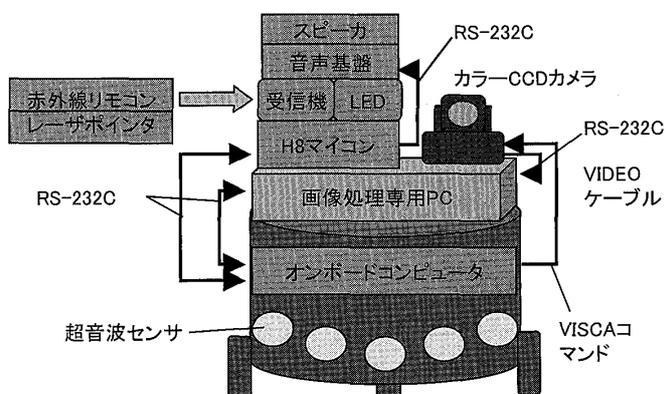


図1 実験システムの構成

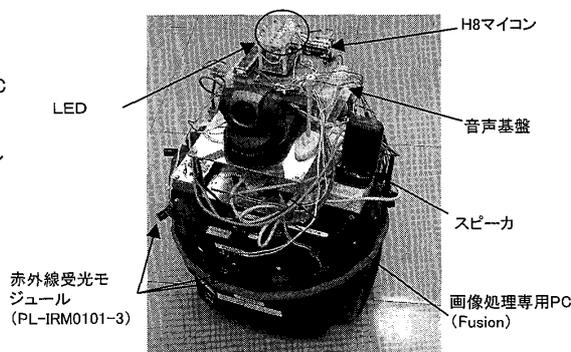


図2 実験システム

2.2 人間とロボットの相対位置特定

ロボットの周囲に取り付けてある8個の赤外線受信モジュールと赤外線の指向性を用い、どの方向から赤外線を受信したかを判断することによってロボットは約45°の範囲で指示する人間がいる方向を特定できる。今回用いたカメラは約60°の範囲が視野角なので、45°の範囲で人間の方向が分かれば十分にカメラの視界の中に捉えることができる。ここでカメラを動かして人間を中心に写すことによって、ロボットは指示を出す人間との位置関係を正確に把握することができ、その後の指示作業がスムーズに行える。

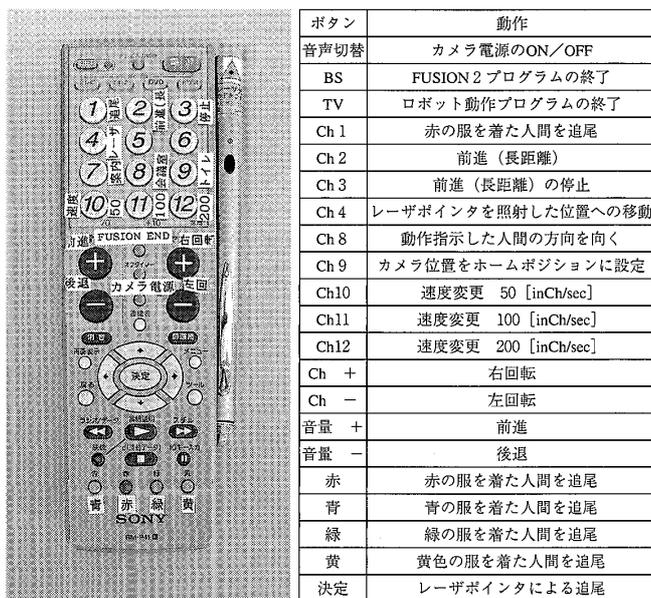


図3 レーザポインタ付き赤外線リモコンとボタン配置

2.3 追尾対象人間および接近目標点指示

人間追尾ではリモコンによる相対位置特定により指示者をカメラで捉え、レーザーポインタでの方向指示を検知してカメラをズームアップ、上向き回転させ、追尾対象者の方向にロボットが回転して照射されたレーザーポインタを検知する。目標点指示では赤外線リモコンでなされた動作開始指示後、カメラは蛍光灯などの余分な光を抽出しての誤作動を防ぐためズームアップ、上向き回転をさせず水平のままにして人間追尾と同様の処理をおこなう。

3. レーザポインタによる人間と目標点指示の画像処理

3.1 カメラに向けられたレーザーポインタ検知画像処理

本実験ではレーザー照射点画像 (RGB形式) をI1I2I3形式⁷⁾に変換し、閾値処理で照射点抽出を行っており、扱う画像はI1, I2, G-B画像である。複数の画像を重ね合わせることで領域抽出精度を向上させ、領域重心座標からレーザーポインタの回転方向を判別する。使用するレーザーポインタは緑色レーザーポインタで波長は532nmである。画像処理過程を図4に示す。

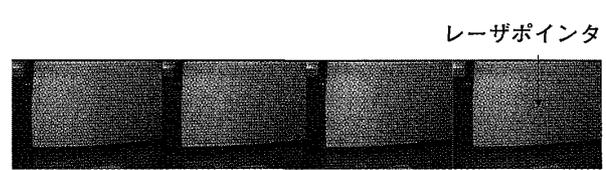
3.2 壁に照射されたレーザーポインタ検知画像処理

基本的な処理は3.1と同様であるが、背景の色によって閾値が変わり、こちらの処理ではカメラのズームアップをしていないため、ポインタ照射画像が小さく、抽出が難しいので、I1, I2, I3, B画像の4つの画像を閾値処理をし、領域を重ね合わせることで抽出している。画像処理過程は図5に示す。各々の画像処理に有する時間を表1に示すが、処理速度は速くほぼ実時間処理が可能である。



1) 原画像 2) I2画像 3) G-B画像 4) 抽出画像

図4 レーザポインタ検知画像処理過程



1) 原画像 2) I1画像 3) B画像 4) 抽出画像

図5 壁に照射されたレーザーポインタ検知画像処理過程

表1 画像処理時間

レーザーポインタ操作	処理時間
方向指示	0.10sec
追尾対象指示	0.56sec
接近地点指示	0.11sec

4. 動作指示手順

4.1 人間追尾動作指示

図6に追尾動作指示例を示す。1)は指示を開始する状況でロボットは壁の方向を向いている。指示者がリモコンにより追尾対象人間の服の色の命令を送ると、相対方向特定機能により指示者がカメラ視野に入る。レーザーポインタをカメラに向け、追尾させる人間のいる方向にレーザーポインタを振ることでロボットはその場で左方向に回転する。2)では指示者はロボットが回転を始めてから追尾対象人間の服にレーザーポインタを照射する。これにより同じ色の服を着た人間がいてもレーザーポインタの照射した人間を特定できる。ロボットが追尾対象を認識すると人間追尾の画像処理に移り、人間追尾を開始する。図7に人間追尾処理フローチャートを示す。

4.2 壁に照射された接近目標地点の指示

リモコンのボタン(Ch4)押下によりロボットへ移動の命令を送ると、その場で回転しながら壁に照射されたレーザーポインタを検出して直進し、指示者が照射をやめると停止する。

5. 動作実験

今回製作したシステムでは以下の二つの実験を行う。



1) 動作指示開始

2) 動作指示後

図6 追尾動作指示例

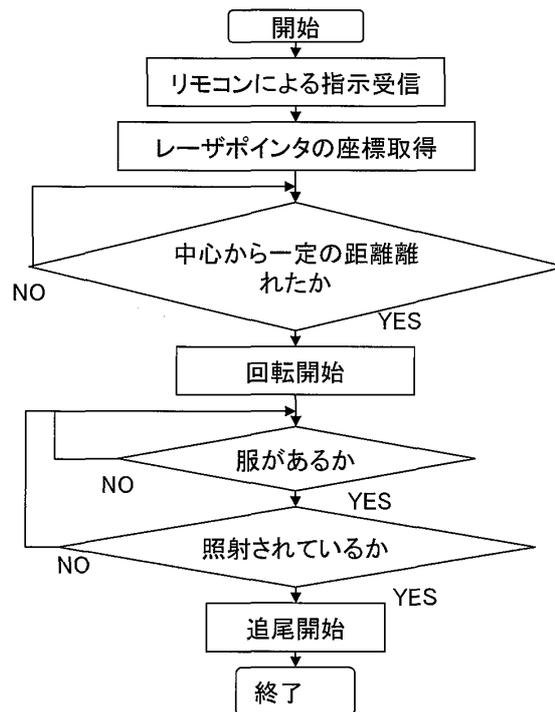


図7 人間追尾動作指示処理フローチャート

- (1) レーザポインタを照射した特定の人間の追尾
- (2) 壁に照射されたレーザポインタへの接近

本実験は北海学園大学ハイテク・リサーチ・センターの廊下で実施した。画像処理環境は蛍光灯が点灯している状態である。(1)の実験結果を図8に示す。追尾対象者が赤、青、緑、黄色の服を着なければならない条件があるが、ロボットが回転しながら照射されたレーザポインタを検出することで追尾人間を特定でき、スムーズに追尾対象人間の追尾処理が実現できた。(2)の実験結果を図9に示す。壁に照射されている位置へほぼ誤作動なく壁に衝突せず接近することができた。ここでは図3の赤外線リモコンの代わりに携帯電話のリモコン機能を使用した。



図8 人間追尾動作実験

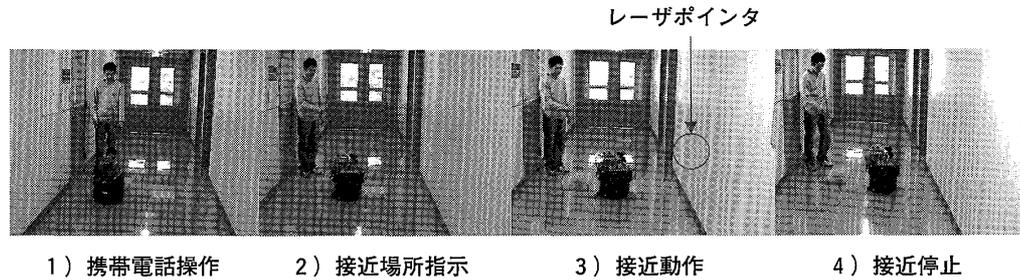


図9 レーザポインタ照射位置への接近実験

6. あとがき

開発したシステムを移動ロボットに搭載してレーザポインタにより指示した人間の追尾と壁に照射されたレーザポインタ位置への接近を実現できた。動作指示では追尾対象者が特定の色の服を着ていなければならない制約がある。壁に照射されたレーザポインタへの接近では、まれに蛍光灯の光を検出して誤作動することがあった。使用したリモコンの代わりに、携帯電話に内蔵されているリモコン機能を使って、赤外線リモコンの代わりに動作指示を試みたが、同一の機能を実現できた。今後、常時携帯している電話をロボットへの操作指示インタフェース機器として使う新たな応用が見込まれる。

本研究は北海学園大学ハイテク・リサーチ・センター研究費の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) R. D. Schraft, G. Schmierer: Service Robots, Products Scenarios Visions, A K Peters, 2000.
- 2) 経済産業省: 技術戦略マップ (2-4. 製造産業分野, ロボット分野の技術戦略マップ), www.meti.go.jp/press/20050330012/20050330012.html, 2005.
- 3) 成田, 赤坂, 坂口, 深谷: レーザポインタ付き赤外線リモコンを用いた移動ロボットの動作指示とその応用, 工学研究 (北海学園大学大学院工学研究科紀要), No. 5, pp.51-56, 2005.
- 4) 中島, 佐藤, 山口: ネットワークロボット空間における意図認識を指向した人とロボットとの相互作用, 第6回システムインテグレーション部門学術講演会講演論文集, 2L3-4, pp.837-838, 2005.
- 5) 鈴木, 大矢, 油田: 投射光を用いた移動ロボットへの動作指示システムの開発-コンセプトの提案と基礎実験-, 日本ロボット学会学術会講演予稿集, No.21, p. 3F22, 2003.
- 6) 高橋, 梅田, 渋谷: レーザポインタを用いたホームロボット操作システムの構築第2報音声認識の併用によるシステムの構築, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'03講演論文集, No.03-4, p. 1A1-3F-C6, 2003.
- 7) MVTec: HALCON ver6.1マニュアル $I1 = (R+G+B) / 3$, $I2 = R-B$, $I3 = (-R + 2G - B) / 2$