

レーザーポインタ付き赤外線リモコンによる移動ロボットへの人間追尾動作指示

北海学園大学大学院工学研究科 ○坂口祐樹 深谷健一 株式会社メイテック 成田秀樹
 キヤノンシステムアンドサポート株式会社 赤坂健悟

要旨

レーザーポインタ付き赤外線リモコンを移動ロボットの指示に用い、赤外線受光器の指向性を活用して指示人間の方向を特定できるシステムを開発した。その応用として視覚センサによる人間追尾機能を実現した結果を報告する。

1. まえがき

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人間を追尾するには指示した人間とロボットの相対方向の計測が必要である。全方位カメラ²⁾を用いずに赤外線リモコンの指向性利用でこれを実現し、指示した人間のみを視覚センサを使って追尾する。

2. システム構成

実験システムは移動ロボット(Nomadic社:Scout)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)が受光方向とリモコンのどのボタンが押されたかを解析し、LEDを発光し人間に受光した旨を伝える。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。図1は装置搭載の移動ロボットとレーザーポインタ付きの赤外線リモコンの外観を示す。レーザーポインタのスポット光を照射することでリモコンを向けている方向が指示者にわかる。

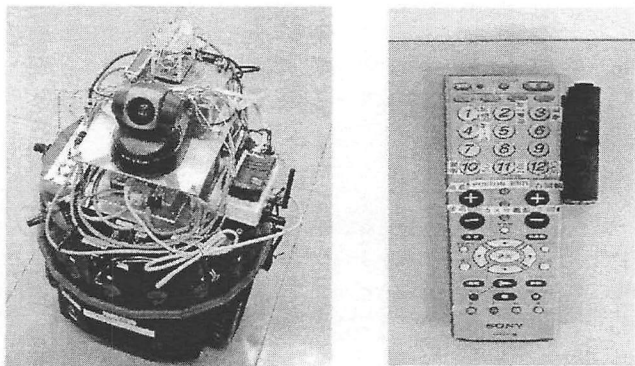


図1 装置搭載の移動ロボットとレーザーポインタ付きの赤外線リモコンの外観

3. 人間との相対方向の特定

ロボットの周囲の赤外線受光モジュールのうち、どのモジュールが最初に受光したかを判定することで約45°の範囲で人間のいる方向を特定できる。モジュールの数を増やせばさらに分解能を上げられるが、搭載カメラの視野が約60°なので、45°の範囲で人間の方向が分かればカメラの視界の中に人間を捉えることができる。さらにカメラを左右に動かし人間をカメラ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る。図2に赤外線を受光した方向にカメラを向けたときの画像を示す。

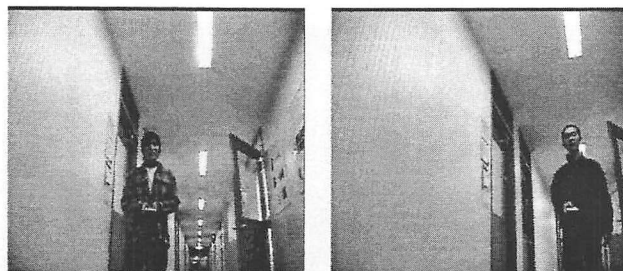


図2 移動ロボット搭載カメラ視野

受光モジュールの正面に人間がいる場合の画像(左)、二つの受光モジュールの中間に人間がいる場合の画像(右)

4. 赤外線受光誤作動防止

受光モジュールに室内外の蛍光灯や太陽の光が当たると誤作動するため、これを防止するカバーをつける。図3はカバーの長さを変え、受光モジュールから Lm 離れた位置で赤外線リモコンを送信した時の受光可能な傾き角 θ を示す。カバー長が短いほど許容傾き角が大きい。1cmのカバーでは距離が遠くても広い範囲を受光できるが、隣のモジュールも受光してしまい誤作動を起こす。一方、5cmカバーではリモコン以外の光が入りにくく誤作動を起こしにくい、受光可能な角度が狭いため2つのモジュールの間に赤外線を照射すると受光できなくなる問題が生じる。3cmの場合には、これらの問題が生じ

にくく受光距離も適切である。図4に3cmカバーを取り付けたときの赤外線受光モジュールがリモコンからの信号を正しく受光できる最大の距離を示す。22.5°、67.5°の位置は受光モジュールから最も遠くなるので受光距離は短くなるが、最短の場合で8m近くあり、移動ロボットを室内で利用するには十分な距離である。以上からカバー長を3cmに選択すると誤作動を防止でき、十分な受光距離が得られる。

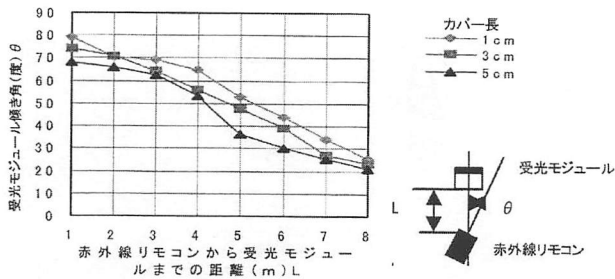


図3 赤外線受光モジュールカバー長の影響

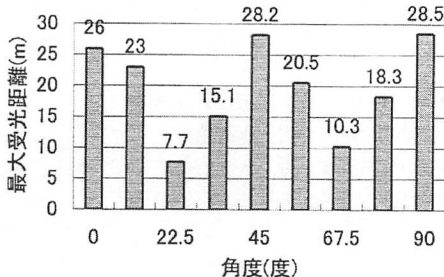


図4 赤外線受光モジュールの最大受光距離

5. 人間追尾

青、赤、緑、黄のどれかの服を着た人間を視覚センサで捉え追尾する。

5.1 カラー画像処理

リモコンで指示した色の服をカメラ取得画像から抽出する手順を図5に示す。背景を含む処理対象画像のRGB形式をHSV(色相, 彩度, 明度)形式に変換する。服の色相, 彩度, 明度の分布をもとに、各色に対応する閾値を実験画像からHALCON処理ソフト³⁾を用いて予め学習しておく。実験に使用した赤、青、緑の服では色相で、黄の服はRとB画像の論理積で抽出できる。抽出画像から連結領域を求めるが、取得画像中には対象の服以外の小領域も存在するため、最大面積の領域を対象画像とする。人間検知を行う範囲は、距離が80cmから4mまで、カメラの中心から左右に30°の範囲である。これは対象の面積が求まる距離、カメラを真正面に向けたときの視野内に入る範囲である。面積と画像の重心からそれぞれの方向が得られる。これをロボットのオンボードコンピュータに送信し、ロボットを移動させる。



図5 カラー画像処理

5.2 追尾動作実験

廊下に赤い服を着た追尾指示する人間と、周りに青、緑、黄の服を着た人間がいて追尾動作する状況を図6に示す。指示者がリモコンをロボットに向けて赤ボタンを押下すると赤色のLEDが発光して受光を明示後、ロボットは指示者の方向に回転し、画像処理で距離と方向を得た後、追尾対象の人間(赤)が視野の中心付近にくるようにロボットは回転する。その後前進して追尾を開始する。指示者が移動するにつれ、青、緑、黄の服を着た人と並んで立っても間違えることなく追尾できた。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。

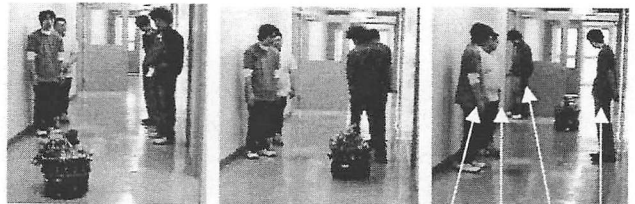


図6 人間追尾の実験

緑 黄 赤 青

6. あとがき

日常生活で使用頻度の高い赤外線リモコンを移動ロボットへの動作指示に用いることで、ロボットと人間の相対方向を特定できるため、視覚センサによる人間追尾が容易に実現できた。

謝辞

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) 成田秀樹, 赤坂健悟, 深谷健一: 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への動作指示システム, 第37回計測自動制御学会北海道支部学術講演会論文集, pp. 77-78, 2005.
- 2) Yosuke ITO, Kazuyuki KOBAYASHI, Kaijiro WATANABE: Development of a dynamic robust human tracking algorithm for a mobile robot capable of following human, SICE Annual Conference in Sapporo, pp.1984-1988, 2004.
- 3) FEST Project 編集委員会 編: 新実践画像処理, 株式会社リンクス出版事業部, 2001.