

手ジェスチャを用いた移動ロボットの直感的動作指示インタフェース

北海学園大学工学部 ○深谷健一 グッドウィル・エンジニアリング株式会社 山田暁人
メイテックフィルダーズ株式会社 佐々木政年

要旨

加速度センサを用いて人間の手ジェスチャを直接検知し、移動ロボットを直感的に動作指示出来るノンバーバルインタフェース装置を考案した。移動ロボットを用いた動作指示実験システムを構築・実験し、その有効性を確認した。

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っており、サービスロボット実現には人間とのコミュニケーション技術が不可欠である¹⁾。情報家電では「だれでも」、「どこでも」使えるインタフェースとして実世界での利用を想定した身体・手指ジェスチャなどの非言語的(ノンバーバル)インタフェースの研究が進められており²⁾、ロボット分野でも手ジェスチャによるロボットとのコミュニケーションが研究されはじめた³⁾。

手ジェスチャ検出に視覚センサを用いる方法では一般的な背景画像中からリアルタイムに人間の身体・手指を抽出し、移動軌跡を解析・認識する高度な画像処理が要求される³⁾。また移動ロボットが走行すると搭載カメラが常に操作者の方向を向いているわけではなく、通常の単眼カメラ利用では視野の制約が大きくなる。加速度センサや回転角速度センサを利用して人間の動作を検知する場合にはこの制約はなくなる⁴⁾。加速度センサを用いて人間の手ジェスチャを直接検知し、移動ロボットに直感的な動作指示を与えることの出来るインタフェースを考案し可視化した。

2. システム構成

2.1 システムの構成と処理手順

図1に構築したシステムの構成を示す。手ジェスチャ指示部(図2)には2軸加速度センサ(Analog Devices社製 ADXL202)、3波長合成白色発光ダイオードおよび非常停止スイッチが取り付けられており、接続したH8マイコン(H8/3052F)が加速度センサの振りと傾きの種別を判定し、マイコンマザーボード上の小型液晶表示装置に結果を示すとともに、指示部のLEDの発光と点滅で操作者に結果を知らせる。手ジェスチャの種別データは無線シリアル通信によりホストコンピュータに送られる。受け取ったデータはコネクション型プロセス間通信を使って移動ロボット(ActiveMediaRobotics社製 Pioneer3)を動作させるプログラムへ送られ、無線LAN経由でロボットのオンボードコンピュータへ送り、ロボットを動作させる手順となる。

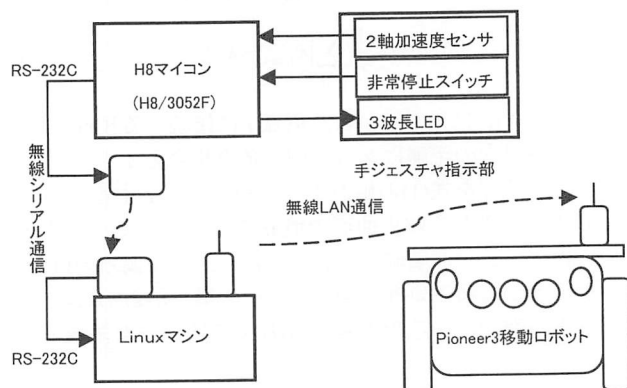


図1 移動ロボットの直感的動作指示実験システム

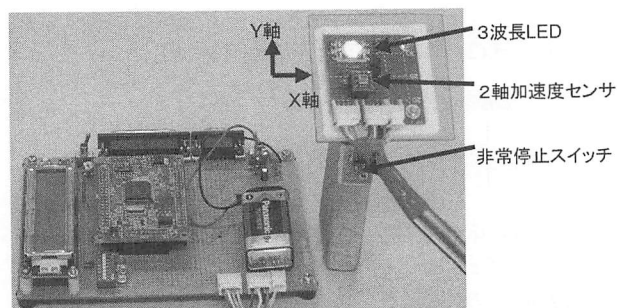


図2 手ジェスチャ指示部とH8マイコン

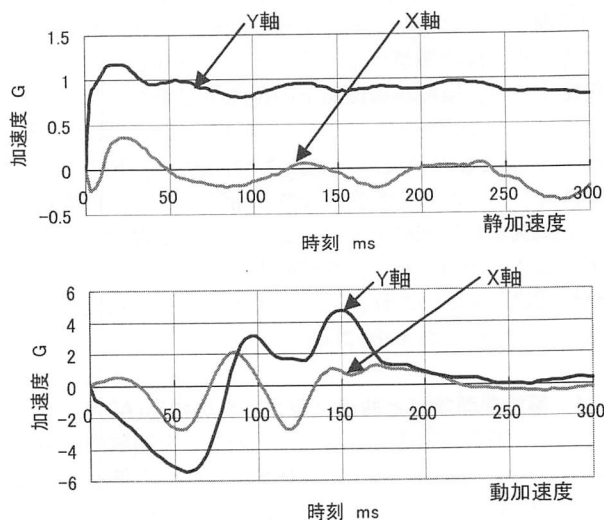


図3 加速度波形(Y軸前方, 静加速度と動加速度)

2. 2手ジェスチャ種別判定

前後（Y軸）、左右（X軸）の2軸方向への手ジェスチャを想定しており、指示部を傾ける（静加速度）と振る（動加速度）により8通りの動作指示が可能となる。加速度センサモジュールからは加速度に比例する電圧が出力されている。図3に静加速度と動加速度の時間変化の例を示す。静加速度は誤差を含めても2Gより小さな値を示すのに対し、動加速度ではその最大絶対値が2G以上の値を示す。X、Y軸の最大加速度を X_p 、 Y_p とすると、表1に示す加速度条件で8通りの手ジェスチャを区別できる。表2に加速度の種別と移動ロボット指示の対応を示す。

3. 動作実験

研究室からドアを出て廊下を20mほど走行し、研究室へ戻るといった走行実験を行った。ロボットの動作は8通りで、それらを組み合わせることでどこにでも移動が可能である。図4に1m前進の動作指示実験状況を示すが、手ジェスチャがそのまま移動となり直感的に極めてわかりやすいことを確認できた。前進の際には、ロボット前面の超音波センサにより障害物を検知して自動停止するため、操作者の指示ミスにも対処できた。センサが検知できない方向や誤検知のために生ずる障害物にぶつかりそうになった場合には、手ジェスチャ指示部分に取り付けた緊急停止ボタンを押下すると、マイコンに割り込みがかけられ、停止信号がホストコンピュータに送信され、即座に停止できる。ロボットが暴走した場合の安全性を高めることが出来た。ドアから廊下に出る場合にもスムーズに通過することができ、操作性の良さがうかがえた。また指示装置は無線を経由するため、操作者がロボットから離れても動作指示が可能であり、さらにロボットの回転移動で操作者との位置関係が変わってもカメラ視野のような制約がないため指示に支障はない。持ち運びも容易であった。

問題点としては、静加速度を検出する指示をしたつもりでも動加速度が検出され、ロボットが意図しない動作をすることがあり、手ジェスチャの動作検出の精度がまだ十分ではないこと、さらに現時点では単純な動作に限られることがある。

4. あとがき

考案した手法では手ジェスチャを用いることから人間の直感的な意図で容易にロボットを動作指示できる。加速度センサの解析方法の改良や回転角速度センサの付加により、さらに自然な手ジェスチャ、例えば手招きするとロボットが自分の近くに来る、などを実現すれば有益なシステムになる可能性が高い。

種別 方向	静加速度 (傾ける)	動加速度 (振る)
X軸 正(右)	$0 < X_p < 2G, X_p > Y_p $	$X_p > 2G, X_p > Y_p $
X軸 負(左)	$-2G < X_p < 0, X_p > Y_p $	$X_p < -2G, X_p > Y_p $
Y軸 正(前)	$0 < Y_p < 2G, X_p < Y_p $	$Y_p > 2G, X_p < Y_p $
Y軸 負(後)	$-2G < Y_p < 0, X_p < Y_p $	$Y_p < -2G, X_p < Y_p $

表1 加速度種別判定条件

種別 方向	静加速度 (傾ける)	動加速度 (振る)
X軸 正(右)	右回転	90° 右回転
X軸 負(左)	左回転	90° 左回転
Y軸 正(前)	前進	1m 前進
Y軸 負(後)	停止	1m 後退

表2 加速度種別とロボット動作指示の対応

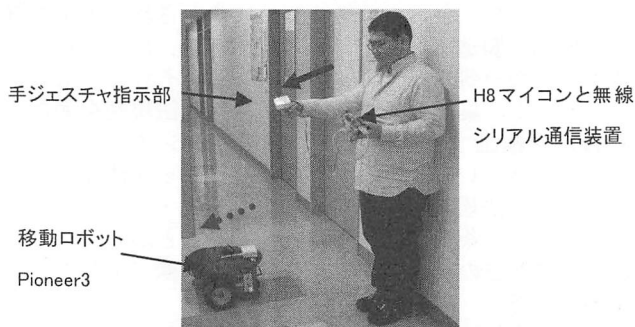


図4 手ジェスチャ動作指示実験状況
謝辞

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。㈱リバスの東原智幸氏には移動ロボットに関する有益な教を頂き感謝いたします。

参考文献

- 1) NEDO:平成17年度『ロボット技術戦略ロードマップ』のローリングに関する調査研究成果報告書, pp. 51-89. 2005.
- 2) 沼崎俊一, 土井美和子:手振りで気持ちを伝えるインタフェース～モーションプロセッサ～, 情報処理, Vol. 41, No. 2, pp. 137-141, 2000.
- 3) 陳彬, 沢崎直之:周期性ジェスチャによるロボットとのコミュニケーション, 第23回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 1118, 2005.
- 4) 矢谷浩司, 田村晃一, 杉本雅則, 橋爪宏達:ユーザの位置, 方向, ジェスチャを認識することによるモバイルデバイスのための情報移動手法:ヒューマンインタフェース学会研究会, Vol. 6, No. 4, pp. 31-36, 2004.