

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 (第2報) —加速度センサ検出方式の改良と音声アナウンスによる操作性向上—

北海学園大学 ○渡部 敦, 深谷 健一 Sky(株) 佐藤 俊輔 (株)中央エンジニアリング 斉藤 大起
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インタフェース装置を考案し, その改良を試みた. 加速度の種類に対応した加速度センサの利用とロボットからの動作内容の音声アナウンスを用いることで, 2006年装置より一段の操作性向上が確認できた.

1. 緒言

近年, ロボットの利用が産業用から民生用へ広がり, 一般ユーザがロボットとのコミュニケーションを容易に行えるインタフェースが必要とされている. 2006年に2軸加速度センサを用いた手ジェスチャによる直感的動作指示インタフェース装置を製作し, 移動ロボット操作実験をおこなったが, 次のような問題があった. 静的加速度(傾け操作)と動的加速度(振り操作)の区別が確実ではない. また手ジェスチャ指示部のLED点滅と液晶ディスプレイ表示でユーザに指示内容を知らせるが, わかりにくかった. 今回, これらの問題点を解決するために2種類の加速度センサの利用, 加速度検出アルゴリズムの改良および指示内容の音声アナウンスを実施し, 移動ロボットの動作指示インタフェースとしての操作性向上を図る.

2. システム構成

2.1 システムと処理手順

Fig.1に構築したシステムを示す. 手ジェスチャ指示部には2軸20G加速度センサ(重力加速度非検出)(MicroStone社), 2軸2G加速度センサ(Analog Devices社)および緊急停止スイッチが搭載されており, 接続されたH8マイコン(H8/3052F)が2種類の加速度センサの振りと傾きの加速度を判定して, コントロールボックスの液晶ディスプレイに結果を表示する. 手ジェスチャの識別データは無線シリアル通信(Bluetooth)によりホストコンピュータに送られる. ホストコンピュータは受信データに対応する動作プログラムを移動ロボット(ActiveMediaRobotics社製Pioneer3)にTCP/IP通信で送る. 移動ロボットのオンボードコンピュータがプログラムを受信して, ロボットを動作させるとともに音声ボード(SRM-10P)を用いて動作種別の音声アナウンスを実行する.

2.2 手ジェスチャの検出・判別法

前後(Y軸), 左右(X軸)の2軸の静的加速度(傾き検出)と動的加速度(振り検出)により8通りの動作コマンドが可能である. 静的加速度検出に2G加速度センサ, 動的

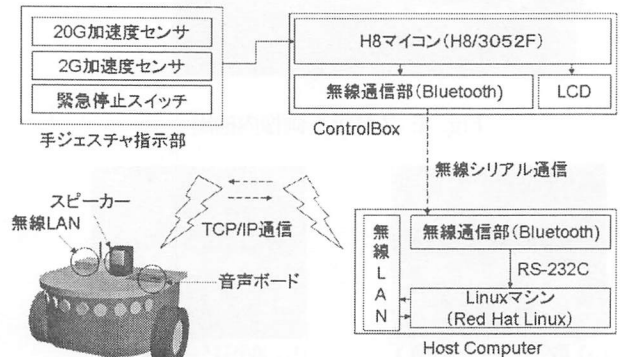


Fig.1 システム構成

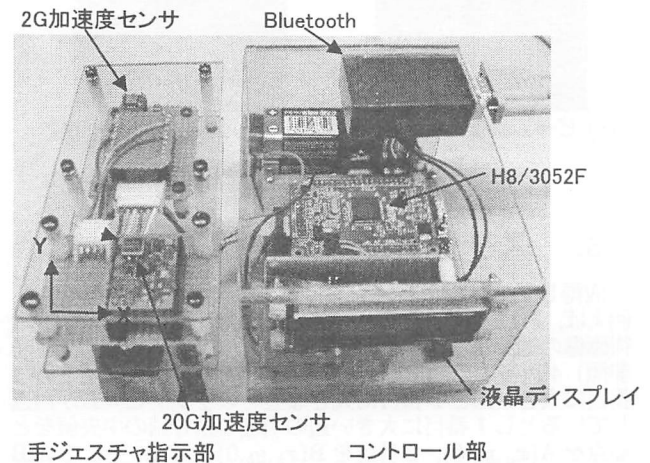


Fig.2 手ジェスチャ指示部とコントロール部

的加速度検出に20G加速度センサを別々に用いることで傾け操作と振り操作の判別の精度向上を図った. Fig.3に静的加速度(前方傾き検出)と動的加速度(前方振り検出)の測定結果の例を示す.

Fig.3より静的加速度はY軸で初め2Gを超え, 2[ms]~4[ms]の間で振動している. これは, 傾け初めの動き検出で生じる. ここでは傾け操作に2G加速度センサを使用しているため, 2G以上の数値は線形変化が保

証されず、評価データとして使わない。Y軸の6[ms]~22[ms]近辺の傾けた安定状態のデータを評価し、静的加速度の判別に利用した。傾けたときの2G加速度センサの平均の大きさが0.7G以上のとき静的加速度と判定する。動的加速度では20G加速度センサのY軸で初めに約-4.5G(後方)のデータが検出されている。振り初めに慣性力が働いたためであり、その直後に前方への強い加速度が検出される。動的加速度の前後左右においても同様の波形が検出され、その特徴ある波形を動的加速度検出に使用し、加速度のピークとサンプリング番号から種別を判別する。Table 1, Table 2 に加速度方向、判別法、対応ロボット動作の一覧を示す。

3. 動作実験

ロボットの動作は8通りのコマンドに従い、コマンドの組み合わせにより自由に操作することができる。動作実験では各種別(動的加速度と静的加速度)の精度を測定するために、被験者4人に移動ロボットを手ジェスチャで操作してもらい検証した。被験者には口頭および書面により操作を説明した後、各動作種別で20回ずつ操作してもらう。実験結果は静的加速度操作の検出精度95.0%、動的加速度操作の検出精度78.3%であった。静的加速度による操作検出精度は非常に高いが、動的加速度による操作検出精度は静的加速度操作検出より低い。また、実験では次のことが観察、確認された。

(1) 初めて使用する人でも静的加速度操作検出の精度は高いが、動的加速度操作検出ではある程度、操作に慣れる必要がある。

(2) 今回のアルゴリズムでは動的加速度の前方方向操作にたいし、後方方向を誤って検出してしまうことがあった。今後さらなる改良が必要である。

総合的な操作実験では廊下での移動やドアを通っての部屋への移動などの操作も試みた。手ジェスチャ装置を前方に振るとロボットは前方に移動するなど直感的な操作が可能であった。またロボットから動作種別に応じた音声アナウンスのインタフェースがあり、LEDの点滅に比べ動作内容をユーザは的確に理解でき、操作性向上を実感できた。

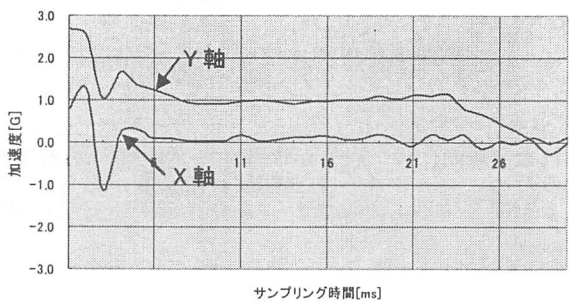
4. 結言

本インタフェースでは、手ジェスチャを用いる直感的な動作指示が移動ロボットに対して音声アナウンス付きで行うことが可能である。今後、加速度解析方法の改良、ジャイロセンサなどの追加により、手話のようなさらに複雑な動作指示が可能となる手ジェスチャ指示装置へ改良していくことで、有効なシステムとなる可能性が高い。

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、実施された。

2G 加速度センサによる静的加速度



20G 加速度センサによる動的加速度

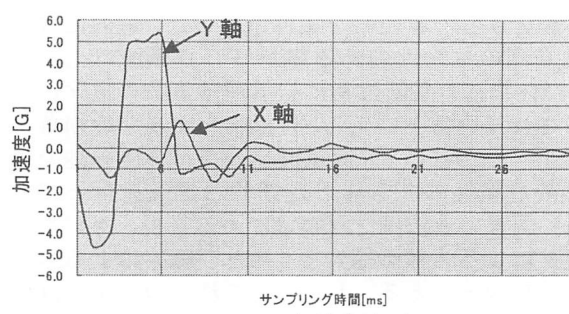


Fig.3 加速度波形

方向	静的加速度(傾け操作)	ロボット動作種別
Y軸 正(前)	$ X_2 < Y_2 , 0.7G < Y_2$	前進
Y軸 負(後)	$ X_2 < Y_2 , -0.7G > Y_2$	停止
X軸 正(右)	$ X_2 > Y_2 , 0.7G > X_2$	右回転
X軸 負(左)	$ X_2 > Y_2 , -0.7G > X_2$	左回転

Table 1 静的加速度方向,判別法,対応ロボット動作

方向	動的加速度(振り操作) ij: サンプリング番号 (i < j)	ロボット動作種別
Y軸 正(前)	$X_{20} < Y_{20}, Y_{20, \min}(i) < Y_{20, \max}(j)$	1m前進
Y軸 負(後)	$X_{20} < Y_{20}, Y_{20, \max}(i) > Y_{20, \min}(j)$	1m後進
X軸 正(右)	$X_{20} > Y_{20}, X_{20, \min}(i) < X_{20, \max}(j)$	90° 右回転
X軸 負(左)	$X_{20} > Y_{20}, X_{20, \max}(i) > Y_{20, \min}(j)$	90° 左回転

Table 2 動的加速度方向,判別法,対応ロボット動作 (X₂, Y₂は2G加速度, X₂₀, Y₂₀は20G加速度)

参考文献

1)深谷, 山田, 佐々木: 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, 2006年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, 113, pp.25-26, 2006.
 2)多田, 丹野, 横田, 尾崎, 山形: 球形ユーザ・インタフェース・デバイスの開発と移動ロボットへの応用, 2006年度精密工学会秋季学術講演会講演論文集, F63, pp.469-470, 2006.