1ZB-8

身体動作によるロボットインターフェースとしての Wii リモコンの有効性

若林 昭徳 † 加藤 昇平 †

† 名古屋工業大学 大学院工学研究科 情報工学専攻

1 はじめに

近年，ヒューマノイドロボットを介した遠隔コミュニケーション [1] など，ヒューマノイドロボットを用いたインタラクション研究が注目を集めている [2]．また，インタラクションでは言葉による情報に加え，身体動作を併用することで効果が高まることが知られている [3]．これらの研究の多くでは身体動作による入力が可能なインターフェースとしてモーションキャプチャやデータグローブなどが使われる．しかし，これらのインターフェースは非常に高価であり，広範な普及は見込みづらい．そこで本稿では，一般向けのロボットインターフェースを想定して一般家庭に広く普及している Wii リモコンに着目し，身体動作による入力が可能なインターフェースを開発した．また，インタラクションの効果を高めるために，ヒューマノイドロボットをリアルタイムに操作できるシステムを実装した．そして，Wii リモコンを用いてロボットをリアルタイムに操作してタスクを処理する評価実験を行い，身体動作による一般向けのロボットインターフェースとしての Wii リモコンの有効性を検証する．

2 リアルタイムロボット操作システム

システムの概要を図 1 に示す．本システムはインターフェースから座標情報に変換するインターフェース部と座標情報からロボットの動作に変換するロボット動作部から成り，インターフェースの入力からロボットの動作はリアルタイムに行われる．

2.1 Wii リモコンを用いたインターフェース部

Wii リモコンを用いたインターフェース部では Wii リモコンのセンサから得られる情報を抽出し，3 次元の位置情報とロール角の合計 4 次元の座標情報に変換する．Wii リモコンとは 2006 年 12 月に任天堂から発売された家庭用ゲーム機「Wii」用のコントローラであり世界中に広く普及している．Wii リモコンは先端の CMOS カメラにより，カメラに写る赤外線の座標を感知する機能がある．本研究では，操作者の正面に設置されたセンサーバーによって，センサーバーに対しての Wii リモコンの 3 次元的な座標とロール角を測定する．センサーバーとは CMOS カメラの測定基準となるバーであり，その両端から赤外線ビーコンを出力する．図 2 , 図 3 にそれぞれ Wii リモコンの座標測定時の外観，Wii リモコンの CMOS カメラが観測した赤外線の座標の概略図を示す．A, B はセンサーバーの両端の座標であり，A', B' は A, B を Wii リモコンで観測した座標である．y-z 平面は，前額面であるため y, z 座標は Wii リモコンの向いている方向である図 3 中の点 P の座標であり，それぞれ式 (2), 式 (3) となる．奥行きにあたる x 軸の座標は，$A'B'$ 間の距離と実測したセンサーバーとの距離 L を累乗近似し，式 (1) により獲得する．Wii リモコンのロール角 θ は，センサーバーの回転角から式 (4) により計算する．

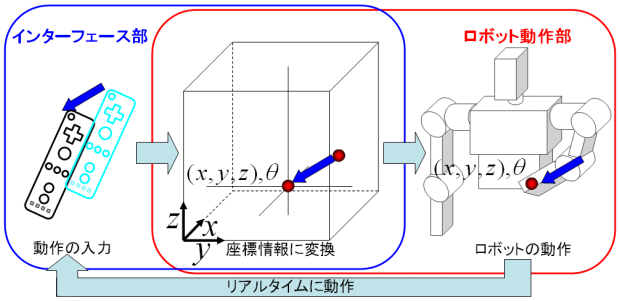


図 1: システムの概要

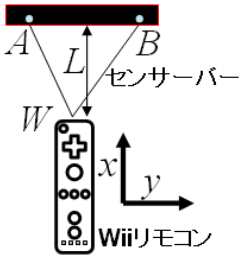


図 2: 測定時の外観

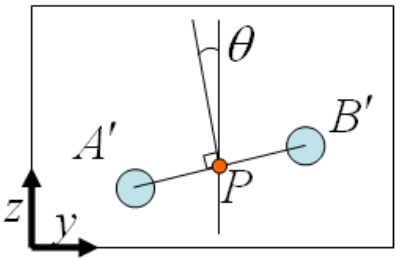


図 3: CMOS カメラの観測座標

$$x = \alpha\sqrt{(A'_z - B'_z)^2 + (A'_y - B'_y)^2}^{\beta} \quad (1)$$

$$y = (A'_y + B'_y)/2 \quad (2)$$

$$z = (A'_z + B'_z)/2 \quad (3)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{A'_z - B'_z}{A'_y - B'_y}\right) \quad (4)$$

ここで，α, β は累乗近似のパラメータである．

2.2 ロボット動作部

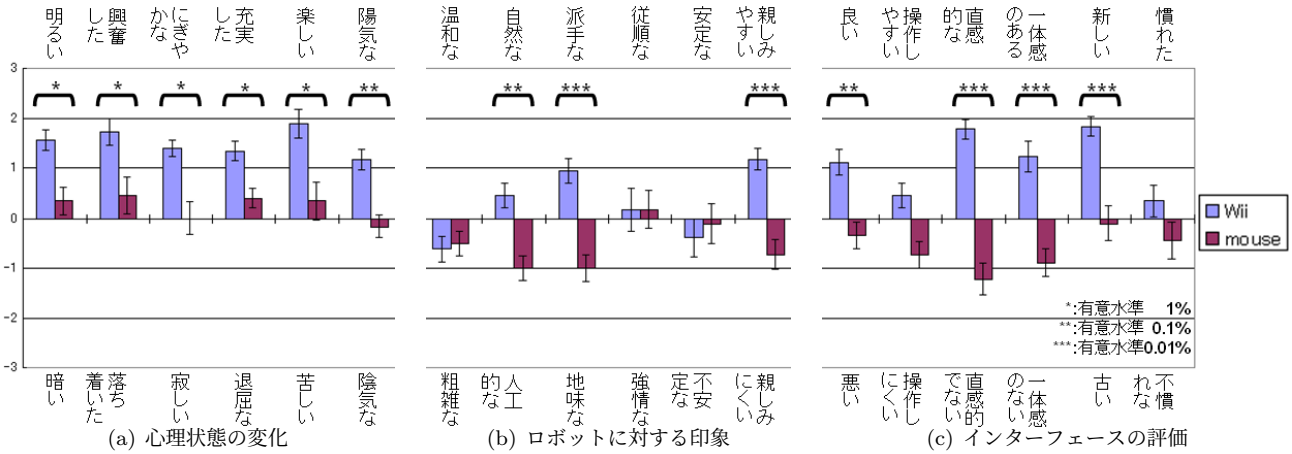
ロボット動作部ではインターフェース部で作成された座標情報をもとにロボット実機の動作へと変換する．操作対象として近藤科学社製のヒューマノイドロボット KHR-2HV （図 4）を採用した．KHR-2HV は全身で 17 自由度あり，今回の実験では両腕の 3×2 自由度を操作対象として，インターフェースから受け取った座標情報に手先の座標が重なるように逆運動学を用いてロボットの関節角を決定する．ただし，KHR-2HV の腕は 3 自由度であるため座標情報の内の x, y, z の位置情報のみを合致させた．座標情報が KHR-2HV の腕の可動域外である場合には，y, z の値を保持し，x を現在の座標情報から最も近い可動域の値に置換する．なお，y, z 座標が可動域外である場合には，ロボットは動作させないこととした．

3 評価実験

実験の様子を図 5 に示す．図 5 の環境において，500mm から 3000mm まで，100mm 間隔に測定した 26 サンプルの実測値に基づいて累乗近似し，式 (1) のパラメータを $\alpha = 24115, \beta = -1.0095$ に設定した．20 歳代の男女 18 名の被験者に対して，図 6 に示すブ

*Effectiveness of Wii Remote as a Human-Robot Interface Reflecting Body Movement, Akinori WAKABAYASHI† and Shohei KATO†
†Nagoya Institute of Technology
Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya 466-8555, Japan
{waka, shohey}@juno.ics.nitech.ac.jp

Copyright ©2011 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.



(a) 心理状態の変化　(b) ロボットに対する印象　(c) インターフェースの評価

図 7: 感性評価

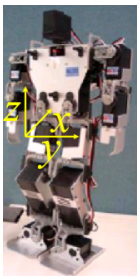


図 4: KHR-2HV

図 5: 実験の様子

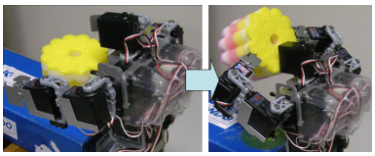


図 6: ブロック持ち上げタスク

ロック持ち上げタスクを課し，本稿で開発したインターフェースを用いてリアルタイムに KHR-2HV 実機を操作させた．比較対象として，一般に普及している 2 ボタン式ホイールマウスを選択した．マウスポインタの変化量を y, z 座標の変化量，ホイールの回転を x 座標の変化とし，2 ボタンを両腕の動作フラグとした．なお，被験者 1 人につき 2 つのインターフェースに対してランダムな順序で選択し，以下の手順で評価を行う．

1. インターフェースの説明，タスク達成のデモ
2. ブロック持ち上げタスク実行
3. 感性評価

3.1 タスク達成率

タスクに制限時間を設定したところ，制限時間内にタスクを達成する確率は，Wii リモコンでは **89%**，マウスでは **83%** となりどちらもほぼ同等な成績であった．

3.2 ロボット操作の感性評価

タスク実行後ロボットを操作した印象について感性評価を行った．感性評価には SD 法 [4] を用いて，「心理状態の変化」「ロボットに対する印象」「インターフェースの評価」について，それぞれ 6 種類の形容詞対に対する 7 段階評価で実施した．

図 7 にそれぞれのインターフェースにおける評価結果を示す．棒グラフは評価の平均値と標準誤差を示す．U 検定の結果，有意水準 1%で有意差が確認された項目について項目ごとに棒グラフ上部の括弧で示す．心理状態の変化（図 7(a)）に注目すると，6 つ全ての項目について 1%以上の有意差が出ていることから，有意にポジティブな印象を与えることが確認できる．次に，ロボットに対する印象（図 7(b)）については「親しみやすい」で 0.01%以上の有意差が表れている．これは，ロボットが自分の身体動作と同じように動くことに起因して親しみが高まったと考えられる．インターフェースの評価（図 7(c)）では，注目すべき点として「直感的な」「一体感のある」で 0.01%以上の有意差が確認された．これは，Wii リモコンの入力が身体動作と関連づけられているため直感的な操作感が得られ，自分の身体とロボットの姿勢が対応しているため，一体感を与えたものと考えられる．これらの結果から，Wii リモコンを用いた場合，直感的でかつ一体感をあたえる操作が可能であり，ロボットに親しみを感じるとともに，操作者の心理状態にポジティブな印象を与えることが確認された．このことから Wii リモコンが身体動作による入力が可能な一般向けのロボットインターフェースとしての有効性が示唆された．

4 おわりに

本稿では，広く普及しているインターフェースである Wii リモコンに着目し，身体動作による入力が可能なインターフェースを開発した．そして，リアルタイムロボット操作システムを用いた評価実験によって，一般向けの身体動作によるロボットインターフェースとしての Wii リモコンの有効性を確認した．今後は，Wii リモコンとリアルタイム操作システムを使った新しいインタラクションの提案を行っていきたい．

参考文献

[1] 森田 友幸, 間瀬 健二, 平野 靖, 梶田 将司, 岡留 剛: ヒューマノイドロボットを用いた遠隔コミュニケーションにおける注目伝達, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp. 3849-3858, 2007.

[2] 坂本 大介, 神田 崇行, 小野 哲雄, 石黒 浩, 萩田 紀博: 遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp. 3729-3738, 2007.

[3] 大崎 浩司, 渡辺 富夫, 山本 倫也: InterActor に手指動作入力を併用した身体的インタラクションシステムの開発, ヒュ-マンインタフェース学会, Vol.7, No.3, pp. 399-408, 2005.

[4] Osgood, C.E., Suci, G.J., Tannenbaum, P.H.: The measurement of meaning, Ur-bana: University of Illinois Press, 1967.

Copyright ©2011 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.