

上腕の運動を利用したパソコン操作インタフェースの開発

Development of PC operational interface based on upper limb motions

○ 坂 洋明 (群馬大) 中沢 信明 (群馬大)

秋山 仁 (群馬大) 松井 利一 (群馬大)

Hiroaki Saka, Gunma University
 Nobuaki Nakazawa, Gunma University
 Hitoshi Akiyama, Gunma University
 Toshikazu Matsui, Gunma University

Abstract: In this paper, we propose a man-machine interface to operate a personal computer using upper limb excises. With Kinect sensor, the skeleton model was utilized for detection of arm posture and hand positions. From the obtained information, the motion of the operator was applied to reflect a mouse operation of a personal computer. In order to start the operation, user just only crossed the front arms. In the mouse operations, the user could decide the position of the cursor with the right hand, and click with the left hand. In addition, we built the system which could choose two displays by changes in the depth position of the hand and the operability of the developed system was examined by the trial experiments.

Key Words: Gesture, Kinect sensor, Interface, Personal computer

1. 緒言

1-1 背景

近年、直観的で操作が簡略化された非接触型インタフェースの開発が進められている。ヒトが自分の意思を伝えようとする場合、言葉の他に時として身振りや手振りなどのジェスチャを交える場合があるが、このような身振り手振りは、人間と機械とを結ぶインタフェースとしても可能性を秘めており、これまでも手話^{[1][2]}や指文字^[3]、両手ジェスチャ^{[4][5]}、頭部ジェスチャの認識^[6]など、様々な角度からの研究がなされてきた。実際にジェスチャを用いた家電機器の操作^{[7][8]}や車椅子の操作^[9]などのシステム開発も行われている。ジェスチャを用いた操作については、マウスやキーボードなどに触れて操作するといった姿勢の拘束を受けない。また、装置に触れる必要がないため衛生的であるという利点も挙げられる。

1-2 目的

本研究では、上腕の運動を利用したパソコンインタフェースの開発を行った。ここでは、Kinect センサを用いることでヒトの骨格情報を認識し、前腕ならびに手先座標を利用することで、マウスカーソル操作に反映させた。さらに、指差し動作により、複数の並べられたパソコンディスプレイの選択が可能なシステムを構築した。

2. システムの構成

本研究におけるマウスカーソル操作のシステム構成を Fig.1 に示す。画像処理には、マイクロソフト社製 Kinect for Windows (L6M-00020) を使用し、ヒトの骨格情報を取得する。得られた情報から操作者の動作を認識し、パソコンのマウス操作を行う。ノート PC 側における制御には、Microsoft 社の Visual C# 2010 を利用して開発した GUI ツールを用いる。GUI ツールによってジェスチャ認識が行われ、動作中の状態を操作者に示すために、PC からシリアル通信によってマイコン (Smart Project 社製 Arduino Uno) に信号が送られ、LED の点灯制御を行う。

3. 右手先位置とマウスカーソル位置の導出

ヒトの手先位置と画面上に表示されるカーソル座標との

対応関係を Fig.2 に示す。図において、Kinect センサにより検出された手先位置 (u_h, v_h) とマウスカーソルの座標 (x_c, y_c) の関係式は、次の様になる。

$$\begin{cases} x_c = \frac{w}{2} + k(u_h - u_{h0}) \\ y_c = \frac{h}{2} + k(v_h - v_{h0}) \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 k は任意の倍率である。画面の中心 $(w/2, h/2)$ を基準とし、手先とカーソルの動作の同期開始時の手先位置の座標 (u_{h0}, v_{h0}) からの変位に倍率 k をかけ、マウスカーソル位置を算出する。

さらに、Fig.3 に示されるように、右手先の z 座標を用いて、動作開始前に操作したいディスプレイを指差すことで、選択したディスプレイの中心にマウスカーソルを移動する

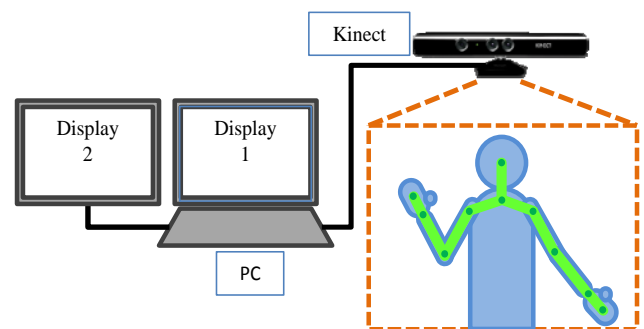


Fig.1 Operation system

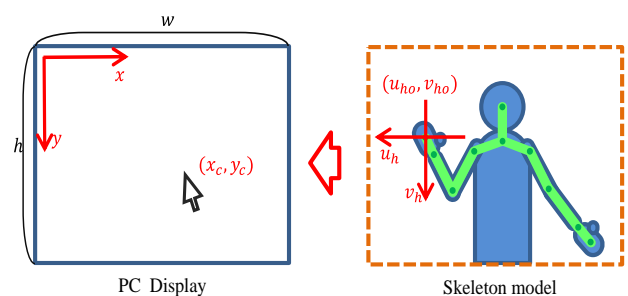


Fig.2 Relation between hand and cursor position

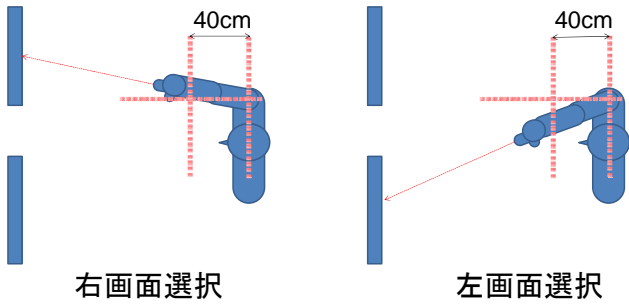


Fig.3 Gesture for selecting action

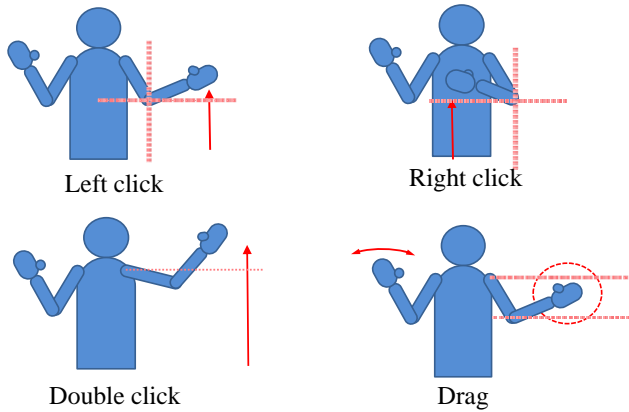


Fig.4 Gesture of the left hand

ことができる

4. 左クリック操作

左手先によるクリック操作の条件を Fig.4 に示す. 左クリックは、左手先を左肘より左側での上げ下げ動作、ダブルクリックは、肩より上へ左手を挙げることで動作する. 右クリックの場合は左肘より右側での上げ下げ動作、ドラック操作は、肘より上へ手先を挙げたまま右手先によるカーソル操作をすることで行うことができる.

5. ジェスチャの特性解析

5-1 実験内容

マウスカーソル操作を行う際のジェスチャについて、特性解析を行った. カーソルの変位と手先の変位の倍率 k を変化させ、そのときの手先の座標を計測した. Fig.5 に示されるように、実験では、画面上の 5ヶ所に目標ボタンを設け、マウスカーソルで目標ボタン間を移動し、目標ボタンで左クリックの動作をするように被験者に指示した. 倍率 k については、2倍、5倍、8倍に変え、計3回の操作を行った. 被験者は10名である.

5-2 実験結果

計測したマウスカーソル軌道の一例を Fig.6 に示す. 図によると手先の軌道に基づくカーソル軌道は、目標ボタンに向かって直線的に移動していることが確認できる. ここで、操作中の手先座標の分散を調べてみた. なお、 x 軸方向の手先座標の分散 V は、次式で求めることができる.

$$V = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1} \quad (2)$$

ただし、 x_i は i 番目のデータ、 \bar{x} は平均値、 N は全サンプル数である. 同様に y 座標、 z 座標についても求めた. なお、 x 軸は被験者の横方向、 y 軸は上下方向、 z 軸は前後方向を表している. 被験者 10 名の平均値を計算した結果を

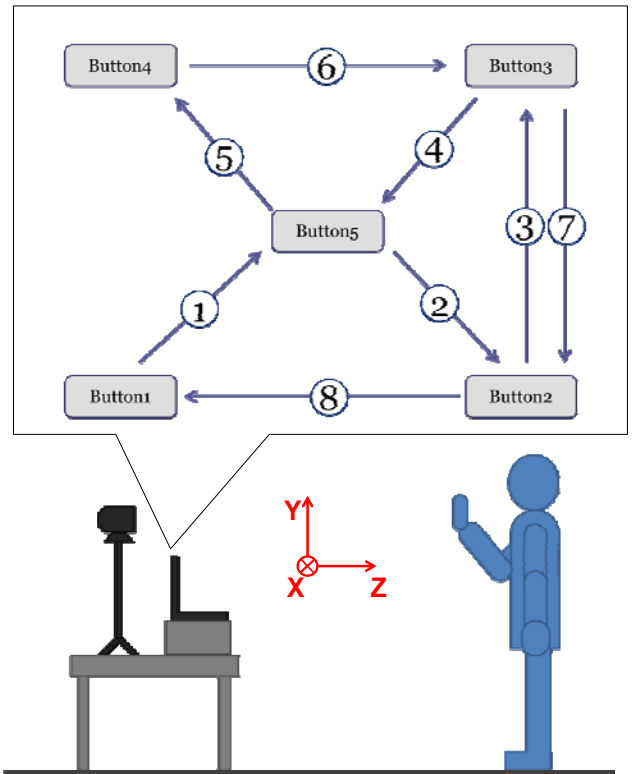


Fig.5 Experimental situation

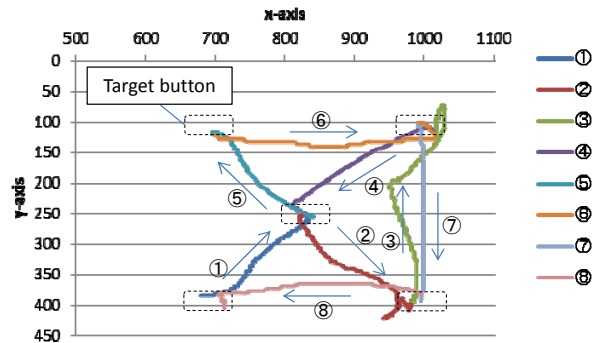


Fig.6 Mouse cursor trajectories

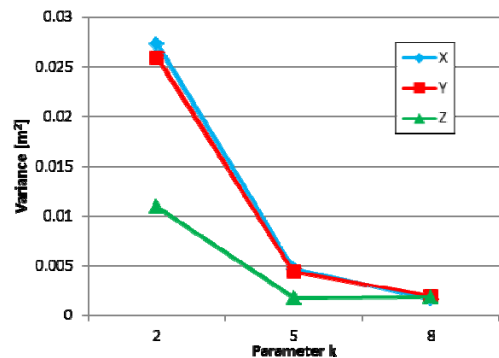


Fig.7 Variance of hand position according to the parameter k

Fig.7 に示す. 図より、倍率が大きくなる程、ジェスチャの手先の動きが小さくなるため、分散も小さくなっている. また、前後方向の z 軸の分散が他の軸に比べて小さくなる傾向にあることが確認できる.

6. 緒言

本研究では、Kinect センサによりヒトの骨格情報を認識し、手先軌道を用いてマウスカーソルの操作、また、ジェスチャによりクリック、ドラッグ操作を導入しパソコンインタフェースの開発を行った。実験では、マウスカーソル操作中の手先軌道の座標を計測し、解析を行った。

今後の課題として、操作者以外のヒトが Kinect センサの範囲に入ってしまうと、誤認識してしまい操作者が変わってしまうため、非操作者と区別するためのシステムの構築があげられる。

参考文献

- (1) 坂口貴司・金森務・片寄晴弘・佐藤宏介・井口征士，加速度センサとジャイロセンサを用いたジェスチャ認識，計測自動制御学会論文集，33-12,pp.1171-1177, 1997.
- (2) 藤本英雄・陳連怡・水野直樹・嶋浩太郎・玉腰浩志：手話学習システムにおける特徴面を用いた手話の軌道認識，日本機械学会論文集C66-650,pp.3359-3365,2000.
- (3) 渡辺賢・岩井儀雄・八木康史・谷内田正彦：カラーグローブを用いた指文字の認識，電子情報通信学会論文誌，D-II J80-D-II 10,pp.2713-2722,1997.
- (4) 西村拓一・向井理朗・野崎俊輔・岡隆一：動作者適応のためのオンライン教示可能なジェスチャ動画像のスポッティング認識システム，電子情報通信学会論文誌，D-II J81-D-II 8,pp.1822-1830,1998.
- (5) 桐島俊之・佐藤宏介・千原國宏：多注視点の選択制御による身振りの実時間画像認識，電子情報通信学会論文誌，D-II J84-D-II 11,pp.2398-2407,1998.
- (6) 呉海元・小林弘知・陳謙・塩山忠義・島田哲夫：色彩動画像からの頭部ジェスチャ認識システム，情報処理学会論文誌，37-6,pp.1234-1242,1996.
- (7) 塚田浩二・安村通晃野：Ubi-Fingerモバイル指向ジェスチャ入力デバイスの研究，情報処理学会論文誌，43-12,pp.3675-3684,2002.
- (8) 福本雅朗・外村佳伸：“指釦”手首装着型コマンド入力機構，情報処理学会論文誌，40-2,pp.389-398,1999.
- (9) 村島照久・久野義徳・島田伸敬・白井良明：人間と機械のインタラクションを通じたジェスチャの理解と学習，日本ロボット学会誌，18-4,pp.590-599,2000.