

空気枕を用いた頭部動作インタフェース

- 第二報 カーソル制御方式の改善 -

広島市立大学大学院 中村 元, 山本 祥寛, ○岩城 敏

Head-motion interface using layered curb-shaped air pillow

- 2nd report: Improvement of cursor control method -

Nakamura Hajime, Yamamoto Yoshihiro, ○Iwaki Satoshi (Hiroshima City University)

Abstract: As a new type hands-free interface in our daily life, we propose a head-motion interface using an air pillow. This air pillow consists of layered curb-shaped air bags whose air pressures are measured to control the cursor's position. This paper reports an operation method to drag, click and double-click by user's head motion.

1. 序論

近年、通常のマウスの代わりに頭部動作を利用した PC 操作インタフェースが提案されている^[1]. それらは、動作を計測するための特殊なセンサやマーカをあらかじめ頭部や顔に設置する必要があり、使いやすさの観点では問題が多い. 本報告では、空気枕を用いた頭部動作インタフェース^[1]における、カーソル制御の改善方法を提案する.

2. 提案方式

2.1 ハードウェア

本研究では、空気圧センサを備えた4つの空気枕を階層的に2つずつ組み合わせさせたもの(以降、2×2 空気枕)を採用しており、これら4つの空気枕の空気圧よりマウスカーソル(以降、カーソル)を操作する(Fig.1).

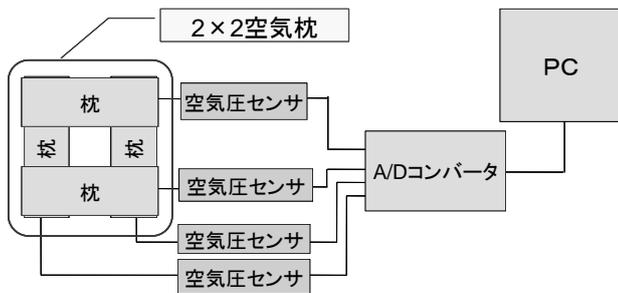


Fig.1 Block diagram

2.2 頭部動作検出手法

本報告の2×2 空気枕インタフェースの制御フローをFig.2に示す. 最初にキャリブレーションを行い、その後、絶対空気圧を取得、クリックイベントの検出と実行、カーソル位置制御という処理を繰り返す.

2.2.1 キャリブレーション

2×2 空気枕インタフェース中心部に頭の中心を乗せ、その状態を2秒間保つとキャリブレーション終了となる. この時、各空気枕の空気圧を取得し、Fig.3に示すように空気枕

1, 2, 3, 4 の初期空気圧を $p_{10}, p_{20}, p_{30}, p_{40}$ とする. また、この時の状態を標準状態と呼ぶこととする.

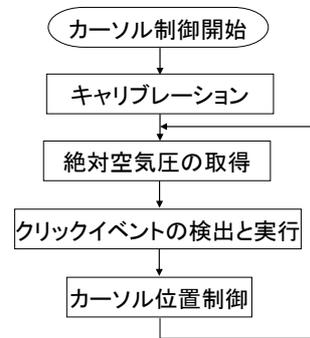


Fig.2 Cursor control flow

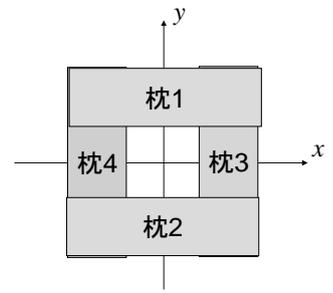


Fig.3 State diagram

2.2.2 クリックイベント検出手法

4つの空気枕の初期空気圧からの絶対空気圧の変化率より3通りの状態(Table.1)を検出し、それらの状態遷移をクリックイベントに割り当てた. Table.1の記号の意味は以下の通りである. ただし、空気枕の初期空気圧を p_{x0} 、絶対空気圧を p_x 、閾値を T 、変化率を c_x とし、 x は各空気枕の番号に対応しているものとする.

$$c_x = (p_x - p_{x0}) / p_{x0} \quad (1)$$

高 : p_{x0} より十分高い ($c_x > T$)

空欄 : p_{x0} より十分低い ($c_x < -T$)

0 : ほぼ p_{x0} ($-T < c_x < T$)

現在動作可能なイベントは、クリック、W クリック、クリック&ホールド、右クリック、ドラッグ&ドロップの5つである.

Table 1 Relation between air pressures and status

	枕1	枕2	枕3	枕4
標準状態	0	0	0	0
押込み	高	高	高	高
空中				

2.2.3 カーソル位置制御手法

PC モニタ上右方向を x 方向プラス, 上方向を y 方向プラスとモニタ座標系を定義するとき, カーソル座標 $M(X, Y)$ をカーソル表示関数 $SetCursorPos()$ により操作する手法を提案する.

Fig.3 において, 各空気枕の変化率を式(1)より c_1, c_2, c_3, c_4 としたとき, 本インタフェースに向かって右を x 方向プラス, 上を y 方向プラスと定義する. このとき,

$$F_y = c_1 - c_2 \quad (2)$$

$$F_x = c_3 - c_4 \quad (3)$$

を計算すると, 式(2), 式(3)はそれぞれ頭部の x, y 方向の力に相当する物理量 $F(F_x, F_y)$ となる. この物理量 F より, カーソル速度

$$V = \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \end{pmatrix} \quad (4)$$

を求め, カーソル移動を行う.

Fig.4 において, 頭部の僅かな振動による意図しないカーソル移動を防ぐために不感帯を設け, 次式を基準とした.

$$\frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} = 1 \quad (5)$$

ただし, x, y 方向は Fig.3 と対応しており, 頭部の上下方向の物理量の閾値が α , 横方向の物理量の閾値が β となっている. このとき, 点 $F(F_x, F_y)$ と原点 o を通る直線を l とし, 直線 l と式(5)との交点を $a(x_1, y_1)$, 直線 l と x 軸がなす角度を θ とする.

点 $F(F_x, F_y)$ が式(5)の内側にあるとき, すなわち

$$\frac{F_x^2}{\alpha^2} + \frac{F_y^2}{\beta^2} \leq 1 \quad (6)$$

を満たすときカーソル不感帯とし, カーソル速度 $V = 0$ とした. 不感帯は, 上下方向と左右方向とでは首の動かし易さが異なるため真円でなく楕円形となっている.

点 $F(F_x, F_y)$ が式(5)の外側にあるとき, すなわち

$$\frac{F_x^2}{\alpha^2} + \frac{F_y^2}{\beta^2} > 1 \quad (7)$$

を満たすとき, カーソル速度 V' を

$$V' = \begin{pmatrix} V'_x \\ V'_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_x - x_1 \\ F_y - y_1 \end{pmatrix} \quad (8)$$

とし, 式(4)を

$$V = \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_x \cdot V'_x \\ k_y \cdot V'_y \end{pmatrix} + \min \text{ speed} \quad (9)$$

$$= \begin{pmatrix} k_x \cdot V'_x + \min \text{ speed} \cdot \cos \theta \\ k_y \cdot V'_y + \min \text{ speed} \cdot \sin \theta \end{pmatrix}$$

と, 物理量 F の 1 次式で表した (V' は F の 1 次式). ただし, k_x, k_y は適当なゲイン, $\min \text{ speed}$ は最小速度を規定する適当な定数である.

ここで, 式(9)の x, y 成分をそれぞれ積分すると

$$X' = \int V_x dt \quad (10)$$

$$Y' = \int V_y dt \quad (11)$$

が得られる. これらの積分値を整数値にし, カーソル座標 M に対応させる. すなわち,

$$M = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{int}(X') \\ \text{int}(Y') \end{pmatrix} \quad (12)$$

となり, 関数 $SetCursorPos()$ にカーソル座標 M を与え call し, カーソル座標 M へカーソルを移動させる.

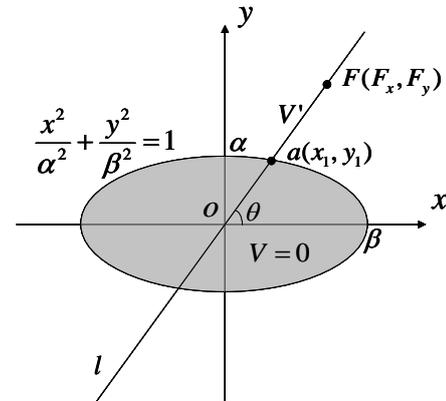


Fig.4 Oval-shape dead zone

3. 結論

ユーザ評価実験は未然だが, 動作確認テストにより設計通りの動作を確認した. 移動方式の改善により, 8 方向限定であった移動方向が 360° 移動可能となった. これにより, 操作性が向上したと考えられる. 今後の課題として, ユーザ評価実験による定量的評価があげられる.

参考文献

- [1]中村ほか, “頭部動作を用いた空気枕インタフェース”, 第12回IEEE広島支部学生シンポジウム(HISS) (2010)
- [2]會田ほか, “頭部モーションセンサと音声を用いた対話インタフェースの検討”, 電子情報通信学会 信学技法 TL2006-55(2007)
- [3]岩城ほか, 特許公開 2007-286903