

動きを伴うボタンにおけるユーザの動作方向識別評価

横溝 有希子^{1,a)} 馬場 哲晃^{1,b)}

概要: 人が触れると、機能や方向性にそってボタン自体が動くという、触覚フィードバックを提供するインタフェースを提案する。インタフェース設計の前段階として、キートップが様々な角度で動いた際の、指先による動作方向の識別実験を行い、9割正確に動作方向を識別することができた。

Direction of Movement Identification Evaluation of the User in the Button with the Movement

YUKIKO YOKOMIZO^{1,a)} TETSUAKI BABA^{1,b)}

Abstract: I suggest interface to provide sense of touch feedback that button in itself moves along a function and direction when a person touches it. I tested identification of the direction of movement due to the finger-tip when key top changed at various angles before an interface design as a stage, and 90 percentages was able to distinguish direction of movement exactly.

1. はじめに

多種類のボタンやスイッチがインタフェースとして、世の中の中の乗り物、家電等々の機器に備わっている。私たちは、たくさんのボタンを識別する際、ボタンの色、形、などの視覚からの手がかりを多く利用している。ボタンは、本来指で使うもののはずだが、触覚からの手がかりは少ない。触覚で識別する多くのボタンは、点字のような凹凸を利用したり、矢印で方向性を分らせる方法を利用している。しかし、それだけではボタン同士の区別、電源スイッチはどのスイッチかなどのある程度の識別しかできない。点字や触地図を読み取るとき、人は指先でなでるように動かししている。ボタンを押したことによってもたせられる機器の機能の識別は、技術の進化が激しく、様々な機能が次々に追加されていくテクノロジーを基盤とした現代社会では重要になってくる。触覚には、能動的触覚と受動的触覚がある [1]。能動的触覚は、指をスライドするといった、いわゆる「なでる」触覚である。受動的触覚は「押す」とい

う触覚である。西松らによると、能動的触運動で材質判別を行う方が試料の材質を良く判別できることが分かっている [2]。このことより、ボタンを押す前に触って、ボタンがもたらす機能や方向性のイメージが出来れば、新しいボタンのデザインが可能になると考えられる。本研究では、静的な既存のボタンに動きを取り入れて、新たなインタクシオン性、触覚フィードバックを付け加える。ボタンを押す前に、ボタンの方向、機能にあった動きを指で感じさせることを触覚フィードバックとして、新たなボタンの触覚の手がかりを提案する。

1.1 研究目的

ボタンがもたらす機能や方向性にそって動くインタフェースを設計する。具体的には、操作物が上に上がっていくボタンならば、ボタンに触った瞬間に上に動くというものがある。図 1 に本研究のメンタルモデルを示した。操作者がスイッチをなでたときに感じる動作の触覚フィードバックを利用して、視覚障害者はもちろん、同時操作や、見て確認できにくい操作でのエラーを減少させるのである。

2. 先行研究

仮想現実 (VR) の再現として、触覚ディスプレイによっ

¹ 首都大学東京システムデザイン研究科
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

a) yokomizo-yukiko@ed.tmu.ac.jp

b) baba@tmu.ac.jp

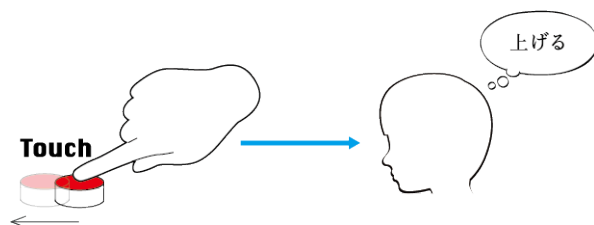


図 1 本研究のメンタルモデル
Fig. 1 Mental Model of the Study

て質感の提示をユーザにする方法は多く研究されている。昆陽らは、ICPF アクチュエータを多数配列したディスプレイを開発し、凹凸のある表面触感も提示できることがわかっている [3]。また、山本らは、電圧刺激によって微細な凹凸テクスチャ感を提示する静電触覚ディスプレイを製作している [4]。しかし、これらの多くの研究は、触覚を再現しているだけである。本研究は、このような技術を利用して触覚を再現するのではなく、触覚によって情報を表現することに重きを置いて、機器の方向性や機能を伝達するインタフェースを設計していく。また、水平方向に上下左右動くインタフェースとしては、富士ゼロックスが開発した触覚マウスが挙げられる。触覚マウスは、ボイスコイルモータを応用し、平面 2 自由度を任意駆動できる小型のアクチュエータを利用している [5]。しかし、このアクチュエータの場合、大きさなどの物理的な制約が生じてしまう。ここで、本研究では、2つのサーボモータによって 2 軸を作成し、水平方向に上下左右動く装置を利用して研究を進めていく。

3. 実験

機器の方向性や機能を触覚フィードバックとして提供するインタフェース設計に先立って実験を行った。本実験の目的は、指先にある物体の水平方向の上下左右の動きを、人間が触覚を通じて識別できるかを明らかにすることである。

3.1 実験装置

実験に使用した装置を図 2 に示した。内部は図 3 ～図 8 のように、マイクロサーボ 9g (Tower Pro Pte Ltd 社製, SG90) を 2 個繋げて、Arduino Uno Rev3 (Arduino Srl 社製) に接続している。2つのサーボモータをそれぞれ水平方向の x 軸, y 軸の 2 軸に分けて動かすようにプログラムを作成した。この時の動作速度は、0.1sec/60°である。図 3 ～ 図 8 のサーボモータのアームの先の黒色スポンジをキートップとし、さらにカバーをつけた実験装置により、物体を水平方向の x, y 軸に動かした。

3.2 実験方法

被験者は 20 代の学生 10 名 (男性: 6 名, 女性: 4 名) とした。図 9 のように、キートップを利き手の人差し指で

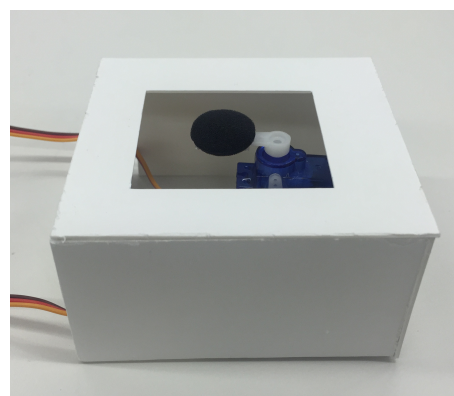


図 2 実験装置
Fig. 2 Experimental Device

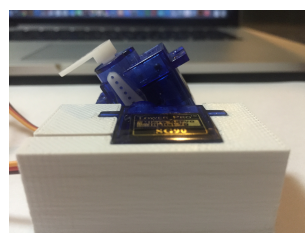


図 3 x 軸左方向
Fig. 3 the Left Direction

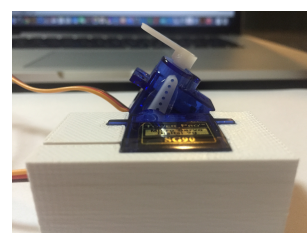


図 4 x 軸右方向
Fig. 4 the Right Direction

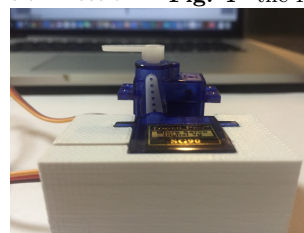


図 5 x 軸中心
Fig. 5 the X-axis Center

触ってもらい、キートップが動いた方向を被験者からみて、上か下か左か右かで答えてもらった。この時、被験者が回答に自信がない場合は、おそらく上方向であるなどと二段階で答えてもらった。実験条件は、上、下、左、右のそれぞれ 4 つの方向に対して、5 段階の角度 (3°, 5°, 10°, 20°, 30°) で動いた時、すなわち全部で 20 通りの条件で行った。表 1, 図 10 に、この時の実験条件を示した。被験者の回答は、キートップの動作方向と一致した回答をした場合 2, 一致しているが、自信がない状態で答えた場合は 1, 動作方向と違う方向の回答の場合を 0 とし、それぞれの条件の場合の評価得点を求めた。また、角度だけではなく、キートップの実際の移動距離も求めて、分析を行った。

3.3 結果と考察

表 2 に全被験者の評価得点、表 3 に物体の実際の移動距離を示した。表 2 より全ての平均は 1.8 を超えていて、この装置による上下左右の動作の方向は、指先で 9 割正確

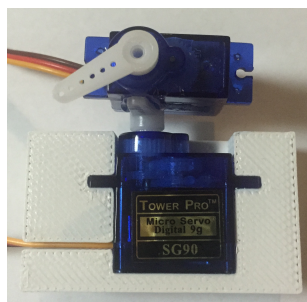


図 6 y 軸下方向

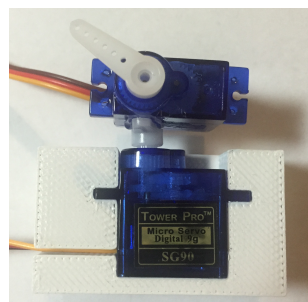


図 7 y 軸上方向

Fig. 6 the Down Direction Fig. 7 the Up Direction

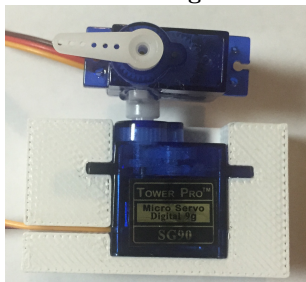


図 8 y 軸中心

Fig. 8 the Y-axis Center

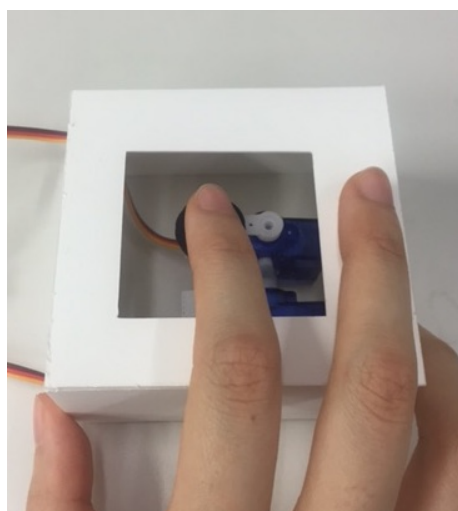


図 9 実験の様子

Fig. 9 State of the Experiment

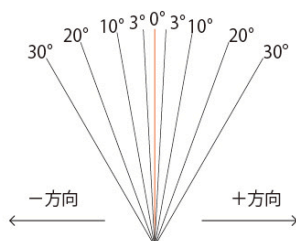


図 10 角度の実験条件

Fig. 10 Experiment Condition of the Angle

に識別できると考えられる。しかし、左方向に 30° 動作した場合の評価得点の平均が 1.1 と、低いことがわかった。これは、左方向の動作の場合、キートップが左に動作して

表 1 実験条件

Table 1 Experiment Condition.

X	右 (+方向)	$30^\circ, 20^\circ, 10^\circ, 5^\circ, 3^\circ$
	左 (-方向)	$30^\circ, 20^\circ, 10^\circ, 5^\circ, 3^\circ$
Y	上 (+方向)	$30^\circ, 20^\circ, 10^\circ, 5^\circ, 3^\circ$
	下 (-方向)	$30^\circ, 20^\circ, 10^\circ, 5^\circ, 3^\circ$

表 2 評価得点結果

Table 2 Evaluation Score Result.

	角度	合計	平均	平均 (方向ごと)	平均 (全て)
X 右	30°	20	2	1.86	1.8
	20°	18	1.8		
	10°	20	2		
	5°	18	1.8		
	3°	17	1.7		
	30°	11	1.1	1.56	
	20°	18	1.8		
	10°	15	1.5		
	5°	18	1.8		
	3°	16	1.6		
Y 上	30°	20	2	1.82	
	20°	16	1.6		
	10°	20	2		
	5°	18	1.8		
	3°	17	1.7		
	30°	20	2	1.96	
	20°	20	2		
	10°	19	1.9		
	5°	20	2		
	3°	19	1.9		

いると同時に素早く z 方向に落下し、指先からキートップが離れてしまったからと考えられる。表 3 より、本実験の装置は、水平方向にだけ動くアクチュエータではないが、ジョイスティックのように、方向を出力するインタフェースとしては、自然な動作だと考えられる。また、本実験では、 $0.1\text{sec}/60^\circ$ という一定の速度でキートップを動かしているが、もっと遅い速度で動作すれば本実験の構造でも指先がキートップに追いついて、識別度も上がると考えられる。

4. 結論と今後の展開

本研究では、ボタンの動作の方向を触覚フィードバックとして提供するインタフェースの前段階として、キートップの上下左右の動きを指先で識別できるかの実験を行った。その結果、サーボモータ 2 個で、上下左右の動作を指先で識別させることができた。

今後の展開としては、指先からキートップの動きを識別しやすい動作速度の検討が必要である。また、上下左右の動きだけではなく、正回転、逆回転などの他の動きも可能な構造にしていくつもりである。現段階では、手動で動作

表 3 移動距離

Table 3 Movement Distance.

		x	y	z	移動距離 (mm)
右	30 °	7.5	-	-2.01	7.8
	20 °	18	-	-1.8	5.1
	10 °	20	-	2	2.65
	5 °	18	-	-1.8	1.25
	3 °	17	-	-1.7	0.8
左	30 °	-7.5	-	-2.01	7.8
	20 °	-18	-	-1.8	5.1
	10 °	-15	-	2	2.65
	5 °	-18	-	-1.8	1.25
	3 °	-16	-	-1.7	0.8
上	30 °	-2.01	7.5	-	7.8
	20 °	-16	1.6	-	5.1
	10 °	-20	2	-	2.65
	5 °	-18	1.8	-	1.25
	3 °	-17	1.7	-	0.8
下	30 °	-7.5	-2.01	-	7.8
	20 °	-18	-1.8	-	5.1
	10 °	-15	-1.5	-	2.65
	5 °	-18	-1.8	-	1.25
	3 °	-16	-1.6	-	0.8

角度を入力し作動する仕組みなので、静電容量センサなど
を利用し、指先でキートップに触れたら、動作する仕組み
に変えていきたい。

参考文献

- [1] Gibson J.J.: Observation on active touch, Psychological Rev 69, p477-490 (1962).
- [2] 西松, 長野, 前田, 上條, 鳥羽, 石澤: 能動的触運動による材質判別評価について感性工学研究論文集, vol.1, No.1 pp.39-44 (2001)
- [3] 昆陽, 田所, 高森, 小黒, 徳田: 高分子ゲルアクチュエータを用いた布の手触り感覚を呈示する触感ディスプレイ, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 6-4, pp323-328 (2001)
- [4] 山本, 石井, 飛弾, 樋口: 静電気力による摩擦力制御とフィルム移動子を用いた薄型皮膚感覚ディスプレイ, 日本バーチャルリアリティ学会第7回大会論文集, pp157-160 (2002)
- [5] 坂巻, 富士ゼロックス (株): 二次元アクチュエータを応用した触覚呈示マウスの研究開発, 日本機械学会誌, Vol 104, No 996 (2001)