4G-06

加速度センサを用いた簡易ポインティングデバイスの作成と最適な操作方法の検討

大森慎也　三好　力
龍谷大学理工学部

1. はじめに

コンピュータを操作する際、直感的な操作を可能にする操作方法として、入力機器にポインティングデバイスを使用している。しかし、既存のポインティングデバイスは、並列作業を行うことが多い環境で使用できるものが少ない問題がある。一例として、工事現場での使用を考えると、手袋着用の状態での作業が多く、触れるタイプのポインティングデバイスが使用しにくい問題と、空中での操作が必要な場面も想定されるため、物体上で操作するタイプも使用しにくい問題がある。

本論文では、工事現場等の並行作業環境下の使用を想定した、カーソル移動とクリックができる程度の簡易ポインティングデバイスを作成し、その操作性を評価・最適な操作法を検討する。

2. 提案手法

工事現場等の並行作業環境下の使用において、重要な点は以下の3点と考えた。

①ハンズフリーである。
②空中で使用可能である。
③省スペースで使用可能である。

まず、第一に、ユーザにとってハンズフリーである点が最も重要だと考える。手を使って様々な作業を行うため、ハンズフリーであれば作業の進行を阻害せず利用できる。第二に、空中で使用可能である点である。工事現場のような移動の多い環境では、作業者が立ちながらの作業も多いと考える。また、テーブルのない場所でポインティングを行いたい場面も想定され、ウェアラブルディスプレイを装着しての作業環境にも対応できるようにするために、空中でもポインティングを行えるとよいと考える。最後に、省スペースで使用可能な点である。作業スペースの少ない場所での使用を行い易くするためにも、ポインティングする際のアクションは小さく行えると良いと考える。

これら3点を解決するため、ポインティングデバイスをウェアラブル化することが有効であると考えた。

Title: Study of creation and optimal method of operating a simple pointing device using an acceleration sensor
† Ohmori Shinya , Miyoshi Tsutomu ,
Faculty of Science and Technology , RyukokuUniversity

ポインティングデバイスをウェアラブル化するにあたり、工事現場では手袋を装着している場面が多いことから、作成するポインティングデバイスをグローブ型にすることで、ハンズフリーな環境にする。次に、空中で操作可能・省スペースで操作可能にするため、ポインタの制御に姿勢（傾き）・加速度を検出できる加速度センサを利用し、手の小さな動きでポインティングを行えるようにする。また、作業時とポインティング時を切り替えて使用できるようにするために、グローブの親指爪部分にボタンを用意し、押している間だけポインティングを行えるようにする。

以上のような、加速度センサ利用のグローブ型簡易ポインティングデバイスを考案・作成し、操作性の検討として以下の3つのポインティングメタファを用意した。

2.1 十字キーメタファ

手をゲームパッドの十字キーに見立て、ポインタ制御に手の傾きを利用することにより制御する。

2.2 テーブルメタファ

マウスを操作するモーション（地面に対し、x軸y軸：水平移動）を空中で行い、手の移動による加速度を用いてポインタを制御する。

2.3 ディスプレイメタファ

タッチパネルディスプレイを操作するようなモーション（地面に対し、x軸:水平移動，y軸:垂直移動）を空中で行い、手の移動による加速度を用いてポインタを制御する。

3. 実験システムの作成

本実験では、ポインティングデバイスを作成する際、arduino Leonardo、ポインタ制御にKionix社製の加速度センサKXR94-2050、クリック処理にspectra symbol社製の曲げセンサを用いて作成した。作成したグローブ型ポインティングデバイスを図1に示す。

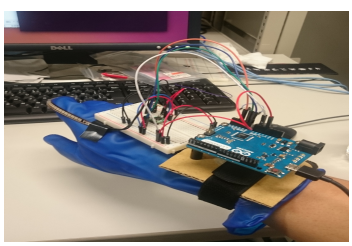

図1. グローブ型ポインティングデバイス

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

4. 実験方法

HTMLで作業用ページを作成し、指定したポインティングを被験者に行ってもらい、ポインティング終了までにかかる時間を計測する。図2に作業用ページを示す。なお、作業用ページはFire Foxブラウザで開き、windowサイズは500×400に設定して実験を行う。

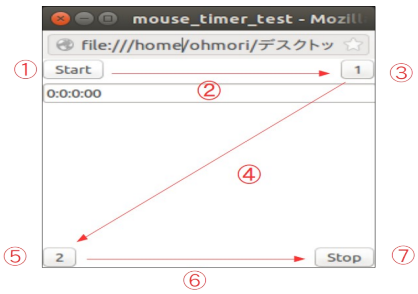

図2. 作業用ページ

作業手順

① Startボタンをクリックする(時間計測開始)。
② 1ボタンまでポインタを移動させる。
③ 1ボタンをクリックする。
④ 2ボタンまでポインタを移動させる。
⑤ 2ボタンをクリックする。
⑥ Stopボタンまでポインタを移動させる。
⑦ Stopボタンをクリックする(時間計測終了)。

実験終了後、被験者に対し、5段階評価で以下のアンケートを取り、主観的評価を行う。

・使いやすさ
5:すごく使いやすい-4:まあまあ使いやすい-3:使いやすい-2: 少し使いにくい-1: 使いにくい

・なめらかさ
5:すごくなめらかに動く-4:まあまあなめらかに動く-3:なめらかに動く-2:あまりなめらかに動かない- 1:なめらかに動かない

5. 実験結果

各メタファ実験結果で左の表は実験にかかった時間(単位:秒)、右の表は主観的評価を示す。

表1. 十字キーメタファ実験結果

被験者	1回目	2回目	3回目	平均値
A	7.17	5.27	8.87	7.10
B	11.52	5.73	5.21	7.49
C	9.62	10.26	8.73	9.54
D	10.19	10.69	7.22	9.37
E	10.31	11.5	9.9	10.57
F	12.16	9.33	10.67	10.72
平均値	10.16	8.80	8.43	9.13

被験者	使いやすさ	なめらかさ
A	5	4
B	4	4
C	2	3
D	1	4
E	2	4
F	2	3
平均	2.67	3.67

表2. テーブルメタファ実験結果

被験者	1回目	2回目	3回目	平均値
A	20.27	15.38	28.93	21.53
B	17.92	17.68	38.78	24.79
C	15.6	33.2	16.87	21.89
D	27.96	40.02	23.73	30.57
E	39.23	30.8	21.43	30.49
F	47.93	28.25	42.23	39.47
平均値	28.15	27.56	28.66	28.12

被験者	使いやすさ	なめらかさ
A	1	1
B	1	1
C	1	1
D	1	1
E	1	1
F	1	1
平均	1	1

表3. ディスプレイメタファ実験結果

被験者	1回目	2回目	3回目	平均値
A	11.67	23	21.73	18.80
B	12.84	29.2	18.19	20.08
C	33.26	31.49	27.35	30.70
D	20.91	29.72	15.98	22.20
E	14.79	10.68	15.72	13.73
F	29.77	22.6	36.48	29.62
平均値	20.54	24.45	22.58	22.52

被験者	使いやすさ	なめらかさ
A	1	1
B	1	1
C	1	1
D	1	1
E	2	1
F	1	1
平均	1.17	1

各メタファの実験にかかった時間の平均を比較すると、十字キーメタファは平均9.13秒で実験が終了したのに対し、テーブルメタファは平均28.12秒と約3.08倍、ディスプレイメタファは平均22.52秒と約2.48倍もの時間がかかっている。また、主観的評価における「なめらかさ」の評価で十字キーメタファ以外は全員が最低の評価1をつけており、「使いやすさ」においても、ほぼ被験者全員が使いにくいと答えた。

これらの結果より、今回作成した加速度センサを利用したグローブ型ポインティングデバイスにおけるポインティングメタファとして、傾きを利用した十字キーメタファによる操作が最も適したポインティングメタファであると判断した。

6. おわりに

本論文では、工事現場のような並行作業の多い環境下で使用しやすいポインティングデバイスとして、ポインタの制御に加速度センサを利用したグローブ型ポインティングデバイスを提案・作成し、操作性を評価・最適な操作法の検討に3つのポインティングメタファを作成し、実験を行った。結果、手の傾きを利用した十字キーメタファが最も操作しやすいことがわかった。

今後の課題として、本論文で提案する加速度センサを利用したグローブ型ポインティングデバイスを実用的に使用するには、デバイスの小型化・軽量化や、無線化、操作性のさらなる向上などの課題が残されているため、これらを課題をうまく解決する必要があるだろう。

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.