ポインティング・デバイス操作時の作業負担に関する検討

○三澤哲夫 張 錫輝 水野有希(千葉工業大学)

Study of the relation between pointing device operation and work load
Tetsuo Misawa, Xihui Zhang and Yuki Mizuno (Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

かつて、コンピュータへの入力操作の中心はキーボードであった。しかし、近年はGUIの発達にともない、煩雑なキー操作からポインティング・デバイスによる簡単な操作へと入力方法が大きく変化してきている。

ポインティング・デバイスとは、ディスプレイ上でカーソルや文字などの位置を指示するための機器の総称で、マウスが代表的である。最近では、タッチパッドやトラックボールなど新しい機器も開発され、VDT作業の能率向上に寄与している。

いっぽう、ポインティング・デバイスは、手首に対する負担が大きいことから、手根管症候群との関連が指摘されている。

そこで、今回はポインティング・デバイス操作と負担度との関係を実験的に明らかにすることをこころみた。

2. 方 法

2.1 被験者

いずれも右腕が利き腕で、裸眼視力（両眼）が0.7以上である男子大学生10名。

2.2 作業内容

画面に表示された文字列に対して、紙面により指定された内容の修正・編集を連続して30分間行うものである。実験では、キーボードはまったく使用せずに、スクロール及びポイント&ドラッグという、ポインティング・デバイスの基本的操作の繰り返しのみにより作業を行わせた。

2.3 測定項目

作業成績、フリッカー値、疲労自覚症状調査、筋電図および機器操作に関する主観的評価である。自覚症状調査は、日本産業衛生学会疲労研究会作成の調査用紙と身体疲労部位調査票

を用いて実験の前後に各1回しらべた。筋電図は、右腕側の僧帽筋、尺側手根伸筋、尺側手根屈筋および橈側手根屈筋の4部位から表面電極により実験中連続して誘導記録した。

2.4 実験条件

ホイール付のマウス（A）、外付け型のトラックボール（B）および通常のマウス（C）の3条件について比較検討した。環境条件は、水平照度が700 lx、平均室温25℃、平均湿度60%になるようにした。なお、机上面の高さは3条件とも同じにした。

2.5 実験方法

各被験者とも、実験は1日1回1条件として、2日間以上の間隔をおいて計3回行った。また、実験に際しては、それぞれ10分間の練習を行わせた。なお、順序効果を考慮し、できるだけ実験の順番がランダムになるようつとめた。

3. 結 果

3.1 作業成績

図1に示したように、A条件の処理文字数は 137.8 ± 19.04 、B条件は 115.2 ± 24.65 、C条件は 138.1 ± 32.86 であり、B条件とA・C条件との間に有意差($p < 0.05$)が認められた。

図1 作業成績 (mean±S.D.)

また、作業ミスの数についてみると、A条件は 0.72 ± 1.13 、B条件は 0.43 ± 0.71 、C条件

は 0.94 ± 1.50 であった。このことは、トラックボールによる作業はマウスによる作業に比べて、作業速度は遅いが作業を正確に遂行できることを示唆している。

3.2 フリック値

作業前値に対する変動率(%)が、Aは 92.0 ± 3.50 、Bは 93.1 ± 2.63 、Cは 91.3 ± 2.64 であり、いずれも有意 ($p < 0.05$) な低下を示した。

通常、フリッカー値の低下率が5%を超えることは好ましくないといわれている。今回、30分間という比較的短い作業時間で大きな低下が示されたことは、ポインティング・デバイスのみを使用して行うVDT作業の負担がきわめて大きいことを示唆している。

3.3 疲労自覚症状

3条件とも作業後の訴え率(%)の増加が示され、A条件は 9.0 ± 4.13 、B条件は 6.0 ± 3.27 、C条件は 8.3 ± 3.94 であった。しかし、いずれも有意な低下ではなく、条件間にも有意差は認められなかった。

身体疲労部位については、図2に示したように、3条件とも作業後に上肢に対する訴え率(%)が増加しており、A条件は 5.0 ± 9.72 、B条件は 7.0 ± 13.37 、C条件は 10.0 ± 18.86 であった。なお、A・B条件とC条件との間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

このことは、すべての操作に上肢全体の頻繁な動作を必要とするマウス操作時の負担が大きいことを示唆している。

図2 身体疲労部位調査(上肢) (mean+S.D.)

3.4 筋電図

図3に示したように、僧帽筋については3条件とも実験終了直前の徐波成分の占める割合が開始直後に比較して高くなっている。とくに、A条件とC条件は有意 ($p < 0.01$) な増加となっている。なお、B条件とA・C条件間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

図3 筋電図徐波成分の増加率(僧帽筋) (mean+S.D.)

尺側手根伸筋の徐波成分の割合については、3条件とも増加が示されているが、とくにB条件の増加が最も大きく、A条件およびC条件との間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

尺側手根屈筋および橈側手根屈筋における徐波成分の割合についてはC条件の増加が最も顕著であり、次いでA・B条件の順となっていた。しかし、両部位とも各条件間に有意差は認められなかった。

これらのことは、『トラックボールを使った方が肩の持ち上げは少なく、首・肩の筋肉活動は少なかった。しかし、トラックボールの方が肩の疲れは少なかったがマウスと比べると手の疲れは多い』という過去の報告と一致している。

3.5 機器操作に関する主観評価

『簡便性』については、A条件は 4.1 ± 1.10 、B条件は 2.5 ± 0.71 、C条件は 4.9 ± 0.32 であった。『操作性』については、A条件は 4.0 ± 0.82 、B条件は 2.2 ± 0.79 、C条件は 4.6 ± 0.97 であり、B条件とA・C条件との間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

4. まとめ

ポインティング・デバイスの操作性の相違と作業負担との関係について実験的にしらべた。

その結果、ポインティング・デバイスのみを使用してVDT作業を行うことは、視覚負担が大きい事が示唆された。また、上肢全体の動作を必要とする従来型のマウスは肩の負担が大きくなることもあきらかになった。また、トラックボールは操作性の点で考慮すべき部分が多いが、マウス操作に比べて肩の大きな動作を必要としないことから、筋負担や疲労自覚症状を軽減する上で有用である事が示唆された。