

操作時の把持力を利用したポインティングデバイスの研究

中橋 佑介^{*1} 福井 幸男^{*2} 西原 清一^{*2} 佐藤 滋^{*3} 北島 宗雄^{*3}

筑波大学第三学群情報学類^{*1} 筑波大学システム情報工学研究科^{*2} 産業技術総合研究所^{*3}

1. はじめに

近年、コンピュータの画面の小型化や、低年齢層・高齢層へのユーザーの拡大が著しい。そのため、細かい作業を必要とするタスクの場合、従来の入力インタフェースでは作業が困難になることが多くなっている。

従来のマンマシン・インタフェースにおいては、機械はあらかじめ定義された作業のみを単に理解し実行するのみであり、ユーザーの感情といったような、表面上には現れてこない情報、Silent Messageを理解することはない。[1]

また、本稿の関連研究として、Worden の Sticky icon があげられる。これはポインタがアイコンの上に来たときゲイン比を調節し、ポインタの移動スピードを遅くすることで、ポインタによるターゲティングを補助する。この研究では、Fitts の法則に基づいてゲイン比の調節を行うことが、特に高齢者に対して有用であることが示されている。しかし、限定されたタスクにしか有効ではなく、汎用性が低い。

そこで本稿では、マウスを用いて作業を行う際の Silent Message である把持力の変化に注目した。この値を入力情報とし、マウスとポインタのゲイン比をリアルタイムに調節する手法を提案する。

2. 基本事項

2.1. Fitts の法則

ポインティングデバイスを用いるあるタスクにおいて、タスクに必要な時間を T 、ポインタとターゲット間の距離を D 、ターゲットのサイズを S とし、以下に表される。(a, b は定数)

$$T = a + b * \log_2(D / S + 1)$$

A Concept of Grasping Information for Pointing Device.

*1 Yusuke NAKAHASHI・College of Information Sciences
Third Cluster of Colleges University of Tsukuba

*2 Yukio FUKUI, Seiichi NISHIHARA
Graduate School of Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba

*3 Shigeru SATO, Muneo KITAJIMA
National Institute of Advanced Industrial Science and
Technology

この式の対数部分を困難指数と呼び、タスクの困難の度合いを示している。つまり、ターゲットまでの距離が短く、ターゲットのサイズが大きいときに困難は小さくなる。[2]

2.2. ゲイン比

操作端で入力した情報と動作端で出力する情報の比をゲイン比と呼ばれる。特に操作端としてマウス、動作端としてポインタを用いる場合のゲイン比は、ポインタの移動距離の単位 mickey に由来し、ミッキー比と呼ばれる。

3. 実験装置

本研究では、マウス操作時の把持力を測定するために、一般的な光学マウスに力センサーとして力計測用ロードセルを取り付けた Grasping Mouse を使用する。センサーは左右両面に配置し、上からちょうつがいをはめることにより、作業時に発生する把持力を正確に計測できると同時に左利きにも対応できる。(図1)



図1：Grasping Mouse と力センサー部

4. 実験：把持力の計測

4.1 実験テーマと内容

本稿では、ユーザーがマウスを用いてあるタスクを実行する際に、細かい作業や注意を払う作業を行う場合には、無意識のうちに把持状態が変化していることを確かめる。実験では、スライダーを調節するタスクを、Grasping Mouse を用いて行い、各条件下での把持力を測定するという手法で実験を行う。具体的には以下の手順で行う。

- ・被験者は、Grasping Mouse を自然な状態で把持する。
- ・画面には目盛り、その上にスライダーとター

ゲットがあり、被験者はスライダをドラッグして目盛り上を動かし、ターゲットに合わせる。作業終了後、ホームポジションをクリックし、次に進む。(図2)

- ・目盛りの形状として縦・横・斜の8方向、開始位置がターゲットに近い場合・遠い場合の2種、計16種を実行する。
- ・随時、時間、把持力、ポインタ・スライダの位置、クリック・ドラッグ状況を計測、記録する。

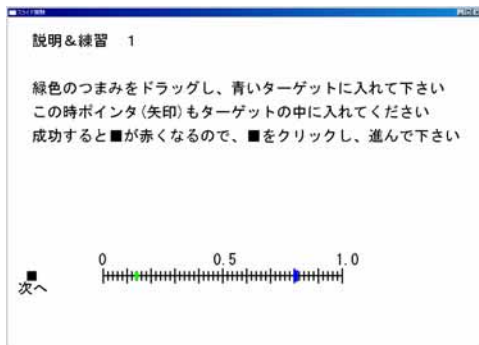


図2：スライダ操作実験実行画面

4.2. 実験結果と考察

計測結果を分析する。その結果、把持力の各条件・状態での変化を検証する。

(1) 実験結果

本実験で得た計測データを、個人別、ステージ別に分け、グラフ化する。ここで、X軸にポインタの移動距離(単位: pixel)、Y軸に各計測値をとることで、短い時間におきた速い移動を視覚化することができる。(図3)

(2) 考察

Fittsの法則に基づき、タスク開始から終了までの一連の流れを4つのフェーズに分割することが提案できる。

- ・アプローチフェーズ(図3:)
初期状態からスライダ近辺までポインタを動かすフェーズ。移動が目的であり、Dの値も大きいため困難指数は低い。把持力の計測値は一般的に小さい値を示している。
- ・Sポジショニングフェーズ(図3:)
ポインタをスライダに合わせるフェーズ。微調整が目的であり、Sの値も小さいため困難指数は高い。把持力の計測値は、ここで急激に大きな値を示す結果が多い。
- ・ドラッグフェーズ(図3:)
スライダをドラッグしている状態でターゲット近くまで動かすフェーズ。ドラッグという条

件が付随しているため、困難指数はアプローチフェーズより大きくなると考えられる。把持力は個人差が大きい。

- ・Tポジショニングフェーズ(図3:)
スライダをターゲットに合わせ、微調整を行うフェーズ。ドラッグという条件が付随しているため、困難指数はSポジショニングフェーズより大きくなると考えられる。把持力の計測値は一般的に大きい値を示している。

タスクの一連の流れを以上の4つのフェーズに分割することで、フェーズごとに共通している把持力の特徴を見つけることができた。このことは把持力が、フェーズごとの困難指数に合わせたミッキー比に調節するための Silent Message となることの有効性を示していると考えられる。

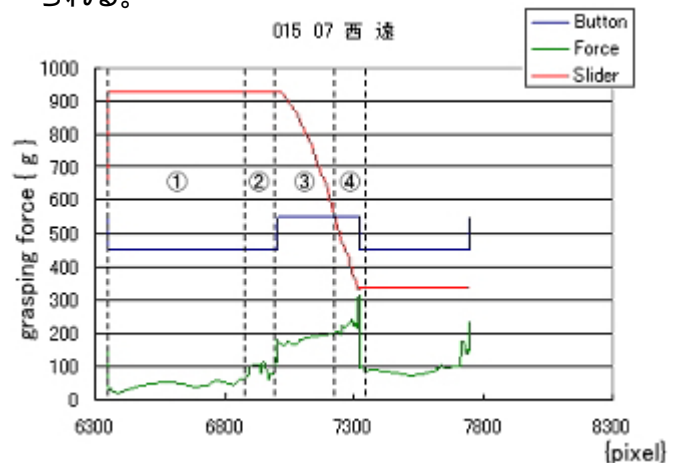


図3：実験結果とフェーズ分割

5. まとめ

本稿では、マウス操作時の把持力の変化を Silent Message とし、ミッキー比を調節する手法を提案した。そして、マウス操作時の把持力に共通した特徴があることが確認できた。今後、今回の計測データを基に、各条件・フェーズに対応したミッキー比を与え、作業効率を上げるための研究を行う。

参考文献

- [1]佐藤滋, 北島宗雄, 福井幸男. (2002) ポインティングデバイスにおける操作端把持力の情報の利用. ヒューマンインタフェースシンポジウム, 449-450.
- [2]P.M.Fitts.(1954)The Information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. Journal of Experimental Psychology,381-391.