

ペンを握る力と筆圧を組み合わせたインタラクション手法

鈴木優[†] 三末和男[†] 田中二郎[†]

[†]筑波大学大学院 コンピュータサイエンス専攻

1 はじめに

我々は、ペンの使いやすさを失わずに入力操作を増やすことができるインタラクション手法, Gripping について研究を行っている [4]. Gripping とは、ペンを握った状態でさらにペングリップを強く握る操作である。Gripping では指をペングリップから離すことなく、ペンを握ったまま操作を続行することが可能になるため、ペン本来の使いやすさを維持できる。さらに、ペンをタッチディスプレイから離れた状態で操作を行うことができるので、タップ操作（ペン先をディスプレイに接地させる操作）とは独立した制御が可能である。

同様に握ったまま行える入力操作として筆圧入力がある。筆圧は商用アプリケーションでも利用されており、一般的な入力になりつつある。我々は Gripping と筆圧を組み合わせて使うことを考えた。これら組み合わせることで、たとえば 2 つのパラメータの同時変更など、マルチストリームな入力操作が実現できる。

しかしながら、人間はペンを握る力と筆圧を完全に独立して制御できない。たとえば、筆圧を強くするためには必ず強い力でペンを握る必要があることからそれが言える。よって、本論文では Gripping と筆圧を組み合わせたインタラクション手法を実現するために、人間が身体能力的に同時にコントロール可能なペンを握る力と筆圧の関係について調査する。

2 アプリケーション例

Gripping と筆圧を組み合わせる入力操作のアプリケーション例として、ペイントツールでの応用について紹介する。いくつかのペイントツールでは筆圧をサポートしており、ストロークを行いながら筆圧を加えることで線幅を変更できる。我々が開発したペイントツールも同様に筆圧で線幅を変更でき、筆圧を強くするにつれて、線幅が太くなる。我々はさらに、Gripping により線の彩度を変更できるようにした。強くペンを握ると彩度が低くなり、弱く握ると彩度が高くなる。

Gripping と筆圧を用いると、図 1 のような線が描ける。Figure 1 の上段の線は筆圧のみ、中段の線は握る強さのみ、下段の線は両方を変更しながら描いている。下段の線の描画は Gripping と筆圧を組み合わせたことで初めて可能になった操作である。

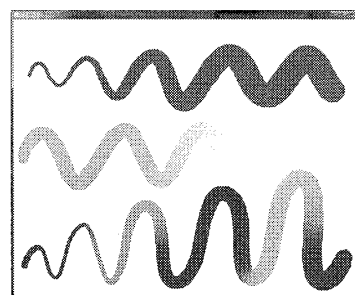


図 1: Gripping と筆圧を用いて描いた線。上段の線は筆圧のみ、中段の線は握る強さのみ、下段の線は両方を変更しながら描いた。

3 実験

最小のペンを握る力で加えることができる筆圧について調査した。たとえば、弱いペンを握る力で強い筆圧を加えられないことは明白であるが、その弱い握る力で加えられる筆圧の最大値はわからない。この実験では、人間が身体能力的に同時にコントロール可能なペンを握る力と筆圧の関係を明らかにする。

3.1 被験者と実験環境

被験者は 22~26 歳の男性 6 名のボランティア、5 名は右利き、1 名は左利きであった。

ペンを握る力は Pressure-Sensitive Stylus [4] を利用して取得した。筆圧を測定するために、Pressure-Sensitive Stylus に付加しているものと同じ感圧センサを 1 つ利用した。感圧センサを机の上に置き、感圧センサをペン先で押さえることで筆圧を測定した。市販のペンタブレット等を利用して筆圧を測定することも考えたが、そのセンシングの特性は明らかでないため握る力と筆圧の関係を解析することは難しい。Gripping の検知と筆圧に同じセンサを利用することでセンシング特性を揃えることができる。

Interaction Technique Combining Gripping and Pen Pressure

Yu Suzuki[†], Kazuo Misue[†] and Jiro Tanaka[†]

[†]Department of Computer Science, University of Tsukuba

3.2 タスク

最小限のペンを握る力で加えることができる筆圧の最大値を計測した。まず、被験者がペンを軽く握り、ペン先を感圧センサに接地させることで計測が始まる。被験者は最小限の力でペンを握りながら、その力で加えることができる最大の筆圧を感圧センサに加える。そして、筆圧が最大になるまで徐々に加える筆圧を強くしていく。筆圧を強くするとペンを握る力も自然と強くなるため、人間が同時にコントロール可能なペンを握る力と筆圧の関係が明らかになる。各被験者はこの試行を 5 回繰り返し行った。本実験では、ペンを握る力と筆圧を計測し、その相関関係を解析する。

3.3 結果

全試行で計測したペンを握る力と筆圧のデータを散布図にプロットした (図 2)。X 軸と Y 軸はそれぞれペンを握る力と筆圧を表す。A-F はそれぞれ被験者 1 人の計測値を表す。

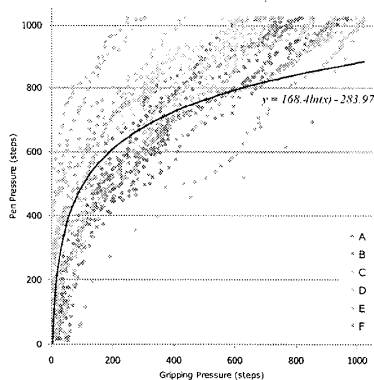


図 2: Scatter diagram. X 軸と Y 軸はそれぞれペンを握る力と筆圧, A-F はそれぞれ被験者 1 人の計測値。

全計測値を分析した結果、ペンを握る力と筆圧は線形ではなく、対数に回帰していることがわかった ($R^2 = 0.754$)。また、各被験者の計測値を分析した結果、被験者 F が最もペンを強く握る傾向があることもわかった。被験者 F の回帰曲線は $y = 168.4 \log x - 283.97$ で表される。

3.4 考察

人間が身体的に同時にコントロール可能なペンを握る力と筆圧の間には相関関係があることがわかった。つまり、これは筆圧の代用として Gripping を利用することができることを示す。たとえば、筆圧検知機能を持たないタッチスクリーンで、筆圧のような連続値入力を Gripping を用いて行える。

また、被験者 F が最もペンを強く握る傾向があるこ

とがあった。よって、我々はペンを握る力と筆圧の関係を求めるために、被験者 F の値を採用することとした。ペンを握る力を x とおくと、そのときに行える最大の筆圧 y は $y = 168.4 \log x - 283.97$ で表現できる。単純に 2 つの関係を $y = x$ と定義するよりも、我々の定義では特に握る力が小さいときにより大きな力空間が利用できる。この結果は、たとえば Gripping と筆圧を両方同時に利用するアプリケーションを設計する際に、それらが干渉しないようにパラメータを設定することに利用できる。本実験により、今まで知られていなかったペンを握る力と筆圧の関係を明らかにすることができた。

4 関連研究

ペン入力インタフェース向けのマルチストリーム入力手法として、我々は以前ペンを回す、振るという動作を利用した手法を開発した [2]。また、筆圧や傾きを用いた研究もある [1, 3]。これらの研究は本研究と同様の問題点を取り扱っている。これらの研究では、ペン先がディスプレイに接していない状態、もしくは接した状態のいずれかでしか入力が行えない。一方、Gripping ではペン先の状態に依存せず入力が行える。

5 まとめ

本論文では、人間が身体的に同時にコントロール可能なペンを握る力と筆圧の関係について調査した。その結果、そららの間には相関関係があることがわかった。

参考文献

- [1] Gonzalo Ramos, Matthew Boulos, and Ravin Balakrishnan. Pressure Widgets. In *CHI'04*, pp. 487–494, 2004.
- [2] Yu Suzuki, Kazuo Misue, and Jiro Tanaka. Pen-based Interface Using Hand Motions in the Air. In *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, Vol. E91-D, pp. 2647–2654, 2008.
- [3] Feng Tian, Lishuang Xu, Hongan Wang, Xiaolong Zhang, Yuanyuan Liu, Vidya Setlur, and Guozhong Dai. Tilt Uenu: Using the 3d Orientation Information of Pen Devices to Extend the Selection Capability of Pen-based User Interfaces. In *CHI'08*, pp. 1371–1380, 2008.
- [4] 鈴木優, 三末和男, 田中二郎. ペンを握る動作を用いた離散入力操作の検討. In *WISS2009*, pp. 7–12, 2009.