

電気触覚ディスプレイを用いた指先への滑り錯覚の提示

Haptic Illusion of Slipping Sensation to the Fingertip with Electrocutaneous Display

岡部浩之¹⁾, 大原淳¹⁾ 蜂須拓¹⁾, 古川正紘¹⁾, 福嶋政期¹⁾, 梶本裕之¹⁾

Hiroyuki OKABE, Jun OHARA, Taku HACHISU, Masahiro FURUKAWA,
Shogo FUKUSHIMA and Hiroyuki KAJIMOTO

1) 電気通信大学

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {h.okabe, oohara, hachisu, furukawa, shogo, kajimoto}@kaji-lab.jp)

2) 日本学術振興会特別研究員 PD 3) 科学技術振興機構さきがけ

Abstract: Today in the GUI field, developing the intuitive pointing devices is one of the significant issues. Present input devices are categorized into the force-based type which requires only quite small input area, and the position-based type which is good at accurate operations. To cope with the trade-off between two types, we propose the pointing-stick-based GUI input device presenting slipping sensation by applying the new haptic illusion we found. The slip illusion is induced by presenting flowing electro-tactile stimulus to the finger tip while horizontal force is applied to the finger tip. It seemed to enable us to operate the force-based type pointer as intuitively as the position-based type. In this paper, we investigated the occurrence condition of the illusion focusing on the shearing force of the finger tip and the velocity of electro-tactile stimulus.

Key Words: *Electrocutaneous display, haptic illusion, pointing device*

1. はじめに

1.1. ポインティングデバイス

グラフィカルユーザインタフェース環境におけるポインティングデバイスは、力制御による入力方式と、位置制御による入力方式に大別される。前者は小面積での入力が可能であるが、曲線を描くような細かい操作が困難である。一方で、後者は直感的であり細かい操作が可能であるが、前者に比べ設置面積が大きくなってしまふ。つまり、従来の入力インタフェースでは、入力環境の小面積化と直感性の両立は困難であった。

そこで本研究では、次節で述べる我々が発見した触覚錯覚現象を利用し、滑り感を提示するポインティングデバイスを提案する。これにより力制御型のような小面積な入力環境でありながら、位置制御型であるかのような操作性の高いポインティングデバイスが実現できると考えられる。

1.2. 指先への滑り感提示

指先への滑り感提示の先行研究として、岡本らは指先の触運動に応じて振動刺激を調節することで指先と接触対象の摩擦感を含む物性値の変化を表現できることを示した[1]。また大丘らは振動ファントムセンセーション位置の動的制御によって指先へ滑り感を提示した[2]。

こうした中我々は、指の腹を接触させた状態で、指先に水平方向の力を加えている時に、力の方向と逆の方向に移

動する電気刺激を提示すると、指先が動いていないにもかかわらず、力を加えた方向に滑っていくような触覚錯覚が生じることを発見した。

本稿では、指先の水平方向への力と電気刺激の移動する速度に着目して本錯覚現象の生起条件の解明を試みる。

2. 滑り錯覚検証実験

本実験では滑り錯覚の生起条件として、指先の水平方向への力および電気刺激の移動速度の関係を求め、本錯覚の生起条件を解明することを目的とした。

2.1. 実験設備構成

2.1.1. 電気刺激装置

指の腹に提示する皮膚刺激装置として我々が開発している電気触覚ディスプレイ[3]を使用した(図1)。

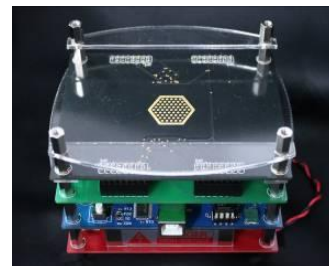


図1 電気触覚ディスプレイ[3]の外観

本実験では指の腹が接触する部分に 61 個の電極が 2mm の間隔で配置された六角形の電極を使用した。電気刺激の提示はパルスでおこない、刺激パルス周期 60[pps], 刺激パルス幅 50[us], 刺激パルス高さ 0~3[mA] で提示した。

2.1.2. 指先の水平方向への力の計測

端に円弧状の亚克力を固定した電気触覚ディスプレイを底面が台に固定された硬い箱の中に入れた。箱の底面には電気触覚ディスプレイが一方のみ可動できる溝を設け、箱の内壁にフィルム状圧力センサ(ニッタ製, FlexiForce)を固定した。被験者が電気刺激部に指の腹を接着させ、指先に水平方向に力を加えると、圧力センサは円弧状の亚克力に押しつけられ、その力を計測する。計測した力は AD ボード(Interface 社, PCI3523A)を介し PC に入力し、画面に表示した。

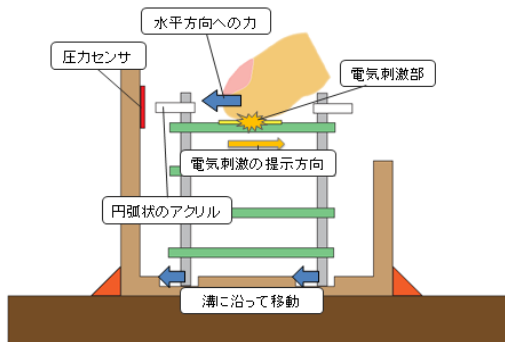


図 2 実験設備の模式図

2.2. 実験手続き

視覚情報を遮るため被験者は、閉眼状態で全ての試行を行った。まずは適切な電気刺激を提示するために、被験者に電気刺激が線としてはっきりと知覚出来る強度になるよう電気刺激のパルスの高さを調整させ、この刺激強度を本実験で用いた。電気刺激の移動する線の速さとして 4 パターン(0, 10, 20, 30[mm/sec])提示した。

図 2 に示すように、被験者に指先を水平方向へ指先に徐々に力を加えるように指示した。自分の指が滑ったと感じたところで手元のボタンを押させ、その時の圧力センサの値を記録した。速さ 0[mm/sec]における試行は、電気刺激を行わず、力を加えて実際に指が滑った条件での試行である。線の流れる速さ 1 パターンにつき 5 試行、計 20 回試行を行った。被験者は 22 歳~23 歳の 3 名(男性 2 名, 女性 1 名)であった。



図 3 実験の様子

3. 実験結果

実験結果を図 4 に示す。グラフの横軸は電気刺激の移動する速さ、縦軸は指先の水平方向への力を示す。エラーバーは標準誤差である。

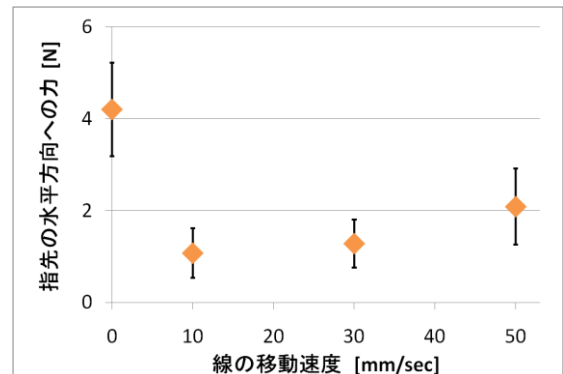


図 4 指先に滑り感覚が生じた際の指先の水平方向への力と電気刺激の移動する速さの関係。移動速度 0 は実際に指が滑った場合。

4. 考察

実験結果より、実際に指が滑った(速さ 0[mm/sec])時の指先の水平方向への力に比べ、移動する線の電気刺激を提示した時の力の方が低いことが分かる。つまり、移動する電気刺激を用いて、滑り知覚の閾値を低下させたといえる。10, 30, 50[mm/sec]それぞれの電気刺激を提示した際、被験者は実際には指が滑っていないにもかかわらず、指が滑ったと回答していることから、本現象は錯覚現象であると考えられる。

5. おわりに

本稿では、指の腹を接触させた状態で、指先に水平方向への力を加えている時に、力の方向と逆の方向に移動する電気刺激を提示すると、指先が動いていないにも関わらず、力を加えた方向に滑っていくような感覚が生じることを報告し、実験より定性的に本現象が錯覚現象であることを示した。

今後は本錯覚が生じる条件を定量的に求め、ポイントングデバイスへの実装を試みる。

参考文献

- [1] S. Okamoto et al., Detectability and Perceptual Consequences of Delayed Feed-back in a Vibrotactile Texture Display, IEEE Trans. on Haptics, vol.2, issue 2, pp. 73-84,2009
- [2] T. Ooka et al., Virtual Object Manipulation System with Substitutive Display of Tangential Force and Slip by Control of Vibrotactile Phantom Sensation, 2010 IEEE Haptics Symposium, pp. 215-18, 2010.
- [3] H. Kajimoto, Electro-tactil display with real-time impedance feedback, EuroHaptics 2010, pp. 285-291, 2010