

仮想はさみシステムにおける提示遅れによる 擬似的な力覚表現の検討

Pseudo haptic expression by presentation delay in virtual scissors system

舟橋 健司¹⁾, 久保谷太亮²⁾, 谷田 公二³⁾, 岩堀 祐之⁴⁾

Kenji FUNAHASHI, Daisuke KUBOTANI, Koji TANIDA and Yuji IWAHORI

1) 名古屋工業大学

(〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町, kenji@center.nitech.ac.jp)

2) リンナイ(株)

(〒454-0802 名古屋市中川区福住町2-26, kubo@center.nitech.ac.jp)

3) (株)本田技術研究所

(〒321-3393 栃木県芳賀郡芳賀町下高根沢4630, koji_tanida@n.t.rd.honda.co.jp)

4) 中部大学

(〒487-8501 愛知県春日井市松本町1200, iwahori@cs.chubu.ac.jp)

Abstract: We present a new haptic expression method without a haptic interface. We sometimes use the expression heavy when execution speed is slow. As we drag a mouse cursor or an icon, we feel it heavy when its response is a little delayed. In this paper, we examine a new method to make an operator feel like cutting a thick piece of paper with scissors in the virtual space by an intentional feedback delay.

Key Words: Pseudo haptic, Presentation delay, Virtual scissors

1. はじめに

触覚、力覚を含む体性感覚は、色々な操作を行う上で重要な情報となるため、バーチャルリアリティ技術の分野において様々な研究開発が行われている(例えば[1])。しかし、視覚や聴覚と異なり触覚、力覚情報は極めて多様であるため、一部のフィードバックに限定した提示装置が基本であり、装置自体も大きなものが大半である。

装置が大規模となり、また価格も高価なものとなると一般への普及は困難であり、例えば医療などの限られた分野を対象とした応用にとどまっている。そのため、現在広く普及している提示装置といえるものはビデオゲームのコントローラーなどに内蔵される振動子くらいであろう。一方、触覚、力覚提示装置を使用せずにその感覚を提示しようとする試みもなされている[2]。

ところで、PCの操作中、アイコンのドラッグを行った時などの反応が遅い場合に、「重い」という表現を使うことがある。本研究では、仮想はさみシステム[3,4]において意図的に視覚、聴覚情報などの提示を遅らせることにより操作が「重い」、すなわち固いものを切断していると感じさせることを検討する。以下、仮想はさみシステムの概略に続き、実験の詳細を述べる。

2. 仮想はさみシステム

仮想はさみシステムでは、利き手である右手にImmersion社製CyberTouchを装着し開閉させることで、仮想はさみを操作し紙を切断することができる。左右の手の位置と向きはPolhemus社3SPACE FASTRAKによって検出され、左手ではセンサーに取り付けられたボタンにより仮想の紙を引き寄せることが可能である。また、予め記録しておいた実際の切断音を仮想はさみによる切断作業に合わせて再生し、かつグローブの指部背面に備えられた振動子を切断中に振動させ擬似的な切断感覚を提示することもできる(図1)。

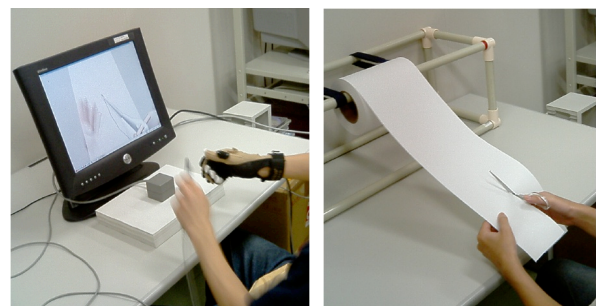


図1 システム外観(右はイメージ)

3. 実験

3.1 実験方法

前述の仮想はさみシステムにおいて、操作者へのフィードバックを意図的に遅らせて提示する実験を行った。提示遅れを特に設定しない場合のシステムは1秒間に約20回のセンサ入力、各種計算処理、描画更新が可能であり、50msの遅れが含まれている。ただしVRシステムにおいては、最大100ms程度の遅延であればシステムの体験者は自身で操作していると感じ、対話操作が実現されていると一般に判断する。ここでは、遅延なし(50ms)、200ms、500ms、1000msの4種類の遅延を対象とし、実験を行う。

被験者数は右手を利き手とする8名であり、各被験者には実験前に遅れない環境で10分程度システムに慣れてもらう。つづいて、4種類の遅延のうち2種類の環境で50cm相当の仮想紙を仮想はさみで切断してもらい、2種類の切断作業後にそれらの比較を行ってもらい、操作および比較は6組あり、それぞれの順序は各被験者で異なるようにランダムな順とした。比較は、各組の切断作業に対して次の5通りで判断してもらい、(1)前者の遅延環境が良い、(2)前者がやや良い、(3)違いを感じない、(4)後者がやや良い、(5)後者が良い。

3.2 実験結果

上述の実験に対して、シェッフェの対比較法により解析を行う。本実験は各遅延をランダムな順序としており順序効果はないものとみなし、順序の入れ替えを行わない中屋の変法により解析を行う。この結果の分散分析表は表1となり、以下が成り立つ。主効果を図2に示す。

$$F(3, 7, 0.01) = 8.451252 < 241.54$$

$$F(21, 7, 0.01) = 6.132382 > 3.7721$$

$$F(3, 42, 0.01) = 4.285255 > 1.5949$$

表1 分散分析表

要因	平方和	自由度	普遍分散	分散比
全体	100	48		
主効果	85.187	3	28.395	241.54
主効果×個人	9.3125	21	0.4434	3.7721
組み合わせ	0.5625	3	0.1875	1.5949
誤差	4.9375	42	0.1175	

3.3 考察

表1より、有意差1%において遅延条件の評価には差があるといえる。なお、被験者による評価、遅延条件の組み合わせによる評価に、有意差はないといえる。また図2より全般に遅延の少ない方が良い結果となっているが、各被験者の結果において200ms遅延の方が遅延なし条件よりも「やや良い」と逆の判断した被験者が2名、「違いを感じない」と判断した被験者が2名いた。提示遅延が100msを超えたらすぐに操作感が悪くなるわけではないことが分かる。

実験後の聞き取り調査において、8名全員が200msの遅延条件では、重たい、分厚いものを切っているようだ、

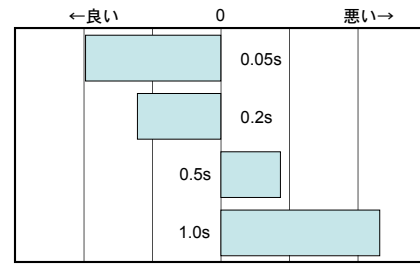


図2 主効果

はさみが硬い、など同じ傾向の感想を示し、4名はこれを理由に遅延なし条件の方が「やや良い」と回答した。また500ms、1000msの遅延条件では、普通に切断する操作が行えず、ストレスが大きい、まっすぐ切ることが難しい、老人になったようだ、などの感想を得た。

これらのことから、微小の遅れ時間であれば積極的に活用することにより擬似的な力覚フィードバックとして、あるいは振動子などの組み合わせによる力覚フィードバックの補助として有効であると考えられる。

4. むすび

仮想はさみシステムにおいて、意図的に提示を遅らせることにより、擬似的な力覚の表現を行った。また、聞き取り調査を含め、実験によりその効果を確認した。この手法により、装置の規模、価格の面においても一般への普及が容易な力覚フィードバックシステムが開発できることを期待している。本実験では、単にどちらが「良いか」比較してもらったが、「仮想紙は厚紙である」との指示後、あるいは実際の厚紙切断後の比較実験も検討したい。また、客観的な評価(例えば[5])により擬似的な力覚表現の検証を行うことも必要であると考えている。

参考文献

- [1]篠田裕之, 高橋秀智 編:「触・力覚情報の処理と呈示」特集, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 11, No. 1, 2006.
- [2]Anatole Lecuyer, Jean-Marie Burkhardt, Laurent Etienne: Feeling Bumps and Holes without a Haptic Interface: the Perception of Pseudo-Haptic Textures, Proc. of ACM SIGCHI, 2004.
- [3]久保谷太亮, 舟橋健司, 伊藤英則, 岩堀祐之: 仮想はさみを用いた手による紙の切断システム, 日本バーチャルリアリティ学会第9回大会講演論文集, pp. 165-168, 2004.
- [4]久保谷太亮, 舟橋健司, 伊藤英則, 岩堀祐之: 仮想はさみシステムにおける切断効果音による臨場感に関する実験, 日本バーチャルリアリティ学会第10回大会講演論文集, pp. 137-138, 2005.
- [5]谷田公二, 舟橋健司, 近江政雄, 楠見昌司: バーチャルリアリティ技術を用いた道具に関する身体性評価 - 脳内血流変化からの評価 -, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 12, No. 1, pp. 3-10, 2007.