

Embossed Touch : なぞり動作における錯触を利用した触覚提示装置

安藤 英由樹¹⁾, 渡邊 淳司^{1) 2)}, 雨宮 智浩¹⁾, 前田 太郎¹⁾

1) NTTコミュニケーション科学基礎研究所

2) 科学技術振興機構さきがけ

hide@avg.brl.ntt.co.jp

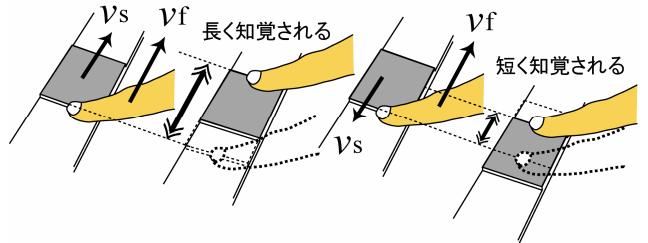
はじめに

触知覚においては、指先自体を動かすことで（なぞり動作を行うことで）、指先よりも広い領域の空間情報を獲得している。基本的な空間情報である物体の幅を知覚する際でも、指を動かし、その物体の上をなぞることによって、指よりも太い幅の物体幅を知覚することが可能である。これは、なぞり動作時に感じられる物体の一方のエッジからもう一方のエッジまで指の移動した距離が重要な情報として利用されていると考えられる。この知覚原理が正しいとすると、図1(a)のように、指の移動中（速度 V_f ）に接触対象も移動させると（速度 V_s 、ただし $V_f > V_s$ ），指がもう一方のエッジに到達するまでの指の移動距離は増加し、知覚される幅が広くなることが予想される。また、逆に図1(b)のように、接触対象を指運動と逆方向に移動させると、エッジに到達するまでの指の移動距離は減少し、接触対象は狭く知覚されると考えられる。

そこで、本発表では、指の動きに合わせて制御可能なリニアステージを用いて、接触対象の相対速度を変化させ、様々な物体幅を提示する手法を提案、実現する。さらに実際に凸幅が伸縮することをデモンストレーションする。

幅知覚実験

実験装置の概要を図2に示す。実験において被験者は右人差し指をリニアステージ上に置き、実験開



(a) 指と同方向に動く (b) 指と逆方向に動く

図1 なぞり動作を利用した物体幅提示

始とともに指を左から右へ、右から左へ約40mm移動させた。このとき、リニアステージの速度指令値は被験者の指の速度に対する任意の相対速度比で与えられる。たとえば、相対速度比が1であれば、リニアステージは指と同じ速度で、指に完全追従して移動する（指の移動速度最大時でも、制御の時間遅れは5ms以下であった）。相対速度比が0より大きく1よりも小さい場合には、ステージは指と同じ方向に指の速さよりも遅く移動し、速度比が負の場合には指と逆方向に移動する。

本実験の1試行は以下の3手順に分けられる。

手順1：図2(a)のように、中心部が幅30[mm]、高さ0.5[mm]凸となっているプレートをリニアステージ上に固定し、この上を人差し指を移動させ、なぞり動作を行う。一定の速度変化でなぞり動作を行うために、メトロノームのテンポ120に合わせてプレートの範囲を往復するように教示した。

手順2：図2(b)にあるような標準刺激を、メトロノームのテンポに合わせてなぞり、手順1によって知覚された幅と比較した。被験者がその判断（標準刺激が広い、狭い、等しい）ができるまで、任意回数のなぞりを行った。

Embossed Touch :

The active touch display using tactile illusion
Hideyuki Ando¹⁾, Junji Watanabe^{1) 2)},
Tomohiro Amemiya¹⁾, Taro Maeda¹⁾

1) NTT Communication Science Laboratories

2) Japan Science and Technology Agency

手順3：手順2において、標準刺激が広いと感じた場合はリニアステージの相対速度を小さく、標準刺激が狭いと感じた場合は相対速度比を大きくなるように操作した。

試行では、被験者が手順2でリニアステージ上の凸面幅と標準刺激の幅が等しいと感じるまで手順1～3を繰り返した。リニアステージの指の運動に対する相対速度比は、-3.0～1.0(0.048刻み)で変化させた。また、リニアステージが動く様子は、被験者からは見えず、その音も聞こえないようにした。

実験では、5種類の標準刺激(15, 20, 30, 40, 50mm)をランダムに使用し、各標準刺激に対して凸面と標準刺激の幅が等しいと感じるまで各5試行おこなった。被験者は男性3名(26, 26, 31歳)であった。

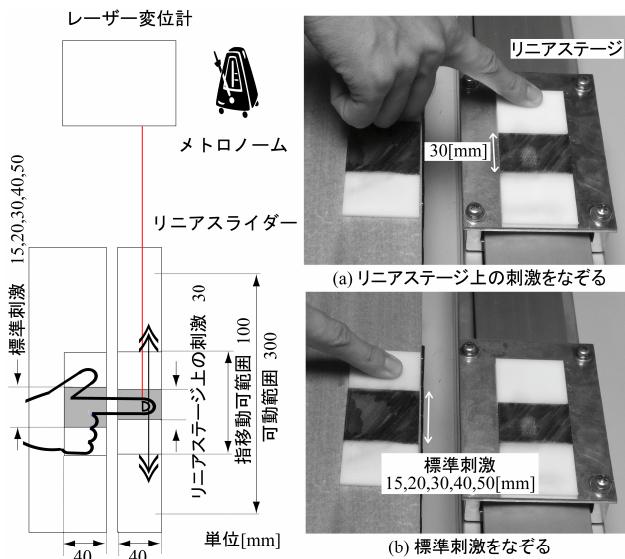


図2 実験装置の配置と実験手順

実験結果

リニアステージの速度比と知覚される凸面の幅の関係を調べるために、横軸を速度比、縦軸を知覚された凸面の拡大率(標準刺激を凸面の幅30mmで割ったもの)を図3にプロットした。○△×はそれぞれの被験者の平均を表し、点線は理論的に予想される値を結んだものである。プロットデータは全体的に理論値近傍にあり、特に速度比が正の領域、指とステージが同方向に移動している領域では、3人のデータとも理論曲線に近い値をとっている。

考察

指なぞり時に接触対象を移動させると、その対象の知覚される幅は指の移動距離と同等になり、接触対象の移動速度を制御することで、任意の幅を提示可能であることを意味している。これは、なぞり動作時の幅知覚に関して、指腹下の皮膚表面で検知される接触対象との移動速度を利用していないと考えられる。なぜならば、皮膚表面で接触対象の移動速度を正確に取得でき、これが利用されていれば、その速度と指の移動を相殺し、実際の物理幅を知覚できるはずであるが、実験において被験者は物体幅を錯覚したからである。

このことは、指の移動時には指腹で感じられる速度よりも、自己受容感覚による指の位置情報のほうが優位であることを示唆している。

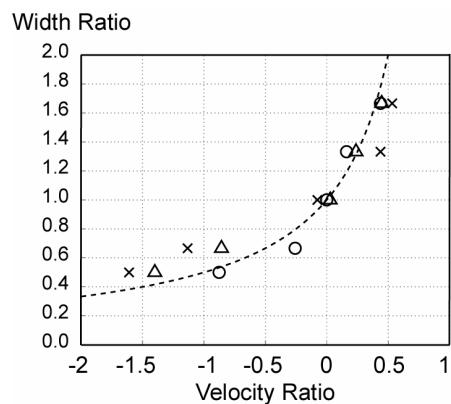


図3 速度比と知覚される幅

おわりに

本論文では、なぞり動作に合わせて接触対象を移動させて触形状を提示する手法を提案し、対象の移動速度と知覚される物体幅の関係について調べた。実験の結果、指の移動量とほぼ一致する幅が知覚されることがわかった。

参考文献

- [1] 寺田 和憲, 宮田 大介, 伊藤 昭, "ヒトの長さ知覚における皮膚感覚と自己受容感覚の統合機能", Proc. Robotics and Mechatronics, 1A1-N-106, 2005.
- [2] Mark Hollins and Alan K. Goble. Perception of the length of voluntary movements. Somatosensory Research, 5(4):335-348, 1988.