

生体指振動を計測する指輪型デバイス

A Ring-type Device Measuring Finger Vibration

○橋元 達哉 星 貴之 鳥越 一平 (熊本大)

Tatsuya HASHIMOTO, Takayuki HOSHI, and Ippei TORIGOE, Kumamoto University
065t3822@st.kumamoto-u.ac.jp, {star, torigoe}@kumamoto-u.ac.jp

For the purpose of sensing subtle nuance of tactile feeling, a human finger is used as a sensor probe in our research. Because “the probe” has the same structure and physical parameters as human fingers, we expect that the vibration on it caused by touch reflects the tactile feeling sensitively. In this paper, a prototype device to measure the vibration from a human finger is proposed and described. The device is so small and light to be worn on the finger and measures mainly the transverse wave component of the vibration. A primary test and its results are also reported.

Key Words: Tactile sensor, Tactile feeling, Vibration measurement, Ring-type device

1. 緒言

製品の「触り心地」「手触り」などの評価は、しばしば人間が実際に触って点数を付けることによって行なわれる（官能評価）。この方法は検査者の好みや気分などの影響を受けやすく、また今回の結果と以前の（あるいは他の検査者の）結果を比較することも難しい。そのため、触感を定量化する「触感センサ」の開発が望まれている。

これまでに開発されてきた触感センサは、人工の指（シリコンゴムなど）で対象をなぞり、内部に埋め込まれたセンサによって振動を計測するものであった[1][2]。ここで材料の硬さについて考えると、人工指が金属のように硬すぎる場合には対象を必要以上に変形させてしまい、人間の指（以下、生体指と呼ぶ）で触ったときは状況が異なる。逆に綿のように柔らかすぎると対象がまったく変形せず、やはり状況が異なってしまう。人工指には生体指と同等の硬さが求められる。さらに生体指は表皮、真皮、皮下組織、骨という複雑な構造を持っている。また指紋[3]や爪[4]も触感に影響しているとの報告もある。これらすべての構造と性質を再現した人工指がセンサプローブの理想であろうと推測される。

以上を踏まえ、我々はセンサプローブとして生体指を用いる方法を提案する。生体指そのものであるため、そこに生じる振動は触感をよく反映したものになっていることが期待できる。生体指の振動に着目した研究には、加速度センサ[5][6]やレコード針[7]を用いたものがある。ただし前者は主に入力インターフェイスとしての利用である。また後者は触感も視野に入れているが、装置が据置型で利用場所に制約がある。

本稿では、生体指から振動を計測することのできる装着型デバイスを提案する。まず、デバイスの構造を説明する。次に、計測された振動と触感の関連を確かめる実験を行う。最後に、まとめと今後の方針を述べる。

2. 試作デバイス

正面図と側面図を図1に示す。計測原理は以下の通りである。物体をなぞった際、指表面に振動が発生する。その振動がゴムチューブに伝わり、チューブ内部の体積が変化する。内部は密閉された空洞となっているため、体積変化により圧力も変化する。この圧力変化をマイクによって記録する。構造上、本デバイスは皮膚表面に発生する振動の横波成分によ

く感度を持つと考えられる。

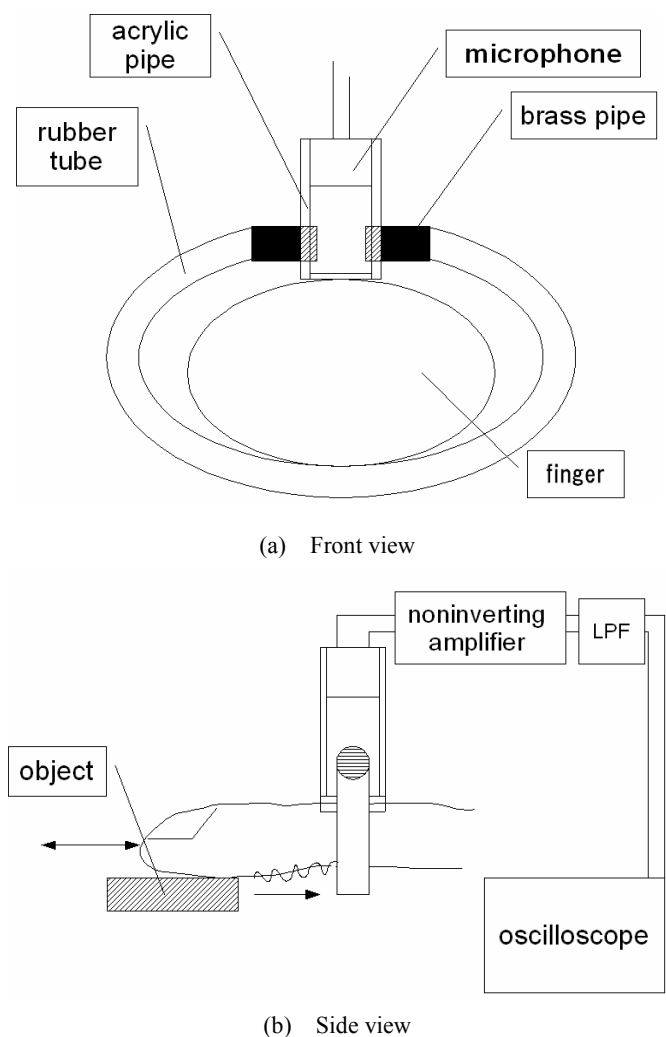


Fig.1 Prototype device.

4. 結言

本研究では、生体指振動を計測する指輪型デバイスを提案した。物体をなぞった際に生じる指の振動を計測し、手触りの異なる対象のデータを取り、区別できるか検討した。その結果、条件を整えて計測したデータによって触感を区別できることがわかった。

今後の課題には以下のものが挙げられる。まずデバイスのゴムチューブの最適化である。効率良く触感情報を含んだ振動を得られるよう、チューブの材質を変えたり、長さを調整して適度な張力になるようにしたりする。また、理想的でないデータへの対応も検討する。さらに今回は特徴的な周波数成分を目で見て特定していったが、パターン認識（線形判別分析）などにより学習の自動化をして多種多様なに対応できるようにする。

謝 辞

本研究は日本学術振興会・科学研究費補助金・若手研究（スタートアップ）（課題番号：21800039）の助成を受けたものである。

文 献

- [1] 中鉢耕平, 中島壮樹, 水野毅, 高崎正也: 弾性表面波皮膚感覚ディスプレイと指ダミーを用いたテレタッチの開発, Proc. SICE SI 2009, 1C4-7, 2009.
- [2] 田中由浩, 田中真美, 長南征二: 手触り感計測用センサシステムを用いた触覚感性計測, 日本機械学会論文集 (C 編), vol. 73, p. 817-824, 2007.
- [3] 前野隆司, 小林一三, 山崎信寿: ヒト指腹部構造と触覚受容器位置の力学的関係, 日本機械学会論文集 (C 編), vol. 63, pp. 881-888, 1997.
- [4] 佐野明人, 田中由浩, 伊藤真由美, 藤本英雄: 触覚ネイルチップ-基本コンセプト-, Proc. ROBOMECH2007, 2P1-N09, 2007.
- [5] 福本雅朗, 外村佳伸: “指釦”: 手首装着型コマンド入力機構, 情報処理学会論文誌, vol. 40, no. 2, pp. 389-398, 1999.
- [6] 岩本貴之, 篠田裕之: 指の多自由度振動計測による触覚インターフェイス, Proc. ROBOMECH2007, 1A2-A08, 2007.
- [7] 岩本貴之, 星貴之, 篠田裕之: 生体指の振動計測に基づく触覚センシング, 第23回センシングフォーラム資料, pp. 285-288, 2006.

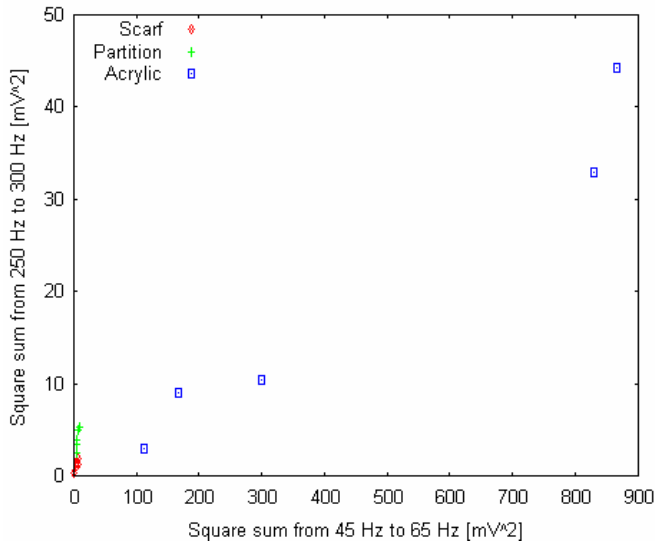


Fig.2 Two-dimensional plot.

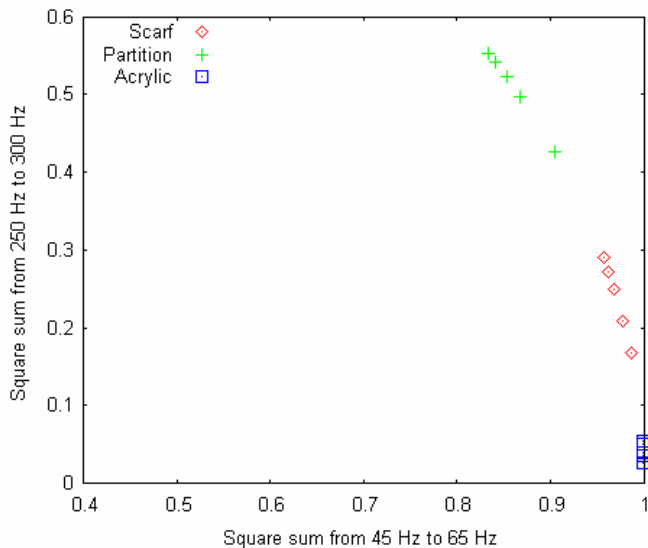


Fig.3 Normalized two-dimensional plot.

3. 実験と結果

デバイスの性能を評価するにあたって、まずはふんわり感のあるマフラー、表面が一様に凸凹なパーティション、表面がつるつるしたアクリル棒の三つを対象とした。できるだけ同じ速度 (0.3m/s)、同じ力でそれぞれ5回ずつなぞり、なぞっている最中の約1秒間のデータを記録した。

記録した時間波形をフーリエ変換し、特徴的な周波数成分を見出した。それぞれの対象のパワースペクトルを見るとアクリルは45~65Hzでの出力が他の二つに比べて高く、パーティションは250Hzあたりでの出力が高かった。三つの対象について、45~65Hzと250~300Hzの振幅の二乗和の二次元プロットで触感の区別ができるか検討した (図2)。図2 (青: アクリル, 緑: パーティション, 赤: マフラー) では振幅の大きさでデータの集合が別れているだけのようにも見えるが、それぞれのベクトルの長さが1になるように規格化すると、対象ごとのまとまりができることが確認できた (図3)。

なお今回は対象の数が少ないので二次元で解析しているが、一般には多次元解析を行う。