

Title	Improvement of Tactile Sensitivity by Pressing
Author(s)	丁, 憲勇
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/57518">https://hdl.handle.net/11094/57518</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;大阪大学の博士論文について&lt;/a&gt;</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【1】

氏 名	ジョン ヒョン 丁 憲 勇
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 3 2 7 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 21 年 5 月 18 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械工学専攻
学 位 論 文 名	Improvement of Tactile Sensitivity by Pressing (圧迫による触感度の向上)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 金 子 真 (副査) 教 授 池 田 雅 夫 教 授 古 荘 純 次

論 文 内 容 の 要 旨

We were interested in investigating the relationship between the blood flow and the tactile sensitivity. The blood flow supplies necessary nutrients and oxygen for each tissue to keep up playing a fundamental role. So we wondered whether the tactile sensitivity was affected or not, when the blood flow was changed. However, since the blood flow had a characteristic that was simply changed by physical environment or mental condition, it was difficult to estimate the relationship between the blood flow and the tactile sensitivity with a quantitative analysis. To cope with this problem, we adopted a resolution to press the proximal phalange of finger compulsorily to prevent the blood flow from changing irregularly. The goal of this work was to examine how the tactile sensitivity was changed under the condition that the blood flow was interrupted compulsorily by pressing the finger, and discuss the reason.

To examine the goal, at first we explored the change of tactile sensitivity of human fingertip under the pressed condition. The sensory tissue would eventually get a serious damage after all during continuously pressing the finger. This situation would make us lose any tactile sensitivity due to the necrosis state. We examined how the tactile sensitivity was changed with respect to time temporarily under the pressed condition through the weight discrimination test based on Weber's law. We would like to confirm experimentally whether the tactile sensitivity temporarily increases and then decreases, or just starts to decrease under the pressed condition. As a result, unexpectedly, we discovered that the tactile sensitivity improved temporarily with respect to time under the pressed condition.

In order to discuss why the tactile sensitivity improved under the pressed condition, we examined whether the frequency response of each mechanoreceptor was changed or not through the vibrotactile sensitivity. Focusing on the point that each receptor had individual different frequency response characteristics, we could infer which sensory receptor was related under the pressed condition. As a result, we could see that the vibrotactile sensitivity was found for the high frequency, i.e. for the range activating mainly Pacinian receptor. Accordingly we could make the hypothesis that Pacinian receptors got more sensitive under the pressed condition.

We discussed why the tactile sensitivity improved temporarily under the pressed condition with two possible routes; the change of neural activity and the effect caused by the changed of skin physical property. Through examining the tactile sensitivity of other parts with the same experiment, it was difficult to regard the neural activity as the main reason, although we could see that this effect might be existed partially. Meanwhile,

according to two results with respect to time between the tactile sensitivity and the skin stiffness, we could see that the changing tendency of skin stiffness was similar to that of the tactile sensitivity. Accordingly, we discussed that improving the tactile sensitivity came from increasing the skin stiffness that was caused by the expansion of blood vessel and the accumulation of blood mass under the pressed condition.

During the vibrotactile sensitivity, we doubted whether the vibrotactile sensitivity was affected under the condition adding the tangential vibration on the skin. After examining, we found that the vibrotactile sensitivity improved at the frequency of 10 Hz under the adequate additional tangential vibration with the  $p$ -value of below 0.1 %. That may suggest that it is possible to develop the machine device for improving the tactile sensitivity in the future.

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、指根元部を強制的に圧迫し、血流が一定に維持できるようにした状態で指先触感度がどのように変化するかという問題設定を行い、実験的検証、さらに得られた結果の考察を行っている。

1章では、血流が触感にどのような影響を与えているのだろうかという素朴な疑問から、本研究の目的について述べている。

2章では、触感度に関してどのような因子が関与しているのかという視点で従来研究を整理し、本研究の位置づけを明確にしている。

3章では、Weberの法則に基づいた「重さ弁別方法」に基づき、触感度の測定を行い、圧迫していない状態に比べ、圧迫すると一時的に触感度が向上することを実験的に突き止めている。

4章では、3章の実験結果を説明する指針を得るため、圧迫した状態で、振動感覚の弁別閾値がどのように変化するかについて調べ、圧迫していない状態に比べて圧迫した状態の方が特に高周波数領域で振動感覚弁別閾値が低下する、つまり弁別感度が向上することを実験的に突き止めている。

5章では、圧迫した状態で触感度が向上した理由について二つの仮説を立てている。一つは圧迫によって異常を感じた神経系が指先触感度を上げるという仮説である。圧迫した指の隣の指の触感度もわずかながら向上するという実験結果はこの仮説を後押ししている。さらに圧迫した状態で高周波数領域で感度が向上する実験結果から、高周波数領域で活動するパチニ小体が圧迫時の触感度向上に関与しているという仮説をたてている。圧迫によって指先が硬くなる時間応答と触感度向上の時間応答との間に強い相関が現れていることがこの仮説の妥当性を強く支持している。

6章では、皮膚の法線方向に対して直交する方向、つまり接線方向にも振動を加えた場合、特に接線方向に低周波数の振動を加えたときに触感度が向上するという実験結果を得ている。この結果は、人工的なハプティックデバイスを設計する際のヒントになることを示唆している。

以上のように、本論文は、指根元部を強制的に圧迫した際、一時的に触感度が向上するという予想に反する実験結果からスタートし、その結果を説明する二つの仮説をたてた。これらの仮説はいずれも本論文ではじめて出されたもので今後この分野の研究に大きなインパクトを与えるものと思われる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。