

# 触対象の物理特性とヒトの触覚認知情報 統合のための触覚データマイニング

2022年2月

長友 竜帆

# 主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲 第 号	氏 名	長友 竜帆
<p>主 論 文 題 名 :</p> <p>触対象の物理特性とヒトの触覚認知情報統合のための触覚データマイニング</p>			
<p>(内容の要旨)</p> <p>近年バーチャルリアリティ (VR) の発展に伴い, VR 空間における触覚の提示の研究が盛んとなっている. 一方で, 触覚は視聴覚と異なり, 触対象の物理特性とヒトの触覚認知情報が対応付いていないため, 擬似的に全ての触覚情報を提示できるような触覚ディスプレイは未だ開発されていない. そこで本研究では, 触対象の物理特性およびヒトの触覚認知情報からなる大量のデータセットを構築し, ディープラーニング技術によってこれらの関係性を結びつける手法を提案した. しかし, この手法の実現には大きく 2 つの問題がある. 触対象の材料特性において, ヒトの指腹部程度の大きさの剛性分布測定が困難である点, また, ヒトの触覚認知情報抽出において, 被験者による官能評価を必要とするため, 大規模なデータセットを構築することが困難な点である.</p> <p>本論文の目的は, 触対象の物理特性とヒトの触覚認知情報を結びつけるために双方における触覚データマイニング手法を確立することである. 本論文では, ヒトの指腹部程度の範囲の剛性分布を測定できる触覚センサの開発, および世の中にアーカイブされたテキストコーパスから自然言語処理を用いてヒトの触覚認知情報を被験者実験なしに取得できる手法を提案した.</p> <p>第 1 章では, 触覚認知, データマイニング, 触覚センサの先行研究を概説し, 研究目的を述べた.</p> <p>第 2 章では, ヒトの指腹部程度の範囲を測定可能な剛性分布測定センサの開発を行なった. 具体的にはソフトリソグラフィ技術を用いて, 液体金属を電極とした静電容量型 3 軸力センサを開発した. また, センサのボディ部であるポリジメチルシロキサンに対し, UV 照射およびトルエン-エタノール希釈溶液による洗浄を行うことで寄生容量を低減し, センサ感度を向上する手法を提案した. さらに, センサに異なるヤング率をひずみゲージを搭載することで直接剛性測定を可能とする機構を提案した.</p> <p>第 3 章では, 世の中のアーカイブされたテキストコーパスと自然言語処理を用いてベクトル化 (埋め込み) し, ベクトル化された触覚オノマトペを材料特性空間に写像することで触覚認知情報を抽出する手法を提案した. また, 被験者認知のアンケートを正解データとして, 本手法の妥当性を検証し, さらに本オノマトペ埋め込み表現を主成分解析することで, ヒトの触覚認知における新たな知見を見出した.</p> <p>第 4 章では, 研究成果を要約し, 本手法が触覚提示研究に及ぼす影響について論じ, 本研究の提案する触覚データマイニングの展望について論ずることで本論文の結論とした.</p>			

## Thesis Abstract

No. \_\_\_\_\_

Registration Number	<input checked="" type="checkbox"/> “KOU” <input type="checkbox"/> “OTSU” No. <span style="float: right; font-size: small;">*Office use only</span>	Name	NAGATOMO, Tatsuho
<b>Thesis Title</b> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Tactile Data Mining Research for Integration of Physical Properties of Tactile Targets and Human Tactile Cognition</p>			
<b>Thesis Summary</b> <p style="margin-top: 10px;">In recent years, with the development of virtual reality (VR), it had been increased about research on the presentation of tactile sensation in VR space. However, unlike audiovisual perception, the physical properties of the tactile targets do not correspond to the human's tactile cognition. In this study, a method is proposed to construct a large dataset consisting of the physical properties of the tactile targets and the human's tactile cognition and to integrate these relationships using Deep Learning. Since, it is difficult to measure the stiffness distribution at the size of a human fingertip in terms of the material properties of the tactile targets, moreover, it is difficult to build a large dataset for sensory evaluation by subjects, which requires extraction of tactile perceptions.</p> <p style="margin-top: 10px;">The purpose of this paper is to establish a tactile data mining method for both physical properties of tactile targets and human tactile cognition. In this paper, a tactile sensor that enables to measure the stiffness distribution in the range of a human finger abdomen is developed, and a method to obtain human tactile cognition from an archived text corpus using natural language processing (NLP) without subject experiments is proposed.</p> <p style="margin-top: 10px;">In Chapter 1, the previous studies on tactile cognition, data mining, and tactile sensors, and described the purpose of our research are reviewed and summarized.</p> <p style="margin-top: 10px;">In Chapter 2, a stiffness distribution measurement sensor that enables to measure the range of the abdomen of a human finger is developed. Specifically, a capacitance-type 3-axis force sensor using liquid metal electrodes with soft-lithography is designed and demonstrated. A method to reduce the parasitic capacitance of polydimethyl-siloxane, which is the sensor body, by UV irradiation and cleaning with toluene-ethanol diluted solution is developed to further improve the sensitivity. Furthermore, a mechanism for direct stiffness measurement by mounting strain gauges of different Young's modulus onto the sensor is demonstrated.</p> <p style="margin-top: 10px;">In Chapter 3, a method to extract tactile cognitive information by vectorizing text corpus and NLP, and mapping the vectorized tactile onomatopoeia to the material property space is proposed. The validity of the proposed method was verified by using the questionnaire of the subject's perception as the correct answer data, and the principal component analysis of the embedding onomatopoeia expressions revealed new findings in human tactile perception.</p> <p style="margin-top: 10px;">Chapter 4 summarizes the results of our research, discusses the impact of our method and concludes the dissertation with the prospects of the proposed tactile data mining.</p>			