

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	触覚探索運動に含まれる触り心地情報に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	横坂拓巳
Author(English)	Takumi Yokosaka
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11007号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:渡邊 淳司,金子 寛彦,小池 康晴,長谷川 晶一,吉村 奈津江
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11007号, Conferred date:2018/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	（ 学術 ）
学生氏名： Student's Name	横坂拓巳		指導教員（主）： Academic Supervisor(main)	渡邊 淳司	
			指導教員（副）： Academic Supervisor (sub)	金子 寛彦	

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

人間は日常生活において、手や指を能動的に動かすことによって身の周りのものの豊かな触り心地を得ることができ、このような触り心地の知覚を通して、外界に対して適切に働きかけたり、触れた対象の価値判断を行っている。このような触り心地を、物体に触れている観察者に直接回答させるのではなく、外部から推定できるようになれば、効率的にバイアスの小さいデータを大量に収集できるため、科学的にも工学的にも大きな貢献が期待される。ある対象に触れている人間の感じる触り心地を推定する方法として、触れた対象の物性計測や、皮膚接触面における微細振動や変形の計測、触覚受容器の応答計測、脳活動の計測が考えられるが、いずれも計測にコストや大きな手間がかかり、行動制限も大きい。

本研究では、触り心地を得るときに行う手などの能動的な身体運動、すなわち触覚探索運動を触り心地の情報源として利用することを提案する。これまでの触覚研究の多くは、静止状態の腕や手、指に触覚刺激を提示したり、実験参加者に単純運動を行うよう教示したりと、手の動きを統制すべきノイズとして扱ってきた。そのため、そもそもどのような触覚探索運動が、どのような状況下で、どのような触り心地の情報を持っているのかについてほとんどわかっておらず、整理することが必要である。また、行為者の感じる触り心地を推定だけでなく、外部観察者の推定についても取り上げる。前者は触覚探索運動の行為者が実際に物体に触れたときに、どのような触り心地を感じたのかを推定することを目的とする。一方、後者は、外部の観察者が、実際に物体に触れるのではなく、行為者の触覚探索運動を見ることによって触れられている対象に関する情報や行為者の触り心地知覚に関する情報をどれだけ得られるのかを調べることを目的とする。歩行などの全身運動の視覚観察による運動意図や個性の推定能力についてはこれまでも調べられてきたが、行為者の手の動きの視覚観察による触れた対象の推定能力を調べた先行研究はほとんど存在しない。

まず、行為者の知覚する触り心地と触覚探索運動の関係について、多様な触覚刺激に触れているときの実験参加者の触覚探索運動を計測し、得られた触覚探索運動の特徴量が、実験参加者による触質感の評価値に関する情報をどのくらい持っているのかを多変量解析を用いて調べた。その結果、手の速度や加速度、押付力、更には目の動きのような触覚探索運動の特徴量によって、粗さや硬さ、好ましさなどの触り心地評価値の 40-80% を説明できることが明らかになった。加えて、触覚刺激や判断したい触り心地、実験設定、パーソナリティといった要因が、触覚探索運動に含まれる触り心地の情報量に影響する可能性も示した。

外部観察者の知覚する触り心地と触覚探索運動の関係については、行為者が触覚刺激に触れているときの手の動きを光点運動として異なる実験参加者に視覚提示し、その手がどのような触り心地の刺激に触れているかを推定させることで、外部観察者がどのような運動特徴を元に触り心地情報を見出しているのかを検討した。その結果、行為者がどのようなものに触れていたかを高い成績で推定することはできなかったが、外部観察者間での触り心地評価値はかなり一貫していることがわかった。このことは、必ずしも行為者と同じ触り心地を推定するわけではないが、外部観察者間では共通した触覚探索運動の特徴量を用いて触り心地を評価していることを示唆する。また、他者の手の動きのうち手の速度のような運動特徴量を変調させた映像を観察させると触り心地推定値が変化することを示した。更に、行為者にそれぞれの触覚素材に適した触り方を演じてもらい、強調もしくは誇張された手の動きを解析することで、視覚推定に有用な特徴量を抽出する試みも行った。

これらの結果から、触覚探索運動が触り心地の情報を持つ原因として、触覚刺激の物理特性による影響や行為者の触覚探索戦略による影響があることを整理した。また、本研究の知見を元に、触り心地情報と触覚探索運動の関係に影響を与える要因を整理した上で、触覚探索運動による触り心地推定技術実装の設計指針をまとめ、科学、工学、産業へ知見を共有するための枠組みについて議論した。

以上を要するに、本論文では、より日常に近い環境の中で起きている人間の触知覚に着目した研究を行い、その結果、日常で見られるような様々な物体との動的触覚探索という状況においては、これまでノイズと捉えられることが多かった触覚探索運動が、実は行為者や外部観察者の感じる触り心地の情報源として利用できることを示した。本論文は、従来の要素還元的研究における制限された状況で触知覚の構成要素を理解する視点ではなく、人間を取り巻く環境との結びつきの中で触り心地を理解するという全体論的な視点から触覚探索運動の価値を見出したものであり、触覚研究における新たな視点を与えるものである。

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	物理情報システム	専攻
Department of		
学生氏名：	横坂拓巳	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士	(学術)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員 (主)：	渡邊 淳司	
Academic Supervisor(main)		
指導教員 (副)：	金子 寛彦	
Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

We can acquire tactile information about an object's surface by actively moving our hands and fingers. There is growing scientific interest in understanding how to decode someone's subjective tactile feelings without explicitly asking what he/she feels. The present study was concerned with which kind of body movements made during tactile exploration (i.e., explorative motion) are informative about subjective tactile ratings and which are potentially useful for decoding tactile perception when recording and analyzing objective behaviors.

First, whether the explorative motion provided information about the tactile feeling of "touchers," who touched tactile stimuli by moving their hands, was assessed. In the experiments, participants freely touched the tactile stimuli and rated certain aspects, such as hardness and roughness. Their body motion during the tactile exploration was recorded and analyzed. The results of the statistical analyses showed that hand and eye motions and contact force could explain the tactile ratings and that the explanatory power was affected by various factors, such as the participants' task and their tactile personality.

Second, whether the explorative motion provided information about the tactile feeling of "observers," who observed the touchers' explorative hand motion, was assessed. In the experiments, participants observed point-light hand motion performed by the touchers and estimated aspects of the material that was being touched. The results showed that participants extracted information by observing the touchers' hand motion in order to make their estimation, and the correlations with the observers' estimations were strong. These results suggest that human observers can estimate tactile perception through visual observation of the hand motion of others by adopting common strategies regarding the relationships between the touchers' hand motion and tactile perception.

In summary, although many past studies of tactile perception have controlled the explorative motion and overlooked its importance, the results of this study show that the explorative motion can be a source of information about tactile feelings rather than being noise. These findings indicate the availability of explorative motion for decoding tactile feelings.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).