

触覚の錯覚とバーチャルリアリティ

電気通信大学 梶本裕之

触覚に関する研究はここ 10 年ほど継続的な高まりを見せている研究分野である。2005 年には初めて統一的な国際会議 World Haptics Conference が開催され、2008 年には初めての国際専門誌 IEEE Transaction on Haptics が創刊された。ヒトに触覚を呈示する触覚ディスプレイやロボットに触覚を与える触覚センサの開発、さらにこれらを支えるヒトの触覚の解明など、研究対象も多岐にわたる。

触覚研究のおもしろさは、あえて言えば全体に未成熟な点にある。例えば実用的な触覚ディスプレイを設計する場合、単純計算で必要とされるハードウェアスペックは現行技術で実現不可能であり、技術的チャレンジが必要である。一方現在の技術でなんとかするにはヒトの触覚に関する知見が必須であるが、こちらも十分ではない。つまりエンジニアリングとサイエンスの両方に目を配る必要があり、それが触覚研究の大きな魅力となっている。

本講演の主題は触覚の錯覚（呼び方は確定していないが、ここでは錯触と呼ぶ）であるが、昨今の触覚研究の高まりを受け、次々と新しい錯触が発見されている。まず他のモダリティの錯覚から類推される錯触がある。例えば視覚的な錯触としては仮現運動が、聴覚的な錯触としてはファントムセンセーションが挙げられる。さらに触覚固有の錯触や、他のモダリティとの協調によって生じる錯触も数多く報告されている。興味のある読者のための資料を参考文献に挙げる。

一般に錯覚現象は、人間の知覚モデルの探求に不可欠であると同時に、効率的な感覚呈示技術の構築に役立つ。例えば視覚では、網膜上の錐体細胞が 3 種類存在し、色スペクトルを 3 つの基底に射影して理解していることが知られている。この事実により、視覚呈示では RGB の 3 原色を用意するだけでよいことになる。この原色という概念は、現実の物理現象を人間の知覚という軸に射影している点で広義の錯覚である。

ちなみに狭義の錯覚はこれに「驚き」を伴うものであるとしか定義できない。そもそも我々の知覚は「我々の知覚できる軸でしか現実世界を把握できない」という意味で錯覚で無いものはあり得ない。感覚呈示技術のうち特に現実感を再生する技術をバーチャルリアリティ(VR)技術と呼ぶが、VR を「(現実と)本質的に等価な(virtual)現実感(reality)」とするなら、すでに我々は日常的に VR 世界を生きていると言える。VR 技術は、この我々にとっての世界を解体・再構成することで、我々にある種の気づきをもたらす技術である。

触覚においても事情は同じである。視覚ディスプレイが色スペクトルを完全に再生する手法をとらないのと同様、触覚ディスプレイも皮膚表面の変形を完全に再生することは不可能である。だからまず触覚についての原色とは何かという事から考える必要がある。当然最初の候補は視覚と同様に、一種類の受容器活動を誘発する刺激であろう。実際筆者らも含め、触覚受容器の活動に着目したリアリティ再現の試みは多い。

しかし触覚は全身に分布するので、受容器レベルの錯覚だけでは十分効率的な触覚ディスプレイは作れないかもしれない。そこで次のステップでは、受容器レベルから、より高次の情報処理に踏み込む必要が出てくる。視覚とのアナロジーを繰り返すなら、視覚では RGB 以外の基底の取り方は数多く提案されている。例えば輝度と色に分ける方法が知られ、色知覚のあいまいさを利用した圧縮手法は既に広く利用されている。

同様に触覚でも、受容器活動よりも高次の原色は定義できるはずであり、多くの研究者がこのもっとも合理的な感覚基底を探っている。錯触の理解はこの感覚基底の発見に必須であると考えられ、また逆に感覚基底に関する考察から新たな錯触が発見される事もある。本講演ではこれらの事例を取り上げ、触覚において我々が感じているリアリティを実現するために必要なものを探る。

参考文献

- [1] 安藤英由樹他: 力触覚における錯覚とその応用, 計測自動制御学会誌(計測と制御), vol.47, no.7, pp.582-586, 2008.
- [2] 岩村吉晃: タッチ, 医学書院, 2001.
- [3] Vincent Hayward: A Brief Taxonomy of Tactile Illusions and Demonstrations That Can Be Done In a Hardware Store, Brain Research Bulletin, vol.75, pp.742-752, 2008.
- [4] 望山洋: 触覚イリュージョンから脳内力学を理解する, 触覚技術の基礎と応用, 機械学会講習会資料, 2009 年 7 月.
- [5] 大山正他(編): 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック, 誠信書房, 1994.