

2023 年度年次報告書

生体マルチセンシングシステムの究明と活用技術の創出

2021 年度採択研究代表者

花川 隆

京都大学 大学院医学研究科
教授

ハプティクスメッシュと脳脊髄活動計測によるヒト触覚統合システムの究明

主たる共同研究者:

阿部 十也 (国立精神・神経医療研究センター 脳病態統合イメージングセンター 部長)

竹井 裕介 (産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター 研究チーム長)

山本 洋紀 (京都大学 大学院人間・環境学研究科 助教)

研究成果の概要

A. マルチモーダル(MM)グループ(花川)

MM グループでは、①極薄圧電振動素子とハプティクスメッシュプロトタイプによる触感生成技術の開発、②極薄圧電振動素子と 7-T MRI による触覚ネットワークの解明、③死後脳 MRI による脳幹の触覚システム微細構造同定と確率マップ作成の 3 項目に取り組んだ。

① 極薄圧電振動素子とハプティクスメッシュプロトタイプによる触感生成技術の開発

日本語オノマトペを用いた触感評価を行い、極薄圧電振動素子に通電する電流の波形を修飾することで異なる触感が生まれることを示した。

② 極薄圧電振動素子と 7-T MRI による触覚ネットワークの解明

7-T MRI を用いて極薄圧電振動素子またはエアパフによる触覚刺激をヒトに与える際の MRI 信号変化を用いてヒト触覚ネットワークシステムの同定を進めている。

③ 死後脳 MRI による脳幹の触覚システム微細構造同定と確率マップ作成

死後脳 MRI 撮像による脳幹の触覚システム経路同定については継続し、サンプル数を増やしている。

B. デバイスグループ(竹井)

デバイスグループでは、①極薄圧電振動素子の高伝達化、②多チャンネルハプティクスメッシュの開発、③ハプティクスメッシュの強磁場環境動作特性の評価の 3 項目に取り組んだ。

① 極薄圧電振動素子の高伝達化

極薄圧電振動素子の伝達効率を評価するための、振動センシング機能を有する圧電振動素子の開発と、皮膚への接着条件・拘束条件によって振動伝達がどのように変化するかの検証を行った。

② 多チャンネルハプティクスメッシュの開発

手のひらに貼付して触覚刺激を行うためのデバイスとして、アクチュエータを円形アレイに配置したデザインのハプティクスメッシュを作製し、動作検証を行った。

③ ハプティクスメッシュの強磁場環境動作特性の評価

強磁場環境下における極薄圧電振動素子の駆動評価を行った。具体的には非磁性材料を用いて作製したハプティクスフィルム素子を強磁場環境装置内に配置し、外部から駆動電圧を印加した際の振動動作測定とその影響について検証を行った。

C. 表在覚グループ(阿部)

表在覚グループでは、①触覚ネットワークとペインマトリクスの相互作用の理解、②極薄圧電振動素子による痛覚修飾技術開発に取り組んだ。

① 触覚ネットワークとペインマトリクスの相互作用の理解

脊髄から大脳皮質の同時神経活動マッピング MRI 技術を用いて、大脳と脳幹延髄下部の神経活動の同時観察に成功した。

② 触感を活用した拡張現実と疼痛制御技術の開発

既存報告の行動実験に修正を加え、痛覚・触覚入力統合の機序を切り分ける課題を作成した。この課題を用いて回路の切り分けを次年度に進める。

D. 触感グループ(山本)

触感グループ(山本)は①触覚に関する心理計測と②大脳皮質層別計測を実施した。

① 触覚に関する心理計測心理計測

デバイスグループが開発した積層型センサー機能付ハプティックフィルムを用いて、振動周波数感覚に関する刺激振幅の影響を計測した。

② 大脳皮質層別計測

ヒトを対象にした予備的計測とマーマセットを対象にした計測を実施した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Zymelka D, Takeshita T, Takei Y, Kobayashi T, Hanakawa T: Soft Packaging of Flexible Piezoelectric Actuators for Applications in Wearable Haptic Devices. 2024 IEEE 37th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) (2024)