

# 電気刺激を用いたハプティックインターフェイスの印象分析

木戸 佑香<sup>†</sup> 下川原(佐藤) 英理<sup>†</sup> 山口 亨<sup>†</sup>

東京都立大学

## 1. はじめに

携帯機器のタッチ操作やバーチャルリアリティシステムのインタフェースなど、人の触覚を再現したデバイスは年々増加している[1]。振動や動きなどの触覚フィードバックを与える技術はハプティクス技術と呼ばれ、ハプティクス技術をデバイスに反映する装置をハプティックインターフェイスと呼ぶ。近年では、人の触覚をより詳しく再現したハプティクス技術が多く開発され[2]、それを用いた様々なデバイスが生まれている。今後もハプティクス技術は発展し、ハプティックインターフェイスの利便性やリアリティはより高くなると考えられる[3]。

このように、ハプティクス技術の開発に関する研究は数多く行われている[4][5]。しかし、ハプティックインターフェイスの触覚の感じ方の個人差を調査している研究は少ない。そこで本研究は、ハプティックインターフェイスの知覚が個人間でどのように異なるのか、印象評価を用いて調査した。その中でも、電気刺激のハプティクス技術に着目し、電気刺激を利用したハプティックインターフェイスの1つである Unlimited Hand<sup>‡</sup>を使用して実験を行った。

## 2. 実験

Unlimited Hand は、前腕部に装着し8個の電極から電気刺激を与えるハプティックインターフェイスである<sup>§</sup>。図1に示す電極位置にしたがって、パターンAを「④⑥④⑥」、パターンBを「⑦⑦⑦⑦」、パターンCを「④」とする3つの電気刺激を作成した。各パターンの電気刺激の間隔は一定であり、強さと鋭さは変更しない。作成した3つの電気刺激のパターンA、B、Cを用いて、電気刺激の知覚がどのように異なるのかを検証する実験を行う。

本実験は、東京都立大学システムデザイン学部の研究室で実施した。実験参加者は、東京都立大学の学生7名(男性6名、女性1名)である。被験者には利き手に関係なく Unlimited Hand を右前腕に装着してもらった(図2)。

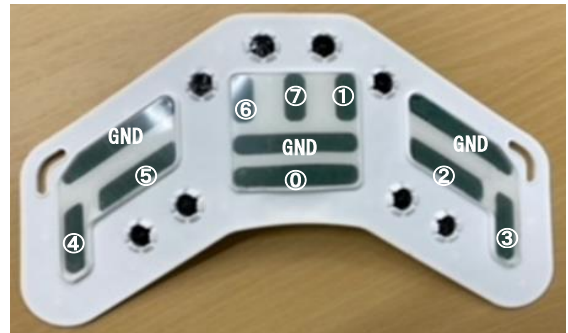


図1. Unlimited Hand の裏側の電極配置図



図2. Unlimited Hand を用いた実験の様子

実験者は被験者に対し、1パターンずつ電気刺激を与える。刺激を与えた直後、印象評価に関するアンケートに回答する。パターン毎に3回、計9回実験を行った。ただし、実施するパターンの順序は順序効果を考慮した。

印象評価はSD法を用い、片平らの手順を参考に設計した[6]。印象評価を行うさいの評価尺度として「痛い—くすぐったい」「鋭い—鈍い」「重い—軽い」「強い—弱い」「固い—やわらかい」「乾いた—湿った」「粗い—滑らかな」「嫌いな—好きな」「悪い—良い」「派手な—地味な」「緊張した—ゆるんだ」「引き締まった—伸びやかな」「動的な—静的な」「騒がしい—静かな」「早い—遅い」「熱い—冷たい」「明るい—暗い」「澄んだ—濁った」「汚い—美しい」「陽気な—陰気な」の全20個の形容詞対を使用した。各形容詞対に対する評価は7作法で回答され、中央に「どちらでもない(4)」をとり、左右の両端に向かって「やや(3/5)」「かな

Impression Analysis of Haptic Interface using Electrical Stimulation

<sup>†</sup> Kido Yuka, Eri Sato-Shimokawara, Toru Yamaguchi : Tokyo Metropolitan University

<sup>‡</sup> H2L株式会社 Unlimited Hand <http://unlimitedhand.com/>

<sup>§</sup> Unlimited Hand 電極の配置について <http://dev.unlimitedhand.com/devise/>

り(2/6)」「非常に(1/7)」の3段階を設けた。

また、Unlimited Handはジェルパットの状態によって感じ方が異なるため、ジェルパットは毎回洗い、ジェルパットの状態をできる限り一定に保つように努めた。

### 3. 結果と考察

各被験者から得られたパターン毎の評価データ(3回分)の平均を算出した。得られた平均データのうち、一番差が大きいパターンAをもとに被験者を「痛いと感じる」と「痛くない」の2つのグループにわけた。「非常に痛い」「かなり痛い」と回答した被験者4名を「痛いと感じる」グループ、「やや痛い」「どちらでもない」と回答した被験者3名を「痛くない」グループとした。この結果をもとに、「痛いと感じる」グループと「痛くない」グループそれぞれのパターンA, B, Cごとの平均を算出し、グラフに表した。

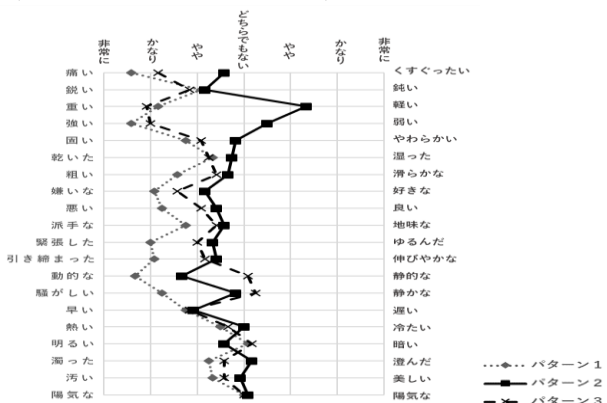


図3. 「痛いと感じる」グループのパターン毎の平均を表したグラフ

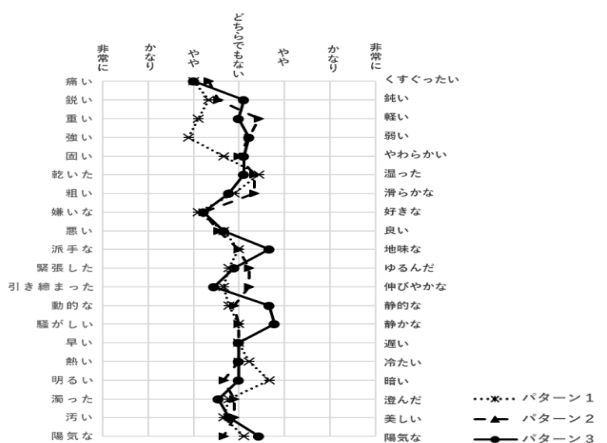


図4. 「痛くない」グループのパターン毎の平均を表したグラフ

図3より、「痛いと感じる」グループは全体的に印象評価の振れ幅が大きい。また、各パターンのグラフの振れ幅は異なるが、パターンAとパ

ターンCはグラフの形状が類似していた。一方、図4より、パターンAで「痛くない」と感じている被験者は全体的に印象評価の振れ幅が小さく、3パターンともグラフの形状が類似していた。このことから、パターンAで「痛い」と感じた被験者は、パターンB, Cでも刺激の違いを強く感じ、各パターンの区別がつくと解釈可能である。

これらの結果から、同じ電気刺激でも感じ方には個人差があり、印象評価の振れ幅が大きい人は異なる電気刺激を区別することができるが、そうでない人は区別できない。したがって、電気刺激によるハプティックインターフェイスを構築する場合は、印象評価が大きく異なることに注意して構築しなければならないことが示唆された。さらに、使用者自身で調節することが可能であるデバイスが望ましいと考えられる。

### 4. おわりに

本研究では、ハプティクス技術で用いられる電気刺激に対して人が抱く印象評価の違いに注目し、SD法を利用して検証を行った。その結果、電気刺激を用いたハプティックインターフェイスでは、感じ方に個人差があることが明らかになった。このことから、電気刺激を用いたハプティックデバイスを開発するさいには、感じ方の個人差を考慮する必要があると示された。

### 参考文献

- [1] 永野 光, 岡本 正吾, 山田 陽滋: 触覚的テクスチャの材質感次元構成に関する研究動向, TVRSJ Vol.16 No.3 pp.343-353, 2011.
- [2] 石川 敬明, 辻 敏夫, 栗田 雄一: 電気刺激による重量感に対する視覚および振動刺激の影響, The Japan Society of Mechanical Engineers 3P2-B05(2), 2014.
- [3] 鈴木 邦治, 岡嶋 克典: 動的質感の知覚における視覚運動情報と触覚情報の影響, 社団法人映像情報メディア学会技術報告 Vol.35 No.51, 2011.
- [4] 黄 健: 次世代マルチメディアサービスへの期待:ハプティックデバイスによる力感覚の提示とその応用, 近畿大学次世代基盤技術研究所報告 Vol.1 45-50, 2010.
- [5] 梶本 裕之, 川上 直樹, 前田 太郎, 舘 暉: 皮膚感覚神経を選択的に刺激する電気触覚ディスプレイ, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J84-D-II No.1, 2001.
- [6] 片平 建史, 武藤 和仁, 橋本 翔, 飛谷 謙介, 長田 典子: SD法を用いた感性の測定における評価の階層性—EPA構造の評価因子の多義性に注目して—, 日本感性工学論文誌 Vol.17 No.4 pp.453-463, 2018.