

# Hornet Attacks! —痛覚刺激を導入した複合現実感アトラクション—

## Hornet Attacks! ---A Mixed Reality Attraction with Pain Stimulation---

片岡 佑太, 中西 雄大, 斉藤 純哉, 橋口 哲志, 木村 朝子, 柴田 史久  
Yuta Kataoka, Yudai Nakanishi, Junya Saito, Satoshi Hashiguchi, Asako Kimura, and Fumihisa Shibata

立命館大学 情報理工学部  
(〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

**概要:** 近年, 複合現実感 (MR) 技術を利用したアトラクションでも触覚情報が積極的に活用されるようになり, 臨場感の向上に貢献している. 実際に活用されている触覚刺激は, 振動覚や温冷覚が多く, 触覚刺激の 1 つである痛覚に関してはあまり着目されていない. そこで, 我々は痛覚を導入した MR アトラクションとして, “Hornet Attacks!” を製作した. このアトラクションでは, HMD 上に提示された仮想物体の蜂が体験者に襲いかかり, 体験者はそれを駆除する. また, 仮想物体の蜂に刺されると, 痛覚提示デバイスによってあたかも蜂に刺されたような感覚を再現した.

**キーワード:** 複合現実感, 痛覚刺激, ファントムセンセーション, エンターテインメント

### 1. はじめに

近年, 複合現実感 (MR) 技術を活用した応用システムや作品では, 視聴覚だけでなく, 触覚刺激を利用することが活発化している. 当研究室で既に開発した “Mass of Roaches!” [1] では, MR 空間において視覚刺激と振動刺激を同期させることで, 振動子が存在しない部分にも刺激が感じられることを示した. 他の研究開発事例でも, 触覚の利用は, 振動覚や温冷覚によるものが大半である. そこで, 新たな試みとして, 触覚の 1 つである「痛覚」に着目し, 痛覚刺激を効果的に活用した MR アトラクション “Hornet Attacks!” を制作し, その表現能力や効果を確認することとした.

### 2. 設計方針

「痛覚」から連想する最も自然な発想として, 本アトラクションでは, 現実世界では滅多に体験することができない, 蜂の駆除に着目した. コンテンツ開発の基本方針として, 以下の 3 つを採用した.

- (1) 蜂に刺される痛みの感覚が得られる
- (2) 蜂を駆除することができる
- (3) 蜂の音を体感することができる

(1) では, あたかも本物の蜂に刺された感覚を提示するための痛覚提示デバイスを作成した. (2) では, 蜂を駆除するためのスプレー型デバイスを作成し, 体験者は蜂に刺されないように蜂を駆除可能とした. (3) では, ヘッドフォンを用いて 3 次元音場を構築することによって, 様々な方向から蜂が襲ってくる表現を可能とした.

### 3. システム構成

#### 3.1 MR システム

図 1 にシステム構成, 表 1 に機器構成を示す. 体験者は頭部にビデオシースルー型の HMD (Head Mounted Display) とヘッドフォンを装着する. HMD 上のカメラを用いて現実世界の映像をキャプチャし, 仮想物体を重畳描画する. その映像をディスプレイ上に表示している. また, 前腕部には磁気センサと痛覚提示デバイスを装着する. デバイスや体験者の位置を, 磁気センサを用いることで測定した. また, 体験者の正面には蜂の巣があり, そこから仮想物体の蜂が出現する. そして, 体験者は蜂を駆除するスプレー型デバイスを手を持ち, 本作品を体験する (図 2). 尚, 入出力ボードはデバイスを制御するために用いた.

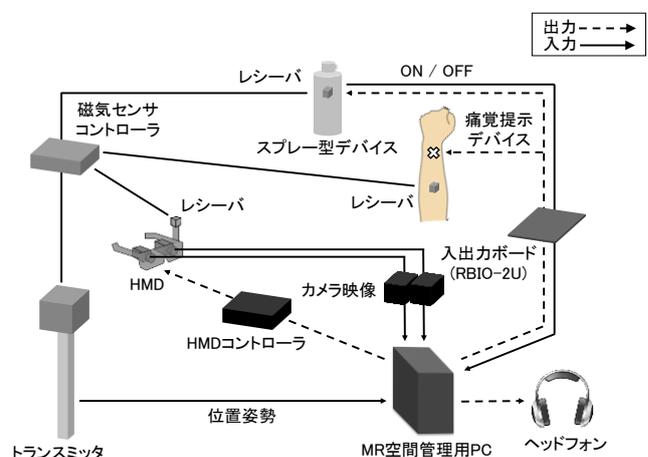


図 1 システム構成

表 1 機器構成

機器名	モデル名
MR 空間管理用 PC	OS: Windows XP Professional SP3 CPU: Intel Core i7 2600 (3.40GHz) GPU: GeForce GTX 560
HMD	Canon VH-2002
磁気センサ	Polhemus 3SPACE FASTRAK
ヘッドフォン	Audio-Technica ATH-PRO700MK2
入出力ボード	共立電子産業 RBIO-2U



図 2 体験の様子

### 3.2 スプレー型デバイス

体験者はスプレー型デバイスを使用することで、蜂を駆除することができる。スプレーの噴射を、CG と噴射音を用いて視覚的・聴覚的に提示し、更にスプレーの噴射時における振動を表現するために、振動モータによる触覚提示を行った。これにより、現実世界のスプレーと同様の感覚で使用することができ、リアリティの向上に繋がった。

### 3.3 痛覚提示デバイス

本作品は蜂に刺される感覚である“痛覚”を提示する。その提示方法として、温度刺激や機械刺激、電気刺激などが考えられた。しかし、蜂に刺されたような局所的な痛みは温度刺激では表現することが難しい。また、機械刺激として針を用いて痛覚を表現しようと試みたが、体験中に腕を動かすことを考えると、針が皮膚に過剰に刺さることがあり、好ましくない。そこで、デバイスを容易に装着することができ、針で刺された時と同じ感覚が得られた電気刺激を用いて痛覚を提示した。装置に使用した部品と概要は表 2、図 3 のものである。交流電源をコッククロフト・ウォルトン回路 (CW 回路) で電圧の高い直流電源に変換し、この回路から流れる電流を入出力ボードで制御した。そして、長さ 10mm の電極を通して皮膚に電流を流すことで痛覚提示を行った。尚、本作品では約 100V、1mA の電流圧を提示した。

また、HMD を装着した際に、視覚刺激が容易に視認可能な前腕部に注目し、痛覚提示デバイスを装着した。

## 4. 本作品における PhS の利用

本作品では蜂に刺された感覚を提示するために、電気刺激を用いた痛覚提示デバイスを作成したが、電流を提示するデバイスを身体に装着する際に、谷江ら [2] は以下の問題が発生することを述べている。

表 2 回路に用いた部品

部品名	詳細
コンデンサ (C)	耐圧: AC250V 容量: 1500pF
ダイオード (D)	順電圧: 1.1V 順電流: 1A 逆電圧: 1000V

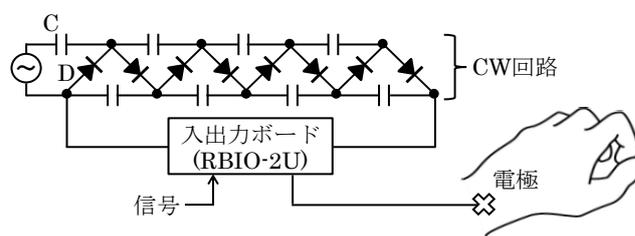


図 3 痛覚提示の仕組み

- (i) 刺激を提示する装置の配線が複雑になる
- (ii) 電流が 1 点に集中してしまう

(i) に関しては、痛覚提示デバイスを身体の様々な部位に装着する際に、配線が複雑になり、断線など機器の破損の可能性が上がる。また、(ii) のように、デバイスを身体に複数装着することで、電流が 1 点に集中し、人体に影響を及ぼす可能性もある。以上の解決策として、2 つの痛覚提示デバイスの中に生じるファントムセンセーション (Phantom Sensation; PhS) の錯覚現象を利用した。PhS は、皮膚上の 2 点を同時に刺激することで、その中間に刺激が知覚される錯覚現象である。痛覚における PhS の詳細は文献 [3] に譲る。この痛覚 PhS を用いることで、少ないデバイスで広域に触覚を提示することが可能となり、(i), (ii) の問題を解決することができた。また、デバイスが存在しない場所に痛覚が提示されるという驚きも表現することができた。

## 5. むすび

我々は、蜂の痛さを体験できる MR アトラクション“Hornet Attacks!”を制作した。種々の触覚の中であまり活用されていない痛覚を導入し、MR の新しい表現を実現することができた。今後は、視覚刺激が痛覚に及ぼす影響など、本システムから得られた知見を分析する予定である。謝辞 本システムの原形となった“Bee Buster”の開発に協力された櫻井亮大、佐藤拓哉、田中亜弥、水田匠の諸君らと貴重な助言を頂いた大学院生諸兄に感謝します。

### 参考文献

- [1] 森尚平, 杉本一平, 永坂貴浩, 村田龍吾, 山元明彦, 田村秀行: Mass of Roaches! -振動と視覚的演出の同期による MR アトラクションの演出-, 第 15 回 VRSJ 大会論文集, pp. 398 - 401, 2010.
- [2] 谷江和雄, 舘暉, 小森谷清, 阿部稔: 電気パルス刺激における強度差ファントムセンセーション像の位置弁別特性, 計測自動制御学会論文集, Vol. 15, No. 4, pp. 91 - 98, 1979.
- [3] 片岡佑太, 橋口哲志, 柴田史久, 木村朝子: 複合現実空間における痛覚提示に関する諸考察, 本大会, 2013.