



「あ、なんだ。蛙か。」現象

Phenomenon “Oh, I see. It’s only a flog.”

川本夏生¹⁾, 網田 光瑠¹⁾, 瀬川 幸志郎¹⁾, 田代 佳音¹⁾, 田上 羽藍¹⁾, 千葉 あすか¹⁾,
西田 将裕¹⁾, 波多野 陽香¹⁾, 本田雄大¹⁾, 宮田 冴輔¹⁾, 山田 葵¹⁾, 西村 優一¹⁾,
Natsuki KAWAMOTO, Hikaru ODA, Koshiro SEGAWA, Kanon TASHIRO, Uran TANOUE, Asuka CHIBA,
Masamichi NISHIDA, Haruka HATANO, Yudai HONDA, Aoi YAMADA, and Yuichi NISHIMURA

1) 熊本県立大学 総合管理学科 (〒862-0920 熊本県熊本市東区月出3丁1-100, vrsj@star.t.u-tokyo.ac.jp)

概要: 爬虫類はお好きだろうか。得意とする人たちはいるものの、苦手な人たちも少なくないだろう。そんな爬虫類の中でも、特にカエルは最も身近な爬虫類と言えるだろう。昨今ではサラダに混入し、嘔サラダ好きを震撼させたことだろう。そんな爬虫類に親しみを持つために立ち上がったのが本企画である。本体験では爬虫類、主にカエルが徐々に近づき、ついには腕を這う、そんな体験をHMDによる視覚提示と、冷水を用いた温覚提示、そしてロボットアームとゲルを用いた触覚提示を通して再現している。

キーワード: 爬虫類, ロボットアーム, 這い寄りモジュール, 触覚提示

1. はじめに

爬虫類との直接的な触れ合いに全く抵抗がないといえる人たちは、少数派ではないだろうか。著者らも爬虫類を苦手としている多数派の一員である。苦手とする理由はさまざまであるが、特有の肌質や形、そしてその最たる理由は予測不可能な動きである。このように苦手意識の高い人たちにとっては、恐怖心を引き起こす要素を兼ね備える爬虫類であるが、害虫駆除に貢献しており、生態系の保全に役買う側面がある。そのような爬虫類への理解を深めるためにも、私たちは直接触れ合うことで恐怖心を克服するべきではないだろうか。本企画では、その恐怖心を取り除く機会を創出し、少しでも多くの人たちの苦手意識をなくしたいという想いで考案した。

本企画では、「這い寄りモジュール」と命名した感覚提示モジュールを介して、バーチャルリアリティ (VR) 空間上に現れる爬虫類 (主にカエル) が卓上から体験者の上腕まで這いあがってくる感覚を再現する。本体験を通して、爬虫類と擬似的に触れ合うことで私たちが持つ恐怖心を少しでも克服していくことが狙いである。

2. 企画内容

2.1 VR での体験内容

VR 空間では、現実の机を模したコンピュータグラフィックス (CG) 表現の机が存在し、同時に体験者の腕と連動した3DCGの腕が表示される。体験中はCGのカエルが机

の上を跳ね回りながら、徐々に腕に近づき、その後体験者の腕に跳ね乗ってくる。そして、腕の上をピョンピョンと跳ね回りながら、体験者は初めて爬虫類との触れ合いを実現する。

本企画におけるVR体験では、心拍数を用いてカエルへの慣れ度合いを百分率で表し、その値の向上を苦手意識の克服の指標として用いる。

2.2 体験のフロー

2.2.1 事前準備

VR 体験の事前準備として、感覚提示に用いるロボットアーム MyCobot からの体験者への適切な重量感・触覚の提示、および、慣れ度合いの基準値を設定するために、キャリブレーションを行う。キャリブレーションの手順は、以下のとおりである。

- 手順1. MyCobot を管理者が手動で操作し、体験者の手首と肘にあて、MyCobot 座標値で腕の長さを計測する。
- 手順2. 深度カメラで体験者の腕の深度情報を取得する。
- 手順3. 体験者がスマートウォッチを装着後、通常時の心拍数を計測し、慣れ度合いの基準値として設定する。
- 手順4. ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を装着して、VR 体験を開始する。

2.2.2 体験中

HMD には雨の降る環境に机を目の前にした VR 空間が

現れる。また、心拍数をもとにした「カエルへの慣れ度合い（慣れ度）」を表した UI が表示される。

体験者の心拍数が下がることは、恐怖心が軽減されることを意味し、それに伴い慣れ度は向上する。カエルと触れ合いの中で体験者が落ち着いた状態を取り戻すことで、慣れ度を 100%まで高め、本体験の目標を完遂したとする。

2.3 操作方法（爬虫類とのインタラクション）

体験者は卓上に設置された「這い寄りモジュール」と呼ぶロボットアームをベースとした装置により、カエルの感覚を得る。体験者の腕の動きによって、カエルの動きが変化し、ロボットアームはそのカエルの動きに連動し、体験者の腕に重量感と触覚を提示する。体験者の腕の動きとカエルの動きの変化、それに伴う感覚提示場所変化により、リアルタイムでの爬虫類とのインタラクションを実現する。

3. システム

図 1 のような全体システムを組んでいる。

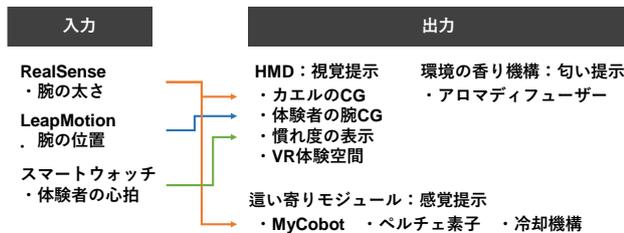


図 1：全体のシステム構成図

3.1 感覚提示

本企画での主な感覚提示機構ならびに、各モジュールは以下のとおりである。

這い寄りモジュール：MyCobot により、カエルの飛び乗った際の重量感、および、卓上を跳ねる際の振動を提示する。また、ペルチェ素子、冷却機構：カエルと接触した際の体温を提示する。

HMD：カエル、体験者の腕、VR 空間をそれぞれ CG で提示し、慣れ度を 100%表示で確認する。

環境の香り機構：アロマディフューザーを用いて雨の降る VR 空間に合った演出を行う。

3.2 MyCobot

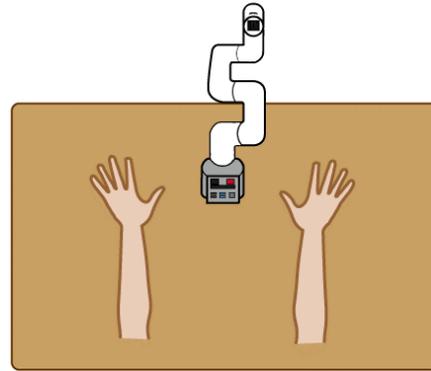


図 2：MyCobot と体験者の腕の関係図

図 2 のように配置した MyCobot が卓上への振動、および、体験者の腕へ直接圧力を与える。VR 空間上で映し出されるカエルの座標値を Unity から MyCobot に内蔵されている Raspberry Pi 4 へ OSC (Open Sound Control) を通して送信する。MyCobot は、その受信した座標値をもとに卓上の座標空間に変更した上でカエルの動きとの連動を実現する。

3.2.1 RealSense

RealSense は、体験者の腕の太さを検知するために用いる。キャリブレーションにおいて、腕の座標位置は概算できるものの、体験者が腕を動かした際に誤差なく、MyCobot による圧力提示を行うには、深度情報によりリアルタイムに腕と MyCobot との位置情報を適合させる必要がある。これにより、適切な圧力に調整が可能となり、腕への過度な圧力提示による体験者および、MyCobot への負荷を軽減できる。

3.2.2 振動・触覚両用の L 字

MyCobot 先端に取り付けられたマトリックスディスプレイ Atom には、L 字アタッチメントを装着し、机への振動、ならびに、体験者の肌に対する粘着感を提示するゲル素材の切り換えを行う。L 字型により、Atom の回転域を節約しつつ、動作の機敏性への影響を軽減する。

3.3 ペルチェ素子

図 3 に示すように、クッション素材の下にペルチェ素子を取付け、肌との接触面を冷却することで、カエルと体験者との体温の違いを提示する。

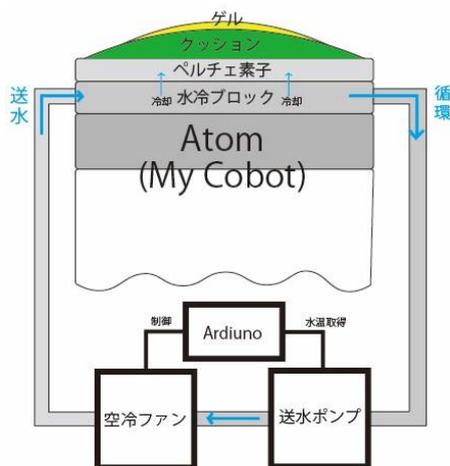


図3：Atomの先端構造

ペルチェ素子の冷却効率を高めるために、ペルチェ素子の放熱面に冷却機構を導入している。冷却機構の構成は図3の下部のとおりであり、下記の稼働フローとなっている。

- 手順1. 送水ポンプは常時稼働させる。
- 手順2. Arduino で設定した水温のボーダーラインを冷却用水が下回ると判定される。
- 手順3. 空冷式ファンが回り冷却用水を冷却する。
- 手順4. 送水された水がペルチェ素子の放熱面を冷却する。
- 手順5. ペルチェ素子で Atom のアタッチメントを冷却する。
- 手順6. 冷却水はチューブを経由し循環する。

3.4 視覚提示

HMD に出力されるコンテンツの要素は以下である。

- ・カエルの CG：リアルな質感のカエルモデル
- ・体験者の腕 CG：リアルな質感の人間の腕モデル
- ・慣れ度の表示：心拍を用いた慣れ度合いを示す指標
- ・VR 体験空間：雨やカエルを連想させる CG 空間

3.4.1 腕

両腕のハンドトラッキングは LeapMotion を用いている。LeapMotion は、HMD のハンドトラッキングとは異なり、手だけでなく前腕部分も検知できるため、カエルとの接触においてメインとなる前腕のトラッキングを重視し、採用した。

3.4.2 慣れ度

事前に取得した心拍数を基準値としたカエルへの慣れ度合いを数値化する。本企画の目的は、爬虫類への慣れであるため、恐怖心により高まった心拍数を基準値に戻すことを視覚的に捉える仕組みを導入する。

4. むすび

本企画では VR 空間上でカエルと直接触れ合うことで恐怖心を克服することに試みた。本体験を通して恐怖心を抱き、そして克服に至った暁には、「這い寄りモジュール」の完成度を検証できることとなる。これを機に当モジュールが爬虫類と人間の絆を結ぶ、そのような大義が叶うことを切に願っている。

5. 参考資料

- [1] 宮田和樹, 神野直樹, 堀江遼大, 田宮彩加, 齋藤真凜: 在宅茶会, 第 25 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集(2020 年 9 月).
- [2] Keiji Sato, Yoshimi Sato, Michi Sato, Shogo Fukushima, Yu Okano, Kanako Matsuo, Sayaka Ooshima, Yuichiro Kojima, Rika Matsue, Satsuki Nakata, Yuki Hashimoto, and Hiroyuki Kajimoto: 虫 HOW? (2007), 第 15 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集.
<http://doi.acm.org/10.1145/1401615.1401618>