

物を介した気配の触覚提示

嶋田 有里^{1,a)} 羽田 久一²

概要: 生物は無意識のうちに様々な情報を出している。それらを抽出し利用することで、生き物がいない空間で生き物の気配を出すことが出来るのではないかと考えた。今回は気配を感じる要因を生き物がものに触れたりぶつかったりしたときに起きる振動であるとし、コップに振動を与えることで間接的に振動を感じるデバイスの提案と制作を行った。気配と生き物らしさを両立するために振動のぼかしの範囲や、振動の強さ、不規則な動きについて考える必要があることがわかった。

1. はじめに

気配とは、周囲の状況から何となく感じられる様子である。人や動物が近づいてくるとき、季節の変わり目、不穏なことが起こる直前など様々なときに気配という単語は使われる。これらは無意識のうちに、五感で感じ取れるものである。

人間や動物などの生物は、生きていくうえで無意識のうちに様々な情報を出している。これらの中でも、人間が認知できたものを生き物の気配として感じ取っているのではないかと考えた。例えば、足音や体の一部が何かに触れたときに出るかすかな音や体温、呼吸や動きで出来る風などがあげられる。これらの要素を抽出し、利用することで生き物がいない空間でも、生き物の気配を生み出すことを目標にした。

また、人間は生き物と触れ合うことで癒されたり、驚かされたりなど、人間同士では得られない体験ができる。しかし、実際生き物と触れ合うためには飼ったり、生き物のいる場所まで出向く必要がある。どちらも手間や費用がかかることから、気配を感じるだけでもそのような体験ができるのではないかと考え、生き物の気配を作ることにした。

2. 関連研究

気配を作るために、触覚で気配を再現するために使われることが多い非接触触覚と、生き物らしさについての研究を調査した。

2.1 非接触触覚

気配という曖昧な感覚を表現するために、非接触の状態での触覚を与えることがよく取り上げられている。足音や触られた感覚はなくとも人の気配やなんらかの気配を感じる原因を準静電界 [1] とし、鈴木らはブラウン管テレビを使い気配を再現した [2]。ヘッドマウントディスプレイを付けた状態で脛にブラウン管テレビを近づけ、体毛を刺激することでピリピリとした触覚を与えた。柄沢らはこの準静電界を再現するために静電気発生装置を用いて、触覚提示を行った [3]。それに加え、熊谷らはソファを使い、隣に人はいないが座ったかのように感じるような状況を作り上げ [4]、隣に座るような音と共にソファをへこませることで隣に人がいるような感覚を与えた。また柄沢らは狭い密室で超低周波をスピーカーから出すことによって触覚が得られることを示した [5]。空間内の音圧が変化し、さりげない感覚を得られたということがわかった。

非接触触覚を使った研究では人か生き物ではない曖昧なものを表現するものが多くある。今回の実験では準静電界を利用してピリピリとした触覚を生成し、人間以外の生き物の気配を表現することとした。

2.2 生き物らしさの表現

人間は対象を観察する際に、アニメーション知覚 [6] と呼ばれる生物らしさを感じる感覚を持っている。山本らの強磁性粉末を用いた動的なディスプレイ [7] では、生き物らしい動きにこだわり、ロボット型掃除機に磁石を付け、強磁性粉末を動かすことで生き物が動いたかのような跡を作っていた。ロボット型掃除機を動かすときに、移動速度や経路を不規則にすることで、意図的に動いているように見えることが示された。また、フラハティらの生きた冠毛 [8] では、タンポポの冠毛を帯電させることで生き物らしい動

¹ 東京工科大学 大学院 バイオ・情報メディア研究科 メディアサイエンス専攻

² 東京工科大学メディア学部

^{a)} m01171384d@edu.teu.ac.jp

きを表現した。重力に抗う動きや、冠毛が複数ある場合に個性のある動きをすることにより、生き物らしさを強く感じるということが示された。これらの研究では視覚を利用して生き物らしさを表現している。

Israr らは表面積が大きい背中に刺激を与えることに着目した [9]。振動モーターを複数使い動いているかのように表現するために、徐々に隣の振動モーターへ動くモーターを切り替える際に、ぼかしを入れることで連続的に動いているような感覚が得られた。Takahashi らは水を介して指先に振動を与えることで機械的な振動でも、生き物らしさを感じることを示した [10]。これらの研究では最終的に視覚も利用し、より生き物らしさを出そうとしていた。

今回の研究では視覚以外の感覚を用いて、生き物らしさを表現することを目標としている。

3. 生き物の気配を提示するシステムの提案

3.1 コンセプト

手は撫でたり、抱き上げたりなど生き物との様々なコミュニケーションに使われている。それに加え、手は他の部分よりも温度や動きの変化などを感じ取りやすい。その手に触覚を利用した気配を与えることで、より近くにいるような表現が出来るのではないかと考えた。

生き物らしさを表現をする作品では、視覚や聴覚が用いられることが多くあるため、本研究では触覚のみで生き物らしさを表現しようと考えた。人間は多くの情報を視覚から得ている。そのため、視覚を使わずに触覚のみを使うことで触覚に集中し、生き物の有無や位置についてより触覚から感じることが出来る可能性がある。

これらを利用して、生き物が出す気配を作り出すことにした。

3.2 気配の定義

気配には様々な要素がある。その中でも触覚は非接触触覚だけでなく、物を介して感じる感覚も気配であると定義した。人間は服や壁、床などを通して気配を感じることもある。例えば、他の人が自分に近づいてきているときに見えていない場合にも足元の振動を通して、近づいてきているとわかる。普段日常的に行われている行為や、体験したことを強く覚えている行為である場合、実際はそこにいなくてもそのように感じることもある。そのため、物を介して感じる感覚も気配であると定義した。

また、そこにいるかもしれないという情報を与えることが重要である。いる可能性が全くないものを気配として感じることはない。夜道で感じる視線も食事中に机の下にいる飼犬や猫の感覚も、そこにいるかもしれないと思わないものを想像することはない。実在しないものでも同じことが言える。そのため、いる可能性があるという情報を与え感じ取ったものも気配と定義した。

3.3 生き物の気配

今回は生き物が出す気配として、動きに焦点を当てた。生き物が動くことにより周りの空気を動かしたり、ものにぶつかったりすることで、直接触れていなくても気配を感じることができる。また生き物の体の大きさや特徴によって動きが大きく変わることから、情報の受け取り手が変化を感じ取り、別の生き物へ変化したことがわかると考えた。その動きを再現する際に、不規則な動きを取り入れることでアニメーションを感じ、より生き物の気配として認識できる。

3.4 生き物の気配の提示

体験者が体験するものは生き物の気配を感じることであるため、動いている部分が見える必要性がない。それに加え、見えないことにより触覚で感じようとするため、気配を感じやすくなる可能性がある。

振動するものとしてコップを利用することで、中に何かがいるという状況を想像しやすくなるのではないかと考えた。例えば、とっさに虫をコップで捕まえたときに本当に捕まえたか不安になり、いてもいなくても中で動いている気がすることがある。そのため曖昧な動きでも生き物の気配を感じるのではないかと考えた。

4. コップを介した触覚提示

コップを使い、振動を手と与えるために図 1 のようにコップの内側に振動モーターを 4 個つけた。図 2 のように Processing で黒い点の部分に生物がいると仮定し、それに合わせて Arduino から振動モーターに命令を送ることで動かしている。デバイスの全体像が図 3 になる。コップの上部を手で覆うことで振動が手に伝わり、生き物らしさを感じる事が出来る。図 4 のように振動モーターは動かないように、振動モーターが固定できるようにクリップで止めた。

Processing に表示される黒い点の移動に合わせて、振動モーターが動くようになっている。黒い点は描画されている円の中を、円運動や反復運動のように移動するようにプログラムすることで、それに合わせて振動モーターが動くようになっている。今回はコップの中心から、コップのふちの内側を円運動をするように指定した。

それに加え Israr らの研究から [9]、ぼかしを入れることで連続的に動いているかのように感じる事がわかっている。このぼかしとは、生き物の移動を振動で再現するために振動するモーターを切り替える際に、急に振動を止めるのではなく、徐々に減衰させていくことである。そのため、図 1 の塗りつぶされた青い円のふちから中心にかけて振動モーターの強さが増幅するようにした。これを実装するために、Processing 上で黒い点と 4 つの振動モーターの位置を取り、青い円の半径より振動モーターとの距離が近くな

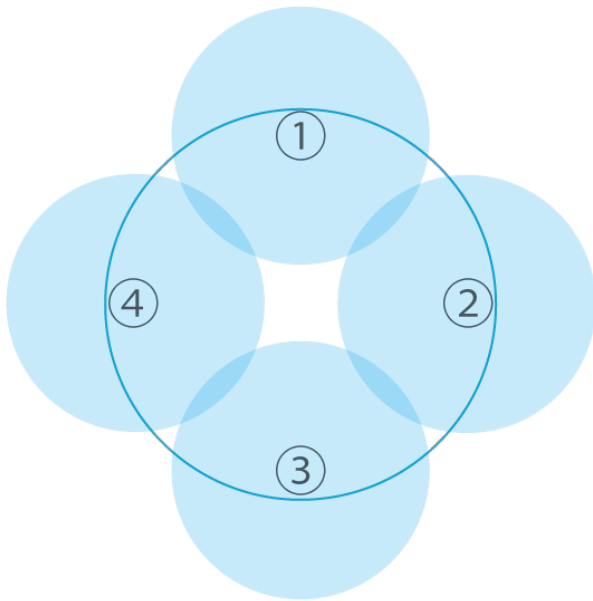


図 1 振動モーターの位置と振動する範囲

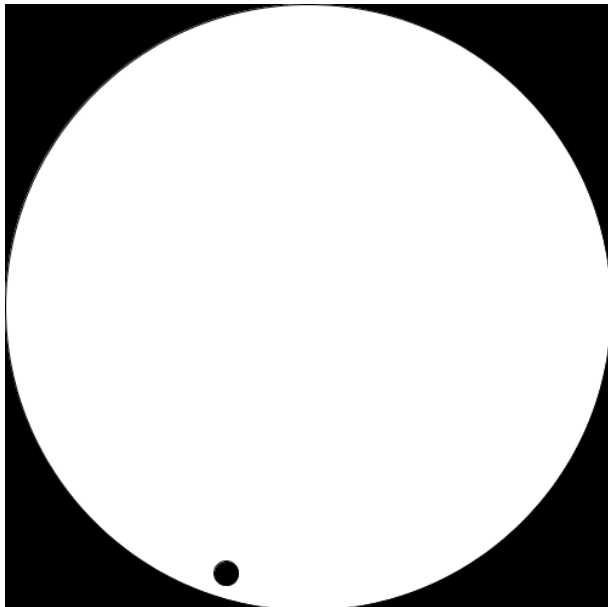


図 2 実行時のプログラム画面

れば、振動モーターが動き出すようになっている。そして距離が近くなるほど、直線的に振動が増幅していくため、どの方向から近づいても中心へ近づくにつれて振動が増幅する。

この Processing の画面は動作確認をするためのものであるため、体験者はこの画面を見ることはない。体験中はカップや周りの環境を自由に見ることが出来る。

5. 結果

物を介して振動を手を与えることで生き物の気配を感じるデバイスの基本的なプログラムができ、振動モーターをカップの内側に取付けた。生き物がカップの内側のふちを回るかのような動きを再現すると、連続的に動いてるよ

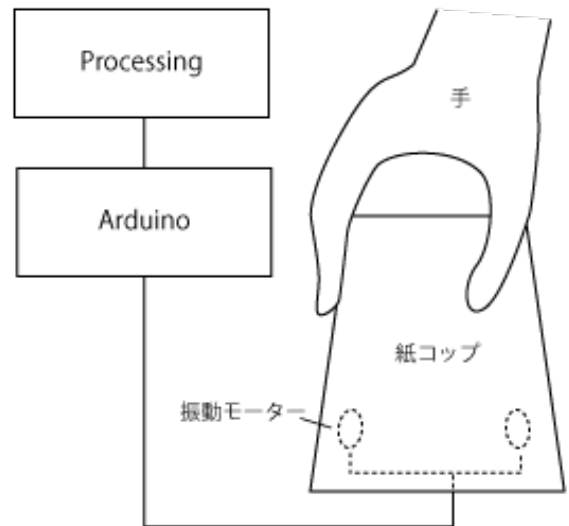


図 3 デバイスの全体像

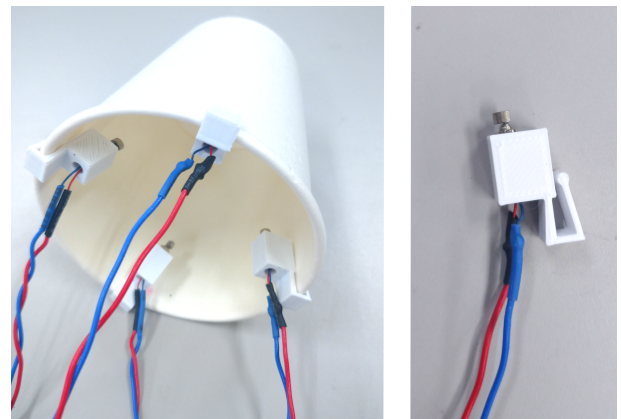


図 4 モーターをクリップで固定

うに感じた。振動が大きいため振動モーターの音も相まって、大きなハエが壁にぶつかりながら飛んでいるかのような触覚になった。振動モーターがついている 4 点の振動が大きすぎるため、壁にぶつかりながら飛んでいるかのような不安定な触覚になってしまった。このことから、このぼかしの範囲や振動の大きさを変化させることで、生き物らしさが向上させていく必要がある。

6. まとめと今後の展望

本研究では手に振動を与えることで生き物らしさを表現することについて考え、カップを介した生き物の気配を感じるためのデバイスができた。今後は実験を行いより生き物らしい動きに近づけていく必要がある。そのため、以下の 3 つのことを中心に今後検証を行っていく。

1 つ目はぼかしの範囲である。ぼかしの範囲は大きいほど感覚は曖昧になっていく。しかしどこにいるかが曖昧になってしまい、常にカップが振動しているような状態になってしまうと、生き物がいるとは言い難い。そのため、連続して動いていると感じる中でぼかしの範囲を変更

し、検証していきたい。

2つ目は振動の大きさである。コップを介して振動を伝えているが、想定していたよりも強く振動を感じた。ぼかしを入れることで振動モーターの振動を減退させるにも限界があることから、Takahashi らの研究 [10] のように間に振動モーターとコップの間に他のものを挟むことで、振動を減退させ、より生き物らしい振動へ変化する可能性が考えられる。

3つ目は生き物らしさを出すための不規則な動きについてである。生き物らしさを視覚で表現するうえで作り出した生き物に意図があるかのような動きにするために不規則な動きや、人の動きに合わせて動いていたことから、触覚でも人がコップを少しへこますなどの動きに合わせて動くことで、意思を持っているかのように感じさせることが出来る可能性がある。細かすぎる動きであると人が違いを感じる事が出来なくなるため、調整し導入していきたい。

他にも触覚のみで再現するため、中にいる生き物のサイズの感じ方が人によって変化する可能性がある。腕や足などの他の部分と比べ、手は人によって感じ方の違いは少ない。しかし、体験者の経験によって変化する可能性もあるため、違いについても考えていかななくてはならない。またコップを強く机に押し付けると触覚が大きく変わってしまうため、体験者によって感じ方を出来るだけ変えないように、コップのふちにスポンジをつけるなどの工夫が必要になってくる。

6.1 気配について

今回は生き物が動くことで出来る振動についての提案を行った。前回までの研究で扱った熱や水蒸気、風、静電気と比べ、制御しやすい感覚となっている。振動は直接触れている感覚であるため、振動をより曖昧な感覚へと変化させ、より気配らしい感覚へしていく必要がある。

この改善点を踏まえたうえで他の感覚との組み合わせも考えていき、より生き物の気配らしくしていきたい。

参考文献

- [1] 滝口清昭, 遠山茂樹: 犬は主人を電界で見分ける?: 歩行による人体の電界発生とその伝搬 (第16回生命情報科学シンポジウム), 国際生命情報科学会誌, Vol. 21, No. 2, pp. 428-441 (オンライン), DOI: 10.18936/ISLIS.21.2.428 (2003).
- [2] 鈴木謙太, 阿部洸也: 準静電界を用いた HMD 内での気配の知覚方法の提案, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2019 論文集, No. 2019, pp. 359-361 (2019).
- [3] 柄沢未希子, 梶本裕之: 静電気発生装置を用いた気配の提示, 情報処理学会インタラクティブ 2021, Vol. 1P01, pp. 588-592 (2021).
- [4] 熊谷真吾, 横山 牧, 佐藤未知, 福嶋政期, 梶本裕之: ソファを介した「隣り合う」遠隔コミュニケーション, 情報処理学会インタラクティブ 2012, pp. 965-969 (2012).
- [5] 柄沢未希子, 梶本裕之: 超低周波音圧変化を用いた非接

- 触覚提示, 第 24 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp. 3A-08 (2019).
- [6] 植田一博: アニマシー知覚: 人工物から感じられる生物らしさ, *Journal of the Robotics Society of Japan*, Vol. 31, No. 9, pp. 833-835 (オンライン), DOI: 10.7210/jrsj.31.833 (2013).
 - [7] 山本景子, 長沼大樹, 油井俊哉, 原田誠史, 福谷和芳, 堀修生, 福澤貴之: Astral Body: 強磁性粉末を用いた動的なディスプレイによる生き物らしさの表現, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 24, No. 3, pp. 313-323 (オンライン), 入手先 (<https://www.miraikan.jst.go.jp>) (2019).
 - [8] フラハティ陸, 橋田朋子: 生きた冠毛: 重力に抗う動きにより生命性が感じられるタンポポの冠毛群, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2020 論文集, Vol. 2020, pp. 69-74 (2020).
 - [9] Israr, A. and Poupyrev, I.: Exploring surround haptics displays, *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, pp. 4171-4176 (online), DOI: 10.1145/1753846.1754121 (2010).
 - [10] Takahashi, K., Mitsuhashi, H., Murata, K., Norieda, S. and Watanabe, K.: Feelings of animacy and pleasantness from tactile stimulation: Effect of stimulus frequency and stimulated body part, *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp. 3292-3297 (online), DOI: 10.1109/ICSMC.2011.6084177 (2011).