

竿を引く感覚を提示する卓上デバイスの研究

井口 みずき* 兼松 祥央† 安原 広和† 三上 浩司†

概要. 魚釣りをするゲームにおいて、魚が竿を引く感覚を実際に力覚提示していないものは多い。これは、竿を引く感覚を提示するには2~3mの竿型デバイスを引くような大型の装置と広い空間が必要であり、省スペース性や安全性などの問題があるためだと考えられる。本研究では、実際に竿を引くのではなく、竿の根元を回転することによって竿を引く感覚を提示する。竿を持ち手周辺の1点を支点として固定した時に竿を持つ手に伝わる力は、竿の先を引かれる場合と竿の根元を回転する場合で等しくなる。このことを利用し、省スペースで竿を引く感覚を提示するデバイスの試作品を開発した。また、デバイスの竿部分の傾きと画面上の魚の位置から竿を引く強さを計算し、デバイスに反映するシステムを開発した。

1 はじめに

魚釣りは、日本における人口が780万人以上とされており[2]、人気があるレジャーである。ゲームにおいても釣りを目的とするものが多数ある。さらに、家庭用ゲーム機やスマートフォンのアプリ、アーケードゲーム、釣り専用のゲーム機など、様々なデバイスがある。

これらの釣りをするゲームにおいて、魚が竿を引く感覚を実際に力覚提示していないものは多い。コントローラの振動や、竿型のコントローラに付いているリールの負荷などによって、魚が竿を引く感覚を疑似的に表現している。

実際に竿を引くには、2~3mある竿を糸で引く程の大型な装置[4]と広い空間が必要になる。省スペース性やコスト、安全性などの問題があるため、竿を引く感覚を実際に提示しないのだと考えられる。

本研究は、魚が竿を引く感覚を提示する小型なデバイスの開発を目的とする。

2 関連研究

本節では、魚が竿を引く感覚を提示するデバイスに関する研究について述べる。

2.1 牽引力錯覚

高椋ら[3]は、小型で可搬な牽引力錯覚を起こす装置を用いて、バーチャルな魚を釣り上げるシステムを開発した。魚がかかった時、装置から吊り下がっている錘をタッチパネルから離すと釣り上げる仕組

みである。魚がかかったことは、下方向に牽引力錯覚を起こすことで提示した。我々の研究ではデバイスを固定することで、実際の釣りと同じ感覚を提示する。

2.2 ジョイスティックによる力覚提示

Youngboら[1]は、主に親指で操作するジョイスティックの、動きや動く範囲を制御するシステムとデバイスを開発した。デバイスによって提示される操作キャラクタの状態や操作方法などに対するユーザ評価をした。開発したデバイスを使用する例として、仮想の釣り竿に張力を与えることを挙げた。我々の研究では竿型デバイスを用いることで、引く感覚の提示を目指す。

3 研究内容

本節では、提案手法と作成したデバイスの試作品、デバイスを動かすシステムについて述べる。

3.1 提案手法

竿の持ち手周辺の1点を支点として固定し、回転に抵抗を与えることで、竿を引くような感覚を提示する。

図1は持ち手に近い支点で固定されている竿と、竿にかかる力を矢印で表したものである。緑の矢印が竿を引く場合にかかる力 FFN を示し、赤の矢印が支点で竿の根元を回転する場合にかかるモーターのトルク $TmNm$ を示している。また、竿の先から支点までの距離を $Lr m$ 、竿を持つ手から支点までの距離を $Lh m$ 、手にかかる力を FN とする。

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 東京工科大学 大学院, † 東京工科大学

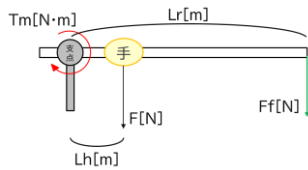


図 1. 支点で固定した竿にかかる力

まず、竿を引く場合に手にかかる力について考える。支点を中心として回転するトルクは「かかる力×支点までの距離」で求める。つまり竿を引くようなトルクは $Ff \cdot Lr \text{ N} \cdot \text{m}$ となる。手にかかるトルクは $F \cdot Lh \text{ N} \cdot \text{m}$ となる。この時 2 つのトルクは等しくなり、両辺を Lh で割ると手にかかる力 F は式(1)のとおりとなる。

$$F = \frac{(Ff \cdot Lr)}{Lh} \quad (1)$$

次に、竿の根元を回転する場合に手にかかる力について考える。竿の根元を回転するトルクは $Tm \text{ N} \cdot \text{m}$ である。この時、手にかかるトルクと等しくなり、両辺を Lh で割ると手にかかる力 F は式(2)のとおりとなる。

$$F = \frac{Tm}{Lh} \quad (2)$$

(1)と(2)より、竿を引く場合のトルクである $Ff \cdot Lr \text{ N} \cdot \text{m}$ と竿の根元を回転する場合のトルクである $Tm \text{ N} \cdot \text{m}$ が等しければ、手にかかる力 $F \text{ N}$ は等しくなる。このことから、竿を持ち手周辺の 1 点を支点として固定し、回転に抵抗を与えることで、竿を引く感覚を提示することができると考えた。

3.2 デバイスの試作品

図 2 は作成したデバイスの試作品の写真と上から見た略図である。持ち手の回転で左右の引きを表現し、持ち手を囲む枠の回転で前後の引きを表現する。持ち手と枠が同時に回転することで斜め方向の引きを表現する。

持ち手と枠のそれぞれに付いたステッピングモーターと角度検出センサーによって制御した。ステッピングモーターの回転速度を増減することで魚の引きの強弱を提示した。抵抗値によって角度を検出するセンサーによって持ち手の角度を検出した。

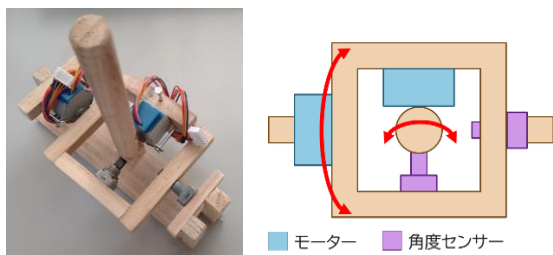


図 2. 作成した試作品と上から見た略図

3.3 システム

システム内の竿は、角度検出センサーによってデバイスの持ち手と連動する。竿先と魚の距離が設定した糸の長さより長い時、魚が竿を引いたとし、ステッピングモーターの回転速度を変更して動かす。

回転速度の算出について述べる。図 3 は回転速度の算出に使うベクトルとなす角度を示した図である。竿の支点を原点とし、竿の左右方向を x 軸、上下を y 軸、前後を z 軸とし、竿は yz 平面上にあり力が加わっていないものとする。このとき、竿の支点を点 a 、竿先を点 b 、魚の位置を点 c とし、点 c から垂直に交わる yz 平面上の点を d とする。すると、 bc を竿の傾きを考慮した x 方向の成分(dc)と yz 平面における成分(bd)に分けることができる。角度 θ は bd と ba のなす角度、角度 φ は dc と bc のなす角度である。

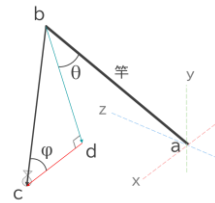


図 3. 回転速度の算出に使うベクトルとなす角度

前後の回転速度の度合いを、角度 θ が 0 度に近いほど 1 に、180 度に近いほど 0 にした。左右の回転速度の度合いを、角度 φ が 0 度に近いほど 1 に、90 度に近いほど 0 にした。度合いと設定した最大回転速度の積をシリアル通信によってマイコンに送り、モーターの速度を変更する。最大回転速度を増減することで、魚の引きの強弱などを調節する。

本システムでは、魚が引いていない時に竿を引き起こすことでポイントを加算する。そして加算したポイントが一定以上たまった場合、魚を釣り上げたと判定する。これは実際の釣りとは異なり、魚が引く感覚をより長く体験するために取り入れた。大きく手前に引くことで得るポイントが増えるが、一定以上引いたまま数秒が経つと、負荷がかかりすぎて糸が切れたと判定する。

4 まとめと今後の展望

本研究は、広範囲から魚が竿を引く感覚を提示する小型なデバイスの開発を目的とした。持ち手に近い支点で固定した竿の回転に抵抗を与えることで、竿を引く感覚を提示する。現在はデバイスの試作品とデバイスを動かすシステムを開発した。

今後は、デバイスの改良版とシステムを組み込んだゲームを作成し、竿を引く感覚の可否を実験参加者の評価やゲームスコアなどによって評価する。

参考文献

- [1] Y. A. Shim et al. FS-Pad: Video Game Interactions Using Force Feedback Gamepad. *UIST '20: Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 938-950, 2020.
- [2] 海上保安庁 釣り - ウォーターセーフティガイド. <https://www6.kaiho.mlit.go.jp/watersafety/fishing/>. (2023/10/30 確認)
- [3] 高椋慎也, 雨宮智浩, 伊藤翔, 五味裕章. VR 魚釣りにおける牽引力錯覚の表現と応用, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 18 巻 2 号, pp.87-94, 2016.
- [4] 吉田陽一. 磯釣りシミュレータの開発. 計測と制御, 58 巻 1 号, pp.31-32, 2019.

未来ビジョン

本研究が進んだ未来で、釣りという存在をただ知っているだけでなく、その楽しさを含めて知る人が増えることを期待している。

釣り自体は経験のない人でもなんとなく何をするかは想像できるほどよく知られていると思うが、釣りの楽しさを知るにはハードルが高いと思われる。釣り道具を用意し、水中で取れないように針に餌を付け、魚のいそうな箇所に入れておくことなどが必要である。さらに釣れた際の魚の処理もある。その中で最も困難なことが、魚が針にかかることである。針にかかることなく釣りを終えてしまうこともしばしばあるだろう。釣り初心者にとって魚が釣れぬまま釣りを終えてしまうことは、次に釣りをする機会を失うことと等しいと思われる。

そこで、本研究のような実際の感覚を与え、体験しやすいシミュレータで、まずは釣りの楽しさを知ることが大切であると考えられる。釣りの何より難しい魚が針にかかることをパスし、魚との駆け引きを楽しむ。この経験を生かし、現実の釣りで魚が釣れなくても、体験した魚との駆け引きを求めて次に釣りをする機会を持つことができると考えている。

これから、釣りのように楽しさを知るまでに準備や努力が必要なものが、今後の研究によってもっと手軽に楽しさを知ることができるようになり、そのものの人口が増えることを期待している。