



引け！バーチャル地引網

Pull! Virtual beach seine

佐藤 光流¹⁾, 久保田 竜之介²⁾, 小泉 玄²⁾

Mitsuru Sato, Ryunosuke Kubota, Gen Koizumi

1) 湘南工科大学大学院工学研究科 (〒251-8511 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1-1-25)

2) 湘南工科大学情報学部情報学科 (〒251-8511 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1-1-25)

概要: 本研究では, 日本の伝統漁法「地引網(じびきあみ)」をバーチャル海岸で体験できる多感覚 VR システムを提案する. サーボモータを組み込んだ張力提示型コントローラが縄の重みや波による負荷変化を再現し, ヘッドマウントディスプレイ(HMD)映像・波音・足裏触覚と統合することで没入感を向上させた. 縄移動量は各速度誤差から推定し, Unity 上の綱アニメーションとリアルタイム同期する. 1/3 スケールの試作期を用いた主観評価の結果, 実漁に近い張力が再現された.

キーワード: 地引網, VR, 張力フィードバック, 多感覚提示

1. はじめに

地引網(図 1)とは古くから日本の沿岸部で行われてきた伝統的な漁法の一つである. 岸辺から沖合に網を張り, その両端につけたロープを大勢で陸地に引き上げて魚を獲る, シンプルかつダイナミックな漁法である.

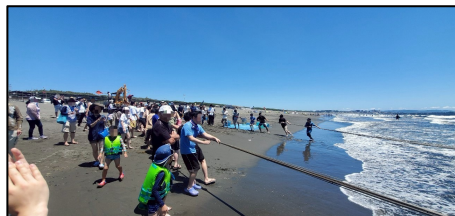


図 1 地引網の様子

近年では漁業従事者の減少や都市化の進行により, こうした伝統的な漁法に直接触れる機会は減少しつつある. しかしながら, 地引網は日本の地域文化や海との共生の象徴ともいえる行為であり, 単なる漁の手段ではなく, 観光資源や地域交流の場としての価値も見直されている. 本企画では, そのような地引網の持つ文化的・体験的価値をデジタル技術の力で保存・再現し, 新たな形で現代社会に提示することを目指す.

本企画では, 日本各地の海沿いの村や町で古くから行われてきた伝統漁法「地引網」の魅力と価値を, VR 技術を通して広く発信・体験可能にすることを目的とした, インタラクティブなシステムを提案する.

2. システム概要

本企画のシステム構成を図 2 に示す.

本デバイスは巻き取り部においてモータを利用して縄を巻き取り, 縄が引っ張られる感覚を再現する. また, 角

度測定部では角度測定用のセンサを使用して体験者が縄を引いているかどうかを判定し, その情報をマイコンに伝える. この情報を基にマイコンはモータの制御を行う.

体験者は HMD とヘッドホンを着用し, 砂袋付きスリッパを履きつつ縄を操作する. PC はバーチャル海岸・波及び綱アニメーションを描画し, 波状態をマイコンへ送信する. マイコンは角度測定部からフィードバックされた値を参照しながらサーボモータを制御し, 縄の張力を生成する.

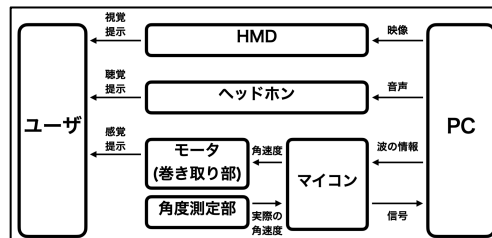


図 2 システム構成図

2.1 ハードウェア

動作を検証する為に想定 1/3 スケールでプロトタイプを作成した. 現在作成したプロトタイプとその構成要素を図 3 に示す. また, 図 4 で示す様に体験者が縄を引っ張っているかどうかで巻き取り部の回転方向の制御を行う.



図 3 デバイスの構成要素

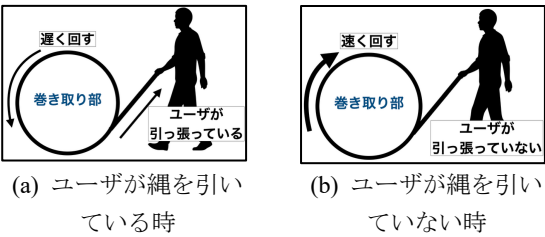


図 4 ユーザの動作と巻き取り部の動き

各要素の機能は表 1 の通りである。

表 1 各要素の機能

要素名	機能
巻き取り部	サーボモータ+棒で構成 速度と時間を組み合わせて回転速度、角度を制御可能
角度測定部	巻き取り部の回転量を取得
マイコン	PC から受け取った波の情報を基にサーボモータへ回転の制御信号を送る サーボモータへ指示した角度と、角度測定部から受け取った実際の回転情報との差から縄の移動量を推定し、PC へ送る

これらに加え、足元の不安定さを再現する為に体験者には専用のスリッパを履いてもらう。図 5 で示す様にスリッパの裏側には実際の海岸の砂を使用した砂袋をつける。これにより、海岸の足元が不安定な感覚を提示する。



図 5 砂袋の付いたスリッパ

海岸の臨場感を上げる要素として、視覚の他に波の音が重要であることが報告されている[1]。本システムでも臨場感を高める為に HMD と別にヘッドホンを用意し、波の音を流す。また、実際の地引網は 1 人ではなく大勢で行うものである。ヘッドホンより NPC アバタの声も流すことでよりリアリティのある地引網体験が行える。

また、本システムで使用するサーボモータは動作音が大きく体験者の没入感を低める要因となる。ノイズキャンセルのヘッドホンを使用することによりモータの動作音を遮音し没入感を高めることが期待できる。

2.2 ソフトウェア

モータの状態と再現する場面及びユーザの行動は次の表 2 通りに対応づけられる。

本システムではサーボモータを使用するので回転速度、回転時間を制御することができる。各状態において巻き取り部がマイコンで指定する回転速度、若しくはユーザが縄を引くことで指定以外の回転になっているかどうかを角度測定部で判定し、その情報を基にモータの制御を行う。

バーチャル空間の波は、現実の波と同じ様に「打ち寄せ」「引き」の状態を PC が常に管理している。ユーザが縄を引くアクションと、このバーチャル波の動きが連動することによってリアルな地引網体験の感覚を再現できる。

表 2 縄の巻き取り方法・ユーザの行動・波の状態対応表

縄の巻き取り方法	縄に対するユーザの行動	波の状態
速く巻き取る	縄を引いていない	引き
静止	縄を引いていない	打ち寄せ
遅く巻き取る	縄を引く	引き
送り出す	縄を引く	打ち寄せ

従来、物理演算を用いた波の再現において、Gerstner 波は有効なモデルと知られている。波の山が鋭く谷が広がるという非線形な特徴を比較的低コストで表現できる点がその理由である。実際に、Hinsinger ら[2]や Mark ら[3]の研究を始め、Gerstner 波を応用した海洋 CG やインタラクティブな波のシミュレーションは複数報告されており、その有用性が示されている。本発表では、これら Gerstner 波の理論を基に、「波の満ち引き」を推定する。さらに、その結果をユーザが握る縄の張力変化としてリアルタイムにフィードバックすることで、視覚と力触覚を融合させた、没入感のあるリアルな地引網体験の提供を目指す。

3. 体験の流れ

体験者は HMD と軍手を装着する。その後、縄の初期張力を確認しつつ、操作手順に関する説明を受ける。

説明終了後、体験者ヘッドホンを装着して仮想海岸で網引きを開始する。波の変化に応じた縄の操作が求められ、それには状況判断に基づく張力調整が伴う。網引き中は魚影や網の進捗がリアルタイムで視覚提示され、作業終了後は漁獲結果が可視化されたフィードバックとなる。

4. むすび

本稿のシステムは、サーボ駆動巻き取り部と角度センサで縄の重み・波負荷を再現し、HMD 映像・波音・足場演出を統合して張力提示型地引網体験を提示する。1/3 スケール試作で張力制御と縄のアニメーションとの同期を確認した。今後は実寸装置と長時間試験で安全性・臨場感を高め、実用システム化を目指す。

参考文献

[1] 灘岡, 玉嶋. 海岸環境要素としての波の音の特性について, 海岸工学論文集, Vol.36, pp.170-174, 1989.
[2] D.Hinsinger, et. all. Marie-Paule Cani. Interactive Animation of Ocean Waves.Association for Computing Machinery (ACM), 2002.
[3] Mark Finch. GPU Gems -Programming Techniques Tips and Tricks for Real-Time Graphics-, Addison-Wesley Professional, 2004