

# 魚群行動アルゴリズムへの定置網漁における入網行動パターンの適用

古場健士† 藤村誠† 山口恭弘‡

長崎大学大学院工学研究科†  
長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科‡

## 1 はじめに

博物館における展示物として、定置網などの模型、魚の動きを説明するパネルなどがある。しかし、定置網漁業中の網の動きや魚の行動を理解するには現在の展示物だけでは十分ではない。また、漁業を学習する場においても、図や模型などを用いて説明しているため、網や魚の動きをイメージすることは難しい。これらの点から、魚網と魚の動きを理解しやすい映像が必要である。しかし、漁業中の水中での映像の撮影は全体をとらえることが難しく、状況が限定的になってしまう。そこで、これらの問題を解決するため、理解しやすい定置網漁業中の映像として、定置網漁業中の3次元CGを用いたシミュレーション映像が期待されている。

そこで、本稿では、群行動のシミュレーションアルゴリズムであるBoidアルゴリズムをベースとして、定置網に対する魚群の行動シミュレーションの検討を行った。

## 2 魚群行動のモデル化

### 2.1 定置網に対しての魚群の動き

定置網で一般的に用いられる漁具として、落とし網がある[1]。落とし網は垣網、囲網、登網、袋網から成り、垣網で魚群を誘導し、運動場と呼ぶ囲網に陥入させ、それから囲網の片側に設けた登網を登らせて袋網に落とし入れる。本稿では、この落とし網を定置網のモデルとし、2次元平面上での魚群行動のシミュレーションを検討する。

### 2.2 Boidアルゴリズム

BoidアルゴリズムはCraig Reynoldsによって提案された生物の群れの行動のためのアルゴリズムであり、整列、結合、分離の3つのルールが存在する[2]。結合行動は、個体が群れの重心の方向に向かう行動である。この行動により近くの個体同士が近づき、群れを形成していく。次に、分離行動は、個体同士が衝突しないように一定の距離を保つルールである。個体は別の個体に近づきすぎると前にいる個体はスピードを上げ、後ろにいる個体はスピードを落とす。整列行動は、群れの中にある個体の向きを合わせるルールである。群れにいる仲間を調べた後、その向きのベクトルを平均化する。個体は自分を中心として、決められた大きさの円形の探索範囲を持ち、その円の中の別の個体に対して、Boidアルゴリズムの3つのルールを適用する。

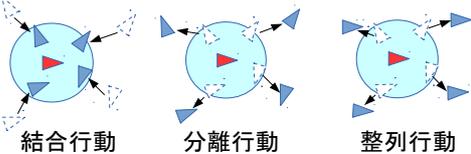


図1 Boidアルゴリズム3つのルール

### 2.3 壁回避行動

定置網内での魚群の行動をシミュレーションするため、定置網に対して魚群が衝突を回避する行動の付加が必要である。そこで、定置網を壁と見立てて、魚群がその壁を回避する行動を付加した。壁を回避する方法の一つとして、個体に対して仮想の触覚をつける方法がある[3]。壁に対して、個体から突き出た触覚が交差していた場合、突き出た分の力を、壁に対する入射角と同じ反射角で逆向きに返してやることで、壁との潜在的な衝突を回避する。触覚は、進行方向に存在する壁との衝突を回避するために前方に1本付加する。壁に対して水平に進行していた場合、前方の触覚が壁に接触しない可能性がある。その場合を考慮して、左右に1本ずつ斜め前方に触覚を付与する。

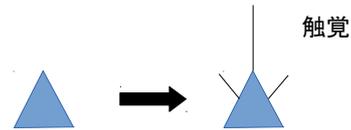


図2 触覚の付与

## 3 実験

### 3.1 実験条件

参考文献[5]に記載されている落とし網を参考にして落とし網のモデルを2次元平面上で作成し、これを壁と見立てる。その後、ボイドアルゴリズムと壁回避行動を持った魚群を出現させ、状態を観察する。今回の実験では、水流などの外部からの影響を考慮しない。初期状態として、魚の個体数は300匹、垣網付近にランダムに出現させる。なお、画面外にでた個体は、進行方向は変えずに、縦軸方向に出て行けば縦軸方向の座標を反転、横軸方向に出て行けば横軸方向の座標を反転させる。

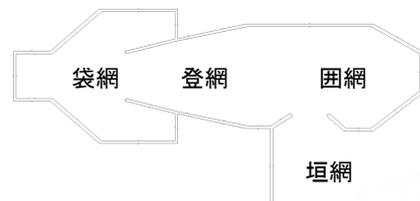


図3 実験で使用する定置網モデル

### 3.2 実験結果

実験時間は初期の状態から約2時間実行した。実行結果の画像を初期状態を図4に、10分後の状態を図5、30分後の状態を図6、2時間後の状態を図7に示す。青色の点群が魚群を表している。

A school of fish behavior algorithm applying action to be caught in a set net

†「Takeshi Koba, Makoto Fujimura, Nagasaki University-Graduate School Of Engineering」

‡「Yasuhiro Yamaguchi, Nagasaki University-Graduate School Of Fishers Science and Environmental Studies」

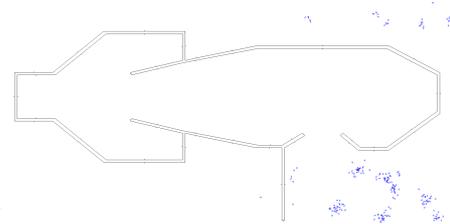


図4 初期状態

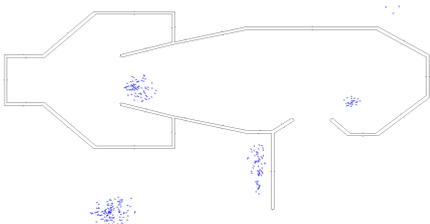


図5 10分後の状態

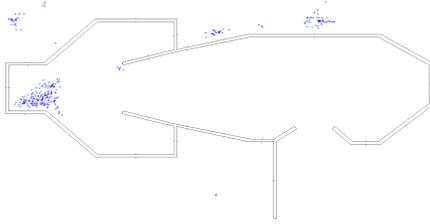


図6 30分後の状態

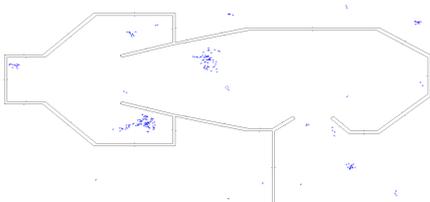


図7 2時間後の状態

実験後、すぐに定置網内に魚が入り、10分後には図4のように網内で2つの魚群に分かれている。その後、30分後にさらに多くの個体が入り、網内で一つの魚群を形成するようになった。しかし、壁への衝突などの影響により、魚群が分裂したり、袋網から出た後に、登り網を通過してそのまま出網する個体が出現した。2時間後の図7の状態では、網内で2つの魚群が形成されている。魚群が壁回避行動を行う際に、壁に反射するように回避行動を行うため、落とし網より斜め方向に進入しようとした個体が網のなかに侵入した。その後、八の字運動を行うように囲網内を遊泳し、登網を通過して、袋網内に入った。袋網内での行動は、群れの大きさ、進入した角度により、さまざまであった。入網からの主な魚群の動きを図8に示す。また、袋網内では、遊泳している魚群が大きくなった場合、壁を通り抜けるという事象が発生した。

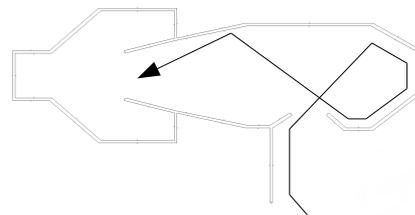


図8 入網からの主な魚群の動き

#### 4 まとめ

本稿では、Boidアルゴリズム、壁回避行動を加えた魚群を2次元平面上で、落とし網と呼ばれる定置網内で行動させた。垣網部分では垣網に近づくときの角度によって、進行方向が違ってくるため、上手く定置網内に誘導することが出来ていなかった。囲網内での動きは想定どおりの動きを行い、八の字運動を行った後、登網を通過し、袋網の中に入った。今回は2次元平面上で行ったため、登網の役割がなく、袋網から出て、出網する個体が多く存在した。魚群が大きい場合は、袋網内では壁にぶつかる度に壁を通り抜ける個体が現れた。これは、群れを形成しているBoidアルゴリズムにおける行動が、壁回避行動を上回ったためと考えられる。

#### 5 今後の展望

現在2次元平面上でシミュレーションを行っているため、落とし網の登網の役割が実現されていない。そのため、3次元空間でのシミュレーションを検討し、壁回避行動に使われている触角を上下、合わせて2本追加し、3次元的な動きを実現させる。垣網部分の誘導効果を上げるため、垣網部分に接近したときの魚群の進行方向の向きのパラメータを検討する。また、群れが大きくなった場合に壁をすり抜ける個体を修正することも必要である。魚種によって異なる漁網に対する動きを実際の魚群の動きから求めて、適用することで魚種ごとの動きが実現することが期待できる。

#### 参考文献

[1]井上実, "魚の行動と漁法", 恒星社厚生閣, 1978.

[2]Craig W. Reynolds, "Flock, Herds, and Schools : A Distributed Behavioral Model", In Computer Graphics 21(4), pp.3870-3873, July 1987.

[3]Mat Buckland(松田晃一訳), "実例で学ぶゲームAIプログラミング", オライリー・ジャパン, 2007.

[4]野村正恒, "最新漁業技術一般", 成山堂書店, 2000.

[5]石黒雄一, 五島正哲, 秋中一允, "水中ビデオカメラ画像転送システムの製作と定置網内の魚群観察", 神奈川県水産総合研究所研究報告第8号, pp39-45, 3月 2003.