

二匹の牧羊犬を用いた群れ誘導における誘導位置の検証

渡邊 春花 藤岡 薫

福岡女子大学 国際文理学部 環境科学科

1. はじめに

魚や鳥、羊等多くの動物が群れを形成している。群れ自体の研究が盛んに行われている一方で、群れを外部の力で誘導しようとする研究は少ない。本研究ではマルチエージェントシステムを活用して、2匹の牧羊犬が羊の群れを追い込む様子を新たにモデル化した。このモデルを用いて、牧羊犬の誘導位置が群れに与える影響をシミュレーションし、効率的な誘導位置の検証を行う。

本研究は、避難誘導や森林火災の延焼防止を行うロボット等、現実社会の幅広い分野での応用が期待される。

2. モデルについて

本モデルでは、縦250×横250の空間に100匹の羊・牧羊犬・目的地を置いた状態(図1参照)を初期設定としている。牧羊犬は羊の群れを目的地に誘導するために行動する。

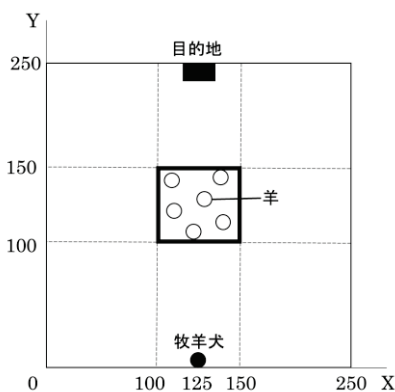


図1. 初期設定

羊の動きについては、群れを成しながら外敵から逃げるといった習性を前提に、凝集力、反発力、慣性力、牧羊犬から逃げる力、ゆらぎ(個々の動きのばらつき)から設定される。凝集力(他の羊に近づこうとする力)は、自分から近い n 匹の羊の重心(LCM: Local Center of

Effective guide position in shepherding problem with two sheepdogs.

Haruka Watanabe, Kaoru Fujioka.

International College of Arts and Sciences, Fukuoka Women's University.

Mass) に向かうように設定されている(図2参照)。本研究では、この n の値 ($1 \leq n \leq 50$) を変化させ実験を行う。

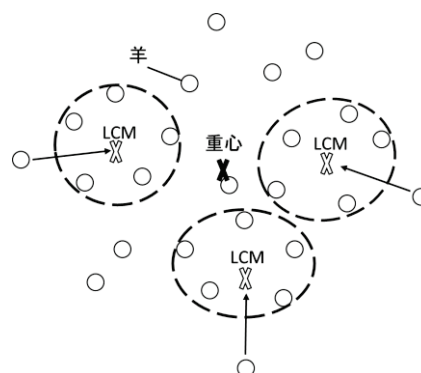


図2. $n=5$ の時の凝集力

先行研究[3]を参考に2匹の牧羊犬を、羊の群れの重心を追い目的地へと誘導する役割の犬(Drive 犬とする)と重心から最も離れた羊を追い群れのまとまりを維持する役割の犬(Collect 犬とする)と設定する。それぞれの牧羊犬は、羊の重心から一定の距離を置いた誘導位置(Drive 位置、Collect 位置)を目指し動く(図3参照)。

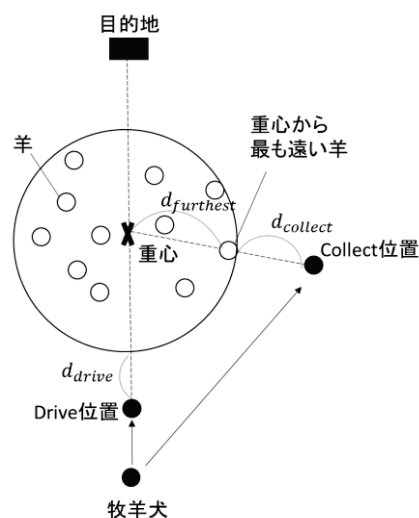


図3. 牧羊犬の誘導位置

本研究では、新しく作成した 2 匹の牧羊犬による誘導モデル（2 匹モデルとする）と先行研究である 1 匹の牧羊犬による誘導モデル（1 匹モデルとする）を用いて、効率的な群れの誘導方法を探る。各誘導について 100 回ずつシミュレーションを行い、「誘導成功率」「平均誘導ステップ数」「分散」の三つの指標について考察を行った。

シミュレーションの終了条件は群れの重心が目的地に到達した場合、または実行ステップ数が 1000 ステップに達した場合とする。

3. 実験結果

図 4 は、 $1 \leq n \leq 50$ における 2 匹モデルと 1 匹モデルの誘導成功率を表している。n の値が増加するに従い、成功率が高くなる傾向が 2 つのモデルに共通してみられる。2 匹モデルは 1 匹モデルよりも全体的に高い成功率を示している。n ≤ 30 の範囲では、1 匹モデルの成功率が 5% 未満であるのに対して、2 匹モデルでは n=15 から徐々に成功率が上がりはじめ、n=30 では 74% の誘導成功率を示している。

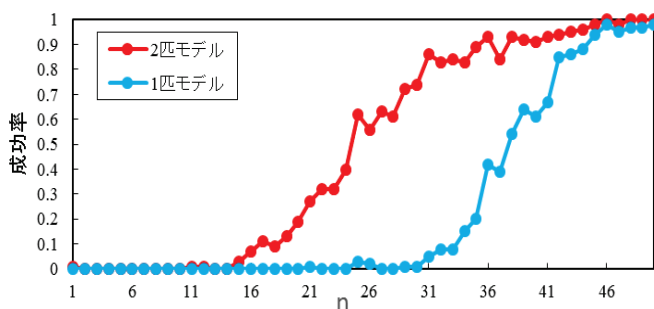


図 4. 誘導成功率

図 5 は、1000 ステップ以内で誘導が成功した場合に、誘導に要したステップ数の平均を表している。図 4 より 2 つのモデルの誘導成功率が 50% 以上となる $n \geq 38$ の場合、2 匹モデルでは、平均誘導ステップ数がほぼ一定であるのに対して、1 匹モデルは減少傾向が見られる。また、1 匹モデルに比べ 2 匹モデルのステップ数が大きくなっている。

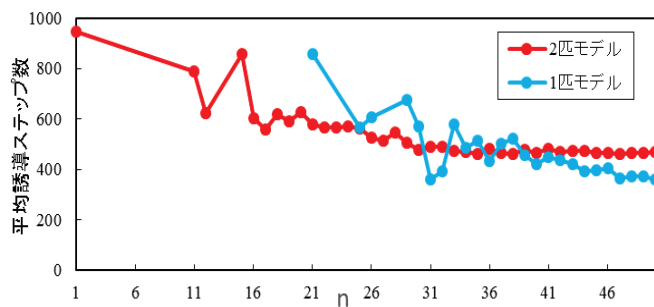


図 5. 平均誘導ステップ数

図 6 は、100 回のシミュレーション終了時の羊の群れのまとまり（分散）の平均を表している。誘導の成功、失敗は考慮していない。なお、分散は群れの重心と個々の羊との距離の二乗の和を羊の頭数で割り求めている（図 7 参照）。

2 つのモデルにおいて n の値が増加するに従い、分散が小さくなる傾向が見られる。また、2 匹モデルは 1 匹モデルよりも大きな分散値を示しており、特に $20 \leq n \leq 30$ の範囲はその差が大きい。

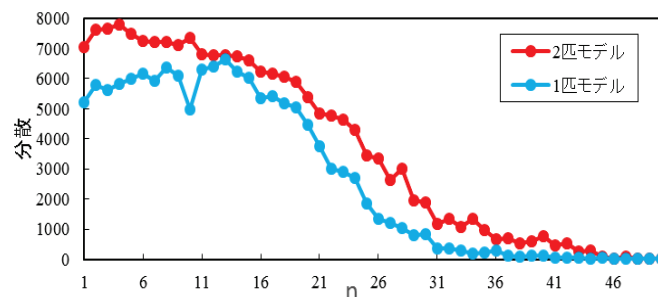


図 6. 分散

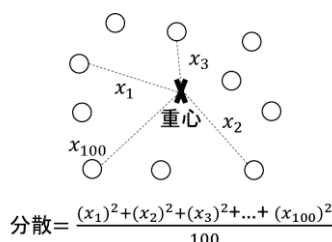


図 7. 分散の求め方

4. まとめ・今後の展望

2 匹モデルは 1 匹モデルに比べ、凝集力が小さい場合でも高い成功率を示した。一方で、分散については 1 匹モデルが 2 匹モデルよりも低い値を示しており、群れのまとまりが維持できている。その原因として、2 匹の牧羊犬の連携がうまく取れていなかったことが考えられる。

今後の課題は、羊の群れの状況に応じて、2 匹の牧羊犬が互いに連携し合い、群れのまとまりを維持した誘導を可能にすることである。

5. 参考文献

- [1] Daniel Strombom et al. Solving the shepherding problem: heuristics for herding autonomous, interacting agents. Journal of the royal society interface, 2014.
- [2] Kaoru Fujioka. Effective Shepherding Behaviors Using Multi-Agent Systems, 2016.
- [3] 林沙貴子, 藤岡薫. マルチエージェントシステムを利用した効率的な群れ誘導方法の検討, 2016.