

Lab name (Supervisor)	Mathematical Informatics (Kazushi Ikeda)		
Name (surname) (given name)	GO CLARK KENDRICK CHENG	Date	2020/06/15
Title	Modelling Collective Behaviour in Shepherding and Horse Herding		
<p>Abstract</p> <p>Many species in the animal kingdom have evolved to live and travel together in groups called herds. They perform herding behaviours that would be advantageous to them in certain ecological conditions. In most groups, there are herders and followers. Here, we present two models of collective behaviour from the perspective of the herder and followers in two different animal groups.</p> <p>First, we consider the herding of sheep by a shepherd dog. We develop a model on how a herder might have acquired such a herding behaviour using imitation learning. We show that given expert demonstrations from a phenomenological model, our imitation learning model reproduces the switching behaviour necessary to be able to complete the herding task. Furthermore, our model does simply copy expert demonstrations but is able to generalise well to herd more sheep than those in the given demonstrations.</p> <p>Second, we model the behaviour of female horses as a response to herding by a harem stallion. We propose a mathematical model, a modification of the phenomenological model, where the horses' motion is expressed as a sum of a linear combination of forces. We then optimise the coefficients of the forces based on actual data. Results show that our model is able to recreate the trajectories and directional trends of the original data set.</p> <p>Finally, we discuss the relevance and implications of these models in animal behaviour studies.</p>			

(論文審査結果の要旨)

動物の群れにおいてはリーダー=フォロワーの関係がよく見られ、その数理モデルが研究されている。ここではリーダーとフォロワーは互いに協力関係にあるが、一方で単一個体と群れが敵対的である行動も動物の群れではよく見られる。その典型的な例が牧羊犬によるシェパードイングであり、これについても実験結果をよく説明する牧羊犬と羊の数理モデルが提案されており、そこでは牧羊犬は群れの大きさを小さくする戦略と群れを目的地に追い立てる戦略を切り替えている。

本論文ではまず、このような戦略の切り替えを牧羊犬がどのようにその行動を獲得したかについて議論している。単純な強化学習では行動獲得ができなかったこと、牧羊犬には飼い主や先輩犬がいることを考慮し、本論文では模倣学習によって行動を獲得していると考えた。実際、計算機実験によって行動を獲得できることを示した。

次に、牧羊犬と羊のモデルに基づき、共同研究者から提供された野生ウマのハーレムにおけるハーディング行動の数理モデルを構築している。本論文では牝馬にのみ着目し、羊のモデルの一部をウマの行動に合うように改変したモデルを提案した。このモデルは、ハーレムの主である牡馬および他の牝馬に対する実際の行動をよく説明できた。

以上をまとめると、本論文は単一個体と群れが敵対的である行動に着目し、牧羊犬と羊のモデルをベースとしてその獲得方法や他種への拡張に成功しており、動物行動学において数理生物学的アプローチの有効性を示すとともに今後の発展にも大きく寄与すると考えられる。よって、博士(工学)の学位に値するものと認められる。