

家畜 (牛) の行動抽出とその可視化

The Extraction and Visualization of Behavior of Livestock (calf)
from an Image of Camera Attached to the Horn福士 龍一[†]
Ryuichi Fukushi中島 瑞季[†]
Mizuki Nakajima齊藤 朋子[‡]
Tomoko Saitoh齊藤 剛[†]
Tsuyoshi Saitoh

1. はじめに

牛の行動を観察・記録・分析することは、牛の行動研究に重要である。牛の行動特徴は、乳生産の正確な指標として一般的に利用される[1]。牛の行動観察にはいくつかの方法がある。最も古典的な方法は、観察者によって牛の行動の直接観察し、連続的に記録する方法である。この方法は、基本的な牛の行動を詳細に調査するためには不可欠であるが、多くの時間と、大きな労力を要し、また、時に技術的に困難である。観察者の訓練が不可欠であり、観察者によって変化する可能性もある。より効果的な牛の行動記録としてビデオが一般的に用いられている。この方法は、観察者からの影響を軽減し、一度に多くの牛を長期間記録することができる。しかし、行動解析のための画像解析技術は十分に開発されていないため、人間の観察者によって手動で解析されてきた。機械学習による画像解析・特徴抽出・可視化の研究もなされている[2]。

本研究の目的、牛の角に付けたカメラにより撮影された長時間録画映像を解析し、牛の行動特徴を分析し、可視化する方法を開発することにある。本稿では、特に、映像中の口の部分に注目し、牛の特徴的な行動である「反芻」の特性を可視化する方法について述べる。

2. 画像の記録法と記録映像

本研究では、試験農場内で自由行動する牛の角の部分にカメラを、録画映像の半分には口が、半分には牛が見ている情景が記録できるように装着した。図1には、装着状況の写真である。図2は、この位置に装着したカメラで撮影した映像の例である(図1とは、異なる牛に装着したカメラからの映像)。フレームサイズは1280x720(pixel)であり、30フレーム/秒で記録した。



図1 カメラの装着状況



図2 記録画像 (左半分は牛の顔、右半分は情景)

3. 「反芻」行動の可視化

3.1 スリッド画像の利用

本研究では、6時間分の記録映像を用いた。可視化する行動特徴は、どのようなタイミングで採食し、どのようなタイミングで反芻行動をとっているかである。従来は、記録映像を観察者が目視(時には、早送りしながら)し、口の動きを認識し、記録していた。

本研究では、動画映像の圧縮表現として、撮影対象の部分空間を時系列的に表示するスリッドカメラ映像を利用する。スリッドカメラは、各動画フレームの特定のスリットを連続的に並べることで構成される画像である(図3)。このスリッド画像に対して時間方向で画像圧縮することにより、特定の時間間隔の状況を任意の幅で表現した1枚の画像として表現することができる(図4)。一方、動画から構成された1枚のスリッド画像に対して画像処理の技法を用いることで、撮影された空間の特定部分の特徴を得ることができる。この特徴抽出は、スリッド画像のみから行え、元の動画を再度再生する必要がなく短時間で実行できる。

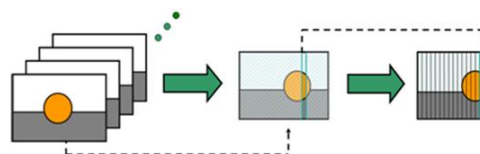


図3 スリッドとスリッド画像

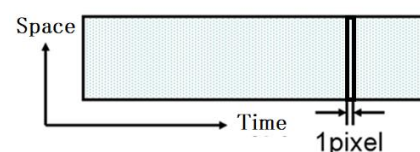


図4 スリッド画像の構成

[†] 東京電機大学 Tokyo Denki University[‡] 帯広畜産大学 Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

3.2 口の動きとスリッド画像の例

本手法のカメラ位置前では、口そのものは撮影できていない。そこで、口の動きと連動する顔の模様（黒毛の部分）の動きを抽出する。そのために、前述のスリットに対応するものとして、黒い模様を横切る直線上のピクセル列を使用する。また、口の先になががあるかを示すために、スリットの後半の位置をずらした。図5は、スリットの位置を示す。口横の黒い部分を横切る部分と目先の部分である。



図5 スリットに相当するピクセル列の位置

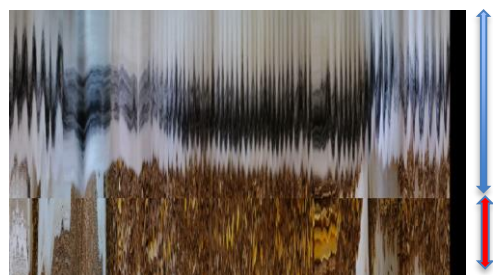


図6 スリット画像の例

図6の画像は、約3分間の動きである。上の部分より、黒い部分が盛んに動いているので、この時は、口が動いていると判断できる。また、下の（赤い部分：餌）から、餌箱に首をいれている、すなわち、餌箱から採食中であることが分かる。また、黒い部分の動きに、2種類のパターンがあるように読み取れる。図7において、下が青い部分は、牛床の一部であり、この位置で口が動いているので、「反芻」を行っていることが分かる。



図7 牛床での口の動き

3.3 画像処理による特徴強調

スリット画像は、一枚の静止画であるので、様々な画像処理アルゴリズムの適用により、より特徴を強調できる。

図7は、生成したスリット画像を、色相変換後に二値化した画像である。元画像の口の動きの部分だけが抽出できる。

図8は、黒い部分の下方方向に微分をとり、その値がある閾値以上となる点、すなわち、黒い部分の一番上の部分のみをプロットした図である。

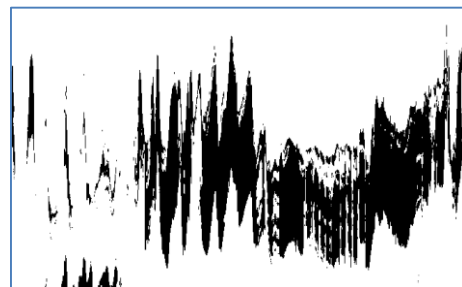


図7 色相変換による特徴強調

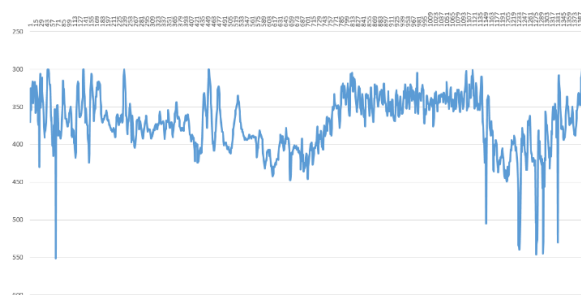


図8 微分処理とピクセル処理による抽出特徴の可視化

4. まとめ

本研究では牛の角に付けたカメラから撮影した映像に対して、画像処理を用いて口の動きを解析・可視化を行った。口の動きは、口元にある黒い模様を抽出することとした。スリッドカメラの原理を使用した静止画画像として可視化した。これにより、任意時間長の特徴が一枚の静止画として表現できた。静止画として表現されるため、これに様々な画像処理を施すことができ、元の動画に戻ることなく、特徴をさらに強調表示できる。

この可視化画像から、牛がどの時間帯で採食、反芻をしているかを明確に表現できた。

筆者らは、本映像の右の部分、すなわち、牛が見ているであろう状況画像から、牛が農場内のどこにいるかを推定する方法を開発した[2]。これにより、牛の農場内の位置と反芻の関係も明らかにできた（これについては別の報告する）。今後の課題として、精度の向上が挙げられる。

参考文献

- [1] Warnick, L. D., D. Janssen, C. L. Guard, and Y. T. Grohn. 2001. The effect of lameness on milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1988-1997
- [2] Zhi, Q., Saitoh, T., Nakajima, M., & Saitoh, T. (2019, March). A development of content-based video summarization system using machine-learning and its application to analysis of livestock behavior. In *International Workshop on Advanced Image Technology 2019* (Vol. 11049, p. 1104911).