

頭絡に装着したカメラ動画画像処理による牛の動きの解析

福士 龍一[†] 中島 瑞季[†] 齊藤 朋子[‡] 齊藤 剛[‡]

東京電機大学[†] 帯広畜産大学[‡]

1. はじめに

牛の行動特徴は乳生産の正確な指標として重要である[1]. 行動特徴を把握する従来からの方法としては、観察者による目視での観察を行い記録する方法がある. この手法は記録に多くの時間と大きな労力を要し観察者への負担が非常に大きい. また牛には間近に人間がいると行動が変化するという習性があるため、牛固有の行動を観察するのは難しい.

より効果的な観察手法としてビデオ撮影があり、一度に多数の牛を同時に撮影することや長時間の記録が可能である. しかし、行動解析に注目した画像解析技術がなく、解析には人間が直接する必要があった.

筆者らはこれまでに、牛の頭絡に付けたカメラから撮影された長時間映像を解析し、牛の行動特徴を分析、可視化の方法を開発してきた[2, 3].

本稿では、牛の口元にある模様と目先の情景の一部に設定したスリットから構成されるスリット画像の解析による牛の口の動きの可視化について述べる.

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している牛の頭絡にカメラを取り付け、録画映像の左半分には口を、右半分には情景が記録できるように撮影した. 図1は、カメラの装着状況を、図2は実際に撮影した映像の例である. フレームサイズは 1280×720 (pixel) であり、フレームレートは 30fps である.



図1 カメラの装着状況

本研究では、長時間の動画の特徴を圧縮して表現・可視化する方法としてスリット画像を用いた[2].

スリット画像は各動画フレームから特定のピクセル列を連続的に並べることで構成される静止画である. スリットの位置は口先にある黒い模様を選択した. これは、本研究では自由行動中の口の動きの特徴を抽出することにあるが、頭絡に設置したカメラでは口そのものの動き

を捉えることができないためである. この口元にある模様の変化は口の動きとある程度連動しており、模様の変化特徴を抽出することが口の動きを抽出することに繋がるからである. また、これに加えて口先に何があるか、どのような方向を向いているかを示すためのスリットも配置した. 口の模様を捉えるピクセル列は赤い線の列であり、口先にある状況を捉えるピクセル列は青い線の列である.



図2 カメラ映像とスリットの位置

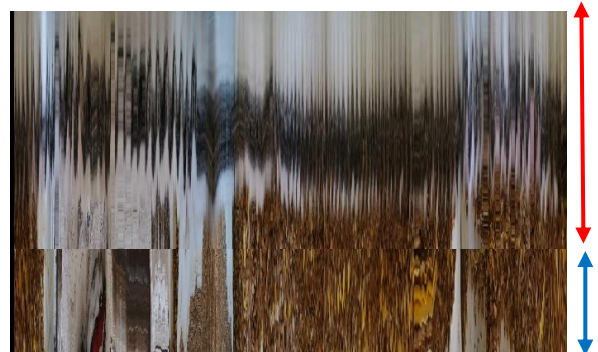


図3 スリット画像の例

スリット画像の例を図2に示す. おおよそ1分間の画像である. 1800 フレーム分の状況を表している. スリット画像そのものは、 1800×720 ピクセルの画像である.

口の模様を捉えるピクセル列は赤矢印の範囲であり、口先にある物を捉えるピクセル列は青矢印の範囲である. 上部の黒い部分の定期的変化は、口の動きに対応し、下3分の1で白く示されている時間帯は足元がコンクリートであることを、茶色と黄色のまだらの部分は、餌箱の中を見ていることを示している.

3. 画像処理による特徴表示

スリット画像を一枚の画像として、特徴抽出を行う. スリット画像において、左上を原点とし横方向を x 軸とする. $p(i, j)$ により、 i 行 j 列に対応するピクセル値を

An Analysis of Calf Movement by Processing of The Image Taken with The Camera Attached to The Halter

[†] Tokyo Denki University

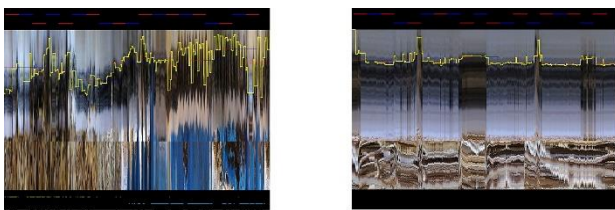
[‡] Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

らわるものとする。また、 $gray(p(i, j))$ により、ピクセル (i, j) の色情報をグレースケール化した値を表すものとする。

3. 1 口の動きの強調表現

本稿での研究は、口の動きの可視化および特徴を抽出することにある。スリット画像の上部からからおおよその動きはみ見て取れるが、視覚的に分かりやすくするために、強調表現する。

図4は、スリット画像中に矩形を表示することで牛の口の動きを強調表現した画像である。時間方向（各 i に対して）に、 $gray(p(i, j)) < \gamma$ となる j の最小値を求める。あるフレームの前後でこの値を比較し、大きいもの同士を黄色の線分で結んで矩形を描画している。これはリップの模様を概形として捉えることができる。図1(a)は、比較的大きく変化している場合であり、また、図1(b)は、ほとんど変化していない（実際は、横になって寝ている状況）場合である。



(a) (b)
図4 口の動きの強調表現

3. 2 口の動きの抽出と可視化

ここで、ある L に対して、以下の値を求める

$$S_i = \frac{1}{2\alpha + 1} \sum_{j=-\alpha}^{\alpha} gray(p(i + j, L))$$

これは、ピクセル (i, j) を中心として、 $\pm \alpha$ フレームの間のグレースケール値の平均値である。この間のグレースケール値の最大を M_x 、最小を M_i とすると、 $M_x - M_i > \delta$ かつ $|S_i - (M_x + M_i) / 2| < \Delta$ であるなら、区間 $(i - \alpha, i + \alpha)$ で、周期的に明暗が変化していることになる。この性質を利用し、口が動いているか否かを判定し、スリット画像の下方に帯状に色付けしたものが、図5である。黄色の時間帯は、口が動いている状態である。

上部の赤線は、 L の位置を示している。ここに示す結果は、実際値の考察から、 $\alpha = 9$ 、 $\delta = 45$ 、 $\Delta = (m_x - m_i) / 2$ とした。

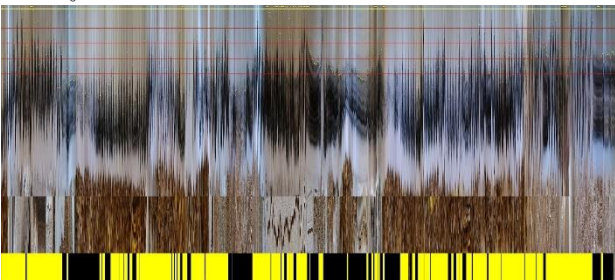


図5 口の動きの抽出と可視化

3. 3 頭の方向の検出を可視化

牛はどの方向をみているかを、青い部分のスリット、

すなわち、口の先のスリットの色分布から推定する。これにより、餌箱の中に首を入れている状態かを可視化した。これは、食餌中なのか、反芻中なのかを分別する上で、重要なことである。まず、餌箱の中に青い線で示したスリットがある時の色相と明度の平均値を予め求める。次いで、

$$H_i = \frac{1}{\beta} \sum_{j=0}^{\beta-1} hue(p(i, j))$$

より、各々のフレームにおいて、縦方向の色相の平均値を求め、予め求めた色相値と比較する。さらに、色相が似通った値を持つ、土の部分と分離するために、明度の分散を使用した。以下では、実測値から、 H_i の範囲を 25 ~ 33 とし、明度分散は 60 とした。結果を図6に示す。下に帯状に、「白」でない時間帯は、口が餌箱の中にある状況を表している。



図6 食餌状況の抽出表現

4. まとめ

本研究では牛の頭絡に取り付けたカメラより撮影された映像から、スリットカメラの原理を利用したスリット画像を作成し、画像処理を用いて牛の口の動きの強調・可視化を行った。スリット画像の利用により、1枚の静止画像として、長時間の動きを表現することができた。これにより任意の時間幅で表現された画像が生成されるため、特定部分の動きを明確に観察することができる。また静止画像として表現されるため、様々な画像処理を行うことで特徴部分をより強調することができる。

筆者らは記録映像の右部分、情景に注目した画像から、牛が牛舎内のどこにいるかを推定する方法を開発した[4]。これにより口の動きと牛舎内の位置を明らかにすることができた。今後の課題として、得られたスリット模様、矩形の波形から牛の行動の関連性を考察することが挙げられる。

参考文献

- [1] Ito, K., M.A.G. Keyserlingk, S.J. LeBlanc, D.M. Weary: "Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows" J. Dairy Sci. 93:3553-3560, 2010.
- [2] Ryouichi F., Mizuki N., Tomoko S., Tsuyoshi S.: "The Extraction and Visualization of Behavior of Livestock (calf) from an Image of Camera Attached to the Halter", IWAIT 2019.
- [3] 富士、中島、齊藤、齊藤: 「家畜(牛)の行動抽出とその可視化」、FIT 2019.
- [4] Zhi Q., Tomoko S., Mizuki N., Tsuyoshi S.: "A Research on Content-base Video Summarization for Analysis of Cattle's Movement", IEVC2019.