

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03294

研究課題名(和文) 乳牛個体間の社会的順位による発情発見アルゴリズムの開発

研究課題名(英文) Developing algorithm for estrus detection based on social relationships between cows

研究代表者

大和田 勇人 (OHWADA, Hayato)

東京理科大学・理工学部経営工学科・教授

研究者番号：30203954

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、乳牛個体間の社会的順位による発情発見アルゴリズムの開発のため、監視カメラ映像から牛群内の社会的順位を自動で推定するモデルを作成した。作成した個体識別用のデータセットから深層学習手法の高速物体検出モデルであるyolov5によって学習を行った結果、個体識別率は約95%となった。また、行動分類の時間計測から個体の特徴を考察し、飼槽優先法による順位と本研究での順位を比較すると8頭中7頭の順位が一致する結果となった。さらに、映像内の個体間距離が小さい個体同士は順位が近いことを示唆していた。このことから、映像から社会的順位を推定し、各個体を追跡することで発情発見が可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、センサデバイスを使用せず監視カメラ映像のみで牛群内の社会的順位を推定することが可能となったが、その手法として深層学習の一般モデルであるyolov5を利用したことが特徴的である。これは、汎用的なモデルでも高性能に牛群の個体識別・追跡が可能であることを示した。更に、高速推論モデルの利用によりリアルタイム監視システムが可能となり、発情発見後の即時対応が可能となる。これらにより、ICT技術の生物学への適応と酪農経営における省力化に貢献していると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, to develop an algorithm for estrus detection based on social rank among individual dairy cows, we created a model for automatically estimating social rank in a herd from surveillance camera images. The model was trained by yolov5, which is a fast object detection model of deep learning method, from the dataset for individual identification, and the fit rate was about 95%, which enabled practical individual identification. In addition, we examined the characteristics of individuals based on the time measurement of behavioral classification and compared the rankings by the tank prioritization method with the rankings in this study and found that the rankings of seven out of eight animals were the same. In addition, it was suggested that the rankings were close to each other when the distance between individuals in the video was small. This suggests that it is possible to detect estrus by estimating the social rank from the video and tracking everyone.

研究分野：知能情報学

キーワード：機械学習 帰納学習 乳牛 繁殖 視覚化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

- (1) 酪農経営において、発情発見装置が急速に普及しているが、その精度は社会的順位の影響を受ける。
- (2) 牛群内の社会的順位を把握するためには牛群全体の観察が必要となり、多大な労力を必要とする。
- (3) 急速に研究が進んでいる ICT 技術(画像解析・機械学習等)を用いれば、非侵襲的かつ省力的に社会的順位や発情兆候を把握できる可能性は高い。この技術を確立し、社会的順位と発情兆候との関係を明らかにできれば、社会的順位を考慮した発情発見装置の開発への展開が期待できる。

2. 研究の目的

牛群内の社会的順位が乳牛の発情兆候に対してどのように影響を及ぼすかを解明するとともに、社会的順位を考慮した発情発見アルゴリズムを開発する。

3. 研究の方法

- (1) 社会的順位を自動で推定するために、監視カメラ映像から個体識別用データセットを作成し深層学習手法の物体検出モデルである yolov5 を用いて牛群内の個体識別と追跡を行った。また識別した個体を映像から追跡することで、各個体の位置と動作から行動分類を行った。牛群内の個体間の社会的順位推定するモデルの流れを図1に示す。

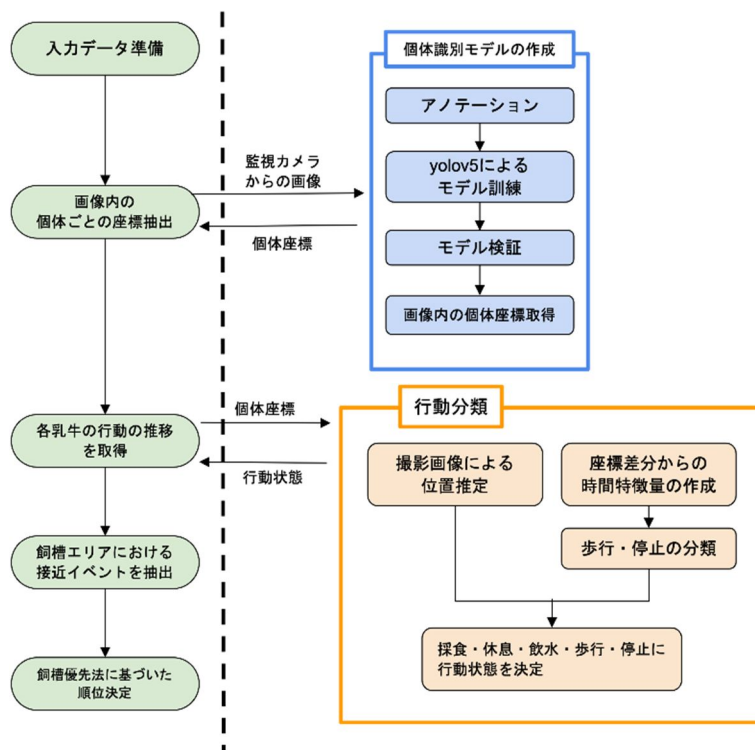


図 1. 社会的順位推定モデルフロー

4. 研究成果

- (1) 本研究では、北海道酪農試験場で 2020 年 6 月 14 日～2020 年 7 月 14 日の期間でおこなわれた社会的順位観察のための実験で設置された監視カメラ 4 台から撮影された動画像データを使用する。動画内には、牛舎内の一部の区画に 8 頭の乳牛が群飼いされている様子が写っている。
- (2) 個体識別には、訓練データ 1093 枚、検証データ 486 枚のアノテーションされた画像を用意し、訓練データは左右 90 度回転させた画像を生成し更に 2539 枚に水増しを行い、学習を行った。表 1 から 8 頭の乳牛に対し、約 95%の精度で分類

表 1. 検証データによる個体識別精度指

model	Precision	Recall	mAP@0.5	mAP@0.5:0.95
yolov5s	0.842	0.825	0.811	0.542
yolov5m	0.909	0.874	0.866	0.609
yolov5l	0.931	0.921	0.915	0.631
yolov5x	0.952	0.915	0.912	0.648

が可能であることが示された。

- (3) 行動分類では、停止、歩行、採食、飲水、急速の5つに分類し個体ごとの行動比率を算出し、各個体の行動比が近い値を示したことから、監視カメラ映像による行動分類の有効性を示した。また、映像から各個体の活動分布を調査したところ、個体ごとに特定の牛床や給餌位置を好む傾向が見られ、映像追跡から乳牛の詳細な生物的特徴の発見につながると示唆された。

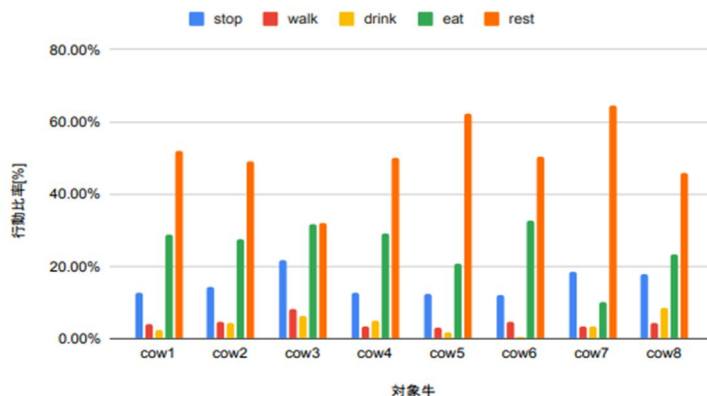


図 2. 個体ごとの行動分類比率

- (4) 映像から得られた個体ごとの1日の採食時間は、図3から電子給餌機から得られた個体ごとの1日の採食時間を比較すると約30分の誤差であった。このことから映像から採食行動の検知は可能であると考えられた。

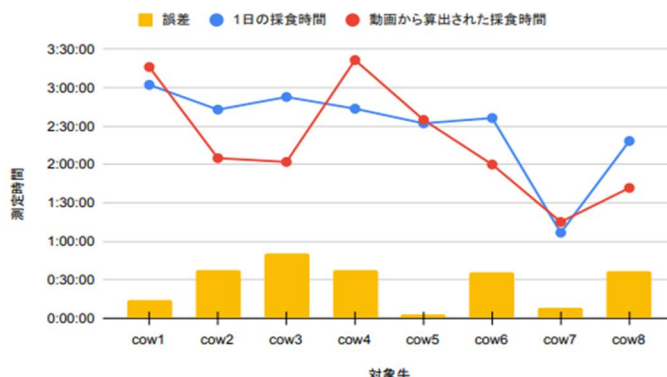


図 3. 映像と電子給餌機による採食時間測定の比較

- (5) 飼槽優先法と実際の採食エリアでの飼槽の占有の闘争行動の勝敗を表2,3に示す。順位は8頭中7頭の順序関係が一致しており、残りの1頭についても映像から闘争行動が検出されなかったことが原因であり、更に分析期間を増やすことで映像から社会的順位を推定することが可能であると示唆された。

表 3 . 飼槽優先法による社会的順位

rank	cow	勝	負	分	勝率
1	cow3	7	0	0	1
2	cow2	5	2	0	0.714
2	cow4	5	2	0	0.714
4	cow6	4	3	0	0.571
5	cow5	3	4	0	0.429
5	cow7	3	4	0	0.429
7	cow8	1	6	0	0.143
8	cow1	0	7	0	0

表 3 . 映像による社会的順位

rank	cow	勝	負	分	勝率
1	cow3	8	1	0	0.889
2	cow2	2	1	0	0.667
2	cow4	2	1	0	0.667
2	cow6	2	1	0	0.667
5	cow5	1	3	0	0.250
6	cow8	1	5	0	0.167
7	cow1	0	3	0	0.000
-	cow7	0	0	0	-

- (6) 追加として、映像内に映る個体間の距離の平均個体間距離の平均を算出し比較してみたところ、距離が短い5組のペアの内4組が、順位が隣接しており、順位の隣接する個体間では平均距離が短くなっていた。発情時の不安定状態ではこの個体間距離が大きく変化すると考えられ、発情発見の規則として利用可能であると示唆された。

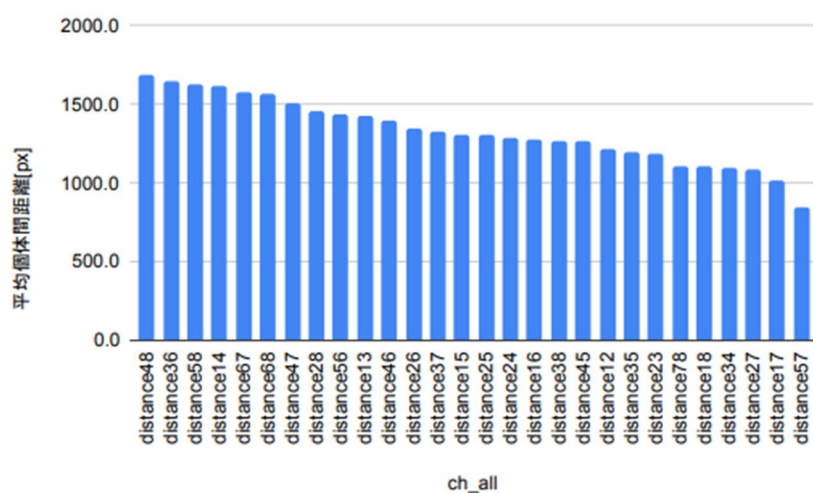


図 4 . 全カメラ分の平均個体間距離

- (7) センサ類を使用せず、映像のみから乳牛の個体識別、行動分類と社会的行動・順位の検出は今までにない手法であり、今後さらなる発展が期待できると考えられる。また監視カメラ映像から推定された社会的順位と個体間距離から、順位から外れた発情兆候を発見するシステムの開発が今後の展望として挙げられる。

< 引用文献 >

近藤 誠司, 牛群の行動適応に関する研究, 北海道大学農学部邦文紀要, Jan 1897, Vol.15, No.2, 192-233

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	堂腰 顕 (DOKOSHI Akira) (40506606)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・農業研究本部 酪農試験場・研究主幹 (80122)	
研究分担者	窪 友瑛 (KUBO Tomoaki) (50825338)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・農業研究本部 酪農試験場・研究職員 (80122)	
研究分担者	大島 一郎 (OHSHIMA Ichiro) (60465466)	鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・准教授 (17701)	
研究分担者	鍋西 久 (NABENISHI Hisashi) (90575151)	北里大学・獣医学部・准教授 (32607)	
研究分担者	古山 敬祐 (KOYAMA Keisuke) (50611026)	大阪府立大学・生命環境科学研究科・講師 (24403)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------