

乳牛個体マッチングに基づく複数牛舎カメラからの俯瞰パノラマ生成

伊井 理紗子[†] 山本 洋太[†] 谷口 行信[†]

[†] 東京理科大学 工学研究科情報工学専攻

1. はじめに

少子化による担い手の不足や長時間に及ぶ労働から酪農家の負担軽減が課題となっている。天井に複数のカメラを設置して監視する方法があるが、カメラ台数の増加につれて、牛舎全体で乳牛の位置や様子が把握しづらくなる。また、現在用いられている画像を単純に並べたマルチ画面表示では、乳牛の重複や欠落が多く発生し、監視効率が低下する。本研究では乳牛の重複や欠落を減らし、シームレスなパノラマ画像を生成する手法を提案する。

2. 従来手法

我々は、乳牛領域を用いた牛舎パノラマ合成手法[1]を提案している。牛舎マップを合成面として、事前に牛のいない画像を合成して空牛舎画像を生成しておく。抽出した乳牛領域を空牛舎画像に合成することでパノラマ表示を実現した。しかし、(1)空牛舎画像と乳牛領域を合成することで見え方に違和感が生じることと、(2)隣り合うカメラ間で同一乳牛対応づけ精度が低く、一部乳牛に重複や欠落が発生することが問題となっていた。

3. 提案手法

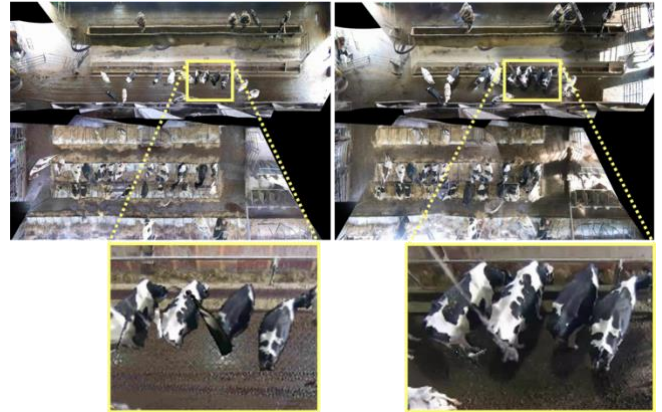
3.1 高さ調整による乳牛個体マッチング 従来手法では乳牛領域を牛舎マップ座標に変換し、重なりが大きいものを対応づけていたが、変換時のずれや床面に合わせた変換のために乳牛の身長を考慮できていないことが、精度低下(問題点(2))の要因となっていた。そこで本研究では、乳牛の身長に応じて設定した高さを基準として求めたパラメタから座標変換を行なった。

3.2 乳牛領域重みつきブレンディング 乳牛領域を合成することで生じる違和感(問題点(1))を軽減するために、乳牛領域とカメラ中心からの距離を考慮した重みつきブレンディングを以下の式で行う。

$$I(\mathbf{x}) = \sum_i \lambda_i(\mathbf{x}) I_i(\mathbf{x}), \quad \lambda_i(\mathbf{x}) = \omega_i(\mathbf{x}) / \sum_i \omega_i(\mathbf{x})$$

$$\omega_i(\mathbf{x}) = \exp(-0.05D_i(\mathbf{x}) + 10M_i(\mathbf{x}))$$

ここで、 $I(\mathbf{x})$ はブレンディング結果、 $I_i(\mathbf{x})$ は入力画像、



(a)従来手法

(b)提案手法

図2 牛舎パノラマ画像

$\lambda_i(\mathbf{x})$ は重み、 $D_i(\mathbf{x})$ はカメラ中心から画素 \mathbf{x} までの距離、 $M_i(\mathbf{x})$ は乳牛領域(1/0)を表す。

4. 実験

4.1 乳牛個体マッチング精度比較 13台のカメラで1分おきに撮影した260枚の画像を用いて、Mask R-CNN[2]で抽出した乳牛領域を利用して、乳牛個体マッチング精度を評価した。基準の高さを0~150cmで10cmおきに变化させながら精度測定を行なった。その結果90cmとした時に最大の精度を得た。表1に示すように、適合率は19.9ポイント、再現率は10.9ポイント向上した。

4.2 パノラマ生成 図1に示す手順でパノラマ生成を行った結果を図2に示す。背景と乳牛間の違和感がなくなり、よりシームレスな合成結果を得た。

5. まとめ

従来手法よりも乳牛の重複や欠落が減少し、シームレスなパノラマを生成できた。今後は、隣り合うカメラ間の重複領域において、合成で生じた乳牛領域の重なりを減らせるよう検討していく予定である。

参考文献

[1] 伊井ほか, “重複領域を持つ複数カメラ画像の歪み補正とパノラマ合成”, 画像電子学会研究会, 2021.

[2] K. He, *et al.*, “Mask R-CNN”, In ICCV, pp. 2961-2969, 2017.

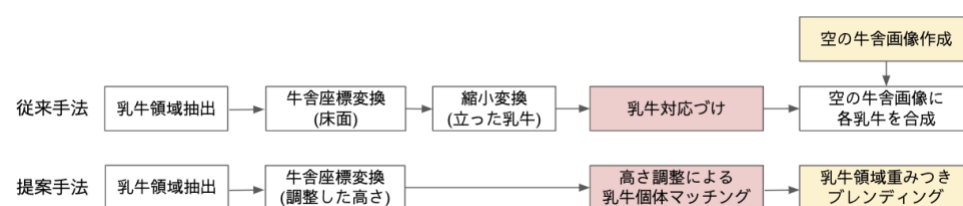


図1 パノラマ生成のフローチャート

表1 乳牛個体マッチング精度

	適合率	再現率
従来手法	0.651	0.679
提案手法	0.850	0.788