

MILを用いた加速度センサからの 放牧牛発情時インタラクションの検出

2024年9月5日(木) 第23回情報科学技術フォーラムFIT2024 中川蓮

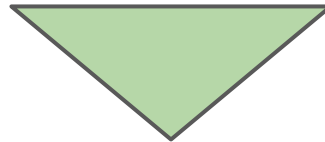
神戸大学

発表者: 中川蓮

共著者: 大川剛直 大山憲二

研究背景

- ・少子高齢化により**畜産業従事者の減少**が課題
- ・畜産業従事者の業務のひとつである**発情の検知**は継続的に確認する必要があり負担となる



情報技術を用いて発情検知を自動化することで
畜産業従事者の生産性向上を目指す

研究目的

現行の黒毛和種放牧牛の飼育管理

取り組みとして、深層学習技術を用いた黒毛和種の放牧牛の発情検知システムの構想はあるが、**実運用には至っていない**



黒毛和種は他牛種と比べて **発情の期間が短い**



目視からの黒毛和種の **個体識別は難しい**

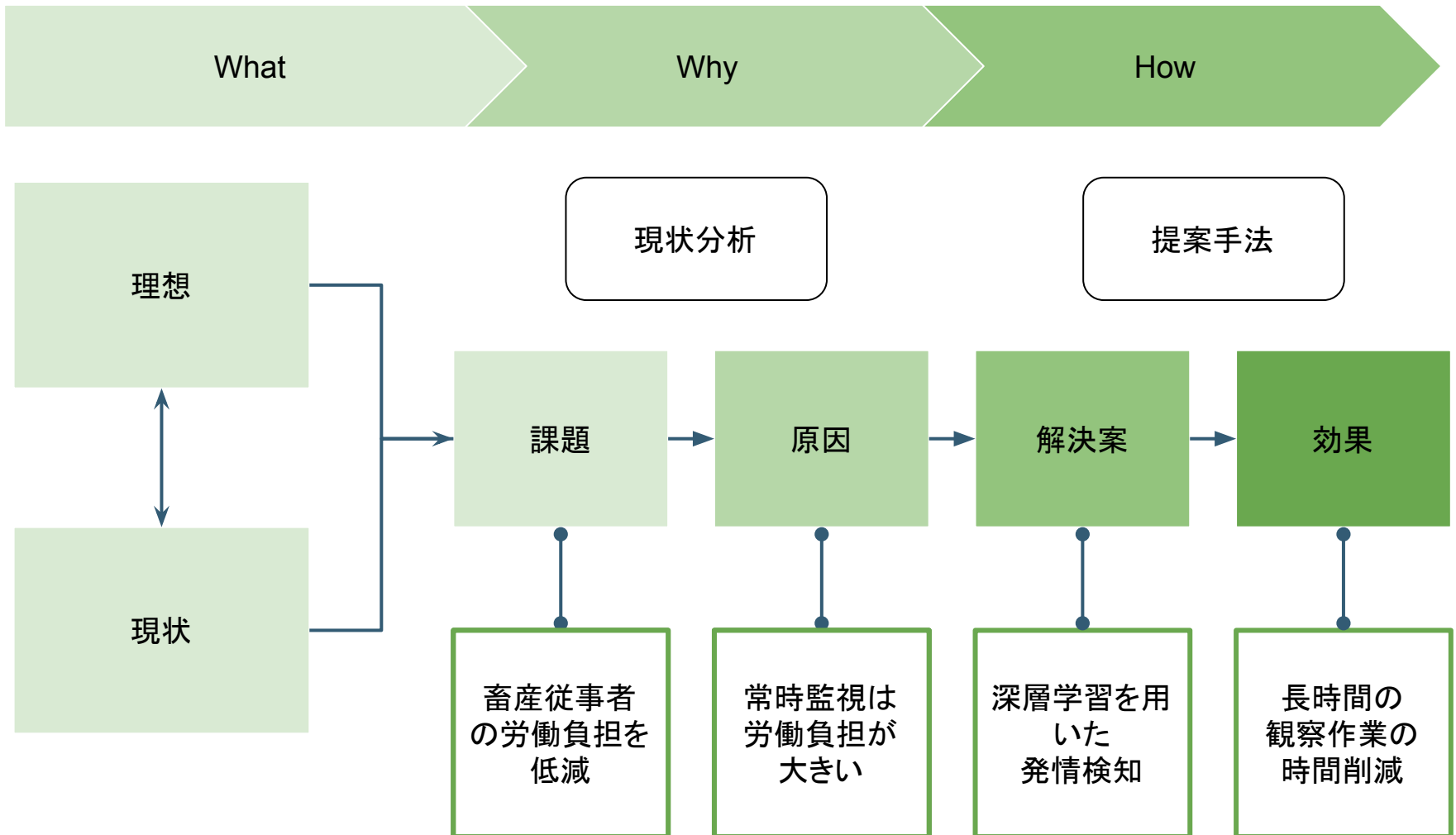


牛の **発情の指標が明確に定まっていない**



他牛種と比べて発情期間が短く個体識別の難しい
黒毛和種に対しても頑健な発情検知モデルの開発 を目的とする

研究要約



目次

1. 従来手法
2. 提案手法
 - 2.1 提案手法 - TransMIL -
 - 2.2 提案手法 - 時間シフト拡張 -
3. 実験
 - 3.1 実験条件
 - 3.1.1 実験条件 - 環境 -
 - 3.1.2 実験条件 - 評価指標 -
 - 3.2 実験結果
4. 考察
5. 今後の課題

目次

1. 従来手法

2. 提案手法

2.1 提案手法 - TransMIL -

2.2 提案手法 - 時間シフト拡張 -

3. 実験

3.1 実験条件

3.1.1 実験条件 - 環境 -

3.1.2 実験条件 - 評価指標 -

3.2 実験結果

4. 考察

5. 今後の課題

1. 従来手法

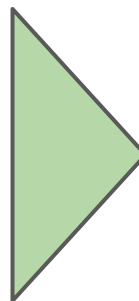
課題

畜産業労働従事者の労働負担低減のための
情報技術を用いた発情検知の自動化



カメラからの発情検知

- ⦿ 外観特徴からの個体識別が困難
- ⦿ 顕在的な発情のみ検知可能
- ⦿ 実データのため、量が不十分



センサからの発情検知

- 😊 デバイスIDによる個体識別
- 😊 深層学習での非顕在的発情検知
- 😊 時間シフト拡張

目次

1. 従来手法

2. 提案手法

2.1 提案手法 - TransMIL -

2.2 提案手法 - 時間シフト拡張 -

3. 実験条件

3.1 実験条件

3.1.1 実験条件 - 環境 -

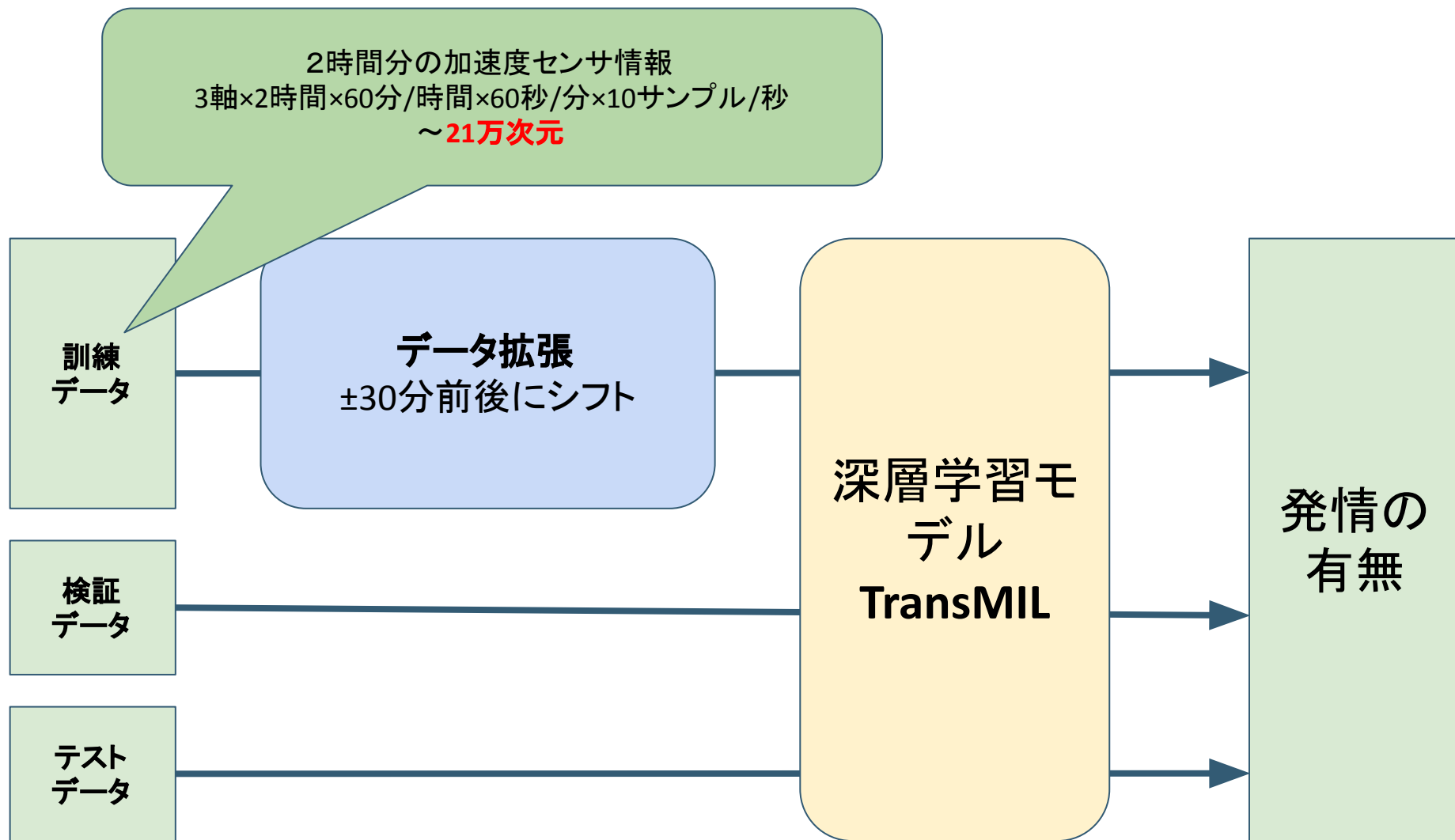
3.1.2 実験条件 - 評価指標 -

3.2 実験結果

4. 考察

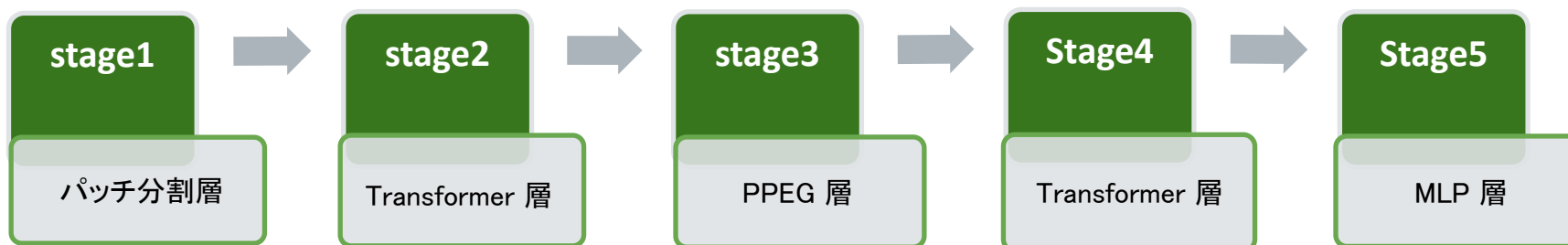
5. 今後の課題

2. 提案手法



2.1 提案手法 - TransMIL -

TransMIL とは超高解像度医療画像診断に用いられる深層学習技術
Transformer + MILであり、膨大な情報の中からの異常検知を行う MIL (Multiple Instance Learning) モデル



MIL モデル

膨大な情報全体を一度に解析することは計算コストが高いそこで、入力データを35個のパッチと呼ばれる単位に分割それぞれのパッチに対して個別に処理を行い特徴を抽出

Transformer 層

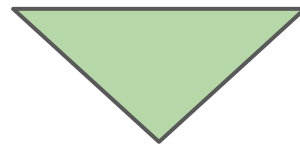
Transformer 層は Transformer アーキテクチャを使用してパッチ間の関係性を学習各パッチの情報を効率的に学習・統合し、入力データ全体における異常を検出

PPEG 層

PPEG 層は、画像内の各パッチの位置情報を考慮するために設計された層3種類のカーネルの畳み込み演算を用いて各パッチの位置を入力データに埋め込む

2.2 提案手法 - 時間シフト拡張 -

- ☹ 実データを用いているため、情報が少ない
- ☹ 加速度センサ情報は直感的に発情と結び付けが難しい



ランダムに30分を前後させることにより
最大**1800倍**にデータを拡張

目次

- 1. 従来手法
- 2. 提案手法
 - 2.1 提案手法 - TransMIL -
 - 2.2 提案手法 - 時間シフト拡張 -
- 3. 実験
 - 3.1 実験条件
 - 3.1.1 実験条件 - 環境 -
 - 3.1.2 実験条件 - 評価指標 -
 - 3.2 実験結果
- 4. 考察
- 5. 今後の課題

3.1.1 実験条件 - 環境 -

デバイス情報

- ・加速度センサ (10 Hz)
- ・角速度センサ (10 Hz)
- ・GPS (1 Hz) 等

生情報

- ・黒毛和種
- ・放牧牛
- ・全9頭

発情指標

- ・乗駕 / 乗駕許容 (41)
- ・異常接近 (15)
- ・膣粘液漏出 (21)

環境情報

- ・2023年1月～2024年4月
- ・兵庫県加西市
神戸大学大学院農学研究科
食資源教育研究センター



3.1.2 実験条件 - 評価指標 -

Recall、Precision、F1-Scoreを用いて予測の評価を行い、
畜産業従事者の労働削減 にどれだけ貢献するかを**定量的に評価**

Recall

別名を**再現率**といい、
全予測対象の中で、
どれだけ取りこぼし
なく予測することが
できたかの精度を表す

$$\frac{TP}{TP + FN}$$

Precision

別名を**適合率**といい、
予測したものの中で
どれだけ正しく予測
することができたかの精
度を表す

$$\frac{TP}{TP + FP}$$

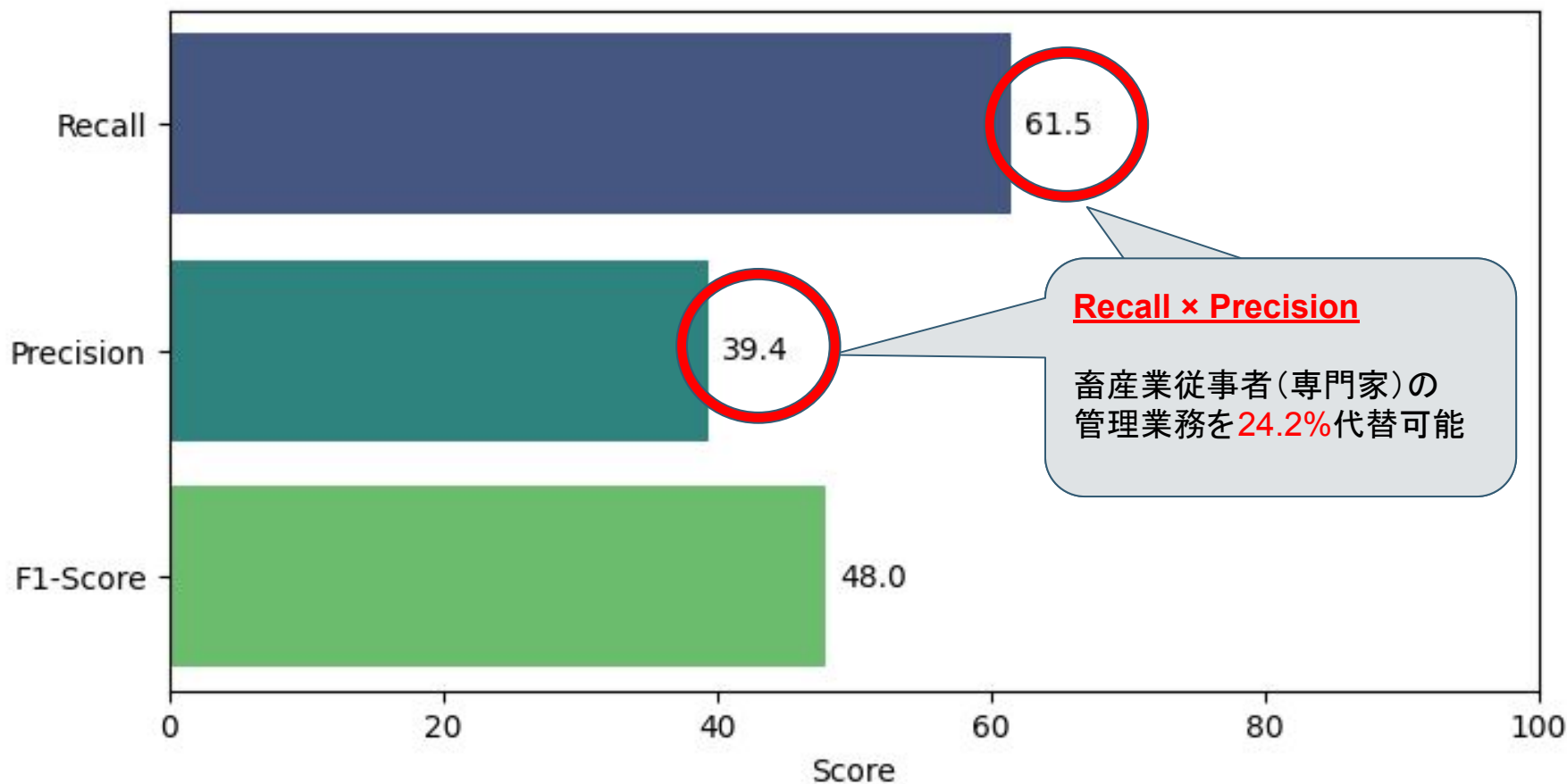
F1-Score

RecallとPrecisionの
調和平均であり、
トレードオフの関係の
**Recall と Precisionの
バランス**を表す

$$\frac{2}{\frac{1}{\text{Precision}} + \frac{1}{\text{Recall}}}$$

3.2 実験結果

Performance Metrics



目次

1. 従来手法
2. 提案手法
 - 2.1 提案手法 - TransMIL -
 - 2.2 提案手法 - 時間シフト拡張 -
3. 実験
 - 3.1 実験条件
 - 3.1.1 実験条件 - 環境 -
 - 3.1.2 実験条件 - 評価指標 -
 - 3.2 実験結果
4. 考察
5. 今後の課題

4. 考察

定性的効果



黒毛和種では発情の期間が他牛種と比べて短い



目視からの黒毛和種の個体識別は難しい



発情の指標が明確ではない



発情検知の**自動化**



デバイスIDからの**個体識別**



微弱・**非顕在発情**の検知

定量的効果

目視確認した際との労働負担と比較をして、
本提案手法により**24.2%の労働負担の低減**

目次

1. 従来手法

2. 提案手法

2.1 提案手法 - TransMIL -

2.2 提案手法 - 時間シフト拡張 -

3. 実験

3.1 実験条件

3.1.1 実験条件 - 環境 -

3.1.2 実験条件 - 評価指標 -

3.2 実験結果

4. 考察

5. 今後の課題

5. 今後の課題

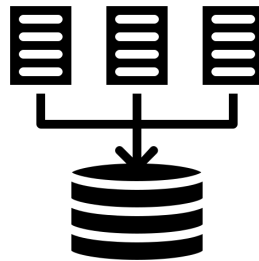
データの質向上



実験環境は屋外で 欠損が多い
より高精度な発情検知

- ・中間地点の数を増やす
- ・デバイスの記憶媒体を増強

マルチモーダル



現状のモデルでは 加速度のみ
他のモダリティの情報も加え より
高精度な発情検知

- ・動画像
- ・角速度

システム化



現状は 研究フェーズ であり
実運用フェーズではない

実運用を目指し本研究内容を
用いた 管理システムを開発

研究要約

現 状

課 題

少子高齢化により畜産業従事者の減少が課題

発情の検知 は畜産業従事者の業務のひとつ

継続的に確認する長時間の観察や夜間作業が負担

原 因

現行のカメラからの発情検知の問題

- ・外観特徴から**個体識別が困難**
- ・顕在的な発情に限定
- ・実データのためデータ量が不足

提 案

解 決 案

二時間分の加速度センサ情報を入力とし、

時間シフト拡張 と深層学習技術
TransMILを用いた

発情検知モデルを提案

効 果

定性的

- ・発情検知自動化
- ・個体識別
- ・非顕在的発情の検知

定量的

観察作業の代替による**24.2%の労働負担の低減**