

画像分類を用いた 複数の小動物の同時追跡

情報システム工学科

椋木研究室

北川 遼哉

2018年02月15日

研究背景

畜産農業における家畜の伝染病が問題となっている
(例: 鳥インフルエンザ、口蹄疫)

⇒ 飼育小屋周辺の野生動物との接触による感染が原因



動物の生態把握が必要

⇒ 目視での観測はコストが高く、十分に解明できない



実験環境下での小動物の追跡

従来手法

AKAZE特徴量とパーティクルフィルタによる小動物追跡[1]

◆ パーティクルフィルタ

- オクルージョンに強い

◆ AKAZE特徴量

- 拡大・縮小・回転・焦点ぼけの変化への耐性が強い

問題点

- 従来手法では追跡対象が1匹のみ
- オクルージョンの後、追跡対象を間違えたまま追跡

[1]岡崎浩佑, 阿山駿希, 棕木雅之:尤度計算にAKAZE特徴量を利用したパーティクルフィルタによる小動物追跡,平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会,(2017).

従来手法

AKAZE特徴量とパーティクルフィルタによる小動物追跡[1]

◆ パーティクルフィルタ

全てのマウスを常に識別することで、
追跡対象を間違い続けることを防ぐ

- 従来手法では追跡対象が1匹のみ
- オクルージョンの後、追跡対象を間違えたまま追跡

[1]岡崎浩佑, 阿山駿希, 棕木雅之:尤度計算にAKAZE特徴量を利用したパーティクルフィルタによる小動物追跡,平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会,(2017).

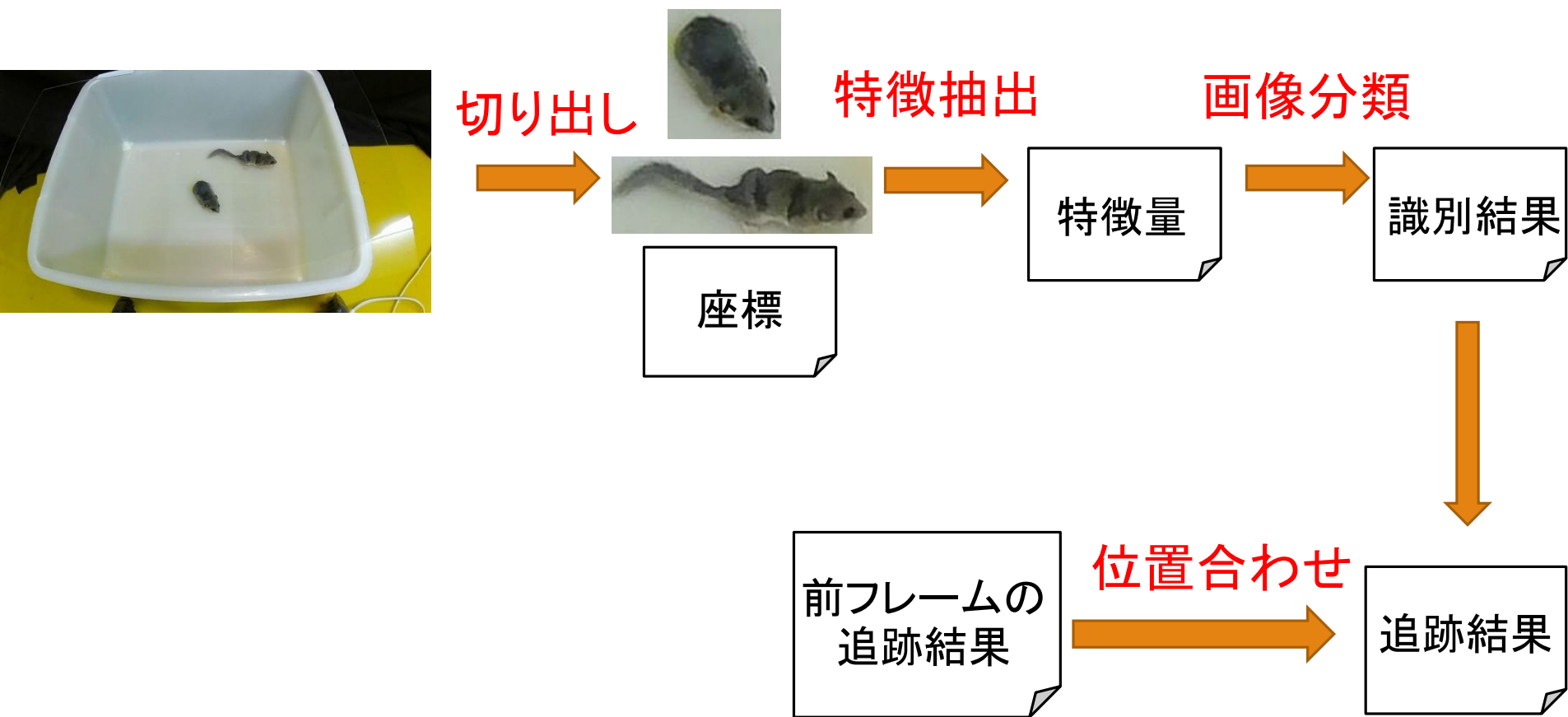
提案手法

画像分類を用いた複数のマウスの同時追跡

- ✓ 動画像内のすべてのマウスの追跡を行う
- ✓ 1匹の識別に失敗したとしても、その他のマウスの識別ができれば、対象を間違えることなく追跡が可能となる

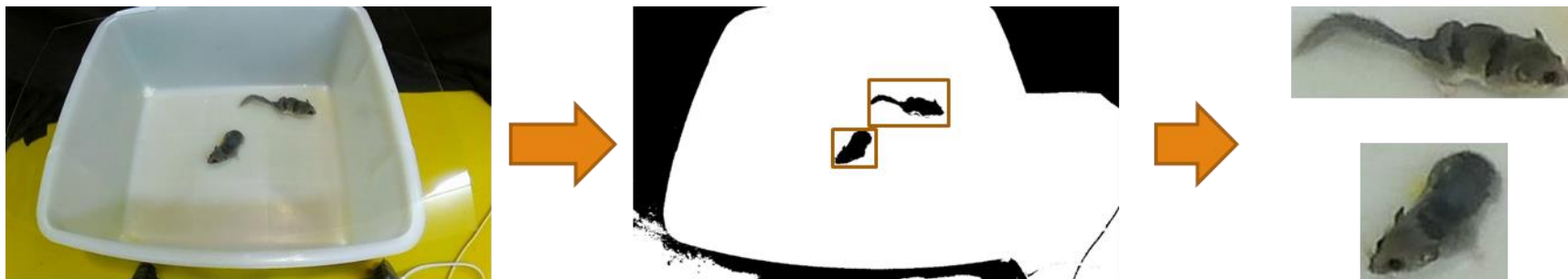


マウスの追跡の流れ



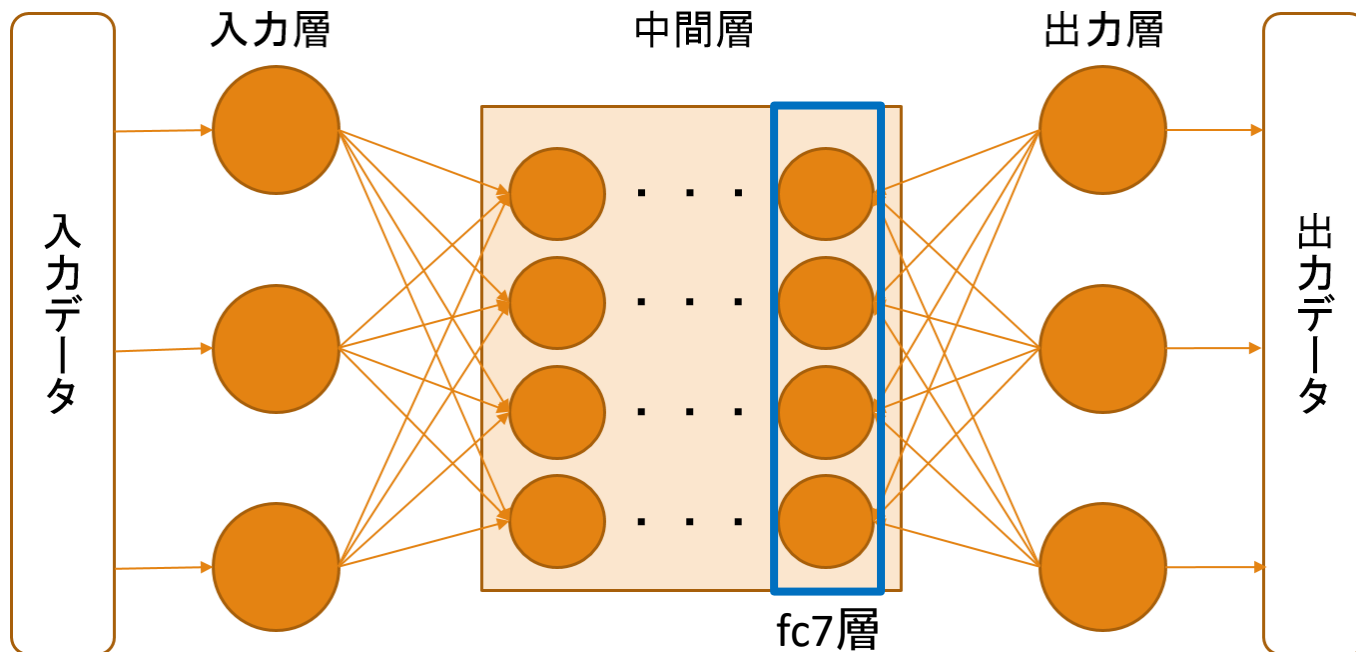
切り出し

- マウスのみが写っている切り出し画像とその座標を取得
 - 動画フレームを二値化
 - マウスの領域が写った矩形を切り出し



特徴抽出

- CaffeでImageNet画像を学習したモデルを用いる
- 中間層の出力であるfc7層の4096次元のデータを使用



画像分類

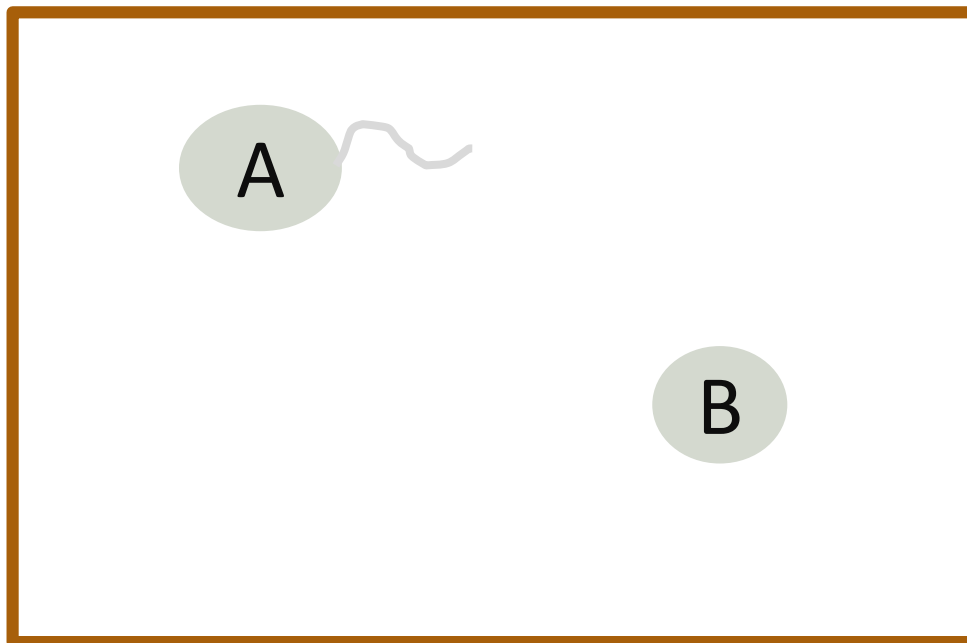
□ Sparse Collaborative Mean Attraction(SCMA)法[2]

- 未知のテストデータを複数の既知のカテゴリのいずれかに分類する識別手法
- 少数訓練用画像で画像分類を行う際に有効な手法

[2]荻原弘樹, 椋木雅之:スパース最適化を用いたCollaborative Mean Attraction法による画像分類の特性調査,平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会,(2017).

位置合わせ

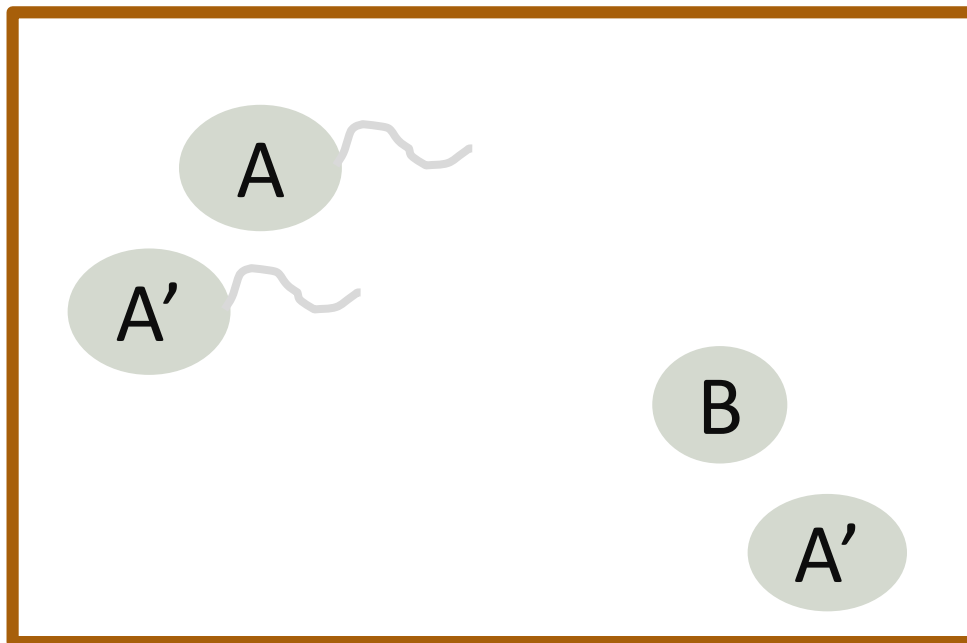
二匹の識別結果が別々の場合、その結果を用いて追跡



A,Bは追跡を行うフレームでの識別結果

位置合わせ

二匹の識別結果が同じになった場合、
前のフレームのマウスの位置を使って識別結果を修正

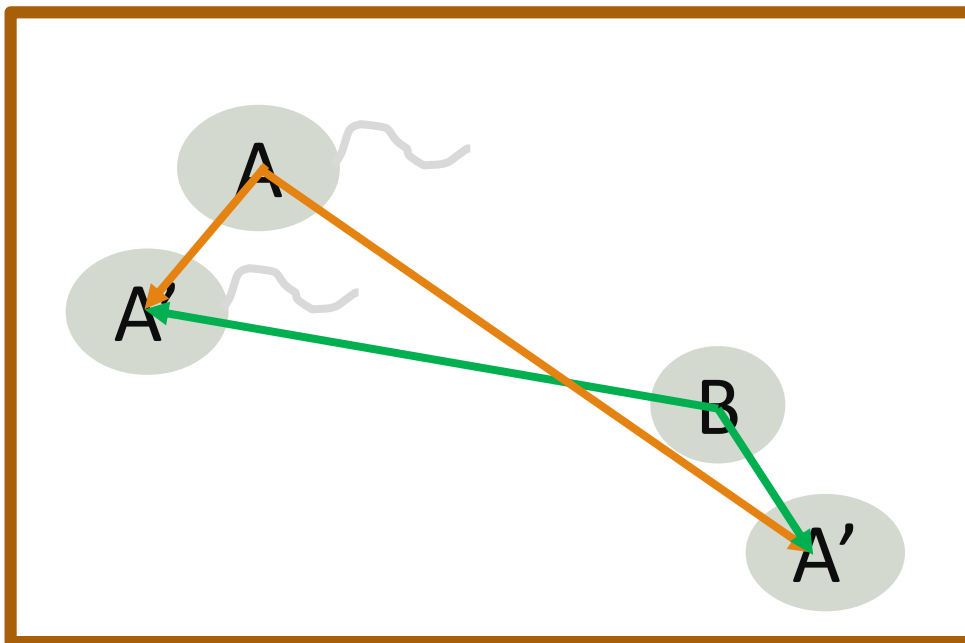


A,Bは追跡を行うフレームでの識別結果

A'は前フレームでの追跡結果

位置合わせ

位置合わせを行うフレームのマウスの重心位置と、
前のフレームでのマウスの重心位置の距離を求める

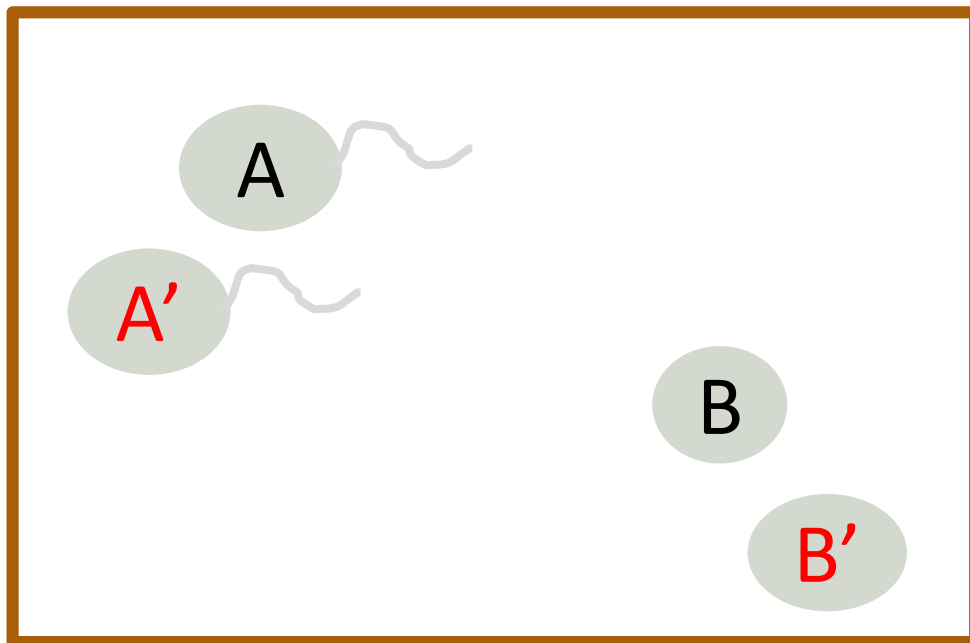


A'は追跡を行うフレーム
での識別結果

AとBは前フレームでの
追跡結果

位置合わせ

前フレームのマウスAにより近いマウスをマウスA'に、
前フレームのマウスBにより近いマウスをマウスB'に修正



A'とB'は追跡を行うフレームでの位置合わせをした結果

AとBは前フレームでの追跡結果

実験

実験に用いる動画

動画1：模様が大きく異なるマウス2匹（マウスA,B）

動画2：模様がよく似たマウス2匹（マウスC,D）

※動画サイズ1280×720画素



動画1



動画2

実験に用いる訓練用画像

訓練用画像にはそれぞれのマウスの向き異なる切り出し画像を4枚ずつ用意

動画1



マウスA



マウスB

動画2



マウスC



マウスD

実験

□ 識別実験

それぞれのマウスに対して識別の正解率を評価

□ 追跡実験

動画1と動画2に対する追跡の評価

識別実験

SCMA法を用いて、各マウスにおける識別の正解率を評価

訓練用画像枚数: 1~4枚

ただし、重なり合いや隣り合いにより切り出し画像1枚に2匹が写っている場合を除く

実験に使用したマウス画像の枚数

マウスA,B : 820枚

マウスC,D : 52枚



識別の正解率

	訓練用画像1枚	訓練用画像2枚	訓練用画像3枚	訓練用画像4枚
マウスA	64.5%	78.5%	86.8%	86.6%
マウスB	98.4%	98.4%	99.4%	99.6%
マウスC	53.2%	62.0%	68.5%	74.1%
マウスD	63.9%	61.1%	61.1%	59.3%

マウスA,Bは模様で区別がつけやすいため、正解率が高い
マウスC,Dは模様がよく似ているため、正解率が低い

識別の正解率

	訓練用画像1枚	訓練用画像2枚	訓練用画像3枚	訓練用画像4枚
マウスA	64.5%	78.5%	86.8%	86.6%
マウスB	98.4%	98.4%	99.4%	99.6%
マウスC	53.2%	62.0%	68.5%	74.1%
マウスD	63.9%	61.1%	61.1%	59.3%

マウスA,Bは模様で区別がつけやすいため、正解率が高い
マウスC,Dは模様がよく似ているため、正解率が低い

識別の正解率

	訓練用画像1枚	訓練用画像2枚	訓練用画像3枚	訓練用画像4枚
マウスA	64.5%	78.5%	86.8%	86.6%
マウスB	98.4%	98.4%	99.4%	99.6%
マウスC	53.2%	62.0%	68.5%	74.1%
マウスD	63.9%	61.1%	61.1%	59.3%

マウスA,B,Cは訓練用画像の枚数が増えるほど識別率は向上

マウスDは訓練用画像によって識別率に大きく差が出たため、枚数を増やしてもよい結果が得られなかった

識別の正解率

	訓練用画像1枚	訓練用画像2枚	訓練用画像3枚	訓練用画像4枚
マウスA	64.5%	78.5%	86.8%	86.6%
マウスB	98.4%	98.4%	99.4%	99.6%
マウスC	53.2%	62.0%	68.5%	74.1%
マウスD	63.9%	61.1%	61.1%	59.3%

マウスA,B,Cは訓練用画像の枚数が増えるほど識別率は向上

マウスDは訓練用画像によって識別率に大きく差が出たため、枚数を増やしてもよい結果が得られなかった

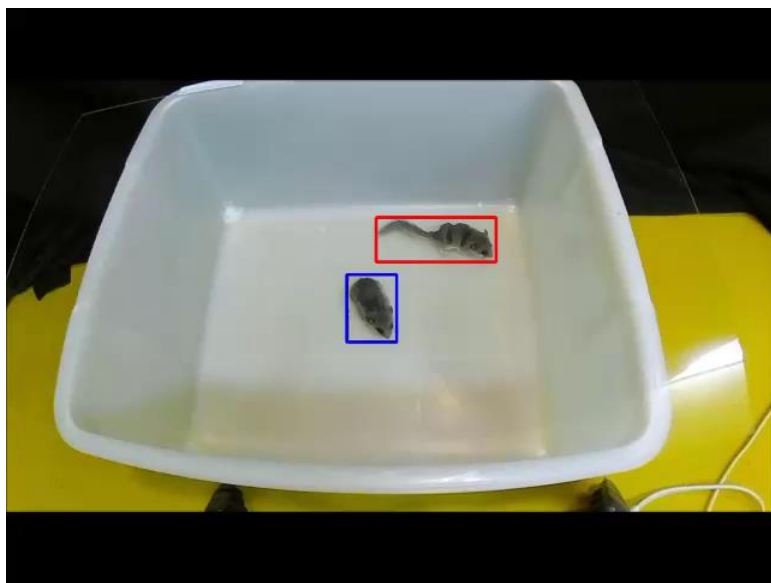
追跡実験

識別結果と切り出し画像を用いてマウスの追跡を行う

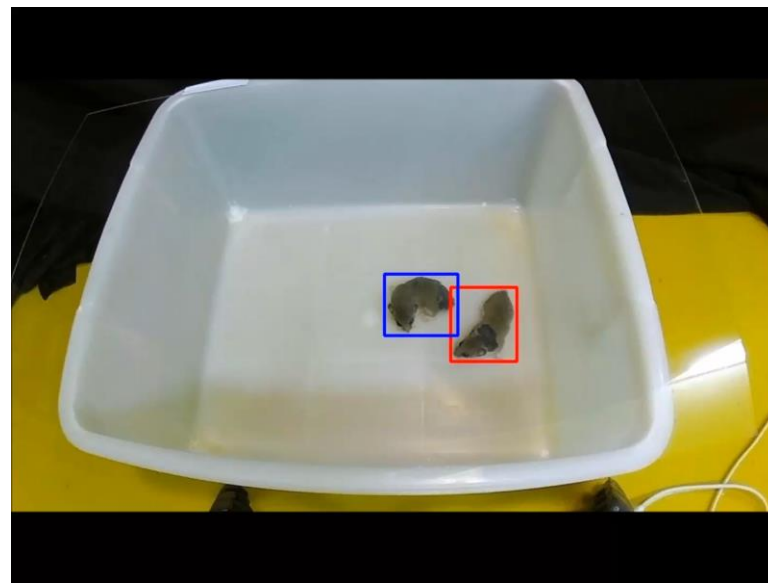
重なり合いや隣り合いが発生した場合は、切り出された画像の重心位置を二匹のマウスの重心位置とする

評価には、人の手で決めたマウスの正解の座標と、追跡結果の切り出し画像の重心の座標との距離を用いる

追跡動画

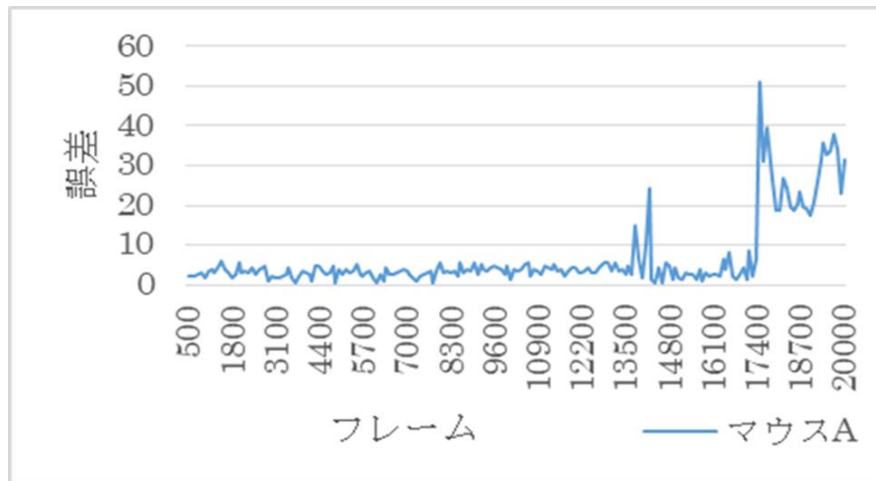


動画1

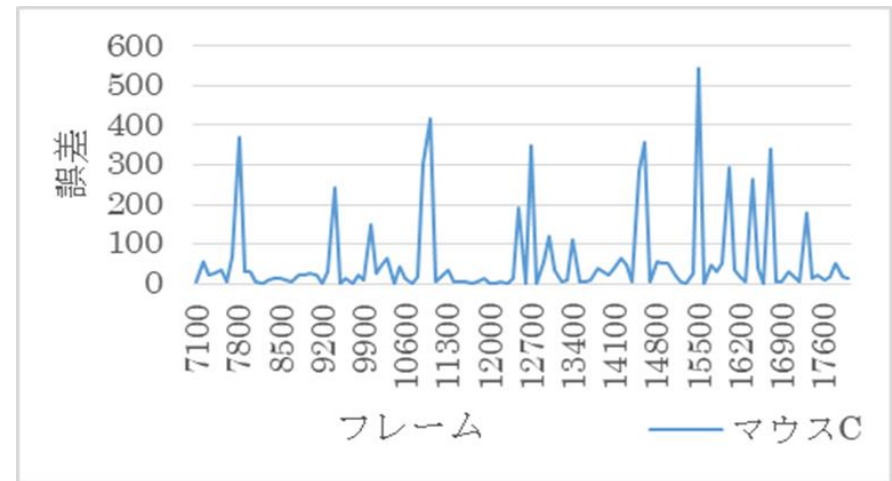


動画2

重心誤差



動画1のマウスA



動画2のマウスC

動画1のマウスAは識別が容易なため、誤差が小さくなった。
動画2のマウスCは識別が難しく、マウスDと逆に識別されることもあり、大きく誤差が生じた。

定量評価

	提案手法の平均重心誤差	従来手法[1]の平均x座標誤差
マウスA	6.7	50.6
マウスB	4.3	25.4
マウスC	57.6	55.1
マウスD	67.4	59.8

定量評価より、識別の正解率の高い動画1のマウスA,Bに関しては、従来手法に比べて、精度が飛躍的に向上した。
しかし、識別の正解率の低い動画2のマウスC,Dに関しては、従来手法と同程度の誤差となった。

[1]岡崎浩佑, 阿山駿希, 棕木雅之:尤度計算にAKAZE特徴量を利用したパーティクルフィルタによる小動物追跡,平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会,(2017).

定量評価

	提案手法の平均重心誤差	従来手法[1]の平均x座標誤差
マウスA	6.7	50.6
マウスB	4.3	25.4
マウスC	57.6	55.1
マウスD	67.4	59.8

定量評価より、識別の正解率の高い動画1のマウスA,Bに関しては、従来手法に比べて、精度が飛躍的に向上した。
しかし、識別の正解率の低い動画2のマウスC,Dに関しては、従来手法と同程度の誤差となった。

[1]岡崎浩佑, 阿山駿希, 棕木雅之:尤度計算にAKAZE特徴量を利用したパーティクルフィルタによる小動物追跡,平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会,(2017).

定量評価

	提案手法の平均重心誤差	従来手法[1]の平均x座標誤差
マウスA	6.7	50.6
マウスB	4.3	25.4
マウスC	57.6	55.1
マウスD	67.4	59.8

定量評価より、識別の正解率の高い動画1のマウスA,Bに関しては、従来手法に比べて、精度が飛躍的に向上した。
しかし、識別の正解率の低い動画2のマウスC,Dに関しては、従来手法と同程度の誤差となった。

[1]岡崎浩佑, 阿山駿希, 棕木雅之:尤度計算にAKAZE特徴量を利用したパーティクルフィルタによる小動物追跡,平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会,(2017).

まとめ・今後の課題

□ 識別精度が高い場合（模様の区別が付きやすい）

- 良い追跡結果が得られ、位置合わせに関するもうまく修正することができた。

□ 識別精度が低い場合（模様が似ている）

- 間違った識別をしたまま位置合わせを行ってしまうことで、追跡に失敗することがあった。

今後の課題

- 二匹が識別できた際にも前のフレームと比較するなど、識別結果の逆転への対処をする。

Caffe

- カリフォルニア大学バークレー校のコンピュータビジョンおよび機械学習に関する研究センターであるBVLCが中心となって開発しているOSS
- C++で実装されたGPUに対応した高速なディープラーニングのライブラリ

リファレンスモデル (bvlc_reference_caffenet)

- 大規模画像認識のコンテストILSVRCで2012年にトップとなった畳み込みニューラルネットワークの画像分類モデルの一部に変更を加えたリファレンスモデル
- 活性化関数を通す前の値を取り出すことで画像特徴として利用することのできる4096次元のデータが取得できる

位置合わせ（距離の求め方）

前フレームでのマウスAの座標を $A(Ax, Ay)$

前フレームでのマウスBの座標を $B(Bx, By)$

位置合わせを行うフレームでのマウスの座標を

それぞれ $(x1, y1), (x2, y2)$ とする

始点が前フレームの座標、終点が位置合わせを行うフレームの座標としたベクトルを計算する。

$$\vec{A1} = (x1 - Ax, y1 - Ay), \vec{A2} = (x2 - Ax, y2 - Ay)$$

$$\vec{B1} = (x1 - Bx, y1 - By), \vec{B2} = (x2 - Bx, y2 - By)$$

このベクトルの長さを二点間の距離として用いる。

切り出しの評価実験

自動切り出しプログラムによって切り出された画像がきちんとマウスを映しているかを評価する

実験に使用した画像では、切り出せなかったマウスが極少数だったため、適合率は考えないこととする

切り出しの評価実験

評価実験では、しっぽのあるマウスとないマウスの二匹が写っている動画を用いる

しっぽのあるマウスをマウスA



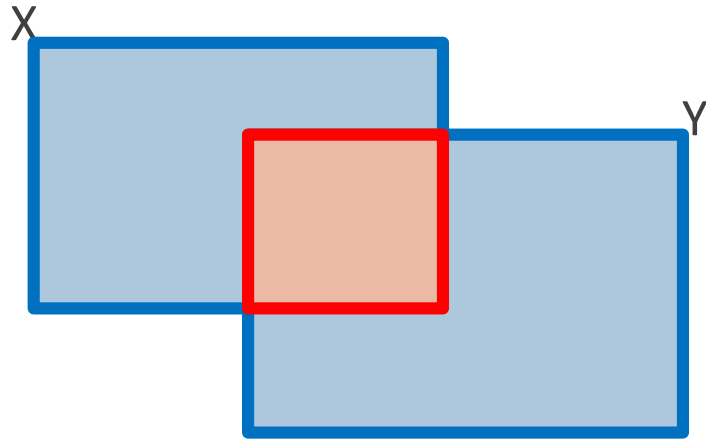
しっぽのないマウスをマウスB



とし、1076フレームのうちどれだけ再現できているかをJaccard係数を用いて評価する

Jaccard係数

集合Xと集合Yに対して $\frac{|X \cap Y|}{|X \cup Y|}$ のことをJaccard係数という



Jaccard係数が1に近づくほどXとYは似ていると言える

切り出しの再現率

全ての切り出し画像に対してJaccard係数が0.5以上のもの

マウスA 94.5% (1017 / 1073)

マウスB 78.7% (847 / 1076)



マウスBはマウスAに比べて身体が小さく、二匹とも映っていた場合に身体より大きく切り出されていたためマウスBの再現率が低くなっている

識別の正解率

	訓練用画像1枚	訓練用画像2枚	訓練用画像3枚	訓練用画像4枚
マウスA	64.5%	78.5%	86.8%	86.6%
マウスB	98.4%	98.4%	99.4%	99.6%
マウスC	53.2%	62.0%	68.5%	74.1%
マウスD	63.9%	61.1%	61.1%	59.3%

定量評価

マウス	提案手法の平均重心誤差	従来手法の平均x座標誤差
A	6.7	50.6
B	4.3	25.4
C	57.6	55.1
D	67.4	59.8

提案手法の評価はマウスの重心座標であるのに対し、従来手法の評価はマウスの重心のx座標のみを用いた評価であるため、従来手法の定量評価はこれより大きくなる可能性がある。

[1]岡崎浩佑, 阿山駿希, 椋木雅之:尤度計算にAKAZE特徴量を利用したパーティクルフィルタによる小動物追跡,平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会,(2017).

4匹の追跡実験

マウスA,B,C,Dの4匹を撮影した動画3を用いて実験を行う。

4匹の追跡では、重なり合いが起こった場合にも位置合わせを行うことで、どのマウスが重なり合っているかを識別する。

評価には、人の手で任意に決めたマウスの正解の座標と、追跡結果の切り出し画像の重心の座標との距離を用いる

定量評価

マウス	平均誤差
A	176.5
B	67.5
C	69.6
D	185.2

	4匹の識別に成功	4匹の識別に失敗	切り出し画像 4枚未満
動画3	1	8	28

定量評価

マウス	平均誤差
A	176.5
B	67.5
C	69.6

4匹の場合、2匹に比べ識別が難しく、重なり合いの場合の処理も難しいため、誤ったマウスを追跡することが多く、厳しい結果となった。
4匹の追跡の今後の課題として、重なり合いが起きているかどうかを、画像のサイズなどを用いて判別することが挙げられる

	4匹の識別に成功	4匹の識別に失敗	切り出し画像 4枚未満
動画3	1	8	28