

平成 28 年度卒業論文

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

宮崎大学 工学部 情報システム工学科

阿山 駿希

指導教員 椋木雅之

目次

1	はじめに.....	1
2	パーティクルフィルタによる物体追跡.....	2
2.1	パーティクルフィルタ.....	2
2.2	小動物追跡.....	3
3	パーティクルフィルタと AKAZE 特徴量による追跡手法.....	4
3.1	小動物追跡の流れ.....	4
3.2	AKAZE 特徴量抽出と照合.....	5
3.3	尤度画像の作成.....	6
3.4	パーティクルフィルタを用いた小動物追跡.....	7
4	小動物追跡実験.....	8
4.1	実験手順.....	8
4.2	実験結果.....	11
4.3	ターゲット画像を複数枚にした場合の実験.....	13
4.4	従来の物体追跡手法との比較実験.....	17
5	おわりに.....	19

1. はじめに

2010年に起きた伝染病口蹄疫により宮崎県で28,649頭の牛、豚が殺処分された。これによる経済的損失は、畜産で約825億円、全ての損害を含めると約2,300億円になると見積もられている。このように畜産農業において家畜の病気はとても深刻な問題である。家畜の病気は野生動物から感染することが多い。そのため、飼育小屋周辺の野生動物の生態把握は、家畜の病気対策において重要な研究課題の一つとなっている。このような背景のもと本学農学部の坂本講師らの研究グループは動物の生態把握の研究を行っている。坂本講師らは、人手で動物の追跡・観察を行っているが、多くの時間と労力が必要となり、多量の観察データに基づく分析が行えていない。本研究では、生態把握のための実験段階として、ゲージの中の小動物の追跡を自動的に行う手法を開発する。動物個々を判別し追跡することにより、生態把握の手助けとなる。具体的には、複数のネズミが入ったゲージを撮影した映像中から、指定した特定のネズミ個体を判別、追跡する。ネズミ同士は、色や体形が類似しており、判別が難しい。本研究では、ネズミを毛刈りして模様をつけると共に、パーティクルフィルタを用い、尤度計算に局所特徴量的一种であるAKAZE特徴量を用いることで、特定のネズミ個体を判別し追跡することを目指す。

2. パーティクルフィルタによる物体追跡

2.1 パーティクルフィルタ

パーティクルフィルタとは、物体の検出と追跡を同時に行う、逐次追跡アルゴリズムである。現状態から起こりうる多数の次状態を、多数のパーティクルに見立てて、全パーティクルの尤度に基づいた重みつき平均を次状態とし、もっとも確からしいものを予測しながら追跡を行っていく。主な処理は、予測、観測、対応付け、選択の4つであり、これらの処理を繰り返すことで、物体の追跡を行う。パーティクルフィルタは、計算時間が短く処理が早い、オクルージョンに強いという特徴がある。

パーティクルフィルタを用いた物体追跡の研究は多く行われている。[1]では、SVMを用いた人物追跡を行っている。この方法では、大量の学習画像を与えなければならず、情報の少ない物体を追跡することは困難である。[2]では、あらかじめ物体の侵入領域を決めることで、領域に侵入してきた物体を追跡している。[3]では、距離情報と色情報の組み合わせることで、人物追跡を行っている。

2.2 小動物追跡

小動物に限らず動物は、1匹でいる場合と、複数匹でいる場合では行動に変化がみられる。生態把握をするためには、複数の小動物がいる状況で、個々を識別、追跡する必要がある。小動物の場合、個体それぞれがよく似ていることが多く、激しく動き回る、重なり合いによりオクルージョンが発生するなど、追跡が難しい対象である。本研究では、特にネズミを対象とした追跡を行う。ネズミは個々の色が似ている場合が多い。また、ネズミに着色をしてもすぐにネズミが自ら色を落としてしまうという問題が発生する。さらに、わかりやすい目印をつけることは、ネズミにとって大きなストレスとなるためできない。これらの要因が追跡を困難とさせている。

これに対処するために、パーティクルフィルタと AKAZE 特徴量を用いて追跡を行う。パーティクルフィルタは、オクルージョンに強く一度追跡物体を見失っても再度追跡をすることができる。AKAZE 特徴量は、物体の拡大・縮小・回転や焦点ぼけなどの変化への耐性が強いいため、小動物の変化に対応できる。この2つを組み合わせることによって、対象物体の追跡精度の向上を図る。

3. パーティクルフィルタと AKAZE 特徴量による追跡手法

3.1 小動物追跡の流れ

本研究では、動画像（図 1）を与え、AKAZE 特徴量の抽出と照合を行い尤度画像を作成する。この作成した尤度画像の値を、パーティクルフィルタの尤度として使用することで小動物追跡を行う。



図 1 動画像の例

3.2 AKAZE 特徴量の抽出と照合

追跡する特定個体の画像をターゲット画像として与える。ターゲット画像から AKAZE 特徴量を抽出する。動画像の各フレームからも AKAZE 特徴量を抽出する。次に、ターゲット画像と各フレームから抽出した AKAZE 特徴量を照合する。AKAZE 特徴量同士のハミング距離が近いものから順に貪欲法で照合する。この際、照合結果の信頼性を高めるために、ターゲット画像の特徴量から各フレームの特徴量を照合した結果と、逆に各フレームから照合した結果を求め、両方で一致するもののみを照合結果とする（図2）。

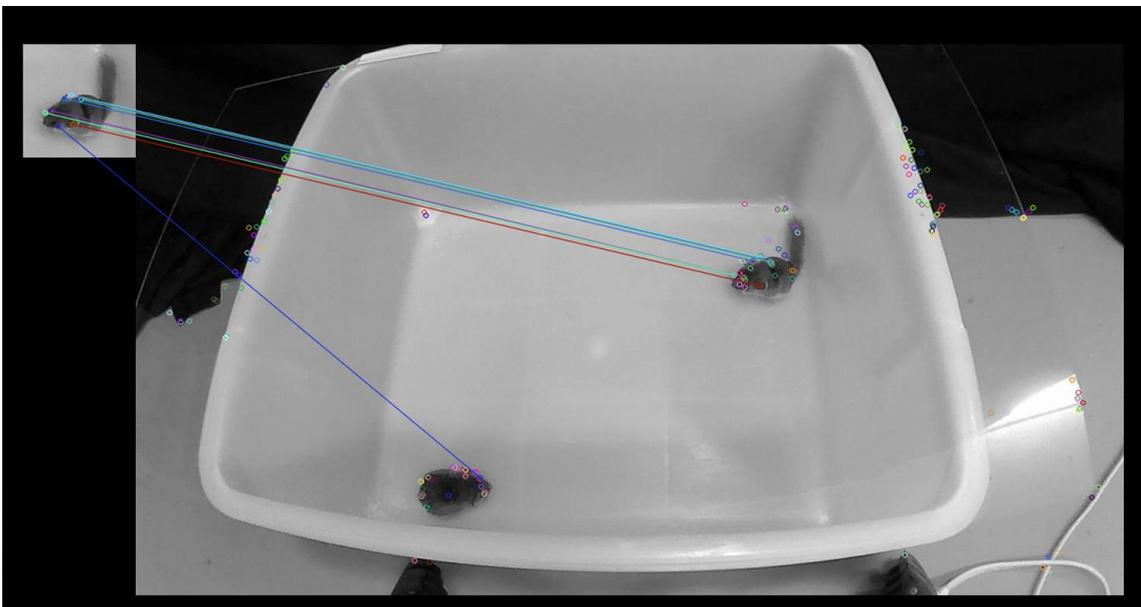


図2 ターゲット画像と照合結果の例

3.3 尤度画像の作成

照合結果をもとに、画像の各位置での特定個体らしさの尤度を計算する。3.2 節の照合結果に含まれる特徴点位置はネズミの位置である可能性が高い。従って、多くの照合結果が集まっている位置の尤度を高くしたい。このために、特徴点周辺に重み付けて投票することで尤度を計算する。まず、動画像の1フレームと同じ大きさの画像を用意し、画素値を0に初期化する。照合結果の特徴点それぞれについて、特徴点位置を中心に正規分布状の重みをつけて尤度を投票する。すべての特徴点について投票した後、画素値の最大値が1になるように正規化する。これにより、照合結果の特徴点が多く集まる位置で尤度が高くなる。尤度計算を行った画像を尤度画像（図3）とする。尤度画像の画素値は、その位置での尤度を示す。

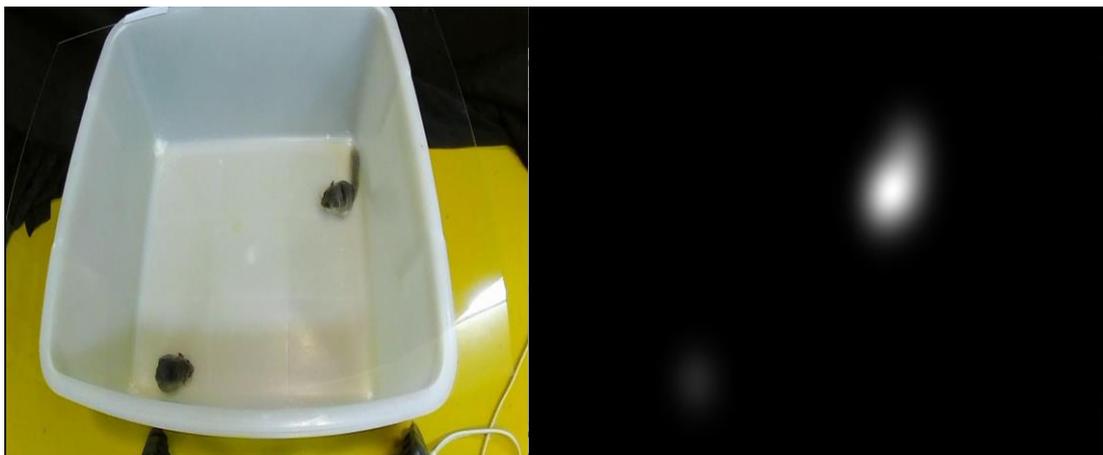


図3 尤度画像の例

3.4 パーティクルフィルタを用いた小動物追跡

まず、1フレーム目にパーティクルをランダムに配置する。次に尤度に従って最も追跡物体らしいものを見つけ、尤度の高いところに重みをつける。次に重みの低いパーティクルを削除する。これを各フレームについて繰り返すことで物体を追跡する（図4）。また、各フレームでパーティクルの重心を求め、個体の追跡結果とする。

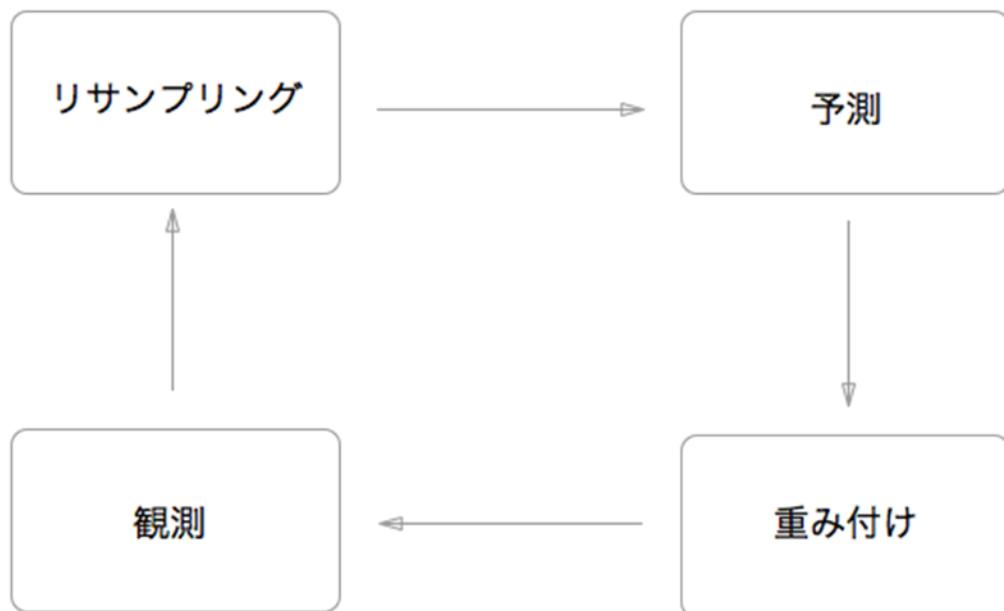


図4 パーティクルフィルタの流れ

4. 小動物追跡実験

4.1 実験手順

実験用動画は、模様のない白い箱にネズミを入れて撮影したものである。箱の中にはネズミが隠れることができるものはなく、ネズミ以外は存在しない。さらに、ゲージの中には影ができないようにし、光の反射、映り込みが発生しないようにする。実験用動画として、模様が大きく違う 2 匹のみをゲージに入れた場合（動画 A）、模様がよく似た 2 匹のみをゲージに入れた場合（動画 B）で実験を行った。追跡画像の例を図 5 に示す。これらの実験用画像は、坂本講師より提供頂いた。

ターゲット画像は、元の動画から人手で決めた。本実験での、動画 A,B それぞれのネズミのターゲット画像を図 6,7 とする。

評価には、 x 座標の位置を用いた。人手で決めた正解の x 座標と、パーティクルの重心の x 座標を比較する。また、正解と検出の x 座標の差の絶対値をとり、平均値を求め定量評価（平均誤差）とした。 x 座標の比較は 100 フレームおきに行った。

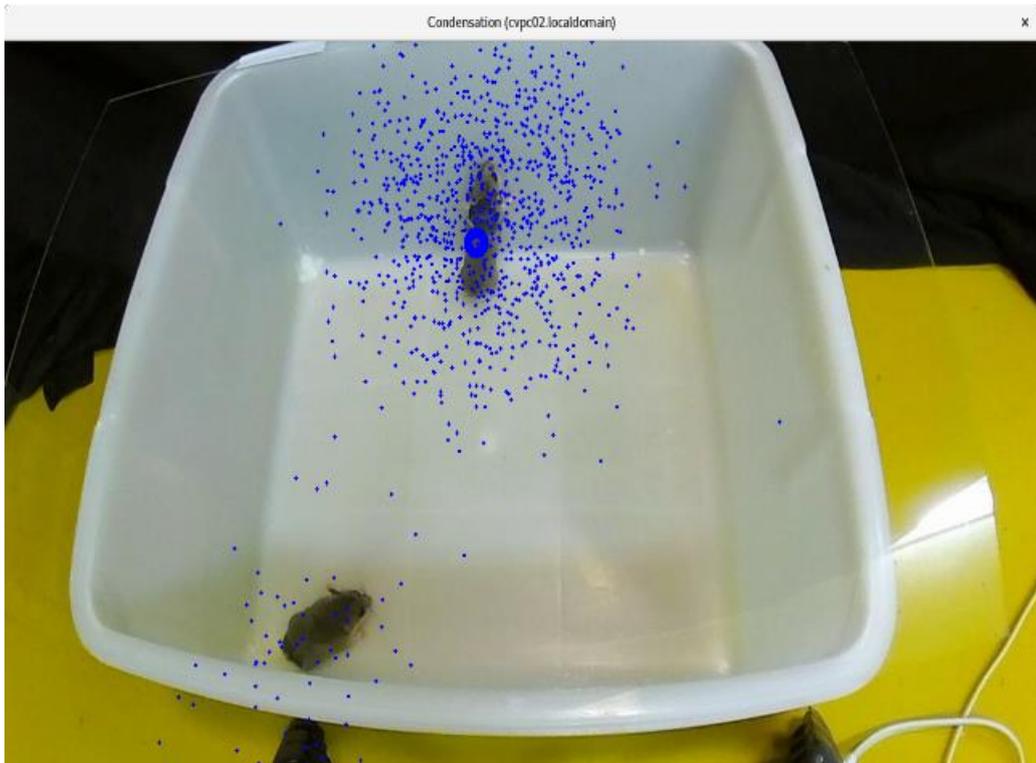


図5 追跡画像の例



ネズミ a



ネズミ b

図6 動画 A のターゲット画像 (1枚)



ネズミ c



ネズミ d

図7 動画Bのターゲット画像(1枚)

4.2 実験結果

ネズミ a,c の追跡結果を図 8,9 に示す。また、それぞれの定量評価の結果を表 1 に示す。模様の特徴が付きやすい動画 A の方が良い結果が得られている。

結果を目視で確認したところ、ネズミが停止またはゆっくり動いている場合は追跡が行えていたが、急な動きによりネズミの画像がぶれた場合に、模様が似ているためもう一方のネズミを対象と誤認識し追跡していた。また、ネズミが重なり合ったり、とんだりあったりしている場合、パーティクルの重心がお互いの真ん中や、お互いを行ったり来たりを繰り返しており、お互いが密着している場合個体判別に失敗することが多かった。

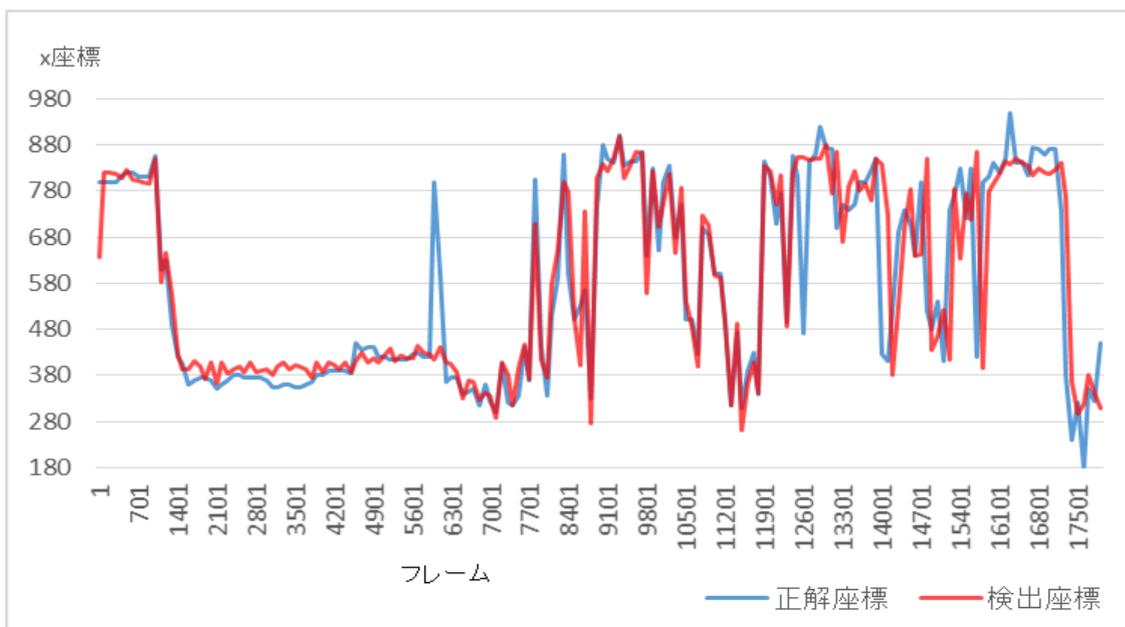


図 8 ネズミ a ターゲット画像 1 枚の追跡結果

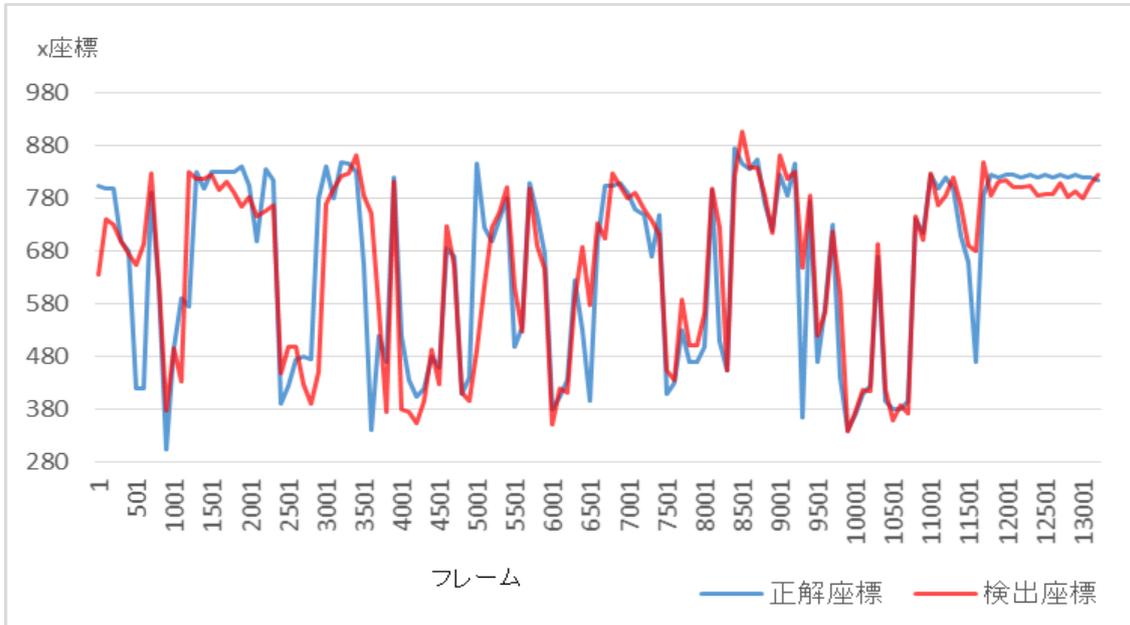


図9 ネズミcターゲット画像1枚の追跡結果

表1 ターゲット画像1枚での定量評価

ネズミ	平均誤差
a	54.8
b	49.9
c	79.3
d	67.7

4.3 ターゲット画像を複数枚にした場合の実験

ターゲット画像が1枚だと、特徴点がネズミの動きにより見えなくなる場合が考えられる。それに対処するために、尤度画像作成のためのターゲット画像を複数に増やす。同じネズミの異なる画像を複数枚切り取り、それらを1枚の画像にする。その画像をターゲット画像とする。本実験では、4枚の画像を切り取りターゲット画像を作成した。動画Aのターゲット画像を図10に、動画Bのターゲット画像を図11に示す。



図 10 動画 A のターゲット画像 (4 枚)

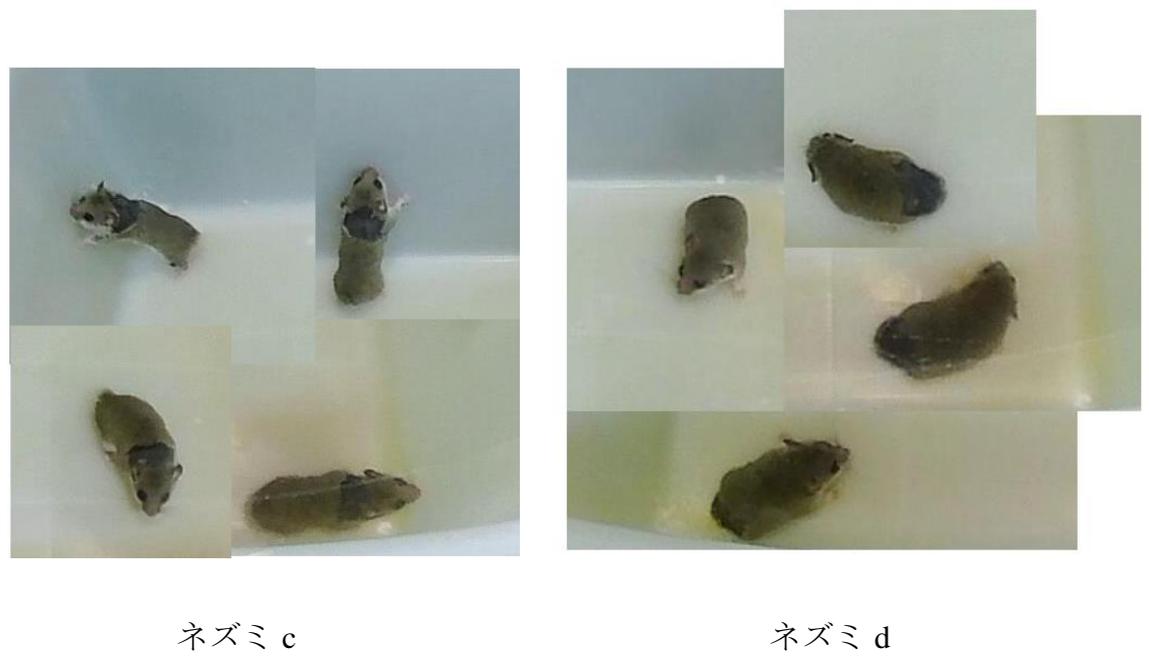


図 11 動画 B のターゲット画像 (4 枚)

ネズミ a,c のターゲット画像 4 枚の結果を図 12,13 に、それぞれの定量評価の結果を表 2 に示す。ターゲット画像を複数枚にすることにより 1 枚だけの場合より、精度が向上している。ターゲット画像の枚数を増やすことで精度を向上させることができると考える。

表 2 ターゲット画像 4 枚での定量評価

ネズミ	平均誤差
a	50.6
b	25.4
c	55.1
d	59.8

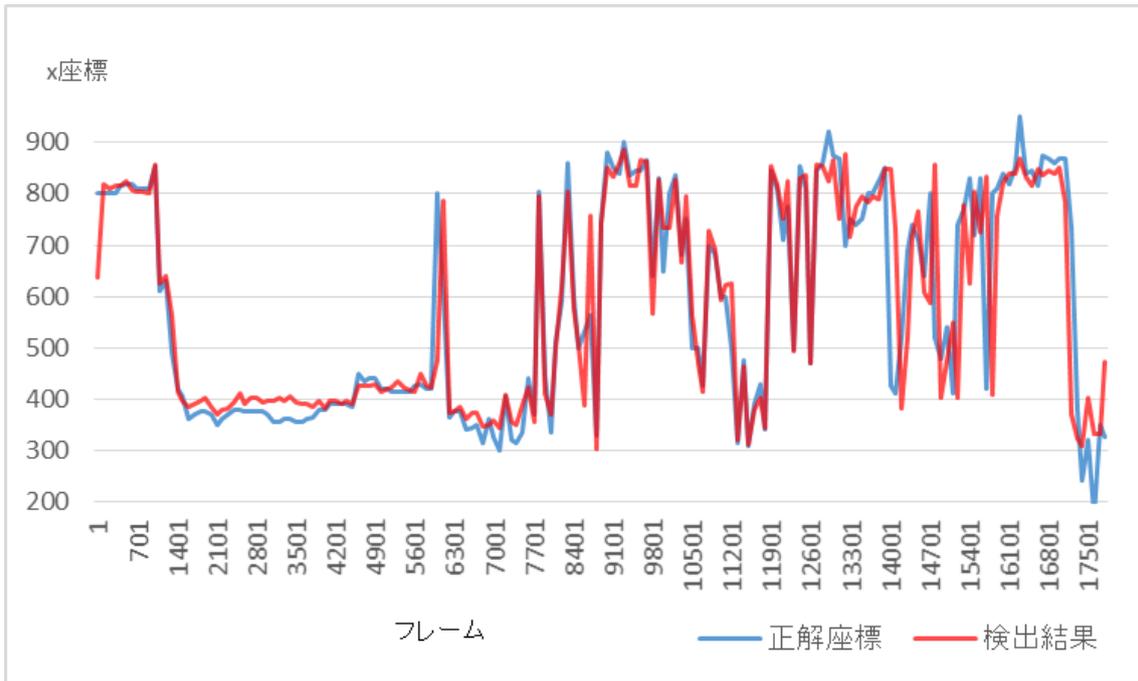


図 12 ネズミ a ターゲット画像 4 枚の追跡結果

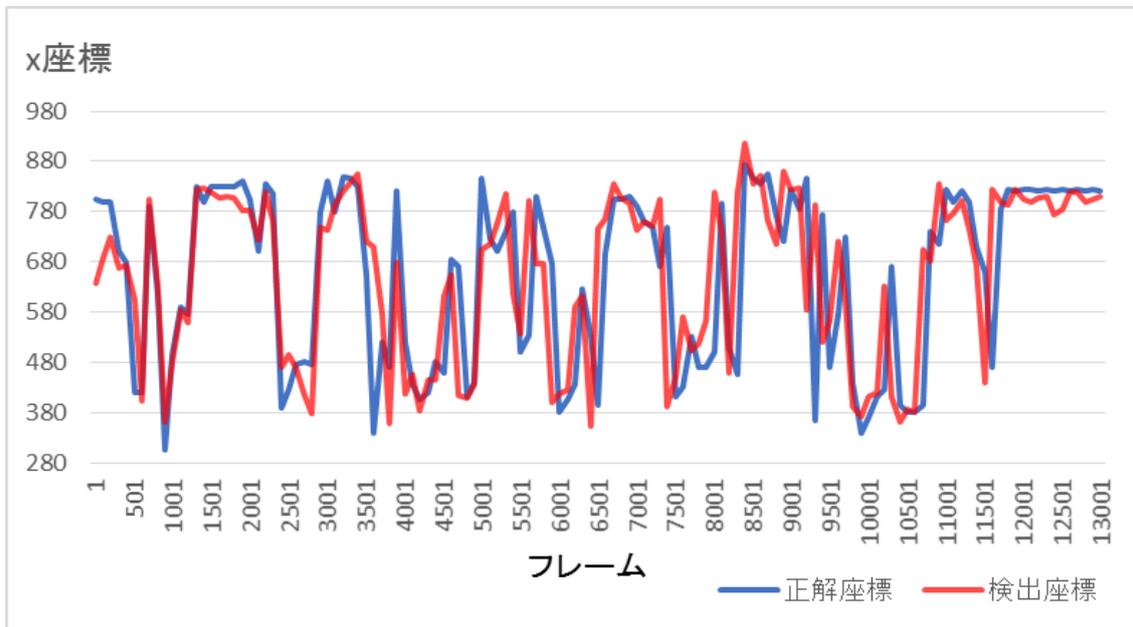


図 13 ネズミ c ターゲット画像 4 枚の追跡結果

4.4 従来の物体追跡手法との比較実験

比較のために従来手法を用いた実験を行う。Boosting[4], MIL[5], MedianFlow[6]の各手法について動画 B に対してネズミ c のターゲット画像 (1 枚) を用いて実験を行った。

追跡結果が最も良かった Boosting の追跡結果を図 14 に示す。また、定量評価の結果を表 3 に示す。平均誤差が提案手法の 1.5~2.5 倍になった。また、追跡結果を目視で確認したところ、追跡対象のネズミ以外の場所を示していることが多く、追跡に失敗していた。これにより、今回の手法が従来手法より精度よく追跡ができることが分かった。

表 3 従来手法での定量評価

従来手法	平均誤差
Boosting	123.7
MIL	208.9
MedianFlow	169.3

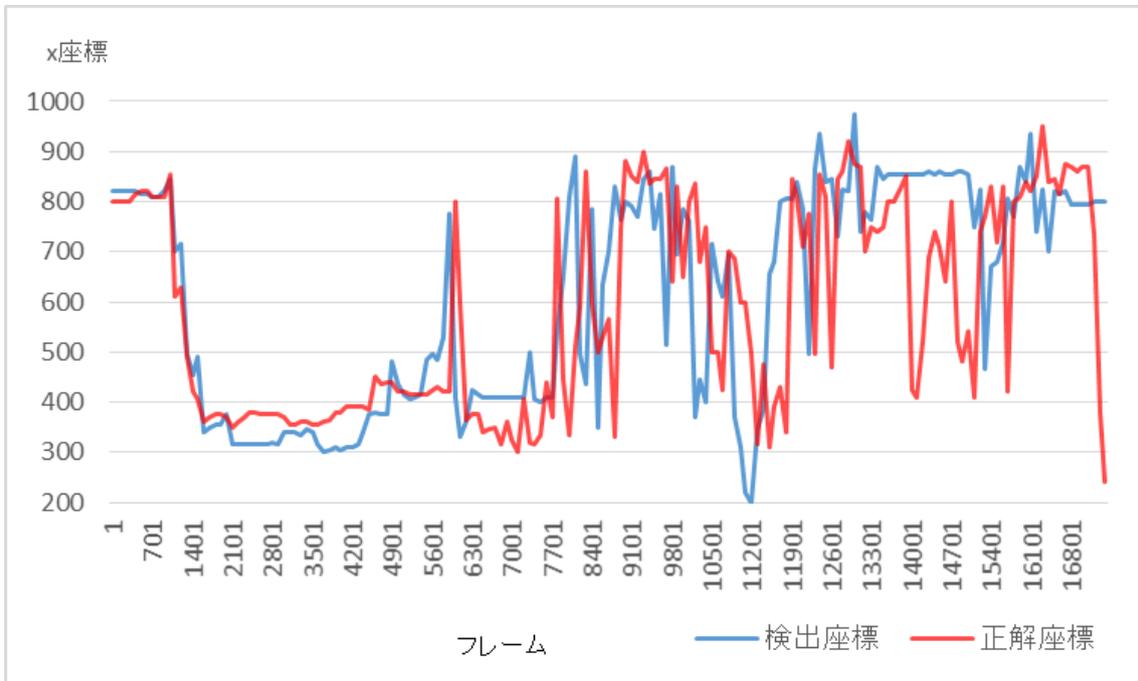


図 14 従来手法 (Boosting) による追跡結果

5. おわりに

本研究では、パーティクルフィルタの尤度に AKAZE 特徴量を用いることで、色、模様の似た小動物の追跡を行う方法を提案した。定量評価より、パーティクルフィルタと AKAZE 特徴量の組み合わせは有用であることを示した。しかし、模様が見えない、密着している、急な動きによるネズミのぼけなどが起こった場合に、個々を判別することができていなかった。これらに対応することが今後の課題である。

謝辞

最後に、本研究を行うにあたりご指導いただいた椋木雅之教授に感謝いたします。また、本研究のきっかけを与えてくださり、実験用動画提供をしていただいた坂本講師に感謝いたします。日常の議論を通して多くの知識や示唆を頂いた椋木研究室の皆様にお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 西濃 拓郎, 滝口 哲也, 有木 康雄, “複数尤度を用いた3次元パーティクルフィルタによる選手の追跡”, IS1-39, MIRU2010, pp. 307-312, 2010-7.
- [2] 松村 遼, 岡村 健史郎, “パーティクルフィルタを用いた進入検出と物体追跡”, 独立行政法人国立高等専門学校機構大島商船高等専門学校紀要, vol. 41, pp. 75-85, 2008-12.
- [3] 川下 雄大, 柴田 雅聡, 生形 徹, 有江 誠, 寺林 賢司, 梅田 和昇, “差分ステレオとパーティクルフィルタによる人物追跡”, 1P1-J08, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2013, pp. 1-4, 2013-5.
- [4] H Grabner, M Grabner, and H Bischof. Real-time tracking via on-line boosting. In BMVC, pp. 47-56, 2006.
- [5] B Babenko, M-H Yang, and S Belongie. Visual Tracking with Online Multiple Instance Learning. In CVPR, pp. 983-990, 2009.
- [6] Z Kalal, K. Mikolajczyk, and J. Matas. Forward-Backward Error: Automatic Detection of Tracking Failures. In ICPR, pp. 2756-2759, 2010.