

## 鳥獣被害対策のための伸縮腕の高速化

システム科学技術学部 機械知能システム学科

2年 鎌田 樹

2年 小松 峻

1年 笠原 淳平

1年 大坊 康太郎

指導教員 システム科学技術学部 機械知能システム学科

准教授 齋藤 敬

### 1. 本研究の目的

近年、野生鳥獣による人間及び農作物に対する被害は顕著なものとなり、昨年には秋田県内においてクマによって4名が死亡、15人が負傷するなどの事件が発生した。今後、少子高齢化による猟師の減少等に対する対策として、本大学の研究を利用した「動物型ロボットかかし」プロジェクトが担当教員を主体に進行中であることから、これらの改良、及びに新規機能の付与をもって実用化へ近づけることを目標とする。

### 2. 今回の研究内容

今回の研究においては、ハード面とソフト面の2つの方面から研究を行った。まず、ハード面であるが、これは機体の関節部と威嚇用伸縮機構の改良を中心に行った。またソフト面では、当初、カメラと伸縮機構を連動させることを目的として始動した。その後、安全面に配慮するとカメラとの連動にはクマを対象とした画像認識技術が必要との認識となり、クマを自動認識することのできるプログラムの開発を中心的な研究目的として研究を行った。

#### 多脚歩行ロボット「しろやぎ」機体の改良

機体の改良は主に6月から8月にかけて行われた。まず、第一の課題として、改良以前の機体は動力部パーツの精度が不足していたという問題によって、モーターからの動力を伝達するギア部の動力伝達がうまくいかないという欠陥を抱えていた。この改良のために、まずパーツ精度の向上を行い、ギア部に生じていた歪みを矯正することに成功した。また、機体の一部パーツを、従来の金属性から炭素繊維製のパーツへと転換することで、機体の軽量化を行うことにも同時に成功した。この結果、動力伝達能力が向上し、歩行動作が従来よりも滑らかなものになった。



図1. 炭素繊維部材へ変更した部分

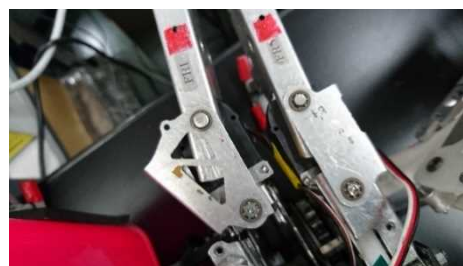


図2. リベット結合を施した箇所

第二の課題点として挙げられていたことは、脚部パーツを固定しているネジが、歩行動作によって外れやすいということであった。この問題点の原因を探ったところ、歩行時の振動がネジ部に伝わり、その振動がネジを緩めていたことによるものであると判明した。そのため、脚部を固定していたネジ部のうちの半数を、ネジからリベットを用いて固定する方式へと改めた。図2はその更新を行った部分を撮影したものである。下は整備性の観点からねじでの固定となっているが、上はリベットでの固定としている。リベットは、既製品の利用ができなかったため、アルミの削り出し加工によって製造を行った。以上の機体の改良等の実行によって、しろやぎは運動性、信頼性の向上を行うことができた。

このほか、9月から2月にかけて、威嚇用の伸縮機構「巻尺腕」の高速仕様の製作が行われ、機体への搭載が可能となった。伸縮機構の構造図を図3に示す。この伸縮機構は市販の電動巻き尺（Black&Decker AutoTape ATM100, または GIANTOP CR-AT01）を改修し作製した。図の黒い部分にモーターがついておりモーターが稼働することでその先のローラーが回転する。ローラーの回転で巻き取っていた帯鋼を押し出すことで伸縮を行う。先端は折り返しており本体に固定してあり、折り返し部分には動物の怪我を防ぐためカバーを付ける。これまでの伸縮機構は帯鋼を巻いたリールを駆動する構造になっており、力強い駆動が可能である一方、リールに巻かれた帯鋼がほぐれないようなリール外周取り囲み機構により構造が複雑化、かつ速度が秒速5cm程度と遅くなっていた。鳥獣威嚇仕様としてシンプルにローラー駆動とすることで、精度や出力が劣っても秒速30cm程度と十分な伸縮速度を実現できた。

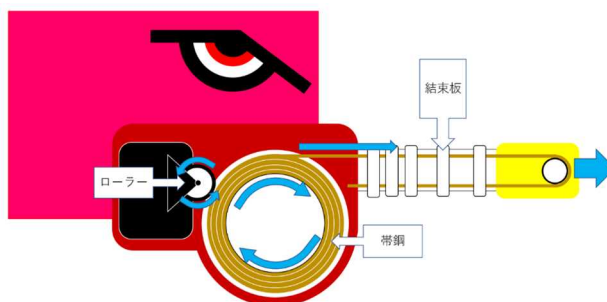


図3 伸縮機構の構造図

### 3. クマ認識プログラムの製作

我々自主研究班が、改良を行っているしろやぎは、その想定条件として無人での運用がある。これは、しろやぎがクマと接触した際に、人間がいると人間に対してクマが危害を加える可能性があるという理由からであるが、無人での運用であるためクマをどのように認識させるかという点が課題として上がっていた。

我々自主研究班は当初、この課題への対応として二つの方式でクマの認識プログラムを開発し、より有効と見られる方式へ移行することを考え実行した。一つ目の方式は、グラフィック系プログラミング言語LabVIEW (NI) を利用して開発するものであった。これは研究室がLabVIEWのノウハウを有しており、比較的開発が行いやすいのではないかと想定されていたためである。二つめの方式はGoogleが公開している機械学習プログラムTensorFlowを利用し、クマを学習させることであった。これは自主研究

メンバーよりの提案で、機械学習と生物認識の相性は非常に高いと判断したためこの方式も採用し、平行しての開発が行われることとなった。

12月までの双方の方式での開発状況、実験状態を確認したところ、LabVIEWは十分な認識ができずにいた。これはクマの鼻を認識の標的とした際に、クマ自体が黒く、鼻とそれ以外の区別が、コンピュータ上で処理する難易度が高かったためであると考えられる。そのため開発をTensorFlowへ一本化し、機械学習によるクマ認識を行っていくものとした。

#### 4. 機械学習

TensorFlow は、Googleが開発し、オープンソースで公開されている機械学習用のソフトウェアである。今回の自主研究では、Pythonで構築した環境を利用してTensorFlowを動かすことで利用している。

TensorFlowでの機械学習は、画像を認識させて動物だけでなく、物体を認識できるようにすることが可能である。機械学習の手順としては、タグ付けがなされた写真を大量に用意し、それぞれのタグの反復学習を通じて物体の認識精度を向上させるというものである。そのため自主研究班では、学習させる対象をクマだけでなくイノシシやシカとし、生物の認識を行うことができるようにすることとした。

#### 5. 実験方法

今回は機械学習の成果確認としてまずサンプルデータを用意し、このサンプルデータを元に機械学習をさせ、それを元に動画内で、指定の動物が認識できるかということを行った。この成果が十分でない場合、学習サンプル数を増やし、再度確認を行うものとした。第一次試験では、100枚のサンプル画像を学習させ、第二次試験では、500枚のサンプルの認識を行った。尚、サンプルはインターネット上より無作為に抽出したものと、本学生物資源科学部生物環境科学科の星崎和彦准教授より提供された、クマの動画データを処理した画像で構成されている。

#### 6. 実験結果

##### ・ 第一次試験

サンプル数100で作業を行った。動画等で確認を行ったところ、クマに対しイヌあるいはウシとの認識を示す場合や(図4)、クマを全く認識できない場合があり、また、サンプル数の少ないデータが発生させるノイズによって存在していない動物を認識する状態となっていた。

##### ・ 第2次試験

サンプル数500で作業を行った。クマを正確に認識するには至らず、図5のような結果が得られた。サンプル数が少なく、データベースとして十分に構築されていない動物をいはずのない場所に見出す結果となっていた。感度を変更して行ったところ、サンプル数の少なさに起因するノイズは低減したものの、クマを認識するのはクマの映っている時間のうちのわずかな時間のみであり、不十分な結果となった。

## 7. 考察

クマを認識させるプログラムはまだ発展途上である。しかしながら、森の中でクマだけが写っている動画を認識させた際は、ツキノワグマをウシあるいはイヌと認識している場合も生じた。これはツキノワグマとウシの2種を識別しているというより、黒くて動物っぽいものを適当な種類の動物として認識しているものと考えられる。

しかしながら仮にイヌをクマとして誤認識した場合でも、飼いイヌが単体で行動している可能性は低く、人を同時に検出した際は威嚇しない等の対策が取りうる。またウシも牧場外にいる可能性は低いことから、当面、実用上はウシ、イヌとツキノワグマの混合認識でも問題はないと考えられる。

今後必要となるものはクマ、イノシシ、シカだけでなく、自動動作中に人間や、その飼っているペットに対して攻撃を行うことがないように、ヒトやイヌ、ネコ等のサンプルデータも必要となると考えられるため、それらに対して、膨大な枚数の画像の処理、収集が必要と考えられる。今後、より正確な判断を行うために必要となるサンプルデータは、1000~10000枚規模と見られる。そのため今後は学外の機関との連携を模索し、サンプルデータの収集を行う必要があるといえる。

## 8. まとめ

今回の自主研究では、機体の改良と、クマ認識プログラムの製作を行った。機体の改良については動作確認が行える状況となったため、十分な成果を得ることが出来たのではないかと考えている。

クマ認識プログラムはノウハウが少ないながらも開始し、機械学習プログラムの製作が行えたことは、大きな成果となったと考えている。このプログラムは、研究室内でオープン化することで、更なる改良と、精度の向上が比較的簡単に行えるものであるため、今後の発展が容易になったと考えている。今回の自主研究の中で課題となったものは、学習の速度である。第一次試験の準備には、1日以上学習時間を費やすこととなった。機械学習の精度向上には、グラフィックボードに搭載されているGPUが適しているとの情報を知り、その後新規機材としてGPUを導入したところ学習速度が10倍以上と、飛躍的な向上をしたものの、500枚で半日の時間を費やしていた。今後の更なる学習のためには、現況ではデータだけでなく、時間も不足すると考えたため、本年度の自主研究では、ここまでの成果をもって取りまとめた。



図 4. 第一次試験の結果



図 5. 第二次試験の結果