



その十九 フグ模様による種判別システムの開発

私たちは交雑種も含めた種の判別が容易にできる「フグ模様による種判別システム」の開発を目指しています。実際のシステムは、スマートフォンで動くアプリです。漁業現場において、スマートフォン（以下、スマホ）でフグの体模様画像を撮影し、それをサーバコンピュータ（以下、サーバ）に伝送すると、サーバ側で種判別を行い、スマホに結果が送信されるというものです。今回のふく通信では、このフグの模様から種類を判別するシステムの開発状況の話をしたと思います。

1. フグ模様による種判別システムの概要

図1に示すように、フグ種判別システムは、android スマホで動くソフトウェアです。まだ開発中のため、一般の方向けにアプリのダウンロードは行っていません。iPhone用のアプリはまだ開発中です。

アプリを稼働すると、図1のような画面がでてきます。「カメラ起動」ボタンを押すと、通常スマホのように写真を撮影できる状態になります。ここで、フグの模様の撮影を行います。撮影する範囲は、図2に示すように、フグの胸びれ横から背びれの下にかけての範囲です。撮影された画像は、フグ種判別システムのアプリに表示されます。

次に「フグ種の判別」ボタンを押すと、画像が携帯電話回線を用いてサーバに送られて、画像からフグ種の判別が行われます。通常は2～4秒程度で結果が送信されて、アプリの下側に判別結果が表示されます。また、「画像の選択」ボタンにより既に撮影されているフグ画像を呼びだして判別をすることも可能です。携帯電話が通じる範囲内であれば、このシステムをどこでも利用することが可能なため、現場でリアルタイムでのフグ種の判別が可能となります。

現在、試験中のシステムのため、判別率が100%には到達していませんが、下記の11種類の判定が可能となっています。いずれも身近なトラフグ属のフグです。

1. シマフグ、 2. コモンフグ 3. ゴマフグ 4. ショウサイフグ、
5. クサフグ、 5. カラス、 6. トラフグ、 7. マフグ、
8. ヒガンフグ、9. アカメフグ、 10 雑種（ゴマフグ+ショウサイフグ）、
- 11 雑種（トラフグ+マフグ）

このような画像から魚を判別するシステムは、他にも研究が進められており、水中のビデオ画像から魚を認識するシステムや、魚の計量や種判別を行うシステムの研究事例があります。また魚の色彩と形状よりベルトコンベヤー上の魚を識別するシステムの開発報告などもあります。しかし、フグの模様からフグの種類や交雑種の判定を行った研究事例は過去にみられない新しいものです。



図 1. フグ種判別アプリの外観

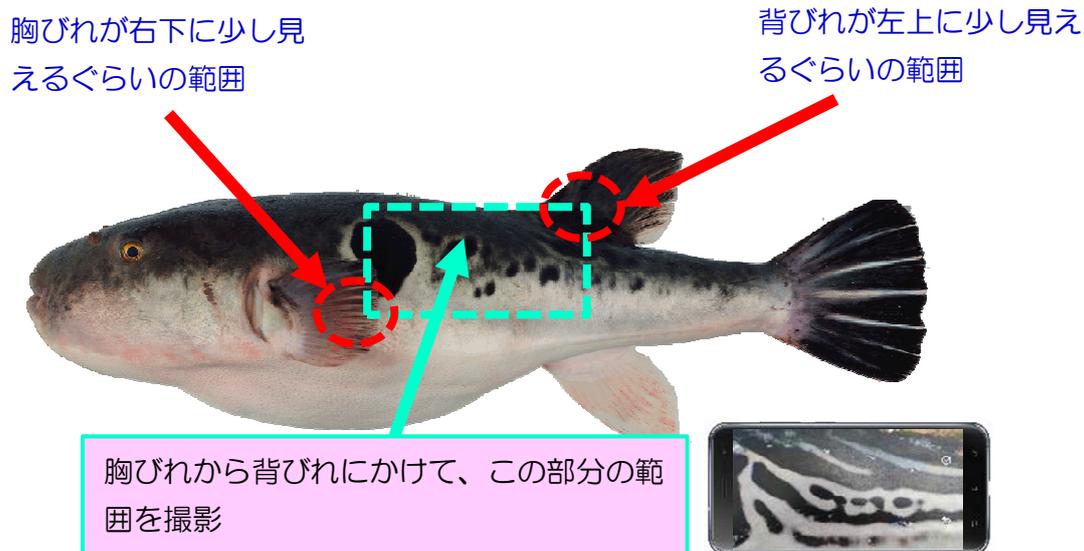


図 2. フグの胸びれ横の模様を撮影する

2. 種を判別するしくみについて

フグの種判別システムのしくみを図 3 に示します。スマホから携帯電話回線を通じて送られたフグ画像は、サーバの中に保存されます。その後「画像の判別プログラム」が動き、種の判別の計算が行われ、判別結果が同様に携帯回線でスマホに返されます。

ここで「画像の判別プログラム」が、この種判別システムの頭脳にあたる部分です。フグの専門家による目利きは、模様、色、棘などから瞬時にフグの種類や雑種を判別できます。本システムも最終的にはこのような能力をもった「コンピュータのフグ目利き」をつくりたいと考えていますが、それを実現するのがこのプログラムです。

「画像の判別プログラム」を作成する方法としては、現在流行しているディープラーニングなどの人工知能による画像解析・認識システムがあります。しかし、フグ種の微妙な模様の差異などを判別するためには、人工知能の学習の作業のための大量の学習用画像が必要（千枚ぐらいのオーダーが必要）であり、フグ画像を大量にそろえるのは現状では困難です。

さらに、このような種判別システムが利用される漁業現場での様々な撮影条件のもとで判別するという状況を想定すると、フグの模様の濃淡からの判定が主となります。一部の種は、特徴的な色を有していますが、撮影条件などからそれらの色を的確に取得することは必ずしも可能ではないと考えられます。ま

た、スマホ端末から画像を送信して、数秒以内で結果が返ってくるという短時間での判断処理が必要です。

このように、スマホ端末によるフグ種判別システムを作成するためには、限られた数のサンプル画像（機械学習のための学習用画像）の白黒画像に基づいて、高速で判別を行うシステムを構築しなければならないという条件が付きま

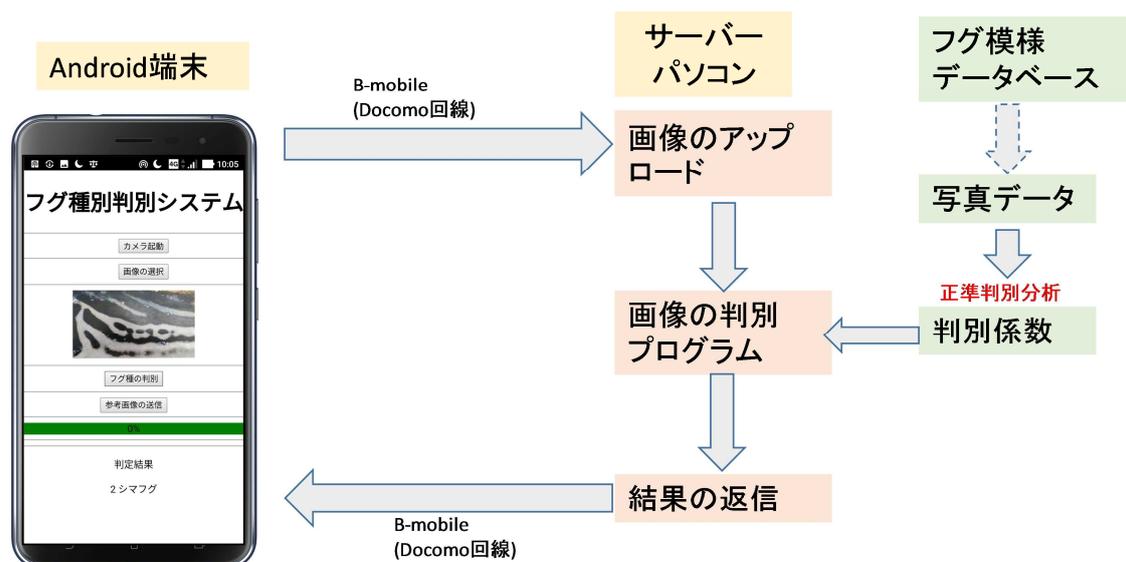


図3 フグの種判別システムのしくみ

この条件をクリアするために、本システムでは、機械学習の手法の一つである「正準判別分析」とよばれる手法を用いました。正準判別分析は、データを分類する「教師有り学習」の一つです。正準判別分析により、いくつかの説明変数（数量データ）に基づいて、どのグループに入るのか（カテゴリーデータ）を判別する計算が可能となります。

この判別分析をするために、それぞれのフグ種について、機械学習用の画像写真を12～13種類準備しました。図4は、いくつかの学習用画像の例を示します。画像は魚体全体の写真から、胸びれ横の斑点から背びれの下あたりまでが入る範囲を切り取っています。

実際のフグの模様をみると、フグによっては単純な水玉模様ではなく、円環状の模様や数珠状模様など複雑な模様があり、また斑点の大きさも一定しないなど様々です。さらに、胸びれ横に大きな黒い斑点があるフグもいれば、無いフグもあります。そしてその黒斑の周りに白い輪郭があるフグもいれば、無いフグもあります。このようにフグの模様は、胸びれ横から背びれにかけての範囲に最も相違が出やすいと考えられるため、この部分の画像からの判定を進めてい

ます。またサンプル画像が限られているため、同じ画像でも、学習処理する範囲を少し変更した画像もそれぞれの種で用意して学習を行いました。

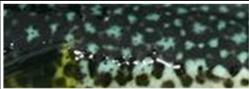
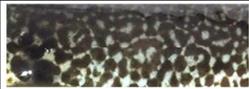
分類	種名	画像（一部）
1	ムシフグ	
2	シマフグ	
3	コモンフグ	
4	雑種（シマーコモン）	
5	ゴマフグ	
6	雑種（ゴマーショウサイ）	
7	ショウサイフグ	

図4 学習用画像の例（一部）

3. 種判別の正答率は？

このようにして機械学習により構築した「画像の判別プログラム」を用いて、学習用画像をもう一度読み込ませて判別した結果、その判別率は98%となり、良好なモデルが得られたと考えられます。しかしショウサイフグ、クサフグなど模様の相違がわずかしかない種間では誤判別がみられました。過去の研究事例などでも判別率は90%~98%などの報告があり、なかなか100%の判別は難しいようです。

実際に、フグ判別モデルを作成していると、同じ種類でもフグの模様の個性がかなり大きいという印象があり、同じ遺伝子をベースにしながらも個性が創出される不思議を感じつつ、そのような個性を含めて、体模様をみただけで瞬時に判断できる人間の脳の能力の大きさに感慨しています。

今後さらに、判別率を向上させていくためには、さらに学習用画像を追加していき、判別システムの能力を向上させることに注力しています。

4. フグ漁業の現場で使ってみる

アプリの試作版が完成したので、Android のスマホを 8 台準備し、山口県水産振興課および山口県漁業協同組合の協力を得て、フグ漁関係者の方々（フグ漁業者、水産加工会社）に実際に使用してもらおう実証試験を 2018 年 11 月より開始しています。

判別モデル自体の判別率はある程度高い状態ではありますが、現場からは、様々な条件下で撮影された画像が送られてきており、必ずしも正しい判定が出ない状況が見られます。例えば、生きたフグを撮影しようとする、なかなか狙った範囲を撮影できない場合があることや、写真に光沢が写りこんで、誤判定をしてしまうことなどが実際に起きています。また撮影環境の明るさも大きく判定を左右することなどが分かってきました。

この実証試験は 2019 年の 4 月まで実施する予定ですが、ここで得られた画像や判別結果をさらに分析することで、実際の使用環境での判別性能を評価し、さらに実用化に近づけていきたいと考えています。近年は、雑種のフグが増えているという報告もあります。フグ種判別システムをフグの雑種にも適用できるようになれば、漁業現場での作業効率の向上や安全の向上に寄与できると考えられます。

（水産大学校：石田 武志）