

独立成分分析の魚類寄生虫検出への応用

橋場 参生, 本間 稔規, 飯島 俊匡

Application of Independent Component Analysis for Detection of Parasites in Fish

Mitsuo HASHIBA, Toshinori HONMA, Toshimasa IJIMA

キーワード：独立成分分析, 画像処理, 異物検出, 水産物, 寄生虫

1. はじめに

未知の信号が複数混合した計測信号の中から、元の信号を分離・抽出する能力を備えた信号処理手法のひとつに「独立成分分析」がある。本研究では、食品に混入した異物の検出、具体的には、魚類に寄生するアニサキス幼虫¹⁾の検出に関して、画像を対象とした独立成分分析の有効性を調べる実験を行った。

以下、本報では、独立成分分析の概要について述べた後、アニサキス幼虫が付着した魚(ホッケ)の切り身を撮影した画像を対象として、独立成分分析による特徴抽出を試みた実験結果について報告する。

2. 独立成分分析

2.1 独立成分分析の概要

独立成分分析 (ICA: Independent Component Analysis) を用いた信号処理手法の概要を図1により説明する。

互いに独立した未知の信号を n 個を含んだ測定対象があり(図1では便宜上 $n=3$ として図示)、その測定対象からセンサ等で計測できるのは、未知の信号が混合した状態の計測信号になるとする。このような状況は、例えば、複数の話者が同時に発声した音声を、マイクロホンで計測するような場合に起こり得る。

独立成分分析は、測定対象から観測可能な信号が、複数の未知信号が混合した計測信号であったとしても、少なくとも n 個の計測信号を測定対象から得ることができれば、これらの計測信号を入力として分析を行うことで、未知の n 個の信号を分離・抽出できるという特長を有する。

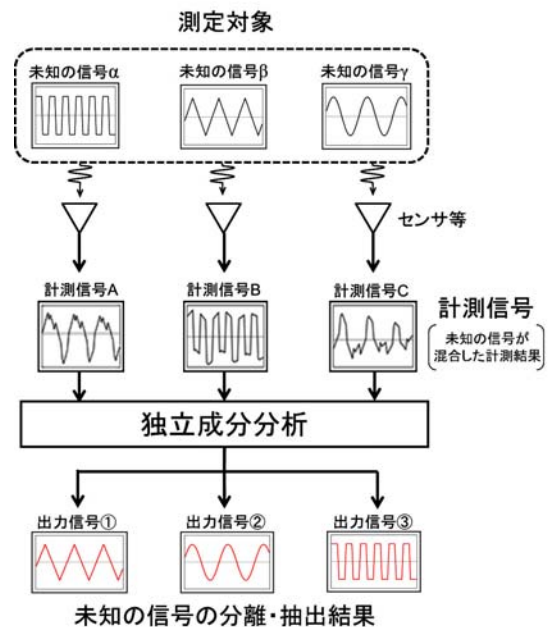


図1 独立成分分析による未知信号の分離・抽出

2.2 独立成分分析の応用事例

独立成分分析は、例としてあげた混合音声の分離のほか、脳波や筋電信号の解析など、おもに、時間-振幅波形を対象とした応用事例が多く報告されている。一方、画像を対象とした分析も可能であることから、顔画像の認識²⁾、肌色ムラの解析³⁾、繊維汚れの鮮明化⁴⁾、掌紋画像の認識⁵⁾などへの応用事例も報告されており、画像からの特徴抽出にも効果が得られることが知られている。

3. 独立成分分析を用いた魚類寄生虫の検出

本研究では、独立成分分析が有する画像からの特徴抽出能力に着目し、魚類に寄生するアニサキス幼虫の検出を目的とした適用実験を行った。

事業名：経常研究
課題名：独立成分分析を用いた計測信号の分離・抽出処理に関する研究

3.1 アニサキス幼虫

アニサキス幼虫は魚類に寄生する線虫で、長さが2～3 cm程度、色は半透明白色である。このアニサキス幼虫が寄生している生鮮魚類を摂取すると、アニサキス幼虫が胃壁に刺入して食中毒（アニサキス症）を引き起こす場合がある。このため、食品加工場などでは、現状、目視と手作業によってアニサキス幼虫の除去が行われており、効率化や自動化が望まれる課題のひとつになっている。

図2にアニサキス幼虫が付着したホッケの切り身(フィレ)を撮影した画像を示す。画像中央部の円環状の物体がアニサキス幼虫である。

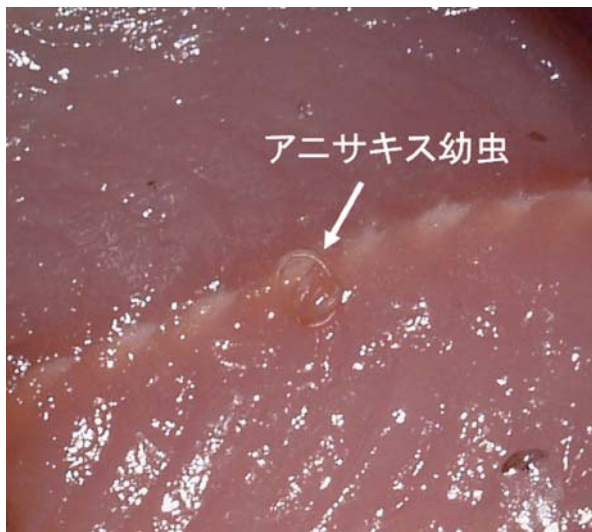


図2 アニサキス幼虫が付着した切り身の画像

3.2 独立成分分析の適用実験

図2の画像に独立成分分析を適用することにより、切り身に付着したアニサキス幼虫の特徴抽出が可能であるかを調べた。2.1節で述べたように、独立成分分析を行うためには、複数の入力画像(計測信号)が必要となることから、本研究ではまず、図2の画像(カラー)をRGB各成分に分割することで3枚の画像を作成し、これらを入力として独立成分分析の適用実験を行った。また、独立成分分析によって得られる出力画像の枚数は、入力画像の枚数と同数になることから、図2の画像をCMYK各成分に分割した場合についても実験を行い、入力画像を4枚(CMYK各成分)に増やすことによって、3枚(RGB各成分)の場合とは異なる特徴抽出結果が得られるかどうかについても調べた。なお、今回の実験は、MATLAB用のツールボックスとして公開されているICALAB[®]を用いて行った。

以下、RGB分割画像を入力とした実験については第4章で、CMYK分割画像を入力とした実験については第5章で報告する。

4. 実験1：RGB分割画像を用いた独立成分分析

4.1 実験方法

実験手順を図3に示す。図2のカラー画像をR・G・Bの3つの色成分に分割することにより、図4に示す3枚の画像を作成した。続いて、これら3枚の画像を入力画像として独立成分分析を行った。入力画像が3枚であることから、独立成分分析によって得られる出力画像も3枚になる。

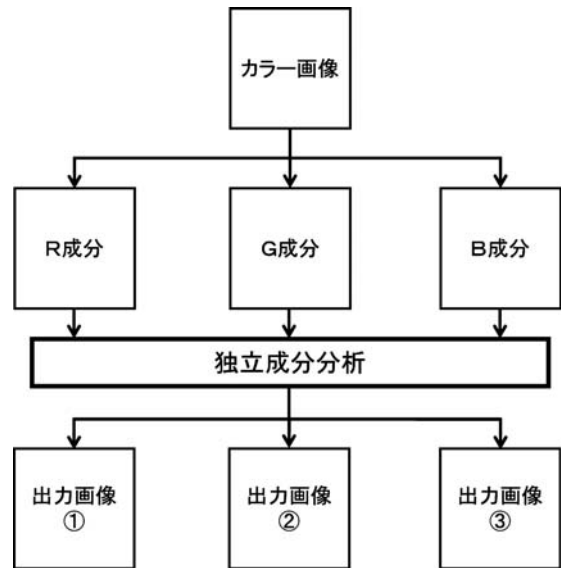
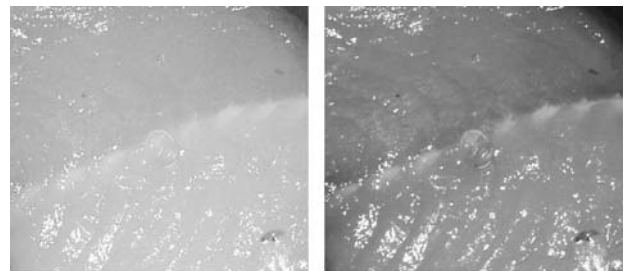
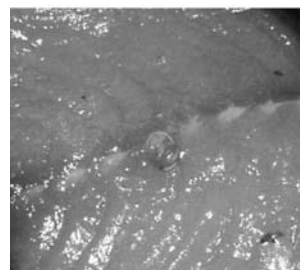


図3 RGB各成分を入力とする独立成分分析



(a) R成分

(b) G成分



(c) B成分

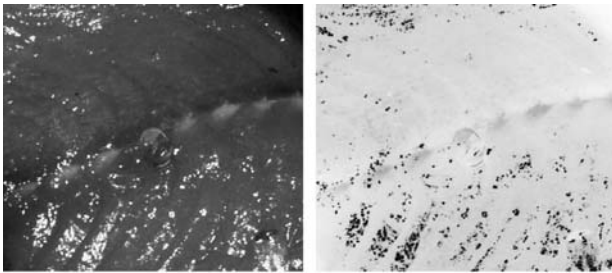
図4 切り身の画像(図2)のRGB各成分

4.2 実験結果

独立成分分析によって得られた3枚の出力画像①～③を図

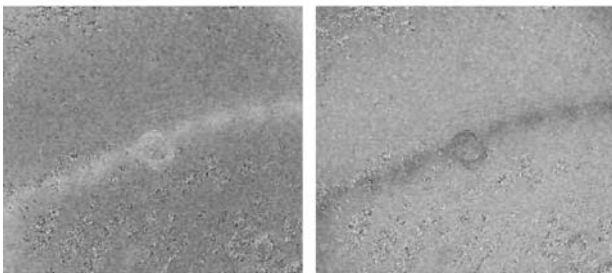
5 (a)~(c)に、各画像の濃淡が反転した画像を図5 (a')~(c')に示す。

実験の結果、独立成分分析によって得られた3枚の出力画像のうち、図5 (b)に示した出力画像②に、アニサキス幼虫の形状が強調された画像が得られた(画像中央部の円環状の部分がアニサキス幼虫)。この結果より、独立成分分析は、画像からのアニサキス幼虫の特徴抽出に活用できる可能性があることがわかった。



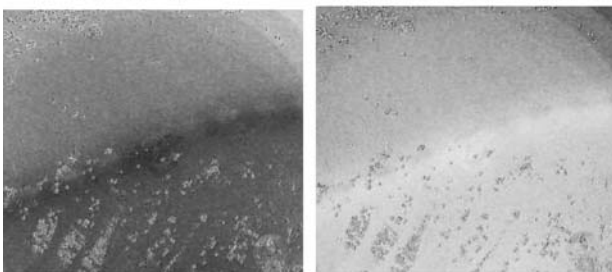
(a) 出力画像①

(a') 出力画像①(濃淡反転)



(b) 出力画像②

(b') 出力画像②(濃淡反転)



(c) 出力画像③

(c') 出力画像③(濃淡反転)

図5 RGB各成分から独立成分分析によって得られた画像

5. 実験2：CMYK分割画像を用いた独立成分分析

5.1 実験方法

実験手順を図6に示す。本実験では、図2のカラー画像をC・M・Y・Kの4つの色成分に分割することにより、図7に示す4枚の画像を作成した。続いて、これら4枚の画像を入力画像として独立成分分析を行った。入力画像が4枚であることから、本実験で得られる出力画像は4枚になる。

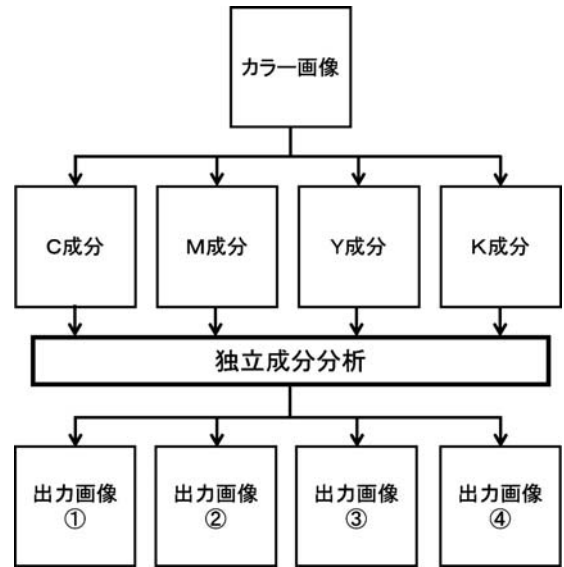
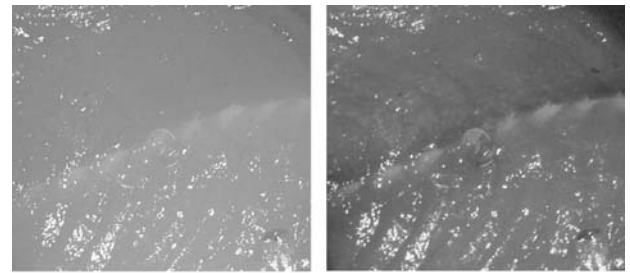
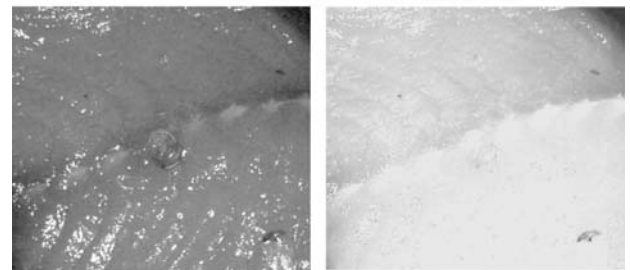


図6 CMYK各成分を入力とする独立成分分析



(a) C成分

(b) M成分



(c) Y成分

(d) K成分

図7 切り身の画像(図2)のCMYK各成分

5.2 実験結果

独立成分分析によって得られた4枚の出力画像①~④を図8 (a)~(d)に、各画像の濃淡が反転した画像を図8 (a')~(d')に示す。

実験の結果、RGB分割画像を入力とした場合と同様に、4枚の出力画像のうち、図8 (b)に示した出力画像②に、アニサキス幼虫の形状が強調された画像が得られた。また、同画像は図5 (b')の画像とほぼ同様の特徴を有する結果となった。この結果より、CMYK分割画像を入力とした本実験においても、アニサキス幼虫を検出するための画像処理に、独立成分分析を活用できる可能性が認められた。

一方、アニサキス幼虫の特徴の有無に関わらずに、RGB分割画像を入力とした場合の実験結果(図5)とCMYK分割画像を入力とした場合の実験結果(図8)を比較すると、図8(a)~(c)の3枚は、図5(a), (b'), (c')とほぼ同様の特徴を示す出力結果であった。また、出力画像④は、入力画像として用いたK成分と比べて、明るさに違いがある程度の変化しか認められなかった。このことから、今回の結果に関しては、3枚のRGB分割画像の利用に比べて、4枚のCMYK分割画像の利用に特段の優位性は認められなかった。

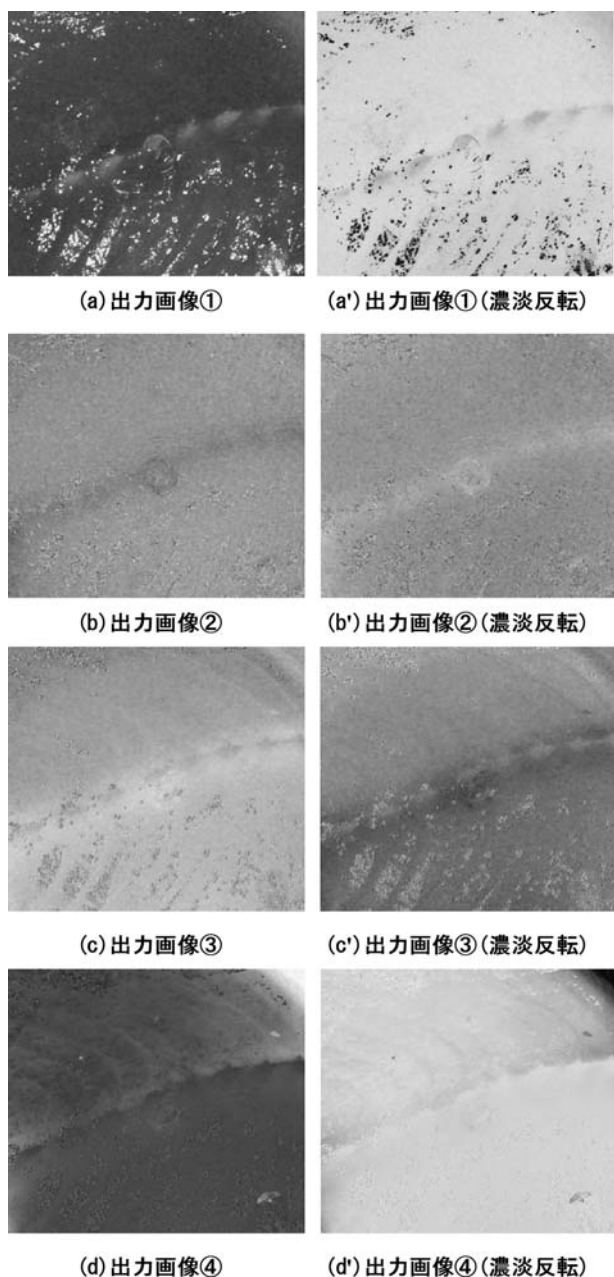


図8 CMYK各成分から独立成分分析によって得られた画像

6. おわりに

独立成分分析が有する画像からの特徴抽出能力に着目し、魚類に寄生するアニサキス幼虫の検出に関して、独立成分分析の有効性を調べる実験を行った。その結果、独立成分分析によって得られた出力画像の中に、アニサキス幼虫の形状が強調された画像を得ることができた。この結果より、独立成分分析は、アニサキス幼虫の自動検出システムなどを構築する際に、画像による特徴抽出処理の一部として活用できる可能性があると考えられる。今後も引き続き、独立成分分析の有効性について検証し、アニサキス幼虫の除去作業の効率化や自動化への活用を目指す。

引用文献

- 1) 大石圭一・平沖道治：アニサキス幼虫とその食品衛生対策，日本水産学会誌，Vol.37，No.10，pp.1020-1030，(1971)
- 2) 二村直広・岡田和典・赤松 茂・森 健策・末永康仁：ICAを用いた顔画像の表現法および顔認識システムへの応用について，信学技報，PRMU99-180，pp.21-28，(1999)
- 3) 井上弥生・西島貴史・小島伸俊・風間治仁・岩田佳代子：独立成分分析法を用いた肌色ムラの実態解析，日本化粧品技術者会誌，Vol.45，No.3，pp.218-224，(2011)
- 4) 桶谷新也・藤田和弘・中森伸行・森本一成：近紫外LED光源を用いた独立成分分析による繊維汚れの画像鮮明化，映像情報メディア学会誌，Vol.64，No.11，pp.1655-1662，(2010)
- 5) 渡辺康寛・平原 誠・永野 俊：独立成分分析を用いた掌紋画像の特徴抽出，信学技報，NC2000-116，pp.101-108，(2001)
- 6) <http://www.bsp.brain.riken.jp/ICALAB/>