

海底環境を考慮したホタテ領域抽出手法の検討

Discussion on Extraction Method of Scallop Area with Seabed Environments

榎本 洗一郎[†]
Koichiro Enomoto戸田 真志[‡]
Masashi Toda栗原 康裕[§]
Yasuhiro Kuwahara

1. まえがき

北海道常呂のホタテガイ養殖では、海底画像を用いて資源量調査を行い、個体数・発育の状態などから、操業の計画を立てる[1]。現在、海底画像の効率的な取得は可能になりつつあるが、得られた画像を利用した水産資源の自動計数技術は確立されていない。このために、資源量調査の広域化を問題となっている。本研究では、海底観測画像からホタテの数や大きさ、状態(生死)を自動的に計測可能なシステムの開発を図る[2]。

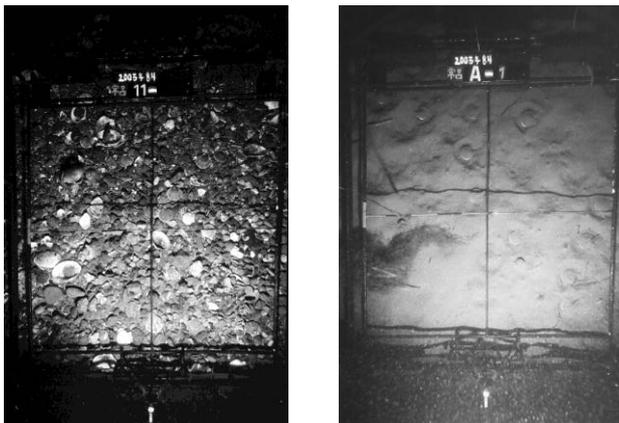
本論文では、水産資源量調査のために撮影された海底画像群からホタテの自動計測システムの開発を目的とし、海底環境を考慮したホタテ領域の抽出手法を提案する。対象となるホタテは、礫場や砂場、バラス場などに生息している[3]。しかし、ホタテは海底環境により視覚的な特徴が大きく異なる。このため、ホタテ領域を抽出するには、海底環境に応じてホタテを判別する必要がある。本論文では、海底環境に応じたホタテ判別手法を提案し、実際の海底画像を用いてその有用性を検証する。

2. 設計の指針

本稿で対象となる砂場環境の海底画像例を図1に示す。対象画像は、サイズが1536×1024の24bitのカラー画像である。

海底画像は、撮影時の照明による大きな照度差をもち、画像周辺部では十分な照度が得られておらず認識することは困難である。また撮影のためのフレームが含まれており、これを認識し、除去する必要がある[2,4]。

ホタテ領域を図2に示す。他の領域と比較すると、



(a) 礫場 (b) 砂場

図1 海底画像



(a) 礫場 (b) 砂場

図2 ホタテ領域

(1) 扇状の形状 (2) 殻縁の白い領域を確認できる。そこで、照度差に対応した可変閾値を用いた殻縁領域抽出手法を提案し、形状特徴と統合することで、ホタテ領域の抽出を図ることとした。

3. 前処理

前処理として、Mean-Shift Filteringによる平滑化[4]・認識可能領域の抽出[4]・フレーム除去を行う。

フレームの除去は、フレーム中で特徴的な領域をテンプレートとし、テンプレートマッチングによって行う。テンプレートとしては、フレームの中央上部と中央部を用いた。

4. ホタテ特徴のモデル化

本稿では前節にて述べたホタテ領域の「形状」と「殻縁」に注目して、これらを統合することで対象領域の抽出を図る。

4.1 殻縁候補

砂場環境下のホタテは、砂に覆われているが、呼吸する際に殻を開閉させるため、白色の殻縁部のみ露出している。また殻縁領域は、背景がほとんど砂場であるため、十分な大きさの局所領域においては、その占める割合は小さく、輝度値も高い。これらの特徴に基づき、対象画像の照度差に対応した殻縁候補画素抽出手法を提案する。

画像 $I(x, y)$ を中心としたサイズ (W, H) の局所領域を I_{local} とする。局所領域 I_{local} の輝度平均 L_μ 、標準偏差 L_σ とするとき、 $I(x, y)$ における殻縁候補画素に対する閾値 Th_{SR} を、

$$Th_{SR}(x, y) = L_\mu + \lambda L_\sigma$$

と定義する。ただし λ は、局所領域 I_{local} の輝度istogramの分布を正規分布と仮定したとき、殻縁候補画素とする割合 p により決定される定数であり、正規分布表に

[†] 公立はこだて未来大学大学院

[‡] 公立はこだて未来大学

[§] 北海道網走水産試験場

従う。この処理を、局所領域 I_{local} の移動量 k とし、画像全体に対して行う。そして、画像全体の閾値を線形補間法によりを決定する。

4.2 形状特徴

ホタテの形状を楕円と見なし、楕円検出 Hough 変換を用いて抽出を行う。しかし、対象環境下ではエッジ情報を安定して抽出することは困難である[2]。そこで、本手法では殻縁候補画素を特徴点とした楕円検出 Hough 変換を用いる。

4.3 ホタテ領域のモデル化

4.1 と 4.2 で殻縁特徴と形状特徴の統合について述べてきた。しかし図 3 に示すような場合、(a)と(b)のいずれも抽出される。そこで、殻縁領域は図 3(a)のように連続していると仮定する。また殻縁領域以外のホタテ領域中は、背景領域であるため、殻縁候補画素の密度は低いとも仮定できる。この二つの領域の殻縁候補画素の分布に注目し、ホタテ領域を定義する。

形状特徴によって抽出された領域をホタテ候補領域 P とし、領域 P において殻縁領域を Q ，その内側の殻領域を \bar{Q} とする。

形状特徴によって得られる楕円の周囲長 l とするとき、弧の長さ a はパラメータ d ($0 < d \leq 1$) を用いて、

$$a = ld$$

と表される。殻縁領域 Q において、弧 a 上の特徴点(殻縁画素)の個数を N_Q とする。これを楕円上の全てにおいて求める。このとき、殻縁領域の特徴量 R_Q を、

$$R_Q = \max(N_Q) / a$$

と定義する。

次に、領域 \bar{Q} に含まれる特徴点の数を $N_{\bar{Q}}$ としたとき、

殻領域の特徴量 $R_{\bar{Q}}$ を、

$$R_{\bar{Q}} = N_{\bar{Q}} / \bar{Q}$$

とする。

これらの特徴量 R_Q ， $R_{\bar{Q}}$ が

$$Th_Q \leq R_Q \cap R_{\bar{Q}} \leq Th_{\bar{Q}}$$

を満たす時ホタテ領域とする。ただし、 Th_Q と $Th_{\bar{Q}}$ はそれぞれの特徴量に対する閾値である。

5. 実験

5.1 実験方法

提案手法の有効性を示すために、ホタテ 111 個を含む海

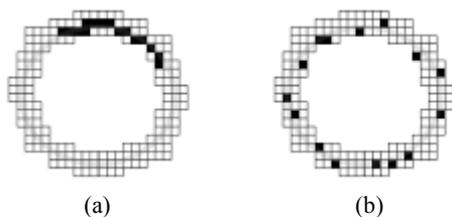


図 3 抽出された楕円と殻縁候補画素の分布例。



図 4 殻縁特徴量の結果例 ((a), (b)はホタテ領域, (c)は他の領域)。 (a) $R_Q=0.5$. (b) $R_Q=1.0$. (c) $R_Q=0.8$.

表 1 実験結果。

Num of scallop		True-positive		False-negative
All	clear	All	Clear	
111	93	84(75.7%)	84(90.3%)	21(20.0%)

底画像 26 枚を対象とし、抽出精度を検証した。ここで、殻縁が十分に露出しているホタテを、“clear”と呼ぶこととする。対象の画像群には“clear”なホタテは 93 個含まれていた。

5.2 結果と考察

実験結果例を図 4 に、実験結果を表 1 に示す。図 4(c) は、ホタテ以外の領域であるが、殻縁特徴量だけでは、ホタテ領域として検出されてしまう。しかし、殻領域の特徴量を組み合わせることで、正しくホタテ領域を識別することができる。表 1 より、全体の抽出率 75.7%，“clear”なホタテの抽出率 90.3%であった。複数の特徴量を用いることにより、誤検出が抑えられ、抽出精度が向上した。これらの結果は本手法が有効であることを示している。

6. あとがき

本手法は、視覚的特徴の少ない砂場環境下で、ホタテ領域の特徴ともいえる「形状」と「殻縁」を統合することで、抽出精度の向上を試みたものである。今後は粒度の異なる砂場環境を識別し、ホタテ確信度を動的に決定する手法を検討する。またバラス環境下での領域抽出手法や動画への応用を検討する予定である。

参考文献

[1] 北海道立網走水産試験場, ”ホタテガイ地まき漁場におけるモニタリングマニュアル～市場ニーズに対応した計画的生産を目指して～,” 北海道立網走水産試験場, <http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/exp/abashiri/saikin/manyuuru.pdf>

[2] K. Enomoto, M. Toda, and Y. Kuwahara: Extraction Method of Scallop Area in Gravel Seabed Images for Fishery Investigation, IEICE Trans. Inf. & Syst. vol.E93-D, no.7, pp.1754-1760, 2010.

[3] 西浜雄二, 干川裕, サロマ湖における底泥の粒度組成と有機炭素含有率の分布, 北海道水産試験場研究報告, vol.39, pp. 1-9, 1992.

[4] K. Enomoto, M. Toda, and Y. Kuwahara, "Extraction Method of Scallop Areas Using Shelly Rim Features Considering Bottom Sediment of Sand," Proc. of 8th IAPR Conference on Machine Vision Applications(MVA2011), pp.263-266, Jan. 2011.