

# 캐니 에지 검출을 이용한 해삼의 특징점 추출

이건익\* · 우영배\*\* · 민준식\*\*\* · 최철재\*\*\*\*

## Feature Point Extraction of Sea Cucumbers using Canny Edge Detection

Keon-Ik Lee\* · Young-Bae Woo\*\* · Jun-Sik Min\*\*\* · Chul-Jae Choi\*\*\*\*

### 요약

세계적으로 1500 종 이상이 분포하고 있는 해삼은 오랫동안 여러 나라에서 중요한 수산 자원으로 취급되어져 왔고 개체군 보존관리 보호종에 속하는 고부가가치 품종이다. 해삼에 관한 연구는 음식과 추출물의 효능에 관한 것이 대부분이며, 아직까지 해삼 특징 식별에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구는 고부가가치 품종인 해삼을 대량으로 포획하기 위하여 해삼의 특징점 추출을 위한 경계 검출 알고리즘을 제안하였으며 향후 해삼 인식 프로그램에 많은 도움이 되리라 생각한다.

### ABSTRACT

The sea cucumber, which is distributed over 1,500 species worldwide, is a highly value-added variety that has been considered an important source of marine resources in many countries for a long period of time. Most of the research on sea cucumbers involves the effectiveness of food and its extractions; however, there was no research on the extraction of sea cucumbers. In response, this research suggested a boundary detection algorithm to extract the special spot of sea cucumbers. Therefore, in order to capture a large quantity of high value-added in sea cucumbers and we believe that they will be a great help to the sea cucumber recognition program in the future.

### 키워드

Sea Cucumber, Canny Edge Detection, Feature, Extraction  
해삼, 캐니 에지 검출, 특징, 추출

## 1. 서론

해삼(*Apostichopus japonicus*, Selenka)은 위도 35°N에서 44°N의 아시아 연안에 주로 분포하며, 외해수의 영향을 받는 한국의 전 연안에 서식하는 수산 무척추 동물이다[1]. 인도양과 서태평양 지역에 위치한

말레이시아, 필리핀, 일본, 한국, 중국 등 여러 나라에서 해삼은 중요한 식품으로 여겨지며, 세계적으로 1500 종 이상이 분포하고 있으며, 해삼은 한국을 비롯하여 중국, 일본 등에서 전통적으로 중요한 수산 자원으로 취급되어져 왔으며, 개체군 보존 관리 보호종에 속하는 고부가가치 품종이다.

\* 경동대학교 정보보안학과(imchun@daum.net)

\*\* 경동대학교 해양심층수학과(wyb@k1.ac.kr)

\*\*\* 경동대학교 컴퓨터공학과(jsmin@k1.ac.kr)

\*\*\*\* 교신저자 : 경동대학교 정보보안학과

• 접수일 : 2018. 07. 30

• 수정완료일 : 2018. 10. 07

• 게재확정일 : 2018. 12. 15

• Received : Jul. 30, 2018, Revised : Oct. 07, 2018, Accepted : Dec. 15, 2018

• Corresponding Author : Chul-Jae Choi

Dept. of Cyber Security for Information, Kyungdong University,

Email : cj-choi@k1.ac.kr

한국에는 참해삼인 돌기해삼(*Stichopus japonicus*)을 포함하여 총 4목 10과 29종이 서식하고 있다. 돌기해삼은 우리나라에 서식하는 해삼류 중 가장 대표적인 종으로 전 연안에 서식하고 있으며 우리나라에서 생산되는 해삼의 대부분을 차지하고 있다. 해삼은 먹이와 서식처에 따라 표피의 색이 달라져 색깔에 따라 홍해삼, 청해삼, 흑해삼, 해파리해삼 등으로 구분해서 불리며, 이 중 청해삼이 대부분을 차지하고 있다.

해삼은 수온이 8~10°C에서 식욕이 가장 왕성하고 운동량이 많아 빠르게 성장한다[2]. 특히, 해삼은 판매자 수요 품목으로 정부의 10대 수출 전략 품종으로 상당한 가치가 있다. 고부가가치 품종인 해삼은 지속적으로 연구되어 왔으나 해삼을 이용한 음식이나 추출물 또는 건조물을 통한 건강에 대한 효능이 주를 이루며 아직 해삼 인식에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구는 고부가가치 품종인 해삼을 대량으로 포획하기 위하여 특징점 추출[3-4]을 위한 경계 검출 알고리즘을 제안한다.

2장에서는 관련연구로 국내 해삼 현황과 경계 검출을 살펴보고, 3장에서는 캐니 에지 검출을 이용한 경계 검출에 대하여 설명한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 통하여 적용 및 개선에 대하여 논한다.

## II. 관련연구

### 2.1 우리나라의 해삼

해삼은 극피동물문 해삼강(Holothuroidea)에 속하는 해양무척추동물로 세계적으로 약 1천 5백종이 분포하고 우리나라 전 해역에 분포하는 주요 수산물이다. 우리나라 연안에서 어획되는 해삼은 그림 1과 같이 돌기해삼, 가시닷해삼, 아기닷해삼, 오각해삼으로 알려져 있으며 해삼 또는 참해삼으로 부르는 것은 돌기해삼으로 국내 해삼어획량의 대부분을 차지하고 있다[5].

돌기해삼은 퇴적물 섭식성으로 종류를 가리지 않고 먹이 내장기관을 통과하면서 영양분을 흡수하고 나머지는 찌꺼기로 배출하여 해저 바닥에 쌓인 유기물을 제거하는 정화효과가 크다.

소위 물질하는 사람들 세계에서 홍해삼이라고 부르는 해삼이 있다. 일반적으로 해삼이라고 부르는 청해삼과 구분하여 특별 취급하는데 사실 이 둘은 단일

종으로 서식지 환경과 먹는 먹이에 따라 색깔과 생김새가 좀 다를 뿐 돌기해삼이다.



그림 1. 국내 연안에서 서식하는 해삼들  
Fig. 1 Sea Cucumbers living off the coast of Korea

소형 오각광삼(*Cucumaria chronhjelmi*)은 동해 남해에 분포하며 선홍색이나 분홍색의 몸통에 갈색의 촉수를 가지며, 부유물을 먹는다. 일반적인 해삼과 달리 많은 잔가지가 잘 발달된 촉수를 가진 타원광삼(*Cucumaria japonica*)과 진흙에 살면서 표면에 돌기가 없고 매끈한 가시닷해삼(*Protankyra bidentata*)이 있다. 해삼의 구조는 그림 2와 같다.

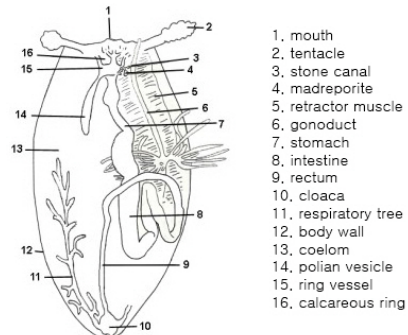


그림 2. 해삼의 모식도  
Fig. 2 Schematic section of sea cucumber

### 2.2 해삼의 경계 검출

경계 검출은 인식기술 면에서 간단하고 유용한 방법으로 널리 사용되며 개체 내 경계의 넓이와 형태에 따라 다양한 패턴으로 구성된다. 경계를 검출하는 방법에는 1차 미분 마스크를 이용한 경계 검출, 컴퍼스 그라디언트 마스크(Compass gradient mask) 연산자를 이용한 경계 검출, 컬러 경계 검출 방법이 있다.

1차 미분 마스크를 이용하면 인접한 픽셀간의 밝기 값이 매우 큰 경우에만 좋은 효과를 얻을 수 있다[6].

또한 컴퍼스 마스크 연산자를 이용한 경계 검출은 크기가 작을수록 잡음에 민감하며 마스크가 클수록 세밀한 경계선을 검출할 수 없다[6].

컬러 경계 검출은 입력 영상을 그레이 스케일로 변환하여 경계선을 찾는 방법으로 정확한 경계추적이 어렵고 색상정보에 의해 영역이 구분되는 부분이 있는 경우 좋지 않은 결과를 만든다[7].

컬러 영상에서 경계선을 찾기 위해서는 대부분 영상의 각 색 평면에서 경계선을 찾아서 유클리디안 거리를 계산하는 방법을 사용하며 이 방법은 다양한 색상 모델을 사용할 수 있다.

### III. 캐니 에지 검출을 이용한 경계검출

실제 영상은 수중 속 배경이 다양하여 개체의 위치와 배경에 따라 경계를 검출하기가 매우 어렵다. 본 논문은 수중 배경의 해삼 영상을 대상으로 경계 검출 실험을 하였다. 1단계로 RGB 컬러 영상을 YUV 컬러 영상으로 변환하였다. 2단계로 YUV 컬러 영상에 Otsu 이진화 알고리즘을 이용하여 이진화를 수행하였다. 3단계로 주변 잡음과 작은 영역을 없애기 위하여 팽창 연산과 침식 연산을 적용하였다. 4단계로 캐니 에지 검출을 이용하여 경계선을 검출하였다. 해삼의 경계선을 검출하는 블록도는 그림 3과 같다.

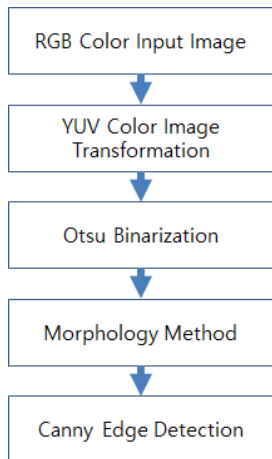


그림 3. 경계 검출 블록도  
Fig. 3 Block diagram of edge detection

### 3.1 컬러 영상 변환

YUV 컬러 모델은 색상보다 밝기에 민감하다는 사실에 착안한 방식으로 하나의 밝기/휘도(Luminance)인 Y성분과 두 개의 색차성분으로 색상(Hue/Tint)인 U 성분, 포화도(Saturation)인 V성분으로 구분된다. Y 성분은 오차에 민감하므로 색차성분인 U와 V보다 많은 비트를 코딩한다.

YUV 컬러 모델의 장점은 RGB컬러 모델보다 빛에 둔감하다. 4:2:2 YUV 컬러모델은 두 픽셀의 U와 V값이 같고 Y성분만이 다른 색 형식이다. 따라서 RGB 컬러모델보다 데이터량이 적은 것도 장점이다. YUV 컬러모델은 CD-I와 DVI(Digital Video Interactive)에서도 사용된다. YUV는 식 (1)과 같이 Gamma 교정된 RGB로부터 변환되고 Y값이 0에서 255까지의 값을 가질 때 U는 ±112, V는 ±157의 범위의 값을 가진다[8].

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \tag{1}$$

$$U = -0.147R + 0.289G + 0.436B = 0.492(B - Y)$$

$$V = 0.615R - 0.515G - 0.100B = 0.877(R - Y)$$

YUV에서 RGB로 변환하는 방법은 식 (2)과 같다.

$$R = Y + 0.956U + 0.621V \tag{2}$$

$$G = Y + 0.272U + 0.647V$$

$$B = Y + 1.106U + 1.703V$$

그림 4는 RGB 컬러 해삼 영상을 YUV 컬러 영상으로 변환한 결과를 나타낸 것이다.

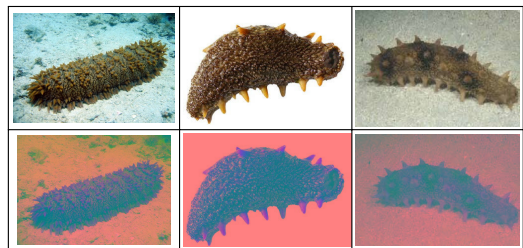


그림 4. 컬러 영상 변환  
Fig. 4 Color image transformation

### 3.2 Otsu 이진화

입력영상의 히스토그램 분포에서 객체와 배경의 분리를 최대화하기 위한 이진화방법으로 통계적인 의미에서의 최적 임계값을 자동적으로 결정한다[9].

Otsu 이진화 방법은 분산비를 최대로 하는 방법으로 전역 이진화 방법 중 좋은 결과를 나타낸다고 알려져 있다. 그러나 명도가 불균일한 영상에서는 여전히 좋은 결과를 얻기 힘들고 전역 이진화 방법이기 때문에 적응 이진화 방법보다 세밀한 이진화 영상을 얻기는 힘들다[10]. 그림 5는 Otsu 이진화 방법을 적용하여 처리한 결과를 나타낸 것이다.



그림 5. Otsu 이진화  
Fig. 5 Otsu BINARIZATION

### 3.3 모폴로지 기법

모폴로지 기법에는 이진 영상에서의 모폴로지 기법과 그레이 영상에서의 모폴로지 기법이 있으며, 모폴로지 알고리즘으로는 침식(erosion) 연산, 팽창(dilation) 연산, 열림(opening) 연산, 닫힘(closing) 연산으로 분류된다. 그림 6은 침식 연산 마스크와 팽창 연산 마스크를 보여준다.

255	255	255
255	255	255
255	255	255

침식연산

0	0	0
0	0	0
0	0	0

팽창연산

그림 6. 연산 마스크  
Fig. 6 Operation mask

침식 연산은 물체에 대해 배경을 확장시키고 물체의 크기를 축소하는 역할을 하며 주로 물체와 배경 사이의 스파크 잡음 제거와 같이 전체 영상에서 아주 작은 물체를 제거하거나 또는 전체 영상에서 배경확장에 따른 물체를 축소하는 역할을 한다. 이에 반해

팽창 연산은 물체의 최외각 픽셀을 확장하는 역할을 하며 물체의 크기는 확장되고 배경은 축소된다. 물체안의 홀과 같은 빈 공간을 메우는 역할을 하거나 서로 짧은 거리만큼 끊어진 영역을 연결시켜준다.

계거 연산은 침식 연산 다음에 팽창연산을 바로 사용하는 알고리즘으로 원 영상을 침식 연산으로 영상의 최외각을 한 픽셀씩 없애고 다시 팽창 연산으로 최외각을 한 픽셀씩 확장시키는 방법이다.

침식 연산을 사용한 영상은 원 영상의 크기를 잃어버리는 단점을 가지고 있지만 계거 연산은 침식 연산으로 미세한 잡음을 제거하고 다시 팽창 연산을 수행함으로써 원 영상의 크기를 유지할 수 있다.

본 논문에서는 팽창 연산과 침식 연산을 사용하였다. 그림 7은 모폴로지 기법을 적용하여 처리한 결과를 나타낸 것이다.

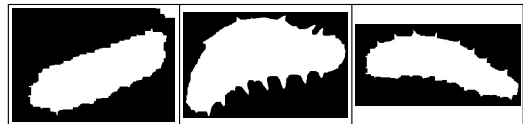


그림 7. 모폴로지 기법  
Fig. 7 Morphology method

### 3.4 캐니 에지 검출

1986년 John F Canny에 의해 개발된 캐니 에지 검출은 다단계 알고리즘(multi-stage algorithm)으로 광범위 가장자리를 감지한다[11]. 캐니 에지 검출은 서로 다른 영역을 구분하는 에지 픽셀들을 찾는 용도로 사용되지만, 에지들이 의미를 갖기 위해선 외곽선(contour)으로 만드는 과정이 필요하다. 프로그래밍 구현에서 OpenCV는 외곽선 생성 함수 cvFindContours() 함수를 제공한다<sup>1)</sup>.

캐니 에지 검출은 식 (3)과 같이 수평 미분과 수직 미분으로 분류한다.

$$K_{GX} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, K_{GY} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

1) <https://blog.naver.com/hss9205/221139497679>

캐니 에지 검출은 소벨 마스크를 이용하여 수평 X축, 수직 Y축 방향을 합하여 에지를 구한다. 영상에서의 미분은 인접 픽셀들과 현재 픽셀의 차이이며, 식 (4)는 피타고라스 정리를 나타내고, 식 (5)는 맨하튼 디스턴스를 나타낸다.

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (4)$$

$$|G| = |G_x| + |G_y| \quad (5)$$

위의 두 미분(X축, Y축)의 합을 피타고라스의 정리 혹은 맨하튼 디스턴스를 이용하여 에지의 강도를 구한다. 이를 통하여 강도가 약한 에지인지 강한 에지인지를 구별할 수 있다. 그림 8은 캐니 에지 검출 결과를 보인다.



그림 8. 캐니 에지 검출  
Fig. 8 Canny edge detection

#### IV. 결 론

본 논문에서는 바다 속의 해삼을 인식하는 프로그램으로 해삼의 특징점을 추출하기 위한 캐니 에지 검출을 이용한 경계 검출을 제안하였다. 경계 검출 대상은 고부가가치 상품인 바다 속 다양한 해삼 중에서 돌기해삼만을 이용하여 경계 검출을 하였다.

1단계 처리에서는 RGB 컬러 해삼 영상을 YUV 컬러 영상으로 변환하였다. 2단계 처리에서는 YUV 컬러 영상에 Otsu 이진화 알고리즘을 이용하여 이진화 영상으로 변환하였다. 3단계 처리에서는 주변 잡음과 작은 영역을 없애기 위하여 모폴로지 기법인 팽창 연산과 침식 연산을 적용하였다. 4단계 처리에서는 캐니 에지 검출을 이용하여 경계를 검출하였다.

향후 제안한 경계 검출 방법에서 해삼 영역을 추출하거나 종류별로 다양한 색상을 가진 해삼의 특징을 이용하여 로봇을 이용한 해삼 포획 프로그램에 적용하면 많은 도움이 되리라 생각한다.

#### References

- [1] M. Oh, I. Kwon, and T. Kim, "Biological performance evaluation of tubular subsurface cage system for sea cucumber, *Apostichopus japonicus*, grow-out by in-situ tests," *J. of the Korean Society of Fisheries Technology*, vol. 50, no. 2, 2012, pp. 202-213.
- [2] S. Kang, J. Kang, W. Jung, S. Jin, B. Choi, and J. Han, *Sea cucumber aquaculture technology*. Seoul: Aquainfo(Co), 2012.
- [3] Y. Choi, Y. Woo, J. Uh, C. Choi, and H. Yoon, "Suitability Selection on Habitable Environments of *Corbicula Japonica* in the Songji Lagoon," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 9, 2015, pp. 965-972.
- [4] Y. Jeon, Y. Woo, J. Min, and C. Choi, "Feature Point Extraction of Sea Urchin using Adaptive Edge Detection," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 1, 2017, pp. 173-180.
- [5] J. Won, "A study on the classification and the distribution of the Korean holothurians," Master's thesis, *Ewha Womans University of Korea*, 1992.
- [6] J. Jeon, *Digital image processing*. Seoul: jungiksa, 2005.
- [7] Y. Jeon, "ELRSR(Edge Linking & Restoration for Starfish Recognition) System to Capture Starfish by an Underwater Robot," Doctor's Thesis, *Kwandong University*, 2008.
- [8] G. Bang, "Traffic Sign Recognition Using Color Information and Neural Network with Multi-layer Perceptron," Doctor's Thesis, *Chonnam National University*, 2008.
- [9] H. Lee, "Dynamic Adaptive Binarization Method Based on Fuzzy Logic for Reducing Information Loss," Doctor's Thesis, *Pusan National University*, 2016.
- [10] D. Kim, H. Jung, H. Cho, and E. Cha "An Effective Binarization Method for Character Image," *J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 10, no. 10, 2006, pp. 1877-1884.
- [11] S. Kwon and N. Kim, "Noise Removal using Canny Edge Detection in AWGN Environments," *J. of Korea Institute of*

*Information and Communication Engineering*, vol. 21, no. 8, 2017, pp. 1540-1546.

### 저자 소개



#### 이건익(Keon-ik Lee)

1995년 강원대학교 전자계산학과 졸업(이학사)  
1998년 가톨릭관동대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2005년 가톨릭관동대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2015년~현재 경동대학교 정보보안학과 외래교수  
※ 관심분야: 패턴인식, 영상처리



#### 최철재(Chul-Jae Choi)

1983년 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사)

1987년 한양대학교 산업대학원 전자계산학전공 졸업(공학석사)

2000년 강원대학교 컴퓨터학과 졸업(이학박사)

1988년~현재 경동대학교 정보보안학과 교수

2015년~2016 경동대학교 평생교육원장

※ 관심분야 : 데이터처리, 영상처리, 웹보안



#### 우영배(Young-Bae Woo)

1983년 부경대학교 양식학과 졸업(수산학사)

1987년 부경대학교 수산생물학과 졸업(이학석사)

1994년 제주대학교 수산생물학과 졸업(이학박사)

1987년~현재 경동대학교 해양심층수학과 교수

※ 관심분야 : 수질오염방지기술, 해양수질분석, 해수양식



#### 민준식(Jun-Sik Min)

1994년 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2001년 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2002년~현재 경동대학교 컴퓨터공학과 교수

2005년~현재 경동대학교 입학처장

※ 관심분야 : 정보보안망관리, 컴퓨터구조