

형태적 특징 분석 기법을 이용한 아무르불가사리의 개선된 인식 방법

신현덕*, 전영철**

An Improved Asterias Amurensis Recognition Method Based on Morphological Characteristics Analysis Techniques

Hyun-Deok Shin *, Young-Cheol Jeon **

요 약

삼면이 바다인 우리나라의 연안에 번식력과 포식성이 매우 강한 아무르불가사리의 개체수가 매년 급증하고 있다. 더욱이 아무르불가사리는 살아있는 어패류를 먹기 때문에 양식 어민들의 피해가 매우 크다. 따라서 불가사리를 구제하거나 불가사리의 개체수의 변화 및 이동 경로 파악 등을 위하여 수중 영상에서 불가사리 개체를 인식하는 기술은 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 논문에서는 아무르불가사리의 형태적 특징 분석을 이용한 개선된 인식 방법을 제안하였다. 제안한 인식 방법은 아무르불가사리의 형태적 특징인 오목과 볼록에 대한 추출 정보가 부족한 경우를 위해 제안된 개선된 인식 방법이다. 바다 속에서 촬영되는 불가사리의 영상에서 불가사리의 형태적 특징을 모두 추출하는 것은 매우 어렵다. 따라서 제안하는 인식 방법은 다양한 아무르불가사리 영상에서 개체를 인식하는데 효과적이다. 실험결과, 제안한 기법의 인식률은 92.5%로 기존 기법보다 우수한 성능을 보였다.

▶ Keywords : 아무르불가사리, 인식, 형태적 특징, 특징 추출, 특징 분석

Abstract

The population of highly prolific, predatory *Asterias amurensis* is growing sharply from year to year along the coastline of Korea, a nation surrounded by water on three sides. To make matters worse, the fact that *Asterias amurensis* devours living fish and shellfish has caused a heavy loss

• 제1저자 : 신현덕 • 교신저자 : 전영철

• 투고일 : 2012. 08. 31. 심사일 : 2012. 09. 16. 게재확정일 : 2012. 10. 13.

* 서울여자대학교 컴퓨터학과(Dept. of Computer Science and Engineering, Seoul Women's University)

** 관동대학교 컴퓨터학과(Dept. of Computer Science, Kwandong University)

※ 본 논문은 2012학년도 서울여자대학교 컴퓨터과학연구소 교내학술연구비의 지원을 받았음.

for fishermen involved in the aquaculture industry. What it all boils down to is the significance of technologies allowing one to recognize *Asterias amurensis* individuals using underwater images for the purpose of exterminating *Asterias amurensis* or identifying a change in the population of *Asterias amurensis* or the migration route of *Asterias amurensis*.

An improved *Asterias amurensis* recognition method based on the morphological characteristics of *Asterias amurensis* was proposed in this paper. The proposed recognition method aimed at cases marked by the lack of extraction information on concaveness and convexity, which are the morphological characteristics of *Asterias amurensis*. Extracting all the characteristics of *Asterias amurensis* from images taken underwater is very difficult. In this respect, the proposed recognition is effective in terms of recognizing individuals in a diversity of *Asterias amurensis* images. As a result of the experiment, Our proposed method has achieved superior performance with 92.5% than other method.

▶ Keywords : *Asterias amurensis*, Recognition, Morphological characteristics, Feature extraction, Feature Analysis

I. 서 론

우리나라의 남해 바다와 동해 바다를 중심으로 널리 퍼져 있는 아무르불가사리가 서해안에서도 발견되면서 우리나라의 모든 연안에서 아무르불가사리에 의한 피해가 발생하고 있는 실정이다. 타 불가사리류와 다르게 아무르불가사리는 살아있는 어패류를 먹이로 하기 때문에 그 피해가 더 크다. 불가사리에 의한 전복과 조개 등의 어업 피해액이 연간 100억원에 달하며 강한 번식력에 천적마저 없어 어장 황폐화의 원인이 되고 있다(1). 수협이 보도 자료에 따르면 전국에 분포되어 있는 불가사리가 6,600톤에 달하는 것으로 추정된다(2).

활발히 이루어지고 있는 포획된 불가사리의 처리 방법과 활용 방법에 대한 연구뿐만 아니라 패류 양식장에 피해를 주고 있는 아무르불가사리와 별불가사리를 포획하기 위한 영상 처리 기술에 대한 연구도 진행되어야 한다. 불가사리의 개체 수가 기하급수적으로 늘어나고 있기 때문에 그 포획 방법에는 한계가 있다. 따라서 수중로봇에 의한 불가사리 포획이 활성화 되어야 한다. 수중로봇을 이용한 포획방법에서는 입력 영상으로부터 불가사리를 인식하기 위한 영상 처리 기술이 필요하다.

불가사리 인식 기법으로는, 불가사리의 특징 패턴을 검출하여 검출된 특징 영역의 수가 유효한 임계영역에 포함될 경우 불가사리로 판단하는 방법(3)이 있으나 이는 불가사리의 구조적 특징인 오목과 볼록을 구분하지 않고 특징을 추출하였으며 불가사리의 오방사 대칭 특성에 대한 고려도 없기 때문

에 특징 추출물이나 불가사리 인식률이 저조하다.

불가사리의 입력 영상을 단일개체, 변형개체, 다중개체, 복합개체 등으로 구분하여 인식하는 방법(4)도 제안되었으나 복원과정에서 인위적으로 추가된 특징을 이용한 인식이며 인식과정이 복잡하여 인식에 대한 효율도 낮다. 불가사리 인식 효율을 높이기 위하여 형상묘사 특징벡터를 이용한 방법(5)도 제안되었다. 이 방법은 아무르불가사리의 집단을 촬영한 군집 영상에서 각각의 객체를 인식하기 위한 방법으로 제안되었다.

또한, 아무르불가사리의 다중개체 영상을 인식하기 위한 기법도 제안되었다. 이 기법은 다중개체를 인식하기 위하여 영역 중심 모멘트와 장선 특징 분석을 이용한다(6).

불가사리의 형태적 특징을 추출하기 위한 방법으로 다방향 선형 스케닝과 컨벡스 헐을 이용한 특징 추출 방법(7)이 제안되었다. 본 논문에서도 이 방법을 이용하여 형태적 특징을 추출할 것이다.

이 논문에서는 아무르불가사리의 형태적 특징인 오방사 대칭과 장선 및 단선 특징 분석을 이용하여 불가사리 개체를 인식하는 방법을 제안한다. 기존의 인식 방법은 형태적 특징인 오목과 볼록을 구분하지 않고 특징으로 추출하였으며 오방사 대칭 특징에 대한 고려도 이루어지지 않았다.

제안한 인식 기법은 아무르불가사리의 형태적 특징에 대한 추출 정보가 부족한 경우를 위해서 제안된 인식 기법이다. 바다 속에서 촬영된 아무르불가사리 영상에서 형태적 특징 정보를 모두 추출하는 것은 매우 어려운 일이다. 이러한 점을 고려하여 제안한 본 논문의 인식 기법은 불가사리 개체 인식률 상향에 효과적이라 할 수 있다.

II. 구조적 인식과 특징 추출 기법

1. 아무르불가사리의 형태적 특징

불가사리류의 몸은 전형적으로 방사상으로 돌출해 있는 5개의 별 모양 또는 오각형으로 생긴 팔을 가지고 있다[8]. 불가사리의 외부 구조적 특징이라 할 수 있는 팔의 끝부분을 볼록 특징이라 하고 팔들이 서로 만나는 안쪽 경계 부분 오목 특징이라 한다[4].

불가사리의 오목과 볼록은 그림 1과 같다.

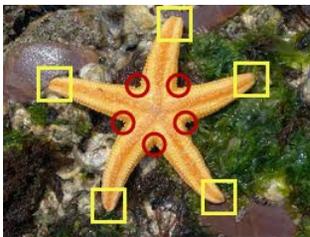


그림 1. 아무르불가사리의 오목과 볼록
Fig 1..Concave feature and convex feature of asterias amurensis

불가사리의 오목 특징을 모두 외곽선으로 연결하면 오각형의 도형이 만들어 지고 이 오각형의 영역 중심을 불가사리의 중심 모멘트로 이용할 수 있다. 볼록 특징의 위치는 불가사리 팔의 움직임에 민감하고 다른 물체 등에 의해 보이지 않는 경우가 많기 때문에 불가사리의 중심 모멘트 결정을 위해 오목 특징을 이용한다[4].

중심 모멘트 영상은 그림 2와 같다.



그림 2. 중심 모멘트 영상
Fig. 2. Image of center moment

중심 모멘트로부터 볼록의 각 끝점을 이은 선을 장선이라 하며 오목의 끝점을 이은 선을 단선이라 한다[4]. 단선과 장선은 불가사리 인식에 매우 중요한 구조적 특징이다. 아무르 불가사리의 장선과 단선은 그림 3과 같다.

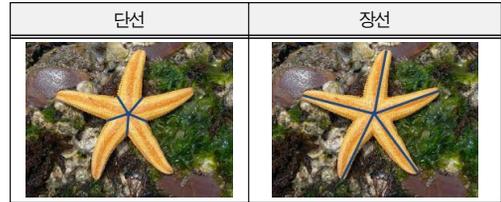
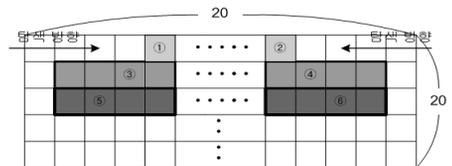


그림 3. 단선과 장선의 영상
Fig. 3. Image of short lines and long lines

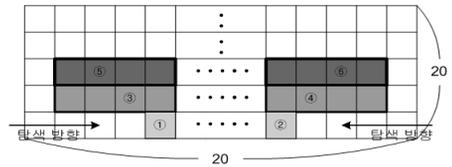
2. 구조적 특징을 이용한 인식 기법

이 절에서는 불가사리 인식을 위한 기존 방법인 구조적 특징을 이용한 인식 기법[3]에 대하여 설명 한다.

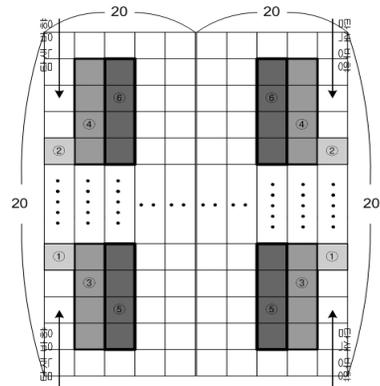
불가사리의 팔로 정의된 대표적인 특징 패턴은 그림 4와 같다.



(a) 상



(b) 하



(c) 좌

(d) 우

그림 4. 불가사리 특징 패턴
Fig. 4. Starfish feature pattern

그림 4의 특징 패턴에서 각각의 상하좌우 특징 패턴에서 ①과 ②의 픽셀은 20×20 블록 내에서 서로 연결되어 있어야 하며 ③번 영역의 픽셀 4개 중 적어도 하나는 경계 픽셀이면서 ④번 영역의 픽셀 4개 중 적어도 하나가 경계 픽셀이고 ⑤번 영역의 픽셀 4개 중 적어도 하나는 경계 픽셀이면서 ⑥번 영역의 픽셀 4개 중 적어도 하나가 경계 픽셀이면 불가사리 특징 패턴으로 정의한다.

불가사리 특징 패턴으로 찾아진 불가사리 특징 후보 영역에 대하여 각 영역 사이의 거리가 식 (1)을 만족하는 영역에 대해서 최종적인 불가사리의 팔 영역으로 검출하며, 불가사리 후보 영역에 대하여 최종적인 불가사리 팔 영역으로 검출된 개수 Sub_Area_{count} 가 식 (2)를 만족하면 불가사리로 인식한다.

$$Pixel_distance > MIN_{distance} \quad (1)$$

$$Sub_Area_{count} \geq MIN_{sub} \quad (2)$$

3. 아무르불가사리의 형태적 특징 추출 기법

이 절에서는 불가사리 인식을 위한 형태적 특징 추출 기법 [7]에 대하여 설명 한다. 본 논문에서 제안하는 인식 방법에서도 아무르불가사리의 특징 추출에 이 방법을 사용한다.

불가사리 영상을 선형 스캐닝하면서 경계선 정보를 가지는 픽셀들을 추가점, 연속점, 삭제점으로 구분하여 추가점과 삭제점 픽셀의 좌표 정보를 기록한다. 추가점은 선형 스캐닝 과정에서 새롭게 나타나는 경계선 픽셀을 의미하고 연속점은 이 추가점과 인접한 점 또는 인접한 점들과 인접한 연속되는 점들을 의미하며 삭제점은 스캐닝 과정에서 사라지는 점을 의미한다.

그림 5는 다방향 선형 스캐닝을 이용하여 입력 영상의 모든 특징점 후보를 추출한 결과를 나타낸다.



그림 5. 다방향 스캐닝 특징점 후보

Fig. 5. Feature point candidate by multi-directional linear scanning

그림 5의 영상에서 외곽선 추적을 통해 범위 내의 후보점들을 후보군으로 형성한다.

특징후보군에서 결정된 특징점은 그림 6과 같다.

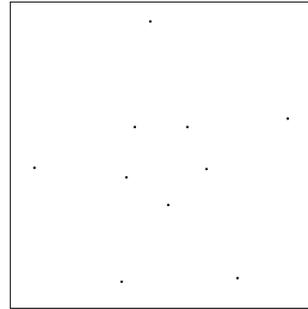


그림 6. 특징 추출 결과

Fig. 6. Results of feature extraction

그림 6에서 추출된 특징점에 컨벡스 헐 알고리즘을 적용하면 그림 7과 같다.

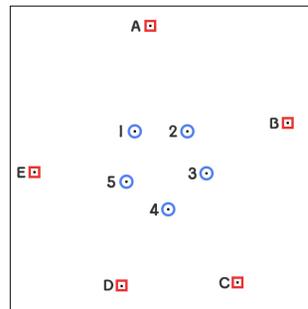


그림 7. 컨벡스 헐 알고리즘을 이용한 오목과 볼록의 구분

Fig. 7. Classification of concave feature and convex feature by using convex hull algorithm

그림 7에서 점 A에서 E는 컨벡스 헐 알고리즘에 의해 연결되는 점 즉, 볼록점이고 점 1에서 5의 특징점은 오목점이다.

III. 형태적 특징 분석을 이용한 인식

이 장에서는 추출된 아무르불가사리의 형태적 특징을 분석하여 개체를 인식하는 기법에 대하여 설명한다. 형태적 특징 분석을 이용한 아무르불가사리 인식의 블록도는 그림 8과 같다.

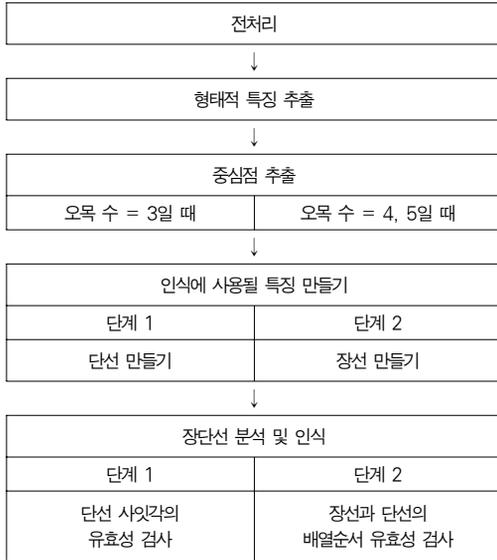


그림 8. 인식 절차
Fig. 8. Recognition procedure

획득한 불가사리 영상에 대하여 전처리 단계인 경계검출 및 경계보정 과정을 수행한 후 다방향 선형 스캐닝과 컨벡스 헐을 이용하여 아무르불가사리의 특징을 추출한다.

아무르불가사리의 형태적 특징 분석을 위해 중심점을 추출하고 중심점에서 오목점과 볼록점을 연결하여 단선과 장선을 만든다.

마지막으로, 연결된 단선과 장선의 특징을 분석하여 아무르불가사리 여부를 판단한다.

1. 특징 추출을 위한 전처리

아무르불가사리 인식에 사용되는 입력 영상은 그림 9와 같다.



그림 9. 아무르불가사리 영상
Fig. 9. Image of asterias amurensis

그림 9의 입력 영상에 대한 경계 검출 및 보정 단계를 수행한다. 그림 10은 전처리 결과 영상이다.

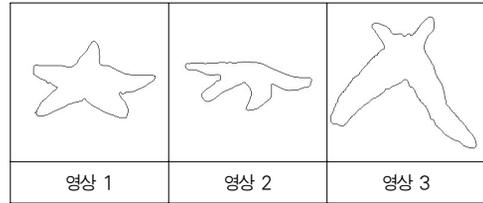


그림 10. 경계검출 및 경계보정 결과
Fig. 10. Results of edge detection and edge revision

2. 특징점 추출과 중심점을 이용한 단선과 장선 연결

아무르불가사리의 형태적 특징 추출을 위하여 다방향 선형 스캐닝과 컨벡스 헐을 이용한 특징 추출 기법을 사용한다. 2장에서 설명한 이 기법을 이용하여 추출된 특징점은 그림 11과 같다.

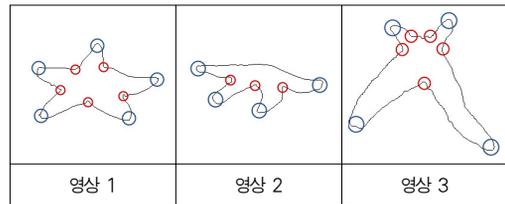


그림 11. 특징점 추출 결과
Fig. 11. Results of feature extraction

그림 11에서, 정상 이미지는 아무르불가사리의 형태적 특징인 오방사 대칭의 모습을 유지하는 경우이다. 따라서 정상 이미지는 5개의 오목과 5개의 볼록을 모두 가지고 있다.

비정상 이미지는 수중에서 촬영되는 수중 카메라의 촬영 각도나 방향에 의해 불가사리의 5개의 팔 중에서 하나의 팔에 대한 정보가 없는 경우이다. 따라서 영상 2에서는 3개의 오목과 4개의 볼록만이 추출된다.

마지막으로 영상 3은 아무르불가사리에게 빈번히 일어나는 팔 절단의 경우이다. 5개의 팔 중에서 하나가 유실 되어 4개의 팔을 가지고 있다. 영상 3의 경우에는 5개의 오목과 4개의 볼록이 추출된다.

입력영상에서 추출된 오목과 볼록의 수가 식 (3)을 만족하는 영상에 대해서만 중심점을 계산한다. 식 (3)을 만족하지 않는 영상은 아무르불가사리의 영상이 아닌 것으로 판단하여 인식 절차에서 제한된다.

$$\begin{cases} 3 \leq \text{오목의 수} \leq 5 \\ 4 \leq \text{블록의 수} \leq 5 \end{cases} \quad (3)$$

그림 11에서 추출된 오목과 블록 특징을 이용하여 중심점을 계산한다. 식 (3)에 의하면 추출된 오목의 수는 3개에서 5개 사이가 된다. 4개와 5개의 경우는 추출된 오목점 들을 연결하여 사각형 또는 오각형 영역을 설정하고 이 영역의 중심점을 불가사리의 중심점으로 사용한다. 이것은 아무르불가사리의 오목 특징이 팔의 움직임이나 다른 물체 등의 잡음에 영향을 적게 받기 때문이다.

오목 특징의 수가 3개인 경우에는 3개의 오목점과 이 오목점 사이의 블록점을 이용하여 오목점의 위치를 추가로 추출한다. 3개의 오목점 사이의 교차점과 두 개의 블록점을 연결한 임의의 장선의 확장이 아무르불가사리의 경계선과 만나는 두 점을 오목점으로 추가하여 오각형의 영역으로 설정하고 이 영역의 중심점을 불가사리의 중심점으로 사용한다.

그림 11의 오목을 이용하여 계산된 중심점은 그림 12와 같다.

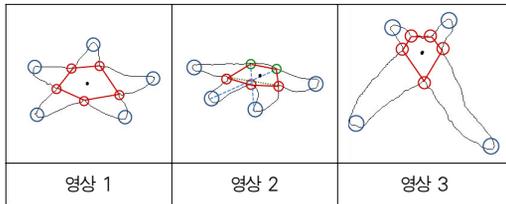


그림 12. 중심점 계산 결과
Fig. 12. Center moment calculation results

지정된 중심점을 이용하여 단선과 장선을 연결하게 되며 이렇게 연결된 단선과 장선이 아무르불가사리의 특징을 갖는지 여부는 불가사리 개체 인식 단계에서 판단하게 된다.

그림 13은 그림 12의 중심점과 오목점을 연결한 단선 영상이며 그림 14는 중심점과 블록을 연결한 장선 영상이다.

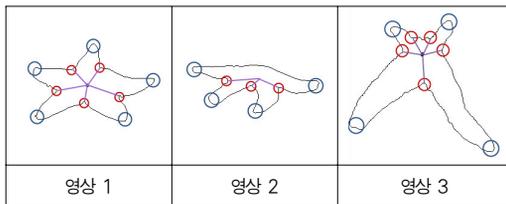


그림 13. 단선 연결 결과
Fig. 13. Short lines connection results

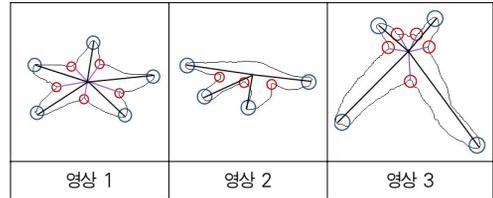


그림 14. 장선 연결 결과
Fig. 14. Long lines connection results

3. 단선과 장선 정보를 이용한 판단

추출된 오목과 블록 특징과 중심점을 연결한 단선 및 장선 정보를 이용한 아무르불가사리 인식은 두 단계로 수행된다.

첫 번째 단계는 단선 사잇각의 유효성 검사다. 단선 사잇각의 유효성 판단은 식 (4)를 이용한다.

$$\begin{cases} \text{각 단선의 사잇각} < 210^\circ \\ \text{단선 사잇각의 평균} \neq 90^\circ \end{cases} \quad (4)$$

식 (4)는 불가사리의 오방사 특징을 판단의 기본으로 한 실험을 통해서 얻은 유효한 임계치로써 단선의 사잇각이 210° 이상인 불가사리 영상이 촬영될 가능성이 매우 낮으며 단선 사잇각의 평균이 90°인 경우는 불가사리가 아닌 개체를 불가사리로 인식하는 경우를 배제하기 위한 조건이다.

두 번째 단계는 장선과 단선의 배열순서 유효성 검사다. 이것은 장선과 단선이 배열된 순서가 불가사리의 오방사 특성에 맞게 배열되었는가에 대한 검사이며 판단은 식 (5)를 이용한다.

$$\text{장선 사이의 유일한 단선수} \geq 3 \quad (5)$$

식 (5)는 장선 사이에 유일하게 존재하는 단선의 수가 3개 이상이어야 함을 의미한다. 식 (3)과 식 (4)를 만족하는 불가사리 영상에서 추출되는 단선과 장선의 조합은 (3,4), (5,4), (5,5)이고 각 장선과 장선 사이에 존재하는 유일한 단선의 수는 3개 이상이어야 한다. 식 (5)를 만족하는 경우가 불가사리의 오방사 특성에 부합하는 단선과 장선의 배열임을 의미한다.

IV. 실험 및 결과

구조적 인식방법과 제안한 인식 방법과의 비교를 위하여 특징점 추출률과 인식률에 관한 실험을 실시하였다.

실제 바다 속에서 아무르불가사리의 이미지를 획득하면 정상적인 오방사 특징을 지닌 불가사리(오목과 볼록의 특징개수가 5개인 이미지)뿐만 아니라 볼록과 오목의 개수가 3~5개인 비정상적인 이미지도 많이 포함된다.

따라서 실험 이미지는 정상적인 아무르불가사리 이미지와 비정상적인 이미지를 각각 20개씩 총 40개의 이미지를 사용하였다.

설명을 위한 샘플 이미지는 그림 15와 같다.

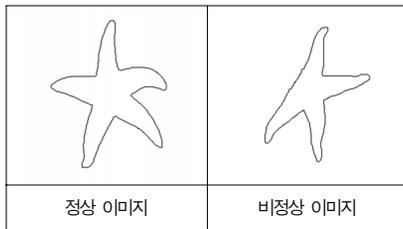


그림 15. 샘플 이미지
Fig. 15. Sample image

구조적 특징 추출 방법의 특징점 추출과 제안한 방법의 특징점 추출 결과는 그림 16과 같다.

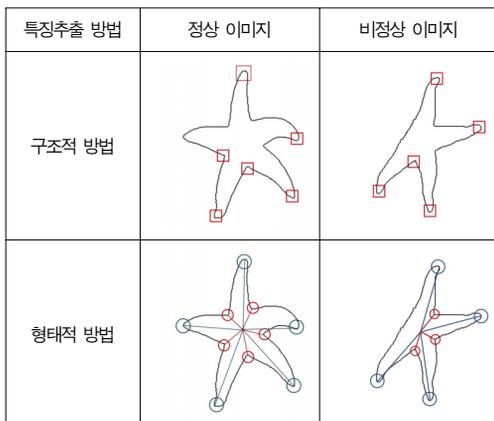


그림 16. 특징 추출 비교
Fig. 16. Comparisons of feature extraction

구조적 특징 추출 방법의 특징점 추출은 오목과 볼록의 구분 없이 특징 패턴에 의해 추출된다. 또한 오목과 볼록의 특징이 모두 추출되지 않는다는 단점도 있다. 이에 반해서 제안한 방법은 오목과 볼록이 구분되어 추출된다.

그림 16과 같이 추출된 특징점을 이용하여 기존 인식 방법과 제안한 인식 방법으로 실험한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 특징 추출 결과 비교
Table 1. Comparisons of feature extraction results

| 특징/인식 방법/영상 | | 오목 | 볼록 | 특징수 합계 | 불가사리 인식 |
|-------------|---------|----|----|--------|---------|
| 기존 | 정상 이미지 | 2 | 4 | 6 | O |
| | 비정상 이미지 | 1 | 4 | 5 | X |
| 제안 | 정상 이미지 | 5 | 5 | 10 | O |
| | 비정상 이미지 | 4 | 3 | 7 | O |

표 1에서 정상 이미지는 기존 방법과 제안한 방법에 대하여 모두 불가사리로 인식하였고 비정상 이미지는 기존 방법인 경우 불가사리로 인식을 하지 못한 반면 제안한 방법은 불가사리로 인식하였다.

전체 40개의 이미지에 대한 특징 추출 결과 비교는 표 2와 같다.

표 2. 특징 추출 결과 및 추출률 비교
Table 2. Comparisons of feature extraction results and extraction rate

| 특징점 방법/영상 | | 오목 (총개수) | 볼록 (총개수) | 특징수 합계 | 추출률 |
|-----------|---------|----------|----------|----------|-------|
| 구조적 특징 추출 | 정상 이미지 | 76(100) | 84(100) | 160(200) | 80% |
| | 비정상 이미지 | 68(84) | 80(90) | 148(174) | 84.9% |
| 형태적 특징 추출 | 정상 이미지 | 98(100) | 97(100) | 195(200) | 97.5% |
| | 비정상 이미지 | 82(84) | 86(90) | 168(174) | 96.6% |

기존 방법의 특징 추출에서는 정상 이미지와 비정상 이미지 전체에 대한 특징 추출률이 오목 72%, 볼록 82%로 평균 77%이고 제안한 방법의 특징 추출률은 오목 90%, 볼록 91.5%로 평균 90.8%의 추출률을 보였다.

그림 17은 구조적 특징 추출 방법과 제안한 형태적 특징 추출 방법에 의해 추출된 특징점의 수와 추출률을 나타낸 것이다.

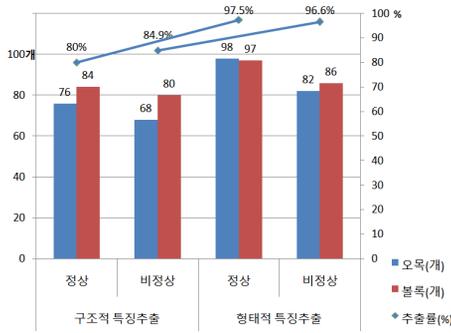


그림 17. 특징 추출 결과 및 추출률 비교
Fig. 17. Comparisons of feature extraction results and extraction rate

정상 이미지에 대한 추출률은 기존 방법이 80%, 제안한 방법이 97.5%로 나타났으며 비정상 이미지에 대한 추출은 기존 방법이 84.9%, 제안한 방법이 96.6%로 나타났으며 제안한 방법의 특징 추출률이 평균 14.58% 높은 것으로 나타났다. 정상 이미지와 비정상 이미지를 구분하여 기존 인식 방법과 제안한 인식 방법의 인식률을 비교한 결과는 그림 18과 같다.

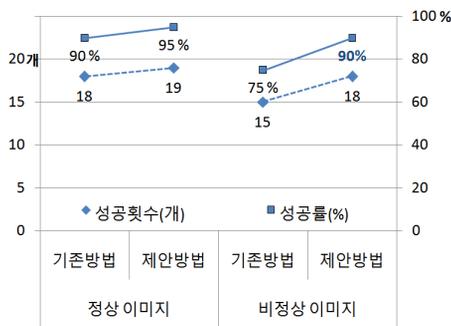


그림 18. 인식률 비교
Fig. 18. Recognition rate comparison

그림 18과 같이 정상 이미지와 비정상 이미지를 모두 포함한 인식률은 기존 방법이 82.5%, 제안한 방법이 92.5%로 인식률이 10% 높았다. 정상 이미지에서는 기존 방법과의 인식률에 대한 차이가 5%로 비교적 차이가 적으나 비정상 이미지에서는 15%의 차이를 보임으로써 제안한 방법이 비정상적 이미지에서 더 효과적임을 확인하였다.

V. 결론

아무르불가사리는 본래 북태평양 연안의 차가운 바다에서 서식하는 냉수성이었으나 따뜻한 수온에 적응하여 세계적으로 널리 분포하게 되면서 우리나라 연안에도 출현하고 있다. 따뜻한 수온에 적응한 아무르불가사리류는 다른 불가사리와 다르게 완전한 육식성으로서 살아있는 생물만을 섭취하기 때문에 중요 양식 대상종인 굴, 전복, 피조개, 홍합 등에 막대한 피해를 주고 있다.

본 논문에서는 전 세계적 유해 해양 생물인 불가사리류의 구제를 위하여 수중에서 촬영된 영상으로부터 아무르불가사리 개체를 인식하기 위한 연구를 수행하였다. 제안된 인식 방법은 아무르불가사리의 형태적 특징인 오방사 대칭과 장선 및 단선을 분석하여 개체를 인식하는 방법이다. 이 방법은 단선 사잇각의 유효성 검사와 장선과 단선 배열순서의 오방사 특성 검사를 통해 개체 인식 여부를 판단한다.

비정상적인 아무르불가사리 영상에 대한 특징 추출을 비교한 실험을 통해 기존의 구조적 특징 추출 기법과 비교하여 우수한 특징 추출 결과를 확인 하였으며, 추출된 특징을 이용한 인식률을 비교한 실험에서도 비정상 이미지에 대한 인식률의 현격한 차이를 확인하였다.

제안한 인식 방법은 아무르불가사리의 형태적 특징에 대한 추출 정보가 부족한 경우를 위해서 제안된 인식 기법이다. 바다 속에서 촬영된 아무르불가사리 영상에서 형태적 특징 정보를 모두 추출하는 것은 매우 어려운 일이다. 이러한 점을 고려하여 제안한 본 논문의 인식 기법은 불가사리 개체 인식률 상향에 효과적이라 할 수 있다. 실험결과, 제안한 인식 기법의 인식률은 92.5%로 이는 기존 인식 방법의 인식률 (82.5%)이 개선되었음을 의미한다.

참고문헌

- [1] KBS, "The bottom of the sea pirates, starfish damage surge", KBS News, March 2008.
- [2] Kim Young-Rok, "starfish havoc", press release of National Federation of Fisheries Cooperatives, 2011.
- [3] Kim Seung-Hee, "PDR area edge and structural features detection for starfish recognition", Ph. D. Dissertation, Kwandong University, 2007.
- [4] Young-Cheol Jeon, "ELRSR(Edge Linking & Restoration for Starfish Recognition) System to Capture Starfish by an Underwater Robot", Ph. D. Dissertation, Kwandong University, 2008.
- [5] Ran-Heui Chu, "Starfish Object Recognition using Feature Vector of Shape Description", Ph. D. Dissertation, Kwandong University, 2011.
- [6] Ran-Heui Chu, Seong-Nak Kim, "Recognition Technology for Multiple Objects of Asterias Amurensis Using Region Central Moment and Long Line Features", Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication , Vol. 10, No 5, pp. 83-88, 2010.
- [7] Hyun-Deok Shin, Young-Cheol Jeon, "Feature Extraction of Asterias Amurensis by Using the Multi-Directional Linear Scanning and Convex Hull", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 16, No. 3, pp. 99-107, March 2011.
- [8] Ji-Su Jang, "Technology trends for the use of the starfish", Patents Reports of Korea Institute of Patent Information, 2003.

저 자 소개



신 현 덕

2000년 : 관동대학교 공학석사

2006년 : 관동대학교 공학박사

현 재 : 서울여자대학교 컴퓨터학과
조교수

관심분야 : 영상처리,

시스템소프트웨어, 최적화

E-mail : ubhd@swu.ac.kr



전 영 철

1999년 : 관동대학교 공학석사

2008년 : 관동대학교 공학박사

현 재 : 관동대학교 컴퓨터학과 시간강사

관심분야 : 패턴인식, 영상처리,
로봇공학, 보안

E-mail : totalic@hanmail.net