

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.2.67>

JIIBC 2013-2-10

6-방향 스캐닝과 영역 중심점을 이용한 아무르불가사리의 개선된 특징 추출 기법

An Improved Feature Extraction Technique of *Asterias Amurensis* using 6-Directional Scanning and Centers of Region

신현덕*, 주란희**

Hyun-Deok Shin, Ran-Heui Chu

요 약 우리나라는 삼면이 바다인 환경적 특성으로 인해 연안 양식 산업이 발전해 왔다. 번식력과 포식성이 매우 강한 아무르불가사리에 의해 우리나라 근해의 양식 산업이 받는 피해가 매년 급증하고 있다. 더욱이 아무르불가사리는 살아있는 어패류를 잡아먹기 때문에 양식 어민들의 피해가 매우 크다.

이 논문에서는 수중에서 획득한 아무르불가사리 영상에서 효과적으로 특징을 추출하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법에서는 6-방향 스캐닝을 이용한 볼록 특징 추출을 사용하여 기존 방법에 비해서 적은 수의 특징 후보를 산출한다. 또한, 추출된 볼록 특징과 영역 중심점을 이용하여 후보 오목점을 선정한 후 최종 오목 특징을 추출한다. 군집 생활을 하는 불가사리의 특성 때문에 입력 영상의 불가사리 개체도 밀집되어 있다. 따라서 입력 영상에서 추출되는 특징 후보의 수를 최소화하는 것은 중요한 의미를 갖는다. 실험결과, 제안한 특징 추출 방법은 특징 후보수 대비 특징 추출률이 약 88%로 기존 방법에 비해 개선되었다.

Abstract Korea has developed coastal farming industry due to the environmental characteristics that its three sides are surrounded by sea. The damage of coastal farming industry caused by *Asterias Amurensis* with very strong reproductive rate and predaciousness has increased sharply every year. Moreover, *Asterias Amurensis* preys on living fish and shellfish and so the damage of fishermen is very greater. In this paper, a method is proposed to extract effectively the features from the image of *Asterias Amurensis* acquired in the water. Because the proposed method extracts convex features using 6-directional scanning, it selects a fewer number of feature candidates than the conventional one. In addition, after selecting candidate concave points using the extracted convex features and centers of region, the final concave features are extracted. Due to the features of the starfish which lives in groups, individuals of the starfish in the input image are concentrated. Thus, it is significant to minimize the number of feature candidates extracted from the input image. The experimental results indicate an improvement of the proposed feature extraction method over the conventional one as evidenced by the fact that the feature extract was 88 % of the feature candidates.

Key Words : *Asterias amurensis*, Feature extraction, Centers of region, 6-Directional scanning

*정희원, 서울여자대학교 컴퓨터학과

**정희원, 관동대학교 컴퓨터학과

접수일자 2012년 12월 1일, 수정완료 2013년 2월 5일

게재확정일자 2013년 4월 12일

Received: 1 December 2012 / Revised: 5 February 2013 /

Accepted: 12 April 2013

*Corresponding Author: ubhd@swu.ac.kr

Dept. of Computer Science and Engineering, Seoul Women's University, Korea

I. 서 론

아무르불가사리(*Asterias amurensis*)는 불가사리강에 속하는 해상 동물이며 형태적으로 오방사 특징을 갖고 있다^[1]. 얕은 바다에서부터 깊은 바다에 걸쳐 서식하고 주로 살아있는 조개류를 잡아먹는다^[2].

알을 낳는 시기는 5~7월 무렵이고 번식력이 매우 왕성하며 천적마저 없는 실정이다. 또한 영양분이 부족해도 잘 죽지 않는 등 생명력이 우수할 뿐만 아니라 생체 재생 능력도 뛰어나다^[3].

아무르불가사리는 어패류 양식 어민들에게 많은 피해를 주고 있으며 남해와 동해 바다의 양식장을 중심으로 급속하게 그 수가 늘어 전국적으로 6,600톤에 달하는 것으로 추정된다. 또한 강력한 포식력으로 생태계를 급속히 파괴시키고 있다^[4].

포획된 불가사리의 처리 방법과 활용 방법에 대한 연구와 함께 불가사리 포획을 위한 영상 처리 기술에 대한 연구도 진행되고 있다. 바닷속 영상으로부터 불가사리를 인식하기 위해서는 불가사리의 형태적 특징을 효과적으로 추출하는 것이 매우 중요하다. 추출된 특징에 대한 분석 결과는 불가사리 여부를 판단하여 개체를 인식하는 근거가 된다.

아무르불가사리의 특징을 추출하여 다중 개체를 인식하는 논문^[5]이 발표 되었으나 특징 추출 방법이 제시되지 않았다. 불가사리의 형태적 특징을 추출하기 위한 방법으로 다방향 선형 스캐닝과 컨벡스 헐을 이용한 특징 추출 방법^[6]이 제안되었다. 이 방법에서는 다방향 스캐닝을 이용하여 추가점과 삭제점을 선정하여 특징 후보군을 선정하게 되며 이 선정 과정에서 많은 수의 특징 후보를 산출하게 된다.

불가사리의 특징을 추출하는 또다른 방법으로 다방향 스캐닝과 컨벡스 헐 알고리즘을 이용하여 특징 후보를 산출하는 방법^[7]도 제안되었다. 이 방법은 볼록 특징을 추출하기 위해 8개의 후보 볼록점을 선정하고 오목 특징을 위해서 5개의 후보 오목점을 선정한다. 이 방법에서도 각 입력 개체에 대해 평균 13개의 특징 후보를 산출하게 된다. 또한, 후보 오목점을 최종 오목점으로 선정하는 과정에서 전체 장선의 길이 평균을 이용하기 때문에 정확성이 낮아진다.

기존의 특징 추출 방법은 특징 추출 과정에서 많은 수의 특징 후보들이 산출되고 이들 후보로부터 최종 특징

을 선정하기 위한 처리 절차를 수행해야한다.

이 논문에서는 6-방향 스캐닝을 이용하여 볼록 특징을 추출하는 방법을 제안한다. 이 방법에서는 6-방향 스캐닝을 이용하여 6개의 후보 볼록점을 선정한다. 5-방향 스캐닝을 이용할 경우에는 오각형(볼록 오각형)의 방향성 때문에 입력 영상의 입력 방향에 따라 상이한 결과가 추출되기 때문에 적절하지 못하다.

또한, 제안하는 방법에서는 추출된 볼록 특징과 영역 중심점을 이용하여 오목 특징을 추출한다. 추출된 볼록 특징을 이용하여 장선 특징을 연결하고 후보 오목점을 선정한다. 선정된 후보 오목점과 경계 장선의 길이 평균을 이용하여 최종 오목점을 추출한다.

제안하는 특징 추출 방법은 기존 방법에 비해서 더 적은 수의 특징 후보를 산출한다. 군집 생활을 하는 불가사리의 특성을 고려한다면 입력영상에서 산출되는 특징 후보의 효과적인 처리를 위해 특징 후보의 수를 최소화 하는 것이 바람직하다.

II. 개체 영역 분석을 위한 특징 벡터와 다방향 스캐닝 기법

1. 개체 영역 분석을 위한 특징 벡터

형상 묘사를 위한 특징 벡터는 영역의 경계를 나타내기 위한 특징 벡터와 점유 영역을 나타내기 위한 특징 벡터로 구분된다^[8].

개체의 경계 내부 면적은 다각형 면적 계산법에 의해 계산될 수 있다. N -각형의 각 정점의 좌표가 연결되어 있는 순서대로 $(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_{n-1}, y_{n-1})$ 라 할 때에 면적은 식 (1)로 계산된다.

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (1)$$

개체의 중심은 무게중심을 의미하며 식 (2)와 같이 계산된다.

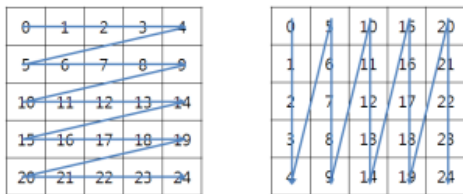
$$C(x, y) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} y_i \right) \quad (2)$$

식 (2)에서 x_i 와 y_i 는 레이블링 된 임의의 한 영역에 대한 구성 픽셀의 세로와 가로 영상 좌표를 의미한다.

2. 다방향 스캐닝

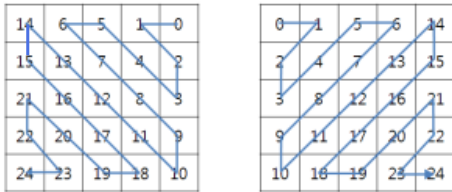
라인 인식을 위한 탐색방법에는 수평 스캔과 수직 스캔이 있다. 수직 스캔은 세로 방향으로 탐색하는 것을 의미하고 수평 스캔은 가로 방향으로 탐색하는 것을 의미한다.

다방향 스캔은 수평 스캔과 수직 스캔에 대각 스캔을 추가한 방법이다. 그림 1은 스캔 방향을 나타낸 것으로, 위에서 아래 방향으로 수평 이동하는 vertical 모드, 왼쪽에서 오른쪽 방향으로 수직 이동하는 horizontal 모드, 오른쪽 위에서 왼쪽 아래의 대각선 방향인 diagonal down left 모드, 왼쪽 위에서 오른쪽 아래의 대각선 방향인 diagonal down right 모드의 네 방향을 이용한다^[7].



(a) vertical

(b) horizontal



(c) diagonal down left (d) diagonal down right

그림 1. 다방향 스캔

Fig. 1. Multi-Direction Scan

Ⅲ. 다방향 스캐닝을 이용한 특징 추출의 기존 방법

1. 다방향 스캐닝을 이용한 특징 추출 기법

이 절에서는 다방향 스캐닝을 이용하여 불가사리의 특징을 추출하는 기존 방법^[6]에 대하여 설명 한다.

이 방법은 다방향 스캔으로 각각의 특징점 후보를 추출하기 때문에 개체 마다 많은 수의 특징 후보를 추출하게 된다. 이와 같이 추출되는 많은 수의 특징 후보들에 대하여 후보군을 형성하고 후보군에서 최종 특징을 추출하는 과정이 전체 기법의 효율성을 저하 시키는 단점이

될 수 있다.

그림 2는 다방향 스캐닝을 이용하여 추출한 특징점 후보를 나타낸 것이고 표 1은 그림 2의 특징점 후보의 좌표를 나타낸 것이다. 그림 2를 다방향 스캐닝하여 추출된 특징 후보의 수는 31개다.

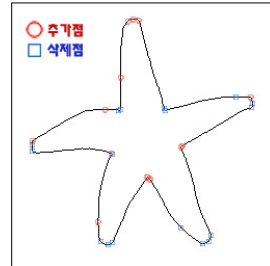


그림 2. 다방향 스캐닝의 특징점 후보

Fig. 2. Feature point candidate by multi-directional scanning

표 1. 그림 2의 특징점 후보의 좌표

Table 1. Coordinate of feature point candidate for Fig. 2

구분	세로스캐닝		가로스캐닝		좌상우하		우상좌하	
	x	y	x	y	x	y	x	y
①	117	16	20	138	112	18	230	91
②	216	91	83	211	20	133	122	17
③	90	103	97	146	105	103	147	103
④	103	104	105	66	131	168	133	170
⑤	148	104	163	139	164	138	96	145
⑥	131	168	192	224	97	231	163	217
⑦	93	233	232	97	231	101	20	143
⑧	184	232			190	230	86	230

표 1의 특징점 후보들을 적정 편차값을 이용하여 특징 후보군으로 분류하고 형성된 후보군에서 최종 특징점을 선정한다. 그림 3은 선정된 특징점을 나타낸 것이다.

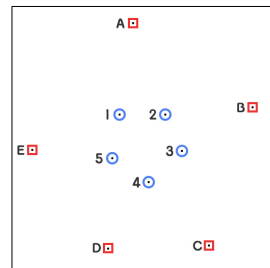


그림 3. 특징 추출 결과

Fig. 3. Results of feature extraction

그림 3의 점 A에서 E는 컨벡스 헐 알고리즘에 의해 연결되는 블록점이고 나머지 점 1에서 5의 특징점은 오목점으로 구분된다.

2. 다방향 스캐닝과 컨벡스 헐 알고리즘을 이용한 특징 추출 기법

이 절에서는 다방향 스캐닝과 컨벡스 헐 알고리즘을 이용하여 불가사리의 특징을 추출하는 두 번째 기존 방법^[7]에 대하여 설명 한다.

이 특징 추출 기법은 입력 영상에서 영역의 중심점을 계산한 후 다방향 스캐닝에 상향, 좌상향, 좌상향, 우상향의 4 방향을 추가하여 후보 블록점을 선정한다.

후보 블록점들 중에서 최종 블록점을 선정하고 영역 중심점과 선정된 최종 블록점을 연결한다. 이렇게 연결된 장선을 기준으로 나누어진 5개의 부분 영역의 외곽선 픽셀 중에서 중심점과의 거리가 가장 가까운 픽셀을 후보 오목점으로 선정하고 적정 임계 범위를 이용하여 최종 오목점을 선정한다.

1) 블록 특징 추출

입력 영상을 상·하·좌·우·우하향·좌하향·좌상향·우상향 방향으로 스캔하여 각 방향에서 최초로 입력 되는 픽셀을 후보 블록점으로 선정한다.

그림 4는 각 방향에서 추출된 후보 블록점을 나타낸 것이다.

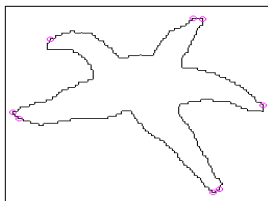


그림 4. 후보 블록점
Fig. 4. Candidates convex point

표 2는 그림 4의 각 후보 블록점의 좌표를 나타낸 것이다. 표 2의 각 후보 블록점과의 거리를 비교하여 임계 범위 이내면 동일 영역의 후보군으로 판단하여 이 후보군에서 최종 블록점을 선정한다.

표 2. 그림 4의 후보 블록점의 좌표

Table 2. Coordinates of a candidate convex pixel for Fig. 4

구분	스캐닝 방향	x	y
①	top-down	181	16
②	bottom-up	200	240
③	left-right	8	137
④	right-left	248	128
⑤	right-down	44	43
⑥	left-down	190	17
⑦	left-up	14	145
⑧	right-up	206	236

2) 오목 특징 추출

선정된 최종 블록점을 이용하여 장선을 연결하고 장선을 기준으로 5개의 부분 영역을 구분한다. 구분된 부분 영역의 경계 픽셀 중에서 중심점과의 거리가 가장 가까운 5개의 픽셀을 후보 오목점으로 선정한다.

선정된 후보 오목점을 이용하여 단선을 연결하고 연결된 단선과 장선의 평균 길이 비율을 이용하여 최종 오목점을 선정한다. 그림 5는 최종 블록점과 오목점을 나타낸 것이다.

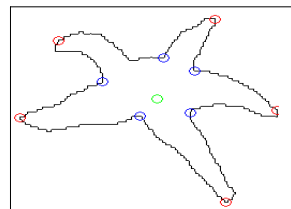


그림 5. 특징 추출 결과
Fig. 5. The result image for feature extraction

IV. 6-방향 스캐닝과 영역 중심을 이용한 특징 추출 방법

아무르불가사리 입력 영상에 대한 특징 추출을 위해서 영역 중심점을 이용한다.

그림 6은 제안하는 특징 추출 방법을 설명하기 위한 입력 영상에 영역 중심점을 나타낸 것이다. 그림 6에서 영역 중심점의 좌표(x, y)는 (134, 158)이다. 영역 중심점은 식 (2)를 이용하여 계산한 것이다.

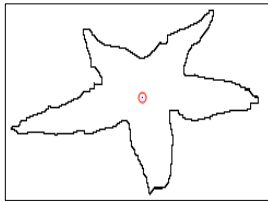


그림 6. 영역 중심점
Fig. 6. The centers of region

1. 6-방향 스캐닝을 이용한 볼록 특징 추출

6-방향 스캐닝을 이용한 볼록 특징 추출 방법에서는 다방향 스캐닝의 vertical 모드, diagonal down left 모드, diagonal down right 모드의 세 방향과 그 반대 방향의 세 방향으로 스캔을 수행한다. 즉, 정육각형의 각 변에서 중심 방향으로 스캔을 수행한다.

정오각형의 형태로 스캔하는 것은 정오각형이 갖는 방향성(볼록 오각형)으로 인해 불가사리 영상의 입력 방향에 따라 상이한 결과가 나타나기 때문에 바람직하지 않다.

입력 영상에 대하여 하향, 상향, 우-하향, 좌-하향, 우-상향, 좌-상향의 방향으로 스캔하여 각 방향에서 최초로 입력되는 픽셀 정보를 후보 볼록점으로 선정한다.

그림 7은 그림 6의 영상에 6-방향 스캐닝을 이용하여 선정된 후보 볼록점을 나타낸 것이다.

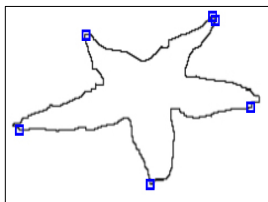


그림 7. 후보 볼록점
Fig. 7. Candidates convex point

그림 7의 각 후보 볼록점의 좌표는 표 3과 같다. 표 3에서 각 후보 볼록점과의 거리를 비교하여 실험적 임계 범위 이내이면 동일 영역의 후보군으로 판단하고 동일 영역의 후보군의 후보점 중에서 영역 중심점과의 거리가 큰 값을 최종 볼록점으로 선정한다.

표 3. 그림 7의 후보 볼록점 좌표

Table 3. Coordinates for a candidate convex point of Fig. 7

구분	스캐닝 방향	x	y
①	top-down	197	98
②	bottom-up	141	224
③	right-down	81	111
④	left-down	198	99
⑤	left-up	231	166
⑥	right-up	19	183

최종 볼록점은 그림 8과 같고 좌표는 표 4와 같다.

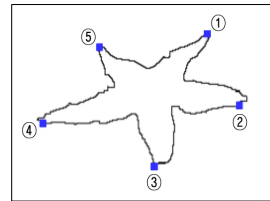


그림 8. 볼록 특징점
Fig. 8. Convex feature point

표 4. 그림 8의 볼록 특징점 좌표

Table 4. Coordinates for a convex point of Fig. 8

구 분	볼록 특징점의 좌표	
	x	y
①	198	99
②	237	161
③	141	224
④	13	179
⑤	81	111

2. 영역 기준 장선과 단선의 비율을 이용한 오목 특징 추출

추출된 중심점과 볼록 특징을 이용하여 오목 특징 추출을 위한 부분 영역을 설정한다. 중심점과 볼록점을 연결한 선 즉, 장선을 기준으로 입력 영상을 5개의 부분 영역으로 구분한다. 각 부분 영역의 경계 픽셀 중에서 중심점과의 거리가 가장 가까운 점을 후보 오목점으로 선정한다. 그림 9는 중심점과 볼록점을 이용하여 구분한 부분 영역을 나타낸 것이다.

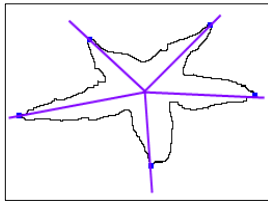


그림 9. 중심점과 볼록점을 이용한 영역 구분
Fig. 9. The area classification by a centers of region and convex point

그림 10은 후보 오목점을 나타낸 것이고 표 5는 후보 오목점의 좌표를 나타낸 것이다.

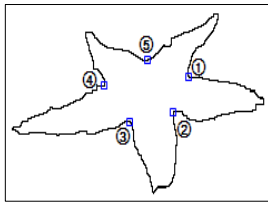


그림 10. 후보 오목점
Fig. 10. Candidate concave point

표 5. 그림 10의 후보 오목점 좌표
Table 5. Coordinates for a candidate concave point of Fig. 10

구 분	후보 오목점의 좌표	
	x	y
①	172	142
②	158	169
③	118	174
④	96	148
⑤	134	131

후보 오목점에서 최종 오목점을 선정하기 위해 장선의 길이와 영역 중심점과 후보 오목점의 길이 즉, 단선의 길이를 각각 계산한다. 그림 11은 장선과 단선의 연결을 나타낸 것이다.

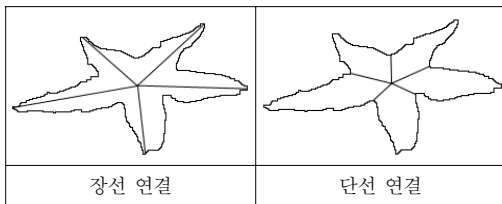


그림 11. 장선과 단선
Fig. 11. Long lines and short lines

단선과 그 단선이 포함된 부분 영역의 기준이 되는 두 장선의 평균 길이 비율을 계산하여 임계 범위 이내면 후보 오목점을 최종 오목점으로 선정한다. 장선과 단선의 비율의 유효 범위는 식 (3)을 이용한다.

$$0.2 \leq \frac{|\text{중심점} - \text{후보오목점}|}{\text{영역 기준 장선의 평균}} \leq 0.8 \quad (3)$$

표 6은 단선의 길이와 영역의 기준 장선의 평균 길이의 비율을 나타낸 것이다.

표 6. 단선 길이와 영역 기준 장선 평균 길이의 비율
Table 6. Ratio of short line length to average length of reference long line in the region

구 분	단선 길이	영역 기준 장선 평균	길이 비율
1	41.23	95.05	0.43
2	26.40	84.71	0.31
3	22.63	94.59	0.24
4	39.30	96.83	0.41
5	27.00	78.95	0.34

표 6에서 단선 1의 길이는 41.23이고 단선 1이 포함된 부분 영역의 기준이 되는 두 장선은 장선 1과 장선 2다. 장선 1과 장선 2의 길이는 각각 87.05와 103.04이고 평균은 95.05다. 각 장선과 단선의 길이는 그림 16에서 확인할 수 있다.

따라서 단선 1과 영역 기준 장선 평균의 길이 비율은 0.43으로 임계 범위 이내이며 그림 10에서 단선 1을 연결한 후보 오목점 1은 최종 오목점이 된다.

그림 12는 그림 6의 입력 영상에서 추출된 최종 볼록점과 오목점을 나타낸 것이다.

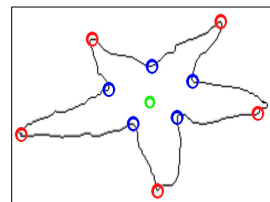


그림 12. 특징 추출 결과
Fig. 12. The result of feature extraction

V. 실험 및 결과

이 장에서는 제안한 특징 추출 방법의 성능 분석을 위하여 4가지 종류의 입력 영상에 대한 특징 추출 비교 실험을 수행한다. 실험에 사용되는 4가지 입력 영상의 종류는, 불가사리의 형태적 특징을 정상적으로 나타내는 경우와 촬영 각도 등에 의해 형태적 특징이 부분적으로 나타나는 비정상적인 경우로 구분하여 선정되었다.

이 실험에서는, 불가사리의 외곽선 검출 영상에 대해 중심점을 계산한 결과와 6-방향 스캐닝을 이용해서 선정된 6개의 후보 블록점의 좌표를 제시한다. 또한, 중심점과 블록점을 이용하여 선정된 후보 오목점의 좌표를 제시하고 최종적으로 추출된 특징을 나타낼 것이다.

그림 13은 실험에 사용될 영상을 나타낸 것이다.

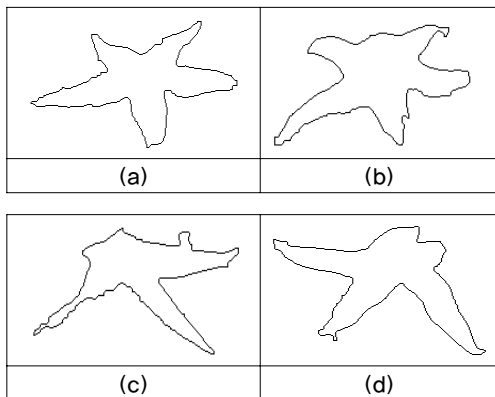


그림 13. 외곽선 추적 결과 영상
Fig. 13. The result image for a contour tracking

그림 13의 각 영상은 수중 영상에서 획득한 불가사리 경계 검출 영상이다. 그림 13의 (a)와 (b)는 불가사리의 오방사 대칭 특성을 잘 나타내는 정상 개체의 경우다. (a)의 경우는 정상 개체에 대한 이상적인 경계 검출 영상이고 (b) 경계 검출 영상이 주변 잡음에 의해 손상된 경우다. (c)와 (d)는 촬영 각도 등에 의해 변형된 비정상 개체의 경우로 각각 좌상향 및 우상향 등의 대각 스캔에 의한 특징 추출 성능을 분석하기 위한 영상이다. (c)와 (d)는 우하향 및 좌하향 스캔의 경우도 함께 고려할 수 있는 개체다.

실제 입력 영상에서 불가사리로 인식되는 대부분의 개체가 (a)~(d)와 유사한 형태를 갖기 때문에 이상의 4가지 종류의 입력 영상으로 실험 한다. 그림 13의 각 영

상에서 계산된 영역 중심점은 표 7과 같다.

표 7. 그림 13의 영역 중심점 좌표
Table 7. Coordinates for a regional centrality of Fig. 13

구분	영역 중심좌표		구분	영역 중심좌표	
	x	y		x	y
(a)	134	158	(c)	150	151
(b)	130	115	(d)	127	126

그림 13의 각 영상에 대해서 6-방향 스캐닝을 이용하여 후보 블록점을 추출한 후 임계 범위를 이용하여 최종 블록점을 계산한 결과는 표 8과 같다.

표 8. 그림 13의 블록 특징점 좌표
Table 8. Coordinates for a convex point of Fig. 13

영상(a)		영상(b)		영상(c)		영상(d)	
x	y	x	y	x	y	x	y
13	179	38	173	52	193	21	89
237	161	214	118	239	133	219	197
141	224	152	174	129	114	156	72
81	111	77	79	95	129	65	181
198	99	195	70	216	213	179	90

표 7의 중심점과 표 8의 최종 블록점을 이용하여 후보 오목점을 선정하고 단선과 장선의 비율을 이용해서 최종 오목점을 선정한다. 표 9는 그림 13의 최종 오목점을 나타낸 것이고 그림 14는 그림 13의 각 영상에 대한 특징 추출 결과를 나타낸 것이다.

표 9. 그림 13의 오목 특징점 좌표
Table 9. Coordinates for a concave point of Fig. 13

영상(a)		영상(b)		영상(c)		영상(d)	
x	y	x	y	x	y	x	y
96	148	100	113	99	143	109	94
134	131	113	84	129	114	171	116
172	142	168	98	157	125	134	134
158	169	157	128	164	157	95	125
118	174	121	140	145	167	X	X

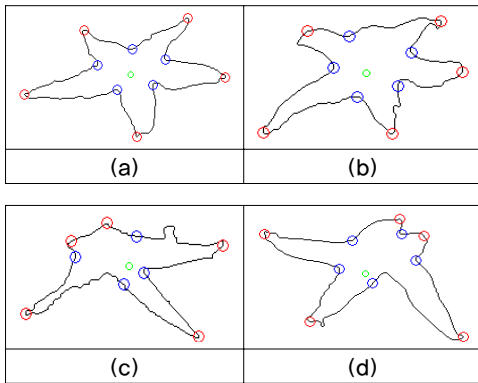


그림 14. 특징 추출 결과 영상
Fig. 14. The result image for feature extraction

표 10은 그림 13의 각 영상에 대해서 기존 특징 추출 방법과 제안한 특징 추출 방법을 비교한 것이다.

표 10. 특징 추출 결과의 비교
Table 10. Comparison in feature extraction results

추출 방식	입력 영상	특징점 후보수			특징점 수			후보수 대비 추출률
		블록	오목	계	블록	오목	계	
method-1	영상 a	-	-	29	5	5	10	34.48%
	영상 b	-	-	32	5	5	10	31.25%
	영상 c	-	-	30	6	4	10	33.33%
	영상 d	-	-	28	5	4	9	32.14%
	평균	-	-	29.75	-	9.75	32.80%	
method-2	영상 a	8	5	13	5	5	10	76.92%
	영상 b	8	5	13	5	5	10	76.92%
	영상 c	8	5	13	5	4	9	69.23%
	영상 d	8	5	13	5	4	9	69.23%
	평균	8.00	5.00	13.00	5.00	4.50	9.50	73.08%
method-3	영상 a	6	5	11	5	5	10	90.91%
	영상 b	6	5	11	5	5	10	90.91%
	영상 c	6	5	11	5	4	9	81.82%
	영상 d	6	5	11	5	5	10	90.91%
	평균	6.00	5.00	11.00	5.00	4.75	9.75	88.64%

표 10에서 method-1은 다방향 스캐닝을 이용한 특징 추출 기법을 의미하고 method-2는 다방향 스캐닝과 컨벡스 헐 알고리즘을 이용한 특징 추출 기법을 의미하며 method-3은 이 논문에서 제안한 방법을 의미한다.

표 10에서 확인할 수 있는 것처럼, 추출된 특징점의 수가 같더라도(method-1의 특징점 수와 method-3의 특징점 수는 모두 9.75개로 같다) 특징 추출률(method-1의 추출률은 32.8%이고 method-2의 추출률은 88.64%이다)

이 개선되었다. 또한, method-2의 결과와 비교할 경우에는 블록 특징뿐만 아니라 오목 특징의 추출률도 개선되었으며(method-2의 오목 특징 평균은 4.05이고 method-3의 오목 특징 평균은 4.75이다) 전체 특징 추출률도 개선되었다.

그림 15는 제안한 특징 추출 방법을 실험하기 위해 입력 영상에 대한 전처리를 수행한 결과를 나타낸 것이고 그림 16은 전처리 수행 후의 영상에 대하여 특징을 추출한 결과를 나타낸 것이다.

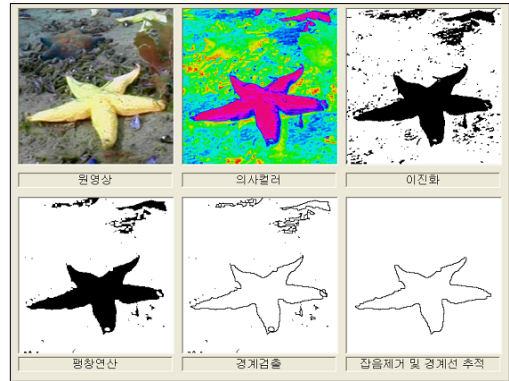


그림 15. 특징 추출을 위한 전처리 수행
Fig. 15. Pre-process execution for feature extraction



그림 16. 특징 추출 실험 결과
Fig. 16. Experimental results for feature extraction

VI. 결론

현재 불가사리에 대한 주요 연구는 구체된 불가사리의 활용 방안에 대한 분야가 대부분이다. 불가사리를 구제하는 방법에 대한 연구도 진행되고 있으나 대부분 인력을 동원하는 방법이어서 채산성이 맞지 않는다. 수중

로봇을 이용해서 수중 영상을 획득하여 불가사리를 인식하는 연구도 진행되고 있으나 아직 미비한 실정이다.

본 논문에서는 수중 영상으로부터 불가사리 개체를 인식하기 위해 불가사리의 형태적 특징을 추출하는 효과적인 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 기존의 다방향 스캐닝을 이용한 특징 추출 기법과 다방향 스캐닝과 컨벡스 헐 알고리즘을 이용한 특징 추출 기법을 개선한 6-방향 스캐닝을 이용한 특징 추출 기법이다. 이 방법은 스캔 방향을 정육각형의 각 변에서 중심 방향으로 수행하여 특징 후보를 선정하기 때문에 기존 방법에 비해 적은 수의 특징 후보를 산출할 수 있다. 또한, 제안한 특징 추출 방법에서는 후보 오목점을 최종 오목점으로 선정하기 위해 장단선의 길이 비율을 이용한다. 장선에 의해 구분된 각 부분 영역의 기준 장선과 후보 오목점으로 연결된 단선의 비율을 비교하여 최종 오목점을 선정하기 때문에 오목 특징 추출의 정확성을 높일 수 있다.

실험결과, 다방향 스캐닝을 이용한 특징 추출의 후보 특징수 대비 특징 추출률이 32.8%고 다방향 스캐닝과 컨벡스 헐 알고리즘을 이용한 특징 추출의 추출 비율이 73.08%였다. 이에 비해 제안하는 6-방향 스캐닝을 이용한 특징 추출 방법의 추출 비율은 88.64%로 나타나 기존 방법에 비해 효과적이라 할 수 있다. 더욱이, 대부분의 수중 영상에서 불가사리 개체들이 서로 밀집되어 있다는 것을 고려할 때 각 개체의 특징 후보수를 최소화하는 것은 매우 유용할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Ji-Su Jang, "Technology trends for the use of the

starfish", Patents Reports of Korea Institute of Patent Information, 2003.

[2] Hye-Yeon Ko, "Chemical constituents of Amur starfish, *Asterias amurensis*", Master's thesis, Kangnung National University, 2007.

[3] KBS, "The bottom of the sea pirates, starfish damage surge", KBS News, March 2008.

[4] Kim Young-Rok, "starfish havoc", press release of National Federation of Fisheries Cooperatives, 2011.

[5] 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.

[6] 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.

[7] Ran-Heui Chu, "Starfish Object Recognition using Feature Vector of Shape Description", Doctoral Dissertation, Kwandong University, 2011.

[8] Mohaned, S. M. and Nyongesa, H., "Automatic fingerprint classification system using fuzzy neural techniques", Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Fuzzy Systems Vol. 1, pp. 358-362, 2002.

저자 소개

신 현 덕(정회원)



- 2000년 : 관동대학교 공학석사
 - 2006년 : 관동대학교 공학박사
 - 현재 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 조교수
- <관심분야 : 영상처리, 시스템소프트웨어, 최적화>

주 란 희(정회원)



- 2003년 : 관동대학교 공학석사
 - 2011년 : 관동대학교 공학박사
 - 현재 : 관동대학교 컴퓨터학과 박사
- <관심분야 : 전산기구조, 영상처리, 컴퓨터비전>