

다중개체에 대한 아무르불가사리의 간단한 인식기법

김 강[○], 주란희^{*}, 전영철^{*}, 신현덕^{**}

[○]강원관광대학 관광정보처리과

^{*}관동대학교 컴퓨터학과

^{**}안산1대학 글로벌IT비즈니스과

E-mail: kkang424@hanmail.net, {churaki, totalic}@kd.ac.kr, ubhd@ansan.ac.kr

Simple Recognition for Multi-Object of Asterias Amurensis

Kang Kim[○], Ran-Heui Chu^{*}, Young-Cheol Jeon^{*}, Hyun-Deok Shin^{**}

[○]Dept. of Tourism Information Processing, Kangwon Tourism College

^{*}Dept. of Computer Science, Kwandong University

^{**}Dept. of Global IT Business, Ansan College

● 요약 ●

불가사리로 인한 어업 피해액은 연간 100억원에 이른다. 전복과 조개 등 어패류를 먹어치우는 불가사리는 강한 번식력에 어장 황폐화의 원인이 되고 있다. 불가사리는 해양 생태계에 뚜렷한 천적이 없고 세계적으로 불가사리의 개체수가 늘어나고 있는 것으로 추정하고 있다. 아무르불가사리는 단일 색상이 아니고 상황에 따라 변하는 변온동물이며, 방사대칭인 특징은 있지만 상황에 따라 외형이 많이 달라지므로 인식하기가 매우 어렵다. 이 논문은 아무르불가사리의 인식을 높이기 위하여 여러 개의 아무르불가사리의 개체들이 있을 때에 아무르불가사리로 인식하기 위한 간단한 기법을 제안하고자 한다.

키워드: 아무르불가사리(Asterias Amurensis), 다중개체(Multi Object), 인식(Recognition)

I. 서론

급격한 산업화로 인한 이산화탄소 발생량의 증가로 지구 온난화 현상이 가중되고 있으며, 이러한 기후변화는 해수면의 상승과 국지성 폭우 및 폭설 등의 기상이변을 가져오며, 육상 및 해양생태계의 변화, 그리고 인류 건강에 작간접적인 영향을 끼칠 것으로 전망된다. 지구온난화로 인하여 나무의 조기 개화, 새들의 조기 산란, 곤충 식물 및 동물 서식지 변화, 연안 지역의 백화현상 증가, 생물 다양성 감소 등 자연 생태계도 서서히 변화되고 있다[1].

일반적으로 불가사리는 아무르불가사리(Asterias amurensis) 종과 별불가사리(Asterina pectinifera) 종이 있으며, 별불가사리의 먹이는 주로 죽은 고기이나 아무르불가사리의 먹이는 살아있는 물고기이기 때문에 피해가 더욱 크다[2].

불가사리는 해양 생태계에 뚜렷한 천적이 없고 재생력이 뛰어나 치명적인 상처인 경우를 제외하고 생명에 영향을 받지 않아 산란기 동안의 불가사리 포획 작업은 불가사리 개체수를 줄이는데 효과적이다[3].

현재 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[4-6].

기하급수적으로 늘어나는 불가사리의 포획 방법은 한계가 있으므로 수중로봇에 의한 불가사리 포획이 활성화 되어야 한다. 수중로봇을 이용한 포획방법에서는 입력 영상으로부터 불가사리를 인식하기 위한 영상 처리 기술이 필요하다[7].

아무르불가사리는 단일 색상이 아니고 변온동물이며, 방사대칭인 특징은 있지만 상황에 따라 외형이 많이 달라지므로 인식하기가 매우 어렵다. 또한 단일개체난 복합개체에 비해 다중개체는 인식하기가 매우 어렵다. 이 논문은 아무르불가사리의 인식을 높이기 위하여 여러 개의 아무르불가사리의 개체들이 있을 때에 아무르불가사리로 인식하기 위한 간단한 인식 기법을 제안하고자 한다.

II. 아무리불가사리의 구조적 특징

1. 오목과 볼록

불가사리류의 몸은 전형적으로 방사상으로 돌출해 있는 5개의 별 모양 또는 오각형으로 생긴 팔을 가지고 있다. 불가사리의 외부 구조적 특징이라 할 수 있는 팔의 끝부분과 팔들이 서로 만나는 안쪽 경계 부분을 불가사리의 특징으로 검출한다.

불가사리의 구조적 특징은 그림 1과 같다.

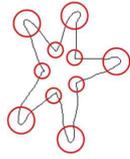


그림 1. 아무르불가사리의 구조적 특징
Fig. 1. Structural features of starfish

잡음이 제거된 경계 검출 영상의 불가사리 후보 영역에 대하여 20×20 블록 내에 존재하는 픽셀의 개수인 가 식 1의 조건을 만족하지 못하는 영역에 대하여 불가사리 특징 후보 영역에서 제외한다.

$$MIN_{count} < Pixel_{count} < MAX_{count} \quad (1)$$

불가사리는 구조적으로 5개의 팔을 가지고 있으므로 각 5개씩의 블록과 오목의 끝점이 있는 특징이 있다. 각각의 오목에 대하여 오목의 한 점을 기준으로 이웃 점들을 제외한 나머지 2개의 점을 이으면 별 모양의 내부 영역이 만들어지며 내부 영역의 중심에서 각 오목들을 이으면 불가사리의 팔이 5개로 분리되고 한 개의 팔에 대하여 오방사대칭이다.

불가사리의 구조적 특징 영상은 그림 2와 같다.



그림 2. 구조적 특징 영상
Fig. 2. Image of structural feature

2. 중심모멘트

오목의 한 점을 기준으로 주변 점들을 제외한 나머지 2개를 이으면 별 모양의 내부 영역이 만들어지며 내부 영역의 중심을 찾으면 불가사리의 중심 모멘트로 이용할 수 있다.

블록은 움직임에 매우 민감하고 다른 물체에 의해 보이지 않는 경우가 오목보다 많으며 오목은 움직임에 둔감하여 블록 특징보다 오목 특징을 이용한다.

중심 모멘트 영상은 그림 3과 같다.

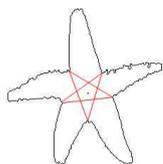


그림 3. 중심 모멘트 영상
Fig. 3. Image of center moment

3. 장선과 단선

중심 모멘트로부터 블록의 각 끝점을 이은 선을 장선이라 하며 오목의 끝점을 이은 선을 단선이라 한다. 단선과 장선은 불가사리의 구조적 특징으로 인식에 매우 중요한 특징이다.

단선과 장선의 연결은 두 픽셀의 좌표 $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ 를 지나는 직선의 방정식과 같다. 직선의 기울기 m 은 $\tan\theta$ 로 두 좌표의 값들의 차로 표현되며 식 2와 같으며, 기울기가 인 두 픽셀의 좌표를 $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ 를 지나는 직선의 방정식은 식 3과 같다.

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (2)$$

$$y = m(x - x_1) + y_1 \quad (3)$$

두 점의 연결을 위해 기울기가 같은 선상에서 검은색 픽셀을 찾아 연결해야하므로 x 와 y 값을 비교하여 변화량이 적은 것을 기준으로 하여 찾아야 한다. 기울기가 1인 $y=x$ 함수를 기준으로 기울기가 1보다 작으면 x 값이 y 값보다 변화량이 작으므로 x 값을 입력하여 y 값을 얻는 식 3을 적용하고, 1보다 크면 x 값이 y 값보다 변화량이 크므로 y 값을 입력하여 x 값을 얻는 식 4를 적용한다.

$$x = \frac{y + mx_1 - y_1}{m} \quad (4)$$

기울기에 의한 변화는 그림 4와 같다.

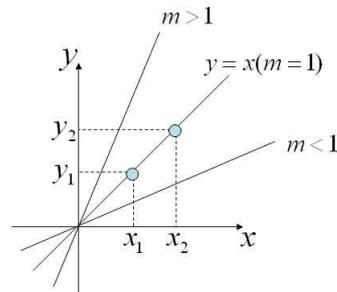


그림 4. 기울기에 의한 변화
Fig. 4. Slope by a chance

단선과 장선의 영상은 그림 5와 같다.

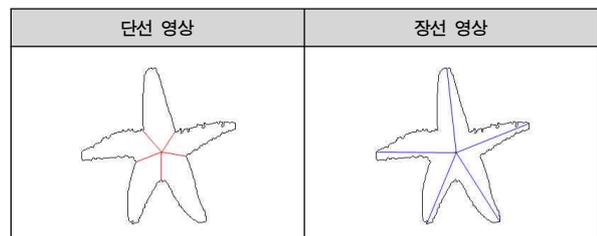


그림 5. 단선과 장선의 영상
Fig. 5. Image of short lines and long lines

III. 아무르불가사리의 다중개체의 인식

경계 보정 후에 손상된 개체나 변형되어진 개체에 대한 개체 영역만의 경계 검출이 어려운 경우가 있다. 이러한 경우 불가사리 변형개체를 불가사리 원형으로 복구하기 위하여 방사대칭 특성을 이용한 영역 복원 기법을 사용한다.

방사대칭을 이용한 영역 복원은 입력된 영상을 전치리를 한 후 경계 검출을 한다. 경계의 보정으로 잡음을 제거하고 경계연결 기법으로 경계를 연결한다. 경계 연결 후 구조적 특징을 구하여 오목의 개수를 비교하여 개체의 유형을 확인한다.

불가사리의 오방사대칭의 특성을 이용하여 영역을 복원하는 방법으로 단일 개체가 원 형태와 다르게 변형되어진 변형 개체를 복원한다.

입력 영상에서 두 개 이상의 개체가 군집해있는 것을 다중 개체라 한다.

오목과 볼록의 개수가 5개 이상 검출되기 때문에 내부의 별을 만들 수가 없으며 입력 영상의 개체 영역에 대한 중심 모멘트를 구하여 불가사리의 특징인 오목과 볼록의 수와 임계값보다 큰 장선의 수를 구하여 불가사리인지를 판단한다. 방사대칭을 이용한 다중 개체의 판단에 대한 블록도는 그림 6과 같다.

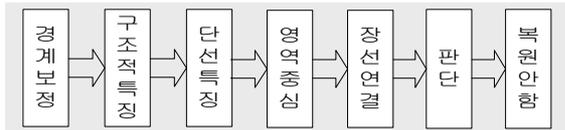


그림 6. 방사대칭을 이용한 다중 개체 판단의 블록도
Fig. 6. Block diagram for recognition of multi-object using radial

다중 개체를 판단하는 단계는 다음과 같다.

- 단계 1 : 전치리를 한 영상에 대하여 경계를 검출하고 잡음을 제거하기 위하여 경계 보정을 한다.
- 단계 2 : 불가사리의 구조적 특징인 오목과 볼록을 구한다. 오목과 볼록의 개수를 확인하여 각각 6개 보다 큰지 확인한다. 6개 보다 크면 단선특징을 이용하여 별모양의 내부영역을 만들 수 없다.
- 단계 3 : 개체 전체의 영역 모멘트를 찾는다. 각 볼록에서 영역의 중심으로 선을 이어 장선을 연결한다.
- 단계 4 : 불가사리로 판단하기 위한 조건은 다음과 같다.
 - ① 장선 중에서 장선의 평균 길이와의 차가 20 픽셀 이하인 장선의 개수가 6개 보다 크다.
 - ② 오목과 볼록이 각각 6개 이상이다.
 - ③ 각도차의 평균 각도가 30°와 40° 사이에 있다.

다중 개체의 인식은 그림 7과 같이 장선의 평균 길이와의 차가 20 픽셀 이하인 장선이 7개가 검출되었으며 오목과 볼록이 각각 5개 이상이고 각도차의 평균 각도가 30°~40° 이므로 다중 개체의 불가사리로 판단한다.

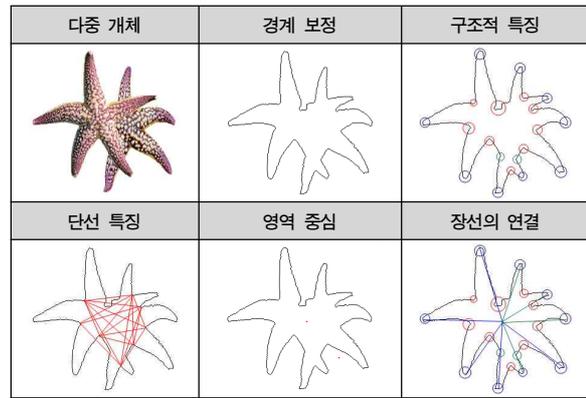


그림 7. 다중 개체의 인식
Fig. 7. Recognition of multi-object

다중 개체의 장선은 표 1과 같다.

표 1. 다중 개체의 장선
Table 1. Long Lines of Multi-Object

특징	각도(°)	각도차(°)	장선의 길이 (Pixel)	길이차 (Pixel)	순위
①	107	-	128,6	+19,36	2
②	72	35	102,8	-6,41	7
③	33,7	38,3	86,5	-22,71	9
④	1,6	32,1	105,0	-4,21	6
⑤	-37,5	39,1	124,8	+15,59	3
⑥	-69,4	31,9	90,8	-18,41	8
⑦	-93,7	24,3	109,2	0	4
⑧	-124	30,3	105,1	-4,11	5
⑨	-177,8	53,8	130,1	+20,89	1
합계	-	284,8	982,9	-0,01	-
평균	-	35,60	109,21	-0,00	-

IV. 결론

아무르불가사리와 별불가사리는 번식력과 재생력이 강하며 숫자도 많아서 양식장뿐만 아니라 연안 생태계에도 위협의 대상이 되고 있다. 이런 상황으로 인하여 불가사리의 포획방법과 처리방안에 대하여 관심이 높아지고 있다.

이 논문은 수중로봇으로부터 획득한 불가사리 다중 개체 영상에 대한 불가사리 인식을 하기 위한 기법을 제안하였다. 이 기법은 단일 개체나 복합 개체와는 달리 인식을 하기 위한 방법이 복잡한데 이 인식 기법은 다중 개체에서 아무르불가사리의 구조적 특징을 이용하여 간단히 확인할 수 있는 간단한 방법이다. 다중 개체의 인식은 매우 까다롭다. 적정 임계값의 장선과 단선의 수가 넘으면 다중 개체로 인식한다.

불가사리 인식에서 여러 개의 아무르불가사리가 겹쳐있거나 붙어있을 때 간단히 불가사리를 인식하므로 불가사리 퇴치에 매우 효과적이어서 많은 도움이 될 것이다.

참고문헌

- [1] 국가환경정보센터, “지구온난화가 한반도에 미치는 영향”, 환경산업기술정보, 2008. 20호
- [2] 장지수, “불가사리 활용에 대한 기술동향”, 한국특허정보원 특허동향보고서, 2003.
- [3] 장세한, “양식장 환경에 있어서 불가사리 역할의 재고”, 경상대학교 해양과학대학 논문집, 2000.
- [4] Hatanaka, M. and Kosaka, M., “Biological studies on the population of the starfish, *Asterias amurensis*, in Sendai bay”, *Tohoku J. Agric. Res.*, Vol. 9, No. 3, pp. 159-178, 1958.
- [5] Park, M. S. and Kim, B. Y., “Feeding behaviour of the starfish, *Asterias amuresis* (Lutken)”, *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, 34, 171. (in Korean), 1985.
- [6] Fukuyama, A. K. and Oliver, J. S., “Sea star and walrus predation on bivalves in Norton Sound, Bering Sea, Alaska”, *Ophelia*, 24, pp. 17-36, 1985.
- [7] 김승희, “불가사리 인식을 위한 TPDR 영역 경계 및 구조적 특징 검출”, 관동대학교 박사학위논문, 2007.