

논문 2011-48SP-5-4

# 의미 특징을 이용한 적조 이미지 인식

( Red Tide Image Recognition using Semantic Features )

박 선\*, 이 진 석\*\*, 이 성 로\*\*\*

( Sun Park, Jin-Seok Lee, and Seong Ro Lee )

## 요 약

적조에 의한 양식업 및 수산업의 피해가 증가함에 따라서 적조에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 자동으로 적조 이미지를 인식하는 국내의 연구는 미흡한 실정이다. 적조 생물은 이미지 객체를 일치 할 수 있는 기준 중심 특징이 없기 때문에 인식이 어렵다. 이 때문에 기존에 연구들은 단순히 몇 종류의 적조 생물만을 이미지 분류에 이용하고 있다. 본 논문은 비음수 행렬 분해의 의미 특징과 이미지 객체의 원형율을 이용한 새로운 적조 이미지 인식 방법을 제안한다.

## Abstract

There have been many studies on red tide due to increasing damage from red tide on fishing and aquaculture industry. However, internal study of automatic red tide image classification is not enough. Recognition of red tide algae is difficult because they do not have matching center features for recognizing algae image object. Previously studies used a few type of red tide algae for image classification. In this paper, we proposed the red tide image recognition method using semantic features of NMF and roundness of image objects.

**Keywords :** 적조 생물(red tide algae), 이미지 인식(image recognition), 비음수 행렬 분해(NMF, non-negative matrix factorization), 의미 특징(semantic features), 원형율(roundness)

## I. 서 론

적조(red tide)란 유해조류의 대량 번식으로 바다물의 색깔이 적색이나 황색으로 변하여서 수산업이나 양식업에 피해를 입히는 현상이다. 국내에서는 연안 산업화의 진행으로 적조현상이 증가하고 있으며, 특히 1995년에는 764억 원으로 역대 최대의 수산업 피해를 입히며 매

년 적조에 대한 피해를 보이고 있다. 이러한 적조피해가 늘어남에 따라서 매년 방제작업으로 많은 예산을 소모하고 있다. 또한 적조의 수산업 피해를 최소화하기 위하여서 국립수산과학원에서는 선박, 육상, 항공 감시를 통하여 적조예보를 발령하고 있다<sup>[1]</sup>.

국내의 적조 감시 체계는 대부분 사람의 손에 의존하고 있기 때문에 많은 시간과 예산을 소모하고 있다. 이 때문에 효율적인 적조 이미지 인식이나 분류 방법이 있으면 미리 적조피해를 대비하여서 수산업에 대한 피해를 최소화 할 수 있다. 적조 생물에 대한 연구를 진행하기 위해서는 적조 생물의 종류와 적조생물 밀도(개체/ml)를 정확히 파악해야 한다. 그러나 국내에서의 적조 생물 분류 및 개체 수 파악에는 대부분 수작업에 의존하고 있다. 적조 생물의 개체 수를 검사하는 방법으로 센서를 이용<sup>[2]</sup>한 연구가 어느 정도 진행되고 있으나 수집된 적조생물 이미지 자료로부터 적조 생물을 분류하는

\* 정회원-교신저자, 목포대학교 정보산업연구소  
(Institute of Information Science and Engineering Research, Mokpo National University)

\*\* 정회원, 정보통신산업진흥원  
(NIPA)

\*\*\* 정회원, 목포대학교 정보전자공학과  
(Department of Information and Electronics)

※ 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2010-0028295)

접수일자: 2011년3월16일, 수정완료일: 2011년6월9일

연구는 아직 미흡한 편이다.

다음은 적조 이미지 분류에 대한 연구들이다. Jiang 외 저자들은 베이지안 분류자와 SVM(support vector machine)을 이용한 적조 생물 분류방법을 제안하였다. 이들의 방법은 베이지안 분류자를 이용하여서 오염되거나 알려지지 않은 적조 생물을 제거하고, SVM을 이용하여서 적조 생물을 분류한다<sup>[3]</sup>. 그러나 알려지지 않은 적조 생물나 오염된 객체를 인식하는 데에는 좋은 성능을 보이지 않는다. 또한, 적조 분류의 학습에는 8종의 적조 생물만 사용하였다. Jiang 외 저자들은 적조 생물 인식을 위하여 2단계 분류자를 사용한 방법을 제안하였다. 첫 번째 분류자인 SVDD(support vector data description)는 오염된 객체나 알려지지 않은 적조 생물을 제거하는 데에 사용하며, 두 번째 분류자인 SVM(support vector machine)은 적조 생물을 미리 분류된 분류 계층으로 분류한다<sup>[4]</sup>. 이들의 방법은 우세종인 8종의 적조 생물만 학습에 이용하였다. Lili 외 저자들은 적조 생물 분류를 위하여 SVM과 FCM(fuzzy c-means)군집방법을 이용하였다. 이들 방법은 먼저 SVM을 이용해서 검정 표본에 분류 표시를 하고, 확률 방법으로 잘못 분류된 자료를 FCM을 이용하여서 다시 분류 표시한다<sup>[5]</sup>. 이들 방법 역시 5종의 적조 생물만을 학습에 이용하였다. 이들 방법<sup>[3~5]</sup>들은 소량의 학습된 적조 생물 이외의 적조 생물을 인식하는 데에는 어려움을 가지고 있다. 본 논문의 저자들은 적조 이미지 인식을 위하여 주성분분석과 이미지의 원형율을 이용한 분류방법을 제안하였다<sup>[6]</sup>.

국내의 연안 및 근 해역에서는 60종 이상의 적조 생물이 발생하고 있으며, 이들 중에서 어류치사 및 유독성인 유해성 적조생물이 10종 있다. 적조 생물의 형태 또한 수만크이나 다양한 모양을 보이고 있어서 자동화된 분류방법을 이용하는 데에 제한 사항으로 작용하고 있다. 특히 적조 생물 이미지 간에 일치시킬 수 있는 기준 특징이 없어서 적조 생물 이미지 인식을 더욱 어렵게 하고 있다. 사람의 얼굴인식을 예로 들면, 얼굴은 어느 정도 동일한 형태의 특징인 눈, 코, 입, 귀 등 이미지 간에 일치시킬 수 있는 특징들을 가지고 있다. 그러나 적조 생물은 너무 다양한 형태를 보이기 때문에 이러한 기준 특징들을 파악하기 힘들다.

본 논문에서는 국내 해역에서 발생하는 적조생물의 이미지를 인식하기 위한 방법에 대하여서 연구한다. 본 논에서 제안한 방법은 비음수 행렬 분해(NMF;

non-negative matrix factorization)방법을 이용하여서 적조생물을 학습하고, 적조 생물의 기준 특징을 추출하기 위해서 이미지의 원형율을 이용하며, 적조 이미지의 엔트로피를 이용하여 적조 인식의 정확률을 높인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 관련연구로 비음수 행렬 분해에 대하여 알아보고, III장에서는 제안방법을, IV장에서는 실험 및 평가를, V장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

## II. 비음수 행렬 분해

비음수 행렬 분해(NMF, non-negative matrix factorization)는 주어진 비음수 행렬로부터 의미 특징인 비음수의 인수를 찾는 행렬 분해 알고리즘이다<sup>[7~8]</sup>. 본 논문에서 행렬  $X$ 의  $j$ 번째 열벡터는  $X_{:j}$ 로,  $i$ 번째 행벡터는  $X_{i*}$ 로,  $i$ 번째 행과  $j$ 번째 열의 원소는  $X_{ij}$ 로 표시한다. 비음수 행렬 분해 알고리즘은, 식(1)의 목표함수에 의한 유클리디안 거리  $J$ 가 0에 가깝게 수렴 할 때까지 식(2)과 식(3)을 이용하여 의미 특징 행렬  $W$ 와  $H$ 의 값을 동시에 갱신한다<sup>[7~8]</sup>.

$$J = \|A - WH\|^2 \quad (1)$$

식(1)의 목적은 행렬  $A$ 를 비음수  $m \times r$  행렬  $W$ 와 비음수  $r \times n$  행렬  $H$ 로 분해하는 것이다. 여기서,  $A$ 는  $m$ 개의 픽셀과  $n$ 개의 이미지로 이루어진  $m \times n$  행렬이고,  $r$ 은 의미 특징의 개수로 이미지 학습을 하기위해 학습 이미지의 수와 같이 설정한다.

$$H_{ij} \leftarrow H_{ij} \frac{(W^T A)_{ij}}{(W^T W H)_{ij}} \quad (2)$$

$$W_{ij} \leftarrow W_{ij} \frac{(A H^T)_{ji}}{(W H H^T)_{ji}} \quad (3)$$

## III. 제안방법

본 논문에서 제안한 적조 이미지 인식 과정은 그림 1과 같이 전처리, 후보 이미지 검색, 적조이미지 인식 단계로 구성된다. 전처리 단계에서는 학습할 적조 이미지를 이미지 벡터 집합으로 구성한 후에 정규화 한다. 후보 이미지 검색 단계에서는 비음수 행렬 분해된 이미지의 의미 특징을 추출하여서 학습하고, 인식할 적조 이미지

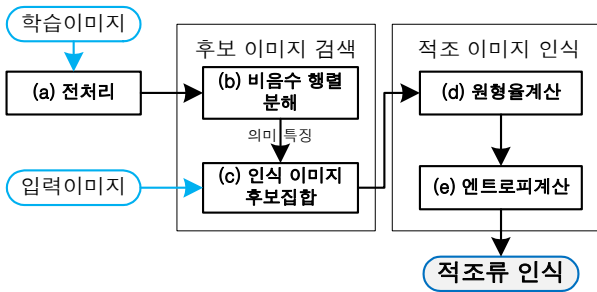


그림 1. 제안된 적조 이미지 인식의 블록도  
Fig. 1. Block diagram of proposed red tide recognition.

를 입력해서 분류할 적조 후보 이미지 집합을 구성한다. 적조 이미지 인식 단계에서는 입력 적조 이미지와 학습 원본 이미지의 원형율을 계산하고, 이 원형율에 가장 근접한 이미지들을 선택한다. 선택된 이미지의 엔트로피를 계산하여서 가장 엔트로피가 유사한 이미지를 인식된 적조 이미지로 선택한다.

### 3.1 전처리

그림 1(a)의 전처리 단계에서는 학습 적조 이미지를 이용하여서 이미지 집합을 구성하고, 평균과 분산을 기준으로 모든 학습 이미지를 정규화 한다. 본 논문에서는 국내 해역에서 발견되는 63종의 적조 이미지를 학습 자료로 이용한다. 학습에 사용되는 63종의 학습 이미지는 국립수산과학원 적조정보 홈페이지<sup>[1]</sup>에서 가져온 자료로 각 이미지의 크기를 115×95 픽셀로 고정하였다. 대부분의 이미지는 중앙에 중심이 일치하도록 하였다. 이미지 벡터 집합의 구성은 다음과 같다. 적조 이미지의 크기가  $N \times N$ 이고, 학습 이미지의 개수가  $M$ 일 때, 각 학습 이미지를  $M$ 개의  $N^2 \times 1$  열벡터로 식(4)과 같이 학습 이미지 벡터 집합( $S$ )을 구성한다.

$$S = \{\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M\} \tag{4}$$

이미지 정규화는 빛과 배경에 의해 발생하는 오차를 줄이기 위하여 평균과 표준편차를 기준으로 다음 식(5)과 같이 계산하여서 정규화 한다.

$$nS_i = (\Gamma_j - \text{mean}(\Gamma_i)) \times \frac{\text{estd}}{\text{std}(\Gamma_i)} + \text{emean}, j = 1, \dots, N^2 \tag{5}$$

여기서  $nS_i$ 는  $i$ 번째 정규화된 적조 이미지,  $\text{mean}(\Gamma_i)$ 는  $i$ 번째 학습 적조 이미지의 평균,  $\text{std}(\Gamma_i)$ 는  $i$ 번째 학습 적조 이미지의 표준편차,  $\text{estd}$ 와  $\text{emean}$ 은 각각 추정 표준편차와 추정 평균으로  $\text{estd}$ 는 80,  $\text{emean}$ 은 100으로 설정하였다.

### 3.2 후보 적조 이미지 검색

후보 적조 이미지 검색은 그림 1(b)의 비음수 행렬 분해와 그림 1(c)의 인식 이미지 후보 집합으로 구성된다.

그림 1(b)의 비음수 행렬 분해 단계에서는 학습 이미지를 비음수 행렬 분해하여서 의미 특징으로 추출하고 학습한다. 다음  $j$ 번째 적조 학습 이미지  $S_j$ 는 행렬  $W$ 의  $j$ 번째 열벡터  $W_{*j}$ 와 행렬  $H$ 의 요소  $H_{ij}$ 가 선형조합을 이루며 식(6)과 같다. 즉,  $j$ 번째 의미 특징 벡터  $W_{*j}$ 는  $S_j$ 의 이미지 벡터 내에서의 가중치가 의미변수  $H_{ij}$ 이다.

$$S_j = \sum_{l=1}^r H_{lj} W_{*l} \tag{6}$$

그림 1(c)의 인식 이미지 후보 집합 구성은 식(1)을 이용하여서 입력 적조 이미지와 학습된 적조 이미지간의 유클리디안 거리가 최소가 되는  $k$ 개의 이미지를 추출하여 인식 이미지 후보 집합을 구성한다. 본 논문에서 다음절의 적조 이미지 원형율을 기준하여서  $k$ 를 10으로 설정하였다. 즉, 추출되는 후보 적조 이미지는 10개이다.

다음 그림 2는 어류치사종인 유해 적조 생물인 Gyrodinium sp.의 이미지에 비음수 행렬 분해를 적용하여 의미 특징을 추출한 예이다. 그림 2(a)는 Gyrodinium sp.의 원본 이미지 이고, 그림 2(b)는 Gyrodinium sp.의 이미지로부터 추출된 의미 특징으로 구성된 이미지 이다.

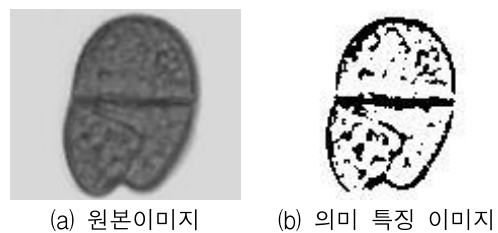


그림 2. Gyrodinium sp.의 비음수 행렬 분해의 결과  
Fig. 2. Result of NMF with respect to Gyrodinium sp.

### 3.3 적조 이미지 인식

적조 이미지 인식 단계는 그림 1(d)의 원형율 계산과 그림 1(e)의 엔트로피계산 단계로 구성된다.

#### 가. 원형율 계산

63종의 학습 이미지는 각기 다양한 형태를 가지고 있

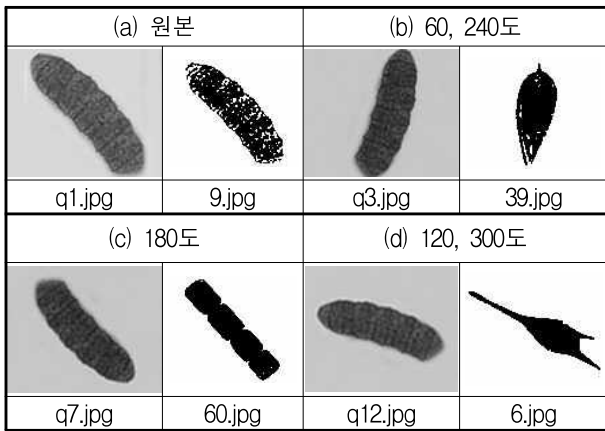


그림 3. 의미 특징을 이용한 이미지 각도변화에 따른 이미지 인식 결과

Fig. 3. Image recognition result using the semantic features with respect to transformation of image angle.

기 때문에 기준이 되는 특징으로 이미지를 일치시킬 수 없는 문제를 가지고 있다. 즉, 그림 2와 같이 같은 입력 이미지라도 이미지 상의 위치가 다르면 다른 이미지로 인식하는 문제를 가지고 있다. 그림 3(a)에서 *Cochlodinium P.* 이미지(q1.jpg)를 입력하면 *Cochlodinium P.*의 특징 이미지(9.jpg)를 인식한다. 그러나 그림 3(b)에서는 *Prorocentrum T.*의 특징 이미지(39.jpg), 그림 3(c)에서는 *Lauderia B.*의 특징 이미지(60.jpg), 그리고 그림 3(d)에서는 *Ceratium F.*의 특징 이미지(6.jpg)를 인식한다. 이와 같이 입력 이미지의 위치에 따라서 다른 적조 이미지를 인식하는 것을 알 수 있다. 본 논문에서 사용된 입력 이미지(q1.jpg)는 국내에서 가장 피해를 많이 준 *Cochlodinium P.*에 대하여서 구글검색엔진의 이미지검색 결과를 이용하였다.

위와 같이 학습 의미 특징 이미지만을 이용하여 적조 이미지를 인식할 경우에는, 적조 이미지에 대한 중심 특징이 없기 때문에, 이미지 객체가 위치하는 장소나 각도에 따라서 전혀 다른 이미지를 인식하는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 그림 1(d)과 같이 학습 적조의 원본 이미지에 대한 원형율을 계산하여 입력 이미지에 가장 근접한 원형율을 선택하는 방법을 이용한다. 즉 이미지 객체가 얼마나 원형모양에 가까운가를 판단하여 유사한 이미지로 분류한다. 본 논문에서는 원형모양에 가까울수록 원형율이 1의 값을 가지며, 수평에 가까울수록 0의 값을 가진다. 다음 식(7)은 이미지 객체의 원형율을 계산하는 식이다<sup>[6, 9]</sup>.

표 1. 학습 적조 생물 이미지의 원형율 값<sup>[6]</sup>  
Table 1. The roundness values of training red tide algae image<sup>[6]</sup>.

(a) 0~0.1		(b) 0.1~0.2		(c) 0.2~0.3		(d) 0.3~0.4		(e) 0.4~0.5	
이미지	원형율	이미지	원형율	이미지	원형율	이미지	원형율	이미지	원형율
49	0.0869	16	0.1974	15	0.2949	31	0.3929	10	0.4989
63	0.0623	54	0.1953	55	0.2612	51	0.3816	1	0.4941
50	0.0612	59	0.1412	57	0.2252	52	0.3655	41	0.4832
45	0.0466	56	0.1243	6	0.2234	2	0.3651	47	0.4687
44	0.0395	5	0.1226			11	0.3524	7	0.4528
43	0.0261	62	0.1168			58	0.3432	60	0.4398
		4	0.1106			29	0.3226	53	0.4395
								32	0.4187
(f) 0.5~0.6		(g) 0.6~0.7		(h) 0.7~0.8		(i) 0.8~0.9			
이미지	원형율	이미지	원형율	이미지	원형율	이미지	원형율		
22	0.5955	24	0.6378	19	0.7981	30	0.8816		
33	0.5919			25	0.7925	46	0.8667		
3	0.5789			14	0.7906	17	0.8546		
8	0.5785			18	0.7837	20	0.8302		
13	0.574			42	0.7787	38	0.826		
48	0.5626			37	0.7419	28	0.8175		
40	0.5459			12	0.7406				
39	0.5404			21	0.7283				
9	0.5241			27	0.7272				
23	0.5076			34	0.7234				
				26	0.7178				
				35	0.712				
				36	0.7116				

$$R(I) = \frac{4 \times \pi \times area}{perimeter^2} \quad (7)$$

여기서  $I$ 는 115×95 행렬로 구성된 그레이 이미지가 고,  $\pi$ 는 원주율로 3.1416, area는 원형율을 구하고자하는 객체의 면적, perimeter는 객체의 주변길이다.

표 1은 학습 적조 이미지에 대한 적조 이미지 원형율의 계산된 값을 정리한 것이다. 본 논문에서 사용되는 *Cochlodinium P.* 입력 이미지의 원형율은 표 1(e)의 0.5~0.6사이에 포함되는 것을 알 수 있다. 또한 0.5~0.6사이의 원형율에 포함되는 적조 생물은 총9종이 있다<sup>[6]</sup>.

나. 엔트로피 계산

입력 이미지(q1.jpg)에 대한 원형율을 계산하더라도 표 1(e)과 같이 서로 비슷한 원형율 값을 가지는 적조 이미지는 10종이 있다. 이러한 10종의 인식 후보 적조 이미지로부터 입력 이미지에 일치하는 적조를 인식하기 위하여 본 논문에서는 그림 1(e)과 같이 각 후보 적조 이미지의 원본 이미지에 대한 엔트로피를 계산하여 입력 이미지의 엔트로피에 가장 가까운 적조 이미지를 인식한다. 각 이미지에 대한 엔트로피 계산은 식(8)과 같다. 본 논문에서는 엔트로피계산 이전에 이미지 객체를 흑백이미지로 변환하여 잡음을 제거하였다<sup>[6]</sup>.

$$Entropy(I_{bw}) = - \sum_{i=1}^m p_i \log_2(p_i) \quad (8)$$






여기서  $I_{bw}$ 는 115×95 행렬로 구성된 흑백 이미지가 고,  $p$ 는 흑백이미지  $I_{bw}$ 의 히스토그램으로 나타 낼 때

에 확률 값이다<sup>[6, 9~10]</sup>.

### 3.4 적조 이미지 인식 결과

이 장에서는 제안방법에 의한 적조 생물 인식결과를 보인다. 표 2는 제안 방법의 각 단계별 결과를 나타낸다. 표 2(a)는 학습 의미 특징 이미지를 적용했을 때 인식된 4종(9.jpg, 39.jpg, 60.jpg, 6.jpg)의 적조 이미지이다. 표 2(b)는 입력 이미지의 원형을 값으로, 입력 이미지의 원형율에 근접한 2종중에서 Cochlodinium P.(9.jpg/0.5241)보다 Prorocentrum T.(39.jpg/0.5404)가 입력이미지에 더 가까운 것을 알 수 있다. 표 2(c)는 입력 이미지에 가장 근접한 엔트로피를 갖는 1종이 Cochlodinium P.(9.jpg/0.8769)임을 알 수 있다<sup>[6]</sup>.

표 2. 제안방법의 각 단계별 결과  
Table 2. Results of the step of proposed method.

파일	q1.jpg	9.jpg	39.jpg
(a) 흑백이미지			
(b) 원형율	<u>0.5542</u>	<u>0.5241</u>	<u>0.5404</u>
(c) 엔트로피	<u>0.8654</u>	<u>0.8769</u>	0.6608
(d) 적조 생물	Cochlodinium P.	Cochlodinium P.	Prorocentrum T.
파일	60.jpg	6.jpg	
(a) 흑백이미지			
(b) 원형율	0.4398	0.2234	
(c) 엔트로피	0.7426	0.5735	
(d) 적조 생물	Lauderia B.	Rhizosolenia I.	

## IV. 실험 및 평가

본 논문에서는 국립수산과학원의 적조정보시스템<sup>[1]</sup>으로 부터 가져온 63종의 적조 이미지를 이용하여서 학습을 하였다. 또한, 평가 자료는 구굴의 이미지 검색<sup>[11]</sup>으로 부터 63종의 적조 이미지 중별 3~4개를 검색하여 총 200개의 적조 이미지로 구성하였다. 평가 척도로 인식 결과의 정확률을 이용하였고, 평가 방법은 제안방법과 이전 적조 이미지 인식 방법 간의 정확률을 비교하였다.

그림 4는 제안방법과 비교방법간의 정확률을 비교 결과이다. 그림 4에서 SVM은 SVM을 이용하여서 적조를 분류하는 방법이고, PCA(principal component

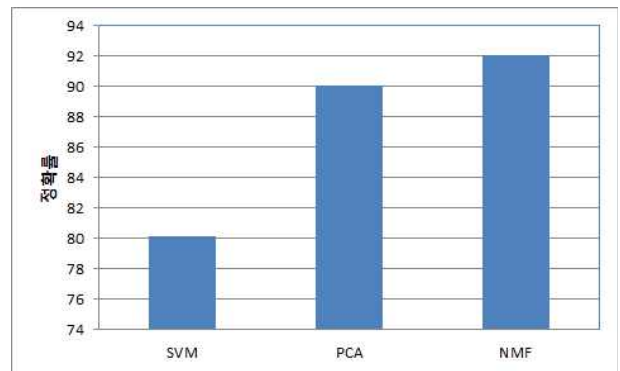


그림 4. 정확률 비교 결과  
Fig. 4. Result of comparison of precision.

analysis)는 이전 본 논문의 저자들이 제안한 방법으로 주성분분석과 이미지 객체의 원형율을 이용한 적조 인식 방법이며, NMF는 본 논문에서 제안한 방법이다. 제안방법과 이전 저자들이 제안한 방법이 SVM에 비해서 평균 정확률이 차이나는 이유는 SVM의 경우 적조 이미지들의 중심 특징을 고려하지 않고 단순 분류만 이용하기 때문인 것을 생각된다.

## V. 결론

유해 적조에 의한 수산업의 피해가 증가함에 따라서 국내에서는 적조에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 현재까지는 대부분 적조 생물의 생화학적 특성에 맞추어 주로 연구되고 있다. 또한 적조 생물을 구분하고 인식하는 연구는 적조 연구에서 가장 기본이 되는 연구이나, 대부분 수작업에 의한 인식 및 분류 작업이 이루어지는 등 자동으로 적조 생물의 이미지를 인식하는 연구는 미흡한 실정이다. 특히 적조 이미지를 자동으로 인식할 때에는 이미지를 분류할 수 있는 중심 기준 특징이 없기 때문에 다른 종류의 이미지에 비하여서 인식하기 어려운 제약사항이 있다. 이 때문에 기존의 연구들은 단순한 종류의 적조 생물만을 이용하거나 비슷한 형태의 적조 생물을 이용하여 쉽게 기준이 되는 특징을 일치 시킬 수 있도록 하였다. 본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위하여서 비음수 행렬 분해의 의미 특징과 이미지의 원형율 및 엔트로피를 이용한 새로운 방법을 제안했다. 제안된 방법은 비음수 행렬 분해를 이용하여 학습이미지를 의미 특징 이미지로 만들어 인식 후보 이미지 집합을 구성한다. 그런 다음 후보 이미지 집합의 적조 원본 이미지와 입력 이미지의 원형율을 계

산하여 입력에 가장 근접한 이미지들을 선택하고, 선택된 후보 이미지의 엔트로피를 계산하여 엔트로피가 가장 일치하는 이미지를 최종 인식 이미지로 분류한다. 실험 결과 제안방법의 평균 정확률은 92.1%로, SVM을 이용한 적조 이미지 인식에 비해서 평균 정확률이 12% 더 높으며, 주성분분석을 이용하여 적조 이미지 인식한 방법에 비해서는 평균 정확률이 3% 더 높게 나왔다. 실제 적조 생물 이미지는 주변 환경, 또는 위치나 빛에 따라 많은 왜곡을 발생할 수 있다. 그러나 본 논문에서 미리 가공되어진 63종의 적조 이미지를 학습 자료로 사용하였기 때문에 향후 연구는 실시간으로 수집되는 적조 생물에 적용이 필요하며, 실제 환경 변수를 반영한 처리 방법이 연구되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국립수산과학원 적조정보 홈페이지  
<http://portal.nfrdi.re.kr/redtide/index.jsp>, 2011년.
- [2] B. C. Kim, H. W. Kang, Y. H. Kim, "Measurement of Algae Population for Red-Tide Prediction", SICE-ICASE International Joint Conference, pp.4684~4687, 2006.
- [3] T. Jiang, C. Wang, B. Wang, J. Xie, N. Jiao, T. Luo, "Real-time Red Tide Alge Classification Using Bayes Classifier and SVM", In proceeding of International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering (ICBBE), pp.2888-2891, May 2008.
- [4] T. Jiang, C. Wang, B. Wang, J. Xie, N. Jia, T. Luo, "Real-time Red Tide Algae Recognition using SVM and SVDD", In proceeding of International Conference on Intelligent Computing and Intelligent System (ICIS), pp.602-606, Oct. 2010.
- [5] X. Lili, J. Tao, X. Jiozhen, Z. Shaoping, "Red Tide Algae Classification Using SVM-SNP and Semi-supervised FCM", In proceeding of International Conference on Education Technology and Computer (ICETC), pp.389-392, Jun. 2010.
- [6] 박선, 이경효, 이성로, 임양섭, 신준우, 권장우, 박석천, "주성분분석을 이용한 적조생물 영상 인식", 제35회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집, 제18권 제1호, 2011년 5월.
- [7] D. D. Lee, H. S. Seung, "Learning the parts of objects by non-negative matrix factorization," Nature, vol. 401, pp.788-791, 1999.
- [8] D. D. Lee, H. S. Seung, "Algorithms for non-negative matrix factorization," In Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 13, pp.556-562, 2001.
- [9] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, S. L. Eddins, "Digital Image Processing Using MATLAB", New Jersey, Prentice Hall, 2003.
- [10] J. Han, M. Kamber, "Data Mining Concepts and Techniques", Morgan Kaufmann, 2006.
- [11] 구글 이미지 검색  
"http://www.google.com/imghp?hl=ko", 2011년.

저 자 소 개



**박 선**(정회원)-교신저자  
 1996년 전주대학교 전자계산학과  
 학사 졸업.  
 2001년 한남대학교 정보산업  
 대학원 정보통신학과  
 석사 졸업.  
 2007년 인하대학교 컴퓨터정보  
 공학과 박사 졸업.

2008년~2009년 호남대학교 컴퓨터공학과  
 전임강사.  
 2010년 전북대학교 전기전자정보인력양성사업단  
 박사후과정.  
 2011년~현재 목포대학교 정보산업연구소  
 연구교수.  
 <주관심분야 : 정보검색, 데이터마이닝, 데이터베  
 이스, 해양생물 IT정보융합>



**이 진 석**(정회원)  
 1997년 충남대학교 대학원  
 무역학과 졸업.  
 2000년 충남대학교 대학원 무역학  
 과 경영학 석사 졸업.  
 2007년 충남대학교 대학원 무역학  
 과 경영학박사 졸업.

2002년~현재 정보통신산업진흥원 책임연구원.  
 <주관심분야 : IT접목서비스, 전자무역, SCM, IT  
 인력양성정책>



**이 성 로**(정회원)  
 1987년 고려대학교 전자공학과  
 졸업  
 1990년 한국과학기술원 전기및  
 전자공학과 석사  
 1996년 한국과학기술원 전기및  
 전자공학과 박사

1997년 9월~현재 목포대학교 공과대학  
 정보전자공학과 교수  
 <주관심분야 : 디지털통신시스템, 이동 및 위성통  
 신시스템, USN/텔레미틱스응용분야, 임베디드시  
 스템>