

전자어류도감을 위한 영상검색

준회원 안 수 홍*, 종신회원 오 정 수**

Image Retrieval for Electronic Illustrated Fish Book

Soo-hong Ahn* Associate Member, Jeong-su Oh** Lifelong Member

요 약

본 논문은 기존 어류도감을 개선하기 위해 기존 어류도감에 IT 기술들이 적용된 전자어류도감의 개념을 도입하고 이를 위한 영상검색 알고리즘을 제안한다. 영상검색은 전자어류도감의 핵심이고 기존 어류도감을 압도하게 하는 기술이다. 어류는 동종일지라도 형태, 컬러, 질감에서 다른 특징들을 갖고, 심지어 동일 어류도 촬영 시의 자세나 주변 환경에 의해 다른 특징을 갖기 때문에 형태, 컬러, 질감의 단순한 특징을 이용하는 기존 영상검색은 전자어류도감에 적합하지 못하다. 제안된 영상검색은 어류의 머리, 몸통, 꼬리에서 추출된 상세 특징들을 채택하고, 특징들에는 그들의 불변성에 따라 가중치가 다르게 주어진다. 시뮬레이션 결과들은 제안된 알고리즘이 기존 알고리즘을 훨씬 능가하는 것을 보여준다.

Key Words : fish image, image retrieval, illustrated fish book, shape feature

ABSTRACT

To improve the conventional illustrated fish book, this paper introduces the concept of an electronic illustrated fish book which applies IT techniques to the conventional one, and proposes the image retrieval for it. The image retrieval is a core technology of the electronic illustrated fish book and make it overwhelm the conventional one. Since fishes, even if the same kind, have different features in shape, color, and texture and the same fish can even have different features by its pose or environment at that time for taking a picture, the conventional image retrieval, that uses simple features in shape, color, and texture, is not suitable for the electronic illustrated fish book. The proposed image retrieval adopts detail shape features extracted from head, body, and tail of a fish and different weights are given to the features depending on their invariability. The simulation results show that the proposed algorithm is far superior to the conventional algorithm.

I. 서 론

우리나라는 동·서·남해와 제주 등 다른 해양 환경을 가진 바다로 둘러싸여 있고, 남쪽에서 올라오는 난류와 북쪽에서 내려오는 한류가 교차하면서 약 1000여 종의 다양한 어류들이 저마다의 서식처를 이루고 있다. 그러나 최근 다양한 요인으로 어류 자원이 줄어들고 있어 이들에 대한 체계적인 자료 보존의 필요성이 부각되고 있고, 어류도감들은 대표적인 예이다¹⁾.

어류도감은 어류의 영상과 정보를 보여주어 학생들은 물론 어류 취급자들에게 어류에 대한 지식을 제공한다. 하지만 어류도감은 사용자의 직접적인 비교 검색을 요구하여 검색 시간이 길고, 종이를 이용한 책 형태로 영구적 보관이 불가능하고, 자료의 추가와 수정 등 확장성이 떨어진다.

본 논문은 기존 어류도감의 문제점을 보완하기 위해 전자어류도감 (electronic illustrated fish book) 개념을 도입하고 이를 위한 영상검색 (image retrieval)

* 코아로직, ** 부경대학교 (ojs@pknu.ac.kr)

논문번호 : KIC2010-11-552, 접수일자 : 2010년 11월 24일, 최종논문접수일자 : 2011년 3월 31일

알고리즘을 제안한다. 전자어류도감은 기존 어류도감의 모든 정보를 전자적인 정보로 변환하여 데이터베이스를 구축하고, 전자적인 문자 및 영상 검색을 도입하고, 검색결과를 시각적으로 보여주는 시스템이다. 즉 기존 어류도감의 시각적인 기능을 유지하면서 전자적인 검색, 영구 보존, 확장성 기능을 추가한다. 전자어류도감의 영상검색은 찾고자 하는 영상에 대해 상호 유사도를 이용하여 영상 데이터베이스에서 일치하거나 일정 이상의 유사도를 갖는 영상을 찾아 보여주는 것으로 기존 어류도감을 향상시키는 핵심 기술이다.

어류들은 동종은 물론 유사종 사이에도 매우 유사한 형태, 컬러, 질감들을 갖고 있고, 영상 촬영 시의 주변 환경과 어류 자세에 따라 동일 어류인데도 불구하고 어류 영상의 컬러나 형태가 다르게 나타난다. 그래서 색상, 질감, 형태 등의 단순한 특징을 이용하는 기존 영상검색 알고리즘을 이용하는 경우 검색 성능이 매우 떨어진다. 본 논문에서 제안하는 영상검색 알고리즘은 머리, 몸통, 꼬리의 형태 특징을 길이와 면적의 상대적인 값으로 정의하고 이를 이용해 유사성을 평가한다. 제안된 알고리즘은 기존 알고리즘에 비해 매우 우수하여 전자어류도감의 핵심 기술로 활용이 가능할 것이다.

II. 영상검색

본 장에서는 최근 영상검색의 주류인 내용기반 영상검색에 대해 간단히 기술하고, 제안되는 알고리즘과 비교를 위해 MPEG-7에서 영상검색을 위한 서술자로 소개된 기존 알고리즘들을 기술한다.

2.1 내용기반 영상검색

영상검색은 영상이 갖고 있는 정보를 이용하여 영상 데이터베이스의 영상들과 비교하여 유사영상을 찾는 것으로 사용되는 검색정보에 따라 문자기반 영상검색 (text-based image retrieval)과 내용기반 영상검색 (content-based image retrieval)로 구분된다. 전자영상에 영상을 대표하는 문자를 지정하여 검색을 위한 정보로 사용하고, 후자는 최근 영상검색의 주류로 영상을 대표하는 특징을 추출하여 영상검색을 위한 정보로 사용한다.

내용기반 영상검색에서 특징 추출은 영상검색의 성능을 좌우하는 핵심적인 요소이고, 색상, 질감, 형태 등에 의해 추출된 특징들은 영상을 표현하기 위한 서술자로 사용된다. 형태 특징은 객체의 윤곽을 나타내

는 특징으로 하나의 객체를 인식하기 위한 구조적인 속성을 제공하고, 에지와 영상분할이 이용된다^[2,3]. 색상은 내용기반 영상검색에서 가장 많이 사용되는 특징으로 영상의 크기와 방향에 독립적이며 복잡한 배경에 무관한 특성을 가지고 있어 객체를 구분하는 중요한 정보이다. 색상을 이용한 알고리즘으로 히스토그램, 칼라 코렐로그램, MPEG-7 서술자인 CSD (color structure descriptor), SCD (scalable color descriptor) 등이 있다^[4,6]. 질감은 벽돌, 나무, 직물 등의 표면에 나타나는 고유한 특징으로 객체를 구분하는 중요한 정보이다. 질감을 이용한 알고리즘으로 영상의 통계적 질감 특징을 이용한 GLCM (gray-level co-occurrence matrix), 웨이블릿 변환을 이용한 질감 표현, MPEG-7 서술자인 EHD (edge histogram descriptor) 등이 있다^[7,9].

2.2 기존 알고리즘

성능 평가를 위한 기존 알고리즘으로 MPEG-7 서술자인 EHD, CSD와 형태 기반으로 특징을 추출하는 SD (shape descriptor)를 기술한다.

EHD는 영상의 국부 영역에서 다섯 에지 형태의 공간적 분포를 특징으로 사용한다. 에지는 4개의 방향성 에지와 한 개의 비방향성 에지로 구성되고 국부 영역은 원 영상을 16(4×4)개의 겹치지 않는 블록들로 나누어 생성되는 블록 영상이다. 블록 영상은 다시 서로 겹치지 않는 다수의 작은 블록(2×2)들로 나누고, 각 블록에서 5개의 에지 성분을 계산한다. 임계값 이상의 최대 에지 성분을 갖는 에지를 그 블록의 대표 에지가 된다. 16개의 국부 영상에서 얻어진 대표 에지 성분들의 히스토그램을 순차적으로 나열하여 80bin의 히스토그램을 생성하여 영상 특징으로 사용한다^[6]. CSD는 HMMD (hue-max-min-different) 칼라 공간에서 칼라 히스토그램으로 표현되는 국부적인 분포를 특징으로 사용한다. 칼라 공간 HMMD는 different 성분을 5개의 비균등 영역으로 양자화하고 hue와 max와 min의 평균인 sum을 히스토그램 빈 수에 맞추어 different 성분별 균등 양자화를 수행하여 구성한다. 그리고 n×n 블록으로 구성된 구조요소 (structure element)를 m 화소 단위로 영상 내를 이동하면서 블록 단위의 히스토그램을 생성하고 누적시켜 영상의 히스토그램을 생성하고 정규화 시킨다. 여기서 n과 m은 영상 크기에 의존하여 결정된다. 정규화된 히스토그램을 국부적인 칼라 구조/분포를 포함하고 있어 CS (color structure) 히스토그램이라 한다^[6]. SD는 실루엣 영상에서 객체의 형태 정보를 가질 수 있도록 원들을 이용

해 표현되는 원의 위상 정보와 크기 정보를 특징으로 사용한다. 객체 크기와 동일한 원을 객체 중심에 배치하여 객체를 대치한다. 대치된 원과 객체 사이에 오차가 발생하는데 이를 역시 동등한 면적을 갖는 원으로 대치한다. 그리고 오차에 의해 발생된 원들의 위상과 크기를 각각 x, y 값으로 한 그래프로 표현하여 영상 검색에 사용한다⁹⁾.

III. 제안된 알고리즘

본 장에서는 어류객체 추출을 위한 영역분할 알고리즘¹⁰⁾에 의해 추출된 어류들을 대상으로 영상 검색을 위한 어류의 형태특징을 정의하고 형태특징에 의해 어류영상을 효율적으로 검색하기 위한 유사도 평가함수를 제안한다.

3.1 형태특징 추출

기존 어류도감에서 제공하는 어류들 사이에 비교되는 특징은 어류의 체형, 꼬리 형태, 지느러미 형태, 비늘 형태 등 3차원 정보들로 2차원 정보를 갖는 어류영상을 통해 얻을 수 있는 기존 정보는 극히 일부이고 어류영상 검색을 위해 매우 부족한 정보이다. 따라서 2차원 어류영상을 대상으로 영상검색을 위해서는 어류영상으로부터 새로운 특징을 정의하고 추출할 필요가 있다. 본 논문에서 제안하는 어류 특징은 영역분할 알고리즘에 의해 추출된 어류를 대상으로 머리, 몸통, 꼬리의 형태를 길이와 면적의 상대적인 값으로 표현하고, 그림 1과 같은 과정을 통해 추출한다.

“무계중심 좌표 추출” 블록에서 어류객체 영역 (ObR)의 무계중심 좌표 (CoG_x, CoG_y)를 식 (1)을 이용해 계산한다.

$$CoG_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ObR_x(i), CoG_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ObR_y(i) \quad (1)$$

여기서 n 은 어류객체의 화소 수이고, ObR_x와 ObR_y는 각각 어류객체 화소 i 의 x 와 y 좌표이다.

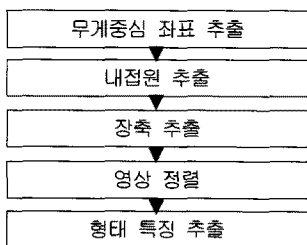


그림 1. 특징 추출을 위한 블록도

“내접원 추출” 블록에서 어류객체에 내접하는 원을 추출한다. 이는 어류의 대략적인 형태를 나타내고 어류 특징 추출의 기준치로 활용된다.

“장축 추출” 블록에서 특징들의 기본축이 되는 어류의 장축을 추출한다. 길고 가는 꼬리, 휘어진 꼬리를 갖는 경우 잘못된 장축을 추출하는 것을 방지하기 위해 전처리 과정으로 내접원 반지름의 10% 크기의 마스크를 이용해 모폴로지 침식을 수행한다. 장축 추출은 그림 2와 같이 수행된다.

- 단계 1: 무계중심 (+)을 통과하는 수평선의 우측을 0°로 설정.
- 단계 2: 0°를 기준으로 ±30°에서 무계중심에서 최대 거리를 갖는 위치 (R_max)를 추출.
- 단계 3: R_max를 기준으로 ±20°에서 무계중심과 평균거리 (R_avg)를 계산하고 R_avg이상인 객체 영역의 평균각 (R_P)를 추출.
- 단계 4: R_P에서 180° 회전된 위치를 기준으로 ±30°에서 최대 거리를 갖는 위치 (L_max)를 추출.
- 단계 5: L_max를 기준으로 ±20°에서 무계중심과 평균거리 (L_avg)를 계산하고 L_avg이상인 객체 영역의 평균각 (L_P)를 추출.
- 단계 6: R_P와 L_P를 잇는 선분을 장축으로 설정.

“영상 정렬” 블록에서 효율적인 특징 추출을 위해 어류의 자세를 보정한다. 즉 장축이 수평이 되도록 회전시키고 어류가 좌측을 향하도록 좌·우 반전을 수행한다. 대부분 어류의 무계중심이 머리 쪽으로 치우쳐 있다는 사실에 근거하여 무계중심이 장축의 중심보다 우측에 있고 장축 길이의 5%이상 떨어져 있는 경우와 5%미만이지만 그림 3과 같이 투영된 데이터의 주어진 영역에서 두 기울기 (G_L, G_R)가 모두 음이거나 두 기울기가 서로 다른 극성인 경우 어류 영상의 좌·

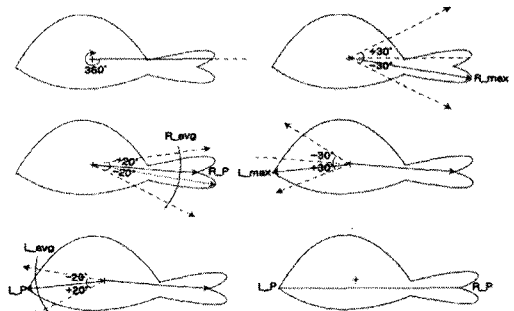


그림 2. 어류의 장축 추출 과정

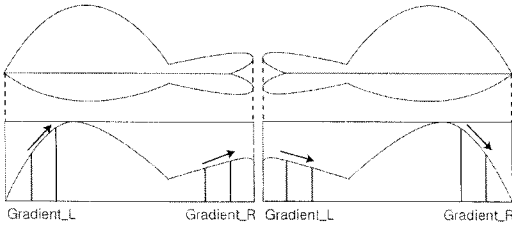


그림 3. 어류의 방향에 따른 머리와 꼬리 기울기

우 반전을 수행한다.

“형태특징 추출” 블록에서 영상검색에 사용될 어류 객체의 형태특징들을 표 1과 같이 머리, 몸통, 꼬리로 구분하여 추출한다. 형태특징을 추출하기 위한 어류의 기본 요소를 그림 4에 보여준다. 상측 그림은 어류객체이고, 하측 그림은 어류객체를 수직으로 투영시킨 것이다. L1~L7은 길이 요소로 L1은 머리 둥근 형태, L2, L3은 꼬리 형태, L4, L5, L7는 몸의 둥근 형태와 무게 중심의 위치, L6은 어류 길이를 표현하고, R1~R6은 면적 요소로 R1은 몸통, R2~R5은 꼬리 형태, R6은 머리 형태를 표현하고 있다. 실제 어류검색을 위한 특징 파라미터는 어류의 기본 요소를 이용해 머리특징 2개, 체형특징 3개, 꼬리특징 5개를 구성하였다. 동일한 어류에 대해서도 촬영 방법에 따라 형태가 다양하게 나타나므로 적은 수의 특징을 사용하면 일부 유사 특징들에 의해 검색 결과에 큰 영향을 줄 수 있어 다소 많은 파라미터를 사용하고 있다.

표 1. 어류의 형태특징

	의 미	특징 파라미터
체형	원형	$F_1 = \frac{L5}{\sqrt{\frac{(R1 + R2 + R3)}{\pi}}}$
	내접원 중심의 위치	$F_2 = \frac{L4}{L6}$
	내접원 중심과 무게중심 차	$F_3 = \frac{L7}{L5}$
머리	머리의 원형	$F_4 = \frac{R6}{L1^2}$
	머리의 뾰족함	$F_5 = \frac{R6}{L1 \times L6}$
꼬리	꼬리의 갈라짐	$F_6 = \frac{R4 + R5}{L1 \times L2}$
	꼬리의 넓이	$F_7 = \frac{R2 + R3}{L1^2}$
	꼬리의 뾰족함	$F_8 = \frac{R2}{R3}$
	꼬리의 상하 대칭정도	$F_9 = \frac{ R4 - R5 }{L1 \times L3}$
	꼬리의 시작지점의 크기	$F_{10} = \frac{L8}{L6}$

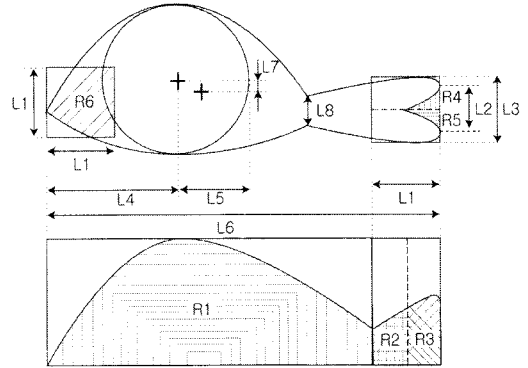


그림 4. 특징 추출을 위한 기본 요소

3.2 유사도 함수

본 절에서는 추출된 형태특징 파라미터들을 이용해 유사영상을 검색하는 효율적인 유사도 함수를 제안한다. 각 특징에는 특징의 불변성을 고려하여 가중치 () 를 주고 있다. 즉, 등지느러미의 펼쳐짐의 여부에 따라 F2와 F3이 영향을 받고 꼬리의 펼쳐짐 정도에 따라 F8과 F9가 영향을 받고, 또한 이들은 F1과 F7과 상관성이 크다. 그래서 식 (2)처럼 형태 불변성이 약한 특징의 가중치는 낮게 결정하였다.

$$\begin{aligned} w_1 = w_4 = w_5 = w_6 = w_7 = w_{10} &= 1.0 \\ w_2 = w_3 = w_8 = w_9 &= 0.5 \end{aligned} \quad (2)$$

유사도 함수는 질의 영상 (Q)과 데이터베이스 영상 (D)의 형태특징 파라미터 (F_f)이용한 식 (3)을 사용한다. 수식에서 오차를 누적시키지 않고 오차를 반전시켜 제공하여 누적시키므로 상이함보다 유사함을 강조하는 효과를 준다. 그 결과 어류영상 촬영 조건에 의해 왜곡되는 특징 파라미터에 의한 오차를 줄일 수 있다.

$$S(Q, D) = \sum_{f=1}^{10} (1 - |F_f(Q) - F_f(D)|) \times w_f \quad (3)$$

IV. 실험 결과

본 논문에서는 어류 데이터베이스 구축을 위해 국립수산물과학연구소에서 제공받은 262종의 어류 영상을 사용하였으며 질의 영상으로 인터넷을 통해 수집된 90여종의 어류 영상이 사용되었다. 검색 결과는 질의 영상을 데이터베이스 영상과 비교하여 같은 어류영상의 유사도 순위로 표현하였다.

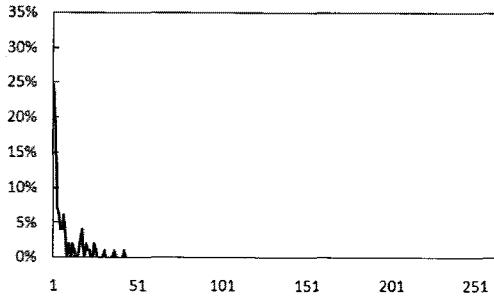
본 논문에서 추출된 형태특징의 효용성을 평가하기

위해 세 조건에서 영상검색을 수행하고 유사도 순위의 분포를 그림 5에 보여주고 있다. 첫 번째 조건은 형태특징 10 가지 중 상위 특징 6 가지인 F1, F4, F5, F6, F7, F10 만을 활용한 것이고, 두 번째 조건은 모든 특징에 동일한 가중치를 사용하는 것이고, 세 번째 조건은 형태특징에 가중치를 적용하는 것이다. 검색결과는 각각 그림 5 (a), (b), (c)와 같다. 그림 5 (b)와 (c)의 결과를 통해 하위 특징인 F2, F3, F8, F9이 촬영 조건에 의해 많은 영향을 받는 특징임을 보여주고 있고, 이들은 적절히 사용해야 유용한 정보가 되는 것을 보여주고 있다.

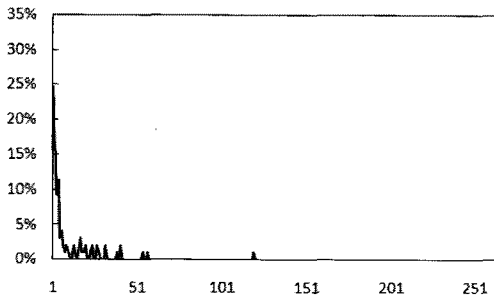
표 2과 그림 6은 모든 질의영상을 대상으로 기존 알고리즘과 제안된 알고리즘의 영상검색 수행 결과를 보여주고 있다. 표 1에서는 알고리즘들의 검색 시간,

표 2. 검색 성능 비교

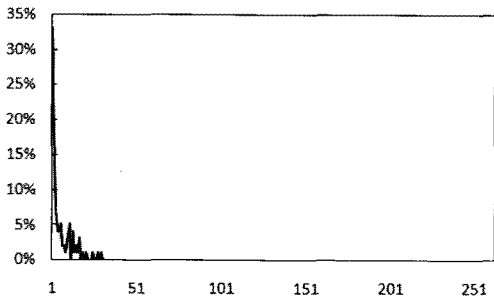
검색 방법	시간 (초)	1위 검색률 (%)	평균 순위	상위분포 확률(%)
EHD	0.31	3.09	47.94	18.3
CSD	0.41	2.06	99.21	37.87
SD	1.79	9.28	50.14	19.14
Proposed	2.58	34.04	5.90	2.25



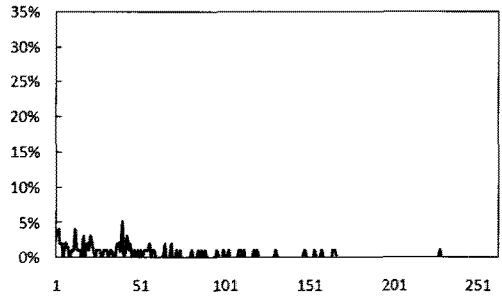
(a) 조건 1



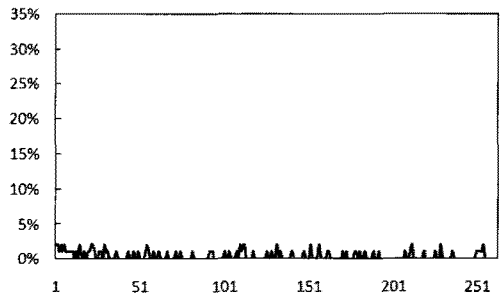
(b) 조건 2



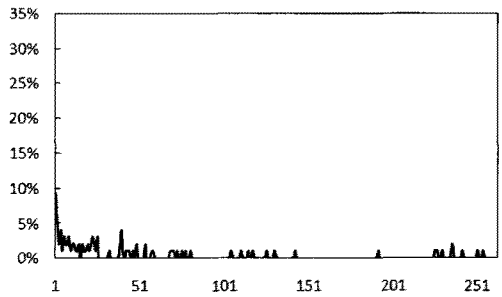
(c) 조건 3



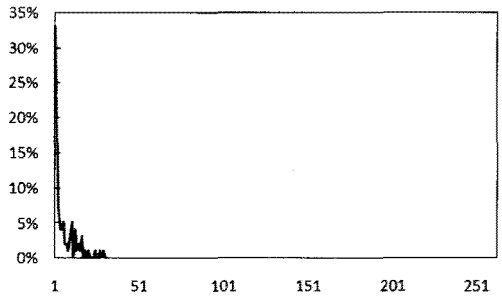
(a) EHD



(b) CSD



(c) SD



(d) Proposed

그림 5. 특징값 가중치에 따른 검색 결과

그림 6. 검색 순위 분포

질의 영상과 같은 어류를 가장 유사하다고 판단한 1 위 검색률, 질의 영상들의 평균 순위를 보여주고, 그림 6에서는 질의 영상의 검색 영상에서 순위 분포를 보여주고 있다. 제안된 알고리즘으로 수행한 결과 검색 시간은 비교 알고리즘에 비해 0.79~2.31초 증가하지만 검색 결과 평균 5.90위 즉 상위 2.25%의 순위로 검색을 수행하며 1위로 검색되는 영상은 32.98%로 기존 알고리즘과 비교시 검색 정확도를 크게 개선하고 있음을 보여주고 있다.

V. 결 론

본 논문은 기존 어류도감의 문제점을 해결하기 위해 기존 어류도감에 IT 기술이 적용된 전자어류도감의 개념을 도입하고 있다. 전자어류도감의 핵심 기능은 어류 영상검색 시스템이며 영상검색을 위해 어류 영상으로부터 어류들 간의 비교 구분되는 특징을 추출하는 방법과 추출된 특징을 이용하여 검색을 수행할 유사도 함수를 제안하고 있다. 실험 결과 제안된 알고리즘은 비교 알고리즘에 비해 0.79~2.31초 증가하지만 검색 결과 평균 5.35위 즉 상위 2.04%의 순위로 검색을 수행하며 1위로 검색되는 영상은 32.98%로 정확도의 개선을 보여주며 전자어류도감의 구현 가능성을 보여준다.

참 고 문 헌

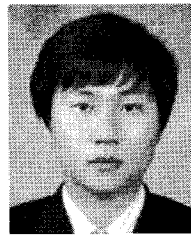
[1] 명정구, "우리나라 어류도감". 다락원, 2005.
 [2] A. W. M. Smeulders, M. Worring, S. Santini, A. Gupta, and R. Jain, "Content-based image retrieval at the end of the early years." IEEE Trans. on PAMI, Vol.22, No.12, pp.1349-1379, 2000.
 [3] V. N. Gudivada and V. Raghavan, "Content based image retrieval systems," IEEE Computer, Vol.28, No.9, pp.18-22, Sep. 1995.
 [4] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color indexing," Int. J. Computer Vision. Vol.7, pp. 11-32, 1991.
 [5] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu, and R. Zabih, "Image Indexing Using Color Correlograms". IEEE Pro. of CVPR, pp. 762-768, 1997.
 [6] ISO/IEC 15938-3/FDIS Information technology multimedia content description interface part 3

visual, ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, Doc. N4358, July 2001.

[7] R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. Dinstein, "Texture features for image classification," IEEE Trans. on CMC, Vol.8, pp.610-621, N4358, July 2001.
 [8] J. R. Smith and S-F Chang, "Transform features for texture classification and discrimination in large image databases," in Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing, Vol.3, pp.407-411, Nov. 1994.
 [9] 김선종, 김영인, "영상검색을 위한 영역기반 정보 추출", 한국정보기술학회논문지, Vol.3, No.4, pp.31-37, 2005.
 [10] 안수홍, 오정수, "어류객체 추출을 위한 영상분할 알고리즘," 한국해양정보통신학회논문지, 제14 권 8호, pp.1819-1826, 2010.

안 수 홍 (Soo-hong Ahn)

준회원



2008년 부경대학교 화상정보공학부 학사
 2010년 부경대학교 대학원 이미지시스템공학과 석사
 2010년~현재 코아로직 <관심분야> 디지털영상처리, 영상검색

오 정 수 (Jeong-su Oh)

중신회원



1992년 중앙대학교 대학원 전자공학 석사
 2001년 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 박사
 2002년~현재 부경대학교 이미지시스템공학과 <관심분야> 디지털영상처리, 영상검색