

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2019.5.3.283>

JCCT 2018-9-36

3차원 시점 변화를 활용한 이미지 외곽라인 검색 제안

The Search of Image Outline Using 3D Viewpoint Change

김성곤

Sungkon, Kim

요약 이미지 외곽라인과 시점으로 유사이미지를 검색하는 방법을 제안한다. 첫 번째 테스트에서, 움직임을 통제할 수 없는 3차원 형태의 이미지는 정적인 평면형태 이미지보다 검색 정확도가 낮았다. 원인분석을 위해, 특정 6종류 열대어 데이터를 선별 제작하였다. 종류별 열대어 삼차원 그래픽을 제작하고 상하좌우 12단계 시점으로 144개의 이미지 외곽라인을 제작했다. 종류별 열대어를 수집하고 유사 검색을 통하여 144개의 시점으로 분류 나열했다. 연구 결과, 열대어 종류별로 많이 표현되는 고유 시점이 있음을 증명했다. 검색의 정확도를 높이기 위해, 사용자 시점을 선택하는 사용자 인터페이스를 제작했다. 이미지의 시점을 사용자가 선택하면, 관련 시점의 범위를 고려해 검색 결과를 보여주는 방법을 제안한다.

주요어 : 이미지 검색방법, 이미지 3D 검색 인터페이스, 이미지 외형 라인 검색, 이미지 데이터베이스

Abstract We propose a method to search for similar images by using outline lines and viewpoints. In the first test, the three-dimensional image, which can't control the motion, has lower search accuracy than the static flat image. For the cause analysis, six specific tropical fish data were selected. We made a 3D graphics of tropical fishes of each kind, and we made 144 image outline lines with 12 stage viewpoints of top, bottom, left and right. Tropical fish by type were collected and sorted by time of search through similar search. Studies have shown that there are many unique viewpoints for each species of tropical fish. To increase the accuracy of the search, a User Interface was created to select the user's point of view. When the user selects the viewpoint of the image, a method of showing the result in consideration of the range of the related viewpoint is proposed.

Key words :Image Search Method, Image 3D Search Interface, Image Outer Line Search, Image Database

1. 서 론

구글과 네이버를 시작으로 다양한 검색 사이트에서 이미지 검색 서비스를 시행하고 있다. 최근에는 스마트폰을 사용하여 사진을 촬영한 후에, 사진 속의 이미지를 검색하는 소프트웨어가 등장했다. 이러한 이미지 검색 사이트와 소프트웨어는 다양성과 정확성에서 비교적 많은 발전을 이루었다[1]. 사람 정면 얼굴, 꽃의 정면 촬영,

유명한 사진 혹은 그림, 상품 판매를 위한 가방 혹은 의류 등과 같은 특정 조건속의 정형화된 이미지는 비교적 정확하게 검색한다. 한편, 일반 사용자가 찍은 사진 속의 동물이나 물건에 대해서는 검색의 오류가 일부 있지만, 향후, 빅데이터와 개선된 인공지능을 사용하여 검색의 정확도는 점차 개선될 것이라 예상된다.

본 연구에서는 이미지 데이터의 수집과 이미지 검색 인공지능 개발을 위한 보완연구로써, 이미지 외곽 라인

*정회원,울산대학교 디지털 콘텐츠디자인 학과 (제1저자)
접수일: 2019년 5월 2일, 수정완료일: 2019년 6월 7일
게재확정일: 2019년 7월 8일

Received: May 02, 2019 / Revised: June 07, 2019

Accepted: July 08, 2019

*Corresponding Author: sungkon@ulsan.ac.kr

Dept. of Digital Content Design, Ulsan Univ, Korea

과 3차원 관찰자 시점 변화 사용자 인터페이스를 활용한 이미지 검색방법을 제안한다. 본 연구에는 딥 러닝, 인공지능망, 그리고 유전 알고리즘 같은 프로그램적인 해결안이 아닌, 사용자 인터페이스를 보조로 활용한 해결안이 제시된다. 일반 사용자가 찍은 사진 이미지 속의 부분 이미지 외곽라인을 수집 및 관찰하였고, 이를 바탕으로, 검색방법 및 검색 결과 보기 사용자 인터페이스를 제안했다. 아울러 본 연구를 통하여 수집된 이미지 외곽라인 데이터는 이미지 검색 인공지능 개발에 활용될 것이다.

II. 선행연구 및 시스템구성도

본 연구는 프로토타입 알고리즘 개발을 위해 선행연구를 참고하였다. 부분이미지를 활용한 유사이미지 검색 연구로써, Tomas Homola(2010)의 교회 탑 부분 이미지를 다른 파일의 그래픽에서 찾는 방법에 관한 연구와 전체 이미지 속에서 동일한 부분이미지를 검색하는 연구로써, Omeed Kamal(2014)의 여러 숫자가 그려진 전체 이미지에서 특정 숫자의 이미지를 전체 그래픽 속에서 찾는 방법에 관한 연구를 참고했다[2, 3].

또한, 이미지 외곽라인 검색 사용자 인터페이스 개발을 위해, 4가지의 검색 인터페이스를 지원하는 구글의 내용 기반 이미지 검색 방법을 참고했다. 특히, 샘플 이미지를 이용한 질의 방법(QBVE: query by visual example)은 본 연구의 프로토타입 개발에서 이미지 형태를 고려한 검색 방법과 데이터 저장 방법에 참고했다[4]. 또한, 인공지능 이미지 검색으로 네이버의 ‘스마트 렌즈’와 이용자의 상품 사진 정보를 활용하여 구매 링크로 연결하는 ‘쇼핑렌즈’ 검색 소프트웨어를 참고했다.

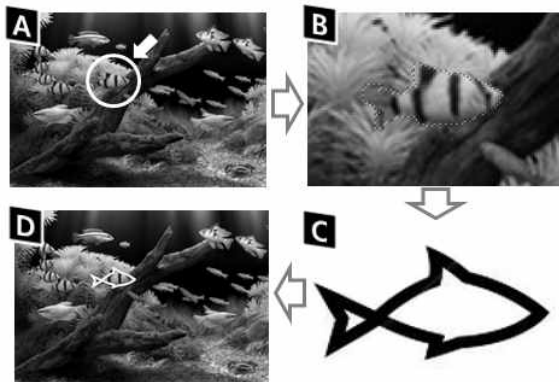


그림 1. 사용자가 생성한 이미지 외곽라인 생성과정
Figure 1. User Created Image Outline Generation Process

이미지 외곽라인 생성 기본 개념은 그림 1.과 같다. 사진 혹은 그림에서 사용자가 희망하는 이미지를 선택한다. ‘A’ 그림에서와같이 여러 열대어 중에서 검색 희망하는 하나의 부분 이미지를 클릭한다. 이후 외곽라인 생성 알고리즘을 통하여 ‘B’와 같은 열대어의 외곽라인이 추출된다. 이후 외곽라인은 이미지의 주요 특징을 과장하고 모양을 단순화시키는 ‘캐리커처 자동생성 알고리즘(2008)’을 적용하여 외곽라인을 형상화한다 [5]. 이러한 이미지 외곽라인은 이미지의 색상정보, 인덱스 정보, 그리고 관련 부가적 데이터와 함께 DB에 저장되며, 개발된 프로토타입의 검색 데이터로 활용된다.

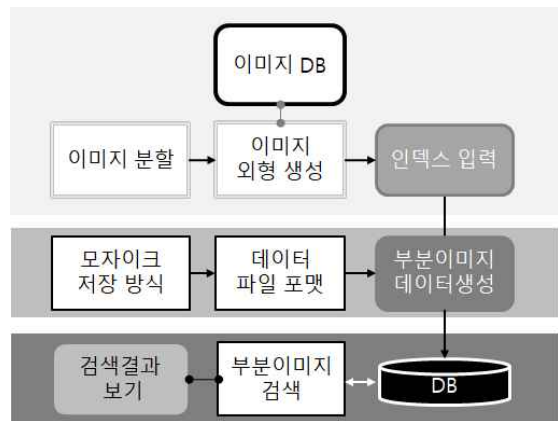


그림 2. 프로토타입 시스템 구성도
Figure 2. Prototype system modules and Structure

개발된 프로토타입 시스템은 그림2.와 같이 이미지 외곽라인 생성과정과 이미지 검색과정으로 구성된다. 이미지 생성과정은 다음과 같다. 사용자가 그림 혹은 사진 속에서 이미지 외곽라인 만들기를 원하는 이미지를 클릭 선택한다. 이때 이미지 외곽라인이 자동 생성되며, 사용자는 외곽라인의 정확성 여부만 확인한다. 이와 동시에 생성된 이미지의 인덱스 검색 데이터를 웹 페이지 글에서 선택하거나 직접 입력한다. 이렇게 생성된 이미지 데이터는 외곽라인 정보, 색상정보 그리고 부가적 데이터 정보와 함께 이미지 DB에 저장된다. 부가적 데이터 정보에는 그래픽 파일 형식과 관련된 Graphic Format Data와 생산 시기 및 생산자와 관련된 Bibliographic Data가 포함된다. 이미지 검색과정은 사용자가 검색 희망한 이미지 외곽라인과 가장 유사한 외곽라인을 가진 이미지를 DB에서 검색하는 과정과 유사도 높은 순서로 차례로 이미지가 나열되는 결과보기 사용자 인터페이스로 구성된다. 이때 관련 인덱스 정보와 색상정보 그리고 부가적 데이터 정보를 확대하여 해석해서 포괄적으로 검색할 수 있다.

III. 시점 변화와 이미지 외곽라인

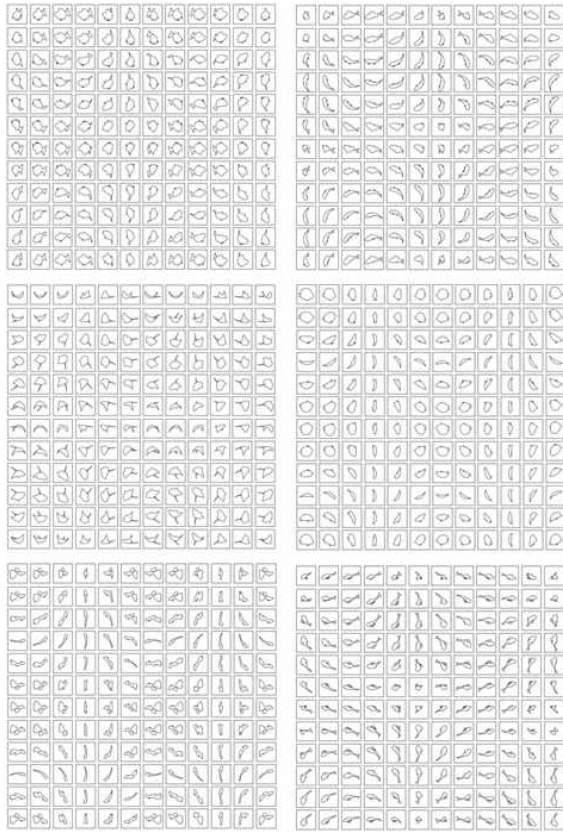


그림 3. 금붕어, 레인보우 샤크, 가오리, 옐로우 피쉬, 풀레드 구피, 플레코의 시점별 외곽라인 이미지
 Figure 3. Goldfish, Rainbow Shark, Stingray, Yellow Fish, Full Red Goofy, Plcoe's Outline Line Image

이미지 외곽라인 검색을 위해, 일차적으로 이미지 종류를 분류했다. 이미지 외곽라인의 분류는 이미지 혹은 사물의 분류 아키텍처의 조사에서 시작했다. 여러 아키텍처를 조사 및 분석하는 과정에서 텍스트 중심의 도서 문헌 카테고리 분류보다는 Pictogram 사이트에서 사용되는 방법이 더욱 효과적으로 판단되었다. 이를 바탕으로, 이미지 카테고리 아키텍처를 총 5단계의 계층구조로 설정하여 문헌화 하였다.

카테고리 아키텍처의 3단계 계층에서 임의로 이미지 외곽라인 검색 테스트에 적합하다고 판단되는 이미지 군을 수집하여, 외곽라인 데이터를 생성했다. 액세서리, 새, 일상용품, 문양, 옷, 엠블럼, 모자, 음악 악기, 주방용품, 이정표, 로고, 포유류, 신발, 운송기기, 꽃 등의 15개 종류의 이미지 군을 선택했고, 각각의 이미지 군별 72개 이상의 이미지 외곽라인을 생성했다. 일차 테스트에서 문양, 꽃, 로고, 엠블럼 등은 운송기기, 신발, 포유류,

모자보다 인식이 쉬웠다. 평면으로 구성된 이미지가 육면체 이미지보다 상대적으로 이미지 비교 검색이 효율적이었다.

이차 테스트에서는 3차원 이미지 중심으로 공룡, 포유류, 가구, 자동차, 열대어, 핸드백의 여섯 종류의 이미지를 수집하여 비교 검색했다. 이 중에서 가구, 자동차, 핸드백, 공룡 등은 사물의 특징을 효과적으로 보여주는 전형적인 시각적 시점을 가진 사진 혹은 그림이 많았다. 그러나 열대어는 항상 동적으로 움직이는 사물이기 때문에 사진 속의 시점은 다양했다. 이런 이유로, 삼차 테스트에는 열대어 사진을 수집 분석했다.

열대어의 종류도 다양하다. 그중에서 형태의 대표성을 찾기 위해, 연구원들과 함께 KJ 법을 사용하여 분류하였다. 그 결과 금붕어, 레인보우 샤크, 가오리, 옐로우 피쉬, 플레드 구피, 플레코의 여섯 종류의 이미지를 삼차 테스트에서 분석하였다. 그림 3과 같이 이미지의 수집과 동시에 열대어 삼차원 모델링을 제작했다. 제작한 3차원 모델을 상하 12 단계와 좌우 12단계로 분류하여 각각의 시점의 이미지를 생성했다. 상하좌우로 30도 간격을 가지고 시점을 생성했다.

컴퓨터를 사용한 시점별 외곽라인 이미지 생성과 동시에, 6종류의 열대어 이미지 수집 및 각각의 외곽라인 이미지 생성 작업을 하였다. 이미지 외곽라인은 이미지에 존재하는 주요 특정 점들을 생성하고, 그중에서 가장 바깥 외형을 구성하는 주요 외곽 점들을 연결한 벡터 라인이다. 이 벡터 라인의 생성을 위해 외곽 점들을 찾는 과정과 외곽 점들을 부드럽게 연결해주는 과정이 필요하다. 선행연구의 '캐리커처 자동생성 알고리즘 (2008)'가 적용된다[5]. 6종류 각각의 열대어별 400개 이상의 이미지를 수집하여 이미지 외곽라인을 생성했다.

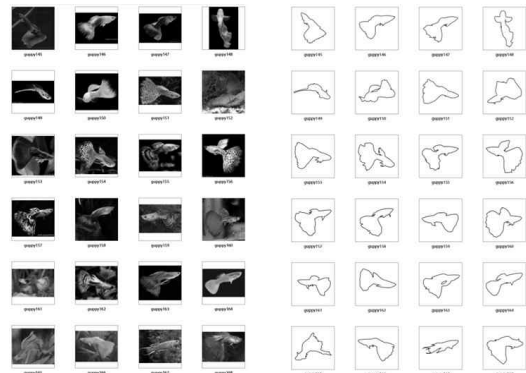


그림 4. 구피 이미지의 수집 및 이미지 외곽라인 생성
 Figure 4. Collection of Goofy Images and Generation of Image Outline

그중에서 구피 열대어 이미지 외곽라인의 특징을 찾기 위한 과정은 다음과 같다. 각각의 이미지 외곽라인 비교 검색하여, 3차원 그래픽 구피 모델의 시점에 해당하는 좌표를 찾았다. 외곽라인 비교 검색방법 또한 선행연구의 ‘캐릭터 자동생성 알고리즘(2008)’의 방법을 활용했다[5]. 표적 이미지 외곽라인의 $\Sigma(\text{위치}(X, Y))$ 값과 기준정렬 상수를 입력한 이후, 각각의 유사이미지의 데이터를 비교하여 가장 유사도가 높은 이미지 외곽라인을 찾는 방법이다. 아래의 그림은 특정 좌표(7,1) 시점의 3차원 모델 이미지 외곽라인과 유사도가 높은 이미지들을 모두 겹쳐서 보여주는 그림이다. 총 30개의 이미지가 이 특정 좌표의 이미지 외곽라인 유사이미지로 선별되었다.

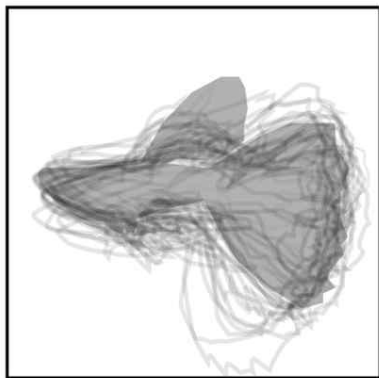


그림 5. 특정의 시점에 포함된 이미지 외곽라인들
Figure 5. Image Outline Lines at a Certain Viewpoint

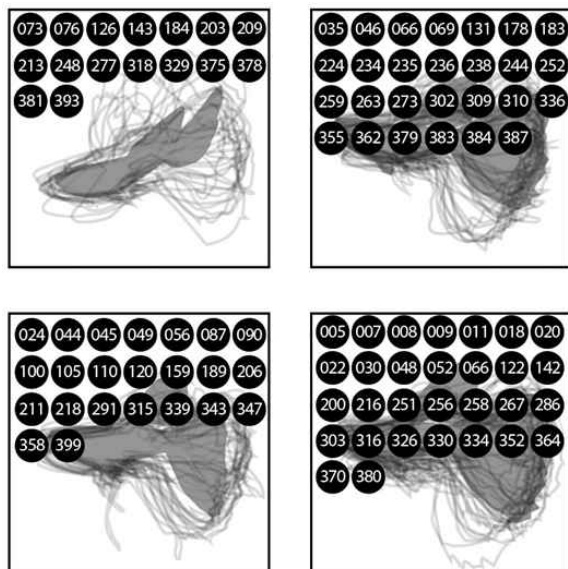


그림 6. 특정의 시점에 일련번호와 함께 표시된 유사이미지
Figure 6. Similar Images Displayed with a Serial Number at a Certain Viewpoint

그림 6.은 수집된 구피 열대어 이미지 외곽라인 400 개에 일련번호를 부여하고, 이것을 총 144개의 특정 좌표 시점에 배치한 일부분을 보여준다. 원호 안의 숫자는 수집된 구피 열대어의 이미지의 일련번호이다. 시점의 좌표는 (6,12), (7,12), (6,1), (7,1)이다, 좌표 (X,1)과 (X,12)는 구의 형태이기 때문에 바로 옆의 시점 좌표이다. 한 개의 일련번호를 가진 이미지 외곽라인이 특정 좌표 시점에 배치한다는 것은 수집된 이미지가 제작된 3차원 모델의 특정 좌표 시점의 외곽라인과 가장 유사함을 의미한다.

그림 7.과 그림 8.은 수집된 구피 이미지와 가오리 이미지 일련번호를 시점 좌표에 표시한 것이다. 이미지 외곽라인이 어느 시점으로 많이 표현되는가를 분석하기 위함이다. 12 x 12 좌표에서 첫 줄인 (X,1)는 정면 측면 시점을 의미하고, (X,4)는 위에서 보는 시점, (X,7)는 앞을 보는 시점 그리고 (X, 10)은 아래에서 보는 시점이다. (1,Y)와 (7,Y)는 좌우로 대칭되는 시점이다.

구피 열대어의 경우 (1,Y), (2,Y)보다 (5,Y), (6,Y), (7,Y), (8,Y)의 시점 좌표가 많다. 이것은 움직이고 있는 사물의 일반 그림이나 사진에서는 머리를 우측보다는 좌측 쪽에 두고 촬영 혹은 그리는 경우가 많기 때문이다. 아래에서 위를 보고 촬영한 (X,5)에서 (X,9) 범위의 이미지 외곽라인은 거의 없다. 이것은 아래에서 위를 향하여 사진 촬영하는 경우가 거의 없기 때문이다. 몇몇 개의 위에서 보는 시점의 이미지 외곽라인들이 있다. 이런 경우, 좌에서 우로 혹은 위에서 아래로 배치된 시점보다 대각선 시점이 많다. 좌표 (11,2)와 (11,12)의 경우가 이에 해당한다. 대각선으로 배치된 경우 완전 위에서 보는 시점보다는 30도 기울어진 시점이 많다.

가오리 열대어 경우는 구피 열대어와 많은 차이점을 보여준다. 구피는 측면 시점이 가장 많았지만, 가오리의 경우는 다양한 시점의 외곽라인 많았다. 또한, 가오리의 특이한 형태로 인하여, 외곽라인만으로 위에서 촬영한 시점인지 혹은 아래에서 촬영한 시점인지 구분이 힘들었다. 이런 이유로, 유사 외곽선 검색에서 색상 비교도 포함하여 분석하였다. 가오리의 시각적 좌표의 (X,6)에서 (X,10)부분은 가오리 배 부분을 촬영한 시점이다. 아래에서 위로 촬영한 시점이다. 구피와 유사하게 그 수는 적었지만, 구피는 거의 이미지가 없었고, 가오리는 몇몇 개의 외곽이미지가 있었다. 이는 가오리의 입부분과 가오리의 아가미 부분이 좋은 관찰 혹은 촬영 포인

트이기 때문이다. 가오리 또한 방향성은 좌에서 우로 향하는 시각적 좌표가 많았고, 가오리를 뒤에서 찍은 시점은 거의 없었다. 가오리의 측면 촬영 또한 많았으나, 가오리의 경우는 특이점은, 30도 혹은 60도 기울어진 아래에서 위로 향하는 촬영의 시점 좌표인 (X,3)과 (X,4)의 이미지 외곽라인이 많았다. 이는 사진 안에 가오리의 형태를 보다 많은 넣기 위험인 것 같다.

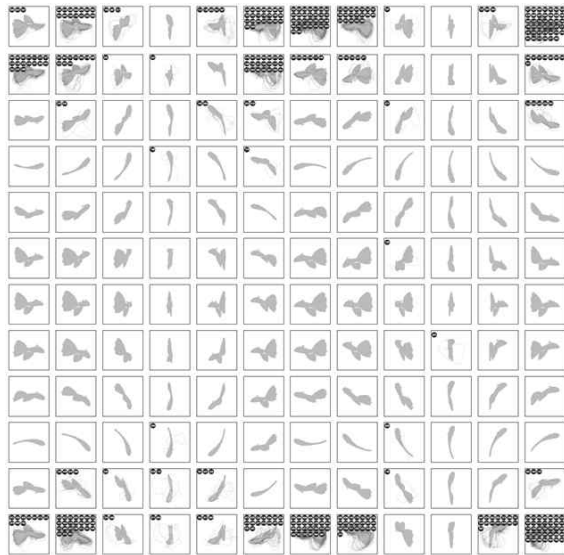


그림 7. 시점 변화에 따른 구피 이미지 외곽라인들
 Figure 7. Goofy Image Outlines with Various Viewpoints

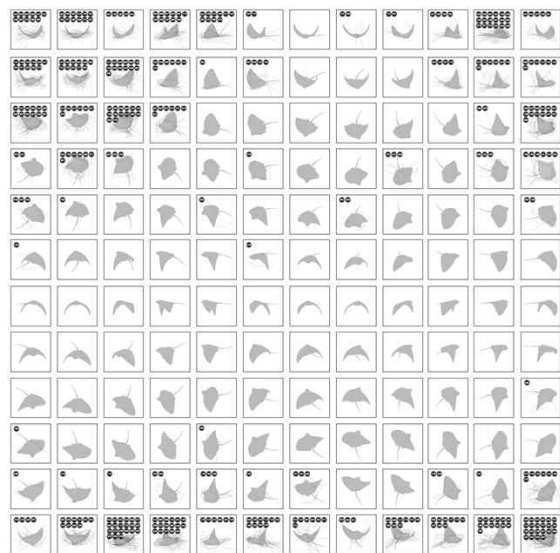


그림 8. 시점 변화에 따른 가오리 이미지 외곽라인들
 Figure 8. Ray Image Outlines with Various Viewpoints

IV. 사용자 검색 인터페이스

수집된 열대어 이미지 외곽라인들은 360도 상하좌우 시점 변화에서 일부 시점에 편중되어 분포되었다. 6종류의 열대어 이미지에 따라서 편중되는 시점 영역은 다르지만, 전 영역에 걸쳐 고르게 분포하지는 않았다. 이를 고려하여, 사용자가 특정 시점 영역의 외곽라인을 검색할 수 있는 사용자 인터페이스 4가지를 제안한다.

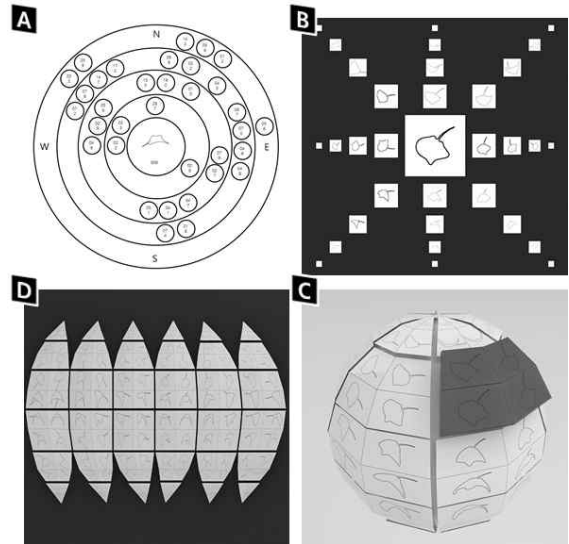


그림 9. 시점 변화를 통해 외곽라인을 검색하는 사용자 인터페이스 4종류

Figure 9. 4 Types of User Interface to search for outline through viewpoint change

[A]는 검색한 이미지의 유사이미지를 레이더 모양으로 펼쳐 놓은 방식이다. 검색한 이미지 중심으로 상하좌우 시점 변화를 두고 유사이미지를 펼쳐 놓았다. 가까이 있는 이미지는 시점 변화가 적은 것이고, 멀리 있는 이미지는 시점 변화가 많은 것이다. 반구 형태의 범위 이미지만을 검색할 수 있고, 검색된 이미지가 일부 나열된다. [B]는 [A]와 유사한 방식이지만, 사용자가 시점만을 선택할 수 있다. 검색한 이미지가 중심에 있고, 상하좌우로 시점 변화를 할 수 있다. [C]는 세계지도를 그리는 구드도법(Homolosine Projection)을 활용하여 제작한 사용자 인터페이스이다. 인터페이스 창에 360도 모든 이미지가 표현되는 방법이다. [D]는 사용자 구 형태의 볼을 회전시켜서 희망하는 시점을 선택하는 방식이다. 좌우로만 회전이 되고, 15도 기울어져 있다. 이러한 4가지 시점 변화 방법은 검색 결과 창 보기에 포함된다. 아래 그림은 사용자가 선택한 이미지와 변형된 이미지 외곽라인 그리고 시점 변화 도구와 검색 결과를

보는 결과 창이다.

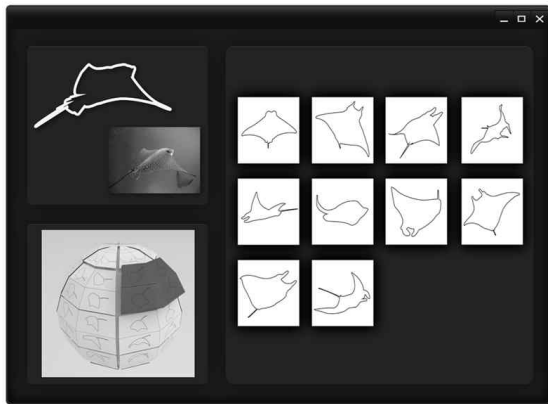


그림 10. 시점변화가 포함된 유사이미지 검색 결과 창
Figure 10. Image Search Results Window With Viewpoints

V. 결론

이미지의 외곽라인과 시점 변화가 포함된 검색 사용자 인터페이스로 유사이미지를 검색하는 방법을 연구하였다. 첫 번째로 이미지의 종류와 특징을 고려하여 계층구조를 만들었다. 그중에서 특정 15개의 이미지 군을 선별하였고, 1000여 개의 이미지 외곽라인을 데이터베이스로 만들어서 유사이미지 검색 테스트를 하였다. 20개 이미지를 임의적 선별하여 유사이미지 검색한 결과 55%의 정확도를 가졌다. 특히 평면으로 구성된 이미지가 육면체 이미지보다 상대적으로 이미지 비교 검색의 정확도가 높았다. 특히 움직임이 자유롭고 다양한 3차원 시점의 사진이 많은 열대어의 경우에는 정확도가 매우 낮았다.

두 번째로 이미지 군에서 열대어 군만을 선택하여 이미지를 수집하였다. 특히 열대어 중에서 상징적 형태를 가지는 금붕어, 레인보우 샤크, 가오리, 엘로우 피쉬, 플레드 구피, 플레코 여섯 종류의 이미지 외곽라인 데이터베이스를 제작하였다. 그리고 종류별 400개의 이미지를 수집하였다. 열대어 중에서 24개 이미지를 임의적 선별하여 유사이미지 검색한 결과 63%의 정확도를 가졌다.

열대어 이미지를 수집하는 과정에서, 특정 열대어에는 특정 시점의 이미지가 많음을 관찰했다. 이를 확인하기 위해 6종류의 열대어 삼차원 모델을 제작하고, 제작한 3차원 모델을 상하좌우로 12단계(30도 간격의 시점 변화)로 분류하여 각각의 시점의 이미지를 생성했다. 이 실험을 통해, 열대어 종류별 특별히 많은 고유

시점이 있음을 증명했다. 이를 이용하여, 세 번째 연구에는 이미지 검색의 정확도를 높이는 방법으로 사용자 시점을 선택하는 사용자 인터페이스를 제작했다. 검색을 희망한 이미지의 시점을 사용자가 선택하면 관련 시점의 범위에서 검색 결과를 보여주는 방법이다. 이를 사용한 결과 검색 결과는 83%의 정확도를 가졌다.

향후 연구로써, 이미지 외곽라인 안에 있는 이미지의 색상이 시점 변화에 따라서 어떠한 변화를 가지며, 이를 응용할 방법에 관한 연구를 제안한다. 이 과정에서 이미지의 시점을 정확히 설정하는 방법을 모색한다.

References

- [1] KyungBae Yoon, HeeChoul Kwon, HyunHee Moon, "Storage and a variety of perspectives for the most out of knowledge study relations law", The Journal of the Convergence Culture Technology (JCCT) Vol. 2, No. 4, pp.23-29, 2016.
- [2] T. Homola, V. Dohnal, and P. Zezula, "Sub-image searching through intersection of local descriptors", in Proceedings of the Third International Conference on Similarity Search and Applications. ACM, p.127-128, 2010.
- [3] Omeed Kamal Khorsheed, "A Review Search Bitmap Image For Sub Image And The Padding Program", International Journal of Advances in Engineering and Technology, Vol. 7, No. 3, pp.684-691, 2014
- [4] Colin Bentis, "Query by Colour : Investigating the Efficacy of Query Paradigms for Visual Information Retrieval", Journal of Information Science Theory and Practice, Vol. 42, No. 3, pp.71-94, 2011
- [5] Sungkon Kim, "Image Transformation Logics for Caricature Generation", The Science of Emotion & Sensibility, Affective Science, Vol. 12, No. 1, pp.129-136, 2009

※ 이 논문 또는 저서는 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2015S1A5A2A01011596)