

칼라 상관관계 역투영법을 적용한 효율적인 객체 지역화 기법

이용환*, 조한진*, 이준환*
스마트모바일학과, 극동대학교*

Efficient Object Localization using Color Correlation Back-projection

Yong-Hwan Lee*, Han-Jin Cho*, June-Hwan Lee*
Dept. of Smart Mobile, Far East University*

요 약 이미지 내에서 객체를 검출하고 해당 위치를 추출하는 지역화 기법은 컴퓨터 비전에서 많이 활용되는 기술이다. 기존 연구들은 하나의 객체를 대상으로 위치 검출을 수행하지만, 실제 사진에서는 다수의 유사 객체를 포함하는 경우가 많기 때문에, 활용에 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 논문에서는 이미지 인식을 위해 객체 지역화의 새로운 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 YCbCr 색채 성분에서 코렐로그램 역투영 기법을 활용하여 객체 지역화 문제를 해결한다. 제안 알고리즘에서는 질의 이미지의 객체가 포함되는 이미지의 위치를 검출할 수 있으며, 다수의 유사 객체가 존재할 경우 포함되는 객체 개수 정보 없이도 유사 후보 객체의 영역과 위치를 검출할 수 있다. 제안 알고리즘의 성능을 평가할 실험 결과, 기존에 연구된 방법에 비해, 21%의 성능 향상을 보였다. 이러한 결과를 통해, 색상 코렐로그램이 히스토그램 기법보다 성능적 우위를 보였다. 본 논문의 주요 공헌은 색 공간과 공간-색상 정보를 통해 객체 지역화 문제를 해결할 수 있는 또다른 기술을 제시한 것으로 학문적 기여를 검증하였다.

주제어 : 객체 지역화, 객체 검출, 공간-칼라 상관관계, 코렐로그램 역투영

Abstract Localizing an object in image is a common task in the field of computer vision. As the existing methods provide a detection for the single object in an image, they have an utilization limit for the use of the application, due to similar objects are in the actual picture. This paper proposes an efficient method of object localization for image recognition. The new proposed method uses color correlation back-projection in the YCbCr chromaticity color space to deal with the object localization problem. Using the proposed algorithm enables users to detect and locate primary location of object within the image, as well as candidate regions can be detected accurately without any information about object counts. To evaluate performance of the proposed algorithm, we estimate success rate of locating object with common used image database. Experimental results reveal that improvement of 21% success ratio was observed. This study builds on spatially localized color features and correlation-based localization, and the main contribution of this paper is that a different way of using correlogram is applied in object localization.

Key Words : Object Localization, Object Detection, Spatial Color Correlation, Correlogram Backprojection

* This work was supported by Korea Sanhak Foundation for funding 2014.

Received 18 March 2016, Revised 30 April 2016

Accepted 20 May 2016, Published 28 May 2016

Corresponding Author: June-Hwan Lee

(Dept. of Smart Mobile, Far East University)

Email: rainbow@kdu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

다양한 분야에서 대용량, 다량의 디지털 이미지가 활용되면서 연구 대상으로 이미지 압축(Compression) 분야보다는 이미지 인식(Recognition) 또는 검색(Retrieval) 분야가 주목받고 있다[1]. 특히 대상 이미지에서 일정 영역을 탐색하는 방법은 객체 검출 및 추적, 이미지 검색 및 이미지 스티칭(Stitching) 등과 같은 컴퓨터 비전 애플리케이션에서 매우 중요한 역할을 담당하며[2], 실생활에서 이미지를 다루는 애플리케이션에서 핵심 알고리즘으로 적용되고 있다[3, 4]. 내용-기반 이미지 검색은 대용량 이미지 레포지토리(Repository)에서 사용자가 입력한 질의 이미지와 비교 검색하여 특정 이미지들을 반환하는 컴퓨터 비전의 응용 분야이며[5], 지역 특징 기술자(Local Feature Descriptor)를 활용하는 경우, 검색 프로세스를 수행하기 전에 관심 영역(ROI, Region of Interest) 또는 특정 유사 객체 영역을 검출하는 검사 과정을 수행한다. 이러한 검사는 크게 두 가지 형태가 있으며, 관심 객체와 유사한 형태가 대상 이미지에 포함되어 있는지를 검사하거나 관심 객체와 유사한 형태가 어느 영역에 있는지를 검사한다[6, 7]. 전자는 이미지 분류(Classification) 기법이 적용되며, 후자는 지역화 문제(Localization Problem) 해결기법이 활용된다[8]. 지역화 해결 기법으로 여러 기술들이 연구되었으며, (1) 수작업 검출(Manual Extraction), (2) 고정크기 블록 분할(Fixed Block Segmentation), (3) 칼라 분할(Color Segmentation)와 (4) 템플릿 매칭(Template Matching)이 있다[9]. 이들 중에서 본 논문과 관련된 기술인 템플릿 매칭 기술은 질의하고자 하는 객체 이미지를 질의 입력으로 받아, 검출 대상 이미지의 전체 영역과 점진적으로 비교 연산하면서 적절하게 매칭되는 부분을 탐색하며, 가장 높은 유사 매칭이 이뤄지는 영역을 객체 위치로 선정하는 기법이다. 해당 위치는 대상 이미지가 객체를 포함하는 가장 적합한 위치 인지를 영역 탐색한다. 이는 자동차 번호판 인식[10], 사진 속 친구 찾기[11] 등 다양한 영역에서 핵심 알고리즘으로 활용되고 있다[12].

본 논문에서는 관심 객체를 포함한 질의 이미지의 대상 이미지 위치선별을 위한 역투영(Back-projection) 방식의 활용 방법을 살펴보고, 객체 위치 영역을 선별하기 위해 블록-기반 분해(Block-based Decomposition) 기법

을 적용하여, 검출 대상 이미지에서 주어진 객체의 위치를 검출하는 새로운 알고리즘을 제안한다. 관심 객체 지역화가 본 논문의 주요 논의 대상이며, 선행되는 객체 존재 여부의 판단은 다루지 않는다. 이를 위해, 관심 객체가 대상 이미지에 이미 존재한다는 가정하고, 색상의 공간적 상관관계를 계산하여 기존의 연구보다 검출의 효율성을 개선하는 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘에서는 관심 객체와 가장 일치하는 영역을 검출할 수 있으며, 또한 관심 객체와 유사한 객체들이 얼마나 포함하고 있는지에 대한 정보 없이 관심 대상과 유사한 객체가 존재하는 후보 영역을 자동적으로 검출할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이미지의 영역 검색을 위한 역투영 기법과 상관관계 히스토그램에 대한 이론적 배경을 살펴본다. 3장에서는 관심 객체 이미지와 대상 이미지를 통해 위치 영역을 선출하는 제안 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 공용 실험 데이터-셋을 사용하여 제안 알고리즘의 성능을 실험하고, 5장에서 결론으로 마무리한다.

2. 관련 연구와 이론적 배경

동영상을 처리하는 분야에서는 움직이는 객체(예, CCTV에서 걸어가는 사람 또는 주행하는 자동차를 찾음)를 검출하고 해당 객체를 다음 프레임에서의 위치를 찾아 객체의 움직임을 추적하는 기술이 연구되고 있으며 [13, 14], 이를 위해 하나의 프레임 내에서 어떤 객체의 위치를 찾는 알고리즘들이 연구되고 있다. Lampert[15]은 Branch and Bound 프로세싱을 기반으로 Sub-window Search 알고리즘을 제안하였으나, 전역 최대 경계 식별 과정에서 계산 복잡도가 높다는 단점이 있다. Malki[16]는 이미지의 Multi-resolution Quad-tree를 고정 크기의 중첩되지 않는 블록 영역을 적용하여 영역 질의 접근 알고리즘을 제안하였다. Michael[17]은 칼라 템플릿과 히스토그램 연산을 적용한 객체 지역화 알고리즘을 제안하였다. 색상 분포 정보를 분석하여 객체 외의 배경 영역에서 연산 처리를 제거함으로써 속도를 개선하였으나, 배경 영역에 따른 스케일링 정보 배제의 문제점을 보인다.

히스토그램(Histogram) 기반의 객체 지역화 알고리즘은 관심 객체의 크기에 민감한 문제를 보이며, 객체 크기

와 모양이 적은 경우에 검출율이 떨어지는 문제를 가진다. 이를 해결하는 방법으로 본 논문에서는 색상 상호-발생(Cross-occurrence) 분포 정보를 활용하며, 이를 적용하는 코렐로그램(Correlogram)의 기본 개념을 아래의 절에서 살펴본다.

2.1 히스토그램과 코렐로그램

히스토그램은 이미지 내에 포함된 모든 칼라에 대한 발생 빈도를 나타낸다[18, 19]. 이미지 I 에서 표현된 칼라 c_i 의 발생 빈도수는 수식(1)과 같다.

$$H_{c_i} = \text{prob}_{p \in I} [p \in I_{c_i}] \quad (1)$$

히스토그램은 이미지 전체 영역을 대상으로 칼라 c_i 값을 갖는 픽셀의 발생 확률을 나타내므로, 이미지 내의 특정 영역에서 나타나는 공간적 칼라 분포를 알 수 없다는 단점이 있다. 공간적 분포 특성을 반영하는 코렐로그램은 픽셀의 칼라 분포뿐만 아니라 칼라 (c_i, c_k) 쌍에 대한 공간적 상관관계를 표현한다. 이는 임의의 칼라 c_i 값을 갖는 픽셀 p_1 에 대해, 일정 영역 내에 특정 칼라 c_k 값을 갖는 픽셀 p_2 가 발생하는 확률을 의미한다. 칼라 (c_i, c_k)의 거리 d 에 대한 코렐로그램은 수식(2)와 같다.

$$C_{c_i, c_k}^d(I) = \text{prob}_{p_1 \in I_{c_i}, p_2 \in I_{c_k}} [p_2 \in I_{c_k} \mid |p_1 - p_2| = d] \quad (2)$$

코렐로그램은 2개의 칼라 (c_i, c_k) 쌍에 대해, 발생할 수 있는 모든 조합을 계산하기 때문에, 코렐로그램의 크기가 매우 커지는 문제점을 갖는다. 급격하게 증가하는 문제가 발생한다. 따라서 영상 처리 분야에서는 동일한 칼라 값을 다루는 오토-코렐로그램(Auto-correlogram)을 보다 많이 적용한다. 이는 동일 칼라 값($c_i = c_k$)에 대한 공간 상관관계를 나타내며, $C_c^d(I) = C_{c_i, c_k}^d(I)$ 표현식을 바탕으로 코렐로그램을 간략화한 발생빈도 계산식이다. 이를 수식으로 표현하면 수식(3)과 같다[20].

$$C_c^d(I) = \text{prob}_{p_1 \in I_c, p_2 \in I_c} [p_2 \in I_c \mid |p_1 - p_2| = d] \quad (3)$$

2.2 템플릿 매칭

Swain이 템플릿 매칭 기법으로 히스토그램 역투영(Histogram Back-projection) 방식을 처음 제안하였다

[21]. 질의 이미지 히스토그램으로 대상 이미지 히스토그램을 나누고, 나눈 몫으로 역투영시켜 대상 이미지 내에서 유사한 칼라 분포가 밀집된 공간 영역을 검출하는 방식이다. 질의 이미지와 검출 대상 이미지에 대해, 히스토그램 비율 R_h 산출식은 수식(4)와 같다.

$$R_h(m) = \min\left(\frac{H_M(m)}{H_I(m)}, 1\right) \quad (4)$$

H_M 은 질의 이미지 M 의 히스토그램을, H_I 는 대상 이미지 I 의 히스토그램을, m 은 히스토그램 빈수를 나타낸다.

대상 이미지는 수식(5)를 적용하여 역투영 이미지를 생성하고, 주어진 라디안 r 에 대한 블러링 마스크 필터 D 를 수식(6)으로 계산한다.

$$B[m, n] = R_h(I[m, n]) \quad (5)$$

$$D_{x, y}^r = \begin{cases} 1, & \text{if } \sqrt{x^2 + y^2} \leq r \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

블러링 필터 D 와 역투영된 이미지 B 을 대상으로 콘볼루션 연산을 수행하여 이미지 B' 를 산출하며, 수식은 다음과 같다.

$$B'[x, y] = D^r[x, y] * B[x, y] \quad (7)$$

질의 이미지 M 에 대해, 대상 이미지 I 가 관심 객체를 포함하는 위치 (x, y) 는 수식(8)과 같이 최대값(max) 연산을 통해 얻을 수 있다.

$$(x_p, y_p) = \text{max}(B'[x, y]) \quad (8)$$

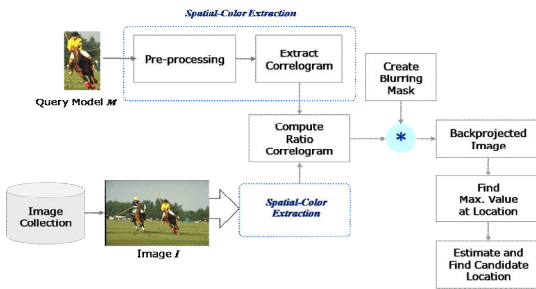
반환점 (x_p, y_p) 는 대상 이미지가 역투영된 이미지 B' 에서 최대값을 갖는 픽셀의 위치를 나타내며, 이는 질의 이미지 M 의 공간 칼라 분포와 가장 유사한 칼라 분포를 갖는 위치에 대응된다.

그러나 히스토그램 역투영 방법은 전체 이미지의 칼라 분포 수를 대상으로 연산하기 때문에 공간적 특성을 반영하지 못하는 문제를 안고 있다. 따라서 유사 칼라를 갖는 다수의 객체가 대상 이미지 내에 반복적으로 나타나는 경우 잘못된 매칭(False Matching)을 반환하여 관

심 객체를 검출하지 못하는 단점이 있다. 이는 이미지 해상도, 히스토그램 레벨에 민감하여, 해상도 또는 레벨 값의 변화에 따라 객체 위치 검출의 성공 여부가 급격하게 떨어질 수도 있다.

3. 제안 알고리즘

히스토그램 역투영 기법은 공간적 상관관계를 표시하지 못하는 단점을 있다. 이에 본 논문에서는 칼라의 공간 상관관계를 적용하여 문제를 해결하며, 제안하는 알고리즘을 도식화하면 [Fig. 1]과 같다. 질의 이미지 M 과 관심 객체 검출 대상 이미지 I 가 주어지면, 칼라 공간 변환, 채널 분리, 양-방향 다운 샘플링을 포함한 전처리 단계를 수행한다. 칼라 공간은 JPEG 표준에서 적용하는 YCbCr 칼라 공간으로 전환시킨다.



[Fig. 1] Workflow of the proposed method

본 논문에서 역투영 기법을 적용하는 코렐로그램은 이미지가 가지는 서로 다른 칼라의 공간 상관관계를 산출하기 때문에 공간 정보에 따라 계산량이 많아지는 문제가 발생할 수도 있다. 계산량 증가의 문제가 발생하지 않도록 수식(9)를 통해 채널 분리와 수평/수직의 다운 샘플링(4:1:1)을 수행한다.

$$r' = \frac{r}{r+g+b}, \quad g' = \frac{g}{r+g+b}, \quad b' = \frac{b}{r+g+b} \quad (9)$$

코렐로그램 정의를 나타낸 수식(3)을 픽셀 $p(x,y)$ 를 기준으로 재구성하여 수식(10)을 도출하였다. 다운 샘플링 후, 수식(10)과 수식(11)을 이용해 일정 거리 d 에 대한 질의 이미지와 대상 이미지의 코렐로그램 C_i^d 및 코렐로그램 비율 R_c 을 계산한다.

$$C_i^d(c_i) = \frac{|\{p(x,y) | I(x,y)=c_i; I(x \pm d, y \pm d)=c_i\}|}{|\{p(x,y) | I(x,y)=c_i\}|} \quad (10)$$

$$R_c(m) = \min\left(\frac{C_M^d(m)}{C_I^d(m)}, 1\right) \quad (11)$$

c_i 는 식별되는 픽셀 칼라 값, d 는 공간 상관관계 계산에 적용된 거리를, m 은 양자화된 값, C_M^d 와 C_I^d 는 공간 거리 d 를 갖는 질의 이미지 M 과 객체 검출 대상 이미지 I 의 코렐로그램을 나타낸다. R_c 값은 칼라 j 값을 갖는 이미지 픽셀이 질의 이미지 내의 거리 d 내에서 동일 칼라가 발생할 수 있는 확률을 의미한다. 이와 같이, 대상 이미지의 모든 픽셀에 대해 질의 이미지가 가진 객체 색상의 일부가 될 수 있는 확률을 계산하고, 수식(12)를 적용하여 역투영 이미지 B_c 은 도출한다.

$$B_c[m,n] = R_c(I[m,n]) \quad (12)$$

수식(6)을 적용하여 블러링 마스크 필터 D_c 를 계산하고, 역투영 이미지 B_c 와 콘볼루션 연산을 하여 최종 결과 이미지를 얻는다. 결과 이미지에서 최대값의 좌표 위치를 추출하여 대상 이미지 내에서 질의 이미지의 관심 객체가 존재하는 위치를 얻는다. 콘볼루션 연산을 통해 부분 영역들의 확정 값을 합산하며, 합산한 결과에서 최대값을 갖는 좌표는 관심 객체가 대상 이미지 내에 위치한 곳으로 판정된다. 최대값의 위치 선정을 효율적으로 지원하고, 다수의 유사 객체 모형이 존재하는 경우 후보 대상 객체 위치를 효과적으로 산출하기 위한 알고리즘은 <Algorithm 1>과 같다. 해당 알고리즘은 역투영 이미지에서 주어진 임계값을 따라 유사 객체의 후보군을 판별하고, 후보 객체의 위치를 선정한다.

반환값인 구조체 $pLocs$ 는 대상 이미지 내에서 질의 이미지 객체와 유사한 형태와 색상을 갖는 후보군으로 선별된 위치값들을 갖는다. $getImageSize$ 함수는 매개 변수로 넘어오는 이미지의 가로와 세로 길이를 산출하고, $generateIDSequence$ 함수는 계산 복잡도를 줄이기 위해, 2차원 이미지를 1차원 배열로 변환하여, 최대값과 임계값 범위내에 포함되는 후보 영역값을 선별하는 과정에서 계산량을 줄이기 위해 사용된다. $addPoint$ 함수는 반환 구조체에 최대값과 후보값의 좌표를 배열에 추가시킨다. $peakLoc$ 는 최대값과 임계값 범위 내의 후보값들에

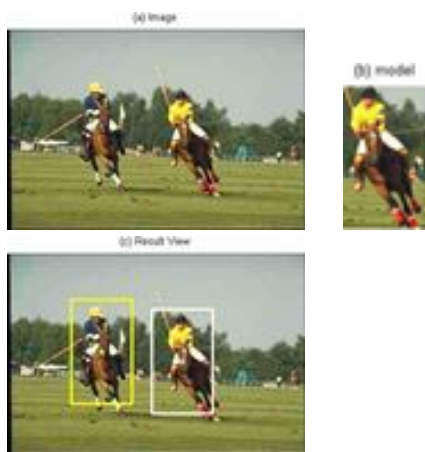
대응하는 (x,y) 좌표이며, 1차원 배열 인덱스를 통해 2차원 이미지 (x,y) 좌표값을 산출하기 위해 $Floor()$ 함수와 $Ceil()$ 함수를 사용하였다.

<Algorithm 1> Decision algorithm for finding best suitable and candidate locations within the target image

```

FUNCTION pLocs = FetchPeakLoc (inImage)
{
  imSize = GetImageSize (inImage);
  inImageSeq = Generate1DSeq (inImage);
  while (exist locMax) {
    locMax = Find (inImageSeq == Max (inImageSeq));
    peakV = locMax - 0.1;
    peakLoc = [Floor (peakV/imSize (1)+1),
              Ceil (Mod (peakV, imSize (2)))] ;
    pLocs = AddLocation (peakLoc);
    if (peakLoc - anyLocations) < threshold
      AddLocation (anyLocations);
  }
  return pLocs;
}

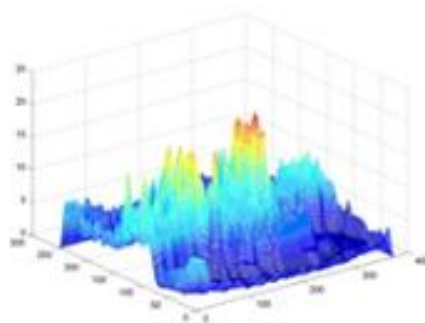
```



[Fig. 2] Example of matching in region extraction by the proposed method; (a) Target image in image database, (b) Query image included an interested object, and (c) Result of finding areas of the interested object within target image by best matching location and candidates

[Fig. 2]와 [Fig. 3]은 제안 알고리즘을 수행한 결과 예제이다. [Fig. 2]에서는 질의 이미지를 통해 관심 객체를 입력받고, 해당 객체에 대한 대상 이미지에서의 위치를 검출한 결과이다. [Fig. 3]은 역투영 이미지에서 최대값

위치와 임계값 범위 내에 포함되는 후보군 위치를 선별한 결과이다. [Fig. 3]에서 빨간색으로 표시되는 영역에서 최대값 위치가 질의 이미지와 가장 유사한 콘텐츠 영역이 되며, [Fig. 2(c)]에서 흰색 사각형으로 표시된 영역에 해당된다. [Fig. 2(c)]에서 노란색 사각형은 최상위 값과의 임계치 범위 내의 값으로, 두 번째로 높은 값의 위치이며, 질의 이미지에 따른 관심 객체 대상 검출의 후보 영역이며, [Fig. 3]에서 노란색으로 표시되는 임계값 내에 포함되는 위치가 된다.



[Fig. 3] Display results of peak values corresponding to Fig. 2

본 논문에서 제안하는 알고리즘의 객체 검출 성능을 분석하기 위해, $loc(M, I)$ 를 계산하여 위치 선정 정확도를 산출한다. 만약 반환된 위치가 질의 이미지 M 에 대해 대상 이미지 I 내의 실제 위치에 따라 허용 범위 오차 이내에 포함되면, $loc()$ 함수는 성공(True)을 반환하고, 허용 범위 오차 이내에 존재하지 않으면, 실패(False)을 반환한다. 관심 객체의 성공적 검출을 허용하는 임계값은 입력 질의 이미지의 중심 크기의 1/4 범위 내에 검출된 객체의 중심점이 포함되는지의 여부를 판단하여 정확도를 산출하였다. 실험에 사용된 질의 이미지 M_1, M_2, \dots, M_n 과 대응되는 대상 이미지 I_1, I_2, \dots, I_n 에 대해, 관심 객체 위치 검출 성공률은 수식(13)으로 계산된다.

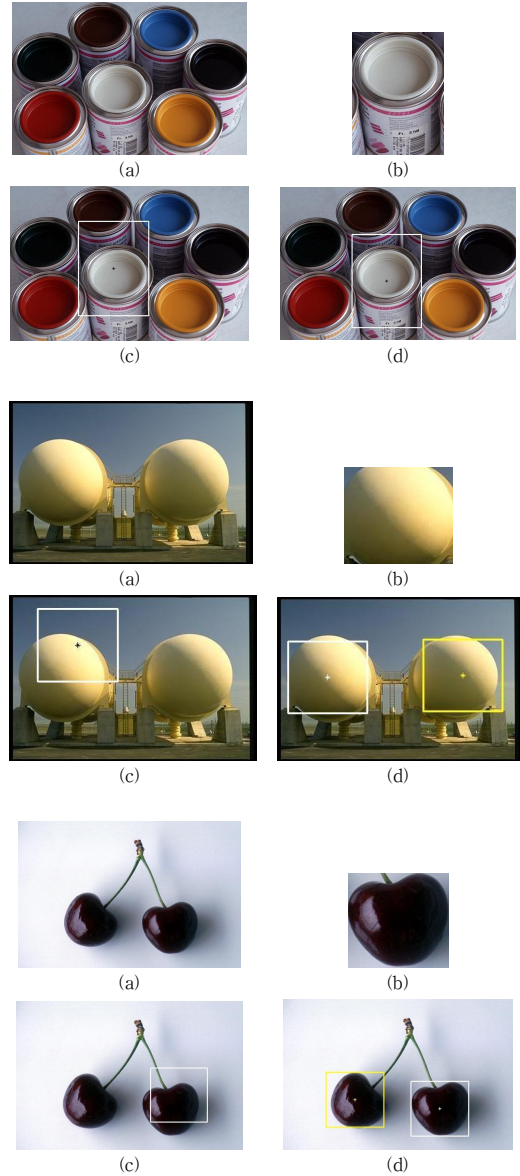
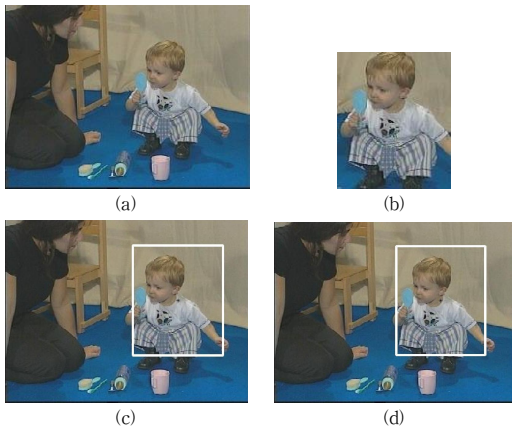
$$successRatio = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} loc(M_i, I_i)}{n} \quad (13)$$

n 은 데이터셋으로 사용된 이미지 개수를 의미하며, 실험에서 2,200개의 이미지를 사용하였다.

4. 실험 및 평가

제안 알고리즘의 성능 평가 실험에서 공용으로 많이 사용되는 3개의 이미지 데이터셋을 사용하였다. 이는 코렐 사진 영상(Corel Photo), MPEG-7 공용 칼라 이미지 셋(Common Color Datasets)과 FreeImage에서 제공하는 자연 사진영상(Natural Photos)이다. 대상 이미지에서 관심 객체의 위치 영역을 검출하기 때문에, 대상 이미지는 반드시 객체를 포함해야 한다. 따라서 제공된 3개의 이미지 데이터베이스에서 풍경 사진을 포함하여 객체가 포함되지 않은 사진 영상은 실험 데이터셋에서 배제하였으며, 객체를 포함한 2,200개의 이미지만을 선별하여 평가 실험하였다. 실험 데이터셋은 다양한 해상도의 이미지들로 구성되었으며, 사람, 꽃, 버스, 과일, 건축물, 재료 등 다양한 형상의 객체가 포함되었다.

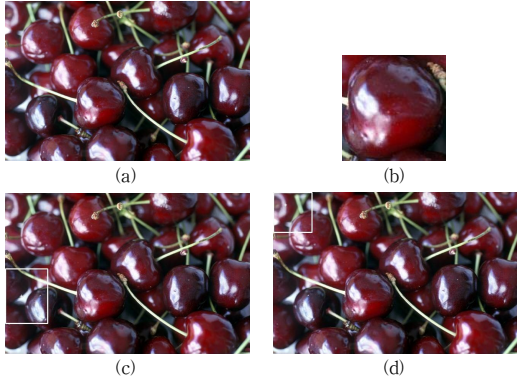
[Fig. 4]에서는 기존 방식(히스토그램 역투영 알고리즘)을 적용하여 수행한 결과와 본 논문에서 제안한 코렐 로그그램 역투영 방식을 적용한 결과를 비교하여 표시하였다. 결과와 같이, 기존 방식[13]은 관심 객체에 대해 가장 적합한 하나의 위치만을 검출하는 것에 비해, 제안 알고리즘에서는 가장 적합한 객체 위치뿐만 아니라, 임계값 범위를 제공하여 질의 이미지와 유사한 후보 객체의 위치 영역을 함께 검출할 수 있었다.



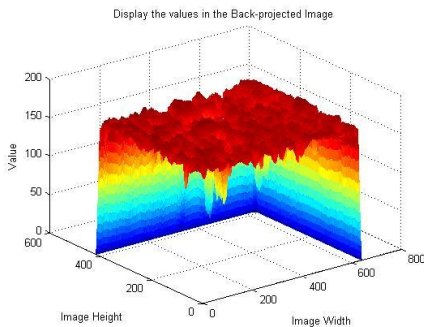
[Fig. 4] Example of successful matching results for finding location of the interest object; (a) Target images, (b) Query images, (c) Results by the existing method, such as Histogram back-projection, and (d) Results of the proposed method

[Fig. 5]는 실험에서 객체 검출 실패로 나타난 예이다. 대상 이미지 내에 질의 객체 이미지와 유사한 형태를 다수 포함하여 객체 분별에 실패하였다. [Fig. 6]은 [Fig. 5]

에서 실험한 역투영 이미지에 대한 *peakLoc* 값을 선출한 과정이다. 임계값 허용 범위 내에 포함되는 위치 값들이 다수 포함되면서 적합한 영역을 산출하지 못한 예이다.



[Fig. 5] Example of query results with false matching



[Fig. 6] Display results of pack values corresponding to Fig. 5, shown as false matching

<Table 1>은 2,200개 대상 이미지에 대해 질의 이미지가 포함하는 관심 객체 위치를 검출한 결과이다. 제안 알고리즘은 Matlab 2015a 버전에서 구현하였으며, 실험은 2.93 GHz Intel Core CPU와 4GB Memory, Windows 10 Home OS의 데스크탑에서 수행하였다. 실험에서는 처리 시간을 고려하여 다운 샘플링 비율은 4:1로, 공간 상관관계 계산을 위한 거리는 1로 설정하였다.

<Table 1> Results of computing success ratio

Method	Success ratio	Processing times
Histogram back-projection [17]	66.0%	2.30
Proposed method	86.7%	3.11

질의 이미지에 대한 대상 이미지 내에서의 위치 검출을 실험한 결과, 기존의 히스토그램 역투영 방식[13]은 66.0% 성공률을 보인 반면, 제안 알고리즘은 86.7% 성공률을 보여, 20.7%의 향상된 객체 검출 성공률을 얻을 수 있었다. 그러나 기존 방식에 비해, 계산량 증가에 따라 처리 시간이 늘어나는 단점을 보였고, 이는 향후 연구과제에서 개선하는 방법을 고려해 보도록 한다.

5. 결론

본 논문에서는 질의 이미지에 포함된 객체 영상에 대해 대상 이미지 내의 적합한 위치를 검출하고 최적의 객체와 유사한 후보군 영역을 식별하는 새로운 알고리즘을 제안하였다. 제안 알고리즘에서는 코렐로그래프 역투영 방식을 적용하여 효과적인 위치 검출이 가능하며, 실험을 통해 검출 성공률의 향상된 결과를 평가하였다. 또한 관심 객체 위치 검출 과정에서 가장 적합한 위치 영역 식별뿐만 아니라, 객체 수와 상관없이 주어진 임계값에 따라 유사한 객체 후보 영역을 식별할 수 있다는 기존 연구들과의 차별성을 실험으로 검증하였다.

이러한 연구는 영상 검색 분야에서 특정 영역에 대한 부분 검색의 기초 기술로 활용될 수 있으며, 증강현실 분야에서 실세계 객체를 검출하고 가상 객체와의 정합을 지원하는 응용 기술로 활용될 수 있다. 본 연구에서는 공간-칼라 정보를 활용하여 검색하고자 하는 객체가 포함된 대상 이미지 내의 위치를 탐색하기 때문에, 영상 처리 관련 기술에서 활용하는 그레이스케일 변환을 고려하지 않았으며, 객체 존재 여부 판단은 연구 수행 알고리즘에서 배제하고 수행하였다. 이러한 제한성은 향후 연구 내용으로 남기고, 본 연구의 확장 방안으로, 경계선 검출을 적용하여 인터랙티브 이미지 객체 검출 또는 스테레오스코픽 영상에서 객체 추출 및 3D 시각화의 기초 기술로 반영할 수 있도록 연구 확장할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by Korea Sanhak Foundation for funding 2014.

REFERENCES

- [1] Kyoungro Yoon, Youngseop Kim, Je-Ho Park, Jaime Delgado, Akio Yamada, Frederic Dufaux, Ruben Tous, "JPSearch: New International Standard Providing Interoperable Framework for Image Search and Sharing", *Signal Processing: Image Communication*, vol.27, issue.7, pp.709-721, 2012.
- [2] P. Radhakrishnan, A. Clementking, "Determination of Object Similarity Closure using Shared Neighborhood Connectivity", *Journal of the Korea Convergence Society*, vol.5, no.3, pp.41-44, 2014.
- [3] Roger M. Dufour, Eric L. Mill, Nikolas P. Galatsanos, "Template Matching based Object Recognition with Unknown Geometric Parameters", *IEEE Transactions on Image Processing*, vol.11, no.12, pp.1385-1396, 2002.
- [4] Sanghyuk Lee, "Grouping DNA Sequence with Similarity Measure and Application", *Journal of the Korea Convergence Society*, vol.4, no.3, pp.35-41, 2013.
- [5] Vivek Jain, Neha Sahu, "A Survey on Content based Image Retrieval", *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol.3, issue.4, pp.1166-1169, 2013.
- [6] Keyuri M. Zinzuvadia, Bhavesh A. Tanawala, Keyur N. Brahmhatt, "A Survey on Feature based Image Retrieval using Classification and Relevance Feedback Techniques", *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol.3, issue.1, pp.508- 513, 2015.
- [7] Olga Russakovsky, Yuanqing Lin, Kai Yu, Li Fei-Fei, "Object-centric Spatial Pooling for Image Classification", *Lecture Notes in Computer Science*, vol.7573, pp.1-15, 2012.
- [8] Kevin Murphy, Antonio Torralba, Daniel Eaton, William Freeman, "Object Detection and Location using Local and Global Features", *Lecture Notes in Computer Science*, vol.4170, pp.382-400, 2006.
- [9] John R. Smith, "Integrated Spatial and Feature Image Systems: Retrieval, Analysis and Compression", Ph.D. Thesis, Columbia University, USA, 1997.
- [10] Hong-Hee Kim, Jae-Heung Lee, "Development of a License Plate Recognition System using Template Matching Method in Embedded System", *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, vol.15, no.4, pp.274-280, 2011.
- [11] Tali Delel, Shaul Oron, Michael Rubinstein, Shai Avidan, William T. Freeman, "Best-Buddies Similarity for Robust Template Matching", *International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.2021-2029, 2015.
- [12] Hee-June Han, Jong-Yun Lee, "Algorithm of Converged Corner Detection-based Segmentation in the Data Matrix Barcode", *Journal of the Korea Convergence Society*, vol.6, no.1, pp.7-16, 2015.
- [13] Alper Yilmaz, Omar Javed, Mubarak Shah, "Object Tracking: A Survey", *ACM Computing Surveys*, vol.38, issue.4, no.13, pp.1-45, 2006.
- [14] Sanghyuk Lee, Yujia Zhai, "Relation between Certainty and Uncertainty with Fuzzy Entropy and Similarity Measure", *Journal of the Korea Convergence Society*, vol.5, no.4, pp.155-161, 2014.
- [15] Christoph H. Lampert, Matthew B. Blaschko, Thomas Hofmann, "Beyond Sliding Windows: Object Localization by Efficient Subwindow Search", *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.1-8, 2008.
- [16] Jamal Malki, Nozha Boujemaa, Chahab Naster, Alexandre Winter, "Region Queries without Segmentation for Image Retrieval by Content", *Lecture Notes in Computer Science*, vol.1614, pp.115-122, 2002.
- [17] Michael Wirth, Ryan Zaremba, "Flame Region Detection based on Histogram Backprojection", *Canadian Conference Computer and Robot Vision*, pp.167-174, 2010.
- [18] Jing Huang, S. Ravi Kumar, Mandar Mitra, Wei Jing Zhu, Ramin Zabih, "Spatial Color Indexing and Applications" *International Journal of Computer Vision*, vol.35, no.3, pp.245-268, 1999.
- [19] Jong-Hun Park, Gang-Seong Lee, Sang-Hun Lee, "A Study on the Convergence Technique enhanced GrabCut Algorithm using Color Histogram and

Modified Sharpening Filter”, Journal of the Korea Convergence Society, vol.6, no.5, pp.1-8, 2015.

- [20] Mika Rautiainen, Timo Ojala, “Color Correlograms in Image and Video Retrieval”, Finnish Conference on Artificial Intelligence, pp.1-10, 2002.
- [21] Jing Huang, S. Ravi Kumar, Mandar Mitra, WeiJing Zhu, Ramin Zabih, “Image Indexing using Color Correlograms”, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.762-768, 1997.

이 용 환(Lee, Yong-Hwan)



- 1993년 2월 : 단국대학교 전자계산학과(이학사)
- 1995년 2월 : 단국대학교 전산통계학과(이학석사)
- 2007년 2월 : 단국대학교 전자컴퓨터공학과(공학박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 스마트모바일학과 조교수

· 관심분야 : 멀티미디어 검색, 증강현실, 이미지 코딩, 국제표준화

· E-Mail : hwany1458@empal.com

조 한 진(Cho, Han-Jin)



- 1999년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2002년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 스마트모바일학과 교수
- 관심분야 : 모바일 애플리케이션, 네트워크 보안

· E-Mail : hanjincho@hotmail.com

이 준 환(Lee, June-Hwan)



- 1996년 2월 : 단국대학교 전자공학과(공학석사)
- 2001년 2월 : 단국대학교 전자공학과(공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 스마트모바일학과 교수
- 관심분야 : 음성처리 시스템, 멀티미디어 응용, 스마트미디어, 모바일 앱

· E-Mail : rainbow@kdu.ac.kr