

단위블록의 색공간 내용비교 기반 2차원 블록정렬을 이용한 이미지 매칭방법

(A Method of Image Matching by
2D Alignment of Unit Block
based on Comparison between
Block Content)

장 철 진 [†]조 환 규 ^{**}

(Chuljin Jang)

(Hwan-Gue Cho)

요 약 급증하는 디지털 사진 데이터를 내용정보를 고려하여 효율적으로 관리하기 위해서는 무엇보다도 각 사진 이미지들이 얼마나 유사한지를 밝히는 것이 중요하다. 이를 위해 사진을 블록 단위로 분할하고 높은 유사도를 가지는 상위 블록 쌍을 이용하여, 그리디 알고리즘에 기반한 2차원 정렬(alignment)을 통해 주변 블록으로 유사 매칭 영역을 확장함으로써 동일한 객체 혹은 배경을 공유하고 있는지를 판별한다. 제안하는 정렬 알고리즘을 이용해 전체 이미지 상에서 최적의 매칭 유사도 값을 가지는 블록영역을 추출해낼 수 있으며, 객체의 이동이나 자세의 변경 및 카메라의 줌 변경에 구애 받지 않으면서 계산이 가능하다. 실험을 통해 다양한 사진에 대해서 제안한 방법이 어떻게 적용될 수 있는지를 알아보고, 추후의 디지털 사진 클러스터링 및 대용량 사진 관리에 유용하게 활용될 수 있음을 살펴본다.

키워드 : 디지털 사진, 사진 매칭, 블록 정렬, 사진 관리

· 본 연구는 지식경제부, 문화체육관광부 및 정보통신연구진흥원의 IT산업 원천기술개발사업(2008-F-031-01, 영상 및 비디오 콘텐츠를 위한 계산 사진학 기술 개발)의 일환으로 수행하였음

· 이 논문은 제35회 추계 학술대회에서 '단위블록의 색공간 내용비교 기반 2차원 블록정렬을 이용한 이미지 매칭방법'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

[†] 학생회원 : 부산대학교 컴퓨터공학과
jin@pusan.ac.kr

^{**} 정 회 원 : 부산대학교 컴퓨터공학과 교수
hgcho@pusan.ac.kr

논문접수 : 2008년 8월 27일

심사완료 : 2009년 6월 28일

Copyright©2009 한국정보과학회 : 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨터의 실제 및 레터 제15권 제8호(2009.8)

Abstract Due to the popular use of digital camera, a great number of photos are taken at every usage of camera. It is essential to reveal relationship between photos to manage digital photos efficiently. We propose a method that tessellates image into unit blocks and applies 2D alignment to extend content-based similar region from seed block pair having high similarity. Through an alignment, we can get a block region scoring best matching value on whole image. The method can distinguish whether photos are sharing the same object or background. Our result is less sensitive to transition or pause change of objects. In experiment, we show how our alignment method is applied to real photo and necessities for further research like photo clustering and massive photo management.

Key words : digital photo, photo matching, block alignment

1. 서 론

최근 들어 디지털 사진을 생성할 수 있는 다양한 매체의 대중화로 인해 매년 생성되는 사진의 양은 급격히 늘고 있다. 하지만 이 같은 디지털 사진 데이터를 촬영된 내용을 고려하여 명확히 분석 내지 관리하기 위해서는 각 사진 이미지 간의 내용 유사도 및 동일 객체 및 배경의 포함 여부를 측정할 수 있는 방법이 기초가 되어야 한다. 본 논문에서는 이미지 블록 기반의 2차원 정렬 알고리즘을 제시하고 그 효용성에 대해서 살펴보도록 한다.

현재 국내 디지털 카메라 보급대수는 1000만대를 넘어 서고 있는 것으로 알려져 있으며, 휴대폰에 포함된 카메라까지 포함할 경우 가구 당 한 대 이상의 카메라 보유 비율을 넘어선지 이미 오래이다. 또한 저장매체의 지속적인 가격하락으로 인해, 새롭게 생성되는 많은 디지털 사진을 효과적으로 관리하는 것이 문제점으로 대두되고 있다. 한편, 디지털 사진은 일반 아날로그 사진과 달리 EXIF[1]라 불리는 메타데이터를 파일형식 안에 포함하고 있어 사진이 촬영된 환경에 대한 정보를 명시적으로 알 수 있다. 따라서 이 같은 부가정보를 이용하면 사진의 내용이나 정확에 대해서 대략적인 추측이 가능하다. 하지만 [2]에서 연구된 것처럼 일반 사용자들이 선호하는 사건이나 인물별로 사진을 관리 및 그룹화하기 위해서는 명확히 사진의 내용을 비교 판별하는 것이 필수적인 요소이다. 이는 단순히 두 사진 간 내용 비교에서 같은 객체를 포함하고 있는지 또는 유사한 배경에서 촬영된 것 인지를 판별하는 것에서부터 다수 사진에서 특정 객체나 장소를 나타내고 있는 사진들을 검색하는 것에 이르기 까지 다양한 기능을 수행하는데 기초가 된다.

본 논문에서는 비교할 사진 이미지를 블록단위로 분할하여 이들간 2차원 정렬(alignment)을 수행함으로써

최적의 유사도를 가진 블록 영역을 확정하여 이미지의 유사도 판별에 활용한다. 이를 통해 디지털 사진 상에 흔히 드러나는 객체 및 인물의 자세 및 움직임 변화에 유연하게 대응할 수 있는 유사도 비교를 수행하도록 고려하였다.

본 논문에서는 블록 기반 접근법에 기반을 두어, 사진 내에서 특정 객체를 인식하고 판별하는 고차원 분석법의 적용을 피함으로써 계산의 복잡함을 줄이고, 위치정보를 제대로 반영하지 못하는 저차원 분석법의 결함을 블록이 놓이는 위치를 통해 보완하여 디지털 사진에 적합한 이미지 유사도 비교를 수행하였다.

2. 이전 연구

디지털 사진의 유사도를 구하기 위한 기존의 방법은 크게 사진에 포함된 메타데이터를 주된 측정 기준으로 활용하는 방법과 사진의 내용을 기준으로 접근하는 방법으로 나뉘 볼 수 있다.

먼저 메타데이터에 기반을 둔 방법들은 다음과 같은 것들이 있다. 우선, 처리해야 할 사진들이 특정 개인의 사진이면서 해당 순간에 한 대의 카메라를 이용하여 촬영되었을 경우, 사진의 촬영시각을 기준으로 유사도를 평가하는 방법을 적용할 수 있다. 이는 시간상 거리가 인접하면 사진이 동일한 사건(이벤트)에서 촬영되었을 것이라 가정하는 것으로, 대부분의 개인 사진들은 인접한 시공간 상에서 촬영되어 시간 간격이 큰 사진들은 실제로 발생빈도가 얼마 되지 않으며 이들을 기준으로 촬영 사건이 나뉘는 경우가 많다는 연구[3]에 기초한 방법이다. 대표적으로 Cooper의 방법[4]에 나타난 바와 같이 사진들 간의 촬영 간격을 수학적으로 분석함으로써 내용적 유사도(동일 사건에 속하는 정도)를 유추하는 방법이 있다. 한편으로 EXIF 상에 나타난 각 필드 정보들을 확률적으로 분석함으로써 해당 사진이 실내 혹은 실외에서 촬영된 것인지, 일출 및 일몰과 같은 특정한 상황에서 촬영한 것인지 판별하는 연구도 소개된 바 있다[5]. 또한, 현재 고급 카메라 기종에 탑재되어 있는 GPS 정보를 이용하여 지리적으로 유사한 사진들을 클러스터링 하는 방법에 대한 연구[6]도 알려져 있다. 이와 같은 방법들은 모두 EXIF에 나타난 디지털 사진의 부가정보를 주된 사진 유사도의 판단 기준으로 활용하는 것이다. 이 방법들은 적은 계산량으로 많은 사진을 빠르게 유추할 수는 있지만 내용정보를 충분히 반영하지 못한다는 문제점이 존재한다. 더군다나 개인의 소수 카메라 사진에 대해서만 적용되기에 현재와 같이 디지털 카메라의 보급률이 높은 상태에서는 여러 대의 카메라로 촬영한 사진에 적용하기에는 어려움이 따른다.

내용 정보를 주로 반영하는 방법들은 CBIR(Content-Based Image Retrieval)에서 주로 다루고 있는 것과

같이 이미지 내용을 나타내는 특징점을 추출하여 비교함으로써 이미지의 유사도를 파악하는 방법이다. 기본적인 이미지 특징 분석 방법으로는 히스토그램을 비롯하여 모멘트(moment), CCV(color coherence vector), 텍스처 유사도 분석법(Tamura feature, global texture descriptor, Gabor histogram/vector) 및 비교적 최근에 소개된 MPEG7 이미지 기술 방법 등이 있다[7,8]. 고차원 분석법에는 객체의 인식 및 동일유형의 다른 객체와의 구별과 관련된 방법들이 있으며 이들은 상대적으로 계산량이 많으며 원하는 객체를 모두 찾기는 어려우므로 민감도가 떨어지는 단점이 있다.

이미지의 저차원 특징 분석과 함께 이미지를 블록 단위로 분할하여 특정 객체를 유추하는 방법은 각 블록의 위치로 이미지 상의 공간적인 객체의 정보를 나타낼 수 있으며 각 특징 분석은 해당 블록이 가지는 이미지 영역의 정보를 표현할 수 있다. 또한 이미지 내에서 블록이 존재하는 위치에 따라서 가중치를 달리하는 방법도 소개된 바 있다[9]. 이미지 내에서 중심으로 갈수록 블록의 가중치를 높이 주는 방법으로 일반적으로 중요 객체가 사진의 중앙에 오기는 하지만 두 명의 인물이 촬영된 사진의 정중앙에는 인물사이의 배경이 위치하게 되는 등 구도가 달라짐에 따라 단순히 위치의 가중치만으로는 적용하기에 어려움이 있었다. 한편, 이미지 데이터베이스를 찾는 데에 있어서도 이미지 블록 별로 색인하여 특정 객체가 나타났는지 여부를 블록 특징 비교를 통해서 검색할 수 있다[10].

3. 블록 분할 및 유사도 비교

본 논문에서 제안하는 2차원 정렬을 수행하기 위해서는 우선 이미지를 적당한 크기의 블록들로 분할해야 한다. 블록들을 곱게 나눌수록 계산량은 줄고 한 블록에서 많은 영역을 보게 되므로 사진의 개략적인 내용을 표현할 수 있지만 세부적인 변화 및 경계 영역의 이동과 같은 부분을 놓칠 수 있다. 반대로 너무 작게 설정하면 계산량 증가와 함께 지나치게 국지적인 정보(극단적으로 얘기하면 픽셀 1개)만을 가리키게 되므로 적절한 크기의 블록을 갖는 것이 사진 비교에 있어 중요하다.

3.1 2차원 블록 정렬 알고리즘

사진 P 가 있을 때 이는 블록 분할을 통해 블록 b_i 의 집합으로 나타난다($P = \{b_i\}$). 두 사진의 내용기반 매칭을 위해서는 각각 블록 분할을 한 이후, 두 블록들 사이에서 유사도가 가장 높은 상위 블록 쌍을 구한다. 색상비율을 선형적으로 적용하여 두 이미지에서 가장 유사한 블록을 찾는 과정은 이전 연구[11]에 나타나 있다. 본 논문에서는 이를 발전시켜 종류별 사진에 대하여 블록 확장 방법을 실험하고 성능을 분석한다. 이를 위해 유사

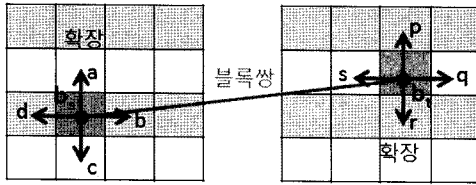


그림 1 블록 쌍을 기준으로 4방향의 인접 블록들에 대해서 유사도를 평가하고 높은 곳으로 확장하는 과정

도가 높은 N개의 블록 쌍에 대하여 2차원 블록 정렬 알고리즘을 반복적으로 적용하여 도출된 N개의 내용매칭 결과 중 가장 높은 유사도를 해당 입력 이미지 간의 최종 유사도로 삼으며, 여기서는 간략히 FindSeed(·) 함수에서 최적의 블록 쌍을 돌려준다고 가정한다.

$$M = \text{FindSeed}(P_x, P_y)$$

$$(\because M = \langle b_s, b_t \rangle)$$

계산할 블록 쌍 M이 정해졌으면 이를 중심으로 인접 영역들로 유사 블록을 확장시켜 나간다. 블록은 4-방향 연결성(4-direction connectivity)을 가진다고 가정하고 확장된 영역의 주변 블록들에 대해서 두 이미지 블록들 간의 유사도를 조사하여 가장 높은 값을 가지는 블록을 선택하여 확장해나간다. 현재 확장된 영역을 $R = \langle b_r \rangle$ 이라고 했을 때, Neighbor(·)는 어떤 블록 영역 R을 받아들이어 이와 연결된 인접 블록들을 돌려주는 함수라고 정의한다.

$$N = \text{Neighbor}(R) \quad (N = \{b_n\})$$

$$\text{FindBlock}(N) = \arg \max_{b_n} \{score\{b_n\}\}$$

$$b_{new} = \text{FindBlock}(N)$$

$$R = \langle b_r \rangle + b_{new}$$

위에서 score(·) 함수는 입력된 블록과 이에 대응되는 블록과의 유사도를 계산하는 함수라고 정의한다. 이는 두 블록 간의 유사도가 평균치 미만이면 음수값을, 평균치 이상이면 양수값을 갖는다. FindBlock(·)은 인접 블록들 중에서 유사도 값이 가장 높은 블록을 찾는 역할을 한다. 이때 찾아진 블록 b_{new} 는 비록 유사도가 기준치 이하이더라도 지역 최대값(local maxima)을 지나 있을지 모르는 유사 블록을 찾기 위해 용인하고 계속 진행해 나간다. 따라서 최종적으로는 두 사진 P_x 와 P_y 가 교차되는 모든 블록 영역에 대해서 정렬이 진행되며, 이 중에서 처음 기준 블록(블록 쌍)에서부터 시작하여 가장 큰 유사도(Similarity(R))를 가지는 확장된 블록 영역까지가 최종 매칭 영역이 된다.

$$nBlock(R) = \arg \max_{0 \leq N \leq |R|} \sum_{r=0}^N score(b_r)$$

$$\text{Similarity}(R) = \sum_{r=0}^{nBlock(R)} score(b_r)$$

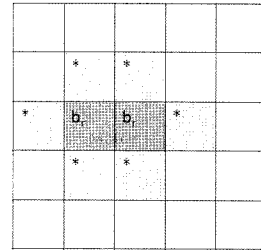


그림 2 확장 블록의 인접 블록들(*표시)중 b_{new} 를 선택

위 식에서 영역을 저장하는 R은 두 이미지가 교차되는 모든 블록을 블록이 확장된 순서대로 가지고 있으며, 이의 score 값을 기준이 되는 블록 쌍 score값부터 더해 나가며 전체 블록 범위 중 가장 큰 값을 가지는 블록까지를 유사영역으로 추정할 수 있다. 이때 최종 유사 블록의 개수는 nBlock(·) 함수로 구할 수 있으며 이때의 합산 score는 Similarity(·) 함수를 통해 얻을 수 있다.

3.2 블록 간 유사도 비교 방법

두 단위 블록 간 내용 유사도를 측정하기 위해서는 먼저 사진 이미지를 주어진 블록 개수에 맞게 이미지를 분할한다. 계산시 컬러스페이스는 원래 이미지의 RGB와 변환된 HSV 두가지를 사용한다. 계산방식은 블록에 속하는 각 픽셀별 값의 차이를 이용하는 방법과 히스토그램을 이용하는 방법 두가지를 사용하며, 히스토그램 적용시 분할된 블록 이미지는 각각히 히스토그램 계산 값을 가지며 단색의 배경부분만(하늘, 해변, 바다, 숲 등) 매치되어 같은 이미지로 도출되는 것을 피하기 위해서 색 분포에 따른 가중치를 조정해준다. 블록 간 유사도 측정은 기준 블록 쌍이 사진 내 가장 유사한 영역을 가리킨다 가정할 때 해당 블록 주변의 유사하다고 추정되는 블록들이 실제로 얼마나 같은지를 확인하는 과정이다.

$$score(b_r) =$$

$$- \sum_{j=0}^{|p_i|} \sqrt{(r_{p_i}^2 - r_{p_j}^2) + (g_{p_i}^2 - g_{p_j}^2) + (b_{p_i}^2 - b_{p_j}^2)} - threshold$$

$$(p_i \in b_r, p_j \in b_s, |p_i| = |p_j|)$$

픽셀단위 계산을 하는 경우의 score(·)는 위와 같다. 여기서 b_r 에 대응하는 비교 이미지의 블록을 b_s 라 할 때, 두 블록에 속하는 각 픽셀 p_i, p_j 에 대해서 그 거리값에 기준 threshold를 빼주게 된다. 이때 거리는 작을수록 유사하므로 score값으로 사용하기 위해 부호를 바꿔준다.

히스토그램 방식의 비교시는 색상 가중치가 조정된 히스토그램을 correlation 방식으로 비교한다[11].

2차원 블록 정렬 방법을 사용하면 기존의 단순 확장(flood fill)방법이 지역적인 최적값(local maxima)에 빠질 수 있다는 단점을 보완할 수 있다. 그림 3(a)에서 보는 것과 같이 유사영역 사이에 다른 장애물이 놓여 있

을 경우 단순 확장 방법은 인접 장애물의 유사도가 떨어지므로 종료되는 반면 2차원 정렬 방법은 장애물의 유사도에서 감점이 되더라도 그 너머에 있는 유사 블록까지 도달할 수 있게 설계되어 있다.

3.3 두 사진의 2차원 정렬 매칭 평가

앞에서 우리는 두 사진의 블록 기반 2차원 정렬을 통해 유사하다고 추정되는 블록 영역과 각 블록별 유사도 및 이들의 합을 구할 수 있었다. 하지만 이를 다수 영상의 비교에 쓰기 위해서는 블록 유사도 값을 정규화된 수치로 도출할 필요가 있다.

입력 사진에 따라서 어떤 것은 많은 양의 블록이 서로 교차되고 2차원 정렬 결과 다수의 블록이 일치되는 경우(주로 배경이 유사한 경우)가 있는 반면, 중복되는 블록의 수는 적으나 해당 블록의 유사도 값이 높은 경우(객체가 유사한 경우)에 대해서 모두 고려할 수 있어야 하겠다.

$$E_1(R) = \frac{Similarity(R)}{\min(|\{b_s \in P_x\}|, |\{b_t \in P_y\}|)}$$

E_1 평가값은 확장된 블록의 유사도 값을 다 더한 다음 정규화를 위해서 원래 사진의 블록의 개수 중 작은 것을 기준으로 나눠주는 것이다. 이는 전체 사진 영역 대비 얼마만큼의 영역이 유사영역으로 판별되었는지 확인하며 블록 유사도 판단을 위한 기준값(threshold)이 높을수록 값은 커지게 된다.

$$E_2(R) = \frac{Similarity(R)}{nBlock(R)}$$

E_2 평가값은 유사도 값의 합을 확장 블록의 수로 나누는 것으로 이는 비교적 적은 크기의 동일 객체가 있는 사진을 평가할 때 유용하다. 하지만 유사영역이 없는

곳에서 우연히 높은 유사도의 블록이 존재할 경우 유사도를 오판할 수도 있다.

$$E_3(R) = \frac{Similarity(R)}{\sqrt{nBlock(R)}}$$

E_3 평가값은 특정 블록들 간의 유사도가 높더라도 많은 블록으로 확장됐을 경우에 더 높은 값을 가질 수 있도록 조정한다.

4. 실험 및 클러스터링

4.1 블록 정렬방법의 평가

본 논문에서 제안한 2차원 블록 정렬 방법의 평가를 위하여 다음과 같은 사진 데이터에 대해서 실험을 수행하였다.

(1) 같은 배경에 같은 객체(SBSO)

여기에는 사진의 스케일(확대/축소), 사진 내 객체의 이동, 객체의 자세 변경, 회전, 등장인물 일부 변경/교체 및 카메라의 이동/회전 등과 같은 내용을 포함하는 사진들이 입력으로 들어온다.

(2) 같은 배경에 다른 객체(SBDO)

동일한 장소를 배경으로 찍은 사진 입력으로 스케일 및 등장인물(객체)이 다른 사진들.

(3) 다른 배경에 같은 객체(DBSO)

동일 인물 내지 객체가 다른 장소에서 촬영된 사진들로 촬영 인물의 스케일이나 위치, 자세는 다양하게 입력된다.

(4) 다른 배경에 다른 객체(DBDO)

서로 상이한 배경에 다른 인물(객체)가 등장한다. 사람이 봤을 때 서로간의 내용 유사도가 없는 사진들로 구성된다.

실험에는 RGB 컬러를 사용한 픽셀단위 블록 매칭과 HSV를 이용한 히스토그램 기반 블록 매칭을 711장의 디지털 사진을 대상으로 수행했으며 두 블록비교시 각 픽셀값들의 차의 평균을 이용하였다.

표 1에는 실험결과에 따른 수치를 표시하였다. 앞의 세가지 경우(SBSO, SBDO, DBSO)는 올바르게 판단한 결과 수치를 나타내며 DBDO의 경우는 잘못된(내용이 다른) 입력사진을 결과상으로도 다르게 판별한 수치를 나타낸다. 결과를 살펴보면 같은 배경에 같은 객체는 비교적 변동이 큰 사진들이 많이 포함되어 있음에도 불구하고 잘 찾고 있으나 다른 배경의 같은 객체는 성능이 다른 경우에 미치지 못하는 것으로 도출되고 있다. 이것은 사진 내에서 동일 영역에 해당하는 면적이 상당히 작아 각 사진 혹은 촬영한 카메라별로 생성된 이미지의 밝기나 대비차, 화이트 밸런스 등에 영향을 많이 받기 때문인 것으로 보인다. 또한 이는 다른 배경의 다른 사진(DBDO)의 검출능력과 반비례 관계를 보이는데, 같은

표 1 여러 가지 입력 데이터에 대하여 블록 유사도 실험을 수행한 결과. 각 경우에 있어서의 민감도(sensitivity)를 나타내고 있다(8×6 RGB, 16×12 HSV, 픽셀기준치 90.0, 히스토그램 기준치 0.55 사용).

분류	SBSO	SBDO	DBSO	DBDO
비교쌍	220	60	38	2775
픽셀비교 (RGB) E_1	0.795	0.833	0.405	0.531
히스토그램 (HSV) E_1	0.768	0.917	0.263	0.694
히스토그램 (HSV) E_2	0.818	0.950	0.342	0.641
히스토그램 (HLS) E_2	0.795	0.917	0.395	0.603
히스토그램 (HSV) E_3	0.795	0.933	0.316	0.666
히스토그램 (Luv) E_3	0.959	0.983	0.711	0.350

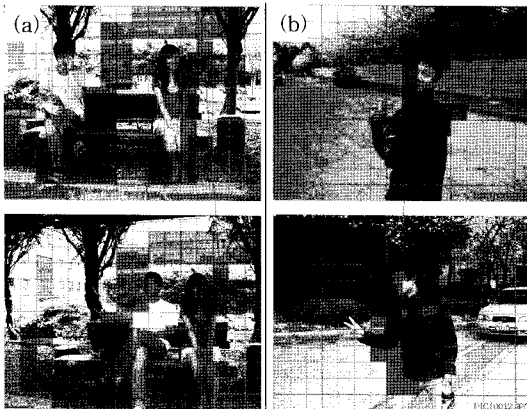


그림 3 같은 배경에서 등장인물이 교체된 사진 예 (a), 카메라의 촬영 위치를 달리하여 동일 객체의 보이는 각도가 달라진 예 (b)

객체의 미세한 부분까지 동일 영역으로 판단하기 위해서는 그만큼 다른 부분도 잘못 판단하게 되는 경우 (false positive)도 많아지기 때문이다.

다음의 그림들은 2차원 블록 매칭 결과 예를 보여주고 있다. 그림 3(a)의 경우에는 SBSO에 속한 테스트 사진 쌍으로 동일 위치에서 촬영했지만 카메라의 회전으로 사진촬영 배경이 이동했고 촬영 인물 중 한 사람이 교체되면서 그 위치와 자세가 달라진 경우이다. 그밖에 그림 3(b)와 같이 촬영하는 카메라의 위치가 변경된 경우에도 객체의 겉모습이 명확하고 자세가 크게 변경되지 않은 경우라면 매칭이 일어나는 경우가 많았다.

5. 결론

본 논문에서는 디지털 사진의 정확한 분석 및 관리를 위해 필수적인 요소인 사진을 비교하는 방법에 대해서 살펴보았다. 이를 위해서 저차원 분석법의 장점에 사진 이미지를 블록으로 분할함으로써 공간 정보를 반영할 수 있도록 보완하였으며, 유사도 평가를 함에 있어, 2차원 블록 정렬 방법을 이용하여 전체 이미지 내에서 최적화된 블록 유사 영역을 구할 수 있었다. 따라서 기존 연구에서 객체의 자세 변경 및 이동 혹은 객체의 블록 영역이 다른 물체에 의해 일부 가려진 경우에 올바르게 계산되지 못하던 점을 보완하여 다변성이 큰 디지털 사진에 보다 적합한 비교를 할 수 있었다. 한편 줌이 조정된 사진에 경우에도 그 시간차가 크지 않은 사진에 대해서는 EXIF의 초점거리 정보를 이용하여 블록 사이드를 조정하면 대략적인 유추를 할 수 있었다.

디지털 사진 비교는 내용을 고려하는 디지털 사진 관리의 핵심적인 부분이다. 따라서 이후에 진행될 EXIF

정보를 활용한 동일 사진별 클러스터링 내지, 촬영 장소, 촬영된 인물 검색에 있어서 계산의 토대가 된다. 특히 디지털 카메라의 보급률이 높아져 다수의 카메라로 같은 상황에서 촬영을 하는 경우가 빈번하기에, 제한한 사진 비교 방법을 활용하면 각 카메라로 서로를 촬영했거나 동일 장소를 여행하면서 촬영한 사진을 효과적으로 검색하고 관리하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 인물별 관리/검색의 경우 그 유용성은 충분히 알려져 있으나, 현재까지 괄목할만한 연구는 발표되지 않고 있다. 제시한 방법을 이용하여 같은 겉모습(의상 등)을 한 동일 객체에 대해 개략적인 검색을 할 수 있기에 비록 정확한 인물 검색은 되지 못하더라도, 개인 사진에서 흔히 나타나는 소수의 촬영 인물에 대해서는 도움을 줄 수 있다.

참고 문헌

- [1] JEIDA, *Digital still camera image file format standard*, 1998.
- [2] K. Rodden and K. R. Wood, "How do people manage their digital photographs?," *Proc. CHI'03*, pp.409-416, 2003.
- [3] A. Loui and A. Savakis, "Automatic event clustering and quality screening of consumer pictures for digital albuming," *IEEE Trans. Multimedia*, 5(3):390-402, 2003.
- [4] M. Cooper, J. Foote, A. Girgensohn, and L. Wilcox, "Temporal event clustering for digital photo collections," *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.*, vol.1, no.3, pp.269-288, 2005.
- [5] M. Boutell and J. Luo, "Bayesian fusion of camera metadata cues in semantic scene classification," *Proc. of CVPR'04*, vol.2, pp.623-630, 2004.
- [6] M. Naaman, Y. J. Song, A. Paepcke, and H. Garcia-Molina, "Automatic organization for digital photographs with geographic coordinates," *Proc. JDCL'04*, pp.53-62, 2004.
- [7] T. Deselaers, D. Keysers and H. Ney, "Features for image retrieval: an experimental comparison," *Information Retrieval*, vol.11, pp.77-107, 2008.
- [8] F. Long, H. Zhang and D. Feng, "Fundamentals of content-based image retrieval," *Multimedia Information Retrieval and Management*, Springer, 2003.
- [9] X. Li, "Image retrieval based on perceptively weighted color blocks," *Pattern Recognition Letters*, vol.24, pp.1935-1941, 2003.
- [10] K. Vu, K. A. Hua and W. Tavanapong, "Image retrieval based on regions of interest," *IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering*, vol.15, no.4, pp.1045-1049, 2003.
- [11] C. Jang, J. Lee, J. Lee, and H. Cho, "Smart management system for digital photographs using temporal and spatial features with EXIF metadata," *Proc. of ICDIM'07*, pp.110-115, 2007.