

객체 MBR을 이용한 이미지 내용 기반 색상정보 및 모양정보 추출 기법

한정운*, 김병곤*, 이재호**, 정헌석*, 임해철*

hanjw@cs.hongik.ac.kr

*홍익대학교 컴퓨터공학과

**인천교육대학 컴퓨터교육과

Image color and shape feature extraction technique using object MBR

Joung-Woon Han*, Byung-Gon Kim*, Jaeho Lee**, Hunsuk Chung, Haechull Lim*

*Dept. of Computer Engineering, Hong Ik University

**Dept. of Computer Education, Incheon National University of Education

요 약

대용량의 멀티미디어 자료를 기반으로 하는 산업의 급성장은 이에 적합한 효율적인 저장 및 검색시스템을 요구하고 있다. 그러나, 멀티미디어 자료의 고차원적인 특성은 저장과 검색에 있어 성능을 저하시키는 문제점으로 지적되고 있다. 이를 해결하기 위하여 멀티미디어 자료로부터 저차원의 특성을 추출하여 내용기반 검색을 수행하는 연구가 진행되어오고 있다. 본 논문에서는 이미지내의 객체 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 이용하여 저차원의 색상정보와 모양정보를 추출하는 기법을 제안한다. 히스토그램 정보는 이미지의 객체를 포함하는 MBR을 이용하여 9개의 타일로 균등분할하여 추출하며, 모양정보는 객체 MBR의 중심으로부터 16방향의 스캐닝을 통해 16개의 점으로 구성된 모양정보를 추출한다. 실험을 통하여 추출된 정보의 검색성능을 평가하였다.

1. 서 론

최근 들어 멀티미디어 자료를 기반으로 하는 캐릭터 산업의 급성장은 이에 맞는 효율적인 저장 및 검색시스템을 요구하고 있다. 그러나, 멀티미디어 자료의 고차원적인 특성은 저장과 검색에 있어 성능을 저하시키는 문제점으로 지적되고 있다. 이를 극복하기 위하여 멀티미디어 자료의 내용에 기반한 저차원의 특성을 추출하여 저장 및 검색에 이용하는 기법에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 멀티미디어 자료에 대한 내용기반 검색은 사용자의 특별한 명세 없이 검색결과를 얻을 수 있기 때문에 텍스트 기반의 검색시스템의 문제점을 보완하는 측면에서도 많은 연구의 대상이 되고 있다. 본 연구는 캐릭터 이미지의 내용기반 검색을 위한 기술에 중점을 둔다.

이미지 내용을 표현하기 위해 사용되어진 특징들을 살펴보면 컬러 히스토그램을 이용하는 방법[1,2,3], 이미지에 대한 명세, 객체의 모양, 질감 등을 이용하는 방법[1,4,5]등이 있다. 이 중에서 이미지 데이터를 표현하기 위하여 일반적으로 사용되는 방법이 컬러 히스토그램이다. 컬러 히스토그램을 고차원으로 이용할 경우 이미지에 대한 많은 색상 정보를 유지함으로써 이미지간의 유사도 검색 시 정밀도가 높은 장점을 지니고 있다. 그러나, Rⁿ-트리[8]와 같은 색인 구조에서는 많은 집침이 발생하여 검색성능을 저하시키고, 고비용의 유사도 계산을 해야 하는 단점이 있다. 반면 저차원의 컬러 히스토그램을 사용할 경우에는 색인 구조에 효율적인 뿐 아니라 저비용의 계산으로 유사도를 측정할 수 있으나, 이미지에 대한 색상 정보의 손실로 유사도 검색 시 정밀도가 떨어지는 단점이 있다.

본 논문에서는 저차원 히스토그램으로의 변환을 통해 손실되어진 이미지의 색상 정보를 보완하고 효율적인 검색을 수행하기 위하여 AIRT(Average RGB using Image Tiling)[7]방법을 사용하였다. 캐릭터 이미지는 색상의 분포가 주로 객체중심으로 구성되어 있는 특성이 있다. 캐릭터 객체 이외의 색상은 검색 정보로서 의미가 없기 때문에 본 연구는 한국과학기술원 특장기초연구과제(No.98-0102-09-01-3)의 지원을 받았음

객체중심의 MBR(Minimum Bounding Rectangle)정보를 일차적으로 추출한 후 이를 기반으로 ARIT방법을 이용하여 히스토그램 정보를 추출하는 2단계의 추출기법을 제안하였다.

이미지의 내용기반 검색에 이용되어지는 다른 특성으로 모양정보가 있다. 모양정보는 이미지 내의 동일 색상 집합(Color Set)을 추출하여 이용하는 방법[4,6]과 이미지 내의 객체로부터 외곽선 정보를 추출하는 방법[5]이 있다. 이들 중 외곽선의 모양정보는 그 자체로서 검색에 이용되기보다는 색상정보에서 손실되어진 정보를 보완하는 측면에서 이용되고 있으며, 객체의 크기, 회전, 위치가 다른 이미지를 검색하는 기능을 수행한다. 본 논문에서는 캐릭터 이미지로부터 객체 중심의 MBR정보를 일차적으로 추출한 후 이를 기반으로 16방향의 스캐닝을 통해 16개의 점으로 구성된 외곽선 정보를 추출하는 기법을 제안하였다. 2장에서는 이미지 내용기반 검색시스템에 관련한 연구에 대하여 알아보고, 3장에서는 MBR을 이용한 색상정보 추출기법과 모양정보 추출기법에 대하여 제안하며, 4장에서는 제안한 기법을 이용한 검색을 수행하여 얻어진 결과이미지를 비교하여 성능을 평가한다.

2. 관련 연구

2.1. 히스토그램 정보

이미지의 내용을 표현하기 위해 히스토그램 정보를 이용하는 것으로 QBIC(Query By Image Content)[1] 시스템과 VisualSEEK [4]시스템이 있다. QBIC시스템에서는 아래의 식과 같이 이미지의 전체 픽셀에 평균 RGB 방법을 이용하여 고차원 컬러 히스토그램을 3차원으로

$$R_{avg} = (1/N) \sum_{p=1}^N R(p)$$

$$G_{avg} = (1/N) \sum_{p=1}^N G(p)$$

$$B_{avg} = (1/N) \sum_{p=1}^N B(p) \quad p: \text{픽셀} \quad N: \text{전체픽셀수}$$

의 저차원 변환을 수행하여 색상정보로 이용한다. 그러나, QBIC시스템과 같이 고차원의 히스토그램을 저차원으로 변환하여 이용하는 방법은

이미지에 대한 색상의 분포만을 특징으로 이용함으로써 손실되는 이미지 정보의 양이 많기 때문에 실제로 전혀 다른 이미지에도 불구하고 유사한 색상의 분포를 지니는 특징을 지니게 될 경우 후보 이미지로 선택되어 질 수 있는 문제점이 있다.

VisualSEEK[4]시스템에서는 이미지를 대표하는 색상집합(Color Set)을 추출하는 방법을 이용한다. 이미지로부터 추출 가능한 모든 유사한 색상의 집합을 구하고, 이들 중 특정 크기 이하의 색상집합을 제거하여 색상집합의 수를 줄인다. 마지막 단계에 남은 색상집합을 이미지를 대표하는 특징으로 저장과 검색에 이용한다. 그러나, 색상집합의 크기가 작다 하더라도 중요한 객체를 포함하고 있을 경우 이에 대한 손실이 발생하는 문제점이 있다.

2.2. 모양 정보

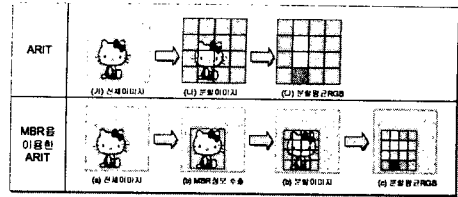
이미지로부터 모양정보를 추출하는 방법으로는 동일 색상 집합 (Color Set)을 추출하여 이용하는 방법[4,6]과 이미지내의 객체로부터 외곽선 정보를 추출하는 방법[5]이 있다. 이 중 외곽선을 모양정보로 이용하는 방법은 색상정보만으로는 검색할 수 없는 객체의 크기, 회전, 위치가 다른 이미지를 검색하는 정보로 이용되어 진다. 그러나 외곽선 정보 한가지만을 이용하여 크기, 회전, 위치가 다른 이미지를 동시에 검색하기는 매우 어려우며 이에 대한 많은 연구가 진행 중에 있다. [5]에서는 이미지의 중심점을 구한 후 이를 기준으로 24방향의 스캐닝을 통해 24개의 점으로 구성된 외곽선 정보를 추출하는 방법을 이용한다. 그러나, 이미지의 중심점을 기준으로 외곽선 정보를 추출함으로써 객체 위치가 다른 이미지와 회전된 객체를 포함하는 이미지를 검색하지 못하는 문제점이 있다.

[6]은 이미지 내의 유사한 색상을 지니는 색상집합(Color Pairs)을 추출하여 객체를 표현하는 특성으로 이용한다. 우선 이미지를 동일크기의 셀로 분할한 후 유사한 색상분포를 지니는 셀들을 동일한 색상집합으로 구성한다. 구성된 색상집합에서 특정 개수 이하의 집합을 제거한 후에 남은 색상집합을 이미지 내에서 구별되어지는 객체로 이용한다. 그러나, 이미지 내에 존재하는 중요 객체의 크기가 특정 개수 이하의 셀을 차지하고 있을 경우 제거되어지는 문제점이 있다.

3. 객체 MBR을 이용한 히스토그램 정보의 추출

이미지로부터 저차원의 히스토그램 정보를 추출하기 위하여 ARIT(Average RGB using Image Tiling)[7]방법을 이용한다. ARIT방법의 기본개념은 다음과 같다. [그림 1]의 (나)와 같이 전체 이미지를 동일 크기의 타일로 분할하고 (다)와 같이 각 타일에 대하여 평균RGB 값을 구하여 일정한 순서에 의해 각 타일의 평균RGB 값을 구한다. 구하여진 이미지 타일 평균 RGB 값을 이용하여 인덱스를 구성한다. 분할된 각 타일에 대한 평균 RGB 값은 QBIC 시스템에서와 같이 고차원 컬러 히스토그램의 급격한 저차원 변환 과정으로 인한 정보 손실이 존재하지만, 필터링 수행 시에 비교하는 두 이미지의 동일한 위치의 타일에 대한 평균 RGB 값을 비교함으로써 저차원 변환에 대한 색상 정보 손실을 보완할 수 있다.

그러나, 캐릭터 이미지의 색상 정보는 객체중심으로 집중되어 있는 특징을 보이고 있다. 이미지 중심의 분할을 통해 평균RGB값을 추출할 경우 동일한 값을 지니는 타일이 존재하여 객체 구별능력이 저하되는 것을 피할 수 없다. 이를 보완하기 위하여, [그림1]의 (b)와 같이 이미지로부터 객체를 포함하는 MBR정보를 추출하고, 이를 기반으로 ARIT를 적용하여 히스토그램정보를 추출함으로써 중복되는 값을 최소화한다. 이렇게 추출된 정보는 객체중심의 정보를 포함하므로 객체 구



[그림 1] ARIT방법과 MBR을 이용한 ARIT방법

별능력의 성능향상을 얻을 수 있다. 본 논문에서 제안하는 MBR을 이용한 히스토그램 정보 추출 알고리즘은 다음과 같다.

MBRColorFeature(Image, TileNum)

입력 : 이미지(Image), 타일 수(TileNum)

출력 : 타일별 평균 RGB 값

1. 객체를 포함하는 MBR정보 추출
2. MBR정보를 이용하여 타일 개수의 일정한 크기로 분할
3. 각 타일에 대한 RGB 히스토그램 계산.
4. RGB 히스토그램을 가지고 평균 RGB 계산.
5. 계산된 평균 RGB 값을 정해진 순서대로 배열에 저장하여 반환

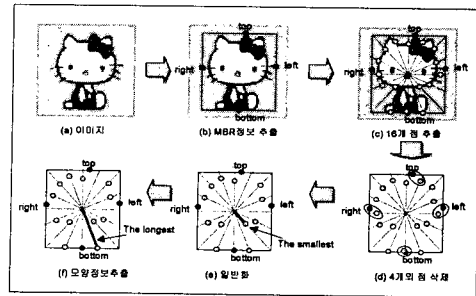
[그림2]는 질의이미지에 대하여 ARIT방법과 MBR을 이용한 ARIT방법으로 히스토그램 정보를 각각 추출하여 유사 이미지 자료들과 거리 값을 계산한 결과이다. MBR을 이용하여 추출한 히스토그램 정보가 ARIT방법을 이용하여 추출한 정보보다 적은 거리 값을 지니며, 이는 k-최근접객체질의 검색수행 시 MBR을 이용하지 않은 경우보다 상위등수로 선택될 수 있음을 나타낸다.

질의 이미지					
MBR을 이용한 ARIT	d : 282.41	d : 292.8	d : 293.55	d : 299.86	
ARIT	d : 367.34	d : 421.51	d : 430.01	d : 485.36	

[그림 2] ARIT방법과 MBR을 이용한 ARIT방법의 유사도 비교

4. 객체 MBR을 이용한 모양정보의 추출

2.2절에서 언급한 바와 같이 이미지로부터 추출된 외곽선 정보는 객체의 크기, 회전, 위치가 다른 이미지를 검색할 수 있어야 한다.



[그림 3] MBR을 이용한 모양정보 추출 방법

MBR을 고려하지 않고 이미지의 중심점을 기준으로 외곽선을 추출할 경우 객체의 회전과 위치변동이 있는 이미지에 대하여 검색 성능이 급격히 저하되는 문제점을 보이고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위

하여 [그림 3]의 (b)와 같이 객체의 위치 변화에도 정보의 손실을 최소화하기 위하여 이미지내의 객체를 포함하는 MBR정보 추출하여 (c)의 외곽선 정보 추출에 이용한다. 일반화 과정을 통하여 객체 크기의 변형을, 차원 순서 결정단계를 통하여 회전되어진 객체의 검색 성능을 향상시켰다. MBR을 이용한 외곽선 정보 추출기법에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

MBRShapeFeature(Image)

입력 : 이미지(Image)

출력 : 16차원의 외곽선 모양정보

- (b) top, bottom, right, left의 4개 점을 추출하여 MBR정보를 계산
- (c) MBR정보를 기준으로 총 16방향으로 스캔하여 16개의 점을 추출
- (d) 16개의 점들 중 (b)에서 추출한 점과 유사한 4개의 점을 제거
- (e) MBR중심으로부터 각 점까지의 거리를 계산한 후 가장 짧은 것을 선택하여 일반화
- (f) 일반화된 값을 기준으로 가장 큰 값을 선택하여 모양정보의 차원 순서 결정 후 저장 및 반환

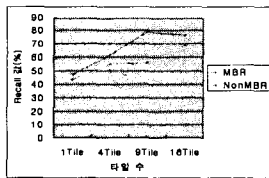
5. 실험 및 평가

앞에서 언급한 바와 같이 본 논문에서는 MBR을 이용한 색상정보와 모양정보의 추출기법을 제안하였다. 제안된 기법의 성능을 측정하기 위하여 추출된 특성별로 R²-트리[8]를 구축하고 최근접객체질의(k-NNQ)[9]를 통해 얻은 결과 값을 비교 평가하였다.

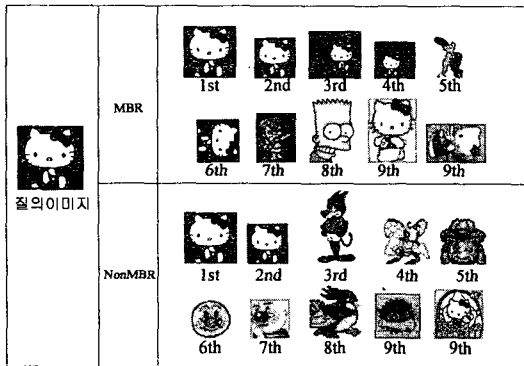
실험을 위하여 인터넷으로부터 수집한 2,500개의 캐릭터 이미지를 이용하였고 구현 언어로는 VisualC++를 사용하였다. 성능평가에 이용한 기준은 Recall 값이며 다음과 같이 정의한다.

$$Recall(\%) = \frac{\text{유사 이미지 개수}}{n} \times 100, n : k\text{-최근접객체질의결과개수}$$

[그림 4]는 캐릭터 이미지에 대하여 각각 1, 4, 9, 16Tile로 분할하여 색상정보를 추출하고 MBR정보를 이용했을 경우와 하지 않았을 경우의 k-최근접객체질의(k=20) 결과를 비교한 것이다. MBR에 관계없이 이미지 타일 개수가 늘어날수록 검색성능이 향상됨을 알 수 있으며, 캐릭터 이미지의 경우 색상정보가 객체 중심으로 집중되어있는 특징이 있어 MBR을 이용하여 추출된 색상정보가 검색성능이 우수함을 보이고 있다.



[그림4]색상정보를 이용한 k-NNQ(k=20)



[그림 5] 모양정보를 이용한 k-NNQ(k=10)

[그림 5]는 캐릭터 이미지에 대하여 MBR을 이용하여 모양정보를 추출한 경우와 이미지 중심점을 기반으로 모양정보를 추출한 경우의 k-최근접객체질의(k=10) 결과이다. 앞에서 언급한 바와 같이 이미지 내 객체MBR을 이용하여 모양정보를 추출할 경우가 객체 위치의 이동 및 회전에 대한 검색성능이 우수함을 알 수 있다.

[그림 6]은 질의 이미지에 대하여 각각 2개의 크기, 위치, 회전된 이미지를 인덱스 구조에 추가한 후 k-최근접객체질의(k=6)를 통해 변형된 이미지에 대한 검색성능을 비교한 결과이다. MBR을 이용하여 추출된 모양정보가 각 변형에 대하여 우수한 검색성능을 보이고 있다.

Query Image	Recall		Query Image	Recall	
	MBR	NonMBR		MBR	NonMBR
Query01.bmp	83%	33%	Query11.bmp	83%	33%
Query02.bmp	83%	66%	Query12.bmp	83%	33%
Query03.bmp	83%	33%	Query13.bmp	66%	33%
Query04.bmp	66%	33%	Query14.bmp	83%	50%
Query05.bmp	83%	33%	Query15.bmp	66%	33%
Query06.bmp	83%	50%	Query16.bmp	83%	33%
Query07.bmp	83%	33%	Query17.bmp	83%	33%
Query08.bmp	66%	33%	Query18.bmp	83%	33%
Query09.bmp	83%	33%	Query19.bmp	83%	66%
Query10.bmp	83%	66%	Query20.bmp	83%	66%
The average of Recall (20Queries)					
79.6%					
39.65%					

[그림 6] 모양정보를 이용한 k-NNQ(k=6)

6. 결론 및 향후 연구

캐릭터 이미지의 색상정보는 객체에 집중되어 있는 특징이 있다. 이를 고려하기 위하여 MBR을 이용하는 추출기법을 제안하였으며, 실험을 통해 MBR을 이용하여 색상정보를 추출하는 경우 가장 좋은 성능을 나타냄을 알 수 있었다. 또한, MBR을 이용하여 모양정보를 추출할 경우 크기, 회전, 위치가 변형된 객체에 대해서도 우수한 검색성능을 보임을 실험결과를 통해 알 수 있었다. 멀티미디어 데이터에 대한 텍스트 기반 검색시스템의 문제점은 내용기반 특성 추출기법을 이용하여 보완되어진다. 향후 연구과제로는 제안한 특성 추출기법을 기반으로 텍스트 검색기능을 추가한 시스템을 개발하고 XML과의 연결을 통해 효율적인 인터넷 서비스를 위한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] C. Faloutsos, et. al., "Efficient and Effective Querying by Image Content", Journal of Intelligent Information Systems, Vol.3, No.4, pp.231-261, 1994
- [2] Jia. Wang, et. al, "Color Clustering Techniques for Color- Content-Based Image Retrieval from Image Databases", Proc. of the International Conference on Multimedia Computing and Systems. pp. 442-449, June.1997
- [3] Raymond T.Ng and dominic Tam, "An Analysis of Multi-level Color Histograms", In proceedings of the SPIE,1997
- [4] John R. Smith and Shin-Fu Chang, VisualSEEK : a fully automated content-based image query system, ACM Multimedia 96, pp. 87-98, 1996
- [5] Choon-Bo Sim, Kwang-Taek Song, and Jae-Woo Chang, "Content-Based Multimedia Information Retrieval for a Cyber Museum", 8-th Annual Workshop on Information Technologies and Systems, pp. 237-246, 1998
- [6] Tat-Seng Chua, Swee-Kiew Lim, Hung-Keng Pung, 'Content-based Retrieval of Segmented Images', ACM Multimedia, San Francisco, CA, USA, pp. 211-218, 1994
- [7] 한정운, 김병곤, 이재호, 임해철, "이미지 내용 기반 검색을 위한 이미지 타일 평균 RGB 방법", 한국정보과학회 제26회 가을 학술발표회, 1999
- [8] N. Beckman, H.-P. Kriegel, R. Schneider, and B. Seeger, "The R*-tree: an Efficient and Robust Access Method for Points and Rectangles", Proc. ACM SIGMOD, pp. 322-331, May 1990
- [9]Thomas Seidl, H.-P. Kriegel, "Optimal Multi-Step k-Nearest Neighbor Search", Proc. ACM SIGMOD, 1998