다계층 메타데이타 기반 이미지 내용검색 시스템 설계

신용수°, 홍성용, 나연묵
단국대학교 전자컴퓨터공학과
{shinys, syhong, ymnah}@dankook.ac.kr

Design of Content-based Image Retrival System using Multilevel Metadata

Yongsoo Shin°, Sungyong Hong, Yunmook Nah
Department of Computer Engineering, Dankook University

요 약

대부분의 내용기반 이미지 검색 시스템은 이미지의 특징 벡터인 색상, 모양, 그리고 질감에 의해서 유사한 이미지를 검색하는 기법을 제공하고 있다. 최근 이러한 내용기반 이미지 검색 기술은 의료 영상 이미지와 같은 다양한 분야에 적용되고 있으며, 이에 따라서 의료 이미지를 분석하여 저장, 검색하기 위한 데이터베이스 시스템이 증가하고 있다. 그러나, 대량의 이미지로부터 원하는 이미지를 검색하기 위해서는 이미지의 메타데이타를 효율적으로 표현해야 하며, 의미성과 이미지의 특징 데이터를 통합적으로 저장,관리 할 수 있는 이미지 데이터베이스를 설계하고 구축해야만 한다.

본 논문에서는 기존의 내용기반 이미지 검색 기법을 살펴보고, 이미지를 내용기반으로 분류하고 저장할 수 있는 데이터베이스 시스템을 설계하여 효율적인 의미기반 검색을 지원할 수 있는 모델을 제시한다.다계층 메타데이타 레이어 구조로 이미지에 대한 개념 지식 모델을 표현하고, 이미지내의 객체를 메타데이타로 표현하여 분류할 수 있는 모델을 제안한다. 또한, 이미지 내용검색을 지원하기 위한 시스템 구조를 설계하고, 메타데이타가 저장되기 위한 관계형 모델을 스타 스키마의 형태로 제시한다. 제안된 방법은 의미적인 이미지 내용 검색 방법의 지원에 활용될 수 있다.

1. 서 론

최근 컴퓨터 하드웨어의 발전과 인터넷의 급격한 성장으로 인해 멀티미디어 기술이 급속도로 발전하고 있다. 이러한 발전은 이미지, 오디오, 비디오와 같은 복잡하고 대용량인 데이터들을 기하급수적으로 증가시키고 있다. 특히 이미지는 국방용으로는 군사적인 목적으로 사용되거나, 일반적으로는 웹 상품 쇼핑몰 카탈로그, 디지털 미술관, 그리고 스포츠 사진과 같은 다양한 이미지를 쉽게 접할 수 있다. 최근에는 생물의학용, 의료 영상, 지문인식과 같은 생체인식기술에 접목되어 생체 이미지를 활용하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히, NASA의 지구 관찰용 시스템은 거의 하루에 1테라바이트(10^{12}byte)의 관측 이미지를 생성하여 관리하고 있다. 생성된 이미지로부터 행성의 변화를 발견하거나, 새로운 행성이 생기거나 없어지는 것을 발견할 수 있을 것이다. 이러한 이미지에 의한 검색을 하기 위한 방법은 이미지의 설명정보를 분석하여 텍스트 기반으로 검색하는 방법을 지원하거나, 이미지 데이터의 색상 히스토그램추출, 영역추출, 패턴추출, 그리고 공간정보추출과 같은 내용기반 검색을 지원하기 위한 방법으로 이미지 처리기술을 사용하고 있다. 앞으로도 이미지 검색의 응용분야는 대단히 광범위할 것이다. 최근에 연구된 대표적인 내용기반 이미지 검색 시스템으로는 스케치나 이미지 자체를 입력받아 그와 유사한 이미지를 출력해 주는 IBM 연구소의 QBIC 시스템, 주요부분영역별로 분류하여 동일 그룹의 이미지에 대하여 검색 영역을 한정하여 검색 효율을 향상시킨 AMORE 시스템, 웹 기반의 이미지 검색 시스템으로 HTML코드를 분석하여 메타데이타로 사용한 텍스트 위주의 WebSeer 시스템, 자바 애플릿을 이용하여 개발한 PikTo Seek 시스템, 그 이외에도 Columbia 대학의 Safe, VisualSEEK, WebSEEK 시스템이 있으며, Stanford 대학의 WEBS, SIMPLIcity 시스템이 있고, MIT의 Photobook, 그리고 U.C.Berkeley의 Chabot, Blobworld와 같은 내용기반 검색 시스템들이 있다[1,2,3,4]. 그러나, 기존의 내용기반 이미지 검색 시스템들은 이미지에 대한 분석과 특징 벡터를 추출하여 검색할 수 있는 기법들이 많이 연구 되었지만, 이미지 자체에 포함되어진 객체(object)에 대한 의미성(semantic)이나 이미지에 포함되어있는 객체에 대한 지식을 도출해 낼 수 있는 지식기반 검색은 지원하지 못하고 있다. 예를들어 의료 영상 이미지 데이터베이스로부터 "오른쪽에서 촬영된 뇌 이미지를 찾아라" 라는 질의문에 대해서 뇌에 해당되는 모든 이미지를 찾기 보다는 이미지에 포함되어 있는 "뇌" 객체가 어떤 방향에서 촬영되었는지가 질의 결과에 큰 의미성을 가질 것이다.

본 논문에서는 다계층 레이어에 의해서 이미지에 포함된 객체의 특징과 의미를 표현할 수 있는 모델을 설계하고, 새로운 지식을 도출해 낼 수 있는 방법을 제시한다. 또한, 이러한 시스템 모델로부터 내용기반 이미지 검색이 가능한 시스템의 구조를 설계한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 이미지 내용 검색 기법을 비교 분석하고, 3장에서는 다계층 레이어에 의한 이미지 메타데이타 추출 모델 설계와 질의 유형을 설명하고, 4장에서는 전체 시스템의 구조에 대하여 기술한다. 마지막으로 결론과 향후 연구 과제에 대하여 논한다.

2. 이미지 내용 검색 기법 분석

기존의 내용기반 이미지 검색 시스템들은 색상, 모양, 질감과 같은 구성요건을 고려하고 있다. 색상을 표현하는 색상모델은 사용되는 용도에 따라 다양하다. 가장 일반적으로 사용되는 하드웨어 기준 모델은 칼라 모니터와 많은 종류의 색채 비디오 카메라를 위한 RGB(Red, Green, Blue)모델, 칼라 텔레비전 방송의 표준인 YIQ(Luminace, Inphase, Quadrature)모델, 칼라 프린터를 위한 CMY(Cyan, Magenta, Yellow)모델, 사람의 시각적 중요성에 따른 이미지 처리를 위해 가장 많이 사용되는 HSI(Hue, Saturation, Intensity)모델, HSV(Hue, Saturation, Value)모델 등이 있다. 모양정보를 이용하는 방법은 윤곽선 정보를 추출하여 매칭에 이용하거나 불변 모멘트를 계산하여 대표

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(98-0102-06-01-3) 지원으로 수행되었음.

값으로 사용하는 방법이 있다. 윤곽선 정보 자체를 비교의 대상으로 하는 경우 유사 검색시 적절하지 않을 수 있으며, 객체의 윤곽선은 이웃 객체와 접촉할 경우 잡음으로 발생한 구멍과 같은 작은 변화에도 전체 윤각 정보에 심한 변화를 발생시킬 수 있기 때문이다. 윤곽선을 추출하는 방법은 많은 이론이 있지만 정확한 윤곽선을 찾기는 어렵다. 1, 2차 미분을 통해 기울기가 변하는 점을 윤곽선으로 검출하는 방법이 가장 기본적인 원리라고 할 수 있으며, 그것을 응용한 방법들도 많이 제안되어 있다. 기울기 연산자를 사용하여 크기와 방향을 갖는 벡터값을 표현하는 방법, 소벨(sobel) 연산법, 라플라시안 2차 미분법 등이 그 예이다. 텍스쳐정보를 이용하는 방법은 방향성 정보를 추출하여 패턴을 찾아 검색에 이용하는 방법이 있다. 방향성 정보 추출을 위해 Andreutsos등은 Haar Wavelet변환계수의 히스토그램을 통해 이미지의 3가지 방향성정보(수평, 수직, 대각선)를 구했다. 이미지의 2차원 Haar Wavelet의 변환으로 생성되는 3가지 계수값(H,V,D)은 각각 이미지 픽셀의 방향성을 나타내며, 3가지 계수값의 전체적인 크기를 통해 이미지의 부드럽고 거친 정도를 나타내었다[5,6,7]. 표 1은 내용 기반 이미지 검색 방식을 비교 설명하고 있다.

표 1. 이미지 내용 검색 방식 비교

시스템	검색 방식	특징 정보 추출방식	개선점
QBIC	사용자 스케치 검색, 샘플 이미지에 의한 유사성 검색, 색상,모양 및 텍스쳐에 기반한 검색	점(point)으로 특징 벡터 표현, R*-트리를 이용해 인덱싱	통합되지 못한 검색 인터페이스, 의미 기반 정보 검색 불가능, 지식기반 검색 불가능
Chabot	텍스트 및 색상 기반 검색	평균 색상 히스토그램과 수동적인 키워드 입력	복잡한 질의 인터페이스, 내용정보간의 관계성 부족
Visual-SEEK	평균 색상 및 공간 검색, 시각적 특징에 의한 검색	영역적 평균 색상 히스토그램추출과 자동화된 영역 추출	색상정보 검색의 큰 비중, 비효율적인 공간 관계 연산 시간
SIMPLIcity	영역 매칭 검색,	영역 세그맨테이션 분할, 의미적 분류, 영역적특징 추출	지식기반 검색 불가능, 영역적 연산 시간 소요
Photobook	객체 기반 검색, 색상및 질감, 모양에 기반한 검색	객체(윤곽선)정보 추출, 색상,질감,모양 특징 추출	통합되지 않은 검색 인터페이스, 의미 기반 검색 불가능, 객체간의 관계성 부족

3. 다계층 메타데이터와 질의 유형

본 논문에서는 내용기반 이미지 검색을 위한 다계층 메타데이타의 표현 구조를 제안하고, 메타데이타에 의한 질의 유형에 대하여 설명한다. 메타데이타란 데이터의 데이터를 의미한다. 이미지의 자체는 보통 바이너리(binary)로 표현이 되며, 보통은 로우 데이터(raw data)로 나타낸다. 이미지 메타데이타는 이미지 데이터를 위한 데이터이다. 보통 이미지를 위한 메타데이타는 다음과 같이 두가지로 나누어 볼 수 있다.

• 등록 메타데이타(registration metadata) : 이미지 크기, 비율, 타입, 색상 분포등과 같이 이미지의 속성 데이터를 말한다. 이러한 메타데이타는 이미지의 조작이나 표현방법에 따라서 변화 될 수 있다.
• 설명 메타데이타(description metadata) : 이미지 주제, 제목, 키워드, 설명, 파일명등과 같이 언어로 표현되는 텍스트 데이터를 말한다.

이러한 등록 메타데이타나 설명 메타데이타는 내용기반 검색을 지원할 수는 없다. 그러기 때문에 내용기반 검색을 지원하기 위한 이미지 메타데이타를 다음과 같이 다계층적인 구조로 정의한다.

• 전역 특징 메타데이타 레이어(global feature metadata layer) : 한 이미지의 전체적인 평균 색상이나 텍스쳐 패턴, 영역 모양이 대표적인 전역 특징 메타데이타의 예라고 할 수 있다. 기존에 내용기반 이미지 검색 시스템에서 가장 많이 사용하던 이미지 메타데이타이다.
• 지역 특징 메타데이타 레이어(local feature metadata layer) : 한 이미지로부터 추출되어진 영역이나 객체에 대한 색상, 텍스쳐, 모양을 지역 특징 메타데이타라고 한다. 실제적으로 객체에 대한 이미지가 존재하지 않으며, 개념적인 이미지로 표현되게 된다. 현재의 내용기반 이미지 검색에서는 많이 고려가 되지 못하고 있는 이미지 메타데이타이다.
• 의미 내용 메타데이타 레이어(semantic contents metadata layer) : 의미 내용 메타데이타는 지식기반 레이어라고 할 수도 있다. 이미지에 포함되어 있는 개념 혹은 의미적 내용이나 지식적인 내용과 같은 것을 의미 내용 메타데이타라고 한다. 또는 이미지 검색을 위한 유용한 정보들을 나타내기도 한다. 예를 들어 환자의 뇌를 촬영한 이미지의 경우 그 내용에 대한 임상병리학자의 해석 등을 의미 내용 메타데이타라고 할 수 있다.

그림 1은 이미지로부터 다계층 메타데이타 생성을 하는 모델을 설명하고 있다. 한 이미지에는 3개의 객체가 존재하며 각 객체를 포함하는 전역 특징 메타데이타 레이어에는 전체 평균 색상(예:붉은색)을 가질수 있으며, 이미지 전체의 의미적인 내용이나 지식적인 내용을 표현할 수 있다. 또한 각각의 객체로 표현된 지역 특징 메타데이타 레이어에서는 각 객체의 특징 벡터들을 가질 수 있다. 각 객체의 의미적인 내용을 표현하기 위해 의미 내용 메타데이타 레이어에서는 각 객체의 의미적 내용이나 지식적인 내용을 표현한다.

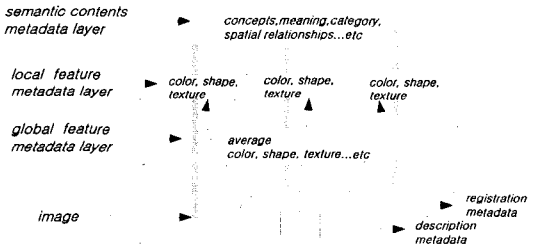

그림 1 다계층 메타데이타 구조

이미지에 대한 질의 유형은 다양하게 이루어질 수 있다. 다음은 질의 유형을 나타내고 있다.

Q1. 의료 영상 이미지로부터 "뇌 이미지"를 찾아라.
Q2. 의료 영상 이미지로부터 "좌측에서 촬영된 뇌와 우측에서 촬영된 뇌 이미지"를 찾아라.
Q3. 의료 영상 이미지로부터 "붉은 실선이 있는 뇌 이미지"를 찾아라.
Q4. 의료 영상 이미지로부터 "원 형태의 뇌 이미지"를 찾아라.
Q5. 의료 영상 이미지로부터 "우뇌 손상 환자의 뇌 이미지"를 찾아라.
Q6. 의료 영상 이미지로부터 "전두엽 손상 이미지"를 찾아라.
Q7. 의료 영상 이미지로부터 "치매 증상이 나타났던 뇌 이미지"를 찾아라

Q1, Q2에 질의문은 이미지의 내용기반 검색은 아니다. 단순히 이미지의 주제나 관련정보만으로도 검색이 가능하다. 또한, 환자의 뇌를 여러 각도에 대해서 촬영하게 되면 여러 종류의 다른 형태와 의미를 가지는 이미지가 생성되게 된다. Q3~Q4는 이미지의 색상이나 모양과 같은 특징 데이터에 의해 검색되어지게 된다. 이러한 특징벡터 데이터는 실시간적으로 처리되어 데이터를 추출할 수도 있지만, 그렇게되면 처리시간에 대해 검색시간이 높아지므로 특징벡터 추출기에 의해 미리 자동 추출되어 저장되어 있는 것으로 가정한다. Q5~Q7은 의미기반적인 검색이 된다. "뇌" 자체의 증상이나 환자의 상태를 신경심리학자에 의해 전문적인 진단을 받으면, 그 의미성이나 전문적인 지식을 표현할 수 있을 것이다. 보통, 이러한 질의형식은 일반인 보다는 전문

가에 의해 검색되어질 때 더 효율적으로 사용될 것이다. 그림 2는 실제 의료 영상 이미지로부터 다계층 메타데이타구조에 의해 메타데이타를 추출하는 예를 보이고 있다.

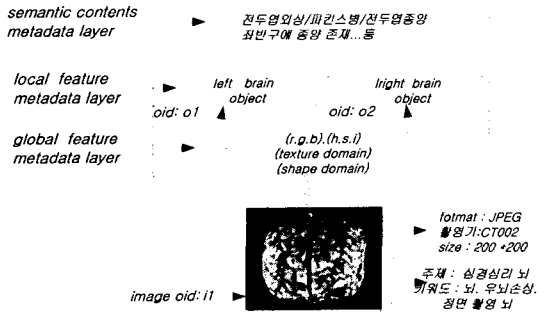

그림 2. 의료 영상 이미지로부터 메타데이타 추출

뇌의 이미지(*image oid : i1*)는 전역 특징 메타데이타 레이어에서 전체 색상, 텍스쳐, 모양 데이터를 얻어내며, 지역 특징 메타데이타 레이어에서 두 개의 객체, 왼쪽 뇌(*o1*)와 오른쪽 뇌(*o2*)로 표현된다. 의미 내용 메타데이타 레이어에서 전체 이미지의 의미적 내용을 표현하고 있으며, 각 객체의 의미적 내용을 표현하고 있다. 이때 이미지와 객체간의 관계성을 나타내기 위해 *(i1.o1)*과 *(i1.o2)*로 정의한다. 즉, *(i1.o1)*의 객체는 뇌 이미지*(i1)*으로부터 파생된 객체이며 왼쪽 뇌로 의미가 부여되고, *(i1.o2)*의 객체는 뇌 이미지*(i1)*으로부터 파생된 객체이며 오른쪽 뇌로 의미가 부여된다. 만일, 질의문이 "왼쪽 뇌에 종양이 있는 이미지를 찾아라" 라는 질의문에 대해 좀 더 자세한 검색을 지원할 수 있을 것이다.

4. 시스템 구조 설계

본 논문에서 제안하는 다계층 메타데이타 기반 이미지 내용검색 시스템은 기존의 내용기반 이미지 검색과 의미 기반 검색을 통합하고, 이미지의 의미와 특징으로 새로운 지식을 도출하여 지식기반 이미지 검색을 가능하게 하는 것이다. 그림 3은 전체 시스템의 구조를 설명하고 있다.

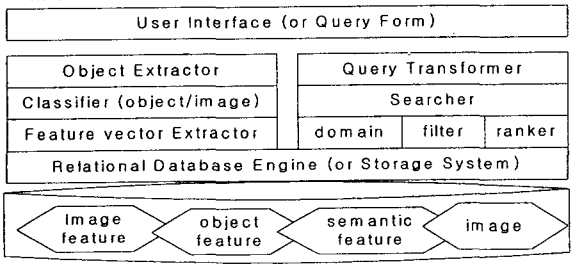

그림 3. 다계층 메타데이타 기반 이미지 내용 검색 시스템 구조

사용자 인터페이스는 사용자로부터 이미지를 검색 하기위한 질의 인터페이스를 제공한다. 객체 추출기(Object Extractor)는 이미지로부터 객체를 추출하여 지역 특징 메타데이타로 표현한다. 분류기(Classifier)는 이미지와 이미지의 객체를 분류하여 저장하기 위한 역할을 한다. 특징 벡터 추출기(Feature vector Extractor)는 이미지와 객체의 색상, 질감, 모양 데이터를 추출하여 저장한다. 이렇게 메타데이타가 관계 데이터베이스에 저장이 되게 되면, 사용자의 질의문에 의해 질의 변환기(Query Transformer)가 질의문을 분석하고 생성하여 데이터베이스로부터 검색을 하게 된다. 이때, 탐색기(searcher)는 질의문 형식에 대한 도움을 주게 된다.

본 논문에서 제시한 시스템의 구조에 의해 이미지 내용검색을 하기 위한 데이터베이스 스키마는 그림 4와 같다. 이미지의 메타 데이타를 중심으로 스타 스키마(star schema)의 형태로 데이터 웨어하우스를 구축하고, 대량의 이미지간에 관계성이나 지식을 도출할 수 있는 데이터마이닝(data mining)을 적용하기 위한 구조로 스키마를 설계한다.

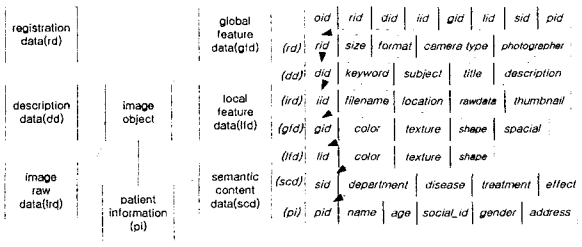

그림 4. 의미기반검색을 위한 데이터베이스 스키마

5. 결론

인터넷의 문화와 멀티미디어 기술의 발전으로 인해 내용 기반 검색 기술은 급속도로 발전을 하고 있다. 그 중에서도 가장 많이 사용되고 있는 이미지 데이터는 다양한 용도로 응용이 되고 있으며, 이에따라 이미지의 검색 기법은 계속 연구되어질 것이다.

본 논문에서는 이미지의 메타데이타를 추출하기 위한 다계층 메타데이타 구조를 전역 특징 메타데이타 레이어, 지역 특징 메타데이타 레이어, 의미 내용 메타데이타 레이어로 나누어 설명하였다. 메타데이타를 저장하고 관리하기 위한 시스템 구조를 설계하였으며, 시스템에 저장되기 위한 메타데이타의 데이터베이스 구조를 관계형으로 모델링하여 제시하였다. 향후 연구과제로는 제안된 시스템을 의료 영상 이미지를 기반으로 구축하여 이미지 내용검색을 지원 할 수 있는 응용 프로그램을 작성하는 것이다. 또한, 이미지에 포함되어 있는 객체간의 공간관계나 위치 정보등을 고려하여 이미지 메타데이타를 확장할 것이다. 이러한 이미지 메타데이타에 대한 데이터마이닝을 적용하여 새로운 지식을 도출할 수 있는 기법도 연구되어야 할 것이다.

6. 참고 문헌

[1] Flickner, M. et al., "Query by Image and Video Content: The QBIC System," IEEE Computer, Sept. 1995, pp.23-32. (http://wwwqbic.ibm.almaden.com)
[2] Ogle, V.E. and Stonebraker, M., "Chabot: Retrieval from a Relational Database of Images," IEEE Computer, Sept. 1995, pp.40-48.
[3] Wang, J.Z., Li, J., and Wiederhold, G., "SIMPLIcity: Semantics-Sensitive Integrated Matching for Picture Libraries," IEEE TKDE, 23(9), 2001, (http://www-db.stanford.edu/IMAGE/)
[4] Chu, W.W., leong, I.T., and Taira, R.K., "A Semantic Modeling Approach for Image Retrieval by Content," VLDB Journal, 3, 1994, pp.445-477.
[5] D. Androutsos, K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, "Image Retrieval Using the Directional Detail Histogram," Storage and Retrieval for Image and Video Database SPIE(1998) 129-139
[6] H. V. Jagadish, "A retrieval technique for similar shapes," Proceedings of the 1991 ACM SIGMOD international conference on Management of data, pp.208-217, 1991.
[7] Hong, S., Lee, C., and Nah, Y., "An Intelligent Web Image Retrieval System," Proceeding of SPIE: Internet Multimedia Management System II, Vol.4519, August 2001, pp.106-115.