

XML 을 이용한

내용기반 이미지 데이터베이스의 설계

박선영*, 용환승
이화여자대학교 컴퓨터학과

Design of Content-based Image Database Using XML

Sun-Young Park*, Hwan-Seung Yong
Dept. of Computer Science & Engineering, Ewha Womans Univ.

요 약

내용기반 이미지 검색을 하기 위해서는 이미지에 대한 메타데이터(metadata)가 필요하며, 이러한 메타데이터 간에는 상호연관성이 존재한다. XML(eXtensible Markup Language)은 메타데이터의 상호연관성을 표현하기에 적절 하므로 본 논문에서는 이미지 메타데이터를 구조화 하기 위한 방법으로 XML 을 사용하였다. 또한 이미지는 객체의 시각적인 특징과 함께 이미지 전체가 내포하는 서술적인 의미도 갖는다. 이러한 이미지의 특성에 따라 메타데이터도 객체의 시각적 특징을 중심으로 한 구조 설계와 의미 중심의 구조 설계로 구분하여 XML 구조를 모델링 하였다. 마지막으로 구조화된 모델을 간의 객체 지향 특성을 이용하여 XML DBMS 에 통합하고, 이를 XQL(XML Query Language)에 의하여 질의 해 념으로써 검색 구간에 제약을 가하고 이를 통하여 더욱 효과적인 검색을 지원 하도록 한다.

1. 서론

이미지는 멀티미디어에서 가장 많이 사용하는 자료형이며[1] 생물학 정보, 의료 정보, 기상 정보, 예술 정보 등 다양한 분야에서 많은 이미지가 사용되고 있다. 따라서 이들 이미지를 효과적으로 검색할 수 있는 여러 가지 연구가 진행되고 있다[1, 2, 3, 4, 5, 6].

이미지를 검색하기 위하여 주로 사용되는 방식은 이미지의 내용에 기초하는 내용기반 이미지 검색 방식이다. 즉, 이미지 분석을 제공하기 위하여 이미지의 내용 정보를 데이터베이스 내에 저장하고, 저장된 내용 정보를 통하여 사용자가 원하는 이미지를 질의(query)에 의하여 검색해 낼 수 있다. 이러한 내용 정보를 메타데이터라 한다[7]. 강력한 검색 기능을 제공하기 위해서는 풍부한 메타데이터를 확보해야 하므로 메타데이터를 확보하는 방식에 관한 연구들이 진행되고 있다.

그러나 기존의 이미지 검색 방식은 메타데이터를 어떻게 추출해 내는가에 주로 초점을 맞추고 메타데이터 간의 상호관계를 어떻게 표현해 줄 것인가에 대해서는 고려하지 않았다. 따라서 이미지 메타데이터 간의 상호관계가 사라져 버리게 되고 이 상호관계 정보를 검색에 이용 할 수 없게 되었다. 그러나 실제로 추출 되는 메타데이터 간에는 상호연관성이 존재하며 이러한 상호연관성을 이미지 검색에 이용할 수 있다.

본 논문에서는 기존의 이미지 검색 방법에서 고려되지 못했던 메타데이터의 구조를 정의하기 위한 XML 모델을 제시한다. 즉, 이미지 메타데이터의 상호연관성을 기반으로 하여 메타데이터의 계층적 구조를 정의하고 이에 맞는 XML 구조를 제시한다.

제시한 모델에 따라 구조화 된 메타데이터를 객체지향 XML 데이터 서버인 eXcelon 에 저장하고, 저장된 메타데이터 구조에 적합한 사용자 질의어를 제공한다.

2. 관련 연구 및 기존 연구의 한계점

기존에 연구되어진 내용기반 이미지 검색 방식은 크게 3 가지로 분류되어질 수 있다.

첫번째 방식은 메타데이터를 자동으로 추출하여 이미지의 내용 정보로 사용하고, 이러한 내용 정보를 통하여 이미지를 검색해 내는 방법이다[3, 5]. 이 방법은 자동으로 색상, 질감, 원시적인 윤곽선 등과 같은 시각적인 요소를 추출해 내는 것으로써, 자동화의 이점은 있지만 알고리즘 개발의 어려움이 있으며, 자동화를 위한 비용도 비싸다. 또한 추출해 내는 정보도 극히 미약하며 단순하다[1, 2].

두 번째 방식은 키워드(keyword), 이미지 내용 정보 등과 같은 좀 더 상세화된 요소를 수동적으로 추출해 내는 방식으로, 메타데이터를 직접 기술해 줌으로써 이미지의 내용 정보를 구축 하는 방법을 사용한다[4, 6]. 이 방법은 서술 정보에 사용되는 내용을 표현하는 어휘가 사용자 질의의 표현 어휘와 정확히 일치 하지 않을 수 있다는 단점은 있지만 풍부한 의미를 기술 할 수 있다는 장점을 갖는다.

세 번째 방식은 위의 두 가지 방법을 혼용하여 사용하는 방법이다[5, 7]. 이미지 처리 기법을 통하여 몇 가지 특징을 추출해 내고, 자동적으로 추출이 불가능한 서술 정보를 수동적으로 기술해 주는 방법이다.

앞에서 설명된 이미지 검색 방식은 모두 메타데이터 간의 상호연관성을 고려하지 않은 방식이다. 따라서 데이터베이스 구축 시 추출된 메타데이터 간의 상호연관성은 사라지게 되고, 검색에 이 정보를 이용할 수 없게 된다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 어떠한 방법으로 메타데이터 간의 구조를 표현할 것인가에 그 초점을 맞추었다. 특히 점차 표준화되어가는 web 상의 표현 방식인 XML 을 사용하고 이를 XML DBMS 에 저장함으로써 다음의 효과를 얻을 수 있다.

- 메타데이터 간의 상호연관성을 검색에 사용
- 검색을 위한 연산 비용의 절감
- 다양한 장소에서 이미지 데이터베이스의 교환 및 통합의 용이성

3. 메타데이터의 상호연관성을 고려한 XML DTD 구조 설계

본 장에서는 이미지 메타데이터 간의 상호연관성과 이미지의 분류 특성을 기반으로 XML의 DTD 구조를 설계하도록 한다.

3.1 메타데이터의 상호연관성에 따른 XML 구조 설계


이미지를 구성하는 요소 중 가장 핵심이 되는 것은 이미지에 포함되어 있는 객체이다. 따라서 포함된 각 객체들의 내용을 중심으로 구조화가 필요하며, 이를 위하여 객체의 시각적 특징을 중심으로 한 모델링이 필요하다. 그러나 이미지의 특성에 따라 객체의 특성 뿐 아니라 이미지 전체가 내포하는 의미에 더 초점을 맞추어야 하는 경우도 있다. 따라서 이미지가 내포하는 의미를 표현하기 위한 의미 중심의 구조화가 필요하다.

본 논문에서는 메타데이터가 표현하는 정보의 종류에 따라서 메타데이터의 구조를 이미지에 포함된 실제 객체에 대한 시각적 특징 정보 구조와 이미지 전체의 서술적 의미를 포함하는 의미 정보 구조로 크게 나누고 이러한 정보에 대하여 각각을 구조화 하도록 한다. 검색 문맥 지정이 가능한 XQL의 특성[8,9]을 이용하여, 사용자가 원하는 범위에서만 검색이 이루어 지고, 질의 종류에 따른 빠른 검색 효과를 기대 할 수 있다.

3.1.1 시각적 특징 중심 모델링

이미지는 여러 개의 객체들로 구성되며, 이미지에 포함된 객체의 특성에 따라 이미지의 종류와 범위가 결정된다. 따라서 이미지에 포함된 각 객체들을 중심으로 그들의 시각적인 특성을 메타데이터로 표현해야 한다.

예1) [그림 1]의 이미지 특징을 결정하는 가장 중요한 요소는 이미지에 포함된 '가시고기' 라는 객체이다. 따라서 이 객체의 시각적인 특징을 추출하여 메타데이터로 사용하고, 이미지 검색에 이 정보를 이용할 수 있다.



[그림 1] 가시고기

기본적으로 각 객체들은 색상, 형태, 동작, 객체의 특수한 특징 등의 시각적 특성을 갖고, 이러한 속성은 서로 상호 연관적인 관계를 가질 수 있다. 상호 연관적인 객체의 특징을 검색에 반영하기 위해서는 이를 표현할 수 있는 구조적인 모델이 필요하다. 본 논문에서는 XML DTD를 사용하여 각 시각 객체의 메타데이터를 구조화 하도록 하였다.

[그림 2]는 객체의 시각적 특징을 중심으로 모델링 한 XML DTD 구조이다.

```
<ELEMENT 시각객체 (객체명, 속성*)>
<ELEMENT 객체명 (#PCDATA)>
<ELEMENT 속성 (색상?, 형태?, 동작?, 객체특징*)>
<ATTLIST 속성 부위 CDATA #IMPLIED>
<ELEMENT 색상 (#PCDATA)>
<ELEMENT 형태 (#PCDATA)>
<ELEMENT 동작 (#PCDATA)>
<ELEMENT 객체특징 (#PCDATA)>
```

[그림 2] 시각 객체 중심 DTD 구조

[그림 3]은 [그림 2]에서 구조화 한 DTD에 의하여 예 1)의 시각적 특징을 XML 문서로 작성한 예이다.

```
<시각객체>
<객체명>가시고기</객체명>
<속성 부위="몸통">
<색상>회색</색상>
```

```
<형태>길고납작</형태>
</속성>
<속성 부위="등">
<색상>암녹색</색상>
</속성>
<속성 부위="배">
<색상>은백색</색상>
</속성>
<속성 부위="꼬리지느러미">
<형태>둥근형</형태>
<객체특징>암회색 반점</객체특징>
</속성>
</시각객체>
```

[그림 3] 예 1)의 가시고기에 대한 XML 문서

3.1.2 의미 중심 모델링

이미지의 특징을 결정하는 중요한 요소 중 하나는 이미지 전체가 내포하는 의미이다.

예2) 어떤 사용자가 특정 동물의 분류인 "조기 강"에 속하는 이미지를 검색하고자 한다. [그림 1]과 같이 이미지의 메타데이터로써 객체의 시각적 정보만을 이용한다면, 이미지가 나타내는 의미 정보인 "조기 강"이라는 조건을 가지고 원하는 이미지를 검색해 낼 수 없다. 즉, 단순히 객체의 시각적 정보만으로는 사용자가 원하는 이미지를 검색해 낼 수 없다.

예3) "야구 경기" 하는 장면을 담은 이미지는 이미지 안의 각 객체 보다는 "야구 경기"라는 이미지 전체가 내포하는 의미가 더 중요하며, 이러한 의미가 이미지의 종류와 범위를 결정하게 된다.

위의 예2,3)과 같이 이미지에 포함된 객체의 시각적인 특성만으로는 이미지에 대한 정보를 모두 표현할 수 없을 뿐 아니라, 사용자가 원하는 적절한 이미지를 검색해 낼 수 없다. 따라서 본 논문에서는 이미지가 내포하는 주제, 분류, 이미지 특징 등의 의미 정보를 시각 객체 정보에 함께 표현할 수 있도록 의미를 중심으로 하여 XML DTD를 설계 하고자 한다.

[그림 4]는 의미를 중심으로 모델링 한 XML DTD 구조이다.

```
<ELEMENT 의미정보 (주제, 이미지특징*)>
<ELEMENT 주제 (주제명, 분류*)>
<ELEMENT 주제명 (#PCDATA)>
<ELEMENT 분류 (#PCDATA)>
<ATTLIST 분류 분류명 CDATA #IMPLIED>
<ELEMENT 이미지특징 (#PCDATA)>
```

[그림 4] 의미 중심 DTD 구조

[그림 5]는 [그림 4]에서 구조화한 DTD에 의하여 예 2)의 의미 정보를 XML 문서로 작성한 예이다.

```
<의미정보>
<주제>
<주제명>동물</주제명>
<분류 분류명="학명">Pungitius sinensis Guichenot</분류>
<분류 분류명="강">조기 강</분류>
<분류 분류명="목">큰가시고기 목</분류>
<분류 분류명="과">큰가시고기 과</분류>
</주제>
<이미지특징>표본</이미지특징>
<이미지특징>회귀야생동물</이미지특징>
</의미정보>
```

[그림 5] 예 2)의 의미 정보에 대한 XML 문서

4. 질의어 설계

사용자 질의는 이미지에 대하여 표현된 정보와 가장 근접한 내용을 찾기 위하여 사용된다. 사용자가 이미지 데이터베이스를 통하여 사용할 수 있는 정보는 객체의 시각적 특징 정보와 의미 정보이며, 질의 방법에 따라서 단순 질의와 복합 질의로 구분하여 검색을 지원 하도록 한다.

4.1 단순 질의어

객체의 시각적 특징에 대한 질의와 의미 정보에 대한 질의로 질의어를 분류하여 원하는 구조 범위만을 검색하도록 한다. 선택된 구조 내에 포함된 모든 엘리먼트 중에서, 검색하고자 하는 엘리먼트에 대한 값과 사용자 검색어가 정확히 일치 하는 이미지를 검색 한다.

질의 예 1. "회록색 몸통을 가진 가시고기"를 포함한 이미지를 검색하고자 하는 사용자 질의는 Q1 과 같은 XQL 질의로 변환된다 :

```
Q1: /Image[visual-object][object-name='가시고기']/Sands characteristics[@part='몸통' Sands color='회록색']
```

질의 Q1 은 객체의 시각적 특징에 대한 단순 질의로써 객체의 시각적 특징에 해당하는 구조만을 검색하여 사용자에게 결과를 돌려준다. XML 의 구조적인 특성을 이용하여 XQL 질의는 검색 영역을 필터링(filtering)하고, 이를 통하여 검색 구간은 객체 명이 "가시고기"인 구간으로 제한 된다. 이 구간 안에서 "몸통 색상이 회록색"인 이미지를 검색하게 된다.

질의 예 2. "조기 강"을 포함한 이미지를 검색하고자 하는 사용자 질의는 Q2 와 같은 XQL 질의로 변환된다:

```
Q2: /Image[semantics][subject][class='조기 강']
```

질의 Q2 은 의미 정보에 대한 단순 질의로써 의미 정보에 해당하는 구조만을 검색하여 사용자에게 결과를 돌려준다. 이 질의는 의미 정보를 포함하는 엘리먼트들 중에서 값(value)이 "조기 강"인 이미지를 검색해 준다.

4.2 복합 질의어

객체의 시각적 특징 구조와 의미중심 구조 각각에 대하여 하나 이상의 엘리먼트와 사용자 검색어가 정확히 일치하는 이미지를 검색한다.

질의 예 3. "회록색 몸통을 가진 어류"를 포함한 이미지를 검색하고자 하는 사용자 질의는 Q3 와 같은 XQL 질의로 변환된다.:

```
Q3: /Image[visual-object][characteristics[@part='몸통' Sands color='회록색']][Sands semantics][subject][subject-name='어류']
```

질의 Q3 은 객체의 시각적 특징 중심 구조와 의미 중심 구조를 모두 검색하여 사용자에게 결과를 돌려준다. 사용자는 이 질의를 통하여 객체의 시각적 특징 정보와 의미 정보를 동시에 검색 조건에 사용할 수 있게 된다.

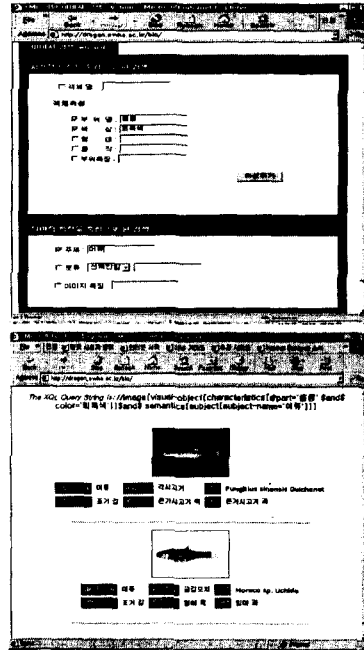
5. 구현 예제

본 논문에서는 메타데이터들 간의 상호연관성 기반으로 설계된 이미지 데이터베이스를 기반으로 하여, 다양한 질의어를 이용하여 검색되어지는 예를 보여주기 위하여, 생물 이미지 데이터베이스를 사용하였다.

생물 이미지를 어류, 조류, 양서류충류, 포유류의 4 가지 영역으로 크게 나누고 각각에 대하여 요구되어지는 메타데이터 정보를 본 논문에서 제안한 DTD 구조에 맞추어 설계 하였다. 데이터베이스로는 Object Design Inc.의 eXcelon 을 사용하며, 질의어로는 XQL 이 제공된다. 사용자 인터페이스를 위해서는 Active Server Page(ASP) 기술을 이용하고, 검색되어진 결과를 브라우저 상에 보여주기 위하여 eXtensible Stylesheet Language(XSL)이 사용된다.

사용자 인터페이스는 다음과 같이 구현하였다. Web 상에서 검색하고자 하는 범위에 따라서 이미지 객체의 시각 정보와 의미 정보에 대하여 크게 나누고, 이에 따라서 검색 조건을 선택한다. 선택된 사용자 정보는 XQL 문으로

변환되고, 변환된 XQL 문에 의해 검색된 메타데이터 정보와 이미지는 XSL 에 의하여 브라우저 상에 보여진다. [그림 6]은 "몸통 색상이 회록색인 어류"를 검색한 예제 화면 이다.



(a) 구현 결과 화면

(b) 검색된 결과

[그림 6] 이미지 검색 예제 화면

6. 결론

본 논문에서는 이미지 메타데이터들 간의 상호연관성을 기반으로 메타데이터 구조를 설계 하였다. 또한 이미지의 분류와 범위를 결정하는 요소를 이미지에 포함된 객체들의 시각적 특성 정보와 이미지 전체가 내포하는 의미 정보로 크게 나누고, 각 영역에 표현된 상호연관성을 XML 을 이용하여 구조화 하였다. 또한 설계한 구조정보에 적합한 질의어 설계를 통하여, 사용자에게 유연한 검색 환경을 제공하여 준다.

<참고문헌>

- [1] Y. Alp Aslandogan, Chuck Their, Clement T. Yu, Jon Zou and Naphtali Raish, "Using Semantic Contents and WordNet™ in Image Retrieval", SIGIR 97 Philadelphia PA, USA, pp286~295.
- [2] 방난효, 엄기현 "내용 기반 검색을 위한 이미지 데이터베이스 모델", 1997년도 한국 정보과학회 봄 학술발표 논문집 vol.24, No.1, pp11~14.
- [3] Virginia E. Ogle and Michael Stonebraker, "Chabot: Retrieval from a Relational Database of Images", IEEE Computer, Vol. 28, No. 9, September 1995, pp40~48.
- [4] Rohini K. Srihari, "Automatic Indexing and Content-Based Retrieval of Captioned Images", IEEE Computer, Vol. 28, No. 9, September 1995.
- [5] John R. Smith, Shin-Fu Chang, "VisualSEEK: a fully automated content-based image query system", ACM Multimedia 96, 1996, pp87~98.
- [6] Akan K. Smeaton and Ian Queigley, "Experiments on Using Semantic Distances Between Words in Image Caption Retrieval", In Proceedings of ACM SIGIR Conference, 1996, pp174~180.
- [7] Guang-Ho Cha, Chin-Wan Chung, "Object-Oriented Retrieval Mechanism for Semistructured Image Collection", ACM Multimedia '98 Bristol, UK, pp323~331.
- [8] Object Design, Inc. eXcelon User Guide. 1999.
- [9] Vitorio Viarengo, "eXcelon XML Data Server Technical Overview", Object Exchange 98, Object Design User Conference, 1998.