

MPEG-7에 기반한 동영상 검색 시스템을 위한 계층형 인덱스 기법

정회원 김택곤*, 김우생**

A Hierarchical Index Technique for Moving Image Retrieval System based on MPEG-7

Tack-gon Kim*, Woosaeng Kim** *Regular Members*

요약

MPEG-7은 XML을 이용하여 멀티미디어 데이터의 내용에 대한 다양한 정보를 표현하고, 사용자의 요구에 맞추어 검색과 브라우징을 할 수 있도록 지원하는 표준이다. 그러나 MPEG-7 표준은 표현에 대한 표준은 제공하나 검색방법에 대한 표준을 정하지 않았고, 기존의 많은 XML Index로는 MPEG-7 문서를 검색하는데 있어 적합하지 않는 점이 있다. 본 논문에서는 MPEG-7의 구조화된 정보를 이용한 계층구조의 인덱스를 제안하고, 상위레벨의 특징정보를 기반으로 하여 원하는 부분을 찾는 방법을 보인다.

Key Words : MPEG7, Retrieval System, Hierarchical Index

ABSTRACT

MPEG-7 based on XML represents various information of multimedia data's contents. and it support search and browsing by user's wants. But, MPEG-7 standard don't support retrieval method and Many XML Indexing is not compatible to retrieval MPEG-7 documents. So Much research activity and interest has emerged recently in retrieval MPEG-7 documents. In our paper, we suppose a hierarchical index based on MPEG-7 document's structural information, and review how to query processing based on high level feature description.

1. 서론

컴퓨터의 발전과 더불어, WWW의 활성화, 고속 네트워크의 보급도 이루어지면서 텍스트 기반에서 멀티미디어 기반으로 환경이 옮겨지고 있으며 계속 확장되고 있는 추세이다. 이에 따라 디지털 멀티미디어 데이터에 대한 요구가 많아지고 관련 국제 표준화의 성공적 도출로 인해 디지털 멀티미디어 정보의 생성, 전송, 가공이 쉬어지게 되었지만[1][2], 멀티미디어 데이터의 양이 증가하면서 원하는 멀티미디어 데이터의 내용에 대한 정보를 효율적으로

검색할 수 있는 방법이 필요하게 되었다.

이러한 문제를 해결하기 위해 MPEG(Motion Picture Expert Group)은 내용기반 멀티미디어 정보 검색을 효율적으로 지원하기 위해 MPEG-7이라는 표준을 만들었다[3][4][5]. MPEG-7은 멀티미디어 데이터를 효율적으로 표현하기 위해 XML(eXtensible Markup Language)를 사용하고, XML 스키마를 기반으로 하여 MPEG-7 서술 도구의 구조를 정의하였으며, 하위레벨 특징 정보와 의미 정보가 포함되는 상위레벨로 동영상 정보를 표현한다 [2]. MPEG-7에서는 검색과 추출에 대한 표준을 정

* 광운대학교 컴퓨터과학과 멀티미디어 연구실 (tgkim@cs.kw.ac.kr)

** 광운대학교 컴퓨터과학과 멀티미디어 연구실 (kwsrain@cs.kw.ac.kr)

논문번호 : 040168-0507, 접수일자 : 2004년 5월 7일

하지 않아 MPEG-7문서를 처리하기 위한 방법이 필요하나[6], 기존의 XML 인덱싱 기법은 찾고자 하는 어휘의 위치를 찾는 것이므로 MPEG-7데이터에서 원하는 동영상 부분을 찾고자 할 경우에는 부합되지 않는다.

기존의 MPEG-7의 연구동향을 살펴보면, [7]의 경우 MPEG-7의 디스크립터들의 조합을 이용하여 보다 좋은 검색 결과를 보이는 방법에 대해 연구하였고, [1]에서는 순차적인 검색을 통한 방법을 피하기 위해 각 기술자들의 유사도를 미리 클러스터링을 통해 인덱스로 구축하여, 질의시 인덱스를 통하여 저장공간안의 문서들과 비교하여 검색시간을 단축시키는 방법을 보이고 있다. [6]에서는 구조화된 MPEG-7 문서를 Multimedia Database에 저장하여 처리하는 방법에 대해 연구하였다.

하지만, 이러한 연구들은 MPEG-7의 하위 레벨의 특징 정보들에 기반한 검색 위주로 진행되며, 상위 레벨의 의미 정보에 대해서는 고려하지 않고 있다.

본 논문에서는 다수의 MPEG-7의 내용 기반 검색을 위해 질의 내용이 포함된 문서를 검색하는 상위 계층의 인덱스와 상위 계층 인덱스를 통해 검색된 문서들에서 찾고자 하는 내용의 위치를 검색할 수 있도록 지원하는 하위 계층의 인덱스로 구성하였다. 인덱스의 성능을 위해 상위 계층 및 하위 계층 인덱스 모두 일반적으로 좋은 성능을 보이는 역색인(Inverted Index)와 bitwise 연산에 좋은 비트맵 인덱스(Bitmap Index)를 이용하고[10][11][12][13], 인덱스의 효율성을 높이기 위해 모든 엘리먼트 정보를 처리하지 않고 비디오 클립이나 프레임 객체를 대표할 수 있는 <VideoSegment>, <StillRegion> 등의 엘리먼트를 대표엘리먼트라 정의하여 이들을 기준으로 인덱스 내용을 구성하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 계층형 인덱스 모델에 대해 설명하고, 3장에서는 2장에서 제안된 인덱스를 통해 구축한 시스템의 구성과 이 인덱스들을 이용한 질의 처리 방법에 대해서 설명한다. 4장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 언급한다.

II. 인덱스 모델

본 논문에서 제안한 인덱스 모델은 상위계층과 하위계층으로 나뉘어 구성되며 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. 상위계층 인덱스에서는 여러 개의 MPEG-7 문서가 있을 때 전체적으로 관리하는 부

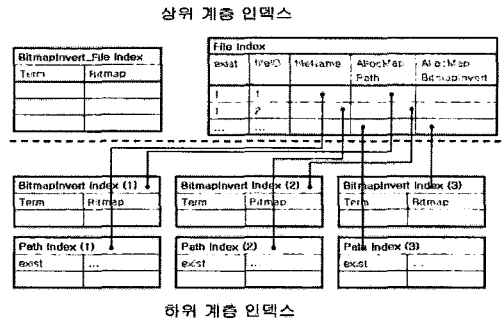


그림 1. 인덱스 모델
Fig 1. Index Model

분이고, 질의가 주어질 때 전체 MPEG-7 문서들 중에 질의내용을 포함하는 MPEG-7 문서가 어떤 것들인지 추출하는데 사용되며, File Index와 BitmapInvert File Index로 구성되어 있다. 그리고 하위계층 인덱스는 각 MPEG-7 문서에 대해 각각 구성되며, 상위계층 인덱스로부터 구해진 결과를 통해 검색이 필요한 인덱스만 접근하도록 처리된다. 여기서는 대표엘리먼트를 객체단위로 처리하고, Path Index와 BitmapInvert Index로 구성되어 있다.

2.1 File Index

여러 MPEG-7문서에 대해 검색을 하기 위해서는 해당 문서들에 대한 정보가 필요하므로 File Index를 통해 MPEG-7문서들에 대한 정보를 처리하고, BitmapInvert File Index를 통해 얻은 결과를 반영하여 각각의 MPEG-7문서에 대해 실제 원하는 대표엘리먼트의 위치를 찾을 수 있도록 하였다.

File Index는 표 1과 같은 구조로 구성되어 있다. exist 필드는 파일의 존재 유무를 나타내는 비트로 구성이 되어 있으며 존재하지 않을 경우 0, 존재할 경우 1의 값을 가진다. fileID는 MPEG-7 문서들의 일련번호를 나타내고, fileName은 각 MPEG-7 문서들의 파일경로를 포함한 파일명을 유지하는 필드이다. 그리고, 각 MPEG-7 문서에 대한 Path Index와 BitmapInvert Index의 위치를 유지하기 위해 AllocationMap 필드로 AM_P, AM_BI의 2개 필드를 두었다.

표 1. File Index 테이블
Table 1. File Index Table

exist	fileID	fileName	AM_P	AM_BI

2.2 BitmapInvert_File Index

BitmapInvert_File Index는 비트맵 인덱스를 응용하여 다수의 MPEG-7 문서에서 질의 키워드를 포함하는 문서를 검색하고, 질의 키워드들의 AND, OR 연산을 처리하여 하위 계층 인덱스에서 검색해야 하는 부분을 최소화시키도록 한다. 이 인덱스는 역색인의 구조를 이용하고, 어휘별로 해당 단어의 포함여부를 나타내는 비트맵 정보로 구성된다. BitmapInvert_File Index는 표 2와 같은 구조로 되어 있으며, Term 필드는 어휘들을 표현하고, Bitmap은 파일별로 그 단어를 포함하는 경우에 '1'로 표시되고, 없을 경우 '0'으로 표시되는 비트맵 정보를 저장한다.

표 2. BitmapInvert_File Index 테이블
Table 2. BitmapInvert_File Index Table

Term	Bitmap

질의가 주어지게 되면, 해당 어휘에 대하여 비트맵을 구하게 되고, 이 비트맵을 File Index의 exist 필드와 AND 연산을 수행하여 후보 MPEG-7 문서들을 추려내도록 하였다.

2.3 Path Index

Path Index는 하나의 MPEG-7 문서에서 대표엘리먼트의 발생과 범위에 대한 정보를 유지하는 것으로, 그 구조는 표 3과 같다. 여기에서 path는 루트 엘리먼트부터 시작하여 해당 대표 엘리먼트까지의 경로상에 있는 모든 엘리먼트의 이름을 '/'를 구분자로 하는 절대 경로(path)를 말하며, 각각의 절대 경로에 대하여 pathID라는 유일한 식별자를 부여한다. 그리고, 해당 대표엘리먼트가 자식이나 자손으로 가지고 있는 대표엘리먼트의 수를 저장하는 scope, 문서 상에서 대표엘리먼트의 위치를 표현하는 pos, 실제 MPEG-7 동영상 데이터의 시작과 끝 위치를 표현하는 start와 end로 구성되어 있다.

표 3. Path Index 테이블
Table 3. Path Index Table

exist	path	pathID	scope	pos	start	end

```

<Mpeg7>
<VideoSegment id="Seg1">
<TextAnnotation>
<FreeTextAnnotation> 오늘의 뉴스 요약 </FreeTextAnnotation>
</TextAnnotation>
<MediaTime>
<MediaTimePoint> 00:00:00:00 </MediaTimePoint>
<MediaTimeDuration> 00:01:03:50 </MediaTimeDuration>
</Mediatime>
<SegmentDecomposition>
<VideoSegment id="Seg2">
<TextAnnotation>
<FreeTextAnnotation> 대통령의 동남아 순방
</FreeTextAnnotation>
</TextAnnotation>
...
(생략)
...
</Mpeg7>
    
```

그림 2. 예제 MPEG-7 문서
Fig 2. A MPEG-7 Example Document

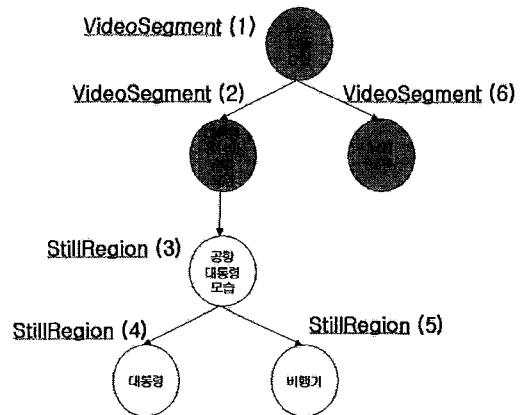


그림 3. 예제 MPEG-7 문서 구성도
Fig 3. MPEG-7 Document Hierarchical Structure

이 인덱스는 그림 2의 MPEG-7 예제 문서를 그림 3으로 표현할 수 있으며, 그림 3에서 ()안에 있는 것은 pathID를, 각각의 노드에 포함된 단어들은 BitmapInvert Index의 비트맵정보로 표현되며, Path Index는 표 4와 같이 구성된다.

그리고 두 개 이상의 단어가 질의로 주어질 때 bitwise 연산을 위해 pathID, scope 필드의 값을 이용하여 대표엘리먼트들간의 부모/자식, 조상/자손간의 관계를 파악하고 3.2절에 언급한 방법을 이용하여 보다 정확한 부분을 얻을 수 있도록 설계하였다.

표 4. Path Index Table의 예
Table 4. An Example of Path Index Table

exist	path	pathID	scope	pos	start	end
1	/Mpeg7/VideoSegment/	1	6	...	...	...
1	/Mpeg7/VideoSegment/VideoSegment/	2	4	...	...	...
1	/Mpeg7/VideoSegment/VideoSegment/StillRegion/	3	3	...	...	...
(생략)						
1	/Mpeg7/VideoSegment/VideoSegment/	6	1	...	...	...

2.4 BitmapInvert Index

BitmapInvert Index는 BitmapInvert_File Index와 같은 형태로 구성된다. 차이점은 BitmapInvert_File Index는 어휘가 MPEG-7문서에 포함이 되어 있는 지만을 표현하고, BitmapInvert Index의 경우에는 해당 MPEG-7문서에서 어휘가 포함되어 있는 대표 엘리먼트의 위치를 표현할 수 있다는 점이다.

역색인(Inverted Index)의 경우 단어기반 검색으로 문서의 크기에 비해 어휘의 수가 상대적으로 상당히 적고, 빠른 검색 성능을 보여주어 많은 검색에서 응용이 되며, Bitmap Index의 경우에는 빠른 성능을 보여주지는 않지만 효율적인 검색을 할 수 있도록 해준다. BitmapInvert Index를 구성하는데 있어 Bitmap Index를 어휘별로 모든 엘리먼트에 대해 표현할 경우 저장공간의 증가와 불필요한 요소의 포함으로 인한 연산량의 증가로 인해 대표엘리먼트만에 대해서 표현하도록 하였다.

표 5. Bitmap Index 테이블
Table 5. Bitmap Index Table

Term	Bitmap

이때 출현빈도를 표현하는 비트열의 크기는 Path Index에서 구성된 대표엘리먼트들의 수와 같고, 실제 path 정보는 Path Index의 exist 필드의 비트값과 AND 연산을 통해 구할 수 있으며, 나중에 질의 처리시 어휘검색을 빠르게 하기 위해 B+ 트리를 이용하여 어휘검색을 하도록 하였다. 그림 3의 예제 MPEG-7 문서에 대한 BitmapInvert Index의 내용은 그림 5와 같다.

표 6. BitmapInvert Index 테이블 예
Table 6. An Example of BitmapInvert Index Table

Term	Bitmap
공항	0 0 1 0 0 0
날씨	0 0 0 0 0 1
(생략)	
뉴스	1 0 0 0 0 0
대통령	0 1 1 1 0 0
동남아	0 1 0 0 0 0
오늘	1 0 0 0 0 0
요약	1 1 0 0 0 0

III. 시스템 설계 및 질의처리

3.1. 시스템 설계

다수의 MPEG-7 문서를 검색하기 위한 시스템은 그림 6과 같이 인덱스를 구축하는 Index Builder 부분과 구축된 인덱스를 저장하는 인덱스 저장소 및 인덱스 저장소에 접근하여 검색을 하는 부분으로 나누어진다. 그림 6에서 인덱스를 구축하는 경우에는 MPEG-7 문서가 주어지게 될 때, Index Builder를 통해 MPEG-7문서를 파싱하여 File Index에 추가하고, 대표엘리먼트 추출 및 분석을 통해서 Path Index를 구성한 후, 어휘 추출 및 분석을 통해 BitmapInvert_File Index와 BitmapInvert Index를 구축하게 된다.

그리고, 검색을 하는 경우에 질의가 주어지면 우선적으로 BitmapInvert_File Index를 통해 검색해야 할 모든 어휘에 대하여 해당 문서에 포함되었는지 구분하게 되고, File Index의 Allocation Map (AM_P, AM_BI)을 통해 각 MPEG-7문서의 BitmapInvert Index와 Path Index에 접근하게 된다.

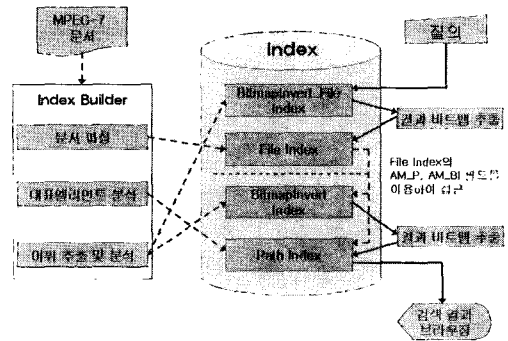


그림 4. 시스템 구성도
Fig 4. The Architecture of System

그 다음 BitmapInvert Index를 통해 결과 비트맵을 추출하고 Path Index를 통해 bitwise연산 및 최종 대표엘리먼트를 추출하여 결과로 반환하게 된다.

3.2 질의 처리 방법

본 논문에서 고려한 질의 처리 방법은 상위레벨 특징을 검색할 수 있는 단어기반 검색이며, 여러 MPEG-7문서에 대한 2개 이상의 단어들간의 bitwise연산까지 가능하도록 설계하였고, 다음과 같은 순서로 이루어진다.

- 1) 질의로 주어진 단어에 대해 BitmapInvert_File Index로부터 해당하는 비트맵을 가져온다.
- 2) 가져온 비트맵들을 질의시 주어진 단어들간의 AND, OR관계에 따라 비트연산을 수행하여 하나의 [상위레벨 결과비트맵]을 만든다.
- 3) [상위레벨 결과비트맵]에 대해서 File Index를 통해서 실제 질의 단어가 포함된 MPEG7 문서의 BitmapInvert Index, Path Index의 위치를 얻어 접근한다.
- 4) 주어진 각 BitmapInvert Index를 통해 질의 단어가 포함된 [하위레벨 결과비트맵]을 추출한다.
- 5) 4)에서 주어진 비트맵과 Path Index의 pathID, scope 필드값을 이용하여 AND, OR 연산을 수행하여 [최종 결과비트맵]을 구한다.
- 6) [최종 결과비트맵]을 통해 Path Index로부터 실제 위치를 가져와 결과를 브라우징한다.

따라서, MPEG-7 문서를 검색할 때, 단어들간의 관계에 따라 다음과 같은 유형의 질의로 구분할 수 있다.

- ▶ 한 단어를 질의로 줄 경우
 - 한 단어가 질의로 주어진다면 BitmapInvert_File Index에서 바로 결과 비트맵이 주어지게 되고, File Index를 통해 해당 MPEG-7문서들을 찾아낼 수 있으며 BitmapInvert Index를 통해 원하는 대표엘리먼트들을 찾아내 결과로 반환할 수 있다.
- ▶ 두 단어 이상이고 AND 연산을 하는 경우
 - 먼저 BitmapInvert_File Index로부터 비트맵을 AND 연산하여 검색해야 하는 MPEG-7 문서의 범위를 한정시킬 수 있고, 각 MPEG-7 문서별 BitmapInvert Index와 Path Index를 통해

서 비트맵을 추출하고, 대표엘리먼트들간의 부모/자식, 조상/손자간의 상하포함관계에서 보다 정확한 내용을 결과로 반환하게 된다.

- ▶ 두 단어 이상이고 OR 연산을 하는 경우
 - AND연산을 하는 경우와 진행은 비슷하지만 AND 연산 대신 OR연산을 통해 결과를 구하게 되며 AND연산이 보다 세부적인 결과를 반환하게 되는 반면에, 부모, 조상의 범주에 있는 대표엘리먼트를 반환하게 된다.

이 때 앞의 질의 처리 단계에서 [최종 결과비트맵]은 [하위레벨 결과비트맵]을 이용하여 구하게 되는데, [하위레벨 결과비트맵]에서 같은 서브 엘리먼트 내에 결과가 중복되는 일이 발생할 수 있게 된다. 상하 대표엘리먼트들간에 결과가 중복이 될 때, AND 연산이 포함된 질의의 경우 하위 대표엘리먼트가 보다 더 특화된 경우이므로 하위 대표엘리먼트를 결과로 반환하고, OR 연산이 포함된 질의의 경우에는 보다 더 일반화된 개념을 찾는 것이므로 상위 대표엘리먼트를 결과로 반환할 수 있다. 그러므로, (5)번 단계를 수행하기 위해, [하위레벨 결과비트맵]과 Path Index의 pathID와 scope 필드의 값을 이용하여 처리하게 되는데, pathID와 scope값을 더하게 되면, 상위 대표엘리먼트에 해당하는 값이 하위 대표엘리먼트들의 값보다 크거나 같게 되고, 해당 위치에서 뒷부분의 서브트리의 경우보다는 값이 작게 된다.

그리고, [하위레벨 결과비트맵]에서 비트값이 1인 것들만을 비교하게 되는데, 이 때 서로 비교하게 되는 2개의 비트값(pathID와 scope값을 더한 값)들을 각각 A, B라 가정하고, A가 B보다 앞선 위치에 있

표 7. AND, OR 연산의 처리
Table 7. Processing of AND, OR operation

관계	A and B	A or B
A<B	A는 결과로 반영 B를 A로 변경후 진행	A는 결과로 반영 B를 A로 변경후 진행
A=B	B를 결과로 반영 B를 A로 변경후 진행	A를 결과로 반영 B는 결과에서 제외후 다음 것을 B로 변경후 진행
A>B	A를 결과에서 제외 B를 A로 변경후 진행	A는 유지 B는 결과에서 제외후 다음 것을 B로 변경후 진행

다고 할 때, AND, OR 연산은 그림 7과 같은 규칙을 가지게 된다. 따라서, 이 규칙을 이용하여 [최종 결과비트맵]을 구할 수 있게 되며, (6)번 단계를 거쳐 최종 결과를 반환하게 된다.

V. 결론

MPEG-7 표준이 특징 추출이나 검색 방법에 대한 표준화는 하지 않았기에 검색 방법에 대한 연구가 필요하고, 기존의 XML 인덱싱 기법을 이용한 검색으로는 동영상 검색과는 부합되지 않으므로, 본 논문을 통해서 MPEG-7 의 문서 구조에 기반한 인덱스 구조를 설계하여, 여러 MPEG-7문서에 대한 검색을 할 수 있도록 하는 시스템 구조를 설계하였음을 보였다. 본 논문에서 제안한 시스템을 통해 두 단어 이상의 질의 및 단어들간의 bitwise 연산을 통해 검색 결과의 범위까지도 제어할 수 있음을 보였다.

현재 MPEG-7문서의 상위레벨의 특징에 대한 것은 바로 결과를 얻을 수 있지만 하위레벨의 특징에 대해서는 해당 부분에서 질의 영상이나 동영상의 특징값들과 MPEG-7문서의 특징값들을 각각 찾아서 비교해야 하는 상태인데, 이를 보완하여 하위레벨 특징값들에 대하여 다차원 인덱스 구조를 적용하여 검색 범위의 확장을 고려해야 할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 추성민, 정진국, 남종호, 김경수, 하명환, 정병희, "동영상 MPEG-7에 대한 효율적인 인덱싱 알고리즘", 한국정보과학회 추계학술발표논문집, 제29권, 제2호, pp. 193-195, 2002.
- [2] 남윤영, 황인준, "XMARS : XML 기반 멀티미디어 주석 및 검색 시스템", 정보처리학회논문지, VOL 9-B, NO 5, pp. 541-548, October 2002.
- [3] M.Martines, "Overview of the MPEG-7 Standard", ISO/IEC JTC1/SC29/N4032, March, 2001.
- [4] B.S.Manjunath, Philippe Salembier, Thomas Sikura, "Introduction to MPEG-7 Multimedia Content Description Interface", WILEY, 2002.
- [5] 임화영, 이창윤, 김혁만, "비디오 내용기술을 위한 MPEG-7과 TV Anytime 메타데이터의 상호 변환", 한국정보과학회 추계학술발표논문집, Vol.29, No.2, pp. 31-33, 2002.
- [6] Karald Kosch, "MPEG-7 and Multimedia Database Systems", ACM SIGMOD Record, Vol.31, Issue 2, 2002.
- [7] 강희범, 원치선, "MPEG-7 디스크립터들의 조합을 이용한 영상 검색", 방송공학회논문지, 제 8권, 제1호, pp. 91-99, 2003.
- [8] 김택근, 김우생, "MPEG-7에 기반한 동영상 검색 시스템 인덱스 기법", 한국정보과학회 추계학술발표논문집, 제30권, 제2호, pp. 25-27, 2003.
- [9] 이창윤, 임화영, 김혁만, "MPEG-7을 이용한 하이라이트 인덱싱과 브라우징", 한국정보과학회 추계학술발표논문집, vol.29, No.2, pp. 217-219, 2002.
- [10] 서치영, 시상원, 김형주, "XML 문서에 대한 RDBMS에 기반을 둔 효율적인 역색인기법", 정보과학회 논문지, Vol.30, No.4, 2003.
- [11] Silberschatz, Korth, Sudarshan, "Database System Concepts 4th Edition", Fourth Edition, Mc Graw Hill, 2002.
- [12] Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman, Jennifer Widom, "Database Systems: The Complete Book", Prentice Hall, 2002.
- [13] W.B. Frakes and R. Raeza-Yates, "Information Retrieval; Data Structures & Algorithms", Prentice Hall, 1992.

