

## 지식 데이터베이스를 적용한 효율적인 세균 의료영상 검색 시스템의 구현

신용원\*, 구봉오\*\*

### Implementation of an Efficient Microbial Medical Image Retrieval System Applying Knowledge Databases

Yong-Won Shin\*, Bong-Oh Koo\*\*

#### 요 약

본 연구는 신규 임상병리사로 하여금 보다 정확한 의사결정과 효율적인 교육에 이용할 수 있는 지식 및 내용 기반 의료 세균화상 검색 시스템을 설계 및 구현하는 것이다. 이를 위해, 먼저 알고리즘방식의 검색 이전에 경험적 지식을 바탕으로 세균동정단계 중 가장 빠른 경로를 탐색하여 원인균 동정에 소요되는 시간을 줄일 수 있도록 룰 베이스를 근거로 유연성 있는 탐색경로를 설정하여 전체적인 추론을 수행한다. 다음으로, 색상 모델 중에서 HSV 컬러 모델을 이용하여 세균화상 중에서도 특히 세균화상으로부터 시각정보의 색상 특징 벡터를 추출할 수 있는 색상 특징 추출방법을 제안한다. 아울러 대용량 세균화상 데이터베이스를 기반으로 보다 빠른 검색 성능을 위해, 배지, 검체, 부서, 세균명과 같은 단순속성들에 대해서는 B+-트리, 세균화상에 대한 부가적인 설명 정보로부터 추출한 키워드들에 대해서는 역화일기법, 그리고 화상으로부터 추출한 고차원 색상 특징벡터에 대해서는 스캔-기반 필터링(Scan-Based Filtering:SBF) 기법을 결합한 통합 색인기법을 기술한다. 마지막으로 구현된 시스템은 시각적인 내용 자체의 정보와 지식을 이용하여 효과적으로 복잡한 세균화상을 검색 및 관리할 수 있는 가능성을 보인다. 아울러 구현한 지식 및 내용-기반 세균화상 검색 시스템을 통해 임상분야의 지식을 잘 구조화함으로써 초보적인 임상병리사의 학습기간을 현저히 단축시킬 수 있을 것으로 기대된다.

#### Abstract

This study is to design and implement an efficient microbial medical image retrieval system based on knowledge and content of them which can make use of more accurate decision on colony as well as efficient education for new technicians. For this, we first address overall inference to set up flexible search path using rule-base in order to reduce time required original microbial identification by searching the fastest path of microbial identification phase based on heuristics knowledge. Next, we propose a color feature extraction method, which is able to extract color feature vectors of visual contents from a given microbial image based on especially bacteria image using HSV color model. In addition, for better retrieval performance based on large microbial databases, we present an integrated indexing technique that combines with B+-tree for indexing simple attributes, inverted file structure for text medical keywords list, and scan-based filtering method for high dimensional color feature vectors. Finally, the implemented system shows the possibility to manage and retrieve the complex microbial images using knowledge and visual contents itself effectively. We expect to decrease rapidly learning time for elementary technicians by well organizing knowledge of clinical fields through proposed system

▶ Keyword : Microbial Medical Image, Integrated Indexing, Knowledge Databases

• 제1저자 : 신용원  
• 접수일 : 2005.01.26, 심사완료일 : 2005.03.05  
\* 부산가톨릭대학교 병원경영학과 전임강사 \*\* 부산가톨릭대학교 물리치료학과 조교수

## I. 서론

나노기술(NT)과 바이오기술(BT)의 빠른 발전에 따라 의료정보화 사회로의 조기진입을 위한 기반 구축에서 중요한 선행과제 중에 하나는 정보검색 기술이다. 그러나 지식의 폭주가 이루어지고 있는 21세기는 양적 증가뿐만 아니라 내용자체도 급변하고 있는 실정이다. 이러한 변화에 적극적으로 대처하기 위해서는 수 많은 자료 속에서 필요로 하는 정보를 신속하게 찾아내어 지식화할 수 있는 기술이 요구된다[1][2][3].

임상진단검사의학과에서는 정보기술을 이용하여 업무를 분석하고 진료에 도움을 줄 수 있는 구조화된 지식을 필요로 한다. 임상현장에서 비교적 낙후되어있는 미생물검사실은 주로 감염성이 강한 검체를 다루고 있고, 수작업을 요구하는 과정이 많다. 그 중 세균동정에 있어서는 자동화기기로부터의 검사결과 보고가 아닌 현미경 성상을 검경한 후 세균 성상에 대한 병리사의 지식을 토대로 주관적으로 판단하여 보고하고 있다.

이러한 세균감염성 질환의 원인균을 도출해 내는 과정에는 정규 교육과정 시 습득한 이론적인 지식보다는 업무수행을 거치면서 획득한 경험적 지식이 우선적으로 작용한다. 즉, 임상진단검사의학과와 세균동정전문가는 세균과는 직접적인 관계없는 검사의뢰지에 표기된 환자의 나이, 환자의 성별, 검체의 상태와 같이 불완전한 자료를 세균동정에 실질적인 도움을 주는 정보로 이용할 수 있는 능력이 있다. 또한 검사에 있어서 자원의 비효율적인 할당이나 중복과 같은 응급상황이 발생해도 이를 유연성 있게 대처할 수 있는 능력이 있으며 전문가의 지식베이스에 새로운 동정기법과 세균에 대한 정보를 즉시 도입하여 사용할 수 있는 능력이 있다. 그러나 전문가가 아닌 경우에는 업무수행 시 세균을 동정하는데 많은 탐색을 거치게 되어 많은 비용이 요구되며, 실시하는 검사의 기술적 숙련도 부족과 미생물 세균에 대한 전반적인 이론적 지식의 미비로 동정의 정확도가 떨어질 수 있다.

현재까지 연구된 일반적인 화상검색 시스템은 전문가의 의견이 지속적으로 개입하는 주석기반 검색 시스템과 내용기반 검색 시스템으로 분류할 수 있다[4]. 전자는 병리사가

직접 화상에 대한 주석을 제시하는 방식으로 인간의 개입으로 인해 높은 정확도를 얻을 수 있지만 많은 수작업이 필요로 하므로 효율성이 떨어진다. 후자는 초기 숙련된 병리사의 조언으로 세균의 특성에 대한 분석이 이루어진다면 자동화 시스템을 구축할 수 있다. 하지만 화상 자체의 의미가 중요시되는 검색에서는 정확도가 떨어진다. 때문에 표면적인 정보 외에 전문가가 이용하는 비정형적인(Unformatted) 경험적 지식과 내용기반 화상검색[5]을 제시하고자 한다.

본 연구에서는 특정영역인 세균화상에 대하여 지속적인 전문가의 개입 없이 화상을 검색하는데 높은 정확도를 얻을 수 있고 세균에 대한 분류 및 검색할 수 있는 방법을 설명한다. 뿐만 아니라 세균 화상에 대한 정보를 유용하도록 하기 위해 지식 및 내용-기반의 의료 세균화상 검색 기술을 이용하여 교육이나 임상현장에서 사용하고자 한다.

## II 연구방법

미생물 검사실의 정보화는 서비스 달성의 도구인 관리와 조직의 복잡성으로 인한 문제점도 있지만, 실제로는 업무상의 특성으로 인한 복잡성과 불확정성이 더욱 크다고 볼 수 있다. 즉, 미생물 세균의 동정에는 세균의 배양과 성장 등의 확인이 실제 검경화상을 중심으로 각종 비정형 데이터와 경험과 전문적 지식의 도움을 받아 업무가 이루어지고 있으며 학문적 발전의 흐름에 민감하게 반응하며 의학기술의 발전 추이로 인하여 과거 및 현재와 미래의 기술이 혼재하는 매우 복잡한 특성을 지닌다. 따라서 본 연구에서는 미생물 검사실의 정보화의 발전을 가속화시킴은 물론 미리 구축된 세균화상 데이터베이스로부터 효율적인 검색을 위해 지식 데이터베이스를 적용한 내용-기반 세균화상 정보검색 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 위해 먼저, 세균동정단계의 경로를 탐색하여 동정을 하는데 걸리는 시간을 최대한 단축시킬 수 있도록 룰 베이스에 근거하여 추론한다. 또한 세균화상 객체의 시각적인 특징인 색상 정보에 기반하여 효율적인 이미지 특징벡터를 추출할 수 있는 방법을 제안한다. 아울러, 방대한 양의 세균화상 데이터베이스에 대한 빠른 검색을 위해, 세균화상의 단순 속성 정보에 대해서는 B+-트리 색인기법[6], 세균화상에 대한 부가적인 설명을 나타내는 텍스트 설명 정보에 대해서는 역화일 기법(Inverted file)[7],

그리고 세균화상 특징인 색상 특징벡터에 대해서는 스캔-기반 필터링 기법[8]을 이용한 통합 색인 검색 기법을 제안한다. 아울러, 세균화상 객체에 대한 사용자의 편리한 검색을 위한 사용자 질의 및 검색 인터페이스를 구현하였다.

### 2.1 전체 시스템 구성도

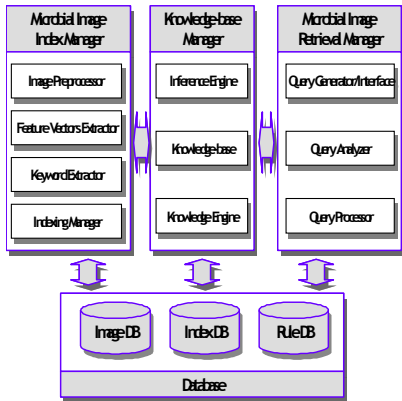


그림 1. 의료화상검색시스템의 전체구조  
Fig. 1 Overall architecture for microbial medical image retrieval system

본 논문에서 제안하는 의료 세균화상을 위한 지식 데이터베이스를 적용한 내용-기반 의료 정보검색 시스템의 전체 구조는 그림 1과 같으며, 전체적으로 세균동정을 위한 지식 베이스, 전처리 과정, 키워드 및 화상에 대한 특징벡터 추출, 사용자 인터페이스, 질의 분석 및 통합 검색, 색인 기법 등과 같은 세부 컴포넌트들로 구성되어 있다. 먼저 세균화상에 대한 속성정보, 화상 정보, 그리고 화상에 대한 부가적인 설명정보로 구성된 세균화상 데이터가 주어지면, 배지와 검체와 관련된 불완전한 임상적 정보만으로도 세균동정 탐색경로를 줄여서 결론에 도달할 수 있도록 지식베이스를 이용한다. 다음으로 전처리 과정 단계에서는 이미지 객체에 대한 특징벡터를 추출하기 위한 전처리 단계로서 배경 정보와 객체 정보를 분리하는 객체 분리(Segmentation) 과정이 이루어진다. 셋째, 키워드 및 이미지 특징벡터 추출 컴포넌트에서는 하부 저장 시스템에 있는 색인 기법에 삽입할 텍스트 키워드를 자동 추출하고, 분리된 이미지 객체로부터 색상에 대한 특징벡터를 추출한다. 색인 컴포넌트는 세균화상 데이터들로부터 추출한 색인 정보 즉, 단순 속성, 추출된 키워드, 그리고 화상 특징벡터 각각에 대해 그에 적합한 색인 기법을 이용하여 색인을 수행한다. 한편, 사용자는 원하는 세균화상 데이터를 검색하기 위해 사용자 인터페이스 컴

포넌트를 이용하여 사용자 질의를 입력하고, 입력된 질의에 만족하는 검색 결과를 브라우징한다. 마지막으로, 검색 컴포넌트는 주어진 사용자 질의를 분석하여 단순 속성, 텍스트, 이미지에 대한 검색을 수행하고, 아울러 이를 통합하여 사용자가 원하는 데이터를 유사성이 높은 순서대로 사용자 인터페이스에 출력한다.

### 2.2 지식베이스를 이용한 세균화상 분류

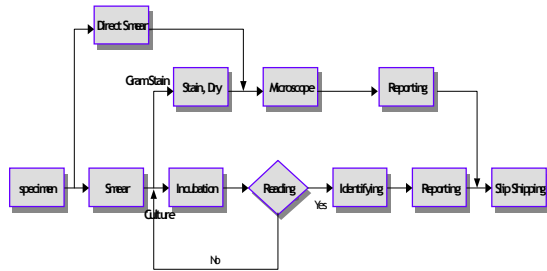


그림 2. 일중심의 워크플로우  
Fig. 2 Work oriented work-flow

진단검사의학과에 있어서 미생물 검사실의 중요한 의의는 병소로부터 인체에서 분리되는 많은 미생물에 대하여 임상적으로 의의가 있는 미생물을 신속하고 정확하게 분리, 동정하여 임상 의들에게 재현성 있는 정보를 제공해 주는 진단과 치료에 도움을 주는 것이다. 물론 신속하게 동정하는 것이 필수적이지만 임상미생물학적인 소견을 뒷받침할 수 있는 정확한 검체의 채취도 중요한 것이다. 작업순서지향 업무는 검사실에서 검사를 효과적으로 처리하기 위한 기준으로서 (그림 2)와 같이 이루어져있다. 먼저 환자로부터 가검물을 처리하여 염색을 한다. 그리고 기본 배지에 세균을 접종하고 인큐베이터에서 최소 24시간을 세균배양을 한다. 이후 자란 세균 집락(Colony)의 분리 채취를 하고 판독자에 의한 집락과 세균의 형태학적 성상을 현미경으로 검경한다. 검경 결과에 의한 세균의 생화학적 검사 종류를 결정한다. 숙련된 임상병리사의 경험을 이용한 동정은 검사실의 내규나 정규교육 과정에서 습득한 지식을 기준으로 동정경로를 설정하는 것이 아니고, 객담, 뇨, 분변, 혈액, 농, 각종 체액 등과 같은 불완전한 검체의 정보를 이용하여 동정에 불필요한 단계를 배제하며 최소한의 검사인 그람 염색과 배지접종 단계만을 시행하고도 결론에 도달할 수 있도록 경로를 설정한 것이다. 하지만 숙련되지 않은 병리사의 경우에는 완벽한 정보를 가지지 않고서는 동정을 결정하는데 많은 어려움을 가지고 있다. 이러한 초보병리사가 불완전한

정보를 분류하여 숙련된 병리사와 같은 지식을 가질 수 있도록 도와주는 것이 지식베이스이다.

```
IF the best guessed anaerobic bacteria name =
"Fusobacterium nucleatum"
THEN filename OF picturebox_best bacteria picture :=
"IMAGES\FNBRUBA.BMP"
AND filename OF picturebox_gram stain :=
"IMAGES\FNUCGRIM.BMP" CF 100
```

그림 3. 세균화상 룰의 예  
Fig. 3 Example of rule on microbiology image

동정에 결정하는데 필요한 룰(Rule)은 시스템 내부에서 이용 가능한 형태의 지식 표현방법을 이용하여 지식베이스로 구축하는 것이다[9]. 본 연구에서는 검사자가 수행하는 세균 동정의 모든 과정을 가장 많이 사용되고 있는 생성규칙을 이용하여 룰을 생성하였다. 일반적으로 생성규칙은 IF, Then의 형식으로 표현되고 IF절 이하의 조건부와 Then 이하의 결론 부로 이루어져 있다. 한 가지 예를 들면, 검체가 Pulmonary에서 채취한 Pleural fluid이면 숙련된 병리사는 우선 자신의 생각 속에서 몇 가지 균을 예측한다. 그리고 그람 염색을 시행하여 세균이 그람음성이면 그에 따른 예상세균을 예측하고 적절한 배지에 검체를 접종한다. 그리고 배지에서 자란 집락의 성상을 보고 최종적으로 결론을 내린다. 이러한 룰을 이용하여 추론하는 과정은 책에는 언급되지 않는 예외적인 사항을 이용한 것이며 실제 임상에서 업무수행 과정 중 획득한 경험적 지식이 근간이 된다. 따라서 이러한 경험적 지식은 기존의 체계적인 지식과 더불어 탐색경로 설정과 추론과정에 직접적인 조언을 해 줄 수가 있다. 세균 검색을 위해서는 전체 세균화상을 기반으로 검색하는 것보다 불완전한 정보를 지식베이스로 분류하여 일차적으로 불필요한 화상을 먼저 걸러내고, 내용을 기반으로 유사한 세균 화상들을 검색하는 유형은 신규병리사가 경험 많은 병리사의 지식을 이용하는 것과 거의 유사하다. 이러한 숙련된 병리사가 생각하는 동정과정에 대한 내용을 IF, Then 형식의 룰로 나타내어서 적절한 세균화상을 찾아서 보여준다. 이와 같은 화상을 보여주는 룰은 (그림 3)과 같다. 그러나 구현된 지식베이스 내부에서 추론 시 이용하는 룰의 형식은 위의 내용을 두 개로 나누어진다. 하나는 (그림 4)와 같이 지식베이스에서 검체를 선택하는데 조언을 주는 과정과 다른 하나는 (그림 5)와 같이 선택한 배지에서 자란 집락의 성상을 근거로 실제 원인균을 동정하는 과정으로 서로 다른 도메인에 다중 지식 기반의 형태로 구축하였다.

```
IF CONF(name OF Specimen) = -2
AND state OF Specimen = select the state of specimen
as string
AND sampling site OF Specimen = select the site of
specimen as string
THEN first possible species := species OF Specimen
```

그림 4. 검체선택을 위한 룰  
Fig. 4 Example of specimen selection rule

```
IF select the site of specimen as string CONTAINS
"ENT"
AND select the kind of specimen IS Pus
AND select the result of Gram Stain IS negative
AND select the shape under gram stain IS bacilli
AND name OF Second Gussed Species =
"Porphyromonas Spp."
THEN the best guessed media before inoculation :=
"PEA"
```

그림 5. 배지선택을 위한 룰  
Fig. 5 Microbial medical image rule for agar selection

### 3.3 세균화상을 위한 전처리 과정

의료 세균화상 객체에 대한 지식 및 내용-기반 검색을 위해서는 먼저 이미지 객체가 가지는 특징을 분석하고, 이를 기반으로 특징벡터를 추출해야 한다. 특징벡터를 추출하기 전에 수행해야 할 가장 중요한 과정은 이미지 내의 배경을 제거하고 의미 있는 객체 영역만을 분리하는 과정으로 크게 다음과 같은 세 단계로 이루어진다. 첫째, 세균화상 클러스터링 단계로 세균화상으로부터 객체를 분할하기 위한 방법으로 퍼지 이론을 이용한 클러스터링 방법 중에서 가장 많이 알려진 Fuzzy C-Mean(FCM) 알고리즘[10]을 사용한다. 이 방법은 Bezdek[11]에 의하여 제안되었던 클러스터링 알고리즘으로 각 화소의 클래스에 관한 소속 함수 값이 1이 되는 확률적 제약 조건을 이용하고 있다. 둘째, 세균화상 잡음제거 단계로 클러스터링 단계에서 정확하게 분리해내지 못한 부분에 대한 잡음을 제거하는 단계로 본 연구에서 사용하고 있는 방법은 3x3의 크기를 가지는 마스크를 사용하여 전체 클러스터링 되어진 이미지를 순회하면서 마스크 내에 1의 값을 가지는 화소의 수가 4보다 적으면 0으로 치환하는 알고리즘을 적용하여 이미지 내의 잡음을 제거한다. 마지막으로 세균화상 객체 영역 채우기 단계로 클러스터링 단계에서 이미지 객체 안에 임의의 화소나 영역이 이미지의 배경과 비슷한 색상을 갖게 되면 분리된 객체 영역 안에 배경 값(0)으로 나타나기 때문에 이러한 부분에 대

해서는 객체 영역을 채우는 단계가 필요하다. 이 단계에서는 물방울 채움알고리즘과 스캔 라인 알고리즘을 이용하여 객체 영역 안을 최대 채운다. 위의 과정을 도식으로 나타내면 (그림 6)과 같다.

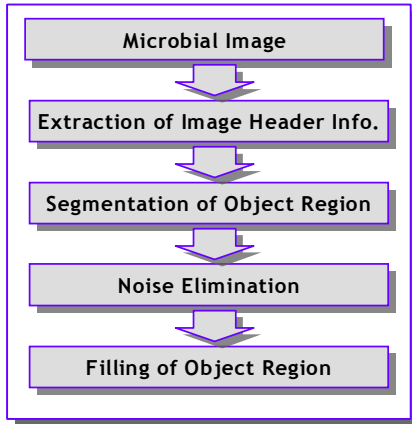


그림 6. 특징벡터추출을 위한 전처리 과정  
Fig. 6 Preprocessing stage for feature vector extraction

#### 4.4 키워드 및 색상 특징벡터 추출

본 연구에서 세균화상을 위한 의료 정보검색 시스템을 위한 특징벡터는 텍스트 기반의 부가설명정보로부터 추출한 텍스트 키워드 특징벡터와 실제 세균화상으로부터 추출한 색상 특징벡터로 구분한다. 먼저 텍스트 키워드 추출을 위해서는 기존의 정보검색 시스템에서 이용되었던 명사 단위 방법, N-그램 방법, 형태소 분석 방법 중에서 형태소 분석 방법을 이용하여 키워드 리스트를 추출하였다. 키워드 추출 방법을 일명 문서 자동색인 기법이라고 하며 이는 최근 들어 미국에서 개발한 UMLS(Unified Medical Language System)[12]의 의료분야 용어집과 같이 텍스트 기반의 의료 정보를 효율적으로 검색을 위해 문서 정보를 분석하여 문서의 내용을 대표할 수 있는 정확한 키워드 리스트(즉, 색인어 리스트)를 추출하는 데 이용되고 있다.

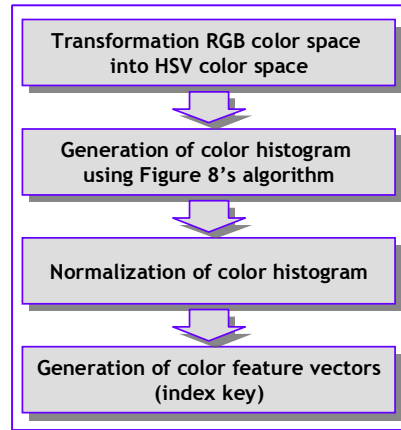


그림 7. 색상특징벡터생성과정  
Fig. 7 Generation stage for color feature vector

화상을 구별하는 시각적인 척도 중에서 가장 많이 사용하는 것은 화상의 색상 특징이다. 일반적으로 물체를 표현하기 위해서 사용되는 RGB좌표계는 빨강, 녹색, 파랑의 세 가지 원색으로 구성되며, 대부분의 비디오 모니터나 컴퓨터 그래픽스와 같은 분야에서 널리 사용되고 있다. RGB 색상 공간은 색상들간의 의존성이 매우 높고 색상들간의 근접성(Proximity)이 색상의 유사성을 나타내지 못한다는 단점을 지닌다. 이러한 단점을 보완하기 위한 방법으로 YIQ, YUV, Munsell 등 여러 가지 색상 변환 모델이 연구되었다[13][14]. 본 연구에서는 그 중에서도 HSV(Hue, Saturation, Value) 색상을 이용한다. 이 모델은 균일한 분포(Uniform)와 비선형적인(Non-linear) 특성을 가지며, 색상 변환(Transform)이 까다롭지 않은 장점을 가진다. HSV모델에서 H값은 색상의 집합을 나타내면서 0도에서 360까지의 각도를 가진다. S값은 H값의 각도에 대한 색상의 세기(채도)를 나타내며, V값은 색상의 밝기 즉, 명도로서 V값이 클수록 색상은 흰색에 가까워지고, 작을수록 검정색에 가까워진다. 본 연구에서는 22차원의 색상 특징벡터를 추출하여 색인 키로 사용한다. 22차원의 색상 특징벡터를 생성하는 단계는 (그림 7)과 같다. (그림 8)은 RGB 모델에서 HSV 모델로 변환한 후 H값, S값, V값에 따라 22차원 색상 히스토그램을 구하기 위한 알고리즘을 나타낸다.

```

Forall pixels in object {
  transform RGB color space into HSV color spaces;
  if( (S = 0) || (V < 0.3 || V > 0.9) ) { /*
achromatic or chromatic color */
    if(V < 0.25) hist_index = 21; /* black */
    else if(V < 0.5) hist_index = 20; /* dark gray
*/
    else if(V < 0.75) hist_index = 19; /* light
gray */
    else hist_index = 18; /* white */
  }
  else { /* classify 18 chromatic color by H
value(0-360) */
    if( H >= 340.0 ) hist_index = 0;
    else hist_index = ( (int)H + 20 ) / 20;
  }
}
    
```

그림 8. 색상특징벡터 알고리즘  
Fig. 8. Color feature vector generation algorithm

5.5 통합 색인기법

일반적으로 의료정보 검색 시스템에서 색인 기법은 사용자가 검색하고자 하는 정보를 순차적으로 하나씩 탐색하는 것이 아니라 데이터로부터 추출한 키(Key)들과 주소(Address)로 구성된 색인 정보들을 이용하여 사용자 질의에 대해서 보다 빠른 검색 성능을 제공하기 위함이다. 제안하는 통합 색인기법은 (그림 9)와 같다.

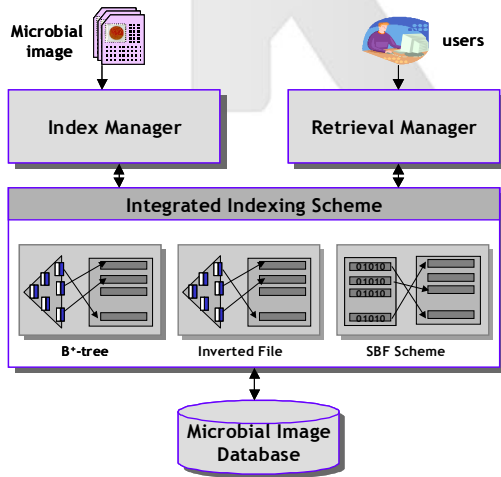


그림 9. 통합색인스키마  
Fig. 9 Integrated indexing scheme

먼저 첫째, 세균화상에 대한 배지, 검체, 진료부서, 세균 명 등과 같은 단순속성 정보를 위해서는 기존에 많이 알려

진 B+트리 색인 기법을 이용하여 색인을 구축한다. 둘째, 키워드 리스트를 위한 색인 즉, 세균화상 정보를 설명하는 부가적인 텍스트 설명 정보에 대해서는 자동 색인기를 통해 중요한 키워드들을 추출하며 이들에 대해서 기존의 정보검색 분야에서 이용되었던 역화일 기법(Inverted file)을 이용하여 색인을 구성한다. 마지막으로, 세균화상의 내용에 해당하는 색상정보로부터 추출한 22차원의 고차원 색상 특징 벡터를 위해서는 스캔-기반 필터링(SBF) 기법을 제안한다. SBF 기법은 (그림 9)에서 보는 바와 같이 세균화상으로 추출한 색상 특징벡터가 저장되어 있는 데이터 파일(Data file)과 색상 특징벡터로부터 구한 비트맵(Bitmap) 형식을 가지고 있는 요약정보인 시그니처(Signature)가 저장되어 있는 시그니처 파일(Signature file)[15]로 구성되어 있다. SBF 기법은 데이터 파일에 저장되어 있는 실제 특징벡터들에 대한 순차탐색을 수행하기 전에 각각의 특징벡터에 대한 비트맵으로 구성된 요약정보인 시그니처들로 생성된 시그니처 파일을 탐색하여 불필요한 시그니처를 필터링함으로써 탐색 성능을 향상시키는 기법이다. 이 방법의 장점은 '0'과 '1'의 비트맵 정보로 되어 있는 시그니처 정보가 실제 고차원의 색상 특징벡터에 비해 훨씬 적은 용량을 차지함은 물론 이로 인해 시스템 버퍼로 로딩할 수 있는 세균화상에 대한 시그니처 정보가 많게되어 디스크 I/O의 수를 매우 줄일 수 있어 검색 성능을 향상시킬 수 있게 된다.

III 결과

본 연구에서 제안하는 지식 및 내용기반 세균화상 검색 시스템은 윈도우즈 XP에서 델파이(Delphi) 언어를 이용하여 구현하였으며, 사용자 즉, 임상병리사는 세균화상에 대한 속성 정보, 부가적인 설명정보, 이미지 정보를 저장한다. 구축된 세균화상 데이터베이스로부터 지식베이스를 이용하여 속성 정보, 텍스트 키워드, 세균화상에 대한 색상 정보를 이용하여 내용-기반 검색이 가능하도록 하였다.

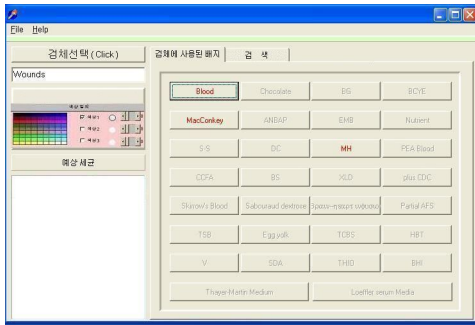


그림 10. 세균화상검색시스템의 쿼리화면  
Fig. 10 Query interface for microbial image retrieval system

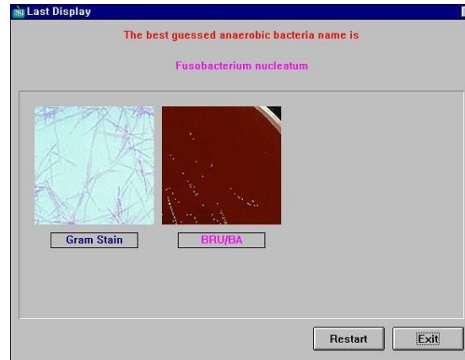


그림 11. 검색결과  
Fig. 11 Retrieved results

(그림 10)과 같은 초기화면에서 검체에 대한 룰을 바탕으로 화상을 보면서 검체를 확인할 수 있다. 또한 검체를 사용자가 선택하게 되면 오른쪽 화면의 커맨드버튼 리스트들 중 각 검체에 따른 배지가 활성화(Active)된다. 이때 활성화된 커맨드버튼들 중 원하는 배지를 클릭하면 왼쪽에 있는 예상세균부분에 그에 해당하는 세균화상이 나타난다. 인터페이스 상단에 있는 검색탭을 선택하면 단순속성검색, 텍스트기반 검색, 내용기반검색을 위한 사용자 질의 인터페이스 화면을 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서는 지식베이스를 이용한 검색에 초점을 두고 있으므로 세균화상을 중심으로 보여준다.

(그림 11)은 사용자의 색상과 검체를 알고 있는 상태에서 질의한 결과, *Fusobacterium nucleatum* 세균이 검색된 화면이다. 예상세균부분에는 기본배지에서 자란 세균화상 하나만이 나타나지만, 클릭을 하게 되면 Gram Stain 배지와 BRU/BA 배지에서의 성상이 나타난다. 이 화면은 세균이 자랄 수 있는 모든 배지가 나타나므로 사용자는 어떠한 배지에서 어떠한 집락과 모양으로 자라는지를 알 수 있다.

정보를 이용하고자 하는 사용자들에게 많은 부분에서 도움이 되도록 하기 위해 본 연구에서는 지식 데이터베이스의 룰을 적용함으로써 도메인의 지식뿐만 아니라 다양한 검색 질의가 가능한 내용-기반 세균 의료영상 정보검색 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 위해, 경험적 지식을 바탕으로 세균동정단계 중 가장 빠른 경로를 탐색하여 원인균 동정에 소요되는 시간을 줄일 수 있도록 룰 베이스를 근거로 유연성 있는 탐색경로를 설정하여 추론한다. 다음으로 세균화상을 이용하여 객체의 시각적인 특징 즉, 화상의 내용인 색상 정보를 HSV 색상 모델을 기반으로 추출하는 방법을 제안하였다. 아울러 세균화상에 대한 단순속성정보, 부가적인 정보인 텍스트 설명정보로부터 추출한 중요 키워드, 화상으로부터 추출한 고차원 색상 특징벡터에 대한 효율적인 검색을 위해 각각 B+-트리, 역화일 기법, 스캔-기반 필터링 기법을 이용한 통합 색인 기법을 제안하였다. 제안하는 시스템을 통해 초보임상병리사가 단순속성정보 및 세균화상정보를 찾아냄으로써 임상현장에서의 체계적인 교육이 아니라 지식을 구조화함으로써 교육시간의 단축과 세균화상에 대해 정확한 판단을 내릴 수 있게 되었다. 구현되어진 세균화상검색 시스템은 차후에 웹을 통한 서비스를 구축함으로써 e-Learning으로의 확장도 기대된다.

#### IV 고찰

미생물 검사실의 전산화는 현재 많은 부분에서 개선되고 있지만 미흡한 점이 있고, 여러 가지 제약조건으로 인하여 해결이 용이하지 않았다. 그러나 비전문가에게 또는 미생물

#### 참고문헌

[1] Dunlop A, Papiani M, Hey T. Providing access to a multimedia archive using the world wide web and an object-relational database management

system. *Computing & Control Engineering Journal* 1996;24(7):221-226.

[2] Pincioli F, Portoni L, Combi C. WWW-based access to object-oriented clinical database: the KHOSPAD project. *Journal of computers in biology and medicine* 1998; 27(11):531-552.

[3] 하창승, 류길수. 사례기반 추론을 이용한 지능형 웹 검색 에이전트의 설계 및 구현. *한국컴퓨터정보학회*. 2003; 8(1):38-46.

[4] Flickner M, Sawhney H, Niblack W, Ashley J, Huang Q, Dom B, et al . Query by Image Content:The QBIC system. *IEEE computer special issue on content retrieval*. 1995; 28(9):23-32.

[5] 최철, 박장춘. 영상 검색을 위한 적응적 컴포넌트 분석 시스템 설계. *한국컴퓨터정보학회*. 2004; 9(2):31-40.

[6] Rudolf B, Edward M. Organization and Maintenance of Large Ordered Indices. *Acta Informatica*. 1972; 1:173-189.

[7] William B, Ricardo B. Information Retrieval Data Structures & Algorithms. Prentice Hall. 1992. pp. 155-167.

[8] Han SG, Chang JW. A High-dimensional Indexing Scheme using Cell-based Filtering Technique. *Journal of KISS*. 2001; 28(2):204-216.

[9] Medsker L, Liebdwitz J. Design and Development of Expert Systems and Neural networks. Macmillan College Publishing Company. 1993. pp. 342-369.

[10] Ramesh J, Rangachar K, Brian G. Machine Vision. McGRAW-HILL. 1995. pp. 148-161.

[11] Bezdek J, Tiedt, M. Low level segmentation of aerial image with fuzzy clustering. *IEEE Trans. SMC*. 1986; 16(4):589-598.

[12] Han SB, Choi JW. Effective Query Expansion using Condensed UMLS Metathesaurus for Medical Information Retrieval. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*. 2004; 10(1):43-53.

[13] Mehtre BM, Kankanhalli MS, Narasimhalu AD, Man GC. Color matching for image retrieval. *Pattern Recognition Letters*. 1995; 16(3): 325-331.

[14] Belongie S, Carson C, Greenspan H, Malk J. Color- and Texture-based Segmentation Using EM and Its Application to Content-Based Image

Retrieval. *Proceedings of the International Conference Computer Vision*; 1998. pp. 675-682.

[15] Dervos D, Linardis P. and Manolopoulos Y. Perfect Encoding: a Signature Method for Text Retrieval. *Proceedings of International Workshop on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS)*; 1996. pp. 176-182.

### 저자 소개



**신용원**  
 1992년 인제대학교 의용공학과 졸업(공학사)  
 1996년 인제대학교 의용공학과 졸업(공학석사)  
 2000년 인제대학교 의용공학과 졸업(공학박사)  
 1999년 ~ 2004년 2월 마산대학교 보건복지학부 교수  
 2004년 3월 ~ 부산가톨릭대학교 병원경영학과 교수  
 <관심분야> 의료컨텐츠, 의료데이터 베이스, 전문가시스템



**구봉오**  
 1994년 한국방송통신대학교 농학과 졸업(농학사)  
 1997년 대구대학교 재활과학과 졸업(이학석사)  
 2002년 대구대학교 재활과학과 졸업(이학박사)  
 1996년 ~ 2003년 2월 마산대학교 물리치료과 교수  
 2003년 3월 ~ 부산가톨릭대학교 물리치료학과 교수  
 <관심분야> 의료컨텐츠, 의료전문가 시스템