

---

# 호기성 세균 화상 관리 시스템

## Aerobic Bacteria Image Management System

---

박병래\*, 구봉오\*\*, 신용원\*\*\*

부산가톨릭대학교 방사선학과\*, 부산가톨릭대학교 물리치료학과\*\*, 부산가톨릭대학교 병원경영학과\*\*\*

Byung-Rae Park(brpark@cup.ac.kr)\*, Bong-Oh Koo(kbo905@cup.ac.kr)\*\*

Yong-Won Shin(kevin@cup.ac.kr)\*\*\*

---

### 요약

본 연구에서는 국내에서 출현율이 높은 40 여종의 호기성 세균화상을 중심으로 실무에 필요한 전문가용 자료와 교육에 필요한 자료를 담은 실용적인 세균동정 화상 데이터베이스를 구축하였다. 구축된 시스템은 세균동정에 필요한 전문가의 축적된 경험과 지식을 체계화시킨 것으로 초보자도 쉽게 이용할 수 있어서 동정 과정상의 시행착오 배제에 의한 동정 효율의 극대화를 기할 수 있을 뿐 아니라 동정결과에 대한 신뢰도를 높일 수 있어서 환자의 검사 결과 처리에 걸리는 시간과 경비를 상대적으로 경감시킬 수 있다. 그리고 업무 진행과정상에서 새로운 세균에 대한 정보를 추가 등록할 수 있어서 임상병리사의 평생교육이 가능하게 되어 의료 질의 제고에 기여할 수 있다. 또한 실제 진단검사의학과에서 전문 인력의 기술 보완으로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

■ 중심어 : | 호기성 세균 | 세균 데이터베이스 |

### Abstract

In this study, we integrated 40 kinds of aerobic bacteria that has a higher appearance rate and data for experts and educations, and constructed the aerobic bacterial images database. Constructed system is useful to culture of bacteria for novice without expert's heuristics and deep knowledge and to decrease time and money for handling of patient's examination results. Moreover, it can add new bacterial information in database and contribute to raise a medical quality and it is useful to support a expert's technology in department of laboratory medicine.

■ Keyword : | Aerobic bacteria | Bacterial database |

---

## 1. 서론

정보화 사회의 빠른 진전에 따라 의료정보화 사회로의 조기진입을 위한 기반 구축에서 데이터베이스 기술은 최우선 과제이다.

전통적인 데이터베이스 시스템은 사용자의 명시적인

작업지시에만 그 기능을 수행하기 때문에 수동적인 특성을 지닌다. 즉 사용자나 응용 프로그램의 개입이 없이도 데이터베이스의 상태를 계속 관찰하여 미리 명시된 예외적 상황에 빠질 수 있기 때문에 사용자가 효과적으로 정보를 이용할 수 있도록 하기 위해 인텔리전트(Intelligent)한 기술을 사용하여야 한다. 또한 다양한

데이터를 서로 통합된 형태의 정보로 운영 관리해야 하고, 데이터간에 일관성 있는 정보의 접근 방식도 요구된다.

기존의 데이터베이스는 텍스트의 처리를 주로 다루어 온 정형화된 데이터베이스였기 때문에 화상, 음성, 메모 등과 같은 비정형 데이터 타입을 효율적으로 다룰 수가 없었다[1]. 그러나 Smalltalk-80, LOOPS, Flavors 와 같은 시스템에 포함된 객체지향의 개념이 컴퓨터 분야에 널리 퍼지게 됨에 따라 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 데이터를 객체라는 관점에서 접근하고 데이터베이스의 구축 역시 객체지향의 도구로서 접근하여 비정형 데이터를 다루고자 하는 움직임들이 나타나고 있으며 객체지향 도구로서 Delphi, Visual Basic, Visual C++ 등이 등장하였다[1][2].

이러한 환경변화와 더불어 진단검사의학과에서의 업무 효율화와 의료서비스 향상을 기하기 위해서는 컴퓨터를 이용하여 진단검사의학과 자체의 업무를 분석 및 수행하여야 하며 그 필요성은 임상학과 정보공학 기술의 두가지 측면으로 살펴볼 수 있다.

먼저 임상의학의 측면에서는 분자생물학의 이용으로 인한 세균 동정의 긴급성이 두드러지고 있다. 이러한 신속 동정에는 비용/편익이 따를 수 없으며, 전통적인 동정 방식을 고수해서는 진료의의 일반적인 기대에 미치지 못하는 경우가 빈번하게 발생한다. 그러므로 숙주, 세균, 환경 등을 고려하여 이루어져야 할 항생제 처방이 현실적으로는 세균의 동정 이전에 이루어져서 항생제에 대한 내성균에 대해서는 효과를 얻지 못하거나 항생제 남용의 결과를 초래하는 실정이다. 특히, 세균 동정 시설이나 검사 담당자가 없는 개업의나, 시설이 부족한 중형병원의 경우는 숙주인 환자의 병력, 증상 등과 내성균의 출현 증례를 고려하여 경험적으로 찾아낸 지식(Heuristics)을 이용하지 않을 수 없다[3]. 또 대학 병원이라 할지라도 신속 동정이 어렵거나 동정 기술의 측면에서 세균의 동정은 처방 후에 확인되는 경우가 대부분이다. 검체 당 검사비용 역시 높아서 비용 대 편익이라는 관점에서나, 비용 대 효율성(Performance)도 역시 낮다.

따라서 현재의 진단검사의학과는 자동화와 지식화가 매우 요청되는 부서라 할 수 있다. 물론 이와 같은 시스템

의 도입은 개업의 및 동정기술이 비교적 낮은 병원에서나 대학병원에서라도 검사 담당자들의 교육 차원에서도 필요하며, 이는 곧 의료의 질적 수준을 향상시키는데 중요한 한 요소가 될 수 있다는 점을 간과해서는 곤란하다[3].

정보공학의 측면에서는 데이터베이스의 인텔리전트화 및 데이터 마이닝(Mining)[4], 데이터 마이닝의 한 분과로서 Visualization 등의 새로운 학술지가 대두되기 시작하는 변화를 보이고 있다. 또한 작업중심(Work oriented)으로 된 진단검사의학과 임상 의사결정지원시스템(Clinical Decision Support System :CDSS)[5]과 데이터웨어하우징(Datawarehousing)[6]과 같은 기술은 복잡한 비정형 데이터가 주류를 이루고 있는 병원 정보시스템의 한 방법론의 구현이라는 점에서도 그 필요성 및 의의가 크다고 할 수 있다[7].

특히 육안 내지 검경은 주관적인 성격이 강할 뿐 아니라, 보존이 불가능하다는 점에서 그 객관성과 보존성의 확립을 위하여 화상 데이터베이스를 구축하는 것은, 동정 및 항생제 처방 임상 의사 결정지원시스템의 기반 기술로도 매우 중요한 요소가 된다.

따라서 본 연구에서는 점차 다양한 형태로 표현되고 증가하는 미생물 관련정보와 출현율이 높고 임상적 의의가 있는 호기성 세균화상을 토대로 주요 성장과 동정 방법, 특징에 따른 검색을 수행할 수 있는 데이터베이스를 완성하였다.

이는 정보공학 기술부면에서는 객체지향 데이터 모델을 미생물 데이터베이스에 적용시킴으로서 다양한 정보를 일관성 있게 표현하고, 차후에 기존의 데이터베이스를 전면 변경 또는, 포기하는 문제를 극복하는 것이다. 또한 임상의학 부면에서는 실용적으로 이용될 수 있어서 세균 동정업무의 과학화 및 효율화를 달성할 수 있으며 웹을 통해 임상병리사가 필요한 정보를 효율적으로 이용할 수 있게 하며, 웹상의 공유된 정보를 손쉽게 추가하여 계속 진화가 가능한 능동적 객체 지향 데이터베이스를 구현하는 것이다.

## II. 연구방법

세균의 동정에는 세균의 배양과 성장 등의 확인이 실

제 검경화상을 중심으로 각종 비정형 데이터, 경험과 전문적 지식의 도움을 받아 전개되고 있으며 학문적 발전 변화에 민감하게 반응하며, 의학기술의 발전 속도로 인하여 과거와 현재와 미래의 기술이 혼재하는 복잡성을 지닌다. 따라서 객체 데이터 모델링을 하기 위한 객체 CASE(Computer Aided Software Engineering) Tool인 Rational Rose 2000을 사용하여 시스템의 요구분석과 데이터 모델을 UML(Unified Modeling Language)[8]로 구현한 후 그 데이터 모델을 기반으로 객체지향 데이터베이스인 Cache(Intersystems, Inc.; Version 5.0.1)에 객체모델을 구현하였다. 이것은 의료 시스템을 소프트웨어 공학적 시각에 초점을 맞추어 설계 분석하여 체계화를 통한 객체 데이터 모델을 구성하여 구현하는 방법이다. 또한 웹을 기반으로 새롭게 변화하는 웹상의 정보를 이용하고, 정보의 가치를 높이기 위해 액티브 X 컴포넌트(Active X Component)로 인터페이스를 구성하고, 항시 능동적으로 객체 모델들을 이용할 수 있게 비주얼 스튜디오(Visual Studio 6.0)를 이용하여 컴포넌트 기반의 웹 인터페이스로 구현하였다. 이러한 점을 고려하여 웹 서버는 Windows 2000 Server 상의 IIS(Internet Information Server 5.0)를 이용하여 구성하고, 만들어진 컴포넌트를 웹 문서(HTML)안에 액티브 X 도큐먼트 DLL의 형식으로 클라이언트에 그 문서가 임베디드(Embedded)되게 구현하였다. 그림 1은 전체적인 소프트웨어 아키텍처(Architecture)이다.

### III. 연구내용

검사실 업무는 먼저 검체를 접수하여 종류별로 분류한 후 배양에 들어감과 동시에 현미경상에서 일차적인 세균의 분류를 실시한다. 현미경 검경화상의 결과만으로 미생물 동정은 불가능하기 때문에 부가적인 생화학 검사와 항균제 내성검사가 요구되어진다. 간단한 현미경 시야에서의 목준법, 암시아법 등의 검경을 통해 특정 세균의 판별이 가능하다. 그리고 그람염색(Gram-stain)과 같은 염색만으로 일차적인 세균의 분류가 가능할 수도 있다. 이와 같은 현미경 화상에 의한 동정은 1차적인 세균의 분류를 위한 것이며, 만약 1차적인 분류가 불가능하다면 상당한 비용과 시간을 소요하면서 분류 가능할 때까지 생화학 검사를 수행하여야 한다. 그리고 생화학 검사 결과에 의해 시행하는 항균제 감수성 검사도 1차적인 분류가 미흡하면 그에 따른 오차가 커질 수밖에 없다.

이렇게 크게 3 단계의 과정을 통해 검체에서 세균을 분리, 동정하여 그 결과를 세균의 이름과 항균제 종류에 의하여 보고를 하게 된다[9]-[13].

따라서, 본 연구에서는 국내에서 출현율이 높은 호기성 세균화상을 중심으로 실무에 필요한 전문가용 자료와 교육에 필요한 자료를 그 내용으로 워크플로우(Work Flow)상에서 통합되도록 하였다.

#### 1. 검사실 워크플로우

진단검사의학과에서의 검사업무는 임상병리사가 직접 관리하기 때문에 불필요한 서류 작업 및 중복작업이 빈번하고, 지속적인 작업의 반복으로 검사에 필요한 사람 및 장비가 동시에 요구된다. 여기에 검사 단계별 확인 과정은 문서나 전화, 구두에 의하여 전달되고 이는 검사 업무의 복잡성을 가중시킨다. 검사 결과를 도출하는 과정에서 환자의 정보와 검체에 수반되는 검사 의뢰서로부터 각종 기자재 대장과 슬립, 수기메모, 참고용 검사지표, 검사기기 회사들의 참조 책자 등을 보면 복잡성을 확인할 수 있다.

이러한 복잡한 업무의 행위를 미생물 검사자의 관점

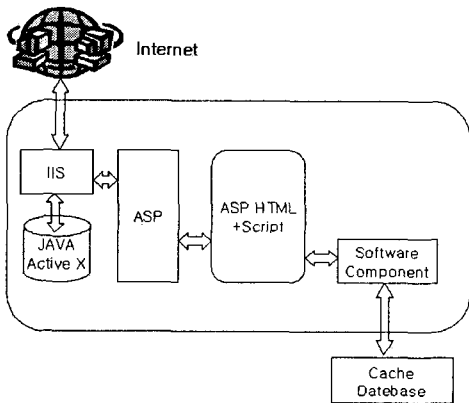


그림 1. Software architecture

에서 분석한 것이 그림 2 유스 케이스 다이어그램이다. 먼저 진단검사의학과와 검사업무는 작업순서지향 업무와 데이터지향 업무로 매우 복잡하게 구성되어 있다. 작업순서지향 업무는 검사실에서 검사를 효과적으로 처리하기 위해 정한 기준으로서 작업순서를 보면 다음과 같다.

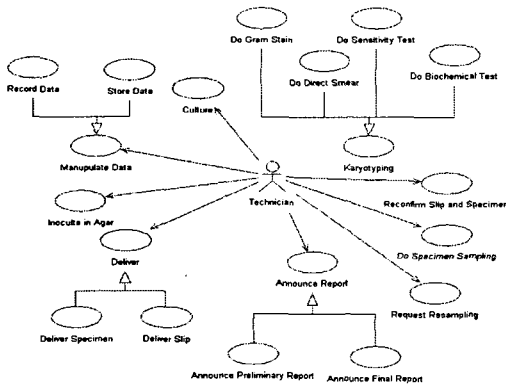


그림 2. Use case diagram of technician behaviors.

일반적으로 임상과의 검사의뢰에 따라 환자로부터 채취된 검체는 임상 미생물의 배양, 도말, 그람염색, 항균제 감수성 검사 등의 단계를 거치게 된다. 채취와 전처리 과정을 거친 검체는 배지에 접종되어 세균배양이 이루어진다. 배지의 선택과 세균접종 등 많은 부분들이 수작업으로 이루어지고 있고, 대부분의 임상 미생물은 발육속도가 느려서 배양에서부터 항균제감수성 검사 및 결과의 판독까지는 최소 36시간까지 소요되고 있다. 배양이 이루어진 세균은 도말과 염색검사를 한 후 각 검체의 종류에 따른 고유의 검사를 수행하게 되고, 시일이 오래 걸리는 동정일 경우 또는 임상과의 요청에 따라 검사 진행정도에 대한 중간보고가 이루어진다. 이 중간보고와 결과보고의 작성은 수작업으로 실시되며 경우에 따라서는 기술적 오류가 발생되기 쉽다.

이러한 업무를 UML로 표현함으로써 직관적으로 시스템을 분석하고 문서화하고, 수정, 변경하는데 시간을 줄일 수 있고, 효율적인 관리를 할 수 있다. 즉, 프로그래머와 사용자 사이의 철저한 요구 사항의 분석이 가능

하며 의사소통 시에 생기는 문제를 해결할 수 있다.

## 2. 객체모델

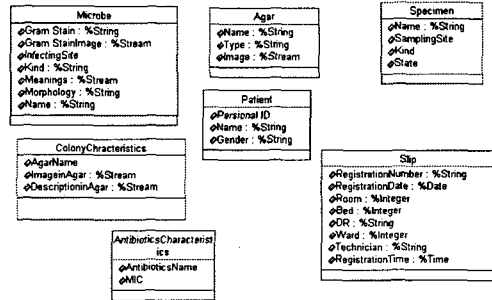


그림 3. Class diagram based on microbial information model.

진단검사의학과로 한정된 범위에서의 객체들은 크게 환자들의 각종 검체와 슬립을 중심으로 배치, 세균, 질병, 항생제 등으로 나열된다. 하지만 본 연구에서는 좁은 영역의 미생물의 정보를 표현할 객체 데이터 모델을 구성하기 위해 객체들을 추상화를 시켜서 그 클래스들을 구현하였다. 이러한 클래스들은 계층적으로 환자, 검체, 질병, 미생물, 균, 배지 등으로 하였다. 그리고 각각의 객체가 가지는 속성을 명시하였다. 먼저 임상과의 환자에 대한 정확한 진단이나 치료효과를 판단하기 위해 환자의 성명, 환자의 ID, 성별, 나이 등 환자 인적사항과 검체 동정의 가장 기초적인 항목들에 해당되는 검체종류, 채취부위, 채취일시, 신속한 동정을 위해 의심되는 병원체와 감염증에 대한 임상과의 소견, 특별균종 배양 여부, 동정에 영향을 미칠 수 있는 항균제 투여여부 등의 속성을 가지게 되며, 그림 3에 클래스 다이어그램으로 자세히 표현하였다.

## IV. 구현

임상현장과 각종 참고문헌 및 슬라이드를 사용하여 40 여종의 호기성 세균화상을 담은 실용적인 세균동정화상 데이터베이스를 완성하였다. 우리나라에서는 임상

표 1. 출현율이 높은 40 여종의 세균

세균명
Staphylococcus aureus
Staphylococcus epidermidis
Staphylococcus saprophyticus
Staphylococcus mutans
streptococcus Group A
streptococcus Group B
Streptococcus, nonenterococcus Group D
Streptococcus pneumoniae
Enterococcus faecalis
Enterococcus faecium
Bacillus anthrax
Corynebacterium diphtheriae
Erysipelothrix rhusiopathiae
Listeria monocytogenes
Bicillus cereus
Nocardia asteroides
Neisseria gonorrhoea
Neisseria meningitidis
Moraxella
E.coli
Enterobacter cloacae
Klebsiella pneumoniae
Proteus mirabilis
Proteus vulgaris
Morganella morganii
Serratia marcescens
Salmonella paratyphi A
Salmonella typhi
Shigella boydii
Shigella dysenteriae
Shigella flexneri
Shigella sonnei
Yersinia enterocolitica
Yersinia pseudotuberculosis
Vibrio cholerae
Vibrio parahemolyticus
Vibrio vulnificus
Pseudomonas aeruginosa
Pseudomonas cepacia
Acinetobacter calcoaceticus
Haemophilus influenzae
Haemophilus parainfluenzae
Lagionella pneumophila

적 의의가 있는 병원성 세균 가운데 출현율의 입장에서 약 100 여종이 의의가 있다. 그 중에서 인체에 직접 침범하여 중증도의 감염을 일으키거나 항균제 치료가 필요한 세균을 우선순위로 정하였다. 이러한 출현율이 높은 각종 세균들의 화상 데이터베이스를 구축하기 위하여 채취, 운반, 접수된 검체로부터 1차 배양된 검체의 세포 성장, 집락 형태, 세균 분리, 재배양, 생화학, 감수

성 시험 등의 동정과정에서 임상병리사가 여러 가지 검색조건을 사용하여 대응하는 세균을 찾아가는 과정을 단계별로 다음 그림과 같이 나타낼 수 있고, 우선순위를 정한 40 여종은 표 1과 같다.

이를 위하여, 먼저, 진단검사의학과와 세균동정업무를 워크플로우상으로 통합하였다. 대한임상병리학회지, 감염병발생정보, 임상병리와 정도관리 등의 참고자료에서 최근 10년분을 검색하여 대상세균을 출현빈도순으로 제시하였다. 즉, 한 세균의 예를 들면 E.coli에 대한 속성, 동정방법(배양 세균화상 획득), 생화학적 배양방법에 필요한 정보들을 담고 있으며, 이를 확장하여 모든 세균에 대하여 비슷한 방법으로 도식화 하였다.

두 번째는 업무에 필요한 데이터베이스를 구축하였다. 즉, 세균 데이터베이스를 구축하기 위하여 필요한 대상세균의 속성과 내용을 정리하였다.

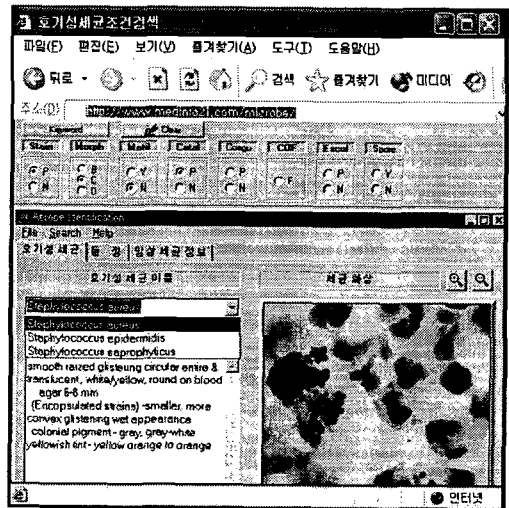


그림 4. Retrieval of Staphylococcus aureus

그림 4는 40 여종의 호기성 세균중 임상병리사가 찾고자 하는 세균을 검색하기 위해서 8가지의 검색조건을 사용하여 Staphylococcus aureus를 찾은 결과화면이다. 상단에는 검색조건이 나타나 있고, 좌측 하단에는 검색된 세균에 대한 설명이, 우측 하단에는 그 화상이 나타나 있다.

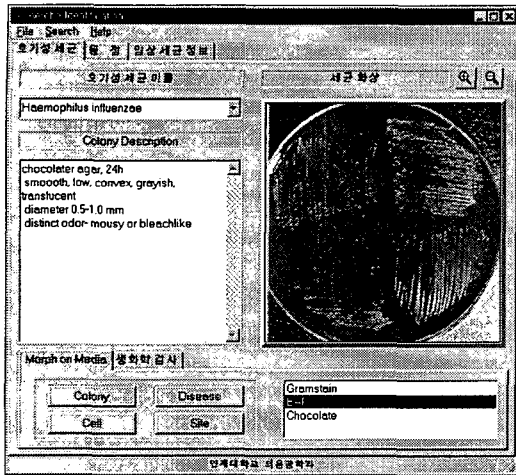


그림 5. Haemophilus influenzae의 Colony Description

그림 5에는 검색된 Haemophilus influenzae의 BAP 배지상에서의 집락성상에 대한 설명과 그 화상이 나타나 있다. 배지상에 나타나 있는 화상과 각각의 검체를 확인할 수 있고 생화학검사에 관련된 부분과 검색 및 도움을 받을 수 있다. 또한 임상세균정보를 바로 검색하여 실질적인 화상과 설명을 얻을 수 있다.

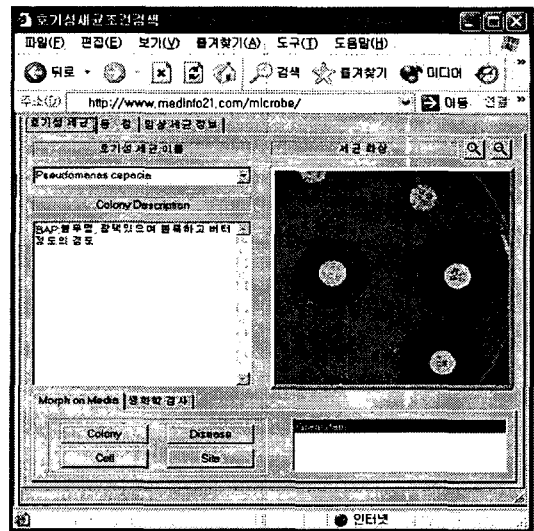


그림 7. Pseudomonas cepacia의 Zooming된 화상

그림 7에는 검색된 Pseudomonas cepacia의 집락성상에 대한 설명과 특정부위가 확대된 그림염색 화상이 나타나 있는데, 우측상단에 있는 Zoom버튼을 사용하여 임상병리사가 원하는 배율로 화상을 확대하여 볼 수 있다.

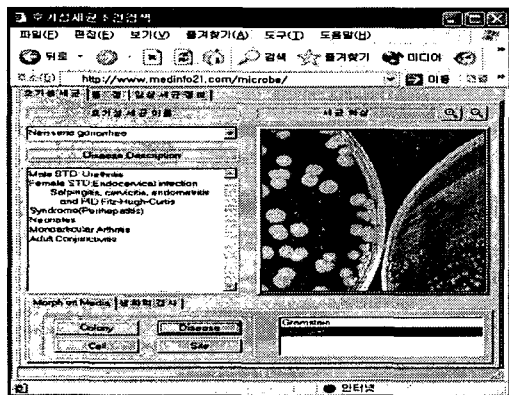


그림 6. Neisseria gonorrhoea의 Disease Description

그림 6에는 검색된 Neisseria gonorrhoea의 Chocolate 배지상에서의 성상과 주요 질병에 대한 설명이 나타나 있다.

## V. 결론

본 연구에서 객체 호기성 세균의 다양하고 변화하는 정보를 화상 데이터베이스로 구축하여 웹을 통해 사용자들에게 제공하고, 인터페이스 또한 객체의 방식으로 된 컴포넌트 베이스로 구현하였다.

또한 Cache DBMS가 객체 데이터 모델링 툴인 로즈를 지원하고, 분산데이터베이스를 구현하는데 생산성을 높일 수 있음에 착안하여 데이터베이스를 구현하였다. 하지만 Cache의 객체 모델로의 완벽한 전환의 어려움이 아직도 존재하였다.

구축된 호기성 세균 화상 데이터베이스는 세균동정에 필요한 전문가의 축적된 경험과 지식을 체계화시킨 것으로 초보자도 쉽게 이용할 수 있어서 동정 과정상의 시행착오 배제에 의한 동정 효율의 극대화를 기할 수 있을 뿐 아니라 동정결과에 대한 신뢰도를 높일 수 있어서 환자의 검사 결과 처리에 걸리는 시간과 경비를

상대적으로 경감시킬 수 있다. 그리고, 업무 진행과정상에서 새로운 세균에 대한 정보를 추가 등록할 수 있어서 임상병리사의 평생교육이 가능하게 되어 의료 질의 제고에 기여할 수 있다. 또한 실제 진단검사의학과에서 전문 인력의 기술 보완으로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

**참 고 문 헌**

[1] 신용원, "세균검사실의 비정형 데이터베이스 구축에 관한 연구", 대한의료정보학회지 제 9차 추계 학술대회, 1995.

[2] Alfonso F, Cardenas Dennis McLeod, "Research Foundations in Object-Oriented and Semantic Database Systems," Prentice Hall, pp. 267-282, 1989.

[3] Song JS, "An Object-Oriented Based on Periodicals Management System," A master's thesis at the department of Electronic Computation Engineering in Hannam University, 1994.

[4] Expert Intelligent Systems, IEEE, 1996.

[5] Enrico Coiera, "Guide to health informatics 2nd edition," Unsw medicine, pp. 56-59, 2003.

[6] [http://www.ciol.com/content/e\\_ent/data-ware](http://www.ciol.com/content/e_ent/data-ware)

[7] Pestotnik SL, Evans RS, Burke JP, "Therapeutic Antibiotic Monitoring: Surveillance Using a Computerized Expert System," The American Journal of Medicine. Vol.88 pp. 43-48, 1990.

[8] Terry quatrani, "Visual modeling with the UML," Willy, 2004.

[9] 민원기, "국내 임상병리과 전산화의 현황 및 전망", 대한의료정보학회지 제 7차 학술대회, 1993.

[10] TN Bryant, JWT Wimpenny, "Computers in Microbiology-a Practical Approach. 1st ed.," Oxford. IRL Press, pp. 37-40, 1999.

[11] 이건설, 병원미생물학, 고려의학, 2002.

[12] 김성광, 병원미생물학, 정문각, 2003.

[13] Katsuhoko M, "Current State and Problem in the Microbiology Laboratory-Organizing the Laboratory," Jpn J Clin Pathol., Vol.41 pp. 548-552, 2003.

**저 자 소 개**

**박 병 래(Byung-Rae Park)**

정회원

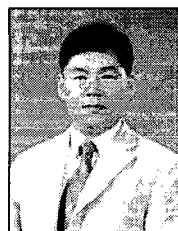


- 1992년 : 인제대학교 의용공학과 (공학사)
- 1994년 : 동의대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2002년 : 부산대학교 의공학협동과정 졸업(공학박사)

• 2003년~현재 : 부산가톨릭대학교 방사선학과 교수  
<관심분야> : 의료영상기술, 의료콘텐츠

**구 봉 오(Bong-Oh Koo)**

정회원



- 1994년 : 한국방송통신대학교 농학과(농학사)
- 1997년 : 대구대학교 재활과학과 (이학석사)
- 2002년 : 대구대학교 재활과학과 졸업(이학박사)

• 2003년~현재 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과 교수  
<관심분야> : 의료데이터베이스, 의료콘텐츠

신 용 원(Yong-Won Shin)

정회원



- 1992년 : 인제대학교 의용공학과 (공학사)
- 1996년 : 인제대학교 의용공학과 (공학석사)
- 1996년 : 인제대학교 의용공학과 (공학박사)

• 2004년~현재 : 부산가톨릭대학교 병원경영학과 교수

<관심분야> : 의료전문가시스템, 의료콘텐츠