

진단검사의학을 위한 세균동정 쿼리시스템의 구현

구 봉 오*, 신 용 원**

Implementation of Microbial Identification Query System for Laboratory Medicine

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

요 약

세균검사실의 검사업무는 균종 및 검사종류가 다양하고 최소시간에 검사결과를 도출해야 하므로 업무내용이 복잡하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 에이전트를 이용하여 세균검사에 스케줄링 시스템을 구현하였고, 스케줄링을 관리하는 워크플로우 관리 시스템을 도입하였다. 스케줄링 체크를 위한 쿼리들은 조회가 가능하도록 쿼리 시스템을 구현하였다. 그리고 세균검사의 중간 리포트나 결과리포트를 자동으로 보고할 수 있게 하였다. 구현된 스케줄링 시스템은 자원의 낭비나 부족을 파악하고 효율적인 자원할당 및 관리를 할 수 있었다. 쿼리 시스템은 스케줄링 체크와 세균검사의 진척상황을 짧은 응답시간에 조회할 수 있었고, 리포트의 자동보고 및 근거리나 원거리에서의 조회가 가능하고, 확인과정으로 인한 검사업무의 지연이나 방해요소를 줄일 수 있었다. 또한 검사 기기의 오류나 배지, 시약의 부족 등 예측치 못한 예외사항에 대해 검사외뢰자가 확인할 수 있기 때문에 예외사항으로 발생할 수 있는 인간관계의 갈등 요소를 해결할 수 있었고, 작업진행의 효율화를 기대할 수 있었다.

Abstract

The work of investigation in the laboratory medicine includes various kinds of investigations and microbes and it is too complicated to draw needed results in time. So, we aim to improve work performance of the laboratory medicine. For this study, we implemented the scheduling system in microbe investigation using agent environment and the workflow management system to manage the schedule of investigation, and the query system to check the schedule. And preliminary report and final report of microbe investigation can be announced automatically using agent. The scheduling system implemented could identify the lack or waste of resources and thus enable efficient management and distribution of resources. The query system could check the schedule and retrieve the processing status in short time, enabled the automated report, and reduced possible interrupts and the delay of work that can be occurred in confirming process. It also enables users to access from local and remote sites. Also, this system can reduce the conflicts among people that may occur in unexpected situations because it enables doctors to confirm those situations such as the malfunction of instrument and the lack of agar or reagent, and the efficiency of work process can be expected.

▶ Keyword : Laboratory Medicine, Scheduling system, Workflow Query System

• 제1저자 : 구봉오

• 접수일 : 2005.01.27, 심사완료일 : 2005.03.06

* 부산가톨릭대학교 물리치료학과 조교수 ** 부산가톨릭대학교 병원경영학과 전임강사

I. 서론

진단검사의학과는 의료지원부서로서 환자의 질병에 원인이 되는 원인균을 검사하여 의뢰한 의사에게 정보를 전달함으로써 임상 의사결정을 돕는다. 하지만 세균검사에 대한 시간지연이나 업무의 복잡성 등으로 인하여, 의사는 질병에 대한 의사결정을 한 후 세균을 확인하는 것으로 진단검사의학과를 이용하고 있는 실정이다. 이것은 세균에 대한 검사 업무가 복잡함으로써 정보전달과정이 비정상적으로 나타난 것이다. 검사실은 다른 임상 검사 분야와는 달리 접수된 검체로부터 원인균을 동정하여 결과를 도출하는데 균종에 따라 하루부터 약 두달까지 시간이 걸리고 또한 다단계의 동정과정을 거치기 때문에 업무의 내용이 복잡하다.[1] 또한 검사실은 수작업과 자동 또는 반자동 기기의 고장, 시약부족, 기록업무에서 나타나는 중복성과 소요부품 선택이나 사용방법의 다양성으로 인해 동정시간이 예상시간보다 지연될 수 있고, 각 환자에 대한 검체의 보관장소와 원인균 동정의 진척 상황을 확인하기가 어렵다.

진단검사의학과의 복잡성은 비효율적인 자원관리에 있다. 자원은 검사 업무에 필요한 검사기기, 검사자, 시약, 배지, 인큐베이터, 소요비용 등을 말한다. 자원의 비효율적 관리 및 활용은 검사기기의 고장, 시약부족, 배지부족, 검사자의 중복된 검사작업 등 예외 상황에 대처할 능력이 없기 때문에 업무가 한 곳으로 집중되는 병목현상이 생긴다. 검사요청의 대기 행렬이 늘어나고 업무지연이 생기는 것은 검사시스템의 성능과 관계가 있다. 병목현상으로 인한 시스템 성능 저하는 검사실 업무와 진료상의 차질 요소가 생기며, 결과보고의 시간지연에 따른 빈번한 확인과정으로 인한 인간관계의 갈등 요소가 발생할 수 있다.

이러한 요소들을 줄일 수 있는 방안은 검사 과정상 필요한 자원과 이들 간의 복잡한 제약조건을 고려하여 스케줄(Schedule)을 설정하는 스케줄링 시스템과, 각 단계가 끝날 때마다 그 결과를 입력하여 보관하는 워크플로우(Work-flow) 관리 그리고 검사 스케줄링 체크와 동정과정상의 중간결과를 조회할 수 있는 쿼리(Query)시스템의 구현이다.[2][3][4][5] 두 시스템은 업무상 일어나는 예외사항에 대해서 능동적으로 처리할 수 있고, 워크플로우와 자원의 조정으로 병목현

상을 줄인다. 세균 검사 시스템의 성능 향상으로 검사업무의 시간 지연이나 진료상의 차질 요소를 없앨 수 있기 때문에 인간관계의 심리적인 갈등 요소를 해결할 수 있다.

본 연구의 목적은 검사 업무의 성능향상이다. 이 목적을 달성을 위해 첫째, 세균검사 과정상의 필요한 자원과 제약조건을 고려하여 요청된 검사에 적합한 스케줄을 설정함으로써 자원의 효율적 관리와 검사 업무의 가격대 성능 비를 향상시킨다. 검사자의 중복된 검사작업이나 검사요청의 대기로 인한 자원의 충돌문제는 스케줄링 시스템을 통하여 해결하고, 워크플로우의 불합리성 및 지연, 자원의 유희시간을 줄인다. 사용 중인 자원의 파악은 부족한 자원과 낭비되는 자원을 선별하는 기반이 되며, 이를 기준으로 자원의 조절이 가능하다. 둘째, 쿼리시스템을 이용하여 스케줄링된 자원들의 체크와 세균동정과정의 단계별 검사결과와 획득 및 진척사항을 파악한다. 쿼리시스템은 근거리나 원거리에서 검사정보를 공유할 수 있다. 사람에 의해 전달되는 검사결과와 리포트는 에이전트(Agent)에 의해 자동으로 검사 의뢰자에게 전송된다.

II 연구내용

진단검사의학과내의 세균검사실 시스템의 성능을 향상시키기 위한 기반은 기존의 업무 방식에 워크플로우를 도입한 업무 자체의 생산성 향상, 검사실 자원과 제약조건을 고려한 검사업무의 자원관리와 스케줄 설정, 쿼리시스템을 통한 자원상태의 확인과 동정과정의 진척사항 파악 그리고 검사정보의 확인이다.

첫째, 기존 검사실의 업무방식과 워크플로우를 도입한 업무방식을 비교하여 워크플로우 관리를 복잡한 세균검사실 환경에 적용할 수 있음을 보이고, 워크플로우 엔진의 서비스 기능을 제시한다. 둘째, 논리적인 스케줄링 모델을 제시하고, 스케줄링 시스템의 구현으로 검사 과정상의 자원의 충돌문제는 에이전트를 이용하여 해결하고, 자원사용의 불합리성을 해결한다. 셋째, 스케줄링 체크를 위한 쿼리시스템 구현과 쿼리시스템 성능을 향상시키기 위한 방법을 제시하고, 검사결과를 자동으로 보고하는 쿼리시스템을 구현한다.

2.1 세균검사실의 워크플로우

워크플로우란 비즈니스 프로세스를 전체적 또는 부분적으로 자동화하는 것이다.[2][3][4][5] 즉, 여러 처리 개체에 의하여 수행되는 다양한 작업을 유기적으로 결합시켜 실행시키는 활동이다. 이러한 작업에는 사람이 직접 하는 일, 자동으로 처리되는 일, 워크플로우를 위해 개발된 응용 프로그램, 기존에 개발된 응용 프로그램 등이 포함된다.

진단검사의학과의 검사업무는 병리기사가 직접 관리하기 때문에 불필요한 서류작업 및 중복작업이 빈번하다. 또한 중복된 작업이 빈번하고 검사에 필요한 사람 및 장비와 같은 자원이 동시에 요구된다. 여기에 검사 단계별 확인 과정은 문서나 전화, 구두로 전달되고 이는 검사업무의 복잡성을 가중시킨다. 검사결과를 도출하는 과정에서 환자 정보와 검체에 수반되는 검사의뢰서로부터 각종 기체 대장과 슬립, 수기메모, 노트, 참고용 검사지표, 검사기기 회사들의 참조책자 등을 보면 그 복잡성을 확인할 수 있다.[1]

검사 업무에 워크플로우 개념을 도입하면, 한 단위의 검사가 수행됨과 동시에 어떤 단위의 검사를 수행해야 할지를 결정지을 수 있다. 검사실은 검사해야 할 세균의 균종이 많고 다양하기 때문에 선행검사 작업이 완료되면 그 결과를 워크플로우 관리 시스템에 전달하고, 워크플로우 관리 시스템은 정해진 스케줄에 따라 다음 업무를 지시한다. 이것은 업무의 흐름 및 데이터의 흐름을 관리할 수 있고 검사수가 많은 복잡한 업무에서 시간 지연 및 혼동을 줄일 수 있다.[6][7]

2.2 세균검사 스케줄링 시스템

스케줄링은 시간의 경과에 따른 자원의 효율적인 할당이다. 1950년대 이후로 현재까지 대부분의 부서에서 인간 스케줄러(Human Scheduler)에 의해서 시행착오 과정을 거치면서 스케줄링을 대신하고 있는 실정이다.[8] 하지만 컴퓨터의 발전으로 검사실의 자원할당 문제에 대한 스케줄링 시스템을 구현하는데 있어서 스케줄링을 수행하기 위한 접근 방법으로 데이터베이스와 에이전트를 이용할 수 있다.[9] 데이터베이스는 세균검사 자원들에 대한 정보를 저장할 수 있으며, 저장되어진 정보들은 서로간의 관계를 가질 수 있다. 데이터베이스 사이의 관계로 저장된 정보들은 재배열 되어지고, 사용자의 요구조건에 의해서 데이터는 트래킹(Tracking) 되어진다.[10] 또한 미리 정의된 활동들을 수행하여 데이터베이스 사이에 변화가 있을 때마다 정보를 동일하게 만드는 트리거링(Triggering)이 데이터베이스 사

이에 이루어진다. 이러한 데이터베이스를 액티브(Active) 데이터베이스라 한다. 이와 반대로 데이터의 변화가 없는 데이터베이스는 패시브(Passive) 데이터베이스이다. 액티브 데이터베이스에서 트리거링 상태가 만족되어진다면 트리거링은 수행된다. 이러한 데이터베이스의 기능은 세균검사실의 자원과 제약조건을 만족하는 스케줄링 시스템을 구현하는데 이용할 수 있다. 제약조건을 만족하는 자원을 할당하기 위해 쿼리 속에 제약조건에 해당하는 조건을 넣어 만족하는 해를 구한다.

본 연구에서 시스템의 스케줄링 문제는 운영체제의 자원 할당과 같이 프로세서 관점에서 보면 크게 스케줄링 프로세서, 자원관리 프로세서, 예외처리 프로세서, 재스케줄링 프로세서로 나눌 수 있다. 스케줄링 프로세서는 자원관리 프로세서로부터 자원의 상태를 확인하여 스케줄링한다. 이는 자원관리 프로세서가 관리하는 데이터베이스로부터 자원의 상태를 트래킹하여 제약조건을 만족하는 자원을 할당한다. 예외처리 프로세서는 자원관리 데이터베이스를 감시하고 예외사항이 발생하면 재스케줄링 프로세서에 통지하여 자원의 충돌문제를 해결한다. (그림 1)은 프로세서 사이의 논리적인 관계를 나타내는 모델이다.

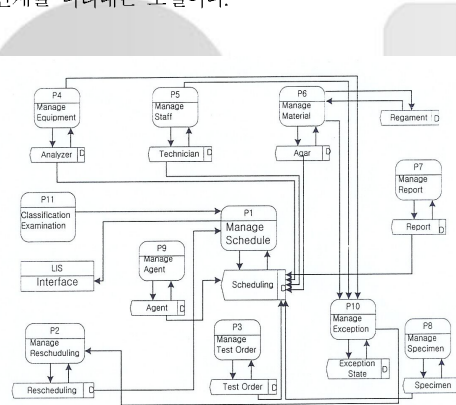


그림 1. 스케줄링 프로세서 모델
Fig. 1 The Scheduling process model

P는 프로세서, D는 데이터저장, 화살표는 데이터 흐름을 나타낸다. 이 모델에서 P4, P5, P6, P7, P8은 스케줄링 시 고려해야 할 자원을 관리하는 프로세서이고, 각각의 프로세서는 할당된 데이터를 관리한다. 세균검사 도중 검사기기 관리 프로세서(P4)에 할당된 검사기기와 스케줄링상 할당된 검사기기가 일치하지 않거나 같은 시간에 중복된 작업이 할당되면, 검사기기 관리 프로세서는 예외처리 프로세서(P10)에 오류를 전달한다. 재스케줄링 프로세서는 예외처

리 프로세서로부터 호출을 받아 스케줄을 재설정하고 스케줄링 프로세서(P1)로 정보를 전달한다. 병리기사, 재료, 검체의 경우도 동일한 과정을 거친다. 검사요청이 여러 개일 때 검사의 우선순위를 파악하는 프로세서(P3)는 수술실환자나 응급환자의 높은 우선순위의 검사요청을 확인하면 스케줄링 프로세서로 정보를 전달한다.

스케줄링에 필요한 자원들은 검사자, 검사기기, 시약, 그리고 배지이며, 이들 자원들은 각각 자신이 만족해야 할 제약조건들을 가지고 있다. 각 검체에 따라 검사순서와 검사방법이 다르고 사용되는 기기, 배지, 시약 그리고 배양시간이 다르다. 이들에 대한 제약조건은 페시브 데이터베이스에 저장되고, 시스템이 스케줄링을 시작하기 이전에 처리된다. 스케줄링 시스템은 데이터베이스의 제약조건 정보를 참조하고, 나머지 제약조건을 만족하는 스케줄을 설정한다. 세균검사 시 고려해야 할 제약조건은 다음과 같다.

- 뇨 검사에서 1시간 이내에 집중할 수 없을 때는 냉장고에 24시간까지 보관할 수 있다.
- 변 배양을 즉시 할 수 없을 때는 4°C에서 보관한다.
- 검사자는 정오에서 오후 1시 사이에 점심시간을 갖는다.
- 한 검사자는 동일 시간에 중복된 작업을 할 수 없다.
- 시약과 배지의 선택은 균에 따라 다르다.
- 검사기기 이용 시 검사자의 작업시간과 검사기기의 사용시간은 동일해야 한다.

이상의 제약조건을 고려하여 시스템은 어떠한 충돌도 발생시키지 않고 스케줄을 실행해야 한다. 스케줄링 설정 시 가정은 첫째, 검사 그룹별 검사 스케줄은 각 검사마다 다르지만 일정하다고 가정한다. 둘째, 검사자는 능력의 차이가 없는 동등한 사람이다. 셋째, 검사기기의 성능은 동일하다. 넷째, 인큐베이터는 동일한 기능을 가진다고 간주한다. 스케줄링에 필요한 참조 데이터베이스는 (그림 2)와 같다.

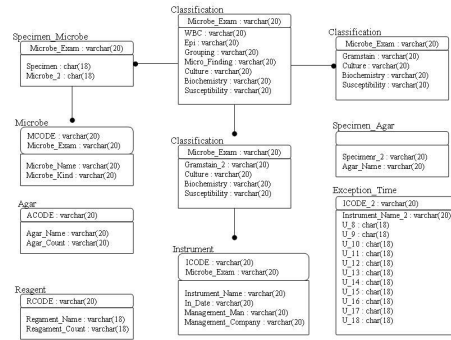


그림 2 스케줄링을 위한 데이터테이블
Fig. 2 Database table for scheduling

뇨 검체에 대한 제약조건을 획득하는 것을 예로 보면, 객담 검체에 대한 검사절차, 각 단계별 검수수행 시간, 검사 시 사용되는 검사기기에 대한 정보를 얻을 수 있다. 이 정보를 기반으로 시간에 따른 세균검사의 단계별 스케줄링을 한다. 단계별 스케줄링 방법은 세균검사 자원들의 테이블에서 제약조건에 해당하는 레코드를 검색하여 만족하는 대상을 선택한다. 검사자원 테이블의 구성은 항목, 날짜, 시간대, 분별 필드로 설정하였다. 검사인원 테이블을 예로 들면 T_NAME, D_DATE, D_TIME, M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, M_7, M_8, M_9, M_10, M_11, M_12 필드를 구성하였다. M_1에서 M_12까지의 필드는 5분 단위의 작업할당을 뜻한다. 본 연구에서는 시간의 경과에 따른 스케줄은 검사인원 테이블, 검사기기 테이블, 인큐베이터 테이블, 배지 테이블, 시약 테이블에서 날짜와 해당시간에 맞는 레코드를 획득하고 조건에 해당하는 대상을 스케줄한다. 레코드 선정방법은 해당 테이블을 검색하여 조건이 일치하면 그 해당 레코드의 필드를 선정하고, 일치하지 않으면 필드를 이동하여 조건을 확인하고, 필드에도 해당되는 값이 없을 때에는 레코드를 이동하여 만족하는 해가 구해질 때까지 검색한다. (그림 3)은 필드의 이동과 레코드의 이동에 의해 만족되는 해를 구하는 것을 나타낸 것이다.

T_Name	D_Date	D_Time	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_10	M_11	M_12
검사자A	2003-10-25	T5	N	N	N	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N
검사자B	2003-10-26	T5	Y	N	N	N	N	Y	N	N	N	Y	N	N
검사자C	2003-10-25	T5	N	N	Y	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	N
검사자D	2003-10-28	T5	Y	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N	N	N
검사자E	2003-10-25	T5	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N

T_Name	D_Date	D_Time	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_10	M_11	M_12
Vital_1	2003-10-25	T5	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N
Vital_7	2003-10-25	T5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Vital_9	2003-10-25	T5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Vital_3	2003-10-25	T5	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

T_Name	D_Date	D_Time	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_10	M_11	M_12
MS_102	2003-10-25	T5	Y	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N
MS_110	2003-10-26	T5	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N
MS_100	2003-10-27	T5	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
MS_105	2003-10-28	T5	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N

그림 3. 데이터베이스정보 획득
Fig. 3 Acquisition of database information to scheduling

2.2. 에이전트

세균을 검사하는 과정에서 스케줄링된 작업순서가 특정 오류로 인해 비정상적인 검사가 수행되면 동일시간에 검사기기 사용의 중복, 검사자의 작업중복, 시약 및 배지부족 등 업무에 혼란을 초래하는 현상이 일어난다. 자원사이의 충돌이나 부족현상은 검사업무중단, 검사자의 작업실행 여부의 혼동, 보고서 작성시간의 불일치 등 자원사용의 불합리성을 일으키고 검사업무에 차질이 생긴다. 이 문제는 예외사항을 관리하는 에이전트가 예외사항 발생을 감시하고, 비정상적인 업무가 진행되면 즉각 재스케줄링 에이전트가 메시지를 전달하여 스케줄을 다시 설정함으로 해결할 수 있다.[11]

예외처리 에이전트가 예외사항 발생을 확인하는 방법은 데이터베이스 정보를 트래킹하는 것이다. 즉, 배지나 시약은

스케줄링 설정 시 사용될 개수나 양이 정해진다. 작업이 진행됨과 동시에 배지 테이블이나 시약 테이블에서 에이전트는 자원의 할당 정보를 트래킹하고, 진행될 작업의 자원정보를 확인하여 비교함으로써 두 자원사이 발생되는 오류를 확인할 수 있다. 오류가 발생되면 예외처리 에이전트는 재스케줄링 에이전트에게 오류발생을 통보하고, 재스케줄링 에이전트는 삽입, 삭제 그리고 수정 오퍼레이션으로 데이터베이스 정보를 변환시킨다. 다음은 재스케줄링 에이전트의 내부 구조를 나타낸다.

스케줄링을 수행하기 위해서 검사 요청의 대기행렬 큐(Queue)에서 어떤 순서로 검사해야 하는지 결정하는데 우선순위를 사용한다. 검사 요청의 우선순위는 높음, 중간 그리고 낮음의 세가지로 분류하고 수술실환자나 응급환자의 경우 높음의 우선순위를 부여한다. 일반적인 검사는 업무진행을 고려하여 우선순위를 조절할 수 있도록 가변 우선순위

를 둔다. 이것은 운영체제상의 자원할당과 같이 스케줄링 시스템은 자원을 효율적으로 할당하기 위함이다. 높은 우선 순위의 검사가 요청되면 이 검사는 진행되고 있는 검사행위를 선점(Preemption)하고, 진행되던 검사는 재스케줄링에 이진트에 의해 재스케줄링 된다.

재스케줄링을 해야 하는 또 하나의 예외사항으로는 동정된 세균이 스케줄링 시 고려한 세균과 다를 때 확인된 세균에 따른 검사 스케줄이 설정되어야 한다. 세균검사는 일반 검사, 혈액검사, 진균검사, 결핵균검사, 혐기성 미생물검사 그룹으로 나눌 수 있고 세균동정 과정은 세균마다 검사 일정이 다르고 시약 및 항생제도 다르다. (그림 4)에서 보는 바와 같이 일반 검사나 혈액검사 도중 진균이나 혐기성 미생물이 발견되면 이는 예외사항 발생에 해당하고, 스케줄링은 진균검사와 혐기성 미생물검사로 재스케줄링 된다. 전환된 세균검사는 검사그룹상의 검사 스케줄을 따른다. 스케줄링 시스템은 재스케줄링 대기 행렬의 큐에 대해서도 검사 자체의 우선순위를 고려하여 설정한다.

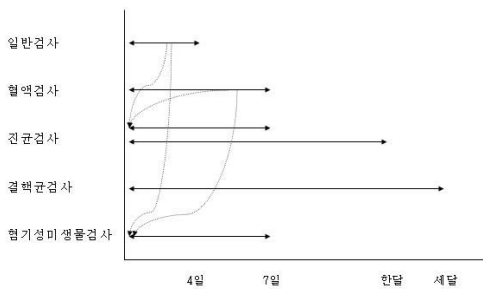


그림 4. 검사분류조사에 대해 시간소비표
Fig. 4 Time consumed according to process of classifying investigation

2.4 쿼리시스템

쿼리시스템은 사용자의 요청에 대해 짧은 응답시간에 사용자에게 적합한 정보를 제공한다. 데이터베이스의 규모가 커지고 하드웨어의 성능이 향상됨에 따라 효율적인 시스템 자원을 이용하는 쿼리 프로세싱과 최적화 알고리즘의 디자인은 시스템 성능에 중요하다. 본 연구의 쿼리시스템은 스케줄링 체크 및 검사결과 쿼리, 참조 쿼리, 자원상태파악 쿼리 그리고 쿼리의 자동보고로 세균검사에 대한 중간리포트와 결과리포트를 자동으로 검사의뢰자에게 전달한다. 쿼리시스템을 구현하기 위해 사용하는 데이터베이스는 세균검사 결과 데이터베이스, 세균검사에 필요한 정보를 참조할 수 있는 참조데이터베이스, 자원사용정보에 대한 자원데이터베이스,

자원제약조건 데이터베이스로 구성되어 있다. 세균검사 결과 데이터베이스는 환자정보를 중심으로 연관된 테이블들이 나열되어 있고, 환자번호와 일련번호를 키로 설정하였다. 참조데이터베이스는 세균에 따른 배지, 시약, 항생제 테이블과 검체에 따른 세균정보 테이블로 되어 있다. 자원 데이터베이스는 각 자원에 대한 테이블이 존재하고 자원의 시간적 할당정보가 저장되어 있다. 자원제약조건 데이터베이스는 검체를 키로 설정하여 검체에 대한 검사순서의 제약조건, 검사 소요시간의 제약조건, 검사에 필요한 검사기기 제약조건 그리고 업무를 수행할 수 없는 예외시간 제약조건 테이블로 구성되어 있다. 쿼리시스템은 사용자의 요구에 따라 이들 데이터베이스에서 요청된 정보를 사용자에게 제공한다.

세균검사 결과 데이터베이스로부터 세균검사 단계별 과정상의 쿼리를 환자정보, 검체육안 검경, Gram stain 검사, 배양, 균 분류, 생화학검사, 항생제 감수성검사로 그룹화 하였다. 그리고 검체위치 확인과 중간리포트 및 결과리포트도 쿼리의 유형으로 나누었다. 데이터베이스의 테이블들은 조인(Join)되어 있으며, 결과를 얻기 위해서는 조인된 테이블에서 필요한 필드를 선택하여 쿼리를 획득하게 된다. 그룹화된 쿼리를 사용자 어플리케이션에 나타내기 위한 방법으로 객체 컨트롤을 사용하였다. 객체 컨트롤을 쿼리상의 필드와 연결시키고 필드 형식에 맞는 데이터형식을 선택하였다. 구현된 시스템에서 '환자정보 및 검체육안 검경'의 쿼리시스템을 설계하기 위해서는 데이터베이스 구성상의 환자정보 테이블(Patient_Info), 육안관찰 테이블(Directsmear), 작업상태 테이블(Work_State), 검체위치 테이블(Specimen_Position)을 일련번호와 환자번호로 조인을 하고 필요한 필드를 컨트롤에 연결하였다.

```

Set AntibioticPage
=GetInspector.ModifiedFormPages("항생제 감수성")
Set CDAAS
= AntibioticPage.OutlookDataAccess_Susceptibility
CDAAS.Criteria = "[MCCode] = 'Bicillus cereus'"
CDAAS.Requery
    
```

그림 5. MC 참조 쿼리
Fig. 5 Reference query for MC

참조데이터베이스에 대한 쿼리는 세균검사 과정상에 필요한 정보로 동정된 세균에 대한 배지, 시약, 항생제 그리고 세균에 대한 기타 정보를 검사자가 획득할 수 있다. 참고자

료는 세균에 대한 일반적인 정보이고, 아웃룩 데이터 액세스 컨트롤을 사용하여 SQL 서버상의 데이터베이스 정보를 획득하였다. (그림 5)의 스크립트는 *Bicillus cereus*균의 항생제 감수성 검사에 사용되는 항생제와 이에 대한 MIC(Minimum Inhibitory Concentration)를 참조할 수 있는 퀴리로 세균에 따른 항생제 참조 테이블을 이용한다.

자원데이터베이스로부터 자원 사용을 확인할 수 있는 퀴리는 SQL 서버로부터 자원사용에 대한 정보를 획득한다. 획득한 정보는 세균검사실의 자원상태를 파악할 수 있는 기준이 되며, 자원활용에 대한 분석자료로 사용된다. 자원사용에 대한 분석은 낭비되는 자원과 부족한 자원을 퀴리시스템을 통해 확인할 수 있고, 비즈니스 리엔지니어링 관점에서 자원을 조정할 수 있다. 퀴리시스템의 구현은 델피의 Decision Cube를 이용하였다. 검사자 자원 테이블은 차원을 검사자 이름, 날짜, 시간으로 두고 M₁에서 M₁₂까지의 필드에서 Y, N의 개수를 구한다. 그러면 검사자에 대한 현재 상태, 날짜에 대한 시점의 검사자 상태, 시간에 따른 날짜별 시점 상태 등 차원을 달리하여 원하는 정보를 획득할 수 있다. (그림 6)은 자원 사용에 대한 퀴리를 그래프로 나타낸 것이다.

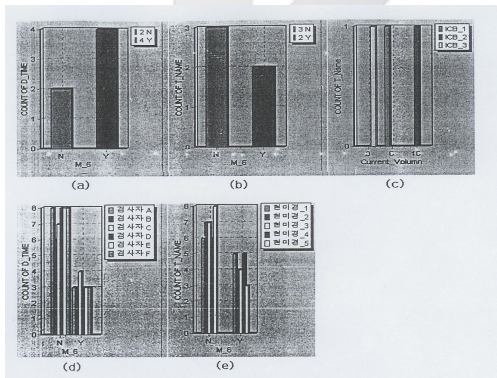


그림 6. 자원사용에 대한 퀴리그래프
Fig. 6 Query graph of resource used

퀴리시스템의 기능을 이용한 세균검사의 중간리포트와 결과리포트의 자동보고는 사람이 손수 전달하는 방법과 비교하여 시간이 절약되며, 검사의뢰자의 사서함에 정확히 전송된다. 구현방법은 검사자의 작업완료 후 데이터의 저장 이벤트를 통해 기능을 수행한다. 이는 사용자의 이벤트를 이용하여 어플리케이션 객체의 Create Item 메시지를 사용하였다. 검사정보에 대한 자료의 수집은 해당 테이블로부터 필드의 내용을 읽어 들어 어플리케이션 객체에 메시지를 전

달한다. 중간리포트 메시지 전달기능 스크립트는 (그림 7)과 같다. 결과리포트의 전달도 동일한 기법으로 설계하였다.

Application.CreateItem(0)은 메시지 어플리케이션 객체의 호출부, To는 어플리케이션 객체의 메시지를 받는 사람, Subject는 메시지 제목, Body는 본문 그리고 Send는 메시지를 전송하는 메서드이다.

```

Set MyItem = Application.CreateItem(0)
MyItem.To = TextBoxDoctor.Value
MyItem.Subject = "" & TextBoxPatientName.Value &
"" & "중간보고 결과 원료"
MyItem.Body = "퀴리시스템에 의한 검사결과 퀴리"
MyItem.Send
    
```

그림 7. 레포트전달 퀴리
Fig. 7 Query for report transmission

퀴리시스템은 원내와 병원 외부에서 세균검사 결과에 대한 정보를 조회할 수 있다. 이는 세균검사를 실시할 여건이 미흡한 개인병원이나 소규모병원에서 진단망을 통해 의뢰한 검사에 대한 검사 결과의 획득이 가능하다. 퀴리시스템은 사용자의 권한에 따라 이용하는 정보에 제한을 둔다. 이를 이용하는 사용자는 의사, 병리기사, 간호사, 총괄책임자, 일반인 등으로 구분되며, 사용자의 권한 및 용도에 따라 시스템은 정보제공을 달리한다. 퀴리시스템을 유지, 관리하기 위해서는 시스템상의 보안이 필요하다. 보안의 깊이를 결정하는 요소는 그 데이터의 가치에 기준을 두며, 운영체제와 데이터베이스 관리 시스템의 보안체계를 통해 시스템을 관리한다.

III 연구방법

세균검사실은 의료 서비스 중 의료지원 부서내의 미생물 검사를 하는 소규모 그룹이므로 그룹 내의 다양한 정보 흐름을 효율적으로 관리할 수 있는 그룹웨어(Groupware)로 구성하고자 한다. 이것으로 사용자들은 스케줄, 계획, 작업리스트, 워크그룹(Workgroup) 간 또는 조직 간에 자원을 공유할 수 있다. 세균검사 업무를 스케줄링 하기위하여 자원의 정보가 저장된 데이터베이스를 이용하고 자원의 제약 조건과 상태를 파악한다. 세균검사는 정해진 스케줄에 따라

이터에 대한 정보를 검색하여 스케줄을 설정한다.

자원의 상태를 파악하기 위해서 SQL 서버상의 데이터베이스를 트래킹하여 사용자에게 정보를 제공한다. 동일 시각에 자원의 상태를 파악하기 때문에 그 시각의 유휴 자원을 확인할 수 있다. (그림 11)은 자원의 상태를 파악하는 폼이다. 이것의 개발은 델파이의 Decision cube의 컴포넌트를 사용했다.

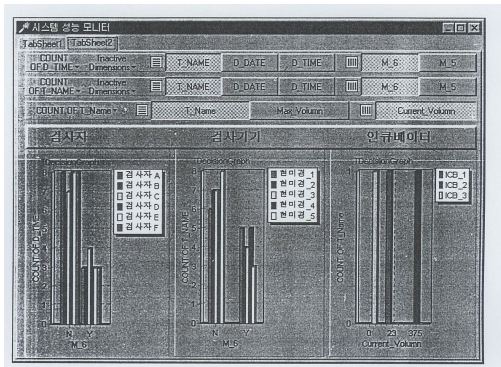


그림 11. 자원상태
Fig. 11 State of resources

세균검사가 시작되면 환자에 대한 레코드가 생성되고 스케줄상에 주어진 시간이 할당된다. 우선 순위는 낮음, 중간 그리고 높음의 세 단계로 나누고 응급환자에 대해서는 높음의 순위를 두었다.

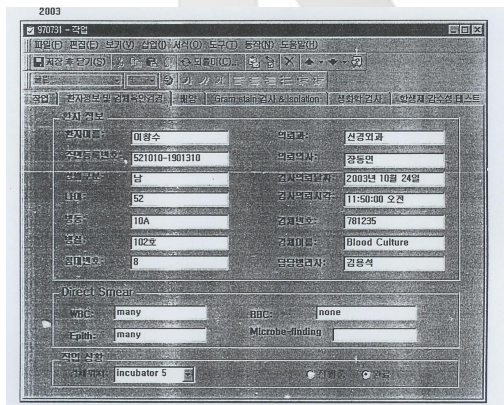


그림 12. 환자의 검체정보 폼
Fig. 12 Form of patient and specimen information

환자가 의뢰과로부터 검사실로 오면 환자에 대한 정보를 입력하게 되고 채취한 검체에 대한 검체번호 부여와 육안검경이 이루어진다. 본 연구에서 환자정보에 대한 입력은 수

작업으로 이루어진다. (그림 12)는 환자정보와 검체정보에 대한 폼을 나타낸다.

환자로부터 채취한 검체는 참고데이터베이스에서 검체에 따른 적합한 배지를 선정하였다. 본 연구에서는 29종류의 배지를 선정하여 내림차순으로 정렬하고 배지에 대한 예상 성장과 실제 성장 결과를 입력하게 하였다. 또한 현재 검체 보관 위치를 입력하여 검사외과에게 검체위치 확인을 가능하게 하였다.

검체에 대한 Gram stain 검사는 양성반응과 음성반응으로 구별하여 입력하고 Gram stain의 형태와 집락에 대한 형태를 입력하여 검체정보를 저장한다. 또한 채취된 검체에는 원인균과 상재균이 존재하기 때문에 배양 후 분리하여 검사한다. 본 연구에 사용된 예는 혈액을 채취하여 분리 배양을 하고 난 후 예상세균을 나열한 것이다. 이 폼의 데이터가 저장됨과 동시에 검사외과의 사서함에 검사에 대한 중간리포트 메시지가 전달된다.

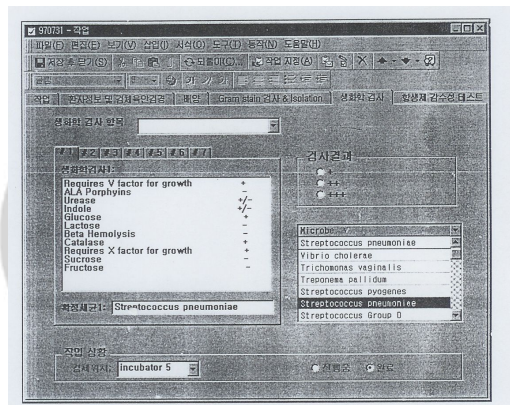


그림 13. 생화학검사 폼
Fig. 13 Form of biochemical test

세균분리 배양이 끝나면 생화학검사를 실시하게 된다. 생화학검사의 검사결과는 +, ++, +++, -, +/- 로 나누어 검사정도를 나타내고, 생화학검사 결과 후 확정세균을 입력한다. 확정세균 입력은 SQL 서버로부터 세균에 대한 쿼리를 발생시켜 참조 정보를 획득한다. (그림 13)은 생화학검사 폼을 나타낸다.

항생제 감수성검사는 확정된 세균에 대해 적합한 항생제 감수성검사를 하게되고, 항생제 선별은 SQL 서버로부터 참조하여 정보를 얻을 수 있다. 참조 정보는 항생제에 대한 MIC를 참조하고, 결과는 I(Intermediate), R(Resistant), S(Susceptible)로 구분하여 입력한다. (그림 14)는 항생제

감수성검사에 대한 폼을 나타낸다.

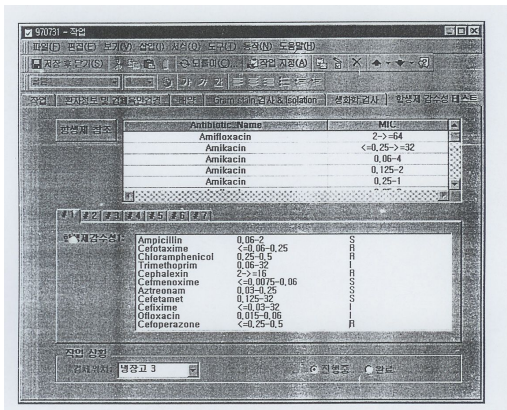


그림 14. 항생제감수성 검사 폼
Fig. 14 Form of antibiotic susceptibility test

세균검사에서 Gram stain 검사가 끝난 중간리포트와 원인균 확정 및 항생제 감수성 테스트가 끝난 결과리포트는 에이전트에 의해 메시지가 검사의뢰자의 사서함에 자동으로 전달되게 된다. 이 메시지에 의해서 검사의뢰자는 해당 환자에 대한 정보를 확인할 수 있다. (그림 15)는 검사의뢰자의 사서함에 자동으로 전달된 중간리포트 메시지를 나타낸다.

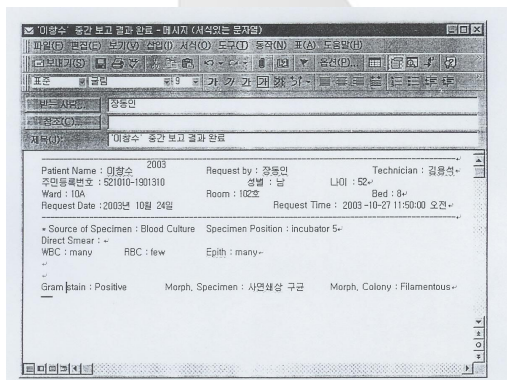


그림 15. 중간리포트 메시지
Fig. 15 Mid-term report message

세균검사 도중 검사장비의 고장 및 예측치 못한 예외사항이 발생하면 공용 데이터베이스상의 장비고장 및 예외사항 데이터베이스에 그 내용이 게시되게 된다. 검사의뢰자는 이 공용 데이터베이스를 확인함으로써 시간지연의 원인을 파악할 수 있기 때문에 의료지원 부서와의 인간적인 갈등문

제를 해소할 수 있다. 또한 지연된 기간을 참작할 수 있기 때문에 의사결정의 시기를 메시지 확인과정을 통하여 조절 가능하다.

V 결론

본 연구에서는 세균검사에 필요한 자원을 효율적으로 할당하는 스케줄링 시스템과 자원의 비능률적 사용을 파악할 수 있는 쿼리시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 세균검사 업무의 성능향상이라는 목적을 토대로 두 시스템을 구분하지 않고 병행하여 목적을 달성하고자 하였다. 구현된 시스템에서 스케줄은 자원과 제약조건을 사용하여 설정하였고, 스케줄에 따른 세균검사는 자원의 충돌을 확인하고, 충돌이 발생해도 재스케줄링되기 때문에 시간지연이나 업무차질이 생기지 않고 자원의 활용이 원활하였다. 쿼리시스템은 스케줄링을 체크하기 위해 워크플로우 조정과 자원조정의 정보를 제공하며, 검사정보를 신속하게 제공하기 때문에 의료행위에 도움을 주었다. 이러한 스케줄링 시스템과 쿼리시스템은 기능적인 차이를 보이지만 역할을 고려하면 상호 보완적이기 때문에 두 시스템의 병행은 복잡한 세균검사실 환경에 적용할 수 있다. 또한 에이전트는 검사결과리포트를 전자메일로 전송하기 때문에 확인이 용이하고 신속하게 전송되었다.

원도우 2000 운영체제하에 익스체인지 서버와 SQL 서버는 워크플로우 관리와 문서관리, 원내와 외부와의 정보공유, 개방성을 가지므로 병원 내의 소규모 임상지원부서에서 활용할 수 있는 계기를 마련할 수 있다.

참고문헌

- [1] Shin YW. A study on the implementation of unformatted database for clinical microbiology laboratory. (Kimhae):Inje University;1995. pp.1-7.
- [2] Wade V, Grimson W, Hederman L. Managing

- the operation of open distributed laboratory information systems. Computer methods and programs in biomedicine. 1996. 12(5):123-133.
- [3] Markus B, Wolfgang D, Manuel F. Workflow management as teleservice. Computer network and ISDN system. 2003. 34(12):1961-1969
- [4] Weimin DU, Craham, Ming-Chien S. Distributed resource management in workflow environment. The international conference on database system for advanced application. 2003. 12(12):521-530.
- [5] Kim GW. A fault tolerant protocol for mobile agent. (Daegu)Youngnam university;2004. pp34-38.
- [6] Michael Y, Steve B. Work flow management for multimedia information in clinical laboratory. Computer methods and program in biomedicine. 2001. 55(1):1-9.
- [7] Oh JT. Electronic Commerce Workflow Modeling Tool Design Using Database Agent. Korea Society of Computer Information. 2003. 8(3):383-385.
- [8] Donard E, Brown, William T, Scherder. Intelligent scheduling system. (NY):Kluwer academic publishers;2001. pp.113-118.
- [9] Shin YW, Koo BO, Shim CB. Implementation of Microbial active database using www. The korean society of medical information. 2004. 10(4):441-445.
- [10] Shin OS. Packet scheduling for wireless communication system (Seoul)Seoul university;2004. pp26-34.
- [11] Bang JY. The Analysis of Mobile Agent System for the Wide Distributed Processing. Korea Society of Computer Information. 2003. 8(4):413-418.

저자 소개



구봉오

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



신용원

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