

모바일용 형광이미지 분석 통합관리 시스템 개발

조미경* · 심재술**

*동명대학교 · **영남대학교

Development of An Integration Management System of Analyzing Fluorescence Images on Smart Phone

Migyung Cho* · Jaesool Shim**

*Tongmyong University · **Yeungnam University

E-mail : mgcho@tu.ac.kr* · jshim@yu.ac.kr**

요 약

분자 수준의 크기인 세포 내에서 일어나는 현상들을 영상화하는 바이오 이미징 분야는 단백질이나 DNA 등에서 일어나는 현상까지도 공초점 형광현미경을 이용하여 영상으로 또렷이 관찰할 수 있는 수준으로 발전하였다. 따라서 생체 형광 이미징 분야는 진단과 치료를 위해 의료 임상 분야에서 필수적으로 사용되고 있다. 본 논문에서는 시공간의 제약을 받지 않고 형광 이미지를 분석할 수 있는 모바일용 형광이미지 분석 통합 관리 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 서버 클라이언트 기반이며 형광이미지의 강도 값을 분석하고 통합 관리하기 위한 기능을 제공한다. 본 시스템은 의료인이 언제 어디서나 응급환자의 형광이미지 사진을 분석하여 진단을 내릴 수 있도록 돕기 때문에 유비쿼터스 헬스를 구현하기 위한 수단이 된다.

ABSTRACT

Bioimaging that can be imaging phenomena within cells of a molecular size have been advanced in technology. We can observe clearly DNA and proteins using a confocal microscope. Currently biological fluorescent imaging area is used essentially for diagnosis and treatment in health and clinical care field. In this paper, we developed an integration management system of analyzing fluorescence images on smart phone. It can support a user to analyse fluorescence images anytime anywhere. And our system is based on client-server configuration and has functions that can figure intensity of fluorescence images and manage many imaging data. Proposed system can be a mean of ubiquitous health because it helps a doctor diagnose by analyzing fluorescence images of emergency patients without time and space restrictions.

키워드

형광 이미지, 나노바이오, 바이오이미징, 서버 클라이언트 시스템, 유비쿼터스 헬스

1. 서 론

바이오 이미징(Bioimaging)은 분자 수준의 크기인 세포 내에서 일어나는 현상들- 세포들의 상호작용, 세포내에서의 이동, 세포의 생성과 소멸-을 영상화하는 기술이다. 과거에 이 분야는 주로 기초 연구자들에게 국한되어 있었지만 최근에는 의학, 생물학, 화학, 영상의학, 핵의학 등 다양한 분야와의 융합으로 급속히 발전하고 있다[1-4,6].

특히 새로운 신약개발을 위한 임상 실험 기초 연구에 많은 생물 이미지들의 분석 특히, 세포

의 형광이미지 분석 요구량 증가하고 있다. 따라서 바이오 이미지 분석은 효과적인 치료약의 발견 및 개발을 위한 신기술로 대두되고 있다. 또한 생체의료영상 분야에서도 생체 세포 내 일어나는 현상들을 영상을 통해 직접 확인하고 분석할 수 있기 때문에 질병의 조기 진단 및 치료에 필수적으로 사용되고 있다[1-4,6].

본 논문에서는 형광 이미지를 시공간의 제약을 받지 않고 언제 어디서나 분석하고 관리할 수 있는 모바일용 형광 이미지 분석 시스템을 개발하

었다. 모바일용 분석 시스템의 필요성은 특히, 생체의료영상 분야에서 촉박한 시간 내 분석되어야 하는 환자의 형광이미지를 사용자의 스마트 폰으로 전송하여 분석함으로써 빠른 진단과 조치를 취할 수 있다는 것이다.

예를 들어, 의사가 병원에 있지 않는 상황에서 위급한 환자의 형광 이미지를 보고 곧바로 처방을 해야 될 상황이 발생할 수 있다. 이때 모바일 형광 이미지 분석 시스템은 의사가 스마트 폰을 이용하여 병원 서버로 접속한 후 형광이미지를 다운로드하여 곧바로 분석할 수 있도록 해 준다. 따라서 이러한 시스템의 개발은 유비쿼터스 헬스(ubiquitous health)를 구현하기 위한 수단이 된다는 점에서 그 중요성을 지니고 있다[5].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 형광 이미지를 분석하기 위한 서버-클라이언트 기반의 모바일 통합관리 시스템의 전체적인 구조를 살펴본다. 그리고 3장에서는 시스템에서 제공하는 기능을 서버와 클라이언트로 구분하여 살펴보고 4장에서는 앞으로는 연구 방향에 대해 언급하고 결론을 맺는다.

II. 서버-클라이언트 기반의 모바일 형광 시스템 구조

본 논문에서 개발한 모바일 형광 이미지 분석 시스템은 서버-클라이언트 구조를 가진다. 서버는 형광 이미지 전체 데이터 정보를 가지고 클라이언트의 요구가 있을 경우 전체적인 데이터 정보를 클라이언트로 보낸다. 클라이언트는 서버로부터 전송받은 형광 데이터를 분석하고 필요한 정보를 사용자에게 제공하는 기능으로 구성된다. 전체적인 시스템 구조는 그림 1과 같다.

일반적으로 서버-클라이언트 시스템은 서버에서 대부분의 계산이나 처리가 이루어지고 클라이언트 측에서는 서버에서 처리된 결과를 가져와 뿌려주는 기능으로 되어 있다. 하지만 모바일 형광 이미지 분석 시스템은 클라이언트 측에서 실제 데이터 분석을 위한 대부분의 처리와 계산이 이루어지는데 이것은 다른 서버-클라이언트 시스템과의 차이점이다.

최근의 스마트 폰의 중앙처리장치 성능이나 메모리의 용량이 과거와는 비교가 되지 않을 정도로 발전해 있어 형광 이미지 분석을 위한 충분한 컴퓨팅 능력을 제공해 준다. 실제 구현 결과 형광 이미지 처리를 위한 계산 능력에 있어 처리 속도 면에서도 아무런 문제가 되지 않았다.

서버와 클라이언트에서 제공하는 기능을 살펴보자. 먼저 서버 측에서 제공하는 주요 기능들을 살펴보면 첫째, 데이터베이스에 새로운 데이터가 추가되면 클라이언트로 메시지를 보내게 보낸다. 둘째, 클라이언트가 요구할 경우 데이터베이스에 있는 데이터들에 대한 정보(데이터 개수와 파일

명 등)을 보낸다. 셋째, 클라이언트 요구할 경우 해당 데이터를 전송한다. 그 외 형광 데이터 분석 기능과 데이터 검색, 추가, 삭제 등의 기능을 제공한다.

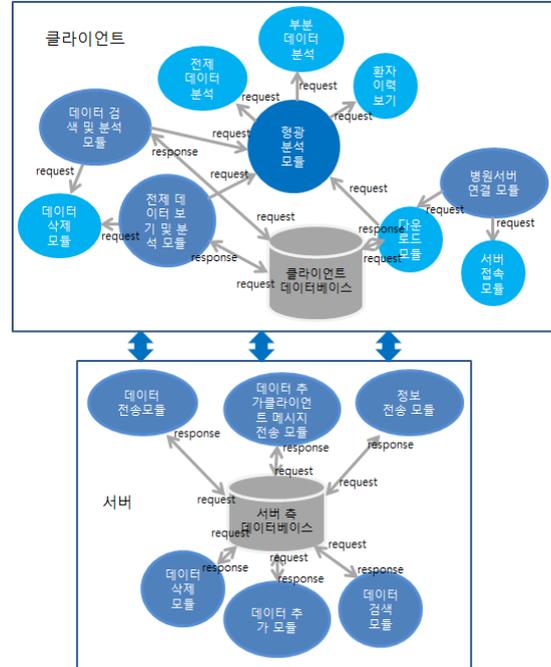


그림 1. 형광분석 시스템의 전체 구성도

클라이언트 측에서 제공하는 기능은 크게 네 가지로 분류할 수 있다. 첫째, 형광 분석 기능이다. 형광 분석의 대상이 되는 데이터는 클라이언트 데이터베이스로부터 가져오거나 서버로부터 전송받는다. 따라서 두 번째 기능은 서버에 접속하여 데이터와 정보를 주고받는 기능이다. 세 번째 데이터베이스를 통합 관리하기 위한 검색, 삭제 등의 기능이다.

형광 데이터 분석 기능은 주로 이미지의 강도(Intensity)를 측정하는 것으로 이루어져 있다. 이미지 전체에 대한 분석과 사용자가 설정한 특정 영역에 대한 분석으로 구분할 수 있다. 모든 형광 이미지는 컬러 이미지이므로 형광 이미지 분석에 앞서 컬러 이미지를 그레이스케일(gray scale) 이미지로 변환하였다. 전체 이미지나 선택된 부분 영역에 대한 평균 강도, 가장 빈번히 나타나는 이미지 강도와 나타난 비율, 이미지에 나타난 모든 강도 값과 비율 계산 기능이 제공된다.

III. 모바일 형광이미지 분석 시스템 구현

모바일 형광이미지 분석 시스템 개발은 서버 프로그램은 자바로 클라이언트 프로그램은 안드로이드 기반의 갤럭시S II를 기준으로 구현하였다. 서버 클라이언트 간 통신은 소켓 프로그램(socket program)을 사용하였고 두 개의 포트(port) - 데이터베이스 전체적인 정보 전달을 위한 포트와 파일 전송을 위한 포트 -를 각각 사용하여 구현하였다.

그림 2 (a)는 클라이언트 프로그램의 시작 화면을 보여 주고 (b)는 병원 서버에 접속하여 서버 데이터베이스에 있는 데이터들을 가져와 사진적 순서로 보여 준 것이다. 데이터 정보에는 데이터 종류, 저장 날짜, 저장한 사람 등을 있다. 다운로드 특정 데이터를 선택한 후 수행 가능하다.

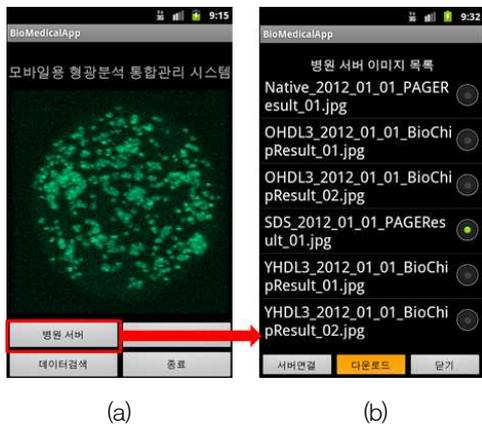


그림 2. 클라이언트 시작화면과 서버 연결

그림 3 (a)는 형광 이미지를 다운로드 받은 직후 화면이다. 그림 (b)는 형광분석 기능을 수행했을 때 화면으로 형광 이미지 분석은 전체 데이터에 대한 분석과 사용자가 지정한 부분 영역에 대한 분석, 형광 이미지에 대한 추가 정보 기능으로 구분된다. 형광이미지 분석을 위해 컬러 이미지는 그레이스케일 이미지로 변환해야 한다. 안드로이드는 이미지 처리를 위해 24비트 트루컬러(true color)를 지원하지 않고 대신 RGB_565 형태로 처리한다. 이는 이미지의 픽셀 정보를 R(5비트), G(6비트), B(5비트)로 처리하는 것이다.

그림 4 (a)는 이미지 분석 결과를 보여준다. 전체 이미지나 선택된 부분 영역에 대한 평균 이미지 강도와 가장 많이 나타난 강도 값과 비율을 계산한다. 생체 형광 이미지에서 강도 값은 세포의 상태를 파악하는 중요한 정보가 된다. 그림에서 사용한 형광 이미지의 경우 평균 강도 값은 183이지만 가장 많이 나타난 강도 값은 190으로 분석한 이미지 크기의 6.23%에 해당하는 영역이

다. 이러한 정보를 통해 사용자는 형광 이미지의 변화 상태를 파악할 수 있다.

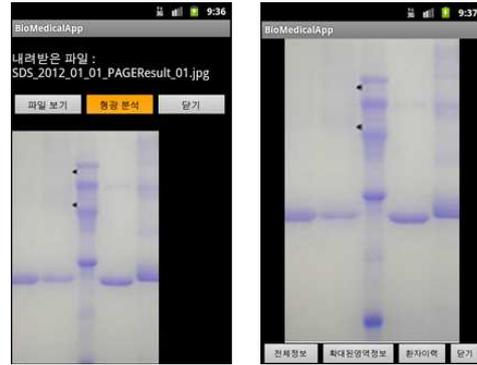


그림 3. 다운로드한 데이터에 대한 형광분석

그 외 전체 픽셀 값에 대한 빈도수와 비율 계산 정보들은 파일로 저장하게 하였다. 추후 히스토그램으로 구현할 예정이다. 형광 이미지들에 대한 추가 정보들, 예를 들면, 형광 이미지를 찍은 환자의 이력이나 현재 주의 사항에 대한 정보도 형광 이미지와 함께 서버로부터 다운로드하여 그림 4 (b)와 같이 보여 줌으로 형광이미지 분석에 추가적인 도움을 주도록 하였다.

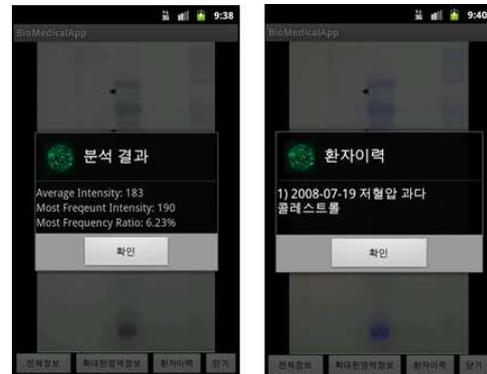


그림 4. 형광 이미지 분석과 추가 정보

클라이언트 데이터베이스의 통합 관리를 위한 기능들로는 데이터 삭제와 저장 및 검색 기능을 제공한다. 검색 기능은 데이터베이스에 저장되어 있는 전체 데이터를 불러와 보여주는 기능과 검색 문자열을 입력하여 검색해 주는 기능을 제공한다. 또한 사용자가 동일한 데이터를 반복 다운로드하는 것을 막기 위해 클라이언트 데이터베이스에 있는 데이터를 다운로드하고자 할 경우 이를 알려 주는 기능 등을 제공하도록 시스템을 구현하였다.

IV. 결론 및 연구 방향

바이오 이미징 분야는 세포들의 상호 작용이나 세포내에서의 이동, 세포의 생성과 소멸 등을 영상화하는 기술로 생체 세포 내 일어나는 현상들을 형광 이미지를 통해 확인하고 분석할 수 있기 때문에 질병의 조기 진단 및 치료에 필수적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 공초점 형광 현미경을 통해 얻은 형광 이미지를 시공간의 제약을 받지 않고 언제 어디서나 분석하고 관리할 수 있는 모바일용 형광 이미지 분석 시스템을 개발하였다. 개발한 시스템은 의사가 스마트 폰을 이용하여 환자의 형광이미지를 어디에서나 진단할 수 있도록 해 주므로 유비쿼터스 헬스를 구현하기 위한 수단이 된다.

본 논문에서 개발한 시스템은 서버-클라이언트 구조를 가지며 클라이언트는 병원 서버로부터 전송받은 형광 데이터에 대해, 평균 이미지 강도와 가장 많이 나타난 강도 값과 비율, 그 외 전체 픽셀 값에 대한 빈도수와 비율 등의 정보는 보여주도록 구현하였다. 앞으로 시스템의 기능을 확장하여 각 강도 값에 대한 히스토그램과 연속된 절편 이미지로부터의 3차원 이미지 복원을 위한 모델링과 가시화를 구현하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2012-H0301-12-2002)

참고문헌

- [1] 최영진, "차세대 나노바이오의료융합기술의 개발 동향", KEIT PD ISSUE VOL 11-7, 2011
- [2] 광IT융합산업 워킹그룹, "임상 전 단계 전신 형광 이미지 기술 분석 및 동향", 2011년 광 IT 융합산업 보고서, 한국광산업진흥회, 2011
- [3] 안지현, 김재택, 조정현, "공초점 현미경을 이용한 혈관 영상", *Endocrinol Metab* 25(3), pp.171-176, 2010.
- [4] 박현규, 정봉현, "나노바이오 테크날로지", *Korean Chem. Eng. Res.*, Vol. 44, No. 1, pp. 10-15, 2006
- [5] 성건용 외 5인, "유비쿼터스 라이프케어 기술 동향", 전자통신동향분석 제 22권 제 5호, 2007년 10월.
- [6] 권필승외 2인, "형광화학센서를 이용한 살아있는 세포 내에서의 중금속이온검출", *Journal of the Korean Chemical Society*, Vol. 54, No. 4, 2010