

# 삼킴 장애 진단을 위한 의료영상 관리 및 라벨링 시스템 개발

임동욱<sup>1</sup>, 이충섭<sup>1</sup>, 노시형<sup>1</sup>, 박철<sup>2</sup>, 김민수<sup>3</sup>, 정창원<sup>1,4</sup>  
<sup>1</sup>원광대학교 의료융합연구센터,  
<sup>2</sup>원광대학교병원 호흡기내과,  
<sup>3</sup>순천향대학교 의과대학 재생의학교실,  
<sup>4</sup>원광대학교병원 정보관리실, 스마트사업팀  
 e-mail : {dw1316, cslee99, nosij123}@wku.ac.kr,  
 cholssak21@wkuh.org, helmaine@naver.com, mediblue@wku.ac.kr

## Development of medical image management and labeling system for the diagnosis of dysphagia

Dong-Wook Lim<sup>1</sup>, Chung-sub Lee<sup>1</sup>, Si-Hyeong Noh<sup>1</sup>,  
 Chul Park<sup>2</sup>, Min Su Kim<sup>3</sup>, Chang-Won Jeong<sup>1,4</sup>  
<sup>1</sup>Medical Convergence Research Center, Wonkwang University,  
<sup>2</sup>Division of Pulmonary Medicine, Department of Internal Medicine,  
 Wonkwang University Hospital  
<sup>3</sup>Department of Regenerative Medicine, Soonchunhyang University College  
 of Medicine,  
<sup>4</sup>Smart Business Team, Information Management of Wonkwang University  
 Hospital

### 요 약

삼킴 장애 환자는 뇌졸중, 치매, 외상성 뇌손상, 파킨슨병, 암이 주요 원인으로 급속히 증가하고 있다. 특히 고령화 사회가 되면서 더욱 삼킴 장애 환자는 늘어날 것으로 전망하고 있다. 고령 환자의 삼킴 이상의 진단을 위해 가장 많이 사용하고 있는 검사법으로는 비디오 조영 삼킴 검사(VFSS)이다. VFSS는 진단에 있어서 숙련된 전문의가 필요하기 때문에 대학병원 급에서 주로 시행하며, 고령 환자에게는 분석 결과를 상담받을 때까지 오랜 시간을 소요해야하는 문제점들이 있다. 본 논문에서는 삼킴 장애 진단을 위한 의료영상 관리 및 라벨링 시스템에 대해서 기술한다. 이를 구현하기 위해 서버에서 대용량 멀티프레임 영상을 성능 저하 없이 핸들링 하고 라벨링 데이터 생성을 위한 라벨링 툴을 구현하였다. 차후 라벨링 데이터를 생성하고 학습을 통하여 삼킴 장애 진단을 위한 인공지능 모델을 개발하고자 한다.

### 1. 서론

삼킴 장애는 음식을 삼키는데 어려움이 있거나 이상을 느끼는 증상이다. 이런 삼킴 장애가 있는 환자들은 영양을 공급받기 위해서 코에 튜브를 착용하고 있다. 삼킴 장애 환자는 뇌졸중, 치매, 외상성 뇌손상, 파킨슨병, 암이 주요 원인으로 고령화가 진행되며 해부학적 이상이 있는 질환에서 급속히 증가하고 만성 폐쇄성 폐질환 같이 해부학적 이상을 동반하지 않는 질환의 원인으로도 발생할 수 있다[1-3]. 한국에서 진행된 영양원 조사에서 절반 이상의 영양원 거주 노인이 삼킴 장애가 있다고 보고된 바가 있다. 삼킴 장애가 있을 때 튜브를 이용해서 식사를 하게 되는 주 목적은 흡인성 폐렴을 예방하기 위한 것이다. 흡인성 폐렴은 음식물이 식도가 아니라 기도를 지나 폐로 들어가서 음식물 주변에 염증이 생기고 세균이 번식하여 발생하는 폐렴의 한 형태로 패혈증 등의 심각한 합병증을 야기하고 결국에는 사

망의 원인이 되기도 한다[4]. 일반 폐렴과 달리 치명적이며 장기간 치료가 필요하다. 음식을 섭취하는 것은 인간의 기본 본능으로 입으로 음식을 섭취하지 못하고 튜브로 먹는 것은 환자에게 매우 고통스러우며 심각한 우울증에 빠지게 되기 때문에 정확한 진단이 중요하다. 또한 뇌졸중, 치매 환자의 경우 흡인성 폐렴 발생 시 영구적인 회복이 불가능하다. 2004년 이전 10대 사망원인으로 분류되지 못했지만 2016년에는 사망원인 4위로 최근 가파른 상승세를 보이고 있다. 또한 2020년 국내 통계청 사망원인통계 발표자료에 따르면 인구 10만 명 당 폐렴 환자 사망률은 43.4명으로 암, 심장질환에 이어 세 번째로 많고 뇌혈관 질환, 당뇨병 보다 높다[5]. 그리고 흡인성 폐렴의 사망률은 20%에 달하며, 강한 항생제로 수 주~수 개월간 치료를 받게된다. 따라서 의료인은 정확한 삼킴 장애 진단 후 튜브 영양 공급 여부를 결정하게 된다

삼킴 장애 진단을 위한 검사로는 비디오 조영 삼킴 검사(VFSS)가 대표적인 검사이다. 그러나 검사시간이 길고 분석하기에 숙련된 전문의가 한꺼번에 많은 양을 분석하기 때문에 분석결과를 알기까지 많은 시간이 소요된다. 본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위한 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해서 먼저 VFSS 검사 결과인 의료영상 데이터의 관리가 선행되어야 한다. VFSS 검사를 통해 얻어진 영상 자체가 동영상 파일로 크고 관리하기 어렵기 때문에 삼킴 검사 의료영상 파일을 다루기 위한 기능과 인공지능 기술개발에 필요한 라벨링 데이터 생성을 위한 지원 시스템을 제안하고자 한다.

## 2. 관련연구

### 2-1. 비디오 조영 삼킴 검사 방법

비디오 조영 삼킴 검사는 환자에게 여러 가지 음식물을 x-선이 통과하지 못하는 바륨에 적셔서 섭취를 시도하여 환자에게 삼킴 장애가 있는지 여부를 판단한다. 바륨은 x-선이 투과하지 못하기 때문에 음식물의 체내 이동 경로를 실시간으로 파악할 수 있다[6]. 음식의 점성과 성상에 따라 삼킴 정도가 다를 수 있어 높은 점도(요플레, 죽), 중간 점도(미음), 낮은 점도(물), 고형물(빵, 밥)을 섭취하여 검사를 시행하고 일반 식이를 중지하고 튜브 거치 후 경관 식이를 해야 하는지 삼킴 장애가 호전되어 튜브 제거 후 일반 식이 시작이 가능한지를 결정하는 현재 임상에서 가장 정확하고 대표적으로 시행되는 검사이다. (그림 1)은 비디오 조영 삼킴 검사를 시행중인 사진이다.



(그림 1) 비디오 조영 삼킴 검사

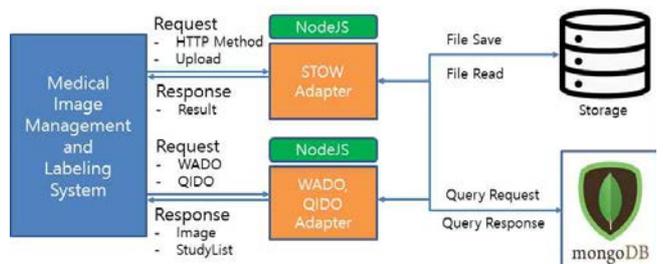
### 2-2. 비디오 조영 삼킴 검사의 문제점

비디오 조영 삼킴 검사 자체는 간단하지만 동영상을 녹화 후 재검토하면서 영상을 분석해야 하며 판독하는데 숙련된 전문의가 필요하기 때문에 대학병원 급에서 주로 시행하고 있다. 그러다 보니 뇌졸중, 치매, 암과 같이 이 검사를 자주 받을 필요가 있는 환자는 거동이 불편함에도 대학병원까지 이동해야 하고 분석 결과를 상담받을 때 까지 병원에서 오랜 시간을 소요해야한다. 이러한 시간, 공간적 제약은 비디오 조영 삼킴 검사에 접근하는데 큰 걸림돌이 되고 있어 많은 환자들이 삼킴 장애가 있어도 그냥 음식을 먹다가 흡인성 폐렴에 걸리거나 또는 삼킴 장애가 회복되었는데도 그대로 코에 튜브를 거치하고 계속 금식하는 일이 많다. 먹는 것은 질병의 종류, 중등도와 관계없이 치료의 가장 기본임에도 의료 현장에서는 제대로 관심을 기울이기 어려운 상황이다.

## 3. 제안시스템

### 3-1. 전체 시스템 구조 및 DB

(그림 2)는 제안된 삼킴 장애 진단을 위한 의료영상 관리 및 라벨링 시스템의 구조를 보이고 있다.



(그림 2) 삼킴 장애 진단을 위한 의료영상 관리 및 라벨링 시스템의 구조

제안한 시스템은 비디오 조영 삼킴 검사 의료영상을 관리하고 라벨링을 위한 파일 핸들링을 담당한다. 검사 영상은 삼킴에 대한 체내 이동 경로를 실시간으로 파악하기 위해서 동영상 형태의 멀티프레임 DICOM 형식으로 지원한다. 멀티프레임 DICOM은 다수의 촬영 이미지가 한 DICOM안에 포함된 이미지를 말하는 것으로 파일 용량이 500MB~1.5GB까지 용량이 크다. 파일 용량이 크다보니 서버에서 파일 핸들링에 따라 성능에 굉장히 많은 영향을 준다. 파일을 업로드하면 Node 서버에 요청하고 STOW 서비스를 활용하여 비동기로 원본 파일을 스토리지에 저장하고 추후 인공지능 모델을 사용하여 동영상

Inference를 위한 avi 형태의 파일로 변환하여 저장하도록 처리하여 불필요한 대기시간을 줄였다. 저장 후 mongoDB에 파일 관련 정보를 기록할 수 있도록 하였다.

데이터베이스 스키마는 해당 시스템의 데이터 발생 규칙과 관계 등을 분석 후 데이터를 기반으로 읽기, 처리 방안들을 고려하였으며 데이터베이스가 NoSQL인 mongoDB를 사용하므로 Document를 설계 후 Collection을 명명하는 방식으로 설계하였다. 본 논문에서 제안하는 삼킴 장애 진단을 위한 의료 영상 관리 및 라벨링 시스템에서 데이터베이스 스키마는 (그림 3)와 같다. Project 추가 시 해당 Project 정보를 저장하기 위한 project Collection, Project 생성 시 또는 추후 업로드 되어지는 DICOM 태그 정보를 추출하여 자체 구축되어 있는 DICOM WEB SERVER로부터 정보를 받아 저장하는 pacs Collection으로 설계하였다. pacs Collection의 Document는 각각의 DICOM 파일의 태그 정보를 저장하고 있으며, 태그 정보들은 Embedded Document 형태로 구성되어 VR, Value를 key로 각각의 값을 저장하고 (그림 3)와 같이 관계를 표현할 수 있다.



(그림 3) 삼킴 장애 진단을 위한 의료영상 관리 및 라벨링 시스템의 데이터베이스 구조

3-2. 웹기반 관리 및 라벨링 도구

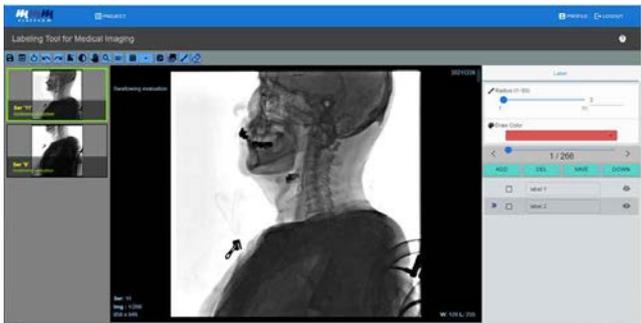
Study 단위로 촬영된 영상의 임상 리포트를 관리하는 report Collection, Study 단위로 연구에 필요한 환자 정보를 저장할 personinfo Collection으로 설계하였다. pacs Collection에 Document Database의 특징인 Embedded Document 형태로 저장된 "0002000D"는 DICOM 태그의 값 중 StudyInstanceUID를 의미하고 하위 Value 객체에 저장되어 있으며, 해당하는 값은 personinfo Collection의 StudyInstanceUID, report Collection의 StudyInstanceUID와 레퍼런스 방식으로 참조된다. 또한 project단위 별 파일관리 및 참조를 위한 projectfiles Collection을 설계하였다. projectId 값으로 project Collection에서 참조되어지고 있으며 projectfiles Collection의 정보는 의료영상파일을 업로드 할 때에 저장되어진다. 멀티프레임 DICOM 업로드 시 DICOM WEB SERVER에서 라벨링 시스템에서의 호환성을 위한 DICOM Decompress 실행 후 Decompress 진행 유무를 저장한다. 이후 DICOM의 Type(싱글프레임, 멀티프레임)을 판별 하고 멀티프레임 DICOM인 경우에 자체 개발되어진 변환 모듈을 이용하여 DICOM WEB SERVER 내에서 변환작업이 진행되며, 변환작업 간 생성된 각 프레임의 image 및 video 정보를 저장하여 관리한다.



(그림 4) 환자 관리를 위한 StudyList

그리고 의료영상을 뷰잉할 때는 영상촬영 단위인 환자의 StudyList를 Node 서버에 요청하고 QIDO 서비스를 이용하여 mongoDB에 해당 목록을 조회하고 QIDO Adapter에서 JSON 메시지를 생성하여 StudyList에 전달하여 목록을 보여준다. (그림 4)의 a와 같이 StudyList 목록의 Label 버튼을 클릭하면 WADO 서비스는 Study의 영상을 조회하여 Labeling Tool에서 이미지를 보여주지만 영상을 라벨링 할 수 있도록 프레임별로 영상을 분리하여 프레임 단위로 이동하며 뷰잉 및 라벨링할 수 있도록 기능을 제공한다. (그림 4)의 b와 같이 StudyList 목

록의 Viewer 버튼을 클릭하면 Node 서버에 요청하고 WADO 서비스를 이용하여 mongoDB에 해당 Study의 영상을 조회하여 WADO Adapter에서 JSON 메시지를 생성하여 Image Viewer에 전달하여 이미지를 보여준다. (그림 4)는 환자 관리를 위한 StudyList에서 Labeling Tool과 Image Viewer로 이동할 수 있는 UI를 보여준다. 환자정보를 보여줄 때는 StudyList에서 HTTP Method를 이용하여 StudyInstanceUID 항목을 검색조건으로 Node 서버에 전달하고 해당 조건으로 mongoDB에 검색하여 데이터를 조회한다.



(그림 5) 의료 영상 Labeling Tool

(그림 5)는 프레임별로 이미지를 로드한 의료 영상 Labeling Tool UI이다. 이미지 뷰어의 오른쪽 가장 자리에 스크롤바가 위치해 있어 프레임별로 이동하면서 라벨링 작업을 할 수 있다.

#### 4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 삼킴 장애 진단을 위한 의료영상 관리 및 라벨링 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템을 통해 대용량 멀티프레임 영상을 관리할 수 있고 의료영상 뷰어를 위한 Image Viewer와 의료영상 라벨링을 위한 Labeling Tool을 보였다. 비디오 조영 삼킴 검사는 음식물의 종류를 다양하게 섭취하면서 검사를 하기 때문에 물, 요플레, 빵, 밥, 미음 등 음식물의 종류를 빠르게 라벨링하는 라벨링 툴 기능이 굉장히 중요하기 때문에 다양한 라벨링 툴 기능을 추가하고 생성된 라벨 파일을 이용하여 음식물을 디텍션하는 인공지능 모델을 개발하여 1차적으로는 수도 라벨링을 통하여 보다 쉽게 자동으로 라벨링을 진행하여 학습 데이터를 생성 하고 2차적으로는 1차적으로 생성한 많은 학습 데이터를 사용하여 삼킴 장애를 보다 정확히 진단할 수 있는 인공지능 모델을 개발할 예정이다. 또한 서버에서의 대용량 파일

을 처리하기 위한 방법을 추가하여 성능의 부하가 발생하지 않도록 할 예정이다.

#### 사사표기

본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건의료기술 연구개발사업(HI22C0787)(HI18C1216)의 지원으로 수행함.

#### 참고문헌

- [1] Kikuchi R, Watabe N, Konno T, Mishina N, Sekizawa K, Sasaki H. High incidence of silent aspiration in elderly patients with community-acquired pneumonia. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1994; 150:251-3.
- [2] Marik PE, Kaplan D. Aspiration pneumonia and dysphagia in the elderly. *Chest Journal*. 2003;124:328-36.
- [3] Mokhlesi B, Logemann JA, Rademaker AW, Stangl CA, Corbridge TC. Oropharyngeal deglutition in stable COPD. *CHEST Journal*. 2002;121:361-9
- [4] Marik PE. Aspiration pneumonitis and aspiration pneumonia. *New England Journal of Medicine*. 2001;344:665-71.
- [5] Statistics Korea. Annual report on the cause of death statistics. 2020.
- [6] Martin-Harris B, Jones B. The videofluorographic swallowing study. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2008 Nov;19(4):769-85, viii. doi: 10.1016/j.pmr.2008.06.004. PMID: 18940640; PMCID: PMC2586156.