



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월03일
(11) 등록번호 10-2701490
(24) 등록일자 2024년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 15/00 (2018.01) A61B 6/00 (2024.01)
G06F 40/30 (2020.01) G06F 40/58 (2020.01)
G06N 3/08 (2023.01) G06T 7/00 (2017.01)
G16H 10/20 (2018.01) G16H 10/60 (2018.01)
G16H 30/20 (2018.01) G16H 50/70 (2018.01)
G16H 70/60 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 15/00 (2021.08)
A61B 6/5294 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0175095

(22) 출원일자 2021년12월08일

심사청구일자 2021년12월08일

(65) 공개번호 10-2023-0086872

(43) 공개일자 2023년06월16일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020210143635 A

KR1020190019661 A

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

송민

서울시 서대문구 통일로 395 107동 1104호

박현서

서울시 강남구 압구정로 113, 29동 302호

이은별

서울시 성북구 정릉로 388 동부센트레빌 107동 703호

(74) 대리인

정부연

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 황성열

(54) 발명의 명칭 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치 및 방법에 관한 것으로, 상기 장치는 Bi-LSTM(Bi-directional Long Short Term Memory)으로 구성되고 메디컬 이미지 및 제1 및 제2 국어들을 통해 작성된 문장으로 구성된 메디컬 리포트를 입력받아 상기 제1 국어로 구성된 임베딩을 출력하는 메디컬 리포트 처리부; 상기 임베딩에 대한 어텐션 가중치를 할당하는 어텐션 계층부; 및 상기 어텐션 가중치를 가지는 임베딩에 대한 소프트맥스 분류를 수행하여 상기 메디컬 리포트를 분류하는 소프트맥스 계층부를 포함한다.

대표도 - 도3

130



(52) CPC특허분류

- G06F 40/30 (2020.01)
- G06F 40/58 (2020.01)
- G06N 3/08 (2023.01)
- G06T 7/0012 (2013.01)
- G16H 10/20 (2021.08)
- G16H 10/60 (2021.08)
- G16H 30/20 (2018.01)
- G16H 50/70 (2018.01)
- G16H 70/60 (2021.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711126082
과제번호	2020-0-01361-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	인공지능대학원지원(연세대학교)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

Bi-LSTM(Bi-directional Long Short Term Memory)으로 구성되고 메디컬 이미지 및 제1 및 제2 국어들을 통해 작성된 문장으로 구성된 메디컬 리포트를 입력받아 상기 제1 국어로 구성된 임베딩을 출력하는 메디컬 리포트 처리부;

상기 임베딩에 대한 어텐션 가중치를 할당하는 어텐션 계층부; 및

상기 어텐션 가중치를 가지는 임베딩에 대한 소프트맥스 분류를 수행하여 상기 메디컬 리포트를 분류하는 소프트맥스 계층부를 포함하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 메디컬 리포트 처리부는

상기 제1 및 제2 국어들에 대한 텍스트 전처리를 수행하여 상기 제2 국어를 상기 제1 국어로 기계번역하는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 메디컬 리포트 처리부는

상기 기계번역을 통해 생성된 제1 국어의 문장을 상기 Bi_LSTM에 제공하여 상기 임베딩을 생성하는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 메디컬 리포트 처리부는

상기 메디컬 이미지의 분석을 통해 신체 부위를 추론하고 상기 임베딩에 관한 시맨틱 분석을 통해 상기 임베딩이 상기 신체 부위와 무관한지 여부를 결정하는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 메디컬 리포트 처리부는

상기 무관이 인정되는 경우에는 상기 임베딩을 사전에 삭제하는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 어텐션 계층부는

상기 임베딩의 클러스터링 정도를 분석하여 상기 가중치를 결정하는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 어텐션 계층부는

상기 클러스터링 정도가 높을수록 상기 임베딩의 가중치를 증가시키고 상기 클러스터링 정도가 낮을수록 상기 임베딩의 가중치를 감소시키는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 어텐션 계층부는

상기 임베딩 및 상기 메디컬 이미지의 분석을 통해 추론된 신체 부위 간의 관련도를 분석하여 상기 가중치를 조절하는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 소프트맥스 계층부는

상기 소프트맥스 분류를 통해 상기 메디컬 리포트의 활용 가능성에 대한 긍정, 부정 또는 모호 여부를 결정하는 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 소프트맥스 계층부는

상기 메디컬 리포트의 활용 가능성이 모호한 것으로 결정되면 상기 메디컬 리포트를 다중회기분석(multiple regression analysis)을 통해 상기 활용 가능성을 재판단하는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 메디컬 이미지는

암 영역을 포함하는 방사선학 이미지(radiologic image)로 구성되는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치.

청구항 12

Bi-LSTM(Bi-directional Long Short Term Memory)으로 구성되고 메디컬 이미지 및 제1 및 제2 국어들을 통해 작성된 문장으로 구성된 메디컬 리포트를 입력받아 상기 제1 국어로 구성된 임베딩을 출력하는 메디컬 리포트 처리단계;

상기 임베딩에 대한 어텐션 가중치를 할당하는 어텐션 계층단계; 및

상기 어텐션 가중치를 가지는 임베딩에 대한 소프트맥스 분류를 수행하여 상기 메디컬 리포트를 분류하는 소프트맥스 계층단계를 포함하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 메디컬 리포트 처리단계는

상기 제1 및 제2 국어들에 대한 텍스트 전처리를 수행하여 상기 제2 국어를 상기 제1 국어로 기계번역하는 것을

특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 어텐션 계층단계는

상기 임베딩의 클러스터링 정도를 분석하여 상기 가중치를 결정하는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 방법.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 소프트맥스 계층단계는

상기 소프트맥스 분류를 통해 상기 메디컬 리포트의 활용 가능성에 대한 긍정, 부정 또는 모호 여부를 결정하는 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 방법.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 메디컬 이미지는

암 영역을 포함하는 방사선학 이미지(radiologic image)로 구성되는 것을 특징으로 하는 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 질병 관련 양국어 이미지 분류 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 어텐션 모델을 기반으로 이중 언어로 작성된 메디컬 리포트의 질병 관련 분류의 정확도 향상을 위한 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 전자건강기록(Electronic Health Records; EHR)은 디지털 형태로 체계적으로 수집되어 전자적으로 저장된 환자 및 인구의 건강정보이다. EHR은 인구통계학, 병력, 약물복용 및 알레르기, 예방접종 상태, 검사실 검사결과, 영상의학 이미지, 생체징후, 나이와 성별 같은 개인적인 통계 그리고 청구정보를 포함하는 일정범위의 데이터를 포함할 수 있다. EHR 시스템의 건강정보를 통해 여러 종류의 임상 데이터를 결합하는 것은 임상이가 만성적으로 아픈 환자들을 식별하고 분류하는 것을 돕고 있다.

[0004] 한편, 방사선 및 병리 이미지와 같은 의료 이미지는 폐렴, 기흉, 심부전과 같은 질병의 진단 및 치료를 위해 사용된다. 의료 이미지의 읽기 및 해석은 일반적으로 의료 전문가가 수행한다. 이 전문가들은 보고서를 작성하여 영상 연구에서 검사한 신체의 각 영역에 대한 결과가 정상인지, 비정상인지 또는 잠재적으로 비정상인지 여부를 설명한다.

[0005] 의료 영상 보고서는 진단 및 임상 양상에 관한 많은 정보를 포함하고 있지만, 비정형 자유 텍스트 형식이 지정되어 있고 전문의에 따라 다양하게 작성되어 정보 분석이 어렵다. 이러한 이유로 의료 영상 보고서는 빅데이터 분석의 결과로 거의 사용되지 않았다. 그러나 의료 영상 보고서에서 질병이 식별될 수 있는 중요한 정보를 도출할 수 있기 때문에 최근 의료 영상 보고서 분석에 딥 러닝(Deep Learning) 기술을 활용하는 연구가 활발하게 수행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1440926호 (2014.09.05)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 실시예는 어텐션 모델을 기반으로 이중 언어로 작성된 메디컬 리포트의 질병 관련 분류의 정확도 향상을 위한 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 실시예들 중에서, 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치는 Bi-LSTM(Bi-directional Long Short Term Memory)으로 구성되고 메디컬 이미지 및 제1 및 제2 국어들을 통해 작성된 문장으로 구성된 메디컬 리포트를 입력받아 상기 제1 국어로 구성된 임베딩을 출력하는 메디컬 리포트 처리부; 상기 임베딩에 대한 어텐션 가중치를 할당하는 어텐션 계층부; 및 상기 어텐션 가중치를 가지는 임베딩에 대한 소프트맥스 분류를 수행하여 상기 메디컬 리포트를 분류하는 소프트맥스 계층부를 포함한다.

[0011] 상기 메디컬 리포트 처리부는 상기 제1 및 제2 국어들에 대한 텍스트 전처리를 수행하여 상기 제2 국어를 상기 제2 국어로 기계번역할 수 있다.

[0012] 상기 메디컬 리포트 처리부는 상기 기계번역을 통해 생성된 제1 국어의 문장을 상기 Bi-LSTM에 제공하여 상기 임베딩을 생성할 수 있다.

[0013] 상기 메디컬 리포트 처리부는 상기 메디컬 이미지의 분석을 통해 신체 부위를 추론하고 상기 임베딩에 관한 시맨틱 분석을 통해 상기 임베딩이 상기 신체 부위와 무관한지 여부를 결정할 수 있다.

[0014] 상기 메디컬 리포트 처리부는 상기 무관이 인정되는 경우에는 상기 임베딩을 사전에 삭제할 수 있다.

[0015] 상기 어텐션 계층부는 상기 임베딩의 클러스터링 정도를 분석하여 상기 가중치를 결정할 수 있다.

[0016] 상기 어텐션 계층부는 상기 클러스터링 정도가 높을수록 상기 임베딩의 가중치를 증가시키고 상기 클러스터링 정도가 낮을수록 상기 임베딩의 가중치를 감소시킬 수 있다.

[0017] 상기 어텐션 계층부는 상기 임베딩 및 상기 메디컬 이미지의 분석을 통해 추론된 신체 부위 간의 관련도를 분석하여 상기 가중치를 조절할 수 있다.

[0018] 상기 소프트맥스 계층부는 상기 소프트맥스 분류를 통해 상기 메디컬 리포트의 활용 가능성에 대한 긍정, 부정 또는 모호 여부를 결정할 수 있다.

[0019] 상기 소프트맥스 계층부는 상기 메디컬 리포트의 활용 가능성이 모호한 것으로 결정되면 상기 메디컬 리포트를 다중회기분석(multiple regression analysis)을 통해 상기 활용 가능성을 재판단할 수 있다.

[0020] 상기 메디컬 이미지는 암 영역을 포함하는 방사선학 이미지(radiologic image)로 구성될 수 있다.

[0021] 실시예들 중에서, 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 방법은 Bi-LSTM(Bi-directional Long Short Term Memory)으로 구성되고 메디컬 이미지 및 제1 및 제2 국어들을 통해 작성된 문장으로 구성된 메디컬 리포트를 입력받아 상기 제1 국어로 구성된 임베딩을 출력하는 메디컬 리포트 처리단계; 상기 임베딩에 대한 어텐션 가중치를 할당하는 어텐션 계층단계; 및 상기 어텐션 가중치를 가지는 임베딩에 대한 소프트맥스 분류를 수행하여 상기 메디컬 리포트를 분류하는 소프트맥스 계층단계를 포함한다.

[0022] 상기 메디컬 리포트 처리단계는 상기 제1 및 제2 국어들에 대한 텍스트 전처리를 수행하여 상기 제2 국어를 상기 제2 국어로 기계번역할 수 있다.

[0023] 상기 어텐션 계층단계는 상기 임베딩의 클러스터링 정도를 분석하여 상기 가중치를 결정할 수 있다.

[0024] 상기 소프트맥스 계층단계는 상기 소프트맥스 분류를 통해 상기 메디컬 리포트의 활용 가능성에 대한 긍정, 부정 또는 모호 여부를 결정할 수 있다.

[0025] 상기 메디컬 이미지는 암 영역을 포함하는 방사선학 이미지(radiologic image)로 구성될 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 개시된 기술은 다음의 효과를 가질 수 있다. 다만, 특정 실시예가 다음의 효과를 전부 포함하여야 한다거나 다음의 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 장치 및 방법은 어텐션 모델을 기반으로 이중 언어로 작성된 메디컬 리포트의 질병 관련 분류의 정확도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명에 따른 양국어 이미지 분류 시스템을 설명하는 도면이다.
- 도 2는 도 1의 양국어 이미지 분류 장치의 물리적 구성을 설명하는 도면이다.
- 도 3은 도 1의 양국어 이미지 분류 장치의 기능적 구성을 설명하는 도면이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 방법을 설명하는 순서도이다.
- 도 5는 딥러닝 기반 분류 모델의 아키텍처를 보여주는 도면이다.
- 도 6은 기존 모델과 본 발명에 따른 모델의 다양한 단어 표현 방법을 기반으로 성능을 평가한 도표이다.
- 도 7은 어텐션 가중치에 의한 단어의 중요성 시각화를 보여주는 도면이다.
- 도 8은 본 발명에서 제안된 한영(Kor2Eng) 모델의 추가 검증을 나타내는 도표이다.
- 도 9는 추가 검증 셋에서 UROC 및 AUPRC를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 본 발명에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 본 발명의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 본 발명의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 본 발명의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [0032] 한편, 본 출원에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.
- [0033] "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0034] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0035] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0036] 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0037] 본 발명은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현될 수 있고, 컴퓨터가 읽을

수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

- [0038] 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.
- [0040] 도 1은 본 발명에 따른 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 양국어 이미지 분류 시스템(100)은 사용자 단말(110), 양국어 이미지 분류 장치(130) 및 데이터베이스(150)를 포함할 수 있다.
- [0042] 사용자 단말(110)은 양국어 이미지 분류 장치(130)와 연결되어 메디컬 리포트를 직접 입력하거나 어텐션 모델에 의해 분류된 결과를 수신하여 확인할 수 있는 컴퓨팅 장치에 해당할 수 있다. 사용자 단말(110)은 스마트폰, 노트북 또는 컴퓨터로 구현될 수 있으며, 반드시 이에 한정되지 않고, 태블릿 PC 등 다양한 디바이스로도 구현될 수 있다. 사용자 단말(110)은 양국어 이미지 분류 장치(130)와 네트워크를 통해 연결될 수 있고, 복수의 사용자 단말(110)들이 양국어 이미지 분류 장치(130)와 동시에 연결될 수도 있다.
- [0043] 양국어 이미지 분류 장치(130)는 본 발명에 따른 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류의 정확도 향상을 위한 양국어 이미지 분류 방법을 수행하는 컴퓨터 또는 프로그램에 해당하는 서버로 구현될 수 있다. 양국어 이미지 분류 장치(130)는 사용자 단말(110)과 유선 또는 무선 네트워크를 통해 연결될 수 있고 상호 간에 데이터를 주고받을 수 있다.
- [0044] 일 실시예에서, 양국어 이미지 분류 장치(130)는 본 발명에 따른 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류의 정확도 향상을 위한 양국어 이미지 분류 방법을 수행하는 과정에서 다양한 외부 시스템(또는 서버)과 연동하여 동작할 수 있다. 예를 들어, 양국어 이미지 분류 장치(130)는 메디컬 이미지 및 이중 언어(영어 및 한국어 등) 텍스트로 이루어진 다양한 메디컬 리포트들에 접근할 수 있으며, 한국어-영어 매핑을 학습하기 위한 하위 단어 임베딩 모델 구축 등에 필요한 데이터를 수집할 수 있다.
- [0045] 여기에서, 양국어 이미지 분류 장치(130)는 사용자의 메디컬 리포트 분류 요청에 대한 응답으로서 특정 국어로 구성된 임베딩에 대한 어텐션 가중치를 할당하여 소프트웨어 분류를 수행할 수 있으며, 분류 대상이 되는 메디컬 리포트는 메디컬 이미지 및 제1 및 제2 국어들을 통해 작성된 문장으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메디컬 이미지에는 암 영역을 포함하는 방사선학 이미지(radiologic image)로 구성될 수 있다.
- [0046] 데이터베이스(150)는 양국어 이미지 분류 장치(130)의 동작 과정에서 필요한 다양한 정보들을 저장하는 저장장치에 해당할 수 있다. 예를 들어, 데이터베이스(150)는 질병 관련 양국어 이미지 분류를 위한 데이터 셋에 관한 정보를 저장할 수 있고, 학습 모델 구축을 위한 학습 알고리즘 및 모델 정보를 저장할 수 있으며, 반드시 이에 한정되지 않고, 양국어 이미지 분류 장치(130)가 본 발명에 따른 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류의 정확도 향상을 위한 양국어 이미지 분류 방법을 수행하는 과정에서 다양한 형태로 수집 또는 가공된 정보들을 저장할 수 있다.
- [0048] 도 2는 도 1의 양국어 이미지 분류 장치의 물리적 구성을 설명하는 도면이다.
- [0049] 도 2를 참조하면, 양국어 이미지 분류 장치(130)는 프로세서(210), 메모리(230), 사용자 입출력부(250) 및 네트워크 입출력부(270)를 포함하여 구현될 수 있다.
- [0050] 프로세서(210)는 양국어 이미지 분류 장치(130)가 동작하는 과정에서의 각 단계들을 처리하는 프로시저를 실행할 수 있고, 그 과정 전반에서 읽혀지거나 작성되는 메모리(230)를 관리할 수 있으며, 메모리(230)에 있는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리 간의 동기화 시간을 스케줄할 수 있다. 프로세서(210)는 양국어 이미지 분류 장치(130)의 동작 전반을 제어할 수 있고, 메모리(230), 사용자 입출력부(250) 및 네트워크 입출력부(270)와 전기적으로 연결되어 이들 간의 데이터 흐름을 제어할 수 있다. 프로세서(210)는 양국어 이미지 분류 장치(130)의 CPU(Central Processing Unit)로 구현될 수 있다.
- [0051] 메모리(230)는 SSD(Solid State Drive) 또는 HDD(Hard Disk Drive)와 같은 비휘발성 메모리로 구현되어 양국어 이미지 분류 장치(130)에 필요한 데이터 전반을 저장하는데 사용되는 보조기억장치를 포함할 수 있고,

RAM(Random Access Memory)과 같은 휘발성 메모리로 구현된 주기억장치를 포함할 수 있다.

- [0052] 사용자 입출력부(250)는 사용자 입력을 수신하기 위한 환경 및 사용자에게 특정 정보를 출력하기 위한 환경을 포함할 수 있다. 예를 들어, 사용자 입출력부(250)는 터치 패드, 터치 스크린, 화상 키보드 또는 포인팅 장치와 같은 어댑터를 포함하는 출력장치를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 사용자 입출력부(250)는 원격 접속을 통해 접속되는 컴퓨팅 장치에 해당할 수 있고, 그러한 경우, 양국어 이미지 분류 장치(130)는 서버로서 수행될 수 있다.
- [0053] 네트워크 입출력부(270)는 네트워크를 통해 외부 장치 또는 시스템과 연결하기 위한 환경을 포함하고, 예를 들어, LAN(Local Area Network), MAN(Metropolitan Area Network), WAN(Wide Area Network) 및 VAN(Value Added Network) 등의 통신을 위한 어댑터를 포함할 수 있다.
- [0055] 도 3은 도 1의 양국어 이미지 분류 장치의 기능적 구성을 설명하는 도면이다.
- [0056] 도 3을 참조하면, 양국어 이미지 분류 장치(130)는 메디컬 리포트 처리부(310), 어텐션 계층부(330), 소프트맥스 계층부(350) 및 제어부(370)를 포함할 수 있다.
- [0057] 메디컬 리포트 처리부(310)는 Bi-LSTM(Bi-directional Long Short Term Memory)으로 구성되고 메디컬 이미지, 제1 및 제2 국어들을 통해 작성된 문장으로 구성된 메디컬 리포트를 입력받아 제1 국어로 구성된 임베딩을 출력할 수 있다.
- [0058] Bi-LSTM은 두 개의 독립적인 LSTM 아키텍처를 함께 사용하는 구조이다. 순방향 LSTM 셀은 순차적으로 입력을 받는 데 자연어 처리라고 한다면 사람처럼 문장을 왼쪽 단어부터 순차적으로 읽는 셈이며, 양방향 LSTM은 뒤의 문맥까지 고려하기 위하여 문장을 오른쪽에서 반대로 읽는 역방향의 LSTM 셀을 함께 사용한다. 이 두가지 정보를 고려하여 출력층에서 예측 시에 두 가지 정보를 모두 사용한다.
- [0059] 메디컬 리포트에서, 메디컬 이미지는 암 영역을 포함하는 방사선학 이미지(radiologic image)로 구성될 수 있으며, 이에 한정되지 않고 폐렴 등 각종 질병을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 국어는 한국어와 영어에 해당할 수 있다. 예를 들면, 임상 보고서에서 대부분의 동사와 형용사는 한국어로 작성되고 대부분의 명사(보통 질병명)는 영어로 작성된다.
- [0060] 메디컬 리포트 처리부(310)는 제1 및 제2 국어들에 대한 텍스트 전처리를 수행하여 제2 국어를 제1 국어로 기계번역할 수 있다. 일 실시예에서, 메디컬 리포트는 한국어와 영어 문장이 혼합되어 구성되어 있어서 명령문이 분류 모델에 입력되기 전에 특정 전처리가 필요하다. 메디컬 리포트 처리부(310)는 먼저 텍스트 전처리 동작을 수행할 수 있다. 메디컬 리포트 처리부(310)는 메디컬 리포트 분류 학습을 수행하기 위하여 메디컬 리포트를 모델에 입력 가능한 형태로 변환할 수 있다.
- [0061] 일 실시예에서, 메디컬 리포트 처리부(310)는 메디컬 리포트들 각각에 대해 필터링 작업, 형태소 분석 및 불용어 제거 중 적어도 하나를 포함하는 전처리 동작을 수행할 수 있다. 즉, 메디컬 리포트 처리부(310)는 분류에 적절한 메디컬 리포트를 선정하는 다양한 필터링 작업과 형태소 분석, 그리고 불용어 제거를 수행하여 메디컬 리포트를 토큰 단위로 분리할 수 있다. 메디컬 리포트 처리부(310)는 필터링 조건으로 메디컬 리포트의 문장 수, 일정 빈도 이상 등장한 레이블을 갖는 메디컬 리포트 등을 설정할 수 있으며, 외국어, 특수기호, 그리고 조사 등을 불용어로 처리할 수 있다. 특히, 메디컬 리포트 처리부(310)는 메디컬 리포트 내 정보 손실을 줄이기 위해 한국어를 의미가 비슷한 영어 단어로 변환하는 기계번역을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 메디컬 리포트 처리부(310)는 기계번역을 통해 생성된 제1 국어의 문장을 Bi-LSTM에 제공하여 임베딩을 생성할 수 있다.
- [0062] 메디컬 리포트 처리부(310)는 메디컬 이미지의 분석을 통해 신체 부위를 추론하고 임베딩에 관한 시맨틱 분석을 통해 임베딩이 신체 부위와 무관하지 여부를 결정할 수 있다. 메디컬 리포트 처리부(310)는 무관이 인정되는 경우에는 임베딩을 사전에 삭제할 수 있다.
- [0063] 어텐션 계층부(330)는 임베딩에 대한 어텐션 가중치를 할당할 수 있다. 어텐션(Attention) 메커니즘은 딥러닝 모델이 특정 벡터에 주목하게 만들어 모델의 성능을 높이는 기법으로, 기계번역을 위한 Sequence-to-Sequence 모델에서 모델의 정확도를 높이기 위해 제안된 것이다. 어텐션은 인코더가 만든 벡터와 디코더가 예측시 사용하는 벡터가 유사할 것이라는 가정하에, Q(query), K(key), V(value) 3개의 벡터를 입력으로 받아 query와 key-value 쌍을 출력에 맵핑한다. 각 값에 할당된 가중치는 해당 키(key)에 대응되는 쿼리(query)에 대한 유사도로 계산된다.
- [0064] 일 실시예에서, 어텐션 계층부(330)는 임베딩의 클러스터링 정도를 분석하여 가중치를 결정할 수 있다. 어텐션

계층부(330)는 클러스터링 정도가 높을수록 임베딩의 가중치를 증가시키고 클러스터링 정도가 낮을수록 임베딩의 가중치를 감소시킬 수 있다. 어텐션 계층부(330)는 임베딩 및 메디컬 이미지의 분석을 통해 추론된 신체 부위 간의 관련도를 분석하여 가중치를 조정할 수 있다.

[0065] 소프트맥스 계층부(350)는 어텐션 가중치를 가지는 임베딩에 대한 소프트맥스 분류를 수행하여 메디컬 리포트를 분류할 수 있다. 소프트맥스 계층부(350)는 소프트맥스 분류를 통해 메디컬 리포트의 활용 가능성에 대한 긍정, 부정 또는 모호 여부를 결정할 수 있다. 소프트맥스 계층부(350)는 어텐션 스코어 점수를 확률로 수치화하기 위해서 소프트맥스(softmax)를 One-hot 인코딩해서 가장 큰 확률의 집합을 1로, 나머지를 0으로 처리한다. 소프트맥스 계층부(350)는 메디컬 리포트의 활용 가능성이 모호한 것으로 결정되면 메디컬 리포트를 다중회기분석(multiple regression analysis)을 통해 활용 가능성을 재판단할 수 있다.

[0066] 제어부(370)는 양국어 이미지 분류 장치(130)의 전체적인 동작을 제어하고, 메디컬 리포트 처리부(310), 어텐션 계층부(330) 및 소프트맥스 계층부(350) 간의 제어 흐름 또는 데이터 흐름을 관리할 수 있다.

[0068] 도 4는 본 발명에 따른 어텐션 모델 기반의 질병 관련 양국어 이미지 분류 방법을 순서도이다.

[0069] 도 4를 참조하면, 레이블 양국어 이미지 분류 장치(130)는 메디컬 리포트 처리부(310)를 통해 Bi-LSTM(Bi-direction Long Short Term Memory)으로 구성되고 메디컬 이미지 및 제1 및 제2 국어들을 통해 작성된 문장으로 구성된 메디컬 리포트를 입력받아 제1 국어로 구성된 임베딩을 출력할 수 있다(단계 S410). 양국어 이미지 분류 장치(130)는 어텐션 계층부(330)를 통해 임베딩에 대한 어텐션 가중치를 할당할 수 있다(단계 S430).

[0070] 또한, 양국어 이미지 분류 장치(130)는 소프트맥스 계층부(350)를 통해 어텐션 가중치를 가지는 임베딩에 대한 소프트맥스 분류를 수행하여 메디컬 리포트를 분류할 수 있다(단계 S450). 양국어 이미지 분류 장치(130)는 소프트맥스 분류를 통해 메디컬 리포트의 활용 가능성에 대한 긍정, 부정 또는 모호 여부를 결정할 수 있고, 메디컬 리포트의 활용 가능성이 모호한 것으로 결정되면 메디컬 리포트를 다중회기분석(multiple regression analysis)을 통해 활용 가능성을 재판단할 수 있다.

[0072] 이하, 도 5 내지 도 8을 참조하여 본 발명에 따른 양국어 이미지 분류 방법에 관한 실험 내용을 보다 자세히 설명한다.

[0073] 여기에서, 실험에 사용된 데이터는 2008년 1월부터 2018년 1월까지 서울아산병원에서 시행한 수술환자의 흉부 컴퓨터 단층촬영(CT) 및 흉부 엑스레이에 대한 영상의학적 소견을 포함하는 방사선 보고서가 사용될 수 있다. 폐렴 관련 단어 “pneumoni-”, “consolid-”, “infiltra-”, “bronchiole-”, “hazi-”, “hazzi-”, “opacit-” 및 “GGO”가 포함된 23,377개의 보고서 중 5450개의 주석이 달린 보고서가 모델 학습에 사용될 수 있다. 모델을 훈련시킨 후 추가 검증 세트에 대해 1000개의 보고서에 주석을 달 수 있다. 주석에는 폐렴에 대한 음성, 양성 및 불분명의 3가지 범주가 포함될 수 있다.

[0074] 임상 보고서에서 대부분의 동사와 형용사는 한국어로 작성되고 대부분의 명사(보통 질병명)는 영어로 작성되기 때문에 2개의 다른 언어를 고려할 수 있다. 따라서, 부분 문자열 및 번역 임베딩(Kor2Eng)을 어텐션 기반 Bi-LSTM 신경망과 결합하는 분류 알고리즘을 기반으로 하는 이중 언어 임상 데이터 셋을 구성할 수 있다. LSTM를 사용하여 어텐션 기반 심층 신경망을 구축할 수 있다. LSTM은 장기 종속성을 학습하고 기억하여 소실 그라디언트 문제를 완화하는 순환 신경망 변형이며 셀 메모리 상태와 3개의 게이트로 구성될 수 있다. Bi-LSTM은 순방향-역방향 LSTM 레이어로 구성될 수 있다. 두 레이어는 동일한 출력 레이어로 연결될 수 있다. 분류 모델은 어텐션 메커니즘과 함께 Bi-LSTM을 사용할 수 있다. 이를 통해 모델은 서로 다른 위치의 정보를 동시에 처리할 수 있다.

[0075] 도 5는 딥러닝 기반 분류 모델의 아키텍처를 보여주는 도면이다.

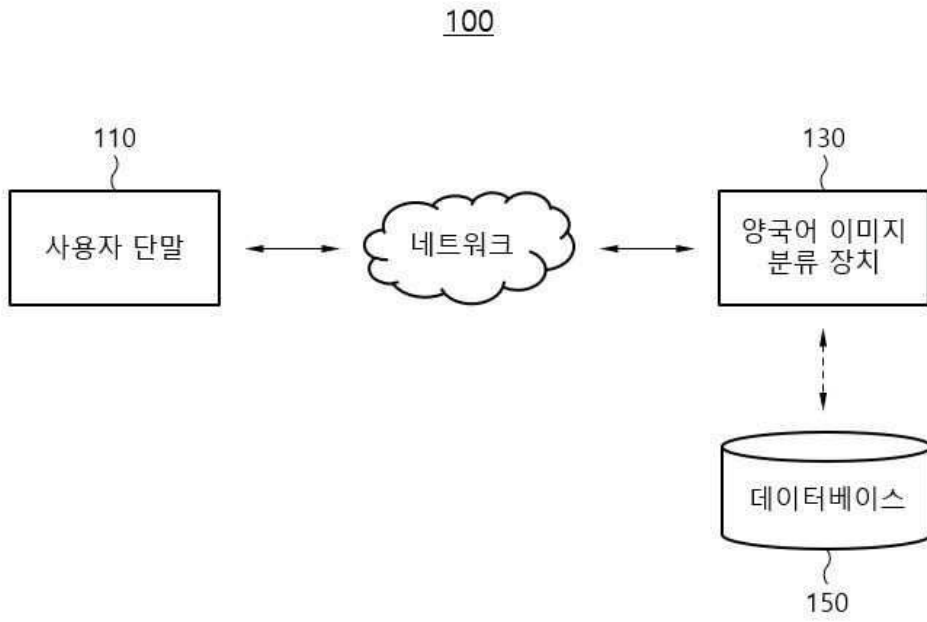
[0076] 도 5에서, 각 입력은 Bi-LSTM 계층에 공급되어 한국어로부터 번역된 영어의 임베딩을 수신할 수 있다. Bi-LSTM 계층의 출력은 중요한 단어에 어텐션을 기울이기 위해 어텐션 계층(Bi-LSTM-Attention)에 공급될 수 있다. 어텐션 계층에서, 각 단어는 예측에 대한 중요성으로 변환되는 어텐션 가중치를 가질 수 있다. 어텐션 가중치의 출력은 분류를 위해 소프트맥스 계층을 통과할 수 있다.

[0077] 도 6은 기존 모델과 본 발명에 따른 모델의 다양한 단어 표현 방법을 기반으로 성능을 평가한 도표이다.

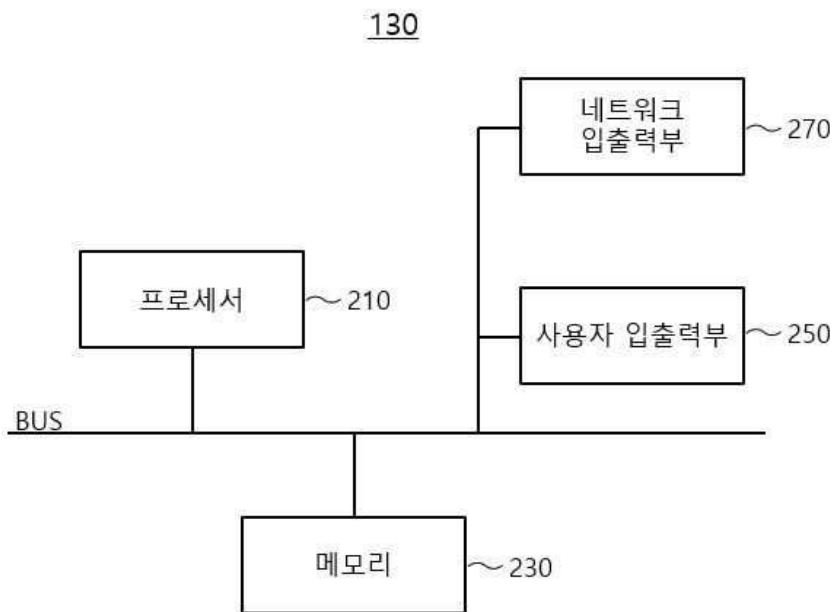
[0078] 도 6에서, Bi-LSTM-Attention 모델이 있는 Word2Vec는 일반적으로 사용되는 언어 표현 모델로, 기존 모델보다 정확도와 F₁ 점수가 더 높았으나 외국어가 표시되지 않는다는 단점이 있다. 여기에서, F₁ 점수는 정밀도와 재현

도면

도면1



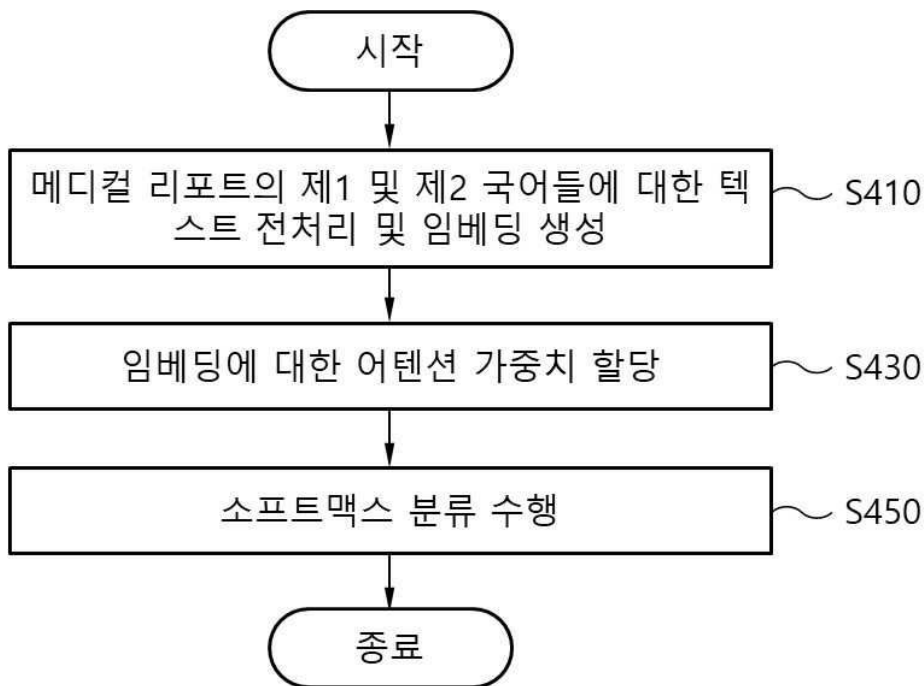
도면2



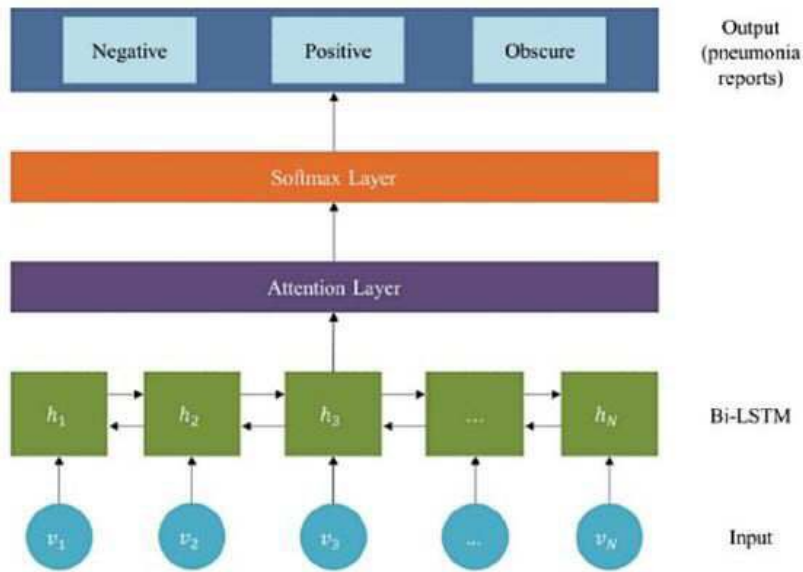
도면3



도면4



도면5



도면6

Models	Precision, n/N (%)	Recall, n/N (%)	F ₁ score (%)	AUROC ^a	AUPRC ^b
Substring+FastText [17]					
Negative	776/819 (94.7)	776/801 (96.9)	96	0.82	0.92
Positive	153/593 (25.8)	153/179 (85.5)	83	0.74	0.34
Obscure	52/73 (71.2)	52/110 (47.3)	57	0.71	0.22
Word2Vec^c+Bi-LSTM^d-Attention					
Negative	772/849 (90.9)	772/801 (96.4)	94	0.95	0.98
Positive	153/222 (68.9)	153/179 (85.5)	81	0.96	0.87
Obscure	47/80 (58.8)	47/110 (42.7)	49	0.88	0.51
Proposed model (Kor2Eng^e)					
Negative	776/809 (95.9)	776/801 (96.9)	96	0.98	0.99
Positive	153/182 (84.1)	153/179 (85.5)	83	0.97	0.87
Obscure	70/115 (60.9)	70/110 (63.6)	62	0.90	0.62

^aAUROC: area under the receiver operating characteristic curve.

^bAUPRC: area under the precision-recall curve.

^cWord2Vec: the word-to-vector representation model.

^dBi-LSTM: bidirectional long short-term memory model.

^eKor2Eng: Korean to English.

도면7

- (a) Right central line insertion state. Peribronchial infiltration in LLLF, suspected bronchopneumonia.
- (b) R/O Small pleural effusion, left hemithorax. Subsegmental atelectasis, LLLZ. -R/O Combined pneumonia. Increased opacity; RULZ, RLLZ; -R/O [redacted], R/O Mild pulmonary edema.
- (c) More increased in extent of ill-defined increased opacities around cavitory lesion in right upper to middle lung zone, since last exam. --> r/o aggravated necrotizing pneumonia or active pulmonary tuberculosis. r/o aggravated combined [redacted] or obstructive change with underlying lung cancer. No change of fibrotic lesion in LUL apex and small calcified nodules in LMLZ, r/o post-inflammatory sequelae.
- (d) No significant interval change of patchy consolidation in LUL, LLL along bronchovascular bundle since 2015-6-24. --> r/o [redacted], bacterial, or invasive fungal infection including mucormycosis or aspergillosis. No change in left pleural effusion since 2015-6-24. Left pigtail insertion state. Hickman catheter insertion state, tip in SVC/RA junction.
- (e) Consolidation in the RML, RLL. Small amount of right pleural effusion. --> R/O lobar pneumonia with parapneumonic effusion, more likely. R/O fungal infection. : Decreased amount of right pleural effusion since 2012-11-19. Slightly decreased extent of increased density of left bronchovascular bundle since 2012-11-16 --> R/O Subsegmental atelectasis with combined nonspecific pneumonia.
- (f) History: 1. EGC로 EMR위에 입원함. 2. 2007년 3월 한달간 간헐적 hemoptysis로 PCNA에서 actinomycosis 나왔음. 3. 2007-03-20 previous chest CT와 비교 판독함. 2007년 3월 CT와 비교하여 right upper lobe의 posterior subpleural area에 mass like consolidation은 크기가 감소되어 거의 없어진 상태임. 병변이 있던 부위에 cavity 형상을 쥐어는 lesion이 남아있으며 주변부에 minimal fibrotic change 및 subsegmental atelectasis를 동반하고 있음. Left upper and lower lobe에 multifocal ill-defined peribronchial distribution을 보이는 GGO가 보이며 CXR에서 10월 6일 부터 두드러져 보이는 병변으로 bronchopneumonia, 특히 aspiration pneumonia의 가능성이 있음. Both paratrachea, para-aortic, subcarinal, both hilar nodal station에 multiple small to large enlarged lymph node들이 있음. 소량의 left pleural effusion이 관찰됨. Right hemithorax에는 scanty pleural effusion 혹은 pleural thickening이 있음. Aorta에 arterosclerotic change가 있음. Thoracic musculoskeletal system에 metastasis의 evidence 없음. Cholecystectomy state이며 diffuse IHD dilatation이 있고, 상복부 소견은 2008-10-06 abdomen CT를 참고하기 바람.

도면8

Class	Precision, n/N (%)	Recall, n/N (%)	F ₁ score	AUROC ^a	AUPRC ^b
Negative	422/470 (89.8%)	422/498 (84.7%)	87%	0.92	0.94
Positive	142/155 (91.6%)	142/185 (76.8%)	84%	0.96	0.91
Obscure	77/178 (43.3%)	77/120 (64.2%)	52%	0.84	0.42

^aAUROC: area under the receiver operating characteristic curve.
^bAUPRC: area under the precision-recall curve

도면9

