



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0072154

(43) 공개일자 2020년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/0402 (2006.01)

A61B 6/00 (2006.01) A61B 7/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/7275 (2013.01)

A61B 5/0402 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0160012

(22) 출원일자 2018년12월12일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

장혁재

서울특별시 강남구 선릉로 221, 306동 902호 (도곡동, 도곡렉슬아파트)

전병환

경상북도 경산시 경산로 21, 101동 308호 (옥곡동, 서부부영1차 조은마을아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

황의만

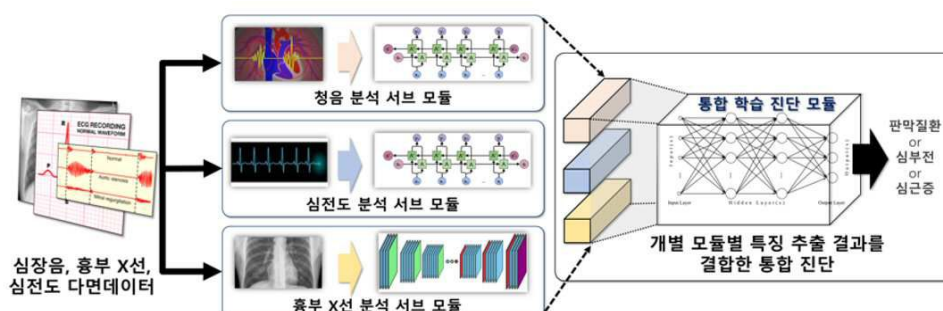
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 청진음(심장음), 흉부X선 영상 및 심전도 기반 다면 빅데이터 통합 머신러닝 기술 기반 심장 질환 진단 솔루션 개발

(57) 요약

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 첫째, 다면 데이터의 특성을 고려한 서브 모듈 네트워크를 통한 특징 추출 둘째, 통합 학습 진단 모듈 네트워크를 구축하는 것을 제안한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 6/502 (2013.01)

A61B 7/02 (2013.01)

(72) 발명자

정성희

광주광역시 광산구 수완로33번길 76, 102동 1203호
(수완동, 은빛마을모아엘가아파트)

홍영택

경기도 군포시 고산로677번길 34, 1325동1402호
(산본동, 개나리아파트)

장영걸

서울특별시 마포구 마포대로 173-15 (공덕동463
번지731호)

하성민

경기도 수원시 장안구 정자천로188번길 71-21, 10
1동 210호 (정자동, 현대아파트)

김세근

경기도 고양시 일산동구 숲속마을로 68, 608동 40
3호 (풍동, 숲속마을6단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018-0-00861

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발사업

연구과제명 의료데이터 분석 지능형 SW 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 정보통신산업진흥원

연구기간 2018.04.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

다면 데이터로부터 의미 있는 다차원 벡터 형태로 표현해주는 다면 데이터 서브 모듈 네트워크 단계와 벡터 형태로 표현된 특징 값들을 입력으로 심장질환을 추론하는 단계 총 2단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 청진음(심장음), 흉부X선 영상 및 심전도 기반 다면 빅데이터 통합 머신러닝 기술 기반 심장 질환 진단 솔루션.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 첫째, 다면 데이터의 특성을 고려한 서브 모듈 네트워크를 통한 특징 추출 둘째, 통합 학습 진단 모듈 네트워크를 구축하는 것을 제안한다.

배경 기술

[0002] 현재 세계 사망원인 중 심혈관질환이 차지하는 비중은 27%로 매우 높고(출처: WHO 2015), 과학 기술의 발달로 수명이 연장되어 고 연령 인구가 증가됨에 따라 그 비중은 더 증가 될 것을 보인다.

[0003] 그러나 2011년도 심평원의 국회보고 '심장CT 급여 삭감' 자료에 따르면, 청구된 약 33만 건 중 16%가 불필요한 검사로 간주되어 삭감되었으며 상당수에서 고가의 후속 영상검사가 남용되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 하기와 같은 문제를 해결하는 것을 목표를 가지고 있다.

[0005] 첫째, 진료시간 제한과 '청음의 숙련도에 따른 정확도' 편차로 인한 고가 정밀검사에 의존하고 있다. 청진음이 질환에 대한 중요한 정보를 포함하고 있으나, 제한된 진료시간에 여러 부위에서 청진을 시행해야 하므로 진료 현장에서의 역할이 점차 줄어들고 있다. 또한 객관적이고 정확도가 높은 진단결과를 고가 정밀영상검사(심장초음파, 등)들이 제공함에 따라 젊은 의료진이 고가 영상검에 의존하려는 경향이 증가하고 청진음 활용도는 더욱 떨어지는 악순환을 해결하고자 한다.

[0006] 둘째, 심장질환 진단을 위한 필수 기본 검사인 흉부X선 및 심전도 검사 이후에도 후속 고가 영상 검사가 남용되고 있다. 심전도와 흉부X선 검사는 청진 이후 가장 먼저 시행되는 필수기초 검사로써, 청진 시 음향을 파생시키는 병변을 영상학적, 생체신호 형태로 확인할 수 있도록 해주며, 숙련된 의료진은 청진과 심전도 및 흉부X선 검사를 종합해 '의심질환을 특정'할 수 있으며, 반드시 필요한 소수의 후속검사만으로 질환을 확진할 수 있도록 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따르면 청진음(심장음), 흉부X선 영상 및 심전도 기반 다면 빅데이터 통합 머신러닝 기술 기반 심장 질환 진단 솔루션은 다면 데이터로부터 의미 있는 다차원 벡터 형태로 표현해주는 다면 데이터 서브 모듈 네트워크 단계와 벡터 형태로 표현된 특징 값들을 입력으로 심장질환을 추론하는 단계 총 2단계로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0008] 본 발명으로 인하여 멀티 모달 의료 데이터를 활용하여 복합` 추론을 하는 멀티 모달 퓨전, 서브 모듈 인터랙션과 같은 도전적인 기술을 개발을 통해 목표 질환에 따른 모델링을 통하여 타질환 진단 모델 구축에 대해서도 쉽게 응용이 가능할 수 있는 과학 기술적 기대효과가 예상된다.

- [0009] 또한 진단 정확도 향상을 통한 불필요한 의료비용 감소로 인하여 사회, 경제적 기대효과가 기대된다.
- [0010] 심폐질환 진단과정에 필수적으로 활용되는 심장폐질환의 진단에 있어 청음자료의 진단 정확도 한계를 극복하고 불필요한 후속검사를 최소화하여 질병의 조기 진단이나 오진율 감소를 통하여 의료분야에서 발생하는 사회 간접 비용을 줄일 수 있을 것으로 예상된다.
- [0011] 또한 의료 분야에서 의료진의 개입이 반드시 필요했던 노력을 워크플로우 개선을 통하여 진료시간을 최소화 함. 머신러닝 기반 통합 솔루션 보조 진단 결과를 제공함으로써 진단에 소요되는 불필요한 시간을 단축시켜 더욱 주 의깊은 진단 결과를 제공할 수 있다.
- [0012] 이는 불필요한 다운스트림 테스트를 감소시켜 환자가 부담하는 의료비용의 절감 효과를 기대할 수 있음. 이는 국민 보건 복지 부담금을 감소시켜 의료의 질을 향상시키는 효과로 이어질 것으로 기대한다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 기존 심장질환의 진료 프로세스상의 문제점을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 심장음-흉부x선-심전도 서브 진단 모듈 결합 다면의료데이터 통합 심장질환 진단 솔루션 개발을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 심장음 학습 시 feature를 MFCC 독립적 사용 및 MFCC +Fractal 통합 사용 정확도 비교를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 Frequency 와 Time 정보를 이미지 데이터로 변환 후 CNN으로 학습하는 방안으로 97.05%의 정확도를 나타 낸 도면이다.
- 도 5는 심장음 학습 시 feature를 MFCC 독립적 사용 및 MFCC +Fractal 통합 사용 정확도 비교를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 심전도 서브 모듈 네트워크를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 흉부x선 영상기반 진단 서브 모델 네트워크를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 흉부 x선 및 심전도를 이용한 진단명 추출 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지 식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현 될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.
- [0015] 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통 하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0016] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다 른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0017] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 2D X-ray영상 기반 관상동맥 혈류속도 근사방법에 대하여 설 명한다.
- [0018] 도 1은 기존 심장질환의 진료 프로세스상의 문제점을 나타낸 도면이다.
- [0019] 본 발명의 필요성은 다음과 같다.
- [0020] 첫째, 진료시간 제한과 '청음의 숙련도에 따른 정확도' 편차로 인한 고가 정밀검사에 의존하고 있다. 청진음이 질환에 대한 중요한 정보를 포함하고 있으나, 제한된 진료시간에 여러 부위에서 청진을 시행해야 하므로 진료 현장에서의 역할이 점차 줄어들고 있다.
- [0021] 또한 객관적이고 정확도가 높은 진단결과를 고가 정밀영상검사(심장초음파, 등)들이 제공함에 따라 젊은 의료진 이 고가 영상검에 의존하려는 경향이 증가하고 청진음 활용도는 더욱 떨어지는 악순환이 반복되고 있다. 둘째, 심장질환 진단을 위한 필수 기본 검사인 흉부X선 및 심전도 검사 이후에도 후속 고가 영상 검사가 남용되고 있 다.

- [0022] 심전도와 흉부X선 검사는 청진 이후 가장 먼저 시행되는 필수기초 검사로써, 청진시 음향을 파생시키는 병변을 영상학적, 생체신호 형태로 확인할 수 있도록 해주며, 숙련된 의료진은 청진과 심전도 및 흉부X선 검사를 종합해 '의심질환을 특정'할 수 있으며, 반드시 필요한 소수의 후속검사만으로 질환을 확진할 수 있다.
- [0023] 그러나, 2011년도 심평원의 국회보고 '심장CT 급여 삭감' 자료에 따르면, 청구된 약 33만 건 중 16%가 불필요한 검사로 간주되어 삭감되었으며 상당수에서 고가의 후속 영상검사가 남용되고 있다
- [0024] 도 2는 심장음-흉부x선-심전도 서브 진단 모듈 결합 다면의료데이터 통합 심장질환 진단 솔루션 개발을 나타낸 도면이다.
- [0025] 본 발명에서 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 첫째, 다면 데이터의 특성을 고려한 서브 모듈 네트워크를 통한 특징 추출 둘째, 통합 학습 진단 모듈 네트워크를 구축할 수 있다.
- [0026] 제안하는 네트워크는 도 2와 같이 다면 데이터로부터 의미 있는 다차원 벡터 형태로 표현해주는 다면 데이터 서브 모듈 네트워크 단계와 벡터 형태로 표현된 특징 값들을 입력으로 심장질환을 추론하는 단계 총 2단계로 구성될 수 있다.
- [0027] 도 3은 심장음 학습 시 feature를 MFCC 독립적 사용 및 MFCC +Fractal 통합 사용 정확도 비교를 나타낸 도면이다.
- [0028] 심장음 서브 모듈 네트워크의 심장음 분석 서브 모듈은 데이터의 특성상 데이터의 시간적 연속성을 고려하여 데이터를 관측해야 한다. 이에 특화된 인공지능 기법인 재귀신경망(Recurrent neural network, RNN)을 이용하여 청음 및 심전도 데이터로부터 특징값 벡터를 추출하는 것을 목표로 할 수 있다.
- [0029] 도 4는 Frequency 와 Time 정보를 이미지 데이터로 변환 후 CNN으로 학습하는 방안으로 97.05%의 정확도를 나타낸 도면이다.
- [0030] 심장음의 서브 모듈 네트워크 구축을 위해 다음과 같은 특징값을 입력값으로 사용할 수 있다.
- [0031] 1) 음성인식 특징으로 사용되는 MFCC, fractal 특징값
- [0032] 2) Frequency 및 time 특징값 : 심전도 파형을 주파수 , 시간 축을 기준으로 하는 새로운 도메인으로 변환 후 이를 입력값으로 사용한다.
- [0033] 3) S1, interval, diastolic interval 특징값 사용
- [0034] 도 5는 심장음 학습 시 feature를 MFCC 독립적 사용 및 MFCC +Fractal 통합 사용 정확도 비교를 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 6은 심전도 서브 모듈 네트워크를 나타낸 도면이다.
- [0036] 심장음 서브 모듈 네트워크는 다음과 같다. 수집된 심장음 서버로부터 심장음을 입력으로 받아 DNN(CNN)을 통하여 특징 값을 추출하는 것을 목표로 할 수 있다.
- [0037] 심전도 서브 모듈 네트워크의 심전도 생체 신호 분석 서브 모듈도 마찬가지로 데이터의 특성상 데이터의 시간적 연속성을 고려하여 데이터를 관측해야 한다. 이에 특화된 인공지능 기법인 재귀신경망(Recurrent neural network, RNN)을 이용하여 심전도 데이터로부터 특징값 벡터를 추출할 수 있다.
- [0038] 흉부 X선 분석 서브 모듈 네트워크는 합성곱신경망(Convolutional neural network, CNN)과 Fully connected layer을 통한 2차원 영상에서의 특징값 벡터를 추출하는 것을 목표로 한다. 네트워크의 입력값으로는 흉부 x선 영상 2차원을 입력으로 받아 Convolution layer와 global average pooling을 통하여 통합 진단 모듈 네트워크의 입력으로 사용할 수 있다. (c.f. global average pooling : <https://www.google.co.kr/search?q=global+average+pooling&oq=global+average+pooling&aqs=chrome..69i57j0l5.6045j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>)
- [0039] 도 7은 흉부x선 영상기반 진단 서브 모델 네트워크를 나타낸 도면이다.
- [0040] 심전도, 심장음 및 흉부 X 선으로부터 추출된 특징값 (Feature Vector)은 통합 학습 모델 네트워크의 입력값으로 사용된다. 이때 각 네트워크로부터 추출된 특징값은 하나의 특징값으로 결합하여 진행할 수 있다(입력차원 증가 방법, 벡터를 dimension 확장하여 붙임).
- [0041] 통합 진단 네트워크는 fully connected layer의 층을 여러 번 쌓은 deep 한 구조를 통해 최종 진단명 추출을 위

한 벡터로 최종 출력되며, 이는 softmax 층을 이용하여 확률 값으로 변환 후 확률이 가장 높은 값으로 진단될 수 있다.

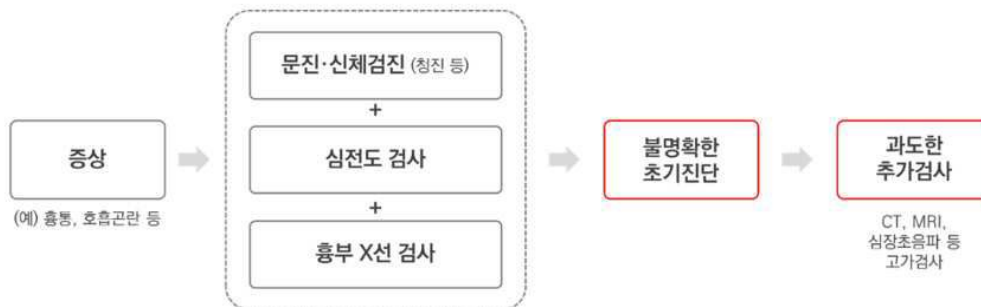
[0042] 도 8은 흉부 x선 및 심전도를 이용한 진단명 추출 결과를 나타낸 도면이다.

[0043] 본 발명에 따르면 4. Prototype: 흉부 x선 및 심전도 부분통합 진단 모듈 결합 진단명 추출 기술 결과, 결합 전 심전도 사용 심장질환 예측 모델 : 68%, 결합 후 심전도 및 흉부 x선 사용 심장질환 예측 모델 : 70% 향상되는 효과가 발생하였다.

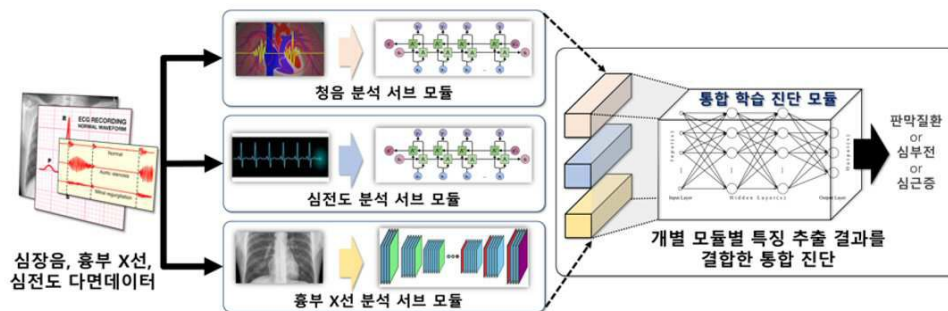
[0044] 본 발명의 실시 예는 이상에서 설명한 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 이상에서 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

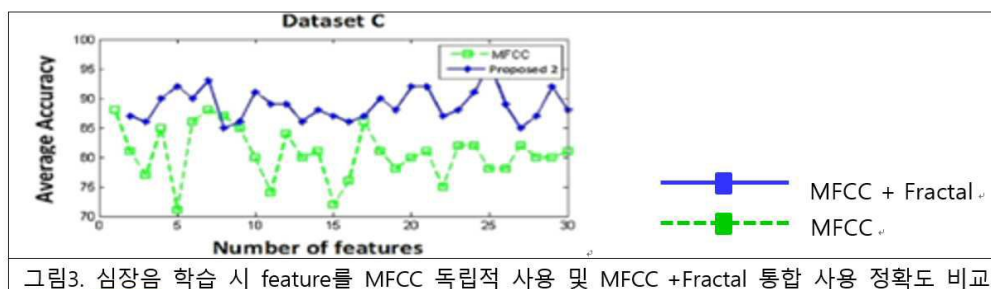
도면1



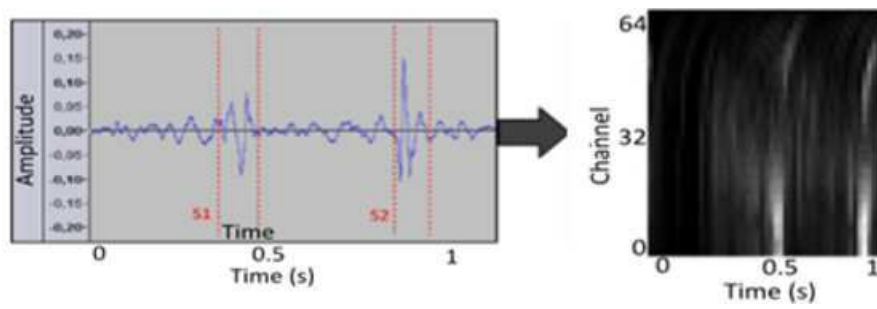
도면2



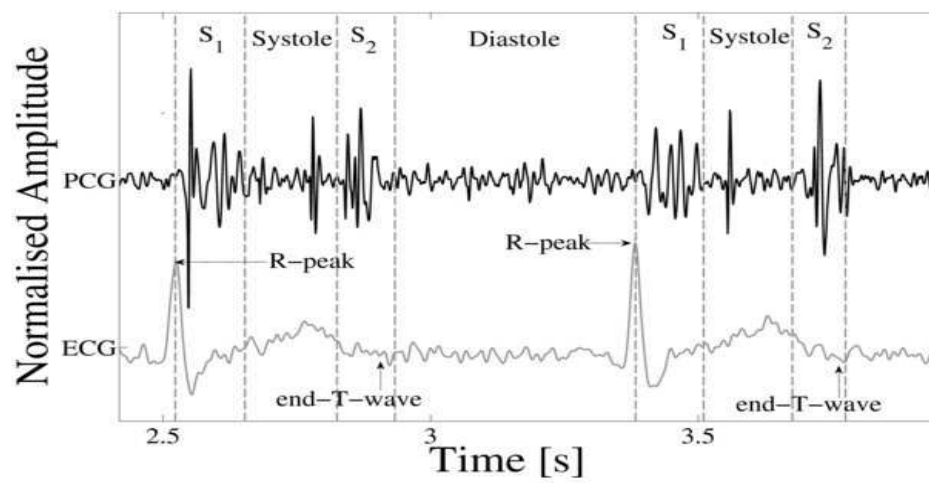
도면3



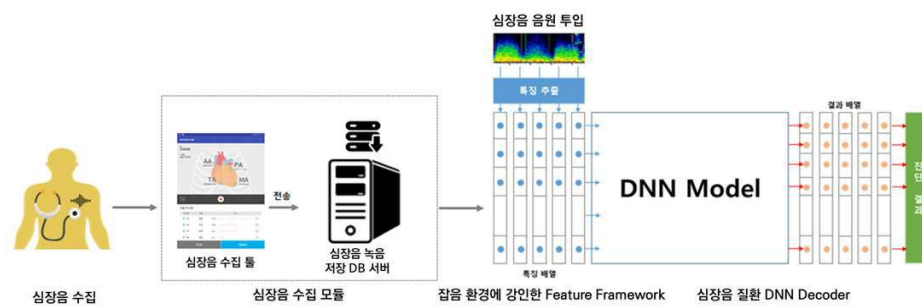
도면4



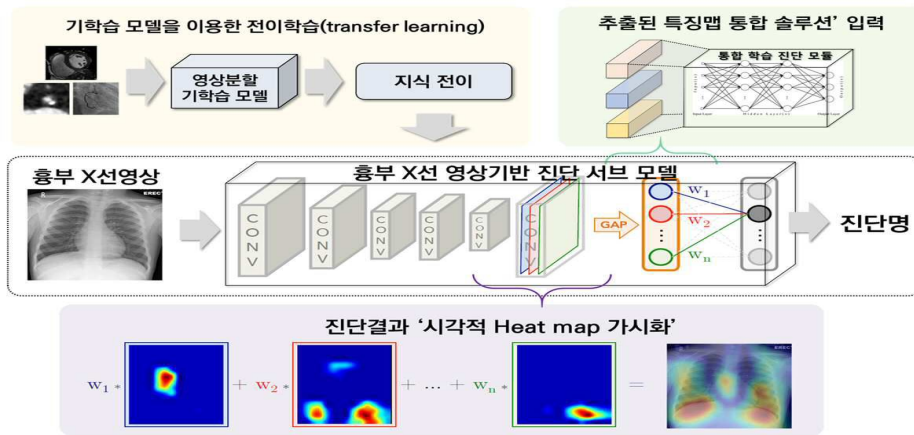
도면5



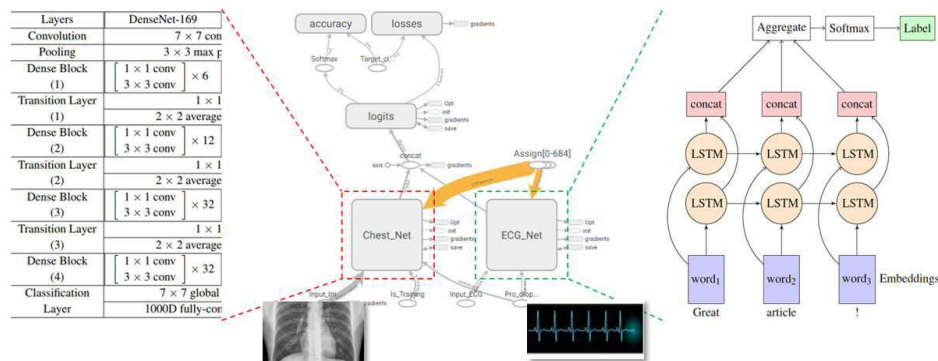
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	基于听诊声音(心音),胸部X线图像和心电图的多面体大数据集成机器学习技术的心脏病诊断解决方案的开发		
公开(公告)号	KR1020200072154A	公开(公告)日	2020-06-22
申请号	KR1020180160012	申请日	2018-12-12
[标]申请(专利权)人(译)	延世大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	产学合作基金会, 延世大学		
[标]发明人	장혁재 전병환 정성희 홍영택 장영걸 하성민 김세근		
发明人	장혁재 전병환 정성희 홍영택 장영걸 하성민 김세근		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0402 A61B6/00 A61B7/02		
CPC分类号	A61B5/7275 A61B5/0402 A61B6/502 A61B7/02		
代理人(译)	黄的.		

摘要(译)

为了解决上述问题,本发明提出构建集成学习诊断模块的网络,首先,考虑到多面数据的特性,通过子模块网络进行特征提取。

