

연구계획서

(인간대상연구 조사연구용)

ver 1.0.0

연구 제목: 알츠하이머 환자 분류 AI 모델 개발

연구책임자: 최장근, 블루솔루션즈, 연구원

공동연구자: 배재은, 블루솔루션즈, 연구원

연구담당자: 이희원, 블루솔루션즈, 연구원

연구담당자: 서원형, 블루솔루션즈, 연구원

1. 연구 배경

1. 치매와 언어 변화

치매는 인지 기능의 저하를 특징으로 하는 질환으로, 주로 노년층에서 발생하며 점진적으로 진행됩니다. 언어 능력의 저하는 치매의 주요 증상 중 하나로, 특히 알츠하이머병 환자들은 단어 찾기 어려움, 문법적 오류, 의미론적 왜곡 등을 보이는 경향이 있습니다. 이러한 언어적 변화는 초기 단계에서도 비교적 일찍 나타날 수 있으며, 병의 진행 상황을 반영하는 중요한 지표가 됩니다.

2. 선행 연구와 음성 데이터를 활용한 치매 진단

최근 몇 년간 음성 데이터를 분석하여 치매를 조기에 진단하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있습니다. 음성 분석 기술의 발전과 기계 학습 알고리즘의 향상으로, 자연어 처리(NLP)와 음향학적 특징을 이용한 치매 진단의 가능성이 크게 주목받고 있습니다. 예를 들어, 기존 연구에서는 환자의 음성 데이터를 기반으로 발화 속도, 음조, 발음 명료도 등의 패턴을 분석하여 치매의 존재 여부 및 진행 단계를 예측할 수 있다는 결과를 보고한 바 있습니다.

3. 개발 필요성

치매 환자의 일상적인 언어 사용을 모니터링하고 분석하여 치매의 진행 상황을 실시간으로 평가할 수 있는 도구가 필요합니다. 이러한 도구는 환자와 보호자가 상태의 변화를 인지하고 적절히 대응할 수 있도록 도와줄 수 있습니다. 음성 기반 모델은 비침습적이고 사용이 간편하며, 환자의 일상적인 언어 데이터를 수집 및 분석하여 임상적 평가를 보조할 수 있는 유망한 방법입니다. 특히, 정기적인 평가와 치료 과정에서 환자의 상태 변화를 모니터링하는 데 중요한 역할을 할 수 있습니다.

4. 연구의 정당성

본 연구는 치매의 조기 발견 및 진행 상태 모니터링을 위한 새로운 방법을 제시함으로써, 치매 관리의 질을 향상시키는 데 기여할 것입니다. 기존의 평가 방법들은 주관적이거나 정량적 데이터 수집에 한계가 있을 수 있지만, 본 연구에서 제안하는 모델은 정밀하고 일관된 데이터를 수집할 수 있는 가능성을 제공합니다. 이는 치매 진단과 치료의 객관성을 높이고, 더 나은 환자 맞춤형 치료 계획 수립을 도울 수 있습니다.

5. 윤리적 고려사항

음성 데이터를 이용한 치매 진단 및 모니터링에는 몇 가지 윤리적 문제와 고려사항이 따릅니다. 첫째, 환자의 개인 정보 보호와 데이터 보안이 중요한 문제로 대두됩니다. 연구자는 환자의 음성 데이터가 무단으로 사용되거나 유출되지 않도록 엄격한 보안 조치를 취해야 합니다. 둘째, 환자의 동의와 데이터 사용에 대한 명확한 고지가 필요합니다.

6. 윤리적 문제 해결 방안

연구자는 데이터 수집 및 처리 과정에서 강력한 암호화 기술을 적용하여 데이터를 안전하게 보호할 것입니다.

이러한 연구 배경을 바탕으로, 본 연구는 음성 기반 모델 개발을 통해 치매 진단과 관리의 새로운 패러다임을 제시하고자 합니다. 이는 치매 환자와 그 가족, 의료 제공자에게 큰 혜택을 제공할 것으로 기대됩니다.

2. 연구 목적

1. 치매 진단을 위한 음성 특성 분석

치매 환자와 건강한 성인의 음성 데이터를 비교 분석하여, 치매와 관련된 음성 특성을 식별하는 것입니다. 이 과정에서 음성 데이터의 다양한 요소, 예를 들어 발화 속도, 음조, 문법적 구조, 어휘 사용의 변화 등을 분석할 것입니다. 이러한 음성적 특징이 치매의 존재 여부와 상관관계가 있는지를 확인함으로써, 음성 데이터만으로 치매를 진단할 수 있는 가능성을 탐구합니다.

2. 치매 진행 상황 모니터링

환자의 음성 데이터를 분석하여, 치매의 진행 상황을 실시간으로 모니터링할 수 있는 모델을 개발하는 것입니다. 이는 환자의 일상적인 언어 사용에서 나타나는 변화들을 추적하여, 질병의 악화나 호전을 평가하는 데 활용됩니다. 본 연구는 이러한 변화를 기반으로 치매 진행의 다양한 단계에서 나타나는 특징을 규명하고, 이로 인해 치료의 개입 시기를 최적화할 수 있는 방법을 제시하고자 합니다.

3. 모델 개발과 임상적 적용 가능성 탐구

수집된 음성 데이터와 분석 결과를 바탕으로, 사용자가 일상생활에서 쉽게 사용할 수 있는 모델 시스템을 설계하고 개발하는 것입니다. 이 모델은 환자가 발화하는 음성을 실시간으로 분석하여, 치매의 유무와 진행 상황을 판단할 수 있는 정보를 제공할 것입니다. 이를 통해 환자와 의료 제공자가 적시에 적절한 대응을 할 수 있도록 지원하는 것을 목표로 합니다.

연구 가설

본 연구는 다음과 같은 주요 가설을 설정합니다:

1. 가설 1: 치매 환자는 건강한 성인에 비해 음성에서 뚜렷한 차이점을 나타낸다. 이는 발화 속도, 음조, 문법적 오류, 어휘 사용 빈도 등에서 통계적으로 유의미한 차이를 보일 것이다.
2. 가설 2: 치매의 진행 정도에 따라 음성 특성의 변화가 발생하며, 이러한 변화는 일관된 패턴을 따른다. 따라서, 특정 음성적 지표를 통해 치매의 진행 단계를 예측할 수 있다.
3. 가설 3: 음성 모델 시스템을 통해 지속적으로 수집된 음성 데이터를 분석하면, 치매 환자의 인지 기능 변화 추이를 보다 정확하게 모니터링할 수 있다.

가설 입증을 위한 연구 방법

위 가설을 검증하기 위해 본 연구는 다음과 같은 연구 방법을 사용합니다:

1. 데이터 수집: 치매 환자와 건강한 성인 그룹의 음성 데이터를 다양한 상황에서 수집합니다. 여기에는 AI-허브에서 IB_APPS, CERAD-K, SNSB-II 총 3가지의 검사지를 통한 구축 데이터가 사용됩니다.
2. 음성 분석: 수집된 음성 데이터를 정교한 자연어 처리(NLP) 및 음향 분석 도구를 사용하여 분석합니다. 이 과정에서 발화 속도, 음조, 문법적 오류, 어휘 사용 빈도 등을 추출하고 비교합니다.
3. 모델 개발: 음성 데이터에서 추출된 특징을 기반으로 치매 진단 및 진행 상황 예측 모델을 개발합니다. 이 모델은 기계 학습 알고리즘을 활용하여, 음성 데이터를 입력받아 치매 여부 및 진행 단계를 예측합니다.
4. 적용 가능성 평가: 개발된 음성 모델의 시스템의 실효성을 평가하기 위해 실제 환자 그룹을 대상으로 시험을 진행하고, 그 결과를 분석합니다. 이를 통해 시스템의 정확도와 사용자 편의성을 검토하고, 개선 방안을 도출합니다.

본 연구는 치매 환자의 삶의 질 향상과 치매 관리의 효율성을 증진시키기 위한 중요한 초석을 제공할 것으로 기대됩니다.

3. 연구책임자, 공동연구자, 담당자의 성명과 직명

연구책임자: 최장근, 블루솔루션즈, 연구원 - 연구총괄, 결과분석

공동연구자: 배재은, 블루솔루션즈, 연구원 - 비즈니스 로직 설계

연구담당자: 이희원, 블루솔루션즈, 연구원 - 데이터 전처리 및 구성

연구담당자: 서원형, 블루솔루션즈, 연구원 - AI 모델 개발

4. 연구 실시 기관명 및 주소

연구 실시 기관명: (주)블루솔루션즈

주소: 서울특별시 강남구 개포로 623 1834호 (개포동)

홈페이지 : <http://bluechain.kr>

5. 연구 지원기관

연구 지원기관: 해당 사항 없음

6. 연구기간

연구 소요 예상 기간: 승인일로부터 2025년 7월 30일까지

① 연구 소요 예상 기간(승인일로부터 ~ 25년 7월 30일)

7. 연구대상자

AI-HUB(인지기능 장애 진단 음성/대화) 데이터 사용

<https://www.aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=&topMenu=&aihubDataSe=data&dataSetSn=217>

선정 기준:

1. AI-허브의 구축 기준을 따르고 있습니다.
2. 알츠하이머병 진단을 받은 자, 경도인지장애 진단을 받은 자, 또는 건강한 성인

제외 기준:

1. AI-허브의 구축 기준을 따르고 있습니다.

취약한 대상자의 포함 시 고려 사항:

1. AI-허브가 구축하여 개방된 데이터로 추가적으로 데이터를 수집하지 않습니다.

8. 예상 연구대상자 수와 산출 근거

예상 연구대상자 수: 1002명(AI-허브에 이미 구축된 데이터 수)

산출 근거: AI-허브에서 IB_APPS, CERAD-K, SNSB-II 총 3가지의 검사지를 활용하여 데이터를 구축하였고, 각 데이터를 분할하여 치매 환자의 질병의 개선, 진단 알고리즘을 구축하고자 합니다.

구축년도 : 2020년

별첨 자료 : 12. [신경계질환 과제] 인지기능 장애 진단을 위한 음성,대화 데이터.pdf참고

9. 연구대상자 모집

모집 절차 및 방법: AI-허브에 올라와 있는 인지기능 장애 진단 음성/대화 데이터를 이용하여 연구를 진행할 것입니다. 해당 데이터는 이미 수집된 음성 데이터이므로 별도의 모집 절차는 필요하지 않습니다.

개인정보 보호와 비밀 유지: 연구책임자와 연구담당자만 접근할 수 있도록 개인정보는 철저히 보호하며, 연구 참여자의 동의 없이는 공개되지 않습니다. 또한, 메타데이터를 제공받을 때, 특정 인물을 식별할 수 있는 개인정보는 포함되어 있지 않습니다. 해당 인원 에 대한 정보는 성별, 출생년도만 제공 받습니다.

10. 연구대상자 동의

해당없음

11. 연구 방법

ai 허브에서 데이터를 제공받는 절차(AI 허브 자료)

데이터셋 구축 담당자

수행기관(주관) : 가톨릭대학교 산학협력단

| 책임자명 | 전화번호 | 대표이메일 | 담당업무 |
|------|--------------|--------------------|---|
| 전지원 | 02-2258-7586 | jwchun12@gmail.com | · 데이터 정제 및 저작도구 개발 · 품질관리 및 검증/검수 · 데이터 활용 및 유지보수 |

수행기관(참여)

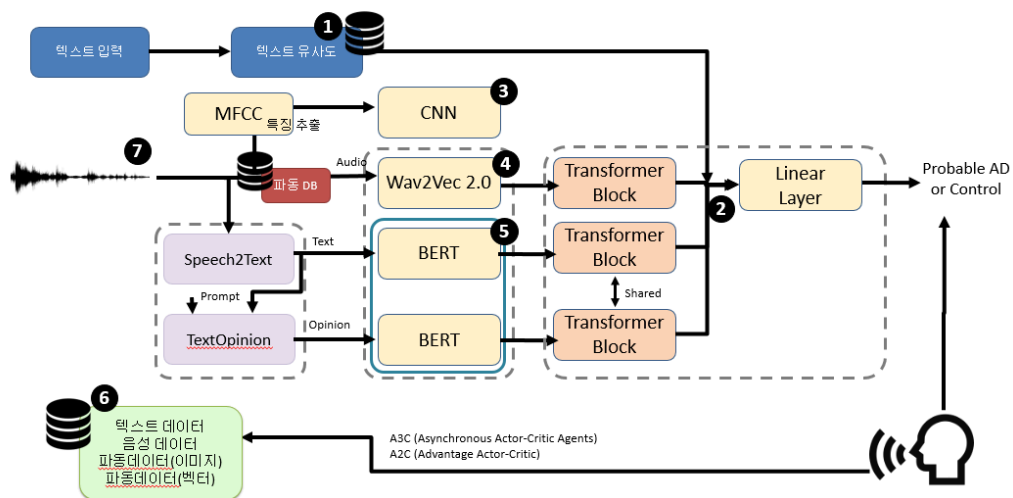
| 기관명 | 담당업무 |
|--------|---------------------------------------|
| 가톨릭대학교 | · 과제 총괄 · 데이터 획득 및 정제 · 클라우드 소싱 |
| 가천대학교 | · 학습용 데이터 모델 설계 및 구축 · 음성 피쳐 어노테이션 |
| 건양대학교 | · 데이터 획득 |

데이터 관련 문의처

| 담당자명 | 전화번호 | 이메일 |
|-------------|---------------|----------------------------|
| 정재훈(아이디어빈스) | 070-8797-3139 | jungjh0519@ideabeans.co.kr |

연구 방법 및 절차: AI-허브에 저장된 인지기능 장애 진단 음성/대화 데이터를 기반으로 연구를 수행합니다. 수집된 음성 데이터를 정교한 자연어 처리(NLP) 및 음향 분석 도구를 사용하여 분석합니다. 이 과정에서 발화 속도, 음조, 문법적 오류, 어휘 사용 빈도 등을 추출하고 비교합니다.

음성 데이터 수집: 연구대상자의 일상 대화, 특정 그림 묘사 등의 음성 데이터를 분석합니다. 녹음된 음성 데이터는 정교한 자연어 처리(NLP) 및 음향 분석 도구를 사용하여 분석됩니다.



아래 3가지 방법의 구성도로 연구를 수행하고자 합니다.

1. 음성과 LLM(GPT & BERT) 답변이 결합된 모델
2. 음성과 LLM(GPT & BERT), CNN이 결합된 모델
3. 음성 모델 구축 후 A3C 활용 CT 모델

자연어처리 : 사용자의 음성을 자연어 텍스트로 변환한 후 BERT 모델의 벡터 유사도 기반을 통한 AD환자와 정상인의 분류를 수행합니다. 또한, GPT의 의견을 데이터로 추가하여 LLM 벡터기반 유사도 검증을 강화합니다.

MFCC(음향분석도구) : 사용자의 발화 데이터의 진폭, 음정등의 특징을 추출하여 AD환자와 정상인 환자와의 유사도를 통해 분류를 수행합니다.

위와 같은 방법을 조합하여 가중치를 조절해가며 정확도를 높이는 것에 기여합니다.

※ 각 방법마다 데이터 전처리, 증강 방법을 상이하게 두어 정확도를 높일 수 있습니다.

12. 관찰 항목

연구대상자의 인구학적 정보: 생년, 성별

치매 진단 관련 음성 특성: 발화 속도, 음조, 문법적 오류, 어휘 사용 빈도 등

13. 자료 분석과 통계적 방법

자료 분석: AI-허브의 데이터를 메타데이터와 매핑하여 분석합니다. 인구학적 특성은 기술 통계 방법으로, 음성 특성은 다변량 통계 방법으로 분석합니다. 또한, 회귀 분석을 통해 음성 특성이 치매 진단에 미치는 영향을 파악합니다. 분석에서 제외된 데이터는 AI-허브의 데이터 관리 지침에 따라 처리합니다.

14. 동의 철회 및 중도 탈락

동의 철회: AI-허브 데이터를 사용하는 연구이므로 동의 철회 절차는 AI-허브의 지침에 따릅니다.

중도 탈락: 해당 사항 없음

데이터 관리 방법: AI-허브의 데이터 관리 지침에 따라 데이터를 안전하게 보호하고 처리합니다.

15. 연구대상자의 위험과 이익

이익: 본 연구에 참여함으로써 직접적인 이익은 없지만, 치매 조기 진단과 관리에 대한 기여를 통해 치매 환자와 가족, 의료 제공자에게 도움을 줄 수 있습니다.

위험 및 불편: 해당 사항 없음

16. 연구 참여에 따른 보상

보상 기준: 해당 사항 없음 (AI-허브의 데이터를 활용하는 연구)

17. 연구대상자 안전대책 및 개인 정보 보호 대책

개인 정보 보호: AI-허브의 데이터 관리 지침에 따라 개인 정보를 철저히 보호합니다.

연구 관련 기록 보관: 생명윤리 및 안전에 관한 법률 시행규칙 제15조에 따라 연구 관련 기록은 연구 종료 시점으로부터 3년간 보관 후 영구 삭제 및 폐기할 것입니다.

2차적 사용 및 제3자 제공 계획 없음: 본 연구에서 수집한 연구대상자의 자료는 오직 본 연구만을 위해 사용될 것이며 2차적 사용이나 제3자 제공계획은 없습니다.

18. 참고문헌

1. Jeong-Uk Bang, Seung-Hoon Han, Byung-Ok Kang. (2024). Alzheimer's disease recognition from spontaneous speech using large language models. ETRI ETRI Journal, 46(1), 96-105.
2. 전효진, 정현택, 김룡빈, 김은이. (2023-05-02). 알츠하이머 진단 및 중증도 예측을 위한 단일화된 딥러닝 아키텍처 연구. 대한전자공학회 학술대회, 제주.

3. 김승규, 최원준, 강재민, 드영 안 꾸안, 김민수, 정홍빈, 감진규. (2022-12-20).

멀티모달 영상 기반 3D 딥러닝 모델을 활용한 알츠하이머성 치매 조기 진단.

한국정보과학회 학술발표논문집, 제주.

4. 임수진. (2022). 효과적인 치매 치료를 위한 의료 기록 기반 경도인지장애(MCI) 예측 모델 개발 [석사학위논문, 연세대학교].

<http://www-riss-kr.libproxy.dankook.ac.kr/link?id=T16072452>