

AI 기반 맞춤형 아동 성장 정밀 관리 서비스 설계 및 구현

윤수현, 배민중, 권재영, 김민희*, 백성하*

신라시스템

silla@sillasystem.com

Design and Implementation of an AI-Based Personalized Pediatric Growth Management Service

Yun Su Hyeon, Bae Min Jung, Kwon Jae Young, Kim Min Hee*, Baek Seong Ha*

Silla System Co., Ltd

요약

본 논문은 성장기 아동의 신장·체중·골격 성숙도 등 발달 지표를 통합 관리하고, AI를 활용해 맞춤형 성장 로드맵과 건강 가이드를 제공하는 모바일 서비스(aiCare)를 설계·구현하였다. 본 서비스는 의료기관 X-ray 연동, 성장 이력 시각화, 뼈나이·체형 분석, LLM 기반 상담 기능을 통해 데이터 입력·수집 - 분석 - 결과 제공의 흐름을 완성하며, 부모가 자녀 성장 상태를 직관적으로 확인하고 조기 이상 징후를 발견할 수 있도록 지원한다. 또한 PDF 리포트 생성, 안전성 검증된 AI 조언, 보안 강화 설계를 통해 가정과 의료기관 간의 성장 관리 상호작용을 촉진하며, 향후 웨어러블·영양·활동 데이터 통합과 AI 예측 고도화를 통해 정밀 성장 관리 플랫폼으로의 발전 가능성이 있다.

I. 서론

최근 AI 헬스케어 기술의 발전은 개인 건강 관리 방식을 근본적으로 변화시키고 있으며, 특히 성장기 아동을 대상으로 한 맞춤형 성장 관리 서비스의 필요성이 증대되고 있다. 선행 연구는 모바일 기반 성장 관리 도구가 부모로 하여금 자녀의 발달 상태를 주기적으로 기록·분석하게 하여 조기 이상 징후를 발견하고, 장기적인 건강 관리에 긍정적 영향을 미친다는 점을 보여주었다[1].

본 연구의 Contribution는 다음과 같다. 첫째, 기존 성장 관리 서비스가 단순 키·체중 기록에 머무른 반면, 본 연구는 의료기관 X-ray 기반 뼈나이·체형 분석까지 통합한 과학적 성장 관리 시스템을 제안한다. 둘째, WHO 및 국내 표준 성장도표와 Greulich-Pyle 표준 등 의학적 지표를 근거로 성장 데이터를 분석하고, 성장 단계(피크 성장기, PHV 가능성)를 정량적으로 추정함으로써 증거 기반 성장 관리를 구현한다. 셋째, 단순 지표 제시에 그치지 않고 AI 및 LLM 상담 기능을 활용하여 맞춤형 건강 가이드를 제공하고, 부모의 생활습관 개입 및 의료 상담 준비로 이어지는 폐쇄 루프 관리 구조를 구축한다. 또한, GPT 모델과의 프롬프트 연결 최적화 기법을 적용하여 단순 질의응답 수준을 넘어 상황별 세밀한 컨설팅이 가능하도록 성능을 개선하였다. 더불어, 세부 알고리즘 보완을 추가하여 성장 분석 결과를 한층 더 구체적으로 해석·제시함으로써, 부모가 직관적으로 이해할 수 있는 결과물을 제공하고 의료 상담 시 참고 가능한 정보의 깊이를 강화하였다.

따라서 본 논문은 아동의 신장·체중·뼈나이·체형 데이터를 통합 관리하고, AI 기반 분석과 GPT 기반 상담을 통해 부모가 가정에서도 의료기관 수준의 데이터 기반 의사결정을 내릴 수 있는 과학적 성장 관리 서비스(aiCare)의 설계를 제시한다.

II. 본론

본 논문의 목표는 성장기 아동의 신장·체중·뼈나이·체형 정보를 한곳에

서 보기 쉽게 관리하고, AI를 이용해 현재 상태와 향후 관리 방법을 제시하는 데 있다. aiCare의 전체 시스템은 의사용 웹과 부모용 앱으로 구성되지만, 본 구현에서는 부모용 앱을 우선 개발하였다. 전체 흐름은 (1) 데이터 입력·수집(프로필, 성장 기록, 의료기관 X-ray 연동), (2) 분석(성장 표준 비교, 단기 예측·PHV 가능성 판단), (3) 결과 제공(그래프, 요약 리포트, 상담)으로 구성된다. 부모는 서비스에서 기록을 관리하고 결과를 확인하며, 필요 시 의료기관 방문 전에 요약 리포트를 출력해 상담 준비를 할 수 있다.

등록된 자녀의 기본 정보와 부모 키(유전 예측용)를 참고하여, 성장 이력 관리에서는 월·분기 단위의 신장·체중 기록과 자동 BMI 계산, 과거 기록 수정·삭제, 표준성장도표 대비 추세 시각화를 제공한다. 뼈나이·골격 성숙도 기능은 의료기관 측정 X-ray를 불러오거나 측정값을 직접 입력해 뼈나이(예: 9.8세)와 참고 설명을 저장하고, 히스토리로 추적한다. 이 과정에서 알고리즘을 보장하여 동일 연령 대비 골격 성숙 지연·가속 여부를 세분화해 제시함으로써 의료 상담 시 참고 가능한 정보의 깊이를 강화하였다.

AI 기반 성장 예측은 과거 기록과 뼈나이를 바탕으로 단기 성장과 성장 단계(피크 성장기, PHV) 가능성을 제시하며, 부모 키 입력 시 유전 예상 키를 함께 보여준다. 체형·척추 분석은 의료기관 등록 X-ray 및 간단 체크리스트(어깨 비대칭, 자세 습관 등)를 바탕으로 상태를 분류·설명하고, 스트레칭·자세 교정 등 생활 가이드를 카드 형태로 안내한다. 체형 분류 기준과 분석 알고리즘을 세분화하여, 단순 분류를 넘어 상태별 특징과 생활습관 연관성을 구체적으로 제시하였다. 종합 성장 가이드 리포트는 PDF로 최근 변화, 현재 백분위, 예측 요약, 체형 포인트, 관리 팁을 묶어 제공한다. 또한 LLM 상담은 아이의 최신 성장 데이터와 생활 습관을 프롬프트 엔지니어링으로 미리 구조화하여 입력하고, 그 결과 부모에게 맞춤형 조언을 제공한다.

데이터는 입력 단계에서 단위·범위를 검증한 뒤 저장되며, 수정 시에는 이력을 기록해 추적이 가능하다. 수치 데이터는 관계형 데이터베이스에,

본 구현을 통해 부모는 자녀의 신장·체중·체형 변화를 주기적으로 기록하고, 결과를 표준 성장곡선 및 뼈나이의 연계하여 확인할 수 있으며, PDF 리포트 생성 및 상담 기능을 활용해 의료기관 방문 전 준비와 사후 관리에 효과적으로 활용할 수 있다. 또한 데이터 보안·검증 체계와 AI 품질 관리 절차를 도입하여 민감한 건강 데이터를 안전하게 다루면서, 부모가 신뢰할 수 있는 결과를 제공하고자 하였다. 향후 연구에서는 웨어러블 기기를 통한 활동·수면·영양 데이터의 연동, 대규모 아동 성장 데이터셋을 활용한 AI 모델 고도화, 개인 맞춤형 생활습관 개입 알고리즘 개발 등을 통해 보다 정밀한 성장 관리가 가능하도록 확장할 계획이다. 이를 통해 aiCare는 단순한 기록·분석 도구를 넘어, 가정과 의료기관을 연결하는 정밀 성장 관리 플랫폼으로 발전할 수 있을 것이다.