|  |
| --- |
| **1. 주제**  보행 안전 향상을 위한 AI 기반 SafeRoute 추천 기술 설계 제안  분반, 팀, 학번, 이름  1반, 9팀, 20251765, 서병수 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **2. 요약**  본 프로젝트의 목표는 기존 지도 서비스가 제공하는 효율성 중심 패러다임을 넘어 안전 인프라 데이터와 실제 범죄 통계 데이터를 정량적으로 분석하고 AI 기술과 융합하여 ‘안전성’이 검증된 최적의 경로를 제공하는 것이다. 공공데이터포털에서 제공하는 CCTV, 경찰서, 24시간 편의점 등의 위치 인프라 데이터와 함께, 지역별 범죄 발생 통계 등 위험 데이터를 종합적으로 활용한다. 사용자가 경로 검색 시 AI 알고리즘이 각 경로의 안전 요소와 범죄 위험도를 분석하여 Safety Score를 계산한다. 사용자는 최단 경로와 안심 경로를 예상 소요 시간, 안전 점수, 경유 안전시설 수 등의 정보와 함께 시각적으로 비교하고 최종 경로를 선택할 수 있다. 1인 가구 증가 및 납치 등 강력 범죄에 대한 사회적 불안감이 커지는 상황에서 본 프로젝트는 범죄 발생 후 대응이 아닌 데이터를 기반으로 위험을 예측하고 회피하도록 돕는 예방적 치안 솔루션이라는 점에서 중요한 의의를 가진다. | **3. 대표 그림**   |  | | --- | |  | | <그림 1> AI 기반 SafeRoute 추천 및 정보 제공 UI |   제시된 그림의 붉은색 지역은 통계적으로 범죄율이 높은 위험 지역을, 이를 관통하는 파란색 최단 경로는 기존 지도 서비스의 한계를 명확히 보여준다. 기존 지도 앱은 최단 거리에만 집중하여 사용자를 잠재적 위험에 노출시키고 어둡거나 인적이 드문 골목길의 안전 정보를 제공하지 못하는 문제를 안고 있다. 그림의 초록색 안심 경로는 붉은색으로 표시된 위험 지역을 안전하게 우회하며, 동시에 CCTV, 가로등 등 풍부한 안전 인프라가 밀집된 구간을 경유한다. 이처럼 AI가 지역별 범죄율과 안전 인프라 데이터를 종합 분석하여 안전 점수를 제시함으로써 사용자는 객관적으로 검증된 가장 안전한 길을 선택하고 일상 속 안전을 확보할 수 있게 된다. |

|  |
| --- |
| **4. 서론**  대한민국 사회는 1인 가구 비중이 36.1%에 달하는 구조적 변화를 맞이하고 있다. 이는 전통적 가족 단위의 보호망이 약화되었음을 의미하며, 스토킹, '묻지마 범죄' 등 예측 불가능한 강력 범죄에 대한 시민들의 안전 불안감을 심화시키고 있다. 이제 '안전'은 단순한 가치를 넘어, 기술이 해결해야 할 중요한 사회적 과제가 되었다. 이러한 요구에 부응하여 서울시 '안심이' 앱과 같이 공공 부문에서 안전을 고려한 서비스를 제공하는 것은 매우 중요한 진전이다. '안심이' 앱은 CCTV 우선 경로와 같은 기능을 통해 안전을 고려하려는 시도를 보여주었지만, 사용자가 실제로 느끼는 한계 또한 명확하다. 첫째, 데이터의 단편성이다. 'CCTV 우선 경로'는 단순히 CCTV의 개수만을 고려할 뿐, 그 경로가 통계적으로 범죄 발생률이 높은 지역을 통과하는지 등 종합적인 위험 맥락을 고려하지 못한다. 둘째, 정량적 근거의 부재이다. 사용자는 특정 경로가 일반 경로보다 얼마나 더 안전한지 혹은 시간을 더 투자할 만큼의 가치가 있는지 판단할 객관적인 정보를 제공받지 못한다.  이러한 상황에서 대중적으로 사용되는 네이버/카카오 지도와 같은 내비게이션 서비스는 여전히 효율성이라는 단일 가치에만 최적화되어 있다. 이 서비스들은 경로의 치안 상태나 안전 인프라를 기술적 변수로 전혀 포함하지 않아 사용자를 자신도 모르는 사이에 잠재적 위험 지역으로 안내하는 정보의 비대칭 문제를 야기한다. 결론적으로 현재 국내 위치 기반 서비스 환경은 안전 정보가 파편화되어 있거나, 안전이라는 가치 자체가 부재하는 두 가지 핵심적인 문제를 안고 있습니다. 본 프로젝트는 이러한 기술적 공백을 메우고, 기존 서비스의 한계를 명확하게 극복하고자 한다.  첫째, 데이터의 다차원적 융합으로 파편화를 극복한다. '안심이' 앱처럼 단일 요소에 의존하는 방식을 넘어 공공 안전 인프라 데이터(CCTV, 가로등 등)와 실제 범죄 통계와 같은 부정적 위험 데이터를 AI로 종합 분석하여 훨씬 현실적인 안전도 평가를 수행한다. 둘째, 객관적인 안전도 정량화로 가치의 부재를 극복한다. AI가 융합된 데이터를 기반으로 Safety Score라는 객관적이고 직관적인 지표를 산출한다. 이는 안전이라는 추상적 가치를 측정 가능한 데이터로 변환하여 기존 지도 앱에는 없는 새로운 경로 선택의 기준을 제시한다. 셋째, 능동적 추천으로 사용자 선택권을 실질적으로 강화한다. 최종적으로 사용자에게 기존의 최단 경로와 데이터로 검증된 안심 경로를 안전 점수, 경유 CCTV 개수 등 명확한 근거와 함께 시각적으로 비교 제시한다. 이를 통해 정보에 기반한 주체적인 의사결정을 지원하고, 사용자의 일상적 안전을 증진시키는 새로운 차원의 보행 내비게이션 서비스를 구현하고자 한다. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **5. 본론**   |  | | --- | |  | | <그림 2>AI 기반 경로 추천을 위한 백엔드 모듈 구성도 |   본 '세이프루트(SafeRoute)' 시스템은 다차원적인 안전 데이터를 실시간으로 분석하여 사용자에게 최적의 경로를 제공하기 위해, <그림 2>와 같이 데이터 계층, 백엔드 및 AI 모델 계층, 프론트엔드 계층의 3-Tier 아키텍처로 설계된다. 각 계층은 특정 역할을 수행하며, 이를 위해 최적의 기술 요소들이 유기적으로 결합된다. 데이터 계층은 시스템의 가장 근간이 되는 데이터 저장소이다. 이 계층의 심장부에는 PostGIS라는 공간 데이터베이스가 필요하다. CCTV 위치, 도로망 등 모든 데이터는 위도/경도 값을 가지는데, PostGIS는 공간 인덱스 기술을 통해 "특정 경로 주변 50m 반경 내의 모든 CCTV 검색"과 같은 복잡한 공간 질의(Spatial Query)를 처리하는 역할을 한다. 백엔드 및 AI 모델 계층은 시스템의 두뇌 역할을 수행하며, 데이터 계층의 정보를 바탕으로 실제적인 의사결정을 내린다. 먼저, 도시의 도로망은 그 자체로 거대한 그래프 구조이므로, 그래프 데이터베이스가 필요하다. 이렇게 찾아낸 후보 경로들의 안전도를 평가하는 것이 바로 AI 모델의 역할이다. 단순히 안전 인프라 개수에 비례하여 경로 비용을 조절하는 기본적인 방식을 뛰어넘어 도로망의 복잡한 공간 관계를 학습하는 그래프 신경망(GNN) 모델을 도입할 것이다. GNN은 "이 도로는 CCTV가 없지만, 바로 다음 도로에 경찰서가 연결되어 있으니 안전하다"와 같은 도로 간의 맥락적 관계까지 이해하여 훨씬 정교한 Safety Score를 산출한다.  이 Safety Score는 기본적으로 다음과 같은 가중 합산 모델(Weighted Sum Model)을 기반으로 계산된다. AI 모델은 이 식의 각 요소와 가중치를 데이터 기반으로 더욱 정교하게 만들어주는 역할을 한다.  **[안전 점수 기본 계산식]**     * Sr : 해당 도로 구간의 최종 안전 점수, * Pfactors : CCTV 밀집도, 가로등 밝기, 24시간 편의점 접근성 등 긍정적 안전 요인의 정규화된 점수, * Rfactors : 시간대별 예측 범죄 위험도, 좁은 도로 폭 등 부정적 위험 요인의 정규화된 점수 * w(가중치) : 각 요인이 안전에 얼마나 중요한지를 나타내는 값으로, AI가 학습을 통해 결정   이 모든 과정은 FastAPI(Python)로 구축된 고성능 API 서버가 총괄 지휘한다. FastAPI 서버는 프론트엔드(앱)의 요청을 받아 그래프 DB와 AI 모델, PostGIS에 필요한 작업을 지시하고, 최종 결과를 취합하여 전달하는 컨트롤 타워의 역할을 수행한다.  프론트엔드 계층은 백엔드로부터 전달받은 '최단 경로'(파란색)와 '안심 경로'(초록색) 좌표 및 안전 점수 정보를 시각화한다.  개발은 총 3단계의 기능 중심 계획에 따라 진행된다. 1단계에서는 데이터베이스를 구축하고 기본적인 안전 점수 계산 알고리즘을 구현하여 핵심 로직을 검증한다. 2단계에서는 이 로직을 API 서버에 탑재하고, 사용자가 직접 경로를 검색하고 '안전 가중치'를 조절하며 결과를 확인할 수 있는 최소 기능 제품(MVP) 앱을 개발한다. 마지막 3단계에서는 기본 알고리즘을 고도화된 GNN 모델로 대체하고 실제 범죄 통계 데이터까지 통합하여 정확도를 극대화하며, 사용자 제보와 같은 크라우드소싱 기능을 추가하여 시스템을 완성시켜 나갈 것이다. |

|  |
| --- |
| **6. 결론**  본 제안서는 1인 가구 증가와 예측 불가능한 범죄에 대한 사회적 불안감이 심화되는 상황 속에서 기존 위치 기반 서비스들이 가진 안전 가치의 부재 문제를 해결하고자 한다. '안심이' 앱과 같은 공공 서비스의 단편적 정보 제공 한계와 네이버/카카오 지도와 같은 대중적 서비스의 효율성 중심 패러다임을 지적하고 그 대안으로 다차원적인 안전 데이터를 AI로 융합하는 Safe Route 시스템을 제안한다. 본 시스템은 CCTV 등 긍정적 안전 인프라와 범죄 통계 등 부정적 위험 데이터를 종합적으로 분석하고 이를 그래프 신경망(GNN)과 같은 AI 모델을 통해 객관적인 Safety Score로 정량화한다. 최종적으로 사용자에게 명확한 근거에 기반한 안심 경로를 능동적으로 추천함으로써 데이터 기반의 신뢰도 높은 예방적 치안 솔루션을 제공하는 것을 목표로 한다. 이 시스템의 성공적인 구현을 위해 향후 다음과 같은 단계적 개발을 진행할 것이다. 1단계, 특정 지역을 대상으로 데이터 파이프라인을 구축하고, 베이스라인 안전 점수 알고리즘의 실효성을 검증한다. 2단계, 검증된 알고리즘을 바탕으로 API 서버와 모바일 앱 프로토타입을 개발하여, 핵심 기능인 경로 추천 및 시각화 기능을 구현한다. 3단계, 최종적으로 베이스라인 알고리즘을 GNN 모델로 대체하고 실제 범죄 데이터를 통합하여 시스템의 정확도를 극대화하며 사용자 참여 기능을 추가하여 서비스를 완성시켜 나갈 계획이다. |

7. 출처

통계청. (2025). *가구의 주된 유형(1인가구)*. e-나라지표. <https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=5065>

서울특별시 스마트도시정책관. (2025). *서울특별시 CCTV 현황*. 서울 열린데이터 광장. [http://data.seoul.go.kr/dataList/OA-21097/F/1/datasetView.do](https://www.google.com/search?q=http://data.seoul.go.kr/dataList/OA-21097/F/1/datasetView.do)

김찬진, & 신동화. (2025). 안전 인프라 데이터를 활용한 안전 경로 추천 및 시각화 시스템. *한국컴퓨터종합학술대회 논문집*, 1823-1825.

박소랑. (2013). *GIS와 CPTED를 이용한 범죄 취약지 선정에 관한 연구*. 석사학위논문, 남서울대학교 대학원.

서울특별시. (2025). *서울시 안심이*. Apple App Store. [https://apps.apple.com/kr/app/서울시-안심이/id1204100862](https://www.google.com/search?q=https://apps.apple.com/kr/app/%EC%84%9C%EC%9A%B8%EC%8B%9C-%EC%95%88%EC%8B%AC%EC%9D%B4/id1204100862)