

안녕하십니까.

‘AI로 찾은 고위험 구역, 노인 보행의 길을 열다’라는 주제로 발표 할 노인팀의 윤홍식입니다. 발표의 흐름은 이 순으로 진행되겠습니다. (다만, 제출된 PDF에서 슬라이드 순서에 일부 오류가 있어, 발표는 올바른 흐름에 맞춰 진행드리겠습니다.)

(다음)

분석개요입니다.

(다음)

현재 노인 인구는 빠르게 증가하고 있습니다.

동대문구 역시 예외가 아니며, 청량리·제기동 등 일부 지역은 이미 초고령 사회 기준을 넘어서고 있습니다.

(다음)

더하여 노인 보행자 사고도 함께 증가하고 있습니다.

‘고령자 보행사고’, ‘위태로운 노인들’과 같은 기사에서 볼 수 있듯, 이 문제는 이제 지역문제를 넘어 사회적 이슈로 떠오르고 있습니다.

(다음)

이러한 사고의 증가는 노인의 신체적 특성, 특히 느린 반응 속도와 낮은 시인성과 밀접한 관련이 있습니다.

이로 인해 위험 상황에서의 회피가 어려워, 사고로 이어질 가능성이 높습니다.

(다음)

하지만 이러한 사고 증가에도 불구하고, 현재의 정책들이 실질적인 예방 효과를 내고 있는지에 대해서는 의문이 제기되고 있습니다. 동대문구는 다양한 정책을 통해 노인 보행자 안전 확보에 힘쓰고 있으며, 이는 분명 긍정적인 시도입니다.

그러나 “있으나 마나한 노인보호구역”이라는 표현처럼, 현장의 문제를 충분히 해결하지 못하고 있는 부분이 있다고 보여줍니다.

(다음)

따라서 저희는 노인의 신체적 특성을 반영하여 더 잘보이고, 더 안전하게 걷기 위한 보행 환경 구축이 필요하다고 생각했습니다.

(다음)

저희 프로젝트의 목적은 다음과 같습니다.

지금까지 설명드린 배경을 바탕으로, 노인 보행자 사고 예방을 위한 데이터 기반 맞춤형 정책을 제안하고자 합니다.

(다음)

이를 위해 먼저, AI 기반의 공간분석을 통해 사고 위험이 높은 구역을 예측하고, 예측 결과를 기반으로 우선순위가 높은 보호구역을 도출한 뒤, 그 구역에 적합한 정책을 제안하는 것입니다.

(다음)

이제 저희 분석의 전체적인 흐름을 설명 드리겠습니다.

데이터 수집부터 분석방법, 정책 제안까지 크게 세 단계로 구성되어 있으며, 이 흐름에 따라 먼저 사용 데이터에 대해 설명드리겠습니다.

(다음)

분석에 앞서, 저희는 사고 데이터와 환경 데이터를 수집하였습니다.

사고 데이터는 보행 노인 사고 다발지점에 대한 정보이며

환경 데이터는 교통환경, 안전생활 시설, 그리고 노인복지시설에 관한 정보를 포함하고 있습니다

(다음)

다음은 데이터 전처리 및 변환 과정입니다.

수집된 데이터를 바탕으로 저희는, 동대문구 전역을 240m 간격의 격자로 구분하고, 각 격자에 데이터를 공간적으로 매핑한 뒤, 이 데이터의 형식을

CSV → Raster 레스터에서 다시 ASC 형태로 변환하여, 모델 학습에 적합한 구조로 가공하였습니다.

이 과정을 통해 저희는 오른쪽 표와 같이 최종 데이터를 구성하였습니다.

(다음)

분석 방법입니다.

이렇게 구성된 데이터를 기반으로, 저희는 다음과 같은 방식으로 분석을 진행했습니다.

사고 위험도 예측에는 MaxEnt 모델을 활용했으며, 이는 사고 발생 데이터와 환경 변수 간의 관계를 기반으로, 공간적인 사고 발생 확률 분포를 추정하는 모델입니다.

저희가 이 모델을 선택한 이유는 3가지입니다.

첫째로 사고는 발생 지점만 기록되기 때문에, 비발생 지점에 대한 정보는 확보되지 못합니다. 하지만 이 모델은 이러한 사고 발생지점만 있는 데이터를 효과적으로 처리할 수 있었으며 둘째로 환경변수 별 영향력 해석이 가능하였습니다. 마지막으로 결과가 확률 기반의 공간 분포로 나타나, 저희 주제에 용이하였습니다.

(다음)

모델 성능은 힌지와 리니어 피쳐 타입을 활용해 변수 간 관계를 유연하게 반영했고,

부트스트랩 과정을 적용함으로 예측 성능을 안정적으로 정교화했습니다.

그 결과 AUC는 0.828, 표준편차  $\pm 0.026$ 으로 양호한 예측 성능을 보였습니다.

(다음)

이후 저희는 변수의 영향력을 분석하기 위해 Permutation Importance를 활용해 간접적인 기여도를 평가한 결과,

전통시장, 병원, 보행등이 예측에 가장 큰 영향을 주는 변수로 나타났습니다.

또한 오른쪽의 변수별 반응 곡선을 통해,

LED 바닥신호등, 과속단속카메라, 가로등 등은 사고 위험을 줄이는 보호 요인으로 작용하는 반면에,

전통시장, 병원, 노인시설 등은 사고 발생 가능성을 높이는 위험 요인으로 확인되었습니다.

(다음)

이러한 결과는 위험도 시각화와도 일치했으며, 실제로 위험도 스팟 4곳 모두

전통시장, 병원, 노인복지시설이 밀집한 지역이었습니다. 이 중 빨간지점 3곳은 이미 보호구역으로 지정되었음에도 불구하고 여전히 높은 사고 위험도를 보였고, 파란지점 1곳은 보호구역이 미지정된 상태였습니다. 이에 따라 저희는 보호구역이 지정된 지역에는 보강 시설 설치, 미지정 지역에는 신규 보호구역 지정을 정책 방향으로 설정했습니다.

(다음)

이러한 판단을 정량적으로 검증하기 위해, 서울시 보호구역 지침에 따른 반경 500m 내 범위 내에서 노인의 주요 생활 반경을 반영한 300m와 300m로 포착되지 않는 사고를 보완하기 위해 400m 범위를 추가로 적용하였습니다. 또한, 400m 이내에 인접한 보호구역 간 중첩되는 영역은 면적 가중평균 방식으로 보정하였으며,

최종 위험도는 각 보호구역에 대해 산출한 단순평균과 면적 가중평균의 산술 평균값으로 계산하였습니다.

(다음)

이 과정을 통해 동대문구 내 전체 보호구역의 위험도를 평가하였고, 그 중에서도 경동요양병원, 중산경노당, 장평경노당이 특히 높은 위험도로 나타나, 앞서 시각화에서 확인한 빨간 지점과도 일치함을 확인할 수 있었습니다.

(빠르게 다음)

따라서 이 상위 3개의 보호구역을 고위험 보호구역으로 선정하였습니다.

(다음)

다음으로, 선정된 보호구역이 포함된 행정동을 대상으로 노인 보행자 사고 유형과 노인 인구 추이를 분석한 결과  
노인 보행자 사고 중 '횡단 중' 사고가 가장 많았고, 노인 인구 역시 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났습니다.

횡단 중 사고가 많다는 건, 앞서 말씀드린 노인의 시인성 문제에 큰 영향을 미친다는 사실을 다시 한번 보여줍니다.

따라서 시인성 개선에 효과적인 LED 바닥 신호등의 설치가 필요하다고 판단하였습니다.

(다음)

또한, 각 고위험 구역에 설치된 CCTV 유형을 살펴본 결과,  
사고 위험 요인인 불법주정차 단속 CCTV는 다수 설치되어 있지만,  
잠재적 보호요인인 과속단속카메라는 상대적으로 부족한 것으로 나타났습니다.  
과속단속카메라는 차량의 속도를 저감시켜 노인의 느린 반응 속도를 보완할 수 있는 보호 수단인 만큼, 해당 지역에 설치를 확대할 필요가 있다고 판단하였습니다.

(다음)

앞서 분석을 종합하면, 노인 보행자 사고의 주요 원인은 시인성 저하와 느린 반응속도였습니다.

이러한 문제를 해결하기 위해, 저희는 시인성 개선을 위한 LED 바닥신호등과 차량 속도 제어를 위한 과속단속카메라를 적절한 보강 시설로 판단하였습니다.

다만 설치 용이성, 비용, 유지관리 등 현실적인 요소를 종합적으로 고려한 결과, LED 바닥신호등을 1순위, 과속단속카메라를 2순위 보강 시설로 선정하였습니다.

(다음)

이에 따라, 1순위 보강 시설인 LED 바닥신호등의 입지를 선정하기 위해,

저희는 공간 인덱싱 기법인 BallTree를 활용했습니다.

이를 통해 고위험 보호구역 내에서 보행자 접근성이 가장 높은 횡단보도 위치를 효율적으로 도출할 수 있었으며, 선정 과정은 다음과 같습니다.

먼저 고위험 보호구역을 확인한 후 → 위험도 기반으로 보호구역 내에서 점수가 가장 높은 하나의 격자를 우선순위로 도출하고 → 해당 격자 내에서 접근성이 높은 횡단보도를 최종 입지로 선정했습니다.

(다음)

결론입니다.

저희는 동대문구 노인 보행 안전을 강화를 위한, 크게 두 가지 정책 방향을 제안하게 되었습니다.

☒ 첫 번째 정책 방향은,

기존 노인보호구역 내 보행 안전을 강화하기 위한 보강 시설 설치였습니다

이와 관련해 저희는 현장 답사와 분석결과를 종합해 보강 시설 설치 위치를 선정하였습니다.

(다음)

먼저 답십리로 횡단보도 구간입니다.

이 구간은 전통시장, 병원, 노인시설이 밀집해 있어 보행 수요가 높은 지역이었습니다. 위험도 또한 0.95로 매우 높아 LED 바닥신호등 설치를 제안합니다.

(다음)

다음으로, 전농로 횡단보도 구간은 노인복지시설과 버스정류장이 인접하고 보행 수요가 많았으며, 위험도 또한 0.84로 높아 LED 바닥신호등 설치를 제안합니다.

(다음)

마지막으로, 청량리역 교차로 구간입니다. 유동인구가 많은 중심 지역이며, 오른쪽 사진을 보면 현재 LED 바닥신호등은 해당 지역에 설치되어 있습니다, 하지만 주요 교차로에 과속단속카메라가 미설치가 된 상태입니다. 그에 따라 저희는 사각지대를 보완하기 위해 해당 위치에 과속단속카메라 설치가 되어야 한다고 제안합니다.

이상으로, 첫 번째 정책 방향에 따른 보강 시설 설치 대상지 3곳을 소개해드렸습니다.

(다음)

☒ 두 번째 정책 방향은, 보호구역으로 지정되지 않았지만 사고 위험도가 높은 지역을 신규 보호구역으로 지정하는 것이었습니다.

대표적으로 휘경동은 위험도가 0.55로 일부 기존 보호구역보다 높고, 시장과 병원이 인접해 노인 보행 유입이 많은 지역이었습니다. 따라서 휘경동을 신규 보호구역으로 지정할 것을 제안합니다.

(다음)

이번 프로젝트는 노인 보행자 사고 위험 대응을 위해 시작되었으며, 데이터 기반 맞춤형 정책 수립을 목표로 진행되었습니다.

MaxEnt 기법을 통해 동대문구의 사고 위험도를 예측한 결과, 경동요양병원, 종산경로당, 장평경로당 휘경동이 고위험 지역으로 확인되었습니다.

이에 따라 LED 바닥신호등, 과속단속카메라 설치, 신규 보호구역 지정을 주요 정책으로 제안드립니다.

정량적 분석과 현장 특성을 반영한 이번 제안은 노인 보행자의 안전 확보는 물론, 행정의 효율적 의사결정에 기여할 것으로 기대됩니다.

다만, 사고 데이터가 2023년까지로 한정되어 있고, 일부 지역을 우선적으로 대응한 점은 한계로 작용되었습니다. 이에 따라 향후에 전 구역을 아우르는 보강계획을 단계적으로 수립할 예정입니다.

이상으로 발표를 들어주셔서 감사합니다.