

AI 기반 군중 밀집 예방 및 관리 시스템 연구

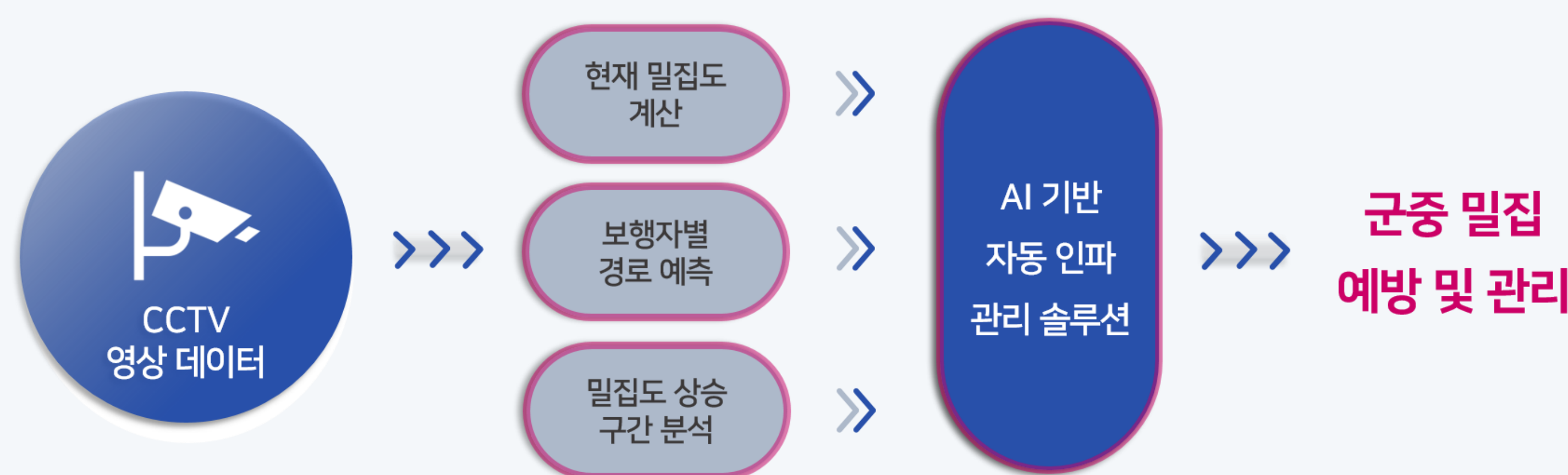
A Study on the Prevention and Management System of Crowd Density Based on AI

정명은 (한국기술교육대학교), 이상화 (한국기술교육대학교),
배장원 (한국기술교육대학교)

배경 및 목적

최근 몇 년간 대규모 인파로 인한 사고가 전 세계적으로 발생하면서, 공공장소에서의 안전 관리의 중요성이 크게 부각되고 있다. 특히 이태원 참사와 같은 비극적인 사건은 군중 관리 시스템의 부재와 사전 대응의 중요성을 명확히 보여주었다. 또한, 기존의 수동적이고 경험에 의존한 군중 관리 방식은 한계가 있어, 첨단 기술을 활용한 혁신적인 접근이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 대규모 인파 사고를 관리하고 예방하기 위한 목적으로 AI 및 디지털 트윈 기술을 적용한 새로운 군중 관리 시스템을 제안한다.



선행 연구 및 사례

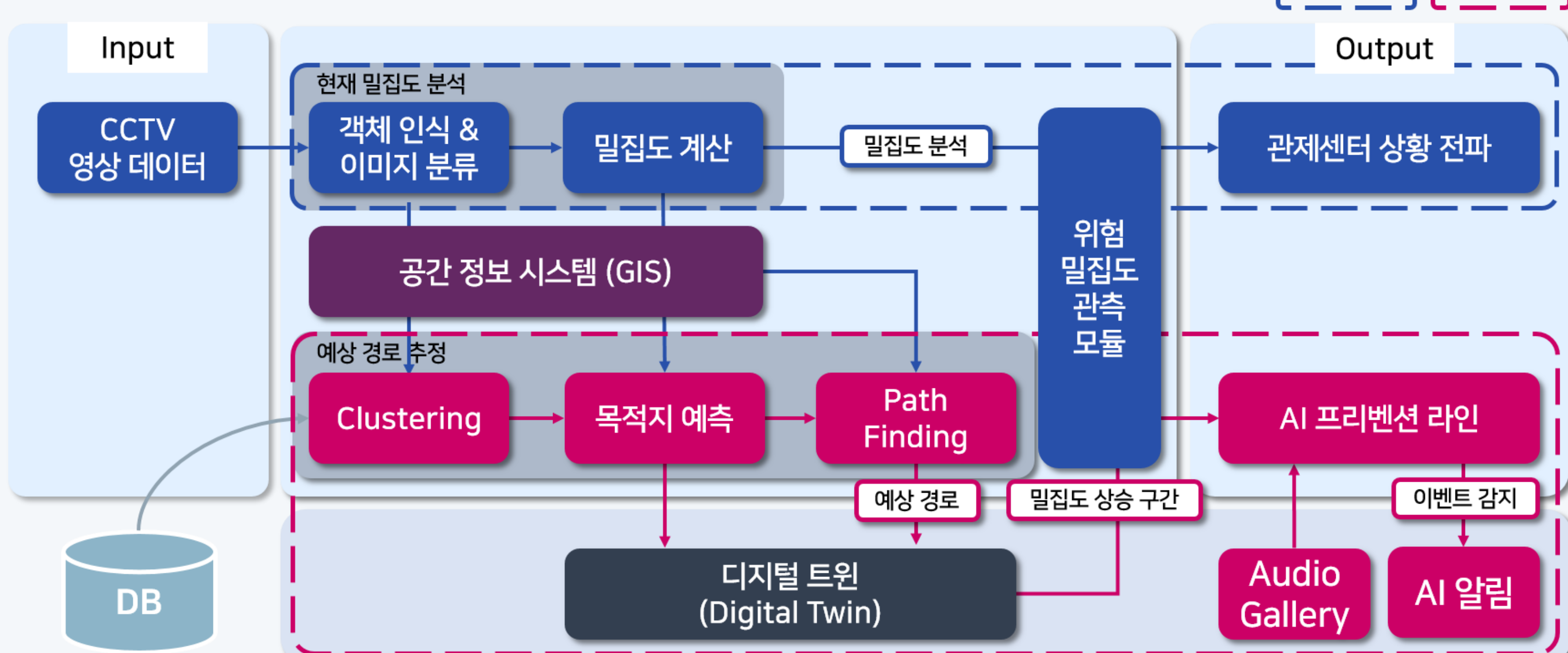
과거 연구에서는 주로 사후 대응에 초점을 맞추어 이태원 참사와 같은 사건을 분석하고 대규모 인구 이동과 인구밀도 변화를 주로 다뤘다(최문기 등, 2022). 이러한 연구들은 주로 사후 대응에 활용되었으며, 인구과밀현상의 과학적 이해를 위해 활용되었다. 그러나 이러한 연구는 보행자의 행동을 단순화하여 모사하고 있어 현실적인 보행자 특성을 완벽하게 반영하지 못하는 한계가 있다. 또한, 주로 사후 대응에 초점을 맞추고 있어 사전에 위험을 감지하고 사고에 대응하기에는 한계가 있다.

따라서 본 연구는 이러한 한계를 보완하기 위해 사전 대응에 초점을 맞춘 'AI 기반 군중 밀집 예방 및 관리 시스템'을 제안한다.

전체 프로세스

CCTV 영상 데이터에 컴퓨터 비전 기술인 Object Detection & Classification을 적용하여 객체를 인식하고 대상의 특징을 추출한 뒤, 수집된 정보를 바탕으로 현재 밀집도를 분석한다. 동시에 클러스터링 과정을 거쳐 군중을 몇 개의 특정 군집으로 구분하며, 해당 결과와 기존 데이터베이스를 활용하여 보행자 별 목적지를 예측한다. 이후 Path Finding을 통해 예상 경로를 추정하고, 이러한 결과를 디지털 트윈 상에서 시뮬레이션함으로써 밀집도 상승 구간을 예측한다. 결과적으로 예상되는 밀집도 상승 구간에 'AI 프리벤션 라인'이라는 자동 인파 관리 솔루션을 시행하여 군중 밀집을 예방하고 관리할 수 있도록 설계하였다.

알고리즘 구조도



※ GIS(Geographic Information System)란 인간생활에 필요한 지리정보를 컴퓨터 데이터로 변환하여 효율적으로 활용하기 위한 정보시스템

개발 방법론

1. Object Detection & Classification

객체를 인식하고 대상의 특징을 추출하여 다양한 정보를 수집

2. Clustering

수집된 객체 별 정보를 바탕으로 클러스터링을 진행

3. 밀집도 계산

Azure AI Vision: Count people in an area

실시간 비디오를 분석하여 카메라 시야 내 지정된 영역에 있는 사람의 수를 파악

Crowd Density(m^2)
Person Count: 3

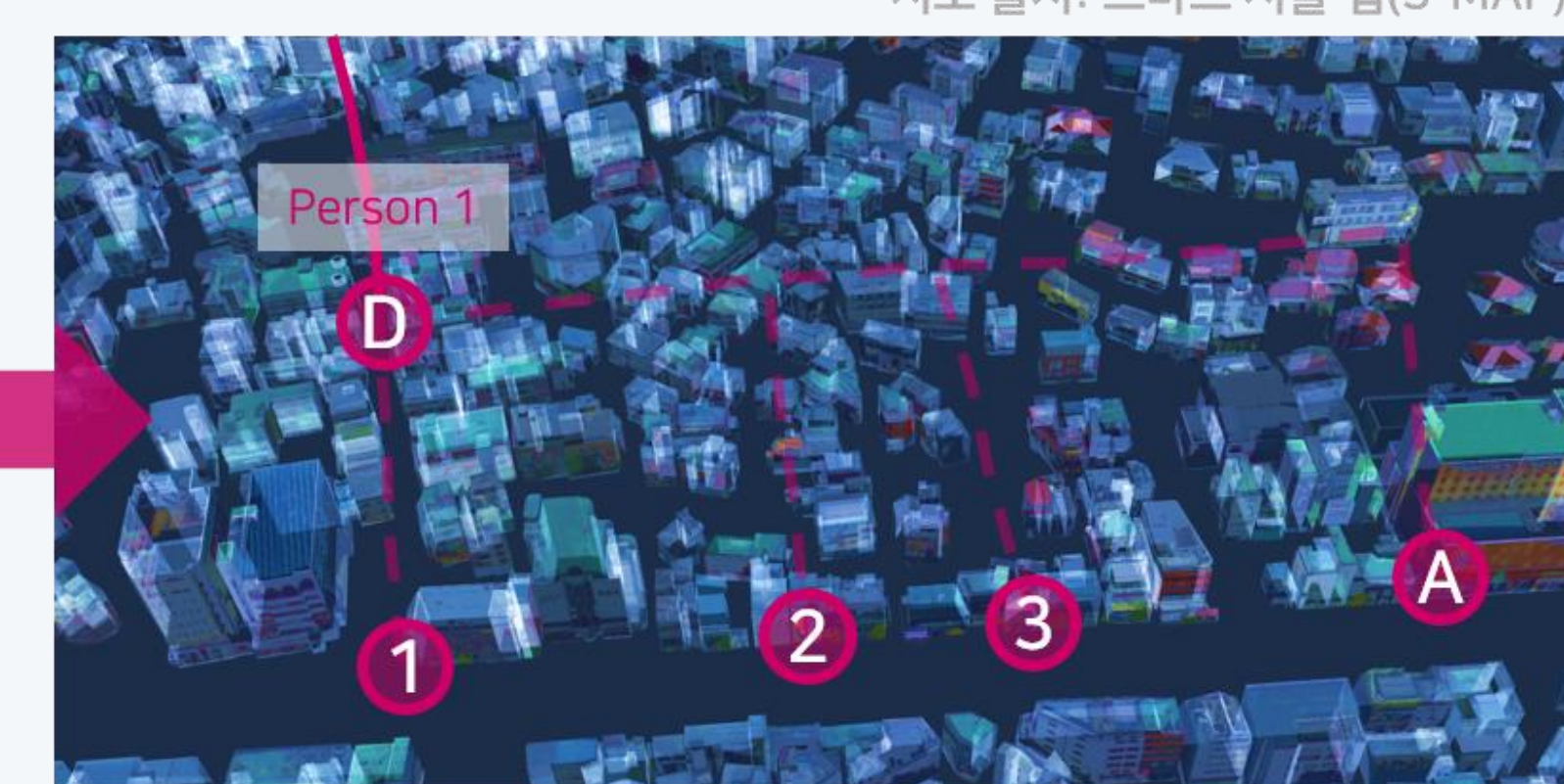
4. Path Finding & Digital Twin



▷ 실 세계 Path Finding

Clustering 결과와 데이터베이스(DB)의 데이터를 활용하여 보행자 별 목적지를 예측

⇒ 이후 Path Finding을 통해 예상 경로 추정



▶ Digital Twin 에이전트 기반 시뮬레이션

Digital Twin 상에서 에이전트 기반 시뮬레이션 모델에 적용하여 밀집도 상승 구간 예측

⇒ 예측된 군중 밀집 지역에 자동 통행 안내 솔루션 시행

5. AI 프리벤션 라인:

가상의 선을 그려 보행자의 통행을 유도하는 자동 통행 안내 솔루션

⇒ 기존 펜스와 바리케이드를 Computer Vision 기술로 대체하는 서비스

1. 실시간 CCTV + Computer Vision

보행자가 카메라 상의 선을 넘거나 특정 영역에 들어올 때를 감지

2. 스피커 + AI Audio

보행 신호 위반 시 통행을 안내하는 경고 음성을 출력

3. LED 바닥형 보행 신호등

밀집도 상승 시 통행 유도가 필요한 구간에 설치

결론 및 한계점

본 연구는 AI 기반 군중 밀집 예방 및 관리 시스템을 제안함으로써, 실현될 경우 다양한 긍정적인 효과를 가져올 것으로 기대한다. 이 시스템은 기존의 물리적 장치에 비해 보다 유연하고 효율적이게 인파 제어를 가능하게 하며, 사전 대응을 통해 사건 발생 시의 지연된 대응을 예방한다. 이는 도시의 안전성을 향상시키고 시민들의 편의성을 증진시킬 뿐만 아니라 잠재적인 사고를 사전에 예방할 수 있는 중요한 역할을 한다. 이를 통해 도시 안전 관리에 대한 전략적인 방향을 제시할 것으로 기대한다.

그러나 본 연구에서 제안된 시스템의 실제 적용 가능성에 대한 실증적 검증이 이루어지지 않았다는 점은 주요한 한계로 간주된다. 이에 대해 향후 연구에서 실제 시스템을 구현하여 실현 가능성을 평가 및 검증할 예정이다.