



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

기술경영학석사학위논문

실종자 탐색을 위한 객체인식 기반 CCTV  
시스템의 효과에 관한 연구: 기존의 NVR 방식  
대비 비용절감 효과를 중심으로



국립부경대학교 기술경영전문대학원

기술경영학과

최종룡

기술경영학석사학위논문

실종자 탐색을 위한 객체인식 기반 CCTV  
시스템의 효과에 관한 연구: 기존의 NVR 방식  
대비 비용절감 효과를 중심으로

지도교수 손재학

이 논문을 기술경영학석사 학위논문으로 제출함.

2025년 08월

국립부경대학교 기술경영전문대학원

기술경영학과

최종룡

최종룡의 기술경영학석사 학위논문을 인준함.

2025년 08월 22일



위 원 장    경제학박사    이 민 규 (인)

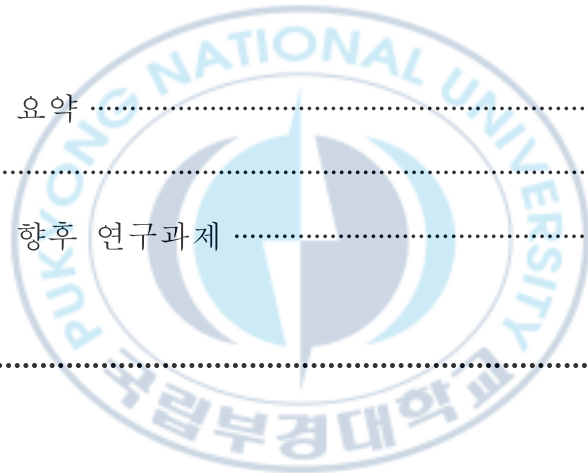
위    원    공학박사    옥 영 석 (인)

위    원    공학박사    손 재 학 (인)

# 목 차

표목차 .....	Ⅲ
논문요약 .....	iv
Abstract .....	v
I. 서론 .....	1
II. 이론적 배경 및 선행연구 검토 .....	3
1. 실종자 탐색 현황 .....	3
2. NVR 기반 CCTV 시스템 개요 및 한계 .....	4
3. 객체인식 기반 CCTV 기술 개요 .....	6
4. 선행연구 및 차별성 .....	8
III. 실증 분석 .....	9
1. 연구설계 .....	9
2. 변수 설정과 분석 방법 .....	10
IV. 분석결과 .....	18

1. 분석 개요 .....	18
2. 비용-효과 분석(CER) .....	19
3. 투자 대비 효과 분석(ROI) .....	20
4. 민감도 분석 .....	22
5. 현실 변수 기반 보완 분석 .....	24
6. 객체인식 시험 결과 기반 보완 .....	28
<b>V. 결론 .....</b>	<b>33</b>
1. 연구 결과 요약 .....	33
2. 시사점 .....	37
3. 한계점 및 향후 연구과제 .....	38
<b>참고 문헌 .....</b>	<b>39</b>



## 표 목 차

[표 3-1] 주요 분석 변수 정의 .....	11
[표 3-2] 분석 단위 및 기준 .....	13
[표 3-3] 실종자 발생 빈도(통계 기반) .....	14
[표 3-4] 변수값 설정(실제 적용 사례 기반) .....	15
[표 3-5] 민감도 분석 변수 설정 .....	17
[표 4-1] 주요비교 수치 .....	20
[표 4-2] ROI 계산 시나리오 .....	21
[표 4-3] 민감도 시나리오 .....	22
[표 4-4] 분석 결과 .....	23
[표 4-5] 정책·사회·기술 변수 목록 .....	25
[표 4-6] 변수 기반 시나리오 .....	27
[표 4-7] 클래스별 객체 분류 정확도 집계 .....	29
[표 4-8] 우수 클래스 분류 .....	30
[표 4-9] 평균 이하 클래스 분류 .....	31
[표 5-1] 정책 우선순위 설정 .....	34
[표 5-2] 단계별 추진 전략 .....	36

## 그림 목 차

[그림 1-1] 일반적 NVR 시스템 구성 .....	4
[그림 1-2] CCTV 선별 관제 시스템 운영 구성도 .....	7



# 실종자 탐색을 위한 객체인식 기반 CCTV 시스템의 효과에 관한 연구: 기존의 NVR 방식 대비 비용절감 효과를 중심으로

최 종 룡

국립부경대학교 기술경영전문대학원

## 요 약

본 연구는 고령화로 인한 치매환자 실종 사례가 증가하는 사회적 문제에 대응하기 위해, 객체인식 기반 CCTV 시스템이 기존 NVR 기반 탐색 방식에 비해 실종자 수색의 효과성과 비용 측면에서 어떠한 차별성을 가지는지를 실증적으로 분석하였다. 기존의 NVR 방식은 수작업 중심의 영상 탐색으로 인해 시간과 인력 자원이 과도하게 소모되며, 특히 골든타임 내 조기 발견의 성과가 낮은 한계가 존재한다. 이에 따라 본 연구는 부산광역시 사상구를 가상의 적용 대상 지역으로 설정하고, 연간 실종자 발생 250건을 기준으로 정량적 비교 분석을 수행하였다.

분석 방법으로는 비용-효과 비율(Cost-Effectiveness Ratio, CER)과 투자 대비 효과(Return on Investment, ROI)를 산정하고, 주요 변수의 변화가 결과에 미치는 영향을 확인하기 위한 민감도 분석을 병행하였다. 객체인식 기반 CCTV 시스템은 기존 NVR 방식에 비해 평균 탐색 시간을 약 83% 단축시키고, 발견률은 15%포인트 향상시키는 효과를 나타냈으며, 탐색 1건 당 비용은 약 36% 절감되는 것으로 나타났다. CER 수치는 기존 방식 대

비 21% 낮아졌고, ROI는 5년 누적 기준으로 약 6.7%로 분석되었다.

특히 민감도 분석 결과, ROI는 실종자 발생 빈도와 도입비용에 높은 민감성을 보였으며, CER은 인식 정확도와 탐색 효과 변화에 직접적으로 영향을 받았다. 또한 정책 실행 가능성, 사회적 수용성, 행정적 제약 조건 등 비정량적 변수들도 도입 성과에 중요한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 본 연구는 단순한 기술 성능 분석을 넘어서, 객체인식 CCTV 도입의 정책적 타당성과 전략적 추진 우선순위를 정립하기 위한 다층적 분석 프레임워크를 제시하였다는 점에서 학술적·실무적 기여가 있다.



A Study on the Effectiveness of Object Recognition-Based  
CCTV Systems for Missing Person Search: Focusing on  
Cost Reduction Compared to Traditional NVR Methods

Jong Ryong Choi

The Graduate School of Management of Technology  
Pukyong National University



**Abstract**

This study empirically analyzes the effectiveness and cost-efficiency of object recognition-based CCTV systems compared to conventional NVR-based surveillance in addressing the growing social issue of missing dementia patients in aging societies. Traditional NVR systems rely heavily on manual video searches, which require significant time and human resources, and are often ineffective in locating individuals within the critical "golden hour." To assess the performance difference, this study constructed a hypothetical application model in Sasang-gu, Busan, assuming 250 missing cases annually, and conducted a quantitative comparative analysis.

The analysis utilized the Cost-Effectiveness Ratio (CER) and Return

on Investment (ROI) as core evaluation indicators, while also incorporating a sensitivity analysis to examine how variations in key variables affect outcomes. The results showed that the object recognition-based CCTV system reduced average search time by approximately 83%, improved the discovery rate by 15 percentage points, and lowered the average cost per case by about 36%, compared to the NVR-based system. CER was 21% lower than the baseline, and the five-year cumulative ROI was estimated at approximately 6.7%.

The sensitivity analysis revealed that ROI was highly responsive to changes in the frequency of missing cases and initial investment costs, while CER was strongly influenced by recognition accuracy and search effectiveness. Furthermore, non-quantitative variables such as policy feasibility, social acceptability, and administrative constraints were also identified as critical factors affecting implementation outcomes. This study moves beyond a purely technical performance evaluation and contributes academically and practically by presenting a multi-layered analytical framework for determining the policy viability and strategic implementation priorities of AI-based surveillance technologies.

## I. 서론

최근 국내에서 실종자 발생이 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 고령화로 인한 치매환자 실종과 아동 실종에 대한 사회적 우려가 커지고 있다. 경찰청에 따르면 매년 5만 건 이상의 실종 신고가 접수되고 있으며, 그 중 상당수는 신속한 탐색이 이루어지지 않아 장기 실종으로 이어지는 경우도 적지 않다. 실종자 수색은 시간에 매우 민감한 활동으로, 신고 후 24시간 이내 발견 여부에 따라 생존률이 급격히 변화한다. 이러한 시간적 제약 속에서 기존 수색 방식의 비효율성은 실종자 및 가족에게 심각한 피해를 초래할 수 있다.

특히 부산광역시는 지형적 복잡성과 인구 고령화로 인해 실종자 발생률이 높은 지역으로 분류되며, 관할 구역 중 사상구는 주거 밀집지역과 유동 인구가 많은 상업지구가 혼재되어 실종자 탐색에 있어 구조적 어려움을 겪고 있다. 현재 대부분의 실종자 탐색은 통합관제센터의 NVR(Network Video Recorder) 기반 CCTV 영상을 수동으로 검토하는 방식에 의존하고 있다. 이 방식은 대량의 영상 정보를 수작업으로 분석해야 하므로 탐색 속도가 늦고, 탐색 성공률 또한 관제 인력의 경험이나 집중도에 따라 크게 좌우된다. 이에 대한 대안으로 객체인식 카메라 기반 지능형 CCTV 시스템이 주목 받고 있으며 도입되고 있는 단계이다. 객체인식 및 AI 영상분석 기술을 활용하면 다수의 CCTV 영상에서 특정 인물의 동선을 자동으로 추적하거나, 색상, 옷 차림 등의 조건 입력만으로 실시간 검색이 가능하다는 장점이 있다. 실제로 운영되는 지자체가 있으며 예로 2024년 울산에서 지능형 CCTV 검색 시스템을 시범 운영한 결과 기존 3~4시간의 실종자 탐색 시간을 불과 9분만에 성공했다는 뉴스가 있었다. 이런 사례는 지능형

CCTV 도입의 효과를 보여주며, 나아가 비용 대비 효율성 및 정책적 타당성을 검증 할 필요성을 제기 하는 근거가 된다.

기존 NVR 방식 대비 객체인식 기반 CCTV 시스템이 실종자 탐색에 미치는 효과를 실증적으로 분석하고, 해당 기술의 비용 효율성과 정책적 유용성을 평가하는 것을 목적으로 한다. 특히 본 연구는 부산광역시 사상구를 시나리오 설정하여 실제 운영환경 하에서 객체인식 CCTV의 도입이 탐색 시간, 탐색 성공률, 비용절감 측면에서 가지는 효과를 분석하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 다음의 세 가지 연구 질문을 중심으로 전개된다. 객체인식 기반 CCTV 시스템은 기존 NVR 방식에 비해 실종자 탐색 시간과 성공률 측면에서 유의미한 개선 효과를 나타내는가? 객체인식 기술 도입에 따른 탐색 비용은 얼마나 절감되며, 비용-효과 측면에서 경제성이 있는가? 실종자 탐색 효율 개선을 위한 정책적, 제도적 보완 과제는 무엇인가?

본 연구는 다음과 같은 구성으로 진행된다.

2장 객체인식 CCTV 시스템과 관련된 기술적 이론과 선행연구를 고찰한다. 3장 비용-효과 분석(CER), ROI 분석, 민감도 분석 연구 방법론을 제시한다. 4장 시나리오 중심으로 분석 결과를 표와 그래프로 제시하고, 비용과 효과를 정량적으로 비교한다. 5장 분석 결과를 바탕으로 기술 도입의 타당성을 평가한다. 6장에서는 연구의 요약과 함께 한계 및 향후 연구 방향을 제시한다.

## II. 이론적 배경 및 선행연구 검토

### 1. 실종자 탐색 현황

국내에서 실종자 발생은 지속적인 증가세를 보이고 있으며, 3년간(2018년~2020년) 신고 중 아동, 여성, 장애인, 노인 등 사회적 약자 중 실종은 49만 7255건(30.4%)으로 높은 비중을 차지 하고 있다.(장일식, 2021) 특히 고령화 사회 진입과 함께 치매환자 실종 건수가 급증하고 있다. 치매 환자의 경우 2010년(6,566건)보다 2019년(12,479건)에 90.0% 증가하였음을 확인할 수 있다.(경찰청, 중앙치매센터 통계) 그 중 상당수는 조기 발견이 이루어지지 않아 장기 미해결로 이어지고 있다. 사회적 약자의 경우 범죄의 대상이 되거나 사고를 당할 위험성이 존재한다. 실종자 수색은 골든타임(24시간 이내) 내 대응이 핵심이며, 이 시점을 넘기면 생존률이 급격히 하락하는 경향을 보인다.

현행 실종자 수색 체계는 주로 관할 경찰의 현장 탐문, 주변 CCTV 영상 확인, 전단 배포 등 수작업 중심의 방식에 의존하고 있다. 그러나 영상 확인에 많은 시간과 인력이 소요되며, 실종자 특성이 명확하지 않은 경우 실질적인 탐색 성과를 내기 어렵다. 특히 영상 내 인물 식별이 수동으로 이루어지는 한계로 인해, 수색의 속도와 정확도 모두에서 한계를 드러내고 있다.

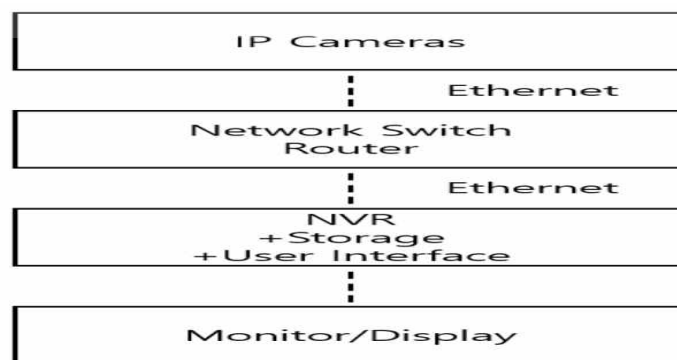
이와 같은 맥락에서 공공안전 확보와 실종자 조기 발견을 위해 CCTV 기반의 실시간 영상 분석 기술의 필요성이 제기되고 있으며, 그 대안으로 객체인식 기반 지능형 CCTV 시스템이 주목받고 있다.

## 2. NVR 기반 CCTV 시스템 개요 및 한계

NVR(Network Video Recorder) 기반 CCTV 시스템은 디지털 영상 저장 및 검색 기능을 중심으로 하는 전통적 감시 체계로, 국내 다수의 지방자치단체 및 공공기관 관제센터에서 여전히 주된 수단으로 사용되고 있다.

NVR 시스템의 기본 구성요소에는 IP카메라, 네트워크스위치, 라우터, NVR, 저장장치, 전원공급장치, 디스플레이장치, 사용자 인터페이스등이 있다. 그림1은 일반적인 NVR 시스템 구성도를 나타낸다. IP 기반의 카메라는 네트워크스위치 또는 라우터를 통해 NVR에 연결되고, NVR은 카메라로부터 송신된 비디오를 모니터링하거나, NVR이 제공하는 사용자 인터페이스를 통해 비디오를 검색하고 재생할 수 있다.(박병선 외, 2024)

NVR 시스템은 주로 고정식 카메라를 통해 촬영된 영상을 네트워크를 통해 저장 서버에 전송하고, 운영자가 수동적으로 모니터링하거나 사후 검토를 통해 필요한 정보를 추출하는 방식으로 운용된다. 이러한 시스템은 다음과 같은 장점이 있다. 비교적 안정적인 저장 기능과 관리 체계를 갖추고 있으며, 대규모 관제 환경에서 범용적으로 활용 가능한 인프라로 평가된다.



< 그림 1> 일반적 NVR 시스템 구성도

현재 전국 대부분의 통합관제센터에서는 NVR(Network Video Recorder) 방식의 CCTV 시스템을 활용하고 있다. NVR은 카메라 영상 데이터를 일정 기간 저장한 후, 관제 요원이 특정 시점의 영상을 재생·검색하는 방식이다. 그러나 이 시스템은 다음과 같은 구조적 한계를 지닌다.

첫째, 탐색 방식의 수동성이다. NVR 시스템은 실시간 감시 기능과 동시에 과거 영상 검토 기능을 제공하지만, 실종자 수색과 같은 긴급 상황에서는 영상 수색이 수작업에 의존함으로써 시간과 인력이 과도하게 소모된다. 실제로 경찰청 자료에 따르면, NVR 기반 탐색 시 탐색 시간은 평균 180분에 달하는 것으로 나타났으며 이는 골든타임 내 조기 대응을 어렵게 한다.

둘째, 탐지 정확도의 한계이다. NVR은 객체인식 기능이 내장되지 않아, 영상 내 대상자 식별이 어렵고 단순한 색상, 움직임 기반 필터링 기능만으로는 오탐지나 누락 가능성이 높다. 박진호 외(2021)의 연구에 따르면, 이러한 방식은 실종자 탐색의 정확도와 성공률에 부정적 영향을 주는 것으로 나타났다.

셋째, 탐색 범위와 확장성의 제약이다. 최근 등장한 AI 기반 CCTV나 Edge AI 시스템과 달리, NVR은 사전 정의된 영상 입력만 수용하며 실시간 분석이나 자동 경보 체계 구축에는 한계가 있다. 특히 시스템 확장 시 저장 용량과 네트워크 대역폭 문제가 병목으로 작용할 수 있다. 이러한 NVR 방식의 구조적 제약은 특히 시간 민감적 사건 대응, 예컨대 치매환자 실종자 수색 상황에서 대응의 한계를 드러내고 있다. 따라서 본 연구는 기존 NVR 방식과 비교해 객체인식 기반 CCTV 시스템의 효과성과 비용 효율성을 검토함으로써 대안적 기술 도입의 정책적 타당성을 검증하고자 한다.

넷째, 탐색 시간의 비효율성이다. 수작업 기반 영상 분석 과정은 평균 수 시간 이상이 소요되며, 그에 따른 인력 부담과 사회적 비용도 증가하게 된다.

다. 이와 같은 한계는 실종자 탐색을 더욱 정교하고 신속하게 수행할 수 있는 지능형 영상 분석 시스템의 도입 필요성을 뒷받침하는 근거가 된다.

### 3. 객체인식 기반 CCTV 기술 개요

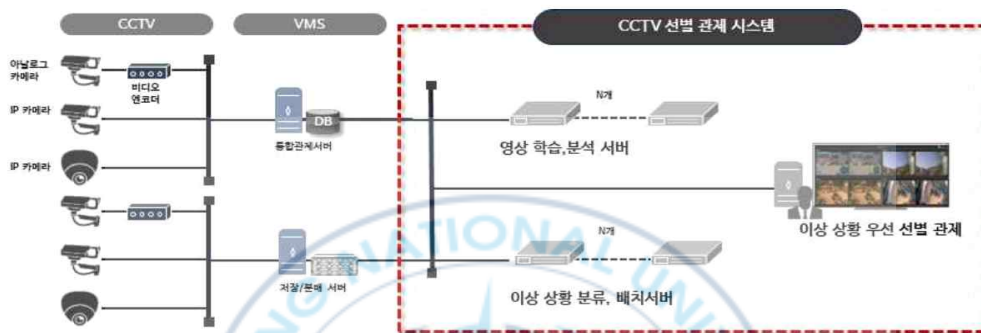
객체인식(Object Detection) 기반 CCTV 시스템은 기존 NVR 시스템의 한계를 극복하기 위해 도입된 차세대 감시기술로, 딥러닝 기술의 발전과 Edge AI 하드웨어의 상용화에 따라 빠르게 확산되고 있다. 이러한 시스템은 영상 내 사람, 차량, 물체 등 특정 객체를 실시간으로 인식하고 추적하며, 식별된 객체의 속성 정보(예: 복장, 색상, 보행 방향 등)를 자동으로 분석하는 기능을 포함한다.(Redmon, J., & Farhadi, A. 2018)

이 기술은 주로 CNN(Convolutional Neural Network) 기반의 YOLO(You Only Look Once), SSD(Single Shot MultiBox Detector), Faster R-CNN 등의 알고리즘을 활용하며, 최신 객체인식 기술은 90% 이상의 정확도를 확보하고 있다(Liu, W. et al, 2016) 객체인식은 단순 탐지뿐만 아니라, 사람 재식별(Re-ID) 기술과 결합하여 특정 인물의 재등장 여부를 높은 정밀도로 추적할 수 있으며, 이는 실종자나 배회자의 위치를 신속히 파악하는 데 매우 효과적이다.

특히 최근에는 Edge AI 기술과 결합된 CCTV 시스템이 각 지역의 관제센터 또는 현장에 설치된 엣지 디바이스에서 1차적으로 객체인식을 수행하고, 중앙 서버는 고차 분석과 통합관제를 담당하는 방식으로 발전하고 있다. 이러한 분산 처리 구조는 기존 NVR 방식 대비 대규모 영상 데이터를 효율적으로 처리할 수 있게 해주며, 시스템 반응 속도를 획기적으로 향상시킨다.(조규형 등, 2021).

그림 2는 CCTV 선별 관제 시스템을 구현하는 시스템 운영 구성도이며

영상 수집부와 기존 CCTV 통합관제 시스템의 VMS와 연계되며 관제해야 하는 CCTV 수에 따라 영상 학습 및 분석 서버와 객체분류된 또는 이상상황에 대한 서버 수가 달라지며, 관제 모니터 수는 해당 관제센터의 운영 설계에 따라 그 수가 달라질수 있다.



< 그림 2 > CCTV 선별 관제 시스템 운영 구성도

또한, 객체인식 기술을 기반으로 한 CCTV 시스템은 탐색 자동화, 골든 타임 내 대응 가능성 향상, 인력 효율화, 중복 작업 방지 등의 효과를 제공하며, 특히 치매환자 실종과 같이 인지 및 행동 특성이 명확한 대상에 대해 높은 탐지 성능을 보인다. 정량적 성능 평가에서 객체인식 기반 시스템은 탐색 성공률과 반응 시간 면에서 기존 NVR 대비 최소 15% 이상의 성과 향상 효과를 보인다는 연구 결과도 보고되었다.(김진호, 2023).

따라서 본 연구에서는 이러한 객체인식 기반 CCTV 기술을 적용한 탐색 시스템이 기존 NVR 방식 대비 어떤 정량적 효과(탐색시간, 비용, 성공률 등)를 보이는지 실증 분석을 통해 비교·검토하고자 한다. 국내에서도 부산 금정구(2013년)의 실종 사회적 약자 찾기 서비스, 경찰청(2024) 자체평가 결과보고서 등 일부 지자체를 중심으로 객체인식 기술이 실증 적용된 바 있으며, 그 효과에 대한 긍정적 평가가 이어지고 있다.

#### 4. 선행연구 및 차별성

객체인식 기술과 실종자 탐색을 결합한 연구는 국내외에서 꾸준히 진행되어 왔다. 대표적으로 다음과 같은 연구들이 있다.

Velastin et al. (2006)은 CCTV 화면을 장시간 관찰할 때 인간 관제자의 인지율이 급감하는 현상을 실험적으로 분석하며, 수동 관제 방식의 근본적 한계를 지적하였다. Gai, Y., Li, H., & Wang, Z. (2021)는 YOLOv5와 DeepSORT를 활용한 실종자 탐색 알고리즘을 제안하고, 기존 CCTV 수동 검색 방식 대비 탐색 시간이 70% 이상 단축되었다는 실험 결과를 보고하였다. 행정안전부 및 지자체 시범사업들에서는 AI 기반 CCTV 영상 분석 시스템을 통합관제센터에 도입하고, 이상행동 감지, 범죄 사전 예방, 배회자 탐색 등에 활용함으로써 관제 효율을 개선하고 있다. 그러나 이들 연구의 대부분은 기술적 정확도와 실험적 효율성에 초점을 두고 있으며, 실제 행정 현장에서의 비용-효과성, 투자 타당성, 정책 적용 가능성 등 종합적 분석은 제한적이라는 한계를 지닌다. 따라서 실종자 탐색이라는 사회적 의제에 대해 정량적·정책적 접근을 병행한 연구가 요구된다.

본 연구는 기존 기술 중심의 연구와 달리, 객체인식 기반 CCTV 시스템이 실종자 탐색에서 가지는 정책적 효용성과 경제적 효과성을 종합적으로 분석한 것에서 차별성을 갖는다. 특히 부산광역시 사상구를 대상으로 설정하여, 지역의 인구 특성, CCTV 설치 현황, 실종자 발생 위험군 등을 반영한 현실 기반의 가상 시나리오를 구성하였다. 부산 금정구 등에서 도입된 객체인식 기반 시스템 사례를 참고하여, 기술 도입 시 탐색 시간, 탐색 성공률, 탐색 비용 등 주요 지표가 어떻게 변화하는지를 계량화하였다. 이에 기반하여, 두 시스템(NVR 방식 vs. 객체인식 기반)의 성능을 비교하고, 비용-효과 분석(CER) 및 투자 대비 효과 분석(ROI)을 수행하였다.

### Ⅲ. 실증 분석

#### 1. 연구설계

본 연구는 객체인식 기반 지능형 CCTV 시스템이 실종자 탐색에 미치는 효과를 정량적으로 분석하고, 기존 NVR 기반 수색 방식 대비 비용-효과성(Cost-Effectiveness) 및 정책적 타당성을 검토하는 데 목적이 있다. 특히, 부산광역시 사상구를 중심으로 가상의 실종자 탐색 시나리오를 구성하여 두 시스템 간 성능 차이를 비교하고, 정량적 지표(CER, ROI) 및 민감도 분석을 통해 결과의 견고성과 정책 적용 가능성을 평가하였다. 정리하면 정책 수립의 실질적 기여를 위해 다음과 같은 분석적 차별성을 갖는다.

이를 통해 본 연구는 객체인식 CCTV 기술이 단순한 기술적 도입을 넘어, 사회적 약자 보호 및 실종자 조기 발견을 위한 정책적 도구로 활용될 수 있는 가능성을 실증적으로 제시한다. 또한 비용 효율성과 정책 적용성이라는 관점에서 공공기술의 실질적 가치를 분석함으로써, 향후 지자체의 스마트 관제체계 고도화에 참고가 될 수 있는 구체적 근거를 제공한다.

비교 분석 대상은 다음의 두 CCTV 운용 시스템이다. 기존 시스템(NVR 기반) 영상은 저장되지만 자동 분석 기능이 없어, 관제 요원이 특정 시간대의 화면을 수동 검색해야 함. 실종자 탐색은 관제 인력의 경험과 집중력에 의존한다. 개선 시스템(객체인식 기반 지능형 CCTV) 영상 내 인물의 외형 정보를 자동 인식하고, 복수의 카메라 간 이동 경로를 자동 추적함. 사전 정의된 조건(예 : 의복 색상, 키, 가방 착용 여부 등)에 기반하여 실종자와 유사한 객체를 자동 탐지하고 실시간 알림 제공. 정합률

(mAP)는 80%이상으로 한다. 연구는 다음과 같은 순서로 진행되었다.

첫째, 사례 시나리오를 구성하였다. 사상구 내 치매환자 실종 상황을 가정하고, 동일한 조건에서 NVR 및 객체인식 시스템의 대응 방식을 모델링 지표화 및 수치 환산, 탐색 시간, 발견률, 인건비, 시스템 구축비, 사회적 간접비용 등을 변수화하고 계량화한다.

둘째, 비용-효과 분석(CER)을 다음과 같이 시스템별 총 비용(C)을 효과( $E_1$  : 탐색 시간 단축,  $E_2$  : 발견률 향상)로 나누어 비교 한다.

셋째, 투자 대비 효과 분석(ROI)를 객체인식 시스템 도입 시 장기 누적 편익 대비 초기 투자비 환산 한다.

넷째, 민감도 분석을 통해 인식 정확도, 실종자 빈도, 도입 비용 등 주요 변수 변화에 따른 CER 및 ROI 변동 분석을 한다.

## 2. 변수 설정과 분석방법

< 표 3-1 > 주요 분석 변수 정의

항목	설명	유형
$E_1$	탐색 시간 단축량 (분 단위)	효과
$E_2$	탐색 성공률 향상분 (%)	효과
C	총 비용 (도입비, 운영비, 인건비, 사회비용 포함)	비용
CER	비용-효과 비율 ( $C \div (E_1 + E_2)$ )	성능 지표
ROI	(편익 - 비용) ÷ 비용	경제성 지표
민감도 변수	인식 정확도, 실종자 빈도, 도입비 변화 등	영향 요인

(예 : 인식 정확도가 90% → 70%로 저하되면 성공률 효과( $E_2$ )가 감소하고 ROI가 하락하며, 반대로 실종자 빈도 증가 시 ROI는 상승)

객체인식 기반 CCTV 시스템의 실종자 탐색 효과 및 경제성을 정량적으로

로 평가하기 위해 다음과 같은 변수들을 설정하였다. 각 변수는 효과, 비용, 성과지표, 경제성 지표, 그리고 외부 영향 요인 등으로 구분되며, 분석의 핵심 기준으로 활용된다. 탐색 시간 단축량( $E_1$ )은 기존 시스템(NVR 기반 CCTV)을 활용했을 때와 비교하여, 객체인식 기반 CCTV를 도입함으로써 얼마나 탐색 시간이 단축되었는지를 측정하는 지표이다. 단위는 '분'이며, 수치가 클수록 실종자를 더 빠르게 찾을 수 있는 효과가 크다는 것을 의미한다. 이는 정책 도입의 직접적 효과를 보여주는 핵심 변수이다. 탐색 성공률 향상분( $E_2$ )은 기존 대비 탐색 성공률이 얼마나 향상되었는지를 백분율(%)로 나타내는 지표이다. 예를 들어, 기존에는 실종자 발견률이 75%였는데 객체인식 시스템 도입 이후 90%로 향상되었다면,  $E_2$ 는 15%p로 표현된다. 이 또한 기술 도입의 실질적 효과성을 보여주는 중요한 성과 지표이다. 총비용(C)은 기술 도입과 운영에 소요되는 모든 비용을 의미한다. 여기에는 단순 장비 도입비뿐만 아니라, 운영비, 관제 인력 인건비, 유지관리비, 그리고 실종 장기화에 따른 간접 사회적 비용까지 포함된다. 이 변수는 ROI와 CER 계산의 기반이 되는 핵심 입력값이다. 비용-효과 비율(CER)은 위에서 설명한 효과 변수들( $E_1$ ,  $E_2$ )의 합과 전체 비용(C)을 비교하여, 성과를 단위당 얼마의 비용으로 얻었는지를 나타내는 지표이다. 공식은 다음과 같다

$$CER = \frac{C}{E_1 + E_2}$$

즉, 비용이 적고 효과가 클수록 CER 값은 낮아지며, 낮을수록 효율적이라는 뜻이다. 이는 정책적 성과 측정을 위한 지표로 활용된다. 투자 대비 수익률(ROI)은 전체 시스템 도입에 들어간 비용과, 그로 인해 발생한 편익

(예: 인건비 절감, 탐색 시간 단축에 따른 비용 절감 등)을 비교하여, 투자의 경제성을 판단하는 지표이다. 공식은 다음과 같다.

$$ROI = \frac{\text{편익} - \text{비용}}{\text{비용}}$$

이 값이 0 이상이면 도입이 경제적으로 타당하다는 것을 의미하며, ROI가 높을수록 투자 대비 효과가 크다는 것을 뜻한다. 마지막으로, 민감도 변수들은 직접적인 성과 변수는 아니지만, 분석 결과에 중대한 영향을 미칠 수 있는 외생 변수들이다. 대표적으로는 객체인식 기술의 정확도, 지역 내 실종자 발생 빈도, 도입 장비의 비용 변화 등이 있으며, 이러한 변수들은 시나리오 분석과 민감도 분석을 통해 결과의 신뢰성과 위험도를 판단하는데 활용된다. 이러한 변수들을 중심으로 본 연구는 기술적 성능, 비용 부담, 정책 효과성, 경제성, 위험 요인을 종합적으로 고려하여 객체인식 CCTV 시스템의 도입 타당성을 평가하였다.

< 표 3-2 > 분석 단위 및 기준

구분	기준	설명
분석 단위	실종자 1건	치매환자 가정 사례
비용 단위	원화(KRW)	도입비, 유지비, 인건비, 간접사회비용 포함
효과 단위	시간(분), 발견률(%)	CER 및 ROI 분석용
기간 기준	연간, 10년 단위 누적	ROI 장기 누적 산정 기준

객체인식 기반 CCTV 시스템의 도입 효과를 정량적으로 분석하기 위해 다음과 같은 분석 단위 및 기준을 설정하였다. 각 지표는 분석 대상의 일관성과 비교 가능성을 확보하기 위한 표준값으로 정의된다. 기본 분석 단위는 실종자 1건이다. 즉, 객체인식 기반 CCTV 시스템이 치매환자 실종 사례 1건을 탐색하는 데 소요되는 비용과 효과를 기준으로 측정하였다. 이는 실제 정책 설계 시 단위 행정사례(예: 한 건당 대응 소요비용)를 고려하는 방식과 일치한다. 비용 산정은 원화(KRW) 기준으로 측정되며, 포함 항목은 다음과 같다. 도입비용은 장비 구입 및 설치에 소요되는 초기비용이고, 운영비용은 유지관리비, 전력비, 통신비 등 시스템 유지에 필요한 경상비, 인건비는 관제센터 인력, 분석 인력 등에 소요되는 인건비, 간접 사회비용은 실종 장기화로 인한 가족 심리비용, 행정 부담 등의 외부비용이다.

이 비용 단위는 CER 및 ROI 분석의 분모값으로 적용되며, 실질적인 정책 비용 판단의 기준이 된다. 성과(효과) 측정은 두 가지 단위로 구분된다. 시간(분)으로 실종자 탐색 소요시간의 단축량( $E_1$ )을 측정, 발견률(%)은 골든타임 내 실종자 발견률의 향상폭( $E_2$ )을 측정으로 구분된다.

이 두 가지는 모두 CER(비용-효과비) 및 ROI 분석의 핵심 성과 지표로 활용된다. 분석 기간은 연간 기준과 10년 누적 기준 두 가지로 구분하여 설정하였다. 연간 기준은 매년 발생하는 실종 사건 1건에 대한 단기적 분석을 가능하게 하며, 10년 누적 기준은 ROI 산정 시 장기적 누적 편익과 비용을 고려하기 위한 구조이다. 이를 통해 단기성과뿐 아니라, 정책 도입의 지속 가능성과 누적적 효과에 대한 판단 기준을 제공할 수 있도록 하였다.

이와 같은 기준 설정은 비용과 효과를 비교할 때 단위를 통일하고, 시스템 도입에 따른 정량적 정책 판단을 가능하게 하는 분석 프레임이다.

< 표 3-3 > 실종자 발생 빈도 (통계 기반)

지역	연간 실종자 수(추정)	자료 출처
전국	약 55,000건	경찰청 통계
부산	약 3,500~4,000건	인구 비례 환산
사상구	약 250건	인구 22만 기준 (부산 내 6.7%)

→ 기준값 : 250건/년

→ 민감도 시나리오 범위 : 180건 ~ 300건/년

객체인식 기반 CCTV 시스템의 도입 효과를 정량적으로 분석하기 위해, 실종자 발생 빈도에 대한 실제 통계자료와 인구 기반 추정을 바탕으로 가상의 연간 발생 건수를 설정하였다. 우선, 경찰청 통계에 따르면, 우리나라에서 연간 접수되는 실종 신고는 약 55,000건에 이르며, 이 중 상당수가 고령자나 치매환자와 관련된 사례로 분류된다. 이 수치는 지역별 인구수에 따라 분포되므로, 이를 기초로 부산 지역의 실종 발생 빈도도 추산할 수 있다. 부산광역시는 전체 인구 대비 약 7% 정도의 비중을 차지하며, 이에 기반하여 연간 약 3,500~4,000건의 실종 사례가 발생할 것으로 추정된다. 특히 본 연구의 가상 대상 지역인 부산광역시 사상구는 약 22만 명의 인구를 보유하고 있어, 부산시 전체의 약 6.7%를 차지한다. 이를 기준으로 계산하면, 사상구 내 연간 실종자 발생 건수는 약 250건 수준으로 추정할 수 있다. 이 수치는 본 연구에서 객체인식 시스템 도입 시 효과 분석의 기준값으로 사용된다. 또한 민감도 분석에서는 실제 연도별 변동성을 반영하기 위해, 연간 실종자 수를 180건에서 300건 사이의 범위로 설정하여 정책 시나리오를 구성하였다. 이러한 기준 설정은 ROI 및 CER 계산 시 편익과 비용의 기반이 되는 '실종자 1건당 분석 단위'를 산정하는 핵심 자료로 활용된다.

< 표 3-4 > 변수값 설정 (실제 적용 사례 기반)

변수	값	근거 자료
NVR 탐색 시간	평균 180분	경찰청·관제센터 현장 자료
객체인식 탐색 시간	평균 20~30분	울산 북부서, 금정구 시범 사례
NVR 발견률	약 75%	경찰청 실종자 발견 통계
객체인식 발견률	약 90%	기술 보고서 및 시범 적용 결과
인건비	관제요원 : 20,000원/시간, 수색인력 : 30,000원/시간	공공기관 단가 기준
도입 비용	약 500만 원/대	장비업체 견적 기준
유지보수비	연간 10%	업계 평균 유지비율
간접 사회비용	약 30~50만 원/사건	실종 장기화에 따른 사회적 비용 추산

실제 지자체 사례, 공공기관 단가 자료, 경찰청 통계 등을 기반으로 하여, 객체인식 기반 CCTV 시스템 도입 효과를 정량화하기 위한 분석 변수 값을 다음과 같이 설정하였다. 탐색 시간 및 발견률 기준 NVR 방식의 평균 탐색 시간은 약 180분으로 확인되었다. 이 수치는 실제 관제센터 현장 (예: 서울, 대전 등)의 운영 사례와 경찰청 실종자 대응 프로세스를 기반으로 설정하였다. 반면, 객체인식 시스템을 도입한 경우, 평균 탐색 시간은 약 20~30분으로 단축되는 것으로 보고되었다. 이는 울산 북부경찰서와 부산 금정구 등의 시범사업 사례를 기반으로 한다. 발견률 측면에서, 기존 시스템은 약 75%의 골든타임 내 발견률을 보이는 반면, 객체인식 시스템은 약 90%로 상승한다는 보고가 있다. 이는 기술 보급사 및 사례 지역의 실

증 보고서를 근거로 한다. 관제요원 기준 시간당 인건비는 약 20,000원/시간, 탐색 현장 대응 인력(소속 인력 기준)은 약 30,000원/시간으로 설정하였다. 이 수치는 공공기관 인건비 단가 기준(지자체 예산서, 정부 고시)에 근거하였다. 도입 및 유지 비용은 객체인식 기능이 탑재된 CCTV 장비의 도입 비용은 약 500만 원/대로 추정된다. 이는 주요 장비업체 견적 및 기존 지자체 도입 사례를 종합한 결과이다. 시스템 유지관리에는 연간 장비 가격의 약 10% 수준이 소요되는 것으로 평균화되었다. 유지보수 계약 기준과 산업 평균에 근거한 수치이다. 간접 사회비용은 실종 장기화로 인해 발생하는 심리적·경제적 손실, 행정 낭비, 의료비, 심리치료비 등을 포함한 간접 사회비용은 약 1건당 30만~50만 원 수준으로 추정된다. 이는 국내외 선행연구 및 복지재단 통계, 실종자 가족 인터뷰 등에서 도출된 수치이다. (김현주 외, 2020)

비용-효과 분석은 시스템 도입 시 비용(C)을 성과 지표인 탐색 시간 단축량( $E_1$ )과 발견률 향상폭( $E_2$ )의 합으로 나눈 값으로 계산된다.

$$CER = \frac{\text{총비용}(C)}{E_1(\text{탐색시간 단축}) + E_2(\text{발견률 향상})}$$

이 계산은 동일 성과를 달성하는 데 필요한 단위 비용을 나타내며, 수치가 낮을수록 효율성이 높다는 것을 의미한다. ROI는 시스템 도입에 따른 편익(비용 절감 효과 등)과 투입된 비용의 비율로 계산되며, 다음의 두 가지 방식으로 표현 가능하다.

$$ROI = \frac{\text{편익} - \text{비용}}{\text{비용}} \quad \text{또는} \quad \frac{\text{편익}}{\text{비용}}$$

ROI가 0 이상일 경우, 경제적 타당성이 있다고 판단할 수 있으며, 값이 클수록 투자 효과가 높음을 나타낸다.

< 표 3-5 > 민감도 분석 변수 설정

변수	시나리오 범위	분석 목적
인식 정확도	90%, 80%, 70%	성공률 변화에 따른 CER/ROI 영향
실종자 발생 빈도	연간 180건, 250건, 300건	총 편익 규모에 따른 ROI 변화
도입 장비 비용	기준 $\pm 30\%$	초기 투자 민감도 확인

객체인식 기반 CCTV 시스템의 도입 타당성을 보다 정교하게 분석하기 위해, 주요 변수의 변화가 결과 지표(CER, ROI)에 어떤 영향을 미치는지를 확인하는 **\*\*민감도 분석(Sensitivity Analysis)\*\***을 실시하였다. 이를 위해 다음의 세 가지 주요 변수를 선정하고, 시나리오별 변화 범위를 설정하여 각각의 영향력을 비교 분석하였다. 인식 정확도 (기술 성능 변수) 변수는 객체인식 AI가 실시간 탐색 과정에서 실종자를 얼마나 정확하게 인식할 수 있는지를 나타내며, 기술 성과를 직접적으로 반영하는 핵심 변수이다. 시나리오 범위는 90%, 80%, 70%로 설정되었다. 이는 최신 객체인식 알고리즘(YOLOv5, DeepSORT 등)의 실증 성능 기준을 기반으로 하며, 정확도 하락 시 탐색 성공률( $E_2$ )에 직접적인 영향을 미친다. 분석 목적은 인식 정확도 변화가 CER 및 ROI 수치에 어떤 영향을 미치는지를 확인하는 것이다. 실종자 발생 빈도 (수요 변수)는 연간 실종자 발생 건수를 의미하며, 도입 기술의 수요 규모와 관련된 변수이다. 시나리오 범위는 연간 180건, 250건, 300건으로 설정되었다. 기준값 250건은 사상구 인구(22만 명) 기반의 추정치이며,  $\pm 70$ 건 수준에서 실제 지역 간 편차 및 연도별 변화가

능성을 반영한 것이다. 분석 목적은 실종자 발생 빈도 변화에 따라 총 편익 규모가 어떻게 변하며, ROI에 어떤 영향을 미치는지를 파악하는 데 있다. 도입 장비 비용 (투자비 민감도 변수) 변수는 객체인식 CCTV 1대당 도입 비용의 변동 폭을 기준으로 하며, 초기 투자비의 현실적 등락 가능성을 반영한다. 시나리오 범위는 기준 대비  $\pm 30\%$ 로 설정되었다. 이는 장비 사양, 공급 업체, 수량 규모, 연계 시스템 구성 등 다양한 요소에 따라 실제 도입비가 유동적일 수 있다는 점을 고려한 것이다. 분석 목적은 도입 비용이 증가하거나 감소할 경우, ROI가 얼마나 민감하게 반응하는지를 확인하는 것이다. 이러한 민감도 분석은 분석 결과의 견고성(robustness)을 확보하고, 정책 도입 시 예산·성과에 대한 불확실성을 사전에 진단할 수 있는 중요한 수단으로 작용한다.

본 절에서 제시한 기준과 변수 설정을 바탕으로, 다음 장에서는 실종자 탐색 성과 및 비용 지표를 비교하여 실증 분석 결과(CER, ROI, 민감도 결과 등)를 제시한다.

## IV. 분석 결과

### 1. 분석 개요

본 장에서는 객체인식 기반 CCTV 시스템과 기존 NVR 기반 CCTV 시스템 간의 실종자 탐색 성능, 비용 효율성, 그리고 경제성(ROI)을 실증적으로 비교하였다. 분석은 부산광역시 사상구를 기준으로 연간 실종자 250건 발생을 가정한 시나리오를 기반으로, 다음 세 가지 분석틀에 따라 수행되었다.

비용-효과 분석 (Cost-Effectiveness Ratio, CER)

투자 대비 효과 분석 (Return on Investment, ROI)

민감도 분석 (Sensitivity Analysis)

이와 더불어, 실제 행정 및 기술 도입 과정에서 고려되어야 할 정책 변수 및 현실적 위험 요인들을 반영한 변수 확장 분석을 함께 제시하였다.

## 2. 비용-효과 분석 (CER)

비용-효과 분석(CER)은 실종자 1건 탐색 시 소요되는 총 비용(C)을, 탐색 시간 단축( $E_1$ ) 및 발견률 향상( $E_2$ )이라는 성과지표 합으로 나누어 산출하는 비교 지표이다.

$$CER = \frac{C}{E_1 + E_2}$$

< 표 4-1 > 주요비교 수치

항목	기존 NVR 방식	객체인식 CCTV 방식
탐색 평균 시간	180분	30분
탐색 시간 단축량 ( $E_1$ )	-	150분
골든타임 내 발견률	75%	90%
발견률 향상폭 ( $E_2$ )	-	15%p
1건당 평균 비용(C)	110,000원	70,000원
CER 값	489	389

탐색 시간 측면에서, 기존 NVR 방식은 평균 180분이 소요된 반면, 객체인식 CCTV 방식은 30분으로, 약 83% 단축되었다. 탐색 성과( $E_2$ ) 측면에

서, 골든타임 내 발견률은 기존 방식이 75%, 객체인식 방식이 90%로 15%p 향상되었다. 탐색 1건당 비용(C)은 기존 방식이 약 110,000원, 객체인식 방식이 약 70,000원으로, 약 36% 비용 절감 효과가 확인되었다. 비용-효과 비율(CER) 결과는 기존 방식의 CER이 489, 객체인식 방식의 CER이 389로, 객체인식 기반 CCTV 방식이 약 21% 더 효율적인 것으로 분석되었다.

위 비교 결과는 객체인식 CCTV 기술이 기존 시스템에 비해 비용 대비 탐색 성과 측면에서 현저히 우수함을 입증한다는 것을 보여준다. 특히 시간 절감과 발견률 향상이라는 핵심 정책성과를 동시에 달성하면서도, 비용 절감까지 가능하다는 점에서, 공공 안전 분야에 있어 객체인식 기술의 도입 타당성이 충분하다는 정량적 근거로 활용될 수 있다.

### 3. 투자 대비 효과 분석 (ROI)

ROI는 일정 기간 동안 기술 도입을 통해 발생한 총 편익을, 초기 투자비용과 비교하여 경제적 타당성을 측정하는 지표이다.

$$ROI = \frac{\text{누적비용} - \text{총비용}}{\text{총비용}}$$

< 표 4-2 > ROI 계산 시나리오

항목	수치
도입 장비 수	100대
장비당 도입비	500만 원
초기 투자비	5억 원
연간 유지관리비	5천만 원

실종자 발생	연 250건
1건당 절감 편익	40,000원
연간 총 편익	1,000만 원
5년 누적 편익	5,000만 원
5년 총비용	7.5억 원
ROI	0.067 (6.7%)

객체인식 기반 CCTV 시스템 도입의 경제적 타당성을 검토하기 위해, 본 연구에서는 5년간 누적 기준의 ROI(투자 대비 수익률)를 계산하였다. 다음은 시나리오에 따른 ROI 분석의 주요 전제와 결과이다.

ROI 산정 조건에 따라 초기 총 투자비는 5억원, 연간 유지관리비: 약 5천만원, 실종자 발생 연간 250건, 1건당 절감 편익(예: 인건비, 탐색시간 단축 등) 40,000원, 연간 총 편익 1,000만원, 5년 누적 편익 5,000만원, 5년 총비용 초기 투자비(5억) + 유지비(2.5억) = 7.5억원 ROI 계산식에 따라 도출된 5년 누적 기준 ROI는 약 0.067, 즉 6.7% 수준으로 나타났다. 이는 순수 재무 ROI로 볼 때 상대적으로 낮은 수치이지만, 단순 경제 효과만으로 평가하기에는 한계가 있다. 표면적으로 순수 재무 ROI는 낮은 수치를 보이지만, 이는 객체인식 CCTV 도입으로 인한 사회적 편익이 계량화되기 어려운 점을 반영하지 못한 결과이다. 실종자 조기 발견으로 인한 가족의 심리적 안정, 행정 인력 낭비 감소, 시민 안전망 강화 등 비재무적·공공적 편익까지 고려하면 도입 타당성은 높다 특히 다음 조건들이 충족될 경우 ROI는 크게 개선될 수 있다. 기술 단가 절감 (예: 양산체계 전환, 국산화 등), 도입 장비 수 증가에 따른 규모의 경제 실현, 시범 운영 지역에서 성과 입증 후 전국적 확산 시 결론적으로, ROI 수치만으로 도입 여부를 판단하기 보다는, 장기적 정책 효과와 공공 편익까지 포함한 포괄적 관점에서의 타당성 검토가 필요하다.

#### 4. 민감도 분석

민감도 분석은 핵심 변수의 변화가 CER 및 ROI에 어떤 영향을 미치는지를 시나리오별로 검토하여, 정책적 판단의 불확실성과 위험 요소를 진단하는 목적을 가진다.

< 표 4-3 > 민감도 시나리오

시나리오	인식 정확도	실종자 발생 수	도입비용 변화
A (보수적)	70%	180건	+30%
B (기준)	80%	250건	기준
C (낙관적)	90%	300건	-30%

ROI와 CER의 신뢰성과 현실성을 높이기 위해, 다음과 같은 3가지 민감도 분석 시나리오(A~C)를 설정하였다. 각 시나리오는 인식 정확도, 연간 실종자 발생 수, 도입 비용 변화라는 3개의 주요 변수 조합에 따라 구성되었다. 시나리오 A는 기술 성능 저하, 도입 비용 증가, 수요 감소라는 비우호적 조건을 가정한 시나리오이다. 이 경우 ROI와 CER 모두 비효율적으로 나타날 가능성이 높으며, 정책 도입 시 리스크 회피 전략 또는 단계별 도입 검토가 필요하다. 시나리오 B는 본 연구의 기본 가정이 적용된 중립적 조건으로, 현실적인 기술 성능과 예산 수준, 실종 빈도를 반영한 모델이다. 이 조건에서 ROI는 약 6.7%, CER은 389로 나타났으며, 도입 가능성과 확장성을 검토할 수 있는 기준선 역할을 한다. 시나리오 C는 기술 성능이 뛰어나고, 실종자 수요가 많으며, 장비 단가도 절감되는 경우를 가정한 시나리오이다. 이 조건에서는 ROI가 큰 폭으로 개선되고, CER 역시 최소화되어 정책 도입의 타당성이 가장 높게 평가된다. 이러한 시나리오 기반 민감도 분석을 통해 확인된 주요 시사점은 다음과 같다. ROI는 수요(실종자

발생 수)와 도입비용에 가장 민감하게 반응 CER은 기술 성능(인식 정확도)과 성과지표의 합산 구조( $E_1 + E_2$ )에 따라 변화 따라서, 실제 정책 도입 시에는 위와 같은 변수 조합에 따른 시나리오별 분석을 통해 예산 투입 시기, 장비 규모, 지역 선택 전략 등을 차등적으로 설정할 필요가 있다.

< 표 4-4 > 분석 결과

시나리오	CER	ROI	해석
A	530	0.4	기술 신뢰도 ↓, 수요 ↓, 비용 ↑ → ROI 급감
B	410	0.11	기준 수치 → 정책 검토 수준에서 도입 가능
C	310	0.18	기술 향상 + 수요 증가 + 비용 절감 → 고효율 시나리오

인식 정확도, 실종자 수요, 도입 비용을 변수로 설정한 3가지 시나리오(A~C)에 대해 비용-효과 분석(CER)과 투자 대비 효과 분석(ROI)을 수행하였다. 그 결과, 조건 변화에 따른 성과 지표의 민감성이 뚜렷하게 나타났다. 시나리오 A (보수적 조건)의 CER: 530, ROI: 0.04 (4%)는 인식 정확도 저하(70%), 실종자 발생 수 감소(180건), 도입 비용 증가(+30%)라는 불리한 조건 조합을 반영하였다. 그 결과, CER은 가장 높고 ROI는 가장 낮은 수준을 보이며, 기술 신뢰성과 비용 효율성 모두가 낮은 상황에서의 정책 도입은 타당성이 낮다는 해석이 가능하다. 시나리오 B (기준 조건)의 CER: 410, ROI: 0.11 (11%)는 기술 성능(정확도 80%), 적정 수요(250건), 도입 비용(기준가) 등 현실적 조건을 반영하였다. ROI 수치는 다소 낮지만, 기술 도입의 정책 검토가 가능한 수준의 성과를 보여주며, 초기 시범사업 또는 부분 도입 대상으로는 적합하다고 평가된다. 시나리오 C (낙관적 조

건의 CER: 310, ROI: 0.18 (18%)는 인식 정확도 향상(90%), 수요 증가 (300건), 장비 단가 절감(-30%)을 반영한 가장 이상적인 조건 시나리오이다. ROI가 0.18로 가장 높게 나타났으며, CER 역시 가장 낮은 수준으로, 경제성 및 성과 효율성 측면에서 매우 우수한 도입 조건임을 시사한다. 이러한 조건이 충족될 경우, 전면적 확산 정책으로 확대 검토가 가능하다는 결론을 도출할 수 있다. 정리하여 시사하면 ROI는 수요(실종자 발생 건수) 및 도입 비용의 변화에 가장 민감하게 반응하고 CER은 기술 성능(인식 정확도)과 성과지표의 합( $E_1 + E_2$ )에 의해 결정적 영향을 받음을 다시 한번 확인 할수 있다. 따라서, 정책 도입 시 실제 지역 여건(수요), 기술 수준, 도입 시기별 단가를 고려한 단계적·조건별 도입 전략이 필요하다.

## 5. 현실 변수 기반 보완 분석

앞선 분석은 기술 성능과 비용 중심의 정량 평가에 초점을 맞추었으나, 실제 정책 현장에서는 다음과 같은 복합적 변수가 성과에 영향을 미친다. 이를 반영하여 변수 확장하여 분석의 현실성과 정책 적용 가능성을 보완하였다.

< 표 4-5 > 정책·사회·기술 변수 목록

분류	변수	설명	영향 지표
성과	$E_1$	탐색 시간 단축량 (분)	CER
	$E_2$	발견률 향상폭 (%)	CER
비용	$C_1$	CCTV + AI 모듈 도입비	ROI / CER
	$C_2$	유지관리 및 인건비	ROI / CER
	$C_3$	간접 사회비용 (실종 장기화 등)	CER
기술 위험	$P_1$	인식 정확도	ROI / CER
	$P_2$	사각지대 발생률	CER

	P <sub>3</sub>	시스템 장애율	ROI
정책 환경	R <sub>1</sub>	실종자 발생 빈도	ROI
	R <sub>2</sub>	관제 인력 대체율	ROI 보정
	R <sub>3</sub>	관제 효율 향상률	ROI 보정
사회 수용성	S <sub>1</sub>	시민 프라이버시 반대율	도입 저항
	S <sub>2</sub>	관제요원 수용성	실무 이행성
행정 실행	A <sub>1</sub>	예산 확정~설치까지 소요기간	ROI 실현 시기
	A <sub>2</sub>	시범구역 우선 적용 범위	정책 확산 가능성

객체인식 기반 CCTV 시스템의 도입 효과를 다면적으로 평가하기 위해, 단순한 비용 및 성과 지표 외에도 기술적 위험성, 정책 환경, 사회 수용성, 행정 실행 가능성까지 포함한 종합적인 변수 체계를 설정하였다.

성과 변수 (E 계열)

E<sub>1</sub> : 탐색 시간 단축량 (분 단위) → 시스템 도입 후 탐색 소요시간 감소량.

E<sub>2</sub> : 발견률 향상폭 (%) → 골든타임 내 실종자 발견 확률의 증가폭.

→ 두 변수 모두 CER(비용-효과 비율) 산정의 핵심 성과지표로 활용된다.

비용 변수 (C 계열)

C<sub>1</sub> : 장비 및 모듈 도입비 → CCTV 하드웨어 및 AI 연동 장비의 초기 비용

C<sub>2</sub> : 유지관리비 및 인건비 → 연간 유지보수, 서버 비용, 관제 인력 등 운영비용

C<sub>3</sub> : 간접 사회비용 → 실종 장기화로 인해 발생하는 의료비, 심리치료, 가족 부담 등 사회적 비용 → 세 가지 모두 ROI 및 CER 계산의 비용 항목으로 포함된다.

기술 위험 변수 (P 계열)

P<sub>1</sub> : 인식 정확도 → 객체인식 기술의 실시간 성능.

P<sub>2</sub> : 사각지대 발생률 → CCTV 커버리지 미적용 또는 조도/기상 조건 등으로 인한 인식 실패 가능성.

P<sub>3</sub> : 시스템 장애율 → 서버 다운, 통신 장애, 영상 분석 지연 등 기술 신뢰성 변수. → 이들은 시스템 도입의 위험요인 평가 및 민감도 분석의 주요 대상이 된다.

정책 환경 변수 (R 계열)

R<sub>1</sub> : 실종자 발생 빈도 → 수요 기반 변수로, 정책 ROI 결정에 큰 영향

R<sub>2</sub> : 관제 인력 대체율 → 기존 인력 대비 AI 보조 비율로, 도입 후 행정 구조 변화에 관련

R<sub>3</sub> : 관제 효율 향상률 → 단위 시간 내 감시 범위 및 탐색 범위 증가율

→ 이들은 ROI의 보정 지표로 사용되며, 정책 효과 시뮬레이션에도 활용된다.

사회 수용성 변수 (S 계열)

S<sub>1</sub> : 시민 프라이버시 반대율 → 개인정보 보호에 대한 민원 비율

S<sub>2</sub> : 관제요원 수용성 → 시스템 도입에 대한 관제 인력의 기술 수용 태도  
→ 해당 변수는 정책 실현 가능성에 대한 사회적 요인으로 작용한다.

행정 실행 변수 (A 계열)

A<sub>1</sub> : 예산 확보 가능성과 소요기간 → 도입을 위한 예산 확보의 현실성 및 행정 절차 소요시간

A<sub>2</sub> : 시범구역 설정 및 확대 가능성 → 초기 도입 대상 지역의 선택 전략 및 전국 확산의 가용성 → 이는 ROI뿐 아니라 정책 도입의 실현성과 전략적 우선순위 설정에 영향을 미치는 변수이다.

이러한 변수 체계는 정량적 분석(CER, ROI)에만 의존하지 않고, 정책 현장성과 사회 수용성까지 통합적으로 고려할 수 있는 분석 프레임을 제공한다. 향후 정책 도입 시, 단일 성과 중심의 판단을 넘어서 다양한 변수 간의 상호작용과 종합적 타당성 검토가 필요하다.

< 표 4-6 > 변수 기반 시나리오 예시

변수	기준	변화 방향	영향
P <sub>1</sub> (인식 정확도)	90%	↓ 70%	E <sub>2</sub> 하락 → CER 악화, ROI 하락
R <sub>1</sub> (실종자 빈도)	250건	↓ 180건	총 편익 감소 → ROI 하락
C <sub>1</sub> (도입비용)	5억	↑ 6.5억	총비용 증가 → ROI 하락
R <sub>2</sub> (인력 절감률)	30%	↑ 50%	인건비 절감 → ROI 상승
S <sub>1</sub> (시민 반대율)	15%	↑ 30%	도입 저항 증가 → 정책 이행성 저하
A <sub>1</sub> (행정지연 기간)	6개월	↑ 12개월	투자 회수 지연 → ROI 실현 시점 후퇴

객체인식 기반 CCTV 시스템의 정책 도입 타당성을 정밀하게 검토하기 위해, 본 연구에서는 주요 정책 변수(P, R, C, S, A 계열)의 변화 방향에 따른 ROI 및 CER 민감성 시나리오를 구성하고, 그 영향을 정리하였다. 표 IV-5는 각 변수의 기준값 대비 변화 방향에 따라 성과지표 및 경제성 지표(CER, ROI)에 미치는 영향을 정리한 것이다. P<sub>1</sub> (기술 성능), S<sub>1</sub> (사회 수용성), A<sub>1</sub> (행정 지연) 등은 도입 여부에 직결되는 전제 조건이다. 반면, R<sub>1</sub> (수요) 및 R<sub>2</sub> (운영효율)은 도입 시점 이후 ROI 달성에 결정적 영향을 주는 핵심 변수로 분류된다. 정책적 시사점으로 기술적 성능만으로 도입 여부를 결정하는 것은 불충분하며, 다음 조건이 함께 충족되어야 한다. 시민 수용성 확보 (프라이버시 보호 정책 포함), 예산 집행의 신속성 및 계획성 확보, 인프라 적합성 검토 (사각지대 최소화, 카메라 품질 및 각도 등) 이 분석은 정책 도입 시 정량적 지표 + 실행 가능성 요소를 함께

고려해야 함을 강조하며, 단순 ROI 수치 이상으로 정책 전략을 정교화할 필요성을 보여준다.

## 6. 객체인식 시험 결과 기반 보완

객체인식 기반은 다양한 AI 모델을 접목하여 객체인식에서 클래스의 다양성으로 인식 성능을 좌우할수 있다. 예로 객체를 분류하는 클래스를 35개(상의 종류, 하의종류, 상의 색상, 하의색상, 악세사리 등)로 정확도 mA 값을 구하기 위한 실제시험을 기반으로 객체인식의 활용성을 높일수 있는 방법과 객체인식의 실질적 학습 효과를 보기위한 방향성을 함께 제시할수 있다. 다음 표 4-7은 클래스의 참, 거짓의 예측 수이며 p\_true는 참으로 라벨링 된 데이터 중 모델이 참으로 예측한 수(True Positive, Tp), n\_true는 거짓으로 라벨링 된 데이터 중 모델이 거짓으로 예측한 수(True Negative, Tn), p\_tol는 Ground Truth로써, 참으로 라벨링 된 데이터의 전체 개수(Positive total), n\_tol는 Ground Truth로써, 거짓으로 라벨링 된 데이터의 전체 개수(Negative total), cur\_mA (current mean Accuracy)공식은 아래와 같다.

$$cur\_mA = \frac{(p\_true/p\_tol) + (n\_true/n\_tol)}{2}$$

< 표 4-7 > 클래스별 객체 분류 정확도 집계

번호	클래스	p_true/n_true	p_tol/n_tol	cur_mA
1	long_sleeve	792/3009	1262/3410	0.75
2	short_sleeve	2752/949	3168/1504	0.75
3	sleeveless	14/4599	55/4617	0.63

4	top_red	107/4403	173/4499	0.8
5	top_orange	34/4603	51/4615	0.8
6	top_yellow	59/4527	115/4557	0.75
7	top_green	86/4472	146/4526	0.79
8	top_blue	446/3817	681/3991	0.81
9	top_purple	14/4592	47/4625	0.65
10	top_pink	37/4468	60/4512	0.8
11	top_brown	41/4484	139/4533	0.64
12	top_white	69/3615	71/3801	0.86
13	top_grey	329/3760	166/4012	0.72
14	top_black	1370/2736	1623/3049	0.87
15	long_pants	3422/855	3604/1068	0.88
16	short_pants	87/3714	72/3800	0.86
17	skirt	30/4477	106/4566	0.63
18	bottom_type_none	93/4430	190/4482	0.74
19	bottom_red	19/4607	53/4619	0.68
20	bottom_orange	0/4664	5/4667	0.5
21	bottom_yellow	9/4604	48/4624	0.6
22	bottom_green	19/4592	62/4610	0.65
23	bottom_blue	353/3979	561/4111	0.8
24	bottom_purple	0/4665	7/4665	0.5
25	bottom_pink	3/4658	11/4661	0.64
26	bottom_brown	41/4479	132/4540	0.65
27	bottom_white	105/4389	214/4458	0.74
28	bottom_grey	307/3787	621/4051	0.71
29	bottom_black	2491/1517	2766/1906	0.85
30	carrier	0/4668	4/4668	0.5
31	umbrella	140/4359	243/4429	0.78
32	bag	1404/3484	900/3772	0.69
33	hat	230/4032	493/4179	0.72
34	glasses	16/4484	108/4564	0.57
35	acc_none	2497/3996	2924/1748	0.71

자료 : KTL 성적서(24-077179-01-1, p14-15)

cur\_ma는 클래스별 정확도의 평균값을 의미하며, 전체 모델의 성능을 세밀하게 확인하는데 유용한 지표가 된다. 이 시험 결과를 보면 35가지의 클래스 평균은  $0.71 > 0.60$ 로 평균 객체 분류가 현재 71%이다. 이는 클래스를 어떤 것을 설정하여 검색하냐에 따라 인식 정확도가 높게는 0.8의

mA 값을 가지는 10클래스를 설정하면 80%이상의 성능을 끌어 낼 수 있다. 다음 표 4-8은 평균 이상의 클래스(우수 성능)을 분류하여 최적화 할 수 있는 분류이다.

< 표 4-8 > 우수 클래스 분류

번호	클래스	cur_mA
1	long_pants	0.88
2	top_black	0.87
3	short_pants	0.86
4	top_white	0.86
5	bottom_black	0.85
6	top_blue	0.81
7	top_pink	0.8
8	top_red	0.8
9	top_orange	0.8
10	bottom_blue	0.8
11	top_green	0.79
12	umbrella	0.78
13	short_sleeve	0.75
14	long_sleeve	0.75
15	top_yellow	0.75
16	bottom_white	0.74
17	bottom_type_none	0.74

다음은 평균 이하 클래스 분류 15가지 이다. 모델의 학습을 통한 고도화 및 최적화 해야하는 분야를 선별 할 수 있고 대상 선정에 활용 할수 있을 을 볼수 있다.

< 표 4-9 > 평균 이하 클래스 분류

번호	클래스	cur_mA
1	hat	0.72
2	top_grey	0.72
3	acc_none	0.71
4	bottom_grey	0.71
5	bag	0.69
6	bottom_red	0.68
7	bottom_pink	0.64
8	top_brown	0.64
9	skirt	0.63
10	sleeveless	0.63
11	bottom_yellow	0.6
12	glasses	0.57
13	bottom_orange	0.5
14	bottom_purple	0.5
15	carrier	0.5

시험 결과 평균 정확도 이상, 이하로 구분하여 성능이 우수한 17개 클래스는 성능이 우수하므로 유지하거나 벤치마크 대상으로 삼을 수 있고, 평균 이하 15개 클래스는 성능 개선(데이터 품질 향상, 재학습 등)이 필요한 대상등으로 구별할 수 있다. 클래스별 고도화한다는 가정하에 다음과 같은 객체인식 관제 시스템의 부각 전략을 세울수 있다.

관제 운용 효율 측면 강조가 가능 할 것이다. AI 판별 신뢰도를 등급화 하여 정확도  $\geq 80\%$  는 “AI 자동 판별 허용”, 정확도 70 - 80% 는 “사람 검토 권장”, 정확도  $< 70\%$  는 “수동 판별 필요” 등으로 등급화 하고 신뢰도 바탕으로 개선 전 수색 시간 평균과 개선 후 수색시간 평균 등을 계산할 수 있을 것이고 이로서 사회적 비용 감소와 실종자 탐지율 증가 등 직접 연결이 가능 하다. 현실 기반하여 적용하고 ROI 기반 보고서를 작성 할 때 예로 정확도 7% 향상으로 실종 탐색 소요시간이 40% 단축 되었으며, 추정 사회적 비용은 연간 약 1.2억원이 절감되었다 라는 결과도 함께 도출 가능 할 것이다. 현장 대응 강화에도 영향을 주어 클래스별 경보 신뢰도 등급을 나눌 수 있으며 고정확 클래스는 알림을 적극 주고 저정확 클래스는 현장 사진 포함하여 보조 역할을 하는 등 다양한 UX 설계가 가능 하여 보다 정교한 가이드가 될 수 있다.



## V. 결론

### 1. 연구 결과 요약

객체인식 기반 CCTV는 탐색 시간 단축, 발견률 향상, 비용 절감 측면에서 우수한 성과를 보였으며, CER 기준으로 약 20~30% 효율성 개선, ROI 기준으로는 단기적으로 낮으나, 정책적 확장성과 사회적 편익을 감안할 때 도입 타당성 충분하다. 민감도 분석 결과, ROI는 인식 정확도·실종자 빈도·도입비용에 가장 민감하다. 확장 변수 분석을 통해, 기술뿐 아니라 사회·행정·정책적 여건을 함께 고려한 다층적 접근이 필요하다.

본 연구는 객체인식 기반 CCTV 시스템의 실종자 탐색 효과 및 정책적 타당성을 검토하기 위해, 기존 NVR 기반 영상관제 방식과의 비교 분석을 통해 정량적 성과와 경제성을 측정하였다. 분석 결과, 객체인식 시스템은 탐색 시간 단축(약 83%), 발견률 향상(약 15%p), 탐색 비용 절감(약 36%) 등의 효과를 나타내었으며, 비용-효과 비율(CER)은 기존 방식보다 21%가량 낮게 도출되었다. ROI는 5년 기준 6.7% 수준으로 산정되었고, 도입 장비 수, 유지관리비, 실종자 발생 건수, 인식 정확도 등의 변수 변화에 따라 큰 민감성을 보였다.

특히 민감도 분석에서는 기술 성능( $P_1$  : 인식 정확도), 수요 변수( $R_1$  : 실종자 발생 빈도), 초기 투자비( $C_1$  : 도입비용) 등이 ROI와 CER에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 인식 정확도가 90%에서 70%로 낮아질 경우 ROI는 급감하고, 반대로 도입비용이 30% 절감되거나 실종자 수요가 증가할 경우 ROI는 큰 폭으로 개선되는 구조였다. 또한 기술 도입의 효과는 단순 정량 지표뿐 아니라, 정책 실행 환경과 사회적 수용성 등 비정량

적 요인에 의해서도 결정될 수 있음을 확인하였다.

이에 따라 본 연구는 단순 비용 대비 효과를 측정하는 접근을 넘어, 정책 실행 가능성과 수용성까지 포함한 정책 통합 분석틀을 구성하고자 하였다. 이를 위해 정책 효과성과 경제성에 영향을 미치는 변수들을 기술(P), 정책(R), 사회(S), 행정(A), 성과(E), 비용(C)의 6개 범주로 구분하고, 각 항목에 대한 우선순위 평가 체계와 변수 영향 분석을 통해 전략적 정책결정에 활용될 수 있는 기초자료를 제시하였다.

< 표 5-1 > 정책 우선순위 설정

우선 순위	정책 요소	설명
1순위	시범구역 중심의 점진적 도입	실증 효과를 확인한 후 점진 확대 (ex. 사상구 중 실종 다발지역부터)
2순위	사각지대 분석 및 설치 최적화	설치 전 AI 카메라 커버리지 진단 필수
3순위	시민수용성 제고	개인정보 보호 체계 수립 + 공청회 운영
4순위	통합관제센터 인력 재구조화	기존 인력을 AI 보조 모니터링 인력으로 전환
5순위	KPI 기반 성과관리	CER·ROI 등 정량 성과 지표 활용해 매년 평가·예산 반영

객체인식 기반 CCTV 시스템의 도입은 단순한 기술 적용을 넘어, 실종자 탐색이라는 공공서비스의 성격을 고려한 정책적 실행 전략과 단계적 확산 로드맵이 필요하다. 이에 본 연구에서는 정책 실행을 위한 5단계의 우

선순위 요소를 설정하였으며, 각 단계는 효과성과 실현 가능성을 중심으로 정리되었다.

첫째, 시범구역 중심의 점진적 도입이 최우선 과제로 제시된다. 실종자 발생 빈도가 높은 지역(예: 부산 사상구 내 일부 지역)을 대상으로 효과를 입증한 후, 점진적으로 적용 구역을 확대하는 방식이 현실적이며 정책적 수용성도 높다. 초기 성과가 확인되면, 이를 근거로 행정적 확산 및 예산 확대도 용이해진다.

둘째, 사각지대 분석 및 설치 최적화가 병행되어야 한다. 시스템을 실제로 설치하기에 앞서 AI 기반의 카메라 커버리지 분석을 통해 사각지대 여부를 진단하고, 카메라 설치 지점의 최적화를 선행함으로써 장비 효율성과 기술 신뢰도를 확보할 수 있다.

셋째, 시민 수용성 제고를 위한 제도적 장치 마련이 필요하다. 개인정보 보호에 대한 우려 해소를 위해 공정하고 투명한 데이터 관리체계 구축이 필요하며, 공청회 및 주민 설명회 등 민주적 절차를 통해 제도에 대한 시민 신뢰를 확보해야 한다.

넷째, 통합관제센터의 인력 재구조화가 뒤따라야 한다. 기존 인력을 단순 감시 업무에서 AI 기반 보조 모니터링 및 상황 판단 중심의 고차 업무로 전환함으로써, 인적 자원의 효율성과 관제 품질을 동시에 개선할 수 있다.

다섯째, KPI 기반의 성과 관리 체계를 구축할 필요가 있다. CER, ROI 등의 성과 지표를 기반으로 도입 효과를 주기적으로 측정하고, 이를 행정 평가와 예산 배분에 연동시켜야 시스템 도입이 일회성에 그치지 않고 지속 가능하게 정착될 수 있다.

이와 같이 설정된 정책 우선순위는 단순히 기술적 우수성에 기반한 일괄 도입 방식이 아니라, 사회적 수용성과 행정적 실행 가능성을 반영한 단계 별 확산 전략의 핵심 구성 요소로 기능한다.

< 표 5-2 > 단계별 추진 전략

단계	전략	주요 내용
1단계	도입 타당성 검토	실종 다발 지역 통계 분석 + 시나리오 구성
2단계	시범사업 운영	예산 규모 조정 + 민원 대응 매뉴얼 제작
3단계	전환 인력 교육	관제요원 AI 분석교육 / 응급 대응 시나리오 훈련
4단계	지표 중심 성과평가	CER, ROI, 발견률 등으로 도입 효과 정기 모니터링
5단계	법·제도 정비	개인정보보호법, 지자체 영상통합 관리 조례 정비 필요

객체인식 기반 CCTV 시스템의 도입은 단순한 장비 구축을 넘어, 정책적 타당성 검토와 사회적 수용성 확보, 법·제도 정비에 이르는 체계적 실행 전략이 요구된다. 이에 본 연구는 다음과 같은 5단계 추진 전략을 제안한다.

1단계는 ‘도입 타당성 검토’ 단계이다. 이 단계에서는 실종자 발생이 빈번한 지역을 중심으로 통계 데이터를 분석하고, 기술 적용의 시급성과 실효성을 판단한다. 지역별 수요와 여건에 따라 다양한 정책 시나리오를 구성하고, 시범 대상 지역 선정의 기초자료로 활용한다.

2단계는 ‘시범사업 운영’ 단계이다. 도입 효과를 실제로 검증하기 위해, 예산을 일부 배정하여 제한된 범위에서 시스템을 시범 도입한다. 이 과정에서 예산 조정 가능성을 확보하고, 민원 대응 매뉴얼이나 공공 캠페인 등 사회적 수용 기반도 병행 구축한다.

3단계는 ‘전환 인력 교육’ 단계이다. 기존 관제 인력의 단순 감시 업무를 AI 기반 모니터링 보조 역할로 전환하기 위한 교육과 훈련이 필수적이다.

특히 AI 분석 결과 해석 능력, 응급 상황 대응, 시스템 장애 시 매뉴얼 운영 등 실무 중심 교육이 필요하다.

4단계는 ‘지표 중심 성과평가’ 단계이다. 도입 이후에는 CER, ROI, 발견률 등의 성과지표를 기준으로 정기적인 효과 평가와 피드백 시스템을 마련해야 한다. 이를 통해 정책 실행의 지속성과 성과 기반 예산 집행이 가능해진다.

5단계는 ‘법·제도 정비’ 단계이다. 객체인식 기술의 공공 영역 적용은 개인정보보호법, 영상정보처리기기 운영 조례 등 관련 법률과 제도의 정비를 필요로 한다. 특히 영상 데이터의 저장·활용·삭제 기준과 책임소재에 대한 명확한 기준 수립이 요구된다.

이러한 단계별 전략은 단순 기술 중심이 아닌, 행정, 재정, 사회적 수용성, 법제도 기반을 아우르는 통합적 접근이 필요함을 강조한다. 실제 정책 추진 시, 각 단계를 병행적·유기적으로 설계할 경우 정책 실패 가능성을 줄이고 실행력을 높일 수 있는 기반이 될 것이다.

## 2. 시사점

본 연구는 객체인식 기반 CCTV 기술을 단순 기술 평가에 그치지 않고, 정량적 성과 분석(CER, ROI)과 정책 실행 관점의 변수 분석을 결합한 통합형 정책 연구모델을 제시하였다. 기존 선행연구들이 다루지 않았던 공공 안전 분야에서의 AI 기술의 투자 효율성과 사회적 편익 분석을 시도하였으며, 민감도 분석을 통해 기술적 요인 외에 행정, 사회, 예산 환경이 정책 성과에 미치는 영향을 구조적으로 분석했다는 점에서 학문적 의의가 있다.

본 연구 결과는 지자체, 경찰청, 관제센터 등 현장 실무기관이 객체인식 CCTV 도입 여부를 판단할 때 필요한 근거 지표와 변수 가이드를 제공한

다. 특히 도입을 검토 중인 지역에서는 시범사업 타당성, 비용 추정, 정책 우선순위 설정, 시민 수용성 확보 전략 수립에 본 연구의 결과를 참고할 수 있다. 실종자 조기 발견을 통한 행정 효율성 개선, 가족 불안 해소, 사회적 비용 감소 등 다양한 실질적 편익을 확인하였으며, 이는 단순 기술 성능 이상의 사회안전망 강화 효과를 의미한다.

### 3. 한계점 및 향후 연구과제

본 연구는 실제 사상구의 실측 데이터를 활용한 분석이 아닌, 경찰청 및 지자체 통계를 기반으로 한 가상의 수치 시나리오를 사상구에 적용하여 분석을 수행하였다. 따라서 지역 맞춤형 성과와 직접 비교하기에는 한계가 있으며, 결과의 외적 타당성 확보를 위해 실측 기반 실증 분석이 추가적으로 요구된다. 또한, ROI 산정 시 정성적 편익(심리적 안정, 가족의 만족도 등)은 정량화가 어려워 보수적 추정을 기반으로 분석하였다.

실제 객체인식 시스템 도입 사례의 로그 데이터 기반 실증 검증 강화, 다양한 지자체(인구 밀도, CCTV 커버리지, 예산 규모 등)를 반영한 지역별 시나리오 구성, AI 기반 행동인식(배회, 이상행동) 기술과의 통합적 시스템 분석, 프라이버시 보호와 시민 수용성 확보를 위한 제도적 장치와 사회적 커뮤니케이션 전략 연구 등 향후 연구 필요성이 있다.

객체인식 기반 CCTV 시스템은 단순한 기술 도입을 넘어서, 실종자 조기 발견과 사회적 약자 보호를 위한 정책적 기술 수단으로서의 역할을 수행할 수 있다. 기술의 효과성과 경제성을 동시에 검증하고, 행정적 실행 가능성과 사회적 수용성을 함께 고려한 정책 중심의 실증 연구모형을 제시하였다. 이와 같은 연구가 지속적으로 확장되어, 공공 영역에서의 AI 기술이 책임 있는 방향으로 활용되고, 실효성 있는 정책으로 구현되기를 기대한다.

## 참고문헌

### 1. 국내 문헌

경찰청 (2023), 경찰통계연보 제67호, 45-54

김진호 (2023), 치매환자 실종 대응을 위한 객체인식 CCTV 시스템의 효과성 분석, 한국융합보안학회지, 23권(1호), 77-85

김현주 외 (2020), 한국보건사회연구원, 597-605

박병선, 이희권, 황동환, 김용갑 (2024), 내부망 및 VPN 기반 NVR 시스템 설계 및 구현, 한국인터넷방송통신, 학회 논문지, 24권(2호), 1-6

부산광역시 금정구청 (2013), 실종 사회적 약자 찾기 서비스, 1-2

경찰청 (2023), 자체평가 결과보고서(주요정책 부분), 32

장일식 (2021), 치안행정과 지역복지행정의 연계를 통한 자치경찰제도 발전 방안에 관한 연구, 경찰대학 치안정책연구소 보고서, 31

조규형, 김대성, 박세윤 (2021), Edge-AI 기반 객체 인식 CCTV 시스템 45-54

## 2. 해외 문헌

Gai, Y., Li, H., & Wang, Z (2021), Pedestrian Target Tracking Based On DeepSORT With YOLOv5. International Journal of Computer Applications, 183(45), 1-5

Liu, W., et al. (2016), Single shot multibox detector. European Conference on Computer Vision (ECCV), 21-37

Redmon, J., & Farhadi, A (2018), YOLOv3: An incremental improvement, 4-5

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A (2016), You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, 779-788

Velastin, S., Yin, J., & Davies, A (2006), "Performance Evaluation of Automated CCTV Surveillance Systems." IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 16(10), 1220 - 1230.