

## 사용자 행동예측을 위한 임베디드 인공지능 엔진 및 시스템 기술 개발

\*송혁 \*최인규 \*고민수 \*\*유지상

\*한국전자기술연구원 \*\*광운대학교

\*{hsong, cig2982, kmsqwet}@keti.re.kr \*\*jsyoo@kw.ac.kr

### Embedded artificial intelligence system development for action estimation on construction site

\*Hyok Song \*Inkyu Choi \*Minsoo Ko \*\*Jisang Yoo

\*Korea Electronics Technology Institute \*\*Kwangwoon Univ.

## 요약

딥러닝을 활용한 영상 분석 기술은 GPU 하드웨어의 발전으로 인하여 소프트웨어 기반 처리 기술이 급격히 발전하였고 기존 패턴 분석 기술 대비 높은 정확도를 보여주고 있다. PC나 특정 하드웨어에서 동작하는 소프트웨어 기반 영상분석기술은 적용 분야의 한계가 발생하였다. 신경망 기술을 하드웨어로 구현한 NPU(Network processing unit)의 개발로 고가의 플랫폼이 아닌 임베디드 플랫폼에서의 딥러닝 구현이 가능해졌다.

반면에 하드웨어에서 활용 가능한 네트워크가 제한적으로 인하여 구현 가능한 딥러닝 모델의 크기, 메모리 등의 한계가 있으며 시시각각 변하는 딥러닝 기술에 기반한 최신모델 또는 고성능 모델을 구동하기에는 한계가 발생하였다. 이를 해결하기 위하여 본 연구에서는 Distillation 기법을 적용한 임베디드 시스템을 개발하고 이에 기반한 딥러닝 모델의 구현 및 상황에 따른 가변적 딥러닝 모델의 적용이 가능한 시스템을 구현하였다.

## 1. 서론

인공지능 기반 플랫폼은 고성능 GPU의 개발과 더불어 성능 위주의 개발이 진행되어 왔으나 최근 초소형 디바이스, 이동형 디바이스 등 임베디드 컴퓨팅이 가능한 디바이스에 대한 요구가 증가하여 소형화된 인공지능 기반 영상/센서 디바이스의 개발요구가 커지고 있다. 소형화된 임베디드 기반 인공지능 시스템의 적용 분야는 보안, 건설, 엔터테인먼트, 교육 등 그 범위가 매우 넓으며 점점 더 확대되고 있는 상황이다. 본 논문에서는 건설현장 안전관리를 위해 지능형 안전관리 관제 시스템과 인공지능 영상분석 시스템을 융복합 적용하고 인공지능 기법을 통한 작업자 행동분석/예측, 이상징후를 신속 정확하게 판단하여 조기 경보하는 딥러닝기반 AI 안전관리 시스템을 제안하고자 한다.

기존의 서버 기반 및 클라우드 기반 인공지능 기술은 생성된 데이터를 원격지 개별 서버 혹은 클라우드 서버로 전송하여 처리되므로 실시간으로 위험 상황 대응 불가하며 네트워크 부하, 관리효율저하, 안전성 위협 등 이슈가 있다. 따라서 AI 기반의 딥러닝 기술을 활용한 딥러닝 코어 카메라 및 딥러닝 임베디드 카메라는 카메라 센서 및 행동분석/예측 임베디드 모듈에서 실시간 수집한 데이터를 임베디드 보드에서 빠르게 처리가 가능하여 상황을 즉시 파악하고 위험상황 발생 시 신속한 대처가 가능한 기술이다. 클라우드 기반의 인공지능 영상분석 또는 중앙 서버 기반의 영상분석 시스템은 중앙집중형 시스템으로 저가의 카메라를 이용하여 입력되는 영상 데이터 및 센서 데이터를 네트워크를 통하여 중앙

서버로 전송하여 고성능의 영상처리 서버에서 처리하게 되므로 중앙 처리 시스템은 고가의 시스템으로 운영되는 단점이 있어 이를 해결하고자 저가/고성능의 임베디드 시스템을 활용하여 이벤트를 처리하고 중앙 시스템은 가벼운 관리 시스템만으로 인공지능 기반 지능형 분석 시스템으로 의미를 가질 수 있다.

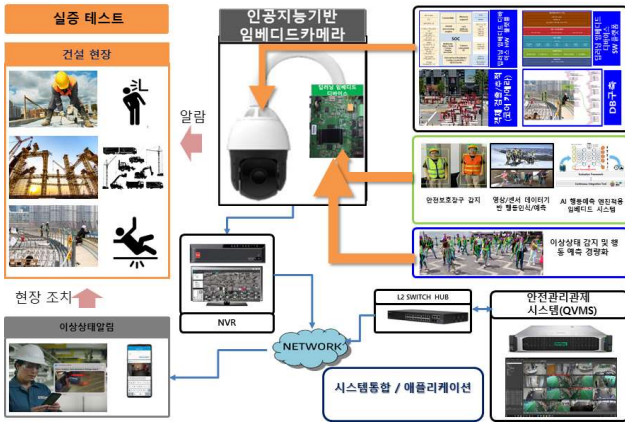
본 논문은 임베디드 기반 인공지능 카메라의 개발, 인공지능 카메라와 AI teacher 시스템의 개발 그리고 관제 시스템의 개발 내용을 포함하고 있으며 세부 딥러닝 알고리즘의 구현 결과를 포함하고 있다. 본 논문의 2장에서는 개발 시스템을 보이며 3장에서 결론 및 향후 연구 방향을 보인다.

## 2. 본론

최근 다양한 NPU의 개발로 인하여 이를 활용한 인공지능 카메라의 출시가 이어지고 있으며 국내에서도 제품화하여 판매되고 있다. 그러나 NPU 시스템의 한계로 다양한 딥러닝 모델의 구현 또는 딥러닝 모델의 업데이트를 통한 개선에 어려움이 있다. 이를 개선하기 위하여 Distillation 기법이 요구되고 있으며 제한된 시스템에 적절한 딥러닝 모델의 최적화가 요구되고 있다.

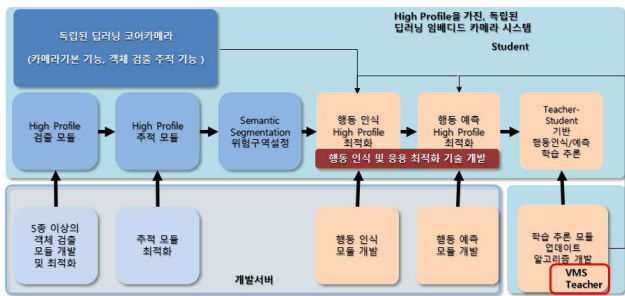
본 연구의 개발 목표는 인공지능 카메라의 개발, 인공지능 카메라의 성능을 지속적으로 개선하기 위한 Distillation 기법을 적용한 Teacher-Student 구조의 AI 서버 구현 및 실제 건설현장에 설치되어

위험구역 주변에서 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위한 VMS(Video management system)의 구현이다.



< 그림 1. 개발 시스템 및 서비스 개요 >

개발한 시스템은 그림 1과 같이 인공지능 기반 임베디드 카메라, NVR(Network video recorder) 및 VMS으로 구성되며 인공지능 기반 임베디드 카메라는 HW 플랫폼, SW 플랫폼으로 구성되고 딥러닝 알고리즘은 객체 검출/추적, 안정장구 검지, 위험행동 예측 및 행동인식 기반 위험상황 인식 모듈로 구성된다. 인공지능 카메라에서는 NPU를 통하여 객체 검출 및 추적 결과를 도출하며 카메라 시스템 단독 또는 NVR과의 연계를 통하여 활용 가능하다. AI 임베디드 플랫폼에서는 카메라에서 구현하지 못하는 고도의 알고리즘을 구현하여 예측 및 인식 기능을 수행한다. 카메라와 임베디드 시스템이 융합되면 카메라 단독 운영에 비하여 고성능의 영상분석 시스템으로 동작 가능하다.



< 그림 2. 딥러닝 AI 알고리즘 모듈 구성 >

그림 2는 딥러닝 AI 알고리즘 모듈의 구성을 보여준다. 카메라에서 수행하는 기능은 단순한 객체 검출, 추적 기능을 가지고 있으며 임베디드 AI 시스템에서는 카메라에서 수행하지 못하는 고성능 검출, 추적 기능 및 위험구역 인식, 행동인식, 행동예측 및 학습 추론 기능을 수행하는 Student로 구성되어 있다. VMS 서버에서는 각 모듈의 최적화를 진행하며 학습추론 Teacher의 역할을 하도록 구성되어 각 시스템의 기능에 맞춰 보완 개선하도록 구성되어 있다.

행동인식 기법 및 최적화 기술은 Bottleneck connection을 이용한 학습 파라미터 및 차원 감소 기법을 적용하였으며 연산량 감소를 위한 행동인식 기법으로는 단일 프레임 관절 정보 기반 행동인식 모델을 활용하여 여러 프레임을 사용하여 메모리 사용량이 증가하거나 또는

LSTM 기법 등을 활용하여 연산량이 증가하는 방법을 배제하였다.



< 그림 3. 행동 인식 결과 >



< 그림 4. 행동 예측 결과 >

그림 3은 연산량을 최소화하기 위한 스켈레톤 기반 행동인식 실현 결과데이터이다. 그림 4는 건설현장에서 크레인 상단에 설치된 카메라를 통하여 객체 추적 결과인 Trajectory에 기반하여 행동 궤적 예측을 한 결과이다. 최종적으로 위험 구역으로 설정된 영역에 진입 정확도를 측정하여 94.73%를 도출하였다.

### 3. 결론 및 향후 연구방향

인공지능 카메라 및 임베디드 AI 시스템을 활용하여 건설현장에서 발생할 수 있는 낙상, 추락사고 등을 예방하기 위하여 딥러닝 기반 객체 검출, 추적, 행동인식, 행동예측, PPE(Personal protection equipment) 검출 모듈을 개발하여 최적화하였으며 실제 현장에 설치된 CCTV를 통하여 성능 점검을 수행하여 안전관리 시스템을 구축하였으며 핵심모듈인 행동예측 결과 94.73%를 도출하였다.

본 시스템은 현장에 적용되어 검증하고 있으나 우천, 강풍 또는 강설 등의 환경에서의 성능 및 개선을 위한 지속적인 검증 작업이 진행되어야 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2020년 중소벤처기업부 중소기업기술혁신개발사업(과제번호 S2977538)의 지원을 받아 수행한 결과입니다.