

# 계층적 엣지 클라우드 컴퓨팅 시스템기반 자원 효율적인 위험상황 감지 시스템

김진겸, 이성욱, 고향천, 이주형

가천대학교 AI소프트웨어학부

kimo1113@naver.com, 1115lsw@gmail.com, thousand419@gmail.com, j17.lee@gachon.ac.kr

## Hierarchical Edge Computing System-Based Resource-Efficient Risk Detection System

Jingyeom Kim, Seonguk Lee, Gwangcheon Ko, Joohyung Lee

School of AI Software at Gachon University

### 요약

실시간 계층적 엣지 클라우드 컴퓨팅 시스템에 기반한 자원 효율적인 위험 상황 감지 시스템을 제안하였다. 엣지 장치, 엣지 서버, 클라우드 서버로 구성되어 있으며, 각 노드들은 실시간 영상을 활용한 객체 감지, 위험 상황 감지, 알림 발신의 역할을 수행한다. 2번째 노드인 엣지 서버는 낙상 감지를 계속 수행하는 것이 아닌, 엣지 노드에서 사람이 감지되었을 때만 수행함으로서 자원 효율적인 시스템 구축 가능하였다. 또한 가까운 엣지 서버에서 처리함으로써 지연시간 또한 감소하였다. 어플리케이션과, 웹페이지를 통해 사용자의 편리성 또한 증가 시켰으며, 한 개의 서버에서 서비스를 수행하는 것과 비교했을 때 더 좋은 성능을 보였다. 이 시스템은 낙상 감지 뿐만 아닌 독거노인 케어, 비디오 감시 시스템 등 실시간 영상을 이용한 다양한 어플리케이션에 사용될 것으로 전망된다.

### I. 서론

기대 수명이 높아짐에 따라 고령인구비율은 계속해서 증가하고 있다. 통계청에 따르면 65세 이상 1인 가구인 독거노인의 비율은 19.5%이다[1]. 보건복지부에 따르면 노인의 89.5%가 만성질병을 가지고 있으며, 전체 무연고 사망자의 약40%가 노인 무연고 사망자이다. 이를 보면 독거노인은 어려 어려움에 직면하고 있는 것을 알 수 있다[2]. 이를 해결하기 위해 정부에서 독거노인의 건강을 확인하는 노인돌봄기본서비스를 실행하였다. 하지만 이런 서비스에 필요한 인력이 부족하고, 비싼 장비를 요구하기 때문에 필요로 하는 서비스 인원을 다 채우지 못하는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 저렴한 장비를 이용할 수 있는 여러 대의 카메라를 이용한 독거노인 케어를 제안하고자 한다. 하지만 카메라로부터 받아온 영상을 객체 인식을 하고 위험성을 감지하는 일은 GPU를 탑재한 고성능 컴퓨팅 노드가 필요하다. 또한 여러 대의 카메라를 동시에 관리하기 위해서는 더 많은 컴퓨팅 자원을 필요로 한다. 이는 저렴한 가격으로 많은 취약 독거노인들에게 서비스를 하는 목적에 부합하지 않다.

따라서 본 논문에서는 계층적 엣지 클라우드 컴퓨팅 시스템을 기반으로 자원 효율적인 위험상황 감지 시스템을 제안하고자 한다. 위험상황 감지 프로세스를 객체 감지, 위험상황 감지, 알림 발신 총 3가지 단계로 나누어 진행하는 시스템 구조이다.

### II. 본론

본 논문에서는 3단계인 계층적 엣지 클라우드 컴퓨팅 시스템을 기반으로 GPU 자원을 효율적으로 사용하는 위험상황 감지 시스템을 제시한다. 객체 감지, 위험상황 감지, 알림 발신의 역할을 하고 있는 3가지 단계로 구성되어 있다.

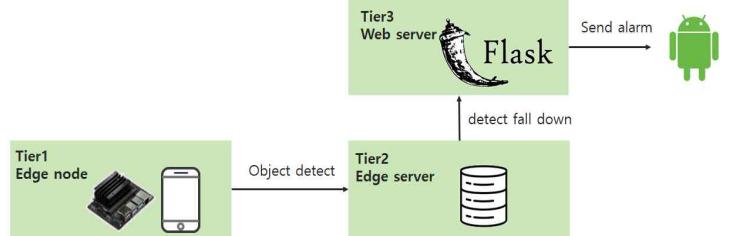


그림1 제안한 시스템 구조

#### 2.1 시스템 구조

시스템 구조는 그림 1과 같이 엣지 장치, 엣지 서버, 웹 서버 3가지 tier로 나누어져 있다. 엣지 장치에서는 객체 인식만 담당하며, 사람이 감지되었을 때 엣지 서버에게 메시지를 보내는 역할을 담당한다. 엣지 서버는 엣지 장치에서 사람이 감지되었을 때만 위험상황을 감지하고, 감지되었을 때 웹서버에게 메시지를 보내는 역할을 수행한다. 웹서버는 사용자들이 사용하는 웹페이지와 어플리케이션의 서버로 사용되며, 사용자들에게 알람 발신의 역할을 수행한다.

모든 이미지를 서버로 보내 객체 인식과 위험 상황을 감지하는 방식은 모든 일을 수행하기 때문에 비교적 GPU 사용량이 크다. 반면에 엣지 장치에서 객체 인식으로 사람이 감지되었을 때만 엣지 서버에서 위험 상황을 감지하기 때문에 평소에는 GPU 사용량이 적어, 서버를 다른 활동에 사용할 수 있다. 또한 웹 서버 또한 이미 있는 클라우드 서버를 이용하는 것이기 때문에 효율적으로 위험상황을 감지하는 시스템 구조이다.

#### 2.2 시스템 시나리오

본 논문에서는 위험감지 상황을 낙상으로 구현을 하였다. 요양원, 독거

노인 집과 같이 케어가 필요한 장소에 객체 인식을 할 수 있는 카메라와 함께 엣지 장치를 설치한다. 엣지 장치는 사람을 인식하며, 사람이 있을 때는 엣지 서버에게 알림을 준다. 엣지 서버는 엣지 장치들과 연결 되어있으며, 알람을 받으면 이미지를 받고, 낙상 감지를 시작하게 된다. 엣지 장치는 소형 컴퓨터 보드, 스마트폰이 될 수 있으며 엣지 장치는 건물 내의 서버를 예로 들 수 있다. 낙상이 감지가 되면, 엣지 서버는 해당정보를 클라우드 서버인 웹서버로 보내 보호자들에게 알람을 주게 된다. 보호자들은 웹페이지에 접속해 상황을 볼 수 있으며 위험성을 판단할 수 있다.

### 2.3 시스템 구현

그림 2는 왼쪽부터 엣지 장치, 엣지 노드, 웹서버의 실제 어플리케이션 구현 화면이다. 엣지 장치는 촬영을 위한 IP카메라와 함께 Nvidia Jetson nano(GPU: 128-core Maxwell, CPU: Quad-core ARM A57, Memory: 4GB 64-bit)를 사용하여 구현하였다. 객체 인식을 위한 You only look once v3-tiny(Yolov3-tiny)[3] 알고리즘을 엣지 장치 내에 탑재하였고, 엣지 서버와 소켓을 통해 통신을 진행하였다. 사용된 Yolo 알고리즘은 엣지 서버와 통신을 위해 변형하여 사용 하였다. 이때 사용된 통신 프로토콜은 그림 3과 같이 정의하였다. 메시지 형식은 “카메라 id + 감지” 형식을 따랐다.

엣지 서버는 중간 서버를 하는 역할로, 본 논문에서는 GT720그래픽 카드가 탑재된 컴퓨터를 사용하였다. 소켓을 통해 메시지를 받고, IP 카메라의 주소를 통해서 영상을 받아왔다. 그 후 tf-pose-estimation[4]을 이용해서 낙상을 감지하였다. 웹서버는 플라스크를 통해 웹페이지를 구축하였다. 또한 보호자들의 편의성을 위해 Firebase Cloud messaging[5]을 이용하여 푸시 알람을 어플리케이션에 설치된 모바일 폰으로 발신하며, 이미 있는 클라우드 서버에 올려 진행하였다. 보호자들은 안드로이드 어플리케이션과 플라스크를 통해 구현된 웹페이지를 통해 접속이 가능하다.



그림2 제안한 시스템 구현 화면

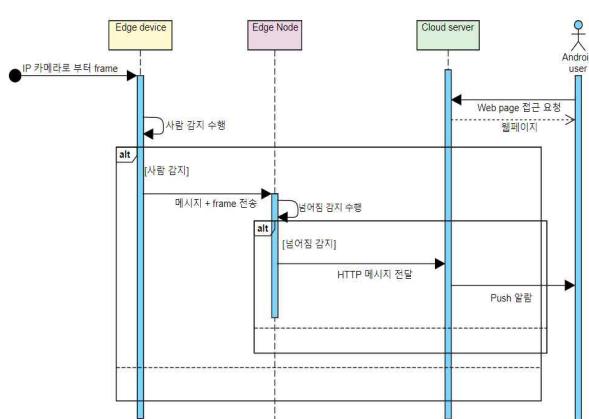
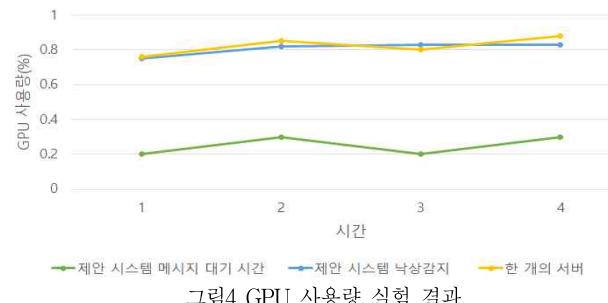


그림3 제안 시스템 시퀀스 다이어그램

### III. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 시스템과 한 개의 서버가 객체 인식과 낙상 감지를 하는 시스템의 GPU 사용량을 비교하는 실험을 GT720 그래픽 카드를 사용하여 진행하였다. 그림4는 두가지 시스템의 컴퓨터 GPU 사용량을 비교한 그래프이다. 제안한 시스템의 엣지 노드는 대기하고 있는 과정에서는 GPU 자원을 2%~3%가량 사용한다. 그리고 엣지 장치에서 사람을 감지했다는 메시지가 도착하면, tf-pose-estimation을 이용한 낙상을 감지하는데, 이때는 약 75%~89%를 사용한다. 한 개의 서버에서 객체 인식과 낙상감지를 시도했을 때는 비슷한 GPU 사용량을 보이고 있다.

하지만 이것은 사람이 없을 경우에 본 논문에서 제안한 시스템은 2%의 사용량을 보이고, 한 개의 서버는 77%의 사용량을 보이는 큰 차이가 발생하게 된다. 사람이 60%의 확률로 나타난다고 가정하였을 때 제안한 시스템은 45.8%로 감소하고, 한 개의 서버는 동일한 77%를 사용하게 된다.



### IV. 결론

본 논문은 엣지 노드, 엣지 서버, 클라우드 서버 총 3단계로 이루어져 있다. 각각은 객체 인식, 위험 상황 감지, 알림 발신의 역할을 담당하고 있다. 위험감지 시스템을 3가지 단계로 나누어서 진행하여, 자원 효율적인 시스템을 구축 하였다. 사람 감지, 낙상 감지의 상황에 맞게 역할을 수행하면서 한 개의 서버가 수행하는 것과 비교하여 GPU 사용량이 감소 한 것을 알 수 있다. 본 논문에서는 낙상 감지를 하는 것을 어플리케이션으로 사용하였지만, 실시간 영상을 이용한 다양한 어플리케이션에 적용할 수 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부의 인공지능 기반 지능형 엣지 네트워킹 기술개발 (2018-0-01502) IT R&D 프로그램과 포스트 스마트폰 시대를 대비한 Trusted Reality 핵심기술 개발 (2018-0-00226)과 한국 연구재단의 이공기초연구사업 (NRF-2018R1C1B6001849)의 연구결과로 수행되었다.

### 참 고 문 헌

- [1] 국가지표체계, 독거노인 비율, [https://www.index.go.kr/unify/idx\\_info.do?idxCd=8039](https://www.index.go.kr/unify/idx_info.do?idxCd=8039)
- [2] 장한솔, 김수정, 박영호. (2018). SilverLinker: IoT 센서 기반 독거노인 케어 플랫폼. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 19(11), 2235-2245.
- [3] Redmon, Joseph, et al. "You only look once: Unified, real-time object detection." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016.
- [4] <https://github.com/ildoonet/tf-pose-estimation>
- [5] <https://firebase.google.com/products/cloud-messaging>