

지능형 에지 CCTV 서비스를 위한 클라우드-네이티브 에지 클러스터의 활용 이창하, 김종원

광주과학기술원 지스트대학 전기전자컴퓨터전공, 광주과학기술원 AI 대학원

{dlckdgk4858, jongwon}@gist.ac.kr

Leveraging Cloud-native Edge Cluster for Intelligent Edge CCTV Service

ChangHa Lee, JongWon Kim

Gwangju Institute of Science and Technology (GIST).

요약

본 논문에선 ‘클라우드-네이티브 에지 CCTV 서비스’를 위한 접근 방안을 제안하고, 이를 위해 클라우드 연계형 지능형 에지 CCTV 서비스를 ‘영상 요약’과 ‘클라우드-네이티브한 스토리지’의 두 특징으로 개념화한다. 또한, 클라우드-네이티브 방식의 종단-에지 클라우드 연동환경으로 구성된 AI+X Playground 테스트베드를 이용하여, YoloV3 오픈소스와 Ceph 오픈 스토리지 플랫폼을 활용한 지능형 에지 CCTV 서비스의 가능성 검증 시나리오를 제시하고, 동시에 현재 진행 중인 가능성 검증 노력을 공유한다.

I. 서론

현대 사회에서 CCTV는 방범 및 사고 방지 목적으로 사용되는 필수적인 구성 요소가 되었다. 그러나 사람이 직접 실시간으로 장시간 모니터링을 하는 것은 집중도 저하에 따라 유효성이 낮아지는 상황이 자주 발생하고 있다. 또한 CCTV 기반의 서비스를 저장 중심으로 구축하여 예방 기능보다는 사고 발생 후의 수습에 활용하는 경우가 매우 많은 상황이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기존의 단순형 CCTV 서비스를 개선하여 자동화된 방식으로 영상에서 특정 객체나 행위를 탐지하고 추적하는 지능형 CCTV로의 변화하는 연구와 상용화가 가속화 되고 있다[1]. 특히 클라우드 기반의 지능형 CCTV 서비스가 지속적으로 확대 중인 클라우드 연계형 스마트 시티 구축과 운용 요구와 맞물리면서 향후 고성능의 지능형 CCTV 서비스에 대한 시장의 요구에 맞춰 활용될 것이다.

본 논문에선 지능형 CCTV 서비스를, 분산 에지 클라우드를 위한 클러스터들이 스마트 시티의 다양한 지역에 서서히 구축되는 추세와 접목하면서, 차세대형 클라우드 운용의 대세로 자리 잡고 있는 클라우드-네이티브(cloud-native) 방식의 처리와 저장을 적용하는 ‘클라우드-네이티브 에지 클러스터 기반 지능형 에지 CCTV 서비스’를 위한 접근 방안을 제안한다. 이를 위하여 지능형 에지 CCTV 서비스의 개념과 검증 시나리오를 제시하고, 동시에 현재 진행 중인 가능성 검증 노력을 공유한다.

II. 클라우드 연계형 지능형 에지 CCTV 서비스

그림 1에 제시한 바와 같이 지능형 CCTV 서비스에 분산 에지 클라우드를 접목하는 지능형 에지 CCTV 서비스는 다음과 같은 특징들로 개념화될 수 있다. 첫째로 CCTV에서 확보한 방대한 영상을 그대로 저장하는 대신, 실시간 객체 및 행위 탐지를 통해 필수적인 요약 영상만을 지능적으로 선별하여 저장한다. 카메라가 설치된 종단에선 이를 처리할 만한 컴퓨팅 파워가 부족하므로, 근접한 에지 클러스터에게 영상요약을 맡기는 것이 합리적이다. 둘째로 영상요약의 처리와 저장을 담당하는 에지 컴퓨팅은 클라우드-네이티브 방식을 선택하여 분산된 에지 클러스터에 무관하게 호환성 있는 방식으로 진행되어야 한다. 특히 저장을 담당한 스토리지는

방대한 저장용량에 대한 요구에 대응하여 손쉽게 확장하고 다양한 종류의 응용 서비스들과 연동하도록, 유연한 클라우드-네이티브한 스토리지 표준에 따른 유연한 CSI(container storage interface)를 지원해야 한다.

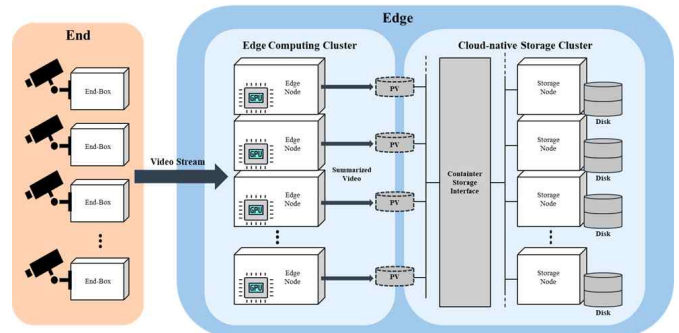


그림 1. 지능형 에지 CCTV 서비스 개념

III. 검증용 클라우드-네이티브 에지 클러스터와 저장 기능 확장

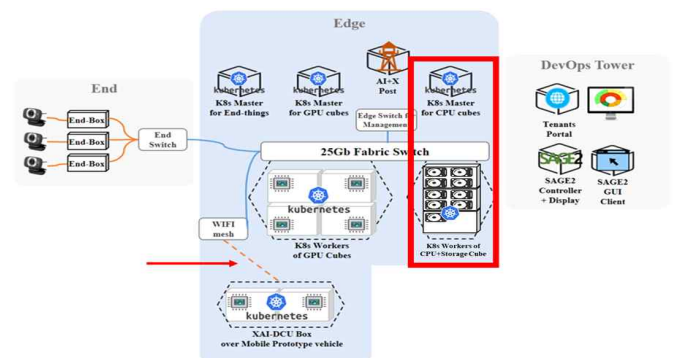


그림 2. 종단-에지 클라우드 연동환경에 대응하는 AI+X Playground 테스트베드

지능형 에지 CCTV 서비스의 가능성 검증을 위해 클라우드-네이티브 방식의 종단-에지 클라우드 연동환경으로 구성된 AI+X Playground 테스트베드를 이용한다. 그림 2와 같이 AI+X Playground 테스트베드에 구축된 에지 클러스터는 클라우드-네이티브 방식으로 조율되는 GPU Cube와 CPU Cube 박스들을 포함한다 [2].

지능형 에지 CCTV 서비스의 실현을 위해선 확장성 있고 유연한 인터페이스를 가진 스토리지 시스템이 필요하다. 이에 그림 2의 적색 마킹된 부분과 같이 기존 두 개의 워커로 이루어진 CPU Cube를 고가용의 스토리지 시스템으로 활용하기 위해 쿠버네티스 클러스터에 빈 파티션을 보유한 머신을 추가 연결하여 CPU+Storage Cube로 확장하였다.

CPU+Storage Cube

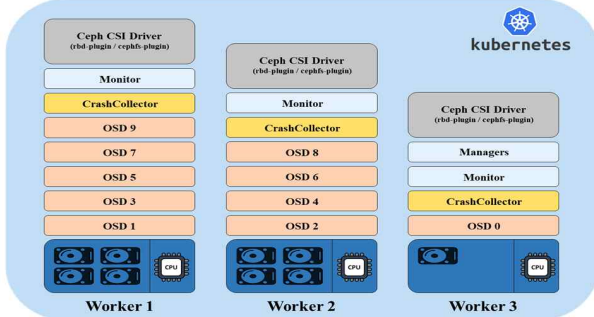


그림 3. CPU+Storage Cube위에 구축된 Ceph 스토리지 클러스터

Edge의 CPU-Cube를 스토리지 클러스터로써 활용한다. 스토리지 클러스터 구축에는 오픈소스 소프트웨어 정의 스토리지(SDS) 플랫폼인 Ceph과 그에 대응하는 컨테이너 인터페이스 Ceph-CSI를 활용한다. 높은 확장성과 신뢰성을 지닌 Ceph 스토리지와 다양한 컨테이너 오케스트레이터에 대응 가능한 Ceph-CSI의 활용은, 본 논문에서 제안한 클라우드-네이티브한 스토리지의 구현을 가능케 한다. 그림 3은 CPU+Storage Cube위에 구축된 Ceph 스토리지 클러스터의 샘플로, 현재는 오브젝트 스토리지로서의 기능 구현만 되어있다. 이후, Ceph 파일 시스템 사용을 위해 메타데이터서버인 Ceph-mds를 추가 배포하여 오브젝트 스토리지는 물론 파일 스토리지로서의 활용도 계획되어있다.

IV. 에지 클러스터를 활용한 지능형 에지 CCTV 서비스 검증

지능형 에지 CCTV 서비스를 위한 요약영상의 처리와 저장, 그리고 가시화는 YoloV3를 이용한 객체 탐지와 진행된다.

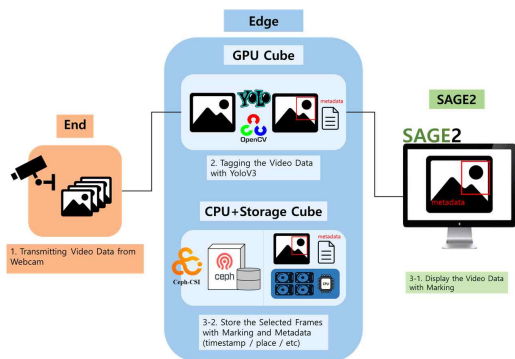


그림 4. YoloV3를 이용한 객체 탐지를 포함한 요약영상 처리, 저장 및 가시화

그림 4에서 볼 수 있듯 End의 카메라에서 전송한 영상 데이터는 Edge의 GPU Cube에서 요약된다. 영상 데이터는 각각의 프레임으로 분리되며, 프레임별로 YoloV3 오픈 소스를 이용한 객체 탐지가 수행된다. 탐지된 객체는 프레임 위에 사각형의 마커로 표시되며, 처리 후 특정 객체가 탐지된 프레임만 분류되어 가시화 및 저장되는 방식이다. 가시화에는 SAGE2 멀티스크린 서비스가, 저장에는 Ceph-CSI 및 Ceph 오픈 스토리지가 각각 활용된다.



그림 5. YoloV3를 이용한 객체 탐지 및 객체 마킹 예시

요약영상의 가시화는 기존 영상데이터에 그림 5과 같이 탐지된 객체를 표시하는 사각형의 마커와 영상의 메타데이터가 포함되어 진행된다. GPU Cube에서, 탐지된 객체에 대한 사각형 마커와 메타데이터 텍스트가 표시된 프레임을 SAGE2로 전송하면, SAGE2에선 전송된 프레임들을 순차적으로 디스플레이한다.

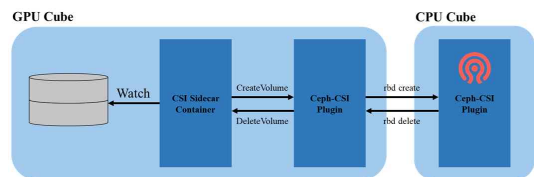


그림 6. Ceph-CSI 드라이버 및 쿠버네티스 사이드카(Sidecar) 컨테이너

요약된 영상의 저장은 현재 구현이 진행되고 있다. Edge의 GPU Cube에서 요약된 영상 데이터는 그림 6과 같이 AI+X Playground의 GPU Cube에 배포되는 Ceph-CSI를 통해 쿠버네티스 클러스터에 PV(persistent volume) 형태로 제공된 스토리지 블록에 영상 데이터의 메타데이터와 함께 저장된다. 현재 구축된 Ceph 스토리지 클러스터는 오브젝트 스토리지로서만 기능하므로, 메타데이터를 통합 관리하고 이용하기 위해선 Ceph-mds를 포함한 추가 컨테이너의 배포가 필요하다.

V. 결론

본 논문에서는 클라우드-네이티브 스토리지 기반의 지능형 에지 CCTV 서비스의 설계를 제안한다. 또한 이의 가능성을 검증하기 위해 온프레미스 상에 구성된 AI+X Playground를 이용한 검증 시나리오를 제시한다. 현재 CCTV영상 요약 및 가시화 데모만이 실현된 상태며, Ceph-CSI를 이용한 요약된 영상의 저장은 향후 지속 구현할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2019-0-01842, 인공지능대학원지원(광주과학기술원))

참고 문헌

- [1] 주용완, 이승재, "지능형 CCTV 동향 및 성능 향상 방안", 한국인터넷진흥원 기술동향자료, 2014.
- [2] 구동환, "AI+X Playground를 위한 클라우드-네이티브 기반 엣지 클러스터 구축", 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 157-158, 2021.