

소프트웨어 정의 카메라 통합관제시스템 개발

김진홍, 최윤원, 백장운, 임길택, 김광주

한국전자통신연구원 대경권연구본부

{jinhong, yunwon.choi, jwbaek98, ktl, kwangju}@etri.re.kr

Development of integrated control and management system for a software-defined camera

Jinhong Kim, Yun Won Choi, Jang Woon Baek, Kil-Taek Lim, Kwang-Ju Kim

Electronics and Telecommunications Research Institute Daegu-Gyeongbuk Research Division

요약

본 논문은 현장에 분산 배치된 다수의 소프트웨어 정의 카메라(SDC)를 원격에서 운영하기 위한 통합관제시스템을 제안하고 구현한다. 개발한 시스템은 Over-the-Air(OTA) 기능과 Web GUI를 바탕으로 단말명, 단말현황, 서비스 관리 메뉴를 통해 원격에서 다수의 SDC의 상태 모니터링, 응용 서비스와 AI학습모델의 버전 관리 및 배포 등을 수행한다. 그리고 이러한 기능을 바탕으로 현장에 설치 및 운영중인 SDC에 물리적인 접근 없이도 다수의 SDC를 비용 효율적으로 관리할 수 있도록 시스템을 개발하였다.

I. 서론

최근 기존 CCTV에 엣지AI단말이 결합된 형태인 소프트웨어 정의 카메라(Software Defined Camera, 이하 SDC)가 개발되어 활발히 이용되고 있다. SDC는 수집한 데이터를 자체적으로 처리 및 분석할 수 있는 능력 보유하고 있어 외부 서버나 클라우드와 연동하지 않더라도 인공지능 기술이 포함된 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다. 그리고 SDC는 이러한 장점을 바탕으로 기존에 설치 및 운영되던 CCTV를 대체 하면서 빠르게 확산하고 있으며, 특히 실시간성이 요구되는 재난 및 안전 분야에 적극적으로 설치 및 운영되고 있다[1][2].

현장에서 설치 및 운영되는 SDC가 늘어날수록 다수의 SDC를 효율적으로 관리하기 위한 방안이 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 특히, SDC에서 운영하는 인공지능 기반의 응용 서비스는 인공지능 기반 서비스의 성능을 결정하는 AI학습모델의 지속적인 최신화가 중요하다. 따라서 SDC 자체에 대한 유지보수뿐만 아니라 SDC에서 운영하는 응용 서비스와 응용 서비스에서 이용하는 AI학습모델의 최신화를 포함한 체계적인 관리 방안의 수립이 필요하다. 하지만 현장에서 설치 및 운영중인 SDC를 관리자가 직접 방문해 내부에서 동작하는 응용 서비스와 AI학습모델 등을 수정 및 갱신하는 기존의 방식은 비용과 시간 등의 측면에서 매우 비효율적인 문제가 있다.

본 논문에서는 현장에서 설치 및 운영되는 다수의 SDC를 효율적으로 운영하기 위해 설계 및 개발한 소프트웨어 정의 카메라 통합관제시스템에 대해 설명한다.

II. 시스템 구성

본 논문에서 개발하는 소프트웨어 정의 카메라 통합관제시스템은 그림 1과 같이 현장에서 설치 및 운영되는 다수의 SDC와 서버실과 같은 원격지의 실내에서 운영되는 통합관제시스템으로 구성된다. SDC는 자신이 촬영한 영상을 처리 및 분석하고 그 결과를 통합관제시스템으로 전송하며, 통합관제시스템을 통해 설치된 다양한 응용 서비스와 AI학습모델을 운영한다.

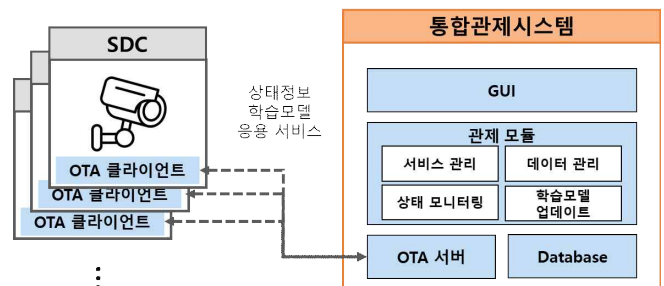


그림 1. 개발 시스템의 구성

SDC에서 인공지능을 기반으로 제공하는 응용 서비스는 교통량 계수, 차량 속도 감지, 산불 감지 등 다양한 응용이 있을 수 있으며, 사용자의 요구 및 SDC의 운용 목적에 따라 하나 또는 복수 개의 응용 서비스가 개별 SDC에 설치 및 운용될 수 있다. AI학습모델은 응용 서비스에서 인공지능에 기반한 기능을 제공할 수 있도록 하는 학습모델을 의미하며, 응용 서비스의 종류에 따라 필요로 하는 AI학습모델의 종류와 수는 서로 상이할 수 있다. OTA클라이언트는 통합관제시스템과의 데이터 교환을 위한 통신을 수행함으로써 통합관제시스템이 SDC를 관제할 수 있도록 한다.

통합관제시스템은 다수의 SDC를 관리하기 위한 시스템으로 내부에 구현된 관제 모듈을 바탕으로 SDC의 상태 모니터링, SDC에서 운용하는 응용 서비스와 응용 서비스에서 이용하는 AI학습모델의 관리 등을 수행한다. 그리고 상기 동작은 OTA 서버 모듈을 통한 SDC와의 데이터 송수신에 의해 수행된다.

III. 시스템 개발

개발한 통합관제시스템은 다음과 같은 다양한 기능을 제공하도록 설계 및 개발되었다.

- 통합관제서버 사용자 관리
- 엣지AI단말 상태정보 관리
- 엣지AI단말에서 운용중인 서비스 애플리케이션 관리 및 제어

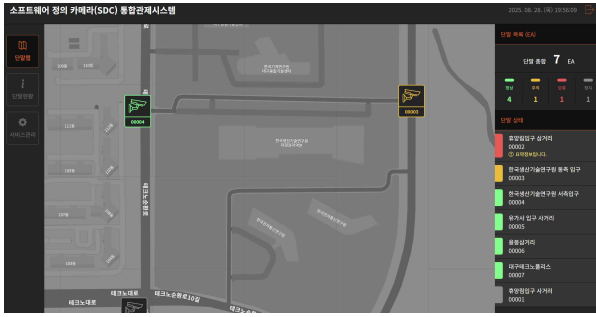


그림 2. 통합관제시스템 단말맵 메뉴 화면

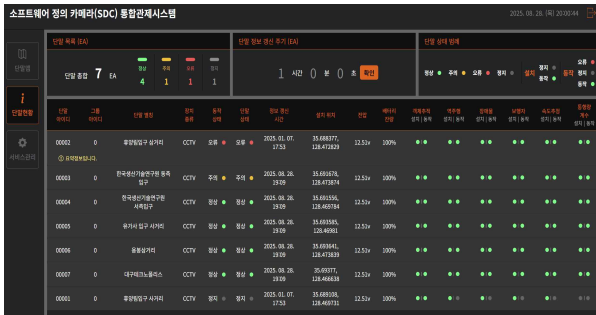


그림 3. 통합관제시스템 단말현황 메뉴 화면

- 옛지AI단말에서 운용중인 서비스 애플리케이션의 학습모델 관리 및 제어
- 옛지AI단말에서 운용할 수 있는 전체 서비스 애플리케이션 및 학습모델 관리
- 상기 기능에 대한 Web기반의 사용자 Graphic User Interface(GUI) 제공

먼저 통합관제시스템에 로그인하여 메인화면으로 들어오면 그림2와 같이 SDC의 상태와 설치 위치를 지도를 통해 확인할 수 있는 “단말맵” 메뉴 화면을 볼 수 있다. 단말맵 메뉴에서는 설치 및 등록된 전체 SDC의 목록과 SDC별 동작 상태 및 동작 상태별 SDC의 수를 색과 숫자로 표시한 정보를 확인할 수 있다. 그리고 등록 및 설치된 전체 SDC의 목록에서 확인하고 싶은 SDC를 선택하거나 지도에 표시된 SDC의 아이콘을 선택하면 선택된 SDC의 세부 상태정보와 설치된 응용 서비스에 대한 정보를 확인할 수 있다.

그리고 통합관제시스템은 “단말현황” 메뉴를 통해 현재 시스템에 등록된 모든 SDC의 정보를 한 눈에 확인할 수 있는 기능을 제공한다. 그림 3과 같이 단말현황 메뉴에서는 등록 및 설치된 전체 SDC의 목록과 SDC별 단말 아이디, 그룹 아이디, 단말 별칭, 종류, 상태, 정보 갱신 시각, 설치 위치 등 SDC 자체에 대한 정보 뿐만 아니라, SDC에 설치 및 운용중인 응용 서비스의 설치 및 동작 상태를 함께 확인할 수 있다.

그림 4와 같이 “서비스 관리” 메뉴에서는 개별 SDC에 설치 및 운용중인 응용 서비스와 응용 서비스에서 이용하는 AI학습모델의 관리를 수행할 수 있는 기능을 제공한다. 각 응용 서비스들은 개별 탭으로 구분되며, 각 탭에서는 해당 응용 서비스의 버전 확인 및 관리(업그레이드), AI학습모델의 버전 확인 및 관리(업데이트 및 재학습) 기능을 제공한다. 현재 통합관제시스템에 등록되어 관리되고 있는 응용 서비스는 객체추적, 역주행, 장애물 감지, 보행자 감지, 차량 속도추정 등이며, 추가적인 서비스 애플리케이션의 개발이 완료되면 통합관제시스템에 추가하여 관리할 수 있다. 또한, 각 응용 서비스에서 이용하는 AI학습모델을 최신 성능으로 유지하기 위한 AI학습모델의 최신화를 손쉽게 할 수 있도록 서비스관리 메뉴에서 업데이트 버튼을 선택하는 것만으로도 SDC에서 동작중인 응용 서

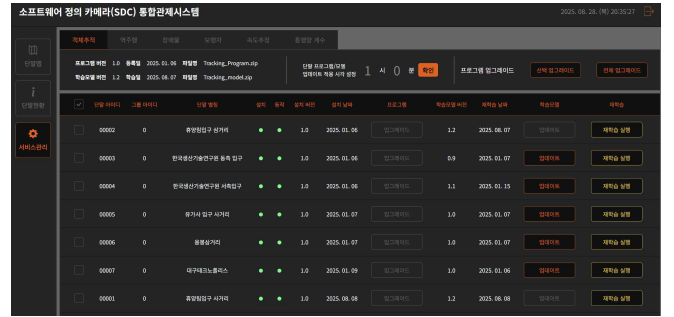


그림 4. 통합관제시스템 서비스 관리 메뉴 화면

스의 AI학습모델을 최신 버전으로 업데이트 할 수 있는 기능을 제공한다. 다만, 이를 위해서는 우선적으로 성능을 개선시킨 최신 버전의 AI학습모델을 통합관제시스템에 등록하는 작업이 선행되어야 한다. 그리고 AI학습모델이 등록되면 해당 AI학습모델을 이용하는 SDC의 학습모델 항목의 업데이트 버튼이 활성화되며, 활성화된 업데이트 버튼을 선택하면 해당 SDC에 최신버전의 AI학습모델을 설치하는 동작이 수행된다. 다만, 실질적인 AI학습모델의 설치의 업데이트 버튼을 누르는 즉시 시작되는 것은 아니며, 관리자가 이전에 “프로그램/모델 업데이트 적용 시각” 메뉴에 설정된 시각에 맞춰 업데이트가 진행된다.

SDC의 상태정보 전송은 미리 정의된 메시지 구조에 맞춰 상태와 관련된 여러 정보를 통합관제시스템으로 보내는 동작을 수행하는 것이다. AI학습모델 업데이트와 응용 서비스의 설치 및 업데이트 기능을 구현하기 위해 통합관제시스템과 SDC 간 AI학습모델 및 응용 서비스와 관련된 파일을 안전하게 송수신할 수 있도록 리눅스 운영체제에서 자체적으로 제공하는 기능 중 하나인 Secure Copy(SCP) 기능을 활용하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 현장에서 설치 및 운영되는 다수의 SDC 운영 효율성을 높이고 유지보수 비용을 절감하기 위해 소프트웨어 정의의 카메라 통합관제시스템을 설계 및 구현하였다. 개발한 시스템은 SDC의 동작 상태를 실시간 모니터링할 뿐만 아니라 SDC에서 운용되는 응용 서비스와 AI학습모델을 원격지에 위치한 서버에서 간편하게 최신 버전을 배포 및 설치할 수 있도록 함으로써 항상 최상의 성능과 서비스를 제공할 수 있도록 하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 과학기술사업화진흥원의 지원과 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행된 연구임 [RS-2023-00304776, 학연협력플랫폼구축 시범사업, 25ZD1120, 대정권 지역산업 기반 ICT 융합기술 고도화 지원사업]

참 고 문 헌

- [1] S. Jayasuriya, O. Iqbal, V. Kodukula, V. Torres, R. Likamwa, and A. Spanias, “Software-Defined Imaging: A Survey,” Proceedings of the IEEE, 111(5), pp. 445-464, 2023
- [2] Sundar, V., Ardelean, A., Swedish, T., Bruschini, C., Charbon, E., & Gupta, M. “Sodacam: Software-defined cameras via single-photon imaging”, In Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (pp. 8165-8176)