IP 카메라와 클라우드 기반 스마트 해상물류 창고 관리 시스템

류강현[1], 강대훈[2], 김동민[3], 김민호[4]
[1]동국대학교 산업시스템공학과 학부생
[2]건국대학교 컴퓨터공학과 학부생
[3]건국대학교 컴퓨터공학과 학부생
[4]인더시스 대표
fbrkdgus1101@dgu.ac.kr, eogns47@konkuk.ac.kr, kdm3801@konkuk.ac.kr,
allan@inthesys.co.kr

Cloud-based smart maritime logistics warehouse management system with IP cameras

Kang-Hyeon Ryu[1], Dae-Hoon Kang[2], Dong-Min Kim[3], Min-Ho Kim[4]
[1]Industrial & Systems Engineering, Dongguk University
[2]Dept. of Computer Science, Konkuk University
[3]Dept. of Computer Science, Konkuk University
[4]President of InTheSys

요 약

우리나라의 수출입 대부분은 해상을 통해 이루어지고 있으나 항만의 물류 창고는 데이터 네트워크를 통한 유기적인 화물의 출입과 현황관리가 부족한 실정이다. 이는 부족한 데이터 네트워크 인프라와 CCTV에 의한 아날로그 영상 데이터에 의존하는 기존 시스템의 한계로 인해 기인하는 바가 크다. 이에 IP 카메라와 엣지 디바이스의 영상분석에 의한 개별 화물 창고의 디지털 현황 분석 기반을 구축하고 분산된 개별 화물 창고의 데이터를 클라우드에 위치한 중앙 집중 데이터 분석 시스템을 구축하여 유연한 개별 화물 창고 관리와 지속적인 모니터링 기반을 제공한다. 사용자 인터페이스는 웹 기반으로 구축하여 항만 화물 관계자에게 편의성과 위치에 구애받지 않는 서비스를 제공한다. 이 과정에서 사설 IoT 네트워크를 통한 최소한의 시공비용으로 항만 내 인터넷 데이터 네트워크를 구축하여 향후 항만 내 다양한 데이터 서비스를 위한 초석을 제공한다.

1. 서론

우리나라는 수출입 화물의 약 99.7%가 해상을 통해 운송되어[1] 해상물류 산업의 경쟁력이 곧 국가의 경제와 직결되므로 해상물류의 활성화는 불가피한 상황이다[2].

현재 항만 물류 창고는 인력 수요가 급증하고 있으나[3], 이의 해결이 어려운 상황이다. 또한, 인터넷 연결을 포함한 데이터 네트워크가 부족하여 인력과 CCTV 기반 관리 시스템에 의존하고 있는 상황이며 이로 인해, 항만 내 화물 창고의 현황, 화물/인원 출입 분석과 화물 형태 별(벌크, 컨테이너 등) 화물 출입 관리가 취약하다. 이에 본 연구에서는 취약한 항만 내 데이터 네트워크(인터넷 연결 포함)와 기존 아날로그 CCTV 기반 시스템을 최소한의 인터넷 연결 접점을 가지는 사설 IoT 네트워크를 사용하여 비용 효율적인 창고 간 데이터 네트워크를 구축하고, IP 카메라와 엣지 디바이스를 활용한 개별 창고 분산 영상 처리 시스템과 클라우드에 데이터 분석, 저장을 위한 중앙 집중 시스템을 구축하여 유연하고 확장 가능한 항만 물류 데이터 처리 시스템을 제안한다. 항만 물류 관계자에게는 웹 기반 사용자 인터페이스를 제공하여 접속 위치와 시간, 사용기기에 무관한 데이터를 지속적으로 제공하여 항만 물류 관리 효율성을 크게 향상시킬 수 있다.

2. 항만물류 창고 관리 시스템 설계

2.1 개별 물류 창고 데이터 수집 시스템 설계

각 항만 화물창고 내부와 외부에 IP 카메라를 설치하여 창고 내부의 화물, 창고 출입 차량들의 데이터를 수집한다. 수집한 데이터는 WiFi Mesh를 활용한 사설 IoT 네트워크를 사용하여 엣지 디바이스의 스토리지에 저장하고 엣지 디바이스는 OpenCV, YOLO를 사용하여 화물의 크기, 고체/액체 화물의

종류, 창고 내 화물의 위치 및 개수를 분석한다. 엣지 디바이스는 IP 카메라에서 수집된 영상 데이터 원본, 영상 분석 데이터를 인터넷을 통해 클라우드에 위치한 데이터 분석 서버로 전송한다.

2.2 항만 물류 창고 관리 데이터 분석 설계

클라우드 데이터 분석 서버는 엣지 디바이스로부터 전달받은 IP 카메라 원본 영상 데이터와 영상 분석 데이터를 클라우드 내 DB에 저장하고 저장된 개별 화물 창고들의 데이터를 화물창고 현황, 화물 출입 현황을 중심으로 분석한다. 실시간 항만 화물 창고 현황과 화물 출입 추세 예측 데이터 분석결과를 통계를 비롯한 다양한 데이터 형식으로 제공할 수 있도록 가공한다.

2.3 항만 물류 창고 관리 사용자 인터페이스 설계

항만 물류 관계자에게 텍스트와 그래픽 기반(선형, 막대, 원형 그래프 등)데이터를 클라우드에서 웹을 기반으로 사용자별 사용기기, 접속 위치, 시간에 영향받지 않게 지속적으로 제공한다. 또한, IP 카메라가 수집하여 클라우드 저장소에 저장한 개별 화물 창고의 내부와 외부 영상 데이터를 사용자의 요청에 따라 제공한다.

3. 항만물류 창고 관리 시스템 구현

3.1 항만 물류 창고 관리 시스템 개발 환경

IP 카메라 영상 분석을 위한 엣지 디바이스 개발을 위해 Jetson Nano의 JetPack 4.6, Python 3.6.9, OpenCV 4.5.4,, PyTorch 1.8, Torchvision 0.9.0을 사용하였고 영상 분석은 Pycharm을 사용하여 로컬 데스크탑에서 진행한 결과를 git을 통해 Jetson Nano에 교차 배포하였다.

클라우드 기반 '스마트 해상관리 시스템 MAME'를 개발하기 위해, 웹 서버에 Javascript 기반 React.js, 분석 서버에 Java 기반 Spring Boot 프레임워크, 리팩토링과 디버깅을 위해 Intellij를 사용하였으며 서비스 배포는 AWS의 EC2 VM을 활용하여 유연한 시스템을 구축하였다.

3.2 항만 물류 창고 관리 시스템 기능 설명

항만 물류 창고 관리 시스템에서 기존 데이터와 현황 데이터, 예측 데이터, 영상 조회를 선택하여 항만 물류 창고의 개별 데이터를 조회할 수 있다.

(그림 1) 항만 물류 창고 관리 시스템 웹 화면

그림 1의 (a), 현황 데이터는 화물 출입 현황, 컨테이너/벌크 화물 수량을 그래프로 제공하며 그림 1의 (b), 통계 데이터는 출입 현황 통계를 30분 간격으로 총 개수를 그래프로 제공한다. 그림 1의 (c), 예측 데이터는 일주일간 데이터를 15분 간격으로 분할 제공하며 그림 1의 (d), 영상 조회 화면에서 지정 시간의 개별 창고 내부, 외부 저장 영상을 제공한다.

4. 결론

본 논문에서 사설 IoT 네트워크 내 IP 카메라와 엣지 디바이스를 이용한 창고 관리 인프라와 클라우드 기반 데이터 분석, 웹 기반 데이터 제공 시스템을 구현하였다.

제안하는 시스템은 비용 효율적인 데이터 네트워크와 유연한 시스템 확장과 관리를 가능케 하며 항만 물류 창고의 통합 관리 및 자동화를 실현한다. 이로 인해 항만 물류 창고 및 물류 관리 효율을 향상시키고 인력 수급 문제에 기여한다.

※ 본 논문은 해양수산부 실무형 일자리 지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 신상훈, & 신용존. "스마트 해운항만물류 인력 수요 예측에 관한 연구." 한국항해항만학회지, 47, 3, 155 - 156, 2023.

[2] 이준희, 스마트 "베이지안 딥러닝을 활용한 항만 물동량 예측에 관한 연구." 한양대 석사 학위 논문, 1, 2023.

[3] 김태훈, "항만물류 운송・보관분야 전문 인력 양성 방안에 관한 연구." 부경대 석사 학위 논문, 1-2, 2012