

조제 자동화 시스템을 위한 딥러닝 기반 약품 검수 방법에 관한 연구

김휘강*, 이상범, 김광용, 김규형
한국전자통신연구원

{hwigangkim*, sblee230, kimky, jaykim}@etri.re.kr

A Study on Deep Learning Based Medication Inspection Method for Pharmaceutical Automation System

Hwi-Gang Kim, Sangbeom Lee, Kwang Yong Kim, Kyu Hyung Kim
Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요 약

본 논문은 조제 자동화 시스템을 위한 딥러닝 기반 약품 검수 방법과 관련한 것으로, 전자동 약품 조제 시스템의 사용에 있어 조제 완료된 포장지 처방전과 일치하는지 확인하기 위한 딥러닝 기반의 약품 검수 방법에 관하여 기술하였다. 이와 관련하여 본 논문에서는 포장지 완료된 포장지 내 알약들에 대한 영상을 촬영하여 학습 및 시험에 사용하였으며, 포장지 내 알약 검출 및 인식을 위한 딥러닝 모델으로는 YOLOv3 를 사용하였다.

I. 서 론

정제약품 조제 관련 기업 및 약국, 병원 등에서는 약품 조제 자동화를 위하여 전자동 약품 조제 시스템(ATDPS, Automatic Tablet Dispensing and Packaging System)을 사용하고 있으며, 관련 의료진들은 ATDPS 를 이용하여 주어진 처방전에 따라 약품을 자동으로 분류하고 포장한 뒤 환자에게 전달하게 된다. 이 때, 만일의 경우 발생할 수 있는 오조제를 방지하기 위해 환자에게 전달하기 전 전문 의료진들에 의한 약품 검수가 반드시 수행되어야 한다. 다만 수용 환자의 인원이 많거나 조제에 사용되는 취급 약품이 많은 대형 병원 또는 약품의 장기 복용이 필요한 만성질환자를 대상으로 한 조제의 경우, 관련 의료진들에 의한 직접 검수가 불가능한 상황이며 이에 따른 시간 및 인력의 낭비 역시 크다는 문제점이 있다. 또한 오조제로 인한 의료 사고는 환자의 생명과 직결될 수 있는 문제로 약품 조제 관련 기업 및 약국과 병원 등에서는 이를 가장 민감하게 관리해야 하는 사안임에도 현재까지도 수동으로 진행해야 하는 직접 검수에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다.

이와 관련하여 최근 정제약품 조제 장비 기업 및 여러 연구진들에 의해 포장 완료 후 약품 검수 장비에 대한 연구 개발이 꾸준히 진행되어 왔으며, 현재 포장 영상을 촬영한 뒤 이를 바탕으로 한 비전 기반의 자동 검수 시스템이 상용화되어 조제 자동화 장비와 함께 판매되고 있다. 그러나 현재까지 비전 기반 검수 시스템에 사용된 약품 검출 및 인식 방법들의 경우, 기존의 영상 처리 기술들을 활용하여 알약들의 영역을 분할하고 영상 내 알약들로부터 특징을 추출한 뒤 이를 매칭하여 인식하는 방법의 규칙 기반 (Rule-based) 시스템으로 구현되어 있는 경우가 대부분이다. 이러한 방법들은 알약의 정보 추출에 대한 정확도는 높지만, 비슷한 크기, 모양, 색상 등을 지닌 알약을 분류하는데 한계가 있다 [1]. 영상 내 알약의 특징들을 추출하여 기존의 알약 데이터베이스와 매칭하는 방식의 접근은 알약의 특징들이 비슷한 경우 매칭의 실패율이 높고, 널리 알려진 영상 처리 기술들을 통하여 특징을 직접 추출해서 사용해야 하므로 분류에

최적화된 특징을 찾기가 어렵다는 단점이 있다. 또한 앞서 설명한 바와 같이 본 기술이 적용되어야 할 환경을 고려했을 때, 포장 완료된 포장지 내의 알약을 검수해야 하는데 포장지 내에서 여러 정의 알약이 다양한 형태로 위치(이동, 회전, 기울어짐, 접합, 겹침 등)할 수 있어 기존의 영상 처리 기술들을 사용하여 영상 내 알약의 특징들을 추출 및 매칭하는 것이 불가능할 수 있다.

최근 많은 양의 데이터로부터 직접 특징을 추출하고 이를 학습하여 영상 내의 객체들을 검출 및 인식하는 인공지능 기술 기반의 딥러닝 모델들이 각광받고 있으며, 영상 내 객체 검출 및 인식을 위한 다양한 딥러닝 관련 연구들이 이루어지고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 별도의 영상 처리 기술을 사용하지 않고, 검출 및 인식을 동시에 수행할 수 있는 딥러닝 모델을 사용하여 포장 후 포장지 내 알약에 대한 검수를 수행하였으며, 이를 위한 연구를 진행하였다. 또한 본 연구를 통하여 조제 자동화 시스템을 위한 딥러닝 기반의 약품 검수 방법에 대한 상용화 가능성을 판단할 수 있었다.

II. 본 론

본 논문에서 학습 및 시험을 위한 영상 데이터 세트는 그림 1 과 같이 검수 대상으로 선정한 20 종의 알약을 한 포장지 내 각기 다른 5 종의 알약이 포함될 수 있도록 4 개의 조제 패턴을 구성하여 영상을 촬영하였으며, 각 패턴 당 500 장, 총 2000 장의 영상을 사용하였다. 패턴 I ~ III 의 경우 각기 다른 모양 및 형태의 다양한 알약을 골고루 포함하였으며, IV 의 경우 비슷한 모양 및 형태의 알약을 일부 포함하였다.

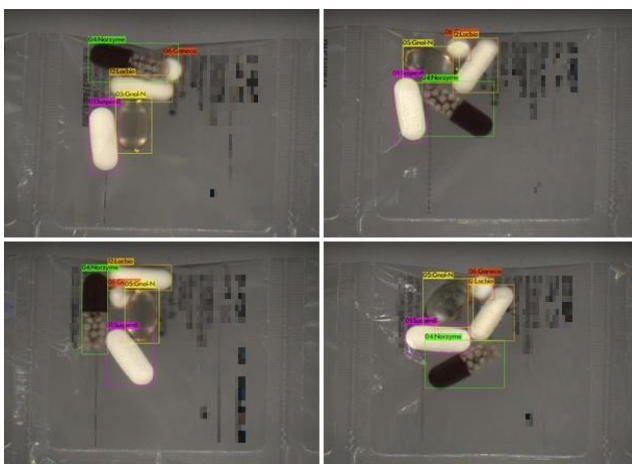
또한 본 논문에서 사용한 딥러닝 모델은 YOLOv3 로 YOLO (You Only Look Once)는 영상 내 공간적으로 분리된 경계 박스 (Bounding Box)와 객체 클래스 간의 확률을 회귀 (Regression) 문제로 정의한 알고리즘으로 기존 영역 (Region) 기반 방법들과 달리 학습이나 시험 중 영상의 전체를 보고 객체를 일반화하여 각 객체에 대한 검출 및 예측을 동시에 수행함으로써 학습 성능이 우수하고 처리 속도가 아주 빠르다는 장점이 있다 [2].



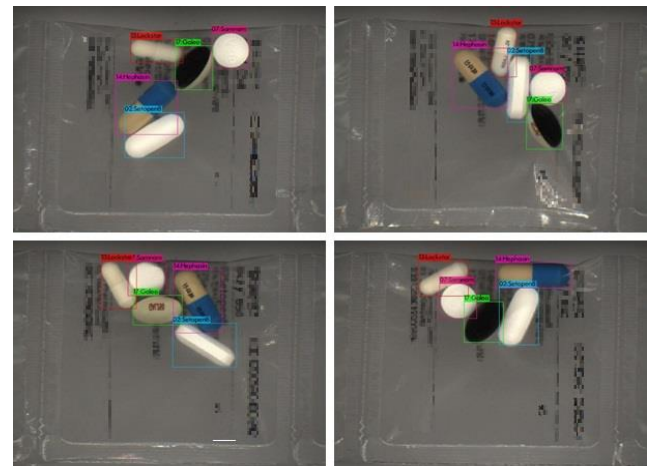
그림 1. 영상 데이터 세트 (4 패턴, 20 종, 5 종/포)

학습의 경우 배치 사이즈(Batch Size)를 64 로 학습률 (Learning Rate)을 0.001 로 설정하고 수행하였으며 [3], 총 2000 장의 영상 중 시험에 사용할 테스트 세트 영상 200 장을 제외하고, 1800 장의 영상을 8:1 의 비율로 구성하여 학습 및 검증을 진행하였다.

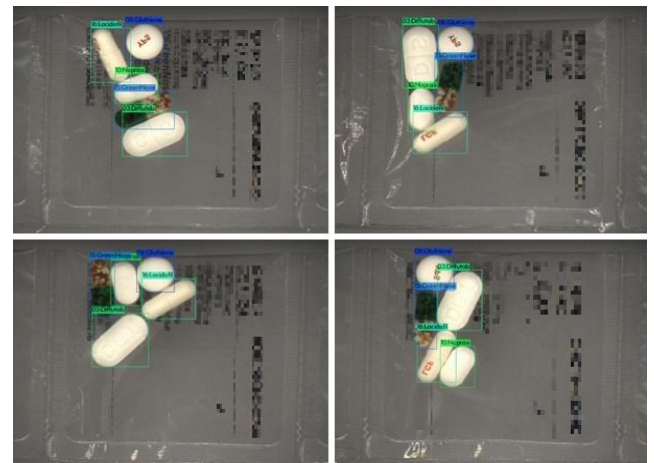
학습을 마친 후 사전에 준비한 테스트 영상 200 장을 대상으로 시험을 수행한 결과 그림 2 와 같이, 4 가지의 패턴에 대하여 모든 알약들에 대한 검출 및 인식 결과가 사전 레이블링 된 정보와 위치 및 클래스 모두 일치하는 것을 확인할 수 있었다. YOLOv3 알고리즘 사용 결과, 그림 2 (a)와 같이, 포장지 내에서 작은 원형의 알약이 다른 알약들에 의해 일부 가려져 있어도 모두 분류하는 것을 확인할 수 있었고, 기존 영상 처리 기술을 활용하여 객체 분할이 힘들었던 투명한 제질의 연질 캡슐 및 투명 캡슐 내 작은 알갱이들을 포함한 경질 캡슐 등도 모두 정확하게 검출 및 인식하는 것을 볼 수 있었다. 그림 2 (b)에서는 비전 기반의 검수 방법에서는 2 개로 인식될 수 있는 경계 및 색상 차이가 뚜렷한 형태의 연질, 경질 캡슐들에 대해서도 하나의 알약으로 분류해 내는 것을 확인할 수 있었고, 정방형의 정제 약품들이 앞, 뒷면이 아닌 옆으로 세워져 있는 경우에도 각 알약을 정확하게 인식하는 것 또한 볼 수 있었다. 마찬가지로, 그림 2 (c)와 같이, 내부 작은 낱알들을 포함한 투명한 경질 캡슐을 제대로 하나의 약품으로 인식하고 있었으며, 특별히 그림 (d)의 경우, 한 포장지 내에 유사한 형태와 색상을 갖는 원형의 흰색 정제 알약 여러 정이 함께 포함돼 있음에도 이들을 모두 제대로 된 클래스로 분류하고 있는 것을 볼 수 있었다.



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 2. 시험 결과 영상

((a) 패턴 I, (b) 패턴 II, (c) 패턴 III, (d) 패턴 IV)

또한 주목할 만한 것은 네 패턴 모두에 각 패턴 간 서로를 구분하기 힘들 만큼 유사한 형태의 캡슐 및 정제 등을 포함하고 있음에도, 각 패턴 간 결과가 엇갈려서 인식을 실패한 경우가 없었는데, 이는 학습 영상 및 시험 영상 모두가 각 패턴 내에 항상 동일한 조합 및 같은 개수의 알약들로 구성되어 있어 나타난 결과로 판단되며, 이는 학습 데이터 제작 시 그 구성을 조금 더 다양하게 한다면 그만큼 더 우수한 결과를 볼 수 있을 것이라고 해석할 수 있다.

다만 본 논문의 시험 결과들이, 학습 및 시험에 사용한 영상이 충분히 많지 않고 현재까지 사용한 알약의 종이 실제 약국이나 병원에서 사용하는 것보다 현저히 작아서, 아주 신뢰할 만하거나 실제 현장에 적용할 수 있을 만한 결과라 할 수는 없지만 기존 영상 처리 기술들을 활용한 비전 기반 검수 장비로는 검출 및 인식이 어려운 형태의 약품들에 대해 우수한 결과들을 보이는 것은 긍정적이라 할 수 있다. 더불어 본 약품 검수 시스템의 실제 적용 및 상용화를 고려했을 때, 학습 데이터 확보를 위한 알약 영상 확장 (Augmentation) 방법 및 약품 클래스의 추가 등록을 위한 증분식 학습 (Incremental Learning) 방법 등 여러 다양한 기술에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

III. 결 론

본 논문에서는 전자동 약품 조제 시스템 사용 시, 약품 분배 및 포장에 있어 포장 완료 된 포장지 내 알약들이 처방전에 따라 제대로 조제 되었는지 검수하기 위한 딥러닝 기반 약품 검수 방법에 관한 연구 및 그 결과를 소개하였다. 결론적으로 본 연구는 조제 자동화를 위한 약품 검수에 딥러닝 기반 기술의 사용 및 상용화 가능성 여부를 판단하기 위한 것으로 향후 다양한 추가 데이터 확보 및 현장 적용을 위한 효율적인 알약 데이터 학습 방법, 약품 검수를 위한 모델 최적화 등의 추가 연구가 진행된다면 본 기술의 장비 적용 및 상용화를 통한 관련 기업들의 추가 이윤 창출이 가능할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전자통신연구원 주요사업의 일환으로 수행되었음. [20ZD1140, 지능형 의료·보건산업 실용화 기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] 이경윤, 김영재, 김승태, 김효은, 김광기, “알약 자동 인식을 위한 딥러닝 모델간 비교 및 검증,” 멀티미디어학회 논문지, 제 22 권, 제 3 호, pp. 349-356, 2019.
- [2] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection,” *Proceeding of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 779-788, 2016.
- [3] YOLO: Real-Time Object Detection, <https://pjreddie.com/darknet/yolo/> (accessed July, 23, 2020)