

조제 자동화 시스템 적용을 위한 AI 기반 의약품 비전 검수용 데이터 확장 및 학습 방법

김휘강^{1*}, 이상범¹, 김광용¹, 김규형¹, 권혁주², 이성학²

¹ 한국전자통신연구원, ² 경북대학교

{hwigangkim*, sblee230, kimky, jaykim}@etri.re.kr, {olin1223, shak2}@ee.knu.ac.kr

Data augmentation and learning method for AI-based vision inspection of automation tablet dispensing and packaging system

Hwi-Gang Kim¹, Sangbeom Lee¹, Kwang Yong Kim¹, Kyu Hyung Kim¹,
Hyuk-Ju Kwon², Sung-Hak Lee²

¹Electronics and Telecommunications Research Institute,

²School of Electronics Engineering, Kyungpook National University

요 약

본 논문은 딥러닝 기반의 의약품 비전 검수 시스템 개발을 위한 데이터 확장 및 학습 방법과 관련한 것으로, 전자동 약품 조제 시스템의 사용에 있어 조제 완료된 포장과 처방의 일치 여부를 확인하기 위한 AI 기반의 비전 검수 모듈 개발 및 검수 모듈을 적용한 조제 자동화 시스템의 개발을 위한 것이다. 이와 관련하여 본 논문에서는 조제 자동화 시스템 적용을 위한 학습용 영상 데이터 확장 방법 및 데이터 확장 시 알약 정보 레이블링 방법, 확장한 데이터를 활용하여 실제 조제 환경에 적합한 데이터 학습 방법을 제안하였으며, 제안한 방법들을 통하여 학습을 수행한 뒤 대표적인 객체 검출 딥러닝 모델인 YOLOv3 를 사용하여 그 성능을 확인하였다.

I. 서 론

정제 등 고형 의약품의 조제와 관련하여 약국 및 병원 등에서는 조제 업무의 자동화를 위한 전자동 정제 분배 및 포장 시스템을 사용하고 있다. 관련 의료진들은 이를 이용하여 처방에 따라 약품을 자동으로 분류하고 포장한 뒤 환자에게 전달하게 된다. 이 때, 만일의 경우 발생할 수 있는 오조제를 방지하기 위해 환자에게 전달 전 관련 의료진들에 의한 약품 검수가 반드시 수행되어야 한다. 다만 환자가 많거나 조제에 사용되는 취급 약품이 많은 대형병원 또는 약품의 장기 복용이 필요한 만성질환자를 대상으로 한 조제의 경우, 의료진들에 의한 전량 직접 검수가 불가능한 상황이며 이에 따른 시간 및 인력 낭비 역시 크다는 문제가 있다.

이와 관련하여 최근 포장이 완료된 약품들을 대상으로 한 검수 방법에 대한 연구와 더불어 포장 영상을 촬영한 뒤 이를 바탕으로 한 비전 기반의 자동 검수 시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다. 그러나 비전 기반의 약품 검수를 위하여, 포장 내의 약품 검출 및 인식에 기존의 영상처리 기술들을 활용할 경우, 비슷한 크기, 모양, 색상 등을 가진 알약들을 각각 검출하기에는 한계가 있으며, 포장이 완료된 포장지 내 여러 정의 알약은 매우 다양한 형태로 위치(이동, 회전, 기울어짐, 접합, 겹침 등)하므로 이를 정확히 인식하는 것 또한 불가능하다 [1].

최근 아주 많은 양의 영상 데이터를 학습하여 영상 내 객체들을 검출하고 인식하는 인공지능 기술 기반 딥러닝 모델들이 각광받고 있으며, 이러한 딥러닝 기술을 통하여 위 언급한 기존의 영상처리 기술들을 활용한 약품 검수 방법의 한계를 극복할 수 있을 것으로 보인다. 다만 현재 딥러닝 기술의 사용을 위해서는 학습을 위한 아주 많은

양의 데이터 획득(영상 촬영)과 획득 데이터 내 알약들에 대한 정보(이름 및 위치)들의 라벨을 붙여주는 레이블링 작업이 필요한데, 이와 관련하여 조제 관련 기업 및 약국, 병원 등에서 취급하는 수많은 종의 알약들을 실제 조제 환경처럼 처방된 알약의 조합으로 모두 표현할 수 없을 뿐 아니라, 학습 데이터 획득을 위하여 수많은 알약들을 모두 포장하는 것도 불가능하다. 실령 포장이 가능하다고 해도 포장 내 각각의 알약들을 임의의 다양한 형태로 위치하게 하여 촬영하는 것 역시 불가능하며, 최종적으로 각 영상 내 객체(알약)들의 정보를 일일이 레이블링 하는 것 또한 불가능하다.

이에 따라 본 논문에서는 약품 조제 자동화를 위한 AI 기반의 의약품 비전 검수 기술 개발에 있어서, 위 기술한 어려움들을 극복하기 위한 데이터 확보 (확장) 및 학습 방법을 제안하고자 한다.

II. 본 론

우선 본 방법을 적용할 약품 비전 검수 장비 내 촬영 환경(배경 및 조명 등)은 항상 동일하므로 단일 알약을 각각 촬영한 경우 그림 1 (a)와 같고, 처방에 포함된 알약이 6 개일 때, 포장 후를 가정하여 모두를 포함한 뒤 촬영한 영상은 그림 1 (b)와 같이 약품 6 알이 다양한 형태로 위치(이동, 회전, 접합 등)하게 된다. 이 때 실제 조제 환경 및 상황 등을 고려해보면, 그림 1 (a)와 같이 포장 전 한 알의 알약을 각각 촬영하여 데이터베이스화 하여 이를 대상으로 학습을 수행한 뒤, 그림 1 (b)와 같이 한 영상에 다수의 알약이 다양한 형태로 위치한 포장 후 영상을 대상으로 알약의 위치를 검출하고 약의 종류를 인식하는 방법으로 검수를 진행하여야 한다.

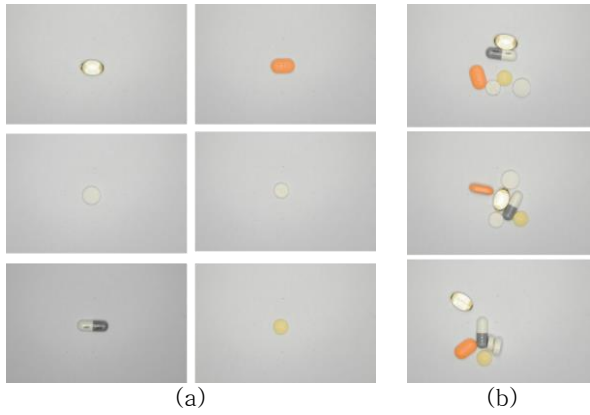


그림 1. 알약 영상의 예 ((a) 포장 전 단일 알약 영상, (b) 포장 후 복합 알약 영상)

일반적으로 딥러닝 기술을 활용하기 위해서는 아주 많은 양의 학습 데이터가 필요하며, 학습에는 최종 대상 영상과 유사한 형태의 영상이 많이 사용될수록 학습 모델의 성능이 좋아지게 되는데, 실제 조제 환경에서는 그림 1 (a)와 같이 하나의 알약 정도를 확보하여 촬영할 수 있을 뿐, 여러 개의 알약을 한꺼번에 임의의 다양한 형태로 위치시켜 촬영하는 것이 불가능하다. 또한 이 때 각각의 알약에 대한 정보를 직접 레이블링 하는 것 역시 불가능하다.

이런 경우 딥러닝 분야에서는 학습 데이터를 충분하게 확보하기 위하여 데이터를 확장하여 학습에 사용하는데 [2], 대표적인 데이터 확장 방법으로 영상의 환경 변경 (해상도, 조명 등) 또는 객체 변화 (색, 크기, 회전, 위치 등) 등을 들 수 있다. 본 논문에서 사용할 대상 영상의 경우, 영상의 촬영 환경은 고정되어 있기 때문에 데이터 확장 시 알약의 회전 및 위치 변화만 고려하여 데이터를 확장하고 학습하면 된다. 또한 실제 조제 및 검수 환경을 고려했을 때 한 포장 내 여러 알의 알약이 함께 들어있는 상태일 것이므로, 한 영상 내 여러 알약이 다양한 형태로 위치할 수 있도록 영상 데이터를 확장해야 한다.

우선 그림 2 (a)와 같이 앞/뒤 (정제류 약품 두 면의 형상이 다르거나 인쇄가 다른 경우, 캡슐류 약품 내 인쇄의 유/무 면 경우 등) 측면 (정제류 원형, 정방형 등 측면으로 서 있을 수 있는 경우 등) 등 알약이 검수 영상 내 존재할 수 있는 형태의 모든 면을 한 장씩 촬영하고, 알약들이 위치하게 될 배경 영상(그림 2 (b))을 준비한다.

다음으로 그림 3 과 같이 각 알약에 대하여 임의의 면에 해당하는 영상을 선택해 임의의 각도로 회전한 뒤, 배경 영상 내 임의의 픽셀 위치에 합성하면 원하는 수만큼의 영상을 만들어 학습 영상을 확장할 수 있게 된다. 그림 3 과 같이 6 종의 알약에 대한 처방이 각 알약을 1 알씩 포함하는 경우, 영상 확장을 위한 모든 경우의 수는 수식 1 과 같다. 6 종의 알약을 A 에서 F 로 표현했을 때, 각 알약의 앞/뒤/측면 영상을 한 집합으로 보고 각 집합에서 하나씩을 선택하는 조합의 곱으로 경우의 수(수식 (1))를 계산하고, 여기에 각도의 변화를 1° 로 설정했을 때 360,



그림 2. 준비 영상의 예 (6 종 대상, (a) 단일 약품 영상, (b) 배경 영상)

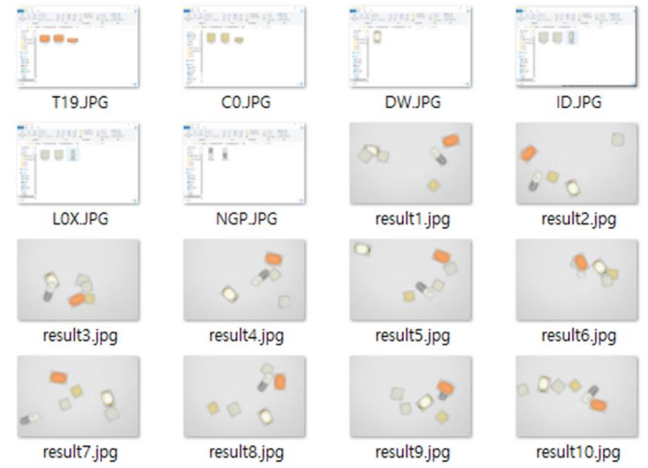


그림 3. 영상 확장의 예 (6 종 대상)

및 배경 영상의 픽셀 개수(가로×세로, 단일 알약 영상이 배경을 벗어나는 외곽 영역 제외)를 곱하면 모든 경우의 수를 표현할 수 있다. 단지 이렇게만 가정해도 엄청나게 많은 양의 데이터를 생성할 수 있는데 본 방법의 경우, 데이터 확장 시 배경 영상 내 각 알약을 합성하기 위한 픽셀의 위치를 알약의 위치로 사용하므로 알약의 이름과 함께 확장 영상 내 각 알약에 대한 자동 레이블링 또한 가능하게 된다.

$$\begin{aligned}
 A &= \{a_f, a_b, a_{s1}, a_{s2}\}, \quad D = \{d\} \\
 B &= \{b_f, b_b, b_s\}, \quad E = \{e_f, e_b\} \\
 C &= \{c_f, c_b, c_s\}, \quad F = \{f_f, f_b, f_s\}
 \end{aligned}
 \quad , \quad {}_4C_1 \times {}_3C_1 \times {}_3C_1 \times 1 \times 2 \times {}_3C_1 \quad (1)$$

where f is front, b is back, s is side

최종적으로 단일 알약 영상에 대한 회전 및 합성 위치 등을 적절히 샘플링하여 무분별하게 많은 데이터 확장을 방지하고 이렇게 확장한 데이터를 학습에 사용하면, 그림 1 (b)와 같이 하나의 영상 내 여러 알약이 다양한 형태로 위치하는 경우에도 각 알약에 대한 보다 정확한 검출 및 인식이 가능하게 된다.

본 논문에서는 제안한 복합 알약 대상 데이터 확장 및 학습 방법의 효과를 검증하기 위하여 그림 4 와 같이 한 영상 내 여러 알의 알약을 다양한 형태로 위치하게 하여 시험 영상을 구성한 뒤, 시험 영상 내 각 알약들에 대한 검출 및 인식 결과를 확인하였다. 이와 함께 보다 정확한 성능 평가를 위하여 단일 알약 영상을 대상으로 각도 및 위치를 수동으로 바꿔가며 직접 촬영한 영상 및 이를 이용하여 각도와 위치만을 자동으로 변경하여 확장한 영상으로 학습을 수행한 뒤, 동일한 시험 영상들에 대한 결과를 비교하였다. 본 논문에서 사용한 딥러닝 모델은 YOLOv3 로, 학습에 사용한 영상은 총 2,000 장이며 4:1 의 비율로 학습 및 검증 세트를 구성하였다. 또한 배치 사이즈(Batch Size)는 64 로, 학습률(Learning Rate)은 0.001 로 설정하여 학습을 수행하였다.

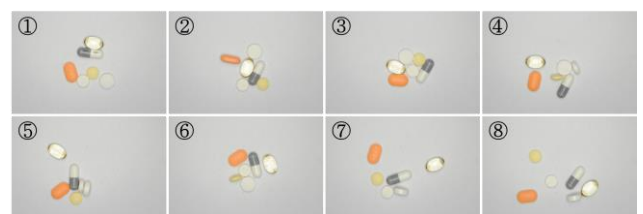


그림 4. 시험 영상 (6 종 대상, 시험 영상 ① ~ ⑧)

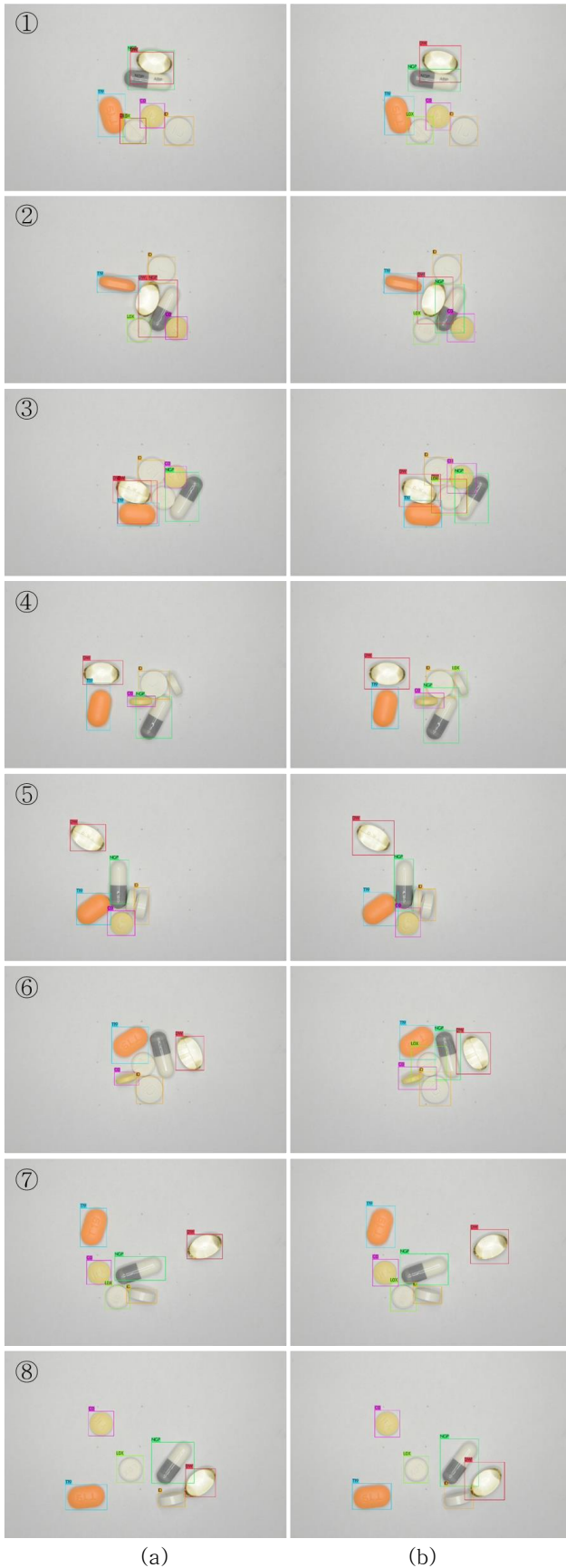


그림 5. 시험 결과 영상 (시험 영상 ① ~ ⑧, (a) 단일 알약 대상 확장 및 학습에 대한 결과, (b) 복합 알약 대상 확장 및 학습에 대한 결과)

시험 결과 그림 5 와 같이 한 영상 내 각 알약에 대한 검출 및 인식 성능을 확인할 수 있었다. 특별히 시험 영상 ①, ②의 경우, 그림 5 (a)에서 단일 알약 영상 대상의 확장 및 학습 시 인접한 알약을 하나의 알약으로 인식한 것을 볼 수 있지만, 그림 5 (b)와 같이 제안한 복합 알약 영상 대상의 확장 및 학습 시 이를 제대로 각각의 알약으로 인식하는 것을 볼 수 있다. 또한 시험 영상 ③, ④의 경우, 인접한 알약 중 하나를 검출하지 못하는 것을 볼 수 있지만 (그림 5 (a)), 그림 5 (b)와 같이 복합 알약 영상 대상의 확장 및 학습 결과에서 이를 제대로 검출하고 인식하는 것을 볼 수 있다. 물론 시험 영상 ⑤의 결과와 같이 두 방법 모두 인접 알약을 검출하지 못하는 경우도 있었지만 다른 시험 영상 ⑥, ⑦, ⑧ 모두에서 제안한 방법을 사용한 알약 검출 및 인식 결과가 단일 알약 대상의 확장 및 학습에 대한 결과와 비교하여 동등 혹은 우수한 검출 및 인식 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다.

이러한 결과들을 바탕으로 본 논문에서 제안한 복합 알약 영상 대상의 데이터 확장 및 학습 방법이 의약품 비전 검수 장치 및 실제 조제 자동화 시스템 적용에 더 적합한 방법이라 판단할 수 있다. 다만 본 논문의 시험 결과들이, 학습 및 시험에 사용한 데이터가 충분히 많지 않고 알약의 종이 실제 약국 또는 병원에서 사용하는 것 보다 현저히 작아 아주 신뢰할 만한 결과라 할 수 없고, 영상 확장 및 학습에 사용할 최적의 경우의 수 및 영상 장 수를 제한한 것이 아니라 실제 현장에 바로 적용할 수 있을 만한 결과는 아니지만, 본 방법을 통하여 앞서 설명한 AI 기반의 비전 검수 기술 개발 및 이를 조제 자동화 시스템에 적용할 경우 예상되는 어려움들을 어느 정도 해결할 수 있을 것으로 보인다.

III. 결 론

본 논문에서는 약품 조제 자동화를 위한 AI 기반의 의약품 비전 검수 기술 개발에 있어, 실제 조제 및 검수 환경을 고려한 복합 알약 영상 대상의 데이터 확장 및 학습 방법을 제안하고 이에 따른 효과를 확인하였다. 결론적으로 본 논문에서 제안한 방법을 통하여 의약품 비전 검수 기술의 개발에 있어 AI 기반의 기술을 훨씬 효과적으로 적용할 수 있을 것으로 보이며, 이와 더불어 AI 기반의 비전 검수 기술을 적용한 조제 자동화 시스템 상용화를 통한 전문 의료진들의 업무 효율 상승 및 관련 기업들의 추가 이윤 창출이 가능할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구 논문은 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행되었음. [21ZD1140, 지능형 의료·보건 산업 실용화 기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] 김휘강, 이상범, 김광용, 김규형, “조제 자동화 시스템을 위한 딥러닝 기반 약품 검수 방법에 관한 연구,” 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 108-110, 2020.
- [2] Y. Wang, J. Ribera, C. Liu, S. Yarlagadda, and F. Zhu, “PILL RECOGNITION USING MINIMAL LABELED DATA” *2017 IEEE Third International Conference on Multimedia Big Data*, pp. 346-353, 2017.