

닭 도체 날개 탈골 검출 알고리즘

구혜란¹, 이호영², 조성호^{3*}

¹성균관대학교 바이오메카트로닉스학과, ²한국폴리텍대학 메카트로닉스학과, ³한국폴리텍대학 AI 자동화과

Development of Detection Algorithm for Wing Dislocation of Chicken Carcass

Hyeran Koo¹, Ho-young Lee², Sung-Ho Cho^{3*}

¹Dept. of Bio-Mechatronic Engineering, Sungkyunkwan University

²Dept. of Mechatronics Engineering, Korea Polytechnics

³Dept. of AI Automation, Korea Polytechnics

요약 국내 닭고기 소비량은 지속적으로 증가하는 추세이며, 소비자들의 요구사항은 다양화되고 고도화되어 왔다. 소비자들의 요구에 따라 닭 도체에 대해 품질 등급판정을 하는데, 우수하고 안전한 닭 품질을 위해 축산물등급판정사가 ‘뼈의 상태’, ‘외관’, ‘외상’ 등을 육안으로 판정한다. 특히 ‘뼈의 상태’는 탈골 및 골절이 몇 개인지에 따라 닭 품질 등급이 달라진다. 이 판별작업은 노동집약적이기 때문에 사람으로 인한 실수가 발생할 가능성이 크고, 가공, 선별, 포장의 과정을 자동화할 때 가장 정제되는 구간이 될 수 있다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 기계 시각 시스템을 활용한 닭 도체의 품질판정 알고리즘을 개발하였다. 빠르게 이동하는 닭 도체의 영상을 획득하기 위해 Non-Interlace 방식의 카메라를 사용하였고, 영상에서 배경을 제거하기 위해 EM(Expectation Maximization) 알고리즘을 적용하였다. 날개 탈골 여부를 판정하기 위해 닭 도체 날개를 기하학적 형태로 분석 및 검출하는 알고리즘을 개발하였고, 이를 통해서 비접촉/비파괴 방식으로 닭 도체 품질판정 시스템을 제안하였다. 총 닭 도체 40마리 중 탈골된 닭 도체 20마리, 탈골되지 않은 닭 도체 20마리를 본 연구에서 제시한 알고리즘에 적용한 결과 판별 정확도는 100%이다. 따라서 제안한 영상처리 알고리즘이 날개 탈골 검출에 효과적임을 알 수 있다.

Abstract The demand for domestic chickens has been increasing, and their quality is evaluated using factors such as bone condition, appearance, and bruising. However, the inspection process is labor-intensive and prone to human error, making it a barrier to fully automating chicken processing. In this study, an algorithm was developed using a machine vision system to automate the inspection of dislocations in chicken carcasses. The algorithm uses a non-interlace camera and an EM image-processing algorithm to separate the background and the region of interest. It analyzes the geometric shape of the wings to detect wing dislocations and determine the quality of the carcass in a non-contact and non-destructive manner. The proposed algorithm detected wing dislocations in all 40 tested samples of chicken carcasses, including 20 with wing dislocations and 20 normal ones. This study shows the potential for using machine vision systems to automate the inspection process and improve the efficiency and accuracy of chicken processing.

Keywords : Wing Dislocation, Chicken Carcass, Quality Grade, Computer Vision, Reference Area

*Corresponding Author : Sung-Ho Cho(Korea Polytechnics)

email: tabularasa@kopo.ac.kr

Received March 7, 2023

Accepted May 12, 2023

Revised April 4, 2023

Published May 31, 2023

1. 서론

국내 닭고기 시장은 2017년 1,759억 원에서 2020년 3,146억 원으로 3년 사이에 55.9% 증가했으며[1], 2020년 1인당 닭고기 소비량은 2017년보다 1.2kg 증가한 15.76kg이다[2]. 소비량이 증가함에 따라 소비자들은 우수하고 안전한 닭 품질을 요구할 것이다. 농림축산식품부에서는 닭고기의 우수하고 안전한 품질을 위해 자율적으로 등급판정을 받도록 하였다. 닭 도체 품질 판정 기준은 ‘뼈의 상태’, ‘외관’, ‘외상’ 등이며, 중량에 따라 판별 기준이 조금씩 달라진다. 닭 도체 품질판정은 축산물등급 판정사가 평가하는데[3], 품질판정 기준 적합한 여부를 육안으로 평가하기 때문에 평가 작업은 노동집약적이며, 장시간의 판정 시간이 필요하다[4].

특히 ‘뼈의 상태’ 평가는 탈골 및 골절이 몇 개 인지에 따라 닭 품질 등급이 달라진다. 평가사가 평가 항목 세부 기준에 따라 육안으로 판단하기 쉬운 일이 아니다. 영상처리 시스템을 도입함으로써 육안 판정으로 인한 실수를 줄이고, 신속한 판정으로 업무속도를 향상할 수 있을 것이다.

최근 농업 분야에서 머신비전과 영상분석 기반으로 축산물의 불량 선별, 비파괴 품질판정, 외부 손상, 윤곽선 추출, 형상 등에 관한 연구가 활발히 수행되어 왔다 [5-7]. Park 등[4]은 유해한 도체를 분리하는데 머신비전이 유망한 기술이라 하였고, Xiong 등[8]은 영상처리 기술은 품질평가 시 스마트하고 유망한 분석 도구라고 하였다. 하지만 닭의 경우 육질 및 관능 판정에 관한 연구가 대부분이며[9], 제품의 안전과 관련된 닭 도체 이물질 판정, 품질판정, 형상 등에 관한 연구는 미미하다. Chao 등[10]은 2대의 초분광 카메라를 이용하여 닭 도체의 기낭(air sac), 패혈증(septicemia) 등 불량 유무를 온라인으로 검색하는 시스템을 개발하였고, Yang 등 [11]은 정상 닭과 병든 닭을 구별하기 위한 라인스캔 이미지 시스템과 퍼지로지 기반의 알고리즘을 개발하였다. Chmiel 등[12]은 컴퓨터 비전시스템을 사용하여 지방 함량을 추정할 수 있는 가능성을 보였으며, Yoon 등[13]은 닭 도체 배설물과 섭취물을 구별하기 위해 2개의 라인 조명과 초분광 이미지 카메라로 스캔 초분광 스펙트럼 이미지 시스템을 개발하였다. 하지만 대부분의 연구가 등급판정 항목과는 무관하거나 정상 닭과 병든 닭을 구분하는 연구이다.

등급판정과 관련 있는 연구로는 하이퍼스펙트럼 이미징 기술을 기반으로 한 미생물학적 부패 감지 및 품질 분

류[14], 닭 도체의 분변 오염 및 뱃조각 검출에 관한 연구가 있다[8]. 하지만 하이퍼스펙트럼 이미징은 조명, 배경, 정반사로 인해 제거해야 하는 불량 픽셀과 무의미한 정보가 많이 포함되어 있어 전처리가 필요하며, 고속 이미지 분석 시 불리한 조건이다[15]. 반면, Non-Interlace 방식인 카메라 이미지의 경우 잔상이 발생하지 않아 고속 처리가 가능하다[16]. 조 등[17]은 비접촉, 비파괴 방식인 영상처리 방식으로 닭 도체 부위별 특징점을 찾아 닭 도체 부위 분할 알고리즘을 개발하여 효율성을 입증하였다. 하지만 본체 검출에 대한 가능성만을 보여주었고, 탈골에 대한 검출은 시도된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 기계적인 시각 시스템을 이용하여 닭 도체 품질 등급에 영향을 미치는 중요한 인자 중 하나인 ‘닭 도체 날개 탈골 여부’를 검출하였다.

닭 도체 날개 탈골 여부를 검출하기 위해 암실 공간에 고주파 형광등과 아날로그 프로그래시브 타입 카메라를 사용하여 닭 도체와 배경을 구분하였다. Fig. 1과 같이 기준영역을 설정한 후 X축, Y축, X축 순서로 스캔하고, 마지막 X축 방향으로 스캔 시 닭 도체 날개와 만나지 않으면 탈골로 판정하였다.

2. 연구방법

2.1 실험장치 및 전처리

본 연구에서 닭 도체를 배경으로부터 분리하기 위한 영상처리시스템 구성하였다. 잔상문제를 해결하기 위하여 Non-Interlace 방식인 아날로그 프로그래시브 타입 8850-CL(Progressive Scan Color Camera) 카메라를 사용하였다. 닭 도체 표면에 균일한 조도를 얻기 위해 고주파 형광등을 사용하였고, 외부 조명의 영향을 최소화하고 정형화된 영상을 획득하기 위해 시스템을 암실 형태로 구성하여 닭 도체 이미지를 획득하였다[17].

날개 탈골 여부는 닭 도체의 외형으로 판별하기 때문에 닭 도체 영상과 배경을 분리해야 한다. 따라서 획득한 영상은 EM 알고리즘을 이용하여 닭 도체와 배경으로 분리하였다.

2.2 닭 도체 날개 탈골 검출

닭 도체 품질 판정 기준에서 뼈의 상태 즉 골절 및 탈골 상태로 골절 수에 의해 A급, B급, C급으로 판정하

로 탈골을 검출하는 것이 닭 도체 품질의 중요한 인자이다.

본 연구에서 아래와 같은 방법으로 닭 도체의 날개 탈골을 검출하였다.

먼저 닭 도체 날개 탈골을 찾기 위한 기준영역(Reference area)을 설정해야 한다. 기준영역을 설정하여 영상처리 범위를 축소해 처리 시간을 줄일 수 있다. 따라서 부위 분할 알고리즘 적용 후 Fig. 1과 같이 y축 290에서 400픽셀 범위를 기준영역으로 설정하였다.

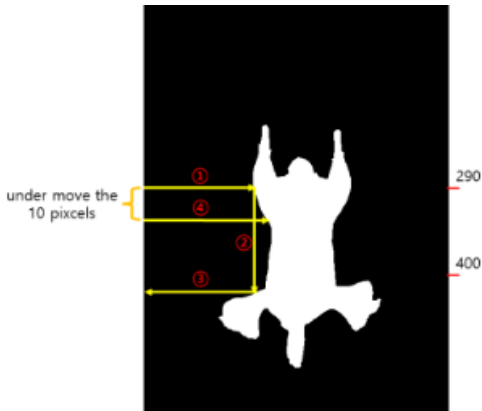


Fig. 1. Standard region setting for partition of Chicken carcass part

닭 도체 날개 탈골 검출 알고리즘은 아래와 같은 방법으로 진행이 되고,

- ① 닭 도체의 영상 왼쪽(좌표점 0, 290)에서 x축 방향(왼쪽에서 오른쪽)으로 스캔하여 닭 도체 이치화 이미지를 만남
- ② y축 아래 방향으로 스캔하면서 이동하면 왼쪽 날개 이치화 이미지를 만남
- ③ x축 방향(오른쪽에서 왼쪽으로)으로 스캔하면서, 왼쪽 윗날개와 아랫날개 돌출 부분을 검색
- ④ 만약 ③에서 왼쪽 윗날개와 아랫날개 돌출 부분을 만나지 못한다면, y축 방향으로 처음 설정한 기준 라인보다 10픽셀 아래 방향으로 이동하여 다시 ①번부터 반복 수행
- ⑤ 라인이 날개 돌출 부분을 만나거나 마지막 라인이 기준영역을 벗어나면 알고리즘 정지
- ⑥ 오른쪽 영역에서 ①에서부터 ⑤번까지 반복 진행

Fig. 2는 닭 도체 날개 탈골 검출 알고리즘 순서도이다.



Fig. 2. Chicken carcass wing dislocation detection algorithm

2.3 닭 도체 날개 탈골 검출 기준

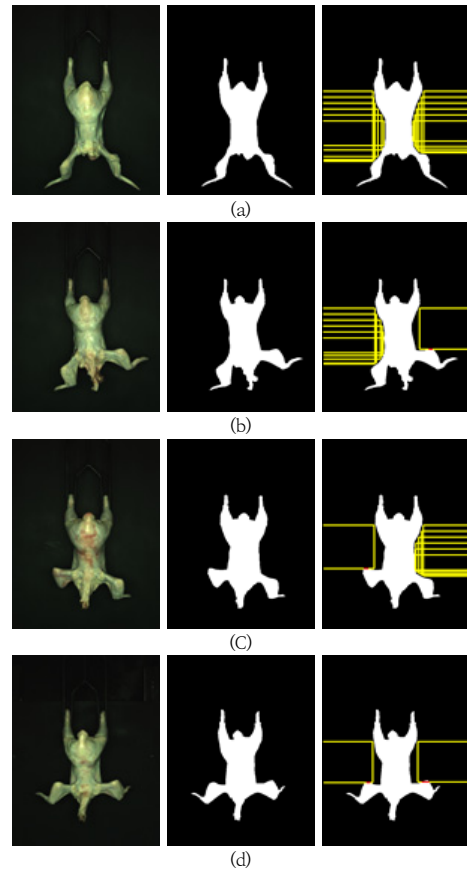


Fig. 3. Broken wing(s) checking (a) The two wings broken (b) Broken left wing (c) Broken right wing (d) Normal

닭 도체 날개 탈골 여부를 판단하는 기준은 다음과 같다. 닭 도체 날개가 탈골되었을 경우 날개꿈치 부분이 아래로 쳐지므로 x축 방향으로 스캔했을 때(Fig. 1의 ③과 정) 기준영역에서 윗날개와 아랫날개가 만나는 부분이 검출되지 않는다면 탈골로 간주할 수 있다. Fig. 3(a)는 양쪽 날개가 탈골됐을 경우 이미지이며, Fig. 3(b)는 오른쪽 날개가 탈골된 경우, Fig. 3(c)는 왼쪽 날개가 탈골된 날개이다. Fig. 3(d)는 양쪽 날개가 탈골되지 않은 닭 도체이다. 탈골되지 않은 닭 도체 날개는 윗날개와 아랫날개가 만나는 부분이 돌출되어 X축 방향으로 스캔하면 Fig. 3(d)을 보는 것과 같이 돌출된 관절을 만나게 된다.

3. 결과

Table 1은 본 연구에서 제시한 알고리즘을 적용하여 닭 도체 날개 탈골을 검출한 결과이다. 실험에 사용한 닭 도체는 총 40마리로 20마리는 탈골, 20마리는 정상 샘플로 실험하였다. 제안한 영상처리 알고리즘을 적용한 결과 탈골로 판정된 것은 20마리로 정확도가 100%이다. 따라서 닭 도체의 날개 탈골 검출 알고리즘이 효과적임을 알 수 있다.

Table 1. The results of detecting wing dislocation

Predicted \ Actual	Dislocation (20 samples)	Non-Dislocation (20 samples)
Dislocation	20	0
Non dislocation	0	20

4. 결론

축산물등급판정사가 하루에 평가하는 닭 도체 수는 1,000마리 이상으로 노동집약적 작업이기 때문에 평가사의 업무 과중으로 사람으로 인한 평가오류, 접촉평가로 인한 닭 폐기, 장시간의 평가 소요 시간 등의 단점이 있다. 본 연구는 닭 도체 부위 분할 시스템 개발의 선행 연구와 연계하여 닭 도체의 기하학적인 외형 특성을 이용하여 품질평가 기준을 비접촉 방식으로 평가할 수 있는 알고리즘을 개발하였다. 이는 사람으로 인한 오류판정을 제거할 수 있으며, 평가 속도를 향상시키고, 비접촉 방식으로 평가한 닭 도체를 폐기하지 않아도 된다는 의

의가 있다.

그러나 본 논문에서 제안한 닭 도체 날개 탈골 검출 알고리즘을 검증하기 위해서는 기존의 도축 공정을 재조정하여 영상처리 시스템을 설치해야 하는 문제가 있다. 등급판정 시스템을 설치 이후에도 본 논문에서 제안한 알고리즘에 대한 유효성 및 실증 데이터 축적으로 정확성을 높이는 작업이 필요하다.

References

- [1] Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (2022). Food Market News Letter, <https://www.kamis.or.kr/customer/inform/commonse/nse/eat.do?action=detail&brdno=23&brdctsno=431522>
- [2] H. H. Bea, Chicken consumption increased by 3.6% due to Corona19, 2020 Press release, Rural Development Administration, https://www.rda.go.kr:2360/%20board/board.do?mode=view&prgId=day_farmprmninfoEntry&dataNo=100000767193
- [3] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs act 2020-112, Agricultural and Fishery Products Quality Control act. (2020). <https://www.law.go.kr/eng/engLsSc.do?menuId=2&query=AGRICULTURAL%20AND%20FISHERY%20PRODUCTS%20QUALITY%20CONTROL%20ACT#liBgcolor0>
- [4] B. Park, (2016). *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation (Second Edition), Chapter9 - Quality Evaluation of Poultry Carcass*. Academic Press.
- [5] T. M. Kim, S. H. Noh, "Echelon feeder of brown rice on-line inspection using image processing", *Journal of Biosystems Engineering*, Vol.35, No.3, pp.197-205, June 2010. DOI: <https://doi.org/10.5307/JBE.2010.35.3.197>
- [6] N. H. Cho, S. H. Lee, H. Hwang, Y. H. Lee, S. M. Choi, "Development of On-line grading algorithm of green pepper using machine vision", *Journal of Biosystems Engineering*, Vol.26, No.6, pp.571-578, 2001. DOI: <https://doi.org/10.5307/JBE.2006.31.6.514>
- [7] K. Kim, D. Seo, J. Chun, "Image processing system for color analysis of food", *Korean Journal of food and technology*, Vol.28, No.4, pp.786-789, 1996.
- [8] Z. Xiong, A. Xie, D. W. Sun, X. A. Zeng, D. Liu, "Applications of hyperspectral imaging in chicken meat safety and quality detection and evaluation: A review", *Food Science and Nutrition*, Vol.55, No.9, pp.1287-1301, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.834875>
- [9] J. S. Cha, S. H. Kim, S. Jung, H. J. Kang, C. Jo, "Comparison of meat quality and sensory characteristics of different native chickens in Korean

market", *Korean Journal of Poultry Science*, Vol.41, No.1, pp.53-59, 2014.

DOI: <https://doi.org/10.5536/KJPS.2014.41.1.53>

- [10] K. Chao, Y.-R. Chen, W. R. Hruschka, F. B. Gwozd, "On-line inspection of poultry carcasses by a dual-camera system", *Journal of Food Engineering*, Vol.21, No.3, pp.185-192, Feb. 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00051-6)
- [11] C.-C. Yang, K. Chao, Y.-R. Chen, M. S. Kim, D. E. Chan, "Development of Fuzzy Logic Based Differentiation Algorithm and Fast Line-scan Imaging System for Chicken Inspection", *Biosystems Engineering*, Vol.95, No.4, pp.483-496, Dec. 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2006.08.009>
- [12] M. Chmiel, M. SŁOWIŃSKI, K. Dasiewicz, "Application of computer vision systems for estimation of fat content in poultry meat", *Food Control*, Vol.22, No.8, pp.1424-1427, Aug. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.03.002>
- [13] S. C. Yoon, B. Park, K. C. Lawrence, W. R. Windham, G. W. Heitschmidt, "Line-scan hyperspectral imaging system for realtime inspection of poultry carcasses with fecal material and ingesta", *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol.79, No.2, pp.159-168, Nov. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.09.008>
- [14] E. D. Spyrelli, C. K. Papachristou, G.-J. E. Nychas, E. Z. Panagou, "Microbiological quality assessment of chicken thigh fillets using spectroscopic sensors and multivariate data analysis", *Foods*, Vol.10, No.11, pp.2723, Nov. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10112723>
- [15] B. Jia, W. Wang, X. Ni, K. C. Lawrence, H. Zhang, S.-C. Yoon, "Essential processing methods of hyperspectral images of agricultural and food products", *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol.198, No.15, pp.103936, Mar. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2020.103936>
- [16] H. Hwang, Development of automatic system with real time On-line quality grading and individual management for chicken carcass production, 2007 final report, Ministry of Agriculture and Forestry, Korea. pp.85.
- [17] S.-H. Cho, H.-J. Lee, J.-H. Hwang, C. Sun, H. Lee, "Development of chicken carcass segmentation algorithm using image processing system", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.22, No.3, pp.445-452, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.3.446>

구 혜 란(Hyeran Koo)

[정회원]



- 2006년 8월 : 성균관대학교 대학원 바이오메카트로닉스학과 (공학 석사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 생명공학연구원 박사과정
- 2022년 2월 ~ 현재 : (주)케이유전자

<관심분야>

인공지능, 자동화시스템

이 호 영(Ho-Young Lee)

[정회원]



- 2004년 8월 : 아주대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2012년 2월 : 서울대학교 대학원 바이오시스템공학과 (공학박사)
- 2020년 2월 ~ 현재 : 한국폴리텍대학 인천캠퍼스 메카트로닉스과 교수

<관심분야>

컴퓨터비전, 인공지능, 분광학, 초분광영상처리

조 성 호(Sung-Ho Cho)

[정회원]



- 2004년 2월 : 성균관대학교 대학원 바이오메카트로닉스학과 (공학 석사)
- 2011년 8월 : 성균관대학교 대학원 바이오메카트로닉스학과 (공학 박사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 한국폴리텍대학 성남캠퍼스 AI자동화와 교수

<관심분야>

컴퓨터비전, 영상인식, 공장자동화