

<중설>**대학 방사선학과 인공지능 교육 활성화를 위한 Orange 플랫폼 이용 사례**

최경호

전주대학교 의과대학 방사선학과/보건통계연구소

Utilizing the Orange Platform for Enhancing Artificial Intelligence Education in the Department of Radiological Science at Universities

Kyoungho Choi

*Department of Radiological Science/Research Institute of Health Statistics,
College of Medical Sciences, Jeonju University*

Abstract Although a universally accepted definition of artificial intelligence (AI) remains elusive, the terminology has gained widespread familiarity owing to its pervasive integration across diverse domains in our daily lives. The application of AI in healthcare, notably in radiographic imaging, is no longer a matter of science fiction but a reality. Consequently, AI education has emerged as an indispensable requirement for radiological technologists responsible for the field of radiology. This paper underscores this imperative and advocates for the incorporation of AI education, using the Orange platform in university radiology department as part of the solution. Furthermore, this paper presents a case study featuring machine learning analysis using structured data on exposure doses for radiation related workers and unstructured data consisting of X-ray data encompassing 69 COVID-19-infected cases and 25 individuals with normal findings. The emphasized importance of AI education for radiology professionals in this research is expected to contribute to the job stability of radiologic practitioners in the future.

Key Words: Artificial intelligence, Machine learning, Radiological technologist, Orange platform, Exposure dose

중심 단어: 인공지능, 기계학습, 방사선사, Orange 플랫폼, 피폭선량

1. 서론

인공지능(artificial intelligence)이라는 용어는, 1956년 다트머스 회의(Dartmouth conference)에서 존 매카시(John McCarthy)에 의하여 '인간의 학습 능력과 지능의 특징들을 정확하게 기술하면 이것을 모방할 수 있는 기계를 만들 수 있는데, 그것이 인공지능이다'라고 언급한 데서 유래한다. 오늘날 인공지능이라는 용어는 로봇 청소기, 인공지능 의료기술 등처럼 우리 생활 곳곳에서 사용되고 있는데, 인간의 학습 능력, 사물인지 능력, 글이나 말의 의미 인식 능력 등과 같은 인간의 지적 능력을 모방하여 컴퓨팅 기술로 실현한 것을 의미한다. 한편

교육부는 '2022 개정 교육과정 총론 주요 사항'을 통해 초·중·고 교육과정에서 디지털·인공지능 소양 함양 교육 강화, 교육과정 전 과정에 걸친 인공지능 융합을 다룰 것을 제시하였다[1].

이와 같은 인공지능과 빅데이터 중심의 4차 산업혁명의 시대적 흐름 속에서, 창의적이고 융합적인 능력을 함양하는 것은 미래 변화에 대응하기 위한 교육의 중요한 과제 중의 하나인데[2], 이는 대학에서 방사선학을 전공하는 학생들에게도 예외는 아니다. 왜냐하면, 최근 우리나라 의료현장에서도 X-선 등의 의료영상과 진단자료를 딥러닝(deep learning) 등의 인공지능 기술로 환자의 병변 여부를 판단하고 이를 의사결정에 활용하는

This work was supported by the 2024 research-year grant of Jeonju university.

Corresponding author: Kyoungho Choi, Department of Radiological Science, Jeonju University, 303 Cheonjam-ro, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeonrabuk-do, 55069, Republic of Korea / Tel: +82-63-220-2549 / E-mail: ckh414@jj.ac.kr

Received 30 May 2024; Revised 15 June 2024; Accepted 27 June 2024

Copyright ©2024 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

빈도가 점점 늘고 있다. 이강현·김준혁[3]에 따르면, IBM의 인공지능 소프트웨어인 Watson for oncology의 경우, 방대한 양의 데이터 분석을 통해 90% 이상의 정확도를 보이는 것으로 나타났다. 그러함에도 불구하고 국내의 경우 인공지능 기술의 방사선 임상 적용은 아직은 초기 단계이며 실제 환자에게 도움이 되기 위해서는 과장이 아닌 실제적 접근이 필요[4]하기에, 김상현 등[5]은 현직 방사선사를 대상으로 인공지능 도입에 따른 역할과 인식 등에 대하여 조사를 하였다. 그 결과 대학에서 의료 인공지능 기술 관련 수업 개설이 71%로 가장 높은 응답률을 보였다. 나아가 인공지능 도입에 따라 병원에서 방사선사의 역할이 줄어들 것이라는 질문에 대해서도 거의 50%의 응답자가 ‘그렇다’라고 응답하였다. 이는 인공지능 도입에 따른 불안감을 나타낸 결과로 풀이되며, 역설적으로 인공지능에 대하여 학습해야 할 필요성이 제기되는 부분이다. 그뿐만 아니라, 4차 산업혁명시대 최신 기술에 대한 방사선학과 대학생들을 대상으로 한 인식도 조사[6]에서도, 대학은 새로운 패러다임 전환에 따른 준비가 진행되어야 할 것이며, 디지털 역량을 강화할 수 있는 교육과 함께 새로운 기술을 활용한 교수법도 준비하여야 할 것으로 강조되었다[7]. 이렇듯 의료영상 분야의 발전을 선도할 핵심기술로 자리 잡은 의료 인공지능[8] 분야는 그 중요성이 점차 증가하는 만큼 대학 방사선학과에서도 이에 따른 인공지능 관련 교육이 이루어져야 할 필요가 있다.

오늘날 인공지능 기술은 마이크로소프트, 아마존, IBM 등 인공지능 기술을 선도하는 주요 회사들을 중심으로 비약적으로 발달해 왔다. 그러나 인공지능에 대하여 지식이 부족한 비전문가가 인공지능 분야 모형을 구축하거나 오류 역전파 알고리즘 등의 내용을 다루기는 매우 어려운 일이다[9]. 이에 이미 구현되어 제공되고 있는 인공지능 기술 요소들을 이용하여 인공지능 응용을 쉽게 수행해 볼 수 있다면 초보자들에게는 매우 쉬운 것이다[10]. 이러한 측면에 가장 부합되는 플랫폼이 바로 Orange 플랫폼이다. Orange 3은 텍스트 코딩 없이 드래그앤드롭 방식 등을 활용하여 프로그램을 작성하거나 컴퓨터 과학과 관련한 개념과 원리를 구현하는 노-코드(no code) 프로그램으로 초보자들에게 적합한 인공지능 분석 도구이다[11].

이렇듯 대학교 방사선학과 학생들에게도 미래를 위한 준비 과정으로 방사선 관련 인공지능에 대한 교육이 필요한바, 이에 대한 활성화를 위하여 본 연구에서는 Orange 3의 이용 방법과 함께 이를 이용한 분석 사례를 보이도록 하겠다. 본 연구는 대학교 방사선학과와 시대에 부응하는 교육과정 개선 필요성 인지, 그리고 인공지능과 데이터 과학(data science) 관련 리터러시(literacy) 학습력 증대에 도움이 될 것으로 기대해본다.

II. 연구 방법

1. 인공지능과 기계학습

인공지능의 다양한 내용 중 현재 방사선 분야에서 가장 많이 활용되고 있는 것은 기계학습(machine learning)일 것이다. 인공지능을 실제 문제해결에 적용하기 위해서는 알고리즘 기반의 시스템이 필요한데, 이것이 바로 인공지능의 하위개념인 기계학습이다[8]. Fig. 1은 4차 산업혁명과 함께 최근 등장한 인공지능과 관련된 용어들의 관계도이다. 인공지능, 빅데이터, 데이터 과학 등은 일정 부분 서로 겹치는 영역이 있는바 상호 독립적으로 생각할 수 없는데, 특히 인공지능은 디지털의 발전과 빅데이터 학습을 기반으로 다양한 분야와 융합되어 활발하게 연구되고 있는 현실이다. 한 예로 인공지능의 하위개념인 기계학습은 경험 기반의 지식을 구현하여 분류(classification), 예측(prediction), 질병의 탐지(detection) 등을 수행하는데, 여기에서 파생된 딥러닝(deep learning)은 계층 구조를 이용한 대표학습을 통해 스스로 데이터에서 유용한 특징을 추출함[12]으로써, 코로나 19 흉부 X-선 판독[13], 뇌출혈 컴퓨터단층촬영(Computed Tomography) 데이터를 이용하여 인공지능 정확도를 평가[14]한 연구 등을 포함한 다양한 방사선 영역에서 오늘날 사용되고 있는 기법이다. 한편 의료영상 분석에서 인공지능의 최근 이용 동향은 이길재·이태수[15]에 잘 정리되어 있다.

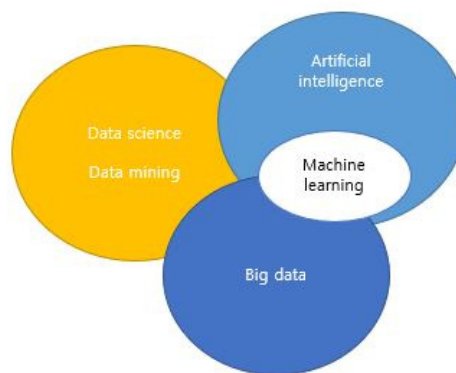


Fig. 1. Relationship between artificial intelligence, machine learning, data science, and big data

2. Orange 3

빅데이터를 활용한 데이터 마이닝(data mining), 기계학습 등을 수행할 수 있는 오픈-소스(open source) 도구에는 RapifMiner, KINME, R, Orange 등 다양한 프로그램이 공개되어 있다. 이들 도구는 모두 각자의 장단점을 갖고 있는데, healthcare 산업 분야와 관련해서는 Santos-Pereira 등[16]에 요약·정리되어 있다. 한편 GUI를 고려할 때는 KINME이

나 RapidMiner가 비교적 우수한 것으로 평가되는 연구[17]도 있으나, 사용자의 편리성을 생각할 때는 위젯(widgets)을 이용하는 Orange가 추천되는 연구[18]도 있다.

Orange 3은 1996년 슬로베니아의 류블라나 대학에서 개발된 도구로 기계학습 및 데이터 시각화를 위한 오픈-소스(open source) 도구이다. 현재까지 지속적인 업데이트가 이루어지고 있으며, 복잡한 텍스트 코딩 없이 캔버스 위로 위젯을 드래그 앤드 드롭(drag and drop) 하는 간단한 과정을 통해 데이터를 분석할 수 있기에 인공지능 및 기계학습을 배우는 초보자에게 매우 적합한 도구이다. 산점도(scatter diagram), 상자-그림(box plot), 도수분포표(frequency table) 등 데이터를 직관적으로 시각화할 수 있는 도구 제공과 함께, 회귀(regression), 분류, 군집(cluster) 등 기계학습 모형 및 모형의 성능평가도 할 수 있다. Orange 3은 <http://orangedatamining.com>에서 내려받을 수 있다(Fig. 2).

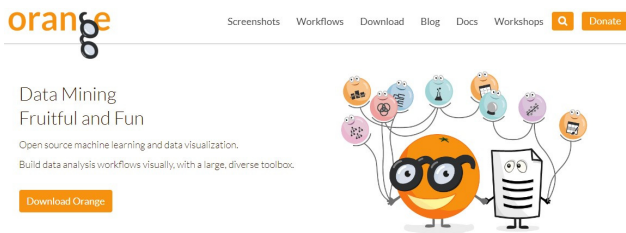


Fig. 2. Orange 3 download screen

3. 기계학습 알고리즘

기계학습 알고리즘의 유형은 학습유형에 따라 구분되는데,

지도학습(supervised learning)에는 분류와 예측이 있으며 비지도학습(unsupervised learning)에는 군집 등이 있다. 분류 모형은 레이블(종속변수)이 포함된 데이터를 학습하고 유사한 성질을 갖는 데이터끼리 분류한 후, 새로 입력된 데이터가 어느 집단에 속하는지를 찾아내는 기법이다. 분류의 대표적인 기법에는 k-최근접 이웃(k-nearest neighbors), 서포트 벡터 머신(support vector machine), 의사결정나무(decision tree), 로지스틱 회귀(logistic regression) 등이 있다. 다음 군집은 비슷한 특징을 가진 데이터들의 집단이다. 따라서 군집화는 데이터가 주어졌을 때 그 데이터들을 유사한 정도에 따라 군집으로 분류하는 것이다. 군집의 대표적인 방법에는, k-평균 군집화(k-means clustering), 밀도 기반 클러스터링(density-based spatial clustering of application with noise) 등이 있다[19].

4. 자료수집

대학 방사선학과 학생들에 대한 인공지능 교육 활성화를 위하여 Orange 3 사용 사례를 소개함에 있어 본 연구에서 사용할 자료는 2가지이다. 먼저 정형데이터로는 의료기관 방사선관계종사자 개인 피폭선량 자료를, 비정형데이터로는 코로나19 관련 X-선 영상자료를 이용하도록 하였다.

2021년 현재 우리나라의 진단용 방사선관계종사자 수는 101,964명으로 급증하고 있는 상황 속에서[20], 이들에 대한 안전관리를 위하여 ‘진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙’을 두고 있다. 이에 따라 질병관리청 피폭관리센터에서는 정기적으로 방사선관계종사자의 개인 피폭선량을 조사·관리하고 있다. Table 1은 2021년도 영상의학과 전문의, 방사선

Table 1. Distribution of annual average explosive doses in 2021 year by section (man · mSv)

| Dose section | Radiologist | Radiological technologist | Nurse | Collective dose |
|--------------|-------------|---------------------------|--------|-----------------|
| ~0.1 | 85.86 | 772.47 | 331.76 | 85.86 |
| 0.1~0.2 | 23.55 | 402.59 | 118.56 | 23.55 |
| 0.2~0.3 | 10.87 | 378.45 | 92.73 | 10.87 |
| 0.3~0.4 | 9.45 | 354.52 | 78.05 | 9.45 |
| 0.4~0.5 | 8.59 | 371.14 | 63.49 | 8.59 |
| 0.5~0.6 | 8.94 | 356.53 | 60.3 | 8.94 |
| 0.6~0.7 | 8.53 | 317.55 | 42.33 | 8.53 |
| 0.7~0.8 | 9.37 | 329.23 | 32.09 | 9.37 |
| 0.8~0.9 | 5.94 | 342.18 | 35.25 | 5.94 |
| 0.9~1.0 | 4.68 | 294.04 | 32.48 | 4.68 |
| 1.0~2.0 | 31.69 | 2847.35 | 242.05 | 31.69 |
| 2.0~5.0 | 50.87 | 6293.63 | 235.23 | 50.87 |
| 5.0~20.0 | 189.81 | 10295.6 | 170.11 | 189.81 |
| 20.0~50.0 | 0 | 1619.63 | 21.82 | 0 |
| 50.0~ | 0 | 442.72 | 0 | 0 |

사, 간호사 집단의 연간평균피폭선량 자료로 본 연구에서 사용할 첫 번째 데이터이다.

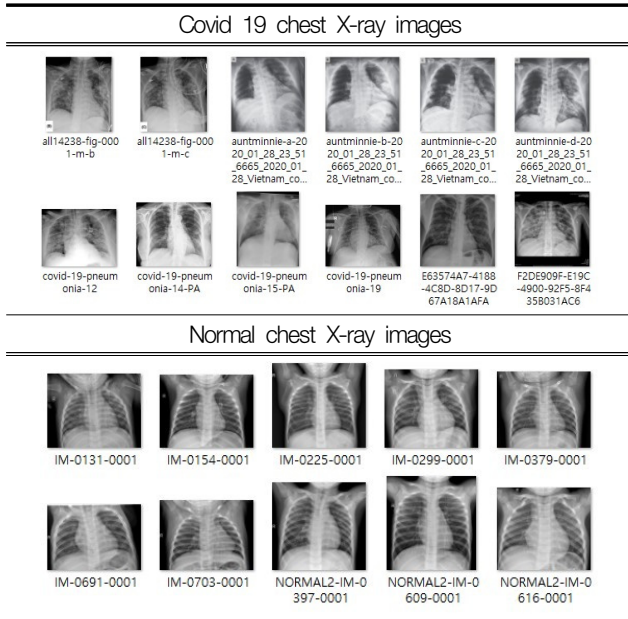


Fig. 3. Unstructured x-ray imaging data(partial)

두 번째 데이터는 코로나-19에 감염된 69명과 정상(normal) 소견을 보인 25명에 대한 X-선 영상으로 비정형데이터인데, 케글(www.kaggle.com)로부터 내려받았다. 케글은 데이터분석가와 기계학습 실무자를 위하여 구글에서 운영하는 온라인 커뮤니티이다. Fig. 3은 본 연구에서 활용할 케글 제공 영상 데이터 일부이다.

III. 결과

1. Orange 3을 이용한 사례 분석


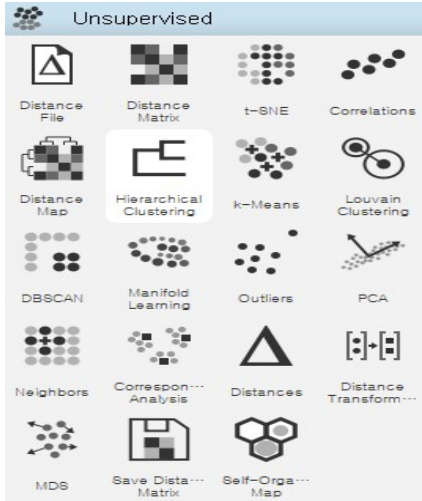
1) Orange 3의 위젯

인공지능을 수행하려면 프로그래밍해야 한다. 인공지능 관련 최근 가장 주목 받는 프로그래밍 언어는 단연코 파이썬(Python)이다. 그런데 Orange 3은 코딩 없이도 인공지능 분석을 할 수 있다. 위젯이라고 불리는 예쁜 그림을 캔버스에 옮기고 연결만 하면 된다. Orange 3에서 제공하는 기본적인 위젯 모음을 정리해 보면 Table 2와 같다.

Table 2. Orange 3 widgets bundle

| Data | Evaluate |
|-----------|----------|
| | |
| Visualize | Model |
| | |

Table 2. Orange 3 widgets bundle (Cont.)

| Transform | Unsupervised |
|---|--|
|  |  |

2) 정형데이터 분석

질병관리청에서는 매년 증가하는 방사선관계종사자의 개인 피폭선량 평생관리를 체계적으로 수행하고자 방사선 피폭선량 측정기관, 전국 시도 보건소, 건강보험심사평가원 등 관련기관과 연계하여 방사선 안전관리 통합정보망 구축에 지속적인 노력을 기울이고 있다. Table 1은 그러한 노력의 일환으로 측정된 자료 일부이며, 이 자료들을 이용하여 연보를 발간하고 있다. 질병관리청에서 발간된 연보에는 직종별 연간피폭선량 이표와 함께 꺾은 선 그래프 등을 이용한 분석 결과로 잘 정리되어 있다. 그뿐만 아니라, 임영기[21] 등은 연보에서 미처 다루지 못한 내용에 대하여 세부적인 추가 분석을 수행하고 있다. 그러나 상기 선행 연구들에서는 기초적인 자료 분석만이 수행되었을 뿐, 추론 통계학적인 관점에서의 심층적인 분석은 이루어지지 못하고 있다. 이에 반하여 Fig. 5는 Orange 3을 이용한 분석 결과로, 기초적 정보인 집단 평균을 포함하여 집단 간 평균 차이에 대한 통계적인 검정 즉 분산분석(Anova)에 대한 정보까지 알 수 있다. 이에 따르면, 방사선사(radiological technologist)의 집단선량($\text{man} \cdot \text{mSv}$)이 영상의학과 전문의(radiologist)나 간호사(nurse) 집단에 비하여 통계적으로 유의($p=0.013 < 0.05$)하게 높다는 사실을 알 수 있다. 이러한 결과는 연보 등에는 제공되지 않은 정보로서, 방사선사들에 대한 피폭관리의 필요성이 제기된다고 하겠다. Fig. 4는 Fig. 5의 분석 결과를 도출하기 위한 Orange 3의 캔버스 화면이다.

방사선 종사자 중, 원자력발전소, 핵의학 의료기관, 비파괴, 생산 판매 등과 관련된 업종에 종사하는 자에 대한 개인 피폭선량 관리는 원자력안전위원회가 담당하고 있다. Fig. 6은 2020 원자력기관과 의료기관에 종사하는 근무자에 대한 집단선량 정

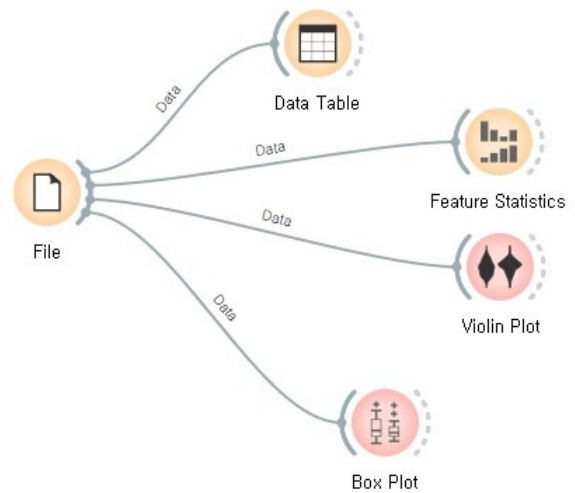


Fig. 4. Widgets are connected to the canvas screen in orange 3 for analysis

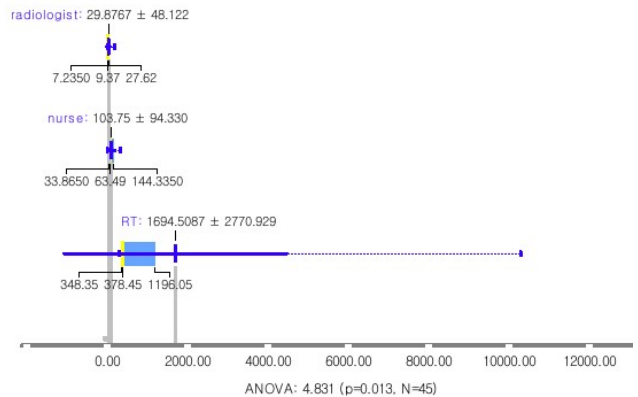


Fig. 5. Analysis results using box plot($p=0.013 < 0.05$)

형태데이터에 대하여 바이올린 plot을 이용하여 비교한 또 다른 예이다. Orange 3을 이용함으로써 원자력안전위원회가 발간한 분석보고서에 제시된 내용보다 훨씬 시각적으로 이해하기 쉽고 유용한 정보를 도출할 수 있다.

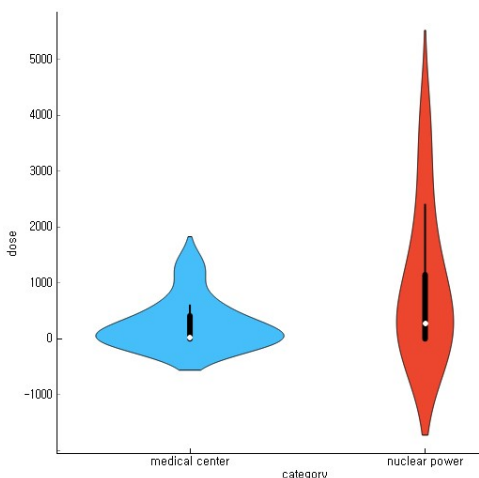


Fig. 6. Violin plot analyzed by orange 3 for comparison between groups

3) 비정형데이터 분석

Orange 3을 이용하여 방사선 영상자료와 같은 이미지 데이터를 분석하려면 ‘image analytics’ 기능이 필요하다. 이 기능을 포함하여 많은 기능이 기본 기능에 탑재되어 있지 않는데, 이는 [Option] → [Add-ons...]을 이용하여 추가로 설치하면 된다. Orange 3에서 기계학습이나 딥러닝을 위한 모형은 입력 자료를 숫자형으로 받는다. 따라서 이미지 데이터는 숫자로 변환하는 과정을 거쳐야 하므로 비정형데이터는 정형데이터에 비하여 한 단계를 거쳐야 한다. Fig. 6은 지도학습 중 분류를 수행하기 위한 Orange 3의 절차이며, Fig. 7은 신경망 모형, 로지스틱 회귀모형, 랜덤포레스트 등 3가지 지도학습 모형의 성능평가 결과이다. 6개의 평가지표 모두에서 로지스틱 회귀모형이 나머지 모형에 비하여 우수한 것으로 평가되었다.

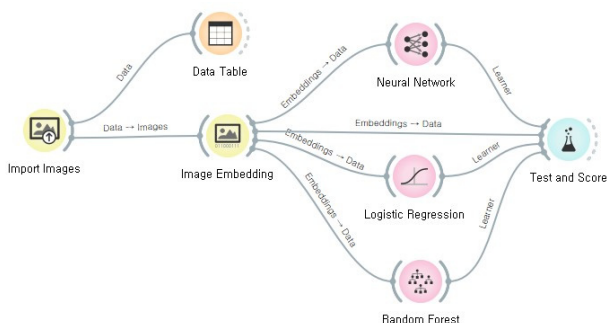


Fig. 7. Orange 3 procedure for machine learning classification using image data

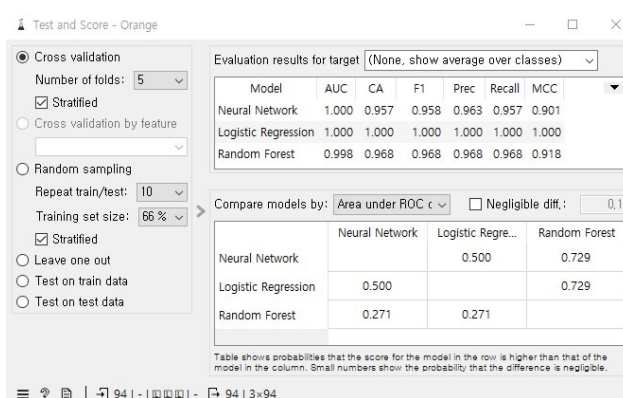


Fig. 8. Comparison of the performance of 3 supervised learning models

IV. 고찰

오늘날 인공지능은 산업, 경제, 금융, 방송, 통신 등 우리 사회의 모든 분야에서 막강한 영향을 미치고 있는데, 이는 의료분야도 마찬가지여서 거대한 변화의 파도를 벗어날 수 없다. 이에 따라 관련 연구가 활발한 가운데, 의료영상 분야에서 인공지능 시대에 대비하기 위한 영상의학과 전문의의 역할 중요성이 강조되고 있다. 인공지능을 이용한 의료영상 분석기술이 적용되는 분야로는 일반촬영술을 포함하여, 전산화단층촬영, 자기공명영상, 초음파촬영, 투시촬영 등에서 다양한 질환을 대상으로 유의미한 판독 결과들이 속속 보고 되고 있다[22]. 일반촬영과 관련해서는 CheXNeXt 네트워크가, 심장 질환 분류에 대해서는 합성곱신경망의 일종인 U-Net과 DenseNet이 현장에서 가장 널리 사용되고 있는 인공지능 방법이다. 이와 함께 의과대학에서의 인공지능 관련 교육 및 전문성 개발의 필요성이 제기되고 있다[15]. 이와 같은 우려와 미래에 대한 준비는 의료 인공지능 활성화로 인하여 영상의학과 전문의들의 영역이 축소될 가능성에 대한 대비의 일환으로 생각된다.

한편, 의료용 인공지능에 대한 방사선사의 인식을 조사한 최준희 등[23]의 연구에 따르면, 의료 인공지능에 대해서 알고 있다는 긍정적인 응답(17.5%)보다 모르고 있다는 부정적인 응답(26.8%)이 1.5배 높은 것으로 나타났다. 나아가 ‘의료 인공지능 활성화는 일자리가 축소에 영향을 줄 것’이라는 질문에 무려 69.1%가 긍정적인 응답을 보임으로써, 방사선사들은 미래의 일자리에 대하여 불안함을 갖는 것으로 조사되었다. 이에 반하여 김상현 등[5]의 조사에서는 70% 정도의 방사선사가 인공지능의 의미에 대해서 알고 있는 것으로 조사되었다. 조사대상자가 다르고 조사 시기도 다르므로 직접적인 비교는 쉽지 않지만, 시간이 흐름에 따라서 방사선사들도 인공지능에 대하여 알아가

고 있는 것으로 보인다.

의료영상에 대해서는 영상의학과 전문의 못지않게 방사선사의 역할도 중요하다. 나아가 영상의학과 전문의들의 역할이 줄어들었다면, 이는 방사선사에게도 영향을 미치게 된다. 따라서 이러한 상황을 극복하려면 방사선사들도 인공지능에 대한 학습이 필요하다. 즉 대학에서 인공지능 관련 지식을 일정 부분 학습하여 기계학습 등에 관한 내용을 알고 있음으로써, 의사들로부터 방사선사들의 영역을 지켜낼 수 있다. 교육은 언제나 미래지향적이다. 지금 준비하지 않으면 늦을 수밖에 없다. 대학 방사선학과에서 의료영상에 대한 기계학습을 포함한 인공지능 교육은 활성화될 필요가 있다.

V. 결론

갑작스러운 코로나19 사태는 우리의 디지털 환경을 놀라운 속도로 빠르게 발전시키고 있다. 이와 함께 4차 산업혁명의 물결은 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷(Internet of Things), 로봇 등의 신기술이 현실화하는 것을 앞당기고 있다. 이 중에서도 인공지능 기술이 급부상하면서 사회, 경제, 의료, 환경, 문화, 교육 등 각종 분야에서 빠르게 접목·확산 되고 있다. 이에 발맞추어 교육 당국에서는 미래세대 핵심역량으로 디지털 기초 소양 함양을 강조하면서 인공지능 교육 내실화를 제언한 상태이다. 이와 별개로 현실적인 측면에서 방사선사들에게 있어 인공지능에 대한 학습은 필수 불가결한 요건이 되고 있다. 의료영상 분야에서 인공지능이 일반화되는 상황의 도래가 멀지 않았기 때문이다.

본 연구에서는 이러한 상황인식과 함께 대학 방사선학과에서 기본적인 인공지능 교육의 필요성을 제기하였다. 여기서 기본적인 인공지능 교육이란, 내용상으로 어려운 목적으로서의 인공지능 교육이 아니라, 인공지능 기술을 교육 방법이나 교육 환경에 적용하는 도구로서의 인공지능 교육을 의미한다. 이 과정에서 복잡한 프로그래밍 없이 인공지능을 학습할 방법이 필요한데, 본 연구에서는 Orange 3의 사용을 제안하고, 정형 및 비정형데이터를 이용한 분석 사례를 소개하였다. 본 연구가 향후 대학 방사선학과 학생들의 인공지능 활성화에 크게 이바지하기를 기대해본다. 더불어 대학 방사선학과에서 Orange 3을 활용한 인공지능 수업이 실행되는 데 도움을 줄 프로그램을 개발할 필요가 있는데, 이는 향후 과제로 남긴다.

REFERENCES

- [1] Park SJ, Min DH, Kum SH, Kim SW. Analysis on artificial intelligence education contents in 2015 revised national curriculum. 2022 Proceeding of The Korean Association of Computer Education, 2022;26(2):117-20. Retrieved from <https://www.riss.kr/link?id=A108310995>
- [2] Moon SB, Lee WT, Heo HO. An analysis of high school students' perception and satisfaction with chemical class converging artificial intelligence. 2022 Proceeding of The Korean Association of Computer Education, 2022;26(1):113-6. Retrieved from <https://www.riss.kr/link?id=A108019045>
- [3] Lee KY, Kim JH. Artificial intelligence technology trends and IBM Watson references in the medical field. Korean Medical Education Review, 2016;18(2): 51-7. DOI: <https://dx.doi.org/10.17496/kmer.2016.18.2.51>
- [4] Park SH. Artificial intelligence in medicine: Beginner's guide. Journal of the Korean Radiological Society, 2018;78(5):301-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.3348/jksr.2018.78.5.301>
- [5] Kim SH, Hong DH, Lee JH, Kim MH. Measures to expand role of radiological technologist in expanding the introduction of artificial intelligence. Journal of Radiation Industry, 2019;13(3):199-206. Retrieved from <https://www.riss.kr/link?id=A106385169>
- [6] Jang HC. Analysis of the perception of radiological technology university students about the latest technology in the era of the 4th industrial revolution. Journal of the Korean Society of Radiology, 2022; 16(3):225-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2022.16.3.225>
- [7] Xing B, Marwala T. Implication of the forth industrial age on higher education. The Thinker, 2017;73(3): 10-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.25073/0866-773X/87>
- [8] Hong JY, Park SH, Jung YJ. Artificial intelligence based medical imaging: An overview. Journal of Radiological Science and Technology, 2020;43(3): 195-208. DOI: <https://dx.doi.org/10.17946/JRST.2020.43.3.195>
- [9] Lee JS. Development and understanding of deep neural networks. Information and Communications

Magazine. 2016;33(10):40–8. Retrieved from <https://www.riss.kr/link?id=A102122846>

[10] Kim YM, Kang ES, Paik SH. A study on the use of Orange platform in artificial intelligence and data science education. 2022 Proceeding of The Korean Association of Computer Education. 2022;26(1):213–6. Retrieved from <https://www.riss.kr/link?id=A108018995>

[11] Lee DY, Chang HK. A study on the experience of using no-code program of computer majors. Journal of Knowledge Information Technology and Systems. 2021;16(5):1103–12. DOI: <https://dx.doi.org/10.34163/jkits.2021.16.5.021>

[12] Jeong EH, Oh JY, Lee JY, Park HH. Application of deep learning-based nuclear medicine lung study classification model. Journal of Radiological Science and Technology. 2022;45(1):41–7. DOI: <https://dx.doi.org/10.17946/JRST.2022.45.1.41>

[13] Ahn KH, Ohm SY. A covid-19 chest X-ray reading technique based on deep learning. The Journal of the Convergence on Culture Technology. 2020;6(4):789–95. DOI: <https://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2020.6.4.789>

[14] Kim HJ, Kang MJ, Kim EJ, Na YH, Park JH, Baek SE, et al. Evaluation of artificial intelligence accuracy by increasing the CNN hidden layers: Using cerebral hemorrhage CT data. Journal of the Korean Society of Radiology. 2022;16(1):1–6. DOI: <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2022.16.1.1>

[15] Lee GJ, Lee TS. Trends in the use of artificial intelligence in medical image analysis. Journal of the Korean Society of Radiology. 2022;16(4):453–62. DOI: <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2022.16.4.453>

[16] Santos-Pereira J, Gruenwald L, Bernardino J. Top data mining tools for the healthcare industry. Journal of King Saud University: Computer and Information Science. 2022;34:4968–82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.06.002>

[17] Hemlata GP. Comprehensive study of open-source big data mining tools. International Journal of Artificial Intelligence and Knowledge Discovery. 2016;6(1):15–8. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/322628934>

[18] Kukasvadiya M, Divecha NH. Analysis of data using data mining tool Orange. International Journal of Engineering Development and Research. 2017;5(2):1836–40. Retrieved from <https://www.ijedr.org/papers/IJEDR1702288.pdf>

[19] Seo JY. Introduction to artificial intelligent. Seoul: Hanbit Academy Press; 2022. Retrieved from https://m.hanbit.co.kr/store/books/book_view.html?p_code=B6772148484

[20] Korea Disease Control and Prevention Agency. 2021 Report Occupational radiation exposure in diagnostic radiology in Korea. National Dose Registry; 2022. Retrieved from <https://webzine.krta.or.kr/healthy-policy>

[21] Lim YK. Recent trend of occupational exposure to ionizing radiation in Korea, 2015–2019. Journal of Radiation Protection and Research. 2021;46(4):213–7. DOI: <https://dx.doi.org/10.14407/jrpr.2021.00311>

[22] Menze BH, Jakab A, Bauer S, Kalpathy-Cramer J, Farahani K, Kirby J, et al. The multimodal brain tumor image segmentation benchmark. IEEE Transactions on Medical Imaging. 2014;34(10):1993–2024. DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/TMI.2014.2377694>

[23] Choi JH, Kim SH, Bok GS, Kim HC, Kim DS. A study on the trend of medical artificial intelligence and the recognition of radiological technologist. Journal of the Korean Society of Radiological Imaging Technology. 2017;2017(1):137–45. Retrieved from <https://www.riss.kr/link?id=A103500704>

| 구분 | 성명 | 소속 | 직위 |
|------|-----|-----------------------|-----|
| 제1저자 | 최경호 | 전주대학교 방사선학과 / 보건통계연구소 | 정교수 |