



Review Paper

The Use of Artificial Intelligence and Big Data for Dealing With COVID-19: A Review Study



*Nilofar Sohrabi¹ , Hamed Momeni²

1. Department of Health Information Technology, Shohadaye Ashayer Hospital, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran.
2. Manufacturing and Production Group, Valiasr Technical Conservatory, Khorramabad, Iran.



Citation Sohrabi N, Momeni H. [The Use of Artificial Intelligence and Big Data for Dealing With COVID-19: A Review Study (Persian)]. *Journal of Modern Medical Information*. 2023; 9(2):192-205. <https://doi.org/10.32598/JMIS.9.2.9>

<https://doi.org/10.32598/JMIS.9.2.9>



Article Info:

Received: 22 Aug 2021

Accepted: 08 May 2023

Available Online: 01 Jul 2023

Key words:

Medical informatics,
Artificial intelligence,
Big data, COVID-19

ABSTRACT

Objective Many countries have used information technology to deal with COVID-19. With the use of advanced technologies, it is possible to predict the prevalence, current situation, and trend of the disease and reduce the risks. This study aims to review the use of artificial intelligence (AI) and big data in management of COVID-19 pandemic.

Methods In this review study, a search was first conducted in Google Scholar, SID, PubMed and ScienceDirect databases using the keywords coronavirus, COVID-19, artificial Intelligence, and big data for the related articles published in 2020. Inclusion criteria were accessibility of full texts and publication in Persian or English. Out of 150 yielded articles, 9 articles were finally included in the study.

Results There are different methods based on AI and big data to predict and diagnose COVID-19, including convolutional neural networks, deep learning technology, and machine learning technology.

Conclusion The methods based on AI and big data have a high potential for COVID-19 prediction and diagnosis. To use their full potential, it is necessary to solve problems such as the lack of standard data sets, security issues, and data quality; the use of data from sources can be helpful in this filed.

* Corresponding Author:

Nilofar Sohrabi

Address: Department of Health Information Technology, Shohadaye Ashayer Hospital, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran.

Tel: +98 (916) 6591044

E-mail: nilofarsohrabi@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

The world faced an unprecedented health care crisis caused by the novel coronavirus, where infection control was the main health care intervention to prevent the spread of the virus [1, 2]. Using technologies such as artificial intelligence (AI) and big data is one of the ways to deal with this disease, which we can categorize its role in health care systems as prediction, diagnosis and treatment of the disease. According to reports, on December 30, 2019, the platform of Blue Dot, an artificial intelligence-based company, witnessed an “unusual pneumonia” cases of unknown cause in Wuhan, China, which warned long before it was officially recognized as the COVID-19 disease [3]. In today’s economic era, data is an essential strategic resource for countries. Big data analysis will make health services more sustainable and efficient to lead to early intervention, prevention and optimal management. By discovering correlations between data and understanding their patterns, big data technology can improve healthcare, save lives, and reduce health system costs [4]. Both AI and big data can control the huge amount of data and help health centers to report the current situation [5]. As a result, this study aims to review the use of AI and big data in management of COVID-19 pandemic.

Methods

This is a review study. First, the related articles published in 2020 were searched in PubMed, Science Direct, SID and Google Scholar databases using the keywords Coronavirus, COVID-19, artificial intelligence, and big data in Persian and English. The inclusion criteria were the availability of full text and publication in Farsi or English. The search yielded 150 articles. Duplicates were removed using Endnote software, and relevant studies were separated from unrelated ones. Finally, 9 articles were included in the study (Figure 1)

Results

In this study, it was found that there are solutions based on AI and big data to predict and diagnose COVID-19, including models of convolutional neural networks (CNNs), deep learning technology, and machine learning technology (Table 1).

Conclusion

Studies have shown that AI can help in different ways to deal with the COVID-19. This technology has been approved in predicting, diagnosis and treatment using big data. The studies showed that CT scan plays an important role in the early diagnosis of COVID-19. Deep learning method showed more than 90% accuracy in disease diagnosis, and indicated the ability of this method in analyzing CT images. For deep learning method, there is a need to collect big data in this field so that a more detailed analysis

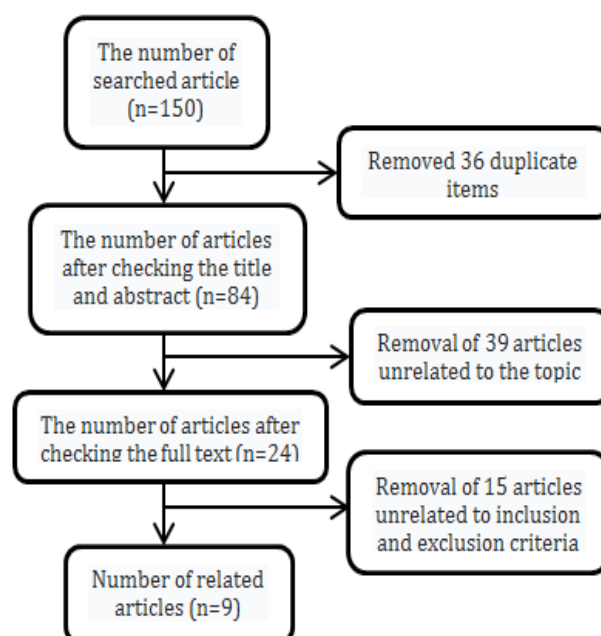


Figure 1. Flowchart of the article selection process

Table 1. Technologies used to predict and diagnose COVID-19

Technology	Type	Use	Prediction	Diagnosis	Results
AI	A CNN named COVID-Net [6]	Classification of people based on the level of involvement using data collection method		*	Accuracy above 93%
	A mobile app named AICOVID-19 [7]	Distinguishing between infection and non-infection coughs using cough and acoustic signals	*	*	Accuracy above 97%
	A CNN model based on deep learning named Xception [8]	Identifying patients with COVID-19 based on x-ray images		*	Accuracy above 97%
	CNN models named ResNet101 and Xception [9]	A fast and reliable method to detect infected cases from non-infected groups		*	Accuracy above 99%
	A model based on deep learning named Inception V3 [10]	Detecting COVID-19 using high-resolution x-rays which can reduce the workload of radiologists, and help control the pandemic		*	100% sensitivity, specificity and accuracy
	Using internal sensors of smartphones based on machine learning technology (CNN and RNN) [11]	Measuring the signal of sensors to predict the severity of lung involvement and the outcome of the disease	*	*	Disease diagnosis with the ability to process different data obtained from CT scan images
Big data	A model based on big data called SUQC [12]	Describing the dynamics of COVID-19 and determining the effects of control measures		*	Predicting trends and providing quantitative guidance for countries at high risk
	Analysis of data [13]	Prevention, containment, and control of COVID-19	*	*	Accurate prediction of the spread of the disease using appropriate technology to analyze the collected big data
	A comprehensive analytical model [14]	Tracking and identifying the spread of the virus based on data collected from China, Singapore, South Korea, and Italy		*	Estimating the number of infected patients in a specific area to effectively assess the prevention and monitoring of the spread of the disease

can be done. The studies showed that big data is becoming a powerful method for analyzing data and identifying patterns that can be effective in diagnosing COVID-19. Its important role in dealing with this disease starts from the first stage, i.e. prediction and diagnosis; the more quality data there is, the more accurate it will be. One of the challenges in using AI technologies is their high costs. Another challenges are the lack of standard data sets and privacy/security issues. It is recommended that a similar review study be conducted after the end of COVID-19.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

Study design, data analysis and data interpretation, writing and final approval: The both authors; Data collection: Hamed Momeni.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interests.



مقاله مروری

کاربرد هوش مصنوعی و کلان داده در مقابله با کرونا

* نیلوفر سهرابی^۱، حامد مؤمنی^۲

۱. گروه فناوری اطلاعات سلامت، بیمارستان شهدای عشایر، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۲. گروه ساخت و تولید، هنرستان فنی ولیعصر (عج)، خرم‌آباد، ایران.



Citation Sohrabi N, Momeni H. [The Use of Artificial Intelligence and Big Data for Dealing With COVID-19: A Review Study (Persian)]. *Journal of Modern Medical Information*. 2023; 9(2):192-205. <https://doi.org/10.32598/JMIS.9.2.9>

doi <https://doi.org/10.32598/JMIS.9.2.9>

چکیده

هدف: بسیاری از کشورها از فناوری اطلاعات به عنوان یکی از سازوکارهای حکومتی جهت مقابله با کرونا استفاده کرده‌اند. با استفاده از کاربردهای پیشرفته فناوری اطلاعات می‌توان در مورد شیوع بیماری، وضعیت موجود و روند آن پیش‌بینی کرد و خطرات آن را کاهش داد. این مقاله با انگیزه پیشرفت و کاربردهای اخیر هوش مصنوعی و کلان داده‌ها و با تأکید بر اهمیت آن‌ها در پاسخ‌گویی به شیوع کووید-۱۹ و جلوگیری از اثرات شدید این بیماری انجام شده است.

روش‌ها: در این مطالعه پایگاه‌ها و بانک‌های اطلاعاتی معتبر از جمله پایمید، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، گوگل اسکالر و ساینس دایرکت، با استفاده از کلیدواژه‌های Artificial Intelligence، COVID 19، Corona Virus، Big Data و مورد جست‌وجو قرار گرفتند. تاریخ تألیف مقالات مورد جست‌وجو در سال ۲۰۲۰ بود. معیارهای ورود به پژوهش دسترسی رایگان به مقالات و زبان انتشار فارسی یا انگلیسی بود. از مجموع ۱۵۰ مقاله در نهایت ۹ مقاله وارد مطالعه شد.

یافته‌ها: در این مطالعه مشخص شد که برای پیش‌بینی و تشخیص بیماری کووید-۱۹ راهکارهایی مبتنی بر هوش مصنوعی و کلان داده وجود دارد، از جمله مدل‌هایی از شبکه عصبی پیچیده و فناوری یادگیری عمیق برای تشخیص این بیماری و همچنین تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از کلان داده و فناوری یادگیری ماشین برای پیش‌بینی و تشخیص بیماری مورد بررسی قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: بسیاری از راهکارهای مورد بحث جهت پیش‌بینی و تشخیص بیماری قابلیت بالایی جهت پیاده‌سازی و الگوبرداری دارد، اما برای استفاده از ظرفیت کامل این فناوری‌ها نیاز به رفع مشکلاتی از جمله فقدان مجموعه داده‌های استاندارد، امنیت و کیفیت داده‌هاست که استفاده از داده‌های مراکز معتبر و تجهیزات ارتباطی پیشرفته می‌تواند به این امر کمک کند.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۳۱ مرداد ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۱۸ اردیبهشت ۱۴۰۲

تاریخ انتشار: ۰۱ تیر ۱۴۰۲

کلیدواژه‌ها:

انفورماتیک پزشکی،
هوش مصنوعی،
کلان داده، کووید-۱۹

* نویسنده مسئول:

نیلوفر سهرابی

نشانی: خرم‌آباد، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، بیمارستان شهدای عشایر، گروه فناوری اطلاعات سلامت.

تلفن: ۶۵۹۱۰۴۴ (۹۱۶) +۹۸

پست الکترونیکی: nilofarsohrabi@gmail.com

مقدمه

کروناویروس از خانواده ویروس‌هایی است که می‌تواند باعث ایجاد بیماری‌هایی مانند سندرم حاد تنفسی^۱ و سندرم تنفسی خاورمیانه^۲ شود. در سال ۲۰۱۹ کروناویروس به‌عنوان عامل شیوع بیماری در چین در سراسر جهان گسترش پیدا کرد [۱]. در حال حاضر جهان به‌شدت با یک بحران بی‌سابقه مراقبت بهداشتی ناشی از این ویروس مواجه است. سرعت انتقال و مقیاس جهانی عفونت‌های ناشی از این ویروس به‌قدری وسیع است که نیاز به اقدامات اساسی در حوزه‌های راهبردی، مدیریت منابع و کنترل عفونت وجود دارد. در حال حاضر، کنترل عفونت برای جلوگیری از گسترش ویروس مداخله اصلی مراقبت‌های بهداشتی است [۳، ۴].

استفاده از فناوری یکی از راه‌های مقابله با این بیماری است. در مطالعات انجام‌شده از توسعه فناوری در مقابله با همه‌گیری کرونا به‌عنوان انقلاب صنعتی چهارم یاد شده و به نقش فناوری و نسل جدید تولیدات پیشرفته در این زمینه اشاره شده است [۵، ۶]. در شرایط همه‌گیری، این فناوری‌ها از سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی به‌طور قابل‌توجهی پشتیبانی می‌کنند. ما می‌توانیم نقش این فناوری‌ها را در سیستم‌های مراقبت بهداشتی در جایگاه پیش‌بینی، تشخیص و درمان بیماری دسته‌بندی کنیم.

با ظهور عصر داده‌های بزرگ، سیستم‌های مراقبت بهداشتی سنتی به دلیل محدود بودن منابع محاسباتی، نمی‌توانند عملکردی سریع داشته باشند. از این‌رو استفاده از هوش مصنوعی در بهبود و تسریع عملکرد فعالیت‌های مختلف بهداشتی و درمانی تأثیری بالقوه خواهد داشت. از آنجایی که دولت‌ها و سازمان‌های بهداشتی برای مهار شیوع ویروس کرونا تلاش می‌کنند، به همه کمک‌هایی که می‌توانند دریافت کنند از جمله هوش مصنوعی نیاز دارند. اگرچه فناوری‌های هوش مصنوعی فعلی از هوش انسانی فاصله زیادی دارند، اما ثابت شده‌اند که در ردیابی و شیوع بیماری، تشخیص بیماران، ضدعفونی کردن مناطق و تسریع درمان کووید-۱۹ مفید هستند [۷]. طبق گزارشات، شرکت Blue Dot که مبتنی بر هوش مصنوعی است، به‌طور شبانه‌روزی از یک سیستم نظارت بر عفونت استفاده کرده و بیش از ۱۰۰۰۰۰ مقاله‌ی آنلاین را در سراسر جهان با ۶۵ زبان مختلف در ۱۵ دقیقه مطالعه می‌کند. در ۳۰ دسامبر سال ۲۰۱۹ این الگوریتم شاهد گسترش غیرمعمول موارد «ذات‌الریه» با دلیل ناشناخته در ووهان چین بود که خیلی قبل‌تر از آنکه شیوع بیماری به‌طور رسمی به‌عنوان بیماری کووید-۱۹ شناخته شود آن را هشدار داده بود [۸]. بنابراین، فناوری‌های نوظهور می‌توانند چنین بیماری‌های اپیدمی را پیش‌بینی کرده و هشدارهای لازم را جهت اقدامات پیشرفته انجام دهند.

در عصر اقتصاد امروزی داده‌ها یک منبع استراتژیک اساسی برای کشورها هستند و ظرفیت اجتماعی دولت‌ها و سطوح خدمات عمومی را افزایش می‌دهند. تولید داده‌ها به‌طور تصاعدی در حال رشد است و در بخش‌های مختلف زندگی به کار گرفته می‌شود که مزایای قابل‌توجهی برای کاربران مانند صنعت، تجارت، امور مالی، حمل‌ونقل، مراقبت‌های بهداشتی، ارتباطات و شبکه‌ها ارائه می‌دهند. در مراکز مراقبت‌های بهداشتی برای به دست آوردن داده‌های بیشتر از دستگاه‌ها، منابع، حسگرهای مختلف، رایانه، هوش مصنوعی، ماشین و تکنیک‌های یادگیری عمیق استفاده می‌شود. در این راستا، تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، خدمات بهداشتی را پایدارتر و کارآمدتر می‌کند تا خدمات بهداشتی را به سمت مداخله زودهنگام، پیشگیری و مدیریت بهینه سوق دهد. با کشف همبستگی در داده‌ها و درک الگوها و روندها، فناوری کلان‌داده می‌تواند مراقبت‌های بهداشتی را بهبود بخشد، زندگی را نجات دهد و هزینه‌های سیستم سلامت را کاهش دهد [۹]. با توجه به پیشرفت‌های اخیر در زمینه‌های مولکولی و محاسباتی و فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها می‌توانند به کنترل حجم عظیم و بی‌سابقه داده‌های به‌دست‌آمده از نظارت سلامت عمومی، نظارت بر روند جاری، گزارش وضعیت موجود و به‌روزرسانی اطلاعات از مؤسسات و ادارات دولتی و اطلاعات به‌دست‌آمده از مراکز بهداشتی و درمانی کمک کنند [۱۰].

هدف این مقاله نشان دادن کاربردهای بالقوه هوش مصنوعی و کلان‌داده برای مدیریت بیماری همه‌گیر است. درواقع این مطالعه قصد دارد تا با انجام یک مطالعه مروری به بررسی برخی کاربردهای فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در شناسایی و کنترل بحران همه‌گیری کووید-۱۹ بپردازد. انتظار می‌رود که با تمرکز بر این فناوری‌ها، بتوان نقش برجسته آن‌ها را در ترویج و تدوین سیاست‌های بهداشتی جدید نشان داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع مطالعات مروری است که در سال ۱۳۹۹ با هدف بررسی استفاده از هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها در حوزه سلامت در مقابله با همه‌گیری کووید-۱۹ انجام شد. ابتدا به جست‌وجوی منابع مرتبط با پژوهش در پایگاه‌های پابمد، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، گوگل اسکالر و ساینس دایرکت پرداخته شد. مقالاتی که در عنوان یا خلاصه آن‌ها واژه‌های Corona Virus و COVID-19 به همراه واژه‌های Artificial Intelligence و Big Data و همچنین معادل فارسی آن‌ها شامل کروناویروس، کووید-۱۹، هوش مصنوعی و کلان‌داده مشاهده شد انتخاب شدند که سال تألیف آن‌ها مربوط به ۲۰۲۰ و هم‌زمان با اعلام رسمی شیوع کرونا بود. معیارهای موردنظر در دسترس بودن متن کامل مقاله و زبان انتشار فارسی و انگلیسی بود. در جست‌وجو ۱۵۰ مطالعه یافت شد که موارد تکراری با استفاده از نرم‌افزار Endnote حذف و مطالعات مرتبط از موارد نامرتب جدا شدند. همچنین مطالعات با توجه به معیارهای ورود

1. Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)
2. Middle East Respiratory Syndrome (MERS)

و خروج و ارزیابی کیفی موردبررسی قرار گرفتند که درنهایت ۹ مقاله وارد مطالعه شد (تصویر شماره ۱).

یافته‌ها

تأثیر همه‌گیری کرونا در سیستم‌های مراقبت بهداشتی

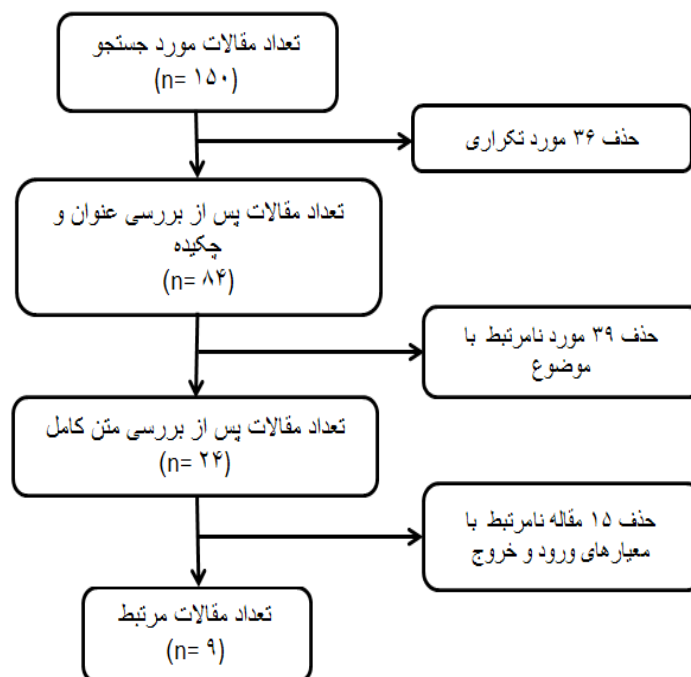
گسترش ویروس کرونا در اواسط ماه ژانویه ۲۰۲۰ شروع شد و در ۱۱ مارس ۲۰۲۰ سازمان بهداشت جهانی این بیماری را به‌عنوان یک بیماری همه‌گیر جهانی اعلام کرد. این ویروس تاکنون قسمت‌های مختلف جهان را تحت تأثیر قرار داده است و میزان شیوع بالای آن و همچنین آسیب‌پذیری بیشتر افراد با سن کمتر و سیستم ایمنی ضعیف در مقابل این بیماری از ویژگی‌های بارز آن است [۱۱].

آنچه از همان ابتدا برای مؤسسات و مراکز پزشکی مهم بوده است پویایی سلامت عمومی است [۱۲]. یک سیستم مراقبت بهداشتی زمانی خوب است که زندگی مردم را از نظر دارو و درمان بهبود بخشد [۱۳]؛ اما علی‌رغم تلاش‌های زیاد در این زمینه، کرونا تاکنون توانسته است خسارات اقتصادی، بهداشتی و اختلال گسترده‌ای را ایجاد کند. همان‌طور که می‌دانیم خطرات همه‌گیری‌ها و بیماری‌ها در طول زندگی فرد را دچار مشکلات زیادی چه از نظر جسمی و چه از نظر روحی می‌کند. به همین دلیل است که همه‌گیری تأثیر مستقیمی بر مراقبت‌های بهداشتی دارد و نیاز جامعه به درمان سریع، مؤثر و مقرون‌به‌صرفه را بسیار مهم کرده است. خسارت‌هایی که تاکنون ویروس کرونا در همه

زمینه‌ها ایجاد کرده است، همچنان در حال افزایش است. ازجمله صدماتی که بیماری کرونا در ارائه خدمات پزشکی ایجاد کرده است مربوط به خدمات درمان فشار خون بالا (۵۳ درصد)، دیابت و عوارض آن (۴۹ درصد)، سرطان (۴۲ درصد) و بیماری‌های قلبی‌عروقی (۳۱ درصد) است [۱۴].

هوش مصنوعی

هوش مصنوعی یک دسته مفهومی گسترده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای است که به‌منظور تقلید یا بهبود تصمیم‌گیری انسان طراحی شده است. هوش مصنوعی ابزاری قدرتمند است که می‌تواند در برابر همه‌گیری کووید-۱۹ درمورد ارزیابی خطرات عفونت و غربالگری جمعیت بسیار مفید باشد. این برنامه کاربردی با استفاده از مدل‌های مبتنی بر کلان‌داده، برای شناخت، توضیح و پیش‌بینی الگوی شیوع بیماری استفاده می‌کند. از هوش مصنوعی می‌توان برای اعلان‌ها و هشدارهای اولیه، ردیابی و پیش‌بینی، جمع‌آوری داده‌ها، تشخیص و پیش‌آگهی، معالجه، درمان و کنترل اجتماعی استفاده کرد. همچنین با استفاده از هوش مصنوعی می‌توان آزمایش‌های بالینی، داروها و واکسن‌ها علیه این ویروس را بهینه کرد. مجموعه این اقدامات می‌تواند به بهبود عدالت در دسترسی به مراقبت بهداشتی، بهبود مراقبت‌های ویژه بیماران مبتلا به کووید-۱۹ و حفظ ایمنی و سلامت شغلی کارکنان بهداشت و درمان منجر شود.



تصویر ۱. فرایند استخراج مقالات

تصویر شماره ۲ روش کلی برنامه‌های کاربردی مبتنی بر هوش مصنوعی و غیر هوش مصنوعی را نشان می‌دهد که به پزشکان عمومی کمک می‌کند تا علائم کووید را شناسایی کنند. این نمودار روند درمان را با و بدون در نظر گرفتن هوش مصنوعی با یکدیگر مقایسه می‌کند و تأثیر هوش مصنوعی را در مراحل مهم درمان با دقت بالا توضیح می‌دهد. همچنین پیچیدگی و زمان صرف‌شده را کاهش می‌دهد. پزشک علاوه بر تمرکز بر درمان بیمار بر کنترل بیماری نیز تمرکز دارد. در این مراحل علائم اصلی و تجزیه و تحلیل آزمایش با کمک هوش مصنوعی بالاترین دقت انجام می‌شود. همچنین تعداد کل مراحل انجام‌شده در کل فرآیند کاهش می‌یابد و ماهیت آن مشخص‌تر می‌شود [۱۵].

چین و همکاران، چندین مدل شبکه عصبی پیچیده^۳ مبتنی بر یادگیری عمیق را آزمایش و عملکرد آن‌ها را با هم مقایسه کردند تا بیماران مبتلا به کووید-۱۹ را با استفاده از اسکن اشعه ایکس قفسه سینه طبقه‌بندی کنند. برای تجزیه و تحلیل عملکرد مدل، ۶۴۳۲ نمونه اسکن اشعه ایکس قفسه سینه جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد مدل Xception بالاترین دقت یعنی ۹۷ درصد را برای تشخیص تصاویر اشعه ایکس قفسه سینه ارائه می‌دهد که سریع‌ترین رویکرد برای شناسایی بیماران مبتلا به کووید-۱۹ بود [۱۶].

وَنگ و همکاران یک مدل با عنوان COVID-Net را به عنوان یک طراحی شبکه عصبی پیچیده برای تشخیص موارد کووید-۱۹ با استفاده از تصاویر اشعه ایکس قفسه سینه معرفی کردند. این مدل افراد را به ۳ دسته نرمال، افراد آلوده‌شده و افراد آلوده‌نشده طبقه‌بندی می‌کند. کادر پزشکی با استفاده از این طبقه‌بندی قادر خواهد بود روش‌های استاندارد و استراتژی‌های درمانی را به کار بگیرد [۱۷].

در مطالعه امران و همکاران یک چارچوب غربالگری مبتنی بر هوش مصنوعی ارائه داده شد که از طریق یک برنامه تلفن هوشمند به نام AI4COVID-19 قابل استفاده است. داده‌های ورودی این سیستم سیگنال‌های صوتی و سرفه هستند که توسط تلفن‌های هوشمند ضبط شده است. نتایج نشان می‌دهد که AI4COVID-19 می‌تواند بین سرفه‌های کووید-۱۹ و چندین نوع سرفه غیر کووید تمایز قائل شود. این سیستم نتایج بسیار امیدوارکننده‌ای به دست آورده است و با دقت بالا می‌تواند بیماری را تشخیص دهد [۱۸].

عباسیان و همکاران در مطالعه خود از روشی سریع و معتبر برای تشخیص کووید-۱۹ با استفاده از فناوری هوش مصنوعی استفاده کردند که در آن ۱۰۲۰ برش CT از ۱۰۸ بیمار مبتلا به کووید-۱۹ و ۸۶ بیمار مبتلا به سایر بیماری‌های پنومونی غیر کووید وارد مطالعه شد. ۱۰ شبکه عصبی پیچیده برای تشخیص عفونت

تصویربرداری پزشکی مانند اشعه ایکس و توموگرافی کامپیوتری نقش مهمی در مبارزه جهانی علیه کووید-۱۹ دارد، در حالی که فناوری‌های هوش مصنوعی که اخیراً در حال ظهور هستند، قدرت ابزارهای تصویربرداری را تقویت کرده و به متخصصان پزشکی کمک می‌کنند. دستیابی به تصویری با توانمندسازی هوش مصنوعی می‌تواند به‌طور قابل توجهی به خودکارسازی روند اسکن کمک کند و تغییر شکل گردش کار را با حداقل تماس با بیماران، به بهترین وجه با محافظت از تکنسین‌های تصویربرداری انجام دهد. همچنین هوش مصنوعی می‌تواند با مشخص کردن دقیق عفونت در تصاویر با اشعه ایکس و سی‌تی اسکن، جریان کار را بهبود بخشد.

کاربرد هوش مصنوعی در پیش‌بینی و تشخیص کرونا

استفاده از هوش مصنوعی به کمک نتایج حاصل از سی‌تی اسکن، نتایج آزمایشگاهی و سابقه مواجهه بیماران، تشخیص سریع بیماران مبتلا به کووید-۱۹ را به‌صورت سریع و مطمئن ممکن می‌کند. شناسایی سریع بیماران با استفاده از کاربرد یادگیری ماشین در تلفن‌های هوشمند، تهیه تاریخچه تماس‌ها و مسافرت‌ها و ارزیابی وضعیت سلامتی افراد از دیگر کاربردهای هوش مصنوعی برای کنترل بیماری کروناست [۲].

هوش مصنوعی با کمک داده‌های نظارتی قبلی که در زمان‌های مختلف رایج هستند ویژگی‌ها، علل و دلایل گسترش عفونت را شناسایی کرده و به پیشگیری از ویروس‌ها و بیماری‌ها کمک می‌کند. همچنین می‌تواند برای پیشگیری از این بیماری با کمک تحلیل داده‌های بلادرنگ اطلاعات را به‌روزرسانی کند. هوش مصنوعی می‌تواند به سرعت علائم نامنظم را تجزیه و تحلیل کرده و در نتیجه به بیماران و مسئولان مراقبت بهداشت هشدار دهد. این کار به فراهم کردن تصمیم‌گیری سریع‌تر کمک می‌کند و مقرون به صرفه است. همچنین در تشخیص موارد آلوده به کمک فناوری‌های تصویربرداری پزشکی، مانند پرتونگاری کامپیوتری و تصویربرداری تشدید مغناطیسی از بخش‌های بدن انسان، مفید است [۱۵].

در بین بسیاری از شاخه‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، دو رویکرد مهم هستند. یادگیری عمیق یک زیرمجموعه از یادگیری ماشین در هوش مصنوعی است که از عملکرد مغز انسان در پردازش داده‌ها و ایجاد الگوهایی برای استفاده در تصمیم‌گیری تقلید می‌کند و دارای شبکه‌هایی است که قادر به یادگیری بدون نظارت از داده‌های بدون ساختار هستند. یادگیری عمیق همراه با عصر دیجیتال تکامل یافته است که باعث انفجار داده‌ها در همه اشکال و از هر منطقه‌ای از جهان شده است. این داده‌ها که به سادگی به عنوان کلان داده‌ها شناخته می‌شوند، از منابع مختلفی استخراج می‌شوند [۲].



تصویر ۲. روش عمومی برنامه‌های کاربردی مبتنی بر هوش مصنوعی و غیر هوش مصنوعی در شناسایی کووید-۱۹ [۱۵]

بود. یافته‌ها نشان داد مدل پیشنهادی با حساسیت، ویژگی و دقت ۱۰۰ درصد قابلیت تشخیص این بیماری را دارد [۲].

مقداد و همکاران چارچوب جدیدی برای شناسایی کووید-۱۹ با استفاده از حسگرهای داخلی گوشی هوشمند پیشنهاد دادند. چارچوب طراحی شده که مجهز به هوش مصنوعی است می‌تواند اندازه‌گیری سیگنال حسگرهای گوشی‌های هوشمند را برای پیش‌بینی درجه شدت درگیری ریه و همچنین پیش‌بینی نتیجه بیماری بخواند و توسط پزشک یا رادیولوژیست‌هایی که در هر زمان و هر مکان به تلفن‌های هوشمند دسترسی دارند، استفاده شود [۲۰].

کلان داده‌ها

کلان داده‌ها به انواع داده‌ها با در نظر گرفتن حجم، تنوع، ارزش، صحت و پویایی آن‌ها اشاره دارد. این داده‌ها می‌توانند داده‌های ایجادشده توسط ماشین و یا داده‌های شبکه‌های اجتماعی باشد [۲۱].

کووید-۱۹ از گروه‌های غیر کووید استفاده شد که در بین آن‌ها بهترین عملکرد توسط ResNet ۱۰۱ با ۹۹ درصد (حساسیت ۱۰۰ درصد، ویژگی ۹۹/۰۲ درصد و دقت ۹۹/۵۱ درصد) و Xception با ۹۹ درصد (حساسیت ۹۸/۰۴ درصد، ویژگی ۱۰۰ درصد و دقت ۹۹/۰۲ درصد) به عنوان مدل‌هایی با حساسیت بالا برای شناسایی و تشخیص عفونت‌های کووید-۱۹ به دست آمد [۱۹].

سلمان و همکاران مطالعه‌ای با هدف ایجاد مدلی با استفاده از یادگیری عمیق برای تشخیص کووید-۱۹ در اشعه ایکس با وضوح بالا، کاهش فشار کاری رادیولوژیست‌ها و کمک به کنترل همه‌گیری انجام دادند. برای توسعه مدل پیشنهادی، اعتبارسنجی و آزمایش ۲۶۰ تصویر موجود (۱۳۰ تصویر کووید-۱۹ و ۱۳۰ تصویر معمولی) با استفاده از تصاویر اشعه ایکس قفسه سینه برای اهداف شبیه‌سازی استفاده شد و محتوای مطالعه براساس داده‌های موجود در سازمان بهداشت جهانی، مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها، آژانس اتحادیه اروپا و سایر وبسایت‌های رسمی در سراسر جهان

این کلان داده‌ها به محققان اجازه می‌دهند تا پیش‌بینی شیوع کووید-۱۹ را به‌عنوان مثال شناسایی مناطق پرخطر و تشخیص جمعیت‌هایی با تعداد بالای موارد آلوده شبیه‌سازی کنند [۲۹].

در مطالعه کاستورینا و همکاران از مجموعه داده‌های جمع‌آوری شده از چین، سنگاپور، کره جنوبی و ایتالیا برای ساخت یک مدل تحلیلی جامع برای شناسایی گسترش ویروس با استفاده از مدل‌سازی و یادگیری داده‌ها استفاده شد. این مدل تعداد بیماران مبتلا در یک منطقه مشخص برای ارزیابی مؤثر پیشگیری و نظارت بر شیوع بیماری کووید-۱۹، به‌ویژه مناطق نزدیک شیوع بیماری همه‌گیر را نشان می‌دهد [۳۰].

وو و همکاران در مطالعه خود درمورد کاربرد فناوری کلان داده برای پیشگیری، مهار و کنترل کووید-۱۹ در چین بحث کردند. در این مطالعه همچنین درباره روش‌های جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات کلیدی داده‌ای که قبل از شیوع کووید-۱۹ در چین وجود داشت و اینکه چگونه این داده‌ها در پیشگیری و کنترل کووید-۱۹ نقش داشتند، بحث شد. نتایج مطالعه نشان داد در فرایند پیشگیری و کنترل کووید-۱۹ در چین، فناوری کلان داده نقش مهمی در ردیابی شخصی، نظارت و هشدار اولیه، ردیابی منابع ویروس، غربالگری دارو، درمان پزشکی، تخصیص منابع و بازایی تولید داده‌های موردنظر دارد [۹].

جدول شماره ۱ مقایسه فناوری‌های مورد استفاده جهت پیش‌بینی و تشخیص ویروس کرونا در حوزه‌های مختلف را نشان می‌دهد. براساس بررسی‌های این مطالعه روش‌های موجود در حوزه پیش‌بینی و تشخیص بیماری کرونا تأثیرگذار بوده است.

بحث

در این مقاله، یک مطالعه تطبیقی درمورد راه‌حل‌های پیشرفته در مبارزه با ویروس کرونا از جمله استفاده از هوش مصنوعی و کلان داده برای یافتن رویکردهای سریع که می‌توانند به‌طور مؤثری با بیماری کووید-۱۹ مقابله کنند، ارائه شد و انواعی از این فناوری برای پیش‌بینی و تشخیص بیماری بررسی شد.

مطالعات نشان داد هوش مصنوعی فناوری امیدوارکننده‌ای است که می‌تواند از راه‌های مختلفی برای مقابله با وضعیت بیماری کرونا کمک کند. این فناوری در پیش‌بینی شیوع بیماری، تشخیص و درمان آن با استفاده از مطالعه، دسترسی به کلان داده و طبقه‌بندی داده‌های پزشکی مورد تأیید قرار گرفته است. مطالعات ذکر شده از روش‌ها و مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی و تشخیص بیماری کووید-۱۹ استفاده کرده‌اند که همگی دارای دقت بالا هستند. مطالعات نشان می‌دهند سی‌تی نقش مهمی در تشخیص زودهنگام کووید-۱۹ دارد و درواقع یک روش اصلی است. طبق **جدول شماره ۱** یادگیری عمیق دقت بیش از ۹۰ درصد را در تشخیص بیماری نشان می‌دهد که

توانایی کلان داده‌ها در حمایت از مبارزه با بیماری‌های عفونی مانند کووید-۱۹ ثابت شده است [۲۲]. کلان داده‌ها به‌طور بالقوه تعدادی راه‌حل امیدوارکننده برای کمک به مبارزه با همه‌گیری کووید-۱۹ ارائه می‌دهند و با ترکیب با تجزیه و تحلیل هوش مصنوعی، به ما کمک می‌کنند تا این بیماری را از نظر ردیابی شیوع، ساختار ویروس، درمان بیماری و ساخت واکسن درک کنیم [۲۳]. برای مثال، کلان داده‌های مرتبط با ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند مدل‌های شبیه‌سازی پیچیده‌ای را برای شیوع با استفاده از جریان داده‌های ویروس کرونا ایجاد کنند.

فناوری تحلیل دیداری امکان ارتباط بین مجموعه کلان داده‌ها را فراهم می‌کند و متخصصان را قادر می‌کند تا تشخیص دیداری بهتری به دست آورند و تصمیم‌گیری مؤثرتری داشته باشند. در حال حاضر دولت‌ها از کلان داده به‌منظور تحلیل‌های دیداری از داده‌های نظارتی، همه‌گیری، منابع درمانی، بیمارستانی و نظارت شخصی جهت تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند. تحلیل‌های دیداری‌سازی عمدتاً از طریق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی^۴ به دست می‌آید. فناوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی باید مجهز به جمع‌آوری مناسب کلان داده شود. به‌منظور تحلیل و پردازش این داده‌ها از زیرساخت‌های مناسبی استفاده می‌شود [۹، ۲۴].

کاربرد کلان داده‌ها در پیش‌بینی و تشخیص کرونا

کلان داده این توانایی را دارد که از فرایندهای تشخیص و درمان کووید-۱۹ پشتیبانی کند. نتایج تحقیقات حاصل از مطالعات نشان می‌دهد که کلان داده می‌تواند به مراقبت‌های بهداشتی کمک کند تا عملیات پزشکی مختلف را (تشخیص زودهنگام، تجزیه و تحلیل بیماری و پیش‌بینی نتایج درمان) ارائه دهد [۲۵، ۲۶]. درواقع، کلان داده به‌طور بالقوه پیش‌بینی شیوع بیماری را در گستره جهانی با استفاده از ابزارهای تحلیلی داده‌ها بر روی مجموعه داده‌های عظیم جمع‌آوری شده از منابع موجود، مانند سازمان‌های بهداشتی و مؤسسات مراقبت‌های بهداشتی ممکن می‌کند [۲۷، ۲۸]. همچنین به‌عنوان یک راه‌حل امیدوارکننده برای ردیابی شیوع ویروس کرونا با ترکیب با ابزارهای هوشمندی مانند یادگیری ماشین و یادگیری عمیق برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی ظاهر شده است که برای دولت‌ها در نظارت بر شیوع احتمالی کووید-۱۹ در آینده بسیار مفید است.

در مطالعه ژائو و همکاران از یک مدل به نام SUQC استفاده شد که شامل افراد حساس، غیرقرنطینه‌شده، آلوده قرنطینه‌شده و آلوده تأییدشده بود و برای توصیف پویایی کووید-۱۹ و مشخص کردن اثرات مداخله اقدامات کنترلی ایجاد شد. تعداد افراد مبتلا به این بیماری در ۵ منطقه مختلف از کشور چین مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های مربوط به شیوع بیماری از منابع موثق نظیر کمیسیون ملی بهداشت و شهرداری چین جمع‌آوری شد.

4. Geographic Information System (GIS)

جدول ۱. مقایسه فناوری‌های به کار گرفته شده جهت پیش‌بینی و تشخیص کووید-۱۹

ردیف	فناوری	نوع فناوری	کاربرد	پیش‌بینی	تشخیص	نتیجه
۱	هوش مصنوعی	یک مدل از شبکه عصبی پیچیده با عنوان COVID-Net [۱۷]	طبقه‌بندی افراد براساس میزان درگیری با استفاده از گردآوری داده‌ها	*	*	دقت بالای ۹۳ درصد
		یک برنامه تلفن هوشمند با عنوان AICOVID-19 [۱۸]	تمایز بین سرفه‌های کووید-۱۹ و غیر کووید با استفاده از سیگنال‌های صوتی و سرفه	*	*	دقت بالای ۹۷ درصد
		یک مدل از شبکه عصبی پیچیده مبتنی بر یادگیری عمیق با عنوان Xception [۱۶]	سریع‌ترین رویکرد برای شناسایی بیماران مبتلا به کووید-۱۹ براساس اسکن تصاویر اشعه ایکس	*	*	دقت بالای ۹۷ درصد
		مدل‌هایی از شبکه عصبی پیچیده با عنوان ResNet ۱۰۱ و Xception [۱۹]	روشی سریع و معتبر برای تشخیص کووید-۱۹ از گروه‌های غیر کووید	*	*	دقت بالای ۹۹ درصد
		یک مدل با استفاده از یادگیری عمیق با عنوان InceptionV۳ [۲]	تشخیص کووید-۱۹ در اشعه ایکس با وضوح بالا، کاهش فشار کاری رادیولوژیست‌ها و کمک به کنترل همه‌گیری	*	*	حساسیت، ویژگی و دقت ۱۰۰ درصد
۲	کلان داده	استفاده از حسگرهای داخلی گوشی هوشمند براساس فناوری یادگیری ماشین (شبکه عصبی پیچیده و شبکه عصبی بازگشتی) [۲۰]	اندازه‌گیری سیگنال حس گرهای گوشی‌های هوشمند برای پیش‌بینی درجه شدت درگیری ریه و همچنین پیش‌بینی نتیجه بیماری	*	*	تشخیص بیماری با قابلیت پردازش داده‌های متفاوت حاصل از اسکن تصاویر CT
		یک مدل براساس کلان داده با عنوان SUQC [۲۹]	توصیف پویایی کووید-۱۹ و مشخص کردن اثرات مداخله اقدامات کنترلی	*	*	پیش‌بینی روند همه‌گیری و آرایه راهنمای کمی برای کشورهای در معرض خطر بالای شیوع
		تجزیه و تحلیل داده‌ها [۲۴]	پیشگیری، مهار و کنترل کووید-۱۹ با استفاده از روش‌های گردآوری داده‌ها	*	*	پیش‌بینی دقیق گسترش بیماری با استفاده از فناوری مناسب جهت تجزیه و تحلیل کلان داده‌های گردآوری شده
		یک مدل تحلیلی جامع [۳۰]	ردیابی و شناسایی گسترش ویروس با استفاده از مدل سازی و یادگیری براساس داده‌های جمع‌آوری شده از چین، سنگاپور، کره جنوبی و ایتالیا	*	*	تخمین تعداد بیماران مبتلا در یک منطقه مشخص برای ارزیابی مؤثر پیشگیری و نظارت بر شیوع بیماری کووید-۱۹

نیاز به اقدامات تکمیلی در این حوزه دارد. از جمله اقدامات تکمیلی رفع چالش‌هایی است که در این زمینه وجود دارد. یکی از این چالش‌ها به کارگیری فناوری و هزینه‌بر بودن آن است و استفاده از آن مستلزم به‌روزرسانی مداوم است. از دیگر چالش‌ها فقدان مجموعه داده‌های استاندارد است. داده‌ها به‌منظور تبدیل هوش مصنوعی و برنامه‌های کاربردی کلان داده به یک راه حل قابل اعتماد برای مبارزه با ویروس کووید-۱۹ مورد نیاز هستند، اما فقدان مجموعه داده‌های استاندارد مانع از آن می‌شود. برای غلبه بر این چالش، دولت، مراکز و سازمان‌های بهداشتی نقشی کلیدی ایفا می‌کنند زیرا می‌توانند با مجموعه داده‌های با کیفیت بالا و بزرگ کار کنند. همچنین می‌توان انواع منابع داده مانند اسکن اشعه ایکس و سی‌تی اسکن از بیمارستان‌ها، داده‌های ماهواره‌ای، اطلاعات شخصی و گزارش‌های برنامه‌های خود مراقبتی را توسط این نهادها ارائه داد.

توانایی این روش در تجزیه و تحلیل تصاویر پزشکی را بیان می‌کند. یادگیری عمیق، ضرورت جمع‌آوری کردن کلان داده را در این زمینه اجاب می‌کند تا تحلیل دقیق تری صورت بگیرد. مطالعات نشان می‌دهد کلان داده در حال تبدیل شدن به ابزاری قدرتمند برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و شناسایی الگویی است که می‌تواند در تشخیص و بهبود کووید-۱۹ مؤثر باشد. نقش مهم آن در مقابله با این بیماری از مرحله اول یعنی پیش‌بینی و تشخیص شروع می‌شود و هرچه داده‌های بیشتر و باکیفیت تری وجود داشته باشد دقت آن نیز بیشتر می‌شود.

نتیجه‌گیری

امروزه فناوری و دستگاه‌های اطلاعات سلامت در هم تنیده و به سرعت در حال گسترش هستند و همچنان از فناوری‌های ذکر شده در پیش‌بینی و درمان این ویروس می‌توان استفاده‌های مؤثرتری به عمل آورد و استفاده از ظرفیت کامل این فن‌آوری‌ها

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

یکی دیگر از چالش‌های موجود حریم خصوصی و امنیت است. استفاده از فناوری کلان داده در پیشگیری و کنترل بیماری‌های عفونی مانند کووید-۱۹ نیازمند توسعه بیشتر در جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل، توزیع و حفظ حریم خصوصی پیرامون اطلاعات شخصی و عمومی است؛ اما معمولاً افراد در موارد غیررسمی حاضر به اشتراک گذاری اطلاعات شخصی خود نیستند. یکی از راه‌های اشتراک گذاری اطلاعات شخصی استفاده از مکانیسم‌های تشویقی است. درواقع برای مشارکت بیشتر افراد و نهادها در ارائه داده‌ها نیاز به ایجاد انگیزه است.

همچنین کیفیت داده‌ها و درجه تجزیه و تحلیل داده‌ها نقش مهمی در پیشگیری و کنترل بیماری همه‌گیر تعیین می‌کند. از راه‌های جمع‌آوری داده‌های باکیفیت به صورت خودکار استفاده از برنامه‌هایی است که دقت و استفاده از داده‌ها را بهبود می‌بخشد. دستگاه‌های متصل به هم هوشمند، حسگرهای پوشیدنی و سایر فناوری‌های نوآورانه، مانند تلفن‌های هوشمند، ارتباطات از راه دور، شبکه‌ها و جی‌پی‌اس، امکان جمع‌آوری حجم باورنکردنی‌ای از داده‌ها را در زمان واقعی فراهم می‌کنند که کاربرمحور و مبتنی بر فناوری هستند. داده‌های ردیابی دقیق را می‌توان با استفاده از تجهیزات الکترونیکی قابل حمل، دوربین‌ها، کنترل دسترسی، پلاک‌ها و غیره جمع‌آوری کرد.

در این مطالعه از محدودیت‌های پژوهش کم بودن مطالعات انجام‌شده در این زمینه بود، چراکه نوپا بودن شیوع ویروس کرونا یکی از مهم‌ترین دلایل دستیابی به مقالات اندک در این زمینه است و انتظار می‌رود فناوری در طول شیوع بیماری کرونا نقش پررنگ‌تری داشته باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مروری مشابه به بعد از گذر از این بیماری موکول شود تا به راه‌حل‌های مناسب‌تری برای مواجهه با بحران‌های مشابه برسیم.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش مروری است و کد اخلاق نداشته است.

حامی مالی

این مقاله از طرف هیچ‌گونه نهاد یا مؤسسه‌ای حمایت مالی نشده و تمام منابع مالی آن از طرف نویسندگان تأمین شده است.

مشارکت نویسندگان

این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیر انتفاعی دریافت نکرد.

References

- [1] Shi F, Wang J, Shi J, Wu Z, Wang Q, Tang Z, et al. Review of artificial intelligence techniques in imaging data acquisition, segmentation, and diagnosis for COVID-19. *IEEE Rev Biomed Eng.* 2021; 14:4-15. [DOI:10.1109/RBME.2020.2987975] [PMID]
- [2] Salman FM, Abu-Naser SS, Alajrami E, Abu-Nasser BS, Alashqar BAM. Covid-19 detection using artificial intelligence. *Int J Acad Eng Res.* 2020; 4(3):18-25. [Link]
- [3] Odor PM, Neun M, Bampoe S, Clark S, Heaton D, Hoogenboom EM, et al. Anaesthesia and COVID-19: Infection control. *Br J Anaesth.* 2020; 125(1):16-24. [DOI:10.1016/j.bja.2020.03.025] [PMID] [PMCID]
- [4] Nakajima K, Kato H, Yamashiro T, Izumi T, Takeuchi I, Nakajima H, et al. COVID-19 pneumonia: Infection control protocol inside computed tomography suites. *Jpn J Radiol.* 2020; 38(5):391-3. [DOI:10.1007/s11604-020-00948-y] [PMID] [PMCID]
- [5] Javaid M, Haleem A, Vaishya R, Bahl S, Suman R, Vaish A. Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes Metab Syndr.* 2020; 14(4):419-22. [DOI:10.1016/j.dsx.2020.04.032] [PMID] [PMCID]
- [6] O'Dowd K, Nair KM, Forouzandeh P, Mathew S, Grant J, Moran R, et al. Face masks and respirators in the fight against the COVID-19 pandemic: A review of current materials, advances and future perspectives. *Materials.* 2020; 13(15):3363. [DOI:10.3390/ma13153363] [PMID] [PMCID]
- [7] Pal R, Sekh AA, Kar S, Prasad DK. Neural network based country wise risk prediction of COVID-19. *IEEE Access. Computing and Artificial Intelligence.* 2020; 10(18):6448. [DOI:10.3390/app10186448]
- [8] Bowles J. How Canadian AI start-up BlueDot spotted Coronavirus before anyone else had a clue [Internet]. 2020 [Updated 2020 March 10]. Available from: [Link]
- [9] Wu J, Wang J, Nicholas S, Maitland E, Fan Q. Application of big data technology for COVID-19 prevention and control in China: Lessons and recommendations. *J Med Internet Res.* 2020; 22(10):e21980. [DOI:10.2196/21980] [PMID] [PMCID]
- [10] Bragazzi NL, Dai H, Damiani G, Behzadifar M, Martini M, Wu J. How big data and artificial intelligence can help better manage the COVID-19 pandemic. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(9):3176. [DOI:10.3390/ijerph17093176] [PMID] [PMCID]
- [11] Shaw R, Kim YK, Hua J. Governance, technology and citizen behavior in pandemic: Lessons from COVID-19 in East Asia. *Prog Disaster Sci.* 2020; 6:100090. [DOI:10.1016/j.pdisas.2020.100090] [PMID] [PMCID]
- [12] Sedik A, Ilyasu AM, Abd El-Rahiem B, Abdel Samea ME, Abdel-Raheem A, Hammad M, et al. Deploying machine and deep learning models for efficient data-augmented detection of COVID-19 infections. *Viruses.* 2020; 12(7):769. [DOI:10.3390/v12070769] [PMID] [PMCID]
- [13] Parsons Leigh J, Fiest K, Brundin-Mather R, Plotnikoff K, Soo A, Sypes EE, et al. A national cross-sectional survey of public perceptions of the COVID-19 pandemic: Self-reported beliefs, knowledge, and behaviors. *Plos One.* 2020; 15(10):e0241259. [DOI:10.1371/journal.pone.0241259] [PMID] [PMCID]
- [14] van Maurik IS, Bakker ED, van den Buuse S, Gillissen F, van de Beek M, Lemstra E, et al. Psychosocial effects of corona measures on patients with dementia, mild cognitive impairment and subjective cognitive decline. *Front Psychiatry.* 2020; 11:585686. [DOI:10.3389/fpsy.2020.585686] [PMID] [PMCID]
- [15] Vaishya R, Javaid M, Khan IH, Haleem A. Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev.* 2020; 14(4):337-9. [DOI:10.1016/j.dsx.2020.04.012] [PMID] [PMCID]
- [16] Jain R, Gupta M, Taneja S, Hemanth DJ. Deep learning based detection and analysis of COVID-19 on chest X-ray images. *Appl Intell.* 2021; 51(3):1690-700. [DOI:10.1007/s10489-020-01902-1] [PMID] [PMCID]
- [17] Wang L, Lin ZQ, Wong A. COVID-net: A tailored deep convolutional neural network design for detection of COVID-19 cases from chest X-ray images. *Sci Rep.* 2020; 10(1):19549. [DOI:10.1038/s41598-020-76550-z] [PMID] [PMCID]
- [18] Imran A, Posokhova I, Qureshi HN, Masood U, Riaz MS, Ali K, et al. AI4COVID-19: AI enabled preliminary diagnosis for COVID-19 from cough samples via an app. *Inform Med Unlocked.* 2020; 20:100378. [DOI:10.1016/j.imu.2020.100378] [PMID] [PMCID]
- [19] Ardakani AA, Kanafi AR, Acharya UR, Khadem N, Mohammadi A. Application of deep learning technique to manage COVID-19 in routine clinical practice using CT images: Results of 10 convolutional neural networks. *Comput Biol Med.* 2020; 121:103795. [DOI:10.1016/j.combiomed.2020.103795] [PMID] [PMCID]
- [20] Maghded HS, Ghafoor KZ, Sadiq AS, Curran K, Rawat DB, Rabie K. A novel AI-enabled framework to diagnose coronavirus COVID-19 using smartphone embedded sensors: Design study. Paper presented at: 2020 IEEE 21st International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI). 13 August 2020; Las Vegas, USA. [DOI:10.1109/IRI49571.2020.00033]
- [21] Garattini C, Raffle J, Aisyah DN, Sartain F, Kozlakidis Z. Big data analytics, infectious diseases and associated ethical impacts. *Philos Technol.* 2019; 32(1):69-85. [DOI:10.1007/s13347-017-0278-y] [PMID] [PMCID]
- [22] Chae S, Kwon S, Lee D. Predicting infectious disease using deep learning and big data. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15(8):1596. [DOI:10.3390/ijerph15081596] [PMID] [PMCID]
- [23] Eisenstein M. Infection forecasts powered by big data. *Nature.* 2018; 555(7695):S2-4. [DOI:10.1038/d41586-018-02473-5] [PMID]
- [24] Wu B, Tian F, Zhang M, Zeng H, Zeng Y. Cloud services with big data provide a solution for monitoring and tracking sustainable development goals. *Geogr Sustain.* 2020; 1(1):25-32. [DOI:10.1016/j.geosus.2020.03.006]
- [25] Li C, Debruyne DN, Spencer J, Kapoor V, Liu LY, Zhang B, et al. High sensitivity detection of SARS-CoV-2 using multiplex PCR and a multiplex-PCR-based metagenomic method. *BioRxiv.* 2020. [Unpublished]. [DOI:10.1101/2020.03.12.988246]
- [26] Eden JS, Rockett R, Carter I, Rahman H, de Ligt J, Hadfield J, et al. An emergent clade of SARS-CoV-2 linked to returned travellers from Iran. *Virus Evol.* 2020; 6(1):veaa027. [DOI:10.1093/ve/veaa027] [PMID] [PMCID]
- [27] Tátrai D, Várallyay Z. COVID-19 epidemic outcome predictions based on logistic fitting and estimation of its reliability. *arXiv.* 2020; [Unpublished]. [DOI:10.48550/arXiv.2003.14160]



- [28] Strzelecki A. The second worldwide wave of interest in coronavirus since the COVID-19 outbreaks in South Korea, Italy and Iran: A google trends study. *Brain Behav Immun*. 2020; 88:950-1. [DOI:10.1016/j.bbi.2020.04.042] [PMID] [PMCID]
- [29] Zhao S, Chen H. Modeling the epidemic dynamics and control of COVID-19 outbreak in China. *Quant Biol*. 2020; 8(1):11-9. [DOI:10.1007/s40484-020-0199-0]
- [30] Castorina P, Iorio A, Lanteri D. Data analysis on Coronavirus spreading by macroscopic growth laws. *Int J Mod Phys C*. 2020; 31(7):2050103. [DOI:10.1142/S012918312050103X]

This Page Intentionally Left Blank