

Automatic and Accurate Diagnosis of COVID-19 by Chest CT scan Images Using Deep Learning Method

Nadereh Tabrizi^{1*}, Saman Navkhasi²

¹ Department of Physics, Payame Noor University, Tehran, Iran

² Master of Mechanics, Islamic Azad University, Hamadan Branch, Hamadan, Iran

Received: 26 July 2021 Accepted: 23 August 2021

Abstract

Background and Aim: The World Health Organization has some recommendations for early diagnosis of COVID-19 for appropriate treatment. In the present study, automatic and accurate diagnosis of COVID-19 by chest CT scan images using the deep learning method was performed.

Methods: The steps performed in this algorithm for segmentation and identification of images of healthy lungs and lungs affected by COVID-19 were a selection of appropriate images, preprocessing of images including noise reduction, extraction of image properties, finally segmentation and image classification using a combination of the deep learning method and water wave optimization algorithm to detect COVID-19 in lung images. All modeling was done based on Matlab software.

Results: By applying the water wave optimization algorithm to the deep learning algorithm, its accuracy improved by some 7% in the diagnosis of COVID-19. Therefore, the proposed algorithm with an average accuracy of 98% has a high ability to be used in the clinic for accurate and rapid diagnosis of COVID-19, which can be of great help to the medical staff.

Conclusion: In the diagnosis phase of COVID-19, artificial intelligence can be used to detect patterns of medical images taken by CT scan.

Keywords: Automatic diagnosis, COVID-19, CT scan

تشخیص خودکار و دقیق کووید-۱۹ از تصاویر سی تی اسکن قفسه سینه با استفاده از روش یادگیری عمیق

نادره تبریزی^{۱*}، سامان ناوخاصی^۲

^۱ هیئت علمی، گروه فیزیک، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
^۲ کارشناسی ارشد مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱

چکیده

زمینه و هدف: سازمان بهداشت جهانی توصیه‌هایی مبنی بر تشخیص به موقع بیماری کووید-۱۹ برای اتخاذ درمان مناسب دارد. در پژوهش حاضر تشخیص خودکار و دقیق بیماری کووید-۱۹ از تصاویر سی تی اسکن بدست آمده از قفسه سینه با استفاده از روش یادگیری عمیق انجام شده است.

روش‌ها: مراحل انجام کار در این الگوریتم برای تقسیم بندی و شناسایی تصاویر مربوط به ریه سالم و ریه تحت تاثیر کووید-۱۹ به ترتیب عبارت بودند از انتخاب تصاویر مناسب، پیش پردازش تصاویر شامل حذف نویز تصاویر، استخراج ویژگی‌های تصاویر، در نهایت تقسیم بندی و طبقه بندی تصاویر با بهره گیری از روش تلفیقی یادگیری عمیق و الگوریتم بهینه سازی امواج آب به منظور تشخیص کووید-۱۹ در تصاویر مربوط به ریه. تمامی مدلسازی بر اساس نرم افزار Matlab انجام شد.

یافته‌ها: با اعمال الگوریتم بهینه سازی امواج آب به الگوریتم یادگیری عمیق، دقت آن حدود ۷ درصد در تشخیص بیماری کووید-۱۹ بهبود داشت. بنابراین، الگوریتم پیشنهادی با دقت متوسط ۹۸ درصد از توانایی بالایی برای استفاده در بالین برای تشخیص دقیق و سریع کووید-۱۹ برخوردار است، که می تواند به کادر پزشکی کمک شایانی کند.

نتیجه گیری: در مرحله تشخیص کووید-۱۹، از هوش مصنوعی می توان برای تشخیص الگوهای تصاویر پزشکی گرفته شده با سی تی اسکن استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: تشخیص خودکار، کووید-۱۹، سی تی اسکن.

مقدمه

کروناویروس SARS-CoV-2 علت بیماری کووید-۱۹ است که توسط سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۲۰ به عنوان یک بیماری همه گیر جهانی اعلام شد. این کروناویروس در ماه دسامبر ۲۰۱۹، در شهر ووهان (استان هوبی) چین کشف شد (۳-۱). منشا ویروس ناشناخته است، اما در ابتدا موارد تازه تشخیص داده شده با بازار عمده فروشی غذاهای دریایی هوانان مرتبط دانسته شد که در آن افراد می‌توانند حیوانات وحشی مانند خفاش‌ها را بخرند (۴). یکی از ویژگی‌های این کروناویروس قدرت سرایت بالای آن است. در کمتر از ۳ ماه بسیاری از کشورها از جمله چین و ۱۶۴ کشور دیگر تحت تأثیر قرار گرفتند (۷-۵). تا به امروز، کل بیماران تأیید شده در سراسر جهان به بیش از ۲۰۰ میلیون نفر رسیده است.

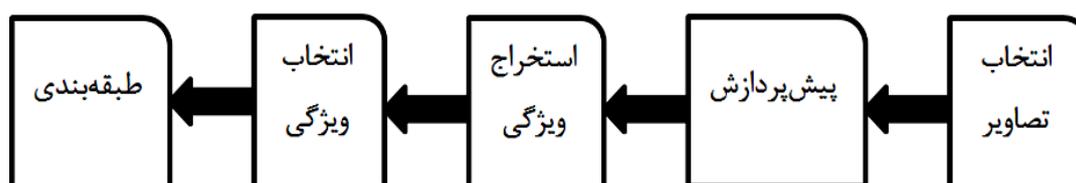
اگرچه اقدامات حفاظتی در چین و دیگر کشورهای جهان (جداسازی موارد تأیید شده و مشکوک) به منظور کاهش شیوع ویروس انجام شده است، اما برای جلوگیری از شیوع بیشتر و کاهش عوارض و مرگ و میر کووید-۱۹، نیاز به درمان موثر و واکسن تأیید شده است (۵). از زمان وقوع شیوع این بیماری، محققان عوامل زیادی را پیشنهاد کرده‌اند که می‌توانند در برابر کووید-۱۹ اثربخشی داشته باشند. داروهای ضدویروسی مختلفی در آخرین دستورالعمل‌های کمیسیون بهداشت قرار گرفتند. دستورالعمل‌های درمانی کووید-۱۹ در هر کشور تا حدودی متفاوت است (۹-۶). دستورالعمل‌های سازمان بهداشت جهانی بسیار کلی بوده که فقط علائم را مدیریت می‌کند و توصیه می‌شود در مورد کودکان و مادران باردار و بیمارانی که دارای بیماری‌های

همزمان هستند احتیاط شود و بهترین راه‌حل را رعایت پروتکل‌های بهداشتی و فاصله‌گذاری اجتماعی دانسته است.

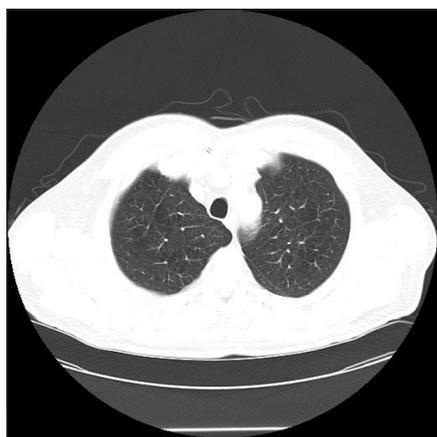
تا به امروز هیچ درمان تأیید شده‌ای برای کووید-۱۹ ارائه نشده است و تلاش‌ها در این زمینه ادامه دارد (۱۰). مراقبت توصیه شده در این زمینه، ارائه مدیریت حمایتی با توجه به نیاز هر بیمار مانند داروهای ضد تب برای تب و اکسیژن درمانی برای بیماران مبتلا به دشواری در تنفس بوده است (۱۳-۱۱). علاوه بر این، توصیه‌های سازمان بهداشت جهانی مبنی بر تشخیص به موقع این بیماری است که می‌تواند کمک بسزایی در درمان آن داشته باشد. بر همین اساس تشخیص دقیق و به موقع بیماری کووید-۱۹ با استفاده از تصاویر سی تی اسکن بسیار حائز اهمیت است. لذا پژوهش حاضر با هدف تشخیص خودکار و دقیق بیماری کووید-۱۹ با کمک تصاویر سی تی اسکن بدست آمده از قفسه سینه با استفاده از روش یادگیری عمیق انجام شد.

روش‌ها

الگوریتم پیشنهادی در این پژوهش را می‌توان به فرم ارائه شده در شکل-۱ خلاصه نمود. مراحل انجام شده در این الگوریتم برای تقسیم‌بندی و شناسایی تصاویر مربوط به ریه سالم و ریه تحت تأثیر کووید-۱۹ به ترتیب عبارت بودند از انتخاب تصاویر مناسب، پیش پردازش تصاویر شامل حذف نویز تصاویر، استخراج ویژگی‌های تصاویر، در نهایت تقسیم‌بندی و طبقه‌بندی تصاویر با بهره‌گیری از روش تلفیقی یادگیری عمیق و الگوریتم بهینه‌سازی امواج آب به منظور تشخیص کووید-۱۹ در تصاویر مربوط به ریه است.



شکل-۱. فلوچارت الگوریتم تعیین گروه‌های تعیین از تصاویر پردازشی و طبقه‌بندی آنها



شکل-۲. نمونه‌ای از تصویر ریه در پایگاه داده TCIA

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تصاویر ریه از پایگاه داده معتبر TCIA که از سایت <https://www.cancerimagingarchive.net/> قابل دستیابی است، استفاده شد. این پایگاه داده، مجموعه‌ای از تصاویر MRI، CT هیستوپاتولوژی دیجیتال، و غیره بیمارانی نظیر بیماران ربوی، روده، مغز و ... را جمع‌آوری کرده تا پژوهشگران در هر زمینه بتوانند از تصاویر آن استفاده نمایند. شکل-۲، نمونه‌ای از تصاویر پایگاه داده مورد استفاده است.

شدت روشنایی، از شکل هندسی بافت نیز استفاده شد. اغلب روش‌های مبتنی بر شکل شناسی در فضای سه بعدی اجرا می‌شوند که به دلیل حجم زیاد اطلاعات تصویری، مستلزم صرف زمان بسیاری هستند. در این مطالعه آنالیز دو بعدی داده‌ها در سه جهت مختلف عمود بر یکدیگر پیشنهاد شد که کاهش چشمگیری در زمان اجرای الگوریتم داشت. خروجی این مرحله تعدادی نقاط کاندید برای کووید-۱۹ در تصویر حجمی CT بود.

در نهایت برای جداسازی بخش کووید-۱۹ از بافت ریه، با توجه به نقاط کاندیدی که از مرحله پیش بدست آمده بود، از روش آنالیز فضای ویژگی‌ها استفاده شد. در تشکیل فضای ویژگی از اطلاعاتی چون موقعیت مکانی هر پیکسل حجمی، شدت روشنایی و اطلاعات شکل هندسی بدست آمده از خروجی فیلترهای مرحله قبل، استفاده گردید. جداسازی بافت کووید-۱۹ به کمک روش غیرپارامتریکی انتقال میانگین انجام شد. در نتیجه با تعیین اندازه این غدد علاوه بر تشخیص ناهنجاری، شدت کووید-۱۹ نیز تعیین گردید.

نتایج

در ابتدا تصویر سی تی مربوط به ریه را به عنون ورودی به برنامه طبقه بندی یادگیری عمیق (DL) ارائه شد تا نتایج حاصل از آن بررسی گردد. در مرحله بعد با اعمال الگوریتم امواج آب، نتایج آن بهبود یافت. در واقع تمامی تصاویر در راستای تشخیص کووید-۱۹ یکبار با الگوریتم تکی یادگیری عمیق و بار دیگر با الگوریتم تلفیقی موردنظر بررسی شد.

همانطور که در شکل های ۳ تا ۶ نشان داده شده است، اعمال الگوریتم امواج آب سبب بهبود عملکرد تشخیص ناهنجاری در تصاویر و در نهایت تشخیص کووید-۱۹ شده است و مشخص است که استخراج ویژگی‌ها و تشخیص ناهنجاری تصاویر با مشکل مواجه بوده است. در انتها پس از معرفی معیارهای ارزیابی، میزان دقت هر الگوریتم ارائه شد تا آنجا بصورت کمی عملکرد الگوریتم ترکیبی DL & WWO مشخص گردد. همانطور که مشخص است، الگوریتم WWO سبب بهبود دقت تشخیص کووید-۱۹ در ریه در تصاویر گردید.

ارزیابی الگوریتم

در یک مساله تصمیم‌گیری باینری، نمونه‌های دسته‌بندی به صورت مثبت یا منفی برچسب می‌خورند. در رابطه با بحث حاضر، نمونه‌ها ارزش‌های پیکسل می‌باشند که در جدول ۱- معرفی شده‌اند.

تمامی تصاویر CT مورد استفاده در مطالعه حاضر با فرمت DCM بودند. این تصاویر بر اساس واحد HU بیان می‌شوند که این واحد فقط میزان تضعیف اشعه تابیده شده در هر نقطه را نشان می‌دهد. در تشخیص کووید-۱۹، مهمترین کار، شناسایی و جداسازی بافت نودول‌های ریوی است. در این پژوهش، فرآیند پیاده‌سازی چنین سیستمی به مراحل زیر تقسیم شده است:

مرحله اول: پیش پردازش شامل تغییر فرمت تصویر، حذف نویز، یکسان‌سازی دقت تصویربرداری در تمامی ابعاد تصویر، بهبود کیفیت تصویر، کاهش ابعاد ویژگی و حذف مناطق غیرریوی می‌باشد.

مرحله دوم: جداسازی بافت ریه به عنوان ناحیه مطلوب با استفاده از الگوریتم تلفیقی یادگیری عمیق و امواج آب (WWO) جهت پردازش‌های آتی؛ در واقع الگوریتم بهینه‌سازی امواج آب سبب افزایش دقت استخراج ویژگی تصاویر (نواحی مربوط به ریه، و محل آسیب دیده توسط کووید-۱۹) می‌شود.

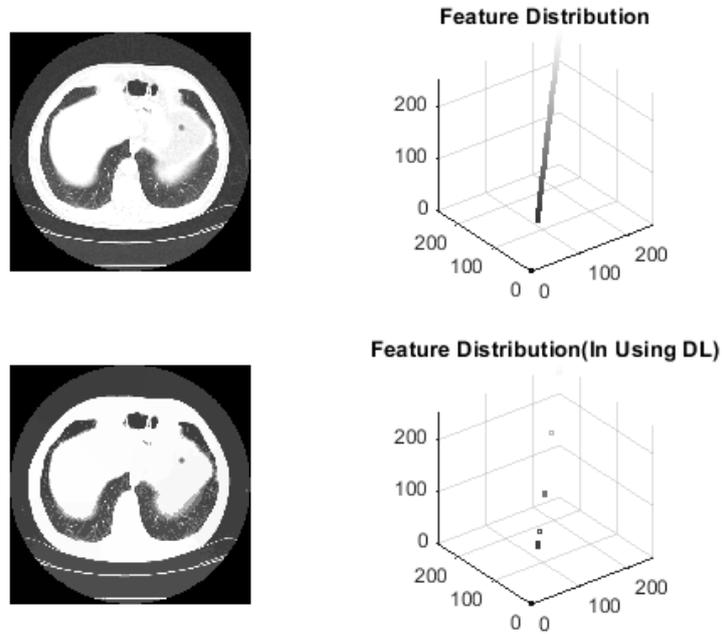
مرحله سوم: شناسایی کووید-۱۹ از طریق آستانه‌گذاری. مرحله چهارم: جداسازی بافت کووید-۱۹ با توجه به نقاط کاندیدی بدست آمده از مرحله قبل.

در تمامی مراحل فوق سعی شده تا ساده‌ترین روشها، با کمترین میزان پیچیدگی محاسباتی بکار گرفته شود و در عین حال روش مورد استفاده از سرعت و دقت مناسب نیز برخوردار باشد تا بتوان از آن در کاربردهای عملی نیز بهره برداری گردد. در ادامه، روش پیشنهادی به تفکیک هر مرحله بیان می‌شود و نتایج آن با برخی از روش‌های موجود مقایسه می‌گردد.

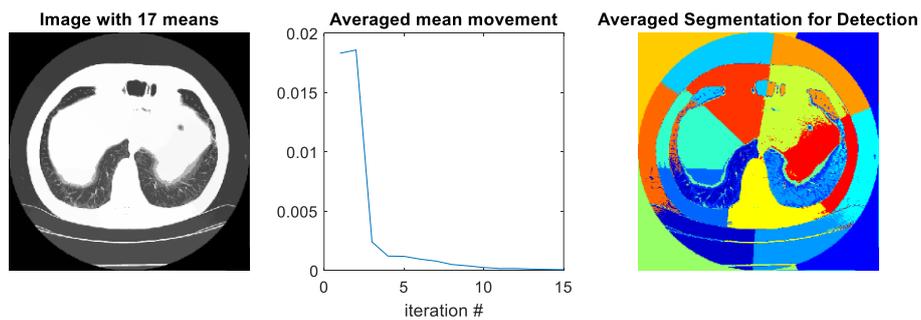
در اغلب روش‌های شناسایی ناهنجاری‌های ریوی، اولین مرحله را به جداسازی بافت ریه اختصاص داده‌اند و مراحل پردازشی بعدی فقط در این ناحیه انجام می‌شود. با حذف نواحی ناخواسته تصویر، بخش قابل توجهی از حجم محاسبات کاهش می‌یابد؛ بنابراین دقت و سرعت سیستم افزایش چشمگیری خواهد داشت.

در مرحله اول تا حد امکان از نویز تصاویر ورودی کاسته و به کمک درون‌یابی خطی، تصویر حجمی CT متعادل‌سازی شد. نهایتاً بافت ریه از سایر بافت‌های تصویر جدا گردید. برای این منظور از هیستوگرام روشنایی برش‌های CT و اطلاعات برش‌های همجوار استفاده شد. سپس با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص از کانتور ناحیه بدست آمده و عملیات مورفولوژی و طبقه‌بندی دقیق ویژگی‌های استخراج شده (ناشی از آستانه‌گذاری پیکسل‌های تصویر و شکل هندسی ریه) توسط شبکه عصبی به عنوان یک روش یادگیری ماشینی، بافت ریه با دقت بسیار خوبی جدا گردید.

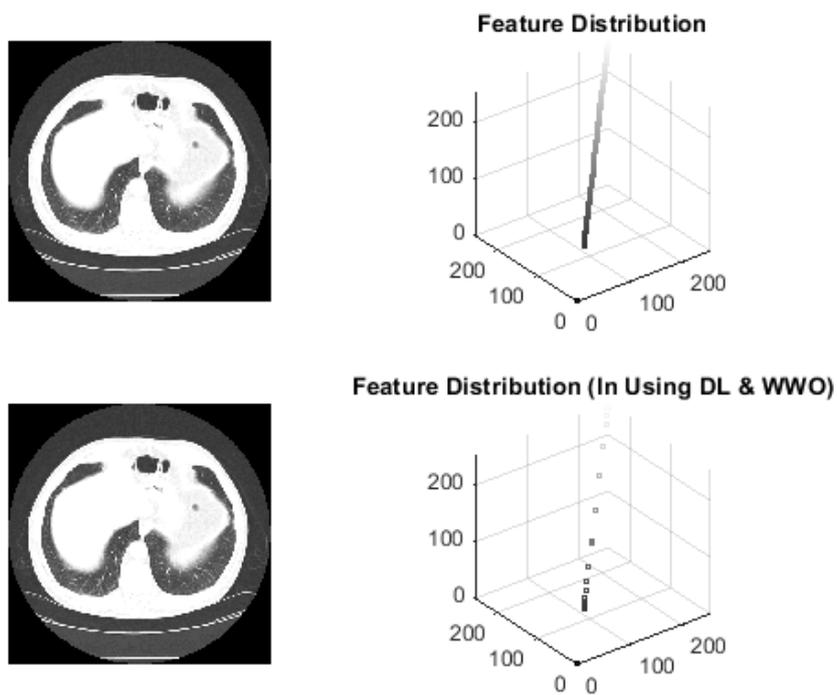
با توجه به اندازه متفاوت ناهنجاری‌های ریوی و تشابه شدت روشنایی آنها با عروق ریه شناسایی آنها دشوار است. با توجه به کروی بودن غدد در تصاویر حجمی CT در جداسازی آنها علاوه بر



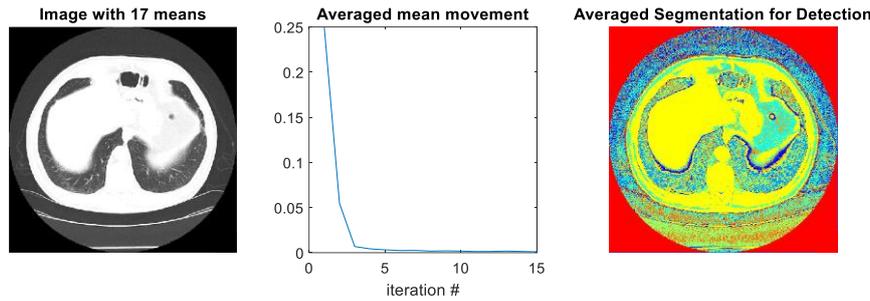
شکل-۳. استخراج ویژگی در تصاویر با استفاده از DL



شکل-۴. تشخیص کووید-۱۹ با الگوریتم یادگیری عمیق



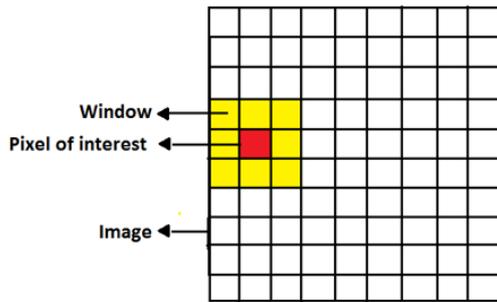
شکل-۵. استخراج ویژگی در تصاویر با الگوریتم DL & WWO



شکل-۶. تشخیص کووید-۱۹ با الگوریتم DL & WWO

ویژگی های اصلی نسبت به ویژگی های غیر اصلی کمک می کند. در واقع با این کار ویژگی های اصلی جداسازی می شود. در بخش بعدی، هر کدام از الگوریتم ها بصورت تکی استفاده شده و نتایج آن از نقطه نظر دقت تشخیص با الگوریتم تلفیقی مورد نظر مقایسه گردید.

بر اساس شکل-۷، تحلیل حساسیت و ارزیابی الگوریتم DL در تشخیص کووید-۱۹ در جدول-۲ ارائه شده است.



شکل-۷. معرفی پیکسل مورد نظر، پنجره و تصویر اصلی

حال در جدول-۳ به بررسی اعمال الگوریتم WWO به الگوریتم DL پرداخته شده است. همانطور که در جدول-۳ مشخص است، اعمال الگوریتم WWO بطور متوسط توانسته به میزان حدوداً ۶/۸ درصد میزان دقت عملکرد تشخیص کووید-۱۹ در تصاویر ریه را بهبود بخشد. در نهایت به بررسی تغییر آستانه در تشخیص کووید-۱۹ پرداخته شد که در جدول-۴ ارائه شده است.

بر اساس پارامترهای معرفی شده در جدول-۱، روابط میزان دقت و صحت پژوهش ارائه گردید. به عبارت دیگر، این پارامترها را می توان بصورت زیر تعریف نمود:

مثبت حقیقی: تعداد ویژگی های صحیحی که درست تشخیص داده شده اند.

منفی حقیقی: تعداد ویژگی های اشتباهی که درست تشخیص داده شده اند.

مثبت کاذب: تعداد ویژگی های صحیحی که به اشتباه غلط تشخیص داده شده اند.

منفی کاذب: تعداد ویژگی های اشتباهی که به اشتباه درست تشخیص داده شده اند.

صحت (Total Accuracy): نسبت تعداد نمونه های درست طبقه بندی شده به تمام نمونه ها که از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} = \frac{N_T}{N}$$

قبل از ارائه نتایج ارزیابی، در شکل-۷ شرایط بررسی و ارزیابی تصاویر ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود، تصاویر بافت ریه شبکه بندی می گردند که اصطلاحاً پنجره یا گرید نامیده می شوند. هر ویژگی اصلی ناشی از توموگرام بصورت بخش بندی در نظر گرفته می شود که همسایگی های آن بصورت پنجره های زرد رنگ نشان داده شده است. از آنجا که هدف پردازش تصویر است، ویژگی های استخراج شده بر مبنای پیکسل تعریف می شوند. هر چه ابعاد پنجره ها (پیکسل ها) بیشتر باشد ویژگی های اصلی بیشتری را می تواند در دل خود جای دهد. این موضوع به استخراج

جدول-۱. ماتریس آشفتگی (اغتشاش)

مثبت های واقعی	مثبت های واقعی	مثبت های تخمین زده شده
مثبت کاذب	مثبت حقیقی	
منفی حقیقی	منفی کاذب	منفی های تخمین زده شده

جدول-۲. تحلیل حساسیت و ارزیابی الگوریتم DL

Window Size	مثبت حقیقی	منفی حقیقی	مثبت کاذب	منفی کاذب	دقت تشخیصی
۳	۴۲/۷	۹۶/۸	۵۷/۳	۳/۲	۸۴
۱۹	۹۸/۸	۹۵	۱۰/۲	۵	۹۳/۸
۲۷	۹۳/۷	۹۴/۲	۶/۳	۵/۸	۹۴/۱
۳۵	۹۲/۶	۹۳/۵	۷/۴	۶/۵	۹۳/۳

جدول-۳. تحلیل حساسیت و ارزیابی الگوریتم DL & WWO

دقت تشخیصی	منفی کاذب	مثبت کاذب	منفی حقیقی	مثبت حقیقی	Window Size
۹۵/۴۸	۴/۵	۴	۹۵/۵	۹۶	۳
۹۷/۴۱	۲/۵	۳۳/۲	۹۷/۵	۶۶/۸	۱۹
۹۷/۹۹	۲	۰/۸	۹۸	۹۹/۲	۲۷
۹۸/۶۳	۱	۳۰/۳	۹۹	۶۹/۷	۳۵

جدول-۴. آمار تشخیص کووید-۱۹ با تغییر آستانه احتمال

آستانه	دقت با روش DL	دقت با روش DL&WWO
۰/۱	۰/۸۹۳	۰/۹۰۲
۰/۲	۰/۹۰۸	۰/۹۱۷
۰/۳	۰/۹۰۸	۰/۹۱۸
۰/۴	۰/۹۰۱	۰/۹۰۸
۰/۵	۰/۹۰۱	۰/۹۰۷
۰/۶	۰/۸۷۸	۰/۹۰۲
۰/۷	۰/۸۷۰	۰/۹۰۱
۰/۸	۰/۸۵۵	۰/۹۱۱
۰/۹	۰/۸۴۷	۰/۹۰۱

را به ابزار اصلی تشخیص کووید-۱۹ تبدیل می کند. سی تی اسکن شامل عبور اشعه ایکس از قفسه سینه بیمار است، که سپس توسط آشکارسازهای تشعشعی تشخیص داده می شود و در تصاویر پزشکی با وضوح بالا بازسازی می گردد. در سی تی اسکن قفسه سینه الگوهای خاصی وجود دارد که خود را در تظاهرات مختلف نشان می دهند. یافته های ذکر شده در گزارش هایی است که توسط رادیولوژیست های متخصص در تفسیر تصاویر پزشکی ارائه شده است. تفسیر این یافته ها توسط متخصصان رادیولوژی حساسیت چندانی ندارد. هوش مصنوعی از بدو تأسیس در کاربردهای پزشکی موفق عمل کرده و به دلیل پیش بینی و دقت بالای آن، به طور گسترده مورد پذیرش قرار گرفته است. در مرحله تشخیص کووید-۱۹، از هوش مصنوعی می توان برای تشخیص الگوهای تصاویر پزشکی گرفته شده توسط سی تی اسکن استفاده کرد.

نتیجه گیری

با ارزیابی ناهنجاری های کووید-۱۹ در تصاویر CT به منظور آموزش و آزمایش تصاویر، الگوریتم یادگیری عمیق با نظارت ضعیف، عملکرد مناسبی را در تشخیص این بیماری دارد. از طرفی با اعمال الگوریتم بهینه سازی امواج آب به الگوریتم یادگیری عمیق، مشخص شد که دقت آن به میزان حدود ۷ درصد در تشخیص این بیماری بهبود داشته است. بنابراین، الگوریتم پیشنهادی با دقت متوسط ۹۸ درصد از توانایی بالایی برای استفاده در کاربردهای بالینی برای تشخیص دقیق و سریع کووید-۱۹ برخوردار است، که می تواند به کادر پزشکی کمک فراوانی نماید.

بحث

انتشار کووید-۱۹ در سراسر جهان همچنان ادامه دارد. مدل های جدید طبقه بندی و پیش بینی با استفاده از هوش مصنوعی، همراه با مجموعه داده های عمومی تر، به طور فزاینده ای در حال ظهور هستند. با این حال، اکثر مطالعات از ادبیات پیش چاپ (pre-printed) هستند و به صورت همتا ارزیابی نقادانه نشده اند. علاوه بر این، بسیاری از آنها وظایف طبقه بندی متفاوتی دارند. برخی از مطالعات با داده های بسیار محدود انجام شده اند. داده های مورد استفاده در مطالعات ممکن است از موسسات مختلف و اسکنرهای مختلف آمده باشد. بنابراین، پیش پردازش داده ها برای شباهت بیشتر و یکنواخت شدن تصاویر رادیوگرافی از نظر ارائه تجزیه و تحلیل و کارایی بیشتر مهم است. هرچه مجموعه داده های بیشتری در مورد کووید-۱۹ در دسترس باشد، مطالعات دقیق تری انجام خواهد شد. این یافته ها نوید دهنده است که هوش مصنوعی در بالین به عنوان یک سیستم حمایتی برای پزشکان در تشخیص کووید-۱۹ مورد استفاده قرار گیرد.

استفاده از ابزارهای تصویربرداری پزشکی دومین روش تشخیص کروناویروس مسبب کووید-۱۹ است. این ابزارها نقش مهمی در مدیریت بیمارانی دارند که تایید شده یا مشکوک به کووید-۱۹ هستند. شایان ذکر است که بدون شک بالینی، یافته های عکس های اشعه ایکس یا سی تی غیراختصاصی هستند زیرا بسیاری از بیماری های دیگر می توانند الگوی مشابهی داشته باشند. سی تی اسکن قفسه سینه روش تصویربرداری انتخابی است که نقش مهمی در مدیریت کووید-۱۹ ایفا می کند. سی تی اسکن قفسه سینه حساسیت بالایی برای تشخیص کووید-۱۹ دارد که آن

تشکر و قدردانی: از همه دوستان، همراهان و اساتید گرامی که در این مطالعه یاری رسان بودند، نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Yang W, Cao Q, Qin L, Wang X, Cheng Z, Pan A, et al. Clinical characteristics and imaging manifestations of the 2019 novel coronavirus disease (COVID-19): A multicenter study in Wenzhou city, Zhejiang, China. *J Infect.* 2020. doi:10.1016/j.jinf.2020.02.016
2. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. China medical treatment expert group for Covid-19. Clinical characteristics of coronavirus disease. 2019:1708-20. doi:10.5582/ddt.2020.01012
4. Gurwitz, D. (2020), Angiotensin receptor blockers as tentative SARS-CoV-2 therapeutics. *Drug Dev Res.* doi:10.1002/ddr.21656
5. Chen C, Qi F, Shi K, Li Y, Li J, Chen Y, et al. Thalidomide combined with low-dose glucocorticoid in the treatment of COVID-19 pneumonia. doi:10.1002/ctm2.35
6. Colson P, Rolain JM, Raoult D. Chloroquine for the 2019 novel coronavirus SARS-CoV-2. *Int J Antimicrob Agents.* 2020;105923 doi:10.1016/j.ijantimicag.2020.105923
7. Colson P, Rolain JM, Lagier JC, Brouqui P, Raoult D. Chloroquine and hydroxychloroquine as available weapons to fight COVID-19. *Int J Antimicrob Agents.* 2020;105932(10.1016). doi:10.1016/j.ijantimicag.2020.105932
8. Diagnosis and Treatment Protocol for COVID 19, Egypt Ministry of Health and Population, 2020.
9. Cao B, Wang Y, Wen D, Liu W, Wang J, Fan G, et al. A trial of lopinavir-ritonavir in adults hospitalized with severe Covid-19. *New England Journal of Medicine.* 2020.
10. Cao J, Hu X, Cheng W, Yu L, Tu W, Liu Q. Clinical features and short-term outcomes of 18 patients with corona virus disease 2019 in intensive care unit. *Intensive Care Med.* 2020:1-3. doi:10.1007/s00134-020-06037-y
11. Chen C, Huang J, Cheng Z, Wu J, Chen S, Zhang Y, et al. Favipiravir versus arbidol for COVID-19: a randomized clinical trial. *MedRxiv.* 2020. doi:10.1101/2020.03.17.20037432
12. Chen J, Hu C, Chen L, Tang L, Zhu Y, Xu X, et al. Clinical study of mesenchymal stem cell treatment for acute respiratory distress syndrome induced by epidemic influenza A (H7N9) infection: a hint for COVID-19 treatment. *Engineering.* 2020;6(10):1153-61. doi:10.1016/j.eng.2020.02.006
13. Chen J, Fan H, Zhang L, Huang B, Zhu M, Zhou Y, et al. Retrospective analysis of clinical features in 101 death cases with COVID-19. *MedRxiv.* 2020.