



تشخیص بیماری‌ها و سرطان‌های پوستی از تصاویر در موسکوپی با رویکرد تاثیر استخراج ویژگی از شبکه عصبی کانولوشن و ترکیب طبقه‌بندها در بالا بردن سرعت و دقت تشخیص

سمیرا اسدزاده^۱: کارشناسی ارشد، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران (* نویسنده مسئول)

زهرا رضایی^۲: استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

چکیده

کلیدواژه‌ها

بیماری پوستی،
یادگیری عمیق،
شبکه عصبی کانولوشن،
ترکیب،
طبقه‌بندی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۹
تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۱/۱۴

زمینه و هدف: بیماری‌ها و سرطان‌های پوستی در جهان بسیار شایع می‌باشند و در صورت تأخیر در شناسایی و درمان، می‌توانند موجب مرگ شوند، هدف از انجام این پژوهش تشخیص بیماری‌ها و سرطان‌های پوستی از تصاویر در موسکوپی با رویکرد تاثیر استخراج ویژگی از شبکه عصبی کانولوشن و ترکیب طبقه‌بندها در بالا بردن سرعت و دقت تشخیص بود.

روش کار: برای انجام این پژوهش از ۲۵,۳۳۱ تصاویر در موسکوپی مشکل از خایعات پوستی شامل (۷۰٪ تصاویر آموزشی، ۱۵٪ آزمایشی و ۱۵٪ صحبت‌ستجی) استفاده شد. در پیش پردازش داده‌ها، متوافقنمازی داده‌ها انجام شد، سپس عملیات پاکسازی داده‌ها در جهت حذف نویز مو، و کاهش داده‌ها در جهت قطعه‌بندی تصاویر با جداسازی خایعه از پوست سالم انجام شد، در فرایند بعدی با طراحی شبکه عصبی کانولوشن، داده‌های آموزشی جهت استخراج ویژگی‌ها، آموزش داده شده و با ترکیب طبقه‌بندها یک سیستم خودکار تشخیص بیماری‌های پوستی در تصاویر در موسکوپی ایجاد و ارزیابی شد.

یافته‌ها: در روش پیشنهادی حذف نویز مو، کیفیت تصاویر را افزایش داده همچنین جداسازی خایعه از پوست سالم به صورت بهینه در سرعت بخشیدن به پردازش تصاویر جهت استخراج ویژگی‌های سطح بالا در شبکه عصبی کانولوشن طراحی شده و افزایش دقت تشخیص و طبقه‌بندی برای ایجاد یک سیستم خودکار تشخیصی، از ویژگی‌های این پژوهش نسبت به سایر تحقیقات است.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش، استفاده از سیستم خودکار تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌ها و سرطان‌های پوستی در جهت مراقبت‌های مرتبط با سلامت توصیه می‌شود.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Asadzadeh S, Rezaei Z. Diagnosis of Skin Diseases and Cancers from Dermoscopic Images with Feature Extraction Impact Approach from Convolutional Neural Network and Ensemble Classification in Increasing the Speed and Accuracy of Diagnosis. Razi J Med Sci. 2022;29(1):131-143.

* انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.



Original Article

Diagnosis of Skin Diseases and Cancers from Dermoscopic Images with Feature Extraction Impact Approach from Convolutional Neural Network and Ensemble Classification in Increasing the Speed and Accuracy of Diagnosis

✉ Samira Asadzadeh: MSc, Department of Computer Engineering, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran (* Corresponding author) Samira.assadzadeh@gmail.com

Zahra Rezaei: Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

Abstract

Background & Aims: The modern world today allows images to be received and stored digitally. To get better results, it is sometimes necessary to make changes to these images. These changes pursue three main goals: image processing, analysis, and comprehension. For this reason, computer image processing systems have been developed to perform these operations with better speed and accuracy. Four major processes occur in these systems: preprocessing, image quality enhancement, image conversion, and image classification and analysis. In these methods, using mathematics, rules have been created by the computer to simulate human visual elements, and it is an aspect of image analysis that is used for specific purposes. Skin imaging systems provide the ability to process images in high volume and with minimal time and cost, as well as increase the accuracy of diagnosis and classification of diseases. These systems, fatigue, human error and other weaknesses that the diagnostician can suffer. Do not have it (1). The first step in diagnosing skin diseases and analyzing digital images of patients with skin lesions is to take a color photograph of the lesion area. One of the most valid methods for this is the use of a dermoscopic device (2). Dermoscopy, also known as dermatoscopy, is an effective tool for dermatologists involved in early diagnosis. Using dermoscopically evaluated pigmented lesions, abnormal structural features are detected and the border of the lesions is accurately observed (3). Accordingly, benign lesions can be detected without the need for biopsy. Dermoscopy increases the accuracy of the diagnosis and helps GPs to correctly identify people with suspected lesions who need to be referred to a specialist. Dermoscopy is also effective in diagnosing non-pigmented skin lesions and inflammatory dermatoses. In dermoscopy, the skin is examined using a special microscope (4).

Methods: The proposed algorithm of this research can be divided into 7 separate steps (loading data set, data integration: data balancing with data amplification or data augmentation technique, data cleaning: clearing images to remove hair noise, slicing images to separate skin from skin Healthy, data conversion: data preparation, convolution neural network design (CNN) and training of the proposed model for image feature extraction, classification combination and mass learning by majority voting method). Which was implemented in Python language in Google Columbine environment and supervised.

For this study, 25,331 dermoscopic images consisting of skin lesions were included (70% educational images, 15% experimental and 15% validation). In data preprocessing, the data were balanced, then the data cleaning operation was

Keywords

Skin Disease,
Deep Learning,
Convulsive Neural
Network,
Composition,
Classification

Received: 29/01/2022

Published: 03/04/2022

performed to remove hair noise, and the data reduction operation was performed to segment the images by separating the lesion from healthy skin. In the next process By designing the convolution neural network, training data were extracted for feature extraction, and by combining the classifiers, an automated system for diagnosing skin diseases was created and evaluated in dermoscopic images.

Results: In the proposed method of hair noise removal, the quality of images is increased and also the separation of the lesion from healthy skin is optimally designed to accelerate image processing to extract high-level features in the convolutional neural network and increase the accuracy of diagnosis and classification to create An automated diagnostic system is a feature of this study compared to other studies. According to the research results, the use of an automated system for the diagnosis and classification of skin diseases and cancers for health-related care is recommended.

Conclusion: Today, the applications of artificial intelligence are not hidden from anyone. Among these, machine learning as one of the most important branches of this field has a special place in all sciences. Deep learning has proven its worth by using the basics of artificial neural networks in solving many issues in the field of medical image processing such as classification. Experts also based on various experiences of using training methods to conclude that there is no single specific training algorithm that can be successful for all applications and has the highest accuracy. Hence they suggest combined learning. According to the important results, although each of the algorithms had a successful performance individually, but combining several algorithms with each other has led to higher accuracy and less error-making decisions. This study is a step towards helping physicians and specialists in diagnosing skin diseases and benign and malignant skin cancers and can help GPs or other physicians to better manage high-risk lesions. Secondary triage as well as avoid unnecessary treatments and minimize biopsy, which is an invasive and costly procedure. This research helps to provide health-related care, forecasting and treatment, as well as cost savings for both patients and health care providers. Also, in deprived areas and far from the specialist, dermoscopic devices with the help of this algorithm can cause timely treatment and reduce patients' costs and time in the field of diagnosis and, if necessary, referral of patients to the desired specialist. Available as a commercial software package. This software package has the ability to connect to dermoscopic devices. By connecting this software package to dermoscopy, a device is created to quickly diagnose skin diseases and cancers. The greatest value of this dissertation is that it is used as a benchmark for designing future studies and evaluating skin cancer diagnosis techniques in patients who are usually examined by a general practitioner and specialist. The findings of the present study are also consistent with the results of Andre and Pachko (2019) research on the diagnosis of skin cancer based on deep learning and entropy for Perth samples (6).

Conflicts of interest: None

Funding: None

Cite this article as:

Asadzadeh S, Rezaei Z. Diagnosis of Skin Diseases and Cancers from Dermoscopicimages with Feature Extraction Impact Approach from Convolutional Neural Network and Ensemble Classification in Increasing the Speed and Accuracy of Diagnosis. Razi J Med Sci. 2022;29(1):131-143.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

تشخیص ضایعات پوستی غیر پیگمانته و درماتوزهای التهابی نیز موثر می باشد. در درموسکوپی، پوست با استفاده از میکروسکوپی مخصوص مورد معاینه قرار می گیرد (۴).

روش کار

الگوریتم پیشنهادی این تحقیق را می توان به ۷ مرحله مجزا شامل (بارگیری مجموعه داده، یکپارچه سازی داده، متوازن سازی داده ها با تکنیک تقویت داده یا داده افزایی، پاکسازی داده : پاکسازی تصاویر جهت حذف نویز مو، قطعه هندی تصاویر جهت جداسازی ضایه از پوست سالم، تبدیل داده : آماده سازی داده، طراحی شبکه عصبی کانولوشن (CNN) و آموزش مدل پیشنهادی جهت استخراج ویژگی تصاویر، ترکیب طبقه بندها و یادگیری جمعی با روش رای اکثربت (تقسیم بندی کرد. که با زبان پایتون در محیط گوگل کوب و به صورت نظارت شده پیاده سازی شد.

بارگیری مجموعه داده: این تحقیق یک پژوهش کاربردی با مجموعه داده های شامل ۲۵,۳۳۱ تصویر درموسکوپی مشکل از ضایعات پوستی در ۸ دسته مختلف تشخیصی از مجموعه دیتابد استاندارد منتشر شده توسط (ISIC 2019) مخزن بین المللی تصاویر پوستی جهت اهداف آموزشی و تحقیقات فنی در سال ۲۰۱۹ شامل (۷۰٪ تصاویر آموزشی، ۱۵٪ آزمایشی و ۱۵٪ صحت سنجی) بودند (۵)؛ که در مرحله اول سیستم دسته بندی تصاویر، با استفاده از داده های صحت سنجی برای ارزیابی عملکرد سیستم پیش از تست آن استفاده شد و در صورتی که عملکرد سیستم روی داده های صحت سنجی رضایت بخش باشد، از سیستم پیاده سازی شده برای پیش بینی بر جسب داده های تست استفاده می شود (۵).

متوازن سازی داده ها با تکنیک تقویت داده یا داده افزایی: در پیش پردازش یکی از مهمترین مراحل در یکپارچه سازی داده ها متوازن سازی داده ها در دیتابد می باشد سمت گیری الگوریتم های دسته بندی استاندارد، بیشتر به سوی کلاس هایی است که تعداد آن ها در دیتابد بیشتر است. این الگوریتم ها فقط تمایل به پیش بینی کلاس اکثربت دارند و در مواجهه با ویژگی های کلاس اقلیت، با آن های بعنوان نویز برخورد می کنند و اغلب آن ها را نادیده می گیرند. به این ترتیب، احتمال دسته بندی اشتباہ کلاس اقلیت در مقایسه با کلاس اکثربت بالاست. رویکردهای

مقدمه

دنیای مدرن امروز این امکان را فراهم آورده تا تصاویر به صورت دیجیتال دریافت و ذخیره شوند. برای بدست آوردن نتایج بهتر گاهی لازم است تا بر روی این تصاویر تغییراتی صورت گیرد این تغییرات سه هدف عمده را دنبال می کنند: پردازش، آنالیز و درک تصویر. به همین دلیل سیستم های کامپیوترا پردازش تصویر بوجود آمده است تا با سرعت و دقت بهتر بتوان این اعمال را انجام داد. در این سیستم ها چهار فرایند عمده اتفاق می افتد: پیش پردازش، ارتقاء کیفیت تصویر، تبدیل تصاویر و طبقه بندی و آنالیز تصاویر. در این روش ها با استفاده از علم ریاضیات قواعدی برای شبیه سازی المان های بینائی انسان توسط کامپیوترا ایجاد شده است و یک جنبه آنالیز تصاویر است که برای منظورهای خاصی کاربرد دارد. در بیست سال اخیر با افزایش قدرت محاسباتی و پردازشی کامپیوتراها و نیز با گسترش تکنیکهای پردازش تصویر تحقیقات مختلفی در جهت تحلیل و تشخیص بیماری های پوستی مانند ملانوما که از خطرناکترین سرطان های پوستی در جهان میباشد انجام شده است. سیستمهای پردازش تصاویر پوستی قابلیت پردازش تصویر در حجم بالا و حداقل زمان و هزینه را فراهم آورده است و همچنین دقت تشخیص و طبقه بندی بیماری ها را فزایش داده است این سیستمهای خستگی، خطاهای انسانی و ضعف های دیگری که شخص تشخیص دهنده می تواند دچار آن شود را ندارند (۱). اولین گام در تشخیص بیماری های پوستی و تحلیل تصاویر دیجیتالی بیمارانی که دارای ضایعات پوستی میباشند گرفتن عکس رنگی از ناحیه دارای ضایعه می باشد برای این کار یکی از معتبرترین روشها، استفاده از دستگاه درموسکوپی می باشد (۲). درموسکوپی که با نام درماتوسکوپی نیز شناخته می شود ابزار موثری برای متخصصین بیماری های پوستی می باشد که در تشخیص به موقع نقش دارد. با استفاده از درموسکوپی ضایعات رنگدانه دار ارزیابی شده، ویژگی های ساختاری غیر نرمال تشخیص داده می شود و مرز ضایعات به دقت مشاهده می شود (۳). بر این اساس ضایعات خوش خیم می تواند بدون نیاز به انجام بیوپسی تشخیص داده شود. انجام درموسکوپی دقت در تشخیص را افزایش می دهد و به پزشکان عمومی کمک می کند تا به درستی افراد مبتلا به ضایعات مشکوک را که نیاز است به متخصص ارجاع داده شوند، شناسایی کنند. درموسکوپی همچنین در

عصبی کانولوشن (CNN) متشکل از نورونها با وزنها و بایاس‌های قابل یادگیری (تنظیم) هستند که استفاده گسترده‌ای در شناسایی الگو و تصاویر دارد و نوعی طبقه بندي با نورون‌های مصنوعی است که داده‌ها را بین یکدیگر مبادله می‌کنند. نورون‌ها ساختار پایه‌ی شبکه‌های عصبی‌هستده‌مانظور که عناصر اصلی مغز ما از نورون‌ها تشکیل شده‌اند، نورون‌ها یک ورودی را می‌گیرد، آن را پردازش می‌کند و سپس یک خروجی تولید می‌کند که آن را یا برای پردازش بیشتر به سایر نورون‌ها ارسال می‌کند، و یا خودش خروجی پایانی است. هنگامی که یک ورودی وارد نورون می‌شود، توسط یک وزن‌بخش‌بندي می‌شود. برای مثال، اگر یک نورون دو ورودی داشته باشد، هر ورودی یک وزن مربوط به خود را دارد. مقداردهی اولیه‌ی این وزن‌ها به صورت شناسی صورت می‌گیرد و آن‌ها در هنگام پرسوهی یادگیری، بروزرسانی می‌شوند. پس از شروع فرایند یادگیری، شبکه‌ی عصبی به ورودی‌هایی که از نظرش مهمتر هستند، وزن بیشتری را اختصاص می‌دهد. داشتن وزن صفر نشان‌دهنده‌ی بی اهمیت بودن است. علاوه بر وزن، یکی دیگر از اجزای خطی که روی ورودی تاثیر می‌گذارد، بایاس نام دارد بایاس به حاصل ضرب وزن در ورودی اضافه می‌شود بایاس در واقع به مقدار اضافه می‌شود تا محدوده‌ی مقدار حاصل شده از ضرب وزن در ورودی را تغییر دهد. بایاس‌آخرین جزء خطی است که به تبدیل ورودی کمک می‌کند. شبکه‌ی عصبی به دنبال یادگیری از طریق تغییرات در وزن‌ها (W) و انحراف‌ها (b) است. اصل یادگیری در شبکه‌های عصبی با تکرار انجام می‌شود. یعنی چندین مرتبه داده‌های یک مجموعه داده (Dataset) به الگوریتم تریق می‌شود و این الگوریتم با کم و زیاد کردن وزن‌ها و انحراف‌ها، می‌تواند تفاوت‌ها را در داده‌های آموزشی تشخیص دهد. پایه‌ی یادگیری در شبکه‌های عصبی تکرار است. یکی از روش‌های بسیار پرکاربرد برای تکرار در شبکه‌های عصبی روش پس انتشار خطای (Back-Propagation Of Error) است. در روش پس انتشار خطای در Feed forward دو مرحله خواهیم داشت مرحله اول forward که با ضرب داده‌های ورودی در وزنها و سپس جمع آن با انحراف انجام می‌شود سرانجام در همان مرحله به خروجی می‌رسیم که احتمالاً با خروجی واقعی تفاوت دارد اینجاست که توسط تابع ضرره، مشخص می‌کنیم که مرحله forward چه مقدار خطای داشته و به عقب

مختلفی برای مواجهه با داده‌های نامتوازن وجود دارند که در این پژوهش از رویکرد داده افزایی برای تقویت داده‌های کلاس‌هایی که دارای اقلیت داده هستند با تکنیک چرخاندن و قربنه سازی و کراپ کردن تصاویر استفاده شده است (۵).

پاکسازی تصاویر جهت حذف نویز مو: در فرآیند بعدی پیش‌پردازش، پاکسازی تصاویر جهت حذف نویز موبایل ریخت شناسی، انجام شد. در فرآیند حذف مو خطوط مشکی تصاویر پوستی شناسایی و با استفاده از میانگین‌گیری آماری جایگزین شدند. در این پروژه برای حذف نویز مو از تکنیک مورفوگلوبی استفاده شد (۵).

تقسیم‌بندی خودکار تصاویر پوستی جهت جداسازی خصایعه از پوست سالم: فرایند تقسیم‌بندی یک تصویر دیجیتال به چندین قطعه یا ناحیه، قطعه‌بندی تصویر گفته می‌شود. هدف تکنیک‌های بخش‌بندی تصویر، ساده‌سازی و یا تغییر نمایش اصلی یک تصویر به نمایشی است که تجزیه و تحلیل تصویر را آسان‌تر می‌کند و از همه مهم‌تر، اطلاعات به مراتب با معنی‌تری را در اختیار سیستم پردازش تصویر یا بینایی کامپیوتر قرار می‌دهد. برای تقسیم‌بندی تصاویر در موسکوپی از الگوریتم GrabCut که الگوریتم معروفی در زمینه قطعه‌بندی است استفاده شد. این الگوریتم برای زمانی که نیاز است پیش‌زمینه به طور کامل استخراج شود بهترین انتخاب است (۵).

آماده سازی داده‌ها: برای آماده‌سازی داده‌ها، نیاز است تا آن‌ها را از شکل و حالت اولیه، خارج کرده و به شکلی که برای الگوریتم مناسب باشد تبدیل کنیم. در عماری پیشنهادی در این پژوهش، تصاویری با ابعاد ثابت در ورودی مورد نیاز است؛ به همین دلیل پیش از آموزش، تصاویر به سایز 224×224 تغییر اندازه داده شد که کلیه تصاویر به صورت RGB یا رنگی می‌باشند. RGB یک تصویر قرمز-سبز-آبی (Red-Green-Blue) بصورت یک ماتریس دابل سه بعدی $M \times N \times 3$ نمایش داده می‌شود. هر پیکسل دارای اعضای قرمز، سبز و آبی به همراه بعد سوم است که دارای ارزش ۰ و ۱ است برای مثال اجزای رنگی پیکسل (m,n) به این ترتیب هستند (۵):

$$\text{MyImage}(m,n,2) = \text{red} \\ \text{MyImage}(m,n,1) = \text{green}$$

$$\text{MyImage}(m,n,3) = \text{blue}$$

طراحی شبکه عصبی کانولوشن (CNN) و آموزش مدل پیشنهادی جهت استخراج ویژگی تصاویر: شبکه

معمولی که هر الگوریتم بر اساس فرضیات خود به صورت منفرد سعی بر ارزیابی نمونه های آموزشی دارد که در برخی مواقع این فرضیات نقض میشوند، سعی در ساخت مجموعه ای از فرضیه ها و ترکیب آنها برای ارزیابی بهتر نمونه های آموزشی و رسیدن به بالاترین دقیق و کمترین خطای باشد (۵).

یافته ها

توابع و پارامترهای الگوریتم مورفولوژی جهت حذف نویز مو: عملیات ریخت شناسی مورفولوژی بر اساس جدول تنظیم پارامترها جدول ۱ که بر روی تصاویر خاکستری اعمال شده با ایجاد تغییر و تصحیح در اجزا داخلی تصاویر خاکستری توانسته با حذف نویز مو همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می شود کیفیت تصاویر را به طور چشمگیری بهبود ببخشد و اینگونه اعمال های اضافی تصویر را برای مرحله بعدی پردازش تصاویر کم کند و باعث بالا رفتن سرعت پردازش شود.

توابع و پارامترهای تقسیم بندی خودکار تصاویر پوستی جهت جدا سازی ضایعه از پوست سالم: الگوریتم GrabCut بر اساس جدول تنظیم پارامترها جدول ۲ به قطعه بندی تصاویر و تقسیم تصاویر به قطعات پیش زمینه و پس زمینه همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می شود می پردازد. این الگوریتم به دلیل داشتن یک روند تکرار به تدریج قطعه بندی را انجام می دهد و بهینه ترین جواب ممکن را یافته و باعث جدا سازی ضایعه از پوست سالم می گردد در اینجا پوست سالم به عنوان داده پرست شناخته شده و از محاسبات پردازشی تصویر کنار گذاشته میشود تا بعد از اینکه به شبکه تزریق شده سرعت پردازش الگوریتم افزایش یافته و از افزایش پارامترهای محاسباتی جلوگیری شود (۵).

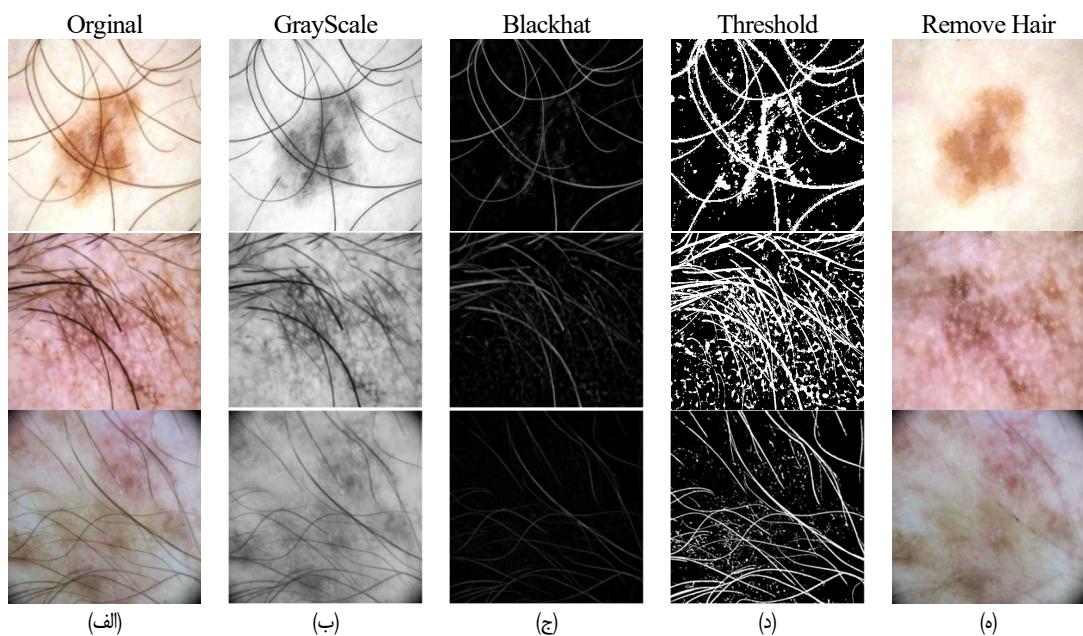
یازگشته و وزنها و انحراف ها را یه هنگام سازی میکنیم یعنی وزنها و انحرافها را به شکلی تغییر دهیم تا در تکرار بعدی نتیجه ای نزدیک به خروجی واقعی با خطای کمتر Back forward propagation اینقدر تکرار شد تا خروجی برای تمام داده های آموزشی به نزدیکترین مقدار خود یعنی مقداری که توسط داده های آموزشی در اختیار داشتیم رسید. به این ترتیب الگوریتم یادگرفته و مجموعه ای سطح بالا از ویژگی ها را به صورت خودکار استخراج کرد استخراج سطح بالای این ویژگی ها باعث شد تا مفاهیم گستره و پیچیده به مفاهیم ساده تری تقسیم شود که این مفاهیم ساده ماشین را قادر به تصمیم گیری برای آنها می سازد. در یادگیری عمیق، ویژگی های غیرخطی چندین لایه استخراج می شوند و به یک دسته بند اعمال شده و آن هم این ویژگی ها را با هم ترکیب می کند تا بتواند یک پیش‌بینی انجام دهد. برای آموزش سریعتر مدل و استفاده از GPU، از سرویس گوگل کولباستفاده شده است. برای همین منظور فایل های لازم برای آموزش مدل به گوگل درایو انتقال داده شد سپس فایل ها در نوت بوکی ساخته شده در گوگل کولب وارد می شد تا مدل آموزش داده شود (۵).

برای آموزش مدل پس از تعریف ساختار مدل به دلیل اینکه تعداد داده ها زیاد بود و نمی توان همه آنها را به یکباره به شبکه تزریق کرد به کمک دیتا جنریتورهایی برای خواندن تصاویر از فولدرهای مربوطه استفاده شد و تصاویر در دسته های ۳۲ تایی به صورت تصادفی به شبکه تغذیه شدند.

ترکیب طبقه بندها و یادگیری جمعی با روش رای اکثریت در الگوریتم پیشنهادی: یادگیری ترکیبی یک روش یادگیری آماری و محاسباتی مبتنی بر یادگیری ماشین است که برخلاف رویکردهای یادگیری ماشینی

جدول ۱- توابع و پارامترهای الگوریتم مورفولوژی [۵].

توابع	عملیات	مقدار	مختصات
cvtColor	تصویر به مقیاس خاکستری برده می شود	-۰-۲۵۵	-----
getStructuringElement	ایجاد المان ساختاری (صلیب)	۱۷×۱۷	لنگ نقطه مرکزی
morphologyEx	Dialation(And), Erosion(Or) = Closing	-----	-----
(MORPH_BLACKHAT)	آستانه گذاری دودویی	۱۰-۲۵۵	-----
threshold	ایجاد تصویر ترمیم شده	-----	-----
inpaint			



شکل ۱- حذف نویز مو در عملیات مورفوژوی (۵)

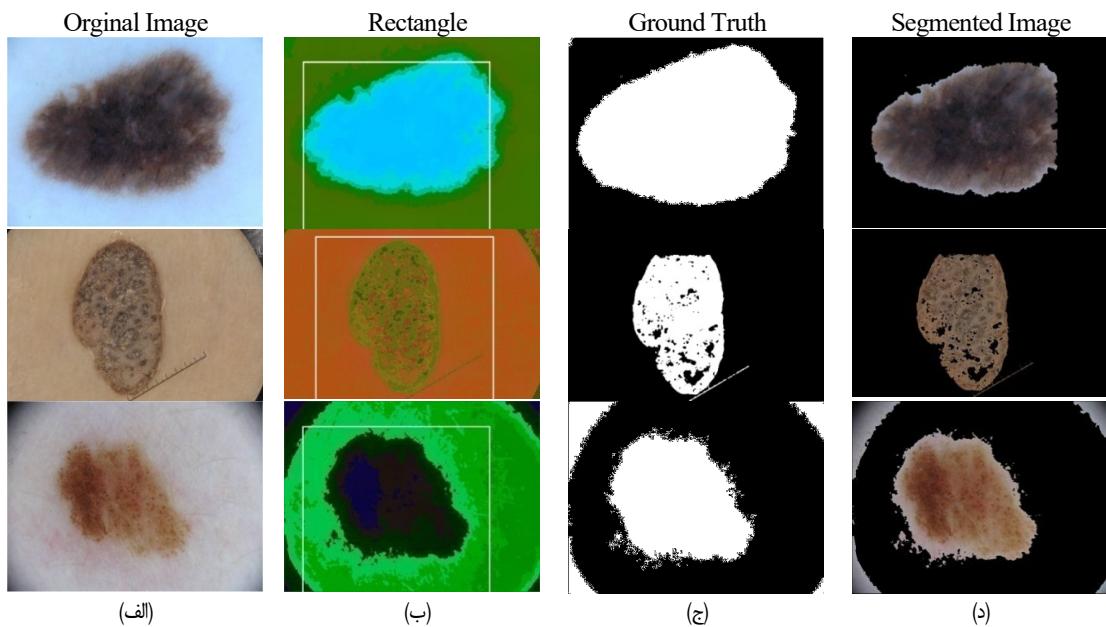
جدول ۲- توابع و پارامترهای تقسیم بندی خودکار تصاویر پوستی

تقسیم بندی تصاویر	GrabCut
تصویر ورودی	Img
تصویر باینزی (سیاه و سفید)	Mask
GC_BGD , GC_PR_BGD	
(ارتفاع تصویر اصلی) / ۰۳۰ - ارتفاع تصویر اصلی = ارتفاع مستطیل	rect
((عرض تصویر اصلی) / ۰۷۰) - عرض تصویر اصلی = عرض مستطیل	
آرایه ذخیره وضعیت داخلی الگوریتم	bgdModel
آرایه ذخیره وضعیت داخلی الگوریتم	fgdModel
۱۰	iterCount
GC_INIT_WITH_RECT, GC_INIT_WITH_MASK	mode

استفاده از تکنیک یادگیری ترکیبی به روش رای اکثربت، طبقه بندی تصاویر انجام می گیرد مدل پیشنهادی بر اساس جدول تنظیم پارامترها جدول ۳ با بهره گیری از یادگیری سلسه مراتبی و استخراج ویژگی های سطح بالا و ترکیب پنج الگوریتم یادگیری ماشین، عملکرد بهتری را نسبت به سایر روش ها در پی دارد (۵).

پس از لایه کانولوشن و ادغام، تعداد زیادی صفحات ویژگی با ابعاد کوچک بر اساس وزن های بدست آمده از مدل کانولوشن در اختیار داریم. با اتصال این لایه ها به طبقه بند با توجه به اینکه در مرحله آموزش برچسب تصاویر ورودی مشخص است، شبکه می تواند با وارد کردن تمام تصاویر آموزشی و مشخص بودن برچسب هر کلاس، برای طبقه بندی تصاویر آموزش ببیند. سیستم در فرآیند آموزش به دنبال پیدا کردن بهترین پارامترهای مجھول، از

پارامترهای شبکه عصبی کانولوشن طراحی شده و الگوریتم های یادگیری ترکیبی به روش رای اکثربت: ابزار یادگیری عمیق برای شناسایی ویژگی های کلی بدی از مجموعه داده های پیچیده، نشان دهنده اهمیت آنها است. در روش پیشنهادی در این پژوهش، ۷۰ درصد از تصاویر پایگاه داده برای آموزش و ۱۵ درصد تصاویر پایگاه داده برای آزمون و ۱۵ درصد تصاویر پایگاه داده برای صحبت سنجی انتخاب می شود، در حالی که هیچ تداخلی بین نمونه های آموزش و آزمون وجود ندارد. سپس داده های آموزشی با اندازه دسته ۳۲ به شبکه عصبی کانولوشن عمیق طراحی شده ارسال می گردد که این شبکه در طی ۱۰۰ تکرار، آموزش دیده است. سپس ویژگی های سطح بالای استخراج شده به عنوان دیتاست و داده های ورودی یه پنج کلاسیفایر جهت طبقه بندی تصاویر ارسال می شود و با



شکل ۲- تقسیم بندی تصاویر پوستی و جداسازی خایه از پوست سالم با الگوریتم (۵) Grabcut.

کلاسیفایر بر اساس جدول تنظیم پارامترها جدول ۴ جهت طبقه بندی تصاویر ارسال می شود و با استفاده از تکنیک یادگیری ترکیبی به روش رای اکثریت، طبقه بندی تصاویر انجام می گیرد. مدل پیشنهادی با بهره گیری از یادگیری سلسله مراتبی و استخراج ویژگی های سطح بالا و ترکیب پنج الگوریتم یادگیری ماشین، عملکرد بهتری را نسبت به سایر روش ها در پی دارد (۵).

ارزیابی و اعتبار سنجی و تحلیل آماری الگوریتم پیشنهادی: در تمامی عملیات بینایی ماشین و دیگر شاخه های هوش مصنوعی بدليل آنکه انسان در برگرداندن خروجی هیچگونه مداخله ای ندارد، بایستی خروجی کار با پارامترهایی سنجیده شود تا نرخ خطای دقت بازیابی مورد سنجش قرار گیرد و بدینوسیله عملکرد سیستم مورد ارزیابی قرار گیرد. انتخاب یک معیار برای کارآیی، به مسئله ای که سعی در حل آن داریم، وابسته است. ینابر این داده های آموزشی و داده های آزمایشی تک تک به مدل داده می شود و به ازای هر کدام، یک کلاس به عنوان خروجی دریافت می شود. کلاس پیش بینی شده توسط مدل و کلاس واقعی داده ها را می توان در یک جدول Confusion matrix (درهم ریختگی) گفته می شود. از این رو چهار پارامتری که در تعیین دقت و خطای عملکرد نقش مهمی را ایفا می کنند در اینجا با اختصار شرح داده شده است (۵):

جمله وزن های فیلتر و ضرایب لایه ها می باشد؛ به نحوی که کمترین میزان خطای در طبقه بندی حاصل شود (۵). کارایی مدل روی مجموعه داده های آموزش و تست در طول آموزش، با استفاده از نمودار خطی ترسیم می شوند؛ یک نمودار برای زیان، نمودار ۱ و یک نمودار برای صحت، شکل نمودار ۲ ترسیم خواهد شد. هنگامی که خروجی ها پیش بینی شده (محاسبه شده) با مقادیر مطلوب سازگار نباشد، وزن های پرسپکترون را تغییر می دهیم. تغییر مقادیر وزن ها (w) به معنی افزایش یا کاهش وزن ها می باشد. این تغییر همان عملی است که در الگوریتم آموزش برای کمینه کردن خطای کلی تعریف شده است. هنگام بهینه سازی وزن ها در آموزش هر مدل، همیشه خطای وجود دارد. نتیجه تابع خطای آموزش معمولی مشابه شکل زیر به دست می آید. همانطور که در شکل نمودار ۱ نشان داده شده است، با افزایش تعداد تکرارها، نرخ خطای آموزش الگوریتم به تدریج کاهش می یابد (۵).

شکل ساخته شده زیر توسط دو منحنی خطی نمایش داده شده است. یک نمودار برای منحنی دقت دسته بندی مجموعه آموزشی و دیگری برای دسته بندی مجموعه های آزمایش است. نمودار ۲ حاکی از آن است که مدل برآش خوبی روی این مساله دارد (۵).

ویژگی های سطح بالای استخراج شده از شبکه عصبی کانولوشن به عنوان دیتا سtat و داده های ورودی یه پنج

جدول ۳- پارامترهای شبکه عصبی کانولوشن طراحی شده (۵)

مقدار پارامتر	شکل خروجی	تعداد	اندازه فیلتر	لایه‌ها	بلاک‌ها
۴,۷۰۴	-۱,۲۲,۲۲۴,۲۲۴	۳۲	۷×۷	Conv2d	بلاک اول
۶۴	-۱,۲۲,۲۲۴,۲۲۴	۳۲		BatchNorm2d	
.	-۱,۲۲,۲۲۴,۲۲۴			ReLU	
.	-۱,۲۲,۱۱۲,۱۱۲		۲×۲	MaxPool2d	
۵۰,۱۷۶	-۱,۲۲,۲۲۴,۲۲۴	۳۲	۷×۷	Conv2d	بلاک دوم
۶۴	-۱,۲۲,۱۱۲,۱۱۲	۳۲		BatchNorm2d	
.	-۱,۲۲,۱۱۲,۱۱۲			ReLU	
.	-۱,۲۲,۵۶,۵۶		۲×۲	MaxPool2d	
۵۱,۲۰۰	-۱,۶۴,۵۶,۵۶	۶۴	۵×۵	Conv2d	
۱۲۸	-۱,۶۴,۵۶,۵۶	۶۴		BatchNorm2d	
.	-۱,۶۴,۵۶,۵۶			ReLU	
۴۰,۹۶	-۱,۶۴,۵۸,۵۸	۶۴	۱×۱	Conv2d	بلاک سوم
۱۲۸	-۱,۶۴,۵۸,۵۸	۶۴		BatchNorm2d	
۴۰۱,۴۰۸	-۱,۱۲۸,۵۸,۵۸	۱۲۸	۷×۷	Conv2d	
۲۵۶	-۱,۱۲۸,۵۸,۵۸	۱۲۸		BatchNorm2d	
.	-۱,۱۲۸,۵۸,۵۸			ReLU	
.	-۱,۱۲۸,۳۹,۳۹		۲×۲	MaxPool2d	
۱۶,۳۸۴	-۱,۱۲۸,۳۱,۳۱	۱۲۸	۱×۱	Conv2d	بلاک چهارم
۲۵۶	-۱,۱۲۸,۳۱,۳۱	۱۲۸		BatchNorm2d	
۸۱۹,۲۰۰	-۱,۲۵۶,۳۱,۳۱	۲۵۶	۵×۵	Conv2d	
۵۱۲	-۱,۲۵۶,۳۱,۳۱	۲۵۶		BatchNorm2d	
.	-۱,۲۵۶,۳۱,۳۱			ReLU	
.	-۱,۲۵۶,۱۵,۱۵		۲×۲	MaxPool2d	
.	-۱,۲۵۶,۱۵,۱۵	۰۵		Dropout	
۲,۳۷۶,۸۰۰	-۱,۵۱۲,۱۵,۱۵	۵۱۲	۵×۵	Conv2d	بلاک پنجم
۱,۰۲۴	-۱,۵۱۲,۱۵,۱۵	۵۱۲		BatchNorm2d	
۲,۳۵۹,۲۹۶	-۱,۵۱۲,۱۵,۱۵	۵۱۲	۳×۳	Conv2d	
۱,۰۲۴	-۱,۵۱۲,۱۵,۱۵	۵۱۲		BatchNorm2d	
.	-۱,۵۱۲,۱۵,۱۵			ReLU	
.	-۱,۵۱۲,۷,۷		۲×۲	MaxPool2d	
.	-۱,۵۱۲,۷,۷	۰۵		Dropout	
۸۰۲,۸۴۸	-۱,۳۲			Linear	فولی کانکت
۲۶۴	-۱,۸			Linear	

بوده و الگوریتم دسته بنده دسته آنها را به اشتباه مثبت تشخیص داده است.

FN: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها مثبت بوده و الگوریتم دسته بنده دسته آنها را به اشتباه منفی تشخیص داده است.

معیار خطای طبقه‌بندی در جدول ۶ دقیقاً بر عکس معیار دقت دسته‌بندی است که با استفاده از رابطه (۲) به دست می‌آید. کمترین مقدار آن برابر صفر است و یا به عبارت دیگر زمانی که بیشترین و بهترین بازدهی را داریم، مقدار آن برابر یک است (۵).

TN: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها منفی بوده و الگوریتم دسته بنده نیز دسته آنها را بدستی منفی تشخیص داده است.

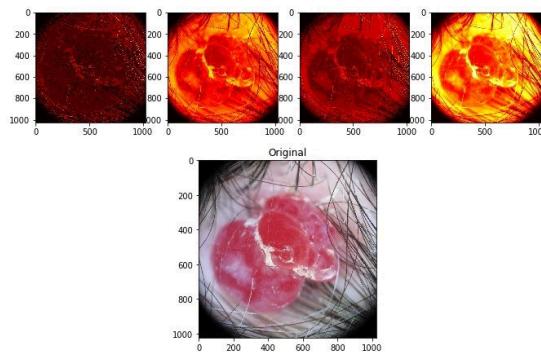
رابطه (۱): دقت طبقه‌بندی

Classification Accuracy – Rate →

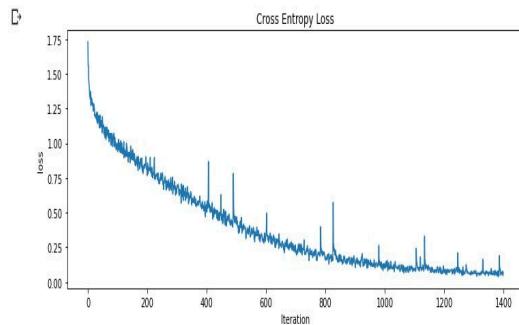
$$CA = \frac{TN + TP}{TN + TP + FN + FP}$$

TP: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها مثبت بوده و الگوریتم دسته بنده نیز دسته آنها را بدستی مثبت تشخیص داده است.

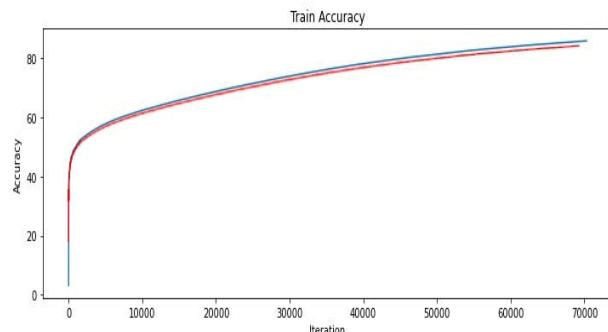
FP: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها منفی



شکل ۳- نمایش ویژگی های استخراج شده از اعمال وزن های متفاوت روی یک تصویر (۵)



نمودار ۱- نمودار تابع خطا در مدل کانولوشن پیشنهادی (۵)



نمودار ۲- نمودار دقیقت دسته بندی مجموعه آموزشی و آزمایشی در مدل کانولوشن پیشنهادی (۵)

سننی پردازش تصویر، قادر به انجام عملیات محاسباتی بر روی تصاویر با رزولوشن فوق العاده بالای گرافیکی نبوده و لذا یادگیری عمیق به عنوان تکنیکی موفق در پزشکی جای خود را میان محققان باز کرده است. همچنین متخصصین بر اساس تجربیات گوناگون از به کار گیری روش‌های آموزش به این نتیجه رسیدن که هیچ تک الگوریتم آموزشی مشخصی وجود ندارد که بتواند برای همه کاربردها موفق عمل کند و دارای بالاترین دقیقت باشد. از این رو یادگیری ترکیبی را پیشنهاد می‌دهند. در این پژوهش به منظور تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌های پوست در تصاویر درموسکوپی، سیستم اتوماتیک بر مبنای یادگیری عمیق و الگوریتم ترکیب ارائه گردید. به دلیل اینکه در روش

رابطه (۲): خطا طبقه‌بندی

$$\text{Error - Rate} \longrightarrow \\ ER = \frac{FN+FP}{TN+TP+FN+FP} = 1 - CA$$

بحث

امروزه کاربردهای هوش مصنوعی بر هیچ کس پوشیده نیست. در این میان، یادگیری ماشین به عنوان یکی از مهم ترین شاخه‌های این زمینه جایگاه ویژه‌ای را در تمامی علوم به خود اختصاص داده است. یادگیری عمیق با بهره گیری از مبانی شبکه‌های عصبی مصنوعی در حل بسیاری از مباحث حوزه پردازش تصاویر پزشکی از قبیل طبقه‌بندی، قدرت خود را به اثبات رسانده است. تکنیک‌های

جدول ۴- پارامترهای الگوریتم‌بندی ترکیبی به روش رای اکثریت (۵)

الگوریتم های طبقه بندی	تعداد کلاس	پارامتر	نوع پارامتر	مقدار پارامتر	مقدار پیشنهاده
KNN	۸	تعداد خوش‌ها	K	۱...۳۰	۲۹
DTC	۸	معیار شباهت	Minkowski	۲	۲
RF	۸	معیار خطأ	gini	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰
LR	۸	معیار درخت	gini	Linear	Linear
SVM	۸	تابع هزینه	L ₂	Scale	Scale
		هسته	kernel		
		کاما	scale		
		تنظیم بهینه سازی	C	۱	۱

جدول ۵- ارزیابی در ماتریس درهم ریختگی (۵)

Actual	Positives		Negatives	
	Positives	Negatives	True Positives (TP)	False Negatives (FN)
		False Positives (FP)	True Negatives (TN)	

جدول ۶- معیار دقت طبقه‌بندی و معیار خطای طبقه‌بندی در الگوریتم پیشنهادی (۵)

مدل	خطای طبقه‌بندی	دقیقیت	دقیقیت طبقه‌بندی
CNN	%۱۶	%۸۴	
SVC	%۱۷	%۸۳	
KNN	%۱۶	%۸۴	
DTC	%۲۲	%۷۸	
RF	%۱۸	%۸۲	
LR	%۱۷	%۸۳	
ENSEMBLE	%۱۶	%۸۴	

خطر را به طور مناسب تری به مراقبت‌های ثانویه تربیاز کنند و همچنین از درمانهای غیر ضروری و به حداقل رساندن عمل بیوپسی که یک عمل تهاجمی و پر هزینه می باشد جلوگیری کند. این تحقیق در جهت مراقبت‌های مرتبط با سلامت و پیش‌بینی و درمان و همچنین صرفه جویی در هزینه‌های فراوان هم برای بیماران و هم برای مراکز درمانی کمک شایانی می کند. همچنین در مناطق محروم و به دور از متخصص دستگاه‌های درموسکوپی به کمک این الگوریتم می توانند در زمینه تشخیص و در صورت نیاز ارجاع بیماران به متخصص مورد نظر باعث درمان به موقع و کاهش هزینه و وقت بیماران شوند. از این رو امکان ارائه این روش به عنوان بسته نرم افزاری تجاری وجود دارد این بسته نرم افزاری قابلیت اتصال به دستگاه‌های درموسکوپی را دارد. با اتصال این بسته نرم افزاری به درموسکوپی، دستگاهی برای تشخیص سریع بیماری‌ها و سرطان‌های پوستی ایجاد می گردد. بیشترین ارزش این

پیشنهادی، تصاویر با کیفیت بالا بدون داده‌های پرت و و ناسازگار وارد شبکه می شوند سرعت یادگیری الگوریتم افزایش یافته، و با توجه به لایه‌های تعریف شده در الگوریتم و محاسبه دقیق میزان وزن و انحراف معیار برای کمینه کردن خطأ و بهینه‌سازی مطلوب وزن‌ها، ویژگی‌های سطح بالایی توسط یادگیری عمیق استخراج می‌شود، که در کنار استفاده از تکنیک یادگیری ترکیبی، دقت طبقه‌بندی و تشخیص مطلوب می باشد؛ با توجه به مشاهدات بالا به این مهم میرسیم که گرچه هر کدام از الگوریتم‌های صورت منفرد دارای عملکرد موفقی بودند اما ترکیب چند الگوریتم با یکدیگر منجر به بالا رفتن دقت بیشتر و تصمیم‌گیری با خطای کمتری شده است. این مطالعه گامی است در جهت کمک به پزشکان و متخصصین در ارتباط با تشخیص بیماری‌های پوستی و سرطان‌های خوش خیم و بدخیم پوست می باشد و می تواند به پزشکان عمومی یا دیگر پزشکان کمک کند تا ضایعات پر

حداقل رساندن عمل بیوپسی که یک عمل تهاجمی و پر هزینه می باشد جلوگیری کند. این تحقیق در جهت مراقبت های مرتبط با سلامت و پیش بینی و درمان و همچنین صرفه جویی در هزینه های فراوان هم برای بیماران و هم برای مراکز درمانی کمک شایانی می کند. همچنین در مناطق محروم و به دور از متخصص دستگاه های درموسکوپی به کمک این الگوریتم می توانند در زمینه تشخیص و در صورت نیاز ارجاع بیماران به متخصص مورد نظر باعث درمان به موقع و کاهش هزینه و وقت بیماران شوند. با این حال عدم دسترسی به تمام تصاویر از محدودیت های تحقیق حاضر می باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج نتیجه می گیریم که گرچه هر کدام از الگوریتم ها به صورت منفرد دارای عملکرد موفق بودند اما ترکیب چند الگوریتم با یکدیگر منجر به بالا رفتن دقت بیشتر و تصمیم گیری با خطای کمتری شده است. از این رو امکان ارائه این روش به عنوان بسته نرم افزاری تجاری وجود دارد این بسته نرم افزاری قابلیت اتصال به دستگاه های درموسکوپی را دارد. با اتصال این بسته نرم افزاری به درموسکوپی، دستگاهی برای تشخیص سریع بیماری ها و سرطان های بیوستی ایجاد می گردد.

تقدیر و تشکر

از تمامی افرادی که در نوشتمن این مقاله ما را همراهی نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

References

1. Fateh M. Diagnosis of melanoma by extracting appropriate features from dermatoscopic images. J Laser Med. 2019;6(1):25-33.
2. Aghapnagh Rudsari H, Ghasemian Yazdi H. Unsupervised diagnosis of skin cancer by integrating texture and edge properties in skin images. Quart J Comput Intellig Electric Eng. 2014;1:1-12.
3. Fooladi S. Diagnosis and classification of skin cancer using deep learning. J Birjand Univ Med Sci. 2019;26(1):44-53.
4. Fee JA. Dermoscopy Use in Primary Care: A Scoping Review. Dermatol Pract Concept. 2019;9(2):98-104.
5. Asadzadeh S, Rezaei Z. A combination of features of convolutional neural network and a

پایان نامه این است که به عنوان معیاری برای طراحی مطالعات آینده و ارزیابی تکنیکهای تشخیص سرطان پوست در بیمارانی که معمولاً توسط پزشک عمومی و متخصص معاینه می شوند به کار می رود. تحقیقات بیشتری در حوزه هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق بر روی داده های استاندارد بیشتر و متأذده هایی که به تشخیص در بالاترین دقت و کمترین خطای کمک می کند با در نظر گرفتن سطح تخصص متخصصین بالینی، نیاز است از این امکان را به وجود می آورند که بتوان لایه های کالولوشن را عمیق تر ایجاد کرد تا با میزان محاسبات بیشتر بتوان به ویژگی های سطح بالاتری دست پیدا کرد، همچنین با افزایش تعداد داده های آموزش میتوان قدرت آموزش شبکه را بیشتر کرد و با کمک قطعه بندی بهینه تر تصاویر در پیش پردازش های اولیه است مانند استخراج نواحی مشکوک و محدود کردن ادامه پردازش آن ها و همچنین با حذف بهینه قسمتهای اضافی تصاویر اعم از زمینه، برچسب های احتمالی و بافت های پیرامون ضایعه پوستی، حذف اثرات آب و روغن روی تصاویر که ایجاد نویز میکنند داده های را تمیز تر و کیفیت تصاویر را جهت بالا بردن وضوح تصویر بهبود بخشید تا بتوان در پروسه آموزش و آزمون به دقت مطلوب تری دست پیدا کرد. بیشترین ارزش و کاربرد این پژوهش این است که به عنوان معیاری برای طراحی مطالعات آینده و ارزیابی تکنیک های تشخیص پزشکی با شبکه های عصبی و هوش مصنوعی و پزشکی دیجیتال به کار می رود. پیاده سازی این پژوهش با وجود یک سری گلوگاه های محدود کننده ای، مانند عدم دسترسی به داده های جامع تر و مطلوب تر به دلیل قرار گرفتن در منطقه جغرافیایی خاص و همچنین عدم دسترسی به سخت افزارهای قویتر و سریعتر جهت پردازش بهینه اطلاعات، انجام شده است. همچنین یافته تحقیق حاضر با نتیجه تحقیق آندره و پاچکو (۲۰۱۹) در رابطه با تشخیص سرطان پوست بر اساس یادگیری عمیق و آنروپی برای نمونه های پرت همسو است (۶).

بطور کلی این مطالعه گامی است در جهت کمک به پزشکان و متخصصین در ارتباط با تشخیص بیماری های پوستی و سرطانهای خوش خیم و بد خیم پوست می باشد و می تواند به پزشکان عمومی یا دیگر پزشکان کمک کند تا ضایعات پر خطر را به طور مناسب تری به مراقبت های ثانویه تریاژ کنند و همچنین از درمانهای غیر ضروری و به

combination of classifications for the diagnosis of skin diseases in dermoscopic images, Master Thesis, 2020.

6. Pacheco AGC. Skin cancer detection based on deep learning and entropy to detect outlier samples, arXiv. 2019.