دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر

گرایش هوش مصنوعی

جداسازی اتوماتیک دیسک نوری در تصاویر شبکیه چشم

استاد راهنما

دکتر علیرضا عصاره

استاد مشاور

دکتر بیتا شادگار

نگارنده

سیدمحمدباقر آل‌طیب

اسفند ۱۳۹۱

باسمه تعالی

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده‌ی **مهندسی**

(نتیجه‌ی ارزشیابی پایان‌نامه‌ی ارشد)

پایان‌نامه‌ی آقای **سیدمحمدباقر آل‌طیب** دانشجوی رشته‌ی **کامپیوتر**

گرایش **هوش مصنوعی**

دانشکده‌ی **مهندسی** به شماره دانشجویی **۸۹۱۴۲۰۱**

با عنوان:

جداسازی اتوماتیک دیسک نوری در تصاویر شبکیه چشم

جهت اخذ مدرک **کارشناسی ارشد** در تاریخ ..... توسط هیأت داوران

مورد ارزشیابی قرار گرفت و با درجه‌ی..... تصویب گردید.

۱. اعضای هیأت داوران	رتبه‌ی علمی	امضا
استاد راهنما: **دکتر علیرضا عصاره**	دانشیار	.....
استاد مشاور: **دکتر بیتا شادگار**	استادیار	.....
استاد داور: **دکتر مرجان نادران**	استادیار	.....
استاد داور: **دکتر سیدعنایت‌الله علوی**	استادیار	.....
نماینده‌ی تحصیلات تکمیلی: **دکتر بهنام لطفی**	استادیار	.....
۲. مدیر گروه: **دکتر سیدعنایت‌الله علوی**	استادیار	.....
۳. معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: **دکتر علی حقیقی**	استادیار	.....
۴. مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه: **دکتر مسعود قربان‌پور نجف‌آبادی**	استادیار	.....

سپاس‌گزاری

بر خود لازم می‌دانم از استادان محترم راهنما و مشاور، جناب آقای دکتر علی‌رضا عصاره و سرکار خانم دکتر بیتا شادگار به‌واسطه‌ی راهنمایی‌های ارزشمندشان، چه در انجام پایان‌نامه و چه در دوران تحصیل، تشکر و قدردانی نمایم.

فهرست مطالب

مقدمه ۱

۱.۱ اجزای چشم انسان ۱

۱.۲ تشخیص بیماری‌های شبکیه ٤

۱.۳ تصاویر شبکیه ۵

۱.۳.۱ اجزای شبکیه ٦

۱.٤ تشخیص بیماری‌های شبکیه با استفاده از تصاویر شبکیه ۸

۱.٤.۱ معرفی برخی از بیماری‌های شبکیه ۸

۱.۵ هدف از انجام این پروژه ۱۲

پژوهش‌های پیشین ۱٤

۲.۱ مقدمه ۱٤

۲.۲ مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده ۱۵

ابزارها و روش‌ها ۲۷

۳.۱ تطابق الگو ۲۷

۳.۲ کانتورهای فعال ۲۹

روش پیشنهادی ۳۲

٤.۱ یافتن مکان دیسک نوری ۳۲

٤.۱.۱ الگوریتم یافتن مکان دیسک نوری با استفاده از کانال‌های رنگی ۳۲

٤.۲ یافتن محدوده‌ی دقیق دیسک نوری ۳۹

نتایج ٤۸

۵.۱ نتایج مکان‌یابی دیسک نوری ٤۸

۵.۲ نتایج محدوده‌یابی دیسک نوری ۵٤

نتیجه‌گیری و کارهای آینده ۵۸

مراجع ٦۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۱.۱: اجزای مختلف چشم انسان ۱
شکل ۱.۲. نمونه‌ای از تصویر یک شبکیه ٦
شکل ۱.۳: مهم‌ترین بخش‌های شبکیه ۷
شکل ۱.٤: اثر بیماری آب‌سیاه بر روی دید فرد ۹
شکل ۱.۵: مقایسه‌ی optic cup در چشم یک فرد سالم و بیمار مبتلا به بیماری آب‌سیاه ۱۰
شکل ۱.٦: اثر رتینوپاتی دیابتی بر روی دید ۱۱
شکل ۱.۷: لکه‌های زردرنگ در تصویر شبکیه برای فرد مبتلا به رتینوپاتی دیابتی ۱۱
شکل ۲.۱: تشکیل الگوی قالب فعال ۱۷
شکل ۲.۲: الگوی هندسی برای زاویه و جهت رگ‌های شبکیه ۱۸
شکل ۲.۳: مدل جهت‌دار برای شبکه‌ی رگ‌های شبکیه ۲۰
شکل ۲.٤: الگوی ارائه‌شده توسط Niemeijer ۲۱
شکل ٤.۱: یک تصویر معمولی دارای حاشیه‌ی سیاه‌رنگ ۳۳
شکل ٤.۲: تصویر، پس از حذف حاشیه‌ی سیاه‌رنگ ۳٤
شکل ٤.۳: کانال‌های رنگی مختلف در تصویر به قالب RGB ۳۵
شکل ٤.٤: مقایسه‌ی کانال قرمز در فضای رنگی RGB با کانال اشباع در فضای HSV ۳۷
شکل ٤.۵: نتیجه‌ی مکان‌یابی دیسک نوری به روش کانال‌های رنگی ٤۰
شکل ٤.٦: نمونه‌هایی از اشباع در کانال قرمز ٤۲
شکل ٤.۷: مثالی از یک دیسک نوری که از کانتور فعال انقباضی نمی‌توان برای تعیین مرزهای دیسک نوری استفاده کرد ٤٤
شکل ٤.۸: نمونه‌ای از تابع تشخیص لبه ٤۵
شکل ٤.۹: بهینه‌سازی خروجی تابع تشخیص لبه ٤٦
شکل ۵.۱: الگوهای استفاده‌شده برای عمل تطابق الگو ٤۹
شکل ۵.۲: چند تصویر از خروجی تطابق الگو با الگوهای مختلف ۵۱
شکل ۵.۳: نمونه‌هایی از یافتن دیسک نوری با روش فضای رنگی ۵۳
شکل ۵.٤: نمونه‌هایی از نتایج نادرست در یافتن دیسک نوری به روش فضای رنگی ۵٤
شکل ۵.۵: برخی از نتایج محدوده‌یابی دیسک نوری ۵٦
شکل ۵.٦: نمونه‌ای از نتایج نادرست روش ارائه‌شده ۵۷

فهرست جدول‌ها

جدول ۲.۱: مقایسه میان روش‌های انجام‌شده در یافتن مکان دیسک نوری.....۲۶
جدول ٤.۱: ویژگی استخراج‌شده برای تعدادی از تصاویر مِسیدور.....٤۷
جدول ۵.۱: اندازه‌ی تصاویر و الگوها.....٤۹
جدول ۵.۲: نتیجه‌ی روش تطابق الگو بر روی ۱۲۰۰ تصویر.....۵۰
جدول ۵.۳: نتایج یافتن مکان دیسک نوری از طریق کانال‌های رنگی.....۵۲

چکیده

نام خانوادگی: **آل‌طیب**	نام: **سیدمحمدباقر**	شماره دانشجویی: **۸۹۱۴۲۰۱**
عنوان پایان‌نامه: **جداسازی اتوماتیک دیسک نوری در تصاویر شبکیه چشم**		
استاد راهنما: **دکتر علیرضا عصاره**		
استاد مشاور: **دکتر بیتا شادگار**		
درجه تحصیلی: **کارشناسی ارشد**	رشته: **مهندسی کامپیوتر**	گرایش: **هوش مصنوعی**
دانشگاه: **شهید چمران اهواز**	دانشکده: **مهندسی**	گروه: **کامپیوتر**
تاریخ فارغ‌التحصیلی: **۱۳۹۱/۱۲/۱۹**		تعداد صفحه: **۶۳**

کلید واژه‌ها: تصاویر شبکیه، دیسک نوری، مکان‌یابی دیسک نوری، جداسازی دیسک نوری، کانتورهای فعال، تابع چندسطحی

یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در تصاویر شبکیه چشم، دیسک نوری است. با بررسی دیسک نوری، می‌توان به وجود برخی بیماری‌های شبکیه پی برد. همچنین، در تصاویر شبکیه، برای شناسایی بخش‌های دیگر، ابتدا باید دیسک نوری را تشخیص داد. بنابراین، یکی از اعمال ضروری در پردازش تصاویر شبکیه‌ی چشم، تشخیص و جداسازی دیسک نوری است که برای تولید و توسعه‌ی برنامه‌های تصویربرداری از شبکیه استفاده می‌شود. در این پایان‌نامه، فرایند تشخیص دیسک نوری را به دو بخش تقسیم کرده‌ایم. بخش اول، یافتن مکان تقریبی دیسک نوری است که این عمل توسط روشی جدید، با استفاده از کانال‌های مختلف در فضاهای رنگی متفاوت انجام شده است. بخش دوم، یافتن محدوده‌ی دقیق دیسک نوری است که برای آن، یکی از روش‌های کانتور فعال هندسی را به کار برده‌ایم. برای داشتن نتیجه‌ی بهتر، تغییری در یکی از توابع کانتور فعال ایجاد کرده‌ایم. روش ارائه‌شده را بر روی مجموعه تصاویر مِسیدور به کار برده‌ایم که نتایج آن در این پایان‌نامه ارائه شده است.

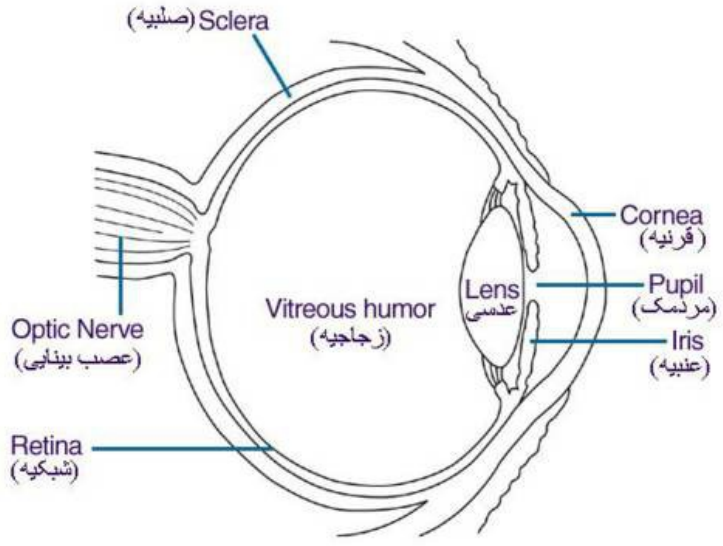
فصل ۱

مقدمه

چشم، یکی از شگفتی‌های آفرینش و نیز یکی از مهم‌ترین اعضای بدن انسان است. ۸۰ درصد اطلاعاتی که انسان به دست می‌آورد، از طریق چشمان خود است. اگر عارضه‌ای برای چشم به‌وجود آید، علاوه بر این‌که می‌تواند دید انسان را محدود کند، ممکن است بر روی تمام اعمال انسان، تأثیرگذار باشد. بنابراین، اگر مشکلی در دید انسان ایجاد شود، به‌سرعت باید برطرف شود. تشخیص زودهنگام بیماری‌های چشم، می‌تواند درمان را بهبود بخشد و از نابینایی جلوگیری کند.

۱.۱ اجزای چشم انسان

ساختار و برخی از اجزای چشم، در شکل ۱.۱ آورده شده است:



شکل ۱.۱: اجزای مختلف چشم انسان

با توجه به شکل فوق، اجزای مختلف چشم عبارتند از:

عدسی[1]: عدسی یك ساختمان شفاف در پشت عنبیه است که در متمرکزکردن دقیق پرتوهای نور بر روی شبکیه، به قرنیه کمك می‌کند. ضخامت عدسی چشم در شرایط مختلف تغییر می‌کند و بسته به آنکه شیء مورد نظر در چه فاصله‌ای از فرد قرار داشته باشد، ضخامت عدسی کم و زیاد می‌شود. با گذشت سن، علاوه بر آنکه قدرت تغییر شکل عدسی کم می‌شود، میزان شفافیت عدسی هم کم می‌شود. گاهی کدورت عدسی آنقدر زیاد می‌شود که مانند پرده‌ای، دید فرد را تار می‌کند. این کدورت عدسی را اصطلاحاً آب‌مروارید[2] یا کاتاراکت می‌گویند.

عنبیه و مردمک[3]: عنبیه بخش رنگی پشت قرنیه است که رنگ چشم افراد را تعیین می‌کند. در وسط عنبیه سوراخی به نام مردمك وجود دارد که مقدار نور واردشده به چشم را تنظیم می‌کند. وقتی چشم در محیط پر نور قرار می‌گیرد، مردمك تنگ می‌شود تا مقدار نور کم‌تری وارد چشم شود. به همین صورت، وقتی چشم در محیط کم‌نور قرار می‌گیرد، مردمك گشاد می‌شود تا نور بیشتری وارد چشم شود.

اتاق قدامی[4]: اتاق قدامی فضای کوچکی است که میان قرنیه و عنبیه قرار دارد. در این فضا مایعی به نام زلالیه[5] جریان دارد که به شست‌وشو و تغذیه بافت‌های داخل چشم کمك می‌کند. در چشم به‌طور مرتب، مقداری از مایع زلالیه خارج می‌شود و مایع زلالیه‌ی جدید، که در چشم تولید شده است، جایگزین آن می‌شود. اگر به هر دلیلی تعادل بین تولید و خروج این مایع به هم بخورد، مقدار مایع زلالیه در چشم افزایش پیدا می‌کند و فشار داخل کره‌ی چشم از حد طبیعی بیشتر می‌شود. بالارفتن فشار چشم،

1 Lens
2 Cataract
3 Iris and Pupil
4 Anterior Chamber
5 Aqueous Humor

به پرده‌ی شبکیه و عصب بینایی آسیب می‌زند و باعث بیماری آب‌سیاه[1] می‌شود.

صلبیه[2]: صلبیه بخش سفید رنگ نسبتاً محکمی است که دورتا دور کره‌ی چشم، به جز قرنیه، را می‌پوشاند و از ساختمان‌های داخل کره‌ی چشم محافظت می‌کند. این بخش از چشم اثر مستقیمی در فرآیند بینایی ندارد و در واقع مانند یك اسکلت خارجی، از کره‌ی چشم محافظت می‌کند.

قرنیه[3]: قرنیه قسمت شفاف جلوی کره‌ی چشم است که از پشت آن ساختمان‌های داخلی‌تر کره‌ی چشم مانند عنبیه و مردمك دیده می‌شود. قرنیه، به‌دلیل شکل کروی خود، پرتوهای نور ورودی به چشم را همگرا نموده و بر روی شبکیه متمرکز می‌کند تا تصویر بر روی شبکیه تشکیل شود.

شبکیه[4]: شبکیه یك پرده‌ی نازك حساس به نور است که در عقب کره‌ی چشم قرار دارد. پرتوهای نوری که به شبکیه برخورد می‌کنند، به پیام‌های عصبی تبدیل می‌شوند که از طریق عصب بینایی به مغز منتقل و در آن‌جا تفسیر می‌شوند. در ناحیه‌ی مرکزی شبکیه، ماکولا[5] قرار دارد. هنگامی که فرد به‌طور مستقیم به یک شی نگاه می‌کند، تصویر آن شی بر روی ماکولا قرار می‌گیرد.

فوویا[6]: مکان کوچکی از شبکیه — با قطر تقریباً ۱٫۵ میلی‌متر — که تقریباً در مرکز آن قرار دارد. پرتوهای نور در فوویا متمرکز می‌شوند. فوویا، یکی از مهم‌ترین بخش‌های شبکیه است که وظیفه‌ی آن، دیدِ متمرکز و مشاهده‌ی جزئیات است. به‌واسطه‌ی توانمندی فوویا، می‌توانیم جزئیات تصاویر و نیز دید متمرکز داشته باشیم. اعمالی مانند مطالعه‌کردن و یا رانندگی، توسط فوویا امکان‌پذیر است.

1 Glaucoma
2 Sclera
3 Cornea
4 Retina
5 Macula
6 Fovea

عصب بینایی[۷]: عصب بینایی، که رابط کره‌ی چشم و مغز می‌باشد، از عقب کره‌ی چشم خارج می‌شود و از طریق سوراخی در استخوان پروانه‌ای جمجمه به مغز می‌رسد. این عصب پیام‌های بینایی را به مغز ارسال می‌کند و این پیام‌ها در مغز تفسیر می‌شوند. اگر این رشته‌ها آسیب ببینند، هیچ پیامی ارسال نمی‌شود. این حالت، منجر به نابینایی دائمی می‌شود.

زجاجیه[۲]: زجاجیه مایع ژله‌مانند شفافی است که داخل کره‌ی چشم را پر می‌کند و به آن شکل می‌دهد. زجاجیه از پشت عدسی تا روی پرده‌ی شبکیه وجود دارد.

۱.۲ تشخیص بیماری‌های شبکیه

همان‌طور که گفته شد، شبکیه، یکی از مهم‌ترین بخش‌های چشم است که تصویر نهایی بر روی آن تشکیل می‌شود. هر گونه آسیب به شبکیه، میتواند منجر به کاهش شدید دید شود و اعمال روزانه‌ی فرد بیمار را مختل کند. برخی از این آسیب‌ها ممکن است به نابینایی منجر شوند.

تشخیص بیماری‌های شبکیه در مراحل ابتدایی و درمان آن‌ها، نقش مهمی در پیشگیری و جلوگیری از کاهش دید و نابینایی دارد. به عنوان مثال، اگر بیماری رتینوپاتی دیابتی[۳]، در مراحل اولیه، تشخیص داده شود، می‌تواند با جراحی لیزر و کنترل شدید گلوکز، درمان شود. اما اگر بیماری، منجر به کاهش دید شده باشد، دید از دست رفته معمولاً غیر قابل برگشت است.

امروزه، جهت مشاهده‌ی بهتر وضعیت شبکیه‌ی چشم، تصویربرداری از شبکیه، انجام می‌شود. این تصاویر، می‌توانند جزئیات زیادی را نشان دهند؛ همچنین، تصاویر می‌توانند همیشه و همه‌جا، در دسترس

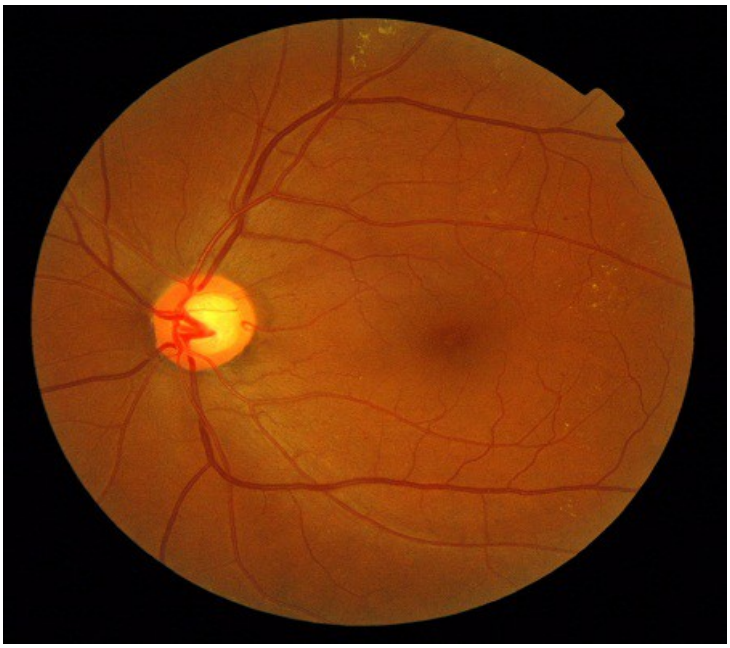
7 Optic Nerve
2 Vitreous
3 Diabetic Retinopathy

باشند. به این ترتیب، پزشک می‌تواند به‌راحتی، سوابق بیمار را بررسی کند.

اما، تحلیل و بررسی این تصاویر باید توسط پزشک متخصص انجام شود و هنگامی که تعداد تصاویر، زیاد باشد، تحلیل آن‌ها و تشخیص بیماری توسط انسان، زمان‌بَر است. به این منظور از رایانه جهت انجام تحلیل‌های مورد نیاز استفاده می‌شود.

۱.۳ تصاویر شبکیه

جهت تشخیص بیماری‌های مربوط به شبکیه، عکس‌برداری از شبکیه انجام می‌شود. این تصویربرداری توسط دوربین‌های مخصوص انجام می‌گیرد. سپس، تصویر گرفته‌شده، به یکی از قالب‌های استاندارد تصاویر دیجیتالی مانند TIFF, JPEG غیره تبدیل و در رایانه ذخیره می‌شود. نمونه‌ای از تصویر یک شبکیه همراه با اجزای مهم آن، در شکل ۱.۲ نشان داده شده است.

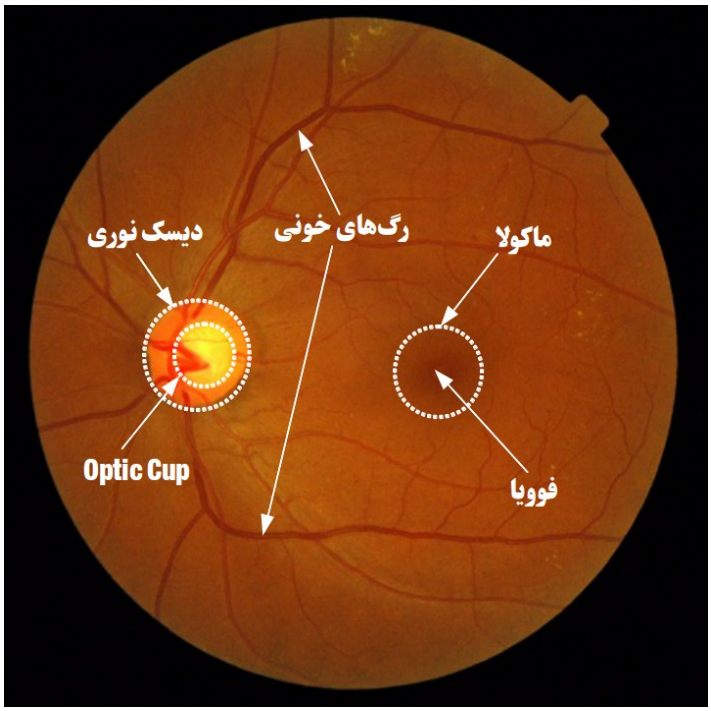


شکل ۱.۲. نمونه‌ای از تصویر یک شبکیه

۱.۳.۱ اجزای شبکیه

در شکل ۱.۳ مهم‌ترین بخش‌های شبکیه نشان داده شده‌اند که با توجه به این شکل، این بخش‌ها عبارتند از:

دیسک نوری: دیسک نوری، محل ورود و خروج رگ‌ها و اعصاب به شبکیه است. این بخش از شبکیه به صورت یک بخش تقریباً دایره‌ای شکل و زردرنگ در تصویر کاملاً مشخص است. دیسک نوری، محل همگرایی رگ‌های سطح شبکیه است که این ویژگی در تصویر، مشهود است. مکان دیسک نوری، بسته به اینکه تصویر مربوط به چشم راست باشد یا چشم چپ، می‌تواند در نیمه‌ی راست یا نیمه‌ی چپ دیسک نوری، و یا در مواردی، در مرکز آن واقع شود.



شکل ۱.۳: مهم‌ترین بخش‌های شبکیه

رگ‌های خونی: رگ‌ها، وظیفه‌ی رساندن اکسیژن و مواد غذایی به سلول‌های شبکیه را دارند. رگ‌ها از مکان دیسک نوری وارد شبکیه شده و در سطح آن منتشر می‌شوند. ساختار رگ‌های خونی شبکیه‌ی هر فرد با فرد دیگر متفاوت است که از این ویژگی می‌توان، همانند اثر انگشت، برای شناسایی افراد استفاده کرد.

Optic cup: همان طور که گفته شد، دیسک نوری، محل ورود و خروج رگ‌ها و اعصاب به درون شبکیه یا خارج از آن است. بخشی از دیسک نوری که تنها محل ورود و خروج اعصاب است، optic cup نامیده می‌شود. درواقع، optic cup نشان‌دهنده‌ی مقطع عصب بینایی چشم است. در تصاویر شبکیه، optic cup به صورت بخش کوچکتر و روشن‌تر از دیسک نوری و درون آن دیده می‌شود.

فوویا: در تصاویر شبکیه، فوویا به صورت یک لکه‌ی سیاه، تقریباً نزدیک مرکز تصویر قابل

تشخیص است. انتهای برخی از مویرگ‌ها، به فوویا ختم می‌شود.

۱.٤ تشخیص بیماری‌های شبکیه با استفاده از تصاویر شبکیه

برخی از بیماری‌های شبکیه را می‌توان با استفاده از تصاویر شبکیه تشخیص داد که در ادامه، برخی از این بیماری‌ها، همراه با نحوه‌ی تشخیص آن‌ها از روی تصاویر شبکیه، نشان داده شده‌اند.

۱.٤.۱ معرفی برخی از بیماری‌های شبکیه

۱. آب‌سیاه[1]

آب‌سیاه، یکی از بیماری‌هایی است که منجر به نابینایی غیر قابل برگشت می‌شود. این بیماری، به دلیل بالارفتن فشار مایع درون چشم، پدید می‌آید. این افزایش فشار می‌تواند سبب آسیب‌دیدن عصب بینایی و کاهش دید و یا حتی نابینایی شود.

آب‌سیاه موجب می‌شود که اشیایی را که در کنار قرار داشته و باید از گوشه‌ی چشم به آنها نگاه شود، به‌خوبی دیده نشوند.

بیمار مبتلا به آب‌سیاه در صورت عدم درمان ممکن است ناگهان متوجه شود که «دید کناری» ندارد. درست مانند این است که دارد از درون يك لوله به اطراف نگاه مي‌کند. ادامه‌یافتن بیماری ممکن است سبب از بین‌رفتن باقیمانده‌ی دید حتی در مرکز دید شده و بیمار نابینا شود (شکل ۱.٤).

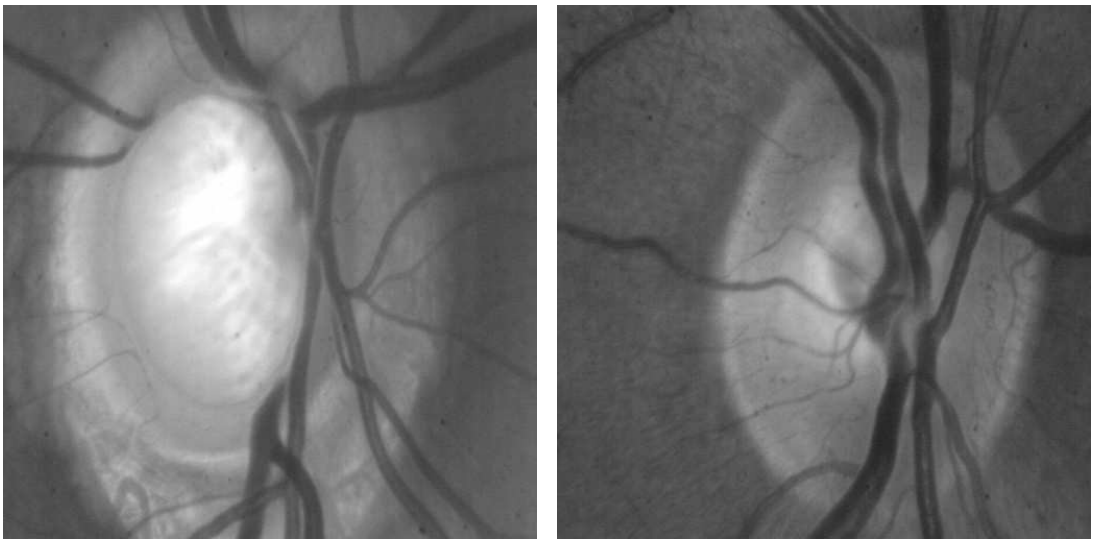
1 Glaucoma

الف

ب

شکل ۱.٤: اثر بیماری آب‌سیاه بر روی دید فرد. (الف) دید یک فرد سالم (ب) دید یک فرد مبتلا به آب‌سیاه

تشخیص این بیماری از روی تصویر شبکیه: ابتلا به بیماری آب‌سیاه را می‌توان از روی تصاویر شبکیه تشخیص داد. همان‌طور که گفته شد، بیماری آب‌سیاه به دلیل افزایش فشار درون چشم به وجود می‌آید که این افزایش فشار، به عصب بینایی منتقل شده و آن را تخریب می‌کند. از آنجایی که مقطع عصب بینایی در چشم، با optic cup مشخص می‌شود، اگر optic cup از حد معمول، بزرگ‌تر باشد، می‌تواند به معنی بیماری آب‌سیاه باشد (شکل ۱.۵).



الف ب

شکل ۱.۵: مقایسه‌ی optic cup در چشم یک فرد سالم و بیمار مبتلا به بیماری آب‌سیاه. (الف) چشم سالم (ب) چشم مبتلا به آب‌سیاه

۲. رتینوپاتی دیابتی:

رتینوپاتی دیابتی عارضه‌ای ناشی از دیابت است که به‌دلیل تغییرات ایجادشده در رگ‌های خونی رخ می‌دهد. وقتی عروق خونی در شبکیه آسیب می‌بینند، ممکن است باعث نشت مایع یا خون شده یا منجر به رشد شاخه‌های عروقی شکننده و کلافه‌مانند شده و باعث تخریب شبکیه شود. در نتیجه تصویری که شبکیه به مغز می‌فرستد، تار شده یا کج و معوج می‌شود.

رتینوپاتی دیابتی یکی از علل اصلی کاهش دید است و کسانی که دیابتِ درمان‌نشده دارند، ۲۵ برابر شانس بیش‌تری برای نابینایی نسبت به افراد عادی دارند.

هنگامی که در اثر این بیماری، در سطح شبکیه خون‌ریزی ایجاد می‌شود، دید فرد بیمار، تار شده، لکه‌هایی در آن پیدا می‌شود و حتی ممکن است به‌کلی دید فرد از بین برود (شکل ۱.٦).

الف

ب

شکل ۱.٦: اثر رتینوپاتی دیابتی بر روی دید. (الف) دید یک فرد سالم (ب) دید یک فرد مبتلا به رتینوپاتی دیابتی

نحوه‌ی تشخیص رتینوپاتی دیابتی از روی تصاویر شبکیه: در اثر این بیماری، رگ‌های کوچکِ سطح شبکیه، صدمه دیده و مایع یا خون از آن‌ها نشت می‌کند که این مایع منجر به ایجاد رسوباتی به نام اگزودا می‌شود. رسوبات اگزودا، در تصویر شبکیه، به صورت لکه‌های زردرنگ مشاهده می‌شود. معمولاً این لکه‌ها به صورت مجتمع دیده می‌شوند؛ یعنی این لکه‌ها در یک محل از تصویر قرار دارند (شکل ۱.۷).

شکل ۱.۷: لکه‌های زردرنگ در تصویر شبکیه برای فرد مبتلا به رتینوپاتی دیابتی

۱.۵ هدف از انجام این پروژه

هدف از این پروژه، یافتن مکان و محدوده‌ی دیسک نوری، به طور خودکار، در تصاویر شبکیه است. یافتن دیسک نوری، در پردازش تصاویر شبکیه از اهمیت بالایی برخوردار است؛ به‌طوری‌که در پردازش‌های گوناگونی که بر روی تصاویر شبکیه انجام می‌شود، یکی از اعمال اصلی، یافتن دیسک نوری است. برخی کاربردهای یافتن دیسک نوری به شرح زیر است:

- **تشخیص بیماری آب‌سیاه:** برای تشخیص بیماری آب‌سیاه از روی تصویر شبکیه، ابتدا باید مکان ومحدوده‌ی دیسک نوری را تعیین کرد و سپس، با استفاده از مختصات و ویژگی‌های دیسک نوری، محدوده‌ی optic cup را پیدا نمود و در پایان، از روی اندازه‌ی optic cup، می‌توان پی برد که آیا فرد، مبتلا به آب‌سیاه است یا خیر.
- **تشخیص بیماری رتینوپاتی دیابتی:** جهت تشخیص بیماری رتینوپاتی دیابتی از روی تصویر شبکیه، باید به دنبال لکه‌های زردرنگ (اگزودا) در تصویر بود. به این منظور، ابتدا باید دیسک نوری را، که هم‌رنگ با لکه‌های زردرنگ است، پیدا و از تصویر حذف نمود؛ آن‌گاه، به‌دنبال نقاط اگزودا در تصویر بگردیم.
- **یافتن رگ‌های خونی:** یکی از ویژگی‌های دیسک نوری، این است که تمام رگ‌های سطح شبکیه، به دیسک نوری همگرا می‌شوند. بنابراین، جهت یافتن رگ‌های خونی، می‌تواند ابتدا دیسک نوری را پیدا کرد و سپس، از آن‌جا، در امتداد رگ‌ها شروع به حرکت نمود تا به‌تدریج، تمام رگ‌ها شناسایی شوند. شناسایی رگ‌ها، یکی از اعمال اصلی در پردازش‌های شبکیه است. به عنوان مثال، از آن‌جایی که شبکه‌ی رگ‌های شبکیه‌ی هر فرد با فرد دیگر متفاوت است، از این

ویژگی می‌توان برای تشخیص هویت افراد، مانند استفاده از اثر انگشت، استفاده کرد.

ساختار این پایان‌نامه به این صورت است: ابتدا در فصل دوم، پیشینه‌ی تحقیق درباره‌ی یافتن دیسک نوری ذکر می‌شود. در فصل سوم، روابط و تعریف‌های مورد نیاز جهت توضیح روش مورد نظر آورده شده‌اند. سپس، در فصل چهارم، روش پیشنهادی خود را توضیح می‌دهیم. نتایج روش پیشنهادی، به‌همراه بحث و توضیح نتایج، در فصل پنجم گفته شده‌اند. در پایان، در فصل ششم، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی جهت ادامه‌ی کار ذکر شده است.