



دانشکده فنی و مهندسی  
گروه مهندسی کامپیوتر

# پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر- نرم افزار گرایش هوش مصنوعی

تشخیص خودکار میکروآنوریزمها در تصاویر رنگی شبکه‌ی چشم

استاد راهنما

دکتر میرهادی سید عربی

پژوهش‌گر

پریا تازه‌دل

## چکیده

رتینوپاتی دیابتی عارضه‌ای ناشی از دیابت است و جزء خطرناک‌ترین و شایع‌ترین بیماری‌های سیستم بینایی انسان به شمار می‌آید. میکروآنوریسم‌ها اولین نشانه‌ی بالینی این بیماری هستند و به شکل لکه‌های قرمز رنگ کوچکی بر روی تصاویر فوندوس شبکیه ظاهر می‌شوند. تعداد میکروآنوریسم‌ها نشان‌دهنده‌ی شدت بیماری و تشخیص زودهنگام آنها به منزله‌ی تشخیص رتینوپاتی دیابتی در مراحل اولیه‌ی ابتلا است که می‌تواند به کاهش بروز نابینایی کمک کند. پردازش تصویر به عنوان یکی از روش‌های تشخیص رتینوپاتی دیابتی استفاده می‌شود. به علت اهمیت فراوان آشکارسازی میکروآنوریسم‌ها در تشخیص خودکار و نیمه‌خودکار بیماری رتینوپاتی، تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است. عملگرهای مورفولوژیک ریاضی، تبدیل رادون، فیلترهای هار، گسترش ناحیه بر اساس شدت روشنایی، فیلتر گوسین و فیلترهای جهت‌دار از جمله روش‌هایی هستند که مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هدف این پایان‌نامه، توسعه‌ی یک روش خودکار برای تشخیص میکروآنوریسم‌ها است که می‌تواند به متخصصین چشم در فرآیند غربالگری رتینوپاتی دیابتی کمک کند تا علائم این بیماری را سریع‌تر، آسان‌تر و با هزینه‌ی کمتر تشخیص دهند. روش کلی ارایه شده به این صورت است که ابتدا روی تصاویر شبکیه‌ی چشم پیش‌پردازش انجام می‌دهد؛ سپس نواحی کاندید میکروآنوریسم‌ها تعیین و در مرحله‌ی بعد با استخراج ویژگی‌ها به صورت دقیق تشخیص داده می‌شوند. در این تحقیق ترکیب فیلترهای میانه و همومورفیک و همچنین استفاده از ویژگی‌های ماتریس هم‌رخدادی، نتایج را بهبود بخشیده است. برای این‌که بتوان نتایج حاصل از الگوریتم ارایه شده را ارزیابی کرد، تصاویر مورد استفاده به وسیله‌ی یک چشم‌پزشک مورد بررسی قرار گرفته و نقاط مربوط به میکروآنوریسم به صورت دستی علامت‌گذاری شده است. مطابق این روش، نرخ حساسیت  $93/54\%$  و تشخیص  $94/05\%$  به دست آمده است که آن را از زمره دقیق‌ترین الگوریتم‌های این حوزه قرار می‌دهد.

**واژه‌های کلیدی:** رتینوپاتی دیابتی، میکروآنوریسم، تصاویر شبکیه‌ی چشم و ماشین بردار پشتیبان

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: مقدمه و پیشینه.....
۲.....	۱-۱ مقدمه.....
۲.....	۱-۱-۱ شرح مسئله.....
۴.....	۲-۱-۱ ضرورت و اهمیت تحقیق.....
۵.....	۳-۱-۱ کاربرد تحقیق.....
۶.....	۴-۱-۱ مراحل روش پیشنهادی.....
۶.....	۵-۱-۱ ساختار فصل‌ها.....
۷.....	۲-۱ مروری بر کارهای گذشته.....
۷.....	۱-۲-۱ روش‌های اولیه.....
۹.....	۲-۲-۱ روش‌های استاندارد.....
۱۲.....	۳-۲-۱ روش‌های استاندارد تعمیم‌یافته.....
۱۳.....	۴-۲-۱ سایر روش‌ها.....
۲۷.....	۳-۱ نتیجه‌گیری.....
۲۹.....	فصل دوم: معرفی ابزارها و روش‌ها.....
۳۰.....	۱-۲ مقدمه.....
۳۱.....	۲-۲ تصاویر فلورسنت آنژیوگرافی و تصاویر رنگی شبکه‌ی چشم.....
۳۵.....	۳-۲ بهبود تصاویر.....
۳۵.....	۱-۳-۲ حذف نویز.....
۳۶.....	۲-۳-۲ افزایش کنتراست.....
۳۶.....	۳-۳-۲ اصلاح روش‌شنایی تصویر.....
۴۰.....	۴-۲ باینری کردن تصویر.....
۴۲.....	۵-۲ مولفه‌های متصل.....
۴۴.....	۶-۲ آشکارسازی لبه‌ها.....

۴۴.....	ویژگی‌ها	۷-۲
۴۷.....	طبقه‌بندی	۸-۲
۵۸.....	نتیجه‌گیری	۹-۲
۵۹.....	فصل سوم: پیاده‌سازی و نتایج	
۶۰.....	مقدمه	۱-۳
۶۰.....	معرفی پایگاه‌داده‌ی استفاده شده	۲-۳
۶۱.....	پیش‌پردازش و تشخیص نواحی کاندید	۳-۳
۷۰.....	استخراج ویژگی	۴-۳
۷۲.....	آماده‌سازی داده‌ها برای ورود به طبقه‌بندی کننده	۵-۳
۷۲.....	طبقه‌بندی	۶-۳
۷۲.....	آموزش	۱-۶-۳
۷۳.....	انتخاب ساختار مناسب طبقه‌بندی	۲-۶-۳
۷۴.....	آزمایش	۳-۶-۳
۷۶.....	معیار ارزیابی موفقیت روش پیشنهادی	۷-۳
۸۰.....	نتیجه‌گیری	۸-۳
۸۱.....	راه کارهای پیشنهادی	۹-۳
۸۲.....	مراجع	

- [1] Bhalerao, A. & Patanaik, A. & Anand, S. & Saravanan, P., "Robust Detection of Microaneurysms for Sight Threatening Retinopathy Screening," *Proceeding of the 6<sup>th</sup> IEEE Indian conference on computer vision, Graphic and processing (IGVQIP)*, pp. 520–527, India, 2008.
- [2] Antal, B. & Lazar, I. & Hajdu, A., "a Multi-level Ensemble-based System for Detecting Microaneurysms in Fundus Images," *Proceeding of the 4<sup>th</sup> International Workchop on, Soft Computing Applications (SOFA)*, pp. 137–142, 2010.
- [3] Taylor, C. R. & Lawrence, M. M. & Salunga, A. M. & Hepworth, J. T. & Curtcher, T. D., "Improving Diabetic Retinopathy Screening Ratios Using Telemedicine Based Digital Retinal Imaging Technology," *Diabetes Care*, Vol. 30, pp. 574–578, 2007.
- [4] Niemeijer, M. & Ginneken, B. & Staal, J., "Automatic Detection of Red Lesions in Digital Color Fundus Photographs," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol. 24, No. 5, pp. 584–592, 2005.
- [5] Lay, B. J. & Baudoin, C. E. & Klein, J. C., "Automatic Detection of Microaneurysms in Retinopathy Fluoro-angiogram," *Proceedings of the SPIE*, 432, pp. 165–171, 1983.
- [6] Baudoin, C. E. & Lay, B. J. & Klein, J. C., "Automatic Detection of Microaneurysms in Diabetic Fluorescein Angiography," *Epidem*, Vol. 32, pp. 254–262, Sante Publ, 1984.
- [7] Spencer, T. & Phillips, R. P. & Sharp, P. F., "Automated Detection and Quantification of Microaneurysms in Fluorescein Angiograms," *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmology*, Vol. 230, No. 2, pp.36–41, 1992.
- [8] Spencer, T. & Olson, J. A. & McHardy K. C., "An Image-processing Strategy for the Segmentation and Quantification of Microaneurysms in Fluorescein Angiograms of the Ocular Fundus," *Computers and Biomedical Research*, Vol. 29, pp. 284–289, 1996.
- [9] Cree, M. J. & Olson, J. A. & McHardy, K. C., "Automated Microaneurysm Detection," *International Conference on Image Processing, Lausanne*, vol. 3, pp. 699–702, Switzerland, 1996.
- [10] Hipwell, J. H. & Strachan, F. & Olson, J.A., "Automated Detection of Microaneurysms in Digital Red-free Photographs," *A Diabetic Retinopathy Screening Tool, Diabetic Medicine*, Vol. 17, No. 8, pp. 588–593, 2000.
- [11] Yang, G. & Gagnon, L. & Wang, S., "Algorithm for Detecting Microaneurysms in Low-resolution Color Retinal Images," in *Proceedings of Vision Interface, Ottawa, Canada*, pp. 265–271, 2001.
- [12] S. Abdelazeem, "Microaneurysm Detection Using Vessels Removal and Circular Hough Transform," *Proceedings of the 19<sup>th</sup> National Radio Science Conference*, pp. 421–426, 2002.

- [13] Niemeijer, M. & Ginneken, B. & Staal, J., "Automatic Detection of Red Lesions in Digital Color Fundus Photographs," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol. 24, No. 5, pp. 584–589, 2005.
- [14] Pallawala, P.M.D.S. & Hsu, W. & Lee, M.L. & Goh, S.S., "Automated Microaneurysms Segmentation and Detection Using Generalized Eigenvectors," *IEEE Workshops on Application of Computer Vision*, Vol.1, No.7, pp. 322–327, 2005.
- [15] Huang, K. & Yan, M., "A Local Adaptive Algorithm for Microaneurysms Detection in Digital Fundus Images," in *Computer Vision for Biomedical Image Applications*, Vol. 3765, pp. 103–113, 2005.
- [16] Gardner, G.G. & Keating, D. & Williamson, T.H., "Automatic Detection of Diabetic Retinopathy Using an Artificial Neural Network," *British Journal of Ophthalmology, A Screening Tool*, Vol. 80, pp. 940–946, 1996.
- [17] Quellec, G. & Lamard, M. & Josselin, P. M., "Detection of Lesions in Retina Photographs Based on the Wavelet Transform," *Proceeding of the 28<sup>th</sup> IEEE EMBS Annual International Conference*, pp. 2618–2621, New York City, 2006.
- [18] Huang, K. & Yan, M. & Aviyente, S., "Edge Directed Inference for Microaneurysms Detection in Digital Fundus Images," *Proceedings of the SPIE, Medical Imaging, Image Processing*, Vol. 6512, pp. 51237, 2007.
- [19] Walter, T. & Massin, P. & Erginay, A., "Automatic Detection of Microaneurysms in Color Fundus Images," *Medical Image Analysis*, Vol. 11, pp. 555–563, 2007.
- [۲۰] پوررضا، ح، بحرینی طوسی، م، مهدی‌زاده، ع، پوررضا، ر، توکلی، م، آشکارسازی خودکار میکروآنوریسم در تصاویر رنگی شبکه چشم با روش رادون محلی، نشریه فیزیک پزشکی ایران، دوره ششم، شماره یک، صص ۱۳–۲۰، ۱۳۸۷.
- [۲۱] پوررضا، ح، بحرینی طوسی، م، بنایی، ت، پوررضا، ر، مهدی‌زاده، ع، توکلی، م، شناسایی زودهنگام دیابت رتینوپاتی به کمک پردازش تصاویر فلورسنت آنژیوگرافی نه چشم، نشریه فیزیک پزشکی ایران، دوره هفتم، شماره چهار، صص ۷–۱۴، ۱۳۸۹.
- [22] Mizutani, A. & Muramatsu, Ch & Hatanaka, Y. & Suemori, Sh. & Hara, T. & Fujita, H., "Automated Microaneurysm Detection Method Based on Double-ring Filter in Retinal Fundus Images," *Proceedings of SPIE Medical Imaging, Computer-Aided Diagnosis*, Vol. 7260, pp. 72601N-1–72601N-8, 2009.
- [23] Giancardo, L. & Meriaudeau, F. & Karnowski, T. P. & Tobin, K. W. & Li, Y. & Chaum, E., "Microaneurysms Detection with the Radon Cliff Operator in Retinal Fundus Images," *Proceedings of SPIE Medical Imaging, Image Processing*, Vol. 7623, pp. 29–35, 2010.
- [24] Lazar, I. & Qureshi, R. J. & Hajdu, A., "A Novel Approach for the Automatic Detection of Microaneurysms in Retinal Images," *Proceeding of the 6<sup>th</sup> International Conference on Emerging Technologies (ICET)*, pp. 193–197, 2010.
- [25] SujithKumar, S. B. & Vipula, S., "Automatic Detection of Diabetic Retinopathy in Non-diated RGB Retinal Fundus Images," *International Journal of Computer Applications*, Vol. 47, No. 19, pp. 26–32, 2012.
- [26] Salvatelli, A. & Bizai, G. & Barbosa, G. & Drodzowicz, B. & Delrieux, C., "A Comparative Analysis of Pre-processing Techniques in Colour Retinal Images,"

- 16<sup>th</sup> Argentine Bioengineering Congress and the 5<sup>th</sup> Conference of Clinical Engineering, IOP Publishing Journal of Physics, Vol. 90, 2007.
- [27] Some retinal fundus database are taken from DIARETDB1 diabetic retinopathy database and the URL is <http://www2.it.lut.fi/project/imageret/diaretdb1/index.html>
- [۲۸] گونزالس، آر. سی، وودز، آر. ای و ادینز، ا. ال، ترجمه‌ی جعفرنژاد قومی، ع. ا، پردازش تصویر دیجیتال با زبان متلب، چاپ اول، انتشارات علوم رایانه، ۱۳۹۸.
- [29] Gonzalez, R. C. & Woods, R. E., *Digital Image Processing*, Second Edition, Tom Robbins, New Jersey, 2001.
- [30] Sujithkumar, S. B. & Vipula, S., "Automatic Detection of Diabetic Retinopathy in Non-dilated RGB Retinal Fundus Images," *International Journal of Computer Applications*, Vol. 47, No.19, pp. 26–32, 2012.
- [۳۱] حجازی، ع، صالحی امین، م، حالت بهینه الگوریتم CANNY و مقایسه آن با سایر الگوریتم‌های آشکارساز لبه، همایش ژئوماتیک، ۱۳۹۸.
- [32] Martins, C. I. O. & Veras, R. M. S. & Ramalho, G. L. B. & Medeiros, F. N. S & Ushizima, D. M., "Automated Microaneurysm Detection and Characterization Through Digital Fundus Images," *Lawrence Berkeley National Laboratory*, LBNL Paper LBNL-2856E, Brazil, 2010.
- [33] Haralick, R. M. & Shanmugan, K. & Dinstein, I., "Textural Features for Image Classification," *IEEE Transactions on Systems and Cybernetics, Institute of Electrical and Electronics Engineers*, Vol. 3, No. 6, pp. 610–621, 1973.
- [34] Pratt, W. K., *Digital Image Processing, Third Edition*, John Willey & Sons, New York, 2001.
- [۳۵] هاشمی عمرآبادی، م، احمدزاده، م، حکمت‌نیا، ع، بازشناسی تومورها در تصاویر ماموگرام با استفاده از ویژگی‌های ماتریس هم‌رخداد و مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان، نشریه علمی-پژوهشی مهندسی برق مجلسی، دوره سوم، شماره دو، صص ۷-۱۷، ۱۳۸۸.
- [36] Eleyan, A. & Demirel, H., "Co-occurrence Matrix and Statistical Features as a New Approach for Face Recognition," *Electronic Engineering and Computer Science*, Vol. 19, No. 1, pp. 97–107, Turkey, 2011.
- [37] Alpaydin, E., *Introduction to Machine Learning*, Second Edition, MIT Press, London, 2010.
- [38] Moguerza, J. M. & Munoz, A., "Support Vector Machines whit Applications," *Institute of Mathematical Statistics in Statistical Science*, Vol. 21, No. 3, pp. 322–336, 2006.
- [39] Gunn, S. G., *Support Vector Machines for Classification and Regression*, First Edition, University of Southampton, 1998.
- [۴۰] کشاورز، ا، قاسمیان یزدی، ح، یک الگوریتم سریع مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی تصاویر ابرطیفی با استفاده از همبستگی مکانی، نشریه برق و مهندسی کامپیوتر ایران، دوره سوم، شماره یک، صص ۳۷-۴۴، ۱۳۸۴.
- [41] Hsu, C. W. & Chang, C. C. & Lin, C. J., "A Practical Guide to Support Vector Classification," *Department of Computer Science*, p.16, 2010.