

**GABUNGAN METODE DETEKSI TEPI
MENGUNAKAN *PREWITT* DAN *CIRCULAR HOUGH*
TRANSFORM DALAM PENDETEKSIAN DAERAH
OPTIC DISK PADA CITRA RETINA MATA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

KMS. M. SHOFUAN KHOIRI

09011181520018

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Gabungan metode deteksi tepi menggunakan *prewitt* dan *circular hough transform* dalam pendeteksian daerah *optic disk* pada citra retina mata

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**

Oleh :

**KMS. M. SHOFUAN KHOIRI
09011181520018**

Indralaya, Juli 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing Tugas Akhir



Erwin, S.Si., M.Si.
NIP. 197101291994121001

HALAMAN PERSETUJUAN

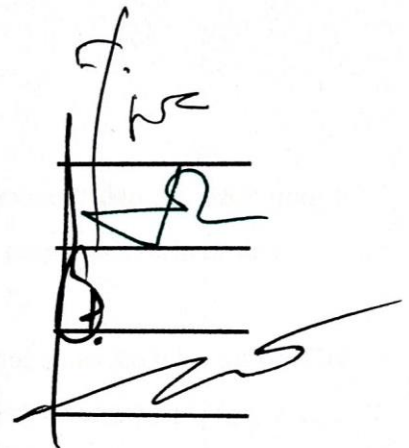
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 09 Juli 2019

Tim Penguji :

1. Ketua : Firdaus, S.T., M.Kom.
2. Sekretaris : Erwin, S.Si., M.Si..
3. Anggota I : Sutarno, S.T., M.T.
4. Anggota II : Rossi Passarella, S.T., M.Eng.

Handwritten signatures of the examiners, including the names Firdaus, Erwin, Sutarno, and Rossi Passarella, written over horizontal lines.

Mengetahui
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 19780611 201012 1 004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kms. M. Shofuan Khoiri

NIM : 09011181520018

Judul : Gabungan metode deteksi tepi menggunakan *prewitt* dan *circular hough transform* dalam pendeteksian daerah *optic disk* pada citra retina mata

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, 22 Juli 2019



Kms. M. Shofuan Khoiri

HALAMAN PERSEMBAHAN



**Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah akhirnya karya ini dapat
kupersembahkan kepada :**

- Kedua orang tua ku yang telah membesarkanku dan selalu mendukung serta memberikan motivasi kepada ku.
- Saudara kandungku yang kusayangi
- Sahabat-sahabat seperjuangan ku
- Teman-teman seperjuangan di jurusan sistem komputer 2015

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

“Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR. Muslim, no. 2699)

“Barang siapa yang menapaki suatu jalan dalam rangka menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.”

(HR Ibnu Majah & Abu Dawud)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul **“gabungan metode deteksi tepi menggunakan *prewitt dan circular hough transform* dalam pendeteksian daerah *optic disk* pada citra retina mata”**. Pada penyusunan proposal ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Orang tuaku, Bapak Kms.M.Khoiri Zaini dan Ibu Rusnaini yang telah memberikan do'a dan dukungannya serta memberikan Motivasi untuk tetap selalu berusaha dan Tawakal
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Erwin, S.Si , M.Si. Selaku Pembimbing Tugas Akhir Di Jurusan Sistem Komputer.
5. Bapak DR. Reza Firsandaya Malik, M.T. Selaku Pembimbing Akademik di Jurusan Sistem Komputer
6. Seluruh Dosen Jurusan Sistem Komputer Fasilkom Universitas Swijaya
7. Sahabat-sahabat ku Bukhori Muslim, H.A. Budiman, Susilo Eko Febrianto, Tomi Kiyatmoko, dan Rahmadillah yang telah banyak memberikan saran, semangat dan motivasi dalam mengerjakan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman-teman angkatan 2015 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan sebagai bahan acuan dan perbaikan untuk penulis dalam menyempurnakan laporan ini.

Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca ataupun bagi penulis sendiri. Demikian yang bisa penulis sampaikan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Palembang, Juli 2019

Penulis

Combination of Edge Detection Method Using Prewitt and Circular Hough Transform for Optical Disk Area Detection in Retinal Image

Kms.M.Shofuan Khoiri (09011181520018)

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty,
Sriwijaya University
Email : shofuone@gmail.com*

Abstract

The optic disc is one part of the retina that is important to observe in diagnosing retinal disease. Before retinal disease can be diagnosed through the optic disk, the first important thing is to detect the optical disk area. In this final assignment, we will discuss a new approach in detecting the optical disk area. The approach is through a multi complement process and a combination of Prewitt edge detection methods and circular hough transform. With a multi complement process, the pre-processing image can produce a clearer optical disk structure. Where the process is used when the image has been converted to the grayscale mode and after the opening morphology process. In this final project using the Digital Retinal Images for Vessel Extraction (DRIVE) dataset where the results of the accuracy obtained are 85.0% so that this method is good enough to be used for further processes such as the removal of optic disks in the detection of blood vessels and the process of detecting retinal disease.

Keyword : *Circular Hough Transform, Detection, Prewitt Edge Detection, Localization, Optic Disk, Retina.*

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing Tugas Akhir

Erwin, S.Si., M.Si.
NIP. 197101291994121001

Gabungan Metode Deteksi Tepi Menggunakan *Prewitt* dan *Circular Hough Transform* Dalam Pendeteksian Daerah *Optic Disk* Pada Citra Retina Mata

Kms.M.Shofuan Khoiri (09011181520018)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : shofuone@gmail.com

Abstrak

Optic disk merupakan salah satu bagian retina yang penting untuk diamati dalam mendiagnosa penyakit retina. Sebelum penyakit retina dapat di diagnosa melalui *optic disk*, hal pertama yang penting ialah melakukan pendeteksian daerah *optic disk*. Dalam tugas akhir ini akan membahas pendekatan baru dalam mendeteksi daerah optik disk. Pendekatan tersebut melalui proses multi komplemen dan gabungan metode deteksi tepi *prewitt* dan *circular hough transform*. Dengan proses multi komplemen, citra pra pemrosesan dapat menghasilkan struktur *optic disk* yang lebih jelas. Dimana proses tersebut digunakan ketika citra telah dikonversi ke mode *grayscale* dan setelah proses morfologi opening. Pada tugas akhir ini menggunakan dataset *Digital Retinal Images for Vessel Extraction (DRIVE)* dimana hasil akurasi yang didapat ialah sebesar 85,0% sehingga metode ini cukup baik digunakan untuk proses lebih lanjut seperti penghapusan *optic disk* dalam pendeteksian pembuluh darah dan proses pendeteksian penyakit retina.

Kata kunci : Circular Hough Transform, Deteksi, Deteksi Tepi Prewitt, Lokalisasi, Optic Disk, Retina.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing Tugas Akhir

Erwin, S.Si., M.Si.
NIP. 197101291994121001

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan	iv
Halaman Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Dasar Teori	7
BAB III. METODOLOGI	
3.1 Pendahuluan	19
3.2 Kerangka Kerja	19
3.3 Dataset	20
3.4 Perancangan Sistem	20
3.4.1 Pra Pengolahan Citra	21
3.4.2 Pendeteksian Optic Disk.....	23
BAB IV. HASIL DAN ANALISIS	
4.1 Pendahuluan	26

4.2 Dataset	26
4.3 Hasil Pra Pemrosesan	27
4.3.1 Hasil Konversi Citra RGB ke Mode Keabuan (<i>grayscale</i>)	27
4.3.2 Hasil Komplemen Citra	28
4.3.3 Hasil Perbaikan Kontras	29
4.3.4 Hasil Citra Komplemen dari Proses Operasi <i>Morfologi Open</i>	31
4.3.5 Hasil Citra <i>Median Filter</i>	32
4.4 Hasil Pendeteksian <i>Optic Disk</i>	33
4.4.1 Hasil Deteksi Tepi	33
4.4.2 Hasil Deteksi <i>Optic Disk</i> dengan <i>Circular Hough Transform</i>	38
4.5 Hasil Pengukuran Parameter	39
4.6 Pembahasan dan Analisis	44
BAB V. KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur anatomi retina	8
Gambar 2.2. <i>Optic disk</i> pada retina mata	9
Gambar 2.3. Contoh histogram suatu citra	11
Gambar 2.4. Hasil perataan histogram	12
Gambar 2.5. Struktur elemen <i>morfologi</i>	13
Gambar 2.6. Cara kerja <i>median filter</i>	15
Gambar 2.7. Struktur elemen pada deteksi tepi <i>prewitt</i>	15
Gambar 2.8. Proses konvolusi terhadap citra	16
Gambar 2.9. Ruang akumulator dari hasil kontribusi titik deteksi tepi	18
Gambar 3.1. Kerangka kerja sistem.....	19
Gambar 3.2. Citra pada dataset DRIVE.....	20
Gambar 3.3. Perancangan sitem pendeteksian optic disk	21
Gambar 3.4. Flowchart proses deteksi tepi menggunakan operator <i>prewitt</i> .	24
Gambar 3.5. Flowchart proses deteksi lingkaran optic disk menggunakan <i>circular hough transform</i>	25
Gambar 4.1. Citra retina normal dan citra terindikasi berpenyakit	26
Gambar 4.2. Citra asli dan citra mode keabuan.....	28
Gambar 4.3. Citra hasil proses komplemen	29
Gambar 4.4. Matriks citra 4x4 piksel yang diproses	29
Gambar 4.5. Matriks hasil perbaikan kontras lewat <i>histogram equalization</i>	30
Gambar 4.6. Citra hasil peningkatan kontras menggunakan CLAHE	29
Gambar 4.7. Citra hasil proses operasi morfologi opening dan komplemen	32
Gambar 4.8. Citra retina hasil <i>median filter</i>	33
Gambar 4.9. Operator <i>prewitt</i>	33
Gambar 5.0. Proses konvolusi pada operator <i>prewitt</i>	34
Gambar 5.1. Citra konvolusi oleh operator <i>prewitt horizontal & vertikal</i> ..	35
Gambar 5.2. Citra hasil deteksi menggunakan <i>prewitt</i>	36
Gambar 5.3. Citra hasil deteksi tepi dari persamaan <i>gradient magnitude</i> ...	36
Gambar 5.4. Citra hasil deteksi tepi dan komplemennya	37
Gambar 5.5. Perbandingan citra hasil deteksi tepi	37

Gambar 5.6. Hasil pendeteksian optic disk menggunakan <i>circulah hough transform</i> dengan bantuan deteksi tepi <i>prewitt</i>	38
Gambar 5.7. Hasil pendeteksian optic disk menggunakan <i>circulah hough transform</i> tanpa bantuan deteksi tepi <i>prewitt</i>	38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kelebihan dan kelemahan beberapa metode dalam pendeteksian <i>optic disk</i>	7
Tabel 2. Nilai hasil proses pengubahan ke mode keabuan (<i>grayscale</i>)	28
Tabel 3. Hasil nilai perbaikan kontras citra menggunakan histogram equalization	30
Tabel 4. Contoh hasil evaluasi pendeteksian <i>optic disk</i> menggunakan kesamaan <i>dice</i>	40
Tabel 5. Kategori parameter confusion matrik pendeteksian optic disk Berdasarkan indeks kesamaan <i>dice</i>	41
Tabel 6. Nilai <i>overlapping</i> dari metode kesamaan <i>dice</i> pada tiap citra	41
Tabel 7. Perbandingan hasil pendeteksian citra normal dan citra retina yang sangat berpenyakit	45

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Optik disk (OD) merupakan salah satu bagian penting pada retina yang dapat digunakan oleh dokter sebagai indikator untuk mendiagnosa berbagai penyakit seperti diabetes retinopati maupun glaucoma [1] [2]. Dari optic disk inilah informasi dari object analisis retina dan fitur-fitur kondisi retina dapat diperoleh. Hal ini membantu menemukan penyakit yang terkait dari kondisi retina seseorang sehingga proses pencegahan dini maupun pengobatan dapat dilakukan agar memperlambat perkembangan penyakit tersebut sehingga pasien terhindar dari kebutaan total. Namun, karena jumlah penderita penyakit retina yang terus meningkat dan dibutuhkan pemantauan secara berkala maka timbulah keterbatasan dokter ahli dalam menangani penyakit ini. Hal inilah yang memotivasi para peneliti dibidang pengolahan citra untuk mengembangkan sistem otomatis yang dapat membantu dalam mendiagnosa penyakit retina seseorang melalui citra fundus retina. Namun, sebelum penyakit dapat di ketahui melalui optic disk pada citra retina, maka sebelum itu dibutuhkanlah pendeteksian lokasi optic disk agar tahap pendiagnosaan otomatis selanjutnya dapat dilakukan.

Beberapa metode pengolahan citra telah digunakan untuk mendeteksi optic disk ini yaitu dengan menggunakan skala ruang pada transformasi pembuluh darah [3] namun metode ini masih membutuhkan kualitas segmentasi pembuluh darah yang baik pada konvergensi yang kuat sehingga pada kasus konvergensi yang buruk metode ini harus beralih ke deteksi OD berdasarkan fitur lain. Selain itu, ada pula yang menggunakan *local feature spectrum analysis* (LFSA) [4] [5] namun saat mereka melakukan klasifikasi terdapat kandidat objek yang akan dikenali sama sedangkan fitur yang tidak memiliki objek banyak berubah. Selain itu ada pula yang menggunakan *algoritma firefly* [6] namun pada proses inisialisasi komponen yang disebut dengan insect pada algoritma ini akan diarahkan ke gambar secara random sehingga lokasi optik disk banyak yang tidak dapat terdeteksi. [7] [8] mendeteksi lokasi optik disk melalui citra retina dengan mode warna HIS menggunakan operasi *morfologi opening* dan *closing* serta *operator circle* sehingga pixel terang yang

mengandung optic disc dapat ditemukan namun masih ada tingkat noise dan lesi retina, selain itu ada pula yang menggunakan pendekatan *sliding window* [9] dimana citra akan di partisi menjadi beberapa bagian citra sehingga dapat dievaluasi secara terpisah sehingga wilayah dengan dengan nilai maksimum akan menjadi daerah yang dipilih, penerangan pada pencahayaan yang tidak seragam pun sudah dilakukan [10] , selain itu dilakukan pula analisis bagian profil lintas pixel yang bernilai maksimum [11] dan dilokalisasi menggunakan gabungan *circular hough transform* dan *active contour* [12] namun metode yang mereka kerjakan hanya dapat dilakukan pada database yang memiliki citra retina dengan intensitas tinggi sehingga dibutuhkanlah perbaikan terhadap metode tersebut. Unver [13] melakukan pendeteksian optic disk dengan gabungan deteksi tepi *canny* dan *circular hough transform* namun setelah dilakukan percobaan dengan menggunakan metode, ini deteksi tepi *canny* menghasilkan banyak sekali noise sehingga ketika metode *circular hough transform* diterapkan dapat menimbulkan kesalahan dalam pendeteksian.

Berdasarkan berbagai metode yang dijelaskan diatas maka dalam tugas akhir ini, penulis membuat sistem pendeteksian daerah optik disk dengan menggabungkan metode *circular hough transform* dan deteksi tepi menggunakan *prewitt*. Dengan metode ini daerah optic disk dapat di deteksi sehingga langkah pendiagnosaan selanjutnya dapat dilakukan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan optic disk pada retina, seorang dokter ahli dapat mendiagnosa kondisi retina seseorang sebab setiap manusia memiliki pola retina yang berbeda. Hal ini pula lah yang mendorong dibutuhkannya pendeteksian secara otomatis. Namun pendeteksian penyakit seseorang melalui optic disk tersebut tidak dapat langsung dilakukan sebelum letak optic disk tersebut dapat dideteksi. Itulah mengapa pendeteksian lokasi optic disk perlu dilakukan. Dalam penelitian ini akan dilakukan pendeteksian optic tersebut menggunakan gabungan metode deteksi tepi *prewitt* dan *circular hough transform*, untuk menghitung tingkan keakurasian dari system yang akan dibuat maka digunakanlah confusion matrik.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan tugas akhir ini ialah sebagai berikut :

1. Mendapatkan citra hasil dari proses pra pengolahan seperti *grayscale*, komplement citra, perbaikan kontras menggunakan CLAHE, *morfologi opening*, dan *median filter*
2. Mendapatkan citra hasil dari proses pendeteksian optic disk melalui metode deteksi tepi menggunakan operator *prewitt* dan metode *circular hough transform*
3. Dapat mengetahui tingkat keberhasilan atau keakurasian dari langkah kerja dengan metode yang diajukan.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari tugas akhir ini yaitu :

1. Dapat memenuhi tahap pendeteksian penyakit pada sistem lebih lanjut.
2. Dapat digunakan sebagai langkah awal pendeteksian otomatis kondisi retina seseorang dalam membantu seorang dokter mendiagnosa penyakit retina pada seorang.

1.5. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dan batasan masalah yang ada pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagian retina yang diteliti dalam tugas akhir ini ialah hanya pada optic disk retina.
2. Proses pengolahan citra yang dilakukan pada tugas akhir ini ialah dengan melakukan pendeteksian pada bagian citra retina tersebut yaitu optic disk retina.
3. Pada tugas akhir ini dataset yang digunakan ialah dataset DRIVE.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab I akan berisikan latar belakang masalah, tujuan dan manfaat serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II akan berisi dasar teori struktur mata, optic disk, proses pengolahan citra, dan metode deteksi tepi prewitt serta circular hough transform.

BAB III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada Bab III akan membahas analisis dan perancangan sistem pendeteksian *optic disk* pada retina.

BAB IV. HASIL DAN ANALISA

Pada Bab IV membahas hasil analisis dari proses implementasi metode yang diajukan dalam mendeteksi daerah lingkaran *optic disk*.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V berisi kesimpulan dari bab-bab yang sudah dicantumkan mengenai hasil dari pendeteksian optic disk pada retina. Pada bab ini juga akan berisi saran yang diharapkan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Sinthanayothin, J. F. Boyce, H. L. Cook, and T. H. Williamson, "Automated localisation of the optic disc, fovea, and retinal blood vessels from digital colour fundus images," *Br. J. Ophthalmol.*, vol. 83, no. 8, pp. 902–910, 1999.
- [2] T. Walter, J. C. Klein, P. Massin, and A. Erginay, "A contribution of image processing to the diagnosis of diabetic retinopathy - Detection of exudates in color fundus images of the human retina," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 21, no. 10, pp. 1236–1243, 2002.
- [3] N. Muangnak, P. Aimmanee, S. Makhanov, and B. Uyyanonvara, "Vessel transform for automatic optic disk detection in retinal images," *IET Image Process.*, vol. 9, no. 9, pp. 743–750, 2015.
- [4] H. S. Alghamdi, H. L. Tang, S. A. Waheeb, and T. Peto, "Automatic Optic Disc Abnormality Detection in Fundus Images: A Deep Learning Approach," pp. 17–24, 2016.
- [5] W. Zhou, H. Wu, C. Wu, X. Yu, and Y. Yi, "Automatic Optic Disc Detection in Color Retinal Images by Local Feature Spectrum Analysis," *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2018, 2018.
- [6] J. Rahebi and F. Hardalaç, "A new approach to optic disc detection in human retinal images using the firefly algorithm," *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 54, no. 2–3, pp. 453–461, 2016.
- [7] A. Suero, D. Marin, M. E. Gegundez-arias, and J. M. Bravo, "Locating the Optic Disc in Retinal Images Using Morphological Techniques," *IWWBBIO 2013 Proc.*, pp. 18–20, 2013.
- [8] M. N. Reza, "Automatic detection of optic disc in color fundus retinal images using circle operator," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 45, pp. 274–283, 2018.
- [9] L. A. Muhammed, "Localizing Optic Disc in Retinal Image Automatically with Entropy Based Algorithm," *Int. J. Biomed. Imaging*, vol. 2018, 2018.
- [10] A. Mahajan, S. Kumar, and R. Bansal, *Proceedings of 2nd International Conference on Communication, Computing and Networking*, vol. 46.

Springer Singapore, 2019.

- [11] A. Salazar-Gonzalez, D. Kaba, Y. Li, and X. Liu, "Segmentation of Blood Vessels and Optic Disc in Retinal Images," *Ieeexplore.Ieee.Org*, vol. 2194, no. c, pp. 1–14, 2014.
- [12] S. H. Bhat and P. Kumar, *Advances in Computer Communication and Computational Sciences*, vol. 759. Springer Singapore, 2019.
- [13] H. Ünver, Y. Kökver, E. Duman, and O. Erdem, "Statistical Edge Detection and Circular Hough Transform for Optic Disk Localization," *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 2, p. 350, 2019.
- [14] A. Gopalakrishnan, A. Almazroa, K. Raahemifar, and V. Lakshminarayanan, "Optic disc segmentation using circular hough transform and curve fitting," *2015 2nd Int. Conf. Opto-Electronics Appl. Opt. Adv. Opt. Sci. Eng. II, IEM OPTRONIX 2015*, no. February 2016, 2015.
- [15] M. Abdullah, M. M. Fraz, and S. A. Barman, "Localization and segmentation of optic disc in retinal images using Circular Hough transform and Grow Cut algorithm," *PeerJ*, vol. 4, p. e2003, 2016.
- [16] R. Kamble, M. Kokare, G. Deshmukh, F. A. Hussin, and F. Mériaudeau, "Localization of optic disc and fovea in retinal images using intensity based line scanning analysis," *Comput. Biol. Med.*, vol. 87, pp. 382–396, 2017.
- [17] C. Pereira, L. Gonçalves, and M. Ferreira, "Optic disc detection in color fundus images using ant colony optimization," *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 51, no. 3, pp. 295–303, 2013.
- [18] V. Patil, V. Kumbhakarna, and D. S. Kawathekar, "Detection of Optic Disc in Retina Using Hough Transform," *Int. J. Comput. Technol.*, vol. 15, no. 3, pp. 6613–6617, 2018.
- [19] A. Aquino, M. E. Gegúndez-Arias, and D. Marín, "Detecting the Optic Disc Boundary in Digital Fundus Feature Extraction Techniques," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 29, no. 11, pp. 1860–1869, 2010.
- [20] X. Zhu, R. M. Rangayyan, and A. L. Ells, "Detection of the optic nerve head in fundus images of the retina using the hough transform for circles," *J. Digit. Imaging*, vol. 23, no. 3, pp. 332–341, 2010.

- [21] C. E. Willoughby, D. Ponzin, S. Ferrari, A. Lobo, K. Landau, and Y. Omid, "Anatomy and physiology of the human eye: Effects of mucopolysaccharidoses disease on structure and function - a review," *Clin. Exp. Ophthalmol.*, vol. 38, no. SUPPL. 1, pp. 2–11, 2010.
- [22] O. Marques, *Practical Image and Video Processing Using MATLAB®*. 2011.
- [23] C. Saravanan and D. Ph, "Color Image to Grayscale Image Conversion," pp. 1–4, 2010.
- [24] T. M. Lehmann, G. Claudia, and K. Spitzer, "Survey : Interpolation Methods in Medical Image Processing," vol. 18, no. 11, pp. 1049–1075, 1999.
- [25] Yeong-Taeg Kim, "Contrast Enhancement Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization," pp. 1–8, 1997.
- [26] R. Stewart, "Median Filtering : Review and a New F / K Analogue Design," 1985.
- [27] D. Ziou and S. Tabbone, "Edge detection techniques - An overview," *Int. J. Pattern Recognit. Image Anal.*, vol. 8, no. 4, pp. 1–41, 1998.
- [28] M. Sugisaka *et al.*, "Object Detection using Circular Hough Transform," *Am. J. Appl. Sci.*, vol. 2, no. 12, pp. 1606–1609, 2009.