

**DETEKSI CARA PANDANG JANTUNG ANAK
MENGUNAKAN METODE *FASTER-RCNN***

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

SINTA BELLA

09011181722072

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**DETEKSI CARA PANDANG JANTUNG ANAK
MENGUNAKAN METODE *FASTER R-CNN***

TUGAS AKHIR

Program Studi Sistem Komputer

Jenjang S1

Oleh

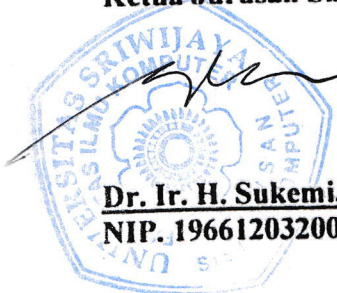
SINTA BELLA

09011181722072

Indralaya, 27 Juli 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196908021994012001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 14 Juli 2021

Tim Penguji :

1. Ketua : Ahmad Zarkasi, M.T.
2. Sekretaris : Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc.
3. Penguji : Sutarno, M.T.
4. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.



Handwritten signatures of the examiners: Ahmad Zarkasi, M.T.; Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc.; Sutarno, M.T.; and Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. The signature of Sutarno is accompanied by a digital stamp.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sinta Bella

NIM : 090111811722072

Judul : Cara Pandang Jantung Anak Menggunakan Metode *Faster R-CNN*

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 8%

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.



Indralaya, Agustus 2021



Sinta Bella

090111811722072

HALAMAN PERSEMBAHAN

مَنْ جَدَّ وَجَدَّ

"Siapa yang bersungguh-sungguh maka ia akan dapat"

"Untuk yang pertama tugas akhir ini kupersembahkan kepada Ayah, Ibu, Adik Perempuanku Mesi Angraini, Adik Laki-laki Muhammad Redo. Kalian adalah sosok yang selalu kujadikan tujuan akhir, terima kasih untuk semua cinta yang selalu kalian berikan untukku. Aku bersyukur kepada Allah SWT karena telah mentakdirkan aku hadir diantara mereka"

"Dan juga terima kasih untuk orang spesial Azis Mulki Rafani yang selalu berkata "Bisa kok Bella tuh", terima kasih atas semua bantuan dari awal perkuliahan hingga selesainya tugas akhir ini"

" Jangan pernah kehilangan harapan untuk meraih semua mimpimu"

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, nikmat sehat, taufik, karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "Deteksi Cara Pandang Jantung Bayi Menggunakan Metode *Faster R-CNN*".

Penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak orang dan menjadi bahan bacaan yang menarik bagi peneliti tentang permasalahan Deteksi Cara Pandang Jantung Bayi

Pada penyusunan Tugas Akhir ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Orang tua saya tercinta, serta adik-adik saya, yang telah membimbing saya dengan penuh kasih sayang dengan selalu memberikan do'a, semangat, motivasi, serta dukungan baik secara finansial maupun spiritual.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Bapak Deris Stiawan, M.T., PH.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Sistem Komputer
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T., selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan arahan dan saran serta motivasi yang tiada henti dalam memberikan bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Kak Naufal Rachmatullah, S.Kom., M.T., Mbak Ade Irian Safitri, M.Kom. dan Mbak Annisa Darmawahyuni, M.Kom. yang telah banyak membantu

penulis dan memberikan semangat serta motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik

7. Team ISysRG terutama team image processing khususnya M Adhitya Reski Pratama yang selalu saling memberikan support dan menyemangati satu sama lain serta saling membantu agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Azis Mulki Rafani, yang selalu setia menemani, memberikan semangat, motivasi serta turut membantu penulis dari awal perkuliahan hingga selesainya tugas akhir ini.
9. Teruntuk Nina Amrina Rosada, Venny Fatya Sahara dan Fira Yunica Sepita terima kasih telah menemani penulis selama hidup menjadi anak kosan dan membuat semuanya terasa lebih berwarna.
10. Mentari (Meyin, Nia, Nadia dan Hesti) teman-teman satu perjuangan terima kasih sudah mendukung dari jauh, terima kasih karena selalu ingin mendengarkan semua cerita penulis.
11. Teman-teman seperjuangan Sistem Komputer Angkatan 2017, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Tentunya dalam pembuatan Tugas Akhir ini, masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu sebagai bahan perbaikan kedepan penulis tentunya mengharapkan kritik dan saran yang membangun terhadap isi dari Tugas Akhir ini. Sehingga dapat menjadi bahan bacaan yang bermanfaat guna menambah wawasan terutama untuk yang tertarik pada penelitian tentang deteksi cara pandang jantung anak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Indralaya, Agustus 2021
Penulis,

Sinta Bella
Nim. 09011181722072

DETECTION OF CHILD'S HEART VIEW USING FASTER-RCNN METHOD

SINTA BELLA (09011181722072)

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya
University*

Email : sintabellapga17@gmail.com

ABSTRACT

Object detection is one of the important things in the computer field and has progressed from single object recognition to multi-object recognition. This final project proposes the Faster-RCNN method using VGG16, Resnet50, and Mobilenet backbones. The dataset used is the child's heart frame data with the point of view of Four chamber view, Five chamber view, Subcostal, Long Axis, and Short Axis. The research conducted focuses on the level of accuracy generated in the data frame to build a Faster R-CNN model that is effective in detecting the child's heart. The results of mAP (mean average precision) will later serve as a measure to determine the level of success in detecting objects, especially in the child's heart. The best results were obtained on the VGG16 model with a Learning Rate of 0.001 and a Learning rate of 0.0001 with an mAP of 100% and the best results on unseen data were obtained on the VGG16 model with an mAP of 63.46%.

Keywords : *Object Detection, Faster R-CNN, VGG16, Resnet50, Mobilenet, mAP*

DETEKSI CARA PANDANG JANTUNG ANAK MENGUNAKAN METODE *FASTER-RCNN*

SINTA BELLA (09011181722072)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : sintabellapga17@gmail.com

ABSTRAK

Deteksi objek merupakan salah satu hal penting di bidang komputer dan telah berkembang dari pengenalan objek tunggal hingga pengenalan multi-objek. Dalam tugas akhir ini mengusulkan metode *Faster-RCNN* dengan menggunakan *backbone* VGG16, Resnet50 dan Mobilenet. Dataset yang digunakan adalah data *frame* jantung anak dengan sudut pandang *Four chamber view*, *Five chamber view*, *Subcostal*, *Long Axis* dan *Short Axis*. Penelitian yang dilakukan berfokus pada tingkat akurasi yang dihasilkan pada data *frame* untuk membangun model *Faster R-CNN* yang efektif dalam mendeteksi jantung bayi. Hasil mAP (*mean average precision*) nantinya berfungsi sebagai tolak ukur dalam mengetahui tingkat keberhasilan metode dalam mendeteksi objek terkhusus pada jantung anak. Hasil terbaik didapatkan pada model VGG16 dengan *Learning Rate* 0,001 dan *Learning rate* 0,0001 dengan mAP sebesar 100% dan pada data *unseen* hasil terbaik didapatkan pada model VGG16 dengan mAP sebesar 63,46%.

Kata Kunci : Deteksi Objek, *Faster R-CNN*, VGG16, Resnet50, Mobilenet, mAP

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jantung	4
2.2 Citra Digital	5
2.1.1. Binary Image.....	5
2.1.2. Grayscale Image.....	5
2.1.3. RGB Image	6
2.3 Ultrasonografi	7
2.4 Deteksi	8
2.5 Deep Learning.....	8
2.6 Faster R-CNN	10
2.6.1 Region Proposal Network (RPN).....	11
2.7 Mean Average Precision (MAP).....	12

BAB III	14
METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Pendahuluan.....	14
3.2 Kerangka Kerja	14
3.3 Studi Literatur	15
3.4 Persiapan Data	15
3.5 Pembagian Data Latih dan Data Uji	18
3.6 Proses Pelatihan dan Pengujian dengan <i>Faster R-CNN</i>	19
3.7 Evaluasi.....	19
3.7 Analisa dan kesimpulan	20
3.7.1 Analisa	20
3.7.2 Kesimpulan	20
BAB IV	21
HASIL DAN ANALISA	21
4.1 Pendahuluan.....	21
4.2 Hasil Pelatihan dan Pengujian.....	21
4.2.1 Hasi Pengujian Model 1 <i>Faster R-CNN</i> 3 Kelas.....	21
4.2.2 Hasi Pengujian Model 2 <i>Faster R-CNN</i> 3 Kelas.....	21
4.2.3 Hasi Pengujian Model 3 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas.....	25
4.2.3.1 Hasil Pengujian Model 3 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas Pada Data Unseen	26
4.2.4 Hasi Pengujian Model 4 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas.....	27
4.2.4.1 Hasil Pengujian Model 4 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas Pada Data Unseen	28
4.2.5 Hasi Pengujian Model 5 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas.....	29
4.2.5.1 Hasil Pengujian Model 5 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas Pada Data Unseen	30
4.2.6 Hasi Pengujian Model 6 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas.....	31
4.2.6.1 Hasil Pengujian Model 5 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas Pada Data Unseen	32
4.2.7 Hasi Pengujian Model 7 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas.....	33
4.2.7.1 Hasil Pengujian Model 5 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas Pada Data Unseen	34
4.2.8 Hasi Pengujian Model 7 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas.....	35
4.2.8.1 Hasil Pengujian Model 5 <i>Faster R-CNN</i> 5 Kelas Pada Data Unseen	36

4.3 Hasil Pengujian Sistem	38
BAB V	43
KESIMPULAN	43
5.1 Pendahuluan.....	43
5.2 Kesimpulan	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jantung	4
Gambar 2.2 Binary Image Pada Jantung	5
Gambar 2.3 Grayscale Image Pada Jantung	6
Gambar 2.4 Dekomposisi RGB	7
Gambar 2.5 Proses <i>Faster R-CNN</i>	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 Data video <i>slicing</i> yang digunakan	15
Gambar 3.3 Data video <i>unseen</i> yang digunakan.....	15
Gambar 3.4 Hasil konversi video ke gambar.....	17
Gambar 3.5 Hasil label gambar dalam format .xml.....	18
Gambar 4.1 Grafik Model Loss VGG16 yang dihasilkan RPN Learning Rate 0,001	22
Gambar 4.2 Grafik Model Loss VGG16 yang dihasilkan <i>Classifier</i> Learning Rate 0,001	23
Gambar 4.3 Grafik Model Loss VGG16 yang dihasilkan RPN Learning Rate 0,0001	24
Gambar 4.4 Grafik Model Loss VGG16 yang dihasilkan <i>Classifier</i> Learning Rate 0,0001	24
Gambar 4.5 Grafik Model Loss VGG16 5 Kelas yang dihasilkan RPN Learning Rate 0,001	25
Gambar 4.6 Grafik Model Loss VGG16 5 Kelas yang dihasilkan <i>Classifier</i> Learning Rate 0,001	26
Gambar 4.7 Grafik Model Loss VGG16 5 Kelas yang dihasilkan RPN Learning Rate 0,0001	27
Gambar 4.8 Grafik Model Loss VGG16 5 Kelas yang dihasilkan <i>Classifier</i> Learning Rate 0,0001	28
Gambar 4.9 Grafik Model Loss Resnet50 5 Kelas yang dihasilkan RPN Learning Rate 0,001	29
Gambar 4.10 Grafik Model Loss Resnet50 5 Kelas yang dihasilkan <i>Classifier</i> Learning Rate 0,001	30
Gambar 4.11 Grafik Model Loss Resnet50 5 Kelas yang dihasilkan RPN Learning Rate 0,0001	31
Gambar 4.12 Grafik Model Loss Resnet50 5 Kelas yang dihasilkan <i>Classifier</i> Learning Rate 0,0001	32

Gambar 4.13 Grafik Model Loss Mobilenet 5 Kelas yang dihasilkan RPN Learning Rate 0,001	33
Gambar 4.14 Grafik Model Loss Mobilenet 5 Kelas yang dihasilkan <i>Classifier</i> Learning Rate 0,001	34
Gambar 4.15 Grafik Model Loss Mobilenet 5 Kelas yang dihasilkan RPN Learning Rate 0,0001	35
Gambar 4.16 Grafik Model Loss Mobilenet 5 Kelas yang dihasilkan <i>Classifier</i> Learning Rate 0,0001	36
Gambar 4.17 Hasil Pengujian Frame Terdeteksi	41
Gambar 4.18 Hasil Pengujian Frame Tidak Terdeteksi.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Deskripsi raw data video untuk data <i>slicing</i>	16
Tabel 3.2 Deskripsi raw data video untuk data <i>unseen</i>	16
Tabel 3.3 Jumlah frame hasil konversi untuk data <i>slicing</i>	17
Tabel 3.4 Jumlah frame hasil konversi untuk data <i>unseen</i>	17
Tabel 3.5 Data latih dan data uji dalam format .csv	18
Tabel 3.6 Model <i>Faster R-CNN</i> yang digunakan	19
Tabel 4.1 Perbandingan Model Pada Data <i>Slicing</i>	37
Tabel 4.2 Perbandingan Model Pada Data <i>Unseen</i>	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Form Perbaikan

Lampiran 2. Cek Plagiat

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radiologi secara inheren merupakan spesialisasi berbasis data, hal ini dapat dimanfaatkan dalam teknik pemrosesan data. Salah satu teknik tersebut adalah *Deep Learning* (DL) yang dalam beberapa tahun kemarin sangat baik dalam pemrosesan gambar. *Deep Learning* memiliki dampak yang paling signifikan dalam deteksi lesi atau penyakit, klasifikasi, kuantifikasi dan segmentasi. Algoritma *Deep Learning* yang paling dapat diterapkan pada radiologi adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) karena sangat efisien pada segmentasi dan klasifikasi gambar.[1]

Deep learning memiliki algoritma pengenalan objek utama yang berdasarkan R-CNN dan algoritma ini memiliki akurasi yang lebih tinggi si berbagai kumpulan data yang sudah terkenal. Deteksi objek merupakan salah satu hal penting di bidang komputer dan telah menjadi fokus penelitian. *Convolutional Neural Network* (CNN) telah meningkatkan kemajuan besar dalam bidang deteksi objek. Deteksi objek berkembang dari pengenalan objek tunggal hingga pengenalan multi-objek.[2]

Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis (R-CNN) adalah sejenis ekstensi CNN untuk mendeteksi objek. Baru-baru ini penerapan *Faster R-CNN* sebagai salah satu detector objek yang canggih sehingga mencapai hasil yang menjanjikan. Selain itu, berbagai hal telah dilakukan dalam meningkatkan arsitektur *Faster R-CNN*. *Faster R-CNN* terbukti sebagai metode yang paling canggih dalam *Deep Learning* untuk deteksi objek generik. Pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu RPN (*Region Proposal Network*) dan *Faster R-CNN*. [3]. *Convolutional Neural Network* (CNN) juga telah mendominasi banyak hal dalam visi computer untuk deteksi objek.[4][5]. Metode deteksi CNN berbasis wilayah selalu berkembang pesat hingga tiga generasi. Mulai dari R-CNN hingga *Fast R-CNN* akhirnya *Faster R-CNN*.

Dibandingkan dengan metode berbasis non-neural yang biasanya mengendalikan fitur buatan tangan, *Faster R-CNN* secara otomatis mempelajari representasi fitur dari data.[5] Selain itu, untuk meningkatkan arsitektur *Faster R-*

CNN dan *Region Proposal Network (RPN)* telah merealisasikan optimasi end-to-end [4].

Ultrasonografi jantung bayi terdapat beberapa cara pandang diantaranya yaitu Ductal view, Apical view (Apical long-axis view), Four chamber view, Five chamber view (LVOT), Subcostal view, Long axis parasternal view, Short axis view, High parasternal view, Aortic arch view dan Suprasternal view [6].

1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Membangun model *Faster R-CNN* untuk mendeteksi cara pandang jantung anak
2. Dapat mendeteksi citra cara pandang jantung anak menggunakan *Faster-RCNN*
3. Dapat menganalisa evaluasi deteksi cara pandang jantung anak menggunakan *mAP (mean average precision)*.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil penjelasan latar belakang yang dikemukakan, maka perumusan masalah yang didapat adalah :

1. Bagaimana membangun model *Faster R-CNN* untuk melakukan deteksi cara pandang jantung anak
2. Bagaimana cara mendeteksi cara pandang jantung anak menggunakan *Faster-RCNN* ?
3. Apakah *Faster R-CNN* mempunyai akurasi tinggi dalam mendeteksi cara pandang jantung anak

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Penelitian ini menggunakan data frame jantung bayi dengan sudut pandang Four chamber view, Five chamber view, Subcostal, Long Axis dan Short Axis.
2. nelitian ini hanya sebatas simulasi program dengan bahasa pemrograman *Python* untuk membuat model *Faster-RCNN* dalam mendeteksi sudut pandang jantung anak.

3. Evaluasi model menggunakan *mAP* (*mean average precision*).

1.5 Sistematika Penelitian

Sistematika yang akan digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pertama akan berisikan pemaparan yang sistematis mengenai latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab kedua akan berisi penjelasan mengenai teori dasar yang akan menunjang penelitian ini. Konsep dan prinsip dasar penelitian yang dibutuhkan untuk mengatasi masalah dalam penelitian

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga ini menjelaskan proses dalam menjalankan penelitian, mulai dari persiapan data hingga bagaimana cara mendeteksi data.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bab keempat ini menjelaskan hasil dan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab kelima ini menarik kesimpulan berdasarkan hasil dan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. McBee *et al.*, “Deep Learning in Radiology,” *Acad. Radiol.*, vol. 25, no. 11, pp. 1472–1480, 2018, doi: 10.1016/j.acra.2018.02.018.
- [2] A. R. Pathak, M. Pandey, and S. Rautaray, “Application of Deep Learning for Object Detection,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 132, pp. 1706–1717, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.05.144.
- [3] X. Sun, P. Wu, and S. C. H. Hoi, “Face detection using deep learning: An improved faster RCNN approach,” *Neurocomputing*, vol. 299, pp. 42–50, 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2018.03.030.
- [4] X. Sun, P. Wu, and S. C. H. Hoi, “Face detection using deep learning: An improved faster RCNN approach,” *Neurocomputing*, vol. 299, pp. 42–50, 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2018.03.030.
- [5] H. Jiang and E. Learned-Miller, “Face Detection with the Faster R-CNN,” *Proc. - 12th IEEE Int. Conf. Autom. Face Gesture Recognition, FG 2017 - 1st Int. Work. Adapt. Shot Learn. Gesture Underst. Prod. ASLAGUP 2017, Biometrics Wild, Bwild 2017, Heteroge*, pp. 650–657, 2017, doi: 10.1109/FG.2017.82.
- [6] P. Mcnamara, “Teaching Manual Afif EL-Khuffash Hospital for Sick Children , Toronto Second Edition 2014,” no. August, 2016.
- [7] A. Quarteroni, T. Lassila, S. Rossi, and R. Ruiz-Baier, “Integrated Heart—Coupling multiscale and multiphysics models for the simulation of the cardiac function,” *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 314, no. May, pp. 345–407, 2017, doi: 10.1016/j.cma.2016.05.031.
- [8] B. Xhyheri, O. Manfrini, M. Mazzolini, C. Pizzi, and R. Bugiardini, “Heart Rate Variability Today,” *Prog. Cardiovasc. Dis.*, vol. 55, no. 3, pp. 321–331, 2012, doi: 10.1016/j.pcad.2012.09.001.
- [9] D. Kang, “Heart chambers and whole heart segmentation techniques: review,” *J. Electron. Imaging*, vol. 21, no. 1, p. 010901, 2012, doi: 10.1117/1.jei.21.1.010901.
- [10] D. Genovese *et al.*, “Comparison Between Four-Chamber and Right Ventricular–Focused Views for the Quantitative Evaluation of Right Ventricular Size and Function,” *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, vol. 32, no. 4, pp. 484–494, 2019, doi: 10.1016/j.echo.2018.11.014.
- [11] T. S. Plane and T. N. Morphology, “The Five-Chamber View.”
- [12] M. E. Antohe, D. A. Forna, C. G. Dascalu, and N. C. Forna, “Implications of digital

- image processing in the paraclinical assessment of the partially edentated patient,” *Rev. Chim.*, vol. 69, no. 2, pp. 521–524, 2018, doi: 10.37358/rc.18.2.6139.
- [13] J. M. LaBerge and K. P. Andriole, “Digital Image Processing: A Primer for JVIR Authors and Readers. Part 3: Digital Image Editing,” *J. Vasc. Interv. Radiol.*, vol. 14, no. 12, pp. 1481–1487, 2003, doi: 10.1097/01.RVI.0000106744.94154.B3.
- [14] H. Zhou, J. Wu, and J. Zhang, *Digital Image Processing : Part II Huiyu Zhou ; Jiahua Wu ; Jianguo Zhang. .*
- [15] S. D. Tabakov, “Introduction to Vision, Colour Models and Image,” *Med. Phys. Int. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 50–55, 2013.
- [16] Y. P. Chen, Y. Li, and G. Wang, “An enhanced region proposal network for object detection using deep learning method,” *PLoS One*, vol. 13, no. 9, pp. 1–26, 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0203897.
- [17] A. K. Fattal, M. Karg, C. Scharfenberger, and J. Adamy, “Saliency-guided region proposal network for CNN based object detection,” *IEEE Conf. Intell. Transp. Syst. Proceedings, ITSC*, vol. 2018-March, pp. 1–8, 2018, doi: 10.1109/ITSC.2017.8317756.
- [18] J. Hou, Y. Shi, M. Ostendorf, M.-Y. Hwang, and L. Xie, “Region Proposal Network Based Small-Footprint Keyword Spotting,” *IEEE Signal Process. Lett.*, vol. 26, no. 10, pp. 1471–1475, 2019, doi: 10.1109/lsp.2019.2936282.
- [19] T. Vu, H. Jang, T. X. Pham, and C. D. Yoo, “Cascade RPN: Delving into high-quality region proposal network with adaptive convolution,” *arXiv*, no. NeurIPS, 2019.
- [20] K. Padmavathi and K. Thangadurai, “Implementation of RGB and grayscale images in plant leaves disease detection - Comparative study,” *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 6, pp. 4–9, 2016, doi: 10.17485/ijst/2016/v9i6/77739.
- [21] K. Mahato and P. Chandra, “Paper-based miniaturized immunosensor for naked eye ALP detection based on digital image colorimetry integrated with smartphone,” *Biosens. Bioelectron.*, vol. 128, pp. 9–16, 2019, doi: 10.1016/j.bios.2018.12.006.
- [22] C. Tissot, V. Muehlethaler, and N. Sekarski, “Basics of functional echocardiography in children and neonates,” *Front. Pediatr.*, vol. 5, no. December, pp. 1–13, 2017, doi: 10.3389/fped.2017.00235.
- [23] K. Thorpe, L. Harker, A. Pike, and N. Marlow, “Women’s views of ultrasonography. A comparison of women’s experiences of antenatal ultrasound screening with cerebral ultrasound of their newborn infant,” *Soc. Sci. Med.*, vol. 36, no. 3, pp. 311–315, 1993, doi: 10.1016/0277-9536(93)90015-V.

- [24] X. Wu, D. Sahoo, and S. C. H. Hoi, “Recent advances in deep learning for object detection,” *Neurocomputing*, vol. 396, pp. 39–64, 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2020.01.085.
- [25] Z. Q. Zhao, P. Zheng, S. T. Xu, and X. Wu, “Object detection with deep learning: A review,” *arXiv*, no. 1, pp. 1–15, 2018.
- [26] Q. Zhang, D. Zhou, and X. Zeng, “HeartID: A multiresolution convolutional neural network for ECG-based biometric human identification in smart health applications,” *Ieee Access*, vol. 5, pp. 11805–11816, 2017.
- [27] L. R. Eggert C , Brehm S., Winschel A., Zecha D., “A CLOSER LOOK : SMALL OBJECT DETECTION IN FASTER R-CNN Multimedia Computing and Computer Vision Lab,” *Proc. 2017 Int. Conf. Multimed. Expo*, vol. 0, pp. 421–426, 2017.
- [28] Nagoya Daigaku, MVA Organization, International Association for Pattern Recognition, Nagoya Daigaku. Graduate School of Informatics, IEEE Robotics and Automation Society, and Institute of Electrical and Electronics Engineers., “IAPR MVA2017 : proceedings of MVA2017 : IAPR International Conference on Machine Vision Applications : May 8-12, 2017, Nagoya University, Nagoya, Japan,” pp. 3–6, 2017.
- [29] M. Ave, A. Carpenter, and M. St, “Applying Faster R-CNN for Object Detection on Malaria Images Jane Hung Massachusetts Institute of Technology 3 . Establish a Baseline with Traditional.”
- [30] Q. Fan, L. Brown, and J. Smith, “A closer look at Faster R-CNN for vehicle detection,” *IEEE Intell. Veh. Symp. Proc.*, vol. 2016-August, no. Iv, pp. 124–129, 2016, doi: 10.1109/IVS.2016.7535375.
- [31] R. Girshick, “Fast R-CNN,” *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2015 International Conference on Computer Vision, ICCV 2015, pp. 1440–1448, 2015, doi: 10.1109/ICCV.2015.169.
- [32] R. Nabati and H. Qi, “RRPN : RADAR REGION PROPOSAL NETWORK FOR OBJECT DETECTION IN AUTONOMOUS VEHICLES Ramin Nabati , Hairong Qi Department of Electrical Engineering and Computer Science The University of Tennessee Knoxville , USA,” *2019 IEEE Int. Conf. Image Process.*, pp. 3093–3097, 2019.
- [33] J. R. R. Uijlings, K. E. A. Van De Sande, T. Gevers, and A. W. M. Smeulders, “Selective search for object recognition,” *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 104, no. 2, pp. 154–171, 2013, doi: 10.1007/s11263-013-0620-5.

- [34] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, “Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 39, no. 6, pp. 1137–1149, 2017, doi: 10.1109/TPAMI.2016.2577031.
- [35] B. Li, J. Yan, W. Wu, Z. Zhu, and X. Hu, “High Performance Visual Tracking with Siamese Region Proposal Network,” *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 8971–8980, 2018, doi: 10.1109/CVPR.2018.00935.