



SISTEM DETEKSI CERDAS SUARA PADA JANTUNG UNTUK PENYAKIT GAGAL KATUP JANTUNG

KUALIFIKASI

YOHANES KURNIA

99221908

PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS GUNADARMA

DESEMBER 2023

Daftar Isi

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

1.2 Batasan dan Tujuan

1.3 Kontribusi

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Tinjauan 1

2.2 Tinjauan 2

2.3 Tinjauan 3

2.4 Tinjauan 4

2.5 Tinjauan 5

2.6 Tinjauan 6

2.7 Tinjauan 7

2.8 Tinjauan 8

2.9 Tinjauan 9

2.10 Tinjauan 10

3 Metodologi

3.1 Motivasi

3.2 Framework Riset

3.3 Pendekatan

Daftar Pustaka

Bab 1

Pendahuluan

Salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia adalah penyakit jantung atau disfungsi jantung. Penyakit ini dapat diidentifikasi dengan mudah dengan variasi suara yang dihasilkan oleh aktivitas jantung. Penyakit Jantung atau yang dikenal kardiovaskular (CVD) yang diakui sebagai penyebab utama kematian di negara-negara di seluruh dunia, dan oleh karenanya, deteksi, pengobatan, dan pencegahan yang tepat waktu menjadi dasar perawatan komprehensif yang diberikan oleh seorang dokter kepada pasiennya.¹Pada tahun 2015, 31% kematian global disebabkan oleh CVD, di mana 17,7 juta orang meninggal akibat penyakit jantung.

1.1. Latar Belakang

²Banyak penyakit jantung dapat dikenali pada tahap awal dengan menggunakan pemeriksaan suara jantung dan dengan demikian dapat ditangani lebih awal. Pola mendengarkan sistem kardiovaskular (diagnosa auskultasi) dapat membantu dalam diagnosis tepat waktu penyakit katup jantung (VHD), gagal jantung congestive, penyakit hipertensi, aritmia seperti fibrilasi atrium, penyakit arteri obstruktif, dan penyakit jantung struktural di antara lainnya.

Diagnosa auskultasi yang komprehensif ini membutuhkan pengalaman klinis yang penting , pengalaman dan konsentrasi keterampilan mendengarkan dari dokter atau tenaga kesehatan . Oleh karena itu, ada kebutuhan yang belum terpenuhi untuk sistem portabel untuk deteksi dini penyakit jantung. Penulis mengusulkan model prototipe sistem stetoskop digital pintar untuk memantau

suara jantung pasien dan mendiagnosis kelainan suara jantung secara waktu nyata. Sistem ini terdiri dari dua sub sistem yang berkomunikasi secara nirkabel menggunakan teknologi hemat energi (Bluetooth) : Smart Digital signal processing Stetoskop klasik/analog , dan Sistem pengambilan keputusan berbasis Kecerdasan Artifisial.

Auskultasi adalah salah satu teknik tertua, termurah, dan paling berguna dalam diagnosis penyakit jantung. Sejak penemuannya pada tahun 1816, stetoskop telah digunakan sebagai bagian dari evaluasi awal semua pasien yang dicurigai mengalami masalah jantung atau paru-paru.³ Seorang dokter yang berpengalaman dapat mendiagnosis sejumlah kondisi klinis hanya dengan melakukan auskultasi awal pada dada pasien (Tilkian dan Conover, 1984). Telah ada beberapa upaya untuk menciptakan stetoskop yang ditingkatkan secara elektronik, dengan peningkatan amplifikasi suara dan tanggapan frekuensi yang lebih baik. Pendeteksian keakuratan untuk suara abnormal jantung adalah sangat penting dalam diagnose awal , karena sifat dan keberadaan suara jantung membantu diagnosis dan pengobatan atau penanganan awal pada penyakit jantung. Namun, penggunaan stetoskop standar oleh dokter untuk mendeteksi suara jantung yang tidak normal menunjukkan adanya subjektivitas penilaian yang tergantung pada pengalaman dan kemampuan pendengaran dan kemudian menyebabkan ketidakakuratan diagnosis yang dibuat berdasarkan auskultasi manusia.

Diagnosa Auskultasi telah dianggap sebagai bagian penting dari pemeriksaan fisik sejak zaman Hippocrates. Stetoskop, yang diperkenalkan oleh Laennec sekitar lebih dari dua abad yang lalu, merupakan salah satu instrumen medis pertama yang memungkinkan pemeriksaan struktur tubuh bagian dalam dan

funksinya. Stetoskop masih tetap menjadi alat yang dapat memberikan informasi klinis yang berpotensi dan berharga. Namun, hasil pemeriksaan tersebut sangat subjektif dan tidak dapat dibagikan dan dikomunikasikan dengan mudah, terutama karena pengalaman dan kemampuan persepsi pada pendengaran dokter, yang menyebabkan perbedaan pada penilaian diagnosa.

Pada saat ini, oleh karena kemajuan teknologi dan penemuan metode pemeriksaan lain, diagnose auskultasi tetap menjadi bagian penting dalam pemeriksaan klinis non-invasif. Teknik diagnosa auskultasi jantung bergantung pada praktik dan keterampilan profesional yang melakukannya, dan pengalaman klinis dan ini menjadi sangat penting dalam mengidentifikasi kelainan atau disfungsi pada jantung. Modifikasi Stetoskop klasik menjadi digital dengan menangkap suara jantung pasien, menyaring dan mendigitalkan, dan mengirimkan suara jantung yang ditangkap oleh gawai atau mini komputer atau pemrosesan sinyal atau pesawat seluler secara nirkabel untuk memvisualisasikan suara jantung dan untuk diproses lebih lanjut untuk membuat keputusan apakah suara jantung normal atau tidak normal.

⁴Namun, menurut Durand (Durand dan Pibarot, 1995), pengenalan stetoskop digital atau elektronik tersebut ke dalam praktik klinis tetap mempunyai hambatan antara lain oleh faktor-faktor seperti kebisingan latar belakang, suara yang tidak dikenal bagi para klinisi, karena pada bagian penyaringan sinyal pasif, analisis dan penguatan sinyal yang tidak tepat atau kekurangan material pembungkusnya yang tidak mampu meredam Tingkat kebisingan sekitar, dan desain ergonomis yang membuat hasil Analisa atau hasil suara tidak tepat. Oleh karena itu, kurang tepatnya diagnosis dapat menyebabkan pengambilan keputusan

tindakan medis yang salah arah, yang kemudian dapat menyebabkan pemberian pengobatan yang keliru dan tidak efektif.

1.2. Batasan dan Tujuan

Pada saat ini , perawatan kesehatan dengan digital atau disebut telemedicine menjadi pilihan sebagai dalam perawatan jarak jauh oleh karena Covid-19. Oleh karena itu berdasarkan penjelasan latar belakang sebelumnya, penulis berharap dapat menciptakan suatu alat yang menggunakan teknologi penginderaan digital cerdas untuk menangkap suara detak jantung, mempunyai sensor akustik/transduser aktif yang mampu membuang atau meredam kategori suara yang tidak diinginkan seperti noise atau suara bising, dengan menggunakan kecerdasan artifisial (AI) untuk membantu petugas kesehatan membuat diagnosa yang akurat .

Penelitian terbatas menjadi ;

1. Sistem filter atau klasifikasi aktif cerdas pada stetoskop klasik lebih optimal dan efektif yang mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik yang dapat diproses , diperkuat suara yang diinginkan , dengan distorsi seminimal mungkin .Atau dapat disebut mempunyai kemampuan menganalisis sinyal suara dan menyaring kebisingan yang tidak diinginkan atau menghilangkan jenis suara yang tidak diinginkan seperti kebisingan karena aktivitas lingkungan tertentu.

2. Metode Diagnosa Cerdas dengan Kecerdasan artifisial pada perangkat klasifikasi cerdas stetoskop klasik untuk menghasilkan prediksi awal diagnose auskultasi yang akurat pada jantung .

1.3. Kontribusi

Secara keseluruhan, penelitian akan dilakukan untuk membuat stetoskop klasik cerdas yang dapat digunakan konsumen di mana saja untuk melakukan diagnosa auskultasi. Perangkat dipasangkan dengan aplikasi ponsel cerdas yang memberi tahu pengguna di mana memposisikan stetoskop dengan benar, yang kemudian mengumpulkan audio dari prosedur. Rekaman ini diterjemahkan oleh kecerdasan artifisial (AI) yang dilatih untuk menganalisis suara jantung. Aplikasi dapat mengirim hasil diagnosa auskultasi kepada dokter ahli dari klinik terpencil dan rumah. Informasi yang telah diproses dikirim ke dokter atau dokter, yang kemudian akan ditafsirkan secara otomatis dan obyektif oleh proses kecerdasan artifisial (AI) seolah-olah mereka memiliki pengalaman dan hasil prediksi dapat menjadi referensi untuk tindakan, catatan medis secara waktu nyata atau konsultasi selanjutnya kepada tenaga Kesehatan atau dokter yang lebih ahli. Rekaman stetoskop klasik yang dapat di telemedicine-kan ke dokter dan mengurangi risiko terpapar COVID-19 atau penyakit menular lainnya dan memfasilitasi dukungan medis yang lebih baik di wilayah geografis yang tidak terjangkau dan pada pasien yang sakit kronis.

Kontribusi dari penelitian ini adalah untuk mendukung dan meningkatkan akurasi diagnosa auskultasi pada dokter sehingga dokter dapat kemudian memberikan masukan untuk tindakan atau anjuran yang lebih efektif berikutnya atau dapat dikatakan sebagai memberikan referensi prediksi kepada tindakan pengobatan yang lebih lanjut. Pemerintah atau rumah sakit dapat mengumpulkan informasi tentang data jantung pasien atau masyarakat dalam rangka Big Data pada bidang Kesehatan. Aplikasi dapat memberikan interpretasi dari prediksi lebih awal

dan konsisten kepada pengguna sehingga memungkinkan kecerdasan artifisial atau AI untuk kemudian hari mengenali pola penyakit dan kelainan dari sejumlah besar data klinis. Di masa depan, system atau alat atau inovasi ini tidak akan hanya menjadi perangkat untuk mengumpulkan informasi tentang suara jantung saja tetapi juga paru-paru, dan mengumpulkan suara dan impuls listrik dari seluruh tubuh untuk memenuhi banyak kebutuhan pengembangan diagnosa klinis cerdas yang belum dapat direalisasikan.

Bab 2

Tinjauan Pustaka

2.1 Tinjauan 1

Article Heartbeat Sound Signal Classification Using Deep Learning Ali Raza 1 , Arif Mehmood 1 , Saleem Ullah 1,* , Maqsood Ahmad 1 , Gyu Sang Choi 2,* and Byung-Won On 3 1 Department of Computer Science, Khwaja Fareed University of Engineering and Information Technology, Rahim Yar Khan, Punjab 64200, Pakistan; meetaliraza@outlook.com (A.R.); arifnhmp@gmail.com (A.M.); maqsood.dba@gmail.com (M.A.) 2 Department of Information and Communication Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan 38542, Korea 3 Department of Software Convergence Engineering, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea; bwon@kunsan.ac.kr * Correspondence: salimbzu@gmail.com (S.U.); castchoi@ynu.ac.kr (G.S.C.) Received: 4 October 2019; Accepted: 31 October 2019; Published: 5 November 2019

Saat ini, sebagian besar kematian disebabkan oleh penyakit jantung. Untuk mengatasi situasi ini, analisis suara detak jantung adalah cara mudah untuk mendiagnosis penyakit jantung. Klasifikasi suara detak jantung masih menjadi tantangan dalam segmentasi suara jantung dan ekstraksi fitur. Dataset yang diterapkan dalam penelitian ini yang berisi tiga kategori Suara detak jantung Normal, Murmur dan Ekstra-sistol. Penulis menghilangkan noise dari sinyal suara detak jantung dengan menerapkan band pass filter analog. Penulis memperbaiki ukuran sampling rate dari setiap sinyal suara. Kemudian menerapkan teknik down-sampling untuk mendapatkan lebih banyak fitur diskriminan dan mengurangi dimensi frame rate. Namun, itu tidak mempengaruhi hasil dan juga mengurangi daya komputasi dan waktu. Kemudian penulis menerapkan model yang bertujuan Berulang Neural Network (RNN) yang berbasis Long Short-Term Memory (LSTM),

Dropout, Dense dan Softmax. Pada akhirnya , metode yang dimaksudkan oleh penulis menjadi lebih akurat dibandingkan dengan metode lain.

2.2 Tinjauan 2

Machine Learning with Applications journal homepage: www.elsevier.com/locate/mlwa Heart sound classification using signal processing and machine learning algorithms Yasser Zeinali a , Seyed Taghi Akhavan Niaki b,* a Department of Industrial Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran b Department of Industrial Engineering, Sharif University of Technology, PO Box 11155-9414 Azadi Ave., Tehran 1458889694, Iran

Menurut statistik global dan organisasi kesehatan dunia (WHO), masing-masing sekitar 17,5 juta orang meninggal tahun dari penyakit kardiovaskular. Dalam jurnal ini penulis menyatakan bahwa suara jantung yang dikumpulkan oleh stetoskop dianalisis untuk mendiagnosa beberapa penyakit yang disebabkan oleh gagal jantung. Proses utama penelitian ini adalah mengidentifikasi dan mengklasifikasikan data yang terkait dengan suara jantung dikategorikan dalam empat kelompok .

Suara 1 dan 2 adalah dianggap sebagai suara jantung normal, dan suara 3 dan 4 adalah suara jantung yang tidak normal (jantung murmur), masing-masing mengekspresikan jenis penyakit jantung tertentu. Dalam hal ini, fitur yang diinginkan diekstraksi terlebih dahulu setelah mengambil data dengan algoritma pemrosesan sinyal. Pada langkah selanjutnya, algoritma pemilihan fitur digunakan untuk memilih fitur menarik untuk mengurangi dimensi masalah dan mendapatkan jawaban optimal lebih cepat. Sedangkan algoritma yang ada dalam literatur mengklasifikasikan suara menjadi dua kelompok yaitu normal dan abnormal, di bagian akhir, beberapa algoritma klasifikasi yang paling populer digunakan untuk mengklasifikasikan jenis suara menjadi tiga kelas normal. Metodologi yang

diusulkan memperoleh akurasi rate 87,5% dan 95% untuk data multi kelas (3 kelas) dan 98% untuk klasifikasi biner (normal vs abnormal).

2.3 Tinjauan 3

International Journal of Academic Engineering Research (IJAER) ISSN: 2643-9085 Vol. 6 Issue 1, January - 2022, Pages:7-23 www.ijeais.org/ijaer 7 Heart Sounds Analysis and Classification for Cardiovascular Diseases Diagnosis using Deep Learning Mohammad Khaleel Alnajjar and Samy S. Abu-Naser Department of Information Technology, Faculty of Engineering & Information Technology, Al-Azhar University-Gaza, Palestine

Bunyi jantung dibuat selama siklus jantung, darah mengalir ke ruang jantung saat katup jantung terbuka dan menutup. Aliran darah menciptakan suara pendengaran; semakin turbulen aliran darah, semakin banyak getaran yang dihasilkan. Dalam keadaan sehat pada orang dewasa, terdapat dua suara jantung normal yang terjadi secara berurutan dengan setiap detak jantung. Suara jantung pertama (S1) dan bunyi jantung kedua (S2), yang dihasilkan oleh penutupan katup atrioventrikular dan katup semilunar. Penyakit kardiovaskular (CVDs) adalah penyebab nomor satu kematian secara global: lebih banyak orang meninggal setiap tahun dari CVDs daripada dari penyebab lainnya. Diperkirakan 7,2 juta kematian disebabkan oleh penyakit jantung koroner. Kajian ini dikembangkan untuk menghasilkan pembelajaran yang mendalam model untuk mendeteksi tanda-tanda penyakit jantung melalui pengklasifikasian bunyi jantung. Metode yang diantisipasi akan berfungsi sebagai penyaringan awal penyakit jantung yang dapat membantu dalam mendeteksi tanda-tanda penyakit jantung. Hasil skrining dapat digunakan oleh patologi: baik lingkungan rumah sakit oleh dokter (menggunakan stetoskop digital) maupun di rumah oleh pasien (menggunakan perangkat mobile).

Klasifikasi model Bunyi Jantung menggunakan teknik Deep Learning (DL) menggunakan spektrogram dengan mengubah data audio menjadi gambar yang memanfaatkan keunggulan Mel-Frequency Cepstrums (MFC) untuk mengekstrak fitur persepsi Mel Frequency Cepstral Coefficient(MFCC). Hasilnya meningkatkan hasil dan pengurangan waktu pelatihan dan pengujian yang signifikan menggunakan metrik evaluasi termasuk Akurasi, Rugi, Presisi, Recall, dan F1-Score terhadap termasuk VGG16, ResNet, MobileNet, Inception V3 dan Xception. Model yang diusulkan mencapai akurasi skor F1 100% dan akurasi pengujian 100%.

2.4 Tinjauan 4

Received 31 August 2017; revised 29 January 2018 and 5 April 2018; accepted 14 May 2018.
Date of publication 4 July 2018; date of current version 17 July 2018. Digital Object Identifier 10.1109/JTEHM.2018.2847329 A Novel Cardiac Auscultation Monitoring System Based on Wireless Sensing for Healthcare HAORAN REN 1 , HAILONG JIN2 , CHEN CHEN 1 , HEMANT GHAYVAT 1 , AND WEI CHEN 1,3, (Senior Member, IEEE) 1Center for Intelligent Medical Electronics, School of Information Science and Technology, Fudan University, Shanghai 200433, China 2Department of Biomedical Engineering, School of Electrical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China 3Shanghai Key Laboratory of Medical Imaging Computing and Computer Assisted Intervention, Fudan University, Shanghai 200433, China CORRESPONDING AUTHOR: W. CHEN (w_chen@fudan.edu.cn) This work was supported in part by the National Key R&D Program of China under Grant 2017YFE0112000 and in part by the Shanghai Municipal Science and Technology Major Project under Grant 2017SHZDZX01.

Bunyi jantung memberikan bukti fisiologis dan patologis penting tentang kesehatan. Auskultasi nirkabel jantung menawarkan pemantauan jantung terus menerus terhadap individu tanpa perawatan kesehatan manual 24 jam layanan perawatan. Sistem penginderaan nirkabel hanya untuk memantau dan menganalisis kondisi jantung dan mengirimkan informasi ke pengasuh serta praktisi medis dengan aplikasi dari Internet of Things (IoT). Sistem terintegrasi untuk

akuisisi, penyimpanan, dan asinkron analisis suara jantung telah dikembangkan, dari awal hingga pengunggahan informasi melalui IoT dan analisis sinyal. Penginderaan auskultasi telah dirancang untuk memantau kesehatan kardiovaskular dari setiap individu.

Sebuah protocol bluetooth digunakan untuk menawarkan efisiensi daya dan kecepatan transmisi data yang moderat. Transformasi Hilbert–Huang digunakan untuk menghilangkan sinyal interferensi dan untuk membantu mengekstrak fitur sinyal suara jantung. Selanjutnya algoritma segmentasi berbasis double-threshold telah dikembangkan untuk mengekstrak parameter fisiologis. Teknik preprocessing, segmentasi, dan clustering dilakukan untuk mendapatkan informasi kesehatan yang signifikan penafsiran. Sistem pemantauan auskultasi pada jantung dapat memberikan cara untuk manajemen mandiri pada penyakit jantung.

2.5 Tinjauan 5

Semi-supervised and Unsupervised Methods for Heart Sounds Classification in Restricted Data Environments

Balagopal Unnikrishnan¹, Pranshu Ranjan Singh¹, Xulei Yang², and Matthew Chin Heng Chua¹

Studi ini membahas metode semi-terpandu dan tidak terpandu untuk klasifikasi suara jantung dalam lingkungan data terbatas. Tujuannya adalah mengembangkan alat diagnostik otomatis untuk mendeteksi penyakit terkait jantung. Penelitian ini dimulai dengan menyoroti pentingnya klasifikasi otomatis suara jantung, mengingat peningkatan kejadian penyakit kardiovaskular secara global. Auskultasi suara jantung, atau sinyal fonokardiogram (PCG), merupakan komponen penting dari pemeriksaan fisik untuk mendeteksi kondisi jantung yang

abnormal. Namun, merancang sistem yang akurat dan otomatis untuk mendeteksi suara jantung yang tidak normal adalah tantangan karena kurangnya dataset yang divalidasi dengan baik dan berkualitas tinggi.

Penulis menyebutkan bahwa meskipun sinyal elektrokardiogram (ECG) umumnya digunakan untuk mendeteksi kondisi jantung tertentu, sinyal tersebut mungkin tidak menangkap gejala seperti desiran jantung. Oleh karena itu, analisis suara jantung telah dieksplorasi sebagai pendekatan yang melengkapi. Jurnal ini membahas berbagai algoritma dan pendekatan untuk klasifikasi suara jantung, termasuk Support Vector Machines (SVM), Neural Networks, metode berbasis probabilitas, dan pengklasifikasi ensemble. Salah satu tantangan dalam mengembangkan metode terpandu untuk klasifikasi suara jantung adalah kebutuhan akan sejumlah besar data berlabel. Mendapatkan data berlabel dapat sulit, mahal, dan memakan waktu, terutama dalam domain medis. Jurnal ini menyarankan bahwa pembelajaran semi-terpandu dan metode pembelajaran aktif dapat membantu mengatasi tantangan ini dengan memanfaatkan data berlabel dan tanpa label untuk membangun model klasifikasi yang lebih baik.

Penulis mengusulkan pendekatan semi-terpandu berbasis Generative Adversarial Networks (GAN) yang memanfaatkan data tanpa label untuk meningkatkan pembelajaran distribusi data. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi beban pelabelan manual dalam praktik klinis. Metode yang diusulkan mencapai kinerja yang lebih baik, yang diukur dengan AUROC (Area Under the Receiver Operating Characteristic curve), dibandingkan dengan metode terpandu saat sampel data berlabel terbatas.

Selain itu, jurnal ini mengeksplorasi metode tidak terpandu untuk klasifikasi suara jantung, dengan memperlakukan masalah tersebut sebagai skenario deteksi anomali. Salah satu pendekatan melibatkan penggunaan 1D Convolutional Neural Network (CNN) Autoencoder untuk ekstraksi fitur tanpa pengawasan, yang dikombinasikan dengan one-class Support Vector Machines (SVM). Metode ini mencapai kinerja yang baik tanpa memerlukan pelabelan data.

Penulis membahas potensi metode semi-terpandu dan tidak terpandu yang diusulkan dalam menciptakan dataset berkualitas tinggi dan aplikasi masa depan sebagai alat alur kerja. Mereka menekankan perlunya penelitian lebih lanjut dan eksperimen untuk memvalidasi dan memperbaiki pendekatan ini dalam konteks klinis.

2.6 Tinjauan 6

Real-Time Smart-Digital Stethoscope System for Heart Diseases Monitoring

Muhammad E.H. Chowdhury 1,* , Amith Khandakar 1, Khawla Alzoubi 1, Samar Mansoor 1

,Anas M. Tahir 1, Mamun Bin Ibne Reaz 2 and Nasser Al-Emadi 1

1 Department of Electrical Engineering, College of Engineering, Qatar University, Doha 2713, Qatar; amtk@qu.edu.qa (A.K.); kalzoubi@qu.edu.qa (K.A.); sm1204406@student.qu.edu.qa (S.M.); a.tahir@qu.edu.qa (A.M.T.); alemadin@qu.edu.qa (N.A.-E.)

2 Department of Electrical, Electronic & Systems Engineering, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor 43600, Malaysia; mamun@ukm.edu.my

* Correspondence: mchowdhury@qu.edu.qa; Tel.: +974-4403-7382

Jurnal ini membahas pengembangan model prototipe untuk sistem stetoskop digital pintar waktu nyata yang bertujuan untuk memonitor suara jantung dan mendiagnosis kelainan terkait penyakit jantung. Sistem ini terdiri dari dua subsistem: subsistem stetoskop digital portabel dan subsistem pengambilan keputusan berbasis komputer.

Subsistem portabel menangkap suara jantung pasien, menyaring dan mendigitalisasi suara tersebut, lalu mengirimkannya secara nirkabel ke komputer pribadi. Subsistem berbasis komputer memvisualisasikan suara jantung dan memprosesnya lebih lanjut untuk menentukan apakah suara tersebut normal atau abnormal. Sistem ini menggunakan teknologi Bluetooth rendah energi untuk komunikasi nirkabel antara subsistem.

Untuk mengklasifikasikan suara jantung yang abnormal dan normal, para penulis melatih database publik menggunakan dua puluh tujuh fitur, termasuk domain waktu, domain frekuensi, dan koefisien cepstral frekuensi Mel (MFCC). Mereka menguji optimisasi hiperparameter dan metode reduksi fitur untuk meningkatkan akurasi. Algoritma ensemble yang dioptimalkan mencapai akurasi klasifikasi 97% untuk suara jantung yang abnormal dan 88% untuk suara jantung yang normal.

Jurnal ini menekankan perlunya adanya sistem yang terjangkau dan portabel untuk deteksi dini penyakit jantung. Sistem stetoskop digital pintar yang diusulkan bertujuan untuk mengatasi kebutuhan tersebut dengan memberikan pemantauan dan diagnosis waktu nyata terhadap suara jantung.

Topik penelitian ini berkaitan dengan menggunakan klasifikasi cerdas HS/PCG untuk menjelajahi penyakit jantung. Penelitian sebelumnya telah secara mendetail mengulas teknik pemrosesan PCG dan menjelaskan kelainan-kelainan serta karakteristik PCG yang terkait. Sejarah penggunaan PCG untuk diagnosis dan langkah-langkah pemrosesan sinyal terkait juga telah dibahas. Tren terbaru dalam teknik pembelajaran mesin untuk klasifikasi otomatis dan pemilihan fitur telah dieksplorasi. Artikel-artikel berbeda telah membahas teknik-teknik untuk

segmentasi otomatis, ekstraksi fitur, reduksi fitur, dan algoritma-algoritma klasifikasi. Namun, masih diperlukan kombinasi fitur-fitur domain waktu, domain frekuensi, dan domain waktu-frekuensi yang dapat digunakan untuk klasifikasi secara real-time dengan akurasi tinggi. Selain itu, belum ada penelitian terbaru yang menggunakan solusi perangkat keras untuk akuisisi sinyal PCG dan pembelajaran mesin real-time untuk klasifikasi.

Penelitian ini terdiri dari lima bagian. Bagian pertama merangkum berbagai suara jantung, penelitian terkini mengenai klasifikasinya, dan motivasi dari penelitian ini. Bagian kedua menjelaskan detail eksperimen dan metode yang digunakan, termasuk subsistem sensor dan subsistem deteksi cerdas. Bagian ketiga menjelaskan metode analisis dan langkah-langkah pra-pemrosesan. Bagian keempat menyajikan hasil dan pembahasan. Bagian terakhir menyimpulkan penelitian ini dan memberikan arahan penelitian mendatang.

2.7 Tinjauan 7

Heart Sound Data Acquisition and Preprocessing Techniques: A Review Samit Kumar Ghosh <https://orcid.org/0000-0003-2267-7314> Birla Institute of Technology & Science Pilani, Hyderabad Campus, India Ponnalagu Ramanathan Nagarajan <https://orcid.org/0000-0002-9742-025X> Birla Institute of Technology & Science Pilani, Hyderabad Campus, India Rajesh Kumar Tripathy <https://orcid.org/0000-0003-2517-3103> Birla Institute of Technology & Science Pilani, Hyderabad Campus, India

Sinyal suara jantung atau Phonocardiogram (PCG) mengkuantifikasi informasi tentang aktivitas mekanis jantung, dan para praktisi medis menggunakan stetoskop untuk mendengarkan suara ini. Sinyal PCG dapat

digunakan untuk aplikasi klinis seperti deteksi berbagai penyakit katup dan aplikasi non-klinis seperti sistem biometrik, deteksi stres dan emosi, dll. Akuisisi sinyal PCG dan pra-pemrosesannya adalah tugas penting untuk diagnosis gangguan terkait katup jantung, dan lainnya. Teknik pre-processing suara jantung meliputi denoising sinyal PCG, segmentasi suara jantung pertama dan kedua (S1, S2) dan komponen suara jantung lainnya dari sinyal PCG, fitur ekstraksi dari komponen suara jantung tersegmentasi, diikuti dengan klasifikasi. Penulis mengulas tentang pendekatan mutakhir untuk akuisisi suara jantung dan teknik pra-pemrosesan dan juga menyediakan informasi yang biasa digunakan oleh para peneliti untuk validasi sinyal PCG pada algoritma pemrosesan.

2.8 Tinjauan 8

A Novel Cardiac Auscultation Monitoring System Based on Wireless Sensing for Healthcare
HAORAN REN 1 , HAILONG JIN² , CHEN CHEN 1 , HEMANT GHAYVAT 1 , AND WEI CHEN 1,3,
(Senior Member, IEEE) 1Center for Intelligent Medical Electronics, School of Information Science
and Technology, Fudan University, Shanghai 200433, China 2Department of Biomedical
Engineering, School of Electrical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China
3Shanghai Key Laboratory of Medical Imaging Computing and Computer Assisted Intervention,
Fudan University, Shanghai 200433, China CORRESPONDING AUTHOR: W. CHEN
(w_chen@fudan.edu.cn)

Artikel penelitian ini menjelaskan tentang sistem pendeteksian nirkabel yang baru untuk memantau dan menganalisis kondisi jantung. Sistem ini menggunakan teknologi nirkabel dan Internet of Things (IoT) untuk memberikan pemantauan jantung kontinu tanpa memerlukan layanan perawatan kesehatan manual. Sistem yang diusulkan mencakup unit sensor auskultasi jantung, modul Bluetooth untuk transmisi data, dan aplikasi seluler untuk visualisasi dan analisis data.

Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan kemudahan dan aksesibilitas auskultasi jantung dengan menyediakan solusi portabel dan hemat biaya. Sistem ini mengatasi keterbatasan metode auskultasi tradisional yang bergantung pada interpretasi subjektif dan kurang memiliki kemampuan untuk merekam dan melacak suara jantung dari waktu ke waktu. Dengan mengintegrasikan teknologi nirkabel, sistem ini memungkinkan pemantauan real-time dan akses jarak jauh terhadap data jantung.

Artikel penelitian menguraikan desain dan implementasi sistem ini. Artikel ini membahas pemilihan sensor, penggunaan Bluetooth 4.0 untuk transmisi data, dan pengembangan algoritma pemrosesan sinyal untuk menghilangkan noise dan ekstraksi fitur. Arsitektur sistem mencakup komponen penyimpanan dan analisis data, yang memungkinkan para profesional kesehatan untuk mengakses dan menginterpretasikan data yang terkumpul.

Para penulis juga menyoroti pentingnya auskultasi jantung dalam mendiagnosis penyakit kardiovaskular dan memantau perkembangan kondisi jantung. Mereka membahas tantangan metode auskultasi tradisional dan manfaat potensial dari stetoskop elektronik. Meskipun ada perangkat komersial yang ada, namun perangkat-perangkat tersebut bisa mahal dan kurang memiliki kemampuan analisis data yang komprehensif.

Sistem yang diusulkan menawarkan alternatif yang lebih murah dengan pemantauan real-time, transmisi data nirkabel, dan analisis sinyal terintegrasi. Artikel penelitian ini menyajikan hasil eksperimen berdasarkan teknik pemrosesan sinyal, yang menunjukkan keefektifan sistem dalam membedakan suara jantung

normal dan abnormal. Secara keseluruhan, para penulis mengungkapkan bahwa sistem pemantauan auskultasi jantung memiliki potensi untuk meningkatkan pengelolaan diri penyakit jantung dan meningkatkan kualitas perawatan bagi pasien. Dengan menyediakan pemantauan kontinu dan analisis data yang dapat diakses, sistem ini dapat berkontribusi pada diagnosis dini, perawatan kesehatan jarak jauh, dan pengobatan yang disesuaikan.

2.9 Tinjauan 9

Phonocardiographic Sensing using Deep Learning for Abnormal Heartbeat Detection

Siddique Latif¹, Muhammad Usman², Rajib Rana³, and Junaid Qadir¹¹

Information Technology University (ITU)-Punjab, Pakistan

²COMSATS Institute of Information Technology, Islamabad ³University of Southern Queensland, Australia

Penelitian yang diusulkan dalam jurnal ini bertujuan untuk mengembangkan solusi berbasis deep learning untuk mendeteksi detak jantung yang tidak normal menggunakan sensor fonokardiografik (PCG). Penulis menyoroti tantangan yang terkait dengan auskultasi manual dan prosedur mahal seperti echocardiogram. Mereka mengusulkan penggunaan Jaringan Saraf Rekurrent (RNN), khususnya unit Long Short-Term Memory (LSTM), karena kemampuannya dalam memodelkan data berurutan atau temporal.

Penulis menjelajahi berbagai model RNN dan membandingkan kinerjanya dengan literatur yang ada. Mereka menggunakan dataset PhysioNet Computing in Cardiology Challenge 2016, yang berisi rekaman PCG dari berbagai area tubuh manusia. Pendekatan yang diusulkan melibatkan preprocessing suara jantung, mendeteksi suara jantung pertama dan kedua (S1 dan S2), membagi sinyal,

mengekstraksi fitur, dan memberikannya ke model RNN untuk klasifikasi menjadi detak jantung normal atau tidak normal.

Jurnal tersebut membahas karya terkait dalam bidang analisis PCG, dengan menyoroti penelitian sebelumnya yang menggunakan model pembelajaran mesin klasik, jaringan saraf feedforward, dan model deep learning seperti CNN. Namun, tidak ada penelitian sebelumnya yang mengeksplorasi penggunaan RNN, yang sangat cocok untuk analisis data berurutan.

Penulis menjelaskan arsitektur dan persamaan RNN, khususnya unit LSTM, yang terdiri dari blok memori dengan gerbang masukan, keluaran, dan lupakan. Mereka menjelaskan bagaimana unit LSTM dapat menangkap dinamika temporal dan membuat prediksi berdasarkan keadaan tersembunyi dan input sebelumnya.

Secara keseluruhan, pendekatan yang diusulkan bertujuan untuk memanfaatkan teknik deep learning, khususnya RNN, untuk mendeteksi secara otomatis detak jantung yang tidak normal menggunakan sinyal PCG. Penulis mengklaim bahwa model mereka memiliki kinerja yang lebih baik daripada pendekatan sebelumnya dan memberikan wawasan tentang kompleksitas waktu proses berbagai model RNN.

2.10 Tinjauan 10

Classification of Heart Sound Signal Using Multiple Features Yaseen, Gui-Young Son and Soonil Kwon * Department of Digital Contents, Sejong University, Seoul 05006, Korea; gikian86@gmail.com (Y.); sgy1017@naver.com (G.-Y.S.) * Correspondence: skwon@sejong.edu; Tel.: +82-2-3408-3847 Received: 10 October 2018; Accepted: 20 November 2018; Published: 22 November 2018

Abstract: Cardiac disorders are critical and must be diagnosed in the early

Jurnal tersebut membahas klasifikasi sinyal suara jantung untuk membedakan antara kategori normal dan abnormal. Tujuannya adalah untuk mendiagnosis gangguan jantung pada tahap awal dengan tingkat akurasi yang tinggi. Auskultasi jantung, yang melibatkan analisis dan pendengaran suara jantung menggunakan stetoskop elektronik, adalah metode utama yang digunakan untuk penilaian dan diagnosis. Stetoskop elektronik merekam suara jantung sebagai sinyal fonokardiogram (PCG), yang membawa informasi berharga tentang fungsionalitas dan kondisi jantung.

Studi ini mengusulkan algoritma klasifikasi otomatis yang ditingkatkan untuk gangguan jantung berdasarkan sinyal suara jantung. Algoritma ini melibatkan ekstraksi fitur dari sinyal PCG dan pengolahan fitur tersebut menggunakan teknik pembelajaran mesin untuk klasifikasi. Fitur yang digunakan untuk ekstraksi adalah Koefisien Cepstral Frekuensi Mel (MFCC) dan Transformasi Gelombang Diskrit (DWT). Beberapa algoritma klasifikasi, termasuk Mesin Vector Dukungan (SVM), Jaringan Saraf Tiruan Dalam (DNN), dan berbasis perpindahan centroid metode k-nearest neighbor (KNN), digunakan. Untuk meningkatkan akurasi klasifikasi, paper tersebut menyarankan menggabungkan fitur MFCC dan DWT untuk pelatihan dan klasifikasi menggunakan SVM dan DNN. Percobaan yang dilakukan dalam studi ini menunjukkan bahwa penggabungan fitur MFCC dan DWT secara signifikan

meningkatkan hasil ketika digunakan dengan klasifikasi SVM, DNN, dan KNN. Metodologi yang diusulkan mencapai akurasi diagnosis hingga 97% untuk gangguan jantung.

Jurnal ini memberikan rincian tambahan tentang metodologi, algoritma klasifikasi, alat yang digunakan, dan basis data sinyal suara jantung. Juga dibahas hasil dan evaluasi kinerja menggunakan metrik akurasi dan skor F1 yang dihitung rata-rata.

Metodologi yang dijelaskan dalam teks tersebut menguraikan langkah-langkah yang terlibat dalam pemrosesan dan diagnosis sinyal suara jantung. Berikut adalah ringkasan metodologi tersebut:

1. Perolehan sinyal suara jantung: Sinyal suara jantung diperoleh menggunakan stetoskop elektronik atau perangkat lain yang sesuai.
2. Penghilangan noise: Teknik pengolahan sinyal diterapkan untuk menghilangkan noise atau artefak yang tidak diinginkan dari sinyal suara jantung yang diperoleh, memastikan sinyal yang bersih untuk analisis lebih lanjut.
3. Pemantauan sinyal PCG: Sinyal suara jantung dipantau pada tingkat frekuensi tertentu untuk mengonversikannya menjadi representasi digital yang cocok untuk analisis.
4. Ekstraksi fitur: Fitur-fitur relevan diekstraksi dari sinyal suara jantung untuk menangkap karakteristik penting. Fitur-fitur ini mungkin meliputi durasi, pitch, dan bentuk komponen suara jantung yang berbeda.

5. Pelatihan dan klasifikasi: Klasifikasi mesin pembelajaran seperti Support Vector Machines (SVM), Deep Neural Networks (DNN), atau K-Nearest Neighbors (KNN) berdasarkan perpindahan pusat digunakan untuk mengklasifikasikan sinyal suara jantung ke dalam kategori yang berbeda. Dalam penelitian ini, klasifikasi mencakup kategori normal dan empat kategori abnormal: stenosis aorta (AS), regurgitasi mitral (MR), stenosis mitral (MS), dan prolaps katup mitral (MVP).
6. Evaluasi kinerja: Kinerja model klasifikasi dievaluasi untuk menentukan akurasi dan efektivitas mereka dalam mengklasifikasikan sinyal suara jantung. Metrik seperti akurasi klasifikasi, presisi, recall, dan skor F1 dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja.

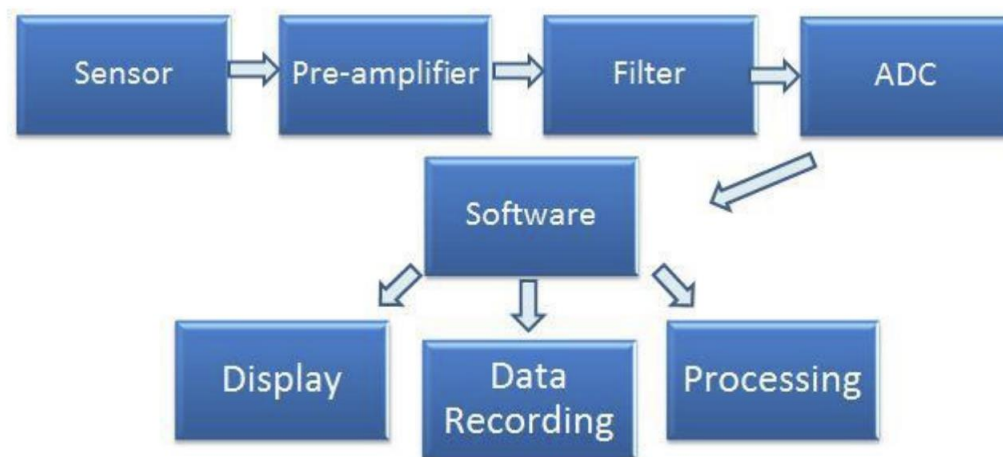
Perlu dicatat bahwa teks juga menyebutkan ketidakcocokan Convolutional Neural Networks (CNN) untuk set fitur yang digunakan dalam studi ini dan preferensi terhadap metode DNN berdasarkan hasil yang lebih baik dalam uji coba awal.

Bab 3

Metodologi

Pengenalan karakteristik suara jantung , juga dikenal sebagai auskultasi jantung,telah menjadi salah satu metode paling primitif dan populer untuk mendeteksi penyakit jantung dini dengan bantuan suara jantung abnormal. Phonocardiogram (PCG), juga dikenal sebagai suara jantung (HS), adalah grafik rekaman HS dengan bantuan alat yang disebut fonokardiograf .

Terdapat tiga keterbatasan utama dari auskultasi jantung: Pertama, persyaratan perangkat harus sangat sensitif karena suara memiliki amplitudo yang sangat rendah. Kedua, sinyal suara jantung dengan amplitudo rendah rentan terganggu oleh suara kebisingan yang mengakibatkan diagnosis yang salah. Akhirnya, keandalan teknik auskultasi terutama tergantung pada keterampilan, keahlian, dan kemampuan pendengaran dokter.



Gambar 1 : Blok Diagram Sistem Steteskop Cerdas

Agar suara jantung dapat ditampilkan dengan jelas, maka sinyal listrik yang diperoleh melalui mikrofon elektret yang terintegrasi dalam steteskop analog

direncanakan melewati preamplifier lalu menuju serangkaian filter aktif (low-pass ;untuk mencegah aliasing, filter high-pass ;untuk mencegah suara frekuensi sangat rendah) yang dihasilkan oleh tekanan selama kontak stetoskop, secara berurutan. kemudian akan dikuantifikasi menjadi sinyal digital dengan system konverter analog-ke-digital (ADC) yang terintegrasi dalam mikrokomputer. Kemudian, sinyal digital yang mengandung noise akan ditapis dengan menggunakan filter digital yang dirancang dengan perhitungan pada MATLAB untuk mendapatkan sinyal suara seharusnya dalam modul pemrosesan sinyal digital , kemudian sampel sinyal diproses untuk ekstraksi fitur dan klasifikasi. Setelah itu, diagnosis otomatis dapat dilakukan.

3.1 Motivasi

Penulis mengusulkan solusi teknologi yang dibangun di atas stetoskop klasik , yang hampir tidak berubah sejak penemuannya di awal 1800-an. Alat klinis yang ada di mana-mana ini memiliki sejumlah keterbatasan. Untuk hasil terbaik, pengguna harus berada di lingkungan yang tenang, karena kebisingan latar belakang dapat dengan mudah menutupi suara halus yang berasal dari paru-paru. Diagnostik harus terlatih dengan baik dalam memposisikan peletakan stetoskop pada dada dengan benar dalam menafsirkan suara. Tenaga Kesehatan harus belajar melakukannya dengan baik dan membutuhkan waktu dan bimbingan, dan bahkan para ahli pun bisa berbeda pendapat tentang apa yang mereka dengar. Itu sebabnya bahkan dokter yang berpengalaman pun lebih memilih untuk melengkapi penggunaan stetoskop dengan teknik lain, seperti rontgen dada.

Motivasinya adalah bagaimana kita dapat mengatasi keterbatasan stetoskop klasik dan memanfaatkan biaya rendah dan kemudahan dalam penggunaannya sekaligus juga kemampuan memberikan referensi Keputusan diagnose berbasis kecerdasan artifisial.

3.2 Framework Riset

Detak jantung dan aliran darah yang dihasilkan melalui jantung menghasilkan suara jantung yang identik. Aktivitas penutupan katup jantung yang menghasilkan suara jantung normal: penutupan katup mitral dan trikuspid menghasilkan bunyi jantung pertama (“S1”), dan penutupan katup aorta dan pulmonal menghasilkan bunyi jantung kedua atau disebut suara jantung (“S2”) .

Pembukaan katup jantung biasanya tidak menghasilkan suara. Juga, aliran darah dari satu struktur jantung ke struktur lain biasanya laminar atau cenderung diam atau dikatakan di bawah normal. Masalah pada katup jantung atau otot jantung atau keduanya menyebabkan jantung tidak normal dan menimbulkan suara dan gumaman. Suara jantung (HS) ketiga (S3) biasanya disebabkan oleh pengurangan darah secara tiba-tiba suplai dari atrium kiri ke ventrikel.

Pada anak-anak dan orang dewasa (35-40 tahun), ini normal. Namun, pada kelompok usia lain dan terutama pada kelompok usia lebih dari 40 tahun, tidak normal dan dapat berhubungan dengan disfungsi atau dapat berhubungan dengan over loading volume ventrikel . Pada suara keempat (S4) berhubungan dengan gagal jantung pada periode diastolik. Suara jantung ini bisa lebih lanjut dicirikan sebagai frekuensi S1 karena lebih kecil dari S2. Suara bernada rendah S3 dan S4

terjadi 0,1 hingga 0,2 detik setelah S2 dan sekitar 0,07 hingga 0,1 detik sebelum S1. Kemungkinan munculnya anomali suara jantung (HS) lainnya seperti murmur yang dapat dikorelasikan sebagai masalah kardiovaskular.

Bunyi jantung S1 dan S2 adalah bunyi bernada tinggi dan terdengar baik dari diafragma stetoskop. Bunyi jantung normal S1 dan S2 memiliki rentang frekuensi 50-60 Hz dan 80-90 Hz.. Suara jantung ke tiga (HS) S3 dapat didengar selama aliran darah masuk ke ventrikel dari atrium dan biasanya suara bernada rendah pra-diastolik. Ketika gagal jantung terdeteksi, S3 dapat dirujuk sebagai gejala ekstrapolatif yang buruk. S3 memiliki bandwidth 20-30 Hz . Bunyi jantung keempat (S4) terjadi pada akhir diastol, yang merupakan suara bernada rendah dan dapat ditandai dengan baik oleh bel dari stetoskop. Bunyi jantung ke empat S4 tidak terlihat selama fibrilasi atrium atau flutter . S4 yang tidak normal memiliki rentang frekuensi di bawah 20 Hz .

Dengan kemajuan teknologi elektronik baru-baru ini, stetoskop digital semakin meningkat popularitasnya . Ada berbagai jenis stetoskop digital yang memiliki telah diindustrialisasi untuk menggantikan stetoskop analog atau stetoskop klasik. Stetoskop digital dapat memberikan kualitas suara lebih baik dengan variasi amplifikasi , meminimalkan kebisingan interferensi, dan menyediakan media untuk visualisasi dan penyimpanan.

Stetoskop elektronik/digital masih dilengkapi dengan kabel penghubung antara bagian dada dan bagian kepala, dengan bagian dada memiliki modul nirkabel untuk ditransmisikan sinyal ke penerima seperti telepon, perekam audio digital, atau komputer untuk merekam dan mendengarkan ke suara. Penulis berusaha untuk mensistematiskan rekomendasi mengenai konstruksi sistem

digital, yang harus diperhatikan untuk mencapai rekaman dan pemrosesan suara jantung berkualitas tinggi. Sistem stetoskop digital terdiri dari sensor, yang menerima sinyal dari dada, preamplifier, untuk memperkuat suara, kemudian filter dan konverter analog ke digital. Data ditransmisikan ke komputer melalui kabel atau nirkabel. Kemudian sampel sinyal diproses untuk ekstraksi fitur dan klasifikasi. Setelah itu, diagnosis otomatis dapat dibuat.

3.3 Pendekatan

Sistem prototipe yang penulis ajukan terdiri dari dua sub sistem yang berkomunikasi secara nirkabel menggunakan Bluetooth teknologi energi rendah (BLE): Subsistem sensor, dan subsistem deteksi cerdas. Sensor akustik pada pertama memperoleh sinyal suara jantung dan memasukkannya ke analog-font-end (AFE), di mana akan mengalami pra-amplifikasi dan penyaringan sinyal suara jantung dan suara bising lainnya. Setelah itu, sinyalnya dikonversi oleh ADC dalam mikrokontroler atau mikro komputer dan ditransmisikan secara nirkabel ke komputer pribadi(PC) atau gawai (ponsel tangan) dimana sinyal akan diproses dan diklasifikasikan menggunakan kecerdasan artifisial.

Akuisisi sinyal suara jantung real-time, amplifikasi, penyaringan, digitalisasi, dan transmisi nirkabel dilakukan oleh sub-sistem sensor. Sensor khusus dirancang dan diimplementasikan dengan memanfaatkan stetoskop klasik atau analog atau tradisional untuk memperkuat bentuk gelombang suara jantung. Transduser atau

sensor dengan bandwidth 20–600 Hz dipilih untuk melakukan konversi suara jantung menjadi sinyal listrik. Transduser ditempatkan di tabung karet sangat dekat dgn bagian diafragma dari stetoskop.

Dari bagian transduser, sinyal diumpankan ke analog front end (AFE), dan mikrokontroler dengan Bluetooth modul energi rendah (BLE). Stetoskop yang dibuat khusus memperoleh sinyal akustik, menguatkan dan menyaring melalui AFE, dan kemudian mendigitalkan dan mengirimkan data mentah ke subsistem pengambilan keputusan. AFE diperlukan untuk mempertahankan rasio signal-to-noise (SNR) yang tinggi, dan sedikit. Sirkuit pra-penguat mengambil sinyal suara jantung yang sangat lemah dari transduser dan menguatkannya ke tingkat yang sesuai.

Sinyal suara yang telah dikuatkan akan diteruskan kepada bagian komputasi filter aktif, Dimana ARM Cortex M0 adalah contoh dari mikrokontroler yang mungkin akan dipilih oleh penulis dan memiliki built-in Bluetooth 4.0 atau modul energi rendah. ARM Cortex menggunakan program antarmuka pengguna, yang memungkinkan pengujian dan menjalankan monitoring untuk mendapatkan sinyal untuk kemudian akan diumpankan untuk bagian denoising dan amplifikasi dgn memanfaatkan algoritma perpustakaan yang ada. ARM Cortex memiliki 10-bit modul analog-to-digital (ADC), yang mampu memperoleh sinyal akustik pada sampling 500 Hz dengan resolusi 2,93 mV. Selain itu, dimensi, fitur konsumsi daya rendah, tegangan operasi 3.0 V voltage, dan modul BLE built-in membuat AFE desain yang sangat baik untuk aplikasi ini. Sensor atau transduser ditenagai dgn baterai Li-ion yang terhubung langsung melalui rangkaian Pengaturan stabilisasi

daya. Modul manajemen daya (PMM) adalah konverter boost (ke 3,3 V dan 5 V) dan micro-USB sebagai pengisi daya.

Suara jantung yang diterima melalui bluetooth dapat dikirimkan kepada gawai atau computer mini , untuk dilakukan proses klasifikasi atau prosesing signal untuk prediksi penyakit jantung . Modul pendeteksian suara jantung pada waktu nyata tergantung pada suara atau signal akustik yang telah difilter atau ditapis dgn baik sehingga mempunyai level atau rasio sinyal-ke-noise yang baik sehingga dapat dikuantisasi lalu kemudian dilakukan training pada computer .

Beberapa metode untuk meningkatkan rasio sinyal-ke-noise menggunakan filter digital dan pemrosesan sinyal, dengan tujuan mendapatkan segmentasi otomatis adalah sebagai berikut:

1. Pemfilteran Median: Metode ini menghilangkan noise impulsif (outlier) dengan mengganti nilai sinyal dengan median dari tetangganya.
2. Pemfilteran Derivative: Metode ini menggunakan turunan sinyal untuk mengidentifikasi perubahan yang signifikan dalam sinyal dan menghilangkan noise kecil yang tidak berpengaruh.
3. Pemfilteran Gaussian: Metode ini menghapus noise acak dengan menerapkan filter Gaussian pada sinyal untuk menghasilkan distribusi normal.
4. Pemfilteran Adaptif: Metode ini menggunakan pendekatan adaptif untuk memperoleh filter yang menyesuaikan karakteristik sinyal dan noise berdasarkan analisis statistik.

5. Ekstraksi Fitur Spektral: Metode ini melibatkan penggunaan transformasi Fourier atau metode pengolahan spektral lainnya untuk mengidentifikasi komponen sinyal yang relevan dan isolasi dari noise.

Dengan menggunakan metode-metode di atas, pengolahan sinyal dan filter digital aktif dapat membantu meningkatkan rasio sinyal-ke-noise, yang pada gilirannya mendukung segmentasi otomatis.

Pada Kesimpulannya ,dengan sistem yang dirancang ini, penulis berharap dapat melakukan pra-diagnosis penyakit jantung dalam waktu singkat tanpa mengekspos pasien pada pemeriksaan terperinci dan prosedur tambahan. Sementara petugas kesehatan yang sesuai mendengarkan suara jantung, di sisi lain, mereka dapat memeriksa informasi anomali jantung terkait di layar sehingga membuat diagnosis awal lebih mudah. Pemeriksaan terperinci (EKG, angiografi, dll) dapat dilanjutkan sesuai dengan pra-diagnosis ini. Penting untuk mengembangkan sistem bantu, terutama untuk mengurangi beban dokter berpengalaman, untuk membantu dokter yang tidak berpengalaman dan untuk menghemat waktu. Dalam penelitian ini, penulis mengharapkan suara jantung dapat secara otomatis didiagnosis apakah ada anomali di jantung atau tidak. Sistem ini dapat diintegrasikan ke dalam platform seluler dengan mengembangkan aplikasi untuk platform seluler. Yang terakhir tetapi tidak kalah pentingnya, filter di unit pemrosesan sinyal analog dapat dihapus dan diimplementasikan secara digital dengan komputer tertanam.

Bibliografi

References

1. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>. Accessed 31 July 2017.
2. Yuel, Z., Liang, J., Shen, Y., "Time – frequency Analysis of Heart Sounds in Telemedicine Consulting System for Auscultation", IEEE International Conference on Information and Automation, 652-657 (2012)
3. Tilkian, A. and Conover, M. (1984). Understanding heart sounds and murmurs with an introduction to lung sounds. W.B. Saunders Company.
4. Durand, L.-G. and Pibarot, P. (1995). Digital signal processing of the phonocardiogram: Review of the most recent advancements. Critical Reviews in Biomedical Engineering.
5. Article Heartbeat Sound Signal Classification Using Deep Learning Ali Raza 1 , Arif Mehmood 1 , Saleem Ullah 1,* , Maqsood Ahmad 1 , Gyu Sang Choi 2,* and Byung-Won On 3 1 Department of Computer Science, Khwaja Fareed University of Engineering and Information Technology, Rahim Yar Khan, Punjab 64200, Pakistan; meetaliraza@outlook.com (A.R.); arifnhmp@gmail.com (A.M.); maqsood.dba@gmail.com (M.A.) 2 Department of Information and Communication Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan 38542, Korea 3 Department of Software Convergence Engineering, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea; bwon@kunsan.ac.kr * Correspondence: salimbzu@gmail.com (S.U.); castchoi@ynu.ac.kr (G.S.C.) Received: 4 October 2019; Accepted: 31 October 2019; Published: 5 November 2019
6. Machine Learning with Applications journal homepage: www.elsevier.com/locate/mlwa Heart sound classification using signal processing and machine learning algorithms Yasser Zeinali a , Seyed Taghi Akhavan Niaki b,* a Department of Industrial Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran b Department of Industrial Engineering, Sharif University of Technology, PO Box 11155-9414 Azadi Ave., Tehran 1458889694, Iran
7. International Journal of Academic Engineering Research (IJAER) ISSN: 2643-9085 Vol. 6 Issue 1, January - 2022, Pages:7-23 www.ijeais.org/ijaer 7 Heart Sounds Analysis and Classification for Cardiovascular Diseases Diagnosis using Deep Learning Mohammad Khaleel Alnajjar and Samy S. Abu-Naser Department of Information Technology, Faculty of Engineering & Information Technology, Al-Azhar University-Gaza, Palestine Received 31 August 2017; revised 29 January 2018 and 5 April 2018; accepted 14 May 2018. Date of publication 4 July 2018; date of current version 17 July 2018.
8. Digital Object Identifier 10.1109/JTEHM.2018.2847329 A Novel Cardiac Auscultation Monitoring System Based on Wireless Sensing for Healthcare HAORAN REN 1 , HAILONG JIN2 , CHEN CHEN 1 , HEMANT GHAYVAT 1 , AND WEI CHEN 1,3, (Senior Member, IEEE) 1Center for Intelligent Medical Electronics, School of Information Science and Technology, Fudan University, Shanghai 200433, China 2Department of Biomedical Engineering, School of Electrical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China 3Shanghai Key Laboratory of Medical Imaging Computing and Computer Assisted Intervention, Fudan University, Shanghai 200433, China CORRESPONDING AUTHOR: W. CHEN (w_chen@fudan.edu.cn) This work was supported in part by the National Key R&D Program of China under Grant 2017YFE0112000 and in part by the Shanghai Municipal Science and Technology Major Project under Grant 2017SHZDZX01

9. Heart sound classification using signal processing and machine learning algorithms Yasser Zeinali a , Seyed Taghi Akhavan Niaki b,* a Department of Industrial Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran b Department of Industrial Engineering, Sharif University of Technology, PO Box 11155-9414 Azadi Ave., Tehran 1458889694, Iran
10. Semi-supervised and Unsupervised Methods for Heart Sounds Classification in Restricted Data Environments Balagopal Unnikrishnan¹ , Pranshu Ranjan Singh¹ , Xulei Yang² , and Matthew Chin Heng Chua¹
11. Heart Sound Data Acquisition and Preprocessing Techniques: A Review Samit Kumar Ghosh <https://orcid.org/0000-0003-2267-7314> Birla Institute of Technology & Science Pilani, Hyderabad Campus, India Ponnalagu Ramanathan Nagarajan <https://orcid.org/0000-0002-9742-025X> Birla Institute of Technology & Science Pilani, Hyderabad Campus, India Rajesh Kumar Tripathy <https://orcid.org/0000-0003-2517-3103> Birla Institute of Technology & Science Pilani, Hyderabad Campus, India