بیمارستان قلب شهید رجایی

مقایسه میزان نمره دهی کلسیم در سی تی آنژیوگرافی بدون ECG و سی تی آنژیوگرافی با ECG به کمک روش های هوش مصنوعی

شناسنامه طرح

کد رهگیری طرح	400134
تاریخ تصویب پیش پروپوزال	
عنوان طرح	مقایسه میزان نمره دهی کلسیم در سی تی آنژیوگرافی بدون ECG و سی تی آنژیوگرافی با ECG به کمک روش های هوش مصنوعی
عنوان لاتین طرح	Comparing the calcium score in Non-ECG-Gated CCTA with ECG-Gated CCTA via image processing and artificial intelligence approaches
تلفن	09121973266
پست الکترونیکی	bitarafan@hotmail.com
نوع مطالعه	مقطعی-Cross-sectional
تاریخ شروع	1401/12/24
تاریخ خاتمه	1402/12/25
آیا طرح چند مرکزی است؟	خیر
مرکز/مراکز دیگر	
نام سازمان تصویب کننده اولیه پروپوزال	
محل اجرای طرح	
محل اجرای طرح	بیمارستان قلب شهید رجایی
سازمان مجری	بیمارستان قلب شهید رجایی
سازمان مجری	
دانشکده/محل خدمت	سایر
رشته تخصصی	فیزیک پزشکی
توضیحات	
نوع طرح ها	

مجری همکاران

نام و نام خانوادگی	سمت در طرح	نوع همکاری	توضیحات
احمد بیطرفان رجبی	مجری اصلی / نویسنده مقاله	نظارت بر اجرای طرح	

مجری همکاران

نام و نام خانوادگی	سمت در طرح	نوع همکاری	توضیحات
علی محمد زاده کوه پاره	مجری اصلی / نویسنده مقاله	نظارت بر اجرای طرح	
مبین محبی	همکار طرح و نویسنده مقاله	سایر	
عرفان برزگر گلمغانی	همکار طرح و نویسنده مقاله	سایر	
دلبند روشنی	همکار طرح و نویسنده مقاله	سایر	
گلناز هوشمند	همکار طرح	سایر	
زینب سلطانی	همکار طرح	سایر	
محمد اکبرنژاد بایی	همکار طرح	سایر	
کیان اسماعیلیان	همکار طرح	سایر	
داود حاج حسنی	همکار طرح	سایر	
کژال الماسی	همکار طرح	سایر	
فرزان طاهری	همکار طرح	سایر	
عارفه قربانی	همکار طرح	سایر	
پرهام صادقی پور	ناظر	نظارت بر اجرای طرح	

دانشده/مرکز مربوطه

رده	نوع ارتباط با مرکز
مرکز تحقیقات مداخلات قلبی و عروقی	وارد کننده

اطلاعات تفصیلی

آیتم ها	متن
بیان مسئله	یکی از اولین علل مرگ و میر در دنیا بیماری های قلبی عروقی می باشد. حدود هفتاد درصد از مرگ و میرهای ناشی از بیماری های قلبی عروقی در کشورهایی با سطح اقتصادی متوسط یا پایین رخ می دهد. بسیاری از بیماری های قلب- عروقی قابل پیشگیری هستند و با توجه به عواملی مانند مصرف دخانیات، چاقی، اضافه وزن، رژیم غذایی نامناسب، مصرف الکل و عدم فعالیت ایجاد می شوند. بیماری های قلبی یکی از تهدید کننده ترین عوامل مرگ و میر به حساب می آیند. سالانه بیش از ششصد هزار مورد جدید نارسایی قلبی وجود دارد، تقریبا در نیمی از این آمار اختلال عملکرد بطن چپ وجود دارد، و در بیشتر این بیماران، بیماری عروق کرونری علت اصلی به حساب می آید. انتظار می رود نرخ مرگ و میر بیماری در کشورهای در حال توسعه افزایش داشته باشد. امروزه به صورت گسترده، سی تی آنژیوگرافی در کنار آنژیوگرافی تهاجمی مورد استفاده

	قرار می گیرد. البته بایستی در نظر داشت که زمانی که برای آنژیوگرافی تهاجمی صرف می شود در حدود چندین ساعت بیشتر از سی تی آنژیوگرافی است. اگر به طریقی سی تی آنژیوگرافی بدون ECG نمره کلسیم را نشان دهد، با توجه به اینکه سی تی آنژیوگرافی با ECG دقیق تر به حساب می آید، این نمره دهی حتما بایستی با سی تی آنژیوگرافی با ECG تایید شود. تصاویر رادیولوژی حاوی حجم زیادی از اطلاعات هستند که هر واحد تصویر ویژگی هایی را نشان می دهد. تکنیک های تحلیل تصویر فعلی بیشتر به ارزیابی بصری کیفی تصاویر و اقدامات کمی خام ساختار قلبی و عملکردی وابسته هستند. به منظور بهینه سازی مقدار تشخیصی تصویربرداری قلبی، به تکنیک های پیشرفته تر تجزیه و تحلیل تصویر نیاز است که امکان سنجش عمیق تر تصویربرداری را فراهم می کند. با این حال پیشرفت داده های بزرگ و یادگیری ماشین، فرصت های جدیدی برای ساخت ابزارهای هوش مصنوعی به وجود آورده است که به طور مستقیم به پزشک در تشخیص بیماری های قلبی، عروقی کمک می کند. رویکرد های یادگیری ماشین با تشخیص مبتنی بر تصویر، به الگوریتم ها و مدل هایی که از مثال های بالینی گذشته از طریق شناسایی الگوهای تصویربرداری پنهان و پیچیده آموزش داده می شوند، متکی است. در حقیقت یادگیری ماشین امکان مدیریت کارآمد حجم زیادی از داده هارا فراهم می آورد.
ضرورت اجرا	امروزه بیماری های شریان کرونری یکی از علل اصلی مرگ و میر است، ولی خوشبختانه می توان با تغییر در عادات زندگی، درمان دارویی، آنژیوپلاستی، استنت گذاری و بای پس کرونری به نتایج درمانی مناسبی رسید، ولی منتظر شدن برای ظهور علائم اغلب بسیار دیر است چون در 50 درصد بیماران عروق کرونری، اولین علامت انفارکتوس میوکارد یا مرگ ناگهانی خواهد بود. در سی تی آنژیوگرافی که از دستگاه سی تی اسکن و یک ماده حاجب استفاده می شود، سریع، راحت و بدون درد است و نسبت به آنژیوگرافی تهاجمی خطر و پیچیدگی کمتری به همراه دارد. فرضیه بر این اصل استوار است که تصاویر سی تی آنژیوگرافی اطلاعات کافی را برای مشخص کردن گرفتگی عروق به همراه دارد. عامل اصلی انسداد عروق کرونری، رسوب چربی خون به ویژه کلسترول نوع LDL در لایه های داخلی عروق کرونر است. تجمّع چربی خون در عروق بدن و به ویژه عروق کرونری منجر به تشکیل پلاک های چربی در داخل رگ های بدن خواهد شد. بعد از رسوب چربی خون در طولانی مدّت، چربی کلسیم خون در لایه های چربی پلاک های عروق رسوب خواهد کرد و اصطلاحاً پلاک های کلسیفیه تشکیل خواهد شد. وجود کلسیم در لایه های داخلی و جدار عروق، بصورت غیرمستقیم نشان دهنده وجود پلاک های چربی در عروق است. در این مطالعه تلاش براین اصل خواهد بود تا با استخراج ویژگی هایی از تصاویر سی تی

	آنژیوگرافی بدون ECG [1]و انجام روش های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، بتوان تخمین دقیقی از نمره کلسیم عروق به دست آورد و میزان گرفتگی عروق را مشخص نمود و بدین صورت از مشکلات و هزینه هایی که سی تی آنژیوگرافی با ECG [2]دارد ، کاست. Non-ECG-Gated CTA [1] ECG-Gated CTA [2]
بررسی متون	بیماری های قلبی- عروقی عامل بسیار مهمی در نرخ مرگ و میر هستند، هرساله 17.9 میلیون انسان بر اثر بیماری های قلبی و عروقی جان خود را از دست می دهند که 31% از مرگ و میر را شامل می شود. اندازه گیری کلسیم عروق کرونری، به عنوان یک ابزار قابل اعتماد پیشنهاد شده است، که برای تشخیص بیماری های قلبی و عروقی مورد استفاده قرار می گیرد [1]. به صورت کلی عدم حضور کلسیم در الکتروکاردیوگرافی، با ریسک پایین بیماری های قلبی و عروقی مرتبط است و افزایش مقدار کلسیم، افزایش ریسک بیماری های قلبی و عروقی را به دنبال خواهد داشت. روش های مرسوم برای مشخص کردن کلسیم در هر تصویر نیازمند یک متخصص است که این قضیه بسیار زمانبر خواهد بود. رویکردهای خودکار می توانند به کاهش حجم کار منجر شود. چندین مطالعه، روش های اتوماتیک با استفاده از اندازه گیری کلسیم را ارزیابی کرده اند .[2] کیفیت تصویر بهبود یافته که به دلیل وضوح زمانی بالای سی تی اسکنرهای پیشرفته امروزی است، منجر به یافته های بیشتری شده است. مطالعات پیشین روی اسلایس های سی تی اسکن نشان داده است که در بیش تر از 52-66 % از سی تی های مربوط به قفسه سینه، حداقل یک بیماری قلبی عروقی در فرد موجود است .[3] یکی از سیستم های مقداردهی کلسیم، سیستم داده و گزارش بیماری های عروق کرونری[1] نامیده می شود که برای تشخیص بیماری های عروق کرونری در روش آنژیوگرافی تهاجمی است و توصیه های مدیریتی را در بیمارانی که با درد قفسه سینه پایدار و یا حاد و نمره خطر قلبی عروقی کم تا متوسط مراجعه می کنند، ارائه می دهد .[4] در چند دهه گذشته، بیشتر مطالعات روی استخراج ویژگی ها[2] تمرکز کرده اند مانند حوزه فرکانس، مدل های مرتبه بالاتر[3] ، ویژگی های تبدیل ویولت، ویژگی های موج استخراج شده و روش های مختلف یادگیری ماشین که برای تشخیص گرفتگی ها مورد استفاده قرار می گیرد، مانند ماشین های بردار پشتیبان[4]، درخت تصمیم[5]، پرسپترون چند لایه[6]، الگوریتم نزدیکترین همسایگی[7] [5].

روش های هیبریدی [6]راه حل های مختلف را با هم ترکیب می کنند، گرچه عملکرد این روش ها به ویژگی های استخراج شده وابسته است. بنابراین، یک فرآیند استخراج پیچیده با نرخ نمونه برداری بالا، ضروری است همچنین موفقیت شبکه های یادگیری عمیق[8] در حوزه های مختلف توجه زیادی را به خود جلب کرده است، یک سیستم مونیتورینگ الکتروکاردیوگرافی

مخصوص بیمار[9] که توسط کرانیاز و همکاران معرفی شد، از یک معماری 3 لایه شبکه های عصبی پیچشی[10] استفاده می کند، این سیستم نتایج خوبی را در دقت تشخیص بیماری های مرتبط با آریتمی مشخص می کند .[7]

در [8] یک مدل بر اساس شبکه های عصبی بازگشتی[11] اجرا شده است تا ویژگی های سیگنال الکتروکاردیوگرافی را یاد بگیرد و از هردو حالت مورفولوژیکی و زمانی استفاده می کند. آکاریا و همکاران، [9] یک مدل براساس شبکه های عصبی پیچشی پیشنهاد دادند که از 11 لایه شبکه عمیق استفاده می کند. در [10] جان و همکاران، از شبکه های عصبی دوبعدی پیچشی[12] استفاده کردند. در [11] یک شبکه عصبی 33 لایه برای طبقه بندی 14 مدل از ریتم های قلب استفاده شد.

همچنین روش های یادگیری تحت نظارت در بسیاری از موارد استفاده شده است، ژادربرگ و همکاران [12] یک شبکه انتقالی را برای استخراج از تصاویر و یادگیری محل رویدادهای مهم، پیاده سازی کردند. مدل شبکه های عصبی پیچشی بایلینیر[13] در [13] پیشنهاد شد، که اطلاعات مرتبه دوم را استخراج می کرد که تمایز بیش تری نسبت به ویژگی های کانولوشن با دو استخراج کننده موازی را دارد.

در [14] اسن و همکاران، یک شبکه عمیق یادگیری جدید پیشنهاد دادند، برای اندازه گیری کلسیم روی تصاویر سی-تی آنژیوگرافی در مقایسه با روش دستی که توسط متخصص صورت می گیرد. حساسیت و دقتی که توسط این روش به دست آمده است، به ترتیب 91% و 92% به دست آمده است.

ایژسووگل و همکاران، در مطالعه پاتولوژی کارديـاک روی سی تی قفسه سینه [14]، ارزیابی رواج سیستم های بیماری های عروق کرونری را برای سی تی آنژیوگرافی با کمک سیستم داده و گزارش بیماری های عروق کرونری و طبقه بندی انجام دادند. فرضیه این است که کیفیت تصویر سی تی آنژیوگرافی برای تشخیص بیماران کافی است .[15]این اولین مطالعه ای بوده است که بازسازی کارديـاک اختصاصی به منظور تشخیص عروق کرونری در آنژیوگرافی سی تی بوده است. همچنین، این مطالعه برای اولین بار طبقه بندی سیستم داده و گزارش بیماری های عروق کرونری را برای آنژیوگرافی سی تی مورد استفاده قرار داده است.

Du و همکاران، برای تشخیص از یک مکانیسم طبقه بندی نظارت شده ریزدانه ای [15] استفاده کردند، نتایج، توانایی این طبقه بند را در مقایسه با تمامی روش های جدید نشان می دهد .[16] CAD Reporting and Data System [1] Feature Extraction [2] HOS [3] Support Vector Machines [4] Decision Tree [5] MLP [6] (K-Nearest Neighborhood (KNN [7] Deep Learning [8] patient-specific ECG [9] CNN [10] Recurrent Neural Network [11] 2D-CNN [12] Bilinear CNN Model [13] Cardiac Patologies on Chest CT [14] Fine Grained [15]	
	منابع
WHO, World Health Organization, Key facts Cardiovascular Diseases [1] (CVDs), 2017. Accessed March 18, 2019, ./https://www.who.int/cardiovascular_diseases/en	

A.M. Fischer, M. Eid, C.N. De Cecco, et al., Accuracy of an artificial [2] intelligence deep learning algorithm implementing a recurrent neural network with long short–term memory for the automated detection of calcified plaques from coronary computed tomography angiography, J. .(Thorac. Imaging (2020

F. Secchi, G. Di Leo, M. Zanardo, M. Ali, P.M. Cannao, F. Sardanelli, [3] Detection of incidental

cardiac findings in noncardiac chest computed tomography, Medicine ((Baltimore) 96 (29) (2017

.e7531

R.C. Cury, S. Abbara, S. Achenbach, A. Agatston, D.S. Berman, M.J. [4] .Budoff, K.E. Dill, J.E

Jacobs, C.D. Maroules, G.D. Rubin, F.J. Rybicki, U.J. Schoepf, L.J. Shaw, A.E. Stillman, C.S. White, P.K. Woodard, J.A. Leipsic, CAD–RADS(TM) coronary artery disease – reporting and data system. An expert consensus document of the society of cardiovascular computed tomography (SCCT), the american college of radiology (ACR) and the north american society for cardiovas

cardiovascular imaging (NASCI). Endorsed by the american college of .cardiology, J. Cardiovasc. Comput. Tomogr. 10 (4) (2016) 269–281

O.M. Mets, R. Vliegenthart, M.J. Gondrie, M.A. Viergever, M. [5] Oudkerk, H.J. de Koning, W.P. Mali, M. Prokop, R.J. van Klaveren, Y. van der Graaf, C.F. Buckens, P. Zanen, J.W. Lammers, H.J. Groen, I. Isgum, P.A. de Jong, Lung cancer screening CT–based prediction of .cardiovascular events, JACC Cardiovasc. Imaging 6 (8) (2013) 899–907

Ramirez, E., Melin, P., Prado–Arechiga, G., 2019. Hybrid model [6] based on neural networks, type 1 and type–2 fuzzy systems for 2–lead cardiac arrhythmia classification. Expert Systems with Applications 126, .295–307

Kiranyaz, S., Ince, T., Gabbouj, M., 2016. Real–time patient–specific [7]

ecg classification by 1-d convolutional neural networks. IEEE .Trans-actions on Biomedical Engineering 63, 664–675

[8] Wang, G., Zhang, C., Liu, Y., Yang, H., Fu, D., Wang, H., Zhang, P., 2018. A global and updatable ecg beat classification system based on recurrent neural networks and active learning. Information Sciences 501, .–S0020025518305115

[9] Acharya, U.R., Fujita, H., Oh, S.L., Hagiwara, Y., Tan, J.H., Adam, M., 2017. Application of deep convolutional neural network for auto-mated detection of myocardial infarction using ecg signals. .Information Sciences 415, 190–198

[10] Jun, T.J., Nguyen, H.M., Kang, D., Kim, D., Kim, D., Kim, Y., 2018. ECG arrhythmia classification using a 2-d convolutional neural network. .CoRR abs/1804.06812

[11] Rajpurkar, P., Hannun, A.Y., Haghpanahi, M., Bourn, C., Ng, A.Y., 2017. Cardiologist-level arrhythmia detection with convolutional neural .networks. CoRR abs/1707.01836

[12] Jaderberg, M., Simonyan, K., Zisserman, A., Kavukcuoglu, K., 2015. .Spatial transformer networks. CoRR abs/1506.02025

[13] Lin, T.Y., RoyChowdhury, A., Maji, S., 2015. Bilinear CNN models for fine-grained visual recognition. CoRR abs/1504.07889. URL: .http://arxiv.org/abs/1504.07889

[14] Marly van Assen et al, Automatic coronary calcium scoring in chest CT using a deep neural network in direct comparison with non-contrast cardiac CT: A validation study, 10.1016/j.ejrad.2020.109428

[15] N.G. Eijsvoogel et al, The performance of non-ECG gated chest CT for cardiac assessment The cardiac pathologies in chest CT (CaPaCT) .study, 10.1016/j.ejrad.2020.109151

[16] Nan Du et al, FM-ECG: A Fine-grained Multi-Label Framework for ECG Image Classification, 2020

اهداف: هدف اصلی، اهداف

اختصاصی، هدف کاربردی	**اهداف (خروجی ها) اصلی طرح8** : پیش بینی عدد کلسیم در جهت مشخص نمودن گرفتگی عروق با استفاده از تصاویر سی تی آنژیوگرافی بدون ECG و مقایسه با نتایج سی تی آنژیوگرافی با ECG به کمک روش های هوش مصنوعی **اهداف (خروجی ها) اختصاصی طرح9** : بررسی روش های متنوع و ارائه یک مدل به منظور پیش بینی عدد کلسیم و تشخیص گرفتگی عروق و مقایسه کار با روش استاندارد تشخیص گرفتگی عروق **اهدف کاربردی طرح10** : 1. ارائه یک سیستم هوشمند برای پیش بینی عدد کلسیم در تصاویر سی تی آنژیوگرافی
روش اجرا	در این مطالعه بایستی در ابتدا داده های مورد نیاز جمع آوری گردند، در مباحث یادگیری ماشین، جمع آوری و آماده سازی داده ها اولین مرحله و پایه و اساس کار خواهد بود، بدین منظور باید پس از جمع آوری داده ها و تجزیه و تحلیل آن، داده های جدا افتاده و دور را حذف نمود تا در جواب نهایی تاثیر نداشته باشند، اهمیت این قضیه در میزان واریانس نهایی خواهد بود و می تواند باعث بالا رفتن خطای واریانس مدل بدست آمده شود. مرحله بعدی شامل استخراج ویژگی که جز مراحل بسیار مهم می باشد، در تعیین مدل نهایی بسیار مهم و تاثیرگذار خواهد بود پس از طبقه بندی نمودن میتوان نتایج موردنیاز را ارزیابی نمود و با توجه به جواب بدست آمده از مدل به دست آمده پس از آموزش میزان نمره کلسیم را مشخص نمود و با جواب های حاصل از ECG-Gated CTA مقایسه نمود و پس از محاسبه خطا، دقت سیستم مورد ارزیابی قرار خوهد گرفت. نوع انجام این مطالعه بصورت بررسی مقطعی می باشد.
مشخصات ابزار جمع آوری اطلاعات و نحوه جمع آوری آن	در این مطالعه از نرم افزار های matlab, 3d slicer, R , python استفاده خواهد شد.
روش محاسبه حجم نمونه و تعدادآن	با توجه به بررسی های صورت گرفته ، تعداد حجم نمونه بیش از 100 بیمار در 5 سال اخیر(از تاریخ 1/1/96 لغایت 1/1/1401) و در صورت امکان 200 بیمار خواهد بود. در واقع هدف در نظر گرفته شده برای تعداد حجم نمونه 100 تا 200 بیمار در نظر گرفته شده است.
ملاحظات اخلاقی	

ـطرح به صورت گذشته نگر می باشد. با اجازه از کمیته اخلاق با حفظ محرمانگی اطلاعات از آنها استفاده خواهد شد.

ـ در استفاده از داده های کلینیکی قوانین بیمارستان که شامل حذف اطلاعات شناسایی کننده بیماران از داده ها است رعایت خواهد شد.

ـ در کار تشخیصی بیمار دخالت نخواهد شد.

جدول متغیرها

نام متغیر	نقش متغیر	نوع متغیر کمی ـ پیوسته است؟	نوع متغیر کمی ـ گسسته است؟	نوع متغیر کیفی ـ رتبه ای است؟	نوع متغیر کیفی ـ اسمی است؟	واحد اندازه گیری	تعریف کاربردی	نحوه اندازه گیری
Radiomic Features	مستقل	☒	☐	☐	☐	.	پارامترهای کمی مستخرج از آنالیز رادیومیکس تصاویر CCTA	آنالیز تصاویر
Hounsfield unit	مستقل	☐	☒	☐	☐	.	پارامتر مستخرج از تصویر CCTA	آنالیز تصاویر
Skewness	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	عدم تقارن و انحراف از توزیع نرمال	آنالیز تصاویر
Variance	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	پراکندگی	آنالیز تصاویر
Kurtosis	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	توزیع پیک هیستوگرام	آنالیز تصاویر
GLCM	مستقل	☒	☐	☐	☐	.	ترکیب سطوح خاکستری پیکسل ها یا وکسل های مجاور در یک حجم 3D که در یک راستای تصویر	آنالیز تصاویر
Contrast	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	کنتراست ناحیه مورد نظر	آنالیز تصاویر
Homogeneity	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	معیاری برای یکنواختی تصاویر	آنالیز تصاویر
Mutual information	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	اطلاعات مشترک در داده ها	آنالیز تصاویر
Entropy	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	بی نظمی	آنالیز تصاویر

زمانبندی و اجرا

شرح مختصر مرحله	درصد مرحله	مدت زمان اجرا ـ ماه	از تاریخ	تا تاریخ
جمع آوری داده و قطعه بندی		4	1401/11/01	1402/03/01
پیش پردازش داده و آماده سازی داده		3	1402/03/01	1402/05/01
پردازش تصاویر و پیاده سازی هوش مصنوعی		3	1402/05/01	1402/08/01
ارزیابی سیستم		1	1402/08/01	1402/09/01

زمانبندی و اجرا

شرح مختصر مرحله	درصد مرحله	مدت زمان اجرا ـ ماه	از تاریخ	تا تاریخ
نتیجه گیری و نوشتن مقاله		2	1402/09/01	1402/11/01

هزینه پرسنلی

نام و نام خانوادگی	توصیف دقیق فعالیتی که فرد باید در این تحقیق انجام دهد	کل حق الزحمه ـ ریال
		150,000,000