مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره سوم شماره چهارم. ص ۳۰۹-۳۰۰، ۱۳۹۵

طراحی سیستم تشخیص ندول‌های ریوی از روی تصاویر سی‌تی‌اسکن ریه با استفاده از طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان

حمیدرضا غفاری[۱]، مصطفی مستشاری[۲]*، مریم سادات محمودی[۳]

• دریافت مقاله: ۹۵/۹/۲۸ • پذیرش مقاله: ۹۵/۱۲/۲۱

مقدمه: تشخیص ندول‌های ریوی به کمک رادیولوژی یکی از روش‌های تشخیص زودرس سرطان در تصاویر سی‌تی‌اسکن است. یکی از چالش‌های اصلی برای تشخیص ندول‌های ریوی، مشکل شناسایی و تفکیک ندول‌های ریوی از اجزا ریه می‌باشد. در این پژوهش یک سیستم تشخیص به کمک کامپیوتر جهت شناسایی این ندول‌ها معرفی شده است.

روش: این پژوهش مطالعه‌ای توصیفی-تحلیلی بوده که به روی ۹۷ تصویر سی‌تی اسکن انجام شده است. جهت تشخیص ندول‌های ریوی از طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم ژنتیک به کمک نرم‌افزار متلب استفاده شده است.

نتایج: در این پژوهش در مورد ریه، سعی در دسته‌بندی نواحی تصاویر، به دو دسته دارای ندول و بدون ندول شده است. تحقیق حاضر درصدد ایجاد چارچوبی کاملاً خودکار برای شناسایی ندول‌های ریوی در تصاویر سی‌تی‌اسکن قفسه سینه می‌باشد. این چارچوب بخشی اساسی از سیستم شناسایی به کمک کامپیوتر بوده که در شناسایی دقیق و سریع‌تر ندول‌های ریوی به رادیولوژیست کمک می‌نماید.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، برای تشخیص مناطق مشکوک به ندول، سیستم پیشنهادی به‌طور مؤثری در تشخیص ندول‌های مشکوک و مناطق آن‌ها نسبت به روش‌های قبل عمل کرده است.

کلیدواژه‌ها: ندول‌های ریوی، تصاویر سی‌تی‌اسکن، طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان

•ارجاع: غفاری حمیدرضا، مستشاری مصطفی، محمودی مریم سادات. طراحی سیستم تشخیص ندول‌های ریوی از روی تصاویر سی‌تی‌اسکن ریه با استفاده از طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۳۹۵؛ ۳(۴): ۳۰۹-۳۰۰.

۱. دکتری مهندسی کامپیوتر، استادیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، واحد فردوس، دانشگاه آزاد اسلامی، فردوس، ایران.

۲. کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر، گروه کامپیوتر، واحد فردوس، دانشگاه آزاد اسلامی، فردوس، ایران.

۳. کارشناس ارشد علوم کامپیوتر، مربی، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، ایران.

*** نویسنده مسئول:** خراسان جنوبی، فردوس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس

•شماره تماس: ۰۹۱۵۹۳۴۷۳۰۱

• **Email:** mosteshari.mostafa@yahoo.com

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]

مقدمه

سرطان یکی از بیماری‌های مهلک در جهان است. در میان تمام انواع سرطان، سرطان ریه یکی از بیشترین انواع سرطان‌های تهدیدکننده و برجسته‌ترین علت مرگ‌ومیر در کشورهای مدرن در بین زنان و مردان است. تخمینی از بیماران مبتلا به سرطان ریه در ایالات متحده در سال ۲۰۱۴ مرگ ناشی از بیماران مبتلا به سرطان ریه حدود ۲۷/۲ درصد می‌باشد [۱]. با توسعه صنعت و افزایش مصرف سیگار و دخانیات در ایران، میزان این سرطان در دهه‌های اخیر افزایش یافته است. فعل و انفعالات پیچیده ژنتیکی، هورمونی، عوامل رفتاری و زیست‌محیطی در توسعه سرطان ریه نقش دارد [۱].

سرطان ریه با یک رشد نامنظم و غیرقابل کنترل سلول‌ها در بافت ریه ایجاد می‌شود. ناهنجاری‌های بافت ریه که تقریباً کروی و با قطر حدود ۳۰ میلی‌متر به عنوان ندول‌های ریوی شناخته می‌شوند [۲]. ندول ریوی، یک توده کوچک و گرد است که در ریه‌ها رشد می‌کند. پزشک قادر است آن‌ها را در عکس قفسه سینه و سی‌تی‌اسکن مشاهده نماید. این ندول‌ها معمولاً وقتی بیمار به دلایل دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد کشف می‌شوند. ندول‌ها در مراحل ابتدایی سرطان حجم کوچکی دارد. به‌احتمال ۱۴ درصد، مدت‌زمانی که یک فرد مبتلابه سرطان ریه می‌تواند دوام بیاورد تقریباً ۵ سال است [۲]. اگر بیماری وی موضعی باشد این احتمال ۵۲ درصد و اگر متاستاز باشد در حدود ۴ درصد است؛ بنابراین برای یک بیمار سرطانی در مراحل اولیه بسیار مهم است که بیماری وی تشخیص داده شود و تشخیص به کمک کامپیوتر به همراه رادیولوژی می‌تواند در رسیدن به این مهم بسیار امیدوارکننده باشد [۲].

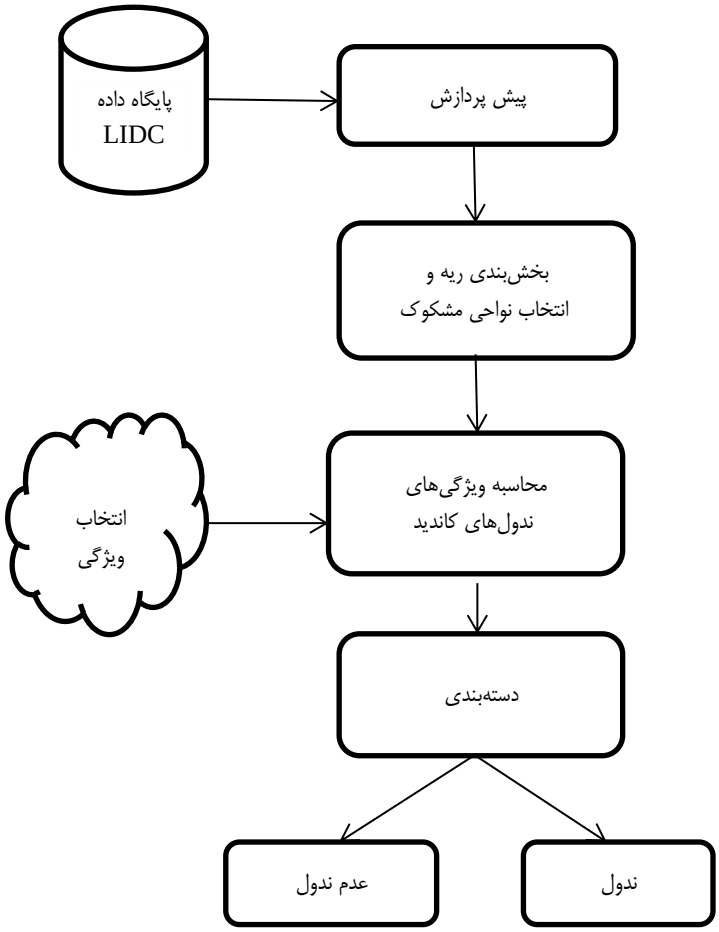
سی‌تی اسکن روش تصویربرداری انتخابی در بررسی بسیاری از بیماری‌های تنفسی از جمله ندول‌های ریوی می‌باشد. از آنجا که تصویر سی‌تی اسکن دارای ویژگی غیرتهاجمی و حساس می‌باشد، جهت تشخیص اولیه سرطان ریه مؤثر است [۳]. تاکنون سیستم‌های کامپیوتری زیادی جهت بخش‌بندی ندول‌های ریوی طراحی شده‌اند. روش‌های ارائه شده بر مبنای شدت روشنایی و شکل ندول هستند. روش‌های مبتنی بر شدت روشنایی بر این اصل استوار است که شدت روشنایی ندول‌ها نسبت به خود ریه بیشتر است. برای اولین بار تشخیص ندول‌های ریوی با استفاده از الگوریتم ژنتیک از روی تصاویر سی‌تی‌اسکن توسط Lee و همکاران ارائه شد که در آن از روش تـطبیق الـگو و الگـوریـتم ژنتیک استفاده گردیده است [۴]. Namin و همکاران [۵] در ابتدا ریه را در تصاویر سی‌تی اسکن با استفاده از روش حدآستانه جدا نمودند. سپس با استفاده از فیلترهای گوسین به کاهش نویزها و تقویت وضوح ندول‌ها پرداختند. Gonçalves و همکاران [۶] روش‌های مختلفی را با استفاده از استراتژی‌های مبتنی بر ماتریس Hessian جهت بخش‌بندی ندول‌های ریه در سی‌تی اسکن قفسه سینه پیشنهاد می‌کند و از یک فرآیند بخش‌بندی چند مقیاسی برای استخراج ندول‌ها استفاده نموده است. Nithila و Kumar به منظور بخش‌بندی ندول‌های ریوی، یک مدل مبتنی بر کانتور فعال و فازی C-means (FCM) توسعه داده‌اند. روش پیشنهادی بر روی تصاویر سی‌تی اسکن، به استخراج پارانشیم ریه و بخش‌بندی ندول‌های ریوی، می‌پردازد. بدین منظور از فیلترهای باینری و گاوسی (Binary and Gaussian filters)و با روش خوشه‌بندی (cluster) جهت بخش‌بندی ندول‌ها استفاده شده است [۷]. Kuppusamy برای شناسایی پیکسل‌های ندول‌های ریوی، الگوریتم همسایگی استفاده نموده است. در این مقاله ندول‌های شناسایی شده از تصاویر سی تی اسکن براساس شکل، بافت و اندازه توسط الگوریتم ژنتیک خوشه‌بندی می‌گردند. الگوریتم مبتنی بر ژنتیک نرخ مثبت کاذب را کاهش و دقت را افزایش می‌دهد [۸].

هدف کلی از انجام تحقیق حاضر، طراحی سیستم تشخیص به کمک کامپیوتر جهت شناسایی ندول‌های ریوی در تصاویر سی‌تی‌اسکن قفسه سینه توسط الگوریتم ژنتیک است که در نهایت سیستم کامپیوتری تشخیص دهد که تصویر موردنظر حاوی ندول است یا خیر؟

روش

این مطالعه از نوع توصیفی–تحلیلی بوده و مجموعه تصاویر مورد استفاده از پروژه تحقیقاتی پایگاه داده تصاویر ریه می‌باشد [۹]. همه تصاویر به فرمت DICOM و در اندازه ۵۱۲*۵۱۲ پیکسل می‌باشند. در این بخش از کار که به عنوان روش کار و پیاده‌سازی شناخته می‌شود سعی شده است با ارائه یک الگوریتم مناسب و اجرای آن بر روی تصاویر ریه هرچه بهتر ضایعات را تشخیص و دسته‌بندی نمود. در شکل ۱ فلوچارت و شرح وظایف به صورت مرحله به مرحله آمده است و در ادامه هر یک از این مراحل مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

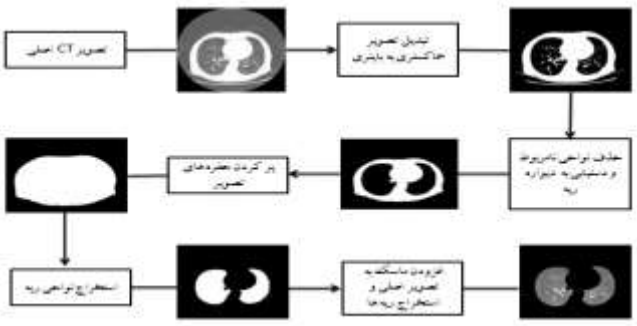
[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]



شکل ۱: مدل پیشنهادی جهت شناسایی و استخراج ندول‌های ریوی

پیش‌پردازش

تشخیص خودکار ناهنجاری‌ها از روی تصاویر سی‌تی‌اسکن ریه یک گام انقلابی در تشخیص زود هنگام بیماری‌های ریوی از جمله بیماری مرگ بار سرطان ریه بوده است. بهترین روش اجرای تشـخیص خودکار ناهـنجاری‌ها به منـظور تجزیه‌وتحلیل تصاویر پزشکی در اولین گام تبدیل تصویر به تصویر مقیاس خاکستری بوده است؛ بنابراین با تبدیل تصویر به تصویر مقیاس خاکستری زمان پردازش کاهش می‌یابد و الگوریتم سریع‌تری تولید می‌شود. پیش پردازش تصویر به منظور بهبود و حذف نویز تصویر می‌باشد که از چند گام تشکیل شده است (شکل ۲). گام‌های مرحله پیش پردازش به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۲: گام‌های مرحله پیش پردازش

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]

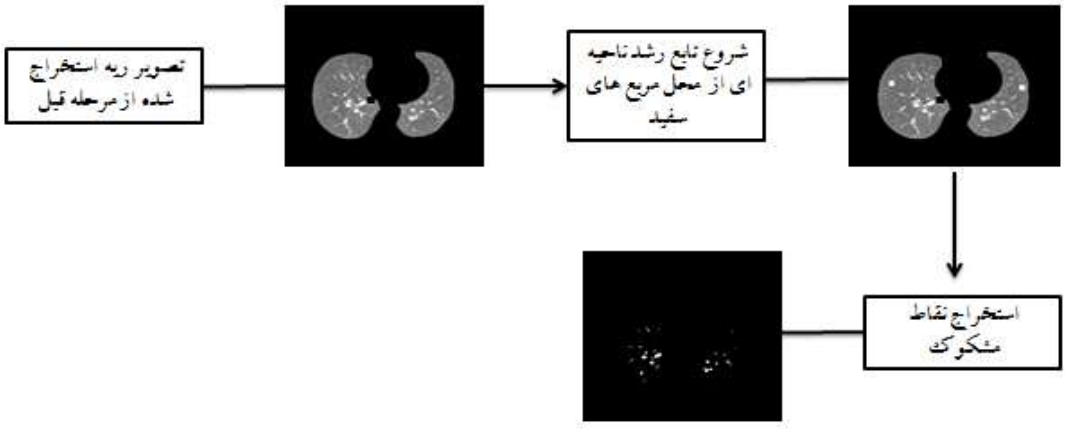
۱- تبدیل تصویر به مقیاس خاکستری
۲- تبدیل تصویر خاکستری به باینری (سیاه و سفید) توسط یک حد آستانه
۳- حذف نواحی نامربوط توسط ماسک باینری جهت دستیابی به دیواره ریه
۴- پرکردن حفره‌های تصویر جهت دستیابی به پس‌زمینه تصویر
۵- ارائه نهایی لبه‌های ریه استخراج شده
۶- افزودن ماسک به تصویر اصلی و استخراج پارانیشم ریه

بخش‌بندی ریه و انتخاب نواحی مشکوک

رشد ناحیه فرآیندی است که پیکسل‌ها یا زیرناحیه‌ها را در نواحی بزرگ‌تری گروه‌بندی می‌کند. ساده‌ترین این روش‌ها پیوستن پیکسل است که با یک مجموعه از نقاط دانه آغاز می‌شود. آنگاه با پیوستن پیکسل‌های همسایه هر دانه به آن، بر اساس مشابهت خواص (مانند نزدیک بودن سطح خاکستری آن‌ها) نواحی بزرگ و بزرگ‌تری ایجاد می‌شود. این رویه تا زمانی‌که هیچ پیکسلی نتواند اضافه شود ادامه می‌یابد. سپس شی مطلوب توسط همه پیکسل‌هایی که در طول فرآیند رشد پذیرفته شده‌اند نمایش داده می‌شود.

معیارهایی که قدرت الگوریتم رشد ناحیه را بالا می‌برند عبارت‌اند از: اندازه ناحیه، شباهت بین پیکسل و پیکسل‌هایی که قبلاً به ناحیه پیوسته‌اند و شکل ناحیه. این معیارها برای انتخاب خواص مناسب برای الحاق نقاط به نواحی و تعیین قاعده توقف، قابل‌استفاده‌اند. در این پژوهش از معیار اندازه ناحیه جهت توقف الگوریتم و معیار حدآستانه در جهت پیوستن پیکسل‌های جدید به شیء مطلوب استفاده شده است.

در شکل ۳ نواحی مشکوک تصویر با روش رشد ناحیه نشان شده است. (دانه‌های اولیه با مربع سفید نشان داده شده‌اند).

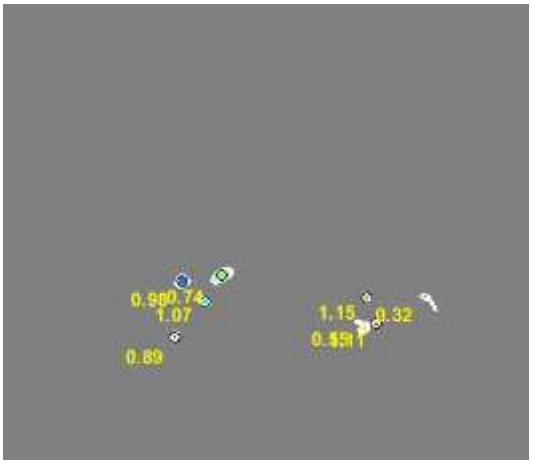


شکل ۳: استخراج نواحی مشکوک

محاسبه ویژگی‌های ندول‌های کاندید

همچنان که در شکل ۳ دیده می‌شود بعد از انتخاب نواحی مشکوک، انبوهی از رگ‌ها، کیسه‌های هوایی و بافت‌های دیگر که درون ریه با هم ترکیب شده‌اند، قابل مشاهده هستند. یکی از روش‌های مفید جهت تفکیک بافت‌های مختلف به منظور تسریع در امر تشخیص استفاده از برچسب‌گذاری رنگی می‌باشد [۱۰]. در این روش نواحی و بافت‌های مجزا از هم با رنگ‌های متفاوت مشخص می‌شوند. در این مرحله از کار با کمک روش‌های پردازش تصویر از جمله مورفولوژی و آستانه‌گذاری، مجموعه پیکسل‌های پیوسته در تصاویر به دست آمده از سی‌تی اسکن مشخص می‌گردد و از پشت صحنه تصویر حذف و برچسب‌گذاری رنگی نقاط مشکوک انجام می‌پذیرد. بدین ترتیب مجموعه نقاط محتمل شامل رگ، ندول، توده و غیره به دست می‌آید (شکل ۴).

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]



شکل ۴: برچسب‌گذاری رنگی نقاط مشکوک

جهت تشخیص ندول از غیرندول در نقاط به دست آمده به بررسی و استخراج ویژگی‌های نواحی ندولی می‌پردازیم.

انتخاب ویژگی

انتخاب ویژگی یکی از مهم‌ترین مراحل در علم بازشناسی الگو، داده‌کاوی و یادگیری ماشین می‌باشد. هدف از انتخاب ویژگی، انتخاب بهترین زیرمجموعه از مجموعه ویژگی‌ها است، به طوری که ضمن کاهش ابعاد فضای ویژگی، دقت نیز بهبود یابد [۱۱]. در این مقاله به کمک الگوریتم ژنتیک و روش جینی که یکی از الگوریتم‌های معروف انتخاب ویژگی فیلتر می‌باشد، فرآیند انتخاب ویژگی انجام شده و ویژگی‌های نهایی استخراج می‌گردند. براین اساس ویژگی‌هایی که در روند تشخیص بهتر ندول‌ها کمک می‌کنند در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشند.

جدول ۱: ویژگی‌های نهایی استخراج شده توسط الگوریتم انتخاب ویژگی

شماره	ویژگی
۱	مساحت
۲	محیط
۳	ضریب سختی
۴	ضریب تحدب
۵	گرد بودن
۶	قطر

الگوریتم ژنتیک و ماشین بردار پشتیبان

روش مورد استفاده در این مقاله اجرای الگوریتم ژنتیک به عنوان روش انتخاب و جستجو در بین جمعیت داده‌ها و بهره‌گیری از ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine) SVM به عنوان تابع شایستگی توکار در الگوریتم ژنتیک است (شکل ۵).

بدین منظور جمعیت اولیه به تعداد Npop کروموزوم به صورت تصادفی با مقادیر شماره دسته‌ها به طول N تولید می‌شود.

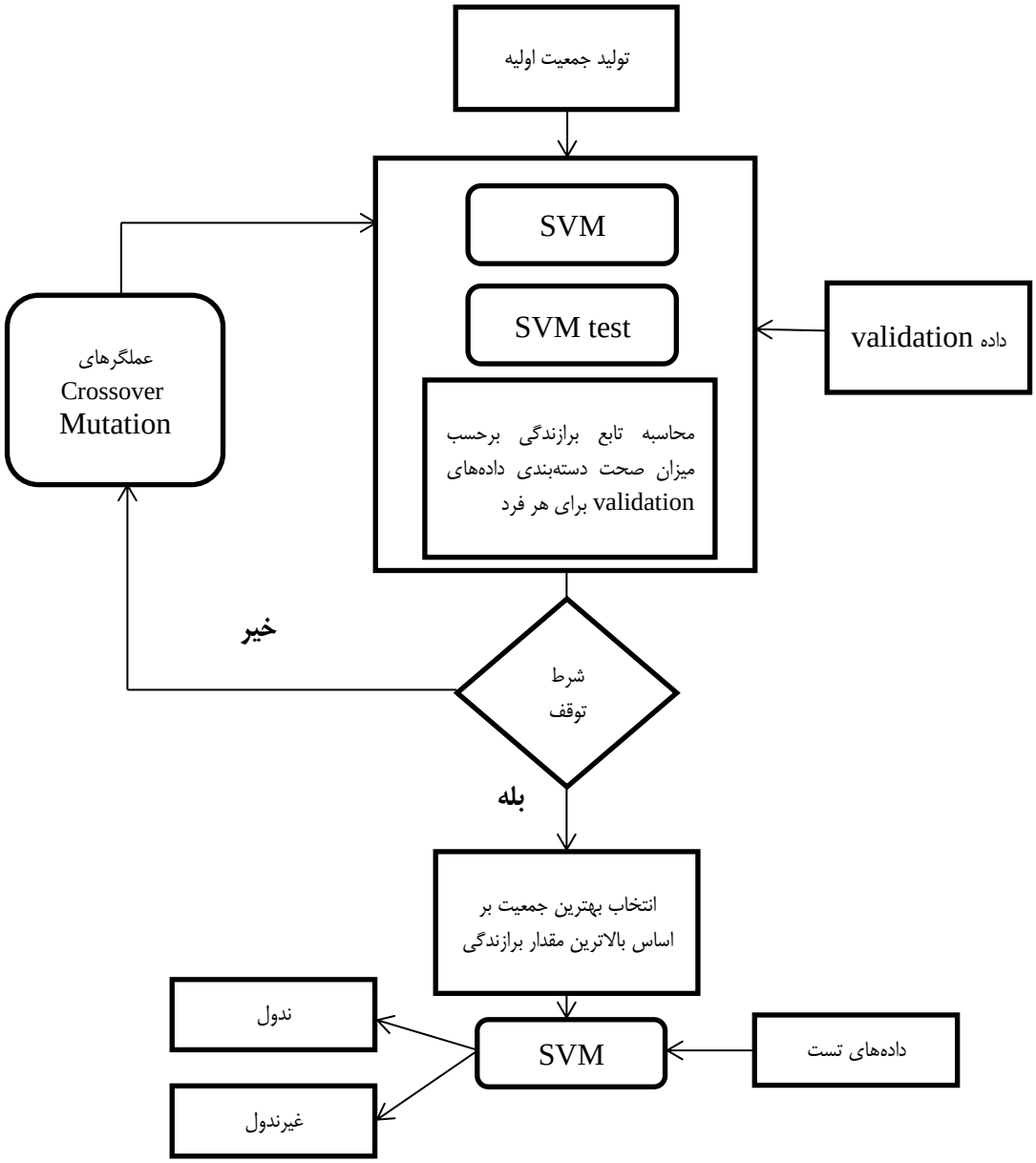
سپس میزان شایستگی هر کروموزوم به کمک الگوریتم SVM ارزیابی می‌شود؛ بنابراین مسئله به صورت یادگیری با ناظر اجرا می‌گردد. سپس SVM به کمک داده‌های آموزشی و جمعیت اولیه، آموزش داده می‌شود و با کمک داده‌های validation مشخص می‌گردد که چه میزان از نمونه‌ها بر اساس تابع هدف درست دسته‌بندی شده‌اند؛ این میزان، دقت SVM را مشخص می‌کند و این دقت همان مقدار تابع شایستگی است.

برای انجام عمل باز ترکیب دو کروموزومی را که دارای بهترین میزان برازندگی می‌باشند را به عنوان والد در نظر گرفته شده سپس کروموزوم‌های والد را از نقطه برش به دو قسمت تقسیم می‌گردند. برای تولید فرزند اول قسمت اول والد یکم را با قسمت دوم والد دیگر ترکیب نموده و فرزند دوم را با ترکیب قسمت دوم

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]

والد یکم و قسمت دوم والد دیگر ترکیب می‌شوند. در عملگر جهش که با احتمال α صورت می‌پذیرد بدین گونه عمل می‌گردد که شماره دسته ستون مورد نظر را با شماره کلاس دیگری از مجموعه کلاس‌ها تعویض می‌شود.

جهت توقف الگوریتم، در الگوریتم پیشنهادی از تعداد ثابت تکرارها استفاده شده است. بعد از توقف الگوریتم، بهترین جمعیت که دارای بالاترین مقدار تابع برازندگی است را به عنوان جمعیت بهینه در جهت آموزش به الگوریتم SVM برای دسته‌بندی کردن داده‌های تست انتخاب می‌گردد.



شکل ۵: الگوریتم پیشنهادی

نتایج

چندین معیار برای ارزیابی کارایی الگوریتم پیشنهادی در این تحقیق در نظر گرفته می‌شود که عبارت‌اند از:

۱- نرخ دسته‌بندی

۲- نرخ صحت

۳-نرخ فراخوانی

۴-F- سنجش

۵-نرخ مثبت کاذب

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]

۶-نرخ منفی کاذب

نرخ دسته‌بندی بیانگر دقت الگوریتم پیاده‌سازی شده در دسته‌بندی دسته‌های مختلف موجود در مسئله تشخیص ندول می‌باشد. این معیار در واقع درصد دسته‌بندی درست الگوریتم می‌باشد. به عبارتی نرخ دسته‌بندی، تعداد نمونه‌هایی است که به درستی دسته‌بندی شده است و از رابطه ۱ به دست می‌آید:

$$\text{Classification Rate} = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FN + FP)} \quad (۱)$$

که در آن:

TP، شامل تعداد نمونه‌های سرطانی است که سیستم آن‌ها را درست تشخیص داده است.

FP، شامل تعداد نمونه‌های سالمی است که سیستم آن‌ها را سرطانی تشخیص داده است.

FN، شامل تعداد نمونه‌های سرطانی است که سیستم آن‌ها را سالم تشخیص داده است.

TN، شامل تعداد نمونه‌های سالمی است که سیستم آن‌ها را سالم تشخیص داده است [۱۲].

نرخ صحت (Precision) که برای هر کدام از دسته‌های موجود قابل محاسبه می‌باشد، جهت تعیین دقت دسته‌بندی برای هر کدام از دسته‌ها در نظر گرفته شده است. در واقع این معیار نشان‌دهنده درصد موفقیت روش دسته‌بندی کننده در تشخیص نمونه‌های مربوط به هرکدام از دسته‌ها می‌باشد. به عبارتی معیار صحت نشان می‌دهد که احتمال این که یک نمونه داده سرطانی توسط سیستم به‌درستی سرطانی شناسایی شود چقدر است، رابطه (۲).

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (۲)$$

معیار فراخوانی (Recall) که از آن به‌عنوان نرخ درست مثبت نیز یاد می‌شود معیاری برای سنجش میزان جواب‌های درست مثبت پیش‌بینی‌شده توسط سیستم می‌باشد. مفهوم این معیار بدین معنا می‌باشد که از مجموع نمونه داده سرطانی در مجموعه داده مورد آزمایش، چند درصد به‌درستی توسط سیستم به‌عنوان سرطانی شناسایی شده‌اند، رابطه (۳). ازآنجایی‌که در ارزیابی یک روش یادگیری ماشین هر دو معیار فراخوانی و صحت اهمیت دارند، از معیار F-سنجش (F-Measure) که ترکیبی از این دو معیار است استفاده می‌شود. این معیار مشخص می‌کند که تا چه حد سیستم در پیش‌بینی جواب‌های درست و پایدار ازلحاظ دقت موفق عمل کرده است. در محاسبه این معیار نحوه محاسبه صحت و فراخوانی دخیل می‌باشند، رابطه (۴).

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (۳)$$

$$\text{F-Measure} = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision * Recall} \quad (۴)$$

هدف اصلی در این پژوهش کاهش نرخ خطا می‌باشد. خطا می‌تواند شامل تصویر سرطانی باشد که سیستم تشخیص ندول، آن را به‌عنوان تصویر سالم می‌شناسد (منفی کاذب) یا تصویر سالمی که سیستم آن را با برچسب سرطان همراه می‌سازد (مثبت کاذب)؛ بنابراین برای به دست آوردن مقادیر ذکرشده به شکل زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{نرخ مثبت کاذب} = \frac{\text{تصاویر تعداد سالمی که سرطانی شناخته شده اند}}{\text{کل تصاویر سالم}}$$

$$\text{نرخ منفی کاذب} = \frac{\text{تعداد تصاویر سرطانی که سالم شناخته شده اند}}{\text{کل تصاویر سرطانی}}$$

معمولاً در یک سیستم تشخیص به کمک کامپیوتر، برای تمامی ویژگی‌های تصویر و یا هر ویژگی استخراج‌شده از آن فقط یک مدل آموزش می‌بینند و فقط از همان مدل به‌منظور دسته‌بندی تصاویر آزمایشی استفاده می‌شود. این امر باعث می‌شود نتیجه موردنظر تحت تأثیر خطاهای آن مدل قرار گیرد. این خطاها ممکن است به دلیل نامناسب بودن مجموعه داده‌های آموزشی به وجود آیند.

ارزیابی معیارهای ذکرشده را می‌توان در جدول ۲ مشاهده نمود. برای ارزیابی سیستم پیشنهادی از ۴۷ تصویر سالم و ۵۰ تصویر سرطانی که به‌صورت تصادفی از مجموعه داده‌ها استخراج شده‌اند، استفاده شده است. ندول‌های تعیین شده توسط الگوریتم پیشنهادی استخراج شده و نهایتاً معیارهای ارزیابی محاسبه گردیده است.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]

جدول ۲: نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی سیستم پیشنهادی

سیستم تشخیص ندول	نتایج
نرخ دسته‌بندی	٪۹۲/۶
نرخ صحت	٪۹۱/۵
نرخ فراخوانی	٪۹۴
F -سنجش	٪۹۲/۷
نرخ مثبت کاذب	۲/۱
نرخ منفی کاذب	۴

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق در مورد ریه، سعی در دسته‌بندی نواحی تصاویر، به دو دسته دارای ندول و بدون ندول شده است. معمولاً در یک سیستم تشخیص به کمک کامپیوتر، برای تمامی ویژگی‌های تصویر و یا هر ویژگی استخراج شده از آن فقط یک مدل آموزش می‌بیند و فقط از همان مدل به‌منظور دسته‌بندی تصاویر آزمایشی استفاده می‌شود. این امر باعث می‌شود نتیجه موردنظر تحت تأثیر خطاهای آن مدل قرار گیرد. این خطاها ممکن است به دلیل نامناسب بودن مجموعه داده‌های آموزشی به وجود آیند. در پژوهش‌های گذشته، Shao و همکاران یک الگوریتم تشخیص خودکار ندول‌های منفرد ریوی ارائه داده‌اند [۱۳]. در مرحله اول الگوریتم پردازش سی‌تی‌اسکن اصلی را پیاده‌سازی می‌نماید و با تکرار آستانه به تقسیم‌بندی پارانیشم ریه می‌پردازد، سپس تجزیه‌وتحلیل هیستوگرام با قابلیت فشردگی برای مشخص کردن ندول‌های مشکوک صورت می‌گیرد و ویژگی‌های استخراج‌شده به دست می‌آید. درنهایت با استفاده از طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان بر اساس ویژگی‌های استخراج‌شده به تشخیص ندول‌ها و برچسب زدن آن‌ها پرداخته می‌شود. این روش از دقت و تشخیص خوبی برخوردار نبوده است ولی سرعت بالایی داشته و زمان کم‌تری را نسبت به بقیه الگوریتم‌ها استفاده کرده است. همچنین تعداد ویژگی‌های استفاده شده ۸ ویژگی می‌باشد. Kuppusamy بر روی ۳۰۲ تصویر سی‌تی‌اسکن الگوریتم همسایگی را جهت شناسایی پیکسل‌ها اعمال نموده که دقت الگوریتم ٪۶۴ است [۸] یک روش جدید برای شناسایی ندول‌های ریوی، بخش‌بندی و تشخیص با استفاده از تصاویر CT توسط کشانی و همکاران پیشنهاد شده است. ناحیه ریه با استفاده از مدل کانتور فعال و ندول‌ها توسط ماشین بردار پشتیبان دسته‌بندی می‌شود. نرخ دسته‌بندی در این مدل ٪۸۹ می‌باشد ولی دارای نرخ مثبت کاذب ۷/۳ است [۱۴،۱۵]. Dou و همکاران [۱۶] از توابع سه بعدی حلقوی شبکه‌های عصبی جهت کاهش نرخ مثبت کاذب در تشخیص ندول‌های ریوی استفاده نموده است. در مقایسه با توابع دو بعدی حلقوی، توابع سه بعدی حلقوی شبکه‌های عصبی می‌توانند اطلاعات کامل‌تر و ویژگی‌های بهتری را استخراج نمایند. Zhou و همکاران به منظور بهبود دقت تشخیص ندول‌ها، ابتدا ۴۲ ویژگی شامل ویژگی‌های دو بعدی و سه بعدی و همچنین ۶ ویژگی جدید را استخراج می‌نمایند. سپس توسط مجموعه‌های Rough عمل انتخاب ویژگی را انجام داده و در نهایت یک مدل بهینه‌سازی گرید را جهت بهبود تابع کرنل ماشین بردار پشتیبان، به منظور شناسایی بهتر ندول‌ها استفاده نموده است [۱۷]. Sweetlin و همکاران نیز به منظور افزایش دقت دسته‌بندی از ترکیب الگورتم کلونی مورچه‌ها و ماشین بردار پشتیبان استفاده نموده‌اند [۱۸]. بدین منظور با استفاده از حدآستانه، ریه چپ و راست را جدا نموده و ۶۰ ویژگی شکل و بافت را با الگوریتم کلونی مورچه‌ها استخراج و انتخاب کرده، سپس توسط ماشین بردار پشتیبان عمل دسته‌بندی را انجام نموده است. دقت دسته‌بندی بدون عمل انتخاب ویژگی ٪۷۷/۵۲ و با انجام انتخاب ویژگی ٪۸۱/۶۶ می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده است نشان می‌دهد که سیستم پیشنهادی نسبت به سایر مطالعات در تشخیص ندول‌ها موفق بوده است و در کشف ندول‌های ریه عملکرد مناسبی داشته است و از طرفی با تصاویری که به‌عنوان کاندیدای اصلی مثبت کاذب می‌باشند، به‌طور انعطاف‌پذیری برخورد کرده است و تمامی ندول‌های محیطی را شناسایی کرده است ولی هر چند که نرخ مثبت کاذب را تا حد قابل قبولی کاهش داده است؛ اما دارای خطای نسبتاً پایینی در شناسایی تصاویر سالم به‌عنوان سرطانی بوده است.

افزایش دقت در تشخیص ندول‌ها به بزرگ‌تر بودن پایگاه داده‌ها بستگی دارد؛ بنابراین در تحقیقات آینده می‌توان با استفاده از پایگاه داده‌های بزرگ‌تر، تعداد تصاویر افزایش و به دنبال آن، دقت الگوریتم را نیز افزایش داد. از طرفی تشخیص ندول‌های متصل به رگ یا دیواره ریه، یکی از مهم‌ترین مشکلات و چالش‌های سیستم‌های موجود است، لذا پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده به این امر نیز توجه ویژه‌ای شود.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]

References

1. National Cancer Institute. Cancer Stat Facts: Lung and Bronchus Cancer.National Cancer Institute, [cited 2015 Feb 25]. Available from: http://seer.cancer.gov/statfacts/html/lungb.html.

2. Ebrahimnejad J, Amirfattahi R, Shayegh F. Usage of template matching for lung nodule detection in CT images, Majlesi Journal of Electrical Engineering 2008; 2(3): 59-67. Persian

3. Sun S, Li W, Kang Y. Lung nodule detection based on GA and SVM. Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), 2015 8th International Conference on; 2015 Oct 14-16; Shenyang, China: IEEE; 2015. p. 96-100.

4. Lee Y, Hara T, Fujita H, Itoh S, Ishigaki T. Nodule detection on chest helical CT scans by using a genetic algorithm; 1997 Dec 8-10; Grand Bahama Island, Bahamas, Bahamas: IEEE; 1997. p. 67-70.

5. Namin ST, Moghaddam HA, Jafari R, Esmaeil-Zadeh M. Automated detection and classification of pulmonary nodules in 3D thoracic CT images. Systems Man and Cybernetics (SMC), 2010 IEEE International Conference on; 2010 Oct 10-13; Istanbul, Turkey: IEEE; 2010. p. 3774-79.

6. Gonçalves L, Novo J, Campilho A. Hessian based approaches for 3D lung nodule segmentation. Expert Systems with Applications 2016;61:1-15.

7. Nithila EE, Kumar SS. Segmentation of lung nodule in CT data using active contour model and Fuzzy C-mean clustering. Alexandria Engineering Journal 2016;55(3):2583-8.

8. Kuppusamy V. Feature Extraction Based Lung Nodule Detection In CT Images. International Journal of Applied Engineering Research 2016;11(4):2697-2700.

9. Armato SG, McLennan G, Bidaut L, McNitt-Gray MF, Meyer C. R, Reeves A P, et al. The lung image database consortium (lidc) and image database resource initiative (idri): A completed reference database of lung nod- ules on ct scans. Medical Physics 2011;38(2):915–31.

10. Aggarwal T, Furqan A, Kalra K. Feature extraction and LDA based classification of lung nodules in chest CT scan images. 2015 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI); 2015 Aug 10-13 Kochi, India: IEEE; 2015.p. 1189-93.

11. Sajadzadeh A, Zahiri H, Razavi SM. Feature Selection Using Binary Harmony Search Algorithm Based on One versus All Classification Methods. Journal of Soft Computing and Information Technology 2015; 4(2): 3-12. Persian

12. Mahmoodi MS, Mahmoodi SA, Haghighi F, Mahmoodi S.M. Determining the stage of breast cancer by data mining algorithms. Iran J Breast Dis 2014; 2(7): 36-44. Persian

13. Shao H, Cao L, Liu Y. A detection approach for solitary pulmonary nodules based on CT images. Proceedings of 2012 2nd International Conference on Computer Science and Network Technology; 2012 Dec 29-31; Changchun, China: IEEE; 2012. p. 1253-57.

14. Keshani M, Azimifar Z, Tajeripour F, Boostani R. Lung nodule segmentation and recognition using SVM classifier and active contour modeling: a complete intelligent system. Comput Biol Med 2013;43(4):287-300.

15. Nithila E, Kumar SS. Lung cancer diagnosis from CT images using CAD system: a review. International Journal of Biomedical Engineering and Technology 2016; 21(4): 311-21.

16. Dou Q, Chen H, Yu L, Qin J, Heng PA. Multilevel Contextual 3-D CNNs for False Positive Reduction in Pulmonary Nodule Detection. IEEE Transactions on Biomedical Engineering; 2016 Sep 26; Biomedical Engineering, IEEE; 2016. p. 1558 - 67.

17. Zhou T, Lu H, Zhang J, Shi H. Pulmonary Nodule Detection Model Based on SVM and CT Image Feature-Level Fusion with Rough Sets. Biomed Res Int 2016;2016:8052436.

18. Sweetlin JD, Nehemiah HK, Kannan A. Feature selection using ant colony optimization with tandem-run recruitment to diagnose bronchitis from CT scan images. Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2017;145:115-25.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2017; 3(4): 300-309

Designing a System for Detection of Pulmonary Nodules in Lung CT Images Using Support Vector Machine Classifier

Ghaffari Hamidreza[1], Mostashari Mostafa[2]*, Mahmoodi Maryam Sadat[3]

• **Received:** 18 Dec, 2016 • **Accepted:** 11 Mar, 2017

Introduction: Detection of pulmonary nodules using CT scan images is one of the methods for early detection of cancer. One of the main challenges for the detection of pulmonary nodules is identifying pulmonary nodules and differentiating them from lung components. In this study, a computer-aided detection system is proposed for the detection of these nodules.

Methods: In this descriptive analytical study, 97 chest CT-scan images were studied. To detect pulmonary nodules, support vector machine classifier and Genetic algorithm by MATLAB software were used.

Results: In this research on the lung, the areas of images were classified into the two groups of with nodule and without nodule and it was tried to create a fully automated framework to detect lung nodules in the chest CT images. This framework is an essential part of the computer-aided detection system that helps radiologists to detect lung nodules more accurately and rapidly.

Conclusion: According to the results of this study, the proposed system is more efficient than the previous methods for detecting suspicious nodules.

Keywords: Pulmonary Nodules, CT Scan Images, Support Vector Machine Classifier

• **Citation:** Ghaffari H, Mostashari M, Mahmoodi M.S. Designing a System for Detection of Pulmonary Nodules in Lung CT Images Using Support Vector Machine Classifier. Journal of Health and Biomedical Informatics 2017; 3(4): 300-309.

1. Ph.D. Computer Engineering, Assistant Professor, Computer Engineering Dept., Ferdows Branch, Islamic Azad University, Ferdows, Iran.
2. M.Sc. Computer Engineering, Computer Engineering Dept., Ferdows Branch, Islamic Azad University, Ferdows, Iran.
3. M.Sc. Computer Sciences, Computer Engineering Dept., Payame Noor University (PNU), Iran.

***Correspondence:** South Khorasan, Ferdows, Islamic Azad University Ferdows Branch.
• **Tel:** 09159347301 • **Email:** mosteshari.mostafa@yahoo.com

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10]