

مروری بر سیستم‌های تشخیص خودکار آمبولی ریوی در تصاویر توموگرافی کامپیوتری آنژیو

مجتبی مسعودی^{۱*}، حمیدرضا پوررضا^۲، مهدی سعادت‌مند طرزجان^۳، فاطمه شفیعی زرگر^۴، مهناز امینی^۵، مسعود پزشکی راد^۶

۱. هوش مصنوعی، کامپیوتر، مهندسی، فردوسی، مشهد، ایران
۲. هوش مصنوعی، کامپیوتر، مهندسی، فردوسی، مشهد، ایران
۳. مهندسی پزشکی، برق، مهندسی، فردوسی، مشهد، ایران
۴. پزشکی، دپارتمان رادیولوژی، علوم پزشکی، مشهد، ایران
۵. پزشکی، دپارتمان داخلی، ریه، علوم پزشکی، مشهد، ایران
۶. پزشکی، دپارتمان رادیولوژی، علوم پزشکی، مشهد، ایران

*دانشگاه فردوسی، مشهد، ۰۹۱۱۹۷۶۴۴۱۸، M.MASOUDI@MAIL.UM.AC.IR

چکیده

مقدمه:

تصاویر توموگرافی کامپیوتری آنژیو ریه به صورت گسترده به عنوان تصاویر اولیه در شناسایی آمبولی ریوی استفاده می‌شوند. استفاده از این برش نازک از قفسه سینه برای بررسی عملکرد بالینی ریه امری ضروری و اجتناب ناپذیر است، اما بطور قابل ملاحظه‌ای باعث افزایش حجم بار زمانی رادیولوژیست می‌شود. از اینرو با توجه به گسترش سیستم‌های پردازش تصاویر پزشکی و آرایه سیستم‌های تشخیص با کمک کامپیوتر تاکنون الگوریتم‌های متعددی برای تجزیه و تحلیل این نوع داده‌ها استفاده شده است. این سیستم‌ها با استفاده از اطلاعاتی که رادیولوژیست با تجربه در اختیار آنها قرار داده است سعی می‌کنند تا رفتاری مشابه با رادیولوژیست داشته باشند.

روش بررسی:

در این مطالعه کلیه مقالات موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی IEEE، ScienceDirect، SPIE، Medical Physics در زمینه پردازش تصاویر توموگرافی کامپیوتری آنژیو ریه و سیستم‌های تشخیص با کمک کامپیوتر، مورد بررسی قرار گرفته است. این مقالات بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ بود و تمام ژورنال‌ها و کنفرانس‌های معتبر در این حوزه را پوشش می‌دهد. موارد بررسی شامل تقطیع ناحیه ریه و درخت عروق، تحلیل ویژگی‌های ساختاری و ظاهری آمبولی و طبقه‌بندی و تعیین ناحیه مورد ظن است. در این پژوهش با بررسی دقیق، هریک از مطالعات را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهیم و نقاط ضعف و قوت آنرا بیان می‌کنیم. علاوه بر این، روند تحقیق و چالش‌های موجود شناسایی شده‌اند.

یافته‌ها:

از مناطق مشابه با آمبولی می‌توان به بافت‌های ریوی اطراف عروق، بیماری‌های بافت پارانشیم، ورید و همچنین تاثیرات جزئی تصویربرداری روی مرزهای عروق اشاره کرد. این مقادیر باعث افزایش خطای مثبت در اکثر روش‌ها شده است. معیار مناسب برای ارزیابی روش‌های موجود، میزان حساسیت روش و تعداد خطای مثبت می‌باشد. تاکنون حساسیت‌های بین ۴۷ تا ۱۰۰ درصد و خطاهای مثبت ۱۸،۴ تا ۲ به ازای هر نمونه بدست آمده است. اما در نبود یک مجموعه داده واحد نمی‌توان ارزیابی مناسب بین الگوریتم‌های مختلف انجام داد چون معیارهای تشخیص آمبولی به شدت به عوامل مختلف همچون بیماری‌های

ریوی، نویز، زمان تصویربرداری، تنوع وجود آمبولی در شاخه‌های اصلی و پیرامونی و... وابسته است. بنابراین ما ارزیابی خود را فقط معطوف به ارقام موجود در حساسیت‌ها الگوریتم‌ها و تعداد خطای مثبت نکردیم.

نتیجه گیری:

آمبولی ریوی یک توده تاریک در میان عروق افزایش کنتراست یافته می‌باشد که عوامل متعددی می‌توانند تشخیص این توده را تحت تاثیر خود قرار دهند. مشکل اصلی روش‌های ارابه شده، تاکنون عدم توانایی توصیف مناسب این توده تحت تاثیر عوامل مختلف و ارابه مدل توصیف‌گر مناسب است. کارهای آینده می‌تواند شامل بررسی تفاوت میان آمبولی در شاخه‌های اصلی و شاخه‌های پیرامونی باشد و به تقطیع کل شی آمبولی بپردازد. به علاوه اگر اطلاعات آناتومیک ریه را در مدل خود تعریف کنیم تا به جدا کردن شریان از ورید بپردازد، باعث کاهش بسیاری از خطاهای مثبت می‌شود. همچنین در آینده باید جابه‌جایی‌های تصنعی بوجود آمده را تشخیص داد که تاکنون هیچ روشی آنرا در مفروضات خود قرار نداده است.

کلید واژه: سیستم‌های تشخیص با کمک کامپیوتر، توموگرافی کامپیوتری آنژیو، آمبولی ریوی، پردازش تصاویر

مروری بر سیستم‌های تشخیص خودکار آمبولی ریوی در تصاویر توموگرافی کامپیوتری آنژیو



مجتبی مسعودی(۱)، حمیدرضا پوررضا(۲)، مهدی سعادت‌مند طرزجان(۳)، فاطمه شفیعی زرگر(*)،

مهناز امینی(*)، مسعود پزشکی راد(*)

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۲- دانشیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۳- استادیار گروه مهندسی برق، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- * دانشجوی دکتری حرفه ای رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
- * استادیار گروه آموزشی ریه، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
- * دانشیار گروه آموزشی رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

روش بررسی

مقدمه

در این مطالعه کلیه مقالات موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی ScienceDirect، IEEE، Medical Physics، SPIE در زمینه پردازش تصاویر توموگرافی کامپیوتری آنژیو ریه و سیستم‌های تشخیص با کمک کامپیوتر، مورد بررسی قرار گرفته است. این مقالات بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ بود و تمام ژورنال‌ها و کنفرانس‌های معتبر در این حوزه را پوشش می‌دهد. موارد بررسی شامل تقطیع ناحیه ریه و درخت عروق، تحلیل ویژگی‌های ساختاری و ظاهری آمبولی و طبقه‌بندی و تعیین ناحیه مورد ظن است. در این پژوهش با بررسی دقیق، هریک از مطالعات را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهیم و نقاط ضعف و قوت آنرا بیان می‌کنیم. علاوه بر این، روند تحقیق و چالش‌های موجود شناسایی شده‌اند.

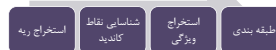
تصاویر توموگرافی کامپیوتری آنژیو ریه به صورت گسترده به عنوان تصاویر اولیه در شناسایی آمبولی ریوی استفاده می‌شوند. استفاده از این برش نازک از قفسه سینه برای بررسی عملکرد بالینی ریه امری ضروری و اجتناب ناپذیر است، اما بطور قابل ملاحظه‌ای باعث افزایش حجم بار زمانی رادیولوژیست می‌شود. از اینرو با توجه به گسترش سیستم‌های پردازش تصاویر پزشکی و ارایه سیستم‌های تشخیص با کمک کامپیوتر تاکنون الگوریتم‌های متعددی برای تجزیه و تحلیل این نوع داده‌ها استفاده شده است. این سیستم‌ها با استفاده از اطلاعاتی که رادیولوژیست با تجربه در اختیار آنها قرار داده است سعی می‌کنند تا رفتاری مشابه با رادیولوژیست داشته باشند.

نتایج

چون در الگوریتم‌های مختلف، معیارهای تشخیص آمبولی به شدت به عوامل متنوعی همچون بیماری‌های ریوی، نویز، زمان تصویربرداری، تنوع وجود آمبولی در شاخه‌های اصلی و پیرامونی و... وابسته است.

مدل‌های تشخیص با کمک کامپیوتر از رفتار رادیولوژیست‌ها تقلید می‌کنند و مانند آنها عمل می‌کنند. ابتدا فضای جستجو را با مجموعه عملیاتی کاهش می‌دهند (استخراج ریه)، سپس با در نظر گرفتن مفروضاتی یک مجموعه نقاط کاندید به آمبولی بودن را شناسایی می‌کنند (گام شناسایی نقاط کاندید). در گام بعدی با توجه به ویژگی‌های متنوع آمبولی در آناتومی ریه، سعی در استخراج ویژگی‌هایی متفاوت در شرایط مختلف مکانی دارند (استخراج ویژگی) و در گام آخر با کاهش خطای مثبت، ناحیه‌های آمبولی ریوی از سایر مناطق پس‌زمینه جدا می‌شوند (طبقه‌بندی). شمای کلی سیستم‌های تشخیص با کمک کامپیوتر در زیر نشان داده است.

مطالعه	سال	روش	دومدی/سه بعدی	تعداد داده	تعداد آمبولی (ناحیه دومدی)	کلاری
یوشیناکا و همکاران	۲۰۰۲	مبتنی بر استخراج عروق با استفاده از آستانه‌های و رشد ناحیه، استخراج ویژگی	دومدی/سه بعدی	۱۹	۲۱	۱۰۰ درصد حساسیت یا ۷۷ خطای مثبت
آبلا کیرلی و همکاران	۲۰۰۶	بازسازی عروق و استفاده از الگوریتم‌های دنبال کردن	سه بعدی	۸	۶۹	۵۰ درصد حساسیت
سونجا یوهمن و همکاران	۲۰۰۷	طراحی یک سیستم تشخیص با کمک کامپیوتر، شامل الگوریتم سورتمه، استخراج ویژگی	-	۴۰	۲۱۲	۷۰ درصد حساسیت یا ۹ خطای مثبت
مارکو دس و همکاران	۲۰۰۸	طراحی یک سیستم تشخیص با کمک کامپیوتر، شامل الگوریتم سورتمه، استخراج ویژگی و فیلترهای کاهش خطای مثبت	-	۲۳	۲۳۰	۸۳ درصد حساسیت یا ۴ خطای مثبت
چان ژو و همکاران	۲۰۰۹	مبتنی بر استخراج عروق، استخراج ویژگی، طبقه‌بندی جداکننده خطی	دومدی/سه بعدی	۱۲۸	۱۳۵	۸۰ درصد حساسیت یا ۲۲۶ خطای مثبت
هنری یونما و همکاران	۲۰۰۹	مبتنی بر استخراج عروق با استفاده از روش‌های دنبال کردن، ارائه روش مبتنی بر موقعیت، استفاده از طبقه‌بندی درختی	دومدی/سه بعدی	۱۹	۱۱	۶۳ درصد حساسیت یا ۴۹ خطای مثبت
سنگ جنول پارک و همکاران	۲۰۱۱	مبتنی بر ناحیه ریه، استفاده از الگوریتم سورتمه، استخراج ویژگی، کاهش ویژگی با رتینگ، طبقه‌بندی با شبکه عصبی مصنوعی	دومدی	۳۰	۶۴۸	۶۳٫۲ درصد حساسیت یا ۱۸٫۲ خطای مثبت
حیدر اوزکان و همکاران	۲۰۱۴	مبتنی بر استخراج عروق با استفاده از اطلاعات آناتومی ریه، کاهش ویژگی برای کاهش خطای مثبت	دومدی/سه بعدی	۲۳	۲۵۰	۹۵ درصد حساسیت یا ۱۴٫۴ خطای مثبت
نیمیا تاجبخش و همکاران	۲۰۱۵	مبتنی بر استخراج ریه، استفاده از الگوریتم سورتمه، ارائه یک نمایش جدید از عروق، استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق	دومدی/سه بعدی	۱۲۱	۳۲۶	۸۳٫۴ درصد حساسیت یا ۲ خطای مثبت



از مناطق مشابه با آمبولی می‌توان به بافت‌های ریوی اطراف عروق، بیماری‌های بافت پاراناشیم، ورید و همچنین تاثیرات جزئی تصویربرداری روی مرزهای عروق اشاره کرد. این مقادیر باعث افزایش خطای مثبت در اکثر روش‌ها شده است. معیار مناسب برای ارزیابی روش‌های موجود، میزان حساسیت روش و تعداد خطای مثبت می‌باشد. تاکنون حساسیت‌های بین ۴۷ تا ۱۰۰ درصد و خطاهای مثبت ۱۸٫۴ تا ۲ به ازای هر نمونه بدست آمده است. اما در نبود یک مجموعه داده واحد نمی‌توان ارزیابی مناسبی انجام داد

منابع اصلی

بحث و نتیجه‌گیری

1. Y. Masutani, H. Macmahon, and K. Doi, "Computerized Detection of Pulmonary Embolism in Spiral CT Angiography Based on Volumetric Image Analysis," IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, VOL. 21, NO. 12, DECEMBER 2002.
2. C. Zhou, H. Chan, B. Sahiner, L. M. Hadjiiski, A. Chughtai, S. Patel, J. Wei, P. N. Cascade, and E. A. Kazerooni, "Computer-aided detection of pulmonary embolism in computed tomographic pulmonary angiography Med. Phys. August 2009.
3. H. Bouma, J. J. Sonnemans, A. Vilanova, and F. A. Gerritsen, "Automatic Detection of Pulmonary Embolism in CTA Images," IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, VOL. 28, NO. 8, AUGUST 2009.
4. S. C. Park, B. E. Chapman, and B. Zheng, "A Multistage Approach to Improve Performance of Computer-Aided Detection of Pulmonary Embolisms Depicted on CT Images: Preliminary Investigation," IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, VOL. 58, NO. 6, JUNE 2011.

آمبولی ریوی یک توده تاریک در میان عروق افزایش کنتراست یافته می‌باشد که عوامل متعددی می‌توانند تشخیص این توده را تحت تاثیر خود قرار دهند. مشکل اصلی روش‌های ارایه شده، تاکنون عدم توانایی توصیف مناسب این توده تحت تاثیر عوامل مختلف و ارایه مدل توصیف‌گر مناسب است. کارهای آینده می‌تواند شامل بررسی تفاوت میان آمبولی در شاخه‌های اصلی و شاخه‌های پیرامونی باشد و به تقطیع کل شی آمبولی بپردازد. به علاوه اگر اطلاعات آناتومیک ریه را در مدل خود تعریف کنیم تا به جدا کردن شریان از ورید بپردازد، باعث کاهش بسیاری از خطاهای مثبت می‌شود. همچنین در آینده باید جابه‌جایی‌های تصنعی بوجود آمده را تشخیص داد که تاکنون هیچ روشی آنرا در مفروضات خود قرار نداده است.