



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گزارش سمینار کارشناسی ارشد

مهندسی کامپیوتر (گرایش نرم افزار)

بررسی ارتباط میان نشانگرهای زیستی با بیماری اضطراب به کمک الگوریتم‌های یادگیری ماشین

دانشجو

پارسا اسدنژاد

استاد راهنما

جناب آقای دکتر قادری

تیر ماه 1404



چکیده

بیماری اضطراب به عنوان یکی از شایع‌ترین اختلالات روان‌پزشکی، تأثیر قابل توجهی بر کیفیت زندگی افراد دارد. تشخیص و پیش‌بینی این بیماری با استفاده از نشانگرهای زیستی دیجیتال (Digital Biomarkers) می‌تواند دقت و عینیت فرآیندهای تشخیصی را بهبود بخشد. در این مطالعه، با به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به بررسی ارتباط بین نشانگرهای زیستی (مانند سطوح هورمونی، نشانگرهای التهابی، و تغییرات اپی‌ژنتیکی) و ابتلا به اختلالات اضطرابی پرداخته شده است.

داده‌های مورد استفاده شامل مجموعه‌ای از نمونه‌های بیولوژیکی و اطلاعات بالینی بیماران مبتلا به اضطراب و گروه کنترل بوده است. پس از پیش‌پردازش داده‌ها و انتخاب ویژگی‌های کلیدی با روش‌هایی مانند **PCA** (تحلیل مؤلفه‌های اصلی) و **SelectKBest**، از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظیر **SVM** ماشین بردار پشتیبان)، راندوم فارست و شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی بیماری استفاده شد. نتایج نشان داد که ترکیب نشانگرهای زیستی با مدل‌های یادگیری ماشین می‌تواند با دقت بالایی (بیش از ۸۵٪) افراد مبتلا به اضطراب را از گروه سالم تفکیک کند.

این پژوهش بر اهمیت ادغام داده‌های مولکولی و هوش مصنوعی در تشخیص زودهنگام و شخصی‌سازی درمان بیماری‌های روان‌پزشکی تأکید دارد و راه را برای مطالعات آینده در کشف مکانیسم‌های عصبی-زیستی اضطراب هموار می‌سازد.

کلمات کلیدی: اختلال اضطراب، نشانگرهای زیستی، یادگیری ماشین، داده‌کاوی پزشکی، طبقه‌بندی

فهرست شکل‌ها

کلیات

مقدمه

اختلالات اضطرابی از شایع‌ترین مشکلات سلامت روان در عصر حاضر هستند که تأثیرات عمیقی بر کیفیت زندگی افراد می‌گذارند. با پیشرفت فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی، امکان استفاده از نشانگرهای زیستی دیجیتال و روش‌های یادگیری ماشین برای تشخیص و مطالعه این اختلالات فراهم شده است. این پژوهش به بررسی ارتباط بین نشانگرهای زیستی دیجیتال و اختلالات اضطرابی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌پردازد.

در سال‌های اخیر، **نشانگرهای زیستی دیجیتال (Digital Biomarkers)** به عنوان داده‌های کمی قابل اندازه‌گیری از طریق دستگاه‌های پوشیدنی، حسگرهای حرکتی، الگوهای خواب، تغییرات ضربان قلب (HRV) و حتی فعالیت مغزی (EEG/fNIRS)، توجه محققان را به خود جلب کرده‌اند. این نشانگرها، برخلاف روش‌های سنتی، به صورت غیرتهاجمی، پیوسته و در شرایط واقعی زندگی جمع‌آوری می‌شوند و بینش دقیق‌تری از وضعیت عصبی-روان‌شناختی فرد ارائه می‌دهند.

از سوی دیگر، پیشرفت‌های **یادگیری ماشین (Machine Learning)** و **هوش مصنوعی** این امکان را فراهم کرده‌اند تا با تحلیل حجم انبوه و پیچیده‌ی داده‌های زیستی، الگوهای پنهان مرتبط با اضطراب کشف شوند. الگوریتم‌های نظارت‌شده مانند **SVM**، **راندوم فارست** و **شبکه‌های عصبی عمیق** می‌توانند با دقت بالا، افراد مبتلا به اضطراب را از گروه سالم تفکیک کنند. همچنین، روش‌های **یادگیری بدون نظارت** (مانند خوشه‌بندی) به کشف زیرگروه‌های ناهمگن در جمعیت بیماران کمک می‌کنند که می‌تواند مسیر را برای درمان‌های هدفمند هموار سازد.

صورت مسئله

تشخیص اختلالات اضطرابی عمدتاً مبتنی بر معیارهای بالینی و گزارش‌های ذهنی بیماران است که ممکن است تحت تأثیر سوگیری‌های مختلف قرار گیرد. از طرفی، نشانگرهای زیستی دیجیتال مانند داده‌های فیزیولوژیکی،

الگوهای خواب و فعالیت‌های حرکتی که از طریق دستگاه‌های پوشیدنی جمع‌آوری می‌شوند، می‌توانند اطلاعات عینی‌تری ارائه دهند. مسئله اصلی این است که چگونه می‌توان از این داده‌های پیچیده و چندبُعدی با کمک یادگیری ماشین برای تشخیص دقیق‌تر اختلالات اضطرابی استفاده کرد.

چالش‌ها

این حوزه با چالش‌های متعددی روبرو است، از جمله: حجم بالای داده‌های ناهمگن، مشکل نویز در داده‌های فیزیولوژیکی، عدم تعادل در نمونه‌های بیمار و سالم، انتخاب ویژگی‌های بهینه از میان نشانگرهای متعدد، تفسیرپذیری مدل‌های پیچیده یادگیری ماشین، و مسائل اخلاقی مربوط به حریم خصوصی داده‌های حساس سلامت روان. همچنین، ناهمگونی اختلالات اضطرابی و تفاوت‌های فردی بیماران، شناسایی نشانگرهای جهانی را با دشواری مواجه می‌سازد. برای مقابله با این مشکلات، راهکارهایی مانند روش‌های پیشرفته پیش‌پردازش داده، استفاده از مدل‌های تفسیرپذیر، و اعتبارسنجی روی چند مجموعه داده مختلف پیشنهاد می‌شود. پیشنهاد می‌شود تکنیک‌های تولید داده مصنوعی برای جبران کمبود نمونه‌ها، و مدل‌های ساده‌تر یادگیری ماشین استفاده شود. همکاری با روانپزشکان و رعایت اصول امنیتی داده‌ها نیز ضروری است. این راهکارها دقت پژوهش را افزایش می‌دهند.

اهداف

این تحقیق سه هدف اصلی دارد، اول می‌خواهیم بفهمیم کدام نشانگرهای زیستی دیجیتال (مثل تغییرات ضربان قلب یا الگوی خواب) بیشتر با اضطراب ارتباط دارند. دوم قصد داریم از روش‌های هوش مصنوعی استفاده کنیم تا این داده‌ها را بهتر تحلیل کنیم و مدل‌های دقیق‌تری برای تشخیص اضطراب بسازیم. سوم می‌خواهیم راه‌حلهایی برای مشکلات این کار پیدا کنیم، مثلاً اینکه چطور با داده‌های ناقص یا نویزدار کار کنیم. در نهایت می‌خواهیم یک سیستم هوشمند طراحی کنیم که با ترکیب این اطلاعات، بتواند اضطراب را زودتر و دقیق‌تر تشخیص دهد. این کار می‌تواند به پزشکان کمک کند درمان‌های مناسب‌تری برای هر بیمار انتخاب کنند.

اهمیت

این مطالعه از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت است. نخست، با ترکیب نشانگرهای زیستی دیجیتال* و یادگیری ماشین، رویکردی نوین و عینی برای تشخیص اختلالات اضطرابی ارائه می‌دهد که می‌تواند محدودیت‌های روش‌های سنتی مبتنی بر پرسشنامه را کاهش دهد. از منظر بالینی، شناسایی الگوهای زیستی مرتبط با اضطراب می‌تواند به تشخیص زودهنگام، پیش‌بینی روند بیماری و حتی درمان شخصی‌سازی شده کمک کند. به‌علاوه، استفاده از داده‌های پوشیدنی، امکان پایش مستمر بیماران را در محیط‌های واقعی فراهم می‌سازد. از دیدگاه فناوری، این پژوهش چارچوبی برای یکپارچه‌سازی داده‌های چندمُدی و توسعه مدل‌های هوش مصنوعی تفسیرپذیر در حیطه سلامت روان ارائه می‌کند که می‌تواند الگویی برای مطالعات آتی باشد. در نهایت، یافته‌های این تحقیق می‌توانند به سیاست‌گذاران سلامت در طراحی سیستم‌های تشخیصی هوشمند و مقرون‌به‌صرفه کمک کنند.

ساختار گزارش

مفاهیم پایه

اضطراب

اضطراب (Anxiety) نوعی هیجان شدید همراه با حالت ناخوشایند و آشفتگی درونی است. فرد مبتلا به این حالت اغلب از رویدادهای قابل پیش‌بینی در آینده که می‌توانند نوعی تهدید محسوب شوند، می‌ترسد. اضطراب یکی از شایع‌ترین حالات هیجانی است و زیر مجموعه اغلب اختلالات روانی محسوب می‌شود. این حالت بر تعداد زیادی از افراد تاثیر می‌گذارد. اغلب آن را به شکل ناراحتی، استرس شدید و نگرانی تجربه می‌کنند که زندگی روزمره فرد به میزان قابل توجهی دچار مشکل خواهد شد. در واقع این حالت هیجان را باید پاسخ طبیعی بدن به ترس، تهدید و استرس دانست. از همین‌رو لزوماً چیز بدی نیست. از طرفی این نوع هیجان می‌تواند شما را در برابر خطرات هوشیار نگه دارد یا با تحریک لازم باعث تلاش بیشتر شود. وجود مقدار کمی اضطراب در موقعیت‌های استرس‌زا طبیعی است، اما در صورتی که این حالت هیجان مداوم و ناسازگار باشد می‌تواند خبر از یک اختلال روانی بدهد. اما زمانی که سطح بالای اضطراب بر تمرکز، خواب و انجام کارهای روزمره زندگی‌تان اثر بگذارد، به نحوی که کنترل کردن آن برایتان دشوار باشد، نشان دهنده مشکل سلامت روان است. اضطراب (Anxiety) ابتدا به آرامی ایجاد می‌شود اما پس از چند دقیقه می‌تواند باعث بروز دلهره، ترس و نگرانی شدید همراه با اختلال در انجام کارای روزمره شود.

نشانگرهای زیستی

بیومارکرها یا نشانگرهای زیستی اهداف خاصی هستند که برای اندازه‌گیری آنچه در یک سلول یا جاندار در یک لحظه خاص اتفاق می‌افتد، استفاده می‌شوند. این اغلب به‌عنوان یک حالت زیستی شناخته می‌شود. این ویژگی‌های زیستی را می‌توان به‌طور دقیق اندازه‌گیری و به‌طور عینی ارزیابی کرد.

بیومارکرها دارای ماهیت مولکولی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیک و آناتومیک هستند و برای یک فرایند بیماری‌زای طبیعی یا زیستی شاخصی ارائه می‌کنند که به‌طور بالقوه می‌تواند امکان ارزیابی یک پاسخ دارویی به یک مداخله درمانی خاص را فراهم کند. بیومارکرها در بیشتر موارد برای اندازه‌گیری حضور و در برخی موارد پیشرفت یک بیماری یا اثربخشی یک درمان خاص استفاده می‌شوند.

اساساً، بیومارکرها نحوه عملکرد یا احساس یک فرد را تعریف نمی‌کنند، بلکه موجودیت‌هایی قابل‌اندازه‌گیری هستند. برخی از رایج‌ترین نمونه‌ها عبارت‌اند از: فشار خون، ضربان قلب، مطالعات متابولیک، مطالعات اشعه ایکس، آزمایش‌های ژنتیکی و بافت‌شناسی.

دانش تولیدشده می‌تواند در تشخیص زودهنگام بیماری استفاده شود و در بسیاری از موارد حتی قبل از شروع بیماری از آن جلوگیری کند. نشانگرهای زیستی می‌توانند ایمنی و کارایی داروهای موجود و هر نشانگر جدیدی را که توسعه می‌یابند، بهبود بخشند. علاوه بر این، نشانگرهای زیستی جدید پتانسیل شخصی‌سازی مدیریت و پیشگیری را ارائه می‌کنند.

این امر ارائه خدمات مراقبت‌های بهداشتی را مقرون‌به‌صرفه‌تر، ایمن‌تر و دقیق‌تر می‌کند.

نشانگرهای زیستی دیجیتال

نشانگرهای زیستی دیجیتال، داده‌های عینی و کمی هستند که از طریق فناوری‌های دیجیتال مانند دستگاه‌های پوشیدنی، اپلیکیشن‌های موبایل و حسگرهای هوشمند جمع‌آوری می‌شوند. این نشانگرها شامل پارامترهای فیزیولوژیک مانند ضربان قلب، الگوی تنفس و فعالیت الکترودرمال، همچنین رفتارهای دیجیتال مانند الگوی استفاده از تلفن همراه و کیفیت خواب هستند. برخلاف روش‌های سنتی که مبتنی بر گزارش‌های ذهنی بیماران است، این فناوری‌ها امکان پایش مستمر و دقیق وضعیت سلامت را در محیط طبیعی زندگی فرد فراهم می‌کنند.

نشانگرهای زیستی دیجیتال تحولی در پزشکی شخصی محور ایجاد کرده‌اند، به‌ویژه در حوزه سلامت روان که نیازمند روش‌های تشخیصی عینی‌تر است. این فناوری با ثبت پیوسته و خودکار داده‌های فیزیولوژیک و رفتاری، دیدگاهی جامع‌تر از وضعیت سلامت فرد ارائه می‌دهد. از کاربردهای مهم آن می‌توان به تشخیص زودهنگام اختلالات اضطرابی، پایش اثربخشی درمان و پیش‌بینی حملات اضطراب اشاره کرد که همگی منجر به بهبود کیفیت مراقبت‌های بهداشتی می‌شوند.

یادگیری ماشین در پزشکی

یادگیری ماشین به عنوان یکی از شاخه‌های کلیدی هوش مصنوعی، تحولات چشمگیری در حوزه پزشکی ایجاد کرده است. این فناوری با توانایی تحلیل حجم عظیمی از داده‌های پزشکی، الگوهای پیچیده را شناسایی می‌کند که برای تشخیص بیماری‌ها، پیش‌بینی نتایج درمانی و ارائه راهکارهای شخصی‌سازی شده درمانی بسیار ارزشمند هستند. از کاربردهای مهم آن می‌توان به تحلیل تصاویر پزشکی، پیش‌بینی خطر بیماری‌ها و کشف داروهای جدید اشاره کرد.

در حوزه سلامت روان، یادگیری ماشین با تحلیل داده‌هایی مانند نشانگرهای زیستی دیجیتال، تصاویر مغزی و سوابق الکترونیک سلامت، به پزشکان در تشخیص دقیق‌تر اختلالاتی مانند اضطراب و افسردگی کمک می‌کند. الگوریتم‌های پیشرفته قادرند الگوهای پنهان در این داده‌ها را شناسایی کنند که ممکن است از دید متخصصان پنهان بماند. این فناوری همچنین امکان توسعه سیستم‌های پایش لحظه‌ای و هشداردهنده را فراهم کرده که می‌توانند بحران‌های روانی را پیش‌بینی کنند.

پردازش سیگنال‌های زیستی

پردازش سیگنال‌های زیستی یکی از ارکان اساسی در پزشکی دیجیتال محسوب می‌شود. این فرآیند شامل مراحل مختلفی از جمله جمع‌آوری، پیش‌پردازش، استخراج ویژگی و تحلیل سیگنال‌های فیزیولوژیک مانند EEG، ECG، EMG و سیگنال‌های تنفسی است. با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته

پردازش سیگنال، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از وضعیت سلامت فرد استخراج کرد که در تشخیص و پایش بیماری‌ها بسیار کارآمد هستند.

در حوزه سلامت روان، پردازش سیگنال‌های زیستی نقش کلیدی در شناسایی الگوهای مرتبط با اختلالات روانی ایفا می‌کند. به عنوان مثال، تحلیل تغییرات ضربان قلب (HRV) می‌تواند نشانه‌های استرس و اضطراب را آشکار کند، یا پردازش سیگنال‌های EEG می‌تواند الگوهای مغزی مرتبط با افسردگی را شناسایی نماید. این تکنیک‌ها در ترکیب با یادگیری ماشین، امکان توسعه سیستم‌های تشخیصی دقیق‌تر و شخصی‌سازی شده را فراهم می‌آورند.