



Research Article

MultiModal Emotional Recognition by Artificial Intelligence and its Application in Psychology

Seyed Sadegh Hosseini¹, Mohammad Reza Yamaghani^{2*}

¹ Malayer University, Malayer, Iran

² Department of Computer Engineering and Information Technology, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, Iran

* **Corresponding author:** Mohammad Reza Yamaghani, Department of Computer Engineering and Information Technology, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, Iran. Email: o_yamaghani@iau.ac.ir

DOI: [10.61186/jams.27.4.194](https://doi.org/10.61186/jams.27.4.194)

How to Cite this Article:

Hosseini SS, Yamaghani MR. MultiModal Emotional Recognition by Artificial Intelligence and its Application in Psychology. *J Arak Uni Med Sci.* 2024;27(4): 194-204. DOI: [10.61186/jams.27.4.194](https://doi.org/10.61186/jams.27.4.194)

Received: ۱۴,۰۶,۲۰۲۴

Accepted: ۱۰,۰۸,۲۰۲۴

Keywords:

Emotional recognition;
Psychology;
Artificial intelligence;
Multimodal emotions;
RNN;
CNN

© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Nowadays, the use of artificial intelligence and machine learning has impacted all fields of study. Utilizing these methods for identifying individuals' emotions through integrating audio, text, and image data has shown higher accuracy than conventional methods, presenting various applications for psychologists and human-machine interaction. Identifying human emotions and individuals' reactions is crucial in psychology and psychotherapy. Emotional identification has traditionally been conducted individually and by analyzing facial expressions, speech patterns, or handwritten responses to stimuli and events. However, depending on the subject's conditions or the analyst's circumstances, this approach may lack the required accuracy. This paper aimed to achieve high-precision emotional recognition from audio, text, and image data using artificial intelligence and machine learning methods.

Methods: This research employs a correlation-based approach between emotions and input data, utilizing machine learning methods and regression analysis to predict a criterion variable based on multiple predictor variables (the emotional category as the criterion variable and the features, audio, image, and text variables as predictors). The statistical population of this study is the IEMOCAP dataset, and the data type of this research is a mixed quantitative-qualitative approach.

Results: The results indicated that combining audio, image, and text data for multi-modal emotional recognition significantly outperformed the recognition of emotions from each data alone, exhibiting a precision of 82.9% in the baseline dataset.

Conclusions: The results demonstrate a considerably acceptable precision in identifying human emotions through audio integration, text, and image data compared to individual data when using machine learning and artificial intelligence methods.

شناسایی احساسات چند حالت انسانی توسط هوش مصنوعی و کاربرد آن در روانشناسی

سید صادق حسینی^۱، محمدرضا یمقانی^{۲*}

^۱ دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

^۲ گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاداسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

* نویسنده مسئول: محمدرضا یمقانی، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاداسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران.

ایمیل: o_yamaghani@iau.ac.ir

DOI: 10.61186/jams.27.4.194

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۲۰

واژگان کلیدی:

شناسایی احساسات؛ روانشناسی؛

هوش مصنوعی؛

احساسات چند حالت؛

RNN

CNN

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه
علوم پزشکی اراک محفوظ است.

مقدمه: امروزه استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در تمام علوم، تأثیر گذاشته است. استفاده از آن برای شناسایی احساسات افراد با ادغام داده‌های صوت و متن و تصویر دقت بالاتری را نسبت به سایر روش‌ها نشان می‌دهد و این تشخیص کاربردهای زیادی برای روانشناسان و تعامل ماشین و انسان خواهد داشت. شناسایی احساسات انسان و واکنش افراد یکی از نکات مهم در روانشناسی و روان‌درمانی می‌باشد. شناسایی احساسات تاکنون بصورت فردی و بوسیله بررسی واکنش چهره، نوع سخن گفتن و یا دست‌نوشته‌های اشخاص به محرک‌های و رویدادها شناسایی، بررسی و تجزیه و تحلیل می‌شود. با توجه به شرایط فرد آنالیز شونده و یا شرایط فرد آنالیزکننده ممکن است از دقت لازم برخوردار نباشد. این مقاله سعی دارد با توجه به روش‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین بتواند با دقت بالایی این تشخیص را از داده‌های صوت و متن و تصویر استخراج نماید

روش کار: این پژوهش از حیث روش از نوع همبستگی بین احساسات و داده‌های ورودی و بر اساس روش‌های یادگیری ماشین و تحلیل رگرسیون برای پیش‌بینی یک متغیر ملاک بر اساس چند متغیر پیش‌بین می‌باشد (متغیر ملاک طبقه احساسی ویژگی‌ها و متغیرهای پیش‌بین صوت و تصویر و متن می‌باشند) جامعه آماری پژوهش مجموعه دادگان IEMOCAP و از حیث نوع داده این پژوهش، آمیخته کمی - کیفی می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج به‌دست‌آمده نشان داد ترکیب اطلاعات صوت و تصویر و متن برای تشخیص احساسات چند حالت انسانی نسبت به تشخیص احساسات از هرکدام از داده‌ها بصورت تنها از دقت بسیار بالاتری برخوردار است. دقت این پژوهش عدد ۸۲/۹ را در مجموعه دادگان مینا نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از دقت قابل قبول نسبت به تشخیص ادغام داده‌های صوت و متن و تصویر نسبت به هر داده بصورت منفرد در تشخیص احساسات انسانی توسط روش یادگیری ماشین و هوش مصنوعی می‌باشد.

ارجاع: حسینی سید صادق، یمقانی محمد رضا، شناسایی احساسات چند حالت انسانی توسط هوش مصنوعی و کاربرد آن در روانشناسی. مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک ۲۷ (۴): ۱۹۴-۲۰۴.

مقدمه

شناخت و تحلیل احساسات انسانی به عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی

در فهم رفتار و شرایط روحی افراد، از دیرباز مورد توجه محققین این عرصه بوده و اکنون با بهره‌گیری از قابلیت‌های AI، این توجه به سطحی دیگر ارتقا یافته است. AI با توانایی‌های بی‌نظیر خود در کمک به جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و فرآوری اطلاعات پیچیده می‌تواند به درک عمیق‌تری از احساسات و همچنین نظارت مداوم و دقیق بر تغییرات آن‌ها منجر شود (۵). اهمیت شناسایی و تحلیل دقیق و زمان‌بندی شده احساسات توسط AI در روان‌شناسی و روان‌درمانی نیز به ویژه برای ارائه شیوه‌های درمانی متناسب و شخصی‌سازی شده، امری حیاتی است. استفاده از این تکنولوژی می‌تواند موجب افزایش کارایی در شناسایی اختلالات روحی و همچنین فرایند تشخیص و درمان به‌موقع آن‌ها شود و یا استفاده در روش‌های درمانی برای

محاسبات احساسی توسط پروفیسور ریگارد ۱۹۹۷ مطرح شد که شامل دو بخش شناسایی احساسات و تحلیل احساسات بود. ساخت دستگاه‌ها، برنامه‌ها و ابزارهایی که در این حیطه ساخته شوند از ایده‌آل‌های این حوزه پژوهشی شد. برای این کار باید تعریف احساسات مشخص و روش‌های شناسایی آنها معرفی می‌شدند. در سال‌های اخیر، پیشرفت چشمگیر فناوری هوش مصنوعی (Artificial Intelligence) فرصت‌های نوین و نویدبخشی را در حوزه‌های گوناگون از جمله پیش‌بینی مسابقات ورزشی (۱)، بررسی کیفیت مواد غذایی (۲)، تا مسائل پیش‌بینی‌ها در علوم مختلف (۳)، بالا بردن کیفیت تصاویر علوم پزشکی (۴) به ویژه علوم رفتاری از جمله روان‌شناسی و روان‌درمانی و غیره ارائه داده است.

بهبود بهزیستی روانشناختی کاربرد دارد (۶). علاوه بر این، AI می‌تواند در فهم بهتر پدیده‌های احساسی و تعاملات انسانی که در درمان‌های روان‌شناختی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، نقش مؤثری ایفا نماید. شناخت احساسات، یکی از جنبه‌های چالش‌برانگیز در روان‌شناسی است که می‌کوشد به درک دقیق و مدیریت بهتر حالات احساسی بشر دست یابد. با ظهور هوش مصنوعی، توانایی‌های ما در تجزیه و تحلیل رفتار انسانی توسعه یافته‌اند. از دهه ۱۹۹۰ به بعد، تحقیقات متعددی بر روی شناسایی احساسات از طریق بینایی ماشین و الگوریتم‌های تشخیص الگو انجام شد. اولین تلاش‌ها در این زمینه به پژوهش‌هایی بازمی‌گردد که تکنیک‌های تشخیص چهره و تجزیه و تحلیل گفتار را مورد بررسی قرار دادند (۷).

رویکردهای مبتنی بر تشخیص چهره، حالات احساسی را از طریق تحلیل ویژگی‌های چهره شناسایی کردند. همزمان، تکنیک‌های پردازش سیگنال صوتی برای تجزیه و تحلیل لحن، صدا در گفتار افراد برای شناسایی احساسات استفاده شدند. واکاوی عمیق در تحقیقات نشان‌دهنده کوشش‌های پیوسته و تلاش‌ها برای درگیر کردن هوش مصنوعی در فهم پیچیدگی‌های احساسات انسان است. از ابتدایی‌ترین مدل‌های تشخیص الگو در سال‌های گذشته تا پیشرفت‌های اخیر در یادگیری عمیق و پردازش زبان طبیعی، مسیر توسعه در این حوزه، رو به رشد بوده است.

نخستین گام‌ها در این مسیر، مطالعاتی بودند که بر روی پردازش سیگنال‌های بیومتریک مانند ضربان قلب و فعالیت الکترودرمی تمرکز داشتند، که امکان ارزیابی واکنش‌های فیزیولوژیکی به محرک‌های احساسی را فراهم آوردند. سپس با پیشرفت در بینایی ماشین و پردازش تصویر، سیستم‌های تشخیص الگو شروع به شناسایی حالات چهره و لحن صدا به‌عنوان شاخص‌های احساسات کردند. ورود یادگیری ماشین، دورنمای تازه‌ای را ارائه داد. شبکه‌های عصبی با قدرت تشخیص الگوهای پیچیده، قابلیت‌های نوینی ایجاد کردند و در درک متن و گفتار دستیابی‌های قابل ملاحظه‌ای را به ارمغان آوردند (۸). مدل‌های گفتار به متن (STT) و پردازش زبان طبیعی (NLP) در شناخت احساسات از متون مکتوب یا گفتاری، به شناسایی دقیق‌تر احساسات و ارتباطات غیرکلامی پرداختند. با پیشرفت در یادگیری ماشین و خصوصاً شبکه‌های عصبی عمیق، دستاوردهای مهمی در تجزیه و تحلیل احساسات حاصل شد. مدل‌های پیچیده‌تر که می‌توانند از داده‌های بزرگ و چند متغیره‌ای که رفتارهای احساسی را توصیف می‌کنند، یاد بگیرند، به ما امکان می‌دهند تا بینش‌های دقیق‌تر و منسجم‌تری از تجزیه و تحلیل احساسات به دست آوریم (۹).

پیشرفت‌های اخیر در حوزه هوش مصنوعی همچنین شامل فناوری‌های پیش‌بینی‌کننده و تحلیل‌گر رفتار است، که می‌تواند نه تنها حالت احساسی کنونی بلکه پیش‌بینی رفتاری آتی فرد را نیز ممکن سازد. همچنین، تکنولوژی‌های همراه و ابزارهای هوشمند قابل پوشیدن، دسترسی به داده‌های فیزیولوژیکی و رفتاری را در زمان واقعی و در محیط‌های طبیعی فراهم کرده‌اند، که این امکان را فراهم می‌کند تا تجزیه و تحلیل احساسات به طور غیر تهاجمی و مداوم‌تری انجام گیرد. پیشرفت‌های قابل توجه دیگر شامل استفاده از واقعیت مجازی و بازی‌های

نخستین گام‌ها در این مسیر، مطالعاتی بودند که بر روی پردازش سیگنال‌های بیومتریک مانند ضربان قلب و فعالیت الکترودرمی تمرکز داشتند، که امکان ارزیابی واکنش‌های فیزیولوژیکی به محرک‌های احساسی را فراهم آوردند. سپس با پیشرفت در بینایی ماشین و پردازش تصویر، سیستم‌های تشخیص الگو شروع به شناسایی حالات چهره و لحن صدا به‌عنوان شاخص‌های احساسات کردند. ورود یادگیری ماشین، دورنمای تازه‌ای را ارائه داد. شبکه‌های عصبی با قدرت تشخیص الگوهای پیچیده، قابلیت‌های نوینی ایجاد کردند و در درک متن و گفتار دستیابی‌های قابل ملاحظه‌ای را به ارمغان آوردند (۸). مدل‌های گفتار به متن (STT) و پردازش زبان طبیعی (NLP) در شناخت احساسات از متون مکتوب یا گفتاری، به شناسایی دقیق‌تر احساسات و ارتباطات غیرکلامی پرداختند. با پیشرفت در یادگیری ماشین و خصوصاً شبکه‌های عصبی عمیق، دستاوردهای مهمی در تجزیه و تحلیل احساسات حاصل شد. مدل‌های پیچیده‌تر که می‌توانند از داده‌های بزرگ و چند متغیره‌ای که رفتارهای احساسی را توصیف می‌کنند، یاد بگیرند، به ما امکان می‌دهند تا بینش‌های دقیق‌تر و منسجم‌تری از تجزیه و تحلیل احساسات به دست آوریم (۹).

پیشرفت‌های اخیر در حوزه هوش مصنوعی همچنین شامل فناوری‌های پیش‌بینی‌کننده و تحلیل‌گر رفتار است، که می‌تواند نه تنها حالت احساسی کنونی بلکه پیش‌بینی رفتاری آتی فرد را نیز ممکن سازد. همچنین، تکنولوژی‌های همراه و ابزارهای هوشمند قابل پوشیدن، دسترسی به داده‌های فیزیولوژیکی و رفتاری را در زمان واقعی و در محیط‌های طبیعی فراهم کرده‌اند، که این امکان را فراهم می‌کند تا تجزیه و تحلیل احساسات به طور غیر تهاجمی و مداوم‌تری انجام گیرد. پیشرفت‌های قابل توجه دیگر شامل استفاده از واقعیت مجازی و بازی‌های

نخستین گام‌ها در این مسیر، مطالعاتی بودند که بر روی پردازش سیگنال‌های بیومتریک مانند ضربان قلب و فعالیت الکترودرمی تمرکز داشتند، که امکان ارزیابی واکنش‌های فیزیولوژیکی به محرک‌های احساسی را فراهم آوردند. سپس با پیشرفت در بینایی ماشین و پردازش تصویر، سیستم‌های تشخیص الگو شروع به شناسایی حالات چهره و لحن صدا به‌عنوان شاخص‌های احساسات کردند. ورود یادگیری ماشین، دورنمای تازه‌ای را ارائه داد. شبکه‌های عصبی با قدرت تشخیص الگوهای پیچیده، قابلیت‌های نوینی ایجاد کردند و در درک متن و گفتار دستیابی‌های قابل ملاحظه‌ای را به ارمغان آوردند (۸). مدل‌های گفتار به متن (STT) و پردازش زبان طبیعی (NLP) در شناخت احساسات از متون مکتوب یا گفتاری، به شناسایی دقیق‌تر احساسات و ارتباطات غیرکلامی پرداختند. با پیشرفت در یادگیری ماشین و خصوصاً شبکه‌های عصبی عمیق، دستاوردهای مهمی در تجزیه و تحلیل احساسات حاصل شد. مدل‌های پیچیده‌تر که می‌توانند از داده‌های بزرگ و چند متغیره‌ای که رفتارهای احساسی را توصیف می‌کنند، یاد بگیرند، به ما امکان می‌دهند تا بینش‌های دقیق‌تر و منسجم‌تری از تجزیه و تحلیل احساسات به دست آوریم (۹).

زمینه‌های مختلفی از پزشکی گرفته تا خدمات مشتری و تجربه کاربری به این موضوع پرداخته‌اند (۱۸). در اینجا به بررسی مختصر چند مورد از این مطالعات می‌پردازیم:

روان‌درمانی و تحلیل احساسات برای مداخلات درمانی: تحقیقات نوظهور در زمینه‌ی روان‌درمانی نشان می‌دهد که AI می‌تواند به شناسایی الگوهای احساسی و رفتاری بیماران به صورت زمان واقعی کمک کند. در این مطالعه موردی، سیستم‌های پیشرفته توانسته‌اند نشانه‌هایی از استرس، اضطراب یا افسردگی را که توسط حرکات میکرو چهره‌برداری شده، تصاویر هوشمند و تحلیل گفتار تشخیص دهند و این داده‌ها را برای تنظیم مداخلات درمانی ارائه دهند (۱۹).

حوزه پزشکی تشخیص بیماری‌های عصبی: مطالعات زیادی استفاده از هوش مصنوعی را برای تشخیص زودهنگام بیماری‌هایی مانند پارکینسون و افسردگی که هر دو می‌توانند با تغییرات در احساسات و انفعالات فرد مرتبط باشند، بررسی کرده است. عملکرد AI در تجزیه و تحلیل الگوهای زبان بدن و تغییرات در صدا، به پزشکان امکان داده تا با دقت بیشتر و سریع‌تری این بیماری‌ها را تشخیص دهند (۲۰).

پیش‌بینی انفعالات دارویی بر حالات احساسی: در صنعت داروسازی، هوش مصنوعی مورد استفاده برای پیش‌بینی چگونگی تأثیر داروها بر حالات احساسی بیماران قرار گرفته است. در یکی از مطالعات، داده‌های بزرگ حاصل از بررسی‌های بالینی و گزارش‌های بیماران تحت تأثیر الگوریتم‌های پیچیده تجزیه و تحلیل شده‌اند تا الگوهای احتمالی که می‌توانند به عنوان مبنایی برای تعیین دوزهای دقیق‌تر و پروتکل‌های درمانی بهتر باشند، شناسایی شوند (۲۱).

بهبود خدمات مشتری با چت‌بات‌های احساسی: در صنعت خدمات مشتری، چت‌بات‌هایی که مجهز به تجزیه و تحلیل احساسات هستند، قادر به درک بهتر نیازها و حالات مشتریان شده‌اند. چنین سیستم‌هایی می‌توانند واکنش‌های احساسی مشتریان را تشخیص داده و پاسخ‌های مناسب را ارائه دهند. به عنوان مثال، یک مطالعه موردی نشان داده است که ربات‌هایی با قابلیت تشخیص احساسات به کاهش تنش و افزایش رضایت مشتری کمک می‌کنند (۲۲).

تحلیل واکنش‌های احساسی در تجربه‌ی کاربری: تحلیل واکنش‌های احساسی کاربران نیز یکی از کاربردهای مهم هوش مصنوعی است. برای مثال، در یک طراحی که از تشخیص چهره کاربران برای درک واکنش‌های آن‌ها به یک محصول یا خدمت وب استفاده می‌کند می‌تواند به بهبود طراحی محصولات و ارتقای تجربه کلی کمک کند (۲۳).

این مطالعات موردی فقط نمونه‌هایی از نحوه کاربرد هوش مصنوعی در فهم و تفسیر احساسات انسانی هستند. هر مورد نشان‌دهنده‌ی پتانسیل گسترده‌ی AI برای ارتقاء درک ما از احساسات و بهبود تعاملات و پاسخ‌های انسانی در سیستم‌های کامپیوتری است.

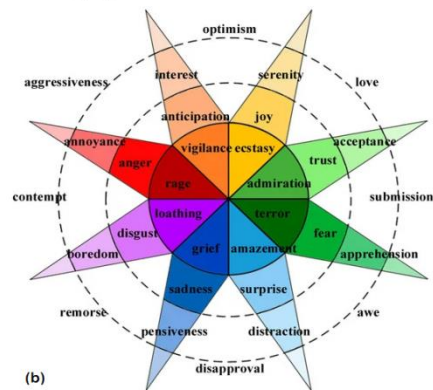
در حوزه روان‌درمانی، استفاده از AI می‌تواند به درک و تفسیر احساسات پیچیده کمک کند و تجربه درمانی را ارتقا بخشد. کاربردهای AI در این زمینه شامل ارزیابی‌های دقیق‌تر، ردیابی تغییرات بلندمدت در حالات احساسی بیمار و ارائه بینش‌های کمکی به درمانگران است (۲۴). در ادامه به توضیح دو بخش کلیدی از این کاربردها می‌پردازیم:

به شش احساس اصلی شامل «شادی Happiness، غم Sadness، انزجار Disgust، ترس Fear، تعجب Surprise، عصبانیت Anger، حالت طبیعی Natural» تقسیم‌بندی می‌شوند (۱۶) که در (شکل ۱-a) آمده است.

در مقابل، مدل چرخ پلوچیک شامل هشت احساس اساسی (شادی، اعتماد، ترس، تعجب، غم، انتظار، خشم، و انزجار) و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر است (شکل ۱-b). به عنوان مثال، شادی و غم متضاد هستند و انتظار به راحتی می‌تواند به هوشیاری تبدیل شود. این مدل چرخ همچنین به عنوان مدل مؤلفه‌ای شناخته می‌شود که در آن احساسات قوی‌تر در مرکز قرار گرفته، در حالی که احساسات ضعیف‌تر، بسته به سطح و شدت نسبی آنها، در حاشیه قرار می‌گیرند. این احساسات گسسته را می‌توان به طور کلی به سه نوع قطبیت (مثبت، منفی و خنثی) طبقه‌بندی کرد که اغلب برای تجزیه و تحلیل احساسات استفاده می‌شود (۱۷).



(a)



شکل ۱. دو مدل متمایز برای محاسبه احساسات (۱۷)

(a) شش مدل احساسی اساسی که از طریق ایموجی‌ها نشان داده شده است (۱۶).

(b) مدل‌های جزئی، مانند مدل چرخ پلوچیک (۱۷).

اهمیت و کاربردهای هوش مصنوعی در شناسایی احساسات:

مطالعات نشان‌دهنده تنوع و قدرت کاربردهای هوش مصنوعی در فهم و تفسیر احساسات هستند و چشم‌انداز وسیعی را برای کاربردهای آینده فراهم می‌آورند. همچنین، پیشرفت‌های فناوری، چه در حوزه داده‌های بزرگ چه در الگوریتم‌های هوش مصنوعی، این نوید را می‌دهد که تجزیه و تحلیل احساسات همچنان به عنوان یک حوزه تحقیقاتی مهم و در حال گسترش باقی خواهد ماند. هوش مصنوعی به طور گسترده برای فهم و تفسیر احساسات استفاده شده است و بسیاری از مطالعات موردی در

کاربردهای هوش مصنوعی در روان درمانی

تشخیص و ارزیابی احساسات

تحلیل گفتار و نوشتار: تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی (NLP) در AI می‌توانند به تشخیص الگوهای کلامی مرتبط با اختلالات احساسات مثل افسردگی یا اضطراب کمک کنند. با تجزیه و تحلیل دقیق مکالمات و نوشته‌های بیماران، AI می‌تواند به درمانگران در شناسایی علائم زود هنگام اختلالات کمک کند یا پیشرفت بیمار را در طول درمان ردیابی کند (۲۵).

تشخیص حالات چهره و بیان بدنی: سیستم‌های تشخیص چهره می‌توانند تغییرات احساسی را که بیمار ممکن است به صورت کلامی بیان نکند، تشخیص دهند. این برای درمانگر مفید است، به خصوص وقتی که بیماران قادر به شناساندن احساسات خود نیستند یا نمی‌خواهند در مورد آن‌ها صحبت کنند (۲۶).

پشتیبانی و افزایش کارایی درمان: الگوریتم‌های پیش‌بینی: AI می‌تواند به پیش‌بینی پاسخ بیماران به درمان‌های مختلف کمک کند. با تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ و پیچیده حاصل از تاریخچه بیماران، AI می‌تواند الگوهایی را کشف کند و به روانشناسان و روانپزشکان در انتخاب بهترین مسیر درمانی یا تغییر استراتژی کمک کند (۲۷).

تعیین چارچوب درمانی: با تحلیل داده‌های حاصل از جلسات روان‌درمانی، AI می‌تواند برنامه‌های درمانی شخصی‌سازی‌شده‌ای تولید کند که به نیازها و ویژگی‌های فردی هر بیمار منطبق هستند. این امر موجب می‌شود که فرایند درمان برای هر فرد بهینه‌سازی شود (۲۸).

چت‌بات‌ها و مجریان مجازی: چت‌بات‌های هوشمند و دستیاران مجازی می‌توانند به عنوان وسیله‌ای برای ارائه پشتیبانی احساسی فوری و مدیریت استرس در زمان‌هایی که دسترسی به یک درمانگر ممکن نیست، استفاده شوند. از AI می‌توان برای ارائه راهکارهای مقابله‌ای مبتنی بر شواهد و بازخورد فوری استفاده کرد. این کاربردها می‌توانند به ارتقاء کیفیت مراقبت‌های روانی و دسترسی به خدمات مؤثرتر و شخصی‌سازی شده کمک کنند. با این حال، اهمیت دارد که به یاد داشته باشیم استفاده از AI در روان‌درمانی باید با نظارت متخصصان انجام شود (۲۹).

تشخیص دقیق‌تر/اختلالات: تحقیقات آینده می‌توانند بر توسعه مدل‌های پیشرفته AI تمرکز کنند که قادر به تشخیص دقیق‌تر اختلالات روانشناختی از طریق تحلیل الگوهای بزرگ و چند بعدی داده‌ها هستند، اعم از متنی، بصری و صوتی. این آنالیزها می‌توانند به شناسایی نادیده گرفته‌شده‌های کنونی بین اختلالات و افزایش فهم ما از روابط بین شرایط روانشناختی مختلف کمک کنند (۳۰).

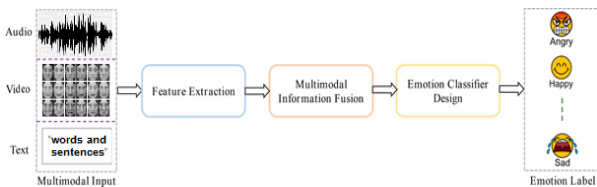
شخصی‌سازی درمان: یکی از هدف‌های اصلی تحقیقات آتی توسعه سیستم‌هایی است که قادر به ارائه پیشنهادات شخصی‌سازی شده برای درمان هستند. مبتنی بر تحلیل داده‌ها، AI می‌تواند به درمانگران کمک کند تا نه تنها اختلالات را تشخیص دهند بلکه بهترین روش‌های درمانی را برای هر فرد بر اساس ویژگی‌های اختصاصی‌اش توصیه کنند (۳۱).

همراهی درمانی بی‌وقفه: در آینده، AI ممکن است به عنوان یک همراه درمانی دائمی عمل کند که بیماران را بین جلسات درمانی پشتیبانی می‌کند. این می‌تواند شامل کمک به مدیریت استرس، تشویق تکرار شیوه‌های مثبت، و ارائه بازخورد بر اساس ردیابی مداوم تغییرات رفتاری و احساسی باشد (۳۱).

تحقیقات مورفولوژیک و عملکردی مغز: با گسترش داده‌های عصب‌شناختی و روانشناختی، تحقیقات بیشتری می‌توانند روابط بین ساختار و عملکرد مغز را با حالت‌های روانی مربوطه بررسی کنند. AI می‌تواند به کشف پیچیدگی‌های عصبی مرتبط با احساسات و رفتارها کمک کند (۳۲).

ارتقاء درک انسان‌ها از ماشین‌ها و برعکس: توسعه سیستم‌های AI که قادر به تشخیص و پاسخ به احساسات انسانی هستند، می‌تواند به ارتقاء مفاهیم هوش مصنوعی همدلی‌مند و تعاملات انسان-ماشین مؤثر کمک کند. این امر می‌تواند تأثیر عمیقی بر طراحی محصول، خدمات مشتری و درمان‌های بهداشتی داشته باشد (۳۳).

هوش مصنوعی و تشخیص احساسات: هوش مصنوعی (AI) به کمک مدل‌های یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق (DL (Deep Learning) قادر به شناسایی، تحلیل و حتی تفسیر احساسات انسانی شده است. این فناوری‌ها به ما امکان می‌دهند تا پیچیدگی‌های احساسی را که سابقاً تنها از طریق مراقبه و تفسیرهای انسانی قابل فهم بودند، با دقتی فزاینده و به طور خودکار تحلیل کنیم.



شکل ۲. گردش کار یک سیستم MER، شامل سه مرحله اصلی است (۲۸)

(۱) استخراج ویژگی‌های چندوجهی. (۲) ترکیب اطلاعات چندوجهی. (۳) طراحی طبقه بندی کننده احساسات.

شناسایی احساسات از طریق یادگیری ماشینی: یادگیری ماشینی (Machine Learning) (ML) شاخه‌ای از AI است که به کامپیوترها این امکان را می‌دهد تا از داده‌های موجود یاد بگیرند و بدون دخالت برنامه‌نویسی صریح، الگوها و تصمیم‌گیری‌ها را ارائه دهند. در زمینه شناخت احساسی، ML می‌تواند برای تجزیه و تحلیل حالت‌های چهره، لحن صدا، زبان بدن و حتی محتوای کلامی به کار رود تا واکنش‌های احساسی را کشف کند. مدل‌های ML می‌توانند بر اساس داده‌های آموزشی مختلفی که به عنوان «داده‌های آموزشی» استفاده می‌شود، طبقه‌بندی احساسات را انجام دهند. این داده‌ها شامل تصاویر چهره، فایل‌های صوتی و متن‌هایی هستند که احساسات را بیان می‌کنند. سپس از الگوریتم‌هایی نظیر جنگل‌های تصادفی (Random Forests)، ماشین‌های بردار پشتیبان (SVMs (Support Vector Machines) و regression شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks) برای کشف الگوهای موجود در این داده‌ها استفاده می‌شود (۳۴).

یادگیری عمیق در تحلیل احساسات: یادگیری عمیق، یک زیرمجموعه از ML است که به مدل‌های پیچیده‌تر مانند شبکه‌های عصبی پیچشی (Convolutional Neural Networks) (CNNs) و شبکه‌های عصبی بازگشتی (Recurrent Neural Networks) (RNNs) متکی است. CNNها در تجزیه و تحلیل تصویری برای شناسایی حالات چهره بسیار

حرکت چهره و رونویسی متن دارد. ۱۰ بازیگر حرفه‌ای (۵ مرد و ۵ زن) در دو سناریو مختلف بازی می‌کنند بازی متنی و دیالوگ فی‌البداهه در مکالمات دو نفره. طول هر مکالمه حدود ۵ دقیقه است و به سطوح جمله تقسیم می‌شود. در این مطالعه از چهار دسته احساسی استفاده می‌کنیم: عصبانی، شاد، غمگین و خنثی مشابه اکثر مطالعات قبلی که از این مجموعه دادگان استفاده می‌کنند. توجه داشته باشید که «شاد» و «هیجان زده» در حاشیه‌نویسی اصلی در کلاس «شاد» ادغام شده است. در آزمایش‌ها فقط جملاتی با توافق اکثریت استفاده می‌شود، یعنی حداقل دو نفر از سه نفر ارزیاب برچسب عاطفی نظر مشابهی دارند. توزیع کلاس‌ها عبارتند از: ۲۰/۰ درصد عصبانی، ۱۹/۶ درصد غمگین، ۲۹/۶ درصد خوشحال و ۳۰/۸ درصد خنثی. همچنین به دلیل صحت کم و اغراق در داده‌های اجرا شده، هنوز فاصله قابل‌توجهی بین داده‌های اجرا شده و احساسات عادی افراد در ارتباطات روزانه وجود دارد. در مقایسه با داده‌های اجرا شده، داده‌های بداهه معتبرتر هستند؛ بنابراین، با توجه به صحت داده‌ها، از داده‌های بداهه برای تشخیص احساسات صوت استفاده می‌کنیم.

مراحل ساخت مدل‌ها: برای تحلیل داده‌ها، از تکنیک‌های متنوع آماری و محاسباتی استفاده کرده‌ایم که شامل مدل‌های پیش‌بینی و شبکه‌های عصبی عمیق است. این مدل‌ها به ما امکان می‌دهند تا الگوهای پیچیده‌ای که در داده‌های چندحالتی وجود دارند را شناسایی کرده و با دقت بالایی احساسات را تشخیص دهیم. ما همچنین از روش‌های تحلیل محتوا برای تعیین معنای کلامی متون استفاده کرده‌ایم، که به ما کمک می‌کند تا درک بهتری از زمینه‌های ارتباطی و تأثیر آن‌ها بر احساسات به دست آوریم.

در تحلیل داده‌ها، یک رویکرد چند متغیره اتخاذ شده است تا از پیچیدگی‌های موجود در داده‌های صوتی، متنی و تصویری به شکلی جامع برخوردار شود. تکنیک‌های استخراج ویژگی‌های داده‌های منفرد صوت و متن و تصویر و ترکیب ویژگی‌های مشترک و موثر از ترکیب صوت و متن و همچنین ترکیب و استخراج داده‌های مشترک و مؤثر از ترکیب صوت و تصویر و استفاده الگوریتم‌های یادگیری ماشینی مانند شبکه‌های عصبی عمیق CNN, RNN, LSTM و Softmax Regression برای شناسایی و استخراج ویژگی‌های مهم از داده‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این تحلیل‌ها به ما اجازه می‌دهند تا احساسات را با دقت بالایی تشخیص دهیم و درک ما از ارتباط بین داده‌های مختلف و حالت‌های احساسی را بهبود بخشیم. از پایگاه داده احساسات (IEMOCAP) برای ارزیابی روش پیشنهادی استفاده می‌کنیم. ابتدا از کانال دوگانه CNN و LSTM (Long Short-Term Memory) برای یادگیری ویژگی‌های احساسات آکوستیک استفاده شد. همچنین از LSTM Bi-LSTM دو طرفه) برای استخراج ویژگی‌های متنی استفاده گردید.

علاوه بر این، یک شبکه عصبی عمیق برای یادگیری ویژگی‌های همجوشی به کار گرفته شد. مدل از شبکه‌های یادگیری عمیق استفاده کرده و از ویژگی‌های دست‌ساز و سطح بالا بهره برد و همچنین اطلاعات زمانی و متنی را نیز در داده‌ها در نظر گرفت. همزمان ترکیبی دو وجهی (A/V) مبتنی بر یادگیری عمیق با استفاده از شبکه عصبی کانولوشنال حافظه بلندمدت و کوتاه‌مدت و Inception-Res Net-v۲ به ترتیب برای استخراج داده‌های

کارآمد هستند، زیرا قادرند ویژگی‌های دقیق‌تری را که حاوی اطلاعات احساسی هستند، استخراج کنند. به عنوان مثال، پایین کشیدن گوشه‌های دهان ممکن است نشان‌دهنده احساس غم باشد. در مقابل، RNNها و شبکه‌های عصبی (Attention Neural Networks) در تحلیل نوشتار و گفتار، به خصوص در مواردی که الگوهای زمانی پیچیده و سیاق مهم است، استفاده می‌شوند. آن‌ها می‌توانند روی زمینه‌های مختلف هر کلمه یا جمله تأکید کرده و نحوه تأثیرگذاری آن بر تجربیات احساسی را شناسایی کنند (۳۵).

علاوه بر این، مدل‌های یادگیری عمیق می‌توانند به کمک ویژگی‌ها، حالات احساسی و احساسات را که پیچیده‌تر یا ظریف‌تر هستند، تشخیص دهند. این توانایی شامل شناسایی زیرمجموعه‌هایی از احساسات یا ترکیبی از احساسات چندگانه است. در نهایت، تلاش‌های متعددی جهت ایجاد سیستم‌هایی صورت گرفته است که توانایی تشخیص، پردازش و واکنش مناسب به احساسات را دارند، که این امر بر تجربیات انسانی در تعامل با ماشین و افزایش همدلی و اثربخشی در روان‌درمانی تأثیر می‌گذارد (۳۶).

مهم‌ترین روش‌های شناسایی احساسات انسانی: تکنولوژی‌ها و متدهای تشخیص احساسات در زمینه هوش مصنوعی با محوریت توانایی تجزیه و تحلیل داده‌ها از منابع مختلف، گسترش یافته و به سرعت در حال پیشرفت هستند (۳۷). این فناوری‌ها به چند دسته اصلی تقسیم می‌شوند: تشخیص چهره: این فناوری از الگوریتم‌های بینایی کامپیوتری استفاده می‌کند تا ویژگی‌های چهره که حالات احساسی را نمایش می‌دهند، تشخیص دهد. شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کنند، زیرا می‌توانند الگوهای نظیر خطوط، کنتراست‌ها و بافت‌ها را تشخیص دهند (۳۷). مهم‌ترین ویژگی‌های چهره که تجزیه و تحلیل می‌شوند شامل حرکت ابروها، کشیدگی یا فشردگی لب‌ها و تغییرات در ناحیه چشم‌ها است.

پردازش زبان طبیعی (NLP): فناوری‌ای است که به کامپیوتر اجازه می‌دهد تا متن و گفتار انسانی را درک کند. تحلیل احساسات یکی از مؤلفه‌های مهم در NLP است که به سیستم‌ها امکان می‌دهد احساسات نهفته در کلمات، جملات و گفتار را تشخیص دهند. ابزارهای تجزیه و تحلیل احساسات می‌توانند متن‌ها را به دسته‌هایی چون مثبت، منفی و خنثی طبقه‌بندی کنند یا حتی با دقت بیشتری طیف گسترده‌تری از احساسات را شناسایی نمایند.

روش کار

برای توسعه شناسایی احساسات چندحالتی با در نظر گرفتن فعالیت‌های سایر محققین در این زمینه تحقیقاتی مدل پیشنهادی که سناریوی آن در شکل (۲) آمده است معرفی گردید تا بتوان با ادغام اطلاعات صوت و متن و صوت و تصویر و ترکیب نتایج این دو روش به نتیجه این روش را بررسی کنیم. در شکل (۲) معماری کلی از روش‌های مورد استفاده در تحقیق تشخیص احساسات آورده شده است.

معرفی مجموعه دادگان: در این پژوهش برای ارزیابی روش پیشنهادی از پایگاه داده احساسات (IEMOCAP) استفاده می‌کنیم. این مجموعه تقریباً ۱۲ ساعت داده سمعی و بصری از جمله ویدئو، صوت، ضبط

نهفته است، که به روانشناسان اجازه می‌دهد به دیدگاهی جامع از عبارات احساسی دسترسی داشته باشند. این فرآیند ادغام ماهیت پیچیده احساسات انسانی را منعکس می‌کند و به روانشناسان در تجزیه و تحلیل جامع نشانه‌های عاطفی کمک می‌کند که در غیر اینصورت تشخیص دستی آنها ممکن است چالش برانگیز باشد.

شناسایی و تجزیه و تحلیل الگو: استفاده از شبکه‌های CNN-LSTM

LSTM و Bi-LSTM به عنوان شاهی بر ظرفیت مدل‌های هوش مصنوعی در شناسایی و تحلیل الگوهای پیچیده در داده‌های احساسی است. استفاده از CNN-LSTM به عنوان یک کانال باینری برای یادگیری ویژگی‌های احساسات صوتی، بر مهارت آن در گرفتن الگوهای صوتی ظریف نشان‌دهنده حالات عاطفی است. به طور همزمان، استفاده از Bi-LSTM برای استخراج ویژگی متن، مهارت آنرا در درک عبارات احساسی متنی ظریف نشان می‌دهد.

این مدل‌ها در تشخیص وابستگی‌های زمانی ظریف و الگوهای پیچیده در داده‌های عاطفی برتری دارند و با تلاش روان‌شناسان برای باز کردن تابلوی پیچیده احساسات انسانی همسو می‌شوند.

توانایی مدل‌های هوش مصنوعی در تشخیص الگوهای ظریف، در حمایت از تلاش‌های روان‌شناسان برای رمزگشایی نشانه‌های احساسی زبرنمایی مؤثر است. با شناسایی و تجزیه و تحلیل این الگوهای ظریف در چندین روش، هوش مصنوعی توانایی‌های روانشناسان را برای کشف بینش‌های عمیق‌تر در مورد حالات عاطفی افزایش می‌دهد و درک دقیق‌تر و جامع‌تری از احساسات انسانی ارائه می‌دهد.

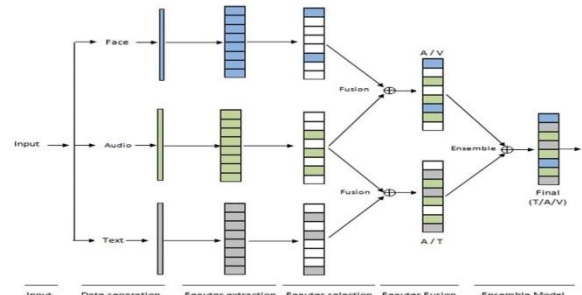
تصمیم‌گیری تقویت شده: ادغام نتایج از طریق رگرسیون لجستیک، ماهیت مشترک سیستم‌های هوش مصنوعی با فرایندهای تصمیم‌گیری روانشناسان را نشان می‌دهد.

با ادغام ویژگی‌های احساسی از داده‌های صوتی، متنی و ویدیویی در یک چارچوب یکپارچه، این استراتژی ترکیبی با ارائه درک منسجمی از اطلاعات احساسی متنوع، تصمیم‌گیری را تقویت می‌کند. ماهیت تکراری تصمیم‌گیری در این زمینه، فرایند پالایش تکراری را که روانشناسان در درک و دسته‌بندی احساسات انجام می‌دهند، نشان می‌دهد. مدل‌های هوش مصنوعی، که به عنوان همراهان تحلیلی عمل می‌کنند، با ارائه دیدگاهی ظریف و چندحالتی در ارزیابی‌های هیجانی، از روان‌شناسان در تصمیم‌گیری‌هایشان حمایت می‌کنند که منجر به تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌تر و جامع‌تر در تنظیمات مختلف روان‌شناختی می‌شود.

یادگیری و بهبود مستمر: دقت تشخیص چشمگیر روش پیشنهادی

۸۲/۹ درصد در مجموعه دادگان IEMOCAP، ماهیت تکرار شونده مدل‌های تشخیص احساسات مبتنی بر هوش مصنوعی را برجسته می‌کند. این مدل‌ها جوهره یادگیری مداوم، سازگاری و اصلاح را در طول زمان تجسم می‌دهند. این به طور یکپارچه با پیگیری روانشناسان برای پیشرفت‌های مداوم و تنظیم دقیق روش‌های تشخیص عاطفی برای دستیابی به دقت و کارآمدی بالاتر در ارزیابی‌ها هماهنگ است. توانایی مدل برای انطباق و بهینه‌سازی عملکرد بر اساس قرار گرفتن مداوم در معرض داده‌های احساسی جدید، ماهیت پویایی آن را نشان می‌دهد. مکانیسم‌های فرایادگیری که در این مدل‌های هوش مصنوعی تعبیه

ویژگی حالات چهره در صدا و ویدیو استفاده می‌شود. در همان زمان، ویژگی‌های به‌دست آمده به واحد LSTM وارد می‌شوند و روش‌های منفرد برای به دست آوردن ویژگی‌های همجوشی با روش انتخاب ویژگی آزمون Chi-square به هم متصل می‌شوند و داده‌های ویژگی خروجی LSTM را در طبقه‌بندی کننده softmax وارد کرده تا احساسات را شناسایی نماید.



شکل ۲. معماری کلی استخراج و ترکیب ویژگی‌ها و ادغام ویژگی‌های مشترک (۳۸).

نتایج بر روی مجموعه دادگان IEMOCAP نشان می‌دهد که زمانی که وزن شبکه حدود ۰/۵۷ باشد و آزمون Chi-square اضافه شود، عملکرد تشخیص احساسات بهترین حالت است و توانایی انتخاب ویژگی لایه کاملاً متصل شبکه Inception-Res Net-v2 بهترین است. در این روش حذف افزونگی و حذف نویز ویژگی‌های داخلی در نظر گرفته می‌شود، اما در واقع، برخی همبستگی‌های مکمل بین اطلاعات بین ماژول‌ها وجود دارد. در اینجا، تمام ویژگی‌های تک حالتی قبل از انتخاب ویژگی به یک فضای ویژگی یکپارچه نگاشت می‌شوند. در نهایت خروجی روش‌های ترکیبی (Audio/Video) و (Audio/Text) باهم ادغام شده و نتیجه تشخیص احساسات با استفاده از روش پیشنهادی (A/T/V) شناسایی احساسات با دقت ۸۲/۹ درصد استخراج گردید.

کارایی و دقت: تحقیقات در زمینه تشخیص احساسات چندوجهی به

طور مداوم در حالت کامل است، مکانیسم‌های همجوشی چند وجهی، نقش محوری در تشخیص همه جانبه احساسات ایفا می‌کند. بهینه‌سازی سیستم‌های تشخیص احساسات مدل پیشنهادی نشان‌دهنده یک جهش به جلو در تشخیص احساسات پیچیده است.

ادغام متوالی داده‌ها از روش‌های مختلف، از جمله ویدئو-صوت، صوتی-متن و ادغام بعدی هر سه، براهمیت یکپارچه‌سازی نشانه‌های احساسی متنوع تأکید می‌کند. مدل‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه شبکه‌های عصبی کانولوشن (CNN) و شبکه‌های حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت (LSTM) کارآمدی خود را در استخراج ویژگی‌های احساسی از ورودی‌های صوتی به نمایش می‌گذارند. این فرایند استخراج بر معماری CNN-LSTM متکی است و بر ظرفیت مدل برای گرفتن عبارات هیجانی شنیداری ظریف تأکید دارد. به طور مشابه، استفاده از شبکه Inception-ResNet-v۲ نشان‌دهنده مهارت آن در تشخیص حالات پیچیده چهره از داده‌های ویدیویی است. این ویژگی‌های استخراج شده، پس از ادغام، به عنوان ورودی‌های LSTM یا LSTM‌های دو طرفه (Bi-LSTMs) عمل می‌کنند و قدرت مدل‌سازی متوالی را در گرفتن و تحلیل نشانه‌های اساسی نشان می‌دهند.

اهمیت روش تلفیقی در توانایی آن در ترکیب داده‌ها از طریق روش‌ها

• در مورد مدل صوتی، برای کلاس‌های غمگین و خنثی دقت بهتری نسبت به حالت متنی مشاهده شد، اما برای کلاس‌های شاد و عصبانی تفاوت به اندازه شاد و عصبانی نبود. طبقه‌بندی کننده، بسیاری از موارد شاد را به اشتباه طبقه‌بندی کرد. با این حال، طبقه‌بندی کننده برای تمایز بین غم و عصبانیت بسیار خوب عمل کرد. همچنین مشاهده شد که برخی از موارد خوشحال اشتباهی به عنوان خنثی طبقه‌بندی شدند.

• اگرچه چهره‌های عصبانی و غمگین را می‌توان به طور مؤثر طبقه‌بندی کرد، طبقه‌بندی کننده نوعی سردرگمی بین چهره‌های عصبانی و غمگین نشان داد. طبقات خنثی نیز با دقت بیشتری نسبت به سایر طبقات از هم تفکیک شدند، اگرچه سردرگمی‌هایی بین چهره‌های شاد و غمگین مشاهده شد.

• در ترکیب صوت و متن و همچنین صوت و تصویر در تمام ویژگی‌ها دقت شناسایی بالاتر از حالت تک مدل است و آشفتگی‌ها در دسته‌بندی اشتباه کاهش می‌یابد.

• در انواع آزمایش‌ها، مدل‌های دو وجهی و سه وجهی بهتر از مدل‌های تک وجهی عمل کردند. به‌طور کلی، ادغام صوتی در همه مجموعه داده عملکرد مناسبی داشته است.

مقایسه با کارهای دیگران: Mittal و همکاران، تشخیص احساسات چندوجهی ضربی (M3ER) را پیشنهاد کردند، اولاً، بردارهای ویژگی از سه روش خام استخراج می‌شوند. سپس، این ویژگی‌ها به مرحله بررسی مدل‌ها منتقل می‌شوند تا ویژگی‌های مؤثر را حفظ کرده و ویژگی‌های بی‌اثری را که برای بازسازی بردارهای ویژگی پراکسی استفاده می‌شوند، حذف کنند. در نهایت، ویژگی‌های انتخاب شده برای پیش‌بینی شش احساس بر اساس تلفیق سطح ویژگی نهایی همراه با مازول توجه ترکیب می‌شوند. M3ER در IEMOCAP به دقت تشخیص ۸۲٪ درصد دست یافت. نتایج نشان داد که دقت تشخیص مدل چندوجهی ارائه شده بیشتر از مدل تک وجهی و همچنین از سایر مدل‌های چندوجهی منتشر شده در مجموعه دادگان آزمایشی که در جدول ۱ آمده است بهتر است (۳۹).

تحقیقات آینده باید به طور فزاینده‌ای بر مسائل اخلاقی و حفظ حریم خصوصی تمرکز کنند. اطمینان از استفاده مسئولانه و ایمن از داده‌های روانشناختی و محافظت از حقوق بیماران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. اغلب، AI به عنوان ابزاری برای تقویت توانایی‌های درمانگران عمل می‌کند، نه جایگزین آن‌ها. در کنار توانمندسازی متخصصان، موارد استفاده از AI به صورت خودکار (مانند چت‌بات‌های درمانی) نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد، که می‌تواند به عنوان پشتیبانی دائمی بین جلسات درمان ارزشمند واقع شود. با این حال، اجرای موفقیت‌آمیز AI در روان‌درمانی نیاز به درک عمیق‌تری از چگونگی اثرگذاری فناوری بر انسان‌ها دارد و باید همواره با دقت اخلاقی انجام شود.

تحقیقات آتی باید نه تنها به جنبه‌های فنی، بلکه به جنبه‌های اخلاقی، اجتماعی و حقوقی استفاده از AI در این حوزه توجه کافی داشته باشد. ایجاد چارچوب‌های قانونی و اخلاقی برای حفاظت از داده‌های شخصی و تضمین استفاده مناسب از AI برای مقاصد روان‌درمانی می‌تواند به اطمینان از رعایت حقوق و حریم شخصی کاربران در فرایندهای درمانی کمک کند.

شده‌اند، سازگاری سریع با زمینه‌های احساسی جدید را تسهیل می‌کنند و اطمینان می‌دهند که روانشناسان به آخرین بینش‌ها در تشخیص احساسات دسترسی دارند. علاوه بر این، استفاده از راهبردهای یادگیری فعال، روانشناسان را قادر می‌سازد تا به طور انتخابی نمونه‌های داده‌های مهم را برچسب گذاری کنند، عملکرد مدل را بهینه کنند و بهبود مستمر را بر اساس زمینه‌های عاطفی خاص یا تفاوت‌های ظریف فردی تسهیل کنند. تکامل و اصلاح مستمر مدل‌های تشخیص احساسات مبتنی بر هوش مصنوعی به عنوان ابزار ارزشمندی برای روانشناسان عمل می‌کند و به کاوش در مناظر هیجانی ظریف کمک می‌کند. همانطور که این مدل‌ها به طور مداوم یاد می‌گیرند و بهبود می‌یابند، بینش‌ها و روش‌های به روزی را به روان‌شناسان ارائه می‌کنند و توانایی آن‌ها را برای درک و تفسیر نشانه‌های احساسی با دقت و پیچیدگی روزافزون تقویت می‌کنند.

به نظر می‌رسد که ادغام روش‌های بدون تماس با یکدیگر و همچنین ادغام روش‌های شناسایی احساسات با تماس با هم و در نهایت ادغام نتایج با هم روش مناسب‌تری برای دست‌یافتن به نتایج بهتر در شناسایی احساسات به صورت کاربردی باشد. علت آن هم این است که در همه جا امکان استفاده تر روش‌های با تماس، امکان‌پذیر نیست و استفاده از تمام روش‌ها صرفاً در آزمایشگاهی جامع که بتواند تمام دیتاهای موردنیاز را از یک نمونه خاص استخراج کند وجود خواهد داشت.

از نکات قابل توجه این است که در سطح کاربردی باید روش‌های به کار گرفته شده و مدل‌های ارائه شده به نحوی باشد که کمترین میزان پردازش را داشته باشد؛ زیرا برای کار با داده‌های احساسی که اغلب از سیگنال‌های مختلف استفاده می‌کنند نیاز به پردازش‌های نسبتاً سنگینی وجود دارد.

یکی از نکات قابل توجه در کارهای آینده ارائه روش‌هایی برای استفاده از داده‌های برخط و نیاز به مطالعه دقیق‌تر و معرفی مدل‌هایی است که بتواند از داده‌های برخط استفاده نموده و نتایج برخط را ارائه نماید که این مهم از نکات قابل توجه در استفاده‌های کاربردی از نتایج خواهد بود.

کسب رضایت آگاهانه و اشتراک‌گذاری نتایج از اصول اخلاقی در این پژوهش بود. این مطالعه با کد IR.MALAYERU.REC.1403.001 به تصویب کمیته اخلاق دانشگاه ملایر رسیده است.

یافته‌ها

• برخی از احساسات بهتر از طریق صدا شناسایی می‌شوند (مانند غم و اندوه و ترس) در حالی که برخی دیگر به بهترین وجه از طریق ویدئو (مانند خشم و شادی) شناسایی می‌شوند. همچنین در طبقه‌بندی احساسات از صوت، عصبانیت و غم اشتباهی به عنوان حالت‌های شادی و خنثی تشخیص داده می‌شوند، در حالی که در طبقه‌بندی حالت چهره، خشم ممکن است با غم و شادی با حالت خنثی اشتباه گرفته شود.

• طبقه‌بندی کننده متنی، موارد خشمگین، شاد و خنثی را به خوبی تشخیص می‌دهد. با این حال، تشخیص موارد خشمگین و غمگین از یکدیگر با استفاده از متنی بسیار دشوار است. یکی از دلایل احتمالی این است که هر دو کلاس منفی هستند و کلمات مشابه زیادی برای بیان آنها استفاده می‌شود.

جدول ۱. مقایسه نتایج به دست آمده شناسایی احساسات چند حالته در مجموعه دادگان IEMOCAP

مقاله	سال	نمایش ویژگی‌ها	دسته‌بندی	سطح ادغام	پایگاه دادگان	دقت (درصد)
صوت و متن (۳۵)	۲۰۲۰	A-DCNN, T-DNN	FC	Feature-level	IEMOCAP	4 classes 80.51
(۳۶)	۲۰۲۰	Self-attention Acoustic features	Pooling	Feature-level	IEMOCAP	4 classes 79.22
پژوهش حاضر	۲۰۲۳	Word embeddings Common Features	Scalar weight fusion softmax	Decision-level Feature-level	IEMOCAP	65.1 63.9 69.8
صدا و تصویر پژوهش حاضر	۲۰۲۳	fusion	softmax	Feature-level	IEMOCAP	71.4
صوت و متن و تصویر (۳۷)	۲۰۲۰	Proxy and Attention Multiplicative fusion	FC	Feature-level	IEMOCAP	4 classes 82.7
پژوهش حاضر	۲۰۲۳	Common feature and models combination	Regression softmax	Feature-level Decision-level	IEMOCAP	4 classes 82.9

بحث

در نهایت، پیشرفت‌های تکنولوژیک در عرصه AI و روان‌درمانی باید به گونه‌ای هدایت شوند که به افزایش دسترسی به خدمات روانشناختی موثر، افزایش دقت تشخیصی و ارائه شیوه‌های درمانی بهینه‌سازی شده و شخصی‌سازی شده منجر شود. در حالی که ایمنی و حرمت انسانی را حفظ می‌کند. آینده تحقیقات AI در روان‌شناسی و روان‌درمانی از پتانسیل بسیار زیادی برای بهبود بهداشت روان و کیفیت زندگی افراد برخوردار است، اما با وجود فرصت‌های بزرگ، مسؤولیت‌های بزرگ‌تری نیز مطرح می‌شود که باید با دقت مدیریت شود.

در حالی که ادغام سیستم‌های تشخیص احساسات مبتنی بر هوش مصنوعی در روانشناسی و روان‌درمانی نویدبخش است، چندین چالش و ملاحظات وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرند. در اینجا برخی از چالش‌های کلیدی و جهت‌گیری‌های بالقوه آینده برای این حوزه آورده شده است.

اطمینان از شیوه‌های اخلاقی در توسعه و استقرار سیستم‌های تشخیص احساسات مبتنی بر هوش مصنوعی بسیار مهم است. ملاحظات اخلاقی شامل حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها، کسب رضایت آگاهانه از افرادی که از داده‌های آنها استفاده می‌شود، پرداختن به سوگیری‌های احتمالی در الگوریتم‌ها و احترام به تفاوت‌های فرهنگی در بیان احساسی است. چارچوب‌ها و دستورالعمل‌های اخلاقی قوی باید برای کنترل استفاده مسئولانه از این فناوری‌ها در عملکرد روان‌شناختی ایجاد شود.

تنوع فرهنگی: احساسات و بیان آنها می‌تواند در فرهنگ‌ها و افراد متفاوت باشد. توسعه مجموعه داده‌های آموزشی متنوع که طیف گسترده‌ای از زمینه‌های فرهنگی و تغییرات زبانی را در برمی‌گیرد برای جلوگیری از سوگیری و افزایش دقت سیستم‌های تشخیص احساسات، بسیار مهم است. تحقیقات آینده باید بر درک تفاوت‌های فرهنگی در بیان احساسات و ترکیب این دانش در الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای ترویج شیوه‌های حساس و فراگیر از نظر فرهنگی تمرکز کند.

درک زمینه‌ای احساسات: تنها تحت تأثیر نشانه‌های صوتی نیستند، بلکه توسط زمینه‌ای که در آن رخ می‌دهند نیز شکل می‌گیرند. سیستم‌های تشخیص هیجان باید تلاش کنند تا درک زمینه‌ای، مانند عوامل موقعیتی و محیطی را که می‌توانند بر بیان عاطفی تأثیر بگذارند، در

خود بگنجانند. ادغام چندین روش تشخیص احساسات، مانند تجزیه و تحلیل صدا، متن و تصویر، می‌تواند درک جامع‌تری از حالات عاطفی در زمینه‌های روانی واجتماعی ارائه دهد.

ذهنیت و تفاوت‌های فردی: احساسات تجربیات ذهنی هستند که می‌توانند بین افراد بسیار متفاوت باشند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی باید به گونه‌ای طراحی شوند که تفاوت‌های فردی در بیان عاطفی را با در نظر گرفتن عواملی مانند ویژگی‌های شخصیتی، پیشینه فرهنگی و تاریخچه شخصی در نظر بگیرند. هدف سیستم‌های تشخیص احساسات باید به تصویر کشیدن تفاوت‌های ظریف و پیچیدگی‌های تجربیات عاطفی فردی برای ارائه بینش‌های شخصی و معنادار باشد.

اعتبار و قابلیت اطمینان: دقت و قابلیت اطمینان سیستم‌های تشخیص احساسات مبتنی بر هوش مصنوعی برای ادغام مؤثر آنها در عمل روانشناختی بسیار مهم است. برای ارزیابی عملکرد و تعمیم‌پذیری سیستم‌ها در میان جمعیت‌ها، زبان‌ها و زمینه‌های فرهنگی مختلف، مطالعات اعتبار سنجی دقیق مورد نیاز است. تحقیقات در حال انجام برای اصلاح و بهبود الگوریتم‌ها، اطمینان از استحکام و قابلیت اطمینان آنها در تشخیص و تجزیه و تحلیل حالات احساسی مورد نیاز است.

پذیرش و اعتماد کاربر: ادغام موفقیت آمیز سیستم‌های تشخیص احساسات مبتنی بر هوش مصنوعی به پذیرش و اعتماد کاربر متکی است. مشارکت روانشناسان، درمانگران و متخصصان سلامت روان در توسعه و ارزیابی این سیستم‌ها ضروری است تا اطمینان حاصل شود که آنها با شیوه‌های بالینی هماهنگ هستند و نیازهای کاربران نهایی را برآورده می‌کنند. ارتباط شفاف در مورد قابلیت‌ها و محدودیت‌های این سیستم‌ها برای تقویت اعتماد در استفاده از آنها و به دست آوردن پذیرش در جامعه روانی بسیار مهم است.

همکاری بین رشته‌ای: تشخیص احساسات از طریق فناوری‌های هوش مصنوعی نیازمند همکاری بین روانشناسان، دانشمندان کامپیوتر، دانشمندان داده و کارشناسان هوش مصنوعی است. با تقویت مشارکت‌های بین رشته‌ای، محققان و متخصصان می‌توانند تخصص و بینش خود را برای ایجاد سیستم‌های قوی‌تر و مؤثرتر تشخیص احساسات ترکیب کنند. همکاری‌ها همچنین می‌تواند ادغام این سیستم‌ها را در مداخلات روانشناختی موجود تسهیل کند و راه را برای رویکردهای نوآورانه در درمان و ارزیابی بهزیستی عاطفی هموار کند.

حوزه روانشناسی وارد شد و از ظرفیت‌های این علم بهره برد. این پژوهش نشان داد، می‌توان روشی برای شناسایی دقیق‌تر احساسات انسانی بدون تأثیرپذیری از عوامل خارجی تأثیرگذار بر سنجش دقیق بهره برد و به نتایج دقیق‌تری رسید. میزان دقت روش پیشنهادی در این پژوهش ۸۲/۹ در دیتاست IEMOCAP اندازه‌گیری شده است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری گروه روانشناسی دانشگاه ملایر، گروه سنجش و اندازه‌گیری دانشکده روانشناسی دانشگاه علامه طباطبائی تهران و همچنین پژوهشکده علوم شناختی دانشگاه علامه طباطبائی تشکر و قدردانی می‌گردد.

سهم نویسندگان

تمامی نویسندگان معیارهای نویسندگی بر اساس پیشنهادات کمیته بین‌المللی ناشران مجلات پزشکی را دارا بوده و در انجام پژوهش نقش داشته‌اند.

نضاد منافع

این مطالعه هیچگونه تعارض منافی ندارد.

ارزیابی و مداخلات طولی: برای دریافت ماهیت پویای احساسات، جهت‌گیری‌های آینده در تشخیص هیجان باید بر ارزیابی و مداخلات طولی متمرکز شود.

ردیابی تغییرات و الگوهای حالت‌های عاطفی در طول زمان می‌تواند بینش‌های ارزشمندی در مورد اثربخشی مداخلات درمانی و پیشرفت افراد در سفر بهزیستی عاطفی خود ارائه دهد. سیستم‌های تشخیص احساسات می‌توانند نقشی محوری در تسهیل نظارت طولانی‌مدت و مداخلات شخصی شده بر اساس این ارزیابی‌های طولی ایفا کنند.

درحالی که چالش‌هایی برای شناسایی دقیق احساسات افراد وجود دارد، ادغام سیستم‌های تشخیص احساسات مبتنی بر هوش مصنوعی در روان‌شناسی و روان‌درمانی، نویدهای امیدوارکننده‌ای را ارائه می‌دهد. با پرداختن به ملاحظات اخلاقی، پذیرش تنوع فرهنگی، بهبود درک زمینه‌ای، در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی و تقویت همکاری‌های بین‌رشته‌ای، می‌توانیم از پتانسیل هوش مصنوعی برای افزایش تشخیص احساسات، بهبود مداخلات درمانی و ارتقای رفاه روانی استفاده کنیم. ادامه تحقیق و توسعه در این فناوری‌ها در عمل روانشناختی حیاتی است.

نتیجه‌گیری

با پیشرفت هوش مصنوعی و تأثیر آن در تمامی علوم، ضروری به نظر می‌رسد که با استفاده از روش‌های علمی و نوین هوش مصنوعی بتوان

References

1. Khobdeh SB, Yamaghani MR, Sarehkeh SK. Basketball action recognition based on the combination of YOLO and a deep fuzzy LSTM network. *J Supercomput.* 2024;80:3528-53. doi: 10.1007/s11227-023-05611-7
2. Nadim M, Ahmadifar H, Mashkinmogh M. Application of image processing techniques for quality control of mushroom. *Caspian J Health Res.* 2019;4(3):72-5. doi: 10.29252/cjhr.4.3.72
3. Langeroudi MK, Yamaghani MR, Khodaparast S. "FD-LSTM A Fuzzy LSTM Model for Chaotic Time-Series Prediction. *IEEE Intelligent Systems.* 2022;37(4):70-8. doi: 10.1109/MIS.2022.3179843
4. Yamaghani M, Zargari F. Classification and retrieval of radiology images in H.264/AVC compressed domain. *SiViP.* 2017;11:573-80. doi: 10.1007/s11760-016-0996-0
5. Wang JZ, Zhao S, Wu C, Adams RB, Newman MG, Shafir T, et al. Unlocking the emotional world of visual media an overview of the science, research, and impact of understanding emotion drawing insights from psychology, engineering, and the arts, this article provides a comprehensive overview of the field of emotion analysis in visual media and discusses the latest research, systems, challenges, ethical implications, and potential impact of artificial emotional intelligence on society. *Proc IEEE Inst Electr Electron Eng.* 2023;111(10):1236-86. doi: 10.1109/JPROC.2023.3273517. PMID: 37859667
6. Bagheri Sheykhganshe F, Abolghasemi A, Kafi Masouleh SM. Predicting Resilience Based on Dark Triad Personality and Psychological Wellbeing in Athletes Students [in Persian]. *J Arak Uni Med Sci.* 2021;24(2):230-45. doi: 10.32598/jams.24.2.6151.1
7. Anvarjon T, Mustaqem, Kwon S. Deep-Net A Lightweight CNN-Based Speech Emotion Recognition System Using Deep Frequency Features. *Sensors (Basel).* 2020;20(18) 5212. doi: 10.3390/s20185212. PMID: 32932723
8. Bharti SK, Varadhaganapathy S, Gupta RK, Shukla PK, Bouye M, Hingaa SK, et al. Text-Based Emotion Recognition Using Deep Learning Approach. *Comput Intell Neurosci.* 2022;2645381. doi: 10.1155/2022/2645381. PMID: 36052029
9. Bharti SK, Varadhaganapathy S, Gupta RK, Shukla PK, Bouye M, Hingaa SK, et al. Text-based emotion recognition using deep learning approach. *Comput Intell Neurosci.* 2022;2022:2645381. doi: 10.1155/2022/2645381. PMID: 36052029
10. Rumpf HJ, Browne D, Brandt D, Rehbein F. Addressing taxonomic challenges for Internet Use Disorders in light of changing technologies and diagnostic classifications. *J Behav Addict.* 2020;9(4):942-4. doi: 10.1556/2006.2020.00094. PMID: 33289695.
11. Kong X, Zhang K. A novel text sentiment analysis system using improved depthwise separable convolution neural networks. *PeerJ Comput Sci.* 2023;9:e1236. doi: 10.7717/peerj-cs.1236. PMID: 37346624.
12. Ventura-Bort C, Wendt J, Weymar M. The role of interoceptive sensibility and emotional conceptualization for the experience of emotions. *Front Psychol.* 2021;12:0712418. doi: 10.3389/fpsyg.2021.712418. PMID: 34867591
13. Ventura-Bort C, Wendt J, Weymar M. The role of interoceptive sensibility and emotional conceptualization for the experience of emotions. *Front Psychol.* 2021;12:712418. doi: 10.3389/fpsyg.2021.712418. PMID: 34867591
14. Harmon TG. Understanding and addressing the individualized emotional impact of aphasia a framework for speech-language pathologists. *Semin Speech Lang.* 2023. doi: 10.1055/s-0043-1776418. Epub ahead of print. PMID: 37992735
15. Tavabie S, Bass S, Minton O. Emotional intelligence in palliative medical education. *Br J Hosp Med (Lond).*

- 2020;81(12):1-5. Doi: 10.12968/hmed.2020.0573. Epub 2020 Dec 22. PMID: 33377833.
16. Steidl S. (5 March 2011). "FAU Aibo Emotion Corpus". Pattern Recognition Lab. Available from: <https://www5.cs.fau.de/en/our-team/steidl-stefan/fau-aibo-emotion-corpus/>
 17. Hao M, Cao WH, Liu ZT, Wu M, Xiao P. Visual-audio emotion recognition based on multi-task and ensemble learning with multiple features, Neurocomputing. 2020;391:42–51. doi: 10.1016/j.neucom.2020.01.048
 18. Rauschert S, Raubenheimer K, Melton PE, Huang RC. Machine learning and clinical epigenetics: a review of challenges for diagnosis and classification. Clin Epigenetics. 2020;12(1):51. doi: 10.1186/s13148-020-00842-4. PMID: 32245523
 19. Das A, Mock J, Huang Y, Golob E, Najafirad P. Interpretable Self-Supervised Facial Micro-Expression Learning to Predict Cognitive State and Neurological Disorders. Proc AAAI Conf Artif Intell. 2021;35(1):818-26. doi: 10.1609/aaai.v35i1.16164 PMID: 34221694
 20. Ozkanca Y, Öztürk MG, Ekmekci MN, Atkins DC, Demiroglu C, Ghomi RH. Depression screening from voice samples of patients affected by Parkinson's disease. Digit Biomark. 2019;3(2):72-82. doi: 10.1159/000500354. PMID: 31872172
 21. Dong J, Wu Z, Xu H, Ouyang D. FormulationAI a novel web-based platform for drug formulation design driven by artificial intelligence. Brief Bioinform. 2023 Nov 22;25(1) bbad419. doi: 10.1093/bib/bbad419. PMID: 37991246.
 22. Lee YH, Lee SHB, Chung JY. Research on how emotional expressions of emotional labor workers and perception of customer feedbacks affect turnover intentions emphasis on moderating effects of emotional intelligence. Front Psychol. 2019;9:2526. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02526. PMID: 30662415
 23. Zhai Y, Song X, Chen Y, Lu W. A study of mobile medical app user satisfaction incorporating theme analysis and review sentiment tendencies. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(12):7466. doi: 10.3390/ijerph19127466. PMID: 35742713
 24. Terhürne P, Schwartz B, Baur T, Schiller D, Eberhardt ST, André E, et al. Validation and application of the Non-Verbal Behavior Analyzer An automated tool to assess non-verbal emotional expressions in psychotherapy. Front Psychiatry. 2022;13:1026015. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1026015. PMID: 36386975
 25. Kameyama M, Umeda-Kameyama Y. Applications of artificial intelligence in dementia. Geriatr Gerontol Int. 2024;24(Suppl 1):25-30. doi: 10.1111/ggi.14709. PMID: 37916614
 26. Owen S, Maratos FA. Recognition of subtle and universal facial expressions in a community-based sample of adults classified with intellectual disability. J Intellect Disabil Res. 2016;60(4):344-54. doi: 10.1111/jir.12253. PMID: 26857692
 27. Wirries A, Geiger F, Hammad A, Redder A, Oberkircher L, Ruchholtz S, et al. Combined artificial intelligence approaches analyzing 1000 conservative patients with back pain-a methodological pathway to predicting treatment efficacy and diagnostic groups. Diagnostics (Basel). 2021;11(11):1934. doi: 10.3390/diagnostics11111934. PMID: 34829286
 28. Parekh AE, Shaikh OA, Simran, Manan S, Hasibuzzaman MA. Artificial intelligence (AI) in personalized medicine AI-generated personalized therapy regimens based on genetic and medical history short communication. Ann Med Surg (Lond). 2023;85(11):5831-3. doi: 10.1097/MS9.0000000000001320. PMID: 37915639
 29. Khawaja Z, Bélisle-Pipon JC. Your robot therapist is not your therapist understanding the role of AI-powered mental health chatbots. Front Digit Health. 2023;5:1278186. doi: 10.3389/fdgth.2023.1278186. PMID: 38026836;
 30. Ramzani Shahrestani M, Motamed S, Yamaghani MR. Recognition of Facial and Vocal Emotional Expressions by SOAR Model. Journal of Information Systems and Telecommunication (JIST). 2023; 11(3):209-21. doi: 10.61186/jist.39828.11.43.209
 31. von Klipstein L, Riese H, van der Veen DC, Servaas MN, Schoevers RA. Using person-specific networks in psychotherapy challenges, limitations, and how we could use them anyway. BMC Med. 2020;18(1):345. doi: 10.1186/s12916-020-01818-0. PMID: 33222699
 32. Ross ED. Differential Hemispheric Lateralization of Emotions and Related Display Behaviors Emotion-Type Hypothesis. Brain Sci. 2021;11(8):1034. doi: 10.3390/brainsci11081034. PMID: 34439653
 33. Gweon H, Fan J, Kim B. Socially intelligent machines that learn from humans and help humans learn. Philos Trans A Math Phys Eng Sci. 2023;381(2251):20220048. doi: 10.1098/rsta.2022.0048. PMID: 37271177
 34. Jain R, Rai RS, Jain S, Ahluwalia R, Gupta J. Real time sentiment analysis of natural language using multimedia input. Multimed Tools Appl. 2023;82:41021-36. doi: 10.1007/s11042-023-15213-3. PMID: 37362666
 35. Huang F, Li X, Yuan C, Zhang S, Zhang J, Qiao S. Attention-Emotion-Enhanced Convolutional LSTM for Sentiment Analysis. IEEE Trans Neural Netw Learn Syst. 2022;33(9):4332-4345. doi: 10.1109/TNNLS.2021.3056664. PMID: 33600326
 36. Jaksic C, Schlegel K. Accuracy in judging others' personalities the role of emotion recognition, emotion understanding, and trait emotional intelligence. J Intell. 2020;8(3):34. doi: 10.3390/jintelligence8030034. PMID: 32961916
 37. Nourbakhsh A, Hoseinpour MM. Multiple feature extraction and multiple classifier systems in face recognition. In: Silhavy R, Silhavy P, Prokopova Z. (editors) Cybernetics Approaches in Intelligent Systems. Springer, Cham: CoMeSySo; 2017.
 38. Mittal T, Bhattacharya U, Chandra R, Bera A, Manocha D. M3ER Multiplicative Multimodal Emotion Recognition using Facial, Textual, and Speech Cues, Proc. AAAI Conf. Artif Intell. 34(2020):1359–67. doi:10.1609/aaai.v34i02.5492
 39. Hosseini SS, Yamaghani MR, Poorzaker Arabani S. Multimodal modelling of human emotion using sound, image and text fusion. SIViP. 2023;18:71-9. doi: 10.1007/s11760-023-02707-8