فصلنامه راهبرد توسعه/ سال بیستم و یکم/ شماره ۳ (پیاپی۸۳)/ پاییز ۱٤۰٤/ ۲۰۰-۱۸٦
Quarterly Journal of Development Strategy, ۲۰۲۵, Vol. ۲۱, No.۳ (۸۳)

رویکرد ترکیبی تحلیل زبان بدن مبتنی بر هوش مصنوعی برای ارائه بازخورد شنیداری به نابینایان

سهیل نادری [۱]
طهمورث شیری [۲]
افسانه مظفری [۳]
محمد سلطانی فر [٤]

(تاریخ دریافت ۱۴۰۴/۶/۱۵ ـ تاریخ تصویب ۱۴۰۴/۸/۱۹)
نوع مقاله: **علمی پژوهشی**

چکیده

ارتباط انسان‌ها بخش عمده‌ای از معنا و پیام‌های خود را از طریق نشانه‌های غیرکلامی مانند حرکات بدن، حالات چهره و لحن صدا منتقل می‌کند؛ به‌طوری که تحقیقات نشان داده‌اند بیش از ۶۵ درصد اطلاعات ارتباطی از طریق این نشانه‌ها به مخاطب منتقل می‌شود. افراد نابینا به دلیل محرومیت از ادراک دیداری این نشانه‌ها، در درک عواطف، نگرش‌ها و پیام‌های پنهان دیگران

[۱]- دانشجوی دکتری گروه علوم ارتباطات اجتماعی، واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران.
[۲]- دانشیار، گروه علوم اجتماعی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران.(نویسنده مسئول)
shiri.tahmures@gmail.com
[۳]- دانشیار، گروه علوم ارتباطات اجتماعی، واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران.
[۴]- استاد گروه علوم ارتباطات اجتماعی، واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران.

دچار چالش‌های اساسی هستند که منجر به محدودیت در کیفیت تعاملات میان‌فردی و آسیب به مشارکت اجتماعی آنان می‌گردد.
در این پژوهش، با هدف کاهش این شکاف ارتباطی، الگویی ترکیبی برای تحلیل زبان بدن مبتنی بر فناوری هوش مصنوعی و ارائه بازخورد شنیداری مؤثر به نابینایان طراحی شده است. رویکرد تحقیق به‌صورت ترکیبی و از نوع کیفی با بهره‌گیری از نظریه داده‌بنیاد (**Grounded Theory**) به سبک گلیزر است و داده‌ها از طریق ۱۳ مصاحبه عمیق با نابینایان و ۱۹ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با متخصصان فناوری اطلاعات گردآوری شده است. تحلیل داده‌ها به کمک روش سه‌مرحله‌ای کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام و تا حصول اشباع نظری ادامه یافته است.
مقوله محوری استخراج‌شده، «طراحی انسانی‌محور ابزار هوشمند تحلیل زبان بدن با تأکید بر بازخورد صوتی بلادرنگ» می‌باشد که در برگیرنده مؤلفه‌های کلیدی شامل شدت هیجان، جهت نگاه، فاصله تعاملی و حرکات شانه است. الگوی نهایی ارائه شده، شامل سخت‌افزار هندزفری دوربین‌دار و نرم‌افزار هوشمند روی گوشی تلفن‌همراه است که داده‌های تصویری و صوتی محیط را به صورت آنی تجزیه و تحلیل و به‌طور بلادرنگ بازخورد صوتی قابل فهم به کاربر ارائه می‌کند.
نتایج نشان می‌دهد این الگو می‌تواند تأثیر چشمگیری در بهبود ارتباطات نابینایان در حوزه‌های آموزشی، کاری و اجتماعی داشته باشد و علاوه بر نوآوری نظری، چشم‌اندازی کاربردی برای توسعه فناوری‌های کمکی هوشمند فراهم نماید.

واژه‌های کلیدی :هوش مصنوعی، تحلیل زبان بدن، بازخورد شنیداری، نابینایان، نظریه داده‌بنیاد، فناوری کمکی.

۱.بیان مسئله

ارتباط انسانی به عنوان یکی از بنیادی‌ترین نیازهای بشری، تنها متکی به زبان گفتاری نیست بلکه بخش مهمی از مفاهیم و پیام‌ها از طریق نشانه‌های غیرکلامی منتقل می‌شود. نشانه‌هایی مانند

حرکات بدن، حالات چهره، جهت نگاه و لحن صدا در ارتباطات روزمره سهم عمده‌ای در انتقال معنا و حس دارند. تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که بیش از ۶۵ درصد اطلاعات ارتباطی در فرایندهای بین فردی به وسیله این نشانه‌های غیرکلامی منتقل می‌شود.**(Mehrabian, ۱۹۷۲)** افراد نابینایی به دلیل محرومیت از دریافت داده‌های بصری، این بخش کلیدی از ارتباط انسانی را از دست می‌دهند؛ امری که موجب بروز چالش‌های فراوانی در درک صحیح احساسات، هیجانات و پیام‌های غیرکلامی می‌شود. ناتوانی در فهم زبان بدن، لبخند، خشم یا حالت‌های دیگران در تعامل‌های اجتماعی، آموزشی و کاری، باعث ایجاد سوءتفاهم، کاهش کیفیت ارتباطات و در نهایت کاهش اعتماد به نفس و انزوای اجتماعی در این گروه می‌گردد. در ایران که جمعیت قابل توجهی از افراد با ناتوانی بینایی زندگی می‌کنند، رفع این محدودیت اهمیت ویژه‌ای دارد (زارع، ۱۳۹۹).

هوش مصنوعی و فناوری‌های نوظهور هوش ماشین در سال‌های اخیر امکان تحلیل دقیق حرکات بدن و حالات چهره را فراهم کرده‌اند. مدل‌های یادگیری عمیق نظیر شبکه‌های **HRNet** برای تخمین وضعیت مفاصل بدن و مدل‌های **LSTM** برای تحلیل توالی حرکات، انقلابی در حوزه تحلیل زبان بدن ایجاد کرده‌اند (**Sun et al,**۲۰۱۹). اما به کاربرد این فناوری‌ها به ویژه در جهت توانمندسازی نابینایان و تبدیل داده‌های بصری به بازخورد شنیداری که نیاز اصلی این جامعه است، توجه کمتری شده است.

مسئله اصلی این پژوهش به این صورت مطرح می‌شود که چگونه می‌توان رویکردی ترکیبی و انسانی‌محور برای تحلیل زبان بدن مبتنی بر هوش مصنوعی طراحی کرد که بتواند به طور بلادرنگ، بازخورد شنیداری مناسبی جهت تقویت درک نشانه‌های غیرکلامی به نابینایان ارائه دهد؟

اهمیت این مسئله در ارتقای کیفیت زندگی نابینایان، افزایش استقلال آن‌ها در تعاملات اجتماعی و آموزشی، و همچنین ایجاد پل ارتباطی میان فناوری‌های مدرن و نیازهای انسانی است. این پژوهش در تلاش است با استفاده از روش نظریه داده‌بنیاد و تلفیق تحلیل کیفی تجارب زیسته افراد نابینا و دیدگاه‌های متخصصان فناوری، الگویی عملی و بومی برای این هدف ارائه کند.

به طور خلاصه، اهداف اصلی پژوهش عبارتند از:

- ارائه الگویی بومی و انسان‌محور برای تحلیل زبان بدن نابینایان.
- ادغام فناوری‌های یادگیری عمیق و پردازش بینایی ماشین برای تحلیل حرکات و حالات چهره.
- توسعه سامانه‌ای با بازخورد شنیداری بلادرنگ و کاربرپسند جهت افزایش کیفیت تعاملات نابینایان.

این هدف، نوآوری شاخص پژوهش است که می‌تواند زمینه‌ساز توسعه فناوری‌های کمکی هوشمند فراگیر در حوزه توانمندسازی اقشار دارای ناتوانی باشد.

۲ .پیشینه پژوهش

ارتباطات غیرکلامی به عنوان بخش عمده‌ای از معنای پیام‌های انسانی شناخته می‌شود (**Mehrabian,۱۹۷۲**). زبان بدن متشکل از حرکات و حالات ظاهری بدن است که پیام‌های عاطفی و رفتاری را منتقل می‌کند (**Knapp & Hall,۲۰۱۰**). مطالعات نشان داده‌اند بیش از ۶۵ درصد از پیام‌های ارتباطی از این طریق منتقل می‌شوند، و از این رو، فقدان این کانال درک، اختلالات جدی در تعاملات اجتماعی به وجود می‌آورد (**Ekman,۲۰۰۳**).

افراد نابینا، به دلیل محدودیت در دریافت داده‌های بصری، از فهم زبان بدن سایرین محروم‌اند که منجر به مشکلات عمیق در تعاملات اجتماعی، آموزشی و حرفه‌ای می‌شود (زارع، ۱۳۹۹). این محرومیت موجب سوءتفاهم، کاهش اعتماد به نفس و انزوای اجتماعی در این گروه می‌شود.

تکامل فناوری‌های کمکی برای نابینایان، از ابزارهای سنتی مانند عصای سفید تا فناوری‌های رایانه‌ای نوین، نقش مهمی در افزایش استقلال و کیفیت زندگی آنان ایفا کرده است (**Kelly,۲۰۱۱**). فناوری‌های صفحات‌خوان و تبدیل متن به گفتار از رایج‌ترین نمونه‌ها هستند (**Hersh & Johnson,۲۰۱۰**). اما بیشتر این فناوری‌ها بر مسیریابی و دریافت اطلاعات ثابت متمرکز بوده‌اند و کمتر به تحلیل زبان بدن و نشانه‌های هیجانی توجه شده است.

با ظهور فناوری هوش مصنوعی و یادگیری عمیق، الگوریتم‌های پیشرفته قادر به شناسایی دقیق حرکات بدن، حالات چهره و حتی احساسات شده‌اند؛ مدل‌هایی مانند **HRNet** برای تخمین مفاصل بدن و **LSTM** برای تحلیل توالی حرکات این امکان را فراهم ساخته‌اند (**Sun et**

al,۲۰۱۹؛ **Zadeh et al,۲۰۱۸**). این فناوری‌ها پتانسیل تبدیل اطلاعات تصویری به بازخوردهای شنیداری بلادرنگ را دارند که می‌تواند به عنوان ابزاری توانمندساز برای نابینایان کاربردی باشد.

پژوهش های داخلی

حسینی و همکاران (۱۴۰۰) سامانه‌ای برای تبدیل متون چاپی به گفتار توسعه دادند که در مدارس نابینایان مورد استفاده قرار گرفت. صادقی و همکاران (۱۴۰۱) با بهره‌گیری از دوربین تلفن همراه، الگوریتمی برای تشخیص موانع در مسیر نابینایان ارائه کردند. همچنین، احمدی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به افزایش مشارکت نابینایان در آموزش‌های آنلاین با ابزارهای تعاملی هوش مصنوعی پرداختند.

با وجودی که این مطالعات در حوزه فناوری کمکی نوین جایگاه مهمی دارند، هیچ یک به طور تخصصی به موضوع تحلیل زبان بدن و ارائه بازخورد شنیداری مبتنی بر هوش مصنوعی برای نابینایان نپرداخته‌اند.

پژوهش های خارجی

پونت و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای کیفی نشان دادند نابینایان در درک نشانه‌های بدنی و طعنه دچار مشکل هستند و استفاده از استراتژی‌های جایگزین همچون لحن صدا ناکافی است. سادلر و همکاران (۲۰۱۹) نیز راهبردهای جبرانی نابینایان را در تعاملات اجتماعی بررسی کردند و تأکید کردند این راهبردها انرژی‌بر و محدود هستند. دنگ و همکاران (۲۰۲۰) الگوریتم **RetinaFace** را برای تشخیص دقیق چهره توسعه دادند که در محیط‌های واقعی دقت بالایی دارد، اما برای نابینایان به طور خاص بومی نشده است. کائوتز و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی روش‌های تخمین وضعیت بدن گزارش دادند مدل‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی کانولوشنی دقت بالا دارند، اما به تطبیق با نیازهای کاربران نابینا کم توجه شده است.

تحلیل شکاف‌های پژوهشی

بررسی پیشینه نشان می‌دهد:

- کمتر پژوهشی به ادغام رویکرد انسان‌محور با فناوری‌های پیشرفته هوش مصنوعی اختصاص یافته است.

- فقدان مدل‌های بومی و کاربردی برای تحلیل زبان بدن نابینایان در بستر فرهنگی و اجتماعی کشورها خصوصاً ایران وجود دارد.
- کاربرد نظریه داده‌بنیاد برای کشف مدل‌های عملی و نظری در این زمینه بسیار محدود است.
- مطالعات چندبعدی کیفی-کمی که بتوانند به شکل جامع ابعاد فنی، انسانی و اجتماعی را پوشش دهند، اندک هستند.

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش نظریه داده‌بنیاد به سبک گلیزر و رویکرد ترکیبی کیفی و کمی، تلاش دارد با تحلیل تجربیات نابینایان و دیدگاه متخصصان فناورانه، الگویی بومی، انسان‌محور و عملی برای تحلیل زبان بدن و تولید بازخورد شنیداری ارائه نماید که بتواند به توسعه فناوری‌های کمکی هوشمند موثر در جامعه ایرانی کمک کند.

۳ .روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کیفی و کاربردی است که بر پایه روش نظریه داده‌بنیاد (**Grounded Theory**) به سبک گلیزر انجام شده است. نظریه داده‌بنیاد یک رویکرد پژوهشی استقرایی، اکتشافی و تفسیری است که هدف آن کشف و تبیین نظریه‌ای نوظهور است که مستقیماً بر مبنای داده‌های جمع‌آوری‌شده از میدان تحقیق شکل می‌گیرد (**Glaser & Strauss,۱۹۶۷**). در این رویکرد، نظریه از دل داده‌ها برخاسته و تحلیل داده‌ها به‌صورت چرخشی و مکرر انجام می‌شود به نحوی که مفاهیم اولیه، مقوله‌های میانی و در نهایت یک نظریه زمینه‌ای شکل می‌گیرد.

جامعه آماری و نمونه‌گیری

جامعه آماری پژوهش شامل دو گروه اصلی بود:

۱. **گروه نابینایان:** ۱۳ نفر از افراد نابینا با تجربه زیسته فعال در تعاملات روزمره و آموزشی، که از طریق نمونه‌گیری هدفمند و با معیار توانایی بیان تجربیات انتخاب شدند.

۲. **گروه متخصصان فناوری اطلاعات:** ۱۹ نفر از متخصصان هوش مصنوعی، بینایی ماشین و فناوری‌های کمکی که سابقه کار مرتبط داشتند و از طریق نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند.

حجم نمونه بر اساس معیار «اشباع نظری» تعیین شد؛ به این معنا که گردآوری داده‌ها تا زمانی ادامه یافت که داده‌های جدید اطلاعات تازه و مقولات جدیدی تولید نکردند.

ابزار گردآوری داده‌ها

ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته برای متخصصان و مصاحبه عمیق برای نابینایان بود. سوالات مصاحبه بر مبنای محورهای پیشین تعیین شده بود با امکان گسترش موضوعات در طول گفتگو.

مصاحبه‌ها به صورت صوتی ضبط شده و متن آنها به صورت کامل تایپ و برای تحلیل آماده گردید.

علاوه بر مصاحبه، یادداشت‌های میدانی و مشاهده مشارکتی نیز برای افزایش غنای داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

فرایند تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها با رویکرد نظریه داده‌بنیاد، شامل سه مرحله‌ی کدگذاری بود:

- **کدگذاری باز (Coding Open):** داده‌های متنی مصاحبه‌ها به واحدهای مفهومی کوچک خرد شدند و بیش از ۴۸۰ کد اولیه استخراج گردید. این کدها بازتاب‌دهنده مفاهیم خام و اولیه بودند، مانند «عدم درک هیجانات»، «نیاز به بازخورد صوتی»، «نگرانی از مسائل حریم خصوصی».
- **کدگذاری محوری (Coding Axial):** کدهای اولیه دسته‌بندی و در مقوله‌های اصلی گردآوری شدند. این مرحله شامل بازشناسی روابط میان کدها و ساختارمندسازی مفاهیم مانند «چالش‌های ارتباطی نابینایان»، «نیازهای کاربر»، «راهکارهای فناوری» و «ملاحظات اخلاقی» بود.
- **کدگذاری انتخابی (Coding Selective):** در این مرحله مقوله هسته‌ای استخراج و چارچوب نظری از ترکیب مقوله‌های محوری شکل گرفت. مقوله محوری تعریف‌شده «طراحی انسانی‌محور ابزار تحلیل زبان بدن مبتنی بر هوش مصنوعی» به عنوان

هسته نظام مفهومی پژوهش انتخاب شد.

این فرایندها به صورت مقایسه مداوم انجام شد، یعنی داده‌های جدید پیوسته با داده‌ها و مقوله‌های قبلی مقایسه می‌گردید تا انسجام نظری و جامعیت حاصل شود.

روایی و اعتبار داده‌ها

برای افزایش روایی و پایایی تحقیق تدابیر زیر اندیشیده شد:

- **تأیید اعضا (Checking Member):** نتایج اولیه تحلیل‌ها برای برخی از شرکت‌کنندگان بازفرستاده شده و صحت آن‌ها تایید گردید.
- **ممیزی بیرونی (Audit External):** تحلیل و کدگذاری‌ها توسط پژوهشگران مستقل مورد ارزیابی قرار گرفت.
- **مقایسه مداوم داده‌ها:** مقایسه طول فرآیند کدگذاری‌ها و بررسی منسجم داده‌ها تضمین کننده استحکام نظریه استخراج شده بود.

تمام شرکت‌کنندگان با آگاهی کامل در مطالعه مشارکت کردند و رضایت‌نامه کتبی ارائه نمودند. حفظ محرمانگی، ناشناس بودن داده‌ها و امکان ترک مطالعه در هر مرحله برای شرکت‌کنندگان تضمین شده بود. داده‌های صوتی بلافاصله پس از تحلیل حذف شدند تا امنیت داده‌ها تامین گردد.

روش تحقیق مبتنی بر نظریه داده‌بنیاد با فراخواندن داده‌ها و تحلیل گام‌به‌گام، امکان دست‌یابی به نظریه‌ای عمیق، بومی و کاربردی برای تحلیل زبان بدن نابینایان را فراهم ساخت. این روش کوشید با تلفیق داده‌های انسانی و دیدگاه متخصصان فناوری، الگوی مؤثری برای طراحی سامانه ارائه بازخورد شنیداری هوشمند ارائه کند که مناسب نیازها و محدودیت‌های جامعه هدف باشد.

٤- یافته ها و تجزیه و تحلیل داده ها

٤-١. تحلیل داده‌ها بر اساس نظریه داده‌بنیاد

در این پژوهش، داده‌های مصاحبه با ۱۳ نابینا و ۱۹ متخصص هوش مصنوعی مطابق روش نظریه داده‌بنیاد به سه سطح کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شده‌اند. هدف تحلیل استخراج مفاهیم و نظریه‌ای بنیادین برای طراحی سامانه تحلیل زبان بدن با قابلیت بازخورد شنیداری

بلادرنگ بوده است.

کدگذاری باز (Coding Open)

در نخستین مرحله کدگذاری، داده‌های خام مصاحبه به واحدهای معنادار خرد شدند. بیش از ۴۸۰ کد اولیه استخراج شد که نشان‌دهنده مفاهیم و جملات کلیدی بودند.

نمونه‌ای از کدهای باز استخراج شده:

- دشواری در درک هیجانات دیگران
- نیاز به بازخورد صوتی ساده و بلادرنگ
- نگرانی از پیچیدگی فناوری‌ها
- اهمیت حفظ حریم خصوصی در تحلیل زبان بدن
- تجربه موفق با نرم‌افزارهای صفحه‌خوان موجود

کدگذاری محوری (Coding Axial)

در مرحله دوم، کدهای باز در گروه‌های مفهومی ساختاریافته‌تر دسته‌بندی شدند و محورهای اصلی پژوهش شکل گرفتند.

جدول ۱: مقوله‌های میانی استخراج شده

شماره	مقوله میانی	زیرمقوله‌ها/کدهای مرتبط
۱	چالش‌های ارتباطی نابینایان	ناتوانی در درک زبان بدن، انسداد در فهم هیجانات، سوءتفاهم‌ها
۲	نیازها و انتظارات کاربران	ابزارهای ساده و قابل حمل، بازخورد صوتی فوری، کاهش پیچیدگی
۳	محدودیت‌ها و موانع فنی و اجتماعی	هزینه بالای فناوری، نگرانی‌های اخلاقی، فقدان داده‌های بومی
۴	راهکارهای فناوری پیشنهادی	استفاده از بینایی ماشین، یادگیری عمیق، طراحی رابط کاربری انسانی
۵	پیامدهای فردی و اجتماعی	افزایش استقلال، بهبود ارتباطات، ارتقاء فرصت‌های شغلی و آموزشی
۶	شرایط زمینه‌ای و مداخله‌گر	حمایت سازمانی، همکاری بین‌رشته‌ای، فرهنگ‌سازی اجتماعی

کدگذاری انتخابی (Coding Selective)

در این مرحله، مقوله‌های میانی از طریق مقایسه انتزاعی به یک مقوله محوری تبدیل شدند که تمام مفاهیم را در بر می‌گیرد.

جدول ۲: مقوله محوری و ارتباط آن با مقوله‌های میانی

مقوله انتخابی (محوری)	نقش آن در نظریه
طراحی انسانی‌محور سامانه هوشمند تحلیل زبان بدن نابینایان	محور هماهنگ‌کننده بین چالش‌ها، نیازها، راهکارها و پیامدها

مقوله محوری بر طراحی سامانه‌ای تأکید دارد که با توجه به نیازها، چالش‌ها و موانع، بتواند بازخورد انسانی، اخلاقی و علمی موثر ارائه دهد.

مدل مفهومی پژوهش

براساس مقولات و یافته‌های بدست آمده، مدل مفهومی پژوهش در سه بخش اصلی شکل گرفته است:

بخش مدل	جزئیات
ورودی‌ها	داده‌های بصری و صوتی محیطی از طریق هندزفری دوربین‌دار
فرایند پردازش	الگوریتم‌های یادگیری عمیق شامل HRNet و LSTM برای تحلیل حرکات و حالات چهره
خروجی‌ها	بازخورد صوتی بلادرنگ و قابل فهم برای نابینایان

این سه بخش در کنار ملاحظات اخلاقی و کاربردی، چارچوبی جامع و کاربردی برای سامانه نوین توانمندسازی نابینایان فراهم می‌آورد.

تحلیل کلیدی یافته‌ها

- نابینایان بخش قابل توجهی از پیام‌های غیرکلامی را از طریق زبان بدن از دست می‌دهند که محدودیت‌های عمیقی در تعاملات اجتماعی ایجاد می‌کند.
- نیاز نمود جدی به سامانه‌ای است که بتواند به شکل بلادرنگ اطلاعات زبان بدن را به بازخورد قابل درک برای نابینایان تبدیل کند.
- متخصصان فناوری تاکید کردند که سامانه باید بر اساس فناوری‌های هوش مصنوعی مانند بینایی ماشین و یادگیری عمیق طراحی شود.
- بازخورد صوتی ساده، طبیعی و آنی یکی از مهمترین نیازهای کاربران است.
- ملاحظات اخلاقی، به ویژه حفظ حریم خصوصی و رضایت آگاهانه، باید لحاظ شود.

۵- نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که نابینایان در تعاملات اجتماعی خود با چالش اساسی ناتوانی در درک نشانه‌های غیرکلامی مانند زبان بدن، حالات چهره و لحن گفتار مواجه‌اند. این محدودیت موجب کاهش کیفیت ارتباط میان فردی، سوءتفاهم‌های پی‌درپی و افزایش احساس انزوا و افسردگی در بین نابینایان می‌شود. این نتایج با نظریات و تحقیقات پیشین از جمله مهرابیان

(۱۹۷۲)، اکمن (۲۰۰۳) و پونت و همکاران (۲۰۲۱) همسو است که اهمیت زبان بدن و نقش آن در انتقال احساسات و معانی را برشمرده‌اند.

از سوی دیگر، یافته‌ها تأکید می‌کنند که فناوری‌های هوش مصنوعی و یادگیری عمیق، به‌ویژه الگوریتم‌های **HRNet** و **LSTM**، پتانسیل قوی برای تحلیل دقیق حرکات بدن و حالات غیرکلامی در بسترهای واقعی دارند. ترکیب این فناوری با بازخورد شنیداری بلادرنگ می‌تواند مشکل ناتوانی در ادراک غیرکلامی را برای نابینایان به طور مؤثری حل کند. این امر منطبق با گزارش‌های علمی روز در حوزه تعامل انسان و کامپیوتر (**HCI**) است که بر اهمیت طراحی انسان‌محور و کاربر مدار فناوری تأکید دارد.

مقوله محوری «طراحی انسانی‌محور سامانه هوشمند تحلیل زبان بدن» نشان داد که رضایت کاربران نابینا مستلزم سادگی، سرعت بالا، دقت فنی، حفظ حریم خصوصی و قابلیت تطبیق با نیازهای فردی است. این یافته‌ها نقدهایی که در مطالعات گذشته علیه ابزارهای پیچیده و غیرقابل اعتماد وجود داشت را برطرف ساخته‌اند.

این پژوهش با استفاده از رویکرد نظریه داده‌بنیاد و تلفیق روش‌های کیفی و کمی، موفق به استخراج مدلی بومی، کاربردی و علمی برای تحلیل زبان بدن نابینایان مبتنی بر هوش مصنوعی شد. مدل طراحی‌شده ضمن پاسخ به نیازهای واقعی کاربران، چارچوبی نوآورانه در ادغام توانمند فناوری و حساسیت‌های انسانی فراهم کرده است.

ساختار سه‌مرحله‌ای این مدل شامل ورودی‌های تصویری و صوتی، فرایند پردازش مبتنی بر الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری عمیق، و خروجی بازخورد شنیداری قابل فهم و بلادرنگ، امکان توسعه نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای کمکی مؤثر را فراهم می‌آورد.

بدین ترتیب، فناوری هوش مصنوعی، هنگامی که با رویکردی انسان‌محور ترکیب شود، می‌تواند نقش کلیدی در توانمندسازی نابینایان ایفا کرده و شکاف ارتباطی ناشی از عدم‌دریافت نشانه‌های غیرکلامی را پر کند. این الگو می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای توسعه فناوری‌های جدید در آموزش، اشتغال و توانبخشی نابینایان در سطح کشور و حتی فراتر از آن به‌کار گرفته شود.

- این پژوهش نوآوری خود را در تلفیق تجربیات زیسته نابینایان و دیدگاه‌های تخصصی فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی می‌داند.
- سامانه پیشنهادی با توجه به هزینه، سادگی و پاسخگویی در زمان واقعی، امکانات مناسبی

برای کاربردهای روزمره دارد.

- حفظ حریم خصوصی و رعایت ملاحظات اخلاقی در طراحی سیستم‌های کمکی از ضروریات اساسی است.
- نتایج این تحقیق می‌تواند راهنمایی برای سیاستگذاران فناوری کمکی و پژوهشگران حوزه ارتباطات انسانی و فناوری باشد.

پژوهش حاضر با تکیه بر نظریه داده‌بنیاد و رویکرد ترکیبی کیفی-کمی، به طراحی و تبیین الگویی نوین برای تحلیل زبان بدن نابینایان مبتنی بر هوش مصنوعی پرداخت. عواملی چون شدت هیجان، جهت نگاه، فاصله تعاملی و حرکات بدن در درک بهتر پیام‌های غیرکلامی توسط نابینایان، در این مدل لحاظ شده‌اند.

الگوی پیشرفته این پژوهش با بهره‌گیری از سخت‌افزار هندزفری دوربین‌دار و نرم‌افزار تلفن همراه، داده‌های محیطی را به طور بلادرنگ تحلیل و به بازخورد صوتی تبدیل می‌کند که موجب ارتقای کیفیت تعاملات اجتماعی، آموزشی و حرفه‌ای کاربران نابینا می‌گردد. این روش علمی، نوآورانه و منطبق بر نیازهای واقعی جامعه هدف است.

این الگو ضمن قابلیت توسعه و مقیاس‌پذیری، راهکاری موثر برای رفع یکی از دغدغه‌های اصلی نابینایان در حوزه ارتباطات غیرکلامی ارائه می‌دهد. نقش پذیری فناوری‌های هوش مصنوعی در توانمندسازی اقشار آسیب‌پذیر و توجه به ابعاد انسانی-اخلاقی در طراحی، از دیگر دستاوردهای بارز این تحقیق است.

پیشنهاد می‌شود آینده پژوهش بر توسعه نمونه اولیه سامانه و آزمون میدانی آن در محیط‌های واقعی متمرکز شود تا علاوه بر بهینه‌سازی فنی، بازخوردهای عملی کاربران نیز در بهبود سیستم لحاظ گردد.

همچنین تأکید بر تدوین چارچوب‌های اخلاقی و حریم خصوصی به عنوان پیش‌نیاز پذیرش فناوری‌های کمکی، از حوزه‌های مهم مطالعات آتی می‌باشد.

منابع:

فارسی

- احمدی، ن.، و همکاران. (۱۳۹۸). آموزش الکترونیکی برای نابینایان: بررسی نقش فناوری‌های تعاملی. *مجله علوم تربیتی ایران*، ۱۵(۲)، ۴۵-۶۰.
- حسینی، م.، و همکاران. (۱۴۰۰). چالش‌های ارتباطی نابینایان و نقش فناوری‌های کمکی در بهبود کیفیت زندگی. *مجله رفاه اجتماعی*، ۲۱(۴)، ۱۱-۳۵.
- کریمی، الف. (۱۴۰۱). فناوری‌های کمکی برای افراد دارای معلولیت بینایی. تهران: انتشارات دانشگاه آزاد.
- زارع، م. (۱۳۹۹). زبان بدن و ارتباطات غیرکلامی در تعاملات نابینایان. *مجله روان‌شناسی اجتماعی*، ۱۲(۱)، ۲۳-۴۰.
- صادقی، ع.، و همکاران. (۱۴۰۱). الگوریتم‌های تشخیص موانع در مسیر حرکتی نابینایان با استفاده از گوشی‌های هوشمند. *مجله فناوری اطلاعات ایران*، ۱۰(۳)، ۷۸-۹۲.
- رضایی، س.، و احمدی، ن. (۱۳۹۸). نظریه داده‌بنیاد: رویکردی برای کشف مدل‌های بومی در علوم انسانی. *پژوهشنامه علوم اجتماعی*، ۱۳(۲)، ۷۵-۱۰۲.

انگلیسی

- nonverbal of repertoire The .(۱۹۶۹) .V .W ,Friesen & ,.P ,Ekman behavior. *Semiotica*, ۱(۱), ۴۹-۹۸.
- grounded of discovery The .(۱۹۶۷) .L .A ,Strauss & ,.G .B ,Glaser .Aldine :Chicago .research qualitative for Strategies :theory
- MIT .learning Deep .(۲۰۱۶) .A ,Courville & ,.Y ,Bengio ,.I ,Goodfellow .Press
- *close in communication Nonverbal* .(۲۰۰۶) .K ,Floyd & ,.K .L ,Guerrero .Routledge .*relationships*
- visually for technology Assistive .(۲۰۱۰) .A .M ,Johnson & ,.M ,Hersh .Springer :London .people blind and impaired
- :impaired visually for technology Assistive .(۲۰۱۱) .M .S ,Kelly *& Impairment lVisua of Journal* .challenges and Innovations *Blindness*, ۱۰۵(۵), ۳۰۱-۳۱۰.

- *human in communication Nonverbal* .(۲۰۱۰) .A .J ,Hall & ,L .M ,Knapp .Wadsworth :Boston .(.ed thv) *interaction*
- -Aldine :Chicago .*communication Nonverbal* .(۱۹۷۲) .A ,Mehrabian .Atherton
- Assessing :education in language Body .(۲۰۱۹) .al et ,.A ,Samadani .۵۷۵-۵۶۷ ,(۴)۶۲ ,*Education on Transactions IEEE* .engagement student
- for learning representation resolution-high Deep .(۲۰۱۹) .al et ,.K ,Sun *on Conference IEEE the of Proceedings* .estimation pose human .۵۷۷-۵۶۹ ,*(CVPR) Recognition Pattern and Vision Computer*
- language body via detection Depression .(۲۰۲۰) .al et ,.S ,Wang ,(۸)۲۴ ,*Informatics Health and Biomedical of Journal IEEE* .analysis .۲۲۰۰-۲۱۹۰
- dimpaire visually for systems assistive based-AI .(۲۰۲۳) .al et ,.J ,Yang .۲۵-۱ ,(۲)۱۶ ,*Computing Accessible on Transactions ACM* .users
- .(۲۰۱۸) .P-.L ,Morency & ,.E ,Cambria ,.S ,Poria ,.M ,Chen ,.A ,Zadeh and fusion level-word with analysis sentiment Multimodal *the of Meeting Annual th۵۶ the of Proceedings* .learning reinforcement .۲۲۴۶-۲۲۳۷ ,*Linguistics Computational for Association*