



دانشکده چندرسانه‌ای

پایان‌نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته هنرهای رایانه‌ای/گرایش هنرهای چندرسانه‌ای

عنوان:

تحلیل و بررسی ژست بدن به عنوان یک ارتباط غیرکلامی در متاورس

نگارنده:

محمد کثیری

استادان راهنما:

یونس سخاوت

لیلا دوبختی

استاد مشاور:

میلاد جعفری سیسی



شهریور ماه 1402

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



اظهارنامه دانشجو

اینجانب محمد کثیری دانشجوی دوره روزانه مقطع کارشناسی ارشد رشته هنرهای رایانه‌ای، گرایش هنرهای چندرسانه‌ای دانشکده چندرسانه‌ای دانشگاه هنر اسلامی تبریز به شماره دانشجویی ۴۰۰۱۳۶۶۰۱ تعهد می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان‌نامه با عنوان تحلیل و بررسی ژست‌بدن به عنوان یک ارتباط غیرکلامی در متاورس توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید است؛ و در موارد استفاده از کار دیگر محققان، به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. همچنین تعهد می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه، چارچوب مصوب دانشگاه را به طور کامل رعایت کرده‌ام؛ و هرگونه مقاله مستخرج از دستاوردهای این پایان‌نامه را با ذکر نام استاد/استادان راهنما و دانشجو منتشر خواهم کرد. همچنین کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق، همچنین چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه، برای دانشگاه هنر اسلامی تبریز محفوظ است.

امضاء دانشجو: 
تاریخ: 



بسمه تعالی
صور تجلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد (ب)
دانشکده چندرسانه‌ای

با عنایت به آیین‌نامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته، جلسه دفاعیه پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای محمد کثیری به شماره دانشجویی ۴۰۰۱۳۶۶۰۱ در رشته هنرهای رایانه‌ای گرایش چندرسانه‌ای به ارزش ۶ واحد در ساعت ۱۱ مورخه ۱۴۰۲/۰۷/۰۳ با عنوان «تحلیل و بررسی ژست‌بدن به عنوان یک ارتباط غیرکلامی در متاورس» در محل ساختمان اصلی دانشکده چندرسانه‌ای با حضور هیئت داوران تشکیل شد و بر اساس کیفیت پایان‌نامه، ارائه دفاعیه و نحوه پاسخ به سؤالات، رأی نهایی به شرح ذیل اعلام گردید:

پایان‌نامه با نمره (به عدد) (به حروف) مورد تایید قرار گرفت.

ردیف	نام اساتید و داوران	عنوان	امضاء
۱	آقای دکتر یونس سخاوت	استاد راهنمای اول	
۲	خانم دکتر لیلا دوبختی	استاد راهنمای دوم	
۳	آقای میلاد جعفری سیسی	استاد مشاور	
۴	آقای دکتر کاظم پورالوار	داور اول	
۵	آقای دکتر محسن دادجو	داور دوم	
۶	آقای دکتر کاظم پورالوار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه
نام و نام خانوادگی
مهر و امضاء

رئیس دانشکده
نام و نام خانوادگی
مهر و امضاء



دانشکده چندرسانه‌ای

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد چندرسانه‌ای

عنوان:

تحلیل و بررسی ژست بدن به عنوان یک ارتباط غیرکلامی در متاورس

نگارنده:

محمد کثیری

استادان راهنما:

یونس سخاوت، لیلا دوبختی

استاد مشاور:

میлад جعفری سیسی

شهریور ماه ۱۴۰۲

سپاسگزاری

با سپاس فراوان از اساتید راهنما دکتر یونس سخاوت و دکتر لیلا دوبختی و همچنین مشاور گرامی آقای میلاد جعفری

مشخصات و چکیده پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد

عنوان پایان نامه: تحلیل و بررسی ژست بدن به عنوان یک ارتباط غیر کلامی در متاورس

استاد راهنما: دکتر یونس سخاوت، دکتر لیلا دوبختی

استاد مشاور: آقای میلاد جعفری سیسی

نام دانشجو: محمد کثیری

شماره دانشجویی: ۴۰۰۱۳۶۶۰۱

تعداد صفحات: ۱۱۵

کارشناسی ارشد ■ دکتر ی □

دانشکده: چند رسانه‌ای گرایش: هنرهای چند رسانه‌ای تاریخ دفاع: ۱۴۰۲/۰۷/۰۳ تاریخ تصویب:

چکیده پایان نامه:

مقدمه و هدف: ارتباطات جزئی بنیادی از تعاملات انسانی است که به منظور انتقال افکار، ایده‌ها و احساسات استفاده می‌شود. ارتباطات رایانه‌ای در طول همه گیری اخیر COVID-19 افزایش یافته است و افراد به جهت از دست ندادن ارتباط خود با دیگران و پرکردن نیازهای اجتماعی رو به دنیای دیجیتال آورده‌اند. با اینکه کنفرانس‌های ویدئویی باعث مشکلات حریم خصوصی می‌شود، جلسات مجازی هنوز به طور گسترده مورد استفاده قرار نگرفته‌اند؛ کیفیت ارتباطات آن‌ها ضعیف است و به انتقال علائم بدن و نشانه‌های مهم ارتباط غیر کلامی، مانند حالت و ژست بدن، کمتر پرداخته شده است، و یا اینکه شرکت در این جلسات نیازمند برخورداری از وسائل گران قیمت مثل عینک‌های واقعیت مجازی و سنسورهای مخصوص است. پژوهش پیش‌رو برای رفع این نقصان، به بررسی ساخت محیط واقعیت مجازی یا متاورس با قابلیت ارسال و دریافت حرکات دست به وسیله دوربین وبکم معمولی به عنوان زیرمجموعه‌ای از ارتباطات غیر کلامی می‌پردازد؛ همچنین نقش ژست دست در بهبود کیفیت ارتباطات و فهم حرکات دست توسط کاربران را در محیط واقعیت مجازی بررسی می‌کند.

روش اجرای پژوهش: پس از مطالعه‌ی یافته‌ها و روش‌های پژوهش‌های پیشین، محیط واقعیت مجازی با قابلیت ارسال و دریافت ژست‌های دست به وسیله‌ی دوربین وبکم پیاده‌سازی شد. تعداد ۲۳ نفر از دانشجویان دانشگاه هنرهای اسلامی تبریز به عنوان نمونه برای اجرای پژوهش در دو آزمایش طراحی شده به صورت درون آزمودنی شرکت کردند. در سناریوی آزمایش‌ها پژوهشگر و یک نمونه، یکبار با، و بار دیگر بدون حضور حرکات دست با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. در پایان، اطلاعات به‌وسیله‌ی سیستم و پرسشنامه جمع‌آوری شد.

یافته‌ها: نتایج سطوح معناداری و تحلیل یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که در محیط متاورس ساخته شده افراد به خوبی قادر به تشخیص ژست‌های دست یکدیگر هستند و همچنین انتقال حرکات دست باعث افزایش حس حضور اجتماعی و غنای اجتماعی می‌شود.

نام و نام خانوادگی استاد راهنما: دکتر یونس سخاوت

امضاء

تاریخ

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات پژوهش	۱-۱۰
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- بیان مسأله	۲
۳-۱- ضرورت تحقیق	۶
۴-۱- اهداف تحقیق	۷
۵-۱- سوال‌های پژوهش	۸
۶-۱- فرضیه‌های پژوهش	۸
۷-۱- تعریف واژگان کلیدی	۸
۱-۷-۱- ارتباطات غیرکلامی	۸
۲-۷-۱- ژست‌های دست	۹
۳-۷-۱- واقعیت مجازی	۹
۴-۷-۱- واقعیت مجازی اجتماعی	۹
۵-۷-۱- آواتارها	۱۰
۶-۷-۱- متاورس	۱۰
۸-۱- جمع‌بندی فصل	۱۰
فصل دوم: پیشینه و ادبیات موضوعی	۱۱-۳۵
۱-۲- مقدمه	۱۲
۲-۲- ارتباطات	۱۳
۳-۲- ارتباطات کلامی و غیرکلامی	۱۵
۱-۳-۲- دسته‌بندی و مطالعه‌ی رفتارهای غیرکلامی	۱۷
۱-۳-۲-۱- رفتارهای چهره	۱۸
۱-۳-۲-۲- رفتارهای صوتی	۱۹

۱۹.....	۳-۱-۳-۲- فاصله یا پروکسمیک
۱۹.....	۳-۱-۴- خیره شدن
۲۰.....	۳-۱-۵- حرکت بدن
۲۳.....	۴-۲- بینایی کامپیوتر
۲۴.....	۵-۲- پیشینه‌ی تحقیق
۳۵.....	۶-۲- جمع بندی
۳۶-۵۳.....	فصل سوم: روش تحقیق و طراحی
۳۷.....	۳-۱- مقدمه
۳۷.....	۳-۲- روش تحقیق
۳۸.....	۳-۲-۱- جمعیت مطالعه
۳۸.....	۳-۲-۲- مکان و زمان انجام آزمایش
۳۸.....	۳-۲-۳- معیارهای ورود به مطالعه
۳۸.....	۳-۲-۴- روش اجرای تحقیق
۳۹.....	۱- طراحی آزمایشات
۴۲.....	۲- نحوه‌ی ارزیابی کیفیت ارتباطات
۴۳.....	۳- نحوه‌ی ارزیابی فهم کاربران از حرکات دست
۴۳.....	۴- ارزیابی استفاده از حرکات دست در اپلیکیشن متاورس
۴۳.....	۳-۲-۵- ابزار تحقیق
۴۴.....	۳-۳- طراحی
۴۴.....	۳-۳-۱- گرافیک کامپیوتری
۴۴.....	۳-۳-۱- طراحی محیط
۴۴.....	۱- طراحی و ساخت مدل‌های سه‌بعدی
۴۵.....	۲- برنامه‌نویسی گرافیکی

۴۷.....	۲-۳-۳- پردازش تصویر و هوش مصنوعی
۵۰.....	۳-۳-۳- ارتباطات بلادرنگ از طریق اینترنت
۵۱.....	۲-۳-۳-۳- WebRTC تکنولوژی
۵۲.....	۴-۳-۳- جمع سه تکنولوژی
۵۵.....	۴-۳- جمع بندی فصل

فصل چهارم: نتایج.....۵۷-۷۳

۵۸.....	۱-۴- مقدمه
۵۸.....	۲-۴- داده های جمعیت شناسی
۵۹.....	۳-۴- تحلیل داده های سیستمی
۶۰.....	۱-۳-۴- نسبت استفاده از دست در طول آزمایش
۶۱.....	۲-۳-۴- دقت تشخیص نمادها توسط نمونه و هوش مصنوعی
۶۲.....	۴-۴- تحلیل داده های پرسشنامه
۶۳.....	۱-۴-۴- بررسی نرمال بودن داده های متغیرهای پرسشنامه
۶۳.....	۲-۴-۴- کاربردپذیری
۶۵.....	۳-۴-۴- درگیری (غوطه وری ذهنی)
۶۷.....	۴-۴-۴- حضور اجتماعی
۶۹.....	۵-۴-۴- غنای اجتماعی
۷۱.....	۵-۴- سوال نظرسنجی
۷۳.....	۱-۶-۴- بررسی داده های سیستمی
۷۴.....	۲-۶-۴- بررسی داده های پرسشنامه
۷۶.....	۷-۴- جمع بندی فصل

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و بحث ۷۴-۵۰

۱-۵- مقدمه ۷۸

۲-۵- نتیجه‌گیری ۷۸

۴-۵- کاربردهای عملی و علمی تحقیق ۸۰

۵-۵- محدودیت‌های تحقیق و کار عملی ۸۰

۶-۵- پیشنهاد برای تحقیقات آتی ۸۰

فهرست منابع ۸۳

پیوست ۱ ۸۸

پیوست ۲ ۹۰

پیوست ۳ ۹۳

پیوست ۴ ۹۶

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۲: مدل ارتباطات مداوم و رفت و برگشتی ۱۴

شکل ۲-۲: تصویری از محیط موزیلاهابز ۲۹

شکل ۳-۲: تصویری از دنیای مجازی و واقعی فیس‌بوک هورایزن ۳۰

شکل ۱-۳: معماری سیستم ۴۲

شکل ۲-۳: محیط جلسه مجازی طراحی شده ۴۵

- شکل ۳-۳: تصویری از نمونه کد کتابخانه threejs ۴۷
- شکل ۴-۳: ۲۱ نقطه‌ی تشخیص داده شده ۴۸
- شکل ۵-۳: داده‌های موقعیت ۲۱ نقطه دست ۴۹
- شکل ۶-۳: تصاویری از تشخیص نقاط دست ۴۹
- شکل ۷-۳: نمایی از کارکرد مدل ۵۰
- شکل ۸-۳: معماری و نحوه‌ی اتصال کاربران به یکدیگر ۵۱
- شکل ۹-۳: محیط جلسه مجازی بدون حضور طرف مقابل ۵۳
- شکل ۱۰-۳: محیط جلسه مجازی با حضور کاربران ۵۴
- شکل ۱۱-۳: نمایی از کاربر در حال تعامل در محیط متاورس ۵۵
- شکل ۱-۴: داده‌های مربوط به پرسشنامه جمعیت شناسی ۵۹
- شکل ۲-۴: نمودار فراوانی نسبت استفاده از دست در طول آزمایش ۶۰
- شکل ۳-۴: نمودار فراوانی دقت تشخیص نمادها توسط نمونه‌ها ۶۱
- شکل ۴-۴: نمودار فراوانی دقت تشخیص نمادها توسط مدل هوش مصنوعی ۶۲
- شکل ۵-۴: توزیع متغیر «کاربردپذیری» برای دو حالت با و بدون دست ۶۴
- شکل ۶-۴: میانگین متغیر «کاربردپذیری» برای دو حالت با و بدون دست ۶۵
- شکل ۷-۴: توزیع داده‌های متغیر «درگیری» برای دو حالت با و بدون دست ۶۵
- شکل ۸-۴: میانگین داده‌های متغیر «درگیری» ۶۷
- شکل ۹-۴: توزیع داده‌های متغیر «حضور اجتماعی» ۶۷
- شکل ۱۰-۴: میانگین و فاصله اطمینان داده‌های متغیر «حضور اجتماعی» ۶۸
- شکل ۱۱-۴: توزیع داده‌های متغیر «غناي اجتماعی» ۶۹
- شکل ۱۲-۴: میانگین و فاصله اطمینان داده‌های متغیر «غناي اجتماعی» ۷۱
- شکل ۱۳-۴: نتایج پاسخ کاربران به سؤال نظرسنجی ۷۲
- شکل ۱-۵: تصویر نمره‌ی قبولی از آزمون sus ۷۸

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۲: دسته‌بندی یا کدبندی رفتارهای غیرکلامی	۱۸
جدول ۲-۲: انواع حرکت‌بدن یا کنیزیک	۲۰
جدول ۳-۲: چند نمونه از نمادها در حرکت دست یا ژست دست	۲۲
جدول ۴-۲: جمع‌بندی نکات مهم مقالات مورد مطالعه در حوزه استفاده از ارتباطات غیرکلامی در جلسات مجازی	۳۲
جدول ۱-۳: مفاهیم علوم پایه تدریس شده	۴۰
جدول ۲-۳: عوامل مؤثر بر ارتباطات و نحوه‌ی خنثی‌سازی	۴۱
جدول ۱-۴: شاخص‌های آمار توصیفی متغیرهای سیستمی	۶۰
جدول ۲-۴: شاخص‌های آمار توصیفی متغیرهای پرسشنامه	۶۲
جدول ۳-۴: نتایج آزمون شیپرو-ویلک	۶۳
جدول ۴-۴: نتایج آزمون تی برای سطح معناداری متغیر «کاربردپذیری»	۶۴
جدول ۵-۴: نتایج آزمون من-ویتنی برای سطح معناداری «درگیری»	۶۶
جدول ۶-۴: نتایج آزمون تی برای سطح معناداری متغیر «حضور اجتماعی»	۶۸
جدول ۷-۴: نتایج آزمون من-ویتنی برای سطح معناداری متغیر «غنای اجتماعی»	۷۰

فصل اول مقدمه

فصل ۱

مقدمه

۱-۱- مقدمه فصل

ارتباطات جزئی بنیادی از تعاملات انسانی است که به منظور انتقال افکار، ایده‌ها و احساسات استفاده می‌شود. در حالی که ارتباطات کلامی نقش مهمی در تعاملات روزمره‌ی انسان‌ها دارند، ارتباطات غیرکلامی نیز به همان اندازه یا حتی بیشتر دارای اهمیت می‌باشند. علائم غیرکلامی مانند حالات چهره، زبان بدن، حرکات و آواها، لایه‌های اضافی از معنا را فراهم می‌کنند و به کلیت اثربخشی و درک پیام کمک می‌کنند. در این فصل ابتدا به تبیین مسئله و ضرورت انجام پژوهش در حوزه ارتباطات غیرکلامی در محیط واقعیت مجازی یا متاورس پرداخته شده است. سپس اهداف، فرضیه‌ها و پرسش‌های پژوهش مطرح و کلیدواژه‌های تخصصی تعریف می‌شوند.

۱-۲- بیان مسئله

ارتباطات کارآمد یک تقاضای اساسی است که بر بازدهی کار و تجربیات کاربر در زمینه‌هایی مانند همکاری، تماس اجتماعی، جلسات، آموزش و بازی تأثیر می‌گذارد (Zhang & El-Diraby, 2012). در دوره‌ی کنونی بعد از همه‌گیر شدن ویروس کرونا ارتباطات رایانه‌ای افزایش یافته است (Nimrod, 2020). افراد به جهت از دست ندادن ارتباط خود با دیگران و پرکردن نیازهای اجتماعی رو به دنیای دیجیتال آورده‌اند و دنیای دیجیتال دریچه‌ای جدید برای در دسترس بودن افراد و حفظ ارتباط با

دوستان و اعضای خانواده باز کرده است (Meier et al., 2021). با این حال، این نوع رسانه‌های ارتباطی، محیطی غوطه‌ور را مانند ارتباط چهره به چهره فراهم نمی‌کنند. در نتیجه احساس نزدیکی جسمانی، نزدیکی عاطفی و تجربیات حضور فیزیکی را در اختیار کاربران قرار نمی‌دهند. آن‌ها همچنین تعامل کاربران با محیط و اشیاء را محدود می‌کنند (Saltzman et al., 2021) (Fuchsberger et al., 2020). همچنین کنفرانس‌های ویدئویی^۱ باعث مشکلات حریم خصوصی می‌شوند، با این حال جلسات مجازی^۲ هنوز به طور گسترده مورد استفاده قرار نگرفته‌اند. کیفیت ارتباطات آن‌ها ضعیف است و قابلیت استفاده ندارد. به انتقال علائم بدن و نشانه‌های مهم ارتباط غیرکلامی، مانند حالت و ژست بدن، کمتر پرداخته شده است (Kurzweg et al., 2021).

ارتباطات غیرکلامی^۳ به انتقال پیام‌ها یا سیگنال‌ها از طریق یک بستر غیرکلامی مانند تماس چشمی^۴، حالات چهره^۵، ژست‌ها^۶، وضعیت بدن^۷ و زبان بدن^۸ گفته می‌شود. حرکت دست‌ها و بازوها به عنوان یک رفتار غیرکلامی و با نام ژست دست^۹ شناخته می‌شود. ژست‌های دست در طول مکالمه به صورت عامدانه به منظور رساندن پیام خاصی توسط اشخاص به کار می‌روند. آن‌ها سه نقش اصلی را ایفا می‌کنند: نماد^{۱۰}، نمایان‌گر^{۱۱} و تنظیم‌کننده^{۱۲} (Hall et al., 2019). نمادها حرکات با معنی توافقی هستند، مثل بالا بردن انگشت اشاره به منظور اجازه گرفتن. نمایان‌گرها یک پیام شفاهی را به تصویر می‌کشند، مثل نشان دادن اندازه یک جسم حین گفت‌وگو. ژست‌های دست تنظیم‌کننده برای کنترل

^۱ Video Conferencing

^۲ Virtual Reality Meetings

^۳ Nonverbal Communication

^۴ Eye Contact

^۵ Facial Expression

^۶ Gestures

^۷ Postures

^۸ Body Language

^۹ Gestures

^{۱۰} Emblem

^{۱۱} Illustrator

^{۱۲} Regulator

جریان گفت‌وگو به کار می‌روند، به عنوان مثال در بین گفت‌وگوی دیگران شخصی خود را به جلو خم میکند و دستش را کمی بالا می‌آورد، به نشانه‌ی اینکه مهلت حرف زدن دیگران تمام شده و نوبت او رسیده است (Knapp et al., 2013).

چندین غول فناوری روی ایجاد یک محیط مجازی برای توسعه محل کار، فعالیت‌هایی انجام داده‌اند. طرح اولیه، ایجاد اتاق‌های کنفرانس مجازی است که در آن همکاران بتوانند با استفاده از واقعیت مجازی با یکدیگر ملاقات کنند. در طول همه‌گیری کرونا، جلسات آنلاین در محل کار با استفاده از برنامه‌هایی مانند zoom و Google Hangouts رایج شده بود. کارمندان اثرات آنچه «خستگی زوم»^۱ نامیده می‌شود را احساس کرده‌اند و شرکت‌ها به دنبال راه‌های بهتری برای تعامل آنلاین با کارمندان خود هستند.

ارتباطات غیرکلامی در واقعیت مجازی^۲ کنونی کمبودهایی دارد. از قبیل اینکه افراد متوجه نیات طرف مقابل از طریق صورت یا ژست بدن او نمی‌شوند، شخص سخنور قادر به گرفتن فیدبک یا عکس‌العمل از حالت بدن شنوندگان خود نیست و نمی‌تواند دریابد که آیا شنونده دارای اشتیاق به شرکت در بحث هست یا اینکه از بحث و گفتگو خسته شده، و حالت تدافعی به خود گرفته است؛ یا اینکه حتی شخص شنونده مشغول به کار دیگری است و به او توجه نمی‌کند.

یکی از این محیط‌های ارتباطی، دنیای جدیدی به نام متاورس^۳ می‌باشد. متاورس به معنی جهان پس‌واقعیت است، یک محیط چند کاربره دائمی و پایدار که واقعیت فیزیکی را با واقعیت مجازی دیجیتال ادغام می‌کند. از این‌رو، متاورس یک شبکه به هم پیوسته از محیط‌های اجتماعی و شبکه‌ای همه‌جانبه در پلتفرم‌های چندکاربره است. متاورس ارتباطات کاربران را در غالب آواتارها^۴ که

^۱ Zoom Fatigue

^۲ Virtual Reality

^۳ Metaverse

^۴ Avatars

جایگزینی برای چهره واقعی افراد هستند، در تعاملات بلادرنگ^۱ و پویا^۲ با مصنوعات دیجیتالی امکان پذیر می کند (Mystakidis, 2022). از طریق متاورس، یک اتاق کنفرانس آنلاین بسیار واقعی تر به نظر می رسد. ارائه ها قانع کننده تر خواهند بود، ارتباطات واقعی تر احساس می شود و مخاطبان بیشتر درگیر خواهند شد.

استفاده از آواتار در دنیای دیجیتال (جانشین دیجیتالی برای خود فیزیکی در یک تعامل ارتباطی، یا شکلی که انسان هنگام ورود به دنیای مجازی به خود می گیرد) یک الزام است تا شخص به صورت دیجیتالی با دیگران ارتباط برقرار کند. در واقعیت مجازی، آواتارها به عنوان وسیله ای عمل می کنند که کاربران را قادر می سازد تا با یکدیگر تعامل داشته باشند؛ در جهان های مجازی حرکت، فعالیت و معاشرت داشته باشند (Montemorano, 2020). چهره های مصنوعی انسان نوید زیادی برای پیشبرد تعامل انسان و رایانه، همچنین افزایش وابستگی بین انسان ها و ماشین هایشان دارد (Sproull et al., 1996). پس بنابراین استفاده از چهره و بدن های انسانی برای برقراری ارتباط بین یکدیگر و به منظور انتقال ژست و حالت بدن ضروری است.

از آنجایی که تعامل با دنیا های مجازی و متاورس نیاز به وسایل متعدد از قبیل عینک های واقعیت مجازی و دستگاه های تشخیص حالت بدن دارد. جایگزینی برای این وسایل خالی وجود ندارد، روشی که بتواند بدون نیاز به تجهیزات اضافی، حالت بدن و ژست بدن افراد را به متاورس منتقل و بر روی آواتار اشخاص نگاشت کند.

هدف ما ساخت یک نمونه اولیه محیط سه بعدی جلسات مجازی آنلاین به جهت بهبود ارتباطات غیرکلامی از جمله حالت و ژست دست کاربران است. حرکات هر کاربر از طریق دوربین های

^۱ Real-Time

^۲ Dynamic

RGB یا وبکم ضبط شده و به صورت برخط به داخل محیط جلسات مجازی منتقل و بر روی آواتار هر شخص داخل محیط مجازی نگاشت می‌شود.

۱-۳- ضرورت تحقیق

با افزایش روز افزون استفاده از وسایل ارتباطی، امروزه شاهد هستیم که ارتباطات و جلسات مجازی یک ابزار ضروری برای کار مشترک یا کار از خانه در سراسر جهان است. جلسات مجازی اغلب تنها راه حل امکان پذیر برای ارتباطات گروهی همزمان در فواصل از راه دور است. همچنین، آن‌ها تنها گزینه برای ملاقات در زمان بحران‌های جهانی مانند همه‌گیری COVID-19 هستند. علاوه بر تمام مزایای آشکار، مشاهده می‌شود که شرکت کنندگان اغلب در طول جلسات مجازی چندین کار را انجام می‌دهند، و اطمینان از بهره‌وری مکالمه بسیار سخت شده است (Kurzweg et al., 2021). در مکالمه‌های رودررو اطلاعات متعددی را می‌توان از طریق ارتباطات غیرکلامی، مانند احساسات، توجه، و تمایل به شرکت در مکالمه بدست آورد (Dzedzickis et al., 2020). بنابراین، ما در جلسات رودررو از طریق حالت بدن افراد به آسانی درمی‌یابیم که آیا اشخاص به سخنان ما گوش می‌دهند یا اینکه در حال انجام کار دیگری هستند (Harrison, 2018).

فناوری متاورس به زودی بخشی جدایی ناپذیر از زندگی انسان خواهد شد، پس باید برای هر فرد در هر سطح اقتصادی قابل دستیابی باشد. به جای یک محصول پرهزینه، باید محصولات ارزان‌تر توسعه داده‌شود تا برای استفاده همگان مناسب باشند (Nalbant & UYANIK, 2021).

در جلسات مجازی کنونی از سنسورها^۱ و وسایل متعدد مثل دستکش‌ها، دوربین‌های کینکت^۲، عینک‌های واقعیت مجازی، سنسور لیپ موشن^۳ و موارد مشابه استفاده می‌شود. خرید و

^۱ Sensors

^۲ Microsoft Kinect

^۳ Leap Motion

استفاده از این وسایل نیاز به هزینه و وقت اضافی برای وصل شدن به جلسات مجازی یا متاورس را به همراه دارد. همچنین افراد در هنگام پوشیدن این وسائل سنگین و تنگ راحت نیستند (Wei et al., 2022). نتایج این پژوهش می‌تواند به حذف اینگونه وسائل گران قیمت و صرفه‌جویی در وقت کمک کند تا کاربران قادر باشند فقط با استفاده از امکانات کامپیوتر خود مثل وبکم و ماوس، ژست دست و حالت بدن خود را به دنیای متاورس انتقال دهند.

۴-۱- اهداف تحقیق

هدف اصلی این پایان‌نامه، پیاده‌سازی سیستمی برای انتقال ارتباطات غیرکلامی (به صورت خاص حرکت دست‌ها) با استفاده از بینایی رایانه به داخل محیط واقعیت مجازی است. همچنین به بررسی نقش انتقال ژست دست (حرکت دست‌ها)، در بهبود ارتباطات با اندازه‌گیری چهار متغیر «کاربردپذیری»، «درگیری (غوطه‌وری ذهنی)»، «حضور اجتماعی»^۱، «غنا اجتماعی» در محیط واقعیت مجازی می‌پردازد. در نهایت تفهیم پیام از طریق ژست دست در سیستم طراحی شده مورد پژوهش واقع می‌گردد.

۵-۱- سوال‌های پژوهش

- آیا می‌توان با استفاده از دوربین وبکم حالت و حرکت بدن افراد را به یک جلسه مجازی آنلاین منتقل کرد؟
- آیا انتقال حالت و حرکت دست به جلسه مجازی آنلاین باعث بهبود ارتباطات می‌شود؟
- آیا افراد در محیط واقعیت مجازی غیرغوطه‌ور مایل به استفاده از دوربین وبکم برای ارسال حالت دست‌های خود هستند؟

^۱ Social Presence

- آیا در محیط مجازی ساخته شده افراد قادر به تشخیص پیام ارسال شده از طریق ژست دست یکدیگر به واسطه‌ی آواتارها هستند؟

۱-۶- فرضیه‌های پژوهش

- با استفاده از مدل‌های پردازش تصویر و هوش مصنوعی و همچنین نوآوری‌های در این حوزه‌ها می‌توان به وسیله‌ی دوربین وبکم حالت بدن افراد را تشخیص داد و به آواتار اشخاص در متاورس منتقل کرد.
- انتقال ژست و حرکت دست به محیط متاورس باعث بهبود ارتباطات در محیط متاورس طراحی شده می‌شود.
- افراد متمایل به استفاده از حرکات دست خود برای برقراری ارتباطات غیرکلامی در محیط مجازی طراحی شده هستند.
- افراد با مشاهده دست آواتارها در محیط متاورس طراحی شده قادر به تشخیص پیام ارسال شده از طریق ژست دست یکدیگر می‌باشند.

۱-۷- تعریف واژگان کلیدی

۱-۷-۱- ارتباطات غیرکلامی

علاوه بر زبان کلامی، انسان‌ها پیام‌ها را از طریق وضعیت‌های بدن، حرکات دست، نگاه‌های چشم، حالات صورت و سایر فعالیت‌های بدنی منتقل و مبادله می‌کنند، که تحت عنوان ارتباطات کلامی یا «Nonverbal Communication (NVC)» شناخته می‌شود (Danesi, 2021).

۱-۷-۲- ژست‌های دست یا «Hand Gestures»

حرکت دست‌ها و بازوها به عنوان یک رفتار غیرکلامی و با نام ژست دست شناخته می‌شود. ژست‌های دست در طول مکالمه به صورت عامدانه به منظور رساندن پیام خاصی توسط اشخاص به کار می‌روند. آن‌ها سه نقش اصلی را ایفا می‌کنند: نماد، نمایان‌گر و تنظیم‌کننده (Hall et al., 2019).

۱-۷-۳- واقعیت مجازی

واقعیت مجازی (VR) به استفاده از نمایشگرهای سه‌بعدی و دستگاه‌های تعاملی برای کاوش برخط در محیط‌های تولید شده توسط کامپیوتر اشاره دارد؛ و به دو دسته‌ی غوطه‌ور یا «Immersive» و غیر غوطه‌ور «Non-Immersive» تقسیم می‌شود (Doerner et al., 2022). واقعیت مجازی دارای دو نوع غوطه‌ور و غیر غوطه‌ور است در شبیه‌سازهای واقعیت مجازی غوطه‌ور، دنیای مجازی به گونه‌ای ارائه می‌شود که شرکت‌کنندگان را احاطه می‌کند. شرکت‌کننده از طریق دستگاه‌های کنترل شبیه‌ساز (مانند دسته بازی، دستکش) و سخت‌افزار ردیابی حرکت (مانند دستگاه‌های ردیابی چشم، سر و حرکت بدن) با محیط مجازی تعامل دارند (Feng et al., 2021). در واقعیت مجازی غیر غوطه‌ور، محیط مجازی روی یک دستگاه نمایش داده می‌شود، به عنوان مثال، مانیتور رایانه. همچنین افراد از طریق دستگاه‌هایی که شبیه‌ساز را کنترل می‌کنند (مانند ماوس، صفحه کلید، جوی استیک) با محیط ارتباط برقرار می‌کنند (Feng et al., 2021).

۱-۷-۴- واقعیت مجازی اجتماعی

واقعیت مجازی اجتماعی یا (Social VR) به فناوری واقعیت مجازی متکی است و افراد را قادر می‌سازد بدون ملاقات با یکدیگر به تعامل چندبعدی دست یابند که یک روش تعامل اجتماعی نوظهور

است. در مقایسه با روش‌های اجتماعی معمول، واقعیت مجازی اجتماعی دارای سه ویژگی جدید است: غوطه‌وری بالا، حالت‌های تعاملی متنوع و محتوای اجتماعی متنی^۱ (Wang, 2020).

۱-۷-۵- آواتارها

آواتارها به بازنمایی بصری بازیگران انسانی اشاره دارند. آواتار را می‌توان به‌عنوان یک عروسک دیجیتالی در نظر گرفت، شخصیتی که توسط یک بازیگر انسانی آموزش داده می‌شود و به نمایندگی از او عمل می‌کند (Seymour et al., 2018).

۱-۷-۶- متاورس

متاورس به معنی جهان پساواقعیت است، یک محیط چندکاربره دائمی و پایدار که واقعیت فیزیکی را با واقعیت مجازی دیجیتال ادغام می‌کند (Mystakidis, 2022). متاورس یک دنیای دیجیتال و به هم پیوسته است که کاربران را قادر می‌سازد تا از طریق آواتارها در جهان‌های مجازی و پلتفرم‌های مختلف مشغول شوند، با یکدیگر تعامل داشته باشند، دارایی‌های دیجیتالی ایجاد و مبادله کنند، و در فعالیت‌هایی مانند بازی، معاشرت و کار کردن شرکت کنند. متاورس اغلب توسط فناوری‌هایی مانند واقعیت مجازی (VR) و واقعیت افزوده (AR) تسهیل می‌شود.

۱-۸- جمع‌بندی فصل

در این فصل مقدمه، بیان مسئله، ضرورت انجام تحقیق، فرضیات و سؤالات پژوهش و واژگان کلیدی ارائه شد.

^۱ Contextualized Social Content

فصل دوم پیشینه و ادبیات موضوعی

فصل ۲

ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

۱-۲- مقدمه فصل

ارتباطات غیرکلامی نقشی اساسی در تعاملات رو دررو ایفا می‌کنند و افراد را قادر می‌سازند تا احساسات، و مقاصد خود را از طریق ژست‌ها، حالات چهره، زبان بدن و سایر علائم منتقل کنند. ظهور و پیشرفت فضاهای مجازی چند کاربره در سه دهه اخیر، کاربران را با شیوه جدیدی از ارتباطات غیرکلامی آشنا کرده است. در متاورس، جایی که حضور فیزیکی با آواتارهای دیجیتالی جایگزین می‌شود، درک چگونگی تجلی و تفسیر ارتباطات غیرکلامی برای ایجاد تجارب مجازی فراگیر، بسیار ضروری است.

ادبیات ارتباطات غیرکلامی در متاورس طیف وسیعی از موضوعات و رویکردهای پژوهشی را دربرمی‌گیرد. مطالعات قبلی جنبه‌های مختلف ارتباط غیرکلامی، از جمله شخصی‌سازی آواتار، حرکات مجازی، حالات چهره و نشانه‌های فرازبانی را بررسی کرده‌اند. هدف این مطالعات کشف مکانیسم‌هایی است که از طریق آن کاربران سیگنال‌های غیرکلامی را بیان و درک می‌کنند.

پژوهش حاضر با بررسی ادبیات موجود، به دنبال ارائه یک نمای کلی از وضعیت فعلی دانش در این زمینه است. در بخش‌های بعدی این فصل، به موضوعات کلیدی و یافته‌های مطالعات قبلی

می‌پردازیم و چارچوب‌های نظری، روش‌شناسی و شواهد تجربی را برجسته می‌کنیم که به درک ما از ارتباطات غیرکلامی در متاورس کمک می‌کنند.

۲-۲- ارتباطات

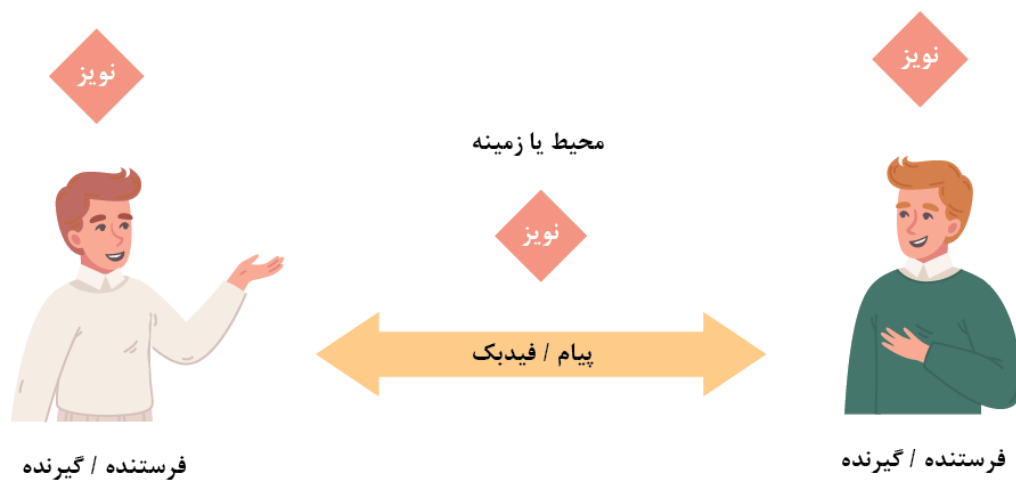
انسان‌ها موجودات اجتماعی هستند و ارتباطات^۱ نقشی اساسی در زندگی آن‌ها دارد. بشر بیشتر ساعات بیداری خود را در تماس با افراد دیگر صرف یادگیری، کار، بازی، قرارملاقات، فرزندپروری، مذاکره، خرید، فروش، متقاعدکردن یا صحبت کردن است. انسان‌ها نه تنها با یکدیگر به صورت رودررو ارتباط برقرار می‌کنند، بلکه آن‌ها یکدیگر را در تلویزیون و ویدیوها تماشا می‌کنند، به رادیو گوش می‌دهند، با تلفن‌های همراه و اتاق‌های گفتگو ارتباط برقرار می‌کنند و در کنفرانس‌های ویدئویی ملاقات می‌کنند (Burgoon et al., 2016). کلمه‌ی ارتباطات در ابتدا بسیار بدیهی و بدون نیاز به تعریف دقیق علمی به نظر می‌رسد، با این حال پژوهشگران مختلف تعاریف متفاوتی را برای آن بیان کرده‌اند. به عنوان مثال یک پژوهش ۱۲۶ تعریف برای ارتباطات را از پژوهشگران متفاوت برشمرده شده است (Beebe et al., 2010). پس در ابتدا لازم است تا تعریفی فراگیر از این اصل مهم بیان شود. ارتباطات به عنوان تبادل کلمات بین افراد یا بین یک فرد و یک گروه تعریف شده‌است. به گفته بورگون و همکاران (۲۰۱۶، ص ۳۱)، «ارتباطات شامل فرآیند ایجاد معانی مشترک از طریق تبادل نشانه‌ها^۲ و نمادها^۳ است». این نشانه‌ها می‌توانند اشکال مختلفی مانند کلمات گفتاری، نمادهای نوشتاری یا حتی حس لامسه داشته باشند.

^۱ Communication

^۲ Signs

^۳ Symbols

ارتباط وقتی صورت می‌گیرد که پیامی توسط فرستنده^۱ با یک کانال^۲ ارتباطی و در یک زمینه^۳ مشخص ارسال، و توسط گیرنده^۴ دریافت شود و تاثیر^۵ی روی او بگذارد. با این حال ارتباطات به صورت خطی و پلکانی نیست و بسیار پیچیده تر به نظر می‌رسد. طبق تعاریف جدید وقتی انسان‌ها با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند به طور مداوم به سیگنال‌های یکدیگر واکنش نشان می‌دهند. پس با این حساب ارتباط بین انسانی به صورت مداوم و رفت و برگشتی است (Beebe et al., 2010).



تصویر ۱-۲: مدل ارتباطات مداوم و رفت و برگشتی

عوامل و فاکتورهای زیادی بر روی یک ارتباطات تاثیر می‌گذارند که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به فرهنگ و تفاوت‌های فرهنگی، جنسیت، ویژگی‌های فردی، کانال ارتباطی (کلامی یا غیرکلامی)، شنیدن فعال، ادراک و تفسیر افراد، احساسات و بیان آن‌ها، تعارض بین فردی، قدرت و موقعیت اجتماعی، رابطه‌ی بین فردی، محیط یا زمینه و تکنولوژی ارتباطی اشاره کرد. این عوامل به صورت ظریفی درهم تنیده هستند و به پیچیدگی ارتباطات اضافه می‌کنند (Adler et al., 1986).

^۱ Source

^۲ Channel

^۳ Context

^۴ Receiver

^۵ Effect

به گفته‌ی آقای بیبی (۲۰۱۰، ص ۱۳) ارتباط مؤثر لازمه‌ی دارای بودن ۳ ویژگی است:

- ۱- پیام ارسال شده تفهیم شود.
 - ۲- پیام ارسال شده تاثیر مورد نظر را بگذارد.
 - ۳- پیام ارسال شده اخلاقی باشد.
- با این حال، ارتباطات فراتر از کلمات است و ارتباطات غیرکلامی معانی جدیدی را به ارتباطات بین فردی^۱ اضافه می‌کنند.

۲-۳- ارتباطات کلامی و غیر کلامی

ارتباطات کلامی^۲ به استفاده از کلمات^۳، گفتاری یا نوشتاری برای انتقال پیام و تبادل اطلاعات اشاره دارد. این شامل استفاده از زبان، دستور زبان، و واژگان برای بیان ایده‌ها، افکار و احساسات است. ارتباطات کلامی متکی بر کلام گفتاری یا نوشتاری است و می‌تواند در معنای آن دقیق و صریح باشد. از سوی دیگر، ارتباطات غیرکلامی همه اشکال ارتباطی به جز کلمات است. این شامل حالات چهره، حرکات، زبان بدن، تماس چشمی، لحن صدا، وضعیت بدنی و سایر نشانه‌های غیر زبانی برای انتقال معنا و بیان احساسات است. ارتباطات غیرکلامی اغلب با افزودن زمینه، تأکید و تفاوت‌های ظریف به پیام، ارتباط کلامی را تکمیل و تقویت می‌کند. می‌تواند نگرش‌ها، احساسات، نیت و پویایی‌های اجتماعی را منتقل کند (Buck & VanLear, 2002; Knapp et al., 2013).

ارتباطات غیرکلامی نقش مهمی را در تمام جنبه‌های زندگی اجتماعی بازی می‌کند. تقریباً هیچ حوزه‌ای از تجربه اجتماعی وجود ندارد که به آن مرتبط نباشد. مطالعه ارتباطات غیرکلامی انسان گسترده است و شامل تحقیق در زمینه‌های مختلف می‌شود (Hall et al., 2019).

^۱ Interpersonal Communication

^۲ Verbal Communication

^۳ Words

تفاوت اصلی ارتباط کلامی و غیرکلامی در نحوه بیان است. ارتباط کلامی بر زبان و کلمات متکی است، ارتباط غیرکلامی شامل استفاده از نشانه های دیداری و رفتاری است. در حالی که ارتباط کلامی صریح و در درجه اول بر محتوای پیام متمرکز است، ارتباط غیرکلامی اغلب ظریف تر است و می تواند لایه های بیشتری از معنا را منتقل کند. هر دو شکل ارتباط مهم هستند و باهم کار می کنند و تعامل بین فردی را تسهیل می کنند (Jackob et al., 2011).

علیرغم این تمایز، ارتباطات کلامی و غیرکلامی از چندین جهت مرتبط هستند. رفتار غیرکلامی^۱ می تواند گفتمان کلامی^۲ را تکرار کند (مثلاً تکان دادن سر برای نشان دادن موافقت)، جایگزین آن شود (مثلاً برانداز کردن کسی به منظور تحقیر)، مکمل آن باشد (مثلاً سرخ شدن در هنگام صحبت با یک فرد ترسناک)، بر آن تأکید کند (مثلاً سیلی به پشت سر کسی پس از یک شوخی) یا با آن مخالفت کند (مثلاً پاک کردن اشک در حالی که ادعا می کند خوب است) (Bonaccio et al., 2016).

رشد سریع مطالعات غیرکلامی به عنوان یک رشته متمایز را می توان به عوامل مختلف اجتماعی و دانشگاهی در طول دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ در ایالات متحده نسبت داد. فرهنگ آن زمان جامعه ای آمریکا به نحوی بود که خلاقیت را پرورش می داد و پذیرای تغییرات گسترده بود. در نتیجه، مواجهه عمومی با تصاویر بصری افزایش یافت و باعث تأکید بیشتر بر روابط انسانی شد. توانایی اجرای فیلم در حرکت آهسته و توقف کردن بر روی لحظه ای خاص از فیلم در طی این دهه میسر شد و پیشرفت این فناوری برای تحلیل های بصری برای بسیاری از مطالعات رفتارهای غیرکلامی ضروری بود. در نتیجه این تغییرات، تمرکز و توجه بیشتری به علوم انسانی منعطف، و زمینه ای مناسب برای ظهور و توسعه حوزه مطالعات غیرکلامی ایجاد شد (Hall & Knapp, 2013).

در طول سال ها، تحقیقات در مورد ارتباطات غیرکلامی، با استفاده از روش های مختلف و رویکردهای بین رشته ای، تکامل یافته است. محققان از حوزه هایی مانند روان شناسی، جامعه شناسی،

^۱ Nonverbal Behavior

^۲ Verbal Discourse

انسان‌شناسی و زبان‌شناسی برای تعمیق درک خود از رفتار غیرکلامی استفاده کرده‌اند. از طریق مطالعات تجربی، مشاهدات و آزمایش‌ها، محققان سهم قابل توجهی در دانش کنونی از ارتباطات غیرکلامی و نقش آن در زمینه‌های متنوعی مانند تعاملات اجتماعی، روابط، تجارت، سیاست و تبادلات بین فرهنگی داشته‌اند.

مطالعه ارتباطات غیرکلامی همچنان به تکامل خود ادامه می‌دهد، زیرا فناوری‌های جدید و پلتفرم‌های دیجیتال دریچه‌های منحصربه‌فردی به روی ارتباطات باز می‌کنند. با ظهور محیط‌های مجازی، رسانه‌های اجتماعی و کنفرانس‌های ویدئویی، محققان در حال بررسی چگونگی تجلی و تفسیر نشانه‌های غیرکلامی در این زمینه‌ها هستند. این زمینه‌ی مطالعاتی پویا، پتانسیل بسیار زیادی برای کشف پیچیدگی‌های ارتباطات انسانی و افزایش درک از نحوه شکل‌گیری نشانه‌های غیرکلامی بر تعاملات و ادراکات دارد.

از آنجایی که ارتباطات غیرکلامی خود را در غالب رفتارهای غیرکلامی^۱ نشان می‌دهند. برای دسته‌بندی مؤثر ارتباطات غیرکلامی، ایجاد تعاریف روشن برای رفتارهای غیرکلامی مختلف ضروری است تا از درک جامع و طبقه‌بندی دقیق این رفتارها اطمینان حاصل شود. با تعریف دقیق رفتارهای غیرکلامی، محققان می‌توانند پایه‌ی محکمی برای سیستم‌های کدگذاری خود ایجاد کنند و امکان تجزیه و تحلیل ارتباطات غیرکلامی را در مطالعات خود فراهم کنند.

۲-۳-۱ دسته‌بندی و مطالعه‌ی رفتارهای غیرکلامی

رفتارهای غیرکلامی به نشانه‌ها و عبارات ارتباطی اشاره دارد که بدون استفاده از کلمات یا زبان گفتاری منتقل می‌شوند. آنها طیف وسیعی از اعمال، حرکات، حالات چهره، حرکات بدن، وضعیت‌ها، تماس چشمی، لحن صوتی و سایر سیگنال‌های غیرکلامی را در بر می‌گیرند که معنا و اطلاعات را در تعاملات بین فردی منتقل می‌کنند (Bonaccio et al., 2016).

^۱ Nonverbal Behaviors

رفتارهای غیرکلامی متنوع و گسترده هستند. پیشرفت قابل توجهی در حوزه‌های مختلف غیرکلامی صورت گرفته است، جایی که محققان کدهای رفتاری را توسعه داده و آزمایش کرده‌اند. این کدها توسط محققان در آزمایشگاه‌های مختلف برای شناسایی و برچسب‌گذاری رفتارهای یکسان استفاده می‌شود. یک سیستم کدگذاری شامل مفهوم‌سازی^۱، تقسیم‌بندی^۲ و طبقه‌بندی^۳ رفتارها به واحدهای متمایز و متقابلاً منحصربه‌فرد^۴ است. بر طبق تقسیم بندی هال^۵ (۲۰۱۳) رفتارهای غیرکلامی به ۵ بخش مختلف، رفتارهای چهره^۶ (حرکت‌های صورت)، رفتارهای صوتی^۷، پروکسمیک^۸ (استفاده و درک فضا)، خیره شدن^۹، و حرکت^{۱۰} (حرکت سر، بدن، بازوها و پاها) تقسیم می‌شوند و در جدول ۱-۲ نمایش داده شده‌اند. این رفتارها به‌عنوان ابزارهای مناسب برای اهداف تحقیقاتی عمل می‌کنند، اما مهم است که بدانیم رفتارهای غیرکلامی، صوتی^{۱۱} و کلامی به هم مرتبط هستند و در تعاملات اجتماعی همخوانی دارند.

جدول ۱-۲: دسته‌بندی یا کدبندی رفتارهای غیرکلامی (Hall & Knapp, 2013)

نوع رفتار غیرکلامی	معادل انگلیسی	مثال
رفتارهای چهره (حرکت‌های صورت)	Facial Behavior	خندیدن، اخم کردن
رفتارهای صوتی	Vocal Behavior	تُن، سرعت حرف زدن
فاصله یا پروکسمیک	Proxemics	رعایت فاصله‌ی شخصی در صحبت با دیگران
خیره شدن	Gaze Behavior	خودداری از تماس چشمی، تغییر جهت نگاه، زُل زدن به یک نقطه، نگاه اجمالی

^۱ Conceptualization

^۲ Segmentation

^۳ Classification

^۴ Mutually Exclusive

^۵ Hall

^۶ Facial Behavior

^۷ Vocal Behavior

^۸ Proxemics

^۹ Gaze

^{۱۰} Kinesics

^{۱۱} Vocal

حرکت بدن، ژست یا کنیزیک (حرکت سر، بدن، دست و بازوها و پاها)	Kinesics	تکان دادن دست به منظور خداحافظی، تکان دادن سر به منظور تایید
--	----------	---

۲-۳-۱-۱ رفتارهای چهره

رفتارهای چهره با جابه‌جایی ماهیچه‌های صورت در زیر پوست نمایان می‌شوند و احساسات و هیجانات درونی فرد را منتقل می‌کنند (Ekman, 1993). به عبارتی، چهره، دروازه هویت و روح است (Kappas, 1997).

۲-۳-۱-۲ رفتارهای صوتی

رفتارهای صوتی در ارتباطات غیرکلامی به جنبه‌های مختلف صدا و گفتار اشاره دارد که بدون تکیه بر کلمات گفته شده، معنا و احساسی را منتقل می‌کنند. آنها شامل لحن^۱، زیر و بم^۲، حجم^۳، ریتم^۴ و سایر ویژگی‌های صوتی هستند که پیام کلامی را تکمیل یا تغییر می‌دهند. نشانه‌های صوتی می‌توانند به طور قابل توجهی بر نحوه تفسیر و درک پیام توسط دیگران تأثیر بگذارند، زیرا لایه‌های بیشتری از معنا و زمینه عاطفی را برای کلمات گفتاری فراهم می‌کنند (Burgoon et al., 2016; Hall & Knapp, 2013).

۲-۳-۱-۳ فاصله یا پروکسمیک

حوزه پروکسمیک به مطالعه چگونگی استفاده و درک افراد از فضا در تعاملات اجتماعی اشاره دارد. این شامل درک چگونگی ایجاد و حفظ فاصله‌های بین‌فردی اشخاص و همچنین تأثیر روابط فضایی بر ارتباطات و رفتار اجتماعی است. پروکسمیک به بررسی عوامل فرهنگی، اجتماعی و شخصی می‌پردازد که بر استفاده‌ی افراد از فضا و واکنش آنها به نزدیکی دیگران تأثیر می‌گذارد.

۲-۳-۱-۴ خیره شدن

^۱ Tone

^۲ Pitch

^۳ Volume

^۴ Rhythm

خیره‌شدن به جهت و تمرکز توجه بصری فرد در طول تعاملات بین‌فردی اشاره دارد. این شامل عمل نگاه‌کردن به شخص، شیء یا مکان خاص و همچنین مدت و شدت نگاه است. جهت نگاه نقش مهمی در ارتباطات ایفا می‌کند، زیرا سیگنال‌های اجتماعی، عاطفی و شناختی مختلفی را منتقل می‌کند. جهت نگاه در بین رفتارهای غیرکلامی منحصر به فرد است زیرا هم برای دریافت و هم برای ارسال اطلاعات استفاده می‌شود.

۲-۳-۱-۵ حرکت بدن (Body Movements) یا کینزیک (Kinesics)

اصطلاح کینزیک از کلمه یونانی برای «حرکت» گرفته شده‌است و به تمام اشکال حرکت بدن، به استثنای تماس فیزیکی با بدن دیگران، اشاره دارد. اصطلاح معروف زبان بدن تقریباً منحصرأ به این رفتار غیرکلامی مربوط می‌شود. کینزیک شامل حرکات صورت، چشم، سر، تنه، اندام، دست و پا و همچنین وضعیت بدنی و راه رفتن است (Burgoon et al., 2016). اکمن و فریسن (۱۹۶۹) پنج نوع جزء کینزیک را توسعه دادند که به حرکات بدن نیز معروف است: نمادها^۱، نمایانگرها^۲، تنظیم‌گرها^۳، خودتعدیل‌کننده‌ها^۴، و نمایش عاطفه^۵ که در جدول ۲-۲ نمایش داده شده‌اند.

جدول ۲-۲: انواع حرکات بدن یا کینزیک

تعریف	معادل انگلیسی	نوع حرکت بدن یا کینزیک
نمادها حرکات بدن هستند که می‌توانند اطلاعات را بدون استفاده از ارتباط کلامی حمل کنند. برای مثال، Thumb up به معنای خوب، تکان دادن دست به معنای خداحافظی	Emblems	نمادها
نمایانگرها حرکات بدن هستند که یک پیام کامل را با یا بدون ارتباط کلامی منتقل می‌کنند. به عنوان مثال، شخصی در حال نشان دادن مسیرهای نحوه دسترسی به بانک با دست و توضیح شفاهی است.	Illustrator	نمایانگرها

^۱ Emblems

^۲ Illustrator

^۳ Regulators

^۴ Self-Adaptors

^۵ Affect Display

نمایشگرهای عاطفه	Affect Display	نمایشگرهای عاطفه، حرکات بدن هستند که با احساسات مرتبط هستند. به عنوان مثال، بدنی در حال افتادن، بدنی آرام و بدنی با اعتماد به نفس.
تنظیم کننده‌ها	Regulators	تنظیم کننده‌ها حرکات بدن هستند که بر اقدامات بیشتر تأکید دارند. همچنین نوبت گرفتن در مکالمات را تعیین می کنند
خودتعدیل کننده‌ها	Self-Adaptors	خود تعدیل کننده‌ها یا خود آداپتورها وقتی اتفاق می افتند که قسمتی از بدن با قسمت دیگری از بدن تماس داشته باشد مانند هنگام آراستن، خاراندن سر یا مالش دست‌ها به یکدیگر.

از آنجایی که ما منحصرأ به حرکت دست‌ها در محیط مجازی یا متاورس می پردازیم، از توضیح بیشتر در مورد دسته بندی رفتارهای غیرکلامی خودداری کرده و مفصلاً حرکت دست‌ها (ژست های دست) به عنوان یک زیر مجموعه از کنیزیک یا حرکت بدن را تشریح می کنیم.

ژست بدن و دست (حرکت بدن و دست)

حرکت دست‌ها و بازوها به عنوان یک رفتار غیرکلامی و با نام ژست های دست شناخته می شود و خود زیرمجموعه ای از ژست های بدن هستند. ژست ها در طول مکالمه به صورت عامدانه به منظور رساندن پیام خاصی توسط اشخاص به کار می روند (Hall et al., 2019). اکنون شواهد قابل توجهی وجود دارد که ژست بدن و گفتار از نظر اطلاعات، معنا و تأکید صوتی به هم مرتبط هستند. علاوه بر این، ژست ها و سایر حرکات بدن در انتقال احساسات و نگرش های بین فردی نقش دارند.

محققان سه نوع اصلی از ژست ها را شناسایی کرده اند: نمادها، نمایانگرها و تنظیم

کننده ها (Ekman & Friesen, 1969).

نمادها

حرکاتی که به عنوان نماد شناخته می شوند، در مطالعات مختلف نام های مختلفی مانند ژست های خودمختار¹، ژست های نشانه شناختی² و ژست های نمادین³ داده شده اند. نمادها حرکاتی هستند که



¹ Autonomous Gestures

² Semiotic Gestures

³ Symbolic Gestures

معنای کلامی خاصی دارند و می توانند مستقل از کلمات گفتاری عمل کنند (Goldin-Meadow & Brentari, 2017). به عنوان مثال، نگه داشتن انگشت سبابه به صورت عمود بر لبها به معنای «ساکت باشید». نمادها هم از نظر ظاهر فیزیکی و هم در معنایشان در فرهنگ‌های مختلف تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند. برخی از نمادها منحصر به فرهنگ‌های خاص هستند و در فرهنگ‌های مختلف معانی مختلفی را منتقل می‌کنند (Hall & Knapp, 2013). در «جدول ۲-۳» چند نمونه از نمادهای معروف آورده شده‌است.

جدول ۲-۳: چند نمونه از نمادها در حرکت دست یا ژست دست

تصویر نماد	نام انگلیسی	معنی
	Point Up	«اجازه گرفتن»
	Thumbs UP	به معنای «OK» در کشورهای انگلیسی، «حرف بزن» یا «بلند کردن صدا» در قسمت‌هایی از آمریکای جنوبی، نشان دهنده‌ی «عدد ۵» در قسمت‌هایی از آسیا و توهین در بخش‌هایی از خاورمیانه (McNeill, 2016)
	Thumbs Down	به معنای «بد» یا «مخالفت» و در رم باستان به معنای «صدور حکم مرگ»
	The "V" Sign	«پیروزی» یا «صلح» در کشورهای غربی و ایران (منصور حسام‌زاده، 2010)
	Open Palm	به معنای «ایست» یا «عدد ۵»

نمایانگرها

استفاده از نمایانگرها به درک شنونده و شکل‌گیری یک مفهوم ذهنی کمک می‌کند. مانند گفتن چیزی «به این بزرگی» و نشان دادن طول آن با فاصله‌ی بین دست‌ها (Mehrabian, 1971). علاوه بر این، مشخص شده است که استفاده از نمایانگرها در حین صحبت برای گوینده نیز مفید است، و منجر به حفظ بهتر اطلاعات در طول زمان می‌شود (Church et al., 2007).

انسان‌ها تمایل دارند هنگام صحبت با کسی که می‌توانند ببینند از نمایانگرها استفاده کنند. با این حال، مواردی وجود دارد که افراد قادر به دیدن شخص نیستند ولی همچنان از این ژست‌ها استفاده می‌کنند، مثل هنگام برقراری ارتباط با افراد نابینا. این رفتار می‌تواند از روی عادت باشد، اما می‌تواند تحت تأثیر ارتباط بین حرکات خاص و ویژگی‌های معنایی کلمات باشد. وقتی کلمات دارای یک مؤلفه حرکتی قوی در معنای خود هستند، بدون توجه به اینکه شنونده می‌تواند ژست را ببیند یا نه، به احتمال زیاد ژست نمایانگر مربوطه رخ می‌دهد (Hall & Knapp, 2013).

علاوه بر این، استفاده از نمایانگر توسط سخنوران می‌تواند بر نحوه درک دیگران از شخصیت آن‌ها تأثیر بگذارد. تحقیقات نشان داده افرادی که در حین صحبت کردن از این ژست‌ها استفاده می‌کنند، اغلب از سوی شنوندگان به عنوان خوش‌نظم‌تر و شایسته‌تر شناخته می‌شوند و تصور مطلوب‌تری را از خود برجای می‌گذارند (Kelly & Goldsmith, 2004).

تنظیم‌کننده‌ها

تنظیم‌کننده‌ها حرکات بدنی هستند که برای کنترل جریان مکالمه استفاده می‌شوند. آن‌ها اهداف مختلفی را دنبال می‌کنند و می‌توانند در زمینه‌های مختلف مشاهده شوند. برای مثال، این ژست‌ها می‌توانند به عنوان سیگنالی برای سرکوب تلاش‌های دیگران برای تسلط بر مکالمه به کار گرفته شوند،

تا نوبت صحبت کردن فرد حفظ شود. از سوی دیگر، هنگامی که یک گوینده از ژست دست می‌کشد، می‌تواند به عنوان نشانه‌ای عمل کند تا نشان‌دهنده دعوت از طرف مقابل برای صحبت کردن باشد.

۲-۴- بینایی کامپیوتر

بینایی رایانه یک زمینه مطالعاتی در حال پیشرفت است که بر روی توانمند ساختن رایانه‌ها برای درک و تفسیر اطلاعات بصری از تصاویر یا فیلم‌ها تمرکز دارد. هدف آن بازسازی توانایی سیستم بینایی انسان برای درک، تجزیه، تحلیل و درک داده‌های بصری است. الگوریتم‌ها و تکنیک‌های بینایی کامپیوتری برای استخراج اطلاعات معنی‌دار از تصاویر دیجیتالی مانند تشخیص اشیاء، درک صحنه، تقسیم‌بندی تصویر و تحلیل حرکت طراحی شده‌اند. این قابلیت‌ها در حوزه‌های مختلفی از جمله وسایل نقلیه خودران، سیستم‌های نظارتی، تصویربرداری پزشکی، واقعیت افزوده و رباتیک کاربرد پیدا کرده‌اند. با افزایش دسترسی به داده‌های بصری در مقیاس بزرگ و پیشرفت‌ها در یادگیری ماشین و تکنیک‌های یادگیری عمیق، بینایی کامپیوتر شاهد پیشرفت قابل‌توجهی بوده است و مرزهای درک بصری ماشین‌ها را افزایش داده است (Khan et al., 2021).

۲-۵- پیشینه تحقیق

در ادامه به بررسی برخی از پژوهش‌های پیشین در حوزه ارتباطات کلامی و غیرکلامی در جلسات مجازی و محیطی متاورس پرداخته می‌شود.

در پژوهشی گسترده مالونی^۱ و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر واقعیت مجازی اجتماعی بر روی ارتباطات غیرکلامی را بررسی کردند و سه نتیجه‌گیری کلی را انجام دادند. ۱- تعاملات غیرکلامی در دنیای مجازی همانند ارتباطات غیرکلامی آفلاین و در دنیای واقعی است و می‌توانند تجربیات دنیای واقعی را شبیه‌سازی کنند. ۲- ارتباطات غیرکلامی در واقعیت مجازی به طور کلی مثبت ارزیابی

^۱ Maloney

می‌شوند زیرا برای کاربران غوطه‌وری و تجسم‌سازی را به همراه دارند. همچنین آن‌ها یک راه طبیعی برای ارتباط گرفتن با کاربران غریبه‌ی آنلاین هستند. ۳- تعاملات غیرکلامی بر پیامدهای ارتباط اجتماعی کاربران به حاشیه‌رانده‌شده^۱ در محیط واقعیت مجازی با فراهم کردن حریم خصوصی، آسایش اجتماعی و حفاظت تأثیر می‌گذارند.

لی^۲ و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی روی تعامل با ژست، در ابتدا تعریفی برای ژست فراهم می‌کنند و دسته‌بندی مورد نظر خود را برای ژست‌ها شرح می‌دهند. در ادامه به معرفی وسیله‌های مختلف تشخیص و انتقال حرکات دست می‌پردازند و ادعا می‌کنند که طبیعی‌ترین آن‌ها استفاده از بینایی رایانه است. همچنین توضیح می‌دهند که در واقعیت مجازی افراد در طول تعاملات با یکدیگر به منظور جلب توجه از حرکات دست خود استفاده می‌کنند. همچنین ژست‌ها به صورت آگاهانه نمایانگر میزان علاقه افراد به تعامل هستند. در نهایت نتیجه‌گیری می‌کنند که انتقال ژست‌ها به واقعیت مجازی باعث می‌شود تا افراد گمان کنند در حال تعامل با کاربران واقعی هستند. همچنین باعث افزایش غوطه‌وری، تعامل و خلوص ارتباطات می‌شوند.

مالونی و فریمن^۳ (۲۰۲۰) در پژوهشی تحت عنوان «خود افشاگری و حریم خصوصی در واقعیت مجازی اجتماعی» بر روی اینکه چرا و چگونه افراد اطلاعاتی را در مورد خود در فضاهای آنلاین افشا می‌کنند، اذعان داشتند که به طور کلی افراد با به اشتراک گذاشتن احساسات، تجربیات شخصی و اطلاعات شخصی در واقعیت مجازی اجتماعی مشکلی ندارند. در عین حال بر این موضوع واقف بودند که افشا کردن اطلاعات برای استفاده‌ی بهتر از این سیستم است.

کورزوگ^۴ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی که بر روی استفاده از زبان بدن آواتارها در جلسات واقعیت مجازی و تأثیر آن بر کیفیت مکالمه انجام داده است، به نتایج مختلفی دست یافته‌اند، از جمله

^۱ Marginalized Users

^۲ LI

^۳ Maloney & Freeman

^۴ Kurzweg

اینکه: ۱- رفتار یک آواتار می‌تواند اطلاعاتی درمورد اینکه شخص با دقت به یک مکالمه گوش می‌کند و تمایل به برقراری ارتباط دارد را نشان دهد. ۲- زبان بدن در ارتباطات آواتارها ربطی به جنسیت آواتار ندارد. ۳- اشخاصی که آواتار آن‌ها در حال انجام فعالیت دیگری غیر از گوش دادن به مکالمه هستند به عنوان شخص مشغول تلقی می‌شوند. ۴- برخی از رفتارهای آواتارها به خوبی توسط اشخاص درک نمی‌شوند مثل: دست به سینه نشستن آواتار یا مضطرب بودن آن‌ها. به طور کلی رفتارهای متفاوت از آواتارها باعث غنی‌تر شدن مکالمه‌های مجازی می‌شود.

در طراحی سیستم کورزوک برای هر یک از آواتارها رفتارهای از پیش تعیین‌شده‌ای به شکل انیمیشن طراحی شده و به صورت بلادرنگ رفتار کاربر خود را نمایش نمی‌دهد، پس رفتار آواتارها نمی‌تواند به خوبی شخصیت کاربر خود را به بقیه نمایش دهد. به ویژه در بخش نمایش ژست بدن برای نشان دادن نمادها، نمایانگرها و تنظیم‌کننده‌ها برنامه‌ای ندارد که از نقاط ضعف اساسی این سیستم برشمرده می‌شود.

هریهاران^۱ و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش به منظور تعبیه تعامل بیشتر بین مدرس و دانش‌آموزانی که به صورت ویدئو کنفرانس در کلاس شرکت می‌کنند، به تشخیص ژست بدن با استفاده از کینکت^۲ پرداخته است. به عنوان مثال، وقتی دانش‌آموزی دستش را بالا می‌آورد، سیستم پردازش تصویر ژست او را تشخیص داده، تصویر او بزرگ‌نمایی^۳ و اطلاعات شخصی او نمایش داده می‌شود.

در سیستم طراحی شده هریهاران از سنسور مایکروسافت کینکت استفاده شده که در حال حاضر از طرف شرکت مایکروسافت پشتیبانی نمی‌شود و تهیه آن برای کاربران هزینه‌ی اضافی را دربر خواهد داشت.

^۱ Hariharan

^۲ Microsoft Kinect

^۳ Zoom

در پژوهشی دیگر بروسارد^۱ و همکاران (۲۰۲۱) اظهار داشتند: کلاس‌های مجازی که به روش شبکه‌های واقعیت مجازی برگزار می‌شوند، در مقایسه با جلسات حضوری، اطلاعات زیادی در مورد توجه و اقدامات مخاطبان، مثل حرکات‌های صورت و بدن در دست نیست. پس برای برطرف کردن این مشکلات، رابطی برای آگاهی معلم از دانش‌آموزان و اقدامات آن‌ها طراحی کرده‌اند. در این رابط کاربری از چند شکل خاص آواتار برای نمایش حالات چهره استفاده شده است که این حالات عبارتند از: عادی، مضطرب، ناامید، سرگردان، خسته و گیج. همچنین سه عمل فیزیکی که می‌توان آن‌ها را با حرکت آواتار نشان داد در محیط مجازی تعبیه شده: بالا بردن دست، نوشتن یک پیام با صفحه‌کلید، و ثابت شدن (برای مشکلات فنی مانند از دست دادن ردیابی).

در این پژوهش ژست‌های دست کاربر به صورت برخط منتقل نمی‌شود که می‌تواند در ارسال پیام‌های غیرکلامی با ژست بدن کارایی لازم را نداشته باشد که باعث تضعیف کیفیت ارتباطی سیستم می‌شود.

ابورومن^۲ و همکاران (۲۰۲۲) ارتباطات غیرکلامی در محیط واقعیت مجازی را با تاکید بر روی حرکات سر^۳ بررسی کرده‌اند. قوانین رفتار تکان دادن سر را در انسان‌های مجازی پیاده‌سازی کردند و تأثیر این رفتارها و اینکه آیا منجر به افزایش اعتماد و علاقه نسبت به انسان‌های مجازی می‌شود را آزمایش کردند. در طول تعامل با استفاده از واقعیت مجازی هدف، نشان دادن ظرفیت انسان‌های مجازی برای تجسم رفتار تعاملی تکان دادن سر بر اساس حرکات طبیعی بود و این نظریه روان‌شناختی را آزمایش کرد که تقلید تکان دادن سر منجر به علاقه و وابستگی می‌شود.

^۱ Broussard

^۲ Aburumman

^۳ Head Nodding

شرکت‌کنندگان، انسان مجازی را که سر خود را با سخنان تکان می‌دهد مثبت‌تر ارزیابی می‌کنند، و همچنین بیشتر به انسان مجازی سر تکان‌دهنده نزدیک می‌شوند که نشان‌دهنده‌ی اعتماد است.

برمکی و هیوز^۱ (۲۰۱۸) پژوهشی بر روی معلمان در یک جلسه مجازی انجام داده‌اند. آن‌ها حالت بدن معلم‌ها مورد ارزیابی قرار دادند و در صورت مشاهده‌ی ژست تدافعی و بسته از طریق یک سیستم بازخورد^۲ بصری و لمسی به آن‌ها بازخورد (فیدبک) داده می‌شود. در این مقاله اهمیت شناخت رفتارهای ارتباطی غیرکلامی در زمینه‌ی تدریس، همراه با کاربردهای مختلف و روش‌های یادگیری ماشین برای طراحی یک برنامه بازخورد وضعیت خودکار توضیح داده شده‌است.

کو^۳ و همکاران (۲۰۲۲) پژوهشی بر روی نقش دست و حرکات بدن در جلسات مجازی برای سنجش میزان مشارکت افراد در جلسات برای تقویت تجربه کلاس مجازی انجام داده است. بر خلاف محیط‌های ملاقات حضوری که میزبان‌ها می‌توانند بلافاصله نظرات جمعی بقیه را از طریق نشانه‌های بصری (مانند بالا بردن دست‌ها، انجام حرکات دست، حالات چهره) جویا شوند. پاسخ‌های کلامی، عدم حضور در محل، سنجش چنین نشانه‌های بصری و صوتی را از طریق فناوری کنفرانس ویدیویی دشوارتر می‌کند. این پژوهش پیشنهاد می‌دهد که استفاده از نشانه‌های غیرکلامی به عنوان راهی برای درگیر شدن با میزبان در فعالیت‌های نظرسنجی - مانند انجام حرکات فیزیکی در دید دوربین شرکت‌کنندگان - می‌تواند چالش‌های موجود در محیط‌های جلسه مجازی کاهش دهد.

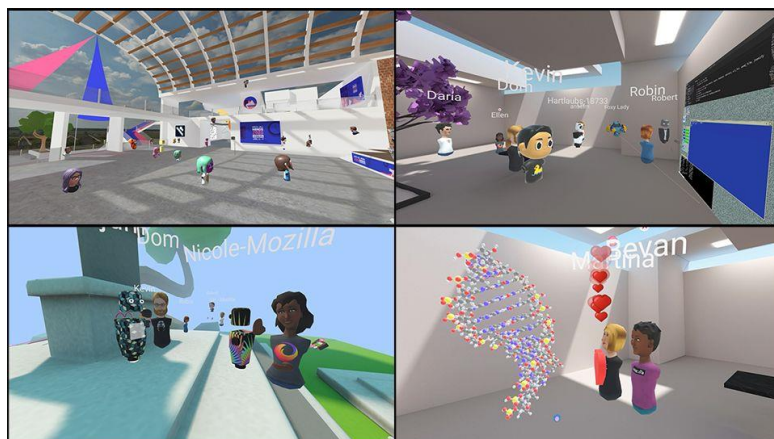
^۱ Barmaki & Hughes

^۲ feedback

^۳ Koh

در پژوهشی لی^۱ و همکاران (۲۰۲۰) بر روی جلسات محیط مجازی انجام داده اند، از بستر محیط مجازی Mozilla Hubs برای بررسی پتانسیل محیط‌های جلسات مجازی برای ایجاد یک محیط اجتماعی برای شرکت کنندگان از راه دور استفاده می‌کند، که حول محور تماشای پخش زنده ویدیوی کنفرانس‌های علمی است. این پژوهش مزایا و معایبی را برای محیط مجازی موزیلا هابز برشمرده است. از جمله اینکه افراد می‌توانند در آن پرواز کنند و اینکه می‌توانند با یکدیگر صحبت کنند یا چت کنند، افراد قادر هستند تا اسلاید یا ویدئوهای خود را در این محیط به اشتراک بگذارند و همچنین مانع‌های ارتباطی مثل نصب نرم‌افزار رفع شده و فقط با چند کلیک ساده و وارد کردن آدرس وبسایت افراد قادر به اتصال به یکدیگر می‌باشند. به طور خلاصه، با بهبود فناوری اساسی، جلسات محیط مجازی پتانسیل قابل توجهی را برای گردهمایی‌های مجازی آینده ارائه می‌دهند که به طور بالقوه می‌توانند جایگزین ملاقات‌های رو در رو شوند.

از معایب بزرگی که میتوان برای محیط موزیلا هابز برشمرده این است که در این محیط افراد قادر به تشخیص ژست و حالت بدن یکدیگر نیستند و این موضوع باعث تضعیف کیفیت ارتباط می‌شود.



تصویر ۲-۲: تصویری از محیط موزیلا هابز برای برگزاری جلسات و کنفرانس‌های مجازی

^۱ Le

وانگ^۱ (۲۰۲۱) در مقاله‌ای جلسات مجازی اجتماعی را به عنوان یک رسانه‌ی جدید برای ارتباطات و همکاری از راه دور مورد پژوهش قرار داده‌اند. این مقاله با مقایسه روش‌های معمول برقراری ارتباط، به سه ویژگی جدید واقعیت مجازی اجتماعی را پیشنهاد اشاره می‌کند: غوطه‌وری بالا، حالت‌های تعاملی متنوع، و محتوای اجتماعی متنی. همچنین برنامه‌های واقعیت مجازی اجتماعی را دسته‌بندی می‌کند و دو پلتفرم محبوب VRChat و Facebook Horizon را به عنوان نمونه‌هایی برای نشان دادن قابلیت‌های فعلی برنامه‌های واقعیت مجازی اجتماعی بررسی می‌کند.

استفاده از محیط‌های جلسه مجازی‌ای مثل فیس‌بوک هورایزن نیازمند برخورداری از عینک واقعیت مجازی است که برای کاربران هزینه‌های اضافی را به همراه می‌آورد.



تصویر ۲-۳: تصویری از دنیای مجازی و واقعی فیس‌بوک هورایزن

در پژوهشی سان^۲ (۲۰۱۹) و همکاران به تشخیص ارتباطات غیرکلامی همگام^۳ بین دونفر در تعاملات اجتماعی در واقعیت مجازی، درک تأثیرات ظاهر آواتار بر همگامی و رابطه بین خلاقیت و همگامی پرداختند. همچنین عنوان کردند که از طریق واقعیت مجازی غوطه‌ور، کاربران می‌توانند

^۱ Wang

^۲ Sun

^۳ Nonverbal Synchrony

بیشتر از حرکات طبیعی بدن خود را با آواتارهای خود نمایش دهند، و این منجر به تغییرات قابل توجهی در نحوه استفاده و درک آواتارها در این محیط های اجتماعی دیجیتال می شود.

ونتزلا^۱ (۲۰۱۱) به ضرورت وجود رفتارهای غیرکلامی در محیط متاورس اشاره می کند. او به محیط واقعیت مجازی اجتماعی There و Second Life به عنوان دو محیط ارتباطات مجازی اشاره می کند و عنوان می کند که واقع گرایی در دنیای مجازی با باورپذیری گره خورده است و مشکل باورپذیری در محیط های کامپیوتری، رندر گرافیکی نیست بلکه یک مشکل تعامل انسان با کامپیوتر است.

بی و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی روی محیط واقعیت مجازی اجتماعی second life، یک جامعه مجازی، داده هایی را از آواتارها جمع آوری کردند تا بررسی کنند که آیا هنجارهای اجتماعی جنسیت، فاصله بین فردی و نگاه چشم به محیط های مجازی منتقل می شوند. نتایج نشان داد که یافته های ثابت فاصله بین فردی و انتقال نگاه چشم به محیط های مجازی: (۱) زوج های مذکر و مذکر دارای فاصله بین فردی بزرگتری نسبت به زوج های مؤنث و مؤنث هستند، (۲) زوج های مذکر و مذکر ارتباط چشمی کمتری نسبت به زوج های مؤنث و مؤنث برقرار می کنند. همچنین نکته هایی را برای کاربران بازی های آنلاین و دانشمندان علوم اجتماعی که به دنبال انجام تحقیقات در محیط های مجازی هستند، مورد بحث قرار داده اند.

بیرمنگام (۲۰۲۱) یک تحلیل مقایسه ای از نحوه استفاده و تفسیر کاربران از ارتباطات غیرکلامی به وسیله آواتارها در محیط های مجازی چند کاربره آنلاین انجام داده است. همچنین چارچوبی را برای ارتباطات غیرکلامی به منظور اعمال جنبه های مختلف ارتباطات غیرکلامی در محیط های مجازی ارائه کرده است. این مقاله بررسی می کند که چگونه این فرم های ترجمه شده و جدید ارتباطات غیرکلامی می توانند راه های بیشتری برای ارتباط مردم از طریق آواتارهای دیجیتال نشان دهند.

^۱ Ventrella

پژوهش‌های انجام شده روی ارتباطات غیرکلامی در محیط واقعیت مجازی اتفاق نظر دارند که ارتباطات غیرکلامی باعث بهبود ارتباط در محیط واقعیت مجازی می‌شود، این پژوهش‌ها کمتر به تأثیر حرکت‌های دست در بهبود ارسال پیام و کیفیت ارتباطات پرداخته‌اند. همچنین، اکثر آن‌ها در محیط واقعیت مجازی غوطه‌ور صورت گرفته و حالات بدن و دست کاربران به وسیله‌ی عینک‌های واقعیت مجازی تشخیص داده شده است. در پژوهش حاضر تمرکز بر روی حرکات دست به عنوان زیرمجموعه‌ای از رفتارهای غیرکلامی در محیط واقعیت مجازی یا متاورس است. همچنین برای تشخیص حرکات دست از دوربین‌های وبکم استفاده شده که شرکت در محیط مجازی یا متاورس را برای کاربران ساده‌تر می‌کند.

جمع‌بندی نکات مهم مقالات مورد مطالعه در حوزه استفاده و ارزیابی ارتباطات غیرکلامی در جلسات مجازی و ویدئو کنفرانس‌ها در جدول ۲-۴ ارائه شده است. همچنین جدولی از تصاویر و توضیحات اپلیکیشن‌های معروف و با کاربران زیاد واقعیت مجازی اجتماعی در پیوست ۳ آورده شده است.

جدول ۲-۴: جمع بندی نکات مهم مقالات مورد مطالعه در حوزه استفاده از ارتباطات غیرکلامی در جلسات مجازی

ارتباطات غیرکلامی در جلسات مجازی							
رفتارهای غیرکلامی				سیستم ارتباطات			
Reference	رفتارهای چهره	رفتارهای صوتی	خیره شدن	حرکت بدن	فاصله یا پروکسمیک	محیط ارتباط	نکات مهم اشاره شده در پژوهش
						تشخیص و انتقال حالت بدن و احساسات	

(Maloney, Freeman, et al., 2020)	تحقیق درباره‌ی تمامی رفتارهای غیرکلامی				واقعیت مجازی اجتماعی	--	روش‌های ارتباط غیرکلامی رودررو یا آفلاین در واقعیت مجازی اجتماعی استفاده می‌شوند و می‌توانند تجربیاتی را شبیه‌سازی کنند که شبیه تعاملات چهره به چهره آفلاین هستند.
(LI et al., 2019)				#	واقعیت مجازی اجتماعی	بررسی همه‌ی روش‌های موجود	انتقال ژست‌ها به واقعیت مجازی باعث می‌شود تا افراد گمان کنند در حال تعامل با کاربران واقعی هستند. همچنین باعث افزایش غوطه‌وری، تعامل و خلوص ارتباطات می‌شوند.
(Maloney, Zamanifard, et al., 2020)	اطلاعات در مورد تجربه‌ی افراد در محیط‌های واقعیت مجازی مختلف از قبیل VR Chat, AltSpace VR, Facebook Spaces, Engage VR, Mozilla Hubs, Sonoroom, PokerStar				واقعیت مجازی اجتماعی	--	به طور کلی کاربران واقعیت مجازی اجتماعی با افشا کردن احساسات خود در این فضا مشکلی ندارند.
(Kurzweg et al., 2021)			#	#	واقعیت مجازی	انیمیشن از پیش تعیین شده	انتقال زبان بدن افراد از طریق آواتار به جلسات مجازی باعث بهبود کیفیت آن‌ها می‌شود.
(Broussard et al., 2021)			#	#	واقع مجازی	هدست واقعیت مجازی HMD	در جلسه‌های مجازی که تعداد زیادی دانش‌آموز حضور دارند استفاده از همه‌ی علائم غیرکلامی برای نمایش وضعیت حضور دانش‌آموزان ضروری نیست.
(Hariharan et al., 2014)	جلسه به صورت ویدئو کنفرانس برگزار می‌شود				کنفرانس ویدئویی	سنسور کینکت	
(Aburumman et al., 2022)			#	صرفاً حرکت سر	واقع مجازی	هدست واقعیت مجازی HMD	کاربران جلسه مجازی به آواتاری که با حرکات سر ارتباط غیر کلامی برقرار می‌کند را بیشتر دوست دارند و بیشتر به او اعتماد می‌کنند.

(Barmaki & Hughes, 2018)		#			#		معلمان برای مؤثر بودن در ارتباط، ارزیابی دانش دانش‌آموز و توانایی القای درک عمیق از مفاهیم انتزاعی در حوزه های دشوار مانند یادگیری زبان و ریاضیات از ارتباطات غیرکلامی استفاده می‌کنند.
(Koh et al., 2022)		#		حرکات دست			استفاده از نشانه‌های غیرکلامی به‌عنوان راهی برای درگیر شدن با میزبان در فعالیت‌های نظرسنجی (مانند انجام حرکات فیزیکی در دید دوربین) می‌تواند چالش‌های موجود را در محیط‌های جلسه مجازی کاهش دهد.
(Le et al., 2020)		#					این ویژگی که کاربران می‌توانند در هر جایی که هستند در کنفرانس در محیط متاورس شرکت کنند، برای آن‌ها خوشایند است و با پیشرفت تکنولوژی این نوع ارتباطات جایگزین ارتباط رودررو می‌شود.
(Wang, 2020)		#		#			دستگاه‌های واقعیت مجازی می‌توانند بسیاری از فعالیت‌هایی که مستلزم حضور فیزیکی هستند را به محیط مجازی منتقل کنند تا بتوان به حس حضور افراد اضافه کرد.
(Sun et al., 2019)	#			#			رفتار غیرکلامی در واقعیت مجازی نه تنها می‌تواند اطلاعاتی را در مورد وضعیت عاطفی و یا شخصیت یک کاربر آشکار کند، بلکه با کیفیت و نتایج تعامل اجتماعی نیز مرتبط است.
	هدست واقعیت مجازی با HMD	واقعیت مجازی					سنسور کینکت
	هدست واقعیت مجازی HMD	واقعیت مجازی					دوربین و بکام
		واقعیت مجازی غوطه‌ور و غیر غوطه‌ور					---
		واقعیت مجازی					

(Ventrella, 2011)		#					واقعیت مجازی غیر غوطه‌ور	انیمیشن‌های از پیش تعیین شده	مشکل باورپذیری در محیط‌های کامپیوتری، رندر گرافیکی نیست بلکه یک مشکل تعامل انسان با کامپیوتر است.
(Yee et al., 2007)	#		#				واقعیت مجازی غیر غوطه‌ور	انیمیشن‌های از پیش تعیین شده	یافته‌ها از این فرضیه حمایت می‌کند که تعاملات اجتماعی در محیط‌های مجازی آنلاین مانند تعاملات اجتماعی در دنیای فیزیکی اداره می‌شود. این یافته‌ی مهمی برای استفاده از دنیای مجازی برای مطالعه تعامل اجتماعی انسان است.

۲-۶- جمع بندی

در این فصل بدنه اصلی ادبیات و چارچوب نظری پژوهش توضیح داده شد. همچنین مفاهیم اصلی ارتباطات، ارتباطات کلامی و غیرکلامی و زیرمجموعه‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در ادامه با کاوش در تحقیقات و پروژه‌های انجام یافته مرتبط قبلی، روش‌ها، مزایا و معایب پژوهش‌های پیشین مورد مطالعه قرار گرفت.

فصل سوم روش تحقیق و طراحی

فصل ۳

روش تحقیق و طراحی

۳-۱- مقدمه فصل

در این فصل ابتدا به تشریح نوع پژوهش و روش تحقیق، شامل نوع مطالعه، جامعه آماری و موارد دیگر می‌پردازیم. پس از آن مراحل طراحی آزمایشات به منظور تست نظریه‌های تحقیق شرح داده می‌شود و روش اجرای آزمایشات مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس مفصلاً محصول ساخته‌شده که محیط مجازی (متاورس) با قابلیت ارسال و دریافت حرکتهای دست (ژست‌های دست) است، توضیح داده می‌شود.

۳-۲- روش تحقیق

این تحقیق به روش نیمه‌تجربی اجرا شد. متغیر مستقل وجود یا عدم وجود ژست‌های دست (حرکتهای دست) به عنوان یک زیرمجموعه از رفتارهای غیرکلامی در محیط جلسه مجازی است. متغیرهای وابسته (۱) میزان بهبود کیفیت ارتباطات (حضور اجتماعی، غنای اجتماعی و غوطه‌وری) با

انتقال حالت و حرکت‌های دست به داخل محیط متاورس و ۲) میزان انتقال و تفهیم پیام ارسال شده از طریق ژست دست در محیط متاورس است. ۳) میزان تمایل افراد به استفاده از سیستم برای انتقال حرکات دست است.

۳-۲-۱- جمعیت مطالعه

جامعه هدف پژوهش، دانشجویان دانشگاه هنر اسلامی تبریز هستند. ۲۳ نفر از دانشجویانی که تمایل به همکاری و شرکت در پژوهش و معیارهای ورود به مطالعه را داشتند، با اطلاع‌رسانی و نصب فراخوان‌هایی و با پرداخت مقداری پول نقدی به شرکت در مطالعه دعوت شدند. از آنجایی که هدف ما اندازه‌گیری میزان انتقال پیام و کیفیت تعامل از طریق ژست دست است و تفاوت‌های چندانی بین زنان و مردان در انتقال و تفهیم ژست دست وجود ندارد، بلکه نوع و تعدد استفاده از ژست‌های دست توسط آن‌ها متفاوت است. بیشتر تفاوت‌ها در حالات صورت، خیره شدن و حالت بدن است که در محیط واقعیت مجازی ساخته شده منتقل نمی‌شوند (Hall & Knapp, 2013) (این موضوع مورد به مورد نیز فرق می‌کند)؛ در نتیجه محدودیتی در جنسیت افراد در پژوهش وجود ندارد.

۳-۲-۲- مکان و زمان انجام آزمایش

آزمون‌های این پژوهش به منظور شبیه‌سازی شرایط کنفرانس‌های ویدئویی به صورت از راه دور و از طریق ارتباط اینترنتی انجام شد.

۳-۲-۳- معیارهای ورود به مطالعه

- ۱- آشنایی با رایانه و کنفرانس‌های ویدئویی
- ۲- داشتن تجربه بازی رایانه‌ای سه بعدی.
- ۳- دسترسی به کامپیوتر شخصی و وبکم
- ۴- رسیدن به فریم ریت حداقل ۳۰ در محیط اپلیکیشن

۳-۲-۴- روش اجرای تحقیق

برای سنجش کیفیت ارتباطات باید با توجه به عوامل و فاکتورها، آزمایشی معتبر طراحی کرد.

۱- طراحی آزمایشات

همانطور که در ادبیات پژوهشی توضیح داده شد، ارتباطات امری بسیار پیچیده است و عوامل بسیار زیادی بر آن تاثیر دارند. از آنجایی که هدف بررسی ارتباطات غیرکلامی و به طور خاص بر حرکات دستها است، سعی بر آن شد آزمایش معتبری تعریف شود که در نهایت با خنثی کردن دیگر عوامل مؤثر بر ارتباطات، تاثیر حرکات دست در کیفیت ارتباطات سنجیده شود.

در مطالعه‌ی انجام شده توسط هاستتر^۱ (۲۰۱۱) که با هدف تجزیه و تحلیل تاثیر حرکات بر درک پیامهای گفتاری در طول مکالمه نشان داد ژستها زمانی در ارتباطات مؤثرتر هستند که با افزودن جزئیات جدید یا تأکید بر برخی نکات، ارتباط کلامی را تکمیل کنند.

بنابراین دو آزمایش در محیط متاورس طراحی شد که در آنها نمونه‌ها به صورت تک‌به‌تک، تصادفی و درون‌آزمودنی در دو آزمایش مصاحبه-آموزشی شرکت کردند. در یکی از این آزمایشها حرکات دست منتقل می‌شد و مفاهیم با استفاده از حرکات دست برای نمونه‌ها توضیح داده می‌شد. در آزمایش دیگر حرکات دست منتقل نمی‌شد و افراد فقط می‌توانستند به صدای یکدیگر گوش دهند و در محیط متاورس حضور داشته باشند و آواتار یکدیگر را مشاهده کنند. فرد مصاحبه‌گر در ابتدا به‌منظور آشنا کردن نمونه با محیط مجازی، خود را معرفی، اطلاعات شخصی نمونه را جمع‌آوری و ادامه‌ی جلسه‌ی مجازی را برای نمونه توضیح می‌دهد. در آزمون با دست پس از آشنا شدن نمونه با محیط مجازی و آزمایش، مصاحبه‌گر ۵ نماد جدول ۲-۳ را به نمونه‌ها نشان می‌دهد و از آنها می‌خواهد تا حرکت انجام شده را تقلید کنند. همزمان با تقلید این نمادها مدل هوش مصنوعی نیز نمادهای نشان داده شده را تشخیص می‌دهد. سپس اطلاعات مربوط به دقت تشخیص نمادها از طرف

^۱ Hostetter

نمونه و هوش مصنوعی جمع‌آوری می‌شود. پس از اطمینان حاصل کردن از اینکه نمونه‌ها قادر به تشخیص حرکات و نمادهای دست هستند، مصاحبه‌گر دو مفهوم علمی از بین مفاهیم علوم پایه از «جدول ۱-۳» به صورت تصادفی انتخاب می‌کند و برای مدت یک دقیقه با تقلید از ویدئوی از پیش ساخته شده برای نمونه توضیح می‌دهد (مفاهیم علمی به صورتی انتخاب شده‌اند که انجام حرکات دست جزئیاتی جدید به ارتباط کلامی اضافه می‌کند و پژوهشگر با این مفاهیم علمی آشنایی لازم را دارد). پس از اتمام مدت تدریس توسط پژوهشگر، از نمونه خواسته می‌شود تا مفهوم علمی تدریس شده را برای مصاحبه‌گر طبق آنچه یادگرفته در مدت زمان ۳۰ ثانیه به طور خلاصه بازگو نماید. پس از پایان بازگو کردن مفاهیم توسط نمونه و اطمینان حاصل کردن از ارسال و دریافت پیام، آزمایش به پایان می‌رسد و از نمونه خواسته می‌شود تا پرسشنامه‌های مربوط به کاربرد پذیری، حضور اجتماعی، غنای اجتماعی و درگیری را پر کند. سپس از نمونه خواسته می‌شود تا در آزمون بدون دست شرکت کند که شرایطی کاملاً یکسان با آزمایش با دست دارد با تفاوت اینکه حرکات دست منتقل نمی‌شوند. (به طور کلی هر پرسشنامه با سوالات با ترتیب تصادفی دو بار توسط نمونه‌ها پر شد، یکبار برای آزمایش با حضور حرکات دست و بار دیگر برای آزمایش عدم حضور حرکات دست و ترتیب انجام آزمایشات نیز برای نمونه‌ها تصادفی بود). در طول آزمایش با دست علاوه بر داده‌های پرسشنامه، به‌وسیله‌ی سیستم بینایی رایانه، مدت زمان ظاهر شدن حرکات دست گردآوری شد. این مدت زمان تقسیم بر کل زمان بازگو کردن مفهوم توسط نمونه شده و متغیر «نسبت استفاده از دست‌ها در طول آزمایش» حاصل می‌شود. این متغیر نمایانگر این است که نمونه‌ها در طول آزمایش با دست چقدر از حرکات دست خود برای بازگو کردن مفهوم علمی استفاده کرده‌اند.

جدول ۱-۳: مفاهیم علوم پایه تدریس شده در جلسه مجازی. تعریف کامل و گفته شده برای نمونه‌ها در پیوست ۱ آورده شده است.

مفهوم علمی	معادل انگلیسی	تعریف
------------	---------------	-------

متد لوکای یک استراتژی برای تقویت حافظه است که از تجسم محیط های فضایی آشنا به منظور افزایش یادآوری اطلاعات استفاده می کند (Lea, 1975).	Method of Loci - Cognitive	متد لوکای
تکتونیک صفحه ای نظریه علمی پذیرفته شده ای است که لیتوسفر زمین را شامل تعدادی صفحات بزرگ می داند که از حدود ۳.۴ میلیارد سال پیش به آرامی در حال حرکت بوده اند (Le Pichon et al., 2013).	Plate Tectonics - Geology	نظریه لایه های زمین
پیوندهای هیدروژنی بین اتم های هیدروژن و اکسیژن همسایه مولکول های آب مجاور تشکیل می شود. جاذبه بین مولکول های آب، پیوندی به نام پیوند هیدروژنی ایجاد می کند.	Water Formation - Chemistry	تشکیل ملکول آب
وابستگی غذایی همه موجودات زنده به یکدیگر را می توان به حلقه های زنجیر تشبیه کرد که به آن زنجیره غذایی می گویند (Strasburger et al., 1912).	Food Chain - Ecology	زنجیره غذایی

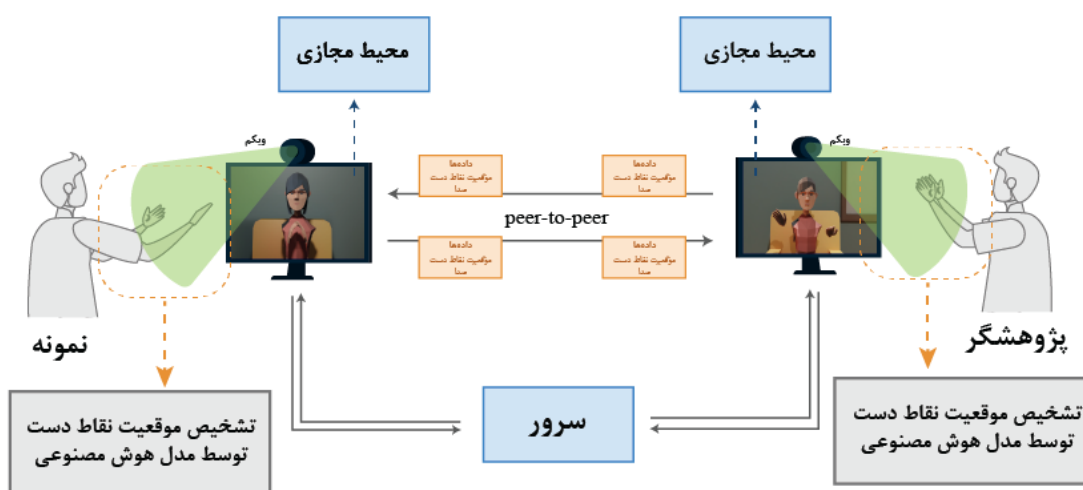
به منظور خنثی سازی و به حداقل رساندن دیگر عوامل مؤثر (متغیرهای کنترل و تعدیل کننده) بر ارتباطات و افزایش اعتبار درونی آزمایش اقداماتی لحاظ شد که در جدول «۲-۳» توضیح داده شده اند.

جدول ۲-۳: عوامل مؤثر بر ارتباطات و نحوه ی خنثی سازی آن ها در آزمایشات

عامل	نحوه ی به حداقل رساندن تاثیر
تفاوت های فرهنگی	همه شرکت کننده ها از یک فرهنگ و فارس زبان بودند.
جنسیت	بیشتر تفاوت های بین جنس زن و مرد در حالات صورت، خیره شدن و حالت بدن وجود دارد که در محیط واقیت مجازی ساخته شده منتقل نمی شوند (Hall & Knapp, 2013) (این موضوع مورد به مورد نیز فرق می کند)؛ در نتیجه محدودیتی در جنسیت افراد در پژوهش وجود ندارد.
شنیدن فعال	از آنجایی که از افراد خواسته شد تا به تدریس گوش دهند و پاسخ دهند این کار مستلزم داشتن شنیدن فعال می بود.
ویژگی های فردی	در آزمایشات به هر فرد ۳۰ ثانیه مهلت داده شد که باعث به حداقل رسیدن ویژگی های شخصیتی (اعم از درونگرایی یا برونگرایی و ...) آن ها می شد. همچنین ارتباطات با واسطه آواتار، باعث ناشناس ماندن، راحتی و ارتباط بهتر با افراد خجالتی، درون گرا و طرد شده از اجتماع می شود (Baker et al., 2021).

محیط یا زمینه	محیط برگزاری آزمایش برای همه یکسان و در غالب جلسه مجازی از طریق اینترنت بود.
رابطه‌ی بین فردی	همه‌ی افراد شرکت کننده در این آزمایش با اعلامیه حاضر شدند و رابطه یا دوستی قبلی با پژوهشگر نداشتند.
حرکات دست و تدریس	در هر یک از آزمایش‌ها مصاحبه گر مفاهیم را بر اساس ویدئویی می‌بیند توضیح می‌دهد و حرکات دست داخل ویدئو را تقلید می‌کند. در نتیجه تدریس مفاهیم برای همه‌ی نمونه‌ها یکسان بود. همچنین از همه‌ی نمونه‌ها درخواست شد تا در فاصله‌ی یک متری از وبکم خود قرار بگیرند.
انتقال پیام	برای اینکه ارتباطات معنی‌دار باشد باید مطمئن شد که نمونه مفهوم علمی را دریافته و پیام را گرفته است.

نمایی کلی از طراحی و عملکرد سیستم در «شکل ۳-۱» نشان داده شده است.



شکل ۳-۱: معماری سیستم و جلسه‌ی مجازی بین پژوهشگر و نمونه، دو نفر به یکدیگر متصل شده و از طریق دوربین وبکم حرکات دست خود را به محیط مجازی منتقل می‌کنند.

۲- نحوه‌ی ارزیابی کیفیت ارتباطات

پس از انجام هر آزمون برای اندازه گیری کیفیت ارتباطات به وسیله‌ی پرسشنامه چهار سازه اصلی ۱- کاربردپذیری ۲- درگیری (غوطه‌وری ذهنی) ۳- غنای اجتماعی ۴- حضور اجتماعی را با استفاده از

پرسشنامه های SUS و TPI اندازه گیری کردیم. پرسشنامه کاربردپذیری^۱ یک روش برای اندازه گیری سریع کاربردپذیری یک سیستم می باشد و توسط آقای بروک^۲ (Brooke, 1996) در سال ۱۹۸۶ طراحی شد. همچنین پرسشنامه TPI نیز یک روش اندازه گیری برای حضور^۳ است و توسط لمبارد^۴ (Lombard et al., 2009) در سال ۲۰۰۹ ابداع شد. این دو پرسشنامه معروف، و دارای روایی سازه هستند، همچنین پایایی آنها نیز در پیوست ۴ با استفاده از روش آلفای کرونباخ محاسبه شده است.

۳- نحوه ی ارزیابی فهم کاربران از حرکات دست

برای اندازه گیری میزان فهم و تشخیص کاربران از حرکات دست در محیط مجازی طراحی شده، در ابتدای آزمایش با دست اول ۵ نماد نمایش داده شده در جدول ۲-۳ به نمونه ها نشان داده شد و از آنها خواسته شد تا این نمادها را تقلید کنند.

۴- ارزیابی استفاده از حرکات دست در اپلیکیشن متاورس

در طول جلسات مجازی، با استفاده از بینایی کامپیوتر و مدل های هوش مصنوعی تشخیص نقاط دست، حرکات دست کاربران در هر فریم که دست جلوی دوربین ظاهر می شد و حرکت می کرد ذخیره شدند. این اطلاعات به صورت سیستمی از کاربران دریافت و ذخیره می شود. این مدت زمان تقسیم بر کل زمان بازگو کردن مفهوم توسط نمونه شده و متغیر «نسبت استفاده از دست ها در طول آزمایش» حاصل شد. این متغیر نمایانگر این است که نمونه ها در هر آزمایش چقدر از حرکات دست خود برای بازگو کردن مفهوم علمی استفاده کرده اند. به عنوان مثال نمونه ی n ام در ۶۰ درصد از زمان بازگو از دستان خود استفاده کرده است.

^۱ System Usability Scale

^۲ Brooke

^۳ (tele)presence

^۴ Lombard

۳-۲-۵- ابزار تحقیق

برای شرکت در جلسه مجازی و انتقال حالات دست نیاز به یک کامپیوتر شخصی (دارای کارت گرافیک با حداقل ۹۰۰ مگاهرتز فرکانس مرکزی و رسیدن به حداقل ۳۰ فریم بر ثانیه) و همچنین یک دوربین وبکم به منظور ثبت و انتقال حرکات دست به آواتار شخص است. همچنین متغیرهای سیستمی و غیر سیستمی از طریق دوربین وبکم، پردازش تصویر و پرسشنامه‌های SUS و TPI برای اندازه‌گیری میزان کاربردپذیری و حضور افراد در طول جلسه استفاده شد.

۳-۳- طراحی

ساخت اپلیکیشن متاورس نیاز به استفاده از ۳ تکنولوژی داشت:

- تکنولوژی گرافیک کامپیوتری

- تکنولوژی پردازش تصویر و هوش مصنوعی تشخیص نقاط دست‌ها

- تکنولوژی ارتباطات بلادرنگ از طریق اینترنت

در ادامه هر یک از این مراحل به تفصیل توضیح داده شده‌اند.

۳-۳-۱- گرافیک کامپیوتری

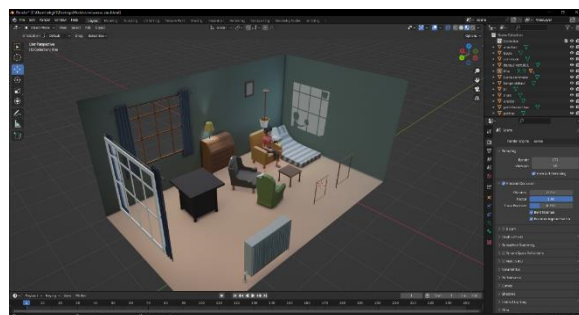
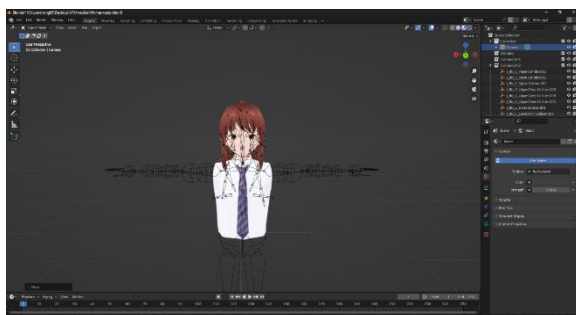
گرافیک کامپیوتری شامل تولید و نمایش تصاویر، انیمیشن‌ها و عناصر گرافیکی از طریق تکنیک‌های مختلف نرم‌افزاری و سخت‌افزاری است که از طرق مختلفی مثل برنامه‌نویسی و استفاده نرم‌افزار صورت می‌گیرد. در ساخت محیط متاورس از کتابخانه‌های مخصوص وب و نرم‌افزارهای سه‌بعدی برای توسعه‌ی محیط استفاده شد.

۳-۳-۱- طراحی محیط

تصمیم بر این شد که محیط متاورس از یک اتاق مجازی به عنوان فضای اصلی برگزاری جلسه استفاده کند. پس برای این کار نیاز بود تا در ابتدا دارایی‌های محیط با استفاده از نرم افزار سه بعدی بلندر^۱ طراحی و مدل‌سازی سه بعدی شوند. همچنین برای صرفه جویی در وقت از مدل‌های سه بعدی از پیش ساخته شده نیز استفاده شد.

۱- طراحی و ساخت مدل‌های سه بعدی

مدل‌های سه بعدی اعم از کاراکترها و محیط اتاق و اسباب و لوازم که در «شکل ۳-۲» نمایان است، از سایت threejs.org و VRoid Studio دانلود و پس از اعمال تغییرات از طریق نرم افزار بلندر^۲ آماده استفاده در محیط برنامه نویسی شدند.



شکل ۳-۲: مدل‌های وارد شده به نرم افزار بلندر و اعمال تغییرات بر روی آن‌ها

۲- برنامه نویسی گرافیکی

در قدم بعدی نیاز به کدنویسی و اسکریپت نویسی برای ساخت محیط گرافیکی و مدل‌های سه بعدی بود. اکثر توسعه دهندگان محیط‌های سه بعدی و گرافیکی از موتورهای بازی سازی مثل یونیتی^۳ یا

^۱ Blender

^۲ Blender 3.5

^۳ Unity 3D

آنریل انجین^۱ استفاده می‌کنند. با توجه به اینکه خروجی موتورهای بازی‌سازی به صورت نرم‌افزار یا اپلیکیشن تحت ویندوز^۲، اندروید^۳، یا آی‌اواس^۴ می‌باشد، برای دسترسی به این نرم‌افزارها کاربر باید آن‌ها را پیدا، دانلود و نصب کند. با توجه به اینکه محیط‌های متاورس نیاز به دسترسی سریع و همگانی، از طریق همه‌ی پلتفرم‌ها دارند، این هدف با موتورهای بازی‌سازی میسر نمی‌شود. اگرچه امکان خروجی وب گرفتن از موتورهای بازی‌سازی مثل یونیتی وجود میسر است، اما به علت اینکه موتورهای بازی‌سازی کتابخانه‌ای حجیم به این خروجی اضافه می‌کنند و همچنین دستکاری کردن این خروجی‌ها در خارج از محیط موتور بازی‌سازی فراهم نیست، عملاً ویژگی‌ای بیهوده و غیرمفید است. پس به منظور تعامل با مدل‌های سه‌بعدی از تکنولوژی گرافیک وب یا WebGL استفاده شد، که اجازه‌ی توسعه و دستکاری محیط‌های سه‌بعدی و همچنین استفاده از پردازش گرافیکی (GPU) را در مرورگر به توسعه دهندگان می‌دهد.

WebGL

WebGL^۵ یا کتابخانه‌ی گرافیک وب، یک کتابخانه از زبان برنامه نویسی جاوا اسکریپت^۶ برای ارائه گرافیک‌های تعاملی سه‌بعدی و دوبعدی با کارایی بالا در هر مرورگر وب بدون نیاز به افزونه است (Mozilla, 2023). WebGL از کتابخانه‌ی OpenGL ES استفاده می‌کند که یک زیرشاخه از کتابخانه‌ی معروف OpenGL (Open Graphics Library) است و به طور خاص برای دستگاه‌های با قدرت پردازش کم مثل موبایل‌ها، تبلت‌ها و مرورگرها ساخته و توسعه داده شده است. کدنویسی WebGL کاری سخت و بسیار زمان‌بر است؛ از این‌رو فریم‌ورک^۷ هایی برای این کتابخانه توسعه داده شده‌اند، مثل threejs^۸ که

^۱ Unreal Engine

^۲ Windows

^۳ Android

^۴ IOS

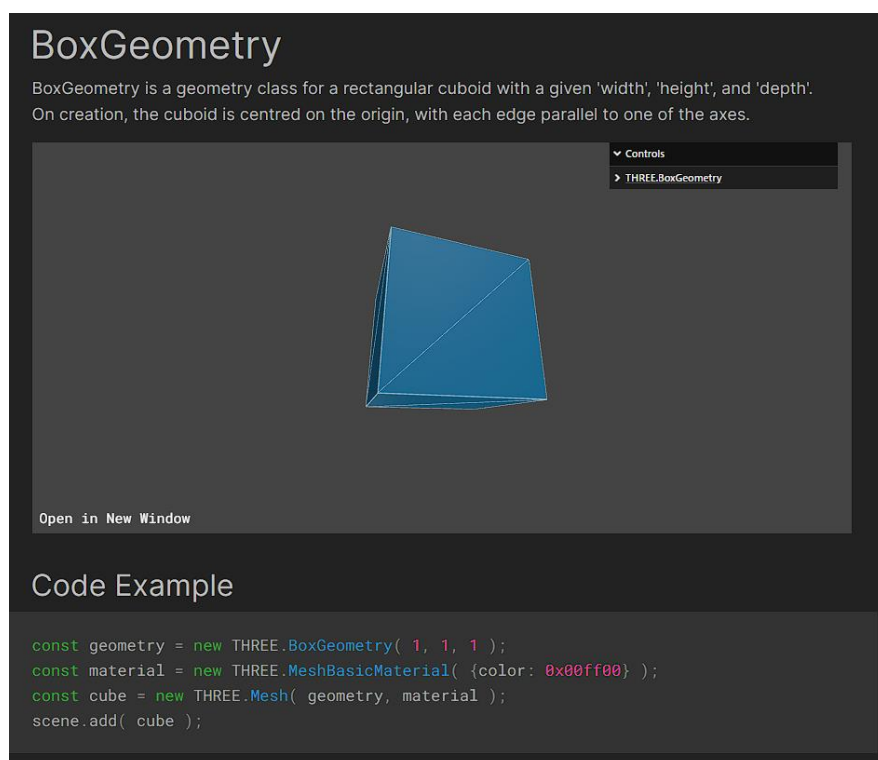
^۵ Web Graphics Library

^۶ Java Script

^۷ Frame Work

^۸ Threejs.org

برنامه‌نویسی را برای گرافیک وب ساده‌تر و بهینه‌تر می‌کند. برای ساخت محیط متاورس این پژوهش به منظور ایجاد محیط تعاملی و ارتباط با مدل‌های سه‌بعدی، از فریم‌ورک threejs استفاده شد. این فریم‌ورک مثل یک موتور بازی‌سازی امکان ساخت، دستکاری و تعامل مدل‌های سه‌بعدی را به برنامه‌نویس می‌دهد، ولی با این تفاوت که رابط کاربری‌ای^۱ برایش وجود ندارد و برنامه‌نویس صرفاً با کدنویسی به توسعه می‌پردازد.



شکل ۳-۳: تصویری از نمونه‌کد کتابخانه threejs برای ایجاد یک مکعب، توضیح: در خط اول کد مکعب نوشته شده، در خط دوم کد مش و رنگ آن تعیین شده، در خط سوم مکعب تحت عنوان یک متغیر ساخته شده و خط چهارم این مکعب به محیط سه‌بعدی اضافه شده است

۳-۳-۲- پردازش تصویر و هوش مصنوعی

^۱ Graphic User Interface

برای انتقال حرکات دست کاربر به محیط متاورس، به تکنولوژی نیاز است که بتواند به تصویر شخص از طریق دوربین وبکم دسترسی پیدا کند؛ حالات دست او را تشخیص و تبدیل به داده کند. از آنجایی که کد مربوط به محیط سه‌بعدی تعاملی به وسیله‌ی WebGL و بر پایه‌ی وب نوشته شد، تصمیم بر آن شد تا این قسمت نیز در محیط وب توسعه داده شود تا نیازی به اجرا کردن برنامه‌ای دیگر جهت دسترسی به دوربین و مدل‌های هوش مصنوعی نباشد. در گذشته مرورگرها قادر به اجرا کردن برنامه با نیاز سنگین به پردازنده اصلی نبودند و فقط به بخشی از پردازنده‌ها دسترسی داشتند. اما امروزه با توسعه‌ی تکنولوژی Webassembly مرورگرها این قابلیت را دارند که با زبان ماشین مثل اسمبلی با پردازنده اصلی ارتباط برقرار کنند که باعث بهبود قابل توجه عملکرد برنامه‌های هوش مصنوعی در مرورگر شده است. در این پژوهش صرفاً از دوتای این کتابخانه‌های هوش مصنوعی مخصوص وب و زبان جاوااسکریپت، یعنی تنسورفلو^۱ و مدیاپایپ^۲ استفاده شد. در ابتدای ساخت اپلیکیشن متاورس، از کتابخانه‌ی هوش مصنوعی تنسورفلو یا TensorFlow.js^۳ برای پردازش تصویر و تشخیص نقاط دست استفاده شد. اما مدل مربوطه باعث افت فریم شدید در محیط می‌شد و کارایی لازم را نداشت. در ادامه به جای تنسورفلو از یک مدل از پیش ساخته‌شده‌ی کتابخانه‌ی مدیاپایپ^۴ که به صورت خاص برای تشخیص قسمت‌های مختلف بدن افراد طراحی شده، استفاده شد. ولی مشکلی که این کتابخانه داشت این بود که داده‌های مربوط به نقاط مختلف دست‌ها را به صورت نقطه‌های سه‌بعدی در فضا برنمی‌گرداند، و دست‌ها در محیط متاورس دوبعدی و مصنوعی به نظر می‌رسیدند. در نتیجه حالت دست آواتار فقط از روبرو قابل تشخیص بود. به منظور رفع این مشکل استفاده از یک مدل خاص تنسورفلو و مدیاپایپ به نام 3D Hand Pose with Mediapipe and TensorFlow.js^۵ در دستور کار قرارگرفت. این مدل، تعداد ۲۱ نقطه از دست را همانطور که در «شکل ۳-۴» نشان داده شده، به

^۱ TensorFlow

^۲ Mediapipe

^۳ <https://www.tensorflow.org/js/>

^۴ <https://developers.google.com/mediapipe>

^۵ <https://blog.tensorflow.org/2021/11/3D-handpose.html>

صورت آرایه‌ای از داده‌ها در محیط سه‌بعدی در هر فریم طبق «شکل ۳-۷» برمی‌گرداند که برای استفاده در محیط متاورس مناسب و کافی است.

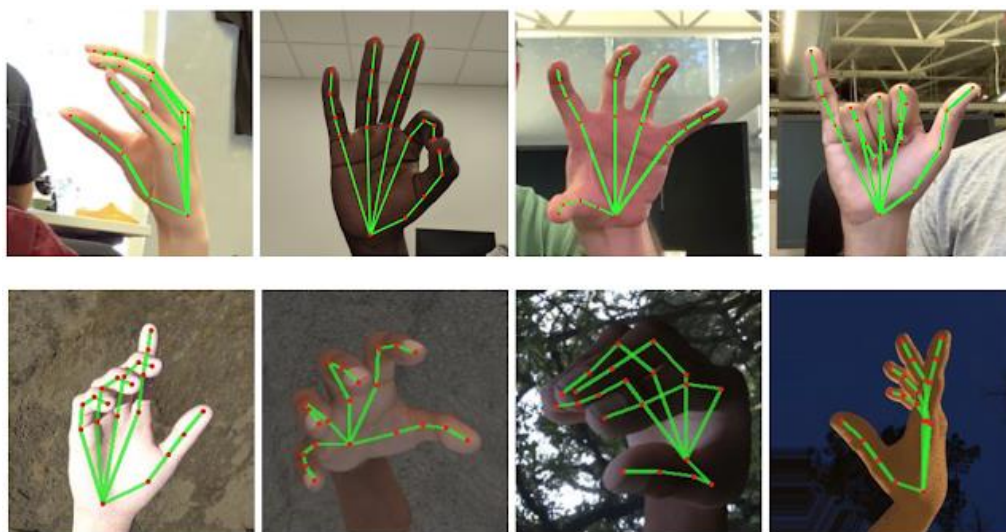


شکل ۳-۴: مدل هوش مصنوعی ۲۱ نقطه از دست را تشخیص می‌دهد.

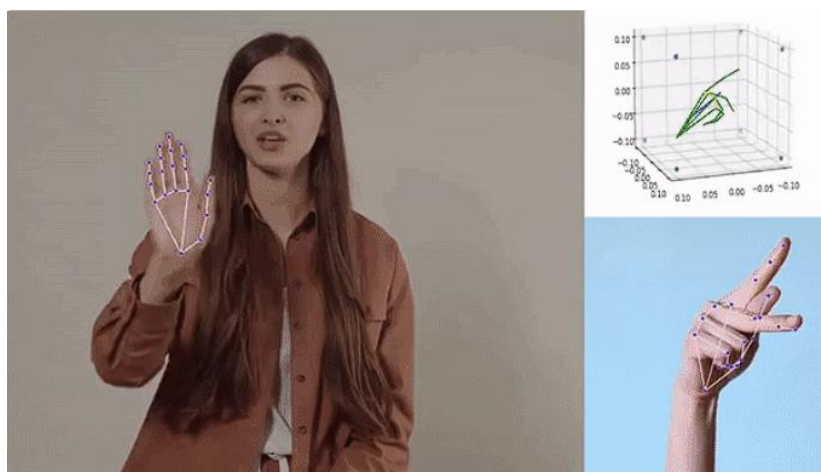
```
[
  {
    score: 0.8,
    Handedness: 'Right',
    keypoints: [
      {x: 105, y: 107, name: "wrist"},
      {x: 108, y: 160, name: "pinky_finger_tip"},
      ...
    ]
    keypoints3D: [
      {x: 0.00388, y: -0.0205, z: 0.0217, name: "wrist"},
      {x: -0.025138, y: -0.0255, z: -0.0051, name: "pinky_finger_tip"},
      ...
    ]
  }
]
```

شکل ۳-۵: گوشه‌ای از داده‌های موقعیت ۲۱ نقطه‌ای دست در فضای سه‌بعدی که مدل هوش مصنوعی از تصویر دست

به صورت آرایه در هر فریم برمی‌گرداند



شکل ۳-۶: تصاویری از تشخیص نقاط دست توسط مدل هوش مصنوعی (نقاط تشخیص داده شده روی دست کشیده شده اند)



شکل ۳-۷: نمایی از کارکرد مدل 3D Hand Pose with MediaPipe and TensorFlow.js توضیح: در تصویر سمت چپ و راست پایین، نقاط تشخیص داده شده توسط مدل هوش مصنوعی روی دست کاربر نگاشت شده و در تصویر راست بالا نقاط در محیط سه بعدی آورده شده و توسط نقطه و خط بازسازی شده

۳-۳-۳- ارتباطات بلادرنگ از طریق اینترنت

پس از اینکه قسمت رابط کاربری و سمت مشتری^۱ نرم افزار تحت وب (محیط متاورس) ساخته شد، حال نوبت به توسعه‌ی بخش سرور به منظور تبادل اطلاعات کاربران با سرور و یکدیگر می‌رسد. بدین منظور از سرورهای رایگان وب سایت Agora استفاده شد که اجازه‌ی ایجاد یک سرور سیگنال دهنده^۲ به جهت رساندن سیگنال‌های اولیه برای وصل شدن دو کاربر به یکدیگر را می‌داد. پس از اینکه دو کاربر اطلاعات مربوط به مدیا (اعم از صدا و تصویر) و آی پی عمومی^۳ خود را از طریق سرور سیگنال دهنده^۴ با یکدیگر در میان گذاشتند، حال ارتباط مستقیم یا با سرور واسط از طریق پلتفرم WebRTC برقرار می‌کنند.

۳-۳-۲- تکنولوژی WebRTC

WebRTC یا Web Real-time Communication یک پروژه رایگان است که مرورگرهای وب و برنامه های تلفن همراه را با ارتباطات بلادرنگ از طریق رابط های برنامه نویسی برنامه به یکدیگر متصل می‌کند. این تکنولوژی ارتباطات صوتی و تصویری در داخل صفحات وب با امکان ارتباط مستقیم فراهم می‌کند و نیاز به نصب افزونه ها یا دانلود برنامه های دیگر را از بین می‌برد. معماری WebRTC شامل سه جزء کلیدی است: WebRTC API در مرورگرهای وب و دستگاه های تلفن همراه، سیگنالینگ سرور و اتصال نظیر به نظیر.

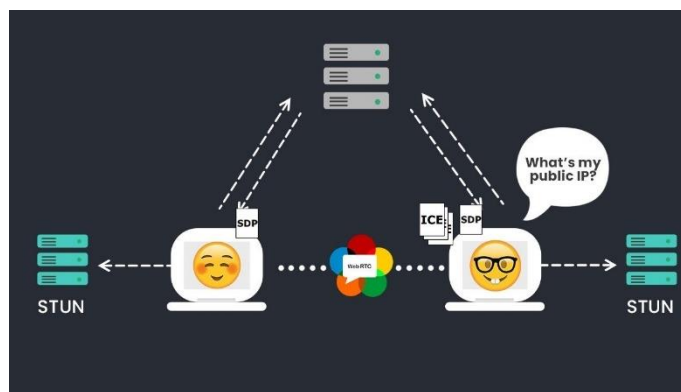
WebRTC API به توسعه دهندگان اجازه می‌دهد تا به ویژگی های ارتباطی بلادرنگ مانند پخش صدا و تصویر مستقیماً در برنامه های وب دسترسی پیدا کرده و آن ها را کنترل کنند. سیگنالینگ سرور به عنوان یک واسطه عمل می کند و تبادل اطلاعات جلسه بین کاربران از جمله

^۱ Client Side

^۲ Signaling Server

^۳ Public IP

آدرس های شبکه و قابلیت های رسانه ای آنها را تسهیل می کند. هنگامی که این اطلاعات رد و بدل می شود، WebRTC یک ارتباط مستقیم نظیر به نظیر بین دستگاه های کاربران برقرار می کند و آنها را قادر می سازد در زمان واقعی با رمزگذاری سرتاسر امنیت ارتباط برقرار کنند. این معماری غیرمتمرکز به توسعه دهندگان این امکان را می دهد که طیف گسترده ای از برنامه های ارتباطی بلادرنگ را در بسترهای وب و موبایل ایجاد کنند. معماری WebRTC در «شکل ۳-۸» نمایش داده شده است.



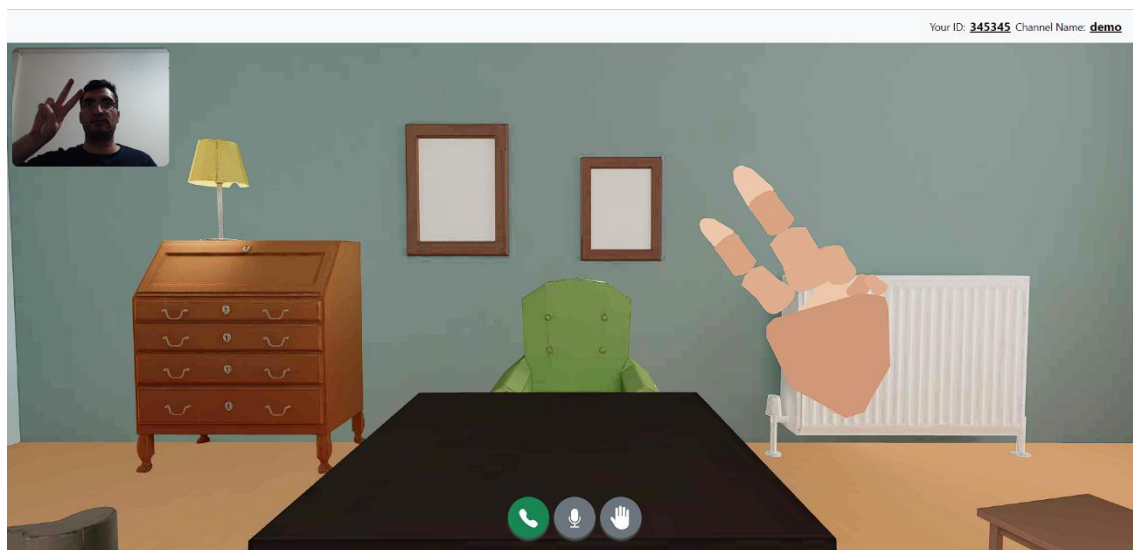
شکل ۳-۸: معماری و نحوه ی اتصال کاربران به یکدیگر توسط تکنولوژی WebRTC

در پژوهش حاضر برای ارسال داده های مربوط به دست، سر و صدای کاربران از این تکنولوژی استفاده شد. ویژگی منحصر به فرد این تکنولوژی این است که کاربران پس از اتصال اولیه، داده های خود را بدون نیاز به یک سرور واسط و به صورت peer-to-peer ارسال می کنند. هر چند در بعضی از موارد به دلیل مسائل امنیتی لحاظ شده در سیستم های مختلف امکان دسترسی به اتصال مستقیم بین دو کاربر نیست و تکنولوژی WebRTC با استفاده از Turn Server های تعریف شده اقدام به ایجاد یک ارتباط با واسطه می کند. بدین ترتیب دو کاربر به یکدیگر متصل شده و اطلاعات مربوط به صدا، حرکت دست و سر را با یکدیگر به اشتراک می گذارند. همانطور که در ابتدای فصل اول گفته شد به منظور رعایت حریم خصوصی هیچ گونه داده ی تصویری بین دوشخص رد و بدل نمی شود.

۳-۳-۴- تجميع سه تکنولوژی

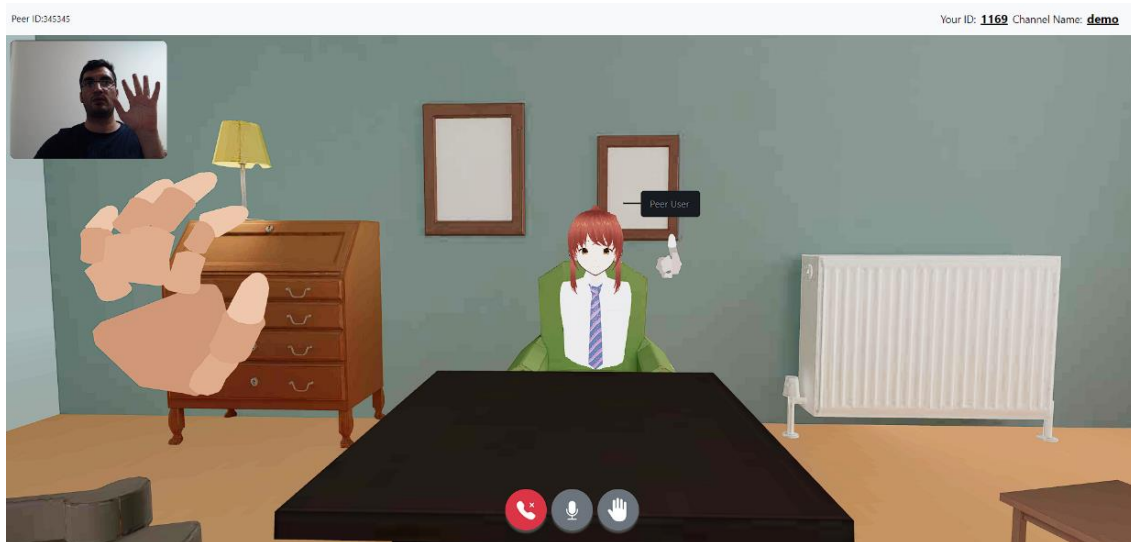
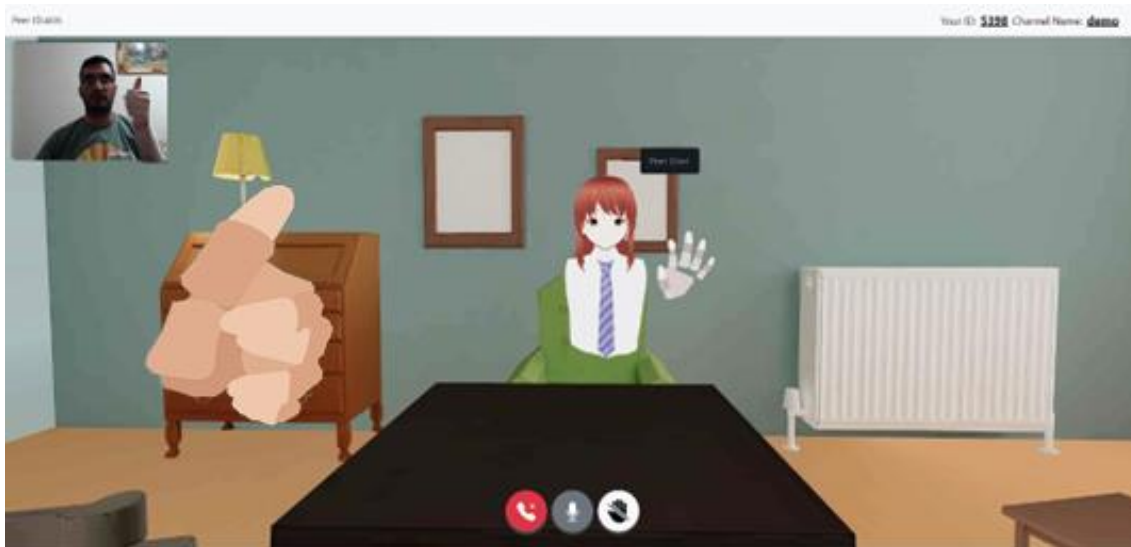
با استفاده از هر سه این تکنولوژی‌ها و متصل کردن آن‌ها به یکدیگر، کاربران قادر به شرکت در جلسات مجازی و برقراری ارتباط بایکدیگر به وسیله‌ی مرورگرهای وب خود هستند. برای اینکه بتوانیم تا تکنولوژی‌های مختلف را به یکدیگر متصل کنیم نیاز به توسعه‌ی محیط وب داشتیم. برای این کار ما از کتابخانه‌ی معروف ReactJS استفاده کردیم که یک کتابخانه‌ی معروف توسعه‌ی اپلیکیشن‌ها پیچیده‌ی وب می‌باشد. کتابخانه‌ی ReactJS تکنولوژی‌های مختلف را به یکدیگر متصل می‌کند.

با استفاده از توسعه‌ی ری‌اکت یک دو فرم برای وارد کردن آی دی و نام کانال هر کاربر ساخته شد. پس کاربران می‌توانند با وارد کردن یک آی دی عددی و اختصاص یک نام کانال وارد محیط متاورس شوند. بعد از اینکه کاربران وارد محیط شدند قادر به دیدن تصویر وب‌کم خود در بالا سمت چپ هستند و همچنین دست‌های خود را طبق شکل در محیط متاورس به صورت اول شخص مشاهده می‌کنند. در واقع مدل هوش مصنوعی پردازش تصویر ۲۱ نقطه از هر دست را تشخیص می‌دهد، آرایه‌ی برگردانده شده از این ۲۱ نقطه توسط گرافیک کامپیوتری برای جایگذاری قطعات دست استفاده می‌شود و اینگونه دست‌ها در محیط نمایان می‌شوند.



شکل ۳-۹: محیط جلسه مجازی بدون حضور طرف مقابل (کاربر می‌تواند حرکات دست خود را در محیط مشاهده کند)

اکنون کاربران قادر خواهند بود تا به کاربر دیگری زنگ بزنند و از یکدیگر درخواست کنند تا به کانالشان ملحق شوند. وقتی کاربر دیگر به کانال ملحق شد، آواتار شخص نمایان می‌شود و دو کاربر می‌توانند با یکدیگر از طریق میکروفون گفتگو کنند. همچنین نقاط دست تشخیص داده شده توسط هوش مصنوعی و جهت نگاه آنها برای یکدیگر ارسال می‌شود و توسط گرافیک کامپیوتری دست‌های طرف مقابل به آواتارش اضافه می‌شوند. در «شکل ۳-۱۰» تصویری از دو کاربر در حال تعامل نمایش داده شده است.

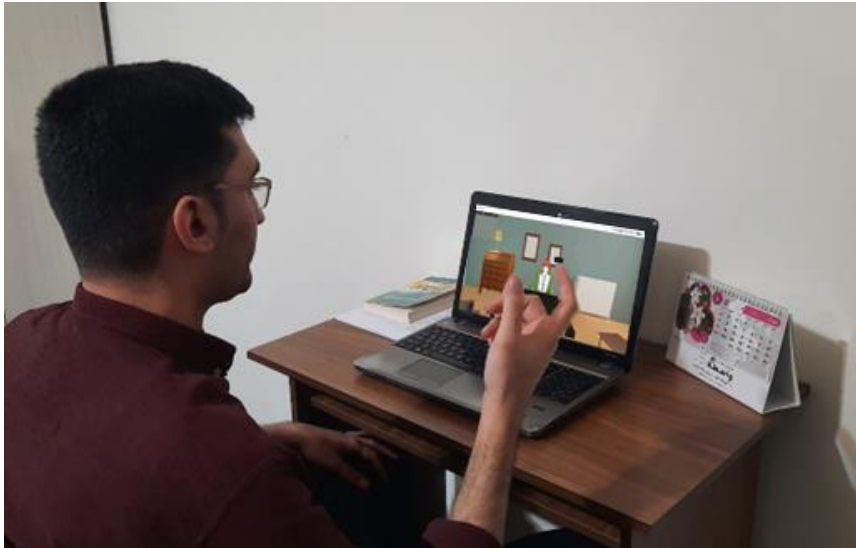


شکل ۳-۱۰: محیط جلسه مجازی با حضور کاربران و انتقال حرکات دست آن‌ها (تصویر اسکرین شات از کاربر در حال مشاهده‌ی آواتار طرف مقابل خود. همچنان کاربر می‌تواند تصویر خود را در بالا سمت چپ مشاهده کند)

حرکات سر آواتار بر اساس حرکت ماوس افراد در محیط صورت می‌گیرد، به عنوان مثال اگر فردی در حال تماشای کابر مقابل خود در مانیتور در محیط مجازی باشد، آواتار مربوطه نیز به همان قسمت نگاه می‌کند.

لینک اپلیکیشن متاورس نهایی ساخته و استفاده شده در طول آزمایشات از طریق آدرس <https://mo-kasiri.github.io/MO-Taverse> قابل دسترس می‌باشد. همچنین، سورس کد اصلی

اپلیکیشن متاورس طراحی شده‌ی تحت وب برای دسترسی همگان در آدرس https://github.com/mo-kasiri/GestureLink_Metaverse بر روی پلغترم توسعه نرم‌افزار گیت‌هاب^۱ قرار داده شده است.



شکل ۳-۱۱: نمایی از کاربر در حال تعامل در محیط متاورس

۳-۴ جمع‌بندی فصل

در این فصل پس از بررسی روش تحقیق پژوهش، جمعیت آماری، جمعیت نمونه، ارزیابی متغیرها و شرح طراحی و تولید محیط متاورس و همچنین نحوه‌ی انجام آزمایش و اندازه‌گیری متغیرها پرداخته شد.

^۱ GitHub

فصل چہارم نتائج

فصل ۴

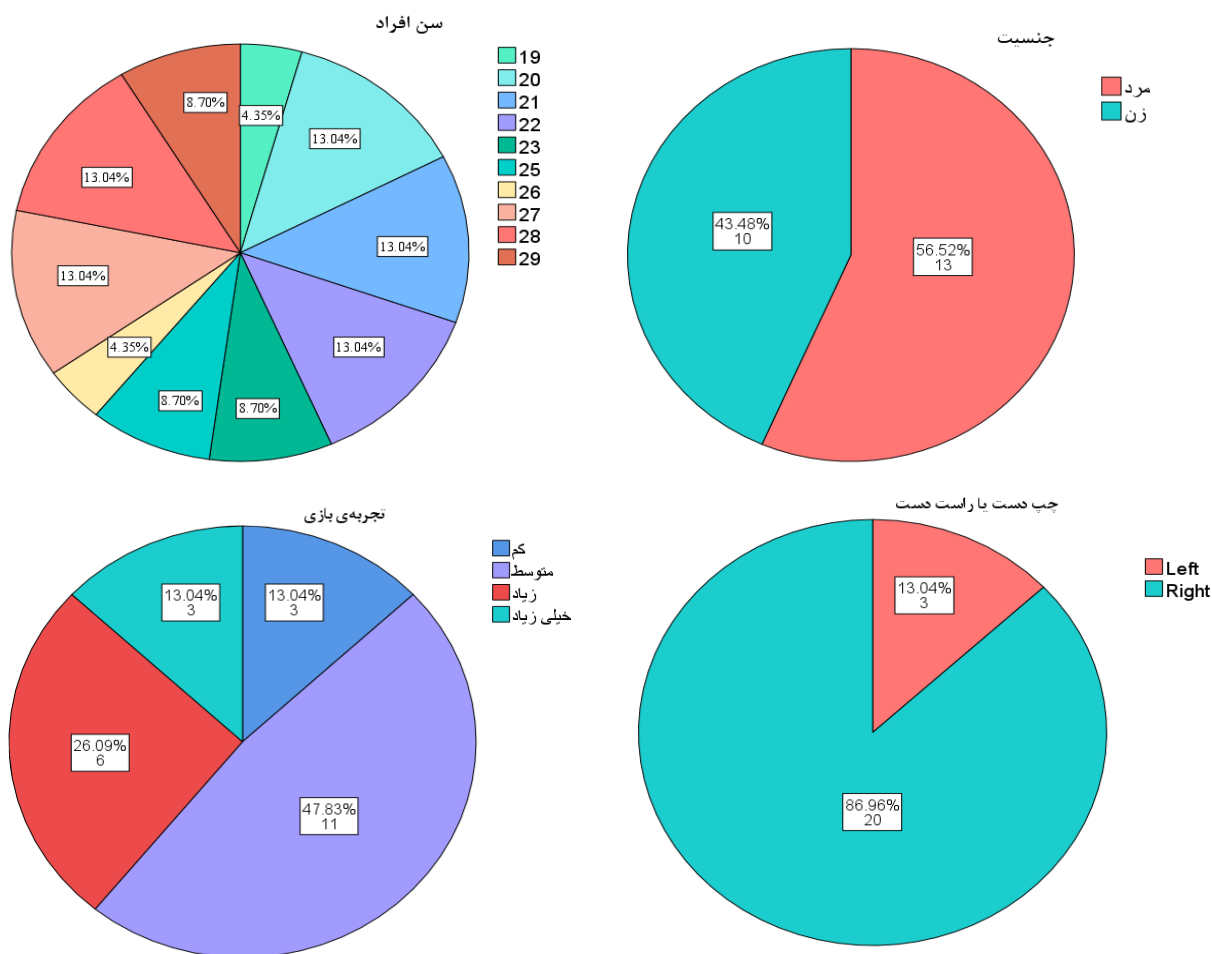
نتایج

۴-۱- مقدمه فصل

در این فصل به منظور ارزیابی فرضیه‌ها و پاسخ به سؤالات تحقیق، نتایج داده‌های سیستمی و پرسشنامه نمونه‌ها که در طول آزمایشات به دست آمده است مورد تحلیل قرار گرفته‌اند.

۴-۲- داده‌های جمعیت شناسی

تمامی شرکت‌کنندگان در این آزمایش دانشجویان چندرسانه‌ای دانشگاه هنر اسلامی تبریز بودند که از مقاطع ارشد و کارشناسی در این پژوهش شرکت کردند. همگی آن‌ها دارای سابقه‌ی کار با کامپیوتر، کنفرانس‌های ویدئویی و بازی‌های رایانه‌ای را داشتند و فاقد بیماری اوتیسم بودند. طبق نتایج به دست آمده از پرسشنامه‌ی جمعیت شناسی شرکت‌کنندگان در بازه‌ی سنی ۱۹ تا ۲۹ قرار داشتند. (تعداد نمونه = ۲۳، میانگین = ۲۴/۰۴، انحراف معیار = ۳/۳۳).



شکل ۴-۱: داده‌های مربوط به پرسشنامه جمعیت شناسی

۳-۴ - تحلیل داده‌های سیستمی

در طول آزمایش داده‌های سیستمی مربوط به متغیرهای، «نسبت استفاده از دست در طول آزمایش»، «دقت تشخیص نمادها توسط مدل هوش مصنوعی» و «دقت تشخیص نمادها توسط نمونه» جمع‌آوری شدند. آمار توصیفی این متغیرها در جدول ۴-۱ نمایش داده شده است. در ادامه این متغیرهای سیستمی بسط و تحلیل می‌شوند.

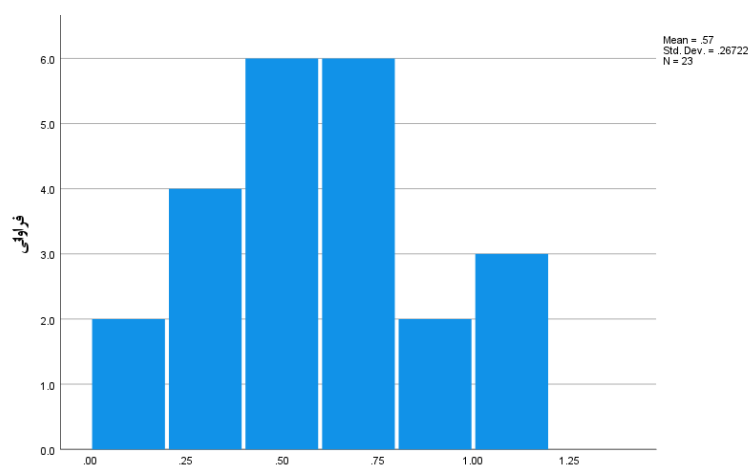
جدول ۴-۱: شاخص‌های آمار توصیفی متغیرهای «نسبت استفاده از دست در طول آزمایش»، «دقت تشخیص نمادها

توسط نمونه» و «دقت تشخیص نمادها توسط مدل هوش مصنوعی»

در ابتدای شروع جلسه		تعداد شرکت کنندگان ۲۳ نفر
SD	Mean	
0.29	0.57	نسبت استفاده از دست در طول آزمایش
0.103	0.956	دقت تشخیص نمادها توسط نمونه
0.126	0.939	دقت تشخیص نمادها توسط مدل هوش مصنوعی

۴-۳-۱- نسبت استفاده از دست‌ها در طول آزمایش

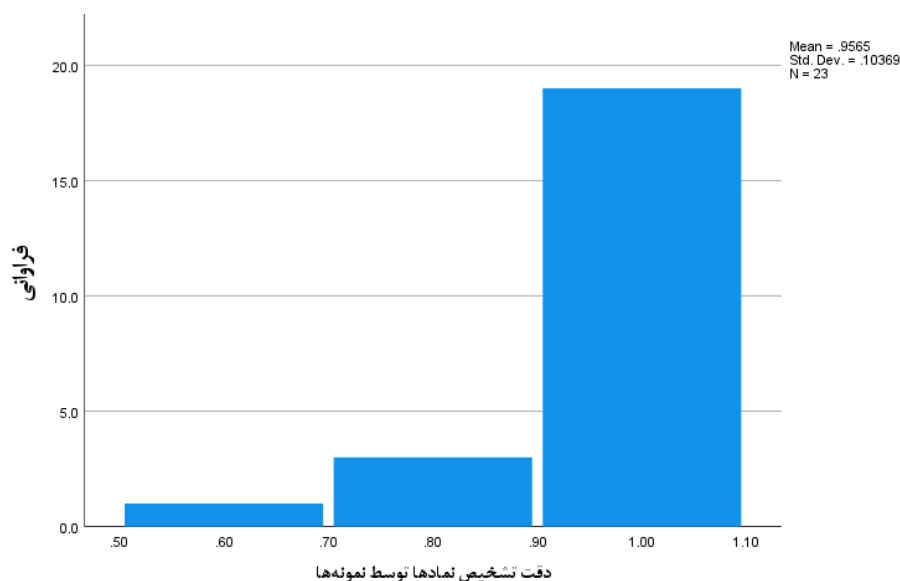
با تمام‌شدن آزمایش در حالت با دست، مدت زمان استفاده از حرکات دست (با واحد ثانیه) برای بازگ کردن مفاهیم توسط نمونه‌ها، گردآوری شد. این مدت زمان بر زمان کل بازگو تقسیم شد و متغیر «نسبت استفاده از دست در طول آزمایش» به وجود آمد. آمار توصیفی این متغیر در جدول ۴-۱ نمایش داده شده است. همچنین نمودار فراوانی این متغیر نیز در شکل ۴-۲ نشان داده شده است.



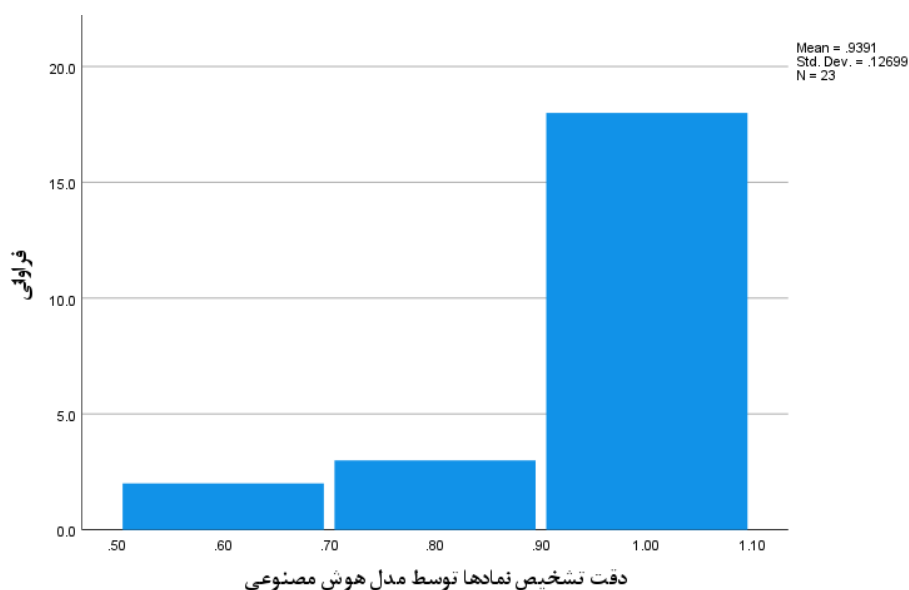
شکل ۴-۲: نمودار فراوانی نسبت استفاده از دست در طول آزمایش

۴-۳-۲- دقت تشخیص نمادها توسط نمونه‌ها و هوش مصنوعی

در ابتدای شروع آزمایش با دست از هر یک از نمونه‌ها خواسته شد تا ۵ نماد (مطابق با جدول ۲-۳) که مصاحبه‌گر نمایش می‌دهد را تقلید کنند. در حین این کار، مدل هوش مصنوعی تشخیص دهنده‌ی نمادهای دست نیز، نمادهای نشان داده شده توسط کاربران را برای پژوهشگر در کنسول مرورگر چاپ می‌کرد. خروجی‌های کنسول ضبط شده و نتیجه‌ی آن با نمادهای مورد نظر کاربران مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل از تقلید نمادها و همچنین خروجی هوش مصنوعی در یک فایل CSV ذخیره شد. آمار توصیفی این متغیرها در جدول ۴-۱ نمایش داده شده است. همچنین نمودار فراوانی متغیر «دقت تشخیص نمادها توسط نمونه» در شکل ۴-۳ و «دقت تشخیص نمادها توسط هوش مصنوعی» در شکل ۴-۴ نمایش داده شده‌اند.



شکل ۴-۳: نمودار فراوانی دقت تشخیص نمادها توسط نمونه‌ها



شکل ۴-۴: نمودار فراوانی دقت تشخیص نمادها توسط مدل هوش مصنوعی

۴-۴ - تحلیل داده‌های پرسشنامه

در انتهای هر یک از آزمایشات از نمونه‌ها خواسته شده بود تا پرسشنامه چهارگانه‌ای که در پیوست ۲ تا ۶ ارائه شده است را پاسخ دهند. فاکتورهایی که در این پرسشنامه‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند عبارتند از:

کاربردپذیری اپلیکیشن (System Usability)، درگیری (Engagement)، حضور اجتماعی (Social Presence) و غنای اجتماعی (Social Richness).

آمار تحلیلی مربوط به این چهار متغیر در جدول نمایش داده شده است.

جدول ۴-۲: شاخص‌های آمار توصیفی متغیرهای پرسشنامه درون آزمایش در دو حالت با دست و بدون دست

آزمایش با دست		آزمایش بدون دست		تعداد شرکت کنندگان ۲۳ نفر
SD	Mean	SD	Mean	
11.26	70.76	11.57	70.00	System Usability
0.95	5.45	0.92	4.90	Engagement
0.77	5.30	1.01	4.69	Social Presence

0.566	5.68	0.615	5.094	Social Richness
-------	------	-------	-------	-----------------

۴-۴-۱- بررسی نرمال بودن داده‌های متغیرهای پرسشنامه

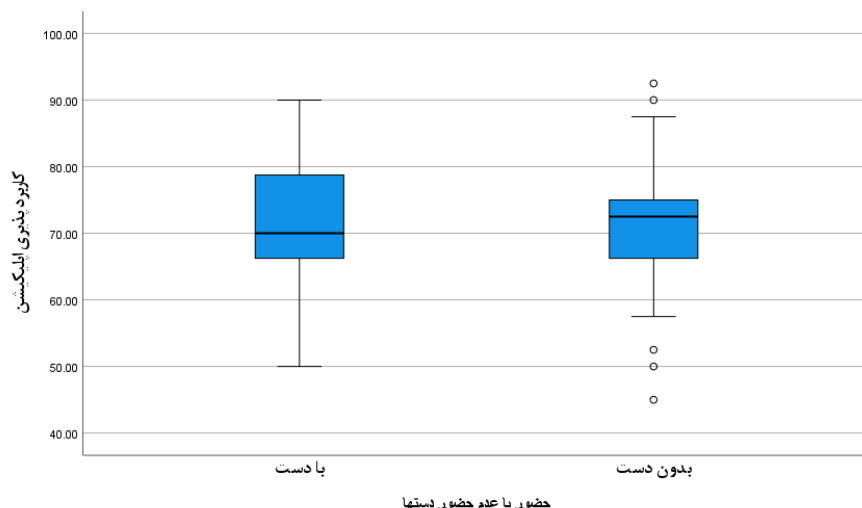
به منظور بررسی نرمال بودن داده‌های متغیرهای پرسشنامه‌ها از آزمون شپرو وایک (مناسب برای سائز نمونه زیر ۵۰) استفاده شد، که نتایج آن در جدول ۴-۵ قابل مشاهده است.

جدول ۴-۳: نتایج آزمون شپرو وایک برای بررسی نرمال بودن داده‌های متغیرهای پرسشنامه

شیپرو ویلک					متغیر
با دست			بدون دست		
بررسی نرمالی	df	Sig	df	Sig	
نرمال	23	0.401	23	0.148	System Usability
غیر نرمال	23	0.045	23	0.049	Engagement
نرمال	23	0.167	23	0.148	Social Presence
غیرنرمال	23	0.034	23	0.893	Social Richness

۴-۴-۲- کاربردپذیری

به منظور ارزیابی کاربردپذیری از پرسشنامه SUS استفاده شده است که شامل ۱۰ گویه می‌باشد و پاسخ هر کدام بر اساس طیف لیکرت ۵ تایی تنظیم شده است. مجموع امتیاز پاسخ‌ها در بیشترین مقدار برابر با ۱۰۰ و در کمترین مقدار برابر با صفر است. شکل ۴-۵ داده‌های کاربردپذیری اپلیکیشن متاورس را در ۲ حالت آزمایش با دست و بدون دست نشان می‌دهد.



شکل ۴-۵: توزیع متغیر «کاربردپذیری» برای دو حالت با و بدون دست استخراج شده از پرسشنامه SUS

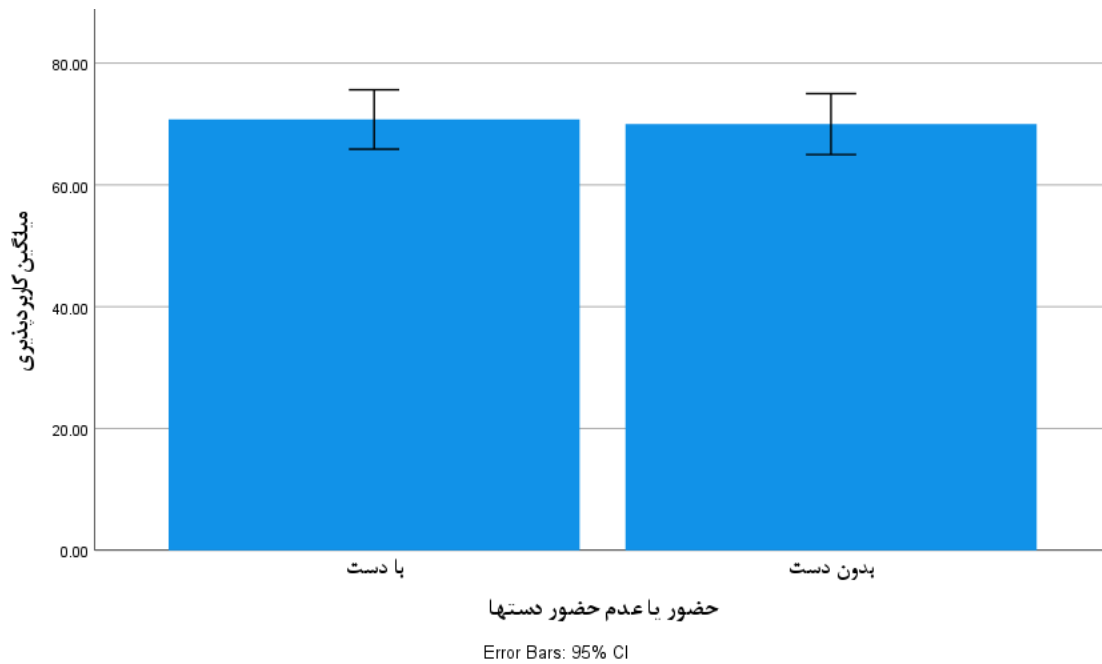
طبق جدول ۴-۳، آزمون شپرو ویلک برای متغیر «کاربردپذیری» از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد ($p > 0.05$)، بنابراین داده‌های کاربردپذیری دارای توزیع نرمال می‌باشند و می‌توان از تحلیل‌های پارامتریک استفاده کرد.

برای تحلیل داده‌های مربوط به کاربردپذیری برای هر دو آزمایش با دست و بدون دست از آزمون t استفاده شده است و نتایج در جدول ۴-۴ قابل مشاهده هستند.

جدول ۴-۴: نتایج آزمون t برای سطح معناداری متغیر «کاربردپذیری»

تعداد شرکت کنندگان ۲۳ نفر	آزمایش بدون دست	آزمایش با دست
p-value	0.82	
t-value	0.22	

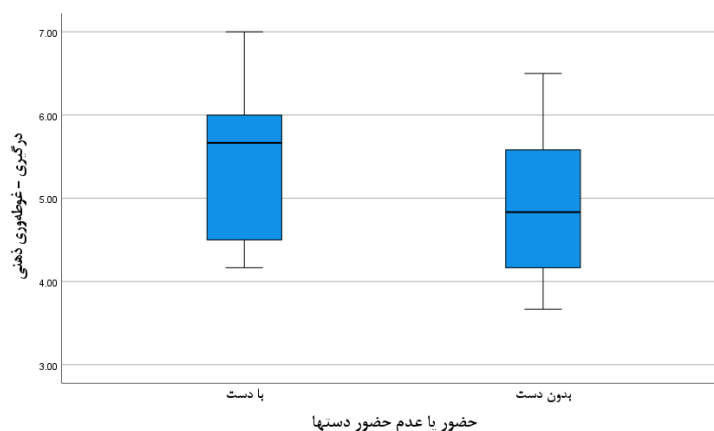
آزمون t برای متغیر «کاربردپذیری» برای دو آزمایش با دست و بدون دست از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد ($p > 0.05$). از این رو فرض صفر آماری (H_0) مبنی بر اینکه «هیچ تفاوتی در میزان کاربردپذیری اپلیکیشن متاورس در دو حالت با دست و بدون دست وجود ندارد» را نمی‌توان رد کرد. با بررسی این متغیر که در شکل ۴-۶ قابل مشاهده است، می‌توان دریافت که میزان کاربردپذیری در دو حالت آزمایش از لحاظ آماری تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند.



شکل ۴-۶: میانگین متغیر «کاربردپذیری» برای دو حالت با و بدون دست

۴-۳-۴-۳ درگیری (غوطه‌وری ذهنی)

به منظور ارزیابی متغیر «درگیری» هر کدام از آزمایش‌ها، از پرسشنامه TPI و قسمت درگیری یا غوطه‌وری ذهنی استفاده شد که شامل ۶ گویه می‌باشد و پاسخ هر کدام بر اساس طیف لیکرت ۷ تایی تنظیم شده و امتیاز مربوط به درگیری مینیمم یک و ماکسیمم هفت است. شکل ۴-۷ داده‌های میزان درگیری نمونه‌ها را در هر دو حالت آزمایش نشان می‌دهد.



شکل ۴-۷: توزیع داده‌های متغیر «درگیری» برای دو حالت با و بدون دست استخراج شده از پرسشنامه TPI

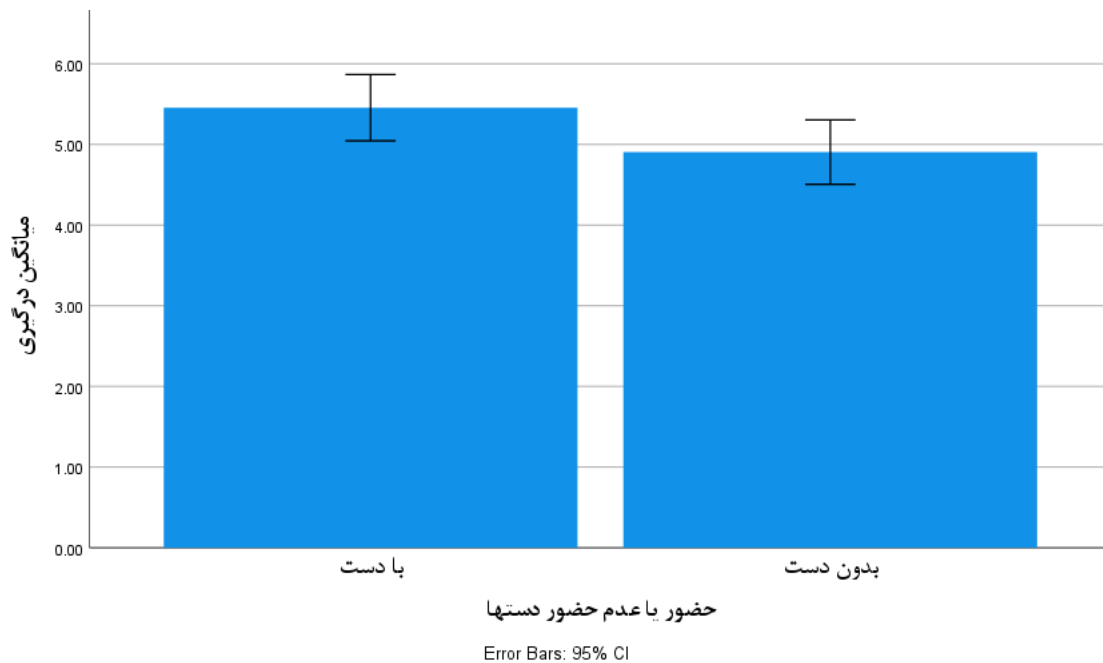
مطابق با جدول ۴-۳، آزمون شپیرو وایک برای متغیر «درگیری» از لحاظ آماری معنادار می‌باشد ($p < 0.05$)، بنابراین داده‌های کاربردپذیری دارای توزیع نرمال نمی‌باشند و باید از تحلیل‌های غیرپارامتریک استفاده کرد.

برای تحلیل داده‌های مربوط به درگیری برای هر دو آزمایش با دست و بدون دست از آزمون ناپارامتریک من-ویتنی یو استفاده شده و نتایج در جدول ۴-۵ قابل مشاهده هستند.

جدول ۴-۵: نتایج آزمون من-ویتنی یو برای سطح معناداری متغیر «درگیری»

آزمایش با دست	آزمایش بدون دست	تعداد شرکت کنندگان ۲۳ نفر
	182.00	Mann-Whitney U
	0.069	p-value
	-1.817	Z

آزمون من-ویتنی یو برای متغیر «درگیری» برای دو آزمایش با دست و بدون دست از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد ($p > 0.05$). از این رو فرض صفر آماری (H_0) مبنی بر اینکه «هیچ تفاوتی در میزان درگیری اپلیکیشن متاورس در دو حالت با دست و بدون دست وجود ندارد» رد نمی‌شود. با بررسی این متغیر که در شکل ۴-۸ قابل مشاهده است، می‌توان دریافت که میزان درگیری در دو حالت آزمایش از لحاظ آماری تفاوت خیلی زیادی با یکدیگر ندارند.

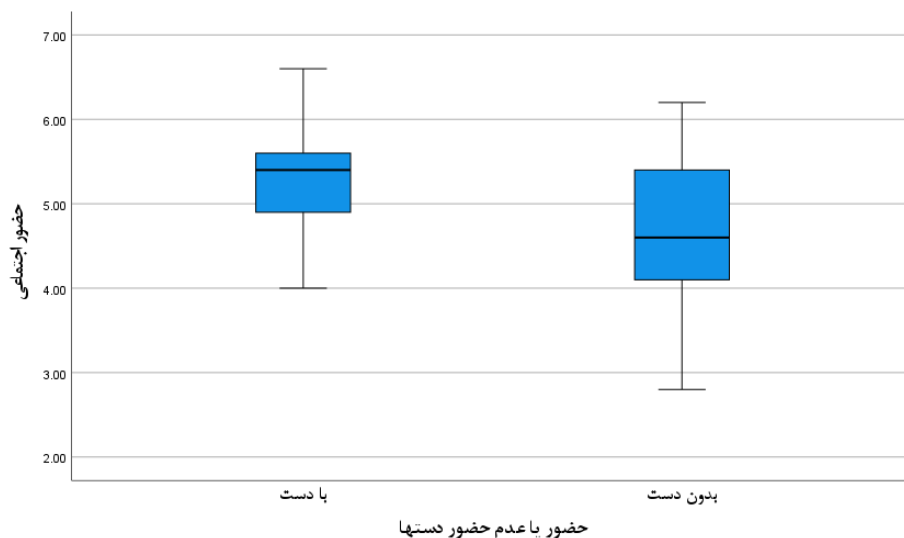


شکل ۴-۸: میانگین داده‌های متغیر «درگیری» برای دو حالت با و بدون دست استخراج شده از پرسشنامه TPI

۴-۴-۴- حضور اجتماعی

به منظور ارزیابی حضور اجتماعی هر کدام از آزمایش‌ها، از پرسشنامه TPI و قسمت حضور اجتماعی استفاده شد که شامل ۵ گویه می‌باشد و پاسخ هر کدام بر اساس طیف لیکرت ۷ تایی تنظیم شد. امتیاز مربوط به حضور اجتماعی مینیمم یک و ماکسیمم هفت می‌تواند باشد. شکل ۴-۹ داده‌های حضور اجتماعی نمونه‌ها را در هر دو حالت آزمایش نشان می‌دهد.

شکل ۴-۹: توزیع داده‌های متغیر «حضور اجتماعی» برای دو حالت با و بدون دست استخراج شده از پرسشنامه TPI



مطابق با جدول ۳-۴، آزمون شپیرو وایک برای متغیر «حضوراجتماعی» از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد ($p > 0.05$)، بنابراین داده‌های حضوراجتماعی دارای توزیع نرمال هستند و می‌توان از تحلیل‌های پارامتریک استفاده کرد.

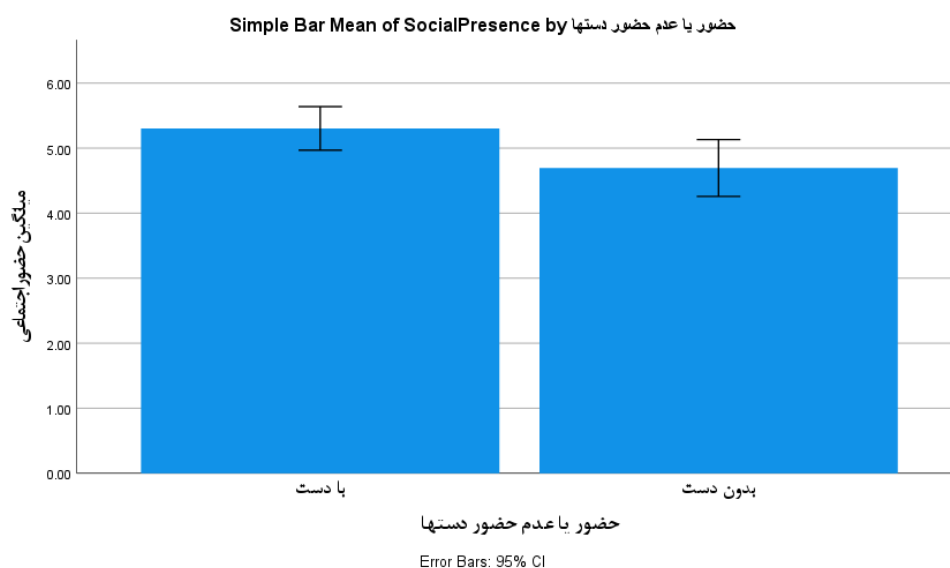
برای تحلیل داده‌های مربوط به حضوراجتماعی برای هر دو آزمایش با دست و بدون دست از آزمون t استفاده شده است و نتایج در جدول ۴-۴ قابل مشاهده هستند.

جدول ۴-۶: نتایج آزمون t برای سطح معناداری متغیر «حضوراجتماعی»

آزمایش با دست	آزمایش بدون دست	تعداد شرکت کنندگان ۲۳ نفر
0.027		p-value
2.3		t-value

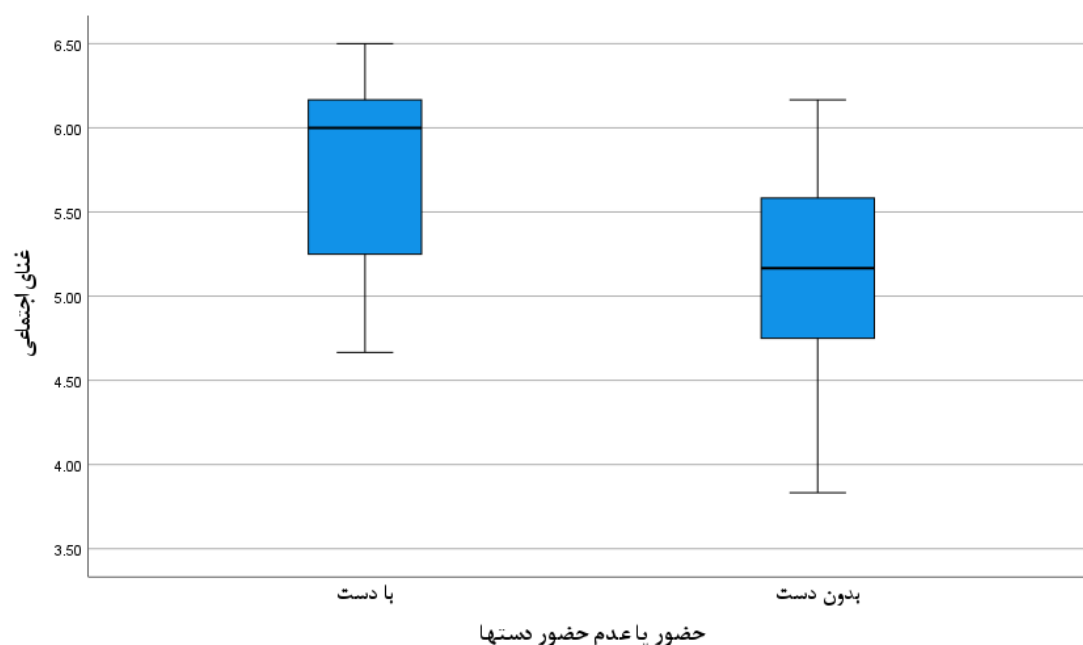
آزمون t برای متغیر «حضوراجتماعی» برای دو آزمایش با دست و بدون دست از لحاظ آماری معنادار می‌باشد ($p < 0.05$). از این رو فرض صفر آماری (H_0) مبنی بر اینکه «هیچ تفاوتی در میزان حضوراجتماعی اپلیکیشن متاورس در دو حالت با دست و بدون دست وجود ندارد» رد می‌شود. با بررسی میانگین متغیر که در شکل ۴-۱۰ نمایش داده شده است می‌توان دریافت که حضور اجتماعی با حرکات دست افزایش یافته است.

شکل ۴-۱۰: میانگین و فاصله اطمینان داده‌های متغیر «حضوراجتماعی» استخراج شده از پرسشنامه TPI



۴-۵- غنای اجتماعی

به منظور ارزیابی غنای اجتماعی هر کدام از آزمایش‌ها، از پرسشنامه TPI و قسمت غنای اجتماعی استفاده شده است. این قسمت شامل ۶ گویه می‌باشد و پاسخ هر کدام بر اساس طیف لیکرت ۷ تایی تنظیم شده و امتیاز مربوط به غنای اجتماعی مینیمم یک و ماکسیمم هفت است. شکل ۴-۱۱ داده‌های غنای اجتماعی نمونه‌ها را در هر دو حالت آزمایش نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۱: توزیع داده‌های متغیر «غنای اجتماعی» استخراج شده از پرسشنامه TPI

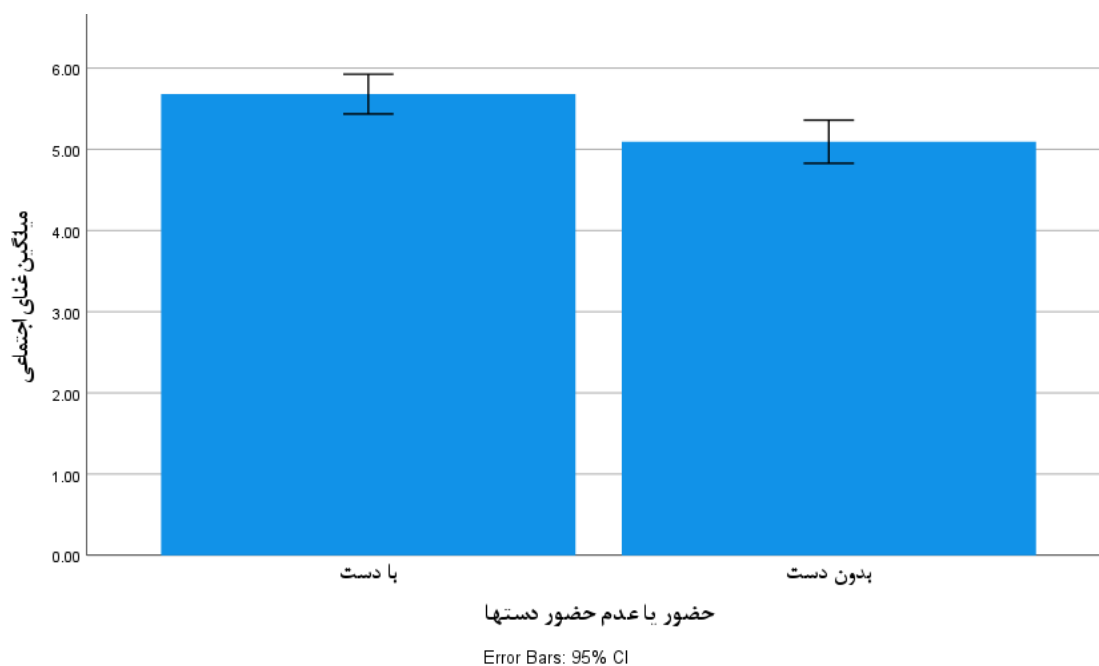
مطابق با جدول ۴-۳، آزمون شپیرو ویلک برای متغیر «غنای اجتماعی» برای آزمایش با دست از لحاظ آماری معنادار می‌باشند ($p < 0.05$)، بنابراین داده‌های غنای اجتماعی دارای توزیع نرمال نیستند و نمی‌توان از تحلیل‌های پارامتریک استفاده کرد.

برای تحلیل داده‌های مربوط به غنای اجتماعی برای هر دو آزمایش با دست و بدون دست از آزمون من-ویتنی یو استفاده شده است و نتایج در جدول ۴-۷ قابل مشاهده هستند.

جدول ۴-۷: نتایج آزمون من-ویتنی یو برای سطح معناداری متغیر «غنای اجتماعی»

آزمایش با دست	آزمایش بدون دست	تعداد شرکت کنندگان ۲۳ نفر
	192.00	Mann-Whitney U
	0.003	p-value
	-2.977	Z

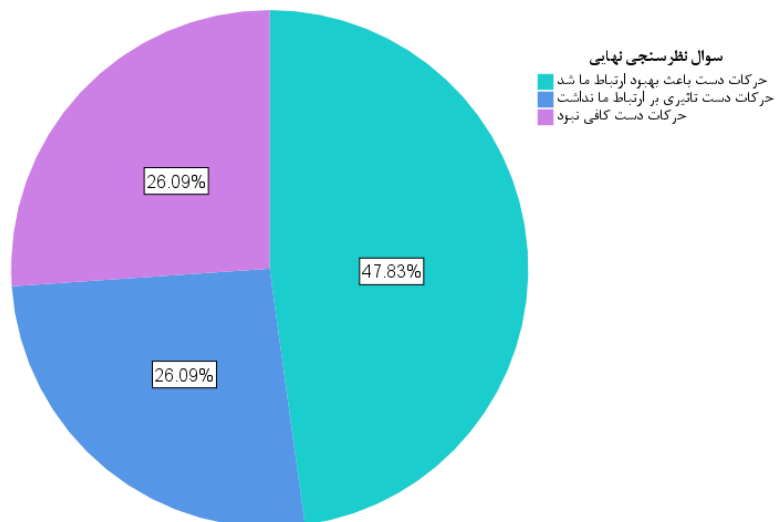
آزمون من-ویتنی یو برای متغیر «غنای اجتماعی» برای دو آزمایش با دست و بدون دست از لحاظ آماری معنادار می‌باشد ($p < 0.05$). از این رو فرض صفر آماری (H_0) مبنی بر اینکه «هیچ تفاوتی در میزان غنای اجتماعی اپلیکیشن متاورس در دو حالت با دست و بدون دست وجود ندارد» رد می‌شود. با بررسی میانگین متغیر که در تصویر نمایش داده شده است می‌توان دریافت که میزان غنای اجتماعی با حضور حرکات دست در آزمایش افزایش یافته است.



شکل ۴-۱۲: میانگین و فاصله اطمینان داده‌های متغیر «غنای اجتماعی» استخراج شده از پرسشنامه TPI

۴-۵- سوال نظرسنجی

پس از اتمام آزمون‌ها و دریافت پاسخ پرسشنامه‌ها، یک سوال از نمونه‌ها پرسیده شد تحت عنوان «آیا حضور حرکات دست باعث شد تا شما ارتباطی فراتر از یک ارتباط صوتی داشته باشید؟» که ۳ گزینه بدین شرح بود: «۱، حرکات دست باعث بهبود ارتباط ماسد»، «۲، حرکات دست تأثیری بر ارتباط ماسد نداشت»، «۳، حرکات دست به تنهایی کافی نبود و نشانه‌های غیرارتباطی دیگر هم لازم بود». نتایج حاصل از سوال در شکل ۴-۸ قابل مشاهده است.



شكل ۴-۱۳: نتايج پاسخ کاربران به سوال نظرسنجی

همچنین نمونه‌ها دلایل گوناگونی برای پاسخ به سوال عنوان کردند:

- با حرکات دست می‌توانستم نیات فرد مقابل را متوجه شوم.
- هنگام تدریس حرکات دست به خوبی مفاهیم گفته شده را پشتیبانی می‌کرد.
- دست‌های فرد مقابل توجه من را جلب می‌کرد.
- در بلند مدت تمایلی به تماشای حرکات دست فرد نداشتم.
- حرکات دست بی‌حس بود.
- حرکات دست در مقابل دوربین و یکم کار سختی است.
- حرکات دست طرف مقابل جالب بود ولی کمی مصنوعی به نظر می‌رسید.
- استفاده از حرکات دست لازم نبود.

با تحلیل سؤال نظرسنجی می‌توان دریافت که حضور حرکات دست باعث بهبود کیفیت ارتباطات شد و نمونه‌ها به موارد دیگری نیز اشاره کردند.

۴-۶- نتایج

اکنون با استفاده از آزمون‌ها و تحلیل‌های آماری به دست آمده از فصل قبل می‌توان به فرضیات و سوالات پژوهش پاسخ داد. در ابتدا لازم است تا مروری بر سوالات پژوهش داشته باشیم.

سوال‌های پژوهش

۱- آیا می‌توان با استفاده از دوربین وبکم حالت و حرکت بدن افراد را به یک جلسه مجازی آنلاین منتقل کرد؟

۲- آیا انتقال حالت و حرکت دست به جلسه مجازی آنلاین باعث بهبود ارتباطات می‌شود؟

۳- آیا افراد در محیط واقعیت مجازی غیرغوطه‌ور مایل به استفاده از دوربین وبکم برای ارسال حالت دست‌های خود هستند؟

۴- آیا در محیط مجازی ساخته شده افراد قادر به تشخیص پیام ارسال شده از طریق ژست دست یکدیگر به واسطه‌ی آواتارها هستند؟

۴-۶-۱- بررسی داده‌های سیستمی

متغیرهای سیستمی «نسبت استفاده از دست در طول آزمایش»، «دقت تشخیص نمادها توسط نمونه» و «دقت تشخیص نمادها توسط مدل هوش مصنوعی» از جمله مواردی بودند که به منظور تحلیل عملکرد نمونه‌ها و اپلیکیشن مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج به دست آمده از ارزیابی این داده‌ها بدین شرح می‌باشد:

• ۱. نتایج آمار توصیفی «دقت تشخیص نمادها توسط نمونه» حاکی از این است که به طور

میانگین نمونه‌ها در ۹۵ درصد موارد قادر به تشخیص درست نمادهای نشان داده شده توسط

پژوهشگر بوده‌اند و توانسته‌اند این نمادها را به درستی تقلید کنند. همچنین مدل هوش مصنوعی در ۹۴ درصد موارد توانسته همراه با نمونه و پژوهشگر نمادهای نمایش داده شده را با تحلیل تصویر واقعی کاربر به درستی تشخیص دهد. با توجه به این نتیجه می‌توان اظهار داشت: انتقال حرکات بدن در محیط متاورس به درستی صورت می‌گیرد و افراد قادر به تشخیص حرکات یکدیگر در این محیط هستند. پس سوال شماره ۴ پژوهش تحت عنوان «آیا در محیط مجازی ساخته شده افراد قادر به تشخیص پیام ارسال شده از طریق ژست دست یکدیگر به واسطه‌ی آواتارها هستند؟» پاسخ داده می‌شود.

• ۲. نتایج آمار توصیفی «نسبت زمان استفاده از دست‌ها در طول آزمایش» که با تقسیم کردن مدت زمان استفاده از دست در حین بازگو کردن مفهوم علمی بر کل مدت زمان بازگو بدست آمده، نشان از این دارد که در آزمایش با دست وقتی پژوهشگر برای توضیح مفهوم علمی از دست‌های خود استفاده کرده‌است، به طور میانگین در ۵۷ درصد از وقت بازگو، نمونه‌ها از دست‌های خود برای توضیح مفهوم استفاده کرده‌اند. در این مورد می‌توان گفت: نمونه‌ها از کانال ایجاد شده برای انتقال پیام‌های غیرکلامی استفاده کرده‌اند. اگرچه باید به متغیر مزاحم تقلید از پژوهشگر نیز توجه داشت. پس سوال شماره ۳ پژوهش تحت عنوان «آیا افراد در محیط واقعیت مجازی غیرغوطه‌ور مایل به استفاده از دوربین وبکم برای ارسال حالت دست‌های خود هستند؟» پاسخ داده می‌شود.

۴-۶-۲- بررسی داده‌های پرسشنامه

متغیرهای «کاربردپذیری»، «درگیری»، «حضور اجتماعی» و «غناي اجتماعی» چهار متغیری بودند که به منظور تحلیل اپلیکیشن متاورس و عملکرد نمونه‌ها مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفتند.

- ارزیابی کاربردپذیری در دو حالت با و بدون دست بر اساس پرسشنامه استاندارد SUS انجام شد. این ارزیابی نشان داد بین آزمایشی که با امکان ارسال حرکات دست انجام شد و آزمایشی که امکان ارسال حرکات دست وجود نداشت، تفاوت آماری معناداری وجود ندارد. طبق شکل ۴-۱۴ می‌توان اظهار داشت با توجه به اینکه به طور میانگین اپلیکیشن نمره‌ی ۷۲ و ۷۰ را گرفته‌است، پس در محدوده‌ی خوب قرار می‌گیرد.



شکل ۴-۱۴: تصویر نمره‌ی قبولی از آزمون SUS (Smyk, 2020)

- ارزیابی درگیری یا غوطه‌وری ذهنی در دو حالت با و بدون دست بر اساس پرسشنامه استاندارد TPI انجام شد. این ارزیابی نشان داد بین آزمایشی که با امکان ارسال حرکات دست انجام شد و آزمایشی که امکان ارسال حرکات دست وجود نداشت، تفاوت آماری معناداری وجود ندارد. پس موجود بودن کانال انتقال دست باعث درگیری بیشتر نمونه‌ها نشده است. در این مورد می‌توان گفت: با توجه به نتیجه‌ی حاصل و جواب‌های سوال نظرسنجی، صرف انتقال حرکات دست باعث درگیری بیشتر در محیط متاورس نمی‌شود و احتمالاً باید رفتارهای غیرکلامی دیگری نظیر حالات چهره یا حرکات بدن نیز منتقل شوند. همچنین احتمالاً نیاز به مقایسه‌ی حالات واقعیت مجازی غوطه‌ور و غیرغوطه‌ور است تا بتوان نقش حرکات دست در میزان درگیری را مشخص کرد.

- ارزیابی حضور اجتماعی در دو حالت با و بدون دست بر اساس پرسشنامه استاندارد انجام شد. این ارزیابی نشان داد بین آزمایش با و بدون دست متغیر حضور اجتماعی متفاوت است. پس موجود بودن کانال انتقال دست باعث حضور اجتماعی بیشتر نمونه‌ها شده است. در حالت با دست نمونه‌ها بیشتر احساس کرده‌اند که با پژوهشگر در یک مکان هستند.

- ارزیابی غنای اجتماعی در دو حالت با و بدون دست بر اساس پرسشنامه استاندارد TPI انجام شد. این ارزیابی نشان داد بین آزمایش با و بدون دست متغیر غنای اجتماعی متفاوت است. موجود بودن کانال انتقال حرکات دست باعث افزایش غنای اجتماعی اپلیکیشن متاورس شده است. پس در حالت آزمایش با دست نمونه‌ها در ارتباطات صمیمیت و احساسات بیشتری را نسبت به حالت بدون دست حس کرده‌اند.

در نتیجه حرکات دست به انتقال احساسات و ایجاد حس حضور کمک می‌کنند و باعث افزایش حس اعتماد بین افراد می‌شوند. پس این امر موجب حاصل شدن ارتباطی بهتر بین دوطرف می‌شود و سوال ۲ پژوهش تحت عنوان «آیا انتقال حالت و حرکت دست به جلسه مجازی آنلاین باعث بهبود ارتباطات می‌شود؟» پاسخ داده می‌شود.

۷-۴- جمع‌بندی فصل

در این فصل ابتدا داده‌های جمعیت‌شناسی توضیح داده‌شد، سپس تحلیل داده‌های سیستمی پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. پس از آن داده‌های پرسشنامه تحلیل و توضیح داده شدند، سرانجام نیز به بررسی سؤال نظرسنجی پرداخته‌شد.

فصل پنجم بحث و نتیجه‌گیری

فصل ۵

بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱- مقدمه فصل

در این فصل به بررسی و تفسیر نتیجه‌های پژوهش با توجه به تحلیل‌های آماری داده‌ها می‌پردازیم و فرضیه‌ها و سوال‌های پژوهش مورد بررسی قرار می‌دهیم. سپس نتایج را با یافته‌های قبلی مورد مقایسه می‌کنیم. در ادامه کاربردهای عملی و علمی پژوهش و پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آینده ارائه، و محدودیات و کمبودهای پژوهش نیز ذکر می‌شود.

۵-۲- بحث و نتیجه‌گیری

امروزه با افزایش روز افزون وسایل ارتباطی کنفرانس‌های ویدئویی به یک ابزار ضروری برای کار مشترک افراد تبدیل شده‌اند. جلسات مجازی راه حلی برای ارتباط دادن افراد در مکان‌های مختلف می‌باشند. با این حال این جلسات مجازی مشکلاتی را به همراه دارند. محیط طراحی شده در اپلیکیشن متاورس پژوهش حاضر برای تحلیل حرکت‌های دست با دیگر محیط‌های متاورس چندین تفاوت عمده دارد، از جمله اینکه:

- نیازی به پوشیدن عینک‌های واقعیت مجازی نیست.
- محیط واقعیت مجازی غیر غوطه‌ور است و از طریق مانیتور قابل مشاهده است.

- حرکات بدن از طریق دوربین وبکم منتقل می‌شوند.

- ارتباطات به صورت بین‌فردی صورت می‌گیرد.

در اکثر پژوهش‌های مشابه بر روی ارتباطات غیرکلامی در محیط متاورس مانند پژوهش برمکی^۱ و هیوز از عینک‌های واقعیت مجازی استفاده شد و به دلیل اینکه افراد را از محیط واقعی خود خارج می‌کند غوطه‌وری بیشتری را برای افراد به ارمغان می‌آورد. بیکر^۲ و همکاران استفاده از کنترلرها برای بیان احساسات را کاری غیرطبیعی و دشوار دانسته‌اند. آن‌ها اظهار داشته‌اند که محققان باید به فکر ایجاد راه‌های ارتباطی شهودی‌تری به جای کنترلرها باشند. بنابر ادعای آقای لی^۳ (۲۰۱۹) طبیعی‌ترین روش انتقال حرکات دست استفاده از بینایی رایانه است. در نتیجه رویکرد پژوهش حاضر استفاده از این روش بود.

بر طبق گفته‌ی آقای هال^۴ (۲۰۱۳، ص ۲۰۵) تحقیقات مدرن نشان داده است که حرکات بدن و ژست‌ها از نظر نحو، معنا و استرس صوتی با گفتار هماهنگ هستند. همچنین ژست‌ها در انتقال احساسات و نگرش‌های بین فردی مهم هستند. پس نتایج پژوهش حاضر در تأیید این اصل است که با وجود امکان انتقال حرکات بدن و دست، انتقال احساسات بهتر صورت می‌پذیرد.

در پژوهشی که مالونی^۵ و همکاران (۲۰۲۰) بر روی تأثیر ارتباطات غیرکلامی بر تعامل در واقعیت مجازی اجتماعی انجام دادند، اذعان داشتند که کاربران واقعیت مجازی اجتماعی به طور کلی نگاه مثبتی به ارتباطات غیرکلامی دارند. نتایج و تحلیل‌های آماری پژوهش حاضر در راستای این ادعا است و انتقال حرکات بدن افراد به محیط متاورس باعث بهبود حس حضور و غنای اجتماعی می‌شود. طبق پژوهش وی^۶ و همکاران استفاده از آواتار در محیط واقعیت مجازی اجتماعی باعث افزایش حضور اجتماعی و ارتباطی قوی‌تر با طرف مقابل می‌شود. در چنین شرایطی افراد تمایل

^۱ Barmaki & Hughes

^۲ Baker

^۳ LI

^۴ Hall

^۵ Maloney

^۶ Wei

بیشتری به استفاده از حرکات بدن خود به منظور بیان احساسات هستند و در مقایسه با ارتباطات ویدئویی کیفیت ارتباطات در این حالت افزایش می‌یابد.

۵-۳- کاربردهای علمی و عملی تحقیق

فناوری واقعیت مجازی در سال‌های اخیر پیشرفت‌های چشمگیری داشته است. اکنون شرکت‌هایی بزرگ نظیر فیس‌بوک و اپل عینک‌های خود را توسعه داده‌اند و در زمینه‌های کیفیت، کارایی، امکانات و قیمت با یکدیگر رقابت می‌کنند. با این حال استفاده از این عینک‌ها سختی‌هایی را برای کاربران دارد، مثل عرق کردن، سنگینی، شارژ کم، هزینه‌ی اضافی و در دسترس نبودن عینک برای همه‌ی افراد دارای تمایل به ارتباطات. از این‌رو استفاده از قابلیت‌ها و امکانات آماده و ارزان مثل دوربین وبکم ضروری به نظر می‌رسد و پژوهش حاضر سعی در رفع این مشکل و ایجاد یک محیط متاورس برای متصل کردن همه‌ی افراد با کمترین هزینه، زمان و امکانات بود. از آنجایی که تکنولوژی واقعیت مجازی و بازی‌های رایانه‌ای دارای درجه‌ی بالایی از تعلیق ناباوری^۱ هستند این اپلیکیشن می‌تواند جهت تحقیق در مورد ارتباطات در واقعیت مجازی اجتماعی و همچنین ارتباط افراد خاص (به عنوان مثال ناشنوایان و کودکان اوتیسم) و معمولی با آواتارها و انسان‌های مجازی مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۴- محدودیت‌های تحقیق و کار عملی

- زاویه دید محدود دوربین‌های وبکم و در نتیجه مجبور بودن افراد به فاصله‌گرفتن از دوربین

خود

- دقت مدل هوش مصنوعی در پردازش تصویر و تشخیص نقاط دست

۵-۵- پیشنهاد برای تحقیقات آتی

^۱ Suspension of Disbelief

با توجه به محدودیات ذکر شده در قسمت ۵-۵ سیستم طراحی شده مشکلاتی را به همراه داشت. لذا استفاده از عینک‌های ارزان قیمت مثل گوگل کاردبرد^۱ که با یک گوشی هوشمند معمولی کار می‌کنند جزء پیشنهادهای آتی برای طراحی محیط متاورس با استفاده از پردازش تصویر است.

مشاهده و تحلیل رفتار کاربران و مصاحبه با آنان پس از اتمام آزمایشات، حاکی از آن بود که استفاده صرف از حرکات دست برای برقراری ارتباطات مؤثر در واقعیت مجازی کافی نیست. افراد برای اینکه حضور فعال در محیط متاورس داشته باشند و به بقیه‌ی حرکات شخص در بلند مدت در کنار صدای توجه کنند، نیاز به دیدن حالات و بیانات چهره‌ی طرف مقابل دارند. پس انتقال احساسات و بیانات چهره در کنار حرکات دست، برای اندازه‌گیری کیفیت ارتباطات در حالت با و بدون دست، از پیشنهادات آتی برای طراحی پژوهش است.

به عنوان پیشنهاد آخر نیز، پیشنهاد می‌شود تا حرکات دست افراد در یک گروه و وقتی بیش از ۲ نفر در محیط مجازی حضور دارند، مورد بررسی قرار گیرند.

^۱ Google Cardboard

منابع

- منصور حسامزاده. (2010). زبان بدن ارتباط کلامی و غیرکلامی. نشر پورنگ.
- Aburumman, N., Gillies, M., Ward, J. A., & Hamilton, A. F. de C. (2022). Nonverbal communication in virtual reality: Nodding as a social signal in virtual interactions. *International Journal of Human-Computer Studies*, 164, 102819.
- Adler, R. B., Rosenfeld, L. B., Towne, N., & Scott, M. (1986). *Interplay: The process of interpersonal communication*. Holt, Rinehart, and Winston New York, NY.
- Baker, S., Waycott, J., Carrasco, R., Kelly, R. M., Jones, A. J., Lilley, J., Dow, B., Batchelor, F., Hoang, T., & Vetere, F. (2021). Avatar-mediated communication in social VR: an in-depth exploration of older adult interaction in an emerging communication platform. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13.
- Barmaki, R., & Hughes, C. E. (2018). Embodiment analytics of practicing teachers in a virtual immersive environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(4), 387–396.
- Beebe, S. A., Beebe, S. J., & Ivy, D. K. (2010). *Communication: Principles for a lifetime*. Allyn & Bacon Boston, MA.
- Bonaccio, S., O'Reilly, J., O'Sullivan, S. L., & Chiocchio, F. (2016). Nonverbal behavior and communication in the workplace: A review and an agenda for research. *Journal of Management*, 42(5), 1044–1074.
- Brooke, J. (1996). Sus: a "quick and dirty" usability. *Usability Evaluation in Industry*, 189(3), 189–194.
- Broussard, D. M., Rahman, Y., Kulshreshth, A. K., & Borst, C. W. (2021). An interface for enhanced teacher awareness of student actions and attention in a vr classroom. *2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 284–290.
- Buck, R., & VanLear, C. A. (2002). Verbal and nonverbal communication: Distinguishing symbolic, spontaneous, and pseudo-spontaneous nonverbal behavior. *Journal of Communication*, 52(3), 522–541.
- Burgoon, J. K., Manusov, V., & Guerrero, L. K. (2016). *Nonverbal communication*. Routledge.
- Church, R. B., Garber, P., & Rogalski, K. (2007). The role of gesture in memory and social communication. *Gesture*, 7(2), 137–158.
- Danesi, M. (2021). *Understanding nonverbal communication: A semiotic guide*. Bloomsbury Publishing.
- Doerner, R., Broll, W., Grimm, P., & Jung, B. (2022). *Virtual and augmented reality (VR/AR): Foundations and methods of extended realities (XR)*. Springer Nature.
- Dzedzickis, A., Kaklauskas, A., & Bucinskas, V. (2020). Human emotion recognition: Review of sensors and methods. *Sensors*, 20(3), 592.
- Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 48(4), 384.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1969). The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage, and coding. *Semiotica*, 1(1), 49–98.
- Feng, Y., Duives, D. C., & Hoogendoorn, S. P. (2021). Using virtual reality to study

- pedestrian exit choice behaviour during evacuations. *Safety Science*, 137, 105158.
- Fuchsberger, V., Beuthel, J. M., Bentegeac, P., & Tscheligi, M. (2021). Grandparents and Grandchildren Meeting Online: The Role of Material Things in Remote Settings. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445191>
- Goldin-Meadow, S., & Brentari, D. (2017). Gesture, sign, and language: The coming of age of sign language and gesture studies. *Behavioral and Brain Sciences*, 40, e46.
- Hall, J. A., Horgan, T. G., & Murphy, N. A. (2019). Nonverbal communication. *Annual Review of Psychology*, 70, 271–294.
- Hall, J. A., & Knapp, M. L. (2013). *Nonverbal communication* (Vol. 2). Walter de Gruyter.
- Hariharan, B., Padmini, S., & Gopalakrishnan, U. (2014). Gesture recognition using Kinect in a virtual classroom environment. *2014 Fourth International Conference on Digital Information and Communication Technology and Its Applications (DICTAP)*, 118–124.
- Harrison, S. (2018). *The impulse to gesture: Where language, minds, and bodies intersect*. Cambridge University Press.
- Jackob, N., Roessing, T., & Petersen, T. (2011). *The effects of verbal and nonverbal elements in persuasive communication: Findings from two multi-method experiments*.
- Kappas, A. (1997). The fascination with faces: Are they windows to our soul? *Journal of Nonverbal Behavior*, 21, 157–161.
- Kelly, S. D., & Goldsmith, L. H. (2004). Gesture and right hemisphere involvement in evaluating lecture material. *Gesture*, 4(1), 25–42.
- Khan, A. A., Laghari, A. A., & Awan, S. A. (2021). Machine learning in computer vision: a review. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*, 8(32), e4--e4.
- Knapp, M. L., Hall, J. A., & Horgan, T. G. (2013). *Nonverbal communication in human interaction*. Cengage Learning.
- Koh, J. I., Ray, S., Cherian, J., Taele, P., & Hammond, T. (2022). Show of Hands: Leveraging Hand Gestural Cues in Virtual Meetings for Intelligent Impromptu Polling Interactions. *27th International Conference on Intelligent User Interfaces*, 292–309.
- Kurzweg, M., Reinhardt, J., Nabok, W., & Wolf, K. (2021). Using Body Language of Avatars in VR Meetings as Communication Status Cue. In *Proceedings of Mensch und Computer 2021* (pp. 366–377).
- Le, D. A., MacIntyre, B., & Outlaw, J. (2020). Enhancing the experience of virtual conferences in social virtual environments. *2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 485–494.
- Le Pichon, X., Francheteau, J., & Bonnin, J. (2013). *Plate tectonics* (Vol. 6). Elsevier.
- Lea, G. (1975). Chronometric analysis of the method of loci. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1(2), 95.
- LI, Y., HUANG, J., TIAN, F., WANG, H.-A., & DAI, G.-Z. (2019). Gesture interaction in virtual reality. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 1(1), 84–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.3724/SP.J.2096-5796.2018.0006>
- Lombard, M., Ditton, T. B., & Weinstein, L. (2009). Measuring presence: the temple presence inventory. *Proceedings of the 12th Annual International Workshop on Presence*, 1–15.
- Maloney, D., Freeman, G., & Wohn, D. Y. (2020). “Talking without a Voice”: Understanding Non-Verbal Communication in Social Virtual Reality. *Proceedings*







- of the ACM on Human-Computer Interaction, 4(CSCW2).
<https://doi.org/10.1145/3415246>
- Maloney, D., Zamanifard, S., & Freeman, G. (2020). Anonymity vs. Familiarity: Self-Disclosure and Privacy in Social Virtual Reality. *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, VRST*.
<https://doi.org/10.1145/3385956.3418967>
- McNeill, D. (2016). *Why we gesture: The surprising role of hand movements in communication*. Cambridge University Press.
- Mehrabian, A. (1971). Nonverbal communication. *Nebraska Symposium on Motivation*.
- Meier, J. V, Noel, J. A., & Kaspar, K. (2021). Alone together: computer-mediated communication in leisure time during and after the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology, 12*, 666655.
- Montemorano, C. (2020). *Body Language: Avatars, Identity Formation, and Communicative Interaction in VRChat*.
- Mozilla. (2023). *WebGL: 2D and 3D graphics for the web*.
https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia, 2*(1), 486–497.
- Nalbant, K. G., & UYANIK, \cSevval. (2021). Computer vision in the metaverse. *Journal of Metaverse, 1*(1), 9–12.
- Nimrod, G. (2020). Changes in internet use when coping with stress: older adults during the COVID-19 pandemic. *The American Journal of Geriatric Psychiatry, 28*(10), 1020–1024.
- Saltzman, L. Y., Hansel, T. C., & Bordnick, P. S. (2020). Loneliness, isolation, and social support factors in post-COVID-19 mental health. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy, 12*(S1), S55.
- Seymour, M., Riemer, K., & Kay, J. (2018). Actors, avatars and agents: Potentials and implications of natural face technology for the creation of realistic visual presence. *Journal of the Association for Information Systems, 19*(10), 4.
- Smyk, A. (2020). *The System Usability Scale & How its Used in UX*.
<https://medium.com/thinking-design/the-system-usability-scale-how-its-used-in-ux-b823045270b7>
- Sproull, L., Subramani, M., Kiesler, S., Walker, J. H., & Waters, K. (1996). When the interface is a face. *Human-Computer Interaction, 11*(2), 97–124.
- Strasburger, E., Schenck, H., Jost, L., & Karsten, G. (1912). *A Text-book of Botany*. Macmillan.
- Sun, Y., Shaikh, O., & Won, A. S. (2019). Nonverbal synchrony in virtual reality. *PloS One, 14*(9), e0221803.
- Ventrella, J. (2011). *Virtual body language: The history and future of avatars: How nonverbal expression is evolving on the internet*. Lulu. com.
- Wang, M. (2020). Social VR: A New Form of Social Communication in the Future or a Beautiful Illusion? *Journal of Physics: Conference Series, 1518*(1), 12032.
- Wei, X., Jin, X., & Fan, M. (2022). Communication in immersive social virtual reality: A systematic review of 10 years' studies. *ArXiv Preprint ArXiv:2210.01365*.
- Yee, N., Bailenson, J. N., Urbanek, M., Chang, F., & Merget, D. (2007). The unbearable likeness of being digital: The persistence of nonverbal social norms in online virtual environments. *CyberPsychology \& Behavior, 10*(1), 115–121.
- Zhang, J., & El-Diraby, T. E. (2012). Social semantic approach to support communication in AEC. *Journal of Computing in Civil Engineering, 26*(1), 90–104.
- منصور حسامزاده. (2010). زبان بدن ارتباط کلامی و غیر کلامی. نشر پورنگ





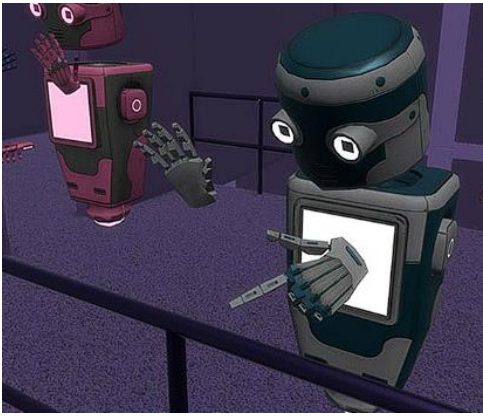


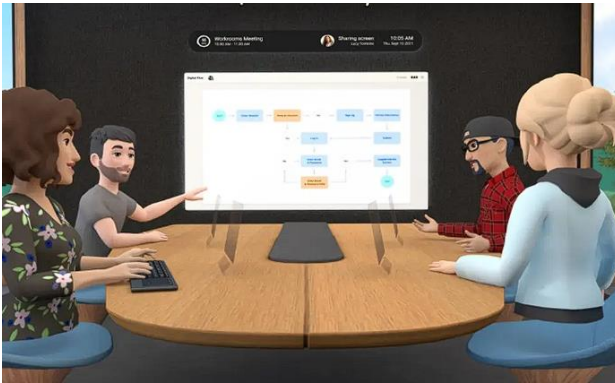
پیوست ها

پیوست ۱

جدول مقایسه‌ی اپلیکیشن‌های معروف و با کاربر زیاد در واقعیت مجازی اجتماعی

جدول ۱ از پیوست ۱: چند نمونه از اپلیکیشن‌های معروف واقعیت مجازی اجتماعی

توضیحات	تصویر انتقال حرکات غیر کلامی	تصویری از محیط و نام اپلیکیشن
دست‌ها به کاراکتر نچسبیده ولی امکان انتقال حرکات دست وجود دارد		Inner World VR 
دست‌ها به کاراکتر نچسبیده و امکان انتقال حرکات دست و انگشت وجود دارد.		AltspaceVR 
امکان انتقال حرکات دست با استفاده از حرکات کنسول وجود دارد ولی مدل‌ها انگشت ندارند		RecRoom 

<p>امکان انتقال حرکات دست با استفاده از سیستم تشخیص دست عینک وجود دارد</p>		<p>VRChat</p> 
<p>امکان انتقال حرکات دست با استفاده از سیستم تشخیص دست عینک وجود دارد</p>		<p>EngageVR</p> 
<p>امکان انتقال حرکات دست با استفاده از سیستم تشخیص دست عینک وجود دارد. ولی در سیستم وب این امکان موجود نیست</p>		<p>Mozilla Hubs</p> 
<p>امکان انتقال حرکات دست با استفاده از سیستم تشخیص دست و انگشت توسط عینک وجود دارد.</p>		<p>Facebook Horizon</p> 

پیوست ۲

متون تدریس شده در آزمایشات

۱- متد لوکای یا روش مکان‌ها یک تکنیک حافظه‌ای شامل ارتباط دادن اطلاعاتی که می‌خواهید به یاد بیاورید با مکان‌ها یا مکان‌هایی است که با آن‌ها آشنا هستید. برای استفاده از این روش، خودتان را در حال حرکت در این مکان‌ها تصور کرده و اطلاعات مورد نظر خود را در نقاط مختلف ارتباط دهید. در زمان بعدی، وقتی به طور ذهنی به این مکان‌ها بازگردید، ارتباط‌هایی که ایجاد کرده‌اید به شما در به یاد آوردن اطلاعات کمک می‌کند.

به عنوان مثال فرض کنید که می‌خواهید لیست خریدتان را به یاد بیاورید. آشپزخانه، اتاق نشیمن و اتاق خواب مکان‌های مختلفی در خانه‌تان هستند که با آن‌ها آشنا هستید. فرض کنید برای خرید نیاز به توت فرنگی، شیر و نان دارید. به جای اینکه آن را روی لیست خرید بنویسید، تصور کنید که توت فرنگی‌ها در اتاق خوراکی خانه‌تان قرار دارند. سپس می‌روید به اتاق نشیمن. می‌خواهید شیر بخرید. تصور کنید که یک بطری شیر در اتاق نشیمن خانه‌تان قرار دارد. در ادامه، وجود محصولات دیگر را در اتاق‌ها به این ترتیب تصویرسازی کنید. وقتی می‌خواهید به یاد آورید چه چیزها را باید بخرید، به طور ذهنی در خانه‌تان حرکت کنید. (۱۹۰ کلمه)

۲- نظریه لایه‌های زمین یا تئوری تکتونیک صفحات یک نظریه است که توضیح می‌دهد پوسته خارجی زمین از تکه‌های پازلی بزرگ تشکیل شده است، به نام صفحات تکتونیکی. این تکه‌ها در جای خود گیر نکرده‌اند و حرکت می‌کنند. گاهی اوقات آن‌ها از هم دور می‌شوند، گاهی با یکدیگر برخورد می‌کنند و گاهی کنار هم می‌لغزند. این حرکت به خاطر جریان‌های مذابی عمیق در داخل زمین اتفاق می‌افتد. وقتی این صفحات از هم دور می‌روند، مناطق جدیدی از زمین ایجاد می‌شود، مانند کرانه میان دریای اطلس. وقتی با یکدیگر برخورد می‌کنند، ممکن است کوهستان‌ها یا چاه‌های عمیق در اقیانوس‌ها شکل گیرند. وقتی کنار یکدیگر لغزش می‌کنند، ممکن است باعث ایجاد زلزله شوند. این

تئوری به ما کمک می‌کند تا بفهمیم چرا سطح زمین همیشه در حال تغییر است و چگونه پدیده‌های طبیعی مثل ما کوهستان‌ها، زلزله‌ها و حتی اقیانوس‌ها را در سطح زمین مشاهده می‌کنیم. (۱۴۳ کلمه)

۳- چرخه‌ی آب: آب از طریق یک فرآیند به نام چرخه آب شکل می‌گیرد. این چرخه با گرمای خورشید شروع می‌شود که باعث تبخیر آب از اقیانوس‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شود و به بخار آب در هوا تبدیل می‌شود. وقتی این بخار در ارتفاعات به سردی می‌افتد، به قطرات آب کوچک تبدیل می‌شود و ابرها را ایجاد می‌کند. وقتی این قطرات جمع می‌شوند و سنگین می‌شوند، به صورت باران، برف یا نوع‌های دیگری از بارش‌ها به زمین می‌افتند. سپس این آب به زمین نفوذ کرده، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها را پر می‌کند و چرخه دوباره شروع می‌شود. بنابراین، آب همیشه از حالت مایع به بخار و قطرات و بار دیگر تغییر شکل می‌دهد و در این چرخه پیوسته، به صورتی که تامین آب زمین را در تعادل نگه می‌دارد، در سراسر جهان جابجا می‌شود. (۱۳۱ کلمه)

۴- یک زنجیره غذایی در بیولوژی مانند داستان "کی چه کسی را می‌خورد" است. این نشان می‌دهد که چگونه انواع مختلفی از موجودات در طبیعت برای غذا به یکدیگر وابسته‌اند. این زنجیره با گیاهان شروع می‌شود که با استفاده از نور خورشید، غذای خود را تولید می‌کنند. سپس گیاه‌خواران (مانند خرگوش‌ها) گیاهان را می‌خورند. بعد، گوشت‌خواران (مانند روباه‌ها) گیاه‌خواران را می‌خورند. و گاهی اوقات، حتی گوشت‌خواران بزرگتری هم وجود دارند (مانند شیرها) که گوشت‌خواران کوچکتر را می‌خورند. این توالی از خوردن یک زنجیره را شکل می‌دهد، جایی که انرژی و مواد مغذی از یک موجود به موجود دیگر منتقل می‌شود. وقتی یک موجود می‌میرد، تجزیه‌کنندگان (مانند قارچ‌ها و باکتری‌ها) آن را تجزیه کرده و مواد مغذی را به خاک برگردانده می‌کنند. بنابراین، یک زنجیره غذایی

یک راه ساده برای درک این است که چگونه تمام موجودات زنده به یکدیگر متصل هستند و برای بقا به یکدیگر وابسته‌اند. (۱۴۶ کلمه)

پیوست ۳

پرسشنامه‌ها

۱- کاربرد پذیری (System Usability Survey)

سوال	کاملاً موافقم	کاملاً مخالفم	موافقم	مخالفم	نظری ندارم
امتیاز لیکرت	۵	۴	۳	۲	۱
۱ به نظرم دوست دارم زیاد از این اپلیکیشن استفاده کنم					
۲ به نظرم این اپلیکیشن زیادی پیچیدست					
۳ قبل از اینکه از این اپلیکیشن استفاده کنم فکر می‌کردم، کار کردن با این اپلیکیشن آسان باشد.					
۴ من فکر می‌کنم برای استفاده کردن از این اپلیکیشن به راهنمایی نیاز دارم					
۵ به نظرم همه قسمت‌های این اپلیکیشن به خوبی یکپارچه و منسجم هستند					
۶ قبل از استفاده از این اپلیکیشن، تصور می‌کردم ناهماهنگی زیادی ببینم.					
۷ به نظرم بیشتر مردم خیلی سریع یاد می‌گیرند که با این اپلیکیشن کار کنند.					
۸ استفاده از این اپلیکیشن بسیار پیچیده بود.					
۹ با استفاده از این اپلیکیشن حس اطمینان داشتم.					
۱۰ قبل از اینکه از این اپلیکیشن استفاده کنم، باید چیزهای زیادی یاد بگیرم					

۲- درگیری (Engagement)

سوال	خیلی زیاد	زیاد	بیشتر از متوسط	متوسط	کم	خیلی کم	اصلا
امتیاز لیکرت	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱ تا چه حد از نظر ذهنی غرق در این تجربه شدید؟							
۲ تجربه چقدر آرامش بخش یا هیجان انگیز بود؟							
۳ تا چه حد درگیر تجربه شدید؟							
۴ در طول جلسه چقدر حواس شما درگیر بود؟							
۵ تا چه حد احساس واقعیت را تجربه کردید؟							
۶ تجربه چقدر جذاب بود؟							

۲- حضور اجتماعی (Social Presence)

سوال	خیلی زیاد	زیاد	بیشتر از متوسط	متوسط	کم	خیلی کم	اصلا
امتیاز لیکرت	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱ چند بار این احساس را داشتید که فرد مقابل قادر به دیدن یا شنیدن شما است؟							
۲ تا چه میزان احساس کردید که می‌توانید با شخص مقابلتان تعامل برقرار کنید؟							
۳ چقدر به نظر می‌رسید که شما و شخص مقابلتان در یک مکان هستید؟							

							چند وقت یکبار احساس می‌کردید که شخص به صورت مستقیم با شما صحبت می‌کند؟	۴
							در تعامل با شخص مقابل، چقدر احساس کنترل داشتید؟	۵

۲- غنای اجتماعی (Social Richness)

سوال	خیلی زیاد	زیاد	بیشتر از متوسط	متوسط	کم	خیلی کم	اصلا
امتیاز لیکرت	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
ارتباط شما تا چه حد بی‌درنگ بود؟							
تا چه حد از نظر احساسی با شخص ارتباط برقرار کردید؟							
تا چه حد به ارتباط پاسخگو بود؟							
ارتباط شما تا چه حد زنده بود؟							
ارتباط شما تا چه حد حساس بود؟							
ارتباط شما تا چه حد دوستانه بود؟							

پیوست ۴

بررسی پایایی پرسشنامه‌ها

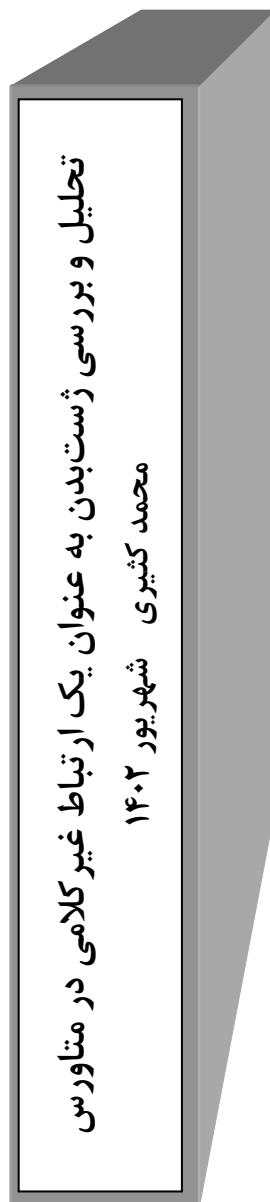
نتایج آزمون آلفای کرونباخ با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس نشان می‌دهد که میزان آلفای کرونباخ تقریباً تمامی متغیرهای تحقیق از میزان ۰/۷ بالاتر هستند در نتیجه می‌توان بیان کرد که همبستگی درونی مناسبی بین گویه‌های پژوهش وجود دارد و سازه‌ها از پایایی برخوردار هستند.

در جدول ۱ از پیوست ۴ می‌توان میزان پایایی متغیرهای تحقیق را مشاهده کرد.

جدول ۱ پیوست ۴: محاسبه‌ی آلفای کرونباخ سوالات پرسشنامه

میزان آلفای کرونباخ		تعداد گویه	متغیر
با دست	بدون دست		
0.734	0.671	۱۰	کاربردپذیری
0.799	0.855	۶	درگیری
0.752	0.805	۵	حضور اجتماعی
0.737	0.766	۶	غنای اجتماعی

تصویر عطف پایان نامه





Tabriz Islamic Art University
Postgraduate's Thesis Information & Abstract

Thesis Title: Analysis of Body Gesture as a Nonverbal Communication in Metaverse

Student: Mohammad Kasiri

Supervisor(s): Yoonas A. Sekhavat, Leila Dobakhti

Advisor: Milad Jafari Sisi

Defense Date: 20 Sep 2023

Faculty: Multimedia

Department: Multimedia

Abstract:

Communication is the utilization of human interaction for the purpose of conveying thoughts, ideas, and emotions. In the surge in COVID-19, computer-mediated communication has experienced a profound upswing. People have turned to digital platforms to maintain their social connections and fulfill their social needs. Despite the privacy concerns associated with video conferences, virtual meetings have not yet been widely adopted.

Virtual interactions often fall short in terms of communication quality, particularly expression of nonverbal cues like body language, postures, and gestures. Moreover, these virtual interactions often necessitate expensive equipment like head-mounted displays and specialized sensors. To address these challenges, our research aims to develop a virtual reality environment that enables the transmission and reception of hand gestures through normal webcams. Furthermore, we explore the impact of hand gestures on communication quality and users' comprehension within the virtual reality setting. After a comprehensive review of previous research methods and findings, we designed and implemented a virtual reality environment capable of hand gesture communication.

Our research involved 23 students from Tabriz Islamic Art University, participating in two distinct experiments conducted within a within-subject design framework. During the experiments, the researcher and participants engaged in interactions with and without hand gestures. At the conclusion of each experiment, we collected data through system logs and questionnaires.

Findings: Our analysis, based on significance levels and research outcomes, demonstrates that within the metaverse environment we designed, users can interpret one another's hand gestures. Moreover, the incorporation of hand gestures enhances the sense of social presence and social richness in these virtual interactions.

Keywords: Metaverse, Communication, body language, virtual meetings, Avatar, Computer Vision, body gesture, nonverbal communication, Social VR

Supervisor's signature:
Date:



Faculty of Multimedia

Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Arts in Multimedia Arts

Analysis of Body Gesture as a Nonverbal Communication in Metaverse

By:
Mohammad Kasiri

Supervisor:
Dr. Yoones A. Sekhavat

Co-Supervisor:
Dr. Leila Dobakhti

Adviser:
Milad Jafari Sisi

September 2023