کاربردهای واقعیت مجازی در مداخله‌های عصب‌شناختی و روان‌شناختی

فهرست مطالب

مقدمه مترجم ۷
فصل ۱ مقدمه‌ای بر کاربردهای واقعیت مجازی در روان‌شناسی بالینی و علوم عصب‌شناختی بالینی ۹
فصل ۲ واقعیت مجازی: منشأ، چگونگی و کاربردها ۲۸
فصل ۳ واقعیت مجازی در درمان اختلالات اضطرابی: تکامل و چشم‌اندازهای آینده ۷۱
فصل ۴ کاربردهای واقعیت مجازی در درمان اختلال استرس پس از سانحه ۱۲۴
فصل ۵ استفاده از واقعیت مجازی برای درمان اختلال وسواس فکری–عملی و اختلالات مرتبط ۱۴۷
فصل ۶ محیط‌های مجازی برای ارزیابی و درمان سوءمصرف مواد ۱۸۳
فصل ۷ واقعیت مجازی در ارزیابی و درمان اختلالات مرتبط با وزن ۲۲۱
فصل ۸ حواس‌پرتی واقعیت مجازی برای کمک به کنترل درد حاد در طی مراحل درمانی ۲۶۰
فصل ۹ استفاده از واقعیت مجازی برای مجرمان جنسی کودک آزاری ۲۷۹
فصل ۱۰ استفاده از فناوری‌های نوآورانه به عنوان ابزارهای درمانی و آموزشی برای ۲۹۹
فصل ۱۱ مروری بر محیط‌های کلاس مجازی برای ارزیابی عصب روان‌شناختی ۳۲۶
فصل ۱۲ ناتوانایی‌های رشدی و یادگیری ۳۴۹
فصل ۱۳ واقعیت مجازی و اختلالات روانپریشی ۳۷۷
فصل ۱۴ ارزیابی و توانبخشی با استفاده از واقعیت مجازی بعد از سکته: مرور ادبیات پژوهشی ۳۹۷
فصل ۱۵ ارزیابی و توانبخشی بعد از آسیب مغزی تروماتیک با استفاده از واقعیت مجازی ۴۲۱
فصل ۱۶ ساخت محیط‌های مجازی برای یادگیری و ارتقای مهارت‌ها برای نابینایان: ۴۶۲
فصل ۱۷ بیماران مجازی استانداردشده برای آموزش بالینی ۴۹۲

مقدمه مترجم

یکی از مفاهیم جذاب و نوپدید، مفهوم نرمش مغزی[1] است. نرمش مغزی یا شکل‌پذیری عصبی اغلب به‌صورت تغییرات ساختاری و کارکردی عصبی در پاسخ به تجربه‌ها و تحریک‌های محیطی تعریف می‌شود. در گذشته نه چندان دور این عقیده وجود داشت که تغییرهای ساختاری مغز بعد از تولد متوقف می‌شوند؛ حال آن‌که در حال حاضر این باور وجود دارد که در مغز بزرگسالان تغییرهایی صورت می‌گیرد که بیانگر شکل‌پذیری عصبی است. یکی از نخستین مطالعه‌هایی که در این زمینه صورت گرفته است مطالعه مگوآیر و همکارانش است. آنها نشان دادند که مغز رانندگان تاکسی در مقایسه با گروه گواه در مناطق عصبی مرتبط با حافظه فضایی دارای حجم ماده خاکستری بزرگتری است. ظاهراً تغییرهای به‌دست آمده در ساختارهای عصبی با تمرین‌های مکرر رانندگان مرتبط بوده است.

این قبیل پیشرفت‌ها به ایجاد موج جدیدی از پژوهش‌ها منجر شدند که به بررسی انواع جدید آموزش و فنون تحریک، به منظور القای تغییرهای عصبی و در نتیجه، امید به بهبود کارکرد شناختی می‌پردازند. بهترین این روش‌ها عبارتنداز: بازآموزی شناختی مبتنی بر رایانه[2]، تحریک غیر تهاجمی مغز[3] و آموزش از طریق واقعیت مجازی[4].

در کتاب حاضر، واقعیت مجازی و کاربردهای آن در مداخله‌های روان شناختی بحث گردید. واقعیت مجازی به‌صورت "شکل پیشرفته‌ای از تعامل انسان و رایانه" تعریف شده است که امکان تعامل با محیط رایانه‌ای و غوطه‌ور شدن در آن به شیوه‌ای طبیعی را فراهم می‌آورد. محیط‌های مجازی، موقعیت‌های زندگی واقعی را بازنمایی می‌کنند و برای ثبت سنجش‌های صحیح عملکرد فرد در ارزیابی کارکرد زیربنایی، برنامه‌ریزی شده‌اند. مزیت واقعیت مجازی نسبت به موقعیت‌های طبیعی این است که موقعیت، تحت کنترل است در نتیجه متناسب با شدت اختلال می‌توان مواجهه با موقعیت را تحت کنترل درآورد.

به عبارت دیگر واقعیت مجازی نوعی فناوری رایانه‌ای تعاملی است که می‌تواند تصور قرار داشتن در دنیای مصنوعی را ایجاد کند. در مطالعه‌ای با استفاده از FMRI مشخص شد که محیط‌های مجازی می‌توانند همان بخش‌هایی از مغز را فعال کنند که در محیط واقعی فعال می‌شوند. پژوهش‌هایی از این دست بسیار زیاد است. همه آنها بیانگر اثربخشی واقعیت مجازی در مداخله‌های روان شناختی است. اصطلاح واقعیت مجازی حدوداً سی و پنج سال پیش توسط جرن لنیر طرح گردید و از آن زمان به بعد در زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. کتاب حاضر به هدف استفاده از واقعیت مجازی

1 neuroplasticity
2 computer- based cognitive retraining
3 non-invasive brain stimulation
4 virtual reality training

در مداخله‌های عصب شناختی و روان شناختی بوسیله زبده‌ترین افراد تألیف گردید. این کتاب در نظر دارد با طرح فصل‌هایی به واقعیت مجازی بالینی بپردازد.

این کتاب به‌صورت گروهی و تحت نظر آلبرت اسکیپ ریزو و استفان بوچارد در هفده فصل تألیف گردید. در زبان فارسی تاکنون هیچ کتابی در خصوص استفاده از واقعیت مجازی در مداخله‌های روان شناختی، تألیف یا ترجمه نشده است؛ به همین دلیل در زمینه واقعیت مجازی و روان شناسی، نخستین اثری است که به فارسی عرضه می‌شود. مزیت دیگر اثر حاضر این است که نویسندگان فصول مختلف کتاب، از پژوهشگران توانمند حوزه مورد نظر در آن فصل هستند لذا علاوه بر مبانی نظری هر بحث، یافته‌های پژوهشی و روش پژوهشی در حوزه‌های مختلف هم، معرفی می‌شود. مطالب کتاب مهمترین موضوع‌های بالینی را با کمک واقعیت مجازی شامل می‌شود که از جمله آنها اختلال‌های اضطرابی، اختلال استرس پس از سانحه، اختلال وسواس فکری- عملی، سوءمصرف مواد، اختلال‌های مرتبط با وزن، مجرمان جنسی کودک آزاری، ناتوانی‌های رشدی و یادگیری، توانبخشی بعد از آسیب مغزی تروماتیک است.

در تمام فصل‌های کتاب اثربخشی بالینی استفاده از واقعیت مجازی به وضوح مطرح شده است، لذا از همه دانشجویان و همکارانی که به مداخله‌های جدید شناختی بالینی علاقمند هستند، استفاده از مطالب کتاب توصیه می‌شود. این کتاب نه تنها در زبان فارسی بی‌نظیر است بلکه حتی در زبان انگلیسی هم کاملاً منحصر به فرد است. مترجمان امیدوارند با مطالعه کتاب حاضر و کاربست آن در حوزه مداخله‌های بالینی، روان شناسان کشور ما با رویکردهای جدید مهارت لازم را کسب کنند.

کتاب حاضر بوسیله انتشارات ارجمند به چاپ رسیده است، بدین وسیله ضمن تشکر از جناب آقای دکتر ارجمند که نقش به سزایی در روزآمدی دانش روان شناسی کشور داشته‌اند از پرسنل زحمت‌کش آن از جمله سرکار خانم هداوند، بخاطر تلاش ایشان در فرآیند تولید اثر، کمال قدردانی و سپاسگزاری را داریم.

دکتر حسین زارع
دکتر محمد حسین عبداللهی
دکتر اسفندیار آزاد
پاییز ۱۴۰۱

فصل ۱

مقدمه‌ای بر کاربردهای واقعیت مجازی در روان‌شناسی بالینی و علوم عصب‌شناختی بالینی

استفان بوچارد و آلبرت اسکیپ ریزو

مقدمه

"فناوری شبیه‌سازی"، پیشینه‌ای طولانی‌مدت دارد و در هوانوردی، آموزش‌های نظامی، طراحی اتومبیل/ هواپیما و برنامه‌ریزی جراحی باعث ارزش افزوده بوده است. نورکراس و همکاران (۲۰۱۳) در روان‌شناسی بالینی، ۷۰ کارشناس درمانی را در رابطه با مداخله‌هایی که به احتمال پیش‌بینی آنها در دهه بعد افزایش می‌یافت، مورد پژوهش قرار دادند. بر اساس این پژوهش، "واقعیت مجازی"[1] از بین ٤٥ گزینه، رتبهٔ چهارم را داشت؛ با این توضیح که سایر روش‌های مبتنی بر رایانه، از بین ۵ رتبهٔ برتر، ٤ رتبهٔ نخست را به خود اختصاص دادند. افزایش محبوبیت واقعیت مجازی در دنیای خبر، رسانه‌های جمعی[2]، کنفرانس‌ها و شرکت‌های نوپا یا استارت‌آپ‌های نوآور ممکن است این تصور را ایجاد کند که واقعیت مجازی یک پدیدهٔ جدید است. با این حال، با نگاهی به گذشته متوجه می‌شویم که حدوداً در دههٔ ۱۹٦۰، هایلیگ تجربهٔ غوطه‌ور شدن چندحسی به نام سنسوراما را ارائه داد؛ ساترلند و اسپرول هم یک نمایشگر سربند استریوسکوپی یا برجسته‌نما[3] (HMD) را خلق کردند (بریمن، ۲۰۱۲؛ سریواستاوا و همکاران، ۲۰۱٤). اصطلاح واقعیت مجازی حدوداً بیش از سی سال قبل توسط جرن لنیر ابداع شد و بازی‌های تجاری از سال ۱۹۸۹ توسط متل (در ایالات متحده و همچنین توسط پکس در ژاپن) به بازار عرضه شد. متل محصولی با نام «پاورگلاو»[4] و نینتندو[5] محصولی با نام «ویرچوال بوی»[6] را در سال ۱۹۹۵ عرضه کردند (البته ویرچوال بوی چندان موفق نبود). در اواسط دههٔ ۱۹۹۰، لامسون،

1. virtual reality (VR)
2. social media
3. stereoscopic head mounted display (HMD)
4. PowerGlove™
5. Nintendo
6. Virtual Boy™

پوگنتی، روتبام، ریوا، ریزو، وایس و ویدرهولد (اسامی به‌ترتیب حروف الفبای انگلیسی است) و چند نفر دیگر کاربردهای بالینی واقعیت مجازی را مطرح کردند. علاوه بر این، چند مجلهٔ علمی، کنفرانس و دست‌نامه‌ها به این موضوع اختصاص یافته بودند و یافته‌های علمی چندین دهه گزارش شده است.

در عصر حاضر که نمایشگرهای سربند و نرم‌افزارهای مقرون‌به‌صرفه به ایجاد محیط‌های مجازی اختصاص یافته‌اند، ممکن است فکر کنید که همهٔ این فناوری‌ها پدیده‌ای کاملاً جدید هستند و هر کسی که ایدهٔ خوبی در این زمینه داشته باشد، می‌تواند ابزارهای بالینی خوبی بسازد و آن را به بازار عرضه کند. با این حال، ساخت ابزارهای بالینی بدون در نظر گرفتن دانش علمی و تخصص بالینی، می‌تواند به ایجاد اپلیکیشن‌ها یا برنامه‌های کاربردی منجر شود که چندان اثربخش نیستند و حتی بدتر از آن [آسیب‌زننده] هستند (ریزو و همکاران، ۲۰۰٤). این کتاب در نظر دارد که به خوانندگان فصل‌هایی را ارائه دهد که توسط کارشناسان باسابقه در زمینهٔ واقعیت مجازی بالینی[1] نوشته شده‌اند و شواهدی علمی را در این زمینه فراهم می‌کند که چه چیزهایی برای چه کسانی و تحت چه شرایطی در حوزهٔ سلامت روان و علم عصب‌روان‌شناسی مؤثر است. بنابراین، این فصل سه هدف دارد: ۱. تبیین استفاده از واقعیت مجازی درون حیطهٔ گستردهٔ ادبیات علمی کنونی؛ ۲. ارائهٔ اطلاعات و تعاریف پایه که در هنگام خواندن این کتاب مفید است؛ ۳. بیان ارتباط موجود بین فصل‌های مختلف این کتاب و اطلاعات عمومی ارائه‌شده در این زمینه.

کاربردهای واقعیت مجازی را می‌توان روی یک پیوستار، از واقعیت فیزیکی گرفته تا واقعیت مجازی، مفهوم‌سازی کرد (میلگرام و کیشینو، ۱۹۹٤) که مجموعه‌ای از واقعیت‌های ترکیبی را که شامل واقعیت افزوده و واقعیت مجازی افزوده[2] است دربرمی‌گیرد (برای نمایش دیداری این موارد مراجعه شود به: باوس و بوچارد، ۲۰۱٤). فوکس و همکاران (۲۰۱۱) تعریفی از واقعیت مجازی ارائه دادند که جالب است؛ چراکه مبتنی بر یک فناوری خاص یا محدود به آن نیست. فوکس و همکاران واقعیت مجازی را به این صورت تعریف می‌کنند: استفاده از رایانه و تعامل‌های رفتاری برای شبیه‌سازی رفتار پدیده‌های سه‌بُعدی که به‌صورت بی‌درنگ با یکدیگر و با کاربری که از طریق کانال‌های حسی–حرکتی در آن غوطه‌ور می‌شود، تعامل دارند (در فصل ۲، مثال‌های مفصل‌تری ارائه خواهد شد). واقعیت‌های ترکیبی[3] به ترکیبی از محرک‌های فیزیکی و مجازی اشاره دارد که درون یک مجرا یا کانال حسی– حرکتی مشترک تلفیق می‌شوند. در واقعیت افزوده[4]، کاربر اغلب از طریق نوع به‌خصوصی از

1. Clinical VR
2. Augmented virtuality
3. mixed reality

واقعیت ترکیبی نتیجهٔ ترکیب دنیای فیزیکی با دنیای دیجیتال است. به عبارت دیگر، واقعیت ترکیبی اشیای مجازی را به دنیای واقعی متصل می‌کند و کاربر را قادر می‌سازد تا با اشیای مجازی تعامل داشته باشد. م

4. augmented reality (AR)

نمایش دیداری که این امکان را فراهم می‌آورد که تصاویر سه‌بُعدی[1] روی ادراک جهان واقعی را می‌پوشاند، محرک‌های مجازی را به‌صورت ترکیبی واقع‌گرایانه و در تعامل با واقعیت فیزیکی ادراک می‌کند. در مقابل، در واقعیت مجازی افزوده[2]، کاربر محرک‌های فیزیکی را به طور واقع‌گرایانه در ترکیب با چیزی ادراک می‌کند که به‌صورت دیداری در واقعیت مجازی ظاهر می‌شود؛ به نحوی که کاربرها می‌توانند با اشیای فیزیکی که در دنیای مجازی ردیابی و ارائه می‌شوند، تعامل داشته باشند. این تعریف‌ها در موارد متعددی کاربرد دارند. برای مثال، «درمان مجازی»[3] یک نام اشتباه است؛ چراکه درمانی که با استفاده از واقعیت مجازی انجام می‌شود، درمان «واقعی» است. چیزی که «مجازی» است محرک‌های مورد استفاده در درمان است، نه خود درمان. از لحاظ دیداری، واقعیت افزوده نقطهٔ مقابل واقعیت مجازی افزوده است. در واقعیت افزوده، اکثر محرک‌های ادراک‌شده توسط کاربر از واقعیت فیزیکی نشأت می‌گیرد. برای مثال، در واقعیت افزوده، یک عنکبوت مجازی را می‌توان روی صفحهٔ نمایش تلفن هوشمند نمایش داد، در حالی که دوربین در واقع دست خود کاربر را نشان می‌دهد که در آن، یک تصویر ترکیبی این تصور را القا می‌کند که عنکبوت روی دست کاربر قرار دارد. در واقعیت مجازی افزوده، اکثر محرک‌ها، مجازی هستند، در حالی که محرک‌های فیزیکی به آن اضافه می‌شوند تا عناصر تجربه را تقویت کنند. برای مثال، کاربر غوطه‌ور در واقعیت مجازی ممکن است هنگام نزدیک شدن به یک میز واقعی ظاهرشده در محیط مجازی و قبل از برخورد با آن در اتاق نشیمن، آن را ببیند. به روش مشابهی، می‌توان از یک پنکه برای دمیدن هوا بر کاربر برای مطابقت با اثرهای باد مجازی استفاده کرد.

یک پرسش جالب دیگر این است که آیا بازی‌های ویدئویی را می‌توان جزء واقعیت‌های مجازی در نظر گرفت؟ به بیان ساده از آنجایی که واقعیت مجازی به واسطه ویژگی‌های غوطه‌ور شدن در یک سامانه تعریف نمی‌شود، عملاً بازی‌های ویدئویی را نیز می‌توان جزء واقعیت مجازی در نظر گرفت. با این حال، شخصی که بازی سه‌بُعدی تعاملی را روی صفحه نمایش رایانه تخت و یا در یک گوشی تلفن هوشمند انجام می‌دهد، ممکن است نسبت به زمانی که از نمایشگر سربند استفاده می‌کند، کمتر در محرک‌های ساختگی غوطه‌ور شود. غوطه‌وری[4] یک حالت روان‌شناختی نیست؛ این حالت به

واقعیت افزوده یا مخفف آن اِی‌آر «AR» یک نمای فیزیکی زنده، مستقیم یا غیرمستقیم (و معمولاً در تعامل با کاربر) است که عناصری را پیرامون دنیای واقعی افراد اضافه می‌کند. این عناصر براساس فرآورده‌های رایانه‌ای که از طریق دریافت و پردازش اطلاعات کاربر، توسط حس‌گرهای ورودی مانند صدا، ویدئو، تصاویر گرافیکی یا داده‌های جی‌پی‌اس است، ایجاد می‌شود. واقعیت رایانه‌ای مفهوم کلی واقعیت افزوده است. م

1. 3D graphics
2. augmented virtuality
3. virtual therapy
4. Immersion

ویژگی‌های سامانه اشاره دارد. مشابه فرو بردن دست در آب، غوطه‌ور شدن در واقعیت مجازی به این اشاره دارد که توسط جریانی از محرک‌های مجازی احاطه شویم. بنابراین، یک نمایشگر سربند که دیدن محیط اطراف را مسدود می‌کند و محتوای ادراکی مجازی را به روزرسانی می‌کند و بستگی به حرکت سر کاربر دارد، غوطه‌ورکننده‌تر از یک صفحهٔ نمایش رایانه تخت است. علاوه بر این، با قرار دادن کاربر در معرض کانال‌های چندحسی متعدد (دیداری، شنیداری، لامسه، بویایی)، این نظام می‌تواند غوطه‌ورکننده‌تر باشد. با این حال، دقت داشته باشید که یک کاربر می‌تواند به شدت متمرکز باشد و تمام هیجان‌های بسیار شدید را در موقعیت‌هایی که چندان غوطه‌ورکننده نیستند (برای مثال، انجام یک بازی رایانه‌ای رقابتی با گوشی تلفن هوشمند)، تجربه کند. برعکس، اگر محتوای واقعیت مجازی به شکلی ضعیف کار شده باشد یا با کاربر مرتبط نباشد، کاربر ممکن است در شرایط غوطه‌وری کامل خسته و دل‌زده باشد.

رشد و تکامل واقعیت مجازی فرایندی ساده و خطی نبود. چندین فناوری توجه پژوهشگران و بالینگرها را در طول سال‌ها به خود جلب کرده است. نظام‌های واقعیت مجازی مربوط به اوایل دهه ۱۹۹۰ حجیم بودند و نیاز به رایانه‌های بسیار گران‌قیمت داشتند و همیشه کاربرپسند نبودند. برای مدتی، اتاق‌های غوطه‌وری بسیار بزرگ به عنوان آیندهٔ واقعیت مجازی در نظر گرفته می‌شدند. تصاویر استریوسکوپی که با نام تجاری CAVE[1] که سرواژه‌ای متشکل از A (Automated یعنی خودکار)، V (Virtual یعنی مجازی)، E (Environment یعنی محیط) و به مفهوم کلی «محیط مجازی خودکار» که حرف C به آن اضافه شده بود تا یک «سرواژهٔ القاکننده» باشد که به تمثیل «غار»، نوشته افلاطون[2] (فیلسوف یونانی) اشاره دارد (کروز- نیرا و همکاران، ۱۹۹۲)، روی دیوارها انداخته می‌شدند و ردیاب‌های حرکتی مورد استفاده قرار می‌گرفتند تا تصویر را به صورت نسبی با موقعیت کاربر و فاصلهٔ کاربر از دیوار انطباق دهند. حالت‌های گوناگون فناوری‌های CAVE مدت‌ها به عنوان فناوری آرمانی یا ایده‌آل برای غوطه‌ور کردن افراد در واقعیت مجازی در نظر گرفته می‌شدند؛ چراکه این فناوری‌ها می‌توانستند تصاویر استریوسکوپی هم اندازه دنیای واقعی را فراهم کنند که تقریباً از میدان دید طبیعی کاملاً قابل رؤیت بود. درون یک فناوری CAVE، تطابق عالی بین دیوارها به اشیا این امکان را می‌داد که در هوا غوطه‌ور شوند؛ در حالی که دیوارهای فیزیکی در ادراک فرد به عقب می‌رفت، کاربرها می‌توانستند شاهد این باشند که بدن خودشان با محرک‌های مجازی در تعامل است. با در نظر گرفتن فضای فیزیکی و بودجهٔ کافی برای خریداری آن، تجهیزات نصبی CAVE ممکن بود شامل یک کف و سقف نمایش داده‌شده در عقب باشد تا غوطه‌ور شدن کامل را القا کند؛ موردی که از

1. CAVE
2. Allegory of the Cave by the Greek philosopher Plato

طریق فراهم آوردن تصاویر برآمده از هر سمت ایجاد می‌شد. با این حال، در حالی که فناوری برای خلق تصور حضور یا برای بازنمایی یا ارائهٔ تصور حجم بسیار بالای داده‌های پیچیده ضروری است، این فناوری بدون ایراد نیست. فناوری‌های CAVE مستلزم فضای فیزیکی زیاد، ساخت و نگهداری آنها به شدت هزینه‌بر و راه‌اندازی آنها کمابیش پیچیده است. علاوه بر این، بسیاری از مطالعاتی که در این کتاب گزارش داده شده، نشان می‌دهد که فناوری مقرون به صرفه‌تر استفاده از یک نمایشگر سربند یا فقط استفاده از یک پروژکتور استریوسکوپی، مشابه یا به اندازهٔ فناوری‌های CAVE، می‌تواند منجر به بهبود شرایط بالینی شود.

فناوری جایگزینی مقرون به صرفه‌تر نسبت به CAVE، نمایشگر سربند بود. واقعیت مجازی غوطه‌ورکننده که توسط فناوری‌های نمایشگر سربند ایجاد می‌شود، به کاربران این امکان را می‌دهد که در یک محیط شبیه‌سازی‌شدهٔ مبتنی بر رایانه فعالیت کنند که به طور طبیعی یا شهودی با حرکت سر و بدن تغییر می‌کند. در مورد فناوری نمایشگر سربند، هدست جلوی دید کاربر از دنیای بیرون را مسدود می‌کند؛ ردیاب‌های حرکتی وضعیت قرار گرفتن کاربر و حرکت‌های او را احساس کرده و این اطلاعات را به رایانه ارسال می‌کند و رایانه محرک‌های حسی ارائه‌شده به کاربر را تقریباً به صورت بی‌درنگ به روزرسانی می‌کند که این بستگی به فعالیت خود کاربر دارد. کیفیت دیداری نظام‌های اولیه نمایشگر سربند، متفاوت از فناوری‌های نمایشگر سربند که امروز در دسترس است، با کمبودهایی روبه‌رو بود (برای مثال، وضوح تصویر پایین، سرعت چهارچوب‌دهی پایین و میدان دید محدود). یافتن نرم‌افزار و سخت‌افزار همخوان و تلفیق این دو با هم یک دغدغهٔ واقعی بود. برای مدتی طولانی، فناوری‌های نمایشگر سربند به صورت جداگانه از ردیاب‌های حرکتی که برای ردیابی تغییرات در جهت‌گیری و موقعیت فضایی سر بود، ساخته و فروخته می‌شدند. تعامل،[1] مستلزم استفاده از وسایل ردیاب پوشیدنیِ افزوده بود و این تلفیق جوانب مختلف در اوایل روزهایی که فناوری نمایشگر سربند به کار گرفته می‌شد، اصلاً کاربرپسند نبود. در نتیجه، عموم مردم از کیفیت یک تجربهٔ معمول واقعیت مجازی مبتنی بر فناوری نمایشگر سربند در اواسط دهه ۱۹۹۰ ناامید شدند. در آن زمان، واقعیت مجازی را عموماً به عنوان یک فناوری شکست‌خورده در نظر می‌گرفتند، تا حدودی به خاطر شکاف عمیق بین آنچه واقعیت مجازی وعده داده بود و آنچه فناوری بلوغ‌نایافتهٔ آن زمان عملاً می‌توانست عرضه کند. با وجود این چالش‌ها، پیشگامان در این عرصه همچنان نمایش واقعیت مجازی بالینی را دنبال کردند و پایه و اساسی را برای اکثر مطالعات گزارش‌شده در این کتاب، ایجاد کردند. طی ٤ یا ٥ سال اخیر، فناوری ایجاد و عرضهٔ واقعیت مجازی باکیفیت به چشم‌اندازِ خلقِ تجربه‌های متقاعدکننده برای کاربرد در مراقبت‌های سلامت نزدیک شده است. برای مثال، به تازگی سرمایه‌گذاری مالی قابل

1. Interaction

توجه برای فناوری‌های توانمندساز[1] نمایشگر سربند رخ داده است که باعث ایجاد انگیزه در این زمینه و راه‌اندازی فناوری‌های نمایشگر سربند مقرون به صرفه بسیاری شده است که به واقعیت مجازی و واقعیت افزوده اختصاص یافته است. بسیاری از این فناوری‌ها دارای سامانه ردیابی حرکت درونی، نمایش‌های دیداری با دقت رونویسی زیاد و امکان عرضه یا توزیع گسترده به عموم مردم هستند. در حالی که اکثر فناوری‌های نمایشگر سربند هنوز به رایانه متکی است، یک روند واقعیت مجازی نوظهور را می‌توان در دسترس‌پذیری روزافزون به فناوری‌های نمایشگر سربند «مستقل»[2] یا بی‌سیم مشاهده کرد که در آن از محاسبات داخلی یا از گوشی‌های هوشمند برای پردازش و ارائه محیط مجازی استفاده می‌شود که توانایی عرضهٔ محتوای ذخیره‌شده و هدایت‌شده به صورت بر خط را دارد. پیشرفت‌های جدید بسیار حیرت‌انگیز هستند، اما اینها همچنین یک هدف متحرک هستند که چالش‌هایی را برای پژوهشگران و بالینگرها ایجاد می‌کند که اکنون نیاز دارند به طور مرتب خودشان را به روزرسانی کنند و با گزینه‌های فناورانه که به سرعت در حال تکامل هستند، تطبیق دهند.

درس‌های بسیاری از تغییر محبوبیت از فناوری‌های CAVE به نمایشگرهای سربند و سایر فناوری‌های مقرون‌به‌صرفه یاد گرفته شد. یک درس شامل تشخیص تفاوت بین نیازهای صنعت سرگرمی و نیازهای کارشناسان سلامت روان و بیماران است. در صنعت سرگرمی، مهم است که به شکل قدرتمندی توجه مخاطب را درگیر کنیم و از عواملی که باعث کاهش کیفیت تجربهٔ کاربر می‌شود، اجتناب کنیم. در این زمینه، واقع‌گرایی[3] بسیار مهم است. با این حال، متفاوت از انتظارهای رایج، واقع‌گرایی همیشه در واقعیت مجازی بالینی اهمیت ندارد. علاوه بر این، سطح بالایی از واقع‌گرایی از جهت توانمندی‌های سخت‌افزاری و هزینه‌های توسعهٔ نرم‌افزاری به بهایی گزاف، به دست می‌آید. البته، دقت نسخه‌برداری زیاد محیط‌های مجازی واقع‌گرا بسیار فریبنده‌تر است، تعامل با آنها جالب است و روایی صوری[4] قابل قبول‌تری دارد، اما واقع‌گرایی تا چه حد ضروری یا کافی است تا به یک هدف مشخص دست پیدا کنیم؟ آیا واقع‌گرایی در خصوص تصاویر ذهنی مهم‌تر از واقع‌گرایی مربوط به زمینه یا بافت یا مهم‌تر از پاسخگو بودن تعاملی محیط مجازی است که کاربر در آن غوطه‌ور می‌شود؟ برای مثال، وقتی خلبان‌های هواپیما در شبیه‌سازهای هوانوردی آموزش می‌بینند، هنگام پرواز روی یک شهر، داشتن دیدی واقع‌بینانه که به زیبایی ارائه می‌شود، بسیار کم‌اهمیت‌تر از واقع‌گرایی و دقت مربوط به تعامل با شاخص‌های مربوطه است که نشان می‌دهند هواپیما نقص فنی را تجربه می‌کند، سوخت در حال تمام شدن است، فرودگاه با مه پوشیده شده است یا اینکه هواپیمای ما

1. enabling technologies
2. standalone
3. realism
4. face validity

در حال برخورد مستقیم با یک هواپیمای دیگر است. عملیات در چنین نظام آموزشی واقعیت مجازی تحت عوامل واقع‌گرایانه برای یادگیری مهارت‌ها حیاتی است، در حالی که واقع‌گرایی مربوط به تصویر غروب آفتاب اهمیت ثانویه دارد. برعکس، اگر قرار باشد تا کاربری که در واقعیت مجازی غوطه‌ور شده است، دیدی هیجان‌انگیز از اهرام ثلاثهٔ مصر[1] داشته باشد و از لحاظ هیجانی تحت تأثیر قرار بگیرد، ممکن است واقع‌گرایی سطح بالا ضروری باشد. چنین تجربهٔ غوطه‌وری ممکن است مستلزم تصاویر قابل توجه، صدای فضایی‌شده[2]، احساس تغییرات دما مبتنی بر موقعیت خورشید و سرنخ‌های بویایی باشد که از بوییدن هوای محیط و غیره نشات می‌گیرد. اگر همین محیط برای آموزش فهرست عجایب هفتگانهٔ جهانِ باستان[3] به کودکان مورد استفاده قرار گیرد، هدف ممکن است با ابزارهای متوسط نیز محقق شود. به شکلی مشابه، اگر محیط یکسانی مورد استفاده قرار گیرد تا به برای کسانی که ترس از مار دارند کمک کند که بر ترس‌شان غلبه کنند، حتی جزئیات بسیار کمتری مورد نیاز است و گاهی اوقات این فرض که ممکن است مار در محیط مجازی وجود داشته باشد، کافی است تا تأثیر هیجانی قابل توجهی را ایجاد کند (بوچارد و همکاران، ۲۰۰۸). در حیطهٔ واقعیت مجازی برای مدیریت درد، اگر محیط مجازی مورد استفاده قرار گیرد تا حواس کاربر را از محرک‌های دردناک پرت کند (موردی که در فصل ۸ توصیف خواهد شد)، درگیر شدن توجه کاربر با محتوای خوب یک بازی تعاملی به منظور فراهم آوردن حواس‌پرتی از محرک‌های دردزا، مهم‌تر از تجربه واقع‌گرایی است. در حالی که فناوری موجود به ما امکان خلق محتوای واقعیت مجازی فوق واقع‌گرایانه را فراهم آورده است، تولیدکنندگان یا توسعه‌دهندگانِ چنین فناوری نیاز به پژوهش کیفی دارند تا هدایتگر آنها در تصمیم‌های در این خصوص باشد که منابع باید کجا توزیع شود تا مؤلفه‌های سامان‌مند دیگر، سهم بیشتری در اثربخشی بالینی داشته باشند.

اکنون دوربین‌های کُروی یا ۳۶۰ درجه[4] رایج هستند، هزینه آنها پایین است، استفاده از آنها آسان است، این دوربین‌ها می‌توانند از ایجاد تصاویر یا ویدئوهای غوطه‌وری بسیار واقع‌گرایانه مربوط به یک محیط فیزیکی واقعی پشتیبانی کنند؛ موردی که می‌توان در یک فناوری نمایشگر سربند به راحتی به آن دست یافت. این مورد می‌تواند یک راه‌حل بسیار کارآمد برای افزایش واقع‌گرایی تصویری از طریق کاهش هزینه‌های خلق محتوای گرافیکی سه‌بُعدی برای بازآفرینی جهان فیزیکی در یک محیط مجازی باشد. با این حال، این رویکرد به خلق محتوا به بهای از دست رفتن تعامل کاربر به دست می‌آید؛ چراکه کاربران نمی‌توانند به ارادهٔ خودشان محیط را بررسی کرده و با آن در تعامل باشند، البته در سطحی فراتر از سر چرخاندن پایه. پرسش کلیدی این است که آیا تعامل و کنترل از سوی کاربر در

1. the Great Pyramids
2. spatialized sound
3. list of the Seven Wonders of the Ancient Word
4. Spherical or 360 degree cameras

کاربست بالینی و تصمیم‌گیری در خصوص مقوله‌های هزینه/ فایده برای خلق محتوای گرافیکی سه‌بُعدی کاملاً واقع‌گرایانه اهمیت دارد یا خیر؟ در مجموع، سؤالِ مربوط به اینکه نظام واقعیت مجازی تا چه حد باید واقع‌گرایانه و گران‌قیمت باشد را باید بعد از بررسیِ نیازهای ویژه و دقیق بالینگرها و بیماران مورد بررسی قرار داد، بقیه موارد چندان ضروری نیستند.

واقعیت مجازی ویژگی‌های مشخص بسیاری دارد که به ارزش آن به عنوان یک ابزار اثربخش برای خلق کاربست‌های بالینی کاملاً علمی کمک می‌کند (ریزو و کینیگ، ۲۰۱۷) و فصل‌های این کتاب طیف گسترده‌ای از رویکردهای واقعیت مجازی بالینی را توصیف می‌کند. یک ارزش افزودهٔ واقعیت مجازی را می‌توان در ظرفیت این فناوری برای خلق محیط‌های محرک استانداردشده (یا سفارشی‌سازی‌شده) دید که می‌توان آنها را برای تولید تجربه‌های درمانی فراخواننده به لحاظ هیجانی مورد استفاده قرار داد (موردی که در فصل‌های ۳، ٤، ٥، ٦ و ۷ این کتاب نشان داده شده است). این تجربه‌های مجازی می‌توانند واقعیت فیزیکی را تحت شرایط کنترل‌شده‌تر و مقرون‌به‌صرفه‌تر تکرار یا بازآفرینی کنند (مثال‌های این مورد را در فصل‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۳ و چند فصل دیگر می‌توان یافت) و این تجربه‌ها همچنین می‌توانند تعاملات پیچیدهٔ مطلوب را به ارادهٔ کاربر بازتولید کنند (به فصل‌های مربوط به اوتیسم یا درخودماندگی (فصل ۱۰) و آموزش بالینی (فصل ۱۷) که به این موضوع مربوط می‌شوند، مراجعه کنید). علاوه بر این، واقعیت مجازی می‌تواند فرصت‌های چندحسی را فراهم کند که برای ارتقای یادگیری و انتقال مهارت‌ها مفید است (مطلبی که در فصل‌های ۱۳، ۱٦ و ۱۷ مورد بحث قرار گرفته است)؛ موردی که احتمالاً برای بیماران جذاب‌تر از گزینه‌های سنتی خواهد بود (مطلبی که در فصل‌های مربوط به اضطراب (فصل‌های ۳، ٤ و ٥) و اختلالات مرتبط با آن تبیین شده است). فعالیت فیزیکی را می‌توان به طور دقیق ردیابی، ثبت و تحلیل کرد تا عملکرد و رفتار انسان را مورد مطالعه قرار داد؛ موردی که مرهون تعاملات در زمان حال است که جزء ویژگی‌های اصلی واقعیت مجازی است (به فصل ۱۰ در زمینه علاقه‌مندی‌های جنسی یا فصل‌های ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٥ و ۱٦ در زمینه ارزیابی/ مداخله‌های علم اعصاب‌شناختی مراجعه کنید). هیجان‌ها را می‌توان فراخواند تا به بیماران کمک کند با آنها مقابله کنند (مطلبی که در فصل ٦ نشان داده شده است). چالش‌های شناختی را به منظور آزمودن و تمرین کارکردهای مغزی خاص طراحی کرد؛ موردی که نیازمند تمرین و ممارست است تا ظرفیت‌های پردازش اطلاعات هر فرد را بهبود ببخشد (مطلبی که به طور مفصل در چهار فصل اختصاص‌یافته به علم اعصاب و روان‌شناسی اعصاب یعنی فصل‌های ۱۱، ۱۲، ۱٤، ۱٥ و ۱٦ توصیف شده است). همچنین می‌توان عوامل محیطی را دست‌کاری کرد تا در حالی که عملکرد افراد بهبود پیدا می‌کند، مهارت‌ها را در سطوحی که به تدریج از لحاظ دشواری افزایش می‌یابد، تمرین کرد (برای مثال، به فصل‌های ۳، ٥، ۱۲ و ۱٦ مراجعه شود). برنامه‌های هوش مصنوعی می‌توانند بیش

از پیش از طریق تلفیق اطلاعات قوی که می‌توانند راهنمای مداخله‌های بی‌درنگ شوند، به یاری کارشناسان حرفه‌ای سلامت روان بیایند (موردی که در فصل پایانی کتاب توصیف شده است). همان‌گونه که شبیه‌ساز مانیکین[1] پزشکان را تحت شرایط کنترل‌شدهٔ بسیار متنوع می‌آزماید و آموزش می‌دهد، می‌توان از واقعیت مجازی استفاده کرد تا محیط‌های شبیه‌سازی‌شدهٔ مرتبطی را ایجاد کرد که در آن آزمودن، آموزش دادن عملی، آموزش کلاسی و پرداختن به فرایندهای شناختی هیجانی، حسی و حرکتی می‌تواند تحت شرایط محرکی رخ دهد که در دنیای فیزیکی به راحتی قابل ارائه و کنترل نیستند (موردی که به تفصیل در فصل ۹ به آن پرداخته شده است).

بدون توجه به فناوری‌های مورد استفاده برای خلق تجربهٔ واقعیت مجازی، یکی از هدف‌های اصلی این است که خطای ادراکیِ بودن «درون» یک محیط مجازی را ایجاد کند؛ موردی که احساس یا «حس حضور[2]» نیز نامیده می‌شود (هیتر، ۱۹۹۲؛ همچنین به فصل ۲ مراجعه شود). اصطلاح «حضور» از ادبیات مربوط به نظام‌های عملیات از راه دور[3] گرفته شده است (مینسکی، ۱۹۸۰) که در آن کاربرهای از راه دور احساس می‌کردند که گویی جای ربات‌های کنترل از راه دور هستند. نظریه‌های بسیاری برای توضیح حضور در واقعیت مجازی ارائه شده‌اند با این حال به بیان ساده دربارهٔ تعریف این اصطلاح و نحوهٔ اندازه‌گیری آن، ارزش افزودهٔ آن و ارتباط آن با کاربردهای بالینی اتحاد نظر وجود ندارد. اسلیتر (۲۰۰۹) رویکردی جالب برای حضور را مطرح کرد. کاربران می‌توانند خطای ادراکی امکان‌پذیری[4] را احساس کنند (یعنی محرک‌های مجازی به گونه‌ای احساس می‌شوند که گویی واقعی هستند) و همچنین خطای ادراکی مکانی[5] را حس کنند (یعنی کاربران احساس می‌کنند که جایی «درون» یک محیط مجازی غیر از فضای فیزیکی هستند که در آن غوطه‌وری رخ می‌دهد). این دو خطای ادراکی مبتنی بر تلفیق مجراهای حسی- حرکتی گوناگون هستند که اقتضایی و منسجم بوده و درکی از عاملیت را درون کاربر ایجاد می‌کند. این رویکرد به فرد این امکان را می‌دهد تا احساس حضور را به عنوان یک خطای ادراکی در نظر بگیرد، در حالی که در آن کاربر دیگر نسبت به این مسئله که محرک‌ها توسط فناوری‌های رسانه‌ای/ میانجی ایجاد شده‌اند، آگاه نیست (لامبارد و دیتن، ۱۹۹۷؛ ریوا و همکاران، ۲۰۱٤). در اینجا نیز با وجود رویکرد فنی، هدف اصلی نظام‌های غوطه‌وری این است که از لحاظ ادراکی محیط مجازی را جایگزین محیط بیرونی کند، به روشی که به لحاظ روان‌شناختی کاربران را با محتوای دیجیتال شبیه‌سازی‌شده درگیر کند، محتوایی که با این هدف طراحی شده است که یک تجربهٔ خاص را برای کاربر خلق کند.

1. manikin simulator
2. sense of presence
3. teleoperation systems
4. illusion of plausibility
5. illusion of place

اگرچه القای خطاهای ادراکی امکان‌پذیری و مکانی قوی هدف‌هایی ستودنی هستند، اما همیشه برای کاربست‌های بالینی ضروری نیستند. در مواردی که هدف، تمرین یک مهارت است (همان‌گونه که در فصل‌های ۱۰، ۱۲ و ۱۶ توصیف شده است)، اغلب مهم است که تجربه‌ای را درون محیط مجازی داشته باشیم که به هدف‌های درست می‌پردازد و امکان آموزش عملی کافی را فراهم می‌سازد. برای مثال، در یک تمرین جبران یا ترمیم شناختی[1] که در آن کاربر مجبور است با اشیا تعامل داشته یا آنها را بچرخاند تا مهارت‌های دیداری فضایی را بهبود ببخشد، خطای ادراکی بودن در ساحل یا قلهٔ کوه یا قرار داشتن در دفتر کار، در حالی که فرد عینکی مسخره به چشم زده است، چندان اهمیت ندارد، نکتهٔ واقعاً مهم این است که مهارت‌های مورد نیاز بدون توجه به بافت یا زمینه، تمرین شده و یاد گرفته شوند. به طور مشابه، در یک تکلیف توانبخشیِ حرکتی که در آن کاربر مجبور است مهارتی همچون راه رفتن را دوباره یاد بگیرد، ادراک راه رفتن روی یک تردمیل یا واقع‌گرایی گرافیکی مربوط به محتوای انداخته‌شده روی یک صفحهٔ نمایش دیداری گسترده کم‌اهمیت‌تر از روش واداشتن کاربر به درگیری در فعالیت آموزشی است. در این مورد، هدف نخست خلق نظامی است که از تمرین مهارت‌های درست راه رفتن، ادامه دادن راه رفتن، یا اجتناب از موانع پشتیبانی کرده و آنها را تشویق کند. با این حال، در هر یک از مثال‌های بالا، تلاش برای افزایش حضور کاربر ممکن است اهمیت داشته باشد، به‌خصوص زمانی که کاربر باید مهارت‌ها را در موقعیت‌هایی تمرین کند که به تدریج چالش‌برانگیزتر می‌شود، موقعیت‌هایی که نمایندهٔ چالش‌های زندگی روزمره در بافت‌های گوناگون است (برای مثال، محیط‌های مربوط به محل کار یا تفریحی یا تعامل‌های اجتماعی با شخصیت‌های مجازی که از لحاظ هیجانی فشارزا است؛ به فصل‌های ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ در زمینه علم اعصاب-شناختی مراجعه شود). در جلسه‌های روان‌درمانی که در آن واقعیت مجازی برای درمان اختلالات اضطرابی مورد استفاده قرار می‌گیرد (موردی که در فصل‌های ۳، ۴ و ۵ توصیف شده است)، موضوع مهم این است که بیماران در معرض تجربه‌هایی که بار هیجانی دارند، قرار بگیرند و با آن درگیر شوند؛ با هدف ایجاد بازنمایی‌های ذهنی جدیدی مربوط به محرک‌های فراخوانندهٔ اضطراب که در نهایت با کاهش احساس تهدید مرتبط است (بوچارد و همکاران، ۲۰۱۲). در حالی که هدفِ مشخص ممکن است این نباشد که کاربر احساس حضور کند، عدم احساس حضور ممکن است باعث شود که کاربر با ترس به محرک‌های مجازی واکنش نشان ندهد. در چنین مواردی، شدت واکنش ترس یک عامل اساسی در موفقیت درمان محسوب نمی‌شود، بلکه شاخصی است که نشان می‌دهد برخی شرایط محقق شده‌اند تا امکان رخ دادن یادگیری بازدارنده یا خاموشی فراهم شود. سازکار درمانی اصلی برای پرداختن به اختلال‌های اضطرابی توسعه فناوری‌های جدید ایمن است؛ احساس حضور، اضطراب و

1. cognitive remediation

سایر عوامل روان‌شناختی همچون پیوند درمانی[1] پیش‌بینی‌کننده‌های غیرقابل اتکایی برای نتیجه درمان هستند؛ با این حال، همچنان به عنوان شرایط ضروری محسوب می‌شوند (تاردیف و همکاران، ۲۰۱۹). علاوه بر این، رابطهٔ بین اضطراب و احساس حضور ممکن است خطی نباشد (بوچارد و همکاران، ۲۰۱۲). همان‌گونه که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است، این امکان وجود دارد که رابطهٔ بین اضطراب و احساس حضور در واقعیت مجازی از یک الگوی خاص تبعیت کند که در آن در انتهای کمتر طیف حضور، افزایش جزئی احساس حضور ممکن است تأثیری قوی روی احتمال القای اضطراب در واقعیت مجازی داشته باشد. با این حال، بعد از مدتی افزایش‌های افزوده حضور، تأثیر بسیار کمی بر اضطراب دارند. از آنجایی که افزایش حضور در انتهای بالاتر زنجیره با هزینه قابل توجهی همراه است، سرمایه‌گذاری ممکن است برای پزشکان مهم نباشد. قدرت واقعیت مجازی و واقعیت افزوده برای خلق تجربه‌های تحول‌برانگیز، همچنین در مورد شخصیت‌های مجازی صدق می‌کند (موردی که در فصل‌های ۲، ۱۳ و ۱۷ مستندسازی شده است). نخست، اجازه دهید بین انسان‌های مجازی[2] (که بازنمایی ساختگی یا مصنوعی انسان‌ها در واقعیت مجازی هستند)، چهرک‌ها یا آواتارها[3] (که بازنمایی یک شخص فیزیکی هستند که از آن برای تعامل درون محیط دیجیتال استفاده می‌شود؛ این مورد می‌تواند یک انسان مجازی باشد، همچنین می‌تواند یک حیوان مجازی یا یک موجود خیالی باشد) و عامل‌های خودکار[4] (که شخصیت‌های مجازی هستند که توسط برنامه‌ها و الگوریتم‌های رایانه‌ای کنترل می‌شوند)، تمایز قائل شویم. کاربران فناوری‌های غوطه‌وری هنگامی که با انسان‌های مجازی در تعامل هستند، درکی از حضور اجتماعی[5] را گزارش داده‌اند. مطالعات متعدد توسط بلاسکویچ، بیلنسون و دیگران نشان داده است که اصول روان‌شناسی اجتماعی که در موقعیت فیزیکی به اثبات رسیده است، همچنین در مورد تعاملات با انسان‌های مجازی و سایر شخصیت‌های مجازی کاربرد دارد (برای توضیح بیشتر به فصل ۲ مراجعه شود).

شکل ۱-۱. نمایش رابطه غیرخطی فرضی بین اضطراب و احساس حضور

1. therapeutic bond
2. virtual humans
3. avatars
4. Autonomous agents
5. sense of social presence