همیشه دلم می‌خواست آسمان شب را ببینم،
تنظیمات کاربران نابینا برای دستگاه های تعویض حسی

نویسندگان: همیلتن و همکاران، ۲۰۱۶

اقتباس و ترجمه: علی جعفری – دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات، سیستم‌های چندرسانه‌ای

چکیده

دستگاه‌های تعویض حسی اطلاعات بصری را به یک حس دیگر (مثلا صدا) تبدیل می‌کنند تا عملکرد روزانه افراد نابینا و افرادی که اختلال بینایی دارند، بهبود یابد. با این حال گستره توابع و گزینه‌هایی که امکان تبدیل بینایی به صدا را دارند، بسیار زیاد است. به منظور شناخت محدودیتهای طراحی این فناوری، با ده فرد نابینا و کم بینا مصاحبه شده است. این افراد به صورت اجمالی برای استفاده از سه دستگاه آموزش دیدند. دستگاه‌ها شامل ‘Depth-vOICe’, ‘Creole’,‘Synaestheatre’ هستند. شرکت‌کنندگان اشکالات عملی زیادی درباره دستگاه‌ها تشخیص دادند. علاوه برآن جنبه‌های تجربی این آزمایش نمایان و برجسته شد که شامل کنجکاوی درباره جهان بصری (مثلا فهمیدن سایه رنگ، شکل اتومبیل، دیدن آسمان شب)، میل به طراحی واکنشی به حرکت صدای جایگزین دستگاه و جذابیت به لحاظ زیبایی می شود.

کلید واژه: تعویض حس، بینایی، عمق، رنگ، شنیدن، صدا، نابینا، اختلال بینایی، آزمایش، طراحی.

مقدمه

" از وقتی‌که بینایی خود را از دست دادم، همیشه می‌خواستم آسمان شب را دوباره ببینم، فقط به آن نگاه کنم... اگر بتوان آسمان شب را نشان داد. آنگاه این دستگاه‌ها می‌توانند بیشتر موردعلاقه افراد نابینا و افرادی که اختلال بینایی دارند قرار گیرند..."

اطلاعات بصری، به‌واسطه تجربه مهیج دیدن مانند شناختن یک دوست از راه دور، موضوعی با ارزشی در زندگی است که برای بسیاری از نابینایان و افرادی که اختلال بینایی دارند، غیرقابل‌دسترس است. یک‌راه برای فراهم کردن این تجربه، می‌تواند از طریق دیگر حس‌ها باشد. به دستگاه‌هایی که اطلاعاتی را که به‌طور معمول همراه یک حس (به‌عنوان مثال بینایی) هستند، از طریق یک حس دیگر (مثلاً شنوایی) رمزنگاری می‌کنند، دستگاه‌های تعویض حسی گویند. هدف کلی این دستگاه‌ها این است که تعدادی از قابلیت‌های چشم را برای افراد نابینا و افرادی که اختلال بینایی دارند بازگردانند. این هدف به‌ظاهر روشن و ساده است، اما با طیف وسیعی از مشکلات عملی و ادراکی در زمینه طراحی چنین فن‌آوری‌هایی روبه‌رو است. افراد نابینا به کدام جنبه‌های مربوط به عملکرد بینایی، علاقه‌مند هستند؟ روش بهینه و مطلوب برای انتقال آن اطلاعات از طریق حسی دیگر چیست؟ چه نوع موانع عملی در زندگی روزمره، دستگاه‌های تعویض حسی را محدود می‌کنند؟

دستگاه‌های تعویض حسی را می‌توان از انواع دیگر ابزارهای سنسوری از چند منظر متمایز دانست. برخلاف عصای سفید (که نابینایان استفاده می‌کنند)، اطلاعات این دستگاه‌ها غنی هستند و جنبه‌های مختلفی از محیط بصری را نشان می‌دهند (به‌عنوان‌مثال فضای دوبعدی و روشنایی). بنابراین درحالی‌که یک سیستم تشخیص‌دهنده شیء ممکن است قادر به پیدا کردن درخت باشد، یک دستگاه تعویض حسی قادر خواهد بود چگونگی حرکت درختان در باد ملایم را به کاربر منتقل کند حتی رنگ برگ‌های درخت و فاصله آن از کاربر را انتقال می‌دهد. با این‌حال دستگاه‌های تعویض حسی مجبورند تا تعدادی از ویژگی‌های بصری را قربانی کنند تا بقیه ویژگی‌ها را منتقل کنند. به‌عنوان نمونه، یک دستگاه ممکن است قدرت تفکیک زمانی را برای ارائه فضایی واضح قربانی کند.

روشهای متنوعی در زمینه تبدیل اطلاعات بصری به صدا یا لمس در مقالات تعامل انسان و رایانه Human Computer Interaction (HCI) وجود دارد. در این مقاله، تمرکز بر روی صدا است و بر اساس تمایزهای دو روش بنا شده است: روش اول، تقلید کردن از تجربه شیء خارجی که صدا تولید می‌کند (به‌عنوان‌مثال دانستن محل یک پرنده از طریق صدای آن) که می‌تواند از طریق تکرار مکانیسم شنوایی طبیعی ما انجام شود؛ روش دومی که به‌صورت انتزاعی ابعاد بصری را رمز می‌کند، معمولاً بر اساس وابستگی شهودی بین بینایی و سایر حس‌هاست. این رویکردها می‌توانند با درجات مختلفی با هم ترکیب شوند. برای نمونه می توان به استفاده از انواع ویژگی‌های شنوایی (مانند گام و بلندی صدا) و ارائه به کاربر به‌صورت یکجا یا تدریجی اشاره کرد. در اینجا ما به دنبال ارائه بررسی تجربه کاربری دستگاه‌های

تعویض حسی مختلف از منظر کاربران یعنی نابینایان و افرادی که اختلال در بینایی دارند، هستیم. این مقاله می‌تواند به این موضوع که چگونه این دستگاه‌ها می‌توانند بهبود پیدا کنند تا خواسته‌ها و انتظارات کاربر را برآورده نمایند، کمک شایانی نماید.

در این مقاله سه دستگاه تعویض حسی جدید به افراد نابینا و افرادی که اختلال در بینایی دارند ارائه‌شده است که امکانات زیادی را ارائه می‌دهند؛ اطلاعات فضایی دقیق (Depth-vOICe)؛ اطلاعات فضایی سریع (Synaestheatre) و اطلاعات رنگی دقیق (Creole). همه این برنامه‌ها شامل خروجی صدای متفاوت‌اند. از طریق مصاحبه عمیق با ده فرد نابینا و کم‌بینا اطلاعات با ارزشی درباره مزایا و محدودیت‌های این دستگاه‌ها برای بهبود زندگی روزمره و غنی ساختن تجارب آن‌ها به‌دست‌آمده است. مشارکت ما در این مقاله در سه زمینه است. اول، افزایش دانش درباره این‌که نابینایان به چه نوع تجربه بصری از جهان تمایل دارند. دوم، ما درباره جنبه‌های مثبت و منفی دستگاه‌های موجود بحث خواهیم کرد. نهایتاً ما نشان می‌دهیم که چه طور این دستگاه‌ها در آینده می‌توانند برای رسیدن به تجربه کاربری موردنظر نابینایان در زندگی روزمره و استفاده طولانی‌مدت، طراحی شوند.

تبدیل بینایی به صدا

با نفوذترین دستگاه تعویض حسی بینایی به صدا vOICe است. این دستگاه یک سیگنال دوبعدی از تصویر خاکستری را در هر ثانیه به صدا تبدیل می‌کند. شکل ۱. ارتفاع بصری، به هر آهنگ تولیدشده گام می‌دهد، در حالیکه روشنایی با بلندی صدا در ارتباط است. این اطلاعات به صورت یک ستون در هر زمان از راست به چپ تولید می‌شود. به عنوان مثال، تصویر ⟨، باید به‌صورت دو tone الکترونیکی شنیده شود، یکی به‌صورت صعودی و دیگری به صورت نزولی، که از گوش چپ به راست حرکت می‌کند. این رویکرد مقدار زیادی از اطلاعات بصری را به همراه دارد. ابزار vOICe به‌صورت گسترده در تحقیقات علمی برای بررسی محل اشیاء، تشخیص، فهم بصری، محتوای اطلاعاتی و نحوه پردازش آن توسط مغز استفاده شده است. بیرون از آزمایشگاه، vOICe توسط حدود ۲۷۰۰۰۰ نفر بر روی دستگاه اندرویدی دانلود شده است. ۲۱ درصد از این کاربران افراد نابینا و کم‌بینا بوده‌اند. با این‌حال vOICe توسط جامعه نابینایان به‌صورت گسترده استفاده نشده است. باوجود اینکه این دستگاه از سال ۱۹۹۲ رایگان در دسترس است، تنها تعداد انگشت شماری از کاربران نابینا آن را برای استفاده طولانی مدت از قابلیت آن در بازتوانی بینایی خود مورداستفاده قرار داده‌اند. سوال اینجاست که چرا تعداد کمی به صورت مستمر از این دستگاه استفاده کرده اند؟ اکثر تحقیقات تاکنون برامکانات vOICe متمرکز شده‌اند و توجه اندکی به تجربه کاربری این سیستم شده است.

شکل ۱- تبدیل تصویر به صدا با vOIVce

زندگی با تعویض حسی

گزارش استفاده طولانی مدت از دستگاه vOICe توسط کاربران، باوجود قابلیتی که برای معلوم کردن اطلاعات کلیدی در طراحی کاربر دارد، نادر و عمدتاً در منابع غیر آکادمیک مستند شده است. در اینجا تجربه‌های گزارش‌شده توسط سه نوع کاربر که در بلند مدت از آن استفاده کرده‌اند، بیان شده است: PF، کاربری است که اخیراً نابینا شده با حداقل درک نور و ۱۷ سال تجربه استفاده از vOICe؛ CC، کاربری است با دید کم با ۱۴ سال تجربه کار با vOICe؛ و PL، کاربر دیگری است که از ابتدا نابینا بوده است و با حداقل درک نور و ۱۴ سال تجربه استفاده از vOICe. در ادامه ما تجربه متخصصین استفاده از vOICe را نه تنها با بررسی مقالات علمی-پژوهشی مربوط، بلکه با بررسی مستندات خارج از مقالات مانند مستندات درون پست‌های بلاگ‌ها، گفتگوهای صوتی و مقالات علمی محبوب تحلیل می‌نماییم. ازاین طریق ما می‌توانیم موانع و تجارب با ارزش زندگی را که این دستگاه‌ها فراهم می‌سازند، بیازماییم.

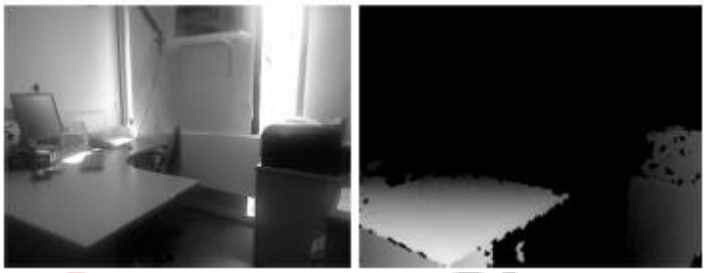
طراحی دستگاه‌های تعویض صوتی

در این بخش، به بیان امکانات متنوع بصری و صوتی طراحی دستگاه‌ها پرداخته می‌شود.

امکانات بصری:

به‌طور پیش‌فرض vOICe تصویر دوبعدی خاکستری را در هر ثانیه به صدا تبدیل می‌کند. اما آیا ادراک روشنایی، مطلوب‌ترین ویژگی بصری است که این دستگاه‌ها می‌توانند فراهم کنند؟ تعدادی از کاربران ممکن است درک نوری ساده‌ای داشته باشند که در حد وضوح این دستگاه‌ها باشد. در عوض ممکن است، کاربرانی به اطلاعات اضافی برای محیط‌های با روشنایی کم علاقه‌مند باشند. در آزمایش انجام شده با استفاده از vOICe، سایه‌های اشیاء برای ساده‌سازی اطلاعات انتخاب شده‌اند. به‌طور مشابه کاربران تازه‌کار بهترین کارایی را زمانی دارند که اشیاء به‌جای روشنایی، صداهای بلندتری تولید می‌کنند.

یکی از گزینه‌ها استفاده از اطلاعات مکانی سه بعدی است. نقشه عمق قادر به ساده‌سازی صحنه‌های پیچیده با اولویت و بخش‌بندی اشیاء نزدیک از پس‌زمینه‌های دور است. در نتیجه، اشیاء به اشکال ساده، شبیه به استفاده‌شان در طول آموزش با vOICe تبدیل شدند. این نکته به ویژه با ظهور فناوری سنجش عمق در تلفن‌های همراه، بسیار مرتبط به نظر می رسد. شکل ۲.



شکل ۲- روشنایی اطلاعات زیادی فراهم می کند، اما مقدار زیادی از آن برای کاربر غیر ضروری است

امکانات صوتی:

انتخاب طراحی مناسب برای vOICe به تمایلات حسی درباره چگونگی تفاوت ابعاد حس‌ها وابسته است. به‌عنوان مثال، گام بالا به‌طور مستقیم به محل فضایی بلند، و بلندی صدا به‌طور مستقیم به روشنایی مرتبط است. بااین‌حال، بسیاری از امکانات دیگر برای نمایش فضای بصری در حوزه شنوایی وجود دارد. چگونه کاربران به ترکیبی از گام و بلندی صدا برای دریافت اطلاعات بصری پاسخ می‌دهند؟ آیا کاربران، صدای خاصی را برای درک اشیاء یا صحنه‌های بصری به‌عنوان یک کل ساده تر می‌دانند ؟

کاربران PF,CC و PL گزارش دادند که استفاده از vOICe در ابتدا نیاز به تلاش زیادی دارد. این تلاش می‌تواند با استفاده از مکانیسم شنوایی طبیعی کاهش داده شود. شنوایی طبیعی می‌تواند مکان منبع صدا را با تفاوت در زمان‌گیری، شدت و اعوجاج در صدا که با گوش و سر ساخته می‌شود، تشخیص دهد.

درنهایت این سؤال مطرح است که آیا نابینایان ترجیح می‌دهند تمام اطلاعات در دسترس را به‌یک‌باره و یا مانند vOICe به صورت تدریجی بشنوند؟ آیا مزیت‌های بالقوه ارائه تدریجی مهم‌تر از این حقیقت است که این سیگنال‌ها برای به‌روزرسانی وقتی‌که دستگاه حرکت می‌کند، کند هستند؟

ویژگی‌های دیگر:

فراتر از اطلاعات حسی، آیا اطلاعات دیگری وجود دارد که نابینایان بخواهند برایشان فراهم شود؟ چه خصوصیت‌های دیگری می‌تواند این دستگاه‌ها را مطلوب‌تر کند؟ چگونه کاربران می‌خواهند این دستگاه‌ها را کنترل کنند؟ با فهمیدن پاسخ این سؤالات از دیدگاه کاربران نهایی، ممکن است که کسب رضایت طولانی مدت‌تر با در نظر گرفتن نیازهای نابینایان راحت‌تر باشد. در این پژوهش، بر شناسایی اولویت‌های کاربران نابینا با ارائه دستگاه‌های متنوع و آزمایش تمرکز شده است.

سه دستگاه جدید تعویض حس

سه دستگاه جدید به شرکت‌کنندگان ارائه‌شده که مجموعاً طیف وسیعی از پیکربندی بینایی و شنوایی را نمایش می‌دهند (جدول۱). Depth-vOICe یک تصویر را در ۱,۵ ثانیه اسکن می‌کند تا اطلاعات فضایی دقیق برای تشخیص شکل ارائه دهد. این اطلاعات از طریق یک سری toneهای الکترونیکی منتقل می‌شود. اشیاء موجود در تصویر عمق به صورت یک ستون در هر زمان اسکن می شود، با گام موجود در این تون‌ها مکان عمودی شیء بیان می‌شود، از چپ به راست استخراج کردن مکان افقی و درنهایت بلندی صدا، میزان نزدیکی شیء را بیان می‌کند. در مقابل Synaestheatre رزولوشن فضایی پایینی (۱۳*۷) به‌منظور ارائه فوری اطلاعات درباره تمام مکان‌ها دارد. این قدرت تفکیک زمانی سریع، این دستگاه را برای تشخیص حرکت مناسب می‌سازد. این کار از طریق ابزارهای صدا که متنوع در گام، استخراج و بلندی صدا هستند و با توجه به فاصله عمودی، افقی و فاصله اشیاء گرفته‌شده در تصویر عمق، ارائه می‌شود. درنهایت Creole، محدوده وسیعی از اطلاعات فضایی را به خاطر جزییات بالا و متمرکز کردن اطلاعات رنگی، قربانی می‌کند. اطلاعات رنگی پیکسلها از طریق ادغام کردن تون‌ها و صداها منتقل می‌شود.

جدول ۱- مقایسه سه دستگاه تعویض حسی

Device	Information	Output	Sounds	Spatial resolution	Information at a time	Temporal resolution
Depth-vOICe	3D space	Bone conductance	Tones	176*64	1 column	1.5 seconds
Synaestheatre	3D space	Headphones	Instruments	13*7	All locations	Instant
Creole	2D colour	Speakers	Tones / Vocals	1080*720	Single pixel	Instant

نتایج

از مصاحبه، استفاده کاربران از دستگاه‌ها، نظرات و تجربیات بیان‌شده توسط آن‌ها جهت تحلیل داده استفاده شده است. برخی از مصاحبه‌ها که در استخراج کاستی‌ها و تجربیات کاربران کمک می‌کنند، در مقاله آورده شده است. به‌طور خلاصه مصاحبه نشان داد که تمرکز مجموعه کارهای آینده بر کیفیت صدا و زیبایی‌شناسی؛ ملاحظات اجتماعی و عملی باید باشد. سؤال نهایی که پرسیده شد در مورد استفاده احتمالی کاربران از دستگاهها در آینده بود که به‌طور میانگین پاسخ ۸,۴ افراد مثبت بود.

بحث و الهام‌بخش طراحی

مصاحبه به تشخیص نگرانی‌های مشترک کار با دستگاه‌های دیگر کمک کرد تا تمایل قوی برای زیباگرایی (به‌عنوان‌مثال، صداهای دلپذیر) و تسهیل تعاملات اجتماعی مثبت و همچنین داشتن فایده کاربردی به عنوان موضوعاتی مهم شناسایی شود. در بخش بعدی ابتدا بازخوردهای اصلی را مقایسه کرده و سپس در مورد مفاهیم خاص‌تر برای طراحی، بحث می‌شود.

فراتر از دستگاه‌های تعویض حسی موجود

با توجه به سه دستگاه که موردبررسی قرار گرفت، DepthvOICe برای بخش‌بندی و محل اشیاء و همچنین برای پرسپکتیو مورد ستایش قرار گرفت. کاربران با تجربه قبلی از vOICe، بر اساس تبدیل روشنایی به بلندی صدا، سیگنال‌های مربوط به عمق راشهودی‌تر یافتند. درحالی‌که vOICe سرعت کمی دارد (۱,۵ ثانیه)، دستگاه Synaesthetre این‌گونه نیست. برای این دستگاه، شرکت‌کنندگان این واقعیت را دوست دارند که به‌سرعت به تغییرات بصری پاسخ می‌دهد. ویژگی‌های شنوایی این دستگاه بر اساس یک ابزار موسیقی است که در بین این سه دستگاه از همه جذاب‌تر است. استفاده دستگاه Synaestheatre از صداهای طبیعی یک ویژگی مهم آن در طراحی محسوب می‌شود. انتقال اطلاعات رنگی دقیق Creole به‌شدت مطلوب بود و می‌تواند در دستگاه‌های دیگر گنجانده شود. نابینایان علاقه‌مند به شناخت رنگ و سایه‌های آن و ارتباط بین رنگ‌ها (به‌عنوان‌مثال فهم اینکه آبی روشن مشابه سفید است) هستند.

استفاده از این سه دستگاه، نشان‌دهنده تمایل کاربران نهایی به انجام تنظیمات از طریق یک کنترل‌گر خوب، توسط خود آنان است. قابلیت تنظیم بر اساس اولویت‌ها و موقعیت و ترجیحات فردی برای ساختن دستگاه مطلوب‌تر، نیازمند توجه بیشتر طراحان به این موضوع است. ازآنجاکه درنهایت مصالحه‌هایی باید انجام بپذیرد، مثلا مصالحه بین جزئیات فضایی در مقابل جزئیات رنگ، می‌توان مصالحه را به‌صورت پویا انجام داد. به‌طوری‌که کاربر اولویت خود را برای وظیفه مشخصی، انتخاب کند. به‌این‌ترتیب یک دستگاه می‌تواند در سناریوهای متعدد انعطاف‌پذیر باشد. به‌عنوان مثال لحاظ کردن تفاوتها در سناریوی "لذت بردن از آسمان شب" و سناریوی "پیدا کردن پیراهن قرمز" می‌تواند تجربه کاربری متفاوت و تطبیق‌یافته با انتخاب کاربر فراهم نماید.

فراتر از نیازهای عملی و به سمت کنجکاوی بصری

یکی از بزرگ‌ترین اشکالاتی که بسیاری از دستگاه‌ها دارند میزان زمان و تلاشی است که به‌کاربرده می‌شوند تا کاربر یاد بگیرد چگونه از آنها استفاده کند. درحالی‌که توسعه روشها و دوره‌های آموزشی بهتر به کاربران کمک می‌کند، کاربران علاقمند به توسعه دستگاه‌هایی هستند که به صورت شهودی استفاده از آن را بلد باشند. چنین دستگاه‌هایی نه تنها در هنگام استفاده کارآمد هستند، تجربه زیبا و دل‌انگیزی را هم برای کاربران فراهم می‌کنند. مصاحبه‌شوندگان همچنین به یادگیری در مورد ویژگی‌های از جهان که به‌طور معمول با دیدن تجربه می‌شود (به‌عنوان‌مثال رنگ آسمان، ستاره‌ها و برج ایفل) ابراز علاقه کردند. این موضوع به حس جنبه‌های جدید از محیطشان یا به خاطر آوردن احساساتی که دیگر در دسترس آن‌ها نبود، مربوط می‌شود. دستگاه‌ها هنوز این فضای طراحی را پوشش نمی‌دهند، بااین‌حال با توجه به علاقه به دیجیتالی شدن اطلاعات بصری در مورد جهان و فراتر از آن (با الهام از افزایش علاقه به موضوعات داده‌های عظیم و اینترنت اشیاء)، تجربیات با ارزش بسیاری وجود دارد که می توان توسط چنین دستگاه‌هایی برای افراد نابینا ترجمه کرد تا آنها نیز تجربه‌ای از این موضوعات داشته باشند و در آن سهیم باشند.

محدودیت‌ها

درحالی‌که مطالعات فعلی دیدگاهی کلیدی در پیشرفت دستگاه‌های تعویض حسی فراهم می‌کند، چند عامل محدودکننده وجود دارد که باید در نظر گرفته شوند. اولی این است که تنها بینایی به صدا موردبررسی قرار گرفت، به‌عنوان مثل بسیاری از یافته‌های ما ممکن است قابل‌تعمیم به ترجمه بصری به لمسی، تعویض‌های مختلف (مثلاً صوتی به لمسی) یا ترکیبی (به‌عنوان‌مثال بینایی به صدا و لمس) نباشند. درحالی‌که مطالعات کیفی یک مرور کلی از نگرانی‌ها و خواسته‌های کاربران بالقوه ارائه می‌کنند، تحقیقات کمی در آینده موردنیاز است تا این ایده‌ها را تصحیح کند و انتظارات کاربران را برآورده نماید. علاوه بر این گروه‌های مختلف کاربران ممکن است خواسته‌های مختلف داشته باشند که مربوط به تجربه بصری آن‌ها یا تخصصشان است. ازآنجاکه ما تنها با ده نابینا مصاحبه کردیم، مطالعات آینده بیشتر می‌توانند نیازهای این گروه را کشف کنند. با این‌وجود یافته‌های ما انگیزه قوی برای فراتر رفتن از طرح‌های دستگاه‌های کنونی ارائه می‌دهد و یک رویکرد انسان-محور فراهم می‌کند که تجارب کاربران را برای توانمند ساختن آنان در اولویت اول قرار می‌دهد.

مرجع

[1] Hamilton-Fletcher, G., Obrist, M., Watten, P., Mengucci, M., & Ward, J. (2016, May). I Always Wanted to See the Night Sky: Blind User Preferences for Sensory Substitution Devices. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 2162-2174). ACM.