

ارزیابی تعامل افراد مبتلا به لرزش با صفحات لمسی

شادی آرازخانی^۱، شکوه کرمانشاهانی^۱

^۱گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
s946169002@edu.ikiu.ac.ir, kermanshahani@eng.ikiu.ac.ir

چکیده

برقراری تعامل درست، ساده و روان بین انسان و کامپیوتر، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی است که اثر مستقیم و غیرمستقیم بر کارایی یک سامانه کامپیوتری دارد. با این حال، این موضوع در طراحی سامانه‌های کامپیوتری اغلب مغفول می‌ماند یا به اندازه‌ای که شایسته است به آن توجه نمی‌شود. کاربر پسند بودن و برقراری ارتباط ساده و سریع با کاربران بدون صرف وقت و هزینه‌های زیاد برای آموزش، بخشی از پارامترهای مؤثر در تعامل انسان با سامانه هستند. یکی از فناوری‌های مدرن که امروزه به عنوان واسط تعامل انسان با کامپیوتر به طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد، فناوری صفحه لمسی است. این نوع از واسط سخت افزاری، با حداقل آموزش مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای پذیرش بالایی در میان کاربران است. با این همه از آنجایی که صنعت تولید نرم افزار با نگرانی کمتری در زمینه طراحی واسط برای گروه‌های خاص همراه بوده است، افرادی که در این گروه‌ها قرار دارند، در تعامل با سامانه از طریق صفحات لمسی دچار چالش‌هایی هستند. از جمله گروه‌های خاص که به نظر می‌رسد در تعامل با واسط‌های لمسی دچار مشکل باشند، افراد مبتلا به لرزش دست هستند. ادامه‌ی روند توسعه گوشی‌های همراه که تنها واسط ارتباطی آنها با کاربر، صفحه لمسی است، توجه به این گروه از کاربران و رفع مشکلات آن‌ها را در کار با صفحات لمسی اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. پژوهش‌هایی جهت بررسی مشکلات افراد مبتلا به لرزش در استفاده از نمایشگرهای لمسی و کمک به رفع این مشکلات انجام شده و برنامه‌ها و دستورالعمل‌هایی برای طراحی واسط کاربری بر بستر صفحات لمسی، برای آنان ارائه شده است. با این حال هنوز چالش‌هایی برای کاربران مبتلا به لرزش دست در تعامل با صفحات لمسی وجود دارد و با توجه به تأثیر حرکات دست در استفاده از صفحه نمایش لمسی، چگونگی انجام بسیاری از حرکات لمسی توسط کاربران مبتلا به لرزش نیاز به مشاهده و بررسی بیشتر و ارائه‌ی راهکارهای مؤثرتر دارد. در این پژوهش، ابتدا مروری داریم بر مشکلات بیماران مبتلا به لرزش در تعامل با صفحات لمسی. در ادامه چند نمونه کار عملی انجام شده را مورد ارزیابی قرار داده‌ایم.

کلمات کلیدی: تعامل انسان و ماشین، صفحه‌نمایش لمسی، واسط کاربری، اختلال لرزش.

۱ مقدمه

ویژگی‌ها و قابلیت‌های خاص صفحات لمسی نحوه تعامل کاربران با سامانه را تغییر داده است. صفحات لمسی کاربران را قادر می‌سازند تا به طور مستقیم با دستگاه ارتباط برقرار کنند و رفتار و احساس طبیعی در تعامل با

آن داشته باشند. استفاده از انگشت به جای سایر دستگاه‌های اشاره گر مانند ماوس میزان آزادی عمل کاربر را بالا می‌برد و رضایتمندی بالاتری دارد (Shneiderman & Plaisant, 2016; Chat Wacharamanotham et al., 2011).

صفحات لمسی مانند هر فناوری دیگر دارای مزایا و چالش‌هایی هستند. از مزایای آن می‌توان به افزایش سرعت اجرای دستورالعمل‌ها، استفاده آسان و زمان یادگیری پایین اشاره کرد (Shneiderman & Plaisant, 2016). با توجه به رشد چشمگیر استفاده از صفحات لمسی دسترسی‌پذیری این فناوری برای کاربران با توانایی‌های مختلف امری ضروری است و باید مورد بررسی قرار گیرد (Chen, Savage, Chourasia, Wiegmann, & Sesto, 2013). قابلیت استفاده پایین واسط‌های کاربری برای گروه‌های خاص مانند سالمندان، نابینایان و افراد مبتلا به لرزش از چالش‌های این فناوری هستند (Popa, 2012).

باتوجه‌به اینکه اغلب نرم‌افزارهای صفحات لمسی برای افراد سالم و بدون مشکل حرکتی طراحی می‌شوند افرادی که با لرزش مواجه هستند در تعامل با صفحه‌نمایش لمسی دچار مشکل می‌شوند (Phiriyapokanon, 2011). ثبت هرگونه تماس توسط صفحات لمسی و پاسخ به ورودی‌های ناخواسته باعث می‌شود کاربرانی که دچار لرزش دست هستند، ناخواسته یک عمل را چندین بار انجام دهند یا ورودی تکراری و لمس ناخواسته داشته باشند (Chatchavan Wacharamanotham, Borchers, & Dracigevic, 2016).

لرزش در اندام فوقانی بر روی دقت ورودی تأثیر می‌گذارد. نوسان موازی دست (محور X و Y) ممکن است باعث انحراف نقطه تماس از موقعیت در نظر گرفته شود و نتیجه‌اش از دست‌دادن هدف است و نوسان متعامد (محور Z) بر روی صفحه‌نمایش ممکن است باعث پرش و خاموش شدن پی‌درپی صفحه‌نمایش شود و ضربه‌ای را به اشتباه وارد کند (Chatchavan Wacharamanotham et al., 2016). باوجود این مشکلات و ناکافی بودن امکانات کمکی سیستم‌های عامل، صفحات نمایش لمسی هنوز برای این گروه از کاربران جذاب هستند (Popa, 2012).

برای طراحی مناسب واسط کاربری سامانه‌های نرم‌افزاری برای یک گروه خاص کاربران، ابتدا نیاز است که نیازهای این کاربران شناخته شود و سپس بر پایه اصولی به باز طراحی واسط‌های کاربری بپردازیم. این مقاله تلاش اولیه‌ای است در این زمینه.

۱.۱ انواع لرزش و اختلالات وابسته به آن

لرزش عضلانی توانایی کاربران در استفاده از صفحات لمسی را کاهش می‌دهد و باعث سرخوردگی و فاصله‌گیری آن‌ها از این فناوری می‌شود. با توجه به استفاده گسترده‌ی کاربران با توانایی‌های مختلف از صفحات لمسی فهم عوامل انسانی که بر روی عملکرد افراد در استفاده از صفحات لمسی تأثیر می‌گذارند ضروری است (Popa, 2012). بیماری لرزش با انواع تغییرات و اختلالات در ادراک، توانایی شناختی و توانایی حرکتی همراه است، طراحان واسط کاربری باید انواع لرزش و خصوصیات فیزیولوژیکی و روانی آن‌ها را که بر عملکرد کاربر در استفاده از این فناوری تأثیر می‌گذارند درک کنند.

تکان دادن ریتمیک دست‌ها، بازوها، سر و پاها، صدای ضعیف، مشکل نوشتن یا نقاشی کردن و مشکلات نگهداری و کنترل وسایل می‌توانند از علائم لرزش باشند (Tremor Fact Sheet | National Institute)

(2017, "of Neurological Disorders and Stroke").

لرزش می‌تواند به دو دسته کلی تقسیم شود (Crawford & Zimmerman, 2011):

۱. لرزش استراحت^۱: این نوع لرزش زمانی که عضلات در حالت استراحت هستند رخ می‌دهد مانند قرار دادن دست‌ها روی دسته میل. با انجام کارهای ارادی از شدت این لرزش کم می‌شود.

۲. لرزش حرکتی^۲: این لرزش زمانی اتفاق می‌افتد که عضلات به‌صورت داوطلبانه حرکت می‌کنند مثلاً زمانی که فرد شروع به نوشتن می‌کند.

لرزش بر اساس منشأ و علائم دسته‌بندی می‌شود که در ادامه به دو دسته مهم آن می‌پردازیم.

۲.۱ لرزش پارکینسونی

لرزش پارکینسونی از علائم رایج بیماری پارکینسون است. پارکینسون یک بیماری پیشرونده سامانه عصبی در سنین بعد از ۶۰ سالگی است البته گاهی در افراد جوان‌تر هم دیده می‌شود و هنگامی رخ می‌دهد که نواحی خاصی از مغز توانایی خود را در تولید دوپامین^۳ (یکی از ناقلین عصبی در مغز) از دست می‌دهند (Joseph Jankovic, n.d.). در مراحل اولیه بیماری، ارتعاش اندام ملایم و معمولاً در یک طرف بدن وجود دارد و با پیشرفت بیماری ممکن است به هر دو طرف بدن منتقل شود (Joseph Jankovic, n.d.). علائم این بیماری به دو دسته حرکتی و غیرحرکتی تقسیم می‌شود (فتحی، ۱۳۹۵):

۱. علائم حرکتی: ارتعاش و لرزش دست و پا در حالت استراحت، کندی حرکات، سختی و خشک شدن دست و پا و بدن و نداشتن تعادل.

۲. علائم غیر حرکتی: درد، مشکلات حافظه، مشکلات ادراک و اختلالات رفتاری، از بین رفتن حالت چهره (عدم نمایش احساسات در صورت، خیرگی چشم به دلیل کاهش پلک زدن)، تغییرات صدا (صدا ضعیف و بم می‌شود)، خستگی، تندبیانی، از دست دادن حس بویایی، تغییر الگوی خواب، اختلال شناختی و زوال عقل (مشکلاتی در سرعت پردازش ذهنی، عملکرد اجرایی، عملکرد بینایی و بازیابی حافظه).

بیماران پارکینسونی غالباً از ضعف بینایی به‌خصوص با پیشرفت بیماری شکایت دارند (Christoff, n.d.; Oh et al., 2011). کاهش حساسیت تضادها، دوپامینی، زوال تدریجی دید رنگی بعد از مرحله‌ای از بیماری و علائم خیره شدن و مشکل پلک زدن مانند سوزش، خارش، سرخی و تاری دید از مشکلات بینایی بیماران پارکینسون هستند (Christoff, n.d.; Oh et al., 2011).

¹Resting Tremor

²Action Tremor

³Dopamine

۳.۱ لرزش اساسی

یکی از شایع‌ترین بیماری‌های عصبی، لرزش اساسی^۴ است و حداقل ۸ برابر بیش‌تر از بیماری پارکینسون متداول است. این نوع لرزش معمولاً بر هر دو طرف بدن تأثیر می‌گذارد و میزان پیشرفت آن می‌تواند متغیر باشد، در بعضی از بیماران تا پایان عمر ثابت باقی می‌ماند و باعث ناتوانی قابل‌توجهی نمی‌شود و در بعضی دیگر پیشرفت می‌کند و می‌تواند بسیاری از فعالیت‌های روزانه را پیچیده و غیرممکن کند. این نوع از لرزش ممکن است در هر سنی رخ دهد اما اکثر بیماران در دهه‌های دوم یا ششم زندگی خود هستند (Joseph Jankovic, n.d.; Elan D. Louis, 2013).

از عواملی که زمینه را برای لرزش اساسی ایجاد می‌کنند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (Elan D. Louis, 2013):

- سن یک عامل خطر برای این بیماری است و با پیشرفت سن وخامت آن افزایش پیدا می‌کند. این نوع لرزش در دهه‌های ششم و هشتم زندگی بسیار شایع است.
- قومیت ممکن است یک عامل خطر برای این لرزش باشد، مطالعه‌ای در ایالات متحده تفاوت شیوع در میان سفیدپوستان و سیاه‌پوستان آمریکایی را گزارش می‌دهد. این تفاوت‌های قومی می‌تواند نتیجه تفاوت در حضور ژن‌ها باشد که باعث افزایش استعداد ابتلا به بیماری می‌شوند.
- سابقه خانوادگی یک عامل خطر قوی برای این نوع لرزش است. احتمال به ارث رسیدن این لرزش به کودکانی که یکی از والدین آن‌ها مبتلا هستند ۵۰٪ بیشتر است.

لرزش اساسی ممکن است بر روی تمامی قسمت‌های بدن (سر، صدا، فک، بازوها و پاها) تأثیر بگذارد اما اغلب در دست‌ها رخ می‌دهد. شایع‌ترین عضوی که بعد از دست درگیر لرزش می‌شود سر (مثل گردن) است که به شکل حرکت «بله، بله» یا «نه، نه» مشاهده می‌شود و میزان شیوع آن در محدوده ۱۵٪ - ۵۵٪ است. زنان چند برابر بیشتر از مردان احتمال ابتلا به لرزش سر را دارند. لرزش سر می‌تواند عمدی^۵ باشد و هنگام حرکت هدف‌گرا تشدید شود (هنگام خم کردن گردن به سمت پایین برای نوشیدن از فنجان چایی) (Elan D. Louis, 2013). ۵۸٪ از بیماران با لرزش اساسی دارای لرزش عمدی هستند و ۱۸/۸٪ آن‌ها از لرزش پارکینسونی (بدون دیگر ویژگی‌های بیماری پارکینسون) رنج می‌برند (Elan D. Louis, 2013). از جمله ویژگی‌های غیر حرکتی این لرزش اختلالات خفیف شناختی (به‌ویژه اختلال اجرایی) و اختلال شنوایی هستند. لرزش اساسی و بیماری پارکینسون دو اختلال لرزشی متداول هستند که دارای علائم و نشانه‌های مشترک و یا متفاوتی هستند، جدول ۱ به بیان این علائم می‌پردازد.

^۴Essential Tremor

^۵Intention Tremor

جدول ۱: علائم و نشانه‌های لرزش اساسی و پارکینسون (Essential Tremor and Parkinson's Disease)
(- Brain; International Essential Tremor Foundation, 2011)

پارکینسون	اساسی
علائم عبارت‌اند از برادیکینزی، سفتی، لرزش، مشکل در راه رفتن و حفظ تعادل	لرزش علامت اولیه است اگرچه ممکن است مشکلاتی در ارتباط با راه رفتن یا تعادل وجود داشته باشد
دامنه لرزش زیاد، فرکانس کم و آهسته (۴ تا ۶ هرتز) است	دامنه لرزش متغیر است، فرکانس بالا و سریع است که ممکن است با پیشرفت بیماری کاهش پیدا کند
دارای لرزش استراحت و لرزش وضعیتی است. لرزش وضعیتی در این بیماری تحت عنوان لرزش مجدد Re-emergent tremor شناخته می‌شود که پس از تأخیر یک یا چند ثانیه به وجود می‌آید و دارای فرکانسی مشابه با لرزش استراحت است و دامنه ی بیشتری نسبت به لرزش اساسی دارد	دارای لرزش جنبشی و لرزش وضعیتی است با شدید شدن بیماری امکان وقوع لرزش استراحت نیز وجود دارد
در نوشتن، دست خط بزرگ و لرزان می‌شود معمولاً از یک طرف بدن شروع می‌شود و به سمت دیگر حرکت می‌کند	در نوشتن، دست خط بزرگ و لرزان می‌شود بر هر دو طرف بدن تأثیر می‌گذارد ولی در هر دو طرف یکسان نیست
بر روی دست‌ها و پاها تأثیر می‌گذارد اما به‌ندرت در سروصدا دیده می‌شود	بر روی دست‌ها، سروصدا تأثیر می‌گذارد اما به‌ندرت در پاها دیده می‌شود
بیماران به‌ندرت دارای سابقه خانوادگی هستند (بیش از ۱۰٪)	در بیش‌تر از ۵۰٪ بیماران سابقه خانوادگی گزارش شده است

۲ اثر اختلالات لرزش بر استفاده از صفحات لمسی

انسان در تعامل با محیط اطراف اطلاعات را از طریق حواس (بینایی، شنوایی، لامسه، چشایی، بویایی) دریافت می‌کند، اطلاعات از طریق فرآیندهای شناختی در مغز پردازش می‌شوند و سپس در حافظه (حافظه حسی، حافظه کوتاه‌مدت، حافظه بلندمدت) ذخیره می‌گردند و پس از آن از طریق رفتارهای حرکتی نسبت به محیط اطراف واکنش نشان داده می‌شود (Al-showarah, 2015). بیماران مبتلا به لرزش در هریک از این مراحل اختلالاتی را تجربه می‌کنند بر اساس این علائم و نشانه‌ها فعالیت روزانه این بیماران از جمله تعامل با صفحات لمسی دچار مشکل می‌شود. با توجه به سرعت افزایش استفاده از فناوری صفحه لمسی و سودمندی این فناوری برای افراد دارای اختلال حرکتی، طراحی واسط کاربری صفحات لمسی که بتواند پاسخ نیازهای این دسته از کاربران را بدهد ضروری به نظر می‌رسد.

در این بخش به بیان تغییرات و اختلالات در ادراک، توانایی شناختی و توانایی حرکتی بیماران مبتلا به لرزش می‌پردازیم و به‌منظور کمک به کاهش مشکلات کاربران مبتلا به لرزش چگونگی تأثیر این اختلالات را در استفاده از صفحات لمسی بیان می‌کنیم.

۱.۲ اختلالات شناختی بیماری لرزش

شناخت^۶، توانایی تبدیل اطلاعات دریافتی از منابع مختلف (ادراک، تجربه و تفکر) به دانش است و شامل فرآیندهای شناختی مختلف مانند توجه، ادراک، استدلال، یادگیری، ذخیره‌سازی و بازیابی اطلاعات حافظه، زبان و تصمیم‌گیری است (Kreh, 2011). فرآیندهای شناختی به‌طور مداوم و در طی انجام تمامی فعالیت‌های روزانه توسط مغز اجرا می‌شوند و اختلال در هر یک از آن‌ها می‌تواند بر چگونگی انجام فعالیت‌ها تأثیر منفی داشته باشد (Salazar, 2017). اختلال شناختی یک عارضه شایع غیر حرکتی در بیماران مبتلا به لرزش است و می‌تواند شدت متفاوتی در بیماران مختلف داشته باشد. از این‌رو بررسی هر یک از مشکلات شناختی بیماران مبتلا به لرزش و چگونگی تأثیر آن‌ها بر استفاده از صفحات لمسی امری مهم و ضروری است و در این بخش به آن پرداخته می‌شود.

اختلالات حرکتی در بیماری پارکینسون و لرزش اساسی می‌توانند مسئول مشکلات در برقراری ارتباط با صفحات لمسی باشند. در ادامه علائم و خصوصیات هر کدام از این اختلالات را که ممکن است بر تعامل با صفحات لمسی تأثیر بگذارند را بیان می‌کنیم.

لرزش از علائم اصلی بیماران مبتلا به لرزش اساسی و پارکینسون است که در بیماران پارکینسونی به‌صورت لرزش استراحت و در لرزش اساسی به شکل لرزش حرکتی ظاهر می‌شود. با این حال مطالعات نشان می‌دهد بیماران مبتلا به پارکینسون نیز لرزش حرکتی را تجربه می‌کنند (E D Louis et al., 2001; Thenganatt & Louis, 2012). بیماران مبتلا به لرزش حرکتی می‌توانند در انجام فعالیت‌های روزانه خود مانند گرفتن یک شی، نوشتن و سایر مهارت‌های حرکتی دچار مشکل شوند (Thenganatt & Louis, 2012). ورودی تکراری و لمس ناخواسته و عدم انتخاب دقیق اهداف به‌ویژه در صفحات نمایش کوچک از اثرات اختلال لرزش در استفاده از صفحات لمسی است.

برادیکنیزی^۷ به معنای کند شدن حرکات است و یکی از علائم اصلی بیماری پارکینسون محسوب می‌شود (Nunes, Silva, Cevada, Correia Barros, & Teixeira, 2016). کندی حرکات در برخی از بیماران مبتلا به لرزش اساسی نیز دیده می‌شود (Berardelli, Rothwell, Thompson, & Hallett, 2001; Duval, Sadikot, & Panisset, 2006). شروع و تکمیل حرکات در بیماران مبتلا به برادیکنیزی طولانی‌تر از افراد سالم است (Berardelli et al., 2001) و می‌تواند فعالیت‌ها را دشوار و وقت‌گیر کند. بنابراین انجام حرکات سریع مانند ۲ بار ضربه زدن^۸ در صفحات لمسی به‌سختی توسط کاربران با اختلال برادیکنیزی انجام می‌شود.

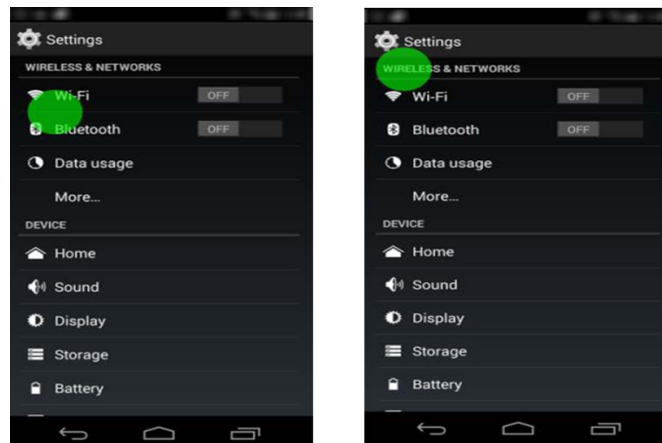
سفتی و انعطاف‌ناپذیری عضلات^۹ از علائم اصلی بیماری پارکینسون است که خشکی و انقباض عضلات را در پی دارد. سفت شدن عضلات می‌تواند دامنه حرکت را حین جلو و عقب کردن بازو و پا محدود کند (Nunes et al., 2016; L Chou, 2017) در نتیجه سرعت و چالاکی حرکت کاهش می‌یابد.

^۶Cognition

^۷Bradykinesia

^۸Double Tapping

^۹Rigidity



شکل ۱: مرحله انتخاب در برنامه تاج‌گارد: (راست) دایره سبز رنگ شامل یک هدف است (چپ) دایره سبز رنگ شامل چند هدف است و برنامه وارد مرحله ابهام‌زدایی می‌شود (Zhong et al., 2015).

(2016).

دیسکینزی^{۱۰} ناشی از عوارض دارویی لوودوپا^{۱۱} در بیماران پارکینسونی است که اختلال حرکتی در گروه عمده‌ای از بیماران را در پی دارد (Nunes et al., 2016). دیسکینزی می‌تواند مسئول لرزش خفیف دست و پا تا حرکات ناخواسته غیرقابل کنترل باشد (Healy, 2016) که تعامل با صفحات لمسی را دشوار می‌کند.

۳ ارزیابی کارهای عملی انجام‌شده

در راستای کاهش مشکلات کاربران مبتلا به لرزش برنامه‌هایی توسعه داده شده‌اند. در این بخش به مرور تعدادی از این برنامه‌های کاربردی می‌پردازیم.

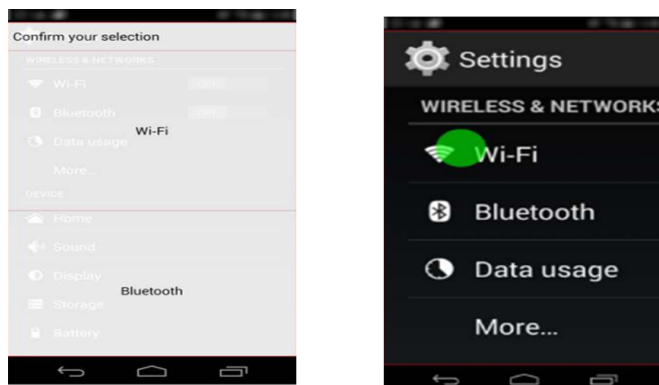
برنامه تاج‌گارد^{۱۲}: برای کاهش مشکلات ناشی از لرزش دست، ژانگ و همکارانش (Zhong, Weber, Burkhardt, Weaver, & Bigham, 2015) سامانه تاج‌گارد را توسعه داده‌اند. این سامانه در پس‌زمینه اندروید اجرا می‌شود و بر روی هر تلفن اندرویدی و با هر برنامه‌ای کار می‌کند. این برنامه به گونه‌ای عمل می‌کند که کاربر حس می‌کند با اندروید قبلی کار می‌کند و پس از فعال‌سازی و انجام تنظیمات همیشه در دسترس است.

این سامانه دارای دو مرحله است: ۱. انتخاب ۲. ابهام‌زدایی. زمانی که کاربر صفحه را لمس می‌کند برای مشخص کردن مکان لمس، دایره سبز رنگ زیر انگشت ایجاد می‌شود که شعاع آن قابل تنظیم توسط کاربر است. اگر دایره سبز رنگ شامل یک هدف قابل انتخاب باشد موردنظر انتخاب می‌شود در غیر این صورت سامانه وارد مرحله دوم (ابهام‌زدایی) می‌شود. شکل ۱ مراحل انتخاب در این سامانه را نشان می‌دهد.

¹⁰Dyskinesia

¹¹Levodopa

¹²Touch Guard



شکل ۲: مرحله ابهام‌زدایی در برنامه تاج‌گارد: (راست) بزرگنمایی (چپ) لیست کردن اهداف (Zhong et al., 2015).

همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است تاج‌گارد به دو روش ابهام‌زدایی می‌کند: الف) بزرگنمایی: در این روش منطقه‌ای که شامل دایره سبز رنگ است، بزرگ می‌شود. ضریب بزرگنمایی می‌تواند از ۱ تا ۳ برابر تنظیم شود. اگر ضریب بزرگنمایی ۱ در نظر گرفته شود به جای بزرگنمایی، هدفی که به نقطه تماس نزدیک‌تر است انتخاب می‌شود. در غیر این صورت پس از بزرگنمایی کاربر به شیوه مشابه، با صفحه تعامل برقرار می‌کند، در صورتی که بازهم دایره سبز رنگ چند هدف را شامل شود نزدیک‌ترین هدف به نقطه تماس انتخاب می‌شود. ب) لیست کردن اهداف: در این روش فهرستی از اهداف که درون دایره قرار دارند، نشان داده می‌شوند. حداقل ارتفاع هر هدف یک‌چهارم ارتفاع کل صفحه و در صورت افقی بودن یک‌سوم عرض صفحه است. چیدمان اهداف بر اساس میزان نزدیکی به نقطه تماس است، هدفی که نزدیک‌ترین فاصله به نقطه تماس را دارد در ابتدای فهرست قرار می‌گیرد.

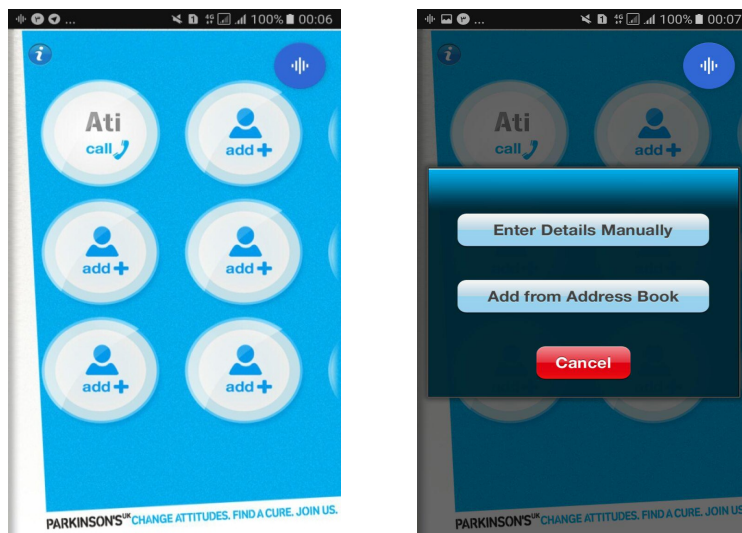
در پژوهش مذکور دو روش ابهام‌زدایی (لیست کردن اهداف و بزرگنمایی) مورد مقایسه و بررسی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد اگرچه بزرگنمایی برای کاربران با مشکلات بینایی مناسب‌تر است اما به ضربه زدن‌های^{۱۳} بیشتر نسبت به لیست کردن اهداف برای رسیدن به هدف نیاز دارد هم‌چنین با بزرگنمایی صفحه، محتوای نمایش داده شده به طور قابل توجهی تغییر می‌کند در نتیجه باعث گیج شدن کاربران می‌شود و به پردازش بیشتر شناختی نیاز دارد. برخلاف بزرگنمایی، لیست کردن اهداف موفق‌تر است و خطاهای قابل توجهی را کاهش می‌دهد (Zhong et al., ۲۰۱۵).

برنامه پارکینسون ایزی کال^{۱۴}: در این برنامه همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است شماره‌ها به صورت دستی یا از لیست مخاطبین وارد دایره‌های بزرگ می‌شوند و کاربر با ضربه زدن بر روی دایره مورد نظر تماس برقرار می‌کند (‘‘Parkinson’s EasyCall - Android Apps on Google Play’’, 2012).
برنامه ویس‌اکسس^{۱۵}: در این برنامه کنترل دستگاه بجای تماس انگشت از طریق صوت انجام می‌شود.

¹³ Tap

¹⁴ Parkinson’s EasyCall

¹⁵ Voice Access



شکل ۳: برنامه پارکینسون ایزی کال: (راست) اضافه کردن مخاطب به صورت دستی یا از لیست مخاطبین (چپ) لیست مخاطبین برنامه به صورت دایره‌های بزرگ.

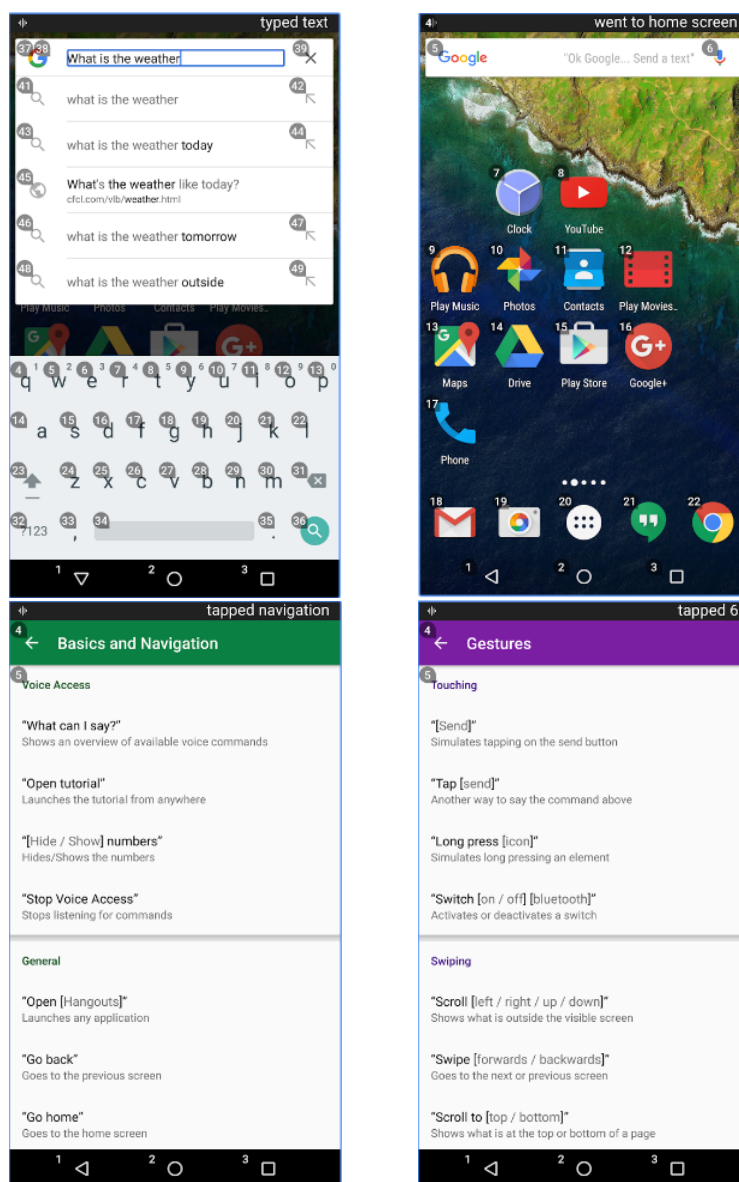
پس از فعال‌سازی، به هریک از عناصر صفحه شماره‌ای اختصاص داده می‌شود. کاربر برای انتخاب هر عنصر می‌تواند از نام و یا شماره آن استفاده کند. همچنین این برنامه راهنمایی برای چگونگی تعامل کاربر در نظر گرفته است (Voice Access - Android Apps on Google Play, 2017). شکل ۴ چگونگی عملکرد این برنامه را نشان می‌دهد.

برنامه‌های موجود هرکدام مزایا و کاستی‌هایی دارند. در جدول ۲ این مزایا و چالش‌ها را دسته‌بندی کرده‌ایم.

۴ جمع‌بندی

به‌منظور افزایش قابلیت استفاده صفحات لمسی در میان کاربران مبتلا به لرزش پژوهش‌هایی انجام شده است. راه‌کارهای ارائه شده در این پژوهش‌ها بر اساس اختلالات این بیماری بیان شده‌اند. اگرچه مردم در تمام سنین می‌توانند تحت تأثیر لرزش قرار گیرند، اما با نگاهی به جدول ۳ درمی‌یابیم که لرزش در افراد سالمند شایع‌تر است. سالمندی با انواع تغییرات و اختلالات در ادراک، توانایی شناختی و توانایی حرکتی همراه است (Al-showarah, 2015; Caprani et al., 2012) از این رو طراحان واسط کاربری باید علاوه بر اختلالات بیماری لرزش تغییرات وابسته به سن را نیز برای بهبود تعامل کاربران مبتلا به لرزش با صفحات لمسی در نظر بگیرند. در فصل بعدی به بیان و بررسی اختلالات وابسته به سن می‌پردازیم.

ماوس و صفحه‌کلید طی چند دهه‌ی گذشته، متداول‌ترین روش‌های تعامل انسان با کامپیوتر بوده‌اند. در سال‌های اخیر این واسط‌ها به دلایل متعددی از جمله سهولت استفاده و کاهش هزینه‌های تولید، در بسیاری از کاربردها جای خود را به صفحات لمسی داده‌اند. با افزایش محبوبیت و گسترده‌ی استفاده از



شکل ۴: برنامه ویس اکسس: (بالا راست) شماره گذاری عناصر (بالا چپ) نوشتن متن از طریق صوت (پایین راست) راهنمای برنامه برای انجام حرکات لمسی (پایین چپ) راهنمای برنامه برای انجام عملیات پایه ("Voice Access - Android Apps on Google Play", 2017).

جدول ۲: مزایا و چالش‌های برنامه‌های موجود

برنامه	مزیت	چالش
تاچ گارد	۱. رفع مشکلات ناشی از: وجود عناصر کوچک در صفحه‌نمایش، عدم انتخاب دقیق اهداف در صفحه‌نمایش کوچک، لمس ناخواسته ۲. بر روی همه ی برنامه‌ها اجرا می‌شود	۱. عدم توجه به مشکلات: حافظه، بینایی، دقت پایین کاربران مبتلا به لرزش ۲. استفاده از حرکت لمسی ضربه زدن
پارکینسون ایزی کال	۱. انتخاب دقیق اهداف به دلیل عناصر بزرگ ۲. واسط ساده ۳. یادگیری آسان	۱. بازه کاربردی محدود ۲. استفاده از حرکت لمسی ضربه زدن
ویس اکسس	۱. جلوگیری از لمس ناخواسته ۲. انتخاب دقیق اهداف ۳. یادگیری آسان ۴. بر روی همه ی برنامه‌ها اجرا می‌شود	۱. عدم پشتیبانی از زبان‌های غیر انگلیسی ۲. سردرگمی و انحراف توجه کاربران به دلیل اطلاعات اضافی در صفحه‌نمایش ۳. عدم کارایی در محیط‌های پر سروصدا ۴. عدم توجه به مشکلات بینایی

جدول ۳: درصد شیوع و سن ابتلا در انواع لرزش (Thenganatt & Jankovic, 2016)

لرزش	درصد شیوع
پارکینسونی	۳٪ در همه سنین ۱٪ از افراد با سن ۶۰ یا بیشتر
اساسی	۹٪ در همه سنین ۴٪ از افراد بالای ۶۵ سال ۲۱٪ از افراد در سنین ۹۵ سال و بالاتر

صفحات لمسی بویژه در گوشی‌های همراه، مشکلات استفاده از این تکنولوژی در میان گروه‌های خاص مورد توجه قرار گرفت. از جمله گروه‌هایی که در کار با صفحات لمسی دچار چالش‌هایی هستند، کاربران مبتلا به لرزش دست، مورد توجه و موضوع این پژوهش بودند. علاوه بر لرزش دست، ضعف حواس بینایی و شنوایی و مشکلات شناختی و حرکتی که در تعداد قابل توجهی از موارد، می‌توانند از عوارض بیماری‌های شامل لرزش دست باشند، در تعامل با صفحات لمسی تاثیرگذار هستند و مشکلاتی را ایجاد می‌کنند. از آنجایی که بیماری لرزش بیشتر در افراد سالمند مشاهده می‌شود در این پژوهش به منظور کمک به کاهش مشکلات کاربران مبتلا لرزش در استفاده از صفحات لمسی، علاوه بر اختلالات بیماری

مراجع

- [۱] فتحی و دیگران (۱۳۹۵). نوروسایکولوژی بیماری پارکینسون، صص ۱-۹.
- [2] AL-SHOWARAH, S. (2015). EFFECTS OF AGE ON SMARTPHONE AND TABLET USABILITY, BASED ON EYE-MOVEMENT TRACKING AND TOUCH-GESTURE INTERACTIONS, d(186), 1-186.
- [3] Berardelli, A., Rothwell, J. C., Thompson, P. D., & Hallett, M. (2001). Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain*, 124(11), 2131-2146. <https://doi.org/10.1093/brain/124.11.2131>
- [4] Caprani, N., O'Connor, N., & Gurrin, C. (2012). Touch screens for the older user. *Assistive Technologies*, (1), 95/118. <https://doi.org/10.5772/1089>
- [5] Carcione, J. (2016). Parkinson's Disease: Symptoms, Causes, Stages, Treatment. Retrieved February 19, 2018, from https://www.onhealth.com/content/1/parkinsons_disease
- [6] Chen, K. B., Savage, A. B., Chourasia, A. O., Wiegmann, D. A., & Sesto, M. E. (2013). Touch screen performance by individuals with and without motor control disabilities. *Applied Ergonomics*, 44(2), 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.08.004>
- [7] Christoff, A. (n.d.). Vision Changes in Movement Disorders and Their Management.
- [8] CRAWFORD, P., & Zimmerman, E. E. (2011). Differentiation and Diagnosis of Tremor. *American Family Physician* (Vol. 83). American Academy of Family Physicians. Retrieved from <https://www.aafp.org/afp/2011/0315/p697.html>
- [9] Duval, C., Sadikot, A. F., & Panisset, M. (2006). Bradykinesia in patients with essential tremor. *Brain Research*, 1115(1), 213-216. <https://doi.org/10.1016/J.BRAINRES.2006.07.066>
- [10] Healy, D. (2016). *Psychiatric drugs explained*. Elsevier.
- [11] Joseph Jankovic. (n.d.). Practical Neurology - Distinguishing Essential Tremor From Parkinson's Disease (November/December 2012). Retrieved January 25, 2018, from <http://practicalneurology.com/2012/12/distinguishing-essential-tremor-from-parkinsons-disease/>

- [12] Krch, D. (2011). Cognitive Processing. In Encyclopedia of Clinical Neuropsychology (pp. 627–627). New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-79948-3_1443
- [13] L Chou, K. (2017). Patient education: Parkinson disease symptoms and diagnosis (Beyond the Basics). Retrieved February 19, 2018, from <https://www.uptodate.com/contents/parkinson-disease-symptoms-and-diagnosis-beyond-the-basics>
- [14] Louis, E. D. (2013). Essential Tremor and Other Forms of Kinetic Tremor. In M. M. Giuliana Grimaldi (Ed.), Mechanisms and Emerging Therapies in Tremor Disorders (p. pp 167-201). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4027-7>
- [15] Louis, E. D., Levy, G., Côte, L. J., Mejia, H., Fahn, S., & Marder, K. (2001). Clinical correlates of action tremor in Parkinson disease. Archives of Neurology, 58(10), 1630–4. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11594921>
- [16] Nunes, F., Silva, P. A., Cevada, J., Correia Barros, A., & Teixeira, L. (2016). User interface design guidelines for smartphone applications for people with Parkinsons disease. Universal Access in the Information Society, 15(4), 659–679. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0440-1>
- [17] Parkinson's EasyCall - Android Apps on Google Play. (2012). Retrieved April 24, 2017, from <https://play.google.com/store/apps/>
- [18] Phiriyapokanon, T. (2011). Is a big button interface enough for elderly users. Towards User Interface Guidelines for Elderly Users.
- [19] Popa, A. (2012). Tracking hand tremor on touchscreen.
- [20] SALAZAR, A. (2017). Cognitive processes: What are they? Can they Improve and How? Retrieved February 16, 2018, from <https://blog.cognifit.com/cognitive-processes/>
- [21] Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2016). Strategies for Effective Human-Computer Interaction / 5th Edition (5th ed.).
- [22] Thenganatt, M. A., & Jankovic, J. (2016). The relationship between essential tremor and Parkinson's disease. Parkinsonism and Related Disorders, 22, S162–S165. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.09.032>
- [23] Thenganatt, M. A., & Louis, E. D. (2012). Distinguishing essential tremor from Parkinson's disease: bedside tests and laboratory evaluations. Expert Review of Neurotherapeutics, 12(6), 687–96. <https://doi.org/10.1586/ern.12.49>
- [24] Tremor Fact Sheet | National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2017). Retrieved January 26, 2018, from <https://www.ninds.nih.gov/Disorders/Patient-Caregiver-Education/Fact-Sheets/Tremor-Fact-Sheet>
- [25] Voice Access - Android Apps on Google Play. (2017). Retrieved April 24, 2017, from <https://play.google.com/store/apps/>
- [26] Wacharamanotham, C., Borchers, J. O., & Dracigevic, P. (2016). Drifts, slips, and misses : input accuracy for touch surfaces. <https://doi.org/ht018890270>

- [27] Wacharamanotham, C., Hurtmanns, J., Mertens, A., Kronenbuerger, M., Schlick, C., & Borchers, J. (2011). Evaluating swabbing: a Touchscreen Input Method for Elderly Users with Tremor. Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '11, 623. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979031>
- [28] Zhong, Y., Weber, A., Burkhardt, C., Weaver, P., & Bigham, J. P. (2015). Enhancing Android Accessibility for Users with Hand Tremor by Reducing Fine Pointing and Steady Tapping. Proceedings of the 12th Web for All Conference, 29:1–29:10. <https://doi.org/10.1145/2745555.2747277>