بسم الله الرحمن الرحيم

٢٩٧٠٠

016844

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

موضوع :

طراحی یک Man-Machine Interface برای افراد معلول و ناتوان جسمی-حرکتی

نگارش : پریسا اسلامبولچی لار

استاد راهنما : آقای دکتر مجید نیلی احمد آبادی

استاد مشاور : آقای دکتر کارو لوکاس

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

رشته مهندسی کامپیوتر - گرایش هوش ماشین و رباتیک

بهمن ۱۳۸۰

۲۹۷۰۰

موضوع :

طراحی یک Man-Machine Interface برای افراد معلول و ناتوان جسمی-حرکتی

نگارش : پریسا اسلامبولچی لار

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

رشته مهندسی کامپیوتر - گرایش هوش ماشین و رباتیک

از این پایان نامه در تاریخ ۱۳۸۰/۱۱/۲۸ در مقابل هیئت داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت .

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده فنی : دکتر محمد علی بنی هاشمی

مدیر گروه آموزشی : دکتر محمود کمره ای

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه: دکتر جواد فیض

استاد راهنما : آقای دکتر مجید نیلی احمد آبادی

استاد مشاور : آقای دکتر کارو لوکاس

عضو هیئت داوران: آقای دکتر سید کمال الدین ستاره دان

عضو هیئت داوران: آقای دکتر مسعود رهگذر

عضو هیئت داوران: آقای دکتر محمد مهدی همایون پور

تقدیم به بهترین های زندگیم،

پدر، مادر و خواهر عزیزم

و

همه کسانی که خود را از محدودیت های تن رهانیده و به اندیشه های خود عینیت بخشیده اند.

چکیده

علم ارتباط و محاوره بین انسان و ماشین (Human-Computer Interaction) درباره طراحی سیستم‌های رایانه ای است که از کاربران حمایت می کند.HCI نقش مهمی در طراحی و توسعه انواع سیستم، ازکنترل ترافیک هوایی گرفته تا آزمایشات هسته ای، مسایل پزشکی، سیستمهای دفتری ، بازیهای رایانـــه ای و سیستم‌های مخصوص افراد معلول، بر عهده دارد.

اهداف HCI، تولید سیستم های سالم، مطمئن و کاربردی است. این اهداف را می‌توان با حالت کلی « ایجاد امنیت، کاربرد، تاثیر مثبت در کاربر، کارایی و استفاده در سیستم های مبتنی بر رایانه» خلاصه کرد.

باید تنوع درخصوصیات کاربرها را هم درنظر گرفت. چرا که کاربران از نظر دانش، مـهارت، توانـایی یـا عـدم توانایی ، تجربه ، فرهنگ و جنسیت تفاوت دارند. قابلیت و محـدوده هـر ابـزار ورودی نـیز مـهم اسـت و در نهایت باید فن آوری را منطبق با کاربر و نیازهای او طراحی کرد.

افراد معلول و ناتوان جسمی-حرکتی ، امروزه بخشی از جمعیت هر کشوری را به خـود اختصـاص داده انـد. دست آوردهای علمی و فنی جدید به کمک معلولان شتافته و از آنان انسانهای سازنده و فعال ساخته اسـت. بهترین راه در جهت کمک به این افراد استفاده از ابزارهای مدرن و فن آوری جدید روز اســت کـه در زمـره آنها رایانه قرار دارد.

آنچه در این پروژه مد نظر است طراحی یک ابزار ارتباطی بین کاربر و رایانه است که نه تنها کـاربران سـالم بتوانند از آن استفاده کنند بلکه ارتباط افراد معلول را هم با رایانه میسر سازد.

با توجه به اینکه ماوس (موشواره) امروزه پرطرفدارترین و سریعترین ابزار ارتباطی کاربران با رایانه محسـوب میگردد، در انجام این پروژه سعی بر این بوده که بـا ایجـاد تغیـیراتی در سـاختار فـیزیکی مـاوس، ماوسـی طراحی و ساخته شود که تمام قابلیتهای ماوس فعلی را داشته و از طرف دیگر ارتباط افراد معلول را هــم بـا رایانه میسر سازد.

ماوس طراحی شده در این پروژه برای حرکت نشانگر ماوس از حرکت سر و برای انجام عملیات دکمـه هـای ماوس از فرمانهای گفتاری استفاده می کند. یک نشانگر لیزری روی سر کاربر نصب می شـود و بـا پـردازش تصویر، محل لکه نوری نشانگر لیزری پیدا می شود . بر اساس آن و با حرکت سر کاربر، مکان نشانگر مـاوس نیز روی صفحه نمایش تغییر پیدا می کند. با استفاده از تکنیکـهای پـردازش صـوت و روش شـبکه عصبـی برای تشخـص فرمانهای گفتاری ، کلمات ادا شده توسط کاربر تشخیص داده شده و بر اساس نـوع کلمـه ادا شده، کار دکمه های ماوس انجام می گیرد.

تقدیر و تشکر

نویسنده بر خود لازم می داند از زحمات این عزیزان نهایت تشکر را بنماید:

جناب آقای دکتر نیلی، که نه تنها به عنوان یک استاد، بلکه به عنوان یک دوست در کلیه مراحل تحصیل و انجام پروژه از هیچ کمک، همفکری و تشویق دریغ نورزیدند ،

جناب آقای دکتر کارو لوکاس، استاد مشاور این پروژه ،که همواره با ایده های نوین خود راهگشای من بودند،

جناب آقای دکتر همایونپور، استاد گرانقدری که در هر شرایطی پاسخگوی سوالاتم در بخش تشخیص گفتار بودند،

آقای دکتر کمالی، معاونت محترم بهزیستی کل کشور که اطلاعات جامعی در مورد آمار معلولین ایران در اختیار این جانب گذاردند،

خانم مهندس فرزانه رجایی و آقایان مهندس مسعود نجفی و جهانشاه کبودیان، که با ارائه اطلاعات باارزش و همفکری در زمینه پردازش گفتار کمک شایانی نمودند،

آقای مهندس مجدالاشرافی، که با همفکری و ارائه ایده های خود در ساخت سیستم کمک شایانی نمودند و با ترکیب پروژه کارشناسی ارشد ایشان و بخشی از پروژه اینجانب توانستیم مقام دوم مسابقات ROBOFESTA در ژاپن را کسب کنیم،

کلیه دانشجویان کارشناسی ارشد رشته رباتیک که در آزمایشگاه موبایل ربات، در طراحی و ساخت سیستم همفکری نمودند،

آقای نادرعلی ، کارشناس آزمایشگاه موبایل ربات،که در تهیه و ساخت سیستم از هیچ کوششی دریغ نکردند،

کلیه همکاران در مرکز تحقیقات سازمان گسترش و دانشجویان رشته های مکانیک و برق که در تعطیلات پایانی هفته و با وجود امتحانات پایان ترم حاضر شدند بخشی از وقت خود را برای تست سیستم در اختیار این جانب قرار دهند،

خواهر عزیزم، که در جمع بندی و تحلیل آماری نتایج سیستم، مرا همراهی نمودند ،

و پدر و مادر گرامیم که در تمام ایام تحصیلی ام، با تشویق و حمایتهای بیدریغ خود من را در طی کردن این مسیر دشوار یاری نمودند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱ : مقدمه	۱-۱
فصل ۲ : ارتباط انسان و ماشین(HCI)	۱-۲
۲-۱- مقدمه	۲-۲
۲-۲- اهداف HCI	۴-۲
۲-۳- HCI و تکامل آن	۴-۲
۲-۴- اجزا HCI	۵-۲
۲-۵- یک مدل ابداعی برای HCI	۷-۲
فصل ۳ :ابزارهای ورودی کامپیوتر	۱-۳
۳-۱-مقدمه	۲-۳
۳-۲- حواس انسانی	۳-۳
۳-۲-۱- بینایی	۳-۳
۳-۲-۲- شنوایی	۳-۳
۳-۲-۳- لامسه	۴-۳
۳-۲-۴- چشایی و بویایی	۴-۳
۳-۳ - ابزارهای ورودی	۵-۳
۳-۳-۱- ابزارهای ورودی متن	۶-۳
۳-۳-۲- ابزارهای نشانگر	۷-۳
۳-۳-۲-۱-کنترل نشانگر : قلم نوری، ماوس، توپ جهت نما ، دسته کنترل ، صفحات تماسی و جهت نمای سه بعدی	۸-۳
۳-۳-۲-۱-۱-دسته کنترل	۸-۳
۳-۳-۲-۱-۲-توپ جهت نما	۸-۳
۳-۳-۲-۱-۳-ماوس	۹-۳
۳-۳-۲-۱-۴- قلم نوری	۱۱-۳
۳-۳-۲-۱-۵ -صفحات تماسی	۱۱-۳
۳-۳-۲-۱-۶- جهت نمای سه بعدی	۱۳-۳

۳-۴- صفحات نمایشی ۱۳-۳
۳-۵- انتخاب ابزارهای ورودی متناسب با کار ۱۴-۳
۳-۶- انتخاب ابزارها براساس کاربران (ورودی برای افراد ناتوان و معلول) ۱۵-۳
۳-۶-۱-چشم و حرکت سر ۱۶-۳
۳-۶-۲- کنترل با پلک زدن ۱۸-۳
۳-۶-۳ - صفحه کلید های مخصوص ۲۰-۳
۳-۶-۴-تشخیص صدا ۲۲-۳
۳-۶-۵-تشخیص حروف چاپی ۲۳-۳
۳-۷- انتخاب ابزار ورودی براساس محیط ۲۳-۳
۳-۸- ساخت ورودی ۲۴-۳
۳-۸-۱-تشخیص گفتار ۲۴-۳
۳-۸-۲-صفحات تماسی ۲۵-۳
۳-۸-۳-تشخیص دست نوشته‌ها ۲۵-۳
۳-۸-۴-ابزارهای ورودی که با سایر قسمتهای بدن کار می‌کنند ۲۶-۳
۳-۹ - ورودی پیشنهادی در این پروژه ۳۲-۳

فصل ۴ : تشخیص خودکار گفتار توسط ماشین ۱-۴
۴-۱- مقدمه ۲-۴
۴-۲- تاریخچه ای درباره تحقیقات پردازش گفتار ۴-۴
۴-۳-بازنمایی گفتار در دامنه زمان و فرکانس ۶-۴
۴-۴-پیش پردازشهای اولیه سیگنالهای صوتی ۷-۴
۴-۴-۱- پیدا کردن ابتدا و انتهای کلمه ۷-۴
۴-۴-۲- نرمالیزه کردن صدا ۸-۴
۴-۴-۳- پنجره بندی ۸-۴
۴-۵-روشهای آنالیز گفتار ۹-۴
۴-۶- روشهای تشخیص گفتار ۱۶-۴
۴-۶-۱- روش چندی کننده برداری ۱۸-۴
۴-۶-۲- شبکه های عصبی مصنوعی ۱۸-۴
۴-۶-۳ - سیستمهای عصبی – فازی ۲۲-۴
۴-۶-۴- مدل پنهان مارکوف ۲۲-۴
۴-۶-۵- تئوری ترکیب اطلاعات ۲۵-۴

۴-۷- روش تشخیص گفتار بکار رفته در این پروژه ۴-۲۶

فصل ۵ : ساختار سیستم HCI پیشنهادی در این پروژه و نحوه کار با آن ۵-۱

۵-۱- مقدمه ۵-۲

۵-۱- نرم افزار تشخیص گفتار ۵-۶

۵-۲- سیستم مکان یاب ماوس ۵-۱۳

فصل ۶ : نتایج تست HCI توسعه یافته ۶-۱

فصل ۷ : پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده ۷-۱

مراجع

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

۲-۱ نظام های موجود در HCI ۲-۶
۲-۲ فاکتورهای HCI ۲-۷
۲-۳ رشته های سازنده HCI ۲-۸
۲-۴ یک مدل از HCI (نظریه ایسون) ۲-۹
۲-۵ یک مدل از HCI (نظریه ایسون) ۲-۱۰
۲-۶ چرخه تولید و طراحی در HCI ۲-۱۰

۳-۱ دسته کنترل ۳-۱۱
۳-۲ توپ جهت نما ۳-۱۱
۳-۳ انتخاب از منوهای مختلف با حرکت چشم ۳-۱۷
۳-۴ تعیین محل قسمت مرکزی شبکیه چشم فرد توسط سیستم ۳-۱۷
۳-۵ بلوک دیاگرام دنبال کردن حرکت مردمک چشم ۳-۱۸
۳-۶ بلوک دیاگرام کلی EWCI ۳-۱۹
۳-۷ نحوه قرار گرفتن ابزار در روش EWCI ۳-۱۹
۳-۸ فرستنده/گیرنده مادون قرمز ۳-۲۰
۳-۹ ترکیب حرکت سر و چشم ، جهت نمای سه بعدی برای تعیین چرخش سر و یک دنبال کننده حرکت مردمک چشم برای حرکت ۳-۲۰
۳-۱۰ ساختار اصلی سیستم گیرنده/فرستنده ۳-۲۸
۳-۱۱ ترتیب چیده شدن LED ها ۳-۲۸
۳-۱۲ دامنه موجی هر فرستنده از دید گیرنده ۳-۲۸
۳-۱۳ ساختار سیستم نهایی ۳-۲۹
۳-۱۴ مدل شماتیکی فرستنده ۳-۳۰
۳-۱۵ مدل شماتیکی گیرنده ۳-۳۰
۳-۱۶ واحد فرستنده که به سر کاربر وصل می شود ۳-۳۱
۳-۱۷ واحد گیرنده ۳-۳۱

۴-۱ نمایشی از سیستم درک کننده معنی جمله را بر مبنای ۴-۴

استخراج آواهای صوتی
۴-۲ مدلی ازتولید اصوات در حنجره ۴-۱۰
۴-۳ مراحل اصلی آنالیز LPC ۴-۱۵
۴-۴ مراحل تشخیص گفتار ۴-۱۷
۴-۵ شبکه عصبی با تاخیر زمانی ۴-۲۱
۴-۶ شناسایی و استخراج فونتیکهای صوتی را از طریق TDNN ۴-۲۱
۴-۷ دیاگرام حالت یک فرآیند مارکف سه حالتی ۴-۲۴

۵-۱ نمای اصلی نرم افزار ۵-۷
۵-۲ ذخیره مشخصات بنام فرد کاربر ۵-۷
۵-۳ بخش ضبط صدای کاربر ۵-۸
۵-۴ بلوک دیاگرام کلی آنالیز و پردازش صدا ۵-۱۰
۵-۵ بلوک دیاگرام مربوط به بخش پردازش تصویر، برای یافتن مکان نشانگر لیزری و بروز کردن مختصات مکانی نشانگر ماوس ۵-۱۴
۵-۶ بلوک دیاگرام کلی از عملکرد ماوس طراحی شده با حرکت سر و فرمانهای گفتاری ۵-۱۶
۵-۷ سیستم طراحی شده با نشانگر لیزری و فرمانهای گفتاری ۵-۱۷
۵-۸ سیستم طراحی شده با نشانگر لیزری و فرمانهای گفتاری ۵-۱۷
۵-۹ سیستم طراحی شده با نشانگر لیزری و فرمانهای گفتاری ۵-۱۸
۵-۱۰ سیستم طراحی شده با نشانگر لیزری و فرمانهای گفتاری ۵-۱۸
۵-۱۱ سیستم طراحی شده با نشانگر لیزری و فرمانهای گفتاری ۵-۱۸
۵-۱۲ سیستم طراحی شده با نشانگر لیزری و فرمانهای گفتاری ۵-۱۸

۶-۱ نمودار میله ای میانگین کل نتایج بدست آمده از کاربران بر حسب جنسیت ۶-۸
۶-۲ نمودار میله ای میانگین کل نتایج بدست آمده از کاربران بر حسب مهارت آنها در کار با رایانه ۶-۱۱
۶-۳ نمودار میله ای میانگین کل نتایج بدست آمده از کاربران بر حسب سطح تحصیلات ۶-۱۴

فصل اول مقدمه

فصل ۱ - مقدمه

درطی جنگ جهانی دوم و بعد از آن حرکتی با هدف گسترش دانش مبتنی بر فیزیولوژی وتجارب روانشناسی در ابزار کاربردی، ماشینها و وسایل الکتریکی آغاز شد که بنام مهندسی انسانی (ارگونومیک) مطرح گشت [1].

(تعریف ارائه شده در جامعه بین‌المللی ارگونومیک، ۲۰۰۰)

ارگونومیک به معنی مناسب کردن سیستم برای انسان (طراحی انسان محوری، طراحی مبتنی بر کاربر) است.

عبارتهای دیگری که برای توصیف ارگونومیک بکار می‌رود و با آن معادلند[12]:

- مهندسی فاکتورهای انسانی
- مهندسی انسانی
- روانشناسی مهندسی
- روانشناسی طراحی

انجمن جامعه تحقیقاتی ارگونومیک به سال ۱۹۴۹ در انگلستان متولد شد. این انجمن با شرکت فیزیولوژیستها، روانشناسان و مهندسان پا گرفت. شایان ذکر است که کلمه ارگونومیک برای اولین بار توسط شرکت کنندگان انگلیسی زبان در این انجمن بکار رفت. این کلمه مشتق از دو کلمه یونانی ارگون[1](کار) و نوموس[2] (قانون) و در کل به معنی علم کار است. این انجمن هم اکنون ۸۰۰ نفر عضو دارد و مجله ارگونومیک را منتشر می کند.

سپس انجمن ارگونومیک و فاکتورهای انسانی[3] در امریکا به سال ۱۹۵۷ تاسیس شد، و هم اکنون ۵۰۰۰ نفر عضو دارد و مجله فاکتورهای انسانی و ارگونومیک درطراحی را منتشر می‌سازد. اما جامعه بین‌المللی

---

[1] Ergon

[2] Nomos

[3] Human Factors and Ergonomic Society (HFES)

ارگونومیک به سال ۱۹۵۹ تاسیس شد و هم اکنون بیش از ۱۶۰۰۰ نفر عضو در سراسر جهان دارد. امروزه بیشتر از ۴۰ انجمن بین‌المللی و محلی در امریکا وجود دارد که نام ارگونومیک در سازمان آنها بکار رفته است[12]. تکامل ارگونومیک با دو مشخصه اصلی و مهم شکل می گیرد : اولین مشخصه، که به عنوان قدیمیترین پیش فرض این علم در کشورهای انگلیسی زبان و ژاپن شناخته می شود فاکتورهای انسانی است که ارگونومیک را به عنوان یک ابزار در جهت بهبود شرایط کاری با استفاده از علوم در نظر می گیرد و کاملا مبتنی بر روشهای تجربی در آزمایشگاه است. مشخصه دوم،که تحت تاثیر عقاید *فاورج-امبردان*[1] در فرانسه، بلژیک دهه ۵۰ و ۶۰ متولد شد، بر تحلیل کار در شرایط واقعی تاکید دارد[14].

ارگونومیک، یک علم چند شاخه ای [2] از دانش است که دانش آن از علوم انسانی (فیزیولوژی تجربی، روانشناسی، جامعه شناسی ...) و فن آوری مشتق شده است و یک دانش خاص از داده جمع آوری شده در یک زمینه را با استفاده از تکنیکهای تحلیلی و شبیه سازیهای حقیقی تولید می کند. از دیدگاه عملی، هدف ارگونومیک، تطبیق کار با انسان است که شامل محلهای کاری، ابزارها، ماشینها، محیط و ساعتهای کاری با فیزیولوژی بدن انسان و خصوصیات شناختی و مدهای کاری آن است. پس هدف ارگونومیک بهبود بخشیدن به ارتباط بین ماشین و انسان یا به عبارتی ایجاد میانجی بین انسان و ماشین است که بعنوان یک ابزار بینابین بدو سیستم مختلف (انسان و ماشین) امکان می دهد که در یک یا چند محیط ارتباط برقرار کنند (*بارتت*[3]،۱۹۸۵) .تا اواخر دهه ۶۰ ارگونومیک یک علم پر هزینه و زمان بری محسوب می شد. اما با تکامل علوم و فن آوری،این علم به چندین زیر شاخه تفکیک شد، مثل ارگونومیک شناختی، ارگونومیک تولید، ارگونومیک علوم رایانه که شامل ارگونومیک سخت افزاری، ارگونومیک برنامه نویسی،ارگونومیک الگوریتم و غیره است[12,13].

امروزه، ارگونومیک به عنوان بخشی از سیستمهای ارتباطی شناخته می شود که همکاری متقابل بین موجودیتها و کارایی سیستمهای همکار را بالا می برد.ارگونومیک یک ابزار مهم برای بهبود کار هر نیروی

---

[1] Faverge-Ombredane

[2] Multidisciplinary

[3] Barthet

انسانی است که باعث بهبود شرایط اقتصادی و درآمدهای اجتماعی می شود. بطور کلی این علم برای توسعه پروژه های وابسته به فن آوری جدید مانند پردازش داده ها، توسعه فن آوری و کاربرد آنها و سیستمهای خصوصی یا پیشرفته بسیار مفید است.

توجه به این مطلب بسیار مهم است که در ارگونومیک، بحث کار باید در یک دامنه وسیعی از نظر فعالیتهای انسانی وتقابل آن با محیط و ابزارهای فن آوری تعریف شود و نباید منحصر به رشته های تولیدی و صادراتی هر کشور باشد و علاوه بر این بحث جنسیت، سن و توانایی های فردی هم در نظر گرفته شود. فعالیتهای تربیتی و آموزشی مثل تدریس و آموزش و پرورش دانش آموزان، دانشجویان، فعالیتهای ورزشی، خانه داری (آشپزی، باغبانی، ...) ارتباطات (تلفن، اینترنت و سایر ابزارهای مالتی مدیا مثل رایانه، تلویزیون) همه و همه باید در تعریف کار در ارگونومیک در نظر گرفته شود[12,13].

فن آوری در عصر حاضر،دایره تواناییهای انسان را گسترش داده و راههای جدیدی برای استفاده از استعدادهای نهان و آشکار بشر پیش پا نهاده است.در این میان معلولان و افراد از کار افتاده بهره های فراوانی از پیشرفت فن آوری برده اند. فن آوری برای رفاه و آسایش انسانها شرایط مناسبی فراهم کرده و همچنین خود عاملی بسیار عمده در ایجاد فرسایش و نهایتا بروز معلولیتهای گوناگون شده است ولی می توان گفت که در کل به افزایش کمی زندگی این افراد کمک کرده است. با بهره گیری از فن آوری نوین بیماری فلج اطفال که به معلول شدن هزاران هزار نفر منجر می شد هم اکنون ریشه کن شده است ولی بیماری دیگری بنام ام-اس جایگزین فلج اطفال شده و به جرات می توان گفت شدت عارضه در مبتلایان به این بیماری به مراتب شدیدتر از فلج اطفال است.

در سالهای اخیر تحول زیادی در درک مفهوم معلولیت به عنوان یک مشکل انسانی یا پزشکی رخ داده است و امروزه به آن به عنوان یک محدودیت اجتماعی که در زندگی افراد معلول بوجود آمده و مانع برآورده شدن نیاز های طبیعی آنها شده است نگاه می شود[1]. تنها تعریف معلولیت در سطح کشور های