

▲ شکل ۱) مدل دو قطبی چشم

امروزه ربات های کمکی می توانند باعث بهبود کیفیت در زندگی معلولین شوند. سیستم های کمکی زیادی برای کنترل و هدایت ربات های متحرک خودکار (مستقل) در دسترس معلولین قرار دارد. تمامی این سیستم ها این امکان را به کاربر می دهند که راحت تر و سریع تر حرکت کنند. این سیستم ها دربرگیرنده مواردی همچون مکان ربات متحرک، موقعیت یابی (سیستم مسافت سنج، GPS و غیره) ردیابی مسیر، طراحی مسیر اطراف با استفاده از اشعه مادون قرمز و ماوراء صوت، روش های دید مصنوعی و غیره است. این سیستم ها می توانند به طور مستقل کار کنند یا این که به عنوان سیستم های ارجاعی توسط کاربر استفاده شوند. همچنین در سال های اخیر با پیشرفت تکنولوژی سیستم های توسعه و کاربردی برای افراد با چندین معلولیت افزایش یافته و بر همین اساس سیستم های قدیمی دیگر پاسخگوی نیازها نیست. در سیستم های جدید، ما شاهد استفاده از سیستم هایی مانند ویدئو اکولوگرافی (VOG) و اکولوگرافی مادون قرمز (IROG) هستیم که بر اساس موقعیت چشم برای ردیابی مسیر مورد نیاز استفاده می کنند. همچنین در آنها از چند تکنیک بر اساس تشخیص صدا برای اجرای دستورات جهت کنترل بعضی وسایل و ربات ها استفاده می شود. علاوه بر اینها اهرمک (JoyStick) و گاهی اوقات صفحه نمایش لمسی یکی از رایج ترین تکنیک ها برای کنترل برنامه های کاربردی مختلف توسط افرادی است که دچار محدودیت حرکت قسمت فوقانی بدن است، ولی استفاده از این تکنیک ها و کار با این دستگاه نیازمند کنترل دقیق از سوی شخص است و عدم دانش کافی ممکن است مشکلاتی را در کنترل دستگاه به وجود آورد.

پتانسیل اکولوگرافی (EOG)

روش های متناوبی جهت موقعیت یابی چشم وجود دارد. متداول ترین روش ها شامل استفاده از دوربین و یا سیستم شنونده هوشمند است و یا کمک از هندسه معکوس برای تعیین کردن موقعیت دقیق کاربر است. بسیاری از سیستم ها از دوربین های مادون قرمز حساس جهت حرکات چشم استفاده می کنند. در این مرحله، هدف ما پی بردن به پتانسیل درونی اکولوگرافی است. EOG را حرکت غیر ارادی چشم می شناسند. سیستم جدا سازی کنترل EOG،

هدایت ویلچر به کمک سیستم اکولوگرافی

در این پروژه یک روش جدید برای کنترل و هدایت ربات های متحرک را نمایش می دهیم. در این پروژه، برای فرستادن دستورات مختلف از سیستم اکولوگرافی (EOG) استفاده شده است، کنترل این دستگاه با توجه به موقعیت فیزیکی چشم برنامه ریزی شده است (مدار موجود حول محور چشم قرار دارد). این تکنیک کنترل را می توان در برنامه های متعددی به کار برد، ولی در این مقاله این دستگاه بر روی ربات خودمختار (مستقل) که توسط فرد معلول قابل هدایت است به کار برده شده است که این سیستم به افرادی که معلولیت های جسمی شدیدی دارند کمک شایانی می کند. این سیستم شامل استانداردهای الکتریکی موجود در ویلچر شامل: برد کامپیوتری، سنسورها و کاربرگرافیکی برای اجرای دستورات توسط کامپیوتر است.

بر اساس ضوابط ثبت شده توسط پتانسیل دو قطبی و پتانسیل قرنیه شبکه ای است. میانگین ولتاژ تغییرات در انسان نسبت به موقعیت چشمی در EOG بین ۰/۰۵ تا ۳/۵ mV است. CPR-به معنی دو قطبی و قطبش زدایی سلول های اعصاب شبکه ای چشم تعریف شده است. چشم انسان یک دو قطبی الکترونیکی است که قطب منفی آن در قعر چشم و قطب مثبت آن در قرنیه واقع شده است. در حال حاضر عمده استفاده از سیستم EOG، در تشخیص عصب دهلیزی و مشکلاتی از این قبیل است که در کلینیک ها و درمانگاه ها است.

سیستم اندازه گیری آنالوگ EOG می بایستی به یک سیگنال آسان تر جهت کنترل دستگاه تغییر یابد. جهت به دست آوردن چنین سیگنالی از الکترودهای EEG جهت فرستادن و دریافت سیگنال های مغز استفاده می شود، با این تفاوت که محل قرار دادن این الکترودها همان طور که در شکل (۲) مشاهده می کنید به صورت زیر است؛ دو الکتروود در قسمت بیرونی چشم جهت حرکات افقی چشم، دو الکتروود در بالا و پایین چشم راست جهت حرکات عمودی چشم همچنین، الکتروود مرجع بر روی پیشانی قرار می گیرد.

پتانسیل الکترواکولوگراف بر اساس الکترودهایی که دور چشم قرار دارند محاسبه می شود، پتانسیل بدست آمده این الکترودها نشان دهنده موقعیت چشم ها نسبت به سر است. در واقع، اختلاف ولتاژ موجود بین الکترودهای بالا و پایین چشم (B,C) حاکی از موقعیت عمودی چشم نسبت به سر و همچنین، اختلاف ولتاژ موجود بین الکترودهای چپ و راست چشم (D,E) حاکی از موقعیت افقی چشم نسبت به سر است. تغییرات سیگنال در EOG تقریباً ۲۰ میکروولت به ازای هر درجه تغییرات چشم است. این سیگنال ها در هر ثانیه ۱۰ بار نمونه گیری می شوند. در این روش، ما از الکترودهایی با قابلیت چند بار مصرف بایوپتانسیل کلراید نقره و از ژل به عنوان الکتروولیت استفاده می کنیم.

ضبط سیگنال EOG مشکلات فراوانی در پی دارد. صحت درستی سیگنال ها را می توان بعد از انجام چند بار آزمایش تایید کرد. سیگنال EOG متأثر از عوامل مختلفی از قبیل چرخش چشم، پلک زدن چشم، منابع مختلف EEG، مکان الکترودها، حرکات سر و غیره است.

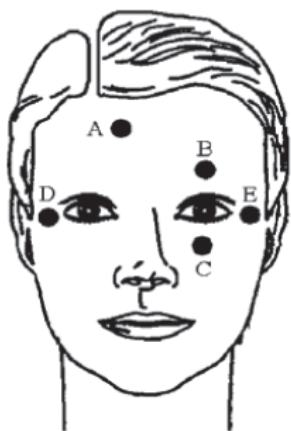
در همین راستا، می بایستی پتانسیل جابجایی تغییرات را محدود کرد. برای

جلوگیری از این مشکل به یک آمپلی فایر متناوب با فیلتر بالا گذر و با قطع کننده ۰/۰۵ Hz و ثابت زمانی نسبتاً طولانی احتیاج داریم. البته تقویت کننده طوری طراحی شده که مقدار آن از ۵۰۰ به ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ می رسد.

شکل (۳) تاثیر درخشندگی در پتانسیل ایستای تغییرات را نشان می دهد. این آزمایش عبارت است از مشاهده ی یک نقطه و درخشندگی آن که برای مدت ۲ دقیقه زیاد می شود. در نتیجه اگر نشانگر سیگنال EOG زیاد شود درخشندگی نیز زیاد می شود.

شکل (۴) نتیجه بدست آمده از میزان تغییرات در درخشندگی را در زمانی که از یک آمپلی فایر ac جهت محدود کردن پتانسیل باقی مانده استفاده می شود را نمایش می دهد.

شکل ۵ و ۶ سیگنال به وجود آمده در تغییرات جابجایی چشم بین ۴۰ و -۴۰ درجه با تقویت کننده ac و بدون آن را به نمایش می گذارد، که این تغییرات به ازای هر ۵ ثانیه، ۱۰ درجه است.

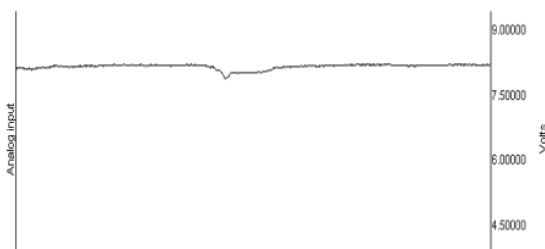


کنترل حرکات چشم با استفاده از سیستم الکترواکولوگرافی

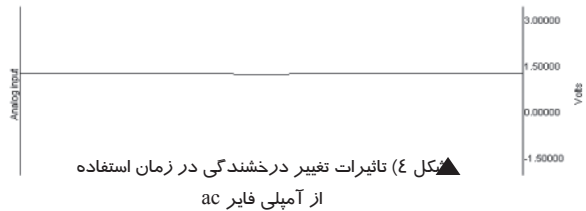
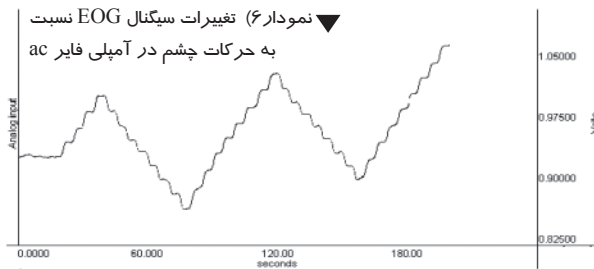
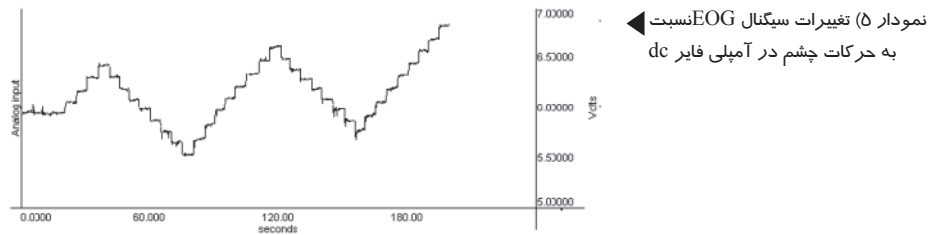
هدف این سیستم کنترل ربات (شکل ۲) محل قرار دادن الکترودها متحرک است که از حرکات چشم در سیگنال EOG برای هدایت ربات استفاده می شود. ویلچری را که در این مقاله به عنوان نمونه به کار گرفته شده در شکل (۷) مشاهده می کنید.

برای کنترل حرکات ربات از گزینه های مختلفی می توان استفاده کرد، نظیر: دستوراتی که با استفاده از حرکات چشم دستوراتی که بر اساس خیره شدن چشم صادر می شود و غیره. در اینجا، ما گزینه اول را به دلیل اینکه امکان طرح یک کد ساده را برای کنترل ویلچر با استفاده از حرکات چشم به ما می دهد انتخاب می کنیم.

برای کنترل سرعت در مسیر های



شکل (۳) تاثیرات تغییر پتانسیل بر درخشندگی



برخوردی با محیط اطراف نداشته باشد که باعث جراحت و یا آسیب دیدگی شخص شود و همچنین در مکان ها و زمان هایی که احساس خطر می کند، خود هدایت دستگاه را بر عهده بگیرد. برای مثال، اگر بیماری چنانچه دچار عارضه ای شد، ویلچر هوشمند آن را تشخیص داده و خود کنترل دستگاه را تا بهبود شخص به دست می گیرد. شکل (۹) نشان دهنده نمودار کلی ویلچر است.

سخت افزار و نرم افزار

در این بخش ما از یک نرم افزار پیشرفته جهت کنترل و درجه بندی موقعیت چشم شخص استفاده کرده ایم. این برنامه نرم افزاری بر اساس Lab-Windows است و از سیستم اطلاعاتی اکتساب شده Silmon بهره می گیرد. PLCTA و LonWorksbus نرم افزارهای کاربردی است که امکان رد و بدل کردن اطلاعات را بین کامپیوتر و ویلچر فراهم می سازد. شکل (۱۰) یک سری از سیگنال های موجود EOG را که در اختلافات پتانسیلی عمودی و افقی که در هر ۰/۱ ثانیه رخ می دهد را در این پنجره به نمایش می گذارد.

همانطور که در پنجره شکل (۱۰) مشاهده می کنید دستورات مختلفی را می توانیم به برنامه بدهیم از قبیل: کالیبره کردن، نگه داشتن تصویر، حاصل جواب و غیره است. نقطه خیرگی چشم را محاسبه کرده و جواب بدست آمده را همانطور که در تصویر (۱۱) می بینید به نمایش گذاشته ایم.

سیگنال های EOG در کامپیوتر پردازش شده و فرمان کنترل از طریق PLCTA به ویلچر فرستاده می شود. Neuron-chip فرمان صادر شده را دریافت و سرعت مطمئنه را جداگانه برای هر چرخ می فرستد.

نتایج

در این قسمت، برخی از نتایج کارکرد ویلچر را به نمایش می گذاریم. در شکل (۱۲) و (۱۳) خط قرمز که با ▲ نشان داده شده است به عنوان خط اصلی است که ویلچر می بایستی بر روی آن حرکت کند. در حالی که، خط های آبی که با ◆ نمایش داده شده اند نشان دهنده این است که ویلچر با کمک گرفتن از سیستم EOG از این مسیر عبور کرده است. این را نیز باید گفت که امکان

عمودی در صندلی چرخدار از قانون های زیر تبعیت می کنیم:

If vertical position > Top
threshold V++

If vertical position < Bottom
threshold V--

و این که کنترل سرعت در مسیرهای افقی بر اساس قانون های زیر عمل می کنند:

If horizontal position > Right
threshold

W= WPOS

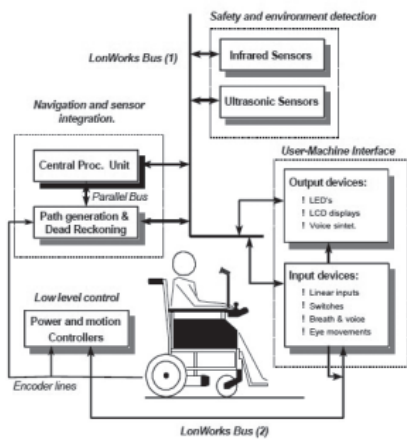
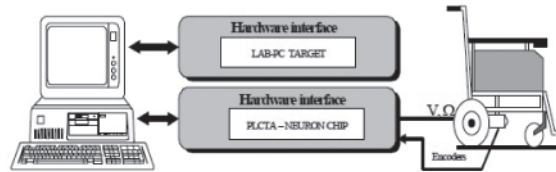
If horizontal position < Left
threshold

W = WNEG

وجود دستورات هشدار و توقف برای مواقع خطرناک ضروری است. این کدها می توانند از طریق پلک زدن و موج های آلفای EEG در زمانی که پلک ها بسته هستند تشخیص داده شوند.

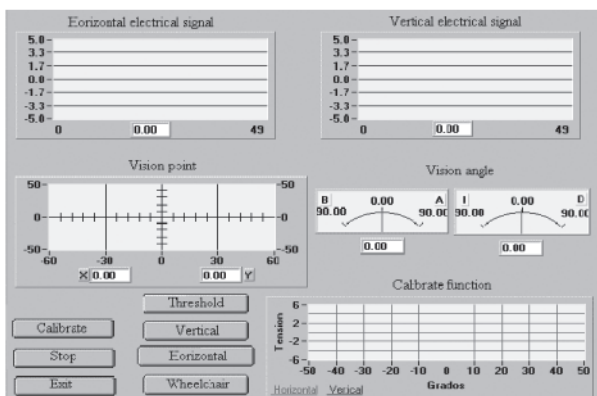
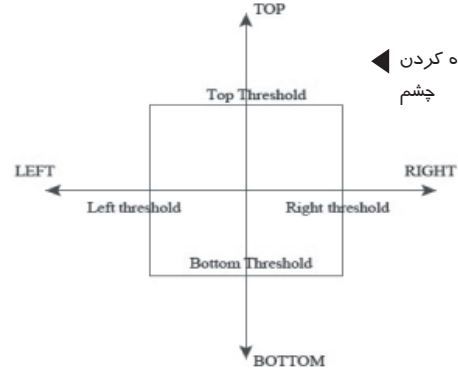
سیستم ویلچر رباتی می بایستی قادر به شناخت محیط داخلی و خارجی باشد و به صورت خودکار محیط اطرافش را تشخیص دهد. بنابراین، می توان دستگاه را جهت تسهیل در کار بیمار مطابق با ناتوانی شخص تنظیم کرد. مسئله مهمی که حائز اهمیت است این که سیستم از کارکرد دقیق با برنامه ریزی منظم پشتیبانی شده باشد و احتمال هیچ گونه

شکل ۷) یک سیستم ویلچر رباتیک



شکل ۹) نقشه پروژه

شکل ۸) سیستم نگاه کردن چشم



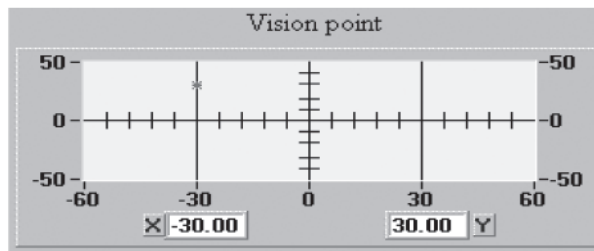
شکل ۱۰) پنجره اصلی

وجود بعضی از خطاها نیز هنگام کارکرد ویلچر وجود دارد که با توجه به پیشرفت دانش امیدواریم که این خطاها کاهش پیدا کنند. در حال حاضر، ما این دستگاه را بصورت عمده توسط افراد معلول امتحان نمی‌کنیم ولی در مجموع کار و یادگیری با این دستگاه و دستورات آن زیاد سخت نیست. یادگیری چگونگی استفاده از این دستگاه نیاز به یک سری آموزش‌هایی دارد، که با توجه به آزمایشات انجام شده بر روی افراد می‌توان گفت زمان یادگیری کمتر از یک ساعت است.

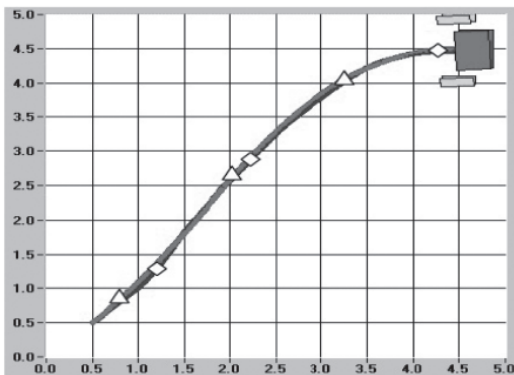
نتیجه گیری

هدف از این پروژه تحقیقاتی توسعه سیستم ویلچر رباتیک با هزینه کم

و قابل استفاده برای معلولین نسبت به ناتوانی ایشان است. در این پروژه، ما به ارائه سیستمی پرداختیم که می‌تواند به عنوان یک ابزار کنترل که فقط از طریق انطباق چشمی کار کند، از سوی معلولین جهت زندگی مستقل‌تر به کار گرفته شود. این در حالی است که دستور دادن از طریق چشم به ویلچر یکی از آسان‌ترین روش‌ها

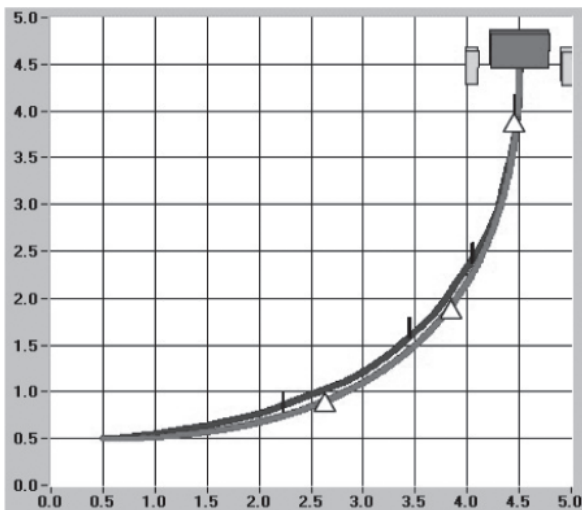


شکل ۱۱) مکان خیره شدن چشم



شکل ۱۲) مسیر انتخاب شده

است و بدین لحاظ سرعت پردازش داده‌ها بالا می‌رود. در سیستم ویلچر‌های قدیمی مشکلات متعددی از قبیل این که آنها برای یک محیط پیش فرض برنامه ریزی شده بودند و همچنین زمانی که چند دستور را همزمان به آنها داده می‌شد، در پردازش به مشکل بر می‌خوردند. در موارد دیگر اگر شخصی محیط اطراف را به خوبی بشناسد با استفاده از مهارت شخصی می‌تواند صرفاً به محیط اطراف خود را محدود نکند. برنامه‌های زیادی وجود دارد که بتوان با استفاده از سیستم EOG آنها را پیشبرد و اجازه استفاده از این دستگاه را در محیط‌های دلخواه به آنان داد، همچنین با شناخت و هماهنگی دستگاه EOG نسبت به نقطه خیرگی چشم انسان، امکان دادن دستوراتی از قبیل گفتن متن و یا نوشتن نامه را به نرم افزار دستگاه می‌دهد. در ضمن جمله بندی صحیح و تایپ نامه را بر عهده آن



▲ شکل ۱۳) مسیر انتخاب شده II

of Robotics and Automation, Vol. RA3-, No. 3, June 1987

[4]- The EyegazeEyetracking System. Joseph A. Lahoud and Dixon Cleveland. LC Technologies, Inc. 4th Annual IEEE Dual-Use.

[5]- Manual de técnicas de Electrofisiología Clínica. M.C. Nicolau, J. Burcet, R.V. Rial. University of Islas Baleares..

[6]- Face Tracking using an adaptive skin colour model. L.M. Bergasa et al. Third International ICCS Symposia on Intelligent Automation (IIA'99) and Soft Computing (SOCO'99). Genova. Italia. Junio 1999.

[7]- EagleEyes Project. James Gips, Philip DiMattia, Francis X. Curran and Peter.

LONWORKS Engineering Bulletin Contents, January 1995.

[8]- Olivieri. Computer Science Department, Boston College. Chestnut Hill, Mass. USA.

[9]- Technologies and Applications Conference. Suny Institute of technology at Utica/Rome, New York.



▲ شکل ۱۴) نمونه ای از ویلچر استفاده شده در پروژه

می گذارد.

همچنین در تلاش هستیم که در آینده نزدیک این سیستم را به اینترنت متصل کرده و شخص معلول بتواند آزادانه با هر که بخواهد از طریق فرستادن نامه و رد و بدل کردن اطلاعات در ارتباط باشد.

منابع:

- [1] SIAMO Project (CICYT). Electronics Department. University of Alcalá. Madrid. Spain..
- [2] Sonar-Based Real-World Mapping and Navigation.
- [3]- Alberto Elfes. IEEE Journal

Neek Azma Co. (ش.ا.م)

شرکت مهندسی رهاورد نیک آزما

کنترل کیفی، آزمون و سنجش کالیبراسیون
تجهیزات پزشکی، بیمارستانی، آزمایشگاهی و رادیولوژی



✓ مجوز رسمی فعالیت کنترل کیفی از اداره کل تجهیزات پزشکی وزارت بهداشت ایران



✓ پروانه اشتغال کنترل کیفی تجهیزات پرتونگاری از سازمان انرژی اتمی ایران



تهران، خ جمهوری، خ کمالی، نیش جوانشیر، پلاک ۳

تلفن: ۸-۷۷۸۴۱۰۲۷ فکس: ۷۷۸۴۱۰۲۹