

تیم فرزنانگان ۵ - دبیرستان فرزنانگان ۵ تهران - امداد پیشرفته الف

عرفان جاذب نیکو^{۱*}، محمود غفوری تبریزی^{۱**}، فاطمه کرمی پور مقدم^۲، نرگس اوتادی^۲، یاسمن تبری^۲،

سارا گیوه کش^۲، نگین قراگزلو^۲

^۱دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین - ایران

^۲دبیرستان استعدادهای درخشان فرزنانگان ۵ تهران - ایران

erfan.jazebnikoo@gmail.com

mght.1984@gmail.com

چکیده

ربات امدادگر دانش آموزی به منظور کمک رسانی به مصدوم با مشخصات معلوم طراحی شده است. این روبات شامل امکانات مکانیکی مناسب جهت حرکت و عبور از موانع و مسیرهای سخت می باشد و همچنین بهره بری از سیستم گریپر در این ربات به آن کمک می کند تا بتواند مصدوم را به بهترین شکل ممکن جابجا نماید. اجزای الکترونیکی این روبات نقش تعیین کننده ای در دقت و کیفیت حرکتی و تشخیصی روبات ایفا می نماید. این نقش در نوع و تنوع سنسورهای بکار گرفته شده در این ربات پر رنگتر می باشد. توانایی تحلیل، تشخیص و تصمیم در این ربات بعهد ی بخش نرم افزار بوده که مکمل بخشهای قبلی می باشد و بعد از برنامه نویسی در اختیار روبات قرار می گیرد.

واژه‌های کلیدی: فرزنانگان ۵ - روبات - امدادگر - مکانیک - الکترونیک - نرم افزار.

۱- مقدمه

تیم روبات امدادگر پیشرفته الف فرزنانگان ۵ تهران تیمی از دانش آموزان پایه اول این مدرسه است که ربات های هوشمند طراحی می کند. تحقیقات و پژوهش های لازم جهت ساخت این روبات درحال حاضر در همین آموزشگاه صورت می گیرد. این تیم متشکل از ۵ نفر درسال (۱۳۹۱.ش) ۲۰۱۲ میلادی شروع به کار کرده است. روبات این تیم ب هدف تعقیب خط و پیدا کردن مصدومین طراحی و ساخته شده است. ما به ربات های امدادگر در عین یک سرگرمی مفید و آموزنده به عنوان یک آزمایش و بررسی دانسته ها و توانایی های خود و به دست آوردن تجربیات در عرصه علوم مکانیک، الکترونیک و هوش مصنوعی می نگریم. هم چنین ازهدف های دیگر تیم ما بالا بردن دانش روباتیک که برای ایجاد یک تیم سازنده رباتهای امدادگر واقعی و هدف بزرگتر ما نیز شرکت در مسابقات مربوطه، رشد و شکوفایی علمی و به دست آوردن درک بهتر از مسائل دنیای روباتیک است.

*- سرپرست و مدرس گروه الکترونیک و نرم افزار.

** - سرپرست و مدرس گروه مکانیک.

۲- ویژگی های سخت افزاری و مکانیکی

۲-۱- ساختار مکانیکی روبات ها

مکانیک این ربات از ۴ بخش کلی تشکیل شده است که عبارتند از :

۱- مکانیزم حرکتی

۲- بدنه و شاسی

۳- گریپر

۴- بالابر

۲-۱-۱- مکانیزم حرکتی

برای بالا بردن کیفیت و سهولت حرکت روبات در شرایط مختلف مانند شیب ها و موانع از مکانیزم چرخ شنی یا همان چرخ تانکی استفاده نمودیم. این مکانیزم که بصورت آماده از میان نمونه های مشابه بر اساس محاسبات مورد نیاز ما انتخاب شده است شامل تسمه تایم، چرخ دنده، بدنه ی چرخ و الکترو موتور می باشد. الکترو موتور از طریق چند چرخ دنده نیرو را به چرخ خورشیدی منتقل نموده و از چرخ خورشیدی به تسمه تایم که بصورت پشت رو مونتاژ شده است منتقل می گردد.



شکل ۱- مکانیزم حرکتی

توضیحات	موارد
۱۰۰۰ دور بر دقیقه	الکترو موتور
چرخدنده	سیستم انتقال حرکت
۱:۲	نسبت انتقال دنده
پلکسی گلاس	جنس بدنه ی چرخ
۱،۳	سرعت خطی

جدول ۱- مشخصات مکانیزم حرکتی

۲-۱-۲- بدنه و شاسی

شامل کفه ی پایینی و بالایی می شود که کفی پایینی از جنس آلومینیوم با ضخامت ۱ میلیمتر و کفه ی بالایی از جنس پلکسی گلاس با ضخامت ۴ میلیمتر می باشد. فرآیند ساخت این دو کفی برش با لیزر بوده است و به شکلی طراحی شده که قابلیت نسب اجزای الکترونیک و عبور سیم ها را داشته باشد.

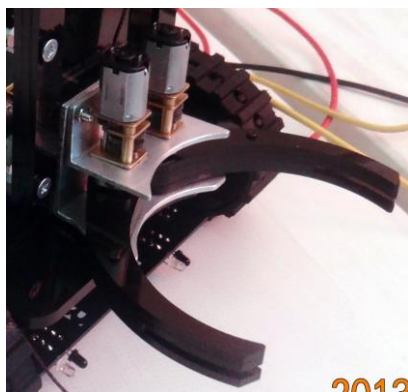
این دو کفه توسط پیچ به لبه های مستقر بر دیواره ی کناری چرخ ها متصل می شوند و فضایی را ایجاد می کنند که می توان در این فضا اجزای الکترونیک و باتری را تعبیه نمود. ارتفاع کفه ی پایینی به اندازه ای است که بعد از نسب نمودن برد خط یاب با موانع و سرعت گیرها برخورد نکند.

۲-۱-۳- گریپر

طراحی این بخش بصورتی ساده و منعطف صورت گرفته است، بشکلی که قابلیت گرفتن مقاطعی با ابعاد ۲۵ تا ۷۰ سانتی متر را دارا می باشد. این گریپر شامل دو عدد میکرو موتور ۶ ولت با تعداد دوران ۱۰ دور در دقیقه میباشد که از قدرت و دقت نسبی بالایی برخوردار است و هر کدام بصورت مستقل کنترل می شوند.

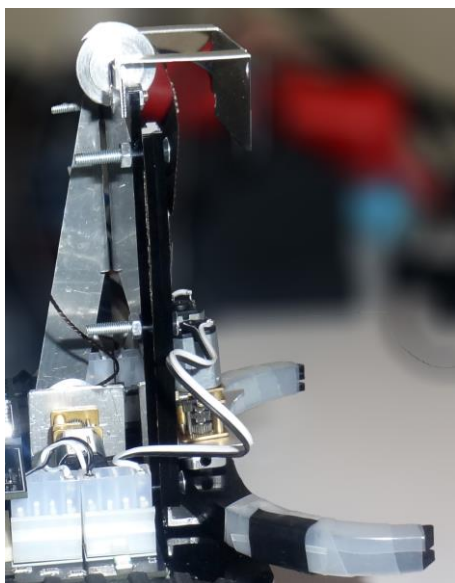
انگشتهای گریپر نیز از جنس پلکسی بوده که بشکل منحنی طراحی شده تا بیشترین سطح تماس با مصدوم را جهت افزایش قدرت گیرایی داشته باشد. این انگشتها از طریق یک واسطه ی آلومینیومی به موتورهای متصل شده اند و مجموع این اتصال توسط پیچ و مهره بر روی یک پایه ی L شکل آلومینیومی سوار شده اند.

مجموع مکانیزم گریپر توسط یک صفحه ی مستطیل شکل از جنس پلکسی گلاس در کشوی بالابر قابلیت حرکت را دارا می باشد و علت استفاده از این جنس سیقلی بودن آن و قابلیت سرش مناسب جهت حرکت عمودی در بالا بر می باشد.



شکل ۲- گریپر

۲-۱-۴- بالابر



شکل ۳- بالابر

این بخش شامل یک دیواره ی L شکل از جنس پلکسی گلاس به همراه لبه های قابل جدایش کشویی، میکرو موتور ۶ ولت با تعداد دوران ۱۰ دور در دقیقه، قرقره های هدایت کننده، ریسمان بالابر و ستونهای محافظ می باشد. مجموع این اجزاء بر روی کفه ی بالایی نسب شده اند. ارتفاع این دیواره نسبت به کفه ی بالایی ۱۱۳ میلیمتر می باشد به شکلی که قابلیت بالا بردن مصدوم تا ارتفاع مناسب را داشته باشد. در بالاترین بخش این دیواره یک پایه جهت نسب سنسور تعبیه شده است. فرآیند ساخت این اجزاء نیز توسط لیزر بوده و توسط حرارت خم کاری شده اند.

استفاده از میکرو موتور با تعداد دوران کم باعث کاهش چشمگیر شک حاصل از شروع حرکت بالابر می شود و به میزان چشم گیری احتمال سر خوردن مصدوم در میان گریپر را کاهش می دهد، همچنین قدرتی بودن این موتور بالا بردن مجموع وزن گریپر و مصدوم را آسان می نماید.

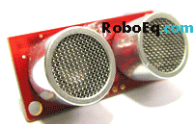
تمامی طراحی اجزای این ربات ابتدا در محیط نرم افزار Solidworks صورت گرفته است تا با کمک آن بتوانیم اشکالات احتمالی را بر طرف نموده و دید مناسبی نسبت به طرح مورد نظر داشته باشیم.

۲-۲- ساختار الکترونیکی روبات ها

روبات تیم فرزنانگان ۵ دارای چندین برد الکترونیکی هستند که هرکدام از آنها وظیفه ی خاصی در ساختار این روبات ها دارند. قسمتهای مختلف این برد ها در نرم افزار Proteus شبیه سازی شدند و پس از اینکه تمامی شبیه سازی ها با موفقیت انجام شد در نرم افزار Altium Designer نقشه های شماتیکی و برد روبات طراحی گردید. در ادامه قطعات و ماژولهای استفاده شده و عملکرد هریک از بوردها را جداگانه مورد بررسی قرار می دهیم.

۲-۲-۱- قطعات و ماژولها

۲-۲-۱-۱- سنسور مسیر یاب: در این روبات از ۱۶ سنسور فرستنده و گیرنده مادو قرمز برای پیدا کردن مسیر مشکی و فواصلی که فاقد خط هستند استفاده شده است. سنسورهای فرستنده دائما در حال فرستادن امواج مادون قرمز به زیر روبات هستند. هر سنسور گیرنده ای که خط را تشخیص دهد متناسب با حرکت مورد نیاز، روبات مسیر خود را تعیین می کند.



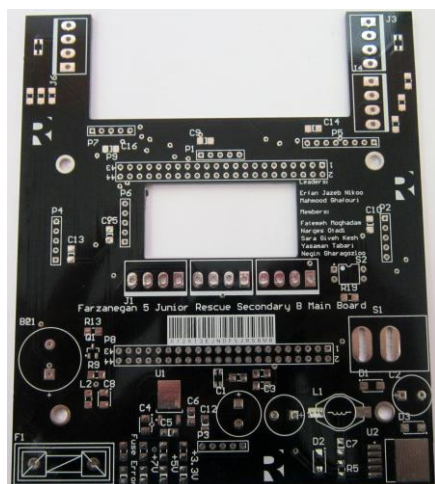
شکل ۴ - ماژول
آلتراسونیک SRF08

۲-۲-۱-۲- سایر قطعات و ماژولها: سایر قطعات و ماژولهای این روبات متشکل از پنج درایور موتور مدل L6203 که دو درایور برای موتورهای حرکتی، دو درایور برای گریپر و یک درایور برای بالابر، LCD 16x2، چهار سنسور اولتراسونیک SRF08 جهت اندازه گیری فاصله از دیواره ها و تشخیص موانع، مالتی پلکسر 4067 و همچنین میکروکنترلری از خانواده AVR با شماره آی سی Atmega128A است.

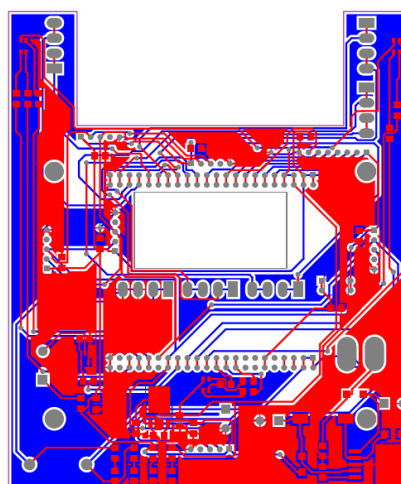
۲-۲-۲- برد اصلی

وظیفه ی برد اصلی یا Main Board، تبدیلات، کنترل ها و تقسیمات ولتاژی و جریانی در کل روبات است. یک باتری ۱۴/۸ ولتی به این برد متصل و پس از تبدیل آنها به ولتاژهای ۵ و ۳/۳ ولت از طریق ارتباطات سیمی یا مداری وارد قسمتهای مختلف روبات می شوند. از ولتاژها تبدیل شده برای راه اندازی موتورها، گریپر، بالابر و تغذیه ی سایر قسمتهای الکترونیکی از جمله آی سی ها، سنسورها و قطعات الکترونیکی استفاده می شود. در همان ابتدای ورود ولتاژ باتری به مدار، یک فیوز ۵ آمپری برای هر باتری تعبیه شده است که به محض بروز هرگونه مشکل از جمله اتصال کوتاه یا بالا رفتن جریان داخل مدارهای روبات به بیش از ۵ آمپر فیوز پریده و مانع بروز مشکلاتی از جمله سوختن قطعات یا از بین رفتن اتصالات مداری می شود.

در این برد علاوه بر ورودی باتری ها و مدارات تبدیل ولتاژی، ۴ سنسور آلتراسونیک برای تشخیص دیواره ها و موانع نیز قرار گرفته اند. شکل ۵ نمای دو بعدی این برد در نرم افزار Altium Designer و شکل ۶ نمای برد بعد از چاپ می باشد.



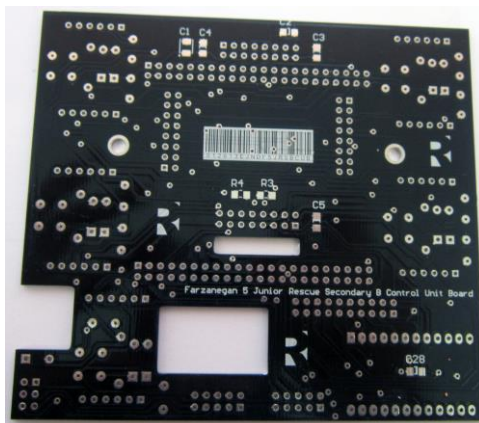
شکل ۶ - نمای برد بعد از چاپ



شکل ۵ - نمای دو بعدی برد در نرم افزار Altium Designer

۲-۲-۳- برد کنترل واحدها

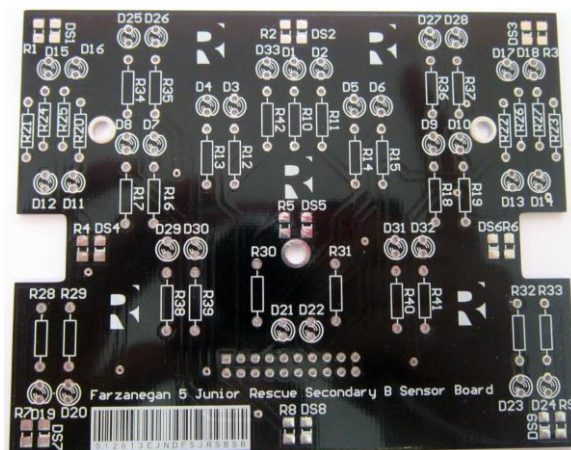
در برد کنترل واحدها یا Control Units Board، تمامی ورودی‌ها و خروجی‌های ربات، ماژول‌ها و نمایشگرهای مختلف به مغز ربات یعنی میکروکنترلر متصل می‌شوند. توسط دو کانکتور ولتاژهای مختلف تولید شده در برد اصلی وارد این برد می‌شوند و قطعات الکترونیکی متصل به این برد را روشن می‌کنند. همچنین از طریق یک کانکتور دیگر ورودی‌ها و خروجی‌های سنسورها، به این برد و در نهایت به میکروکنترلر متصل می‌شوند. در این برد مدار درایورهای موتور نیز تعبیه شده‌اند.



شکل ۷ - برد کنترل واحدها

۲-۲-۴- برد سنسورها

در برد سنسورها یا Sensors Board، ۱۶ سنسور فرستنده و ۱۷ سنسور گیرنده قرار گرفته است که از آن برای تشخیص خط، فواصل بدون خط و سکوی قرار گرفتن مصدوم استفاده می‌شود.



شکل ۸ - برد سنسورها

۳- نرم‌فزار و هوش مصنوعی

ما به زبان C در برنامه CodeVision برنامه این ربات را نوشتیم که به طور کلی الگوریتم‌های آن در زیر توضیح داده شده است.

۳-۱- پیدا کردن مصدوم

هنگامی که ربات وارد اتاق قرمز می‌شود با استفاده از سنسورهای فاصله‌سنج شروع به جستجو برای پیدا کردن مصدوم می‌کند. هرگاه فاصله از دیواره‌ها دچار تغییر ناگهانی شد نشان‌دهنده وجود مصدوم در آن سمتی از ربات می‌باشد که

سنسور فاصله ی همان سمت تغییر راتشخیص داد. در این زمان روبات به سمت مصدوم می چرخد و با استفاده از سنسور فاصله سنج جلو تا حد امکان به آن نزدیک می شود.

۲-۳- بلند کردن و انتقال آن به خط پایان

هنگامی که روبات در پشت مصدوم قرار گرفت گریپرهای خود را می بندد و با استفاده از بالابر آن را بلند می کند. پس از پیدا کردن سکوی پایان به نزدیکی آن رفته و بالابر مصدوم را روی سکو قرار می دهد و گریپر ها باز می شوند و روبات به عقب می رود.

۳-۳- پیدا کردن خط پایان

هنگامی که روبات مصدوم را از زمین بلند کرد با استفاده از سنسور های فاصله به سمت چهار گوشه ی زمین می رود. در کل زمان جستجو برای سکوی پایان، چهار سنسور فرستنده و گیرنده ی مادون قرمز در جلوی روبات به محض دیدن سکوی مشکی رنگ به روبات اطلاع می دهند و روبات به سمت سکو حرکت میکند.

۴-۳- تشخیص مانع و دور زدن آن

در هنگام مسیریابی هنگامی که سنسور فاصله سنج جلوی روبات فاصله ی کمی را احساس کند به این معنی می باشد که مانعی در جلوی آن است. هنگامی که به اندازه ی کافی به مانع نزدیک شد به صورت درجا به سمت چپ یا راست (با توجه به فاصله از دیواره ها) می چرخد و پس از چند چرخش به دور مانع دوباره وارد مسیر مشکی رنگ می شود.

۵-۳- تشخیص دادن مانع از مصدوم

برای تشخیص مانع از مصدوم دو سنسور فاصله سنج در جلوی روبات تعبیه شده است که یکی از آنها در ارتفاع کم (نزدیک به کف روبات) و دیگری در بالا ترین نقطه روبات قرار گرفته است. از آنجایی که ابعاد مانع با مصدوم متفاوت است و مانع ارتفاع بلند تری دارد هنگامی که هر دو سنسور، فاصله ی یکسانی را نشان دهند نشان دهنده ی مانع و هنگامی که سنسور پایین فاصله ی کمتری را نشان دهد نشان دهنده ی مصدوم است.

۶-۳- بالا آمدن از سطح شیبدار بدون خط

در ابتدای سطح شیب دار که خط به پایان می رسد روبات با استفاده از سنسور فاصله سنج تشخیص می دهد که وارد سطح شیب دار شده و شروع به حرکت مستقیم می کند و در طول مسیر با توجه به دیواره های کناری، مسیر حرکت خود را به صورت مستقیم نگه می دارد. به محض اتمام شیب روبات با استفاده از سنسور فاصله سنج درب اتاق قرمز را تشخیص داده و به سمت آن می چرخد.

۷-۳- دور زدن پیچ های کمتر از ۹۰ درجه

در پیچ های کمتر از ۹۰ درجه به صورت همزمان چند سنسور مسیریابی اعلام وجود خط می کنند که از این طریق می توان به وجود چنین پیچ هایی پی برد و با استفاده از چرخش درجا مانع از خروج روبات از مسیر شد.

۳-۸- الگوریتم تعقیب خط

در زیر روبات ۷ جفت سنسور مادون قرمز برای تشخیص خط تعبیه شده است که با چیدمانی به شکل عدد هشت قرار گرفته اند که به محض دیدن هر یک از این سنسورها روبات عکس العمل خاص آن سنسور را نشان می دهد. همچنین در جلو و عقب بورد سنسورها، سنسورهایی قرار گرفته اند که دائما روی خط هستند. هرگاه این سنسورها خطی را ندیدند به معنای این می باشد که روبات در هنگام مسیریابی در فواصل خالی بین خطوط قرار گرفته است و به حرکت مستقیم ادامه می دهد تا وارد مسیر شود.

۴- نتیجه گیری

با کمک و یاری خداوند متعال، بیشترین دقت را در تمامی بخش های روبات پیش گرفتیم تا بتوانیم یکی از مدعیان قهرمانی در مسابقات ایران اپن ۲۰۱۳ باشیم.

۵- تشکر و قدردانی

با تشکر از جناب آقای غفوری تبریزی (سرپرست بخش مکانیک) و آقای جاذب نیکو (سرپرست بخش الکترونیک و نرم افزار)، سرکارخانم مزرعی (مدیر دبیرستان فرزندگان ۵)، سرکارخانم فیروزی (معاون پژوهشی فرزندگان ۵) و تمامی دوستانی که ما را در این مهم یاری نمودند.

۶- مراجع

- 1- Optimizing of solenoid for Robocup Kicker / DCT Number 2006.051 (Dr.ir.M.J.G van de molengraft)
- 2- Bicron electronic company official web site : www.bicronusa.com
- 3- www.acroname.com: sharp range finder datasheet
- 4- کتاب میکروکنترلر های AVR نویسنده : حسن کاهه
- 5- www.datasheetcatalog.com (search : L6203 DMOS full Bridge)
- 6- کتاب مکاترونیک ، برنامه نویسی . هوش مصنوعی
- 7- www.eca.ir/forum2 supplay switching