



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

یک کاربرد انبار مواد هوشمند نمونه اولیه پیاده سازی شده با استفاده از ربات های سیار

## سفارشی و فناوری چشم انداز منبع باز توسعه یافته با استفاده از EmguCV

### چکیده

ربات های متحرک (سیار) سفارشی در تولید و کاربردهای انتقال مواد رایج هستند. یک کلاس از ربات های سیار، که به عنوان وسایل هدایت خودکار (AGV) شناخته می شوند، یک مسیر ثابت را در امتداد کف با استفاده از مسیرها، برچسب های RFID یا نوار مغناطیسی دنبال می کنند. این ربات ها به طور معمول در طول مسیرهای از پیش تعیین شده حرکت می کنند و انعطاف پذیری محدودی را برای تغییرات صورت گرفته و یا برای استفاده از آنها در محیط هایی مانند بیمارستان ها و یا تاسیسات نظامی ارائه می دهند. حرکت به دور از سیستم های AGV سنتی ثابت برای کنترل و نظارت بی سیم و پویا، برخی مزایای متمایز و فرصت های جدید را ارائه می دهد. این نوع ربات به عنوان یک AGV مستقل شناخته شده است. یک انبار مواد هوشمند نمونه اولیه در این مقاله به عنوان یک پلت فرم (سیستم عامل) برای کشف برخی از جنبه های خاصی از این فناوری ارائه شده است. نخست، چهار ربات متحرک چند منظوره با استفاده از کیت های آماده BattleBot، کنترل های Arduino بی سیم، و اجزاء ساخته شده ساخته شدند. در مرحله دوم، یک دوربین Microsoft Kinect روی یک ربات برای بازخورد بصری، دوری از موانع، و تشخیص شکل نصب شد. در نهایت، یک دوربین IP نصب شده سقف با نرم افزار توسعه یافته با استفاده از Visual Studio.NET و C# wrapper برای OpenCV (EmguCV) به منظور تسهیل توسعه مسیر ربات، پردازش ویدئویی و ردیابی زمان-واقعی استفاده شد. آزمایش سیستم تکمیل شده در انبار ساختگی 2000 فوت مربع با ایستگاه ها برای حمل و نقل/دریافت، ذخیره سازی، مناطق طبقه بندی، و فرآیندها از جمله برش، فرز، و چرخش برای آماده سازی سهام خام مورد استفاده در تولید انجام شد. با ادامه رشد پژوهش سیستم های سایبری-فیزیکی، ادغام الگوریتم های محاسباتی، سیستم های فیزیکی، کنترل های بی سیم، و رابط های کاربری سفارشی بدون شک به افزایش استفاده از آنها در سراسر جامعه منجر خواهد شد. این کار به عنوان بخشی از Northwest

Manufacturing Initiative در Oregon Institute of Technology تکمیل شد. امکان های استفاده از نتایج این کار در ارتش، خرده فروشی و بخش های خدمات نیز شناخته شدند. تمام سخت افزار و نرم افزار برای پروژه به منظور تسهیل کار آینده توسعه داده شد.

**کلمات کلیدی:** سیستم سایبری-فیزیکی، چشم انداز، اتوماسیون هوشمند، منبع باز، خودروی هدایت شده خودکار (AGV)

## 1. مقدمه

سیستم های هدایت و انتقال مواد و محصول در شرکت های تولیدی برای سالهای زیادی استفاده شده اند. سطح اتوماسیون مورد استفاده در صنعت همچنان در طول زمان در حال رشد هستند، زیرا فناوری های رباتیک، الکترونیک و کامپیوتر از نظر قابلیت، سهولت استفاده، یکپارچه سازی دستگاه های دیگر، و قابلیت پرداخت بهبود یافته اند. با این پیشرفت، سطح پیچیدگی و تعامل بین تمام انواع سیستم ها به طور چشمگیری افزایش یافته است. محوریت علاقه بین المللی در نوآوری و به اشتراک گذاری پیشرفت ها با این سیستم ها، نیاز به همکاری در پروژه ها و افزایش رقابت پذیری جهانی است. از آنجا که اجزای مکانیکی، فیزیکی، الکتریکی، و نرم افزاری نمی توانند جدا شوند و مستقل عمل کنند، اصطلاح سیستم های سایبر-فیزیکی (CPS) برای هدایت کار کنونی و آینده ابداع شده اند. برخی از تعاریف برای CPS از یک کنفرانس بین المللی اخیر گرفته شده است و در اینجا به منظور فراهم نمودن یک پایه و چشم انداز برای کار در این مقاله (Isaksson و Drath، 2016) ارائه شده است.

- یک سیستم همکاری عناصر محاسباتی کنترل کننده اشخاص فیزیکی
  - اتصال بین یک دنیای فیزیکی و یک دنیای مجازی (مدل ها)
  - قابلیت برای رفتار مستقل، خود-کنترل، خود-بهینه سازی
  - مرزهای مختلف سیستم: CPS شامل و یا به استثنای یک جهان فیزیکی
- نمونه هایی از CPS در تولید برای مدرنیزه کردن و اضافه نمودن انعطاف پذیری به سیستم های تولید و ادغام آن در شبکه های کنترل که شامل ادارات و مهندسی چند کاره یا توزیع امکانات می باشند استفاده می شوند. با تبدیل

شدن سفارشی سازی انبوه در تغییرات خط تولید به اولویت بالاتر، توانایی ارائه مواد، قالب بندی و تجهیزات نیز باید در نظر گرفته شوند. استفاده از ربات های متحرک چند منظوره برای این منظور یک جایگزین مناسب است. سیستم خودروی هدایت شده خودکار (AVGS)، مسیریابی و اعزام انعطاف پذیر مواد را میسر می سازند و به ویژه برای محیط های تولید انعطاف پذیر مناسب هستند که در آن ترکیب محصول و اولویت ها به طور مداوم ممکن است تغییر یابند (Reveliotis, 2000). حرکت آنها توسط ترکیبی از سیستم های نرم افزاری و هدایت مبتنی بر حسگر هدایت می شود. از آنجا که این تکنولوژی همچنان به گسترش ادامه می دهد، بسیاری از مناطق خارج از تولید از نوآوری ها در زمینه های زیر بهره مند خواهند شد: (1) ربات های متحرک و مستقل، (2) نرم افزار منبع باز، (3) سیستم های بینش، و (4) ارتباطات بی سیم. برخی از کاربردهای مورد نظر در این مورد، توزیع دارو در بیمارستان ها، جایگزینی محصولات در تنظیمات خرده فروشی، عملیات های میدان نظامی، و استقرار تجهیزات / ابزار در پروژه های ساختمانی بزرگ می باشند. مهندسان مکانیک، تولید، صنعتی، برقی، و کامپیوتر باید برای توسعه سیستم های همه کاره در آینده همکاری نمایند.

### 1.1 طبقه بندی و شرح AVGS

برای اهداف انتقال مواد، استفاده از ربات های متحرک با قابلیت حرکت آزادانه در سراسر یک فضای معین مرسوم است. بسیاری از امکانات تولید مانند کارخانه های خودرو و نساجی و همچنین مراکز ذخیره سازی و توزیع از تجهیزات خودکار انتقال مواد استفاده می کنند. اگر چه این می تواند یک سناریوی ایده آل باشد، واقعیت این است که بسیاری از وظایف، انسان ها را موظف می سازند و محیط کار ترکیبی از ایستگاههای خودکار و عمل انسانی با شرایط تغییر لحظه به لحظه است. در این محیط ها، کار اغلب با استفاده از AVGS انجام می شود که از نشانگرهای تعبیه شده در کف برای تعیین محل و مسیر استفاده می کنند. در طول این مقاله، اصطلاحات ربات متحرک (Mobile Robot) و AGV بدون یک تمایز واقعی استفاده می شوند که ناشی از این واقعیت است که زمانی که ربات های متحرک بی سیم کنترل شده توسعه یابند و کاربردی شدند، سناریوی یک انبار مواد برای نشان دادن

استفاده از این ربات ها به صورت AGV مستقل (AAGV) با ترکیب الگوریتم های توسعه مسیر و دوربین نصب شده سقف یکپارچه برای اهداف ردیابی و کنترل پویا انتخاب شد. کار قابل توجهی در طبقه بندی AVGS بر اساس مسیر-راهنما، ظرفیت و روش پرداختن به خودرو انجام شده است. کار قبلی برای رسمی سازی یک طرح طبقه بندی کنترل AVGS به کار گرفته شده است. این طبقه بندی، تاثیر جایگزین های طراحی در الزامات کنترل کننده ضروری را روشن می سازد (Peters, Smith, و Venkatesh, 1996). برخی از طبقه بندی های دیگر، یک توصیف ساده را پیشنهاد دادند که ویژگی های مهم سیستم های چند ربات را اشاره می کند و متناسب با شرح سیستم انبار مورد استفاده در این پروژه است (Cao, Fukunaga, و Kahng, 1997).

1) معماری، متمرکز یا غیر متمرکز.

2) تمایز عوامل، همگن (سیستم های کنترل مشابه)، ناهمگن (مختلف).

3) ساختار ارتباطات، از طریق محیط، از طریق سنجش، از طریق ارتباطات (عمدی)

4) مدل های عوامل دیگر، مقاصد، قابلیت، حالات، باورها.

برخی از کارهای قبلی به عنوان یک پایه و اساس این پروژه توصیف شده در این مقاله مورد استفاده قرار گرفت مانند استفاده از AVGS چند-منظوره، چند-ربات که تحت سیگنالینگ همگن، مستقیم و متمرکز کنترل می شوند و دارای قابلیت های خاص برای انجام کار در یک محیط انبار هستند (جرثقیل، سکو، نور / حجم کار سنگین). اضافه نمودن دوربین های سقفی نصب شده همراه با نرم افزار چند-قابلیتی برای ساخت مسیرها، ردیابی ربات ها و ایجاد تنظیمات بر اساس بازخورد از طریق پردازش ویدئویی، کار ارائه شده در اینجا را متفاوت و نوآورانه نموده است.

رویکرد توسعه انبار مواد هوشمند نیز نشاندهنده مساعدت های چند منظوره برای این پروژه است. مهندسين تولید، مکانیک و کامپیوتر در ابتدا به طور مستقل روی ساخت ربات و توسعه سیستم های کنترل برای ربات های سیار، برنامه های نرم افزاری کامپیوتر، رابط های کاربر، و فن آوری های دیدگاه از انواع مختلف کار کردند. رویکرد زیر سیستم از کار قبلی در روش های ارزیابی AVGS قرض گرفته شد. نویسندگان اظهار داشت که "هر زیرپیمانه به طور کامل در یک حالت مستقل مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به خواص ذاتی هر زیرپیمانه، مدیریت سیستم فقط

در شبیه سازی مورد ارزیابی قرار گرفت، ناوبری در شبیه سازی و در سخت افزار مورد ارزیابی قرار گرفت. AVGS با دستگاه های ارتباطی اترنت بی سیم مجهز شدند و با ایستگاه های کاری از طریق اینترانت کارخانه برقراری ارتباط نمودند (Berman, Schechtman, & Edan, 2008).

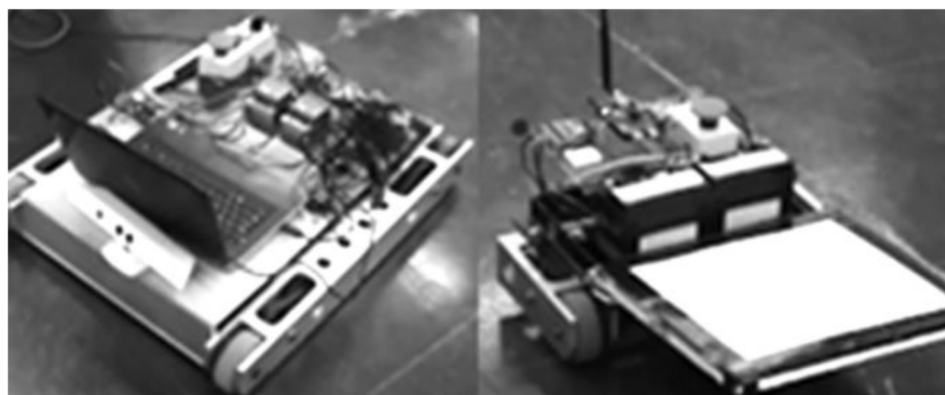
هیئت مدیره و دانشجویان مهندسی از Oregon Institute of Technology، آیتم های مفید، فن آوری موجود، و سخت افزار / نرم افزار توسعه یافته را برای طراحی و پیاده سازی یک انبار نمونه مواد هوشمند ترکیب کردن که در آن ربات ها برای ارائه مواد به یک سری از ایستگاه ها استفاده شدند. ردیابی زمان واقعی با استفاده از یک دوربین سقفی نصب شده IP و یک برنامه نرم افزاری ساخته شده در C# (C Sharp) با استفاده از Net wrapper. برای OpenCV به نام EmguCV اجرا شد. توسعه مسیر اولیه و پردازش زنده ویدئو برای موقعیت یابی و نظارت بر ربات های متعدد در حال کار بر روی کف انبار اجرا شد. قابلیت های ویژه مانند خوانندگان، RFID، سونار، و...

## 1.2 شرح پروژه و تفکیک مطالب مقاله

این مقاله در بخش های اصلی این پروژه توصیف خواهد شد از جمله: (1) ساخت و کنترل ربات، (2) پردازش تصویر سه بعدی / سیستم اجتناب از مانع با استفاده از تکنولوژی دوربین دید Kinect از بازی های ویدئویی ایکس باکس نصب شده بر روی یک ربات سیار، (3) دوربین سقفی نصب شده "چشم در آسمان"، و (4) پیاده سازی انبار مواد نمونه اولیه هوشمند مورد استفاده قرار برای نشان دادن قابلیت اجزاء منحصر به فرد و ترکیب مورد استفاده برای پروژه. چهار ربات ها برای استفاده در کاربرد انبار طراحی و ساخته شدند. همه آنها مشابه هستند، اما دارای قابلیت ها و وظایف مختلف برای انجام دادن هستند. هر یک به طور آزادانه مبتنی بر پلت فرم iRobot است که در بسیاری از کاربردهای مصرف کننده و نظامی استفاده شده اند، از جمله جارو برقی Roomba و سیستم های تمیز کردن کف، مدل ها برای تمیز کردن استخرهای شنا و ناودان ها، و مدل های متعدد برای پیاده نظام و مأموریت های عملیاتی ویژه مانند ساخت، تمیز کردن، حملات، شرایط خطرناک، خنثی سازی بمب ها و مدل های بزرگتر برای محموله

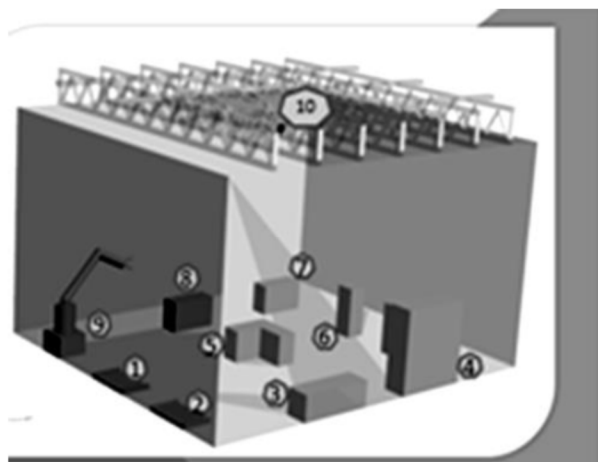
سنگین تر. نمونه هایی از ربات های ساخته شده برای این پروژه (دوربین Kinect و دو چرخ با مدل کاستور) در

شکل 1.



شکل 1 دو نمونه از ربات های متحرک سفارشی

هنگامی که ربات ها مورد آزمایش قرار گرفتند، آنها برای استفاده در یک محیط انبار آماده شدند. دانشجویان و استادان فناوری مهندسی نرم افزار کامپیوتر (CSET)، یک سیستم بینایی (دید) را توسعه دادند که از دوربین 3S IP "چشم در آسمان" و نرم افزار توسعه یافته با استفاده از Visual Studio و EmguCV (نسخه C # از OPENCV) برای تشخیص حضور ربات ها در انبار تولید مواد، ردیابی حرکت آنها، و شناسایی مسیرها و موانع بر روی کف استفاده می نمود. به عنوان یک سناریو کار شبیه سازی شده برای این پروژه تحقیقاتی، ربات های کوچک باید مواد را برای ذخیره سازی، نقل مکان، برش در اندازه، پردازش و تحویل به دانشجویانی که در حال تکمیل پروژه های دوره در کارگاه ماشین با استفاده از ماشین آلات، کارخانه های تولید، پرس مته، و چرخ هستند حمل و نقل نمایند. شکل 2 طرح و توزیع تجهیزات برای انبار ساختگی مورد استفاده در پروژه را نشان می دهد.



|    |                   |
|----|-------------------|
| 1  | Receiving Area    |
| 2  | Robot Parking Lot |
| 3  | Storage Bins      |
| 4  | Storage Cabinet   |
| 5  | Band Saw          |
| 6  | Hack Saw          |
| 7  | Milling Station   |
| 8  | Turning Station   |
| 9  | Unload Staging    |
| 10 | 3S- IP Camera     |

شکل 2. طرح انبار مواد هوشمند

## 2 زمینه ها و کار های مرتبط

انبار مواد هوشمند به عنوان بخشی از یک کمک مالی سه ساله آزمایشگاه های تحقیقاتی ارتش (ARL) اعطا شده برای توسعه قابلیت های آزمایشگاهی، تحقیقاتی و دانشگاهی در دپارتمان (گروه) مهندسی مکانیک و ساخت و فناوری (MMET) در OIT تکمیل شد. ربات ها به طور فزاینده در تولید و در صنعت حمل و نقل مواد و همچنین در بخش خدمات استفاده می شوند. اتوماسیون برای انجام شغل های خطرناک، خسته کننده، و یا کثیف به شیوه ای مقرون به صرفه حیاتی است و اتوماسیون برنامه ریزی مجدد، تغییر سریع را وابسته ها به فرآیندهای خاص یا کار مورد نیاز می سازد. حوزه ها و فناوری های جدید مربوط به نرم افزار چشم انداز، بی سیم و منبع باز (Open Source و Vision, Wireless) در حال به ارمغان آوردن نوآوری و پیشرفت سریع در کاربردهای مهندسی و صنعت هستند.

بسیاری از استفاده های ممکن برای ربات ها و دید ربات از جمله بازرسی (Jang, Lee, & Moo, 2009)، امنیت و ناوبری (Okuno, 2008)، (Zingaretti, Mancini, Frontoni, Cesetti, و Longhi, 2010) وجود دارد. استفاده از بینایی ربات برای مقاصد ناوبری نسبت به بازاهای دیگر بیشتر است. از به مقدار قابل توجهی از قدرت پردازش (Jang, Lee, & Moo, 2009) و در اغلب موارد، الگوریتم های پیچیده برای تشخیص خطوط، توده ها، و رنگ نیاز دارد. "روش های مبتنی بر غیر-دید در موقعیت یابی فرد، مانند نرم افزارهای مبتنی بر تگ های RFID یا



امواج رادیویی، نیاز به این دارند که فرد، دستگاه های فنی خاصی را حمل کند که در زندگی روزمره نامناسب هستند. سنسورهای حرکتی می توانند ورود و یا خروج یک فرد از یک اتاق را تشخیص دهند، اما نمی توانند اطلاعات دقیق موقعیت مکانی را ارائه دهند. دوربین های مادون قرمز، پر هزینه هستند و از درجه بالایی از نویز در تنظیمات محیط داخلی رنج می برند. در مقایسه با این روش ها، یک سیستم بینایی، ارائه عملکرد خوب و یک دامنه استفاده گسترده با یک هزینه معقول را نوید می دهد. "(Weber, Wenjie, و Wermter, 2011). واقعیت این است که سیستم های ترکیبی، راه حل هایی برای آینده فراهم می کنند زیرا هر نوع دارای مزایایی است که توسط سیستم های دیگر تولید نمی شوند. نمونه های خاصی از کار شبیه به این پروژه مورد بحث در اینجا، ارائه یک پس زمینه برای این پروژه است. کارهای اولیه انجام شده بر روی موقعیت یابی ربات متحرک، شش نوع از راه حل های ممکن را شناسایی نمودند. اندازه گیری های موقعیت نسبی از جمله سنجش برحسب (کدگذارها) و ناوبری اینرسیایی، موقعیت یابی مطلق با چراغ ها، نشانه های مصنوعی، نشانه های طبیعی، و تطبیق مدل با سنسورهای پردازنده (Borenstein, Everett, & Feng, 1996). این کار اولیه امروزه هنوز استفاده می شود که تنها از تکنولوژی مدرن و دستگاه های بی سیم استفاده می کند. سیستم های ردیابی فعال و منفعل در داخل خانه برای موقعیت یابی اشیاء و یا دستگاه ها استفاده می شوند. "در معماری سیار فعال، یک فرستنده فعال در هر دستگاه سیار به طور متناوب، یک پیام را در یک کانال بی سیم پخش می کند. در معماری همراه منفعل، گره های ثابت شده در موقعیت های شناخته شده به طور متناوب محل خود (یا هویت) را بر روی یک کانال بی سیم انتقال می دهند و گیرنده های منفعل روی دستگاه های سیار به هر چراغ گوش می دهند. "(Goraczko, BALAKRISHNAN, Smith, 2004). با استفاده از سیگنال های بی سیم فرستاده شده توسط ربات ها در این کار، و با استفاده از ردیابی بصری توسط رنگ های قرار داده شده در هر ربات، برخی از بازخوردها به سیستم وجود دارد که می توانند مفید باشند و برای ردیابی و تولید دوباره مسیر بصری باشند که در پروژه معرفی شده در اینجا مورد مطالعه قرار گرفته است. برخی از سیستم های موفق برای ردیابی ربات ها و انسان ها در محیط های به خوبی سازمان یافته با استفاده از دوربین ها ارائه شده اند. برای مثال، یک سیستم رباتیک همراه برای ردیابی و دنبال کردن افراد در حال

حرکت، با استفاده از ترکیبی از دوربین ها و لیزرها برای غلبه بر کاستی های استفاده از دوربین به تنهایی توسعه یافت که به اشیاء در حال حرکت آهسته و محیط های بدون موانع بسیار محدود می شوند. چنین سیستمی، قابلیت های مهم برای تعامل ربات انسان و کمک های انسان در محیط های مختلف را فراهم می کند. ردیابی با ربات های سیار، یک حوزه تحقیقاتی فعال با بسیاری از سیستم های توسعه یافته، از جمله برای موزه، کمک های بیمارستان، و یا ردیابی عابر پیاده بوده است. (Kobilarov و Sukhatme، 2006)

پروژه هایی انجام شده است که شبیه به این پروژه ارائه شده در این مقاله است. در یک پروژه تحقیقاتی، یک نمونه اولیه طراحی شد که در آن یک راه حل برای ردیابی دارایی ها در داخل یک انبار با استفاده از دو دوربین در پشت بام، محصولات با برچسب های RFID، و یک جرثقیل با Wi-Fi برای انتقال داده ها در زمان واقعی توسعه داده شد. با دوربین فقط 3M از کف (Aryal، 2012)، یک دوربین F-150 Omron در یک فضای کاری بسیار کوچک (0.5M در 2.5M) استفاده شد. این پروژه، برخی از تصاویر خوب را تولید نمود اما قادر به ردیابی موقعیت ها و یا تولید قابلیت های مسیریابی / مسیریابی دوباره نبود. یکی دیگر از پروژه ها، ربات های متحرک با دوربین نصب شده برای آنها را برای تشخیص رنگ ها بر روی کف مورد استفاده قرار داد، به طوری که در مناطق خاص کاری باقی ماند. برای این EMGU CV (Visual Studio the .NET wrapper) استفاده شد. هر ربات به طور متناوب یک تصویر لحظه ای از کف را در مقابل آن می گیر و پس از آن پردازش رنگ را انجام می دهد تا بررسی کند که آیا قادر به ادامه بر روی زمین / کف است یا خیر. هر ربات نقش خاص خود را دارد و آگاه از آن خواهد بود که نمی تواند از کدام زمین عبور نماید؛ کف به مناطق مختلف رنگی تقسیم بندی خواهد شد که هر یک نماینده یک سطح دشواری است. این برخی از زمینه برای تکمیل کار در این پروژه (Sterritt, Saunders, و Wilkie، 2016) ارائه شده است. رویکرد دیگر، کشف ربات های نصب کننده با دوربین ها روی سقف است، بنابراین یک منطقه گسترده ای از پوشش به دست می آید و این سیستم ها را می توان به سیستم های کامپیوتری متصل نمود. (Sentry، 2016)

### 3 نمای کلی مفهوم پروژه

هدف از این پروژه لاتوسعه یک انبار نمونه مواد هوشمند است که در آن تحویل مواد خام در یک سناریوی کارگاه دستگاه می توانند با استفاده از ربات های سیار سفارشی شده برای انجام وظایف و آزمون ایده ها شبیه سازی شوند. انبار شامل یک دوربین فیلمبرداری نصب شده-سقفی بود که بر فضای طبقه برای همه فعالیت ها و تعاملات بین انسان و ماشین ها نظارت می کند. این دوربین به یک کامپیوتر متصل می شود که به عنوان ایستگاه پردازش مرکزی برای سیستم عمل می کند. نرم افزار بر روی این کامپیوتر، تصاویر را برای شناسایی ربات، موانع دائم، و موانع موقت تحلیل می کند. همچنین این نرم افزار دارای الگوریتم های برنامه ریزی-مسیر است و مسیرهای تولید به صورت بی سیم به ربات ارسال می شوند.

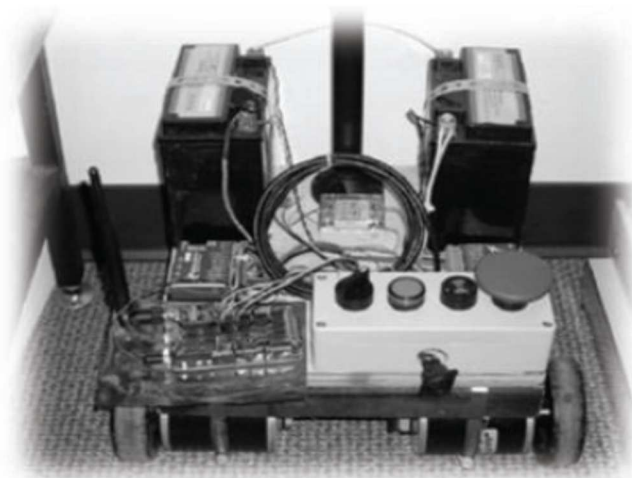
این ربات ها از نظر قدرت پردازش ساده هستند و تقریباً به طور کامل به صورت بی سیم توسط کامپیوتر با استفاده از یک رابط کاربری سفارشی طراحی شده کنترل می شوند. آنها دارای سنسور های پردازنده هستند که در صورتی می توانند حرکت ربات را متوقف نمایند که یک مانع غیر منتظره شناسایی شود، اما تمام وظایف هدایت دیگر توسط کامپیوتر کنترل می شوند. هدف اصلی این ربات ها، انتقال مواد و شناسایی مواد است. بخش دوم این پروژه، نصب یک دوربین Kinect از کاربردهای بازی ایکس باکس بر روی یکی از ربات های متحرک برای تشخیص موانع و انجام تشخیص شکل ساده اشیاء به طور معمول یافت شده در یک فروشگاه است (به عنوان مثال. جعبه ها، پالت های چوبی، انسان ها، لیفتراک). سپس یک سیستم دوربین / دیدگاه سربار اجازه می دهد تا کاربر، مسیرها برای ربات ها را به منظور تحویل مواد، تنظیم به تغییرات در زمان واقعی و پیگیری پیشرفت در امتداد یک مسیر از پیش تعریف شده تعیین شده برای آماده سازی مواد خام توسعه دهد. در 3 بخش زیر توصیف شده است که چگونه قطعات منحصر به فرد از فن آوری ساخته شده بودند و بخش 4 شبیه سازی، آزمون و نتایج را که به دست آمده است توصیف می کند.

### **3.1 توسعه ربات سیار**

ربات های سیار است که به عنوان وسایل نقلیه هدایت شده خودکار (AGV) در این برنامه کار می کنند، از کیت های خریداری شده به عنوان بخشی از این کار ساخته شدند و سپس برای انجام کارهای انتقال مواد معمولی از جمله

تحویل ها از دریافت تا ایستگاه های طبقه بندی، نقل و انتقال بین ایستگاه، بلند کردن اجسام از روی پالت، حمل و نقل کالاهای خام، و استقرار به مکان های مورد نیاز در کارخانه اصلاح شدند. کنترل کننده ها و دستگاه های ویژه به سیستم عامل های ربات اساسی اضافه شدند به طوری که با دریافت دستورات از یک کامپیوتر میزبان، با موقعیت های مختلف انطباق یابند و قابلیت سنجش برای نظارت و تعامل با آنچه که در اطراف آنها است را داشته باشند.

اولین گام ها در این پروژه شامل آزمایش با سیستم عامل اولیه (نشان داده شده در شکل 3) بود که برای این پروژه ساخته شد و برخی از کدها که با استفاده از یک برد **Arduino** توسعه داده شدند. همچنین برخی تحقیقات روی سیستم های استفاده شده توسط سیستم کمپانی **iRobot** تجاری به صورت پردازنده روی برد انجام شد. سیستم کمپانی **iRobot** در شکل 4 نشان داده شده است.



شکل 3. پلت فرم اصلی



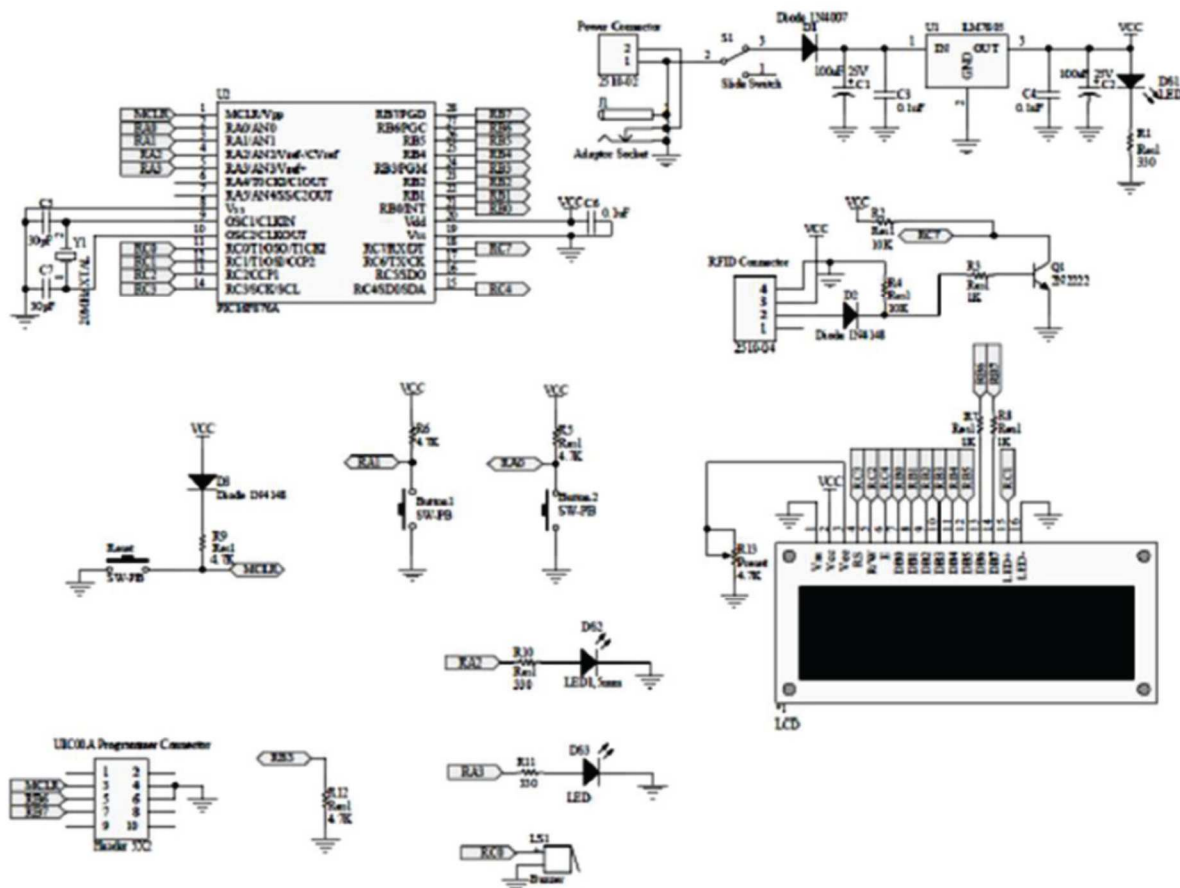
شکل 4. پلت فرم IRobot

شاسی ربات جنگی برای این پروژه خریداری شد. دامنه این پروژه، طراحی، ساخت، و برنامه نویسی چهار ربات بود. دو ربات، برای هر یک از تیم های CSET قرار داده شدند. یک تیم، یک سیستم دید روی برد را با استفاده از یک کامپیوتر لپ تاپ و یک سیستم دوربین مایکروسافت Kinect توسعه داد. این ربات ساخته شده برای آن تیم، BattleBot نامیده شد. تیم دیگر، نرم افزاری را برای کنترل و نظارت بر ربات ها بر اساس یک سیستم دوربین نصب شده-سقفی است. ربات ساخته شده برای این تیم SmallBot نامیده می شد. دیگر ربات های متحرک برای نشان دادن جابجایی مواد و شناسایی پالت ها ساخته شدند. این ربات که با خواننده RFID مجهز شده است، ProtoBot نامیده شد و ربات حمل و نقل مواد، LiftBot نامیده شد.

این ربات ها چندین قابلیت داخلی داشتند. هریک برای مقاصد مختلف در نظر گرفته شده بودند و در نتیجه به تجهیزات و قابلیت های خاص نیاز داشتند. همه ربات ها قادر به ارتباط سریال بی سیم، حرکت خطی رو به جلو و رو به عقب، و چرخش حول یک نقطه مرکزی بین دو چرخ محرک اولیه بودند. آنها از Zigbee XBees برای ارتباط سریالی بی سیم استفاده می کنند. ارتباط سریال اجازه می دهد تا دستورات ارسال شوند و بازخورد با استفاده از متن دریافت شود. حرکات به جلو و عقب توسط ارسال دستور متن "P+" یا "P-" (به ترتیب) پس از یک فاصله میلی متری روی اتصال سریال بی سیم به دست می آیند. کد برای Arduino دستور را دریافت می کند و آن را با یک لیست از دستورات شناخته شده مقایسه می کند. چرخش به شیوه بسیار مشابه با حرکت خطی توسط کنترل موتور هایسمت چپ و راست به طور جداگانه با استفاده از رابط فرمان به دست می آید.

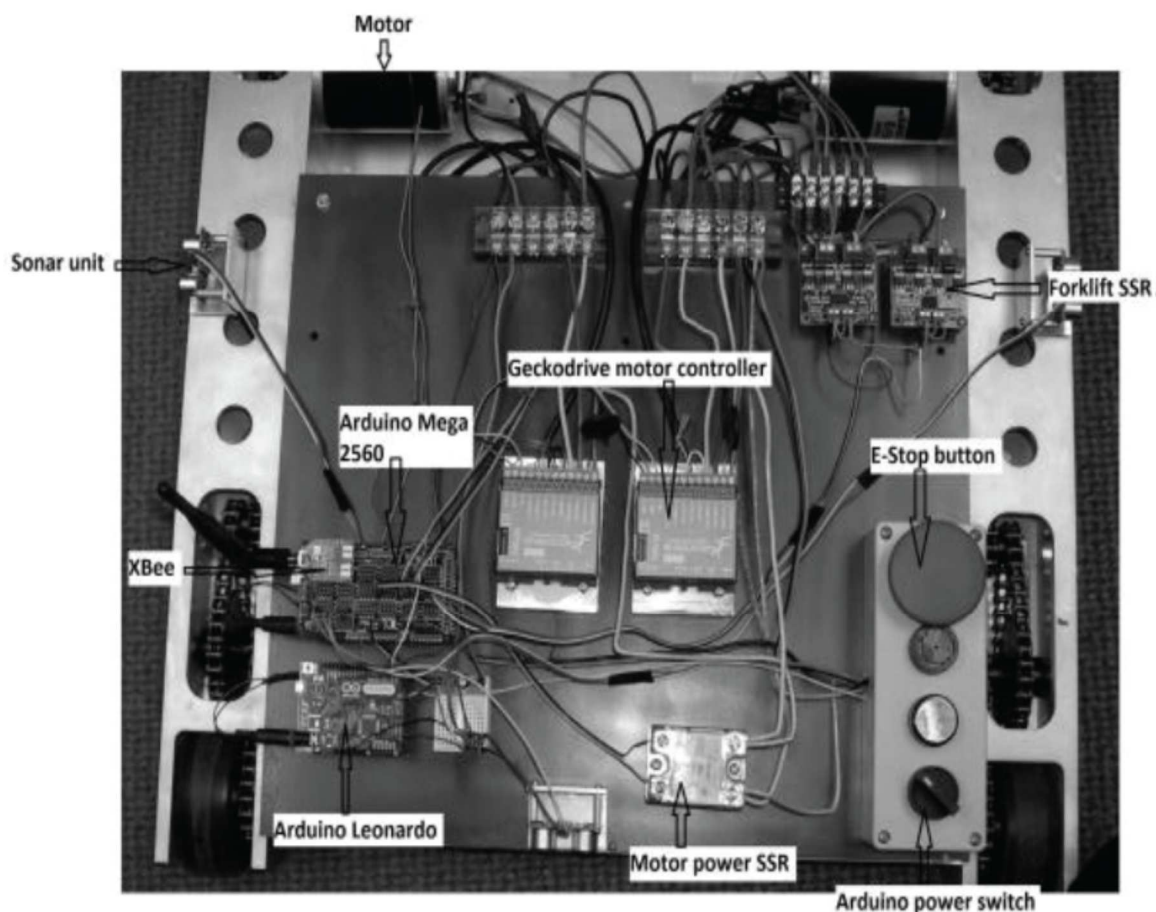
BattleBot و SmallBot با این قابلیت های اساسی ساخته شدند. توسط تیم CSET مربوطه خود، قابلیت های بیشتر به آنها اضافه شده است. این کار با استفاده از تجهیزات اضافی از قبیل دوربین ها و اجرای نرم افزار بر روی لپ تاپ و یا یک کامپیوتر رومیزی انجام شد. ProtoBot و LiftBot هر دو باهم با سونار مجهز شده اند. واحدهای سونار Parallax، رو به رو در تمام چهار جهت در هر دو ربات نصب شده اند. واحدهای سونار از صدا برای اندازه گیری فاصله تا نزدیکترین شی که در مقابل آنهاست استفاده می کنند. سونار توسط یک میکروکنترلر Arduino

جداگانه عمل می کند. ProtoBot نیز با یک خواننده RFID و یک صفحه نمایش LCD نصب شده است. خواننده RFID توسط کنترل Arduino تغذیه می شود و ارتباط برقرار می کند. هنگامی که یک تگ RFID خوانده می شود، شماره تگ (برچسب) روی ارتباط سریال سیمی را دریافت می کند. تعداد برچسب ها بر روی صفحه LCD نمایش داده می شود و به صورت بی سیم به کامپیوتر فرمان (شکل 5) ارسال می شود. LiftBot دارای محرک خطی نصب شده در جلوی شاسی ربات است. این محرک دارای یک جرثقیل نصب شده بر روی آن است. این ربات برای هدایت مواد است. چنگال ها با استفاده از چهار رله توان برای کنترل پلاریته در سراسر بارهای موتور هدایت می شوند. رله ها توسط Arduino اولیه با استفاده از دستوره های LU و LD برای حرکت جرثقیل به سمت بالا و پایین کنترل می شوند (برای چند ثانیه).



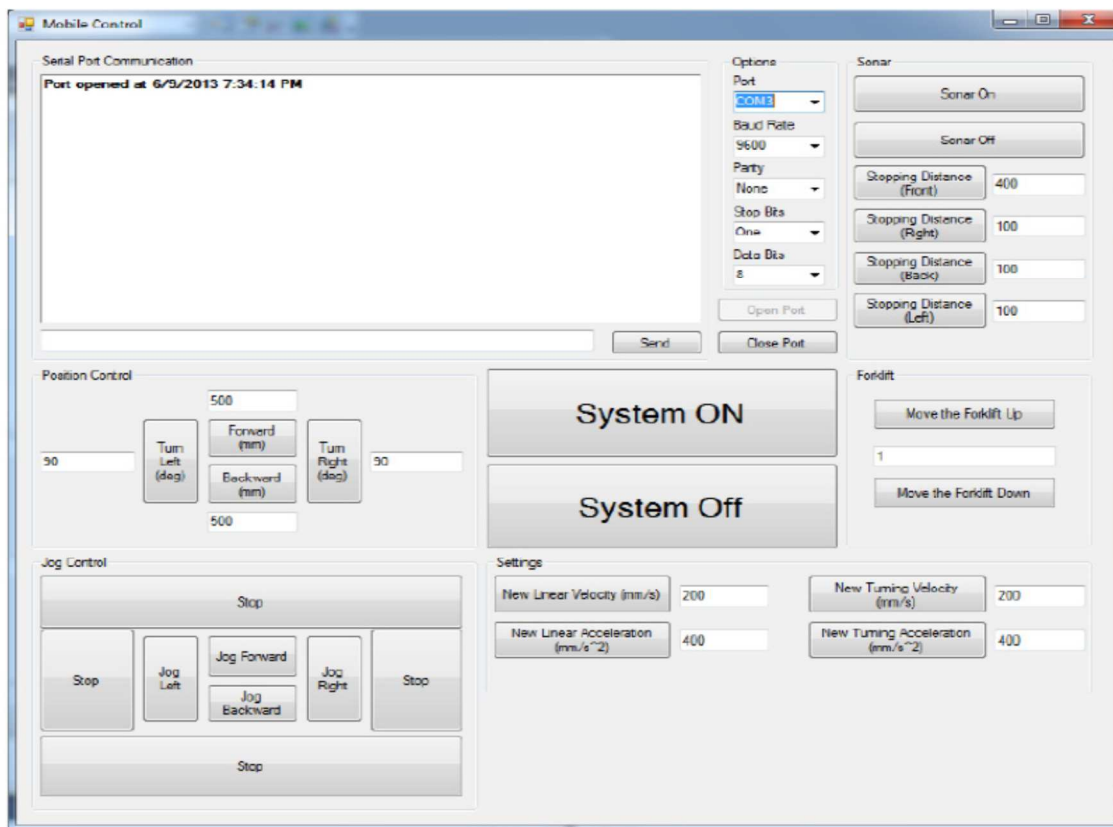
شکل 5. شماتیک واسطه خواننده RFID و خوانش دیجیتال

قطار قاب و درایو با مختصری تفاوت برای ربات ها ساخته شدند. تمام ربات ها از چرخ های درایو (هدایت) با شعاع 4 اینچی استفاده می کنند. ProtoBot و SmallBot هر دو درایو چرخ با یک چرخک برای حمایت در عقب هستند. ProtoBot از چرخ های پلاستیکی سخت استفاده می کند که به طور مستقیم به شفت های خروجی روی موتور وصل می شوند. چرخ ها با استفاده از یک پیچ تنظیم شده متصل می شوند. SmallBot از چرخ های لاستیکی استفاده می کند که از طریق یک دنده و گیربکس زنجیری متصل می شوند. این گیربکس یکسان با چیزی است که برای شاسی ربات جنگی استفاده می شوند، به استثنای اینکه شاسی ربات جنگی دارای چهار موتور است و موتورهای جلو و عقب روی هر طرف توسط یک زنجیره اضافی متصل می شوند. شکل 6 نشاندهنده پلت فرم تکمیل شده است و شکل 7، واسطه گرافیکی کاربر برای پیکربندی LiftBot است.



شکل 6: نصب اجزا روی شاسی BattleBot

بسیاری از اصول و مفاهیم مورد استفاده در ربات های متحرک بسیار متفاوت از آن چیزی هستند که برای یک ربات با یک پایه ثابت استفاده می شوند. از آنجا که ربات فقط می تواند روی کف حرکت کند، محل ربات ها تنها باید از نظر موقعیت های X و Y تعیین شود. ربات های موجود نیز می توانند با ربات های دیگر مانند سلاح های رگباری واسط شوند. به این ترتیب آنها می توانند به عنوان بخشی از یک نمایش تولید کاملا اتوماتیک استفاده شوند. برخی از قابلیت های اضافی را می توان روی این ربات ها ساخت که به آنها اجازه تحرک بیشتر می دهد. قابلیت های بیشتر را می توان به **Arduino** اضافه نمود که اجازه می دهد دستورات متعدد در یک انتقال دریافت شوند. بنابراین این ربات قادر به اجرای یک فرمان در یک زمان است. روتین های ارتباطات نیز می توانند برای کنترل ربات های مختلف به طور همزمان اضافه شوند.



شکل 7: واسطه کاربر خلق شده برای عملیات ربات

**Kinect 3.2** ربات مستقل رانده برای تشخیص مانع



ربات مستقل هدایت شده Kinect (K-DAR) برای استفاده در یک محیط تولید در نظر گرفته می شود. برخی از ربات های مدرن کارخانه، در محدوده دقیق محیط مستقیم خود "مستقل" هستند. هنگام قرار گرفتن در چنین محیطی، حذف تعامل مستقیم انسان مفید است. بدون افراد در طبقات تولید، ربات ها قادر به کار یکپارچه با هم برای ارائه قطعات بین ایستگاه ها خواهند بود. هزینه ها نیز می توانند کاهش یابند، زیرا به جای تجهیزات در حال حرکت سنتی، می توانند یک ابزار قابل اعتماد و سازگار در طبقه باشند. یکی دیگر از مزایای مهم این نوع از ربات ها، ترویج ایمنی است.

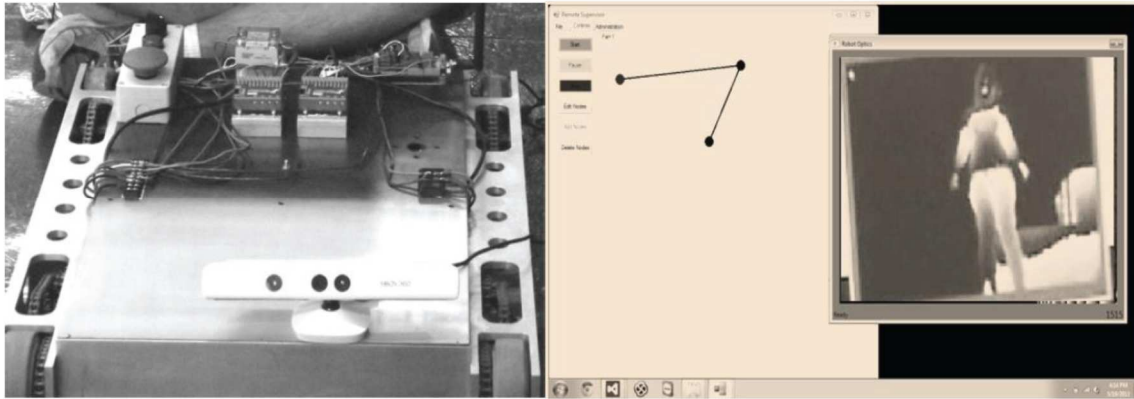
بخش زیر، قابلیت داخلی سیستم را توصیف می کند. آنها عبارتند از: مسیر-یابی، اجتناب از شیء، و تعامل کامپیوتر-کاربر:

1. مسیر-یابی برای ضبط مسافت طی شده، فرمان ربات برای سفر از یک نقطه به نقطه دیگر، ایجاد یک مسیر در نقاط دکارتی استفاده می شود که برای هدایت ربات بدون تعامل بیشتر با کاربر، ناوبری پیچیده (پیچ و خم) و محاسبه دوباره یک مسیر در هنگامی که با مانع مواجه می شود، به مختصات قطبی تبدیل می شوند.

2. اجتناب از شیء با استفاده از سیستم دوربین Kinect و روال های نرم افزاری برای تشخیص شیء دید کنج نگاری، اجتناب از شیء ثابت و متحرک، استفاده از استراتژی های اجتناب ورودی کاربر (صبر کردن، حرکت در اطراف) پیاده سازی شد.

3. تعاملات کامپیوتر - کاربر شامل سرعت / شتاب کنترل شده، جهت / چرخش، نقاط ورودی با استفاده از مختصات، مسیرهای ذخیره شده کاربر می شوند.

علاوه بر بسیاری از انواع ویرایش و قابلیت مدیریت مسیر پیاده سازی شد و یک رابط کاربر استاندارد نوع ویندوز پیاده سازی شد به طوری که کاربران جدید به راحتی می توانند با عملیات ربات وفق یابند. یک پایگاه داده نیز برای داده ها و مدیریت مسیر اضافه شد. رابط کاربری با استفاده از کتابخانه های استاندارد C # و چارچوب .NET، یک مدیر ارتباطات منبع باز و Development Kit Microsoft Kinect Software توسعه داده شد. این ربات و رابط کاربری برای سیستم Kinect در شکل 8 نشان داده شده است.



- از Microsoft Kinect به عنوان چشمان خود برای طی کردن یک کف تولید استفاده می کند.
- از یک پایگاه داده برای ذخیره مسیرهای ربات و اطلاعات کاربر سیستم استفاده می کند.
- ایمنی را روی کف تولید ارتقا می دهد.
- کاربران می توانند خلق، ویرایش و حذف مسیرها را در صورت مطلوب بودن انجام دهند.
- طراحی شده برای واسطه با چشم در تیم رباتیک Sky.

شکل 8. خلاصه و توانمندی های سیستم ربات سیار Kinect

### 3.3 دوربین "چشم در آسمان"، توسعه و پیگیری مسیر

سیستم های هدایت خودکار خودرو (AVGS)، و یا (AGV)، ربات هایی هستند که نشانگرها و یا سیم ها بر روی زمین را دنبال می کنند و یا از دید و یا لیزرها برای هدایت ربات در سراسر دوره / کف تولید استفاده می کنند. AVGS عمدتاً با کاربردهای صنعتی استفاده می شوند که شامل حمل و نقل مواد در اطراف یک مرکز تولید و یا انبار می شوند. بیشتر AVGS دارای قابلیت های زیر هستند: ناوبری، هدایت، مسیریابی، مدیریت ترافیک، انتقال بار، و سیستم مدیریت (Savant Automation، 2012). ناوبری و هدایت به AGV اشاره می کند که از یک مسیر از پیش تعیین شده پیروی می کنند که سیستم ایجاد می کند. مسیریابی به عنوان توانایی AVGS برای تصمیم گیری مجموعه بعدی خود از دستورالعمل های مسیر تعریف می شود. مدیریت ترافیک به منظور جلوگیری از برخوردها با وسایل نقلیه دیگر پیاده سازی می شود که در اطراف تسهیلات حاضر هستند. انتقال بار یک سیستم تحویل است که

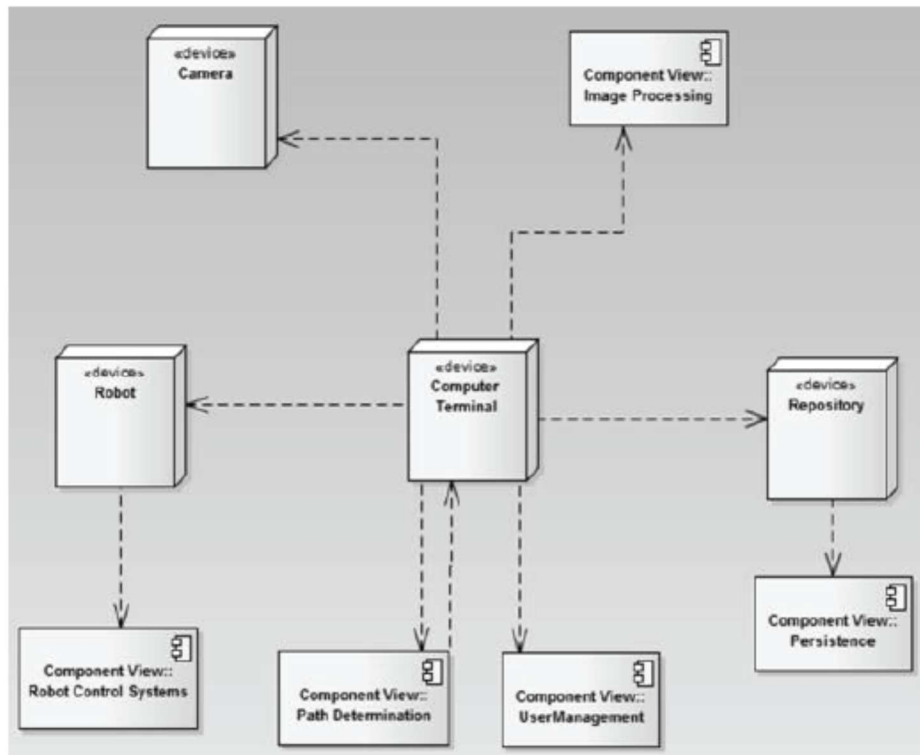
هدف اصلی AVGS را تعریف می کند: حمل و نقل مواد از یک مکان به مکان دیگر. مدیریت سیستم، روش هایی است که چگونگی کارکرد AVGS را دیکته می کند. در این نقطه، می توان تعیین نمود که AVGS از دو سیستم هدایت اصلی استفاده می کند: پیروی از خط و چشم انداز. برای این پروژه، تمرکز بر روی استفاده از چشم انداز کامپیوتر برای هدایت ربات ها روی یک طبقه ساخت تصمیم گرفته شد.

انبار هوشمند به یک انبار اشاره می کند که عمدتاً مستقل بدون کمک از تعامل انسان عمل می کند (Ackerman, 2012). به غیر از چند نفر از اعضای هیات نظارت بر انبار، AVGS در کف، مواد را از یک بخش از انبار به دیگری، حمل و نقل می کند، انبار هوشمند از AVGS به منظور افزایش اثربخشی انبار بهره گیری می نماید، موجب دید برای فعالیت های انبار و موجودی ها بهبود می کند، و یک انبار "چالاک و انعطاف پذیرتر" را به منظور افزایش مطالبات ایجاد می کند (PAL، و همکاران، 2011). مشابه با کاربرد (برنامه) یک انبار هوشمند، یک سیستم کنترل توسعه داده شد که ربات ها را در سراسر طبقه ساخت با سیستم "چشم در آسمان" کنترل می کند.

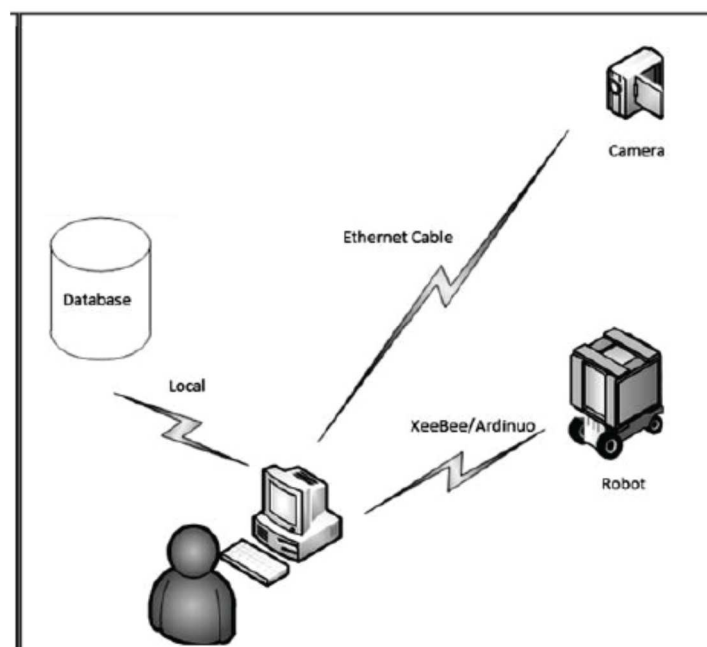
این سیستم بر عملیات ها و فعالیت در انبار با دوربین های نصب شده-سقفی نظارت می کند که در آن ربات ها برای حمل و نقل مواد به مقاصد خاص در انبار استفاده می شوند. از جمله در برنامه نرم افزاری، یک گزینه برای کاربر است که مسیرهای ایجاد شده توسط سیستم را انتخاب کند و یا مسیرهای خود را ایجاد کند. پس از انتخاب مسیر، سیستم به ربات فرمان می دهد تا بر اساس مسیر ایجاد شده حرکت کند. همه داده های مسیر با مخزن گنجانده شده سنکرون می شوند که در آن کاربر در ذخیره و یا بازیابی اطلاعات مسیر آزاد است. کاربر نیز می تواند به طور مستقیم ربات را کنترل نماید، مانند زمانی که یک ربات با یک مانع مواجه می شود.

اگر چه همه قابلیت های ذکر شده در بخش زیر اجرا نشدند، بسیاری از قابلیت ها در طول فازهای آزمایش و نمایش پروژه تحقق یافت. سیستم با استفاده از ربات های شرح داده شده در بخش 3.1 همراه با ابزارهای نرم افزار زیر پیاده سازی شد: برنامه ها در # C، کتابخانه های OpenCV برای پردازش فیلم های زنده از دوربین (EMGU یک بسته بندی # C با استفاده از OpenCV است)، بر روی سیستم عامل ویندوز 7 اجرا می شود، از برد Arduino برای

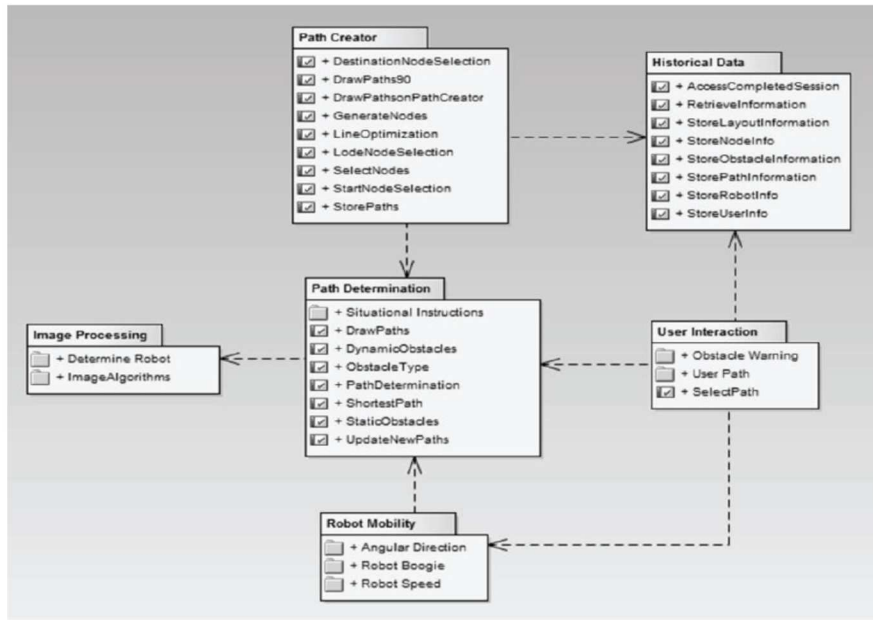
تقویت سیگنال ها بین سیستم و ربات بهره گیری می نماید. نمودارهای سیستم فیزیکی، جزء فیزیکی و معماری عملکردی انبار نمونه در شکل 8، 9 و 10 به ترتیب ارائه شده اند.



شکل 8: دیاگرام سیستم فیزیکی



شکل 9. دیاگرام جز فیزیکی



شکل 10. دیاگرام سیستم کاربردی

هدف از این پروژه، ترکیب کار از طراحی ربات سیار استاندارد (3 ربات) با یک ربات سیار تک است که می تواند موانع را با استفاده از یک دوربین جلوی نصب شده Kinect MS تشخیص دهد، و بنابراین از دوربین نصب شده سقفی با کامپیوتر متمرکز شده استفاده می کند. این اجزا برای اجرای یک سناریوی نمونه استفاده شدند که در آن یک دستور برای قطعات می آید و یک ربات برای کف انبار با استفاده از یک مسیر مشخص به منظور بردن قطعات از منطقه دریافت به هر یک از ایستگاه های پردازش شده و سپس به منطقه پایانی قطعات مستقر می شود. یک دوربین MP 3S Box5 برای برنامه با یک لنز زاویه باز برای پوشش '50 X 40' برای انبار مورد استفاده قرار می گیرد. دوربین در خرپای نزدیک به 20 " در بالای طبقه نصب شد. تصویر و جدول داده ها و اطلاعات ارائه شده در شکل 11 در زیر را مشاهده کنید.

Image Sensor 1/3" CMOS  
 Scanning Mode Progressive Scan  
 Resolution Up to 2560 x 1920  
 Effective Pixels 5.0 Megapixel  
 Ethernet RJ-45 10/100 BASE-T  
 Max Frame Rate 15 fps @ 2560 x 1920  
 Video Comp Format H.264 (MPEG)



شکل 11. دوربین سقفی نصب شده MP 3S 5MP IP Box و مشخصات آن

بخش بعدی. قابلیت های سیستم را مورد بحث قرار می دهد و به جزئیات چگونگی عمل سیستم به عملیات های تعریف شده توسط توسعه دهندگان (برنامه نویسان) می پردازد. هر عمل برای سیستم، توصیف یک رفتار واحد در سیستم را در نظر می گیرد. پس از تبدیل عملیات ها به رفتارها، آنها با هم بر اساس شباهت گروه بندی می شوند. هر گروه، یک منطقه عملکردی نامیده می شود که در آن هر منطقه روی عملیات خاصی از سیستم متمرکز می شود. آنها به عنوان ماژول های فردی در نظر گرفته می شوند که توسعه می یابند، آزمایش می شوند، و پس از آن مستقر می شوند.

پردازش تصویر شامل توابع دخیل با استفاده از یک دوربین برای مشاهده طبقه ساخت، تعیین موانع، تعیین مسیر ربات، و رله کردن نمایش زنده به سیستم می شود. برای برنامه پردازش تصویر، این سیستم از کتابخانه های OpenCV برای تشخیص لبه، فیلتر تصویر، و ردیابی شی بهره گیری می کند. این سیستم، یک تصویر از تغذیه ویدئویی را برای شناسایی ربات بر روی زمین پردازش می کند و همچنین هر گونه اشیاء بر روی زمین را به عنوان موانع تعیین می کند. همچنین می تواند تعیین کند که آیا یک شیء ایستا (ثابت) است و یا پویا (در حال حرکت). این سیستم، موقعیت ربات ها را در برابر موانع شناسایی شده چک می کند و اطلاعات مربوط به نمای ذهنی را ارائه می دهد. این سیستم، یک تصویر جدید را برای پردازش در هر 5 میلی ثانیه می کشد و اشیاء را روی تغذیه ویدئویی زنده در زمان واقعی هایلایت می کند.

تحرك ربات شامل قابلیت هایی می شود که به حرکت ربات مربوط می شود. ربات باید در هر جهت حرکت کند، در زمان های خاص می چرخد، متوقف می شود، در یک مسیر تنظیم شده حرکت می کند، و از دستورالعمل های تنظیم شده پیروی می کند که سیستم را به ربات رله خواهد کرد. این ربات را قادر می سازد تا با یک سرعت تنظیم شده، در یک جهت (زاویه 90 درجه)، برای یک فاصله داده شده حرکت کند یا به طور کامل متوقف شود. این ربات از روال های تنظیم شده ای استفاده می کند که سیستم در هنگامی که مسیرها توسط سیستم یا کاربر خلق می شوند، فراخوانی می کند. هنگامی که مسیرها ایجاد می کند، آنها توسط مسیر تعیین کننده اجزای سیستم پردازش می شوند و سپس به فواصل و تعداد چرخش ها برای هر مسیری که داده شده است ترجمه می شوند. در برخی

موارد که در آن یک ربات ممکن است با مانع روبرو شود، ربات باید قادر به توقف حرکت در دوره فعلی آن باشد. پس از دریافت یک دستور توقف، آنها باید منتظر دستورالعمل‌های بیشتر از یک کاربر و یا سیستم بمانند.

توانایی مهم این سیستم این است که دارای یک بسته تعیین مسیر است که شامل قابلیت محاسبه مسیرهایی می‌شود که به وسیله کاربر از طریق خالق مسیر ایجاد می‌شود. اگر مسیرها توسط سیستم تعیین شوند، این سیستم، الگوریتم‌های یافتن مسیر (مانند Dijkstra's) را برای پیدا کردن کوتاه‌ترین مسیر استفاده خواهد کرد. اگر کاربر یک مسیر را ترسیم کند، سیستم، همه مسیرهای معتبر که کاربر برای دنبال نمودن آنها ایجاد کرده است را تایید خواهد کرد. هنگامی که مسیرها تایید شوند، این سیستم به ربات آموزش می‌دهد که از مسیر پیروی کند. اگر ربات با یک مانع مواجه شود، سیستم باید به ربات آموزش دهد که متوقف شود و یا یک مسیر متفاوت را که از مسیر اجتناب می‌کند ایجاد نماید.

تعامل کاربر شامل الزامات با محوریت تعامل کاربر با سیستم می‌شود. کاربر قادر به تعیین تغذیه زنده دوربین است که نقاط آغازی و پایانی هستند. یک کاربر یک ربات را انتخاب می‌کند و مقصد را تعریف می‌کند. همچنین اجازه می‌دهد تا کاربر، یک نقطه بار اختیاری را انتخاب کند، به کاربر در زمانی که با یک مانع دینامیک مواجه می‌شود، هشدار می‌دهد، زمانی که ربات در مقصد می‌ماند را تنظیم می‌کند، ربات را در هر زمان متوقف می‌کند، مسیرها را از طرح انتخاب شده صف بندی می‌کند یا مسیر ذخیره شده را بارگذاری می‌کند. تعامل با کاربر را می‌توان به روش‌های بسیاری برای اکثر کاربردهای نرم‌افزاری به تصویر کشید. در این مورد، تعاملات کاربر محدود به نحوه دستکاری سیستم توسط کاربر است. کاربر، در ابتدا باید دارای ورود به سیستم باشد به طوری که آنها بتوانند به تمام قابلیت‌های سیستم "چشم در آسمان" دسترسی داشته باشند. کاربر می‌تواند هر دوی نقاط بارگیری و مقصد را برای دنبال شدن توسط ربات تعریف کنند. کاربر می‌تواند مسیرها را به صورت دستی از طریق خالق مسیر در صورت لزوم تعریف کند. کاربر می‌تواند ربات را از طریق سیستم کنترل ربات کنترل کند در صورتی که نیاز به توقف یک ربات داشته باشند و یا نیاز به حرکت آن داشته باشند. از طریق خالق مسیر (Path Creator)، کاربران مسیرها را بر اساس یک تصویر از فیلم زنده از دوربین نصب شده-سقفی خلق می‌کنند. با این خالق مسیر، کاربران می‌توانند

مسیرها را برای حرکت ربات ترسیم کنند. کاربر می تواند خطوط 90 خط درجه متصل کننده را بر اساس یک قاب از تصویر از دوربین ترسیم کند. هنگامی که کاربر خط اول را ترسیم می کند، دارای گره هایی خواهد بود که می توان نامگذاری شوند و گره های شروع / پایان را می توان در زمانی که هر خط ایجاد می شود تنظیم نمود. گره هایی که در آن ربات روی مسیر به سوی مقصد توقف خواهد کرد، قابل انتخاب کردن است. سپس نتایج به دست آمده در پایگاه داده ذخیره می شوند، جایی که قابل ویرایش و بارگذاری دوباره در زمان های بعدی خواهند بود.

شکل 12، زیر یک تصویر از انبار ساختگی است که برای داستان های موردی زیر استفاده شد.

تصویر سمت راست، عکسی از دوربین سربار را به تصویر می کشد، که در رابط کاربر ظاهر می شود (شکل 13) از جمله ایستگاه های بارانداز ربات، که در آن ربات ها در اینجا پارک می شوند، زمانی که آنها به طور فعال توسط سیستم استفاده نمی شوند. ایستگاه بارانداز دریافت کننده جایی است که در آن مواد دریافت می شوند و برای ربات قرار داده می شوند. ذخیره سازی در جایی صورت می گیرد که در آن تمام مواد تهیه می شوند، تا زمانی که مورد استفاده قرار گیرند. منطقه پردازش، یک بخش عمومی است که در آن رباتها، مواد اولیه را حمل و نقل می کنند. ایستگاه های طبقه بندی، حوزه هایی هستند که در آن ربات ها، مواد فرآوری شده مورد بازرسی توسط کارکنان مهندسی را می برند.



شکل 12. انبار بارانداز





شکل 13. واسطه کاربر با تغذیه ویدئویی

این پیمایش موردی، یک جلسه عادی را در یک طبقه ساخت توصیف خواهد کرد که در آن مواد از اسکله های بارگیری ذخیره می شوند، پردازش می شوند، آماده می شوند و یا به مناطق خاص نقل مکان می کنند. داستان زیر، یک مهندس تولید، سرپرست فروشگاه، دریافت کننده برخی از مواد بسته بندی شده که نیاز به پردازش دارند و پس از آن به مناطق طبقه بندی حمل و نقل می شوند را توصیف می کنند. سرپرست فروشگاه، یک پیام را از مافوق های خود که این شرکت مواد را دریافت کرده است دریافت می کند. آنها از او می خواهند تا مواد ورودی را در دستگاه فرآوری نماید که در آنجا توسط مهندسان تولید در محل حمل و نقل می شوند. بعد از فرآوری توسط مهندسین، سرپرست فروشگاه باید مواد فرآوری شده را به منطقه ی طبقه بندی حرکت دهد که در آنجا آنها توسط تیم بازرسی قبل از استفاده بیشتر بازرسی می شوند. با در نظر گرفتن، سرپرست فروشگاه، برنامه چشم در آسمان را باز می کند، وارد برنامه می شود، و سپس چک می کند تا ببیند که کدامیک های از ربات لنگرانداخته غیر فعال هستند. ربات از ایستگاه لنگراندازی به ایستگاه لنگراندازی مواد فرمان داده می شود. پس از آن این ربات اقدام به حرکت مواد از ایستگاه لنگراندازی به ایستگاه فرآوری می نماید که در آن مهندسان می توانند قرار داشته باشند. پس از اینکه مواد

فرآوری می شوند، سرپرست فروشگاه به ربات دستور حرکت مواد از منطقه فرآوری را به ایستگاه طبقه بندی می دهد که در آنجا روی طبقه بارگذاری و بازرسی می شود. پس از اتمام، ربات به ایستگاه لنگراندازی باز می گردد و منتظر دستورات بیشتر می ماند.

پیمایش موردی تعیین مسیر کاربر، حالتی را توصیف می کند که در آن سیستم، مسیرهایی را برای ربات به منظور دنبال تولید خواهد کرد. اگر کاربر، مسیرهای تعیین شده را رضایت بخش بیابد، آنگاه کاربر می تواند آن مسیر را انتخاب کند یا کاربر می تواند این مسیرها را روی تصویر انتخاب کند به طوری که ربات بتواند مسیری که کاربر کشیده شده است را دنبال کند. سرپرست فروشگاه، یک سفارش را از مافوق خود دریافت می کند که او را ملزم به حرکت مواد در سراسر طبقه ساخت می کند. پس از اینکه سرپرست فروشگاه، مواد را از ایستگاه لنگراندازی دریافت کرده باشد، او نقاط مختصات ایستگاه را تنظیم می کند و وظیفه هایی را تنظیم می کند که ربات باید کامل نماید. سپس این سیستم به طور خودکار، مسیرهایی را برای ربات به منظور دنبال نمودن تولید می کند. بعد از اینکه سیستم، مسیرها را محاسبه کرد، مسیرهایی را برای ناظر فروشگاه به منظور تصمیم گیری نمایش خواهد داد. ناظر فروشگاه هیچ یک از مسیرهایی که سیستم خلق نموده است، دوست ندارد، بنابراین تصمیم می گیرد، مسیرهایی را روی برنامه ترسیم نماید. بعد از ترسیم مسیرها برای ربات به منظور دنبال نمودن، تنظیم وظیفه را آغاز می نماید، و ربات ها اکنون مسیر جدید که ناظر فروشگاه ترسیم نموده است دنبال می کنند.

داستان رفع موانع کاربرد، یک حالت را توصیف می کند که در آن ربات با یک مانع در مسیر خود روبرو می شود، در حالی که در مسیر خود برای تحویل مواد خام به مقصد قرار دارد. این سیستم از دوربین های نصب شده روی سقف برای دیدن این مورد استفاده می کند که آیا هر مانع از شروع فرآیند حرکت کرده اند یا خیر. اگر سیستم، یک مانع را آشکار کند، دوباره ربات را به مسیر جدید مسیریابی خواهد کرد یا متوقف می کند یا با کاربر برای یک عمل مشاوره ای تماس می گیرد. در این مورد عمل مشاوره ای، سیستم با کاربر تماس خواهد گرفت که سیستم قادر به مسیریابی دوباره ربات نیست و نیاز به عمل مشاوره ای دارد. ناظر فروشگاه از دوربین های اعلان می گیرد که یکی از مهندسان در حال مسدود کردن مسیر ربات است. ربات متوقف خواهد شد و سیستم یک هشدار را برای برنامه

نمایش خواهد داد. ناظر فروشگاه، این هشدار را اعلان می کند و مهندسی که در حال مسدود کردن مسیر ربات است شناسایی می کند. سپس ناظر فروشگاه با مهندس تماس خواهد گرفت و به او می گوید که خارج از مسیر ربات حرکت کند. زمانی که مهندس حرکت کرده باشد، این سیستم آشکار خواهد ساخت که هیچ مانع دیگری وجود ندارد که در مسیر با آن مواجه شده باشند. سپس این سیستم به ربات فرمان می دهد تا مواد خام را به مقصد ربات ببرد. ناظر فروشگاه می تواند انجام کار خود را از سر گیرد، زیرا ربات، طبقه بدون مانع را سیر می کند. نمونه برنامه نوشته شده در EmguCV در اینجا در شکل 14 نشان داده شده است.

```
public EyeNSky(string username)
{
    InitializeComponent();
    _userId = username;
}

/* The windows form loading event, kind of like a secondary
private void EyeNSky_Load(object sender, EventArgs e)
{
    _conBox = new Console(cmd_window);
    _dbConnect = new DatabaseConnect(_conBox);
    //Show loading screen
    LoadingScreen load = new LoadingScreen();
    load.Show();
    load.Update();
    //Update their last login and start a session
    _dbConnect.UpdateLastLogin(_userId);
    _dbConnect.StartSession(_userId);
    //Build string to say hello
    _conBox.WriteConsole("Hello, " + _userId + "!");
    _conBox.WriteConsole("Welcome to Eye in the Sky!");
    //Check if admin
    //Display Admin panel if admin
    adminsToolStripMenuItem.Visible = _dbConnect.CheckAdmin

    //Connect to robot
```

شکل 14. چشم منبع باز در برنامه Sky

#### 4 نتیجه گیری و کارهای آینده

این پروژه انبار هوشمند به نتایج مورد انتظار بسیاری دست یافت. این برنامه به کاربر اجازه می دهد تا مسیرهایی را از خالق مسیر ترسیم کند که در آنجا می تواند در پایگاه داده ذخیره شود، به طوری که بتواند بعداً قابل دسترسی باشد. برنامه Eye in the Sky از یک دوربین نصب شده سقفی برای ردیابی ربات روی کف استفاده می کند. ربات به صورت یک مستطیل در دید ذهنی برنامه ردیابی می شود. از طریق برنامه، زمانی که مسیرها ترسیم می شوند، کاربر می تواند بارگذاری آن را انتخاب کند و سپس آن را به دید ذهنی مسیر ترسیم نماید. از آنجا، کاربر می تواند یک گره آغازین، یک گره بار، سپس یک گره مقصد را برای ربات به منظور دنبال نمودن انتخاب کند. این موجب خلق یک مسیر می شود که در آن می تواند اضافه نمودن آن را به یک صف مسیر انتخاب کند یا آن را توسط فشار دادن دکمه استارت در برنامه اجرا کند. سپس این ربات، مسیر را دنبال خواهد کرد، به مقصد می رسد، و سپس به نقطه استارت برای منتظر ماندن برای دستورالعمل ها باز می گردد (یا در بخش بعدی مسیر از صف مسیر اقدام می کند).

تجهیزات و نرم افزاری که برای این پروژه توسعه یافته است می تواند برای بسیاری از پروژه های آینده استفاده شود. سیستم های چشم انداز می توانند به سطحی پالایش شوند که ربات ها بتوانند به موقعیت های ذخیره خاص هدایت شوند و مواد را ذخیره نمایند. اطلاعات از واحدهای سونار می توانند برای موقعیت یابی دقیق تر ربات استفاده شوند، در زمانی که ربات در مجاورت نزدیک به اشیا با موقعیت های شناخته شده قرار دارد. دیگر آیتم ها که می توانند به عنوان مراحل بعدی در این پروژه استفاده شوند، شامل تشخیص بهبود تصویر می شوند، پیچیدگی را به نحوه ردیابی ربات اضافه می کنند، به انواع موانع قابل آشکارسازی می افزایند، رزولوشن های بالاتر را میسر می سازند، اجرای چندین ربات را به طور همزمان میسر می سازند و قابلیت کار با چند دوربین را دارند.

ربات های موجود نیز می توانند با ربات های دیگر مانند بازوهای مفصل بندی شده واسطه شوند. بدین ترتیب، می توانند به عنوان بخشی از نمایش تولید خودکار شده کامل استفاده شوند. توانمندی های اضافی می توانند به این ربات ها اضافه شوند تا حرکت بیشتر آنها را ممکن سازند. قابلیت بیشتر را می تواند به Arduino اضافه نمود تا

دریافت چندین دستور را در یک انتقال میسر سازد. این ربات می تواند با این ترتیب دستورها را در یک زمان اجرا کند. روتین های ارتباط اضافی می توانند برای میسر نمودن کنترل چندین ربات به طور همزمان استفاده شوند.

این انواع سیستم های می توانند در نهایت برای برنامه های نظامی مانند تحقیقات و نجات، مدیریت انبار، مدیریت دفاعی، اسلحه بندی و خلع سلاح وسایل نقلیه نظامی و در تسهیلات پزشکی برای تحویلات استفاده شوند. بسیاری از این وظایف، به اندازه ای ساده هستند که ربات می تواند وظیفه کامل را انجام دهد و برخی وظایف می توانند توسط ربات برای ایمنی بهبودیافته و هزینه کاهش یافته همراهی شوند.

این پروژه انبار هوشمند بسیاری از نتایج مورد انتظار است. این برنامه اجازه می دهد تا کاربر را به منظور جلب مسیر از خالق مسیر، که در آن می توان آن را پس از آن به پایگاه داده ذخیره می شود بنابراین می توان آن را بعد از قابل دسترسی است. چشم در نرم افزار آسمان با بهره گیری از دوربین نصب شده-سقفی برای پیگیری ربات بر روی زمین. این ربات به عنوان یک مستطیل در خلاصه نمایش نرم افزار ردیابی. از طریق نرم افزار، یک بار مسیر کشیده شده است، کاربر می تواند پس از آن را انتخاب کنید تا آن را بارگذاری و سپس قرعه کشی آن را به خلاصه نمایش مسیر. از آنجا، کاربر می تواند گره شروع، یک گره بار انتخاب کنید، سپس یک گره مقصد را برای ربات به دنبال دارد. این یک مسیر، که در آن کاربر می تواند انتخاب کنید به اضافه کردن آن به یک صف مسیر، یا فقط آن را با فشار دادن دکمه استارت در نرم افزار را اجرا ایجاد می کند. این ربات پس از آن به دنبال راه، رسیدن به مقصد، و سپس به نقطه شروع بازگشت به دستورالعمل صبر کنید (و یا اقدام در بخش بعدی از مسیر از صف مسیر).

```

public EyeNSky(string username)
{
    InitializeComponent();
    _userId = username;
}

/* The windows form loading event, kind of like a secondary
private void EyeNSky_Load(object sender, EventArgs e)
{
    _conBox = new Console(cmd_window);
    _dbConnect = new DatabaseConnect(_conBox);
    //Show loading screen
    LoadingScreen load = new LoadingScreen();
    load.Show();
    load.Update();
    //Update their last login and start a session
    _dbConnect.UpdateLastLogin(_userId);
    _dbConnect.StartSession(_userId);
    //Build string to say hello
    _conBox.WriteConsole("Hello, " + _userId + "!");
    _conBox.WriteConsole("Welcome to Eye in the Sky!");
    //Check if admin
    //Display Admin panel if admin
    adminsToolStripMenuItem.Visible = _dbConnect.CheckAdmin

    //Connect to robot

```

شکل 14: چشم منبع باز در کد آسمان

تجهیزات و نرم افزاری است که برای این پروژه را توسعه داده است می تواند برای بسیاری از پروژه های آینده استفاده شده است. سیستم دید در می تواند به سطح است که ربات می تواند به محل ذخیره سازی خاص هدایت و بازیابی و مواد فروشگاه تصفیه شده است. اطلاعات را از واحد سونار می تواند برای موقعیت یابی ربات دقیق تر استفاده کرد که ربات در مجاورت نزدیک به اشیاء از محل شناخته شده است. موارد دیگری که می تواند به عنوان گام های بعدی در این پروژه مورد استفاده شامل بهبود تشخیص تصویر، اضافه کردن پیچیدگی به چگونه ربات ردیابی است، اضافه کردن به انواع موانع که می توان شناسایی، اجازه می دهد برای قطعنامه های بالاتر، ربات متعدد در حال اجرا به طور همزمان، ترکیب دوربین های متعدد .

ربات موجود نیز می تواند با ربات های دیگر مانند سلاح های بیان واسط شود. به این ترتیب آنها می تواند به عنوان بخشی از یک تظاهرات تولید کاملاً خودکار استفاده می شود. قابلیت های اضافی را می توان به این ربات اضافه شده

به آنها اجازه می دهد تحرک بیشتر. قابلیت های بیشتر می تواند به **Arduino** اضافه شده به اجازه می دهد برای دستورات متعدد در یک انتقال دریافت می شود. این ربات پس از آن می تواند اجرای یک فرمان در یک زمان. روال ارتباطی اضافی می تواند مورد استفاده برای کنترل ربات های مختلف اجازه به طور همزمان. این نوع از سیستم در نهایت می تواند برای کاربردهای نظامی مانند جستجو و نجات، مدیریت انبار، مدیریت مهمات، مسلح کردن و خلع سلاح از وسایل نقلیه نظامی، و در تجهیزات پزشکی برای تحویل مورد استفاده قرار گیرد. بسیاری از این وظایف به اندازه کافی که ربات می تواند کل کار رسیدگی ساده هستند، و برخی از کار را می توان با ربات برای بهبود ایمنی و کاهش هزینه کمک کرده است.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی