چکیده

تحلیل تصویری محیط های پیچیده شهری و غیر شهری از اهمیت زیادی برای کاربردهایی همچون مدیریت هوشمند در جوامع شهری، روستایی، کشاورزی هوشمند و جنگل هوشمند برخوردار است. در این پایان نامه چهارچوب بینایی عمیق با مدل نگاه اجمالی-خیره برای تحلیل تصاویر پیچیده محیط های شهر هوشمند و محیط های روستایی و جنگل ها پیشنهاد گردیده است. مدل پیشنهادی به عنوان سیستم بینایی و تصمیم یار برای یک ربات چند عامله با عنوان عامل تصمیم یار چند بخشی قابل اعزام سریع مورد استفاده قرار می گیرد. مجموعه ای از شبکه های عصبی عمیق Convolution برای تحلیل تصاویر شهر هوشمند و جنگل و مناطق روستایی مورد آموزش قرار گرفته اند. یادگیری انتقالی و پیش آموزش فرعی بر روی مناطق مهم تصاویر مورد استفاده در کاربردهای شهر و جنگل هوشمند انجام پذیرفته و تنظیم مقادیر و افزایش داده های آموزشی برای جلوگیری از بیش برازش مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که چهارچوب پیشنهادی توانایی توصیف محیط برای مسیریابی ربات در محیط های غیر ساختار یافته درون شهری و برون شهری و جنگلی را دارا می باشد. مجموعه داده های مربوط به کاربردهای شهر هوشمند و جنگل هوشمند جمع آوری گردیده و مدل پیشنهادی برای کاربردهای شهر هوشمند مانند تشخیص پیاده رو های که نیاز به تعمیر دارند و مدیریت فضای سبز در پارک ها و در جنگل، برای پیدا نمودن مسیر حرکت و تشخیص مناطق خطرناک با احتمال آتش سوزی و پیدا نمودن چراندن غیرقانونی دام ها در جنگل مورد ارزیابی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: یادگیری عمیق، شبکه های عصبی، رباتیک، بینایی ماشین.

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱مسئله تحقیق ۲

۱-۱-۲- نوآوری و کارهای انجام شده ۲

۱-۱-۳- خلاصه فصل‌ها ۳

فصل ۲: مروری بر مطالعات انجام شده ۵

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- ربات های چند عامله ۶

۲-3- تحلیل تصاویر با کمک یادگیری عمیق ۱۰

۲-۴- تحلیل تصاویر محیط های غیر ساختار ۱۸

فصل ۳: روش تحقیق ۲۴

۳-۱- مقدمه ۲۵

۳-۲- عامل تصمیم یار چند بخشی ۲۵

3-۲-۱- سیستم های چند عامله ۲۶

۳-۲-۲- سیستم مرکزی ۲۷

۳-۲-۲- رویکرد توزیع شده ۲۷

۳-۳- سیستم بینایی عامل تصمیم یار چند بخشی ۲۸

۳-۳-۱- پردازش تصاویر محیط های غیر ساختار یافته با کمک الگوریتم های بینایی ماشین ۲۸

۳-۳-۲- پردازش تصاویر محیط های غیر ساختار یافته با کمک یادگیری عمیق ۳۰

۳-۳-۲-۱- معماری شبکه عصبی عمیق Inception استفاده شده در Glimpse ۳۵

۳-۳-۲-۲- معماری شبکه عصبی عمیق VGG استفاده شده در Gaze ۴۲

فصل ۴: تجزیه و تحلیل داده ها ۴۶

۴- ۱- محیط شبیه سازی ۴۶

۴- ۱- ۱- عامل تصمیم یار چند بخشی ۴۶

۴-۲- سناریو های شبیه سازی ۴۸

۴-۲- ۱- سناریو های شبیه سازی شده برای کاربرد های جنگل هوشمند ۴۸

۴-۲-۲- سناریو های شبیه سازی شده برای کاربرد های شهر هوشمند ۵۱

۴-۳- آموزش و ارزیابی مدل یادگیری عمیق ۵۲

۴-۴- نتایج شبیه سازی ۵۴

۴-۴- ۱- سناریو های شبیه سازی شده برای کاربرد های جنگل هوشمند ۵۴

۴-۴-۲- سناریو های شبیه سازی شده برای کاربرد شهر هوشمند ۵۷

۴-۵- دقت الگوریتم ها و تحلیل نتایج ۶۲

فصل ۵: بحث و نتیجه گیری ۶۴

۵- ۱- خلاصه پایان نامه ۶۵

۵-۲- نوآوری و کارهای انجام شده ۶۵

۵-۳- پیشنهادها ۶۶

منابع و مراجع ٦٧

فهرست جداول

جدول (۱-۴) مشخصات موبایل ربات خدمات رسان..... ۴۷

جدول (۲-۴) مشخصات موبایل ربات ناظر..... ۴۸

جدول (۳-۴) برچسب های بخش های طبقه بندی شده..... ۵۸

جدول (۴-۴) دقت نهایی الگوریتم ارائه شده برای کاربردهای جنگل هوشمند..... ۶۳

جدول (۵-۴) دقت نهایی الگوریتم ارائه شده برای کاربردهای شهر هوشمند..... ۶۳

فهرست اشکال

شکل (۱-۳) نمونه ای از ربات های چند عاملی ۲۶

شکل (۲-۳) عامل تصمیم یار چند بخشی ۲۸

شکل (۳-۳) ورودی آماده شده برای ماجول Glimpse ۳۳

شکل (۴-۳) ترکیب ماژول های Glimpse و Gaze برای تحلیل تصاویر ۳۴

شکل (۵-۳) عملیات Convolution بر روی عکس ۳۶

شکل (۶-۳) : مقایسه Convolution ۳۷

شکل (۷-۳) اندازه گام ۳۸

شکل (۸-۳) عملیات Max pooling ۳۸

شکل (۹-۳) معماری Inception ۴۰

شکل (۱۰-۳) معماری بخش انتهایی شبکه Inception ۴۱

شکل (۱۱-۳) معماری VGG و نمونه ای از خروجی ۴۲

شکل (۱۲-۳) انواع پیکربندی های VGG ۴۲

شکل (۱۳-۳) معماری بخش ابتدایی شبکه VGG ۴۳

شکل (۱۴-۳) معماری بخش انتهایی شبکه VGG ۴۴

شکل (۱-۴) موبایل ربات خدمات رسان ۴۶

شکل (۲-۴) ربات ناظر و پرینتر سه بعدی ۴۷

شکل (۳-۴) مسیر یابی در جنگل با نمونه های جاده خاکی ۴۹

شکل (۴-۴) مسیر یابی در جنگل با نمونه های مسیر غیرمشخص ۵۰

شکل (۵-۴) محل احتمال بروز آتش سوزی در جنگل ۵۰

شکل (۶-۴) ردیابی چرای غیر قانونی دام ها در جنگل ۵۱

شکل (۴-۷) داده های تشخیص زباله هایی که در پیاده رو ها ریخته شده اند ۵۱
شکل (۴-۸) داده های بررسی نیاز پیاده رو های شهری به تعمیر ۵۲
شکل (۴-۹) داده های مدیریت هوشمند فضای سبز شهری و پارک ها ۵۲
شکل (۴-۱۰) نمونه داده های مورد استفاده برای آموزش شبکه عصبی با داده های کار مشابه ۵۳
شکل (۴-۱۱) Ground truth تهیه شده به صورت دستی برای آموزش شبکه vgg ۵۴
شکل (۴-۱۲) نتیجه های پیدا کردن جاده خاکی با استفاده از الگوریتم gaze ۵۵
شکل (۴-۱۳) پیدا کردن جاده خاکی با استفاده از الگوریتم glimpse ۵۵
شکل (۴-۱۴) نتیجه های پیدا کردن مسیر نامشخص با استفاده از الگوریتم gaze ۵۶
شکل (۴-۱۵) پیدا کردن مسیر نامشخص با استفاده از الگوریتم glimpse ۵۶
شکل (۴-۱۶) پیدا کردن محل احتمال بروز آتش سوزی در جنگل ۵۷
شکل (۴-۱۷) ردیابی چرای غیر قانونی دام ها در جنگل ۵۷
شکل (۴-۱۸) پیدا کردن زباله های بزرگ در پیاده رو با استفاده از الگوریتم glimpse ۵۸
شکل (۴-۱۹) : بررسی نیاز پیاده رو های شهری به تعمیر با استفاده از الگوریتم glimpse ۵۹
شکل (۴-۲۰) : مدیریت فضای سبز با استفاده از الگوریتم glimpse ۵۹
شکل (۴-۲۱) مواردی که روش gaze قادر پیدا کردن هدف نمی باشد ۶۰
شکل (۴-۲۲) مواردی که روش glimpse قادر پیدا کردن هدف نمی باشد ۶۰
شکل (۴-۲۳) : مواردی را نشان می دهد که روش Gaze قادر به تشخیص نبوده ولی روش Glimpse تشخیص داده است ۶۱
شکل (۴-۲۴) مواردی را نشان می دهد که روش Glimpse قادر به تشخیص نبوده ولی روش Gaze تشخیص داده است ۶۲
شکل (۴-۲۵) نمودار دقت شبکه عصبی عمیق Inception در مراحل آموزشی و ارزیابی ۶۲

فصل ۱ : مقدمه

۱-۱- مقدمه

یادگیری عمیق یکی از پیشرفت های دانش یادگیری ماشین می باشد که از ساختار شبکه های عصبی مغز الهام گرفته شده است و با استفاده از شبکه های عصبی با تعداد زیاد لایه های پنهان ، به سیستم های کامپیوتری قدرت شناسایی الگو های پیچیده و استفاده از داده هایی با ابعاد بالا مانند تصویر، صوت و غیره را با دقت بالایی میدهد. در سالیان اخیر ربات ها کاربرد های فراوانی در کمک به مدیریت شهرها و جنگل ها پیدا کرده اند و استفاده از ربات ها در کار هایی که برای انسان ها سخت، خطرناک و یا غیر ممکن هستند باعث کاهش هزینه ها و افزایش ایمنی و بهروری می شود.

شهرها و جنگل های هوشمند، مفاهیم جدیدی در بهینه سازی محیط زیست با به کار گیری سیستم های کامپیوتری در تصمیم گیری ها و مدیریت شهری و غیر شهری می باشد. شهر و جنگل هوشمند مجموعه ای از زیر ساخت هایی می باشد که با استفاده از سیستم های کامپیوتری و یا بروز رسانی سخت افزاری و نرم افزاری این زیر ساخت ها که با هم در ارتباط هستند به مدیریت شهر و غیر شهری امکان تصمیم گیری با دید جامع تری با توجه به دانش به دست آمده در زمینه های مختلفی را می دهد. در جنگل هوشمند این بهینه سازی در مراقبت از منابع طبیعی و جلوگیری از آتش سوزی و چرای غیرقانونی دام ها و زمین خواری و در شهرهای هوشمند بهبود مصرف انرژی، کاهش هزینه ها، حمل و نقل هوشمند، پارک هوشمند، مدیریت ترافیک، کنترل آلودگی هوا، کنترل کیفیت جاده ها، کنترل رفتار های غیر طبیعی و ... می باشد که در نهایت باعث بهبود کیفیت محیط زیست و زندگی انسان ها با به کار بردن راه حل های هوشمند می شود.

۱-۱-۱- مساله تحقیق

ربات ها به عنوان یکی از ابزارهای هوشمند سازی شهرها کاربرد زیادی را می توانند داشته باشند. تحلیل تصویری محیط های پیچیده شهری و غیر شهری از اهمیت زیادی برای کاربردهایی شهر و جنگل هوشمند برخوردار است. محیط های غیر ساختار یافته در دو گروه محیطهای شهری و غیر شهری قابل طبقه بندی می باشند. در محیط های شهری پیچیدگی های تصویری محیط به دلیل ساخته شدن توسط انسان به نسبت محیط های غیر شهری کمتر می باشد. اما با این وجود حتی در محیط های شهری هم تصاویر محیطی بسیار پیچیده بوده و رباتی که برای کاربردهای شهر هوشمند طراحی می گردد باید بتواند تحلیل دقیقی از

محیط بر اساس تصاویر ارئه دهد. این مساله در محیط غیر شهری به خصوص جنگل ها از اهمیت و پیچیدگی بیشتری برخوردار است. در محیط های جنگلی بخش غالب تصاویر از گیاهان تشکیل شده و تشخیص کف جنگل که پوشیده از گیاهان و علف می باشد از بوته ها و درختان کار دشواری میباشد.

۱-۱-۲- نوآوری و کارهای انجام شده

در این پایان نامه چهارچوب بینایی عمیق با مدل نگاه اجمالی-خیره برای تحلیل تصاویر پیچیده محیط های شهری، روستایی و جنگل ها پیشنهاد گردیده است. مدل پیشنهادی به عنوان سیستم بینایی و تصمیم یار برای یک ربات چند عامله با عنوان عامل تصمیم یار چند بخشی قابل اعزام سریع، مورد استفاده قرار می گیرد. مجموعه ای از شبکه های عصبی عمیق پیچیده برای تحلیل تصاویر جنگل و مناطق روستایی و شهر ها مورد آموزش قرار گرفته اند. یادگیری انتقالی و پیش آموزش فرعی بر روی مناطق مهم تصاویر مورد استفاده در کاربردهای جنگل هوشمند و شهر هوشمند انجام پذیرفته و تنظیم مقادیر و افزایش داده های آموزشی برای جلوگیری از بیش برازش مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که چهارچوب پیشنهادی توانایی توصیف محیط برای مسیر یابی ربات در محیط های غیر ساختار یافته برون شهری و جنگلی را دارا می باشد، و همچنین این چارچوب توانایی توصیف و شناسایی پیاده رو های آسیب دیده و کمک در مدیریت فضاهای سبز را دارا میباشد.

برای شبیه سازی مدل پیشنهادی مجموعه داده های مربوط به کاربردهای جنگل هوشمند جمع آوری گردیده و مدل پیشنهادی برای مسیر یابی در جنگل و پیدا نمودن مناطق خطرناک با احتمال آتش سوزی و پیدا نمودن چرای غیرقانونی دام ها در جنگل مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین داده هایی مربوط به کاربرد های شهر هو شمند از پارک ها و پیاده رو ها جمع آوری گردیده و مدل پیشنهادی قابلیت شنا سایی زباله و پیاده رو های آسیب دیده و همچنین کمک به مدیریت فضای سبز پارک ها را دارا میباشد.

۱-۱-۳- خلاصه فصل‌ها

در این پایان نامه پس از بیان چکیده ای از مطالب ارائه شده در فصل مقدمه در فصل دوم مروری بر

ادبیات کاربرد یادگیری عمیق برای تحلیل در محیط های شهری و غیر شهری و کشاورزی مورد تصاویر ارائه گردیده است. همچنین در این فصل کاربردهای پیشنهاد شده برای ربات های هوشمند مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل سه پس از بیان مبانی یادگیری عمیق برای بینایی ماشین مدل یادگیری عمیق پیشنهادی به صورت مشروح ارائه گردیده است. در فصل چهارم سناریوهای شبیه سازی شده و ربات های مورد استفاده برای کاربردهای شهر و جنگل هوشمند ارائه گردیده و نتایج شبیه سازی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته اند.

فصل ۲: مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱- مقدمه

ربات ها کاربرد های فراوانی در کمک به مدیریت شهرها و جنگل ها دارند و استفاده از ربات ها در کار هایی که برای انسان ها سخت، خطرناک و یا غیر ممکن هستند باعث کاهش هزینه ها و افزایش ایمنی و بهروری بالا می شود. در سالهای اخیر کارهای زیادی در زمینه بینایی ماشین، مبتنی بر یادگیری عمیق برای ربات های چند عامله انجام گردیده است. مرور کارهای انجام شده در این زمینه در سه زیر بخش، مرور کارهای انجام شده در زمینه ربات های چند عامله، مرور تحقیقات اخیر در مورد تحلیل تصاویر با کمک یادگیری عمیق و در پایان تحقیقات انجام شده در مورد تحلیل تصاویر محیط های غیر ساختار یافته در محیط های شهری و خارج از شهرها ارائه گردیده است.

۲-۲- ربات های چند عامله

می توان از دسته ای متشکل از ربات ها برای کارهای مختلف استفاده نمود. رویکرد استفاده از سیستم چند-رباتی در حل مشکلات، منفعت های بسیاری نسبت به سیستم سنتی تک-رباتی را دارا می باشد و می تواند وظایفی که برای یک ربات تنها، انجام آن سخت و یا شاید غیر ممکن باشد را انجام و از پس آن بر آید. همچنین کار گروهی باعث کاهش زمان انجام و هزینه ی آن می شود. در سوی دیگر ماجرا، هماهنگی تیمی از ربات ها، خود باعث ایجاد چالش جدیدی در طراحی این نوع سیستم ها می شود. این چالش باعث پیچیده تر شدن طراحی سیستم چند-رباتی میشود. در زمینه ربات های چند عامله در سال های اخیر تحقیقات زیادی انجام شده است.

Hood و همکاران [۱] برای حل مشکل اکتشاف تعاملی با استفاده از وسیله ی نقلیه ی بدون سرنشین یا Unmanned Ground Vehicle (UGV) و وسیله ی نقلیه هوایی بدون سرنشین یا Unmanned Aerial Vehicle (UAV) و به طور خاص، برای پیدا کردن مجروحین در ساختمان تخریب شده راه حلی ارائه داده اند. راه حل ارائه داده شده بدین صورت است که UGV مسیر یابی را از طریق فضاهای خالی انجام می دهد و UAV با توجه به دید در ارتفاع بالاتر، وضعیت مسیر را به اطلاع آن می رساند. Tripathi و همکاران [۲] در تحقیق خود مسئله ردیابی هدف مشترک با استفاده از UAV، با توجه به اندازه

گیری غیرمستقیم موقعیت هدف با استفاده از سنسورهای UAV را مورد بررسی قرار می دهد. در این تحقیق نشان داده شده است که نتایج بهتری در ردیابی با استفاده از Kalman فیلتر، بدست می آید.

Tokekar و همکاران [۳] در تحقیق خود دو مسئله برنامه ریزی مسیر یابی را با استفاده از ربات های هوایی و زمینی در کشاورزی را مورد مطالعه و بررسی قرار داده اند. اولین مشکل، Sampling Traveling Salesperson with Neighborhoods یا به اختصارSAMPLINGTSPN نامیده می شود، به سبب سناریوهایی است که وسایل نقلیه زمینی بدون سرنشین (UGVs) برای به دست آوردن اندازه گیری های وقت گیر خاک استفاده می کنند. هدف، انتخاب یک محل نمونه برداری از مجموعه ای از مکان های نمونه گیری به طوری که زمان اندازه گیری به حداقل برسد می باشد. مشکل دوم مربوط به، به دست آوردن حداکثر تعداد اندازه گیری های هوایی با استفاده از یک وسیله نقلیه بدون سرنشین هوایی (UAV) با انرژی محدود می باشد. در این خصوص الگوریتم تقریبی Min و Max را برای SAMPLINGTSPN ارائه شده است.

Nguyen و همکاران [۴] در تحقیق خود بر روی کنترل سیستم متشکل از یک وسیله نقلیه هوایی بدون سرنشین و یک خودروی بدون سرنشین تمرکز دارند که برای دستکاری و جابجایی یک جسم به حالت مطلوب همکاری می کنند. این مقاله یک استراتژی کنترل را پیشنهاد می کند که در آن وسیله نقلیه زمینی قرار دادن جسم در یک موقعیت خاص در حالی که وسیله نقلیه هوایی آن را تنظیم می کند را انجام می دهد. Ghamry و همکاران [۵] در تحقیق خود یک استراتژی کنترل برای برداشتن، ردیابی و فرود یک وسیله نقلیه بدون سرنشین هواپیمای در یک وسیله نقلیه بدون سرنشین زمینی را برای انجام ماموریت های نظارت، تشخیص و مبارزه با آتش سوزی و سایر برنامه های کاربردی ارائه می دهد. ترکیبی از کنترل حالت کشویی (SMC) و کنترل کننده درجه دوم خطی (LQR) به عنوان کنترل کننده محلی UAV ارائه شده است.

Chae و همکاران [۶] به این مساله پرداخته اند که سیستم های بدون سرنشین می توانند مناطقی را ببینند که مردم نمی توانند به طور مستقیم آن ها را نظارت کنند. بنابراین سیستم های بدون سر نشینی که می توانند مورد بررسی قرار بگیرند بسته به دامنه ی حرکتی آنها در زمین یا هوا عمدتاً به UGV و UAV تقسیم می شوند. از آنجا که هر یک از این سیستم ها دارای مزایا و معایب هستند، می توانند مکمل هم نیز باشند. Chae و همکاران رابط سخت افزار و معماری نرم افزار یک سیستم مشترک UGV-UAV را بر اساس

مکانیزم نظارت طراحی کرده اند. علاوه بر این، هر یک از تجزیه و تحلیل بصری خروجی از ویدئو نظارت از UAV و UGV با ۳ نوع استاندارد با توجه به تاخیر، نرخ تشخیص و پوشش مقایسه شده است.

Petrovic و همکاران [۷] در مقاله ی خود سیستمی ارائه کرده اند که انواع مختلف ربات ها را قادر می سازد تا با یکدیگر همکاری کنند و هر یک از نقاط قوت دیگر برای تولید یک سیستم رباتیکی با همبستگی بالا استفاده کنند. در سناریوی پیشنهادی، یک وسیله نقلیه زمینی و یک ربات هوایی با یکدیگر کار می کنند تا یک دریچه را در یک محیط صنعتی آسیب دیده ببندند. Maini و همکاران [۸] به این موضوع پرداخته اند که نظارت و نقشه برداری هوایی یک منطقه یکی از کاربردهای مهم برای وسایل نقلیه ناوبری کوچک (هواپیماهای بدون سرنشین) است. ممکن است تهیه نقشه های بزرگ، به ماموریت های طولانی نیاز داشته باشد. با این حال، مدت زمان ماموریت با توجه به ظرفیت سوخت UAV محدود می شود. این امر نیاز به سوخت گیری UAV برای اتمام موفقیت آمیز ماموریت دارد. تمام نقاط مورد نظر ممکن است از یک ایستگاه سوخت گیری مجاز نباشد و از این رو چندین ایستگاه سوخت گیری لازم است. علاوه بر این، به علت محدودیت های زمین، ایستگاه های سوخت گیری نمی توانند در هر نقطه از منطقه قرار گیرند. از سوی دیگر، با توجه به قرار گرفتن ایستگاه های سوخت گیری، مسیرهای هوایی باید طراحی شوند. در این پژوهش یک استراتژی حریصانه برای هماهنگی بین سوخت گیری UGV موبایل و UAV برای موفقیت مأموریت موفقیت آمیز ارائه گردیده است.

Klodt و همکاران [۹] روشی ارائه کرده اند که یک وسیله نقلیه هوایی بدون سرنشین به یک وسیله نقلیه زمینی بدون سرنشین کمک می کند تا عملکرد خود را بهبود دهد. تمرکز روش ارائه شده بر کنترل حرکت UAV نسبت به UGV است. برای این منظور، یک قانون کنترل جدید ارائه شده است که ترکیبی از یک استراتژی پوشش پویای گسترده با یک کنترل کننده ردیابی است. Harik و همکاران [۱۰] یک طرح همکاری متمرکز چند گانه (هوایی و زمین) برای حمل و نقل اشیا ارائه نموده اند. یک تیم از ربات های متحرک زمینی که توسط یک هواپیمای بدون سرنشین و یک اپرا تور انسان هدایت می شوند، به صورت هماهنگ حرکت می کنند تا یک ساختار از پیش تعیین شده برای حمل اشیا (ابزار، ماسک های گازی، ...) در مناطق صنعتی ناامن را ایجاد نمایند. یک ربات متحرک زمینی (رهبر) در میان موانع از طریق ایستگاههای بینا بینی که توسط هواپیماهای بدون سرنشین و اپرا تور انسان ارائه می شود، حرکت می کند. دیگر ربات های همراه زمینی (پیروان)

از یک کنترل کننده ردیابی هدف مبتنی بر پیش بینی استفاده می کنند تا فاصله ای خاصی را با رهبر برقرار کنند.

Cai و همکاران [۱۱] این موضوع را مورد بررسی قرار داده اند، از آنجا که دیدگاه UAV بسیار متفاوت از ربات زمین است، ممکن است ادراک های مختلف در مورد اشیا مشابه داشته باشند. این باعث می شود تا به اشتراک گذاری شناختی بتواند به شناخت بهتری از محیط منجر شود. در این تحقیق با به اشتراک گذاری بازتاب های مثلثی مبتنی بر رابطه هندسی (GRTR)، یک روش به اشتراک گذاری شناختی بین پهپاد و ربات زمینی پیشنهاد شده است. این تحقیق یک روش قوی برای UAV و ربات زمینی را برای شناسایی یک شی در میان اشیا مشابه بدون به اشتراک گذاری اطلاعات ظاهر ارائه نموده است.

Bergeon و همکاران [۱۲] در تحقیق خود یک روش برای کمک به فرود یک هواپیمای بدون سرنشین در یک ماشین ناوبری بدون سرنشین ارائه نموده اند. اندازه گیری موقعیت نسبی UAV و UGV توسط یک دوربین ارزان USB انجام می شود و مشکلات چنین سیستمی و ایده هایی در مورد چگونگی غلبه بر آنها را ارائه نموده است. Papachristos و همکاران [۱۳] تحقیقی در مورد یک تیم رباتیک بدون سرنشین شامل یک وسیله نقلیه هوایی و یک زمینی را ارئه نموده اند و راهبردی را پیشنهاد می کنند که به مسئله ناوبری مشارکتی در چنین تیمی می پردازد. این تیم قصد دارد تا به چالش ناوبری مستقل در محیطی بپردازد، که پیش از استقرار در آن، اطلاعات محدودی در اختیار دارد. برای این منظور، تیم از طریق نقشه کار خود را انجام می دهد. به طور تدریجی کاوش و بازسازی ساختار واقعی محیط را با استفاده از تکنیک های برنامه ریزی مسیر یابی مبتنی بر نمونه برداری و مدل ۲ بعدی منیفولد تجزیه شده از فضای کاری آن انجام می دهد. یک مدل از محیط چالش برانگیز برای اهداف شبیه سازی روش پیشنهادی و نتایج مربوطه ارائه شده است.

Kim و همکاران [۱۴] روشی مبتنی بر هواپیمای بدون سرنشین برای کمک به برنامه ریزی مسیر یک وسیله نقلیه بدون سرنشین حتی در محیط های محروم شده از GPS پیشنهاد نموده اند. سیستم پیشنهادی می تواند نقشه عمقی اشیای زمین را به طور مطلوب تولید کند و موانع را با دقت بالا تشخیص دهد. عملکرد سیستم پیشنهادی به طور قابل ملاحظه ای بر اساس ارتفاع پهپادها قابل مقایسه است. برآورد نسبی و ارتفاع، کنترل تشکیل چند عامل و تکنیک های پردازش تصویر در نظر گرفته شده برای پیاده سازی یک سیستم نمونه اولیه ارائه شده است. نتایج تجربی نشان دهنده عملکرد سیستم پیاده سازی شده برای شرایط مختلف از دقت قابل قبولی برخوردار است. Khaleghi و همکاران [۱۵] تشکیل تیمی از چندین پهباد و UGV برای نظارت