فصلنامه‌ی خبری تحلیلی
تابستان و پاییز ۱۴۰۲
شماره‌ی نهم

رصد فناوری

جایگاه ردیاب هوشمند در انقلاب صنعتی چهارم

در این مقاله به بررسی کاربردها و امکانات سخت افزاری و نرم افزاری تعبیه شده در انواع ردیاب هوشمند[1] می‌پردازیم. ویژگی اصلی این دستگاه‌ها اندازه‌گیری مولفه‌های مربوط به موقعیت جغرافیایی حامل[2] و انتقال آن از طریق پروتکل‌های اینترنت اشیاء صنعتی[3] به سرور می‌باشد. دلیل بکارگیری واژه هوشمند در نام‌گذاری این دستگاه، قابلیت افزودن و تنوع بخشی آن با انواع حسگرها و عملگرهای مورد نیاز برای مانیتورینگ و کنترل سطح بالای انواع حامل در ورتیکال‌های مختلف می‌باشد. در انقلاب صنعتی چهارم مبحث پایش و مدیریت هوشمند اجسام متحرک برای هوشمندسازی صنایع حائز اهمیت است. غالبا ردیاب‌ها وابسته به صنعت و محدوده ردیابی برای استفاده از زیرساخت‌های محلی، زمینی یا ماهواره‌ای طراحی می‌شوند. البته ممکن است با توجه به تنوع کاربرد و مصالحه‌ی بین قیمت و ویژگی‌های مورد نیاز توانایی ردیابی به روش‌های مختلف نیز امکان‌پذیر باشد.

کلیدواژه: انقلاب صنعتی چهارم، اینترنت اشیاء صنعتی، ردیاب هوشمند، حامل

محمدتقی نوده

کارشناسی ارشد مهندسی برق-گرایش کنترل از دانشگاه صنعتی شاهرود، کارشناس مرکز تحقیق و توسعه همراه اول

1-Smart Tracker
2-Carier
3-Industrial Internet of Things (IIOT)

مقدمه

تاریخچه ردیاب ماهواره‌ای و پیدایش آن به دوران اسپوتنیک برمی‌گردد. در سال ۱۹۶۰ نیروی دریایی ایالات متحده، برای ردیابی زیردریایی از شش ماهواره ارتفاع پایین در مدار قطب‌ها و به روش اندازه‌گیری تغییرات اثرات داپلر در سیگنال‌های مخابراتی استفاده نمود و مکان زیردریایی را در عرض چند دقیقه مشخص کردند. این عمل اولین استفاده از GPS در صنایع نظامی بوده و پس از آن برای ارتقا و پشتیبانی از سایر سیستم‌های ناوبری مورد استفاده قرار گرفته است.

اولین کاربرد تجاری ردیاب ماهواره‌ای به سال ۱۹۸۷ در زمینه ردیابی وسایل نقلیه و پس از پرتاب مجموعه ماهواره‌های GPS Block به فضا بر می‌گردد. این منظومه ماهواره‌ای به دلیل عدم پوشش کامل غالبا در کاربردهای نظامی مورد استفاده قرار می‌گرفت و برای کاربردهای تجاری محدود بود. اما ۹ سال بعد یک پیشرفت فوق العاده در زمینه GPS در جهان رخ داد بطوری که نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا ۲۴ ماهواره برای تکمیل شبکه GPS به فضا پرتاب کرد تا پنجره‌ی جدیدی به سوی پیشرفت فناوری‌های نوین و هوشمندسازی گشوده شود.

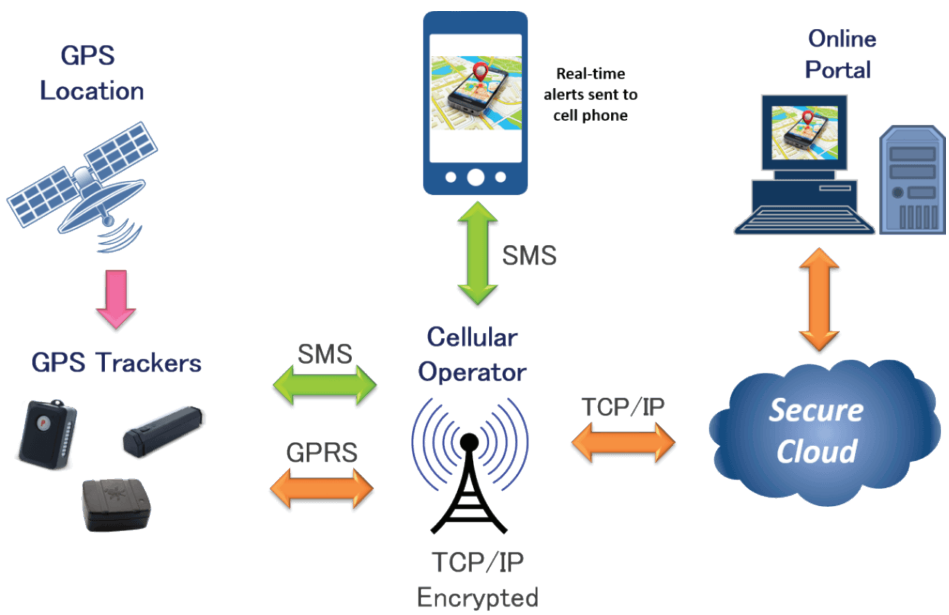
رشد چشمگیر قابلیت‌های المان‌های الکترونیکی و از طرفی خلق سیستم عامل و الگوریتم‌های هوشمند قابل پیاده‌سازی بر روی هسته اصلی دستگاه، زمینه‌ی تحول در طراحی و تولید ردیاب‌ها را فراهم نموده است. استفاده از واژه هوشمند در نامگذاری این محصولات وجود ویژگی‌های سخت افزاری و نرم افزاری است که عملیات مدیریت حامل را تسهیل و تسریع می‌نماید. در بخش‌های بعدی به معماری طراحی و ویژگی‌های اصلی ردیاب‌های هوشمند خواهیم پرداخت.

در حال حاضر ردیاب‌های هوشمند برای مدیریت هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری در ورتیکال‌های گوناگون از قبیل کشاورزی و زراعت، جنگلداری و دامپروری، ساخت و تولید، شبکه توزیع، آموزش، تفریح و سرگرمی، فروش و خدمات میدانی، غذا و دارو، خدمات دولتی، پزشکی و سلامت، بیمه، محیط بانی، لیزینگ و اجاره، ساختمان سازی، فناوری و رسانه، نفت و گاز، معدن و راه سازی، سازماندهی، پلیس و امنیت، سرویس‌های حرفه‌ای، املاک و مستغلات، حمل و نقل (مسافر، کالا، محلی، عمومی، ریلی، هوایی و دریایی) تاسیسات، مدیریت پسماند، فروش عمده و جزئی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

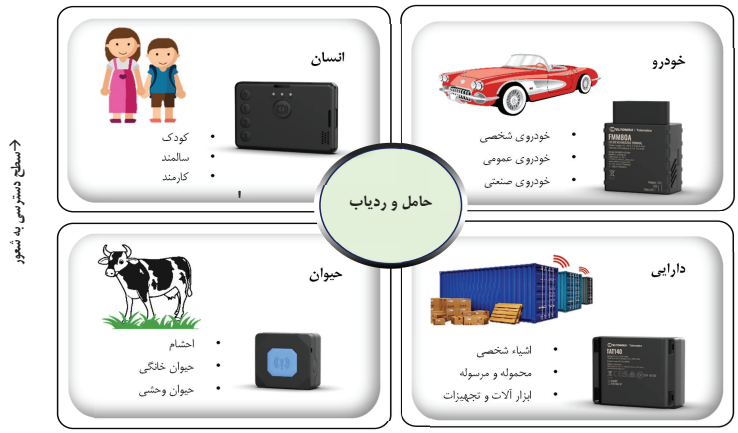
زنجیره ارزش برای بکارگیری ردیاب‌های هوشمند شامل شش حلقه‌ی اساسی و مهم حامل ، دستگاه، سیستم تعیین موقعیت، شبکه مخابراتی، هسته پردازش و رابط کاربری می‌باشد. شکل ۱ اجزای مربوط به زنجیره‌ی فناوری یک ردیاب ماهواره‌ای را نمایش می‌دهد. هدف این مقاله کلاس‌بندی ردیاب‌های هوشمند با توجه به تنوع ویژگی‌های مورد نیاز در کاربردهای مربوط به انقلاب صنعتی چهارم و شرایط حامل موردنظر در ورتیکال‌های مختلف است، که در ادامه به آن می‌پردازیم.

کلاس‌بندی ردیاب براساس حامل

طیف گسترده‌ی اجسام متحرک و همچنین ورتیکال‌های مورد کاربرد ردیاب‌های هوشمند موجب افزایش تعداد طراحی‌ها و البته کلاس‌بندی و نامگذاری متفاوت و غیریکپارچه در این گروه



شکل ۱- زنجیره فناوری ردیاب ماهواره‌ای [۵]



شکل ۲- کلاس‌بندی ردیاب هوشمند براساس حامل [۱]

محصولات شده است. اما آنچه در بین تمام طراحی‌ها و محصولات شرکت‌های مختلف مشترک است ویژگی‌های سخت افزاری و سیستم عاملی است. از این‌رو با درنظر گرفتن وجه اشتراک و تمایز آن‌ها، می‌توان تمام محصولات موجود را کلاس‌بندی نمود [۱].

پس از یک بررسی جامع به این نتیجه رسیدیم که علی‌رغم تنوع در کیفیت طراحی و گستردگی حوزه کاربرد، نحوه بکارگیری ردیاب در همه ورتیکال‌ها براساس حامل مورد نظر تقریبا یکسان و مشابه است. از این‌رو این دستگاه‌ها براساس دو شاخصه‌ی مدل تامین توان و سطح دسترسی کاربر اصلی[۴] به حامل مطابق شکل ۲ به چهار دسته انسانی، حیوانی، دارایی و خودرویی کلاس‌بندی می‌شوند.

ردیاب انسان: در انقلاب صنعتی چهارم توسعه‌ی هوشمندسازی ردیابی انسان از ابعاد مختلف نظارتی، کنترلی، آموزشی، امنیتی و سلامت می‌تواند مفید باشد. آنچه ردیابی انسان را نسبت به سایر موارد متمایز می‌کند قدرت تشخیص و اراده حامل می‌باشد. از این رو معمولا این نوع ردیاب‌ها به رابط‌های کاربری لمسی، صوتی یا تصویری برای دریافت یا ارسال پیغام به فرد مجهز می‌باشند.

ردیاب حیوان: این کلاس همانند ردیاب انسان است با این تفاوت که هیچ رابط کاربری برای دریافت پیغام از سمت حامل نخواهیم داشت ولی شیوه نصب و قابلیت اطمینان از اتصال همیشگی آن بدلیل عدم دسترسی یا تحرکات حیوان از اهمیت بالایی برخوردار است. معمولا این ردیاب‌ها به گردن حیوان یا پرندگان با یک بند مستحکم بسته می‌شوند.

ردیاب دارایی: در صورت تحقق اهداف انقلاب صنعتی چهارم، یکی از بزرگترین بخش‌های بازار هم از لحاظ کمیت و هم تنوع، دارایی‌های قابل ردیابی می‌باشند. برخی از اشیا دارای موقعیت و کاربر واحدی نیستند و معمولا رهگیری و اطلاع از موقعیت آن‌ها به لحاظ مدیریت، برنامه ریزی و امنیت حائز اهمیت است. از وجوه تمایز این نوع ردیاب‌ها شرایط محیطی پرنوسان و احتمالا استفاده بصورت اشتراکی آن‌ها است. امکانات این ردیاب‌ها ممکن است مبتنی بر شی مورد استفاده، بروزرسانی شود.

ردیاب خودرو: خودرو یکی از فعال‌ترین ادوات متحرک است که رهگیری و ردیابی آن می‌تواند از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و فنی برای سایر ارکان ذینفع ارزش آفرین باشد. باتوجه به دسترسی به توان مستمر خودرو و همچنین داده‌های مربوط به خودرو، قابلیت مانیتورینگ و کنترل حامل بر اساس قواعد از قبل تعریف شده در خود دستگاه یا از طریق سامانه‌های مدیریت و پایش هوشمند، از ویژگی‌های مهم این نوع ردیاب‌ها می‌باشد. مثلا شرکت‌هایی از قبیل تولیدکنندگان، اجاره دهندگان خودرو، لیزینگ‌ها و غیره جهت مدیریت و پایش هوشمند خودروهای مدنظر خود در جهت مدیریت سرویس‌های دوره‌ای، حق اشتراک، مدیریت پرداخت‌ها و معوقات و غیره از این نوع ردیاب‌ها استفاده می‌کنند.

البته ناگفته نماند که گاها ممکن است هریک از ردیاب‌ها براساس سرویس‌های مورد نیاز، شرایط محیطی و دقت سفارشی‌سازی شود. بطور مثال ردیاب‌های مورد استفاده در محیط صنعتی باید شرایط محیطی سخت و پرتنش را تحمل کنند یا دستگاه‌هایی که در زون‌های دور و کم تردد بکارگرفته می‌شوند باید مجهز به آنتن خارجی برای تقویت برد گیرندگی باشند.

معماری سخت‌افزاری ردیاب هوشمند

مهمترین بخش در طراحی ردیاب هوشمند معماری و جانمایی المان‌ها در برد الکترونیکی است. چراکه مصالحه‌ی بین تکنولوژی، حجم، کیفیت، مصرف توان و قیمت هریک از المان‌ها با کلاس و ورتیکال مورد نظر امری پیچیده و فناورانه است. بطور کلی سخت‌افزار مورد استفاده در ردیاب‌ها شامل سه بخش موقعیت‌یابی، ارتباط و اتصال به شرح شکل ۳ می‌باشد [۱].

موقعیت‌یابی: موقعیت حامل ارزشی است که ما در ردیاب‌ها به دنبال خلق آن می‌باشیم و در اولین قدم با قرار دادن ماژول ارتباط با ماهواره در کنار واحد راه اندازی و پرداش به این خواسته دست پیدا می‌کنیم. مجموعه المان‌های اصلی شامل CPU و RAM که

۴- فردی است که عملیات نصب و تنظیم ردیاب بر روی حامل را به انجام می‌رساند

عملیات پردازش و کنترل مرکزی را در مشارکت المان‌های کمکی از قبیل سنسورها و عملگرهای داخلی انجام می‌دهند، هسته‌ی اصلی نامیده می‌شود. عملیات دریافت و محاسبه مولفه‌های موقعیت شامل طول، عرض، ارتفاع و زمان از منظومه‌های ماهواره‌ای آمریکایی، اروپایی، روسی، چینی و غیره توسط ماژول GNSS انجام می‌گردد.

ارتباط مخابراتی: غالبا به منظور ارتباط با سرور و سامانه پایش و مدیریت ابری نیاز به استفاده از ماژول‌های مخابراتی برد بلند داریم. این المان‌ها و روش انتخابی ممکن است مبتنی بر ورتیکال و حامل مورد نظر متفاوت باشد. ماژول مخابراتی GSM وظیفه برقراری ارتباط از طریق باندهای فرکانسی برد بلند دارای مجوز از جمله LTE، 4G، 3G، 2G و 5G را بر عهده دارد. در برخی از کاربردها بدلیل هزینه، امنیت، محدوده و ترافیک شبکه، از باندهای فرکانسی اختصاصی و بدون مجوز از جمله LoRa و Sigfox برای ارتباط استفاده می‌شود که مطابق با آن ماژول‌های سخت افزاری به ساختار دستگاه افزوده می‌گردند.

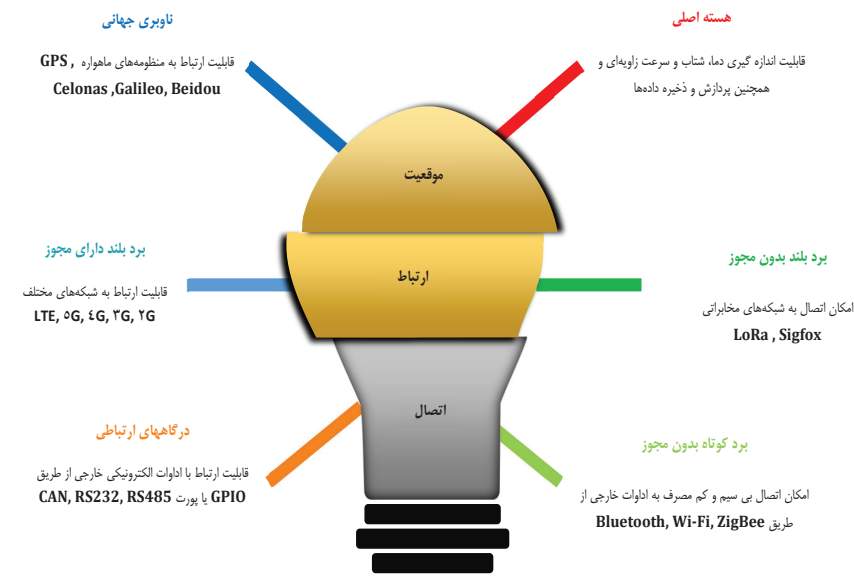
اتصال با دستگاه‌های مجاور: در برخی از کلاس‌های طراحی از جمله خودرویی، در کنار تعیین موقعیت از درگاه‌های مختلف سخت افزاری جهت کنترل و مانیتورینگ اجزای الکترونیکی متصل به حامل استفاده می‌شود. وابسته به محل کاربرد دستگاه به کمک المان‌های راه انداز به پورت‌های ارتباطی سیمی و بی‌سیم مجهز می‌شوند. شبکه‌ی مخابراتی برد کوتاه بدون مجوز امکان اتصال بی سیم به سیستم‌ها و تجهیزات مجاور از طریق باندهای فرکانسی در محدوده WIFI ، Bluetooth و ZigBee و مبتنی بر آن ادوات سخت‌افزاری تعبیه شده در دستگاه را فراهم می‌کند. و همچنین در اکثر ردیاب‌ها از درگاه‌های سیمی و سخت‌افزاری نیز برای ارتباط از طریق ورودی و خروجی‌های دیجیتال و آنالوگ یا سایر پورت‌های ارتباطی سریال و موازی از جمله RS232، LAN، CAN، RS485 و غیره استفاده می‌شود.

ویژگی‌های سیستم عاملی ردیاب‌های هوشمند

با توجه به امکانات سخت‌افزاری ردیاب هوشمند و الزامات فنی پیکره‌بندی، توابع اصلی سیستم عامل و ویژگی‌های نرم افزاری هریک از کلاس‌های تعریف شده به شرح جدول ۱ می‌باشد. یکی از مهمترین شاخصه‌ها[5] در تمایز کلاس‌ها مدهای عملکردی و سناریوهای مدیریتی ممکن و محتمل برای هر دستگاه، مبتنی بر نیاز مشتری[6] یا مصرف کننده[7] می‌باشد. ویژگی‌های پیاده‌سازی شده در لایه‌ی مرکزی سیستم‌عامل دستگاه می‌تواند براساس مصالحه‌ی بین قابلیت تامین توان، ظرفیت پردازشی سخت افزار و تداوم ارتباط مخابراتی و ماهواره‌ای متفاوت باشد. چراکه هرچه تعدد و تنوع ویژگی‌ها بیشتر باشد دستگاه هوشمندتر و سطح خودمدیریتی[8] و خوداتکایی[9] بالاتری خواهد داشت.

بدلیل گسترده بودن دامنه و برد کاربرد ردیاب‌های هوشمند در این مقاله فقط به ویژگی‌های نرم‌افزاری پرداخته شد ولی برای طراحی آن‌ها بایستی به الزامات متنوعی از قبیل پوشش انواع شبکه‌های مخابراتی، پروتکل‌های ارتباطی، رابط‌های کاربری، کیفیت و ماهیت بدنه، تحمل پذیری و سازگاری محیطی نیز توجه شود. بطور مثال ممکن است بسته به نیاز در یک گروه از ردیاب ماژول مخابراتی 2G برای برقراری ارتباط کفایت کرده و در گروه دیگر علاوه بر ماژول 4G به شبکه‌های مخابراتی بدون مجوز بلند یا کوتاه

5- Index
6- Costumer
7- Consumer
8- Self-Management
9- Self-Reliance



شکل ۳- معماری سخت افزاری ردیاب هوشمند [۱]

HAMRAH-E-AVAL

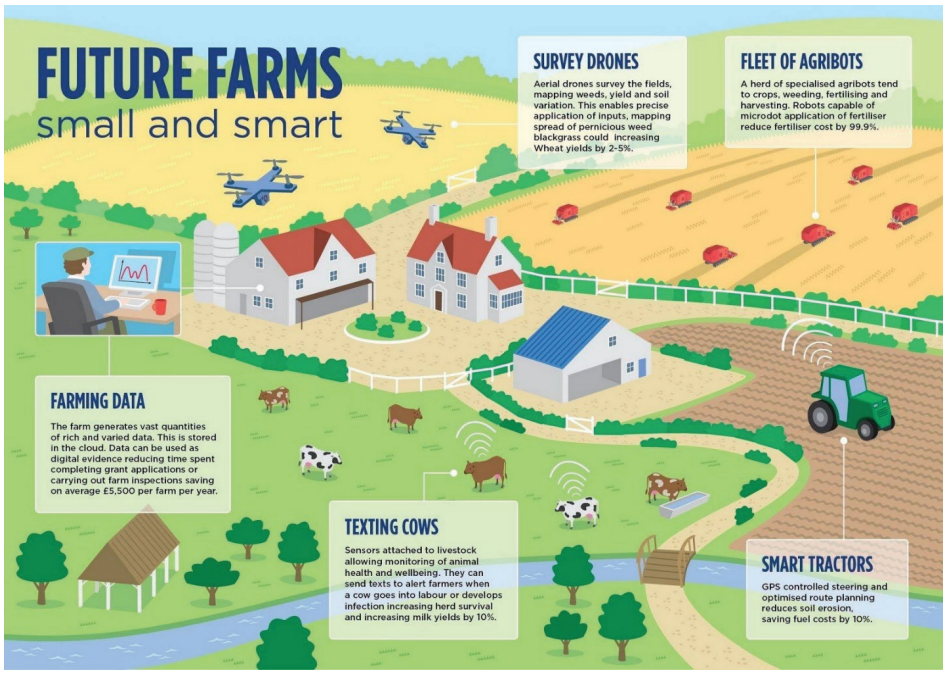
جدول ۱ - ویژگی‌های سیستم عاملی ردیاب‌های هوشمند [۱]

ردیف	شرح نیازمندی محصول	ردیاب حیوان	ردیاب انسان	ردیاب دارایی	ردیاب خودرو
۱	اعمال ژئوفنسینگ خودکار و دستی[۱]	✓	✓	✓	✓
۲	ساعت داخلی و سنکرون‌سازی به روش‌های مختلف[۲]	✓	✓	✓	✓
۳	جمع آوری داده‌ها از راه دور[۳]	✓	✓	✓	✓
۴	بروزرسانی ویژگی‌ها و سیستم عامل از راه دور[۴]	✓	✓	✓	✓
۵	مدیریت ردیاب از طریق اینترنت[۵]	✓	✓	✓	✓
۶	مدیریت ردیاب از طریق پیامک[۶]	✓	✓	✓	✓
۷	امن سازی[۷] در لایه‌های مختلف نرم افزار و سخت افزار[۸]	✓	✓	✓	✓
۸	ذخیره داده ها در حافظه داخلی و ارسال طبق برنامه۹	✓	✓	✓	✓
۹	ردیابی ماهواره‌ای[۱۰]	✓	✓	✓	✓
۱۰	ردیابی داخلی[۱۱]	✓	✓	✓	✓
۱۱	ردیابی برون‌خط[۱۲]	✓	✓	✓	✓
۱۲	ردیابی برون‌مرز[۱۳]	✓	✓	✓	✓
۱۳	شناسایی انواع رخدادهای فیزیکی[۱۴]	✓	✓	✓	✓
۱۴	اندازه گیری انواع متغیرهای فیزیکی[۱۵]	✓	✓	✓	✓
۱۵	افزودن سناریو و مدهای عملکردی جدید[۱۶]	✓	✓	✓	✓
۱۶	توسعه فرآیندهای گارمین[۱۷]		✓	✓	✓
۱۷	کنترل و مانیتورینگ انواع خودرو از طریق پورت OBDII				✓
۱۸	ارتباط با تجهیزات کنترلی و نظارتی مجاور و حاکمیتی	✓	✓	✓	✓

1- Auto and Manual Geofencing
2- Home Time Zone with GPS, NTP and NITZ time synch
3- Remote LOG download
4- FOTA WEB Configuration and Firmware update
5- GPRS Send/receive, detections, events, requests, tracking, reboot and Status
6- SMS Send/receive, detections, events, requests, tracking, reboot and Status
7- IOT SECURITY GUIDELINES FOR ENDPOINT ECOSYSTEMS STANDARDS
8- Private/business trip, Possibility to enter SIM PIN code, Configuration password , MS login and password , Authorized GSM numbers list , TLS Security
9- Records saving in to internal memory and sending by schedule
10- Real Time and GNSS tracking
11- Indoor and LBS tracking
12- Static Navigation and Offline tracking
13- Over zone tracking
14- Events from I/O elements, Unplug, Ignition, Idling, Movement, Over speeding, Tilt, Towing, Crash, Tamper, Fall down and Man Down detections
15- Speed, distance, Temperature, Humidity, Energy Consumption (Fuel or Calories)
16- Integrated scenarios
17- Garmin

برد نیز احتیاج باشد. ویژگی‌های ذکر شده در فوق، طیف وسیعی از طراحی را ایجاد خواهند کرد [۲].

در جدول ۱ به چهار نوع ردیابی ماهواره‌ای، داخلی، برون‌خط و برون‌مرز که از ویژگی‌های اصلی ردیاب است، اشاره شده است. نوع ردیابی وابسته به محیط مورد نظر و دقت مورد نیاز ممکن است متفاوت باشد، بطور مثال در کاربرد مدیریت مزرعه بدلیل وسعت و گستردگی محیط از ردیابی ماهواره‌ای و در کاربردهایی مانند مدیریت انبار به



شکل ۴- کاربرد ردیابی ماهواره‌ای در مدیریت مزرعه [۴]

دلیل محدودیت فضا تراکم بالا از ردیابی داخلی استفاده می شـود. در کاربرد ردیابی برون‌خط معمولا زمانی که ارتباط ردیاب با شـبکه‌های مخابراتی و ماهواره‌ای قطع می‌شـود ردیاب قابلیـت ردیابی براسـاس نقشـه‌ها و الگوریتم‌های داخلی را خواهد داشـت و ویژگی ردیابـی برون‌مزر زمانی بکار گرفته می‌شود که ردیاب متصل به حامل جابجایی ملی و منطقه‌ای داشـته باشـد و نیاز به خدمات اپراتوری کشور میزبان داشته باشد.

کاربرد ردیابی ماهواره‌ای در مدیریت مزرعه

هوشمندسازی صنعت کشـاورزی بدلیل گسـتردگی و تنوع زنجیره ارزش همواره با دشـواری‌های متعدد همراه بوده است. در انقـلاب صنعتی چهارم پایش و مدیریت افـراد، تجهیزات و حیوانات کمک بزرگی در افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های مزارع خواهد کرد. نظارت بر کیفیت اراضی زیر کشت، مدیریت محل چرای احشـام و هوشمندسـازی مراحل داشت، کاشت و برداشـت بخش زیادی از نیازهای اساسـی ایـن ورتیکال را مرتفع می‌سـازد. در این کاربرد بدلیل سرعت پایین و باز بودن فضای مورد نظر معمولا از روش ردیابی ماهواره‌ای برای پایش و مدیریت انـواع حامل‌های موجـود در این صنعـت از جمله کارگران، احشام، ماشین‌آلات و پهبادها استفاده می‌شود. شکل ۴ نمونه‌ای از یک مزرعه‌ی هوشمند را به تصویر می‌کشد [۴].

شکل ۵- کاربرد ردیابی داخلی در مدیریت انبار [۳]

کاربرد ردیابی داخلی در مدیریت انبار

برای هوشمندسازی زنجیره تامین در انقلاب صنعتی چهارم پایش و مدیریت افراد، دارایی‌ها و ماشین‌آلات حائز اهمیت است. شکل [۵] کاربرد ردیاب را برای مدیریت هوشمند بر کنترل زنجیره تامین و نظارت موجودی انبار نمایش می‌دهد. موقعیت هریک از کارکنان، تجهیزات و بسته محصولات متحرک بوسیله‌ی این ردیاب اندازه‌گیری و پس از تجمیع توسط لنگرها[۱۰] برای سامانه مدیریت و پایش هوشمند ارسال می‌گردد. برای رسیدن به دقت بالا در فضای مورد نظر چند لنگر[۱۱] که معمولا به فناوری‌های BLE[۱۲]، WIFI یا UWB[۱۳] مجهز هستند، نصب می‌شود و امکان ردیابی با دقت‌های بالاتر را فراهم می‌سازد. فناوری 5G نیز این امکان را تاحدی فراهم می‌کند که در مقالات مربوط به زیرساخت‌های RTLS[۱۴] به آن پرداخته می‌شود [۳].

شناسایی صحیح موقعیت موجب ثبت، کنترل و بکارگیری بهینه افراد، کالاها و تجهیزات می‌شود. بطور مثال اطلاع از موقعیت یک کالا در انبار می‌تواند علاوه بر بهبود فرآیند سرشماری، باعث افزایش سطح دسترسی و بهینگی زنجیره تامین شود.

نتیجه‌گیری

در این مقاله محدوده و عمق کاربرد ردیاب‌ها در انقلاب صنعتی چهارم و شیوه‌ی اجرای راهکارهای هوشمند در ورتیکال‌های مختلف بررسی شد. آنچه که به روشنی پیداست افزایش نیاز و ارزش بازار این فناوری در آینده نزدیک است. از آنجایی که نیاز اساسی ردیاب‌ها ارتباط مخابراتی و انتقال اطلاعات در بستر پیامک یا اینترنت است، می‌توان به راحتی استنتاج کرد که این گروه از محصولات در زنجیره ارزش خدمات اپراتوری قرار خواهند گرفت. لازم به ذکر است که اپراتورهای بزرگ دنیا از جمله ودافون در راستای افزایش درآمدها و تامین نیازهای مشتریان خود تولید و طراحی ردیاب‌های هوشمند را به عنوان یک محصول در سبد محصولات فراتر از کسب و کار اصلی ۱۵ در صورت‌های مالی خود گزارش نموده‌اند. از آنجایی که مواجه با فناوری‌های نوین در مرحله رشد بازار نیاز به سرمایه‌گذاری کلان داشته و گاها رقابت در آن موعد غیرممکن خواهد بود، لازم است اپراتورهای داخلی نیز برای حفظ بازار، سرمایه‌گذاری‌های خود در این زمینه را با جدیت بیشتری دنبال نمایند.

منابع:

[۱] - اداره ابر و اینترنت اشیاء، سند امکانسنجی فنی و اقتصادی ردیاب هوشمند، مرکز تحقیق و توسعه همراه اول، ۱۴۰۲

[2]- Official site of Teltonika https://teltonika-gps.com/

[3]-Official site of ZeroKey https://zerokey.com/

[4]-Norris J., Bland J., 2015, Precision Agriculture: almost 20% increase in income possible from smart farming, http://www.nesta.org.uk/blog/precision-agriculture-almost20-increase-in-come-possible-smart-farming

[5]-Official site of JA Security and Innovations http://ja-si.com

10- Anchors
11-Anchors
12- Bluetooth Low Energy
13- Ultra-wideband
14- Real Time Location Systems
15-Beyond the Core