کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی

پریسا محرمی | دانش‌آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

سازمان غذا و کشاورزی فائو (FAO) اظهار داشته‌است که جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ تا دو میلیارد نفر افزایش خواهدیافت، در حالی که افزایش مساحت زیر کشت در آن زمان فقط چهار درصد خواهد بود. با توجه به گسترش صنعت و رشد سریع آن همواره بشر به‌دنبال سرعت بخشیدن به کارها با دقت بالاتری بوده است. استفاده از روش‌های هوش مصنوعی به جای تصمیم‌گیری‌های دستی و انسانی علاه بر اینکه موجب افزایش عملکرد می‌گردد، از دقت بالایی نیز برخوردار است. با استفاده از فناوری‌های پیشرفته اخیر درکشاورزی و ارائه راه حل‌هایی می‌توان به شیوه‌های کارآمدتر درکشاورزی دست‌یافت. استفاده از هوش مصنوعی (AI) در بخش کشاورزی می‌تواند موجب تغییر نحوه کار در کشاورزی شود. صنعت کشاورزی یکی از شاخه‌هایی است که امروزه نیازمند محاسبات و انجام عملیات خودکار با ا ستفاده از هوش مصنوعی است. به‌طوری که در مراحل مختلف کشت محصول از جمله کاشت، داشت، برداشت، درمراحل مختلف انبار و فراوری محصولات کشاورزی از جمله کیفیت سنجی می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. هوش مصنوعی، یک کشاورز را قادر می سازد کارهای کمتری با کیفیت بیشتر و همچنین تضمین یک استراتژی سریع (GTM) (رفتن به بازار) برای محصولات کشاورزی ارایه دهد. مقاله حاضر تصویری از چگونگی استفاده از هوش مصنوعی در بخشهای مختلف کشاورزی را ارائه می دهد. همچنین ایده های هوش‌مصنوعی را برای آینده و چالش های پیش بینی شده در آینده بررسی می کند.

کلمات کلیدی: اینترنت اشیا، فناوری، کشاورزی، هوش‌مصنوعی.

مقدمه

در قرن نوزدهم در زمان انقلاب صنعتی، ماشین آلات به عنوان جانشین یا کاهش نیروی کار انسانی مستقر شدند. به مرور زمان، با پیشرفت فناوری اطلاعات در قرن بیستم، پس از ورود کامپیوترها، دیدگاه جدیدی برای دستگاه های دارای هوش‌مصنوعی ایجاد شد. امروزه اینکه هوش‌مصنوعی به طور مداوم جای نیروی انسانی را به‌عهده گرفته است به یک واقعیت تبدیل شده‌است. درکشاورزی روش‌های مختلف سازگاری سریع با هوش‌مصنوعی وجود دارد. مفهوم محاسبات شناختی مفهومی است که از روند تفکر انسان به‌عنوان الگویی در رایانه تقلید می‌کند. هوش‌مصنوعی در کشاورزی جهت ارائه خدمات آن در تفسیر، دستیابی و واکنش به موقعیت‌های مختلف (بر اساس یادگیری به دست آمده) برای تقویت کارایی در کشاورزی استفاده می‌شود. برای مزایای برداشت مزرعه با توجه به پیشرفت‌های اخیر در بخش کشاورزی، به کشاورزان می‌توان از طریق سیستم عامل‌هایی مانند chatterbot راه‌حل‌هایی ارائه داد. هوش‌مصنوعی به‌روش‌های مختلفی در صنعت کشاورزی می‌تواند کاربردی باشد. یکی از زیرمجموعه‌های آن پردازش تصویر می‌باشد که کاربرد گسترده‌ای در کشاورزی دارد. پردازش تصویر در معنای خاص آن عبارت است از هر نوع پردازش عبوری که ورودی آن، یک تصویر و خروجی آن یک تصویر یا یک مجموعه از نشانه‌ها یا علامت‌های مربوط به تصویر است. در واقع به مجموعه عملیات و پردازش‌هایی که در راستای آنالیز تصویر در زمینه‌های مختلف انجام می‌شود، پردازش تصویر می‌گویند. از میان همه شاخه‌های هوش‌مصنوعی شاید کاربردی‌ترین آن‌ها کامپیوتری و مکانیزه کردن سیستم‌های بینایی باشد. دامنه کاربرد این شاخه از فناوری در حال رشد، بسیار وسیع است و از کاربردهای عادی و معمولی مثل کنترل کیفیت خط تولید و نظارت ویدئویی گرفته تا تکنولوژی‌های جدید مثل اتومبیل‌های بدون راننده را در برگرفته است. دامنه کاربردهای این تکنولوژی را تکنیک‌های مورد استفاده در آن‌ها تعیین می‌کند.

اینترنت اشیا / The Internet of Things (IOT)

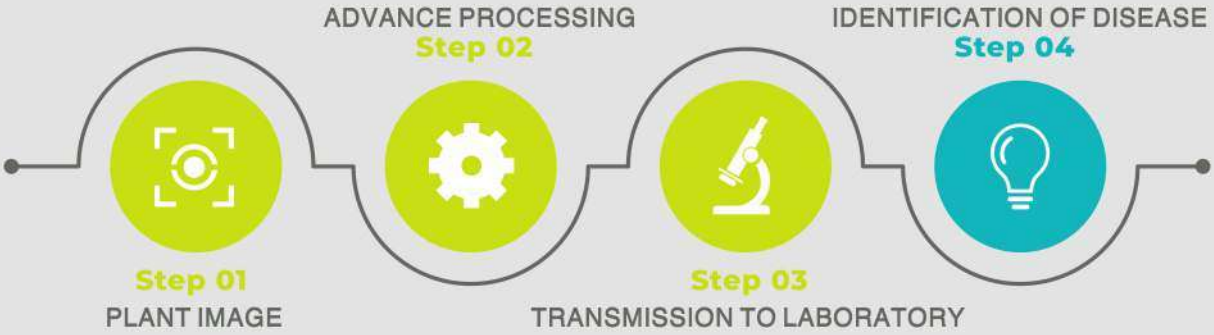
روزانه حجم عظیمی از داده‌ها در قالب ساختار یافته و بدون ساختار تولید می‌شوند. این داده‌ها مربوط به الگوی آب و هوا، گزارش خاک، تحقیقات جدید، بارندگی، آسیب‌پذیری در برابر حمله آفات، تصویربرداری از طریق هواپیماهای بدون سرنشین و دوربین است. راه حل‌های IOT که مربوط به فاکتورهای شناختی هستند، راه حل‌های هوشمند را که برای افزایش بازده محصول معنی می‌دهد را به رسمیت می‌شناسد. دو فناوری اصلی برای هم‌جوشی داده‌های هوشمند استفاده می‌شوند، از طریق مجاورت و سنجش از دور. کاربرد مهم داده‌های با وضوح بالا برای آزمایش خاک است. بر خلاف سنجش از راه دور، سنجش مجاورتی نیازی به سنسورهای داخلی در سیستم‌های هوایی یا ماهواره‌ای ندارد فقط به سنسورهایی نیاز دارد که در یک فاصله نزدیک با خاک در تماس باشند. این ویژگی توصیف خاک بر اساس خاک زیر کشت در یک منطقه خاص را تسهیل می‌کند. راه حل‌های سخت افزاری مانند (Rowbot) در مورد محصولات زراعی مانند ذرت از قبل نرم افزاری را برای جمع آوری داده ها با روبوتیک آغاز کرده‌است تا بتواند بهترین کود برای کاشت ذرت با بیشترین عملکرد محصول را داشته باشد.

تولید بینش مبتنی بر تصویر / Image-based insight generation

در سناریوی جهانی فعلی، یکی از زمینه‌های مهم در کشاورزی، کشاورزی دقیق است. تصویربرداری از طریق هواپیماهای بدون سرنشین می‌تواند در تجزیه و تحلیل دقیق میدان، نظارت بر محصولات زراعی و اسکن مزارع کمک کند. با ترکیبی از فناوری دید رایانه، داده‌های بدون سرنشین و IoT کمک خواهند کرد که کشاورزان اقدامات سریع را انجام دهند. داده‌های دریافت شده از تصویر بدون سرنشین می‌توانند هشدارهایی را در زمان مورد نیاز به وجود آورند که باعث تسریع در کشاورزی دقیق شوند. سازندگان هواپیماهای بدون سرنشین تجاری مانند Aerialtron-ics بسترهای نرم‌افزاری IOT ،Watson، IBM و API جهت تشخیص بصری برای تجزیه و تحلیل تصویر در زمان واقعی اعمال شده‌اند. برخی از زمینه‌های فناوری تشخیص بصری رایانه ای که قابل استفاده است به شرح زیر است:

تشخیص بیماری‌ها (Disease detection)

سنجش و تجزیه و تحلیل تصویر، تصاویر برگ گیاه را به نواحی سطحی مانند پس زمینه، ناحیه بیمار و ناحیه غیر بیمار برگ تقسیم می‌کند. سپس منطقه آلوده یا بیمار برش داده‌شده و برای تشخیص دقیق‌تر به آزمایشگاه فرستاده می‌شود. این امر بیشتر در شناسایی آفات و احساس کمبود مواد مغذی کمک می‌کند. یک توالی مفصل در شکل زیر ارائه شده است.



تشخیص میزان رسیدگی گیاه (Identify the readiness of the crop)

تصاویر مربوط به محصولات مختلفی که در زیر نور سفید و UVA گرفته می‌شود، بررسی می‌کند که میوه‌های سبز چقدر رسیده‌اند. از این تحلیل، کشاورزان می‌توانند برای آمادگی سطوح مختلف دسته‌بندی میوه یا محصول قبل از ارسال به بازار استفاده‌کنند.

مدیریت مزرعه (Field management)

با استفاده از تصاویر باکیفیت از سیستم‌های بدون سرنشین و پهپادها به‌وسیله ساخت یک نقشه میدانی می‌توان زمان واقعی نیاز محصولات زراعی به آب، کود و سموم دفع آفات در مناطق مشخص را برآورد کرد که این روش به بهینه‌سازی منابع کمک می‌کند.

شناسایی ترکیب بهینه محصولات زراعی (Identification of optimal mix for agronomic products)

راه‌حل‌های شناختی بهترین محصولات زراعی و دانه های ترکیبی را بر اساس پارامترهای مختلفی از جمله شرایط خاک، پیش‌بینی هوا ، نوع بذر و آلودگی آفات در یک منطقه خاص را به کشاورزان توصیه می‌کند. توصیه مختص هر زمین مبتنی بر نیاز مزرعه، شرایط بومی و داده‌های مربوط به کشاورزی موفق در گذشته را نیز ارائه می‌دهد. سایر عوامل بیرونی مانند روند بازار، قیمت محصولات زراعی، نیازهای مصرف‌کننده، الزامات و زیبایی شناسی نیز ممکن است مورد استفاده قرارگیرد تا کشاورزان بتوانند تصمیمی مناسب بگیرند.

نظارت بر سلامتی محصولات (Crop health monitoring)

تکنیک‌های سنجش از دور (RS) به همراه تصویربرداری از حد طیفی و اسکن لیزر سه بعدی برای ساخت معیارهای زراعی بیش از هزاران هکتار از اراضی قابل کشت ضروری است. این پتانسیل را دارد که یک تغییر انقلابی در چگونگی نظارت بر زمین‌های زراعی توسط کشاورزان از منظر زمان و هزینه ایجاد کند. این فناوری همچنین در زمینه نظارت بر محصولات زراعی در طول چرخه عمر آن‌ها از جمله پیدایش گزارش در صورت بروز ناهنجاری‌ها بکار خواهد رفت.

روش‌های آبیاری خودکار و توانمندی کشاورز (Automation techniques in irrigation and enabling farmers)

آبیاری یکی از فرآیندهای نیاز به انرژی زیاد کشاورزی است. دستگاه‌های آموزش دیده هوش‌مصنوعی با آگاهی از الگوی آب و هوایی به دست آمده طی زمان، کیفیت خاک و نوع محصولات زراعی که قابل رشد هستند، می‌توانند آبیاری را به‌صورت خودکار انجام دهند و بازده کلی را افزایش دهند. نزدیک به ۷۰ درصد از منابع آب شیرین جهان برای آبیاری استفاده می‌شود. چنین اتوماسیونی می‌تواند موجب صرفه جویی در مصرف آب و بهره‌مندی کشاورزان در مدیریت پروب‌های آب شود.

اهمیت هواپیماهای بدون سرنشین / (Significant of drone)

طبق تحقیقات اخیر (PWC (Price Water House Coopers ، کل بازار موجود برای راه‌حل‌های مبتنی بر هواپیماهای بدون سرنشین در سراسر جهان ۱۲۷/۳ میلیارد دلار است و برای کشاورزی۳۲/۴ میلیارد دلار است. چنین راه‌حل‌های مبتنی بر پهپادها در بخش کشاورزی فواید زیادی مانند مقابله با شرایط نامساعد آب و هوایی، افزایش بهره‌وری، کشاورزی دقیق و مدیریت عملکرد محصول دارد.

یک نقشه سه بعدی دقیق از مزرعه، زمین آن، زهکشی، آبیاری و قابلیت استفاده از خاک باید با استفاده از پهپاد تهیه شود که قبل از شروع چرخه محصول انجام می‌شود.

مدیریت سطح N۲ خاک همچنین می‌تواند توسط محلول‌پاشی با هواپیماهای بدون سرنشین انجام شود. نظارت و ارزیابی محصولات زراعی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کشاورزی برای ارائه راه‌حل‌های مبتنی بر هواپیماهای بدون سرنشین در تعامل با فناوری بصری رایانه و هوش‌مصنوعی مطرح است. هواپیماهای بدون سرنشین با دوربین‌های با وضوح بالا، تصاویر میدانی دقیقی را جمع می‌کنند که می‌توانند از طریق شبکه عصبی حلقوی جریان پیدا کنند تا مناطقی را با علف‌های هرز، محصولاتی که نیاز به آب بیشتری دارند و سطح تنش گیاه در مراحل مختلف رشد را شناسایی کنند.

کشاورزی دقیق

کشاورزی دقیق یک تکنیک خیلی دقیق و کنترل شده در زمینه کشاورزی است که علاوه بر ارائه راهنمایی در مورد چرخه محصول، بخش‌های تکراری و فشرده کشاورزی را جایگزین می‌کند. فن آوری‌های کلیدی برجسته که کشاورزی دقیق را ممکن می‌سازد عبارتند از: سیستم موقعیت‌یابی با دقت بالا، نقشه‌برداری زمین‌شناسی، سنجش از دور، ارتباطات الکترونیکی یکپارچه، فناوری سرعت متغیر، برآوردگر زمان کاشت و برداشت بهینه، مدیریت منابع آب، مدیریت مواد مغذی گیاهان و خاک، حملات آفت و جوندگان.

موارد مدیریت دقیق کشاورزی

شناسایی سطوح مختلف استرس در یک گیاه از طریق تصاویر با وضوح بالا و داده‌های حسگر چندگانه توسط هوش‌مصنوعی انجام می‌شود. هوش‌مصنوعی مجموعه کاملی از داده‌های تولید شده از چندین منبع را به‌عنوان داده ورودی برای یادگیری ماشین هوش‌مصنوعی مورد استفاده قرار می‌دهد؛ سپس داده‌ها را آنالیز می‌کند و پارامترهای شناسایی را برای شناسایی تنش در گیاه نشان می‌دهد (شکل۲). مدل‌های یادگیری هوش مصنوعی در طیف گسترده‌ای، جهت تشخیص تصاویر گیاهان توسعه‌یافته آموزش دیده و می‌توانند سطوح مختلف استرس در گیاهان را تشخیص دهد. این رویکرد کلی را می‌توان برای اتخاذ تصمیمات بهتر به چهار مرحله متوالیِ شناخت، طبقه‌بندی، کمیت و پیش بینی تقسیم کرد (شکل ۲).

مدیریت عملکرد با استفاده از AI

با ظهور فناوری‌های آینده‌نگر مانند هوش‌مصنوعی، یادگیری دستگاه (ML)، تصویربرداری ماهواره‌ای و تجزیه و تحلیل پیشرفته در حال توسعه اکوسیستم برای کشاورزی هوشمند، کارآمد و پایدار هستند. ادغام این فناوری‌ها به کشاورزان این امکان را می‌دهد تا به‌طور متوسط عملکرد بالاتر در هر هکتار و کنترل بهتر ارزش دانه‌های غذایی را تضمین کنند، و از ماندگاری آن‌ها اطمینان حاصل کنند.

در حال حاضر در هند، در ایالت «آندرا پرادش»، شرکت مایکروسافت با کشاورزان ارائه دهنده خدمات مشاوره مزرعه با استفاده از مجموعه اطلاعات Cortana از جمله Machine Learning و Power BI همکاری می‌کند، این امر می‌تواند داده‌ها را به اقدامات هوشمند تبدیل کند.

در این طرح آزمایشی، از یک برنامه کاشت مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده می‌شود که تاریخ کاشت را توصیه می‌کند، تهیه زمین‌های قابل کشت، باروری بر اساس تجزیه و تحلیل خاک، نیاز و استفاده از FYM، تصفیه و انتخاب بذر، بهینه‌سازی پیشنهادات عمق کاشت را به کشاورزان انجام می‌دهدکه نتیجه آن ۳۰ درصد افزایش متوسط عملکرد محصول در هکتار بوده است.

همچنین می‌توان از مدل‌های هوش‌مصنوعی در تشخیص بهینه دوره کاشت در فصول مختلف، داده‌های اقلیمی آماری، داده‌های زمان مناسب رطوبت (MAI) از آمار بارندگی روزانه و رطوبت خاک برای ساخت نمودارهای پیش بینی بهترین زمان کاشت برای کشاورزان استفاده کرد.

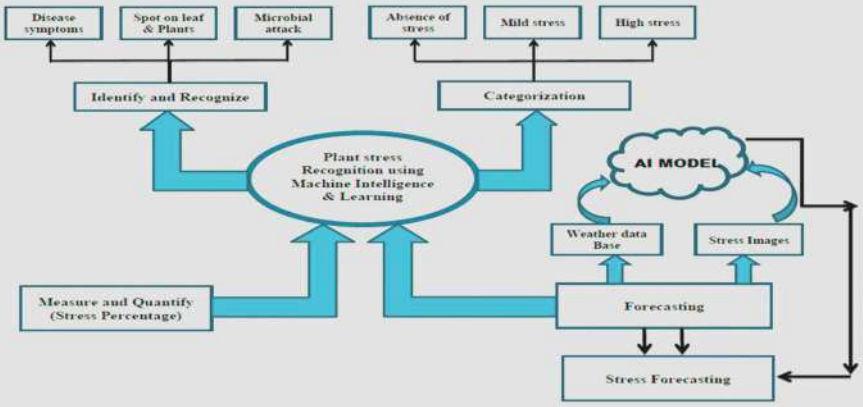
با پیش‌بینی حملات احتمالی آفات، مایکروسافت با همکاری اتحادیه فسفر محدود (API) در حال ایجاد یک رابط برنامه نویسی جهت پیش بینی و پیشگیری از خطر آفات (API) است که دارای یک مزیت استراتژیک هوش‌مصنوعی و یادگیری ماشینی برای پیشبرد سیگنال، شانس بالقوه حمله آفات است(شکل۳) با توجه به شرایط آب و هوایی، مرحله رشد محصول در مزرعه، حملات آفات به میزان زیاد، متوسط یا کم پیش بینی می‌شود.

اهمیت هواپیماهای بدون سرنشین / (Significant of drone)

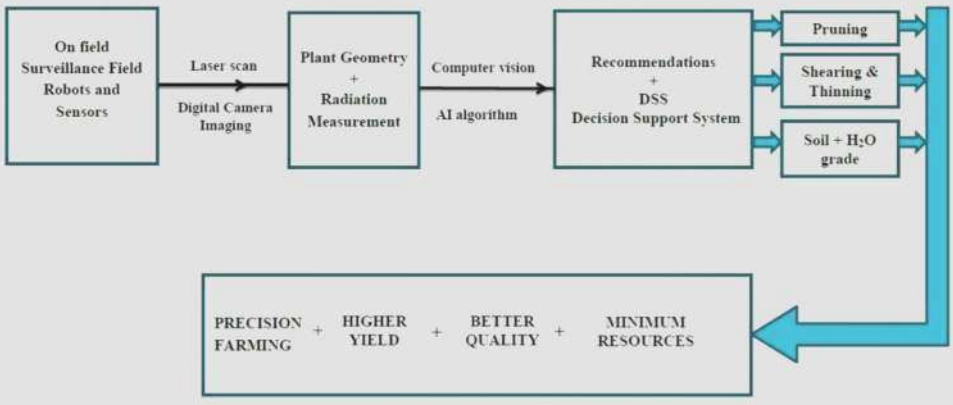
طبق تحقیقات اخیر (PWC (Price Water House Coopers ، کل بازار موجود برای راه‌حل‌های مبتنی بر هواپیماهای بدون سرنشین در سراسر جهان ۱۲۷/۳ میلیارد دلار است و برای کشاورزی۳۲/۴ میلیارد دلار است. چنین راه‌حل‌های مبتنی بر پهپادها در بخش کشاورزی فواید زیادی مانند مقابله با شرایط نامساعد آب و هوایی، افزایش بهره‌وری، کشاورزی دقیق و مدیریت عملکرد محصول دارد.

یک نقشه سه بعدی دقیق از مزرعه، زمین آن، زهکشی، آبیاری و قابلیت استفاده از خاک باید با استفاده از پهپاد تهیه شود که قبل از شروع چرخه محصول انجام می‌شود.

مدیریت سطح N۲ خاک همچنین می‌تواند توسط محلول‌پاشی با هواپیماهای بدون سرنشین انجام شود. نظارت و ارزیابی محصولات زراعی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کشاورزی برای ارائه راه‌حل‌های مبتنی بر هواپیماهای بدون سرنشین در تعامل با فناوری بصری رایانه و هوش‌مصنوعی مطرح است. هواپیماهای بدون سرنشین با دوربین‌های با وضوح بالا، تصاویر میدانی دقیقی را جمع می‌کنند که می‌توانند از طریق شبکه عصبی حلقوی جریان پیدا کنند تا مناطقی را با علف‌های هرز، محصولاتی که نیاز به آب بیشتری دارند و سطح تنش گیاه در مراحل مختلف رشد را شناسایی کنند.



شکل ۲- تشخیص تنش در گیاهان با استفاده از یادگیری و هوش ماشین



شکل ۳- رباتیک در مزرعه دیجیتال

چالش‌های هوش‌مصنوعی در کشاورزی

سیستم‌های هوش‌مصنوعی نیز برای پیش‌بینی دقیق نیاز به داده‌های زیادی برای ماشین‌های آموزشی دارند. درست در مورد منطقه بسیار وسیعی از زمین‌های کشاورزی، داده‌های مکانی می‌تواند به‌راحتی جمع‌آوری شود در حالی که گرفتن داده‌های زمانی یک چالش است. داده‌های مختلف محصولات مخصوص فقط می‌تواند یک بار در سال با رشد محصولات حاصل شود. از آنجایی که این پایگاه داده برای بالغ شدن زمان می‌برد، زمان قابل توجهی برای ساختن یک مدل یادگیری ماشین قوی نیاز دارد. این یک دلیل عمده برای استفاده از هوش‌مصنوعی برای محصولات زراعی مانند دانه‌ها، کود و سموم دفع آفات در مزرعه است. در نتیجه، آینده کشاورزی در دوره‌های بعدی تا حد زیادی به سازگاری راه‌حل‌های شناختی وابسته است. گرچه تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته‌است و برنامه‌های کاربردی زیادی در دسترس است، اما صنعت کشاورزی هنوز از خدمات کافی برخوردار نیست و بسیاری از مسائل همچنان ناشناخته است. اگرچه در مقابله با چالش‌ها و خواسته‌های واقع‌بینانه که کشاورزان با آن روبرو هستند، استفاده از سیستم‌های تصمیم گیری هوش‌مصنوعی و راه‌حل‌های پیش‌بینی برای حل آن‌ها افزایش می‌یابد، کشاورزی با هوش‌مصنوعی فقط در یک مرحله تازه است. برای بهره‌برداری از وسعت فوق‌العاده هوش‌مصنوعی در کشاورزی، برنامه‌ها باید قوی‌تر باشند. این امر باعث می‌شود تصمیم‌گیری در زمان واقعی تسهیل شود و به‌طور پیوسته از مدل/برنامه مناسب برای جمع‌آوری داده‌های متنی به‌طور کارآمد استفاده شود. برای اطمینان از دستیابی به این فناوری در جامعه کشاورزی، راه‌حل‌های هوش‌مصنوعی باید عملی‌تر شوند. اگر راه‌حل‌های شناختی هوش‌مصنوعی در بستر منبع باز ارائه شود و راه‌حل‌ها را مقرون به صرفه‌تر کند، در نهایت منجر به اتخاذ سریع‌تر و بینش بیشتر در بین کشاورزان می‌شود.

منابع

Badia Melis. R. 2016. Artificial neural networks and thermal image for temperature prediction in apples. Food and Bioprocess Technology. 1099-1089 :(7) 9.

Balleda, K. 2014. Agpest: An efficient rule-based expert system to prevent pest diseases of rice & wheat crops. in Proc. Intelligent Systems and Control (ISCO)2014-, IEEE.

Dharmaraj, V., Vijayanand, C. 2018. Artificial Intelligence (AI) in Agriculture. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 7706-2319 :(12)7.

Karmokar B. C. 2015. Tea leaf diseases recognition using neural network ensemble. International Journal of Computer Applications. 30-27 :(17)114.

Patrício, D. I., Rieder, R. 2018. Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review. Computers and electronics in agriculture. 81-69 :153.

Pierpaolia, E., Carlia, G., Pignattia, E., Canavaria, M. 2013. Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A. Procedia Technology. 69-61 :8.

R Shamshiri, R., Weltzien, C., Hameed, I. A., J Yule, I., E Grift, T., Balasundram, S. K., Chowdhary, G. 2018. Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming.

Ramachandran, V., Ramalakshmi, R., Srinivasan, S. 2018. An automated irrigation system for smart agriculture using the Internet of Things. In 15 2018th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV). 215-210

Vermesan, O., Eisenhauer, M., Serrano, M., Guillemin, P., Sundmaeker, H., Tragos, E. Z., Bahr, R. 2018. The next generation Internet of things–Hyperconnectivity and embedded intelligence at the edge. Next Generation Internet of Things. Distributed Intelligence at the Edge and Human Machine-to-Machine Cooperation.