IOT and Machine Learning Approaches for Automation of Farm Irrigation System

منصوره نقدی قاسم آبادی

پروژه سوم درس معماری کامپیوتر پیشرفته

استاد: خانم دکتر سمیه جاسبی

مقدمه

در عصر کنونی که رقابت و ریسک بالایی در بازارها وجود دارد ، پیشرفتهای فناوری برای رشد و پایداری بهتر ضروری است. این امر در مورد صنعت کشاورزی نیز صدق می کند. هر کشاورز سهام بالایی در محصولات ، عملکرد و کیفیت آنها دارد. افزایش مسائل مربوط به آب و نیاز به روش های مناسب برای نگهداری مزرعه ، مسئله ای داغ است که باید با حداکثر تناسب حل شود. در این مقاله اتوماسیون سیستم های آبیاری در مزارع ارائه شده است. راه حل پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیا است که می تواند راه حل ارزان تر و دقیق تری برای نیازهای مزرعه باشد.

یک سیستم پایش، که هدف اصلی آن حل مشکل آبیاری بیش از حد ، فرسایش خاک و آبیاری ویژه گیاهان زراعی است ، برای سهولت و مدیریت کارآمد مشکلات آبیاری ایجاد خواهد شد. در واقع آب یک منبع کمیاب است و بیش از حد هدر رفتن چنین منبع اساسی باید به حداقل برسد. راه حل پیشنهادی با ایجاد یک شبکه حسگر بی سیم توزیع شده (WSN) ، که در آن هر منطقه از مزرعه تحت پوشش ماژول های مختلف حسگر قرار می گیرد ، انتقال داده ها که بر روی یک سرور مشترک ایجاد می شود ، توسعه می یابد. الگوریتم های یادگیری ماشین (ML) پیش بینی الگوهای آبیاری بر اساس سناریوهای محصولات و آب و هوا را پشتیبانی می کنند. بنابراین ، یک رویکرد پایدار برای آبیاری در این مقاله ارائه شده است.

بیان مسئله

بخش عمده ای از تولید ناخالص داخلی کشاورزی ، نه تنها کشورهای در حال توسعه بلکه بسیاری از کشورهای پیشرفته را نیز شامل می شود. بنابراین ، بهینه سازی فناوری های فعلی کشاورزی ، مسئله ی مهمی است. این موضوع نه تنها به شکوفایی توسعه پایدار بشریت ، گیاهان و جانوران کمک خواهد کرد بلکه در مقابله با بحران جهانی مانند تغییر اقلیم و بیماری های همه گیر مانند پیش نویس نیز کمک خواهد کرد. در واقع با فناوری بهتر عملکرد بهتر حاصل می شود و به جلوگیری از شرایطی مانند گرسنگی و سو تغذیه کمک خواهد کرد.

این فناوری باید با قیمت مقرون به صرفه در دسترس باشد تا تأثیر آن به میلیاردها نفر در سراسر جهان برسد. سیستم های خانه هوشمند به طور گسترده در حال تحقیق و توسعه است اما این بخش عمده کشاورزی و به ویژه کشاورزی هوشمند تمایل به عقب افتادن از سایر حوزه ها دارد و برای دستیابی به اهداف پایدار نه تنها در سطح صنعتی بلکه در سطح ریشه ای نیاز به تحقیق و توسعه زیادی نیاز دارد. این صنعت کشاورزی اتوماسیون تکنیک های معمول آبیاری می تواند منجر به افزایش چندین برابر عملکرد محصول شود.

اهمیت و ضرورت :

نیاز آبیاری در محصولات مختلف و در فصول مختلف متفاوت است.آبیاری بیش از حد یا آبیاری کمتر هر دو بر عملکرد و ماهیت تأثیر می گذارد ، بنابراین اتوماسیون سیستم های آبیاری ضروری است. آبیاری کارآمد استفاده پایدار از آب را تضمین می کند و همچنین در دوباره پر کردن آب زیرزمینی نیز کمک می کند. آبیاری بر اساس توپولوژی خاک و الگوی آب و هوا در مقاله انجام شده با استفاده از ماژول های مختلف حسگر و میکروکنترلرهای مختلف مانند Raspberry Pi، Arduino Uno و Arduino Mega انجام شده است. این مقاله یک رویکرد اقتصادی و آسان برای درک خودکار سیستم های آبیاری ارائه کرده است. این تراشه ها به همراه سنسورها ، مبدل ها و محرک ها ، دمای خاک ، رطوبت و حاصل خیزی خاک را کنترل می کنند .

راه حل ارائه شده در این مطالعه تحقیقاتی مبتنی بر مرور ادبیات و آزمایش مقالات تحقیقاتی با کیفیت بالا و الگوریتم های یادگیری ماشین است. جوانب مثبت و منفی سنسورهای مختلف ، میکروکنترلر مورد استفاده برای مقابله با مشکلات مختلف کشاورزی و آبیاری در این تحقیق شرح داده شده است. این مقاله به بررسی پتانسیل گسترده فناوری در کشاورزی می پردازد.

چالش :

چالش این مقاله، یک راه حل پیشرفته برای آبیاری در مزرعه با استفاده از روشهای اینترنت اشیا و یادگیری ماشین پیشنهاد شده است ، برای نظارت بر همه موارد ، باید یک زمینه شبکه حسگر بی سیم در سراسر مزرعه یا حتی در باغ خانه ایجاد شود. بخشهایی از این تحقیقات پیشنهادی بهترین راه حل ممکن را برای نیازهای مزرعه ، نیازهای آبیاری بر اساس پایگاه های مختلف منبع باز موجود به صورت آنلاین و الگوریتم های یادگیری ماشین (طبقه بندی و رگرسیون) ارائه می دهد.

بررسی ادبیات

یک بررسی جامع از ادبیات انجام شده است و برخی از فن آوری های ممکن و الگوریتم های کارآمد مبتنی بر بررسی و آزمایش ادبیات در مقاله ، برای توسعه سیستم نظارت بر مزرعه هوشمند پیشنهاد شده است.

در این مقاله به بررسی مباحث سیستم آبیاری مبتنی بر میکروکنترلر که در مقایسه با سایر روشهای معمول بسیار کارآمد و مقرون به صرفه است ، روشهای آبیاری سیستم آبیاری هوشمند ، تشخیص آفات مزرعه با کمک حسگرهای فرا صوت ، معماری کامل سیستم آبیاری مبتنی بر اینترنت اشیا ، روش های یادگیری ماشین برای طبقه بندی خاک، یک وسیله نقلیه کشاورزی و رویکرد ارسال هوشمند و با رویکردی به هم پیوسته نسبت به کشاورزی هوشمند می پردازیم.

برای تشخیص گیاه با استفاده به یادگیری عمیق و سپس بر اساس نوع گیاه به مقدار آبیاری مناسب آن نیاز داریم. همچین پیرامون رویکرد آبیاری اقتصادی یادگیری عمیق و مبتنی بر ارتفاع و روش WSN برای کشاورزی و روش کشاورزی هوشمند مبتنی بر رایانش ابری و لبه ای دقیق نیز بحث میشود. همه چالش ها ، توانمندسازها و فرصت ها مورد بررسی قرار می دهیم.

بنابراین ، پس از یک مطالعه جامع از منابع موجود حاضر ، که به مشکلات کشاورزی فعلی و راه حل مربوطه آنها می پردازد ، این مقاله یک دید دقیق و ترکیبی را برای راه حل احتمالی نیازهای کشاورزی برجسته و ارائه می دهد. مقاله جزئیات یک میدان شبکه حسگر توزیع شده را ارائه می دهد که نمونه اولیه آن برای این مطالعه ساخته شده است.

کار پیشنهادی

راه حل پیشنهادی به دو نوع میکروکنترلر یعنی Raspberry pi۳ و Arduino Mega متکی است ، انتخاب میکروکنترلر بر اساس قدرت محاسباتی ، هزینه و سهولت دسترسی آنها است. با استفاده از سنسورهای مختلف ، پارامترهای متغیر به طور مداوم کنترل می شوند و آبیاری متناسب با نوع محصول انجام می شود.

شکل زیر عمده ترین کارهای پیشنهادی را نشان می دهد.

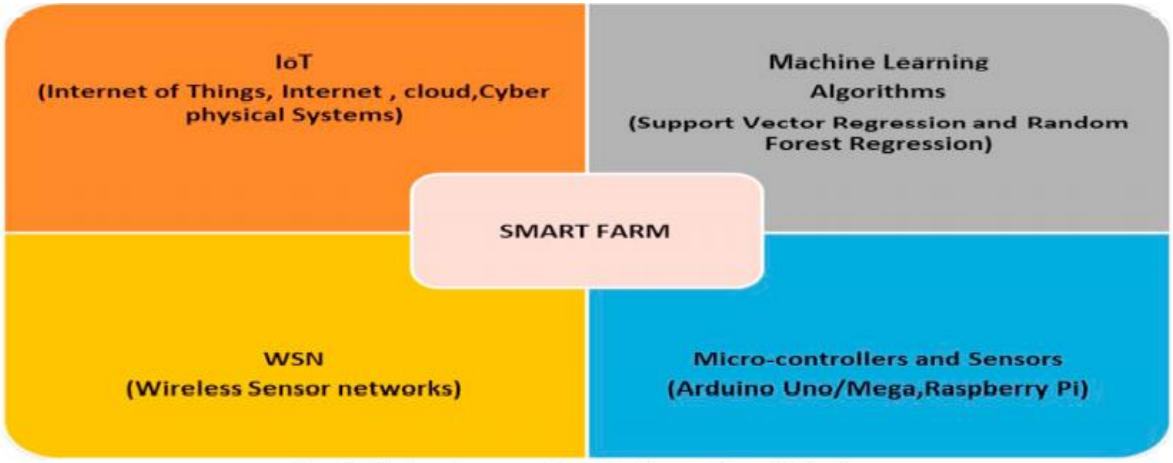
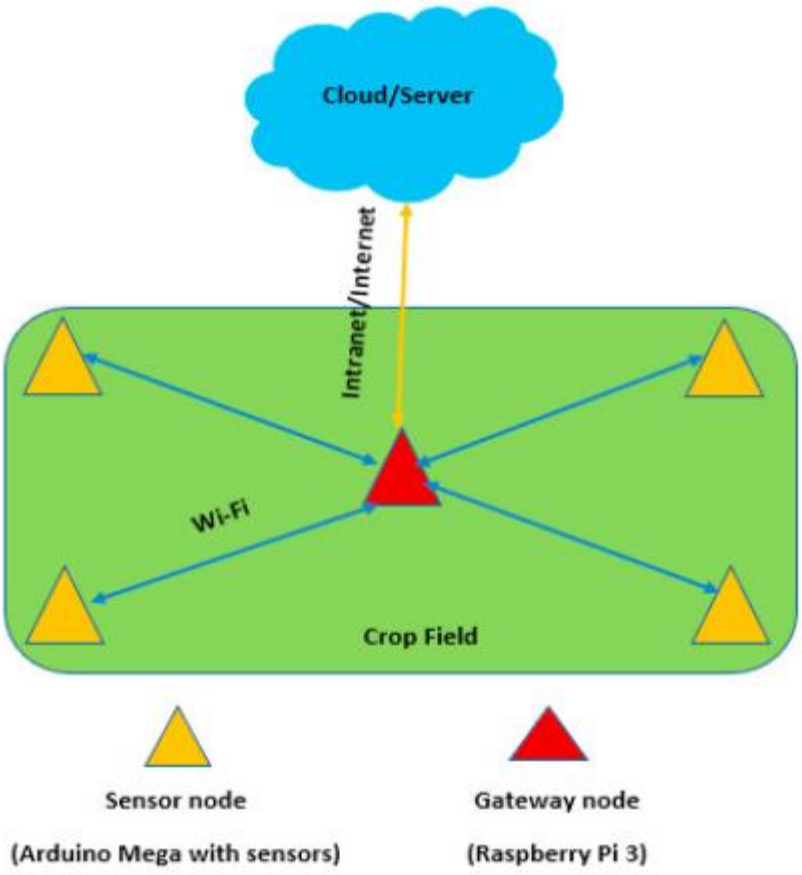


Fig. 1. Technology enablers for Smart Farm Irrigation.

معماری Application

اولین مرحله برای اجرای یک سیستم آبیاری هوشمند در اتوماسیون مزرعه ، قرار دادن فیلد شبکه حسگر بی سیم است که در آن هر گره با ماژول Wi - Fi به هم متصل است و داده ها را روی یک سرور مشترک قرار می دهد ، از آنجا که یک اسکریپت خودکار پایتون می تواند همچنان داده ها را نظرسنجی کرده و سپس برای عملکرد مورد نظر سیگنال هشدار / شروع را ارسال کنید.

شکل ۲. توپولوژی کلی گره های مختلف حسگر را نشان می دهد ، با این حال توپولوژی واقعی شبکه به جمعیت شناسی منطقه بستگی دارد.



اولین قدم برای ایجاد یک سیستم آبیاری خودکار ، جمع آوری داده ها از طریق حسگرهای مختلفی است که در سراسر مزرعه یا باغ متصل شده اند.

Raspberry pi۳ B+ به عنوان گره راه دروازه ای مسئول ارتباط با سایر گره های حسگر (Arduino mega ۲۵۶۰ Rev ۳) عمل خواهد کرد.

هر واحد آردوینو مگا از سنسور رطوبت خاک ، ماژول Wi-Fi ، ماژول GSM ، بلوتوث ، ماژول دما و رطوبت ، سنسور گاز MQ۲، نشانگر سطح آب ، زنگ هشدار ، ماژول ساعت ، باتری و ماژول رله تشکیل شده است .

حسگر فوق صوتی برای شناسایی متجاوزان اصلی و همچنین جوندگان می باشد. هر یک از گره ها اطلاعات را به گره دروازه / ایستگاه پایه که raspberry pi ۳ است انتقال می دهد ، اسکریپت پایتون در raspberry pi وظیفه ذخیره داده ها را در سرور / ابر ، از آنجایی که داده ها می تواند تا انتها ارائه شود ، خواهد داشت.

کاربر از طریق یک لایه برنامه برای انتقال داده از raspberry pi به سرور اینترنت نیازی ندارد.اینترانت همچنین می تواند کارهای پیشنهادی را انجام دهد ، بنابراین می توان از آن در مکان هایی استفاده کرد که اتصال اینترنت وجود ندارد یا بسیار کم است. اتصال سنسورهای مختلف به میکروکنترلر بر اساس مفهوم اساسی گیرنده ، فرستنده ، زمین و مثبت است که اکثر اتصالات به همین ترتیب انجام می شوند و Arduino mega تعداد زیادی پین دیجیتال و آنالوگ RXD، TXD را به همراه فراهم می کند با تعدادی پین Vcc و Gnd فراهم می کند .

مرحله اول برنامه پیشنهادی پس از ایجاد توپولوژی شبکه و جمع آوری داده ها تکمیل می شود. جمع آوری داده ها از طریق حسگرهای مختلف مرحله اولیه برای پردازش اطلاعات است.

دامنه راه حل بسته به مقیاس اجرا می تواند گزینه های دیگری مانند Arduino Uno R۳ و Node MCU را نیز انتخاب کرد. هر گره به ماژول Wi - Fi ، سنسور DHT۱۱ ، سنسور گاز MQ۲ و ماژول باتری متصل است.

نمودار بلوک هر گره در شکل ۳ آورده شده است.

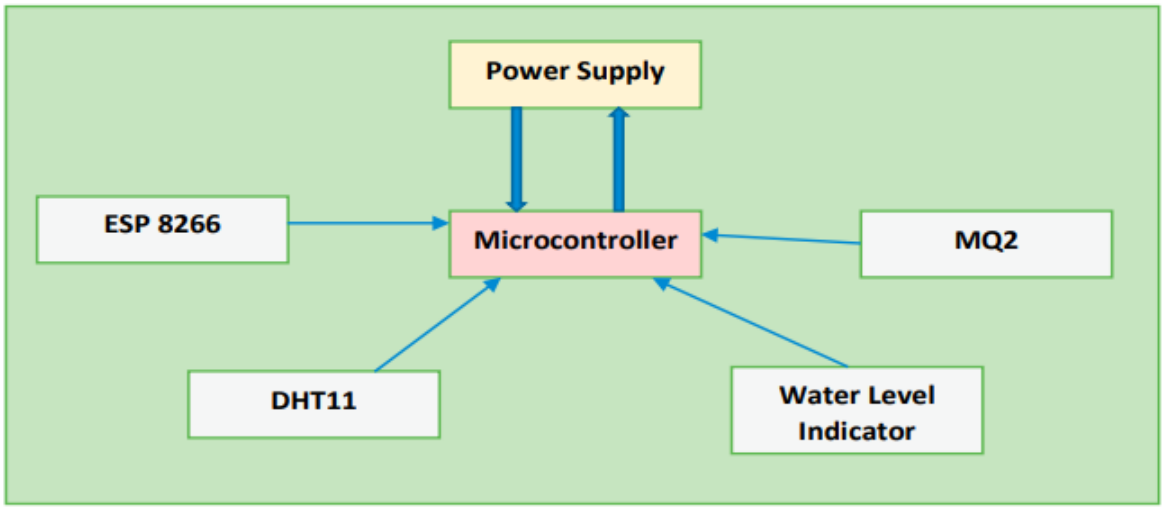


Fig. 3. Configuration of Each sensor node

پردازش داده ها

تمام داده هایی که توسط سنسورها جمع آوری شده اند ، نیاز به تجزیه و تحلیل و پردازش دارند تا بتوان سیگنال بعدی را به محرک ها ارسال کرد و همچنین در صورت لزوم نفوذ دستی ، هشدارها را می توان برای کاربر نهایی ارسال کرد.

نمودار جریان کلی سیستم را نشان می دهد. اسکریپت پایتون که در رزبری پای اجرا می شود ، شرایط مختلفی را از داده های دریافت شده از گره ها و همچنین وب بررسی می کند. داده های آب و هوا به طور مداوم از API منبع باز آنلاین دریافت می شود و آب و هوا احتمال باران بیش از ۹۸٪ را نشان دهد ، مزرعه آبیاری نمی شود بلکه اگر رطوبت برای یک محصول خاص ، به زیر آستانه خاصی برسد ، به عنوان یک اقدام ایمنی مزرعه آبیاری خواهد شد. آبیاری براساس نوع خاک و محصول انجام می شود ، همچنین برای اتوماسیون سیستم ها ، نوع خاک با استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین تعیین می شود.

بهترین الگوریتم برای طبقه بندی نوع خاک طبق بررسی ادبیات ، طبقه بندی بردار پشتیبانی است. بنابراین ، پس از پردازش تمام پارامترها ، یک سیگنال کنترل از گره دروازه (Raspberry Pi۳ B+) به محرک ها (شیر برقی و غیره) که پمپ آب را راه اندازی می کند ، وارد می شود. نظرسنجی مداوم رطوبت خاک براساس فاصله زمانی مشخص انجام می شود و پس از سطح رطوبت مشخص آبیاری متوقف می شود.

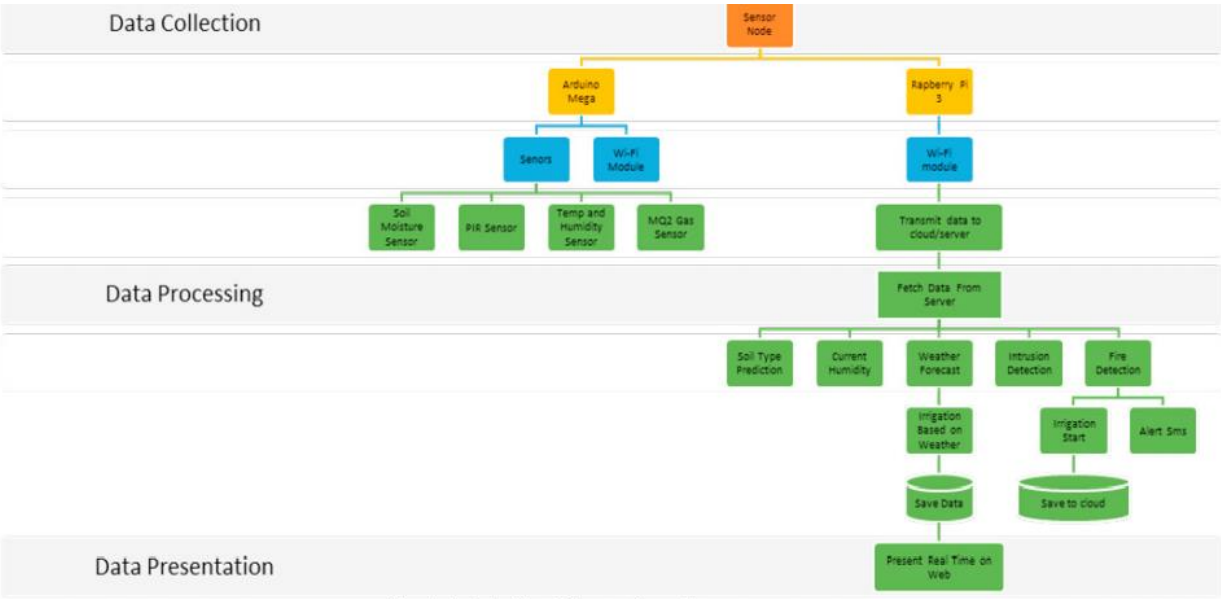
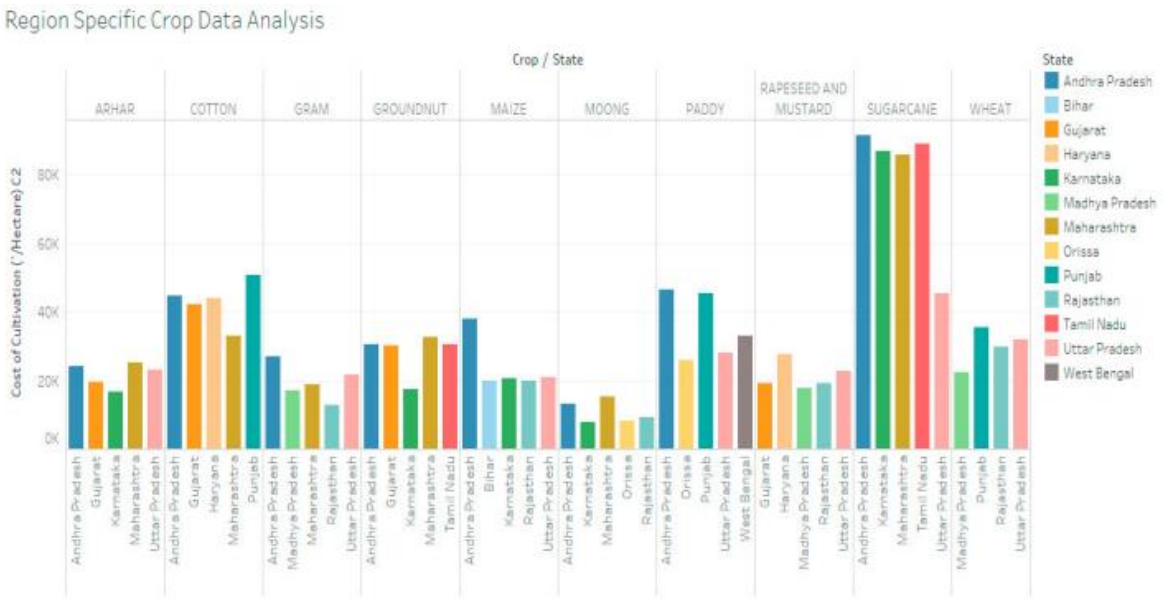


Fig. 4. Activity Flow Diagram Smart Farm

تجزیه و تحلیل داده های کشاورزی هند برای درک محصولات مختلف کشت شده و کمیت تولید و جنبه های آنها ، تجزیه و تحلیل داده های اکتشافی در مجموعه داده "تولید کشاورزی در هند" در Kaggle انجام شده است.

تجزیه و تحلیل در پایتون انجام می شود و تجسم با استفاده از Tableau ایجاد می شود. این تجزیه و تحلیل اساس اهمیت و نیاز به اتوماسیون در بخش را برای کاهش هزینه و افزایش بهره وری ایجاد می کند.

شکل ۵ نتایج گرافیکی تجزیه و تحلیل داده ها را نشان می دهد.



رطوبت خاک و پردازش داده های هوا

رطوبت خاک با استفاده از سنسور DHT۱۱ (رطوبت و دما دیجیتال) اندازه گیری می شود که هم رطوبت و هم دما را اندازه گیری می کند. DHT۱۱ RH % را می دهد که به تعیین وضعیت آبیاری فعلی و همچنین نیاز دقیق به منبع آب بیشتر کمک می کند.

DHT۱۱ RH% به طور کلی از ۲۰% to تا ۹۰% محدوده دارد. برای صرفه جویی و استفاده از انرژی ، منابع به طور کارآمدتر، الگوریتم های یادگیری ماشین را بر روی حالت های رطوبت جمع آوری شده قبلی استفاده کردند تا آبیاری محصول بهینه شود. برای پیش بینی رطوبت خاک ، یک مطالعه مقایسه ای از رگرسیون خطی چندگانه و رگرسیون بردار پشتیبان و رگرسیون جنگل تصادفی انجام شد ، که نتایج زیر را همانطور که در شکل نشان داده شده ، میبینید.

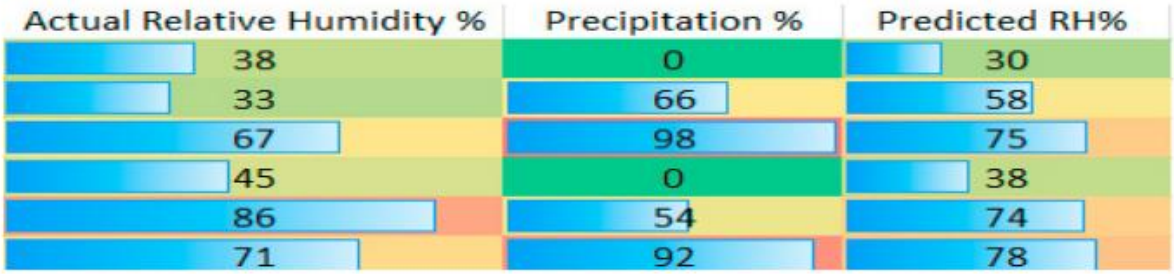


Fig. 6. Relative Humidity prediction for Irrigation decision

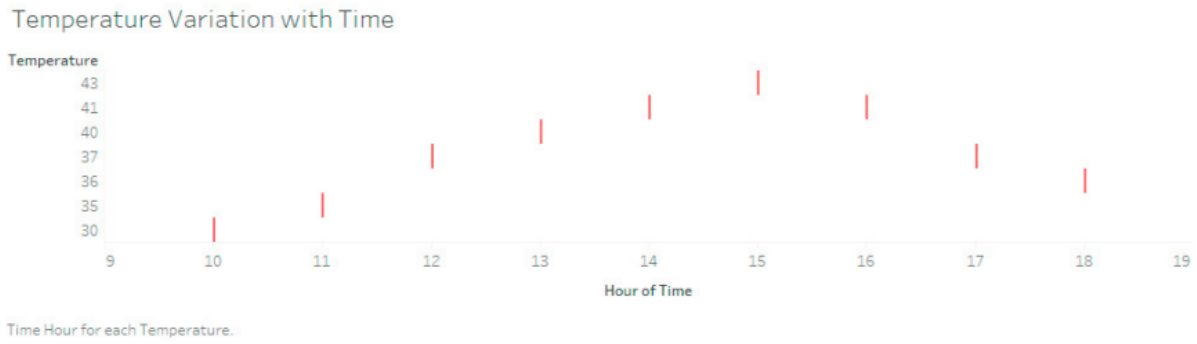
بهترین الگوریتم برای پیش بینی رطوبت نسبی بر اساس داده های گذشته و احتمال بارش وارده از ارائه دهندگان API آب و هوای منبع باز با استفاده از برنامه نویسی R میباشد. پیش بینی ها این جدول با در نظر گرفتن رطوبت نسبی و احتمال بارش روز گذشته ساخته شده است.
این فرمول برای آبیاری محصول خاص مورد نیاز است.

$$EV_o \times C_f = W_{need}$$

جایی که EV ، مرجع تبخیر و تعرق است ، Cr عامل زراعی است و Wneed نیاز روزانه آب به محصولات است ، زیرا در این مقاله نظارت خودکار بر مزرعه پیشنهاد می شود و آبیاری یکی از مهمترین فعالیت ها در کشاورزی است ، بنابراین لازم است با دقت بالا مراقبت می شود نوع محصول ، شرایط آب و هوایی و مرحله رشد محصول نقش مهمی در میزان آب مورد نیاز دارد و بنابراین رویکرد عمومی نسبت به نیاز آب محصولات ، جزئیات غلطی را ارائه می دهد.

ارائه داده ها

جزئیات کاملی در مورد مدیریت آبیاری ارائه داد و روش های آنها بهترین روش های ممکن برای آبیاری را ارائه می دهد. بنابراین با داده های دقیق مورد نیاز آب ، آبیاری باید به روشی کارآمد و پایدار انجام شود. ارائه داده ها داده ها باید در یک وب سایت پویا موجود باشد ، که تجزیه و تحلیل داده های زمان واقعی و الگوی آبیاری مهر و موم شده را نشان می دهد تا در صورت بروز هرگونه ناهنجاری ، به راحتی اقدامات اصلاحی انجام شود. نمودارهای خط تصویری معمولاً مقادیر دما و رطوبت را با تمبرهای زمان فراهم می کنند ، بنابراین پیاده سازی آسان و سریع سیستم را امکان پذیر می کند. نمودار دمای نمونه تمشک ۳pi را نشان می دهد.



Time Hour for each Temperature.

نتیجه

یک سیستم نظارت بر مزارع خودکار ایجاد شده است که یک راه حل پایدار برای انواع مختلف بیماری های موجود و غیرقابل مشاهده مانند گرسنگی به دلیل کمبود مواد غذایی و بحران اقتصادی است.

IoT و الگوریتم های یادگیری ماشین مانند SVM (Support Vector Machine) و SVR (Support Vector Regression) با هسته عملکرد تابعی پایه در طبقه بندی و پیش بینی های کمی نوع خاک ، نوع محصول و میزان آبیاری مورد نیاز محصولات کمک می کند. تجزیه و تحلیل مجموعه داده "تولید کشاورزی در هند" اطلاعات مربوط به صنعت کشاورزی در مناطق مختلف هند را می دهد. تجزیه و تحلیل مقایسه ای الگوریتم های مختلف نشان می دهد که رگرسیون جنگل تصادفی در مقایسه با الگوریتم های دیگر ، دقت معقول ۸۱,۶٪ و بالاترین نمره F را برای پیش بینی RH (٪) می دهد. مقدار p داده شده توسط مدل برای متغیرهای مستقل و متغیر وابسته کمتر از سطح معنی داری ۰/۰۵ است.

یک رویکرد کشاورزی هوشمند که می تواند به همه ، از یک صنعت کشاورزی در مقیاس بزرگ تا یک کشاورز در مقیاس کوچک و حتی صاحبان باغ های خانگی کمک کند. اتصال متقابل دستگاه های مختلف جریان آرام همه فعالیت ها را به راحتی تضمین می کند.

نتایج پیش بینی رطوبت خاک در شکل نشان داده شده است.

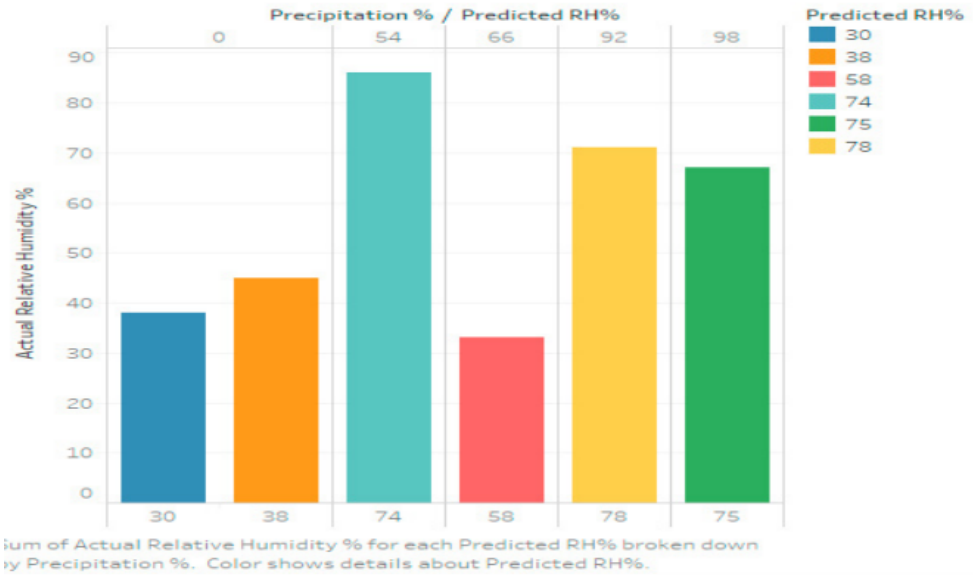


Fig. 8. Actual vs Predicted soil moisture Graph

چالش های کار پیشنهادی

شرایط شدید آب و هوایی تهدید جدی برای راه حل پیشنهادی در این تحقیق است. دقت پیش بینی به نصب مناسب بستگی دارد. الگوریتم یادگیری ماشین نیاز به آموزش داده های خاص و همچنین ویژه منطقه دارد. حیوانات وحشی نیز تهدیدی برای سخت افزار محسوب می شوند اگرچه با ورود به زمین شناسایی می شوند اما برای جلوگیری از هر نوع آسیب به سخت افزار نیاز به مداخله دستی دارند. ذخیره سرور / شبکه اختصاصی برای هدف تجسم باید در آنجا باشد. عدم دسترسی به داده های ساخت یافته نیازهای آب محصول. دقت پیش بینی مدل به داده های موجود بستگی دارد دقت SVR به پارامترهای بیش از حد و نوع هسته انتخاب شده بستگی دارد.

نتیجه گیری و کار آینده

این مقاله تحقیقاتی یک رویکرد اقتصادی نسبت به اتوماسیون صنعت کشاورزی ارائه می دهد ، این یک رویکرد پایدار و کارآمد از نظر محاسباتی مبتنی بر اینترنت اشیا را ارائه می دهد. ایجاد یک شبکه توزیع شده مناسب به صحت پیش بینی های انجام شده توسط SVR ، ForrestRegressor کمک می کند.

پیاده سازی سیستمی که متحرک باشد و بتواند در هر مرحله از کشاورزی کمک کند ، یعنی از کاشت بذر تا برداشت محصول ب عنوان کار آینده پیشنهاد می شود. استفاده از ابزاری برای پیش بینی خودکار با کمک تنظیم بیش از حد پارامترها و یادگیری گروه به عنوان یک کار آینده در این مطالعه تحقیقاتی پیشنهاد شده است. یک رویکرد متحرک ، پویا و قوی نسبت به اتوماسیون پیشنهادی نمایانگر دامنه آینده است.