ڈیولپمینٹ آف این افکٹیو سیمنٹک نالڈج بیس فور IoT ان اگریکلچر

مقالہ

ڈگری برائے

ڈاکٹر آف فلاسفی

کمپیوٹر سائنس

مقالہ نگار

پی سلمہ خاتون

A181353/18PHCS002HY

زیر نگرانی

ڈاکٹر مقیم احمد

اسسٹنٹ پروفیسر

شعبہ برائے کمپیوٹر سائنس و انفارمیشن ٹیکنالوجی

اسکول آف ٹیکنالوجی

شعبہ برائے کمپیوٹر سائنس و انفارمیشن ٹیکنالوجی

اسکول آف ٹیکنالوجی

مولانا آزاد نیشنل اُردو یونیورسٹی

حیدرآباد (تلنگانہ)، انڈیا

جنوری-2023

मौलानाआज़ादनेशनलउर्दूयूनिवर्सिटी مولانا آزاد نیشنل اُردو یونیورسٹی

MAULANA AZAD NATIONAL URDU UNIVERSITY

(A Central University established by an Act of Parliament in 1998)

(Accredited with "A+" Grade by NAAC)

Department Of Computer Science & Information Technology

CERTIFICATE

On the basis of declaration submitted by **Ms. P Salma Khatoon,** student of Ph.D, I hereby certify that the thesis titled "**Development of an Effective Semantic knowledge Base for IoT in Agriculture"** which is submitted to the Department of Computer Science & Information Technology, School of Technology, Maulana Azad National Urdu University (A Central University), Gachibowli, Hyderabad, India in Partial fulfilment of the requirement for the award of the degree of Doctor of Philosophy, is an original contribution with existing knowledge and faithful record of research carried by her under my guidance and supervision.

To the best of my knowledge this work has not been submitted in part or full for any Degree or Diploma to this university or elsewhere.

24/01/2023

Dr. Muqeem Ahmed
(Research Supervisor)
Assistant Professor
Department of CS&IT
School of Technology
MANUU, Hyderabad

Dept. Of CS & IT * Gachibowli Hyd - 500032 * Maulana Azad National Urdu University

Date: 24/01/2023

24.01.2023

Dr. Syed Imtiyaz Hassan
Head Department of CS&IT
MANUU, Hyderabad

Head
Dept. of Computer Science & Information Technology
Maulana Azad National Urdu University
Gachibowli, Hyderabad - 500 032.

24.1.23

DEAN
School of Technology,
Maulana Azad National Urdu University,
Gachibowli, Hyderabad - 500032.

DECLARATION

I, **P Salma Khatoon**, solemnly declare that the research leading to this Ph.D. thesis on **Development of an Effective Semantic knowledge Base for IoT in Agriculture** is my original work. The study has been conducted at the Department of Computer Science & Information Technology, School of Technology, Maulana Azad National Urdu University (A Central University), Hyderabad. It is further declared that to the best of my knowledge and belief, it has not been submitted earlier for the award of any other research work.

Date: 24/01/2023

P Salma Khatoon 24/01/20

P Salma Khatoon
Research Scholar
Department of Computer Science & Information Technology
School of Technology
Maulana Azad National Urdu University
Gachibowli, Hyderabad, India

اظہار تشکر

سب سے اول میں **اللہ تعالیٰ** کا شکر ادا کرتی ہوں جس نے مجھے اپنے تحقیقی سفر کو مکمل کرنے کے لیے تمام نعمتیں، ہمت اور طاقت فراہم کی۔ اس کی برکت کے بغیر یہ کام ادھورا رہ جاتا۔

میں اپنے سپر وائزر ڈاکٹر مقیم احمد، اسسٹنٹ پروفیسر، ڈیپارٹمنٹ آف کمپیوٹر سائنس اینڈ انفارمیشن ٹیکنالوجی، اسکول آف ٹیکنالوجی کے غیر معمولی تعاون اور رہنمائی کا اعتراف کرنا چاہتی ہوں، جنہوں نے مجھے اپنے تحقیقی مقاصد کو پورا کرنے کے لئے ہر ممکن سمت میں سوچنے کی مکمل آزادی دی ہے جو میری تحقیق کو موثر بنانے میں کام آیا۔ ان کی مسلسل حوصلہ افزائی اور مدد اس پورے سفر میں میرے لیے ایک بہترین سپورٹینگ سیسٹم رہی ہے۔

میں پروفیسر عبدالواحد، ڈین، اسکول آف ٹیکنالوجی، پروفیسر پردیپ کمار، پروفیسر، شعبہ کمپیوٹر سائنس وانفارمیشن ٹیکنالوجی، ڈاکٹر سید امتیاز حسن، سربراہ، شعبہ کمپیوٹر سائنس وانفارمیشن ٹیکنالوجی کا تہہ دل سے شکریہ ادا کرنا چاہتی ہوں ان کی شاندار رہنمائی، قیمتی تجاویز، اور تشخیص کے لئے جو میری تحقیق کے دوران بہت کام آئی۔

میں کمپیوٹر سائنس وانفارمیشن ٹیکنالوجی، اسکول آف ٹیکنالوجی، مولانا آزاد اُردو یونیورسٹی کے ڈیپارٹمنٹ آف کمپیوٹر سائنس و انفارمیشن ٹیکنالوجی کے تمام فیکلٹی ممبران اور دیگر سپورٹنگ شٹاف کا ان کے مسلسل تعاون کے لیے بے حد مشکور ہوں۔

میں اپنے تمام سینئر ریسرچ اسکالرز کی رہنمائی اور تعاون کے لیے ان کا بھی شکریہ ادا کرنا چاہتی ہوں۔ مجھے اپنے تمام ریسرچ ساتھیوں اور شعبہ کمپیوٹر سائنس اینڈ انفارمیشن ٹیکنالوجی کے تمام ریسرچ اسکالرز کا بھی ان کی اخلاقی حمایت پر شکریہ ادا کرنا چاہیے۔

آخر میں، میں اپنے سبھی گھر والوں کا، خاص طور پر اپنے پیارے والدین اور اپنے بھائیوں کا تہہ دل سے شکریہ ادا کرنا چاہتی ہوں، جنہوں نے ہر حال میں میرا ساتھ دیا۔اس تحقیقی دور میں ان کی طرف سے دی گئی حوصلہ افزائی اور اخلاقی حمایت قابل ذکر ہے۔

پی سلمہ خاتون

خلاصہ

زراعت میں IoT سیمنٹک انٹر آپریبلٹی سے مراد مختلف IoT ڈیوائزیس اور سسٹمز کی ایک دوسرے کے ساتھ بغیر کسی رکاوٹ کے کام کرنے کی صلاحیت ہے، جس سے کاشتکار آسانی سے اپنے کاموں میں نئی ٹیکنالوجیز کو ضم کر سکتے ہیں اور بامعنی کمیونکیشن رکھتے ہیں۔اس میں مٹی کی نمی اور فصلوں کی صحت کی نگرانی کرنے والے سینسرز سے لے کر جی پی ایس اور آٹومیشن سسٹم سے لیس کھیتوں اور ٹریکٹرز کا سروے کرنے والے ڈرون تک سب کچھ شامل ہو سکتا ہے۔انٹر آپریبل سسٹم رکھنے سے، کسان آسانی سے متعدد ذرائع سے ڈیٹا تک رسائی اور تجزیہ کر سکتے ہیں، جس سے انہیں اپنی فصلوں کی کاشت، کٹائی اور انتظام کے بارے میں زیادہ باخبر فیصلے کرنے میں مدد مل سکتی ہے۔مزید برآں، سیمنٹک انٹر آپریبلٹی کاشتکاروں کو ایک پروپریٹری سسٹم میں بند ہونے کے بجائے متعدد وینڈرس سے ڈیوائزیس استعمال کرنے کی اجازت دے کر لاگت کو کم کرنے میں بھی مدد کر سکتی ہے۔ مجموعی طور پر، زراعت میں IoT سیمنٹک انٹر آپریبلٹی زیادہ موثر اور پائیدار زرعی صنعت بنانے کے لیے ضروری ہے۔

سیمنٹک ویب ٹیکنالوجیز اور سٹینڈرڈز کا ایک مجموعہ ہے جو مشینوں کو انٹرنیٹ پر موجود معلومات کے معنی کو سمجھنے کے قابل بناتا ہے۔ زراعت کے تناظر میں، سیمنٹک ویب ٹیکنالوجیز کو ڈیٹا مینجمنٹ اور فیصلہ سازی کو بہتر بنانے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے تاکہ فصلوں، موسم، مٹی کے حالات، اور زرعی پیداوار کو متاثر کرنے والے دیگر عوامل سے متعلق ڈیٹا کا اشتراک، رسائی، اور سمجھنا آسان ہو جائے۔

زراعت میں سیمنٹک ویب کے اہم استعمال میں سے ایک ڈیٹا انٹگریشن اور انٹر آپریبلٹی کو آسان بنانا ہے۔ سیمنٹک ویب ٹیکنالوجیز کا استعمال کرتے ہوئے، مختلف ذرائع سے ڈیٹا کو عام الفاظ اور اونٹولوجیز کا استعمال کرتے ہوئے منسلک کیا جا سکتا ہے، جو مشینوں کو ڈیٹا

کے درمیان تعلق کو سمجھنے اور اس سے اندازہ لگانے کی اجازت دیتا ہے۔ یہ کسانوں کو متعدد ذرائع سے ڈیٹا تک رسائی اور تجزیہ کرنے کے قابل بناتا ہے، جیسے موسم کی پیشن گوئی، سیٹلائٹ امیجری، اور سینسر ڈیٹا، جو ان کی فصلوں کو لگانے، کٹائی کرنے اور ان کے انتظام کے بارے میں زیادہ باخبر فیصلے کرنے میں ان کی مدد کر سکتا ہے۔ سیمنٹک ویب ٹیکنالوجیز زراعت کے لیے نالڈج پر مبنی سسٹم کی تخلیق کو بھی قابل بناتی ہیں۔ یہ کسانوں کو متعدد ذرائع سے زرعی طریقوں، فصلوں کے انتظام، کیڑوں پر قابو پانے، اور بیماریوں پر قابو پانے کے بارے میں گہری معلومات تک رسائی حاصل کرنے اور اسے زیادہ آسانی سے قابل رسائی اور قابل فہم بنانے کی اجازت دیتا ہے۔ مزید برآں، سیمنٹک ویب ٹیکنالوجیز کو انٹلجنٹ سسٹم بنانے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے جو خود بخود ڈیٹا کا تجزیہ کر سکتے ہیں اور فصل کی پیداوار، پانی کے استعمال، اور زرعی پیداوار کو متاثر کرنے والے دیگر عوامل کے بارے میں پیشین گوئیاں کر سکتے ہیں۔

RDF (وسائل کی تفصیل کا فریم ورک) سیمنٹک ویب کے لیے ایک کلیدی ٹیکنالوجی ہے، کیونکہ یہ ویب پر ڈیٹا کو بیان کرنے اور لنک کرنے کے لیے ایک سٹینڈرڈ فارمیٹ فراہم کرتی ہے۔ یہ ضروری ہے کیونکہ یہ مشینوں کو ڈیٹا کے معنی اور تعلق کو سمجھنے کی اجازت دیتا ہے اور مختلف سسٹمز میں ڈیٹا انٹیگریشن اور انٹر آپریبلٹی کو قابل بناتا ہے۔ RDF ٹرپلز کی شکل میں معلومات کی نمائندگی کرنے کا ایک طریقہ ہے، جس میں ایک موضوع، پیشین گوئی، اور آبجیکٹ ہوتا ہے۔ موضوع بیان کردہ وسائل کی نمائندگی کرتا ہے، پیش گوئی موضوع اور شے کے درمیان تعلق کی نمائندگی کرتا ہے، اور آبجیکٹ رشتہ سے وابستہ قدر کی نمائندگی کرتا ہے۔ تینوں کو باہم مربوط ڈیٹا کا نیٹ ورک بنانے کے لیے ایک ساتھ جوڑا جا سکتا ہے، جسے پیچیدہ معلومات اور تعلقات کی نمائندگی کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

اس تحقیقی کام کا بنیادی مقصد فصلوں کے انتخاب، فصل کی نگرانی، اور پیداوار کی پیشین گوئیوں کے حل کے ساتھ زراعت میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوائزیس کے لیے ایک معنوی نالڈج کی بنیاد تیار کرنا ہے جو فصل کی پیداوار کے مختلف مراحل میں کسانوں کو بہتر پیداوار حاصل کرنے میں مدد فراہم کرتے ہیں۔ ایک ویب انٹرفیس بنایا گیا ہے جو یوزرس کو ڈیولپڈ فریم ورک تک رسائی فراہم کرتا ہے۔ یہ کام فصلوں کے انتخاب کا ایک ماڈل پیش کرتا ہے، جو کسانوں سے معلومات لیتا ہے، جیسے کہ مٹی کی قسم، آب وہوا کے حالات، دستیاب وسائل وغیرہ، اور دی گئی شرائط کے لیے بہترین موزوں فصل تجویز کرتا ہے۔

Internet of Things اب مختلف قسم کے ڈیوائزیس کو آپس میں جوڑتا ہے، جیسے کہ سینسرز، مائیکرو کنٹرولرز، ایکچویٹرز، اور سمارٹ ڈیوائسز، جیسے موبائل فون، گھڑیاں وغیرہ۔ ڈیٹا اکٹھا کرنے کے فریم ورک میں، انٹرنیٹ آف تھنگز ڈیٹا کی تخلیق میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ یہ بہت سی مختلف صنعتوں میں درست ہے، بشمول ادویات، زراعت، فوج اور بہت سی دوسری۔ انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) اور آن لائن سیمنٹکس مختلف قسم کے ممکنہ ایپلی کیشنز کے لیے ایک بہترین پلاٹفارم فراہم کرتے ہیں، جس نے تحقیقی ٹیموں کی ایک بڑی تعداد کو ان دو فیلڈس کے ایک دوسرے کو ملانے پر اپنی کوششیں مرکوز کرنے کی ترغیب دی ہے۔ اس کی وجہ سے، اب ڈیٹا اکٹھا کرنا اور مختلف اشیاء پر شفاف کنٹرول کرنا ممکن ہو گیا ہے۔ اس تمام متضاد ڈیٹا کو مؤثر طریقے سے استعمال کرنا ایک بڑا چیلنج ہے۔ Ontologies اس مسئلے کا حل انٹرنیٹ آف تھنگز کے میدان میں ڈیٹا کے کچھ تقاضوں کو پورا کر کے فراہم کرتے ہیں۔ یہ کام درجہ حرارت، ہیومڈیٹی، نمی، پی ایچ اور لائٹ انٹنسٹی سینسر کا استعمال کرتے ہوئے ایک انٹر آپریبلٹی فریم ورک پیش کرتا ہے۔ اس کام کا مقصد ایک متحرک زرعی آنٹولوجی کی ڈیولپمنٹ ہے، جسے یوزرس کی ضروریات کے مطابق اپ ڈیٹ کیا جا سکتا ہے۔ یہ زراعت میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوائزیس کے لیے ایک semantic knowledge base فراہم کرتا ہے جو ڈیوائزیس اور ایپلیکیشنز کو پورے ڈومین میں مشترکہ نالڈج کا اشتراک کرنے کے قابل بناتا ہے، جو کہ زرعی IoT میں

سیمنٹک انٹر آپریبلٹی کو یقینی بنائے گا۔ ڈیولپڈ آنٹولوجی فریم ورک یوزرس کی طرف سے طے شدہ اونٹولوجیز کو قبول کرنے کی اجازت دیتا ہے اور OWL فائلز کی آن لائن اپ ڈیٹ کے لیے ایک انٹرفیس پیش کرتا ہے۔

IoT ٹیکنالوجی کا استعمال فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کرنے اور کسانوں کو فصل لگانے یا کاٹنے کے بہترین وقت کے بارے میں بتانے کے لیے بھی کیا جا سکتا ہے۔ مثال کے طور پر، موسم کی پیشن گوئی اور مٹی میں نمی کے سینسر کے ڈیٹا کا استعمال کرتے ہوئے، IoT پر مبنی سسٹم پودے لگانے یا کٹائی کے لیے بہترین وقت کا اندازہ لگا سکتا ہے۔ ریئل ٹائم ڈیٹا اور انسیئٹز تک رسائی حاصل کر کے، کسان فصلوں کے انتخاب اور انتظام کے بارے میں زیادہ باخبر فیصلے کر سکتے ہیں، جو فصل کی پیداوار کو بہتر بنانے اور لاگت کو کم کرنے میں مدد کر سکتے ہیں۔ یہ کام پیداوار کی پیشن گوئی کرنے کے لیے Weighted Gradient Linear Regression ماڈل کا استعمال کرتے ہوئے فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کا سسٹم پیش کرتا ہے۔ تجویز کردہ ماڈل پیداوار کی پیشن گوئی کرنے کے لیے درجہ حرارت، ہیومڈٹی، لائٹ، مائسچر، اور پی ایچ جیسے متعدد پیرامیٹرز کو مد نظر رکھتا ہے۔ ان پٹ ڈیٹا کو حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے، اور ہر حصے کی خصوصیات کے گرڈینٹ کی بنیاد پر پیداوار کا تخمینہ لگایا جاتا ہے۔ ویٹڈ ماڈل فصل کی پیداوار کے مختلف مراحل کے دوران فصل کی نشوونما پر ان کے اثر کی بنیاد پر پیرامیٹرز کو ترجیح دیتا ہے۔

فہرست مشمولات

مضمون	صفحہ نمبر
اظہار تشکر	i-ii
خلاصہ	iii-vi
فہرست مشمولات	vii-xi
فہرست مختفات	xii-xiii
فہرست جدول	xiv
فہرست اشکال	xv-xvi

باب 1 تعارف 1-27

1.1 جائزہ 1

1.2 اسمارٹ اگریکلچر 2

1.3 اگریکلچر میں مشین لرننگ 4

1.4 اگریکلچر میں IoT 5

1.4.1 IoT 6

1.4.2 سینسر ٹیکنالوجی 9

1.4.3 فارم مینجمنٹ انفارمیشن سسٹمز (FMIS) 14

1.4.4 اگریکلچر ایپلی کیشنز 15

1.5 IoTانٹرآپریبلٹی 15

1.5.1انٹرآپریبلٹی چیلنجز 17

1.6 Semantic Web 18

1.7 Resource Description Format..... 20

1.8ایگریکلچرآنٹولوجی 23

1.9ترغیب 24

1.10مسئلہ کاتعارف..... 25

1.11مسئلہ کاتعارف..... 26

1.12 تھیسس آؤٹ لائن 26

باب2 ادب کا جائزہ 28-71

2.1 تعارف 28

2.2 زراعت میںIoT..... 32

2.3زراعت میںIoTانٹرآپریبلٹی 42

2.4ایگریکلچرontology 52

2.5 فصل کی پیداوار کی پیشین گوئی 60

2.6 ریسرچ گیپس 70

2.7 خلاصہ 71

باب 3 اگریکلچر فیلڈ میںIoTسسٹم سیٹپ کے لئے ٹولس 72-90

72 .....Arduino 3.1

74 ..... (USB/Barrel Jack) Power 3.1.1

75 ..... 3.1.2 ری سیٹ بٹن

76 ..... 3.1.3پاورLEDانڈیکیٹر

76 .....TX RX LEDs 3.1.4

76 ..... Main IC 3.1.5

77 ..... 3.1.6وولٹیج ریگولیٹر

77 ..... Arduino Family 3.1.7

77 ..... Temperature and humidity sensorکےساتھArduino 3.2

78 ..... soil moisture sensorکےساتھ3.3ارڈوینو

79 ..... soil moisture sensor 3.3.1کےکام کرنےکاطریقہ

80 ..... 3.3.2 ارڈوینوکےساتھsoil moisture sensorکیانٹرفیسنگ

80 ..... soil pHکےساتھArduino 3.4سینسر

81 ..... 3.4.1 پی ایچ میٹرکےکام کرنےکاطریقہ

81 ..... pH 3.4.2الیکٹروڈپروبکےکام کرنےکاطریقہ

82 .....Arduino 3.4.3کےساتھ مٹیکےpHسینسرکاانٹرفیسنگ

84 .....Light sensorکےساتھArduino 3.5انٹرفیسنگ

85 ..... ThingSpeak Cloud Framework 3.6

3.7 Angular 87
3.7.1 پری ریکویسیٹس 89
3.8 خلاصہ 90
باب 4 مجوزہ طریقہ کار 91-115
4.1 مجوزہ فریم ورک 92
4.2 فصل کا انتخاب 94
4.2.1 فصل کے انتخاب کے لیے KNN الگورتھم 97
4.3 اگریکلچر ontology ڈیولپمنٹ اور IoT پر مبنی فصل کی نگرانی 99
4.3.1 RDF کے کام کرنے کا طریقہ 101
4.3.2 ontology ڈیولپمنٹ کے لیے مجوزہ RDF ماڈل 103
4.3.3 پارسر کا نفاذ 105
4.4 فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی 109
4.4.1 Linear Regression 110
4.4.2 Weighted Gradient Linear Regression 114
4.5 خلاصہ 115
باب 5 نفاذ اور نتائج 116-135
5.1 فصل کا انتخاب 117
5.2 زراعت میں IoT کے لیے آنٹولوجی اور فصل کی نگرانی 124

5.2.1 ڈے ولپڈ آنٹولوجی کی گرافیکل نمائندگی 125

5.2.2 کاٹن فیلڈ میں IoT سسٹم سیٹ اپ 129

5.2.3 ڈیٹا پارسنگ اور آنٹولوجی اپ ڈیٹ 130

5.3 پیداوار کی پیشن گوئی 133

5.4 خلاصہ 135

باب 6 نتائج کی بحث اور توثیق 136-140

6.1 کارکردگی کا جائزہ 136

6.2 پیداوار کی پیشن گوئی کے موجودہ ماڈلز کے ساتھ کارکردگی کا موازنہ 137

6.3 خلاصہ 140

باب 7 اختتام اور مستقبل کا کام 141-145

7.1 اختتامیہ 141

7.2 مستقبل کا کام 144

References 146-162

List of Publications - Appendix A 163-164

فہرست مخففات

RDF	Resource Description Framework
IoT	Internet of Things
ICT	Information and communication technology
ML	Machine learning
UAVs	Unmanned aerial vehicles
IR	Infrared
FMIS	Farm-Management-Information Systems
W3C	World Wide Web Consortium
URLs	Uniform Resource Identifiers
RDF	Resource Description Framework
XML	Extensible Markup Language
JSON-LD	JavaScript Object Notation for Linked Data
Turtle	Terse RDF Triple Language
PAMS	Precision Agriculture Monitor System
ASCM	Agriculture supply chain management
DMVO	Multi-verse optimizer with overlapping detection phase
SLR	systematic literature review
HM&D	Health monitoring and diagnostic
APIs	Application Programming Interface
AFSC	Agricultural and Food Supply Chain

CNNs	Convolutional neural networks
LSTM	Long-Short Term Memory
TROPOMI	TROPOspheric Monitoring Instrument
MLP	Multilayer perceptron
SSTNN	Spatial-Spectral-Temporal Neural Network
MODIS	Moderate resolution imaging spectroradiometer
FAO	Food and Agriculture Organization
ANNs	Artificial neural network
MANNs	Modular artificial neural networks
GEE	Google Earth Engine
FS	Feature selection
FX	Feature extraction
ALL-F	All feature
IDE	Integrated development environment
PWM	Pulse-Width Modulation
IC	Integrated circuit
CLI	Command Line Interface
N	Nitrogen
P	Phosphorus
K	Potassium
IRI	Internationalized Resource Identifier

فہرست جدول

جدول نمبر	جدول	صفحہ نمبر
جدول1.4.2	اگریکلچر کے سینسر اوران کے افعال	9
جدول 4.2	فصلوں کی ضروریات	98
جدول 5.1	فصل کے انتخاب کا معیار	120
جدول 5.1.2	NPKکی ضرورت کلو گرام فی ایکڑ	121
جدول 5.1.3	نمونہ ان پٹ	123
جدول 5.3.1	کپاس کی فصل کے لیے مطلوبہ پیرامیٹر رینجز	134
جدول 5.3.2	دوماہانہ پیداوار کی پیشن گوئی	134
جدول6.1	مجوزہ ماڈل کے تشخیصی پیرامیٹرز	137
جدول6.2	تقابلی تجزیہ	139

فہرست اشکال

شکل نمبر	فہرست اشکال	صفحہ نمبر
شکل 1.4.1.1	IoTکاڈھانچہ	6
شکل 1.4.1.2	اگریکلچر میں IoT	8
شکل 1.4.2.1	سینسرز اور موبائل ایپ کے درمیان مواصلت	11
شکل 1.4.2.2	soil moisture sensor	13
شکل 3.1	Arduinoبورڈ	73
شکل 3.2.1	Arduinoکے ساتھ درجہ حرارت اور نمی کا سینسر	77
شکل 3.2.2	درجہ حرارت اور نمی کا سینسر	78
شکل 3.3	soil moisture sensor	78
شکل 3.3.1	مٹی کی نمی کا سینسر کے کامکرنے کا طریقہ	79
شکل 3.3.2	Arduino کے ساتھ soil moisture sensorکی انٹرفیسنگ	80
شکل 3.4.2	پی ایچ الیکٹروڈ پروب کے کامکرنے کا طریقہ	81
شکل 3.4.3	ارڈوینو کے ساتھ Soil pH sensorانٹرفیس	83
شکل 3.5.1	LDRروشنی پر منحصر ریزسٹر	84
شکل 3.5.2	Arduinoکے ساتھ LDR sensorانٹرفیس	84
شکل 3.6	تھنگ اسپیک فریم ورک	86
شکل 4.1.1	مجوزہ فریم ورک	93
شکل 4.1.2	مجوزہ نقطہ نظر	94

شکل 4.2	فصل کے انتخاب کا معیار	97
شکل 4.3	ڈیٹا اکٹھا کرنا اور اپ لوڈ کرنا	100
شکل 5.1.1	کسان کی ذاتی معلومات	117
شکل 5.1.2	زمین کی تفصیلات	117
شکل 5.1.3	موسمی تفصیلات	119
شکل 5.1.4	میکرو غذائی اجزاء	119
شکل 5.1.5	فصل کے انتخاب کا نتیجہ	124
شکل 5.2.1.1	ڈیولپڈ آنٹولوجی میں سینسر	125
شکل 5.2.1.2	URIs	125
شکل 5.2.1.3	درجہ حرارت سینسر کے لیے نالڈج گراف	126
شکل 5.2.1.4	Humidity سینسر کے لیے نالڈج گراف	126
شکل 5.2.1.5	پی ایچ سینسر کے لیے نالڈج گراف	127
شکل 5.2.1.6	Moisture sensor کے لیے نالڈج گراف	127
شکل 5.2.1.7	لائٹ سینسر کے لیے نالڈج گراف	128
شکل 5.2.1.8	زراعت میں IoT کے لیے آنٹولوجی	128
شکل 5.2.2.1	کاٹن کے کھیت میں IoT سسٹم	129
شکل 5.2.2.2	کپاس کے کھیت کی نگرانی	130
شکل 5.2.2.3	لائیو ڈیٹا اکٹھا کرنا	130
شکل 5.2.3.1	ڈیٹا پارسینگ	131
شکل 5.2.3.2	آنٹولوجی اپ ڈیٹ کے لیے نئے ٹیگز	132
شکل 5.2.3.3	آنٹولوجی میں نئے سیمنٹک ٹیگز شامل کرنا	132
شکل 5.2.3.4	اپ ڈیٹ شدہ آنٹولوجی کا استعمال کرتے ہوئے ڈیٹا پارس کرنا	133
شکل 6.1	پیداوار کی پیشن گوئی گراف	140

باب 1

تعارف

1.1 جائزہ

پریسشن اگریکلچر کو مختلف سینسر استعمال کر کے ممکن بنایا گیا ہے جو اگریکلچر کے شعبوں میں ماحولیاتی عوامل کو ٹریک کرتے ہیں تاکہ پیداوار کو بہتر بنایا جاسکے اور پیداوار اور منافع دونوں میں اضافہ ہو[1]۔ سمارٹ فارمنگ کے تصور پریسشن اگریکلچر سے ممکن بنایا گیا ہے، جس میں مختلف زرعی طریقوں کا استعمال کرتے ہوئے خودکار طریقہ کار کے استعمال کے علاوہ، حقیقی وقت میں ڈیٹا اکٹھا کرنا، پروسیسنگ اور تجزیہ کرنا شامل ہے[2]۔ یہ کسانوں کو زرعی کاموں کے انتظام میں مدد کرتا ہے اور کسانوں کو فیصلہ سازی میں ان کی مدد کرنے کے لئے مزید معلومات فراہم کرتا ہے۔

اس حقیقت کی وجہ سے کہ کاشتکاری موسم اور ماحولیاتی عوامل جیسے بارش، درجہ حرارت، نمی، اولے وغیرہ پر بہت زیادہ انحصار کرتی ہے، غیر متوقع واقعات جیسے جانوروں کی بیماریاں، کیڑوں، اور زرعی منڈیوں میں قیمتوں کا غیر مستحکم ہونا، اس لئے کاشتکاری بہت غیر متوقع ہے۔ سمارٹ فارمنگ کے لئے ایک مطلق ہم منصب IoT ہے، جو کہ اس کی اعلی انٹر آپریبلٹی، اسکیل ایبلٹی، وسیع و عریضیت اور شمولیت کا نتیجہ ہے۔ انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) زرعی شعبے میں IoT ٹیکنالوجیز میں موجود بے پناہ صلاحیتوں کو تسلیم کرنے کے نتیجے میں زور پکڑ رہا ہے[3]۔

زراعت سے متعلق IoT فریم ورک کے نفاذ کے بہت سے فوائد ہیں، جیسے کہ کسانوں کو فصل کے موجودہ حڈیوائزیس کے بارے میں معلوماتی ڈیٹا فراہم کرنا، احتیاطی تدابیر تجویز کرنا جن کے ذریعے کسانوں کی فصلوں، مویشیوں اور مجموعی پیداوار کو محفوظ کیا جا

سکتا ہے[4]۔اس کے علاوہ، یہ فارموں میں استعمال ہونے والے پورے سمارٹ سسٹم کے ساتھ مطابقت رکھتا ہے،اور مختلف اجزاء کی وسیع اقسام کے درمیان آسانی سے معلومات کا تبادلہ کیا جا سکتا ہے۔ IoT فوائد کی طرف سے فراہم کردہ حوصلہ افزائی،اور اس علاقے میں فریم ورک کے علاوہ وسیع پیمانے پر موثر، قابل اعتماد،اور اچھی طرح سے قائم حل کے ساتھ سمارٹ فارمنگ کے حوالے سے صلاحیت، IoT۔پر مبنی ڈیٹا تجزیاتی حل اختراعی کے لئے ایک انتہائی قابل موافق آن لائن پلیٹ فارم کی تجویز کا باعث بنی۔

1.2 اسمارٹ اگریکلچر

زرعی شعبے کو مسابقتی فائدہ حاصل کرنے کے لئے ابھرتی ہوئی ٹیکنالوجیز کو اپنانا ہو گا جس کی اشد ضرورت ہے اگر اسے معیاری فوڈ کی پیداوار کی ضروریات کو پورا کرنا جاری رکھنا ہے۔ سمارٹ فارمنگ اور پریسیشن اگریکلچر میں Internet of Things کا استعمال زرعی صنعت کے لئے کئی فوائد کے ساتھ اپنی آپریٹنگ کارکردگی کو بڑھانا ممکن بنائے گا، جیسے اخراجات کو کم کرنا، فضلہ کو کم کرنا،اور پیداوار کے معیار کو بہتر بنانا[5]۔

صحت منداور ماحول فرینڈلی غذا کو اس طریقے سے اگانے کی سب سے جدید تکنیک کو "سمارٹ فارمنگ" کہا جاتا ہے[6]۔اس سے مراد انفارمیشن اینڈ کمیونیکیشن ٹیکنالوجیز (ICT) کو عصری زرعی طریقوں میں شامل کرنا ہے۔انٹرنیٹ آف تھنگز پر مبنی سمارٹ فارمنگ میں، سینسرز (روشنی، نمی، درجہ حرارت، مٹی کی نمی وغیرہ) کی مدد سے فصل کے کھیت کی نگرانی کے لئے اور آبپاشی کے سسٹم کو خودکار بنانے کے لئے ایک سسٹم بنایا گیا ہے[7]۔ یہ سینسر روشنی، نمی، درجہ حرارت وغیرہ کو مانیٹر کرتے ہیں۔ کسان کسی بھی جگہ سے کھیتوں کی موجودہ صورتحال کو مانیٹر کر سکتے ہیں۔ سمارٹ فارمنگ جو انٹرنیٹ آف تھنگز کے ذریعے فعال ہے روایتی زرعی طریقوں سے کہیں زیادہ پیداواری ہے۔

انٹرنیٹ آف تھنگز پر مبنی سمارٹ فارمنگ کی ایپلی کیشنز نہ صرف روایتی، بڑے فارمنگ آپریشنز کو ہدف بناتی ہیں بلکہ زرعی پیداوار کے دیگر بڑھتے ہوئے یا عام رجحانات، جیسے آرگانک کاشتکاری، فامیلی کاشتکاری (پیچیدہ یا چھوٹی جگہیں، خاص مویشی اور/یا ثقافتیں، تحفظ۔ خاص یا اعلیٰ قسم کی اقسام وغیرہ) اور انتہائی شفاف کاشتکاری کو بڑھانا۔ IoT پر مبنی سمارٹ فارمنگ ماحولیاتی تحفظ کے شعبے میں اہم فوائد فراہم کرنے کی صلاحیت رکھتی ہے، جیسے پانی کے وسائل کا زیادہ موثر انتظام اور ان پٹ اور علاج کی بہتر اصلاح[8]۔

زرعی پیداوار میں موجودہ انفارمیشن اینڈ کمیونیکیشن ٹیکنالوجی (ICT) اور ڈیجیٹل ٹیکنالوجی کا استعمال وہی ہے جسے "سمارٹ فارمنگ" یا "ڈیجیٹل فارمنگ[9]" کہا جاتا ہے، جو کہ اگریکلچر فیلڈس میں پیچیدہ کاموں کی حقیقی وقت کی نگرانی اور آرگنئزیشن کی اجازت دیتا ہے۔ آج، تمام اہم زرعی ڈیوائزیس تیار کرنے والے بنیادی طور پر پریسیشن اگریکلچر پر مرکوز ہیں جو کہ سمارٹ فارمنگ کا ایک ذیلی سیٹ ہے۔

لائیوسٹاک فارمنگ کی صنعت میں جانوروں کے ساتھ سینسر لگائے جاتے ہیں اور ڈیٹا حاصل کرنے کے لئے اسٹالز میں کیمرے نصب کیے جاتے ہیں۔ ریکارڈ کئے گئے ڈیٹا کو پھر پروسیس کیا جاتا ہے اور معلومات میں تبدیل کیا جاتا ہے جس کا مزید تجزیہ مختلف کاموں کو انجام دینے کے لئے کیا جا سکتا ہے، جیسے کہ ابتدائی مرحلے میں بیماریوں اور پیدائشوں کا پتہ لگانا۔ ڈیٹا کے اس طرح کے مخصوص استعمال کے لئے، معیاری ڈیٹا انٹرفیس سب سے اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ یہ فارم مینجمنٹ سسٹم کا مقصد ہے کہ وہ پہلے سے دستیاب ڈیٹا کو استعمال کرنے کے ذرائع اور مطلوبہ ڈیٹا کو اکٹھا کرنے کے لئے بنیادی ڈھانچہ دونوں پیش کرے۔ اب تک زرعی شعبوں میں ڈرون کا زیادہ استعمال نہیں ہوا ہے، لیکن جیسے جیسے ڈیجیٹلائزیشن پھیلتی جائے گی، ان کے استعمال کے مزید مواقع پیدا ہوں گے۔ مثال کے طور پر، ان کا استعمال جانوروں کی لوکلائزیشن کے لئے انفراریڈ ڈٹیکشن کے استعمال کے ذریعے کیا جا سکتا ہے۔ دوسری

طرف، اسمارٹ فونز کے لئے زرعی ایپلی کیشنز پہلے سے ہی دستیاب ہیں، جو زیادہ تر موسمیاتی معلومات جمع کرنے، پودوں کی بیماریوں کی نشاندہی کرنے اور جانوروں کی صحت کی نگرانی کے لئے استعمال ہوتی ہیں۔

زراعت کے تناظر میں، سمارٹ فارمنگ سے مراد نئی ٹیکنالوجی کے ساتھ منسلک ڈیوائزیس کے استعمال کو یکجا کرنے کی ایپلیکیشن ہے[10]۔ انٹرنیٹ آف تھنگز سمارٹ فارمنگ کا ایک اہم جز ہے، جو کسانوں اور کاشتکاروں کو کسی بھی دستی مزدوری کرنے کی ضرورت کو بڑی حد تک ختم کرتا ہے اور اس طرح ہر قابل فہم طریقے سے پیداوار کو بڑھاتا ہے۔ عصری زرعی رجحانات کے اگریکلچر پر زیادہ انحصار ہونے کے ساتھ، انٹرنیٹ آف تھنگز نے بہت زیادہ فوائد لائے ہیں، جیسے پانی کا موثر استعمال اور ان پٹ کی اصلاح وغیرہ۔

1.3 اگریکلچر میں مشین لرننگ

نئے سائنسی شعبے ابھرے ہیں، جیسے کہ زرعی ٹیکنالوجی اور پریسیشن گی کاشتکاری، جسے اب ڈیجیٹل اگریکلچر کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔ یہ شعبے اپنے طریقوں میں ڈیٹا کا وسیع پیمانے پر استعمال کرتے ہیں، اور ان کا مقصد ماحولیات پر صنعت کے منفی اثرات کو کم کرتے ہوئے زرعی پیداوار میں اضافہ کرنا ہے۔ آج کے جدید زرعی آپریشنز میں جمع کی گئی معلومات مختلف سینسروں کی ایک وسیع رینج سے آتی ہیں۔ اس سے آپریشنل ماحول (متحرک فصل، مٹی اور موسمی ڈیوائزیس کا تعامل) اور خود آپریشن (مشینری ڈیٹا) دونوں کی بہتر تفہیم حاصل کرنا ممکن ہو جاتا ہے، جس کے نتیجے میں وہ فیصلے ہوتے ہیں جو زیادہ پر درست ہوتے ہیں اور زیادہ تیزی سے کیے جاتے ہیں۔

مشین لرننگ (ML) نے زرعی آپریشنل ماحول میں ڈیٹا پر مبنی عمل کو الجھانے، مقدار کرنے اور ڈیٹا انٹینسیو پروسیس کو سمجھنے کے لئے نئے مواقع کے دروازے کھول دئے ہیں۔ مشین لرننگ (ML) کے نام سے جانا جانے والا سائنسی شعبہ متعدد مختلف طریقوں سے بیان کیا جاتا ہے، جن میں سے ایک نظم و ضبط ہے جو مشینوں کو سختی سے پروگرام کئے بغیر سیکھنے کی صلاحیت فراہم کرتا ہے۔ مشین لرننگ مختلف سائنسی شعبوں میں سالانہ بنیادوں پر تیزی سے لاگو ہوتی جارہی ہے۔ان میں سے کچھ شعبوں میں بایو انفارمیٹکس، بائیو کیمسٹری، میڈیسن، میٹرولوجی، اکنامک سائنسز، روبوٹکس، ایکوا کلچر، فوڈ سیکورٹی اور کلائمیٹولوجی شامل ہیں۔

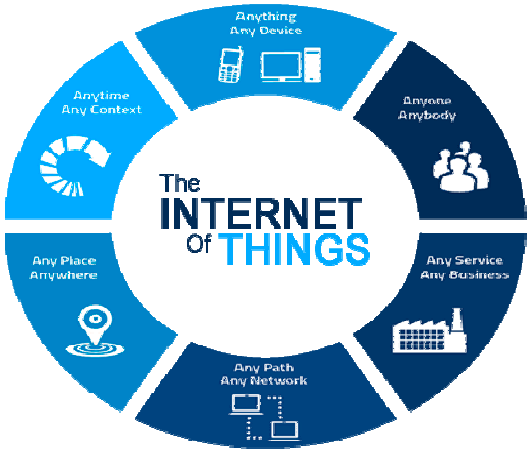
جب اگریکلچر میں لاگو کیا جاتا ہے تو، مشین لرننگ پریسیشن اقدار، اچھے نتائج اور آسان پیشین گوئی کی سہولت فراہم کرتی ہے۔ انسانوں کی طرف سے کئے گئے حسابات کے غلط یا تاخیر کا خطرہ ہوتا ہے۔ آؤٹ پٹ اقدار، نتائج، اور پیشین گوئیاں کامل ہونی چاہئیں۔ اپلی کیشن ڈویلپمنٹ میں ML پر مبنی ٹیکنالوجیز کا استعمال، بہتر کارکردگی کا نتیجہ ہے۔ایک بڑے ڈیٹا بیس کو دستی طور پر منظم کرنا اور حساب کتاب کرنا ایک چیلنجنگ کوشش ہے۔ IoT اور ML دونوں ہی زرعی ڈیٹا تک رسائی کو آسان بناتے ہیں اور ایسے نتائج پیدا کرتے ہیں جو درست اور بروقت ہوں۔

1.4 اگریکلچر میں IoT

زراعت ایک ایسا ڈومین ہے جہاں IoT اپلی کیشنز کی بہت زیادہ صلاحیت ہے۔ اگریکلچر میں IoT کا استعمال بہت سی اپلی کیشنز کی ترقی کا باعث بنتا ہے جو کسانوں کو طویل مدتی فوائد پہنچا سکتے ہیں، جیسے کہ سینسر (روشنی، نمی، درجہ حرارت، مٹی کی نمی وغیرہ) کی مدد سے فصل کے کھیت کی نگرانی کے لئے ایک سسٹم بنانا۔)، خودکار آبپاشی کا سسٹم تیار کرنا، پیداوار کی پیشن گوئی کے ماڈل وغیرہ۔

IoT 1.4.1

یوزرس ین IoT سسٹمز کے استعمال کے ذریعے سسٹم کے اندر آٹومیشن، تجزیہ اور انضمام کی اعلیٰ سطحوں کو حاصل کرنے کے قابل ہیں۔ Internet of Things سینسنگ، نیٹ ورکنگ اور روبوٹکس کے لئے قائم اور ترقی پذیر دونوں ٹیکنالوجیز کا استعمال کرتا ہے۔ Internet of Things سافٹ ویئر میں حالیہ پیش رفت، ہارڈ ویئر کی گرتی ہوئی قیمتوں، اور ٹیکنالوجی پر عصری تناظر سے فائدہ اٹھاتا ہے۔



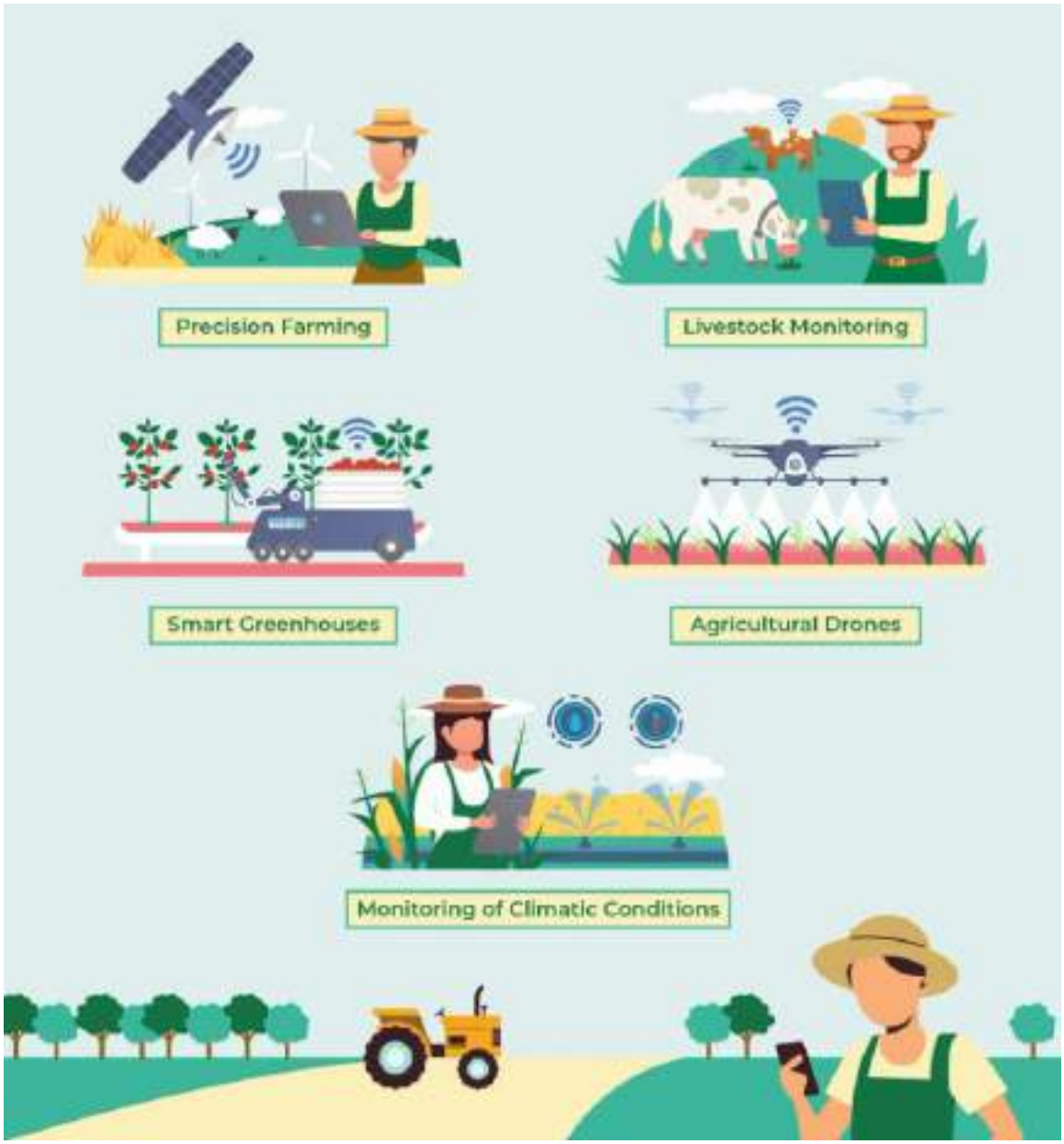
شکل 1.4.1.1: IoT کا ڈھانچہ [11]

انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) میں کئی اہم خصوصیات شامل ہیں، جن میں سب سے اہم مصنوعی ذہانت، کنیکٹیویٹی، سینسرز، فعال مصروفیت، اور چھوٹے ڈیوائزیس کا استعمال ہیں۔ ذیل میں ان خصوصیات کا ایک فوری جائزہ پیش کیا گیا ہے:

- Artificial Intelligence-انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) مؤثر طریقے سے تقریباً ہر چیز کو "سمارٹ" بناتا ہے، جس کا مطلب ہے کہ یہ ڈیٹا اکٹھا کرنے، artificial intelligence کے الگورتھم، اور نیٹ ورک کنکشن

کی طاقت کا استعمال کر کے زندگی کے ہر پہلو کو بہتر بناتا ہے۔اس میں ریفریجریٹر اور الماریوں کو اپ گریڈ کرنے جیسا آسان کام کرنا شامل ہو سکتا ہے تاکہ وہ اس بات کا پتہ لگا سکیں کہ دودھ اور پسندیدہ اناج کب کم چل رہے ہیں اور پھر خود بخود پسند کے گروسری اسٹور سے آرڈر کر سکتے ہیں۔

- کنیکٹیویٹی - عمومی طور پر نیٹ ورکنگ اور خاص طور پر انٹرنیٹ آف تھنگز نیٹ ورکنگ کے لئے ٹیکنالوجیز کو فعال کرنے میں حالیہ پیشرفت کی وجہ سے، نیٹ ورکس اب صرف بڑے سپلائرز پر منحصر نہیں ہیں۔نیٹ ورکس کے لئے یہ ممکن ہے کہ وہ بہت چھوٹے سائز پر، بہت کم قیمت پر کام کریں اور پھر بھی اپنا کام کریں۔Internet of Thingsان مقامی نیٹ ورکس کو اپنے بہت سے اجزاء کے درمیان بناتا ہے۔
- سینسرز - Internet of Thingsان کے بغیر ٹھیک سے کام نہیں کر سکتا۔وہ ڈیوائزیس کی وضاحت کا کام فراہم کرتے ہیں، لہذا انٹرنیٹ آف تھنگز کو ڈیوائزیس کے ایک عام غیر فعال نیٹ ورک سے ایک فعال سسٹم میں تبدیل کرتے ہیں جو حقیقی دنیا کے ساتھ انضمام کی صلاحیت رکھتا ہے۔
- اکٹیویٹنگیجمنٹ -رابطے کا ایک اہم حصہ جو جدید دور میں منسلک ٹیکنالوجی کے ساتھ ہوتا ہے غیر فعال مشغولیت کی شکل اختیار کرتا ہے۔Internet of Thingsمعلومات، مصنوعات اور سرویس کا فعال تعامل فراہم کرتا ہے۔
- ڈیوائزیس جو بہت چھوٹے ہیں - تکنیکی ترقی کے نتیجے میں، دن بہ دن ڈیوائزیس سائز میں چھوٹے اور ساتھ ہی ساتھ زیادہ سستی اور طاقتور بھی ہوتے جارہے ہیں۔Internet of Things چھوٹے ڈیوائزیس کا استعمال کرتا ہے جو اس کی پریسیشن گی، اسکیل ایبلٹی، اور استعداد کے اہداف کو حاصل کرنے کے لئے ایک خاص مقصد کے لئے بنائے گئے تھے۔



شکل1.4.1.2:اگریکلچر میںIoT [12]

سمارٹ فارمنگ میں انٹرنیٹ آف تھنگز کی اپیلی کیشنز میں شامل ہیں: فصل کی نگرانی، خودکار آبپاشی کا نظام، پریسیشن اگریکلچر، مویشیوں کی نگرانی وغیرہ۔

1.4.2 سینسر ٹیکنالوجی

زرعی سینسرز سمارٹ فارمنگ کا سب سے اہم حصہ ہیں۔ مختلف قسم کے سینسر دستیاب ہیں، ہر ایک کی اپنی خصوصیات اور قابل اطلاق ہیں۔ سینسرز سے جمع کردہ ڈیٹا کو ماحول میں ہونے والی تبدیلیوں کے جواب میں فصلوں کے طریقوں کو ایڈجسٹ کر کے ان کی بہتر نگرانی اور انتظام کرنے کے لئے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ کمبائنڈ ہارویسٹرز پر نصب سینسر کے سیٹ کا استعمال کر کے کسی خاص علاقے سے اعلیٰ درجے کی پریسیشن گی کے ساتھ پیداوار کا حساب لگانا ممکن ہے۔

جدول 1.4.2: اگریکلچر کے سینسر اور ان کے افعال

زرعی سینسر	کارآمد تفصیل
Location Sensors	ان سینسرز کا استعمال کرتے ہوئے ضروری علاقے کے اندر کسی بھی نقطہ کے عرض البلد، طول البلد اور اونچائی کا تعین کیا جا سکتا ہے۔ وہ یہ GPS سیٹلائٹ کی مدد سے کرتے ہیں۔
Optical Sensors	مٹی کی خصوصیات کا تعین کرنے کے لئے یہ سینسر روشنی کا استعمال کرتے ہیں۔ وہ مٹی، آرگانک مادے اور مٹی کی نمی کا تعین کرنے کے لئے سیٹلائٹ، ڈرون یا روبوٹ پر نصب کیے جاتے ہیں۔

Electro-Chemical Sensors	یہ سینسر مٹی میں مخصوص ایانس کا پتہ لگا کر مٹی کا کیمیائی ڈیٹا اکٹھا کرنے میں مدد کرتے ہیں۔ وہ پی ایچ اور مٹی میں موجود نیوٹرینٹس کی سطح کی شکل میں معلومات پیش کرتے ہیں۔
Mechanical Sensors	یہ سینسر مکینیکل مزاحمت کی سطح کے ساتھ ساتھ مٹی کے کمپکشن کی پیائش کے لئے استعمال کیے جاتے ہیں۔
Dielectric soil moisture sensors	مٹی کے ڈائی الیکٹرک کانسٹنٹ کو ان سینسروں کے ذریعہ ماپا جاتا ہے تاکہ نمی کی موجودہ ڈگری کا تعین کیا جاسکے۔
Air Flow Sensors	ہوا کی پارگمیتا وہ چیز ہے جس کی پیائش یہ سینسر کرتے ہیں۔ وہ یا تو ایک اسٹیشنری یا موبائل ترتیب میں استعمال کئے جاسکتے ہیں۔

یہ سینسرز ماحولیاتی ڈیوائزیس کی نگرانی کے لئے اگریکلچر سے متعلقہ موسمی اسٹیشنز، ڈرونز اور روبوٹکس پر نصب ہیں۔ موبائل ایپلیکیشنز جو واضح طور پر اس فنکشن کے لئے ڈیزائن کی گئی تھیں ان پر کنٹرول کرنے کے لئے استعمال کی جاسکتی ہیں۔ ان کے وائرلیس

کنکشن کی وجہ سے، ان کا انتظام یا تو وائی فائی کے استعمال کے ذریعے یا بالواسطہ طور پر سیلولر ٹاورز اور سیلولر فریکوئنسی کے ذریعے موبائل فون ایپلیکیشن کے استعمال سے کیا جا سکتا ہے، جیسا کہ شکل 1.4.2.1 میں اشارہ کیا گیا ہے۔

شکل 1.4.2.1: سینسرز اور موبائل ایپ کے درمیان مواصلت [13]

پودوں کی نشوونما کے لئے ضروری جز کے طور پر پانی کی ضرورت ہوتی ہے۔ آبپاشی ان کاموں میں سے ایک ہے جس کے لئے محتاط منصوبہ بندی اور عمل درآمد کی ضرورت ہے کیونکہ اسے بہت زیادہ ہونے اور کافی نہ ہونے کے درمیان توازن قائم کرنا چاہیے۔ soil moisture سینسر کا استعمال پانی کی سطح کی پیمائش کرنے میں انتہائی مددگار ہے، جو اس طرح کے واقعات کی تعداد اور/یا شدت کو بڑھا کر یا کم کر کے آبپاشی کے واقعات کو مؤثر طریقے سے ترتیب دینے کی صلاحیت فراہم کرتا ہے۔ یہ یقینی بناتا ہے کہ پانی کی بھاری فراہمی کی وجہ سے فائدہ مند نیوٹرینٹس ختم نہیں ہوں گے۔ دوسری طرف، پانی کی کم فراہمی پودوں کو پانی کی کمی کا سبب

نہیں بنتی۔ ایکremote soil moisture sensorکے استعمال سے، ماہرین اگریکلچر کو اپنے کھیتوں میں پانی کی سطح کا اندازہ لگانے کی صلاحیت دی جاتی ہے یہاں تک کہ جب وہ فزیکل طور پر وہاں موجود نہ ہوں۔

مٹی کی نمی کا سینسر ایک ایسا ڈیوائز ہے جو مٹی کی موجودہ نمی کو مانیٹر کرتا ہے۔ آبپاشی کے سسٹم میں سینسرز کی شمولیت سے پانی کی فراہمی اور تقسیم کا وقت بہت زیادہ موثر بنا دیا گیا ہے [13]۔ یہ گیجز پودوں کو اپنی پوری صلاحیت حاصل کرنے کے لئے درکار آبپاشی کی مقدار کو کم کرنے یا بڑھانے میں مدد دیتے ہیں۔

بنیادی ٹیکنالوجی پر منحصر، مٹی کے سینسر کو درج ذیل زمروں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے:

- گراؤنڈ سینسرز وہ ہوتے ہیں جو روٹ زون کی نگرانی کے لئے زمین کے نیچے دفن ہوتے ہیں۔
- فضائی سینسر وہ ہیں جو بغیر پائلٹ کے فضائی گاڑیاں (UAVs) کا استعمال کرتے ہوئے ڈیٹا اکٹھا کرتے ہیں اور میپنگ کے لئے شاذ و نادر ہی استعمال ہوتے ہیں [14-15]۔
- مٹی کی نمی اور سیٹلائٹ سینسر وہ ہیں جو خلا سے صورتحال کا اندازہ لگاتے ہیں۔ یہ فیلڈ میں ہونے والے آپریشنز میں مداخلت نہیں کرتا، جس سے پیسے بچانے میں مدد ملتی ہے اور محنت سے متعلق انسٹلیشن کی ضرورت ختم ہوتی ہے۔

فصل کی کاشت ایک متحرک عمل ہے جو مختلف خطوں کے لئے سینسر کے استعمال کے لئے کافی جواز فراہم کرتا ہے، پودوں کی نشوونما کے مراحل، موسمی خصوصیات، اور ممکنہ موسمی خطرات وغیرہ کی پیش گوئی۔ انفراریڈ (IR) اخراج کا تجزیہ کر کے، سیٹلائٹ ریموٹ سینسرز اس بات کی ضمانت دینے کے قابل ہوتے ہیں ڈیٹا کا ایک مستقل بہاؤ جو قابل اعتماد اور مفید دونوں ہے۔ سیٹلائٹ

امیجز کے ساتھ مل کر، یہ ڈیٹا کسانوں کو یہ صلاحیت فراہم کرتا ہے کہ وہ مٹی کی نمی کی سطح میں ہونے والی کسی بھی تبدیلی سے باخبر رہیں اور ایسی تبدیلیوں کا بروقت جواب دیں۔

شکل 1.4.2.2: soil moisture sensor [16]

مناسب پانی کی ساچوریشن سطح کو برقرار رکھنا کسان کے سب سے اہم کاموں میں سے ایک ہے کیونکہ یہ پودوں کی نشوونما کے لئے ضروری ہے۔ آبپاشی کی کمی کی وجہ سے پودے مرجھا جاتے ہیں کیونکہ وہ اپنی تمام توانائی اپنی جڑوں کے ذریعے دستیاب پانی کی تھوڑی مقدار کو جذب کرنے پر مرکوز کرتے ہیں۔ نتیجے کے طور پر، ان کے پاس پختہ ہونے اور پھلدار فصلیں پیدا کرنے کے لئے بہت کم توانائی باقی رہ جاتی ہے۔ تاہم، پودے متواتر تناؤ کو برداشت کرنے کے قابل ہوتے ہیں اور ترقی کی منازل طے کرتے رہتے

ہیں اور اپنی پوری صلاحیت کے مطابق بڑھتے رہتے ہیں اگر انہیں مناسب مقدار میں نمی فراہم کی جائے۔ دوسری طرف ضرورت سے زیادہ پانی پلانے سے پودے کی جڑیں سڑ جاتی ہیں اور اس کی آکسیجن کی سپلائی منقطع ہو جاتی ہے جس کے نتیجے میں پودے کی موت واقع ہو جاتی ہے۔

زراعت کے لئے soil moisture سینسر کاشتکاری کے لئے ضروری ڈیوائزیس ہیں، جبکہ آن لائن زرعی ایپس جن میں مٹی کی نمی کی خصوصیات شامل ہیں، مؤثر، قابل اعتماد، اور معقول حد تک سستی ہیں[17]۔ ڈیٹا کی مقدار اور ڈیٹا کے معیار کے مقابلے میں ان پٹ یا کوششوں کی مقدار پر غور کریں جو وہ فراہم کرنے کے قابل ہیں، سیٹلائٹ ریموٹ سینسرز ایک عظیم معاہدے کی ایک بہترین مثال ہیں۔ روزمرہ کی کاشتکاری میں ان طریقوں کو شامل کرنے سے کاشتکاروں کو پانی کی اضافی اور پانی کی کمی سے وابستہ خطرات کو زیادہ مؤثر طریقے سے کنٹرول کرنے کے قابل بنا کر پودوں کی نشوونما کو فروغ دینے میں مدد ملتی ہے۔

1.4.3 فارم مینجمنٹ انفارمیشن سسٹمز (FMIS)

ڈیٹا کو برقرار رکھنے اور اس کا انٹلجنٹ استعمال دونوں میں FMIS سے مدد لی جاسکتی ہے۔ دستاویزات، کام کے مراحل کی منصوبہ بندی، اور معاہدوں کا انتظام اور انوائسنگ ان کے استعمال میں سے کچھ ہیں، لیکن ان کا استعمال ISOBUS کے ذریعے مشینوں کو آرڈر بھیجنے جیسے کاموں کو پورا کرنے کے لئے بھی کیا جاسکتا ہے (ISO 11783 معیار کو سافٹ ویئر پروٹوکول کی شکایت سینسرز، ایکچیوٹرز، کنٹرول یونٹس، کلاؤڈ سرور اور ڈسپلے یونٹس کے درمیان ڈیٹا کی انٹر آپریبلٹی چاہے وہ نصب ہو یا ٹریکٹر کا حصہ، یا کوئی بھی ڈیوائزیس)۔ FMIS کی مختلف قسمیں اس حقیقت کی وجہ سے کافی وسیع ہیں کہ یہاں بہت سے قسم کے مختلف کاروبار ہیں۔ وہ فیلڈ ریکارڈ فائل کی طرح سادہ یا جدید ترین زرعی سسٹم کی طرح پیچیدہ ہو سکتے ہیں۔

1.4.4 اگریکلچر ایپلی کیشنز

وہ کسان جو اسمارٹ فونز کے ساتھ کام کرتے ہیں اکثر زرعی ایپلی کیشنز کا رخ کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر، ایک ایپ کا استعمال اہم بیماریوں کی نشاندہی کرنے کے لئے کیا جا سکتا ہے جو زرعی فصلوں کو متاثر کرتی ہیں یا موسم کے بارے میں معلومات حاصل کرنے کے لئے، ایسی ایپس جو فصل کی حالت اور نشوونما کی نگرانی کے لئے ریموٹ رسائی فراہم کرتی ہیں[19-18]۔ فارم کے انتظام میں مدد کے لئے تیار کردہ ایپس کاشت شدہ علاقوں اور خود ان علاقوں کے ساتھ ساتھ اسٹاک کی سطح اور دیگر متعلقہ ڈیٹا کے بارے میں معلومات فراہم کرتی ہیں[20]۔ اس ڈیٹا کو مخصوص ح ڈیوائزیس میں اگریکلچر میں مالی مدد کے لئے ایپلیکیشن کا ڈیٹا تیار کرنے کے لئے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔

1.5 IoT انٹر آپریبلٹی

انٹرنیٹ آف تھنگز میں انٹر آپریبلٹی سے مراد انٹرنیٹ آف تھنگز کی ڈیپلوئمنٹ کے اندر بہت سے اجزاء کی ایک دوسرے کے ساتھ مؤثر طریقے سے بات چیت کرنے، ڈیٹا کا تبادلہ کرنے اور مشترکہ مقصد کو پورا کرنے کے لئے مل کر کام کرنے کی صلاحیت ہے۔ ڈیوائسز سے کلاؤڈ تک، آرگنائزیشن کے تمام کنکشن کے ذریعے ڈیٹا کو منتقل کرنے اور سمجھنے کی صلاحیت ہر آرگنائزیشن کے لئے ضروری ہے۔

Internet of Things کے تناظر میں "انٹر آپریبلٹی" سے مراد سسٹمز کی معلومات کے تبادلے کی صلاحیت ہے جو متعلقہ اور قابل عمل دونوں ہے۔ چونکہ انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) نیٹ ورکس کا ایک بہت بڑا نیٹ ورک ہے جس میں اربوں مختلف

ڈیوائزیس اور سسٹمز کے درمیان رابطے اور ڈیٹا کا اشتراک ہو سکتا ہے، اس لئے یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ مختلف قسم کی اشیاء سے پیدا ہونے والے ہٹروجنس ڈیٹا کو ہینڈل کیا جائے۔

انٹر آپریبلٹی اب انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) کے اہم مسائل میں سے ایک ہے، زیادہ تر حوالہ کے معیارات کی کمی اور IoT سسٹمز کے وسیع تنوع کے نتیجے میں۔ انٹر آپریبلٹی کے مسئلے کے بارے میں مزید گہرائی سے معلومات حاصل کرنے کے لئے، انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) سسٹمز کی کئی سطحوں پر جانچ کی جاتی ہے، بشمول ڈیوائسز، نیٹ ورکس، اور مڈل ویئر۔ انٹر آپریبلٹی ایک مشکل تصور ہے جس میں انٹرنیٹ آف چیزوں کی خصوصیات اور اجزاء کی ایک وسیع رینج شامل ہے۔

انٹر آپریبلٹی سے مراد دو یا دو سے زیادہ متنوع تکنیکی سسٹمز، سسٹم کے اجزاء، یا سافٹ ویئر ایپلی کیشنز کی ایک دوسرے کے ساتھ مواصلت قائم کرنے، ایک دوسرے کے ساتھ ڈیٹا کا تبادلہ کرنے، اور موصول ہونے والی معلومات کو اس مقصد کے لئے درست طریقے سے سمجھنے اور استعمال کرنے کی صلاحیت ہے۔ انٹر آپریبلٹی سے مراد نہ صرف ان تعاملات ہیں جو کسی سسٹم کے اندر ہوتی ہیں جس کا تعلق اندرونی مواصلات سے ہوتا ہے بلکہ ان تعاملات سے بھی مراد ہے جو دو یا دو سے زیادہ سسٹمز کے درمیان ہوتی ہیں۔

اس کا مزید جائزہ حاصل کرنے کے لئے، Internet of Things (IoT) میں انٹر آپریبلٹی کا پتہ لگانے کے کام کے لئے ایک منظم انداز کی ضرورت ہوتی ہے۔ Internet of Things کے ہٹروجینٹی ہونے کی وجہ سے، انٹر آپریبلٹی کے ساتھ منسلک مشکلات کو کئی مختلف زاویوں سے دیکھا جا سکتا ہے۔ ہٹروجینٹی کے تصور کے بارے میں کوئی اختراعی چیز نہیں ہے، اور نہ ہی یہ مطالعہ کے کسی ایک شعبے کے لئے مخصوص ہے۔ یہاں تک کہ طبعی دنیا میں بھی مختلف قسم کے متفاوت ہیں؛ مثال کے طور پر، افراد مختلف زبانیں بولتے ہیں۔ تاہم، اگرچہ ان کی زبانیں مختلف ہیں، افراد اب بھی مترجم (چاہے وہ انسان ہو یا ٹول) یا مشترکہ

زبان کے ذریعے ایک دوسرے کے ساتھ بات چیت کرنے کے قابل ہیں۔اسی طرح، متعدد اجزاء جو انٹرنیٹ آف تھنگز (ڈیوائزیس ، مواصلات، سرویسس، ایپلی کیشنز، وغیرہ) بناتے ہیں ایک دوسرے کے ساتھ بات چیت کرنے اور ایک دوسرے کے ساتھ ہموار طریقے سے بات چیت کرنے کے قابل ہونے چاہئیں تاکہ ماحولیاتی سسٹم اس کی مکمل صلاحیت حاصل کریں۔

انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) میں انٹر آپریبلٹی کو مختلف زاویوں سے دیکھا جا سکتا ہے، بشمول ڈیوائس انٹر آپریبلٹی، نیٹ ورکنگ انٹر آپریبلٹی، سنٹیکٹک انٹر آپریبلٹی، سیمنٹک انٹر آپریبلٹی، اور پلیٹ فارم انٹر آپریبلٹی۔

IoT انسٹلیشن کے لئے انٹر آپریبلٹی کی ضروریات تین زمروں میں آتی ہیں:

- ٹکنالوجی کے لحاظ سے مطابقت: تعیناتی فزیکل مواصلات کے بنیادی ڈھانچے کا استعمال کرتے ہوئے ڈیٹا بٹس کو منتقل کرنے کی صلاحیت سے لیس ہے۔
- سنٹیکس کے لحاظ سے انٹر آپریبلٹی: ڈیٹا کو مشترکہ سنٹیکس یا ایک عام معلوماتی ماڈل کا استعمال کرتے ہوئے تشکیل دیا جا سکتا ہے، جو مخصوص ٹائپ کردہ ڈیٹا کے طور پر معلومات کو بانٹنے کا طریقہ کار بھی بناتا ہے۔
- سیمنٹک انٹرنیٹ آف تھنگز کی تعیناتیوں میں ڈیٹا کے معنی کا تعین کرنے کی صلاحیت کی ضرورت ہوتی ہے۔

1.5.1 انٹر آپریبلٹی چیلنجز

منسلک ڈیوائزیس کی موجودہ مشکل تعیناتی کے وقت کامیابی کے ساتھ بات چیت کرنا ہے، جس نے منسلک ڈیوائزیس کو اپنانے میں رکاوٹ پیدا کی ہے اور اس کے نتیجے میں قیمتوں میں اضافہ ہوا ہے اور انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) کی بہت سی ایپلی کیشنز کی قیمت

میں کمی آئی ہے۔ IoT کی تعیناتیوں میں انٹر آپریبلٹی کو حل کرنا مشکل اور ادائیگی کرنا مہنگا ہو سکتا ہے، جس کی وجہ سے IoT پروجیکٹ ناکام ہو سکتے ہیں یا بہت سست رفتاری سے آگے بڑھ سکتے ہیں۔

نہ صرف خودکار اور وسیع انٹر آپریبلٹی کی عدم موجودگی یوزرس ین اور ریسڈنشیل IoT سیکٹرز کو سست کرتی ہے بلکہ یہ مونسپل اور کمرشل سیٹنگز میں IoT کی تعیناتی میں ہونے والی پیش رفت کو بھی سست کر دیتی ہے۔ ٹیکنالوجی کی مکمل صلاحیت کا ادراک کرنے کے لئے، سمارٹ سٹی پراجیکٹس میں بعض اوقات سینکڑوں یا اس سے بھی ہزاروں انفرادی ڈیوائزیس کے مربوط آپریشن کا مطالبہ کیا جاتا ہے جو مختلف زمروں میں آتے ہیں۔ Industrial Internet of Things میں سرمایہ کاری کئی مواصلاتی پروٹوکولز کی تعیناتی کا مطالبہ کر سکتی ہے کیونکہ مختلف ڈیوائزیس کی مختلف ضروریات ہوتی ہیں، اور فزیکل رکاوٹیں بھی ہو سکتی ہیں۔

Semantic Web 1.6

Semantic Web باہم مربوط ڈیٹا سیٹس کا ایک نیٹ ورک ہے جو اس طرح ترتیب دیا گیا ہے کہ معلومات کا تجزیہ کرنے کے لئے انسانوں کے بجائے کمپیوٹر کے لئے اسے آسان بنایا جائے۔ اسے ورلڈ وائڈ ویب کے ایک توسیع شدہ ورژن کے طور پر سوچنا ممکن ہے جو پہلے سے موجود ہے، اور یہ عالمی سطح پر منسلک ڈیٹا بیس کی شکل میں ڈیٹا کی نمائندگی کا ایک موثر طریقہ وضع کرتا ہے۔ Semantic Web کا مقصد موجودہ ویب کو، جو غیر ساختہ دستاویزات پر مشتمل ہے، کو معلومات اور ڈیٹا کے ویب میں تبدیل کرنا ہے۔ اس مقصد کو حاصل کرنے کے لئے، Semantic Web ویب سائٹس میں سیمنٹک مواد کو شامل کرنے میں سہولت فراہم کرتا ہے۔

Semantic Web،(W3C)World Wide Web Consortium کے پیچھے محرک قوت ہے۔ یہ اکثر سنٹیکس کا استعمال کرتے ہوئے بنایا جاتا ہے جو ڈیٹا کو بیان کرنے کے لئے Uniform Resource Identifiers (URIs) کا استعمال کرتے ہیں،اور یہ Resource Description Framework (RDF) پر مبنی ہے جسے W3C نے تیار کیا تھا۔ان سنٹیکس کا اجتماعی نام "RDF syntaxes" ہے۔RDF فائلوں میں ڈیٹا کو شامل کرنے سے کمپیوٹر پروگرامز یا ویب مکڑیوں کے لئے ورلڈ وائڈ ویب پر پائے جانے والے ڈیٹا کو سرچ کرنا،ان سے پردہ اٹھانا، جمع کرنا، جائزہ لینا اور تجزیہ کرنا ممکن ہو جاتا ہے۔

Semantic Web کا بنیادی مقصد روایتی ویب کی ترقی کو متحرک کرنا ہے تاکہ یوزرس معلومات کو سرچ کر سکیں، نئی معلومات سرچ کر سکیں، معلومات کا تبادلہ کر سکیں،اور معلومات کو کم محنت کے ساتھ یکجا کر سکیں۔ورلڈ وائڈ ویب انسانوں کو مختلف قسم کے کاموں کو پورا کرنے کے قابل بناتا ہے، جیسے آن لائن ٹکٹوں کی بکنگ، مختلف معلومات کی چھان بین، آن لائن لغات کا استعمال وغیرہ۔تاہم،ابھی تک کسی بھی کام کو روبوٹ کسی انسان کی مدد کے بغیر انجام دینے کے قابل نہیں ہیں۔۔یہ اس حقیقت کی وجہ سے ہے کہ ویب ویب پیجز لوگوں کے پڑھنے کے لئے بنائے گئے ہیں، مشینوں کے نہیں۔Semantic Web کو مستقبل کے لئے ایک وژن کے طور پر سوچنا ممکن ہے جس میں کمپیوٹرز کے ذریعے ڈیٹا کا آسانی سے ترجمہ کیا جا سکتا ہے،اس لئے انہیں ویب پر قابل رسائی معلومات کو سرچ کرنے، یکجا کرنے اور ان پر عمل کرنے سے منسلک مختلف قسم کی محنتی سرگرمیاں انجام دینے کے قابل بنانا۔

Semantic Web روبوٹس کے لئے پیچیدہ انسانی سوڈیوائزیس کو تیزی سے سمجھنا اور ان کے معنی کو مد نظر رکھتے ہوئے ان کا جواب دینا ممکن بناتا ہے۔ فہم کی اس سطح کو حاصل کرنے کے لئے صحیح نالڈج ذرائع کو معنوی طور پر منظم کرنا ہوگا، جو کہ ایک چیلنجنگ کوشش ہے۔

IoT میں Semantic Web کی پہلی شراکت اشیاء کے ذریعہ جمع کردہ ڈیٹا کی تبدیلی میں ہے۔ سیمنٹائزڈ ڈیٹا مفید معلومات کا درجہ لے سکتا ہے۔ ایک بار گلوبل سیاق وسباق میں واپس ڈالا جائے اور اس کی تشریح کی جائے تو اس معلومات کو نالڈج میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ ڈیٹا سے معلومات تک، تبدیلی تشریحات پر مشتمل ہوتی ہے اور آنٹولوجیز کے ساتھ منسلک ہوتی ہے۔ یہ افزودگی ڈیٹا کے لائف سائیکل کے مختلف مراحل پر کی جاسکتی ہے: تخلیق کے وقت، ذخیرہ کرنے سے پہلے یا بعد میں۔

میٹا ڈیٹا کے اضافے کے ساتھ، ڈیٹا اب ان کے پاس موجود ایپلیکیشن کے لئے مخصوص نہیں ہے۔ منسلک ڈیٹا کے ویب میں معلومات کو ضم کرنا IoT میں Semantic Web کی جگہ کا ایک لازمی پہلو ہے۔ ایک بار سیمینٹائز ہونے کے بعد، آبجیکٹ نیٹ ورک کے ذریعہ تیار کردہ معلومات پر کارروائی کی جاسکتی ہے۔

Resource Description Format 1.7

Resource Description Format (RDF) ایک عام فریم ورک ہے جو ویب پر باہم مربوط ڈیٹا کی نمائندگی کرتا ہے ۔ RDF بیانات ٹرپلز کا ایک مجموعہ ہیں جو بیان کرنے اور تبادلہ کرنے کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔ میٹا ڈیٹا، جو تعلقات کی بنیاد پر ڈیٹا کے معیاری تبادلے کو قابل بناتا ہے۔

RDFکااستعمال متعدد ذرائع سے ڈیٹا کو یکجا کرنے کے لئے کیا جاتا ہے۔Semantic Web معنی کی بنیاد پر معلومات کو منظم کرنے کے لئے RDFفریم ورک کے استعمال پر مبنی ہے۔

RDFبیانات وسائل کے درمیان تعلقات کا اظہار کرتے ہیں، جیسے کہ درج ذیل:

- دستاویزات
- فزیکل اشیاء
- لوگ
- تجریدی تصورات
- ڈیٹا اشیاء

متعلقہ RDF بیانات کے مجموعے میں ایک ہدایت شدہ گراف ہوتا ہے جو انٹیٹیز کے درمیان تعلقات کا نقشہ بناتا ہے۔ متعلقہ انٹیٹیز کے بارے میں RDFبیانات کا مجموعہ ایک RDF گراف بنانے کے لئے استعمال کیا جا سکتا ہے جو یہ ظاہر کرتا ہے کہ ان انٹیٹیز کا آپس میں کیا تعلق ہے۔

World Wide Web Consortium (W3C)،RDFکے معیارات کو برقرار رکھتا ہے، بشمول بنیادی تصورات، سیمنٹکس اور مختلف فارمیٹس کے لئے وضاحتیں۔ پہلہ سنٹیکس RDFکی وضاحت Extensible Markup Language (XML)پر مبنی تھی۔ دیگر سنٹیکس اب زیادہ عام طور پر استعمال ہوتے ہیں، بشمول Terse RDF

JavaScript Object Notation for Linked Data،Triple Language (Turtle)

(LD-JSON) اورN-Triples۔

RDF میں ایسی خصوصیات ہیں جو بنیادی اسکیموں کے مختلف ہونے کے باوجود ڈیٹا کو ضم کرنا آسان بناتی ہیں، اور یہ خاص طور پر تمام ڈیٹا یوزرس کو تبدیل کرنے کی ضرورت کے بغیر وقت کے ساتھ اسکیموں کے ارتقا کی حمایت کرتا ہے۔

ورلڈ وائڈ ویب کے لنکنگ ڈھانچے کو RDF کے ذریعے بڑھایا گیا ہے تاکہ URIs کا استعمال اشیاء اور لنک کے دونوں سروں کے درمیان کنکشن کے لئے کیا جاسکے۔straightforward paradigm کا استعمال کرتے ہوئے، یہ ممکن ہے کہ سٹرکچرڈ اور نیم سٹرکچرڈ ڈیٹا کو آپس میں ملایا جاسکے، اسے کئی ایپلی کیشنز کے سامنے لایا جائے اور ان ایپس کے ساتھ اس کا تبادلہ کیا جاسکے۔

RDF کو جوڑنے والا ڈھانچہ ایک گراف بناتا ہے جسے ہدایت اور لیبل لگایا جاتا ہے، اور اس گراف کے کنارے شناخت شدہ کنکشن کی نشاندہی کرتے ہیں جو وسائل کے درمیان موجود ہوتے ہیں جن کی نمائندگی گراف نوڈس کرتے ہیں۔ گراف کا وئوا کثر RDF بیانات کی بصری وضاحتوں کو سمجھنے میں آسان استعمال ہوتا ہے۔

RDF کے فوائد

Semantic Web کا انحصار ڈیٹا اور میٹا ڈیٹا کے تبادلے کے لئے ایک کھلا اور قابل عمل معیار رکھنے پر ہے۔ یہ وہی ہے جو RDF فراہم کرتا ہے اور اس کی وجہ یہ ہے کہ اسے پہلے معیاری بنایا گیا تھا۔ RDF کے فوائد میں درج ذیل شامل ہیں:

- ایک کنسسٹنٹ فریم ورک انٹرنیٹ وسائل کے بارے میں میٹا ڈیٹا کے اشتراک کی حوصلہ افزائی کرتا ہے۔

- ڈیٹا کو بیان کرنے اور استفسار کرنے کے لئے RDF کے معیاری سنٹیکس ایسے سافٹ ویئر کو قابل بناتا ہے جو میٹاڈیٹا کو زیادہ آسانی سے کام کرنے کے لئے استعمال کرتا ہے۔
- معیاری سنٹیکس اور استفسار کی اہلیت ایپلی کیشنز کو معلومات کا زیادہ آسانی سے تبادلہ کرنے کے قابل بناتی ہے۔
- سرچ کرنے والوں کو میٹاڈیٹا کی بنیاد پر سرچ کرنے سے زیادہ بہتر نتائج حاصل ہوتے ہیں جتنا کہ وہ مکمل متن کے اجتماع سے حاصل کردہ اشاریہ جات سے حاصل کرتے ہیں۔
- انٹلجنٹ سافٹ ویئر ایجنٹوں کے پاس کام کرنے کے لئے زیادہ درست ڈیٹا ہوتا ہے اور وہ یوزرس کو جو کچھ فراہم کرتے ہیں اس میں زیادہ بہتری ہوتی ہے۔

1.8 ایگریکلچر آنٹولوجی

آنٹولوجیز کا زرعی شعبے میں بھی استعمال بڑھتا ہوا نظر آرہا ہے، جہاں انہیں مختلف مقاصد کے لئے رکھا جارہا ہے، جس میں زرعی IoT سسٹمز کے درمیان سیمنٹک انٹر آپریبلٹی کی تخلیق، پوری دنیا میں اور مختلف اقسام میں واقع کسانوں کے درمیان زرعی نالڈج کے اشتراک کی سہولت شامل ہے۔ زبانوں کے بارے میں، اور خودکار نالڈج تخمینہ کی فراہمی کے ذریعے کسانوں کے فیصلوں کے لئے تعاون کی فراہمی۔ یہ حیرت کی بات نہیں ہونی چاہیے کہ اگریکلچر ایک ایسا کام ہے جس کے لئے کافی مقدار میں نالڈج کی ضرورت ہوتی ہے اور اس میں دنیا بھر میں استعمال ہونے والے متعدد طریقوں اور ٹیکنالوجیز کے علاوہ خصوصی سبجکٹس کی ایک وسیع رینج شامل ہوتی ہے۔ اس کے علاوہ، اگریکلچر میں کانسیپٹس کی ایک بہت بڑی تعداد شامل ہے، جن میں سے اکثریت کو مختلف ناموں سے بھیجا جاتا ہے لیکن ایک ہی معنی رکھتے ہیں اور مختلف تنظیمی ڈھانچے میں منقسم ہیں۔

وسیع مقدار میں زرعی معلومات کو مربوط اور ہم آہنگ کرنے کی صلاحیت، جو کہ مختلف ذرائع سے اور مختلف شکلوں میں پیدا ہوتی ہے، کو حال ہی میں پائیدار اگریکلچر کے لئے ایک بنیادی شرط کے طور پر تسلیم کیا گیا ہے۔ یہ پہچان پائیدار اگریکلچر کو یقینی بنانے کی اہمیت کے بارے میں بڑھتی ہوئی بیداری کے نتیجے میں سامنے آئی ہے۔ زرعی نالڈج کے ان پہلوؤں میں سے ہر ایک کا وجود زرعی پریکٹس میں اونٹولوجی کو شامل کرنے کی ضرورت کو ظاہر کرتا ہے۔

اونٹولوجی اس طریقے سے کام کرتی ہے جو 'دماغ' کے مشابہ ہے۔ وہ آئیڈیاز اور روابط کے ساتھ ان طریقوں سے "کام اور استدلال" کرتے ہیں جو اس طریقے سے ملتے جلتے ہیں جس میں انسان ایک دوسرے سے جڑے ہوئے انٹر کنیکٹڈ آئیڈیاز کو سمجھتے ہیں۔ ایگریکلچر آنٹولوجیز فارمنگ ایپلی کیشنز کو نہ صرف استدلال کرنے کی صلاحیت فراہم کرتی ہے بلکہ زیادہ مستقل اور قابل اعتماد ڈیٹا کے ساتھ بہت سے کام انجام دیتی ہے۔ اگر یکلچر آنٹولوجی کے استعمال سے تیار کردہ ماڈلز ڈیٹا اس قابل ہوتے ہیں کی اس پر منحصر عمل اور سسٹم پر اثر پڑے بغیر مقدار کو بڑھا سکتے ہیں، چاہے کچھ بھی غلط ہو جائے یا اسے ایڈجسٹ کرنا پڑے۔

1.9 ترغیب

زراعت میں IoT ڈیوائزیس کا استعمال کسانوں کو طویل مدتی فوائد لا سکتا ہے، جیسے کہ پیداواری صلاحیت میں اضافہ، مجموعی لاگت کو کم کرنا، اور پانی، بجلی وغیرہ جیسے وسائل کے ان کے فضول استعمال میں کمی۔ یہ فوائد بڑھتے ہوئے باہمی ربط کا براہ راست نتیجہ ہیں۔ اور زرعی شعبے میں آئی او ٹی کے ذریعے سینسر ٹیکنالوجی کو ممکن بنایا گیا۔ چیزوں کا انٹرآپریبل اور قابل رسائی انٹرنیٹ سب سے بڑے چیلنجوں میں سے ایک ہے۔ Semantic Web سیمینٹک انٹرآپریبلٹی پیش کرتا ہے جو کہ ہٹروجنس IoT ڈیوائزیس اور ٹیکنالوجی پلیٹ فارمز کے درمیان بامعنی مواصلت کی سہولت فراہم کرتا ہے۔ مختلف IoT ڈیوائزیس سے تیار کردہ ہٹروجنس ڈیٹا کو

مستقل، قابل اعتماد اور بامعنی ہونے کی ضرورت ہے تاکہ کاموں کو زیادہ موثر اور درست طریقے سے انجام دیا جاسکے، جیسے فصلوں کے کثیر جہتی تجزیے، خودکار آبپاشی، فصلوں کی ریموٹ نگرانی، پودوں کی بیماریوں کی پیشن گوئی، گھاس کی شناخت، پیداوار کی پیشن گوئی وغیرہ، جو فصل کی نشوونما کے مختلف مراحل میں کسانوں کی مدد کرتی ہے۔

1.10 مسئلہ کا تعارف

Internet of Things میں سیمنٹک انٹر آپریبلٹی سے مراد انٹرنیٹ آف تھنگز کے فریم ورک کی موثر تعیناتی ہے جس میں ایک دوسرے کے ساتھ بات چیت کرنے، بامعنی انداز میں ڈیٹا کا تبادلہ کرنے اور مشترکہ مقصد کو پورا کرنے کے لئے مل کر کام کرنے کی صلاحیت ہے۔ ایگر یکلچر آئی او ٹی سسٹمز میں سیمنٹک انٹر آپریبلٹی فراہم کرنے کے لئے، ایک مشترکہ نالڈج بیس کی ضرورت ہے جو ایگر یکلچر ڈومین سے متعلق تصورات، اصطلاحات، مثالوں اور آئی او ٹی ڈیوائسز میٹا ڈیٹا کی تعریفیں فراہم کرے۔ پورے ایگر یکلچر ڈومین میں ایک مشترکہ الفاظ فراہم کرنے والی سیمنٹک تشریحات IoT ڈیوائسز اور ایگر یکلچر ایپلی کیشنز کو بامعنی، مفید انداز میں معلومات کا اشتراک کرنے کے قابل بناتی ہیں۔ اس تحقیق کا بنیادی ہدف یہ ہے کہ سمارٹ ایگر یکلچر ایپلی کیشنز میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوائزیس میں سیمنٹک انٹر آپریبلٹی فراہم کرنے کے لئے ایک مؤثر سیمنٹک نالڈج بیس تیار کرنا ہے، جس میں فصلوں کے انتخاب، مؤثر سینسر ڈیٹا اکٹھا کرنے، تجزیہ کرنے، اور پیداوار کی پیشن گوئی کی خصوصیات ہیں جو کسانوں کو بہتر پیداوار حاصل کرنے میں مدد کرتی ہیں۔

1.11 مسئلہ کا تعارف

- ہٹر وجنس IoT ڈیوائزیس کے باہمی تعاون میں درپیش موجودہ مسائل اور چیلنجوں کا جائزہ لینا۔
- سمارٹ اگریکلچر میں استعمال ہونے والے IoT میں سیمنٹک انٹر آپریبلٹی فراہم کرنے کے لئے ایک فریم ورک کی تجویز کرنا۔
- ایگریکلچر IoT ڈیوائسز میں انٹر آپریبلٹی کو موثر بنانے کے لئے ایک سیمنٹک نالج بیس (آنٹولوجی) تیار کرنا۔
- مشین لرننگ کا استعمال کرتے ہوئے پیداوار کی اکئوریٹ پیشن گوئی کا ماڈل تیار کرنا اور ایک یوزر انٹرفیس (ویب سائٹ) بنانا جو یوزرس کو ترقی یافتہ فریم ورک، فصل کے انتخاب، فصل کی نگرانی، اور پیداوار کی پیشن گوئی تک رسائی فراہم کرتا ہے۔
- پیداوار کی پیشن گوئی ماڈل کی کارکردگی کی توثیق کرنا۔

1.12 تھیسس آؤٹ لائن

باب 1 تھیسس کا تعارف پیش کرتا ہے۔ زراعت اور Semantic Web میں اسمارٹ ایگریکلچر، مشین لرننگ اور IoT کے تصورات پر تفصیل سے بات کی گئی ہے۔ RDF اور زرعی آنٹولوجی کا تعارف پیش کیا گیا ہے۔ محرک، مسئلہ بیان اور مقاصد تحقیق کی وضاحت کی گئی ہے۔

باب 2 تحقیق کے دوران کیے گئے ادب کے جائزے پر بحث کرتا ہے۔ زراعت میں IoT کے شعبوں میں شائع ہونے والے حالیہ مضامین، زراعت میں IoT انٹر آپریبلٹی، ایگریکلچر آنٹولوجی اور فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی پر تفصیل سے بات کی گئی ہے۔

باب 3 زراعت کے میدان میں IoT سسٹم سیٹ اپ کے لیے استعمال ہونے والے ڈیوازیس پیش کرتا ہے۔ Arduino بورڈ اور اجزاء پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ Arduino کے ساتھ درجہ حرارت اور نمی کے سینسر، مٹی کی نمی کے سینسر اور pH سینسر کے انٹرفیسنگ پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ ThingSpeak Cloud Framework کی تفصیل بھی کی گئی ہے۔

باب 4 مجوزہ طریقہ کار کو تفصیل سے پیش کرتا ہے۔ مجوزہ فریم ورک بشمول فصلوں کا انتخاب، زراعت کی آنٹولوجی ڈیولپمنٹ، IoT پر مبنی فصل کی نگرانی، RDF ورکنگ اور فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کو تفصیل سے پیش کیا گیا ہے۔

باب 5 فصلوں کے انتخاب کے نفاذ اور نتائج کو پیش کرتا ہے، زراعت میں آئی او ٹی کے لیے آنٹولوجی، ڈیٹا پارسنگ اور آنٹولوجی اپ ڈیٹ اور پیداوار کی پیشن گوئی تفصیل سے بیان کی گئی ہے۔

باب 6 نتائج کی بحث اور توثیق پیش کرتا ہے۔ ڈیولپڈ ماڈل کے پرفارمینس کو جانچنے کے لئے مختلیف پرفارمینس میزرس کا استعمال کیا گیا ہے جیسے R^2, MSE, RMSE ، جو بتاتے ہیں کے ڈیولپ کیا گیا ماڈل ڈیٹا سے کتنا مطابقت رکھتا ہے۔ اور دوسرے ماڈلس سے ڈیولپڈ ماڈل کا موازنہ بھی اس باب میں پیش کیا گیا ہے۔

باب 7 اختتامیہ اور مستقبل کی گنجائش پیش کرتا ہے۔ جس میں یہ بتایا گیا ہے کس طرح ڈیولپ کی گئی ایگریکلچر آنٹولاجی ڈیٹا کو معنی تجویز دینے میں مدد کرتی ہے اور IoT کمیونیکیشنز کو آسان، بامعنی بناتی ہے۔ اور مستقبل میں ایگریکلچر ایپلیکیشنز کو نئی ٹکنالاجیس کی مدد سے کس طرح اور بہتر بنایا جاسکتا ہے، IoT, Semantic Web میں مستقبل میں اور تحقیق کی گنجایش کو پیش کیا گیا ہے۔

باب 2

ادب کا جائزہ

2.1 تعارف

زراعت ایک ضروری شعبہ ہے جس کو آبادی کی توسیع کے ساتھ صحت مند توازن منٹینا بلٹی رکھنے کی ضرورت ہے۔ آج کل زرعی شعبوں میں کام زیادہ تر ترقی یافتہ ٹیکنالوجیز جیسے بگ ڈیٹا، انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT)، بلاک چین، مشین لرننگ وغیرہ کے استعمال سے بہت سمارٹ ہو گیا ہے۔ IoT ٹیکنالوجی کی تیز رفتار ترقی کی وجہ سے، IoT ایپلی کیشنز کو زراعت کے شعبے میں بہت زیادہ امکانات ہے زراعت میں IoT کا استعمال کسانوں کو طویل مدتی فائدے پہنچا سکتا ہے، جیسے: ڈیٹا پر نظر رکھنا جو کسانوں کو فصل کی نشوونما کے حالات کو بہتر طور پر سمجھنے اور پیداوار کے معیار کو بہتر بنانے، کام کے لیے وقت اور محنت کی بچت، بہتر پیداوار حاصل کرنے کے لیے پیداوار کی پیشن گوئی کی سہولیات، اور منافع حاصل کرنے کے لیے مالی تفصیلات کو بھی منٹینا بلٹی رکھنا وغیرہ۔ ہم نے اپنے مطالعے کا آغاز مختلف تحقیقی کاموں کا جائزہ لے کر کیا ہے جو زراعت میں استعمال ہونے والے IoT سسٹمز کے تناظر میں کیے گئے ہیں۔

Olmstead et al [21] نے انڈیوزڈ انوویشن اور تھریشولڈ کے استعمال سے منسلک کچھ تصوراتی مشکلات کا تجزیہ کیا اور ان کی کھوج کی۔ یہ ماڈل ایسے نمونے ہیں جو اکثر ٹیکنالوجیز اور زرعی نظاموں کے پھیلاؤ کی وضاحت کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ ان ماڈلز کے بارے میں زیادہ علم، پوری دنیا کے لوگوں کا زیادہ عام تجربہ، اس بات کا اشارہ دیتا ہے کہ یورپ میں زراعت کی ترقی کے بارے میں کئی اہم سوالات کا جائزہ لینا ضروری ہو سکتا ہے۔

Wang et al. [22]درجہ حرارت، مٹی کی نمی اور نمی کی نگرانی کے لیے سینسر کا استعمال کیا۔ پھر جو انفرمیشن محسوس کی گئی تھیں وہ کسانوں کو تھرڈ پارٹیز جیسے میٹرولوجیکل سٹیشنز کے ذریعے آگاہ کر کے انہیں پہنچائی جاتی ہیں۔ پتہ چلنے والی انفرمیشن کسانوں کو آسانی سے انفرمیشن کو مربوط کرتی ہے اور مخصوص چیزوں کی ترسیل کے لیے واضح آپشن حاصل کرتی ہے، جس کے نتیجے میں ان کی تنخواہ اور قانونی معیار دونوں میں اضافہ ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ، مصنف McCown RL [23] دوسرے مصنفین کے ساتھ مل کر ایک ایسا ہی تصور فراہم کرتا ہے۔ ڈیٹا اکٹھا کرنے کے لیے کسان کی اندرونی ترتیب کا استعمال انفرمیشن کی تخلیق کے قابل بناتا ہے جو ایک مستند انٹلیکچول فریم ورک کو سیکھنے اور بنانے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

Allen and Wolfer [24]نے مختلف قسم کے پیٹنٹ شدہ حل پیش کیے جو کسانوں کو ان کے کھیتوں کی زیادہ کامیابی سے نگرانی کرنے میں مدد کر سکتے ہیں۔ Nikkila R et al. [25] نے مزید پیچیدہ فریم ورک دریافت کیے جو جغرافیائی علاقوں اور آب و ہوا کے حالات کی نگرانی کرتے ہیں۔

Ayday and Safak [26]نے IoT کی بنیاد پر درست زراعت کے لیے استعمال کے دو اہم شعبوں کی وضاحت کی۔ یہ ایپلیکیشنز انوائرنمینٹل حالات میں ہونے والی تبدیلیوں کے لحاظ سے سپلائی چین کے سامان کی نگرانی کے لیے انفرمیشن کے حصول اور تجزیہ کرنے کے لیے استعمال کیا گیا تھا۔ Internet of Things آٹومیٹک اس ڈیٹا کو تبدیل کر دے گا جو جمع کیے گئے آپریشنز کی ترتیب میں ہو گا جو ایکچیوٹرز کے ذریعے کیے جائیں گے۔ اس کے علاوہ، یہ عمل کی اصلاح، پیچیدہ خود مختار سیسٹمز کے انتظام اور وسائل کی کھپت میں مدد کرتا ہے۔ مختلف شعبوں میں IoT کی تیز رفتار ترقی کو دیکھ کر، گلوبل سسٹم فار موبائل کمیونیکیشنز

(GSMA) نے اندازہ لگایا ہے کہ انٹرنیٹ آف تھنگز سے منسلک آلات کی تعداد 2012 میں 9 بلین سے بڑھ کر 2025 میں 32 بلین ہو جائے گی۔

زرعی شعبے میں سینسر ٹیکنالوجی پیداوار سے متعلق مسائل کا حل اور نگرانی کا تجویز کردہ طریقہ فراہم کرتی ہے۔

Sahota et al. [27] نیٹورک لے یرس کے ذریعہ استعمال ہونے والی سینسر ٹیکنالوجی کی وضاحت فراہم کی۔ [28] Mampentzidou et al. نے اس اہم کام کا خاکہ پیش کیا جو سنسر ٹیکنالوجی زراعت میں ادا کرتی ہے اور اس کو بنانے والے ضروری اجزاء۔ایک سینسر جو Shining Li et al. نے تجویز کیا تھا۔زرعی سرگرمیوں کی نگرانی کے لیے پریسیشن ایگریکلچر مانیٹر سسٹم (PAMS) کو استعمال کیا جاتا ہے۔IFarm فریم ورک سسٹم کو سماجی و اقتصادی ویریبلس کی اہمیت کو بڑھا کر پیداواری صلاحیت کو بڑھانے کے لیے استعمال ہونے والے پانی کی مقدار کو کنٹرول کرنے کے طریقہ کار کے طور پر تجویز کیا گیا ہے۔ Anisi M.H. et al. [29] نے سینسر ٹیکنالوجی کو کارکردگی کے پیرامیٹرز کے مطابق درجہ بندی کی۔

اس باب میں، ہم زیادہ تر تحقیقی کام کا بغور مطالعہ کریں گے جو زراعت میں استعمال ہونے والے IoT سسٹمز، IoT انٹرآپریبلٹی ایشوز اور حل، موجودہ زرعی ontologies، اور پیداوار کی پیشین گوئی سے متعلق ہیں۔

Himanshu Sharma et al. [30] نے WSN نوڈ بیٹریوں کو چارج کرنے کے لیے امبینٹ سولار اینرجی ہارویسٹنگ کا استعمال کرتے ہوئے محدود توانائی کی دستیابی کے ڈیزائن چیلنج کا ایک نیا حل تجویز کیا۔ سولار اینرجی ہارویسٹنگ میں کئی رکاوٹیں ہیں، بشمول بجلی کا وقفہ، شمسی توانائی کی پیشن گوئی، تھرمل خدشات، سولر پینل کی تبدیلی کی کارکردگی، اور ماحولیاتی مسائل۔ یہ مطالعہ شمسی توانائی کے جمع کرنے کا استعمال کرتے ہوئے WSN نیٹ ورک کی لمبی عمر کو زیادہ سے زیادہ کرتا ہے۔

Hemathilake et al. [31] نے ٹیکنالوجیز کی وضاحت کی اور بتایا کہ کس طرح ان کا استعمال زرعی پیداواری صلاحیت کو بہتر بنانے کے لیے کیا جا سکتا ہے تاکہ دنیا کی آبادی کی بڑھتی ہوئی طلب کو پورا کرنے کے لیے پیدا ہونے والی فوڈ کی مقدار کو بڑھایا جا سکے۔

Achilles D. Boursianis et al. [32] نے زرعی ترتیبات میں IoT اور UAV ٹیکنالوجیز کے استعمال پر تازہ ترین مطالعات کا جائزہ لیا۔ مصنفین انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) ٹیکنالوجی کے پیچھے بنیادی نظریات پر بحث کرتے ہیں، جس میں انٹلجنٹ سینسرز، مختلف قسم کے IoT سینسرز، نیٹ ورکس اور پروٹوکولز شامل ہیں جو زراعت میں استعمال ہوتے ہیں، IoT ایپلی کیشنز اور سمارٹ فارمنگ کے حل بھی شامل ہیں۔ اس کے علاوہ، وہ اس رول پر تبادلہ خیال کرتے ہیں جو بغیر پائلٹ ہوائی گاڑی (UAV) ٹیکنالوجی سمارٹ زراعت میں ادا کرتی ہے جو UAVs ایپلیکیشنز کا تجزیہ مختلف سیناریوز کی ایک بڑی تعداد کی موجودگی میں کرتے ہوے کی جاتی ہے ان سیناریوز میں آبپاشی، فرٹیلائزیشن، کیڑے مار ادویات کا استعمال، جڑی بوٹیوں کا انتظام، پودوں کی نشوونما کی نگرانی، فصل کی بیماریوں کا انتظام، اور فیلڈ لیول فینوٹائپنگ شامل ہیں۔

Sana Rafi et al. [33] نے حالیہ تحقیقی کاموں کا جائزہ لیا، خاص طور پر وہ جو متعلقہ شعبوں میں پچھلے پانچ سالوں کے دوران کیے گئے ہیں، جس کا مقصد سب سے زیادہ موثر اور ہم آہنگ AI پریکٹسز کی نشاندہی کرنا ہے، جو فیلڈ میں کاشتکاروں کو پیداوار میں اضافہ اور معیار کو بہتر بنانے کی سطح میں مدد کر سکتے ہیں۔

Maria Kernecker et al. [34] نے مشورہ دیا کہ کسانوں کو مدنظر رکھنے کے ساتھ ساتھ فارم اور سسٹم کی سطح پر عناصر پر توجہ دینے سے EI کے نفاذ کے لیے رکاوٹوں اور مواقع کی نشاندہی کرنے میں مدد مل سکتی ہے۔ ایسا کرنے کے لیے،

مصنفین ادب کے بہت سے اداروں کا رخ کرتے ہیں جو ایک دوسرے کے ساتھ ملتے ہیں اور مختلف موضوعات کا احاطہ کرتے ہیں، بشمول EI پریکٹس کی تفصیلات، نظام کی سوچ، اور کسانوں کی قبولیت۔ ان فریم ورک میں سے ایک جو کسانوں کی جانب سے فارم مینجمنٹ کے نئے ٹولز کو قبول کرنے کی تحقیق میں استعمال کیا گیا ہے۔

2.2 زراعت میں IoT

Jirapond Muangprathub et al. [35]، تجویز کیا کہ ایک وائرلیس سینسر نیٹ ورک پر مبنی ایک سیسٹمز تیار کیا جائے تاکہ یہ یقینی بنایا جا سکے کہ زرعی فصلوں کو مناسب مقدار میں پانی ملے۔ اس کام کا مقصد ایک ایسے کنٹرول سسٹم کو ڈیزائن اور تیار کرنا تھا جو نوڈ سینسرز کا استعمال کرے گا اور اسمارٹ فون ایپ اور ویب ایپلیکیشن کا استعمال کرتے ہوئے ڈیٹا کا انتظام کرے گا جو فصل کے کھیتوں میں استعمال ہو گا۔ ہارڈ ویئر، ویب ایپلیکیشن، اور موبائل ایپلیکیشن تین حصے ہیں جو پورے سیسٹمز کو بناتے ہیں۔ ابتدائی جز کو فصلوں پر ڈیٹا اکٹھا کرنے کے لیے منسلک کنٹرول باکس ہارڈ ویئر کی شکل میں تصور کیا گیا اور عمل میں لایا گیا۔ فیلڈ کی نگرانی نمی کے سینسر کے استعمال کے ذریعے کی جاتی ہے جو کنٹرول باکس سے جڑے ہوتے ہیں۔ ایک ویب پر مبنی ایپلی کیشن جو فصلوں کے ڈیٹا اور فیلڈ کی انفرمیشن کی تفصیلات میں جوڑ توڑ کے مقصد سے ڈیزائن اور عمل میں لائی گئی تھی وہ دوسرا جزو ہے۔ اس جزو نے ڈیٹا کا تجزیہ کرنے کے لیے ڈیٹا مائننگ کا استعمال کیا تاکہ مستقبل میں فصلوں کی نشو و نما کے لیے مناسب درجہ حرارت، نمی اور مٹی کی نمی کی سطح کے بارے میں پیشین گوئیاں کی جا سکیں۔ اسمارٹ فون پر نصب موبائل ایپلیکیشن کے ذریعے، حتمی جزو بنیادی طور پر فصلوں کے پانی کو منظم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ پانی دینے کے مقصد کے لیے، خودکار کنٹرول مٹی کی نمی کے سینسر کے ذریعے فراہم کردہ ڈیٹا سے مشورہ کرتا ہے۔ فنکشنل کنٹرول موڈ میں، صارف کے پاس پانی کی مقدار کو دستی طور پر کنٹرول کرنے کا

اختیار ہوتا ہے جو فصلوں پر لگائی جاتی ہے۔ LINE ایپلیکیشن LINE کے ایپلیکیشن پروگرامنگ انٹرفیس کی مدد سے سسٹم سے اطلاعات وصول کر سکتی ہے۔

Muhammad Shoaib Farooq et al. [36]، زرعی شعبے میں انٹرنیٹ آف تھنگز سے وابستہ تکنیکی پہلوؤں کی ایک وسیع رینج کا احاطہ کرتا ہے۔ انٹرنیٹ آف تھنگز پر مبنی سمارٹ فارمنگ کے اہم ترین پہلوؤں کو یہاں توڑا گیا ہے۔ IoT پر مبنی زراعت میں استعمال ہونے والی نیٹ ورک ٹیکنالوجیز پر تفصیلی اور ڈیپ ڈائی سے گفتگو فراہم کی گئی ہے۔ اس بحث میں نیٹ ورک کے آرکیٹیکچر اور تہوں کے ساتھ ساتھ نیٹ ورک ٹوپولاجیز اور پروٹوکول شامل ہیں جو استعمال کیے جاتے ہیں۔ اس کے علاوہ، انٹرنیٹ آف تھنگز اور دیگر کلیدی ٹیکنالوجیز جیسے کہ کلاؤڈ کمپیوٹنگ، big data اسٹوریج، اور تجزیات پر مبنی زرعی سیسٹمز کے درمیان تعلق بھی تجویز کیا گیا ہے۔ اس کے علاوہ، انٹرنیٹ آف تھنگز کے زرعی تحفظ پر اثرات کے بارے میں خدشات بھی سامنے آئے ہیں۔ اس کے علاوہ، فارم مینجمنٹ کے مختلف شعبوں کے لیے بنائے گئے پروگراموں کا ایک مجموعہ بھی دکھایا گیا ہے جو سمارٹ فون یا سینسر پر چلائے جاتے ہیں۔ آخر میں، IoT پر مبنی زراعت کو معیاری بنانے کے لیے متعدد ممالک نے جو قانون سازی اور پالیسیاں وضع کی ہیں، ان پر ماضی کی کامیابیوں کی چند مثالوں کے ساتھ بحث کی گئی ہے۔

He Jiang et al. [37]، نے ایک ایسا طریقہ تجویز کیا جو سیب کے پھل میں انفیکشن کا پتہ لگا سکے اور بروقت انوائرنمینٹل عوامل کی وجہ سے ہونے والے مزید انفیکشن کو روک سکے۔ ایپل کی تصاویر کو ڈیپ لرننگ کے استعمال سے درجہ بندی کیا جاتا ہے، ایک ایسی تکنیک جس نے امیج پروسیسنگ اور درجہ بندی میں اپنی افادیت کو ظاہر کیا ہے۔ تجزیے اور تجزیے ایک گہرے عصبی نیٹ ورک پر کیے جاتے ہیں جس میں مختلف قسم کے کنولوشن لیئرز اور مختلف نیورونل پاپولیشن شامل ہوتی ہے۔

Kamlesh Lakhwani et al. [38]، سینسرز سے ڈیٹا کو بلاک چین میں ذخیرہ کرنے اور ایک سمارٹ کنٹریکٹ تیار کرنے کے لیے پیش کیا گیا جسے ایتھریم بلاکچین پر تعینات کیا جاسکتا ہے جو زمین اور فصلوں کی خرید و فروخت کو آسان بنائے گا۔

Sunil Luthra et al. [39]، ایسی ٹیکنالوجیز متعارف کروائیں جو انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) پر مبنی ہیں اور ہنفرینڈلیان جیسے ترقی پذیر ملک میں زرعی سپلائی چین کے تناظر میں اس کے قابل اطلاق ہونے پر تبادلہ خیال کرتی ہیں۔ ایگریکلچر سپلائی چین مینجمنٹ (ASCM) کے تناظر میں، کل چھ IoT پر مبنی ٹیکنالوجیز کی نشاندہی کی گئی ہے۔ ہنفرینڈلیان کی زرعی اور فوڈ پروسیسنگ صنعتوں میں IoT کا استعمال کھانے کے فضلے کو نمایاں طور پر کم کرکے اور پائیدار اور موثر دونوں طرح سے آخری صارفین کی ضروریات کو بہتر طریقے سے پورا کرکے ملک کی زرعی سپلائی چین کی ترقی کو فروغ دینے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ ہنفرینڈلیان جیسے ترقی پذیر ملک میں ایک صنعتی ماحول میں، ایک ٹیکنالوجی جو IoT پر مبنی ہے ASCM کے مختلف پہلوؤں میں ضم ہونے کی کافی صلاحیت رکھتی ہے۔

Mohamed Abdel-Basset et al. [40]، WSN کے ایریا کوریج فیصد کو زیادہ سے زیادہ کرنے کے مقصد کے لیے، ایک بہتر میٹا ہیورسٹک الگورتھم جسے multi-verse optimizer with overlapping detection phase (DMVO) کے نام سے جانا جاتا ہے۔ اصل MVO، پارٹیکل سوارم آپٹیمائزیشن، اور پھولوں کی پولنیشن کا طریقہ کچھ دوسرے الگورتھم ہیں جن کا جائزہ مجوزہ الگورتھم کے ساتھ اور مختلف ڈیٹا سیٹس پر اس کی کارکردگی کے مقابلے اور مختلف معیارات کے مطابق کیا جاتا ہے۔

[41] Muhammad Shoaib Farooq et al.، ایک systematic literature review (SLR) پیش کرنے کے لیے زرعی شعبے کے مختلف ایپلیکیشن ڈومینز میں انٹرنیٹ آف تھنگز ٹیکنالوجیز اور ان کے موجودہ استعمال کا سروے کیا۔ 2006 اور 2019 کے درمیان معروف مقامات پر شائع ہونے والے تحقیقی مضامین کا جائزہ لینے کے لیے بنیادی SLR کو مرتب کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے، جو اس وقت SLR کا حساب لگانے کے لیے استعمال ہوتا تھا۔ مجموعی طور پر 67 پیپرز کو ایک منظم عمل کے ذریعے جان بوجھ کر منتخب کیا گیا تھا، اور بعد میں ان کو مناسب طریقے سے درجہ بندی کیا گیا تھا۔ انٹرنیٹ آف تھنگز زرعی ایپلی کیشنز، سینسرز/آلات، کمیونیکیشن پروٹوکول، اور نیٹ ورک کی اقسام پر تمام متعلقہ تحقیق کا مجموعہ اس منظم مطالعہ کا بنیادی مقصد ہے جس کا مقصد ان موضوعات کی ڈیپ ائی میں تحقیق کرنا ہے۔ اس کے علاوہ، یہ سب سے اہم مسائل اور رکاوٹوں پر بحث پیش کرتا ہے جن پر فی الحال زراعت کے شعبے میں تحقیق ہو رہی ہے۔ اس کے علاوہ، زراعت میں Internet of Things کے لیے ایک فریم ورک پیش کیا گیا ہے، جو کہ اس وقت زراعت کے شعبے میں استعمال کیے جانے والے مختلف حلوں کی وسیع اقسام کی پیش کش کو سیاق و سباق کے مطابق بناتا ہے۔ اسی طرح، زراعت کے حوالے سے ملکی پالیسیاں بھی پیش کی گئی ہیں جو IoT پر مبنی ہیں۔

[42] Wan-Soo Kim et al.، پہلے جمع کی گئی انفرمیشن کی بنیاد پر، زراعت میں انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) ایپلی کیشن کی درجہ بندی اور تجزیہ کیا گیا، اور مختلف سینسر اور کمیونیکیشن ٹیکنالوجیز کا موازنہ کیا گیا۔ تجزیہ کے نتائج کی بنیاد پر، زرعی ترتیبات میں IoT کی طرف سے پیش کردہ مواقع اور پابندیوں کے حوالے سے باتیں رکھی گئی۔

Godlove Suila Kuaban et al. [43]، ترقی پذیر ممالک میں زراعت میں IoT کے امپلمنٹیشن سے منسلک مشکلات کا تجزیہ کیا۔ مصنفین IoT سے چلنے والی زراعت کے لیے لاگت سے موثر، توانائی کی بچت، محفوظ، قابل بھروسہ، اور متضاد (IoT پروٹوکول سے آزاد) تھری لیئر ڈیزائن تجویز کرتے ہیں۔ اس کے علاوہ، ان کا خیال ہے کہ یہ آرکیٹیکچر IoT پروٹوکول سے آزاد ہونا چاہیے۔ انٹرنیٹ آف تھنگز ڈیوائسز اور فارم سسٹمز جو IoT سے چلتے ہیں اس ڈھانچے کی ابتدائی تہہ بناتے ہیں۔ ان میں سمارٹ پولٹری، سمارٹ ایریگیشن، چوری کا پتہ لگانے، کیڑوں کا پتہ لگانے، فصلوں کی نگرانی، اور فوڈ سپلائی چین کے سیسٹمز شامل ہیں۔ کم پاور والا LoRaWAN نیٹ ورک ہے جو انٹرنیٹ آف تھنگز ڈیوائسز کو گیٹ ویز کے ساتھ جوڑتا ہے۔ دوسری لیئر گیٹ ویز کے ساتھ ساتھ مقامی پروسیسنگ سرورز پر مشتمل ہے جو گیٹ ویز کے ساتھ مل کر واقع ہیں۔ کلاؤڈ لیئر تیسری لیئر ہے، اور یہ اوپن سورس FIWARE پلیٹ فارم کا استعمال پبلیک API وضاحتوں کا ایک مجموعہ دینے کے لیے کرتی ہے جو بغیر کسی لاگت کے استعمال کی جاسکتی ہے اور یہ اوپن سورس ریفرنس کے امپلمنٹیشن کے ساتھ بھی آتی ہے۔

E. Suganya et al. [44]، صحت مند اور ماحول فرینڈلی دونوں طرح سے فوڈ اگانے کی سب سے جدید تکنیک کو "سمارٹ فارمنگ" کہا جاتا ہے اور یہ انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) ٹیکنالوجی کے فیلڈ میں حالیہ ایجادات کا استعمال کرتی ہے۔ زرعی ترتیبات میں عصری انفرمیشن اور مواصلاتی ٹیکنالوجی کا استعمال اس حکمت عملی کا محور ہے، جس کا مقصد نہ صرف فضلہ کو کم کرنا ہے بلکہ زرعی پیداوار کو اس کی زیادہ سے زیادہ ممکنہ سطح تک لانا بھی ہے۔ زراعت کو اکثر معیشت کے شعبے کے طور پر سمجھا جاتا ہے جو پورے سیارے کو ایک ساتھ رکھتا ہے۔ حتمی پیداوار کی مقدار اور معیار دونوں بہت اہم عوامل ہیں جن پر غور کرنا ہے۔ منصوبہ بند انٹرنیٹ آف تھنگز ٹیکنالوجی پودوں میں بیماری کی زیادہ درست تشخیص کے قابل بناتی ہے، خاص طور پر متاثرہ علاقے پر زور دیتے ہوئے مزید برآں، یہ غلط نتائج اخذ کرنے کے امکانات کو کم کرتا ہے، جس کے نتیجے میں کھیتوں میں اگائے جانے والے پودوں کی

صحت کو یقینی بنانے کے لیے نامناسب اقدامات کرنے کا امکان کم ہو جاتا ہے۔ تجویز کردہ طریقہ میں کیڑوں سے پودوں کو پہنچنے والے نقصان کی حد تک اندازہ لگانے کی صلاحیت بھی ہو گی، جو پودوں کی پیداوار کو بہتر بنانے کے لیے مناسب اقدامات کرنے کی اجازت دے گی۔ پیٹرن کی شناخت اور ڈیجیٹل امیج پروسیسنگ جیسی تکنیکوں کو پودوں سے جمع کی گئی ڈیجیٹل تصاویر پر کارروائی اور تجزیہ کرنے کے لیے استعمال کیا جائے گا۔ان تصاویر کو مجوزہ تصویری تجزیہ کے طریقوں کا استعمال کرتے ہوئے تقسیم کیا جائے گا تاکہ بیماریوں اور متاثرہ سطح کی نشاندہی کی جا سکے۔Internet of Things کے استعمال سے پودوں کی بیماری سے بچنے اور پودے کے اندر غذائی اجزاء کی مقدار بڑھانے میں مدد ملے گی۔

Raquel Gómez-Chabla et al. [45]،انٹرنیٹ آف تھنگز(IoT) پر مبنی زرعی آلات اور ایپلی کیشنز پر شائع شدہ تحقیق کا ایک جامع تجزیہ فراہم کیا۔اس مضمون کا مقصد زراعت میں انٹرنیٹ آف تھنگز(IoT) ایپلی کیشنز کا ایک جائزہ فراہم کرنا ہے جیسے کہ زراعت کے لیے IoT پر مبنی سافٹ ویئر ایپلی کیشنز جو اس وقت مارکیٹ میں ہیں، IoT پر مبنی آلات جو زراعت میں استعمال ہوتے ہیں، اور فوائد جو اس قسم کی ٹیکنالوجیز کے ذریعے فراہم کیے جاتے ہیں۔

Neeraj Gupta et al. [46]،نے تکنیکی حل کی چھان بین کی جو کہ فیلڈ میں پیداواری صلاحیت کو بڑھانے اور مشین کی لاگت کو کم کرنے کے لیے سب سے مؤثر صحت کی نگرانی اور تشخیصی (HM&D) نقطہ نظر فراہم کرے گا۔ مصنفین(HM&D) ٹیکنالوجی کو ایک مہنگے سینسر سے معاشی طور پر قابل عمل مائیکروفون پر مبنی میکانزم میں تبدیل کرنے کے لیے اس ڈیٹا کو استعمال کرتے ہوئے پیش کرتے ہیں جو کئی Internet of Things سینسر کے ذریعے حاصل کیا گیا تھا۔ جو طریقہ اختیار کیا گیا اس میں انٹرنیٹ پر بھیجے جانے والے بوجھل ڈیٹا کی مقدار کو کم کرنے اور AgVs کی دستیابی کی شرح کو بڑھانے

کی صلاحیت ہے۔انہوں نے ہائیڈرولک فلٹر اور پمپ پر تحقیق اور تجربات کیے، جو دونوں AgV کے ریڑھ کی ہڈی کے ہائیڈرولک سیسٹمز کے اہم اجزاء ہیں۔پیائش کے سیسٹمز کا تجزیہ اس ڈیٹا کی درستگی کا اندازہ لگانے کے لیے کیا جاتا ہے جو زیر غور اجزاء کے قریب سے جمع کیا گیا تھا۔ حاصل کردہ ڈیٹا کے درمیان ارتباط کا تصور اہم انفرمیشن کو نکالتا ہے جو حقائق کو اپنی طرف متوجہ کرنے کے لئے استعمال کیا جا سکتا ہے جو مستقبل کے HM&D تکنیکی تبدیلی کو فعال کرے گا. فل حال دستیاب HM&D ٹیکنالوجی کے قابل عمل متبادل کے طور پر آڈیو کا استعمال ہائیڈرولک اجزاء میں پیدا ہونے والے نقائص کے لیے قیمتی سینسرز اور مائیکروفونز سے حاصل کیے گئے سگنلز کے درمیان تعلق کے ذریعے دکھایا گیا تھا۔

[47] Miguel A. Guillén et al.، دیہی ماحول میں AI اور IoT کے درمیان موجود خلا کو پُر کرنے کے ایک ذریعہ کے طور پر ایج کمپیوٹنگ کے استعمال کی چھان بین کی۔ مصنفین موجودہ Nvidia Jetson AGX Xavier کا استعمال کرتے ہوئے ٹھنڈ کی پیش گوئی کرنے کے لیے deep learning پر مبنی صحت سے متعلق زراعت کی ایپلی کیشن کی تربیت اور تخمینہ کے مراحل پر کارکردگی اور بجلی کی کھپت کا تجزیہ کرتے ہیں۔ تجرباتی نتائج سے پتہ چلتا ہے کہ کلاؤڈ پر مبنی طریقوں کو کارکردگی کے لحاظ سے ابھی بہت طویل سفر طے کرنا ہے۔تاہم، GPUs کو ایج ڈیوائسز میں شامل کرنا ان حالات کے لیے نئی صلاحیت پیش کرتا ہے جن میں کنکشن ایک رکاوٹ بنی ہوئی ہے۔

[48] Meghna Raj et al.، اس بات کا ایک جامع جائزہ فراہم کیا کہ کس طرح متعدد ٹیکنالوجیز جیسے کہ انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT)، بغیر پائلٹ کی فضائی گاڑیاں (UAVs)، انٹرنیٹ آف انڈر واٹر تھنگز (IoUT)، big data کے تجزیات، deep learning کی تکنیک، اور machine learning کے طریقے۔ فارم سے متعلق مختلف کاموں کو منظم کرنے

کے لیے استعمال کیا جائے گا۔ان طریقوں کا ڈیپ ڈی سے تجزیہ کیا گیا ہے جن میں زراعت 4.0 میں ان میں سے ہر ایک ٹیکنالوجی کو استعمال کیا جارہا ہے۔ مصنفین اہم ٹیکنالوجیز کے ساتھ ساتھ ان کے استعمال کے معاملات، موجودہ کیس اسٹڈیز، اور تحقیقی کاموں کا جائزہ فراہم کرتے ہیں جو اس بات پر روشنی ڈالتے ہیں کہ ان ٹیکنالوجیز کو زراعت 4.0 میں کیسے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ان کے مطالعہ میں اہم تحقیقی خلاء جو کہ زراعت 4.0 کے مکمل طور پر ان ٹیکنالوجیز کو استعمال کرنے سے پہلے پُر کرنے کی ضرورت ہے۔

Yu Tang et al. [49]، یہاں زراعت میں 5G ٹیکنالوجی کے استعمال کا ایک جامع جائزہ پیش کیا گیا ہے، اس کے ساتھ ساتھ سمارٹ اور درست فارمنگ کی ضرورت اور کردار، 5G کے فوائد، 5G کے اطلاقات جیسے کہ حقیقی کاشتکاری میں وقت کی نگرانی، ورچوئل مشاورت اور پیشن گوئی کی دیکھ بھال، ڈیٹا اینالیٹکس اور کلاؤڈ ریپوزٹریز، اور ٹیکنالوجی کے مستقبل کے امکانات بھی پیش کئے گئے ہیں۔

Nebojša Gavrilović et al. [50]، کئی قسم کے سافٹ ویئر آرکیٹیکچر کا ایک جائزہ فراہم کیا جو اب انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) سسٹمز میں سمارٹ شہروں، صحت کی دیکھ بھال اور زراعت کے شعبوں میں استعمال کے لیے قابل رسائی ہیں۔ یہ مطالعہ حل کے لیے ایک تجویز پیش کرتا ہے، سافٹ ویئر آرکیٹیکچر کی مختلف شکلوں میں اضافہ اور ان مخصوص سافٹ ویئر آرکیٹیکچر کے ٹکڑوں کے درمیان تعاملات، جس کے نتیجے میں کارکردگی اور سادگی میں بہتری آئے گی۔ مختلف قسم کے Internet of Things سافٹ ویئر آرکیٹیکچرز، جیسے لے یرڈ، خدمت پر مبنی، اور کلاؤڈ بیسڈ سافٹ ویئر آرکیٹیکچر پر چرچہ کی گئی ہے۔ تحقیق نے تجزیہ کے نتائج (سمارٹ سٹی، ہیلتھ کیئر، اور ایگریکلچر) کی بنیاد پر اس قسم کے سافٹ ویئر آرکیٹیکچر کی رہنمائی کی ہے جسے Internet of Things سسٹم کے لیے استعمال کیا جانا چاہیے۔

Godwin Idoje et al. [51]، زرعی ترتیبات میں استعمال ہونے والی سمارٹ ٹیکنالوجیز کا ایک جامع تجزیہ پیش کیا اور سمارٹ زراعت کے لیے اب دستیاب جدید ترین ٹیکنالوجیز، جیسے انٹرنیٹ آف تھنگز، کلاؤڈ کمپیوٹنگ، مشین لرننگ، اور آرٹیفشل انٹیلجنس کی وضاحت کرتا ہے۔ اس میں بتایا گیا ہے کہ کس طرح "سمارٹ فارمنگ" کا استعمال فصلوں، جانوروں کی پیداوار اور کٹائی کے بعد ان کی مدت کا پتہ لگانے کے لیے کیا جا سکتا ہے۔ زرعی طریقوں پر موسمیاتی تبدیلی کے اثرات بحث کا ایک اور موضوع ہیں۔ مصنفین کی تحقیق ان دشواریوں کا اعادہ کرتے ہوئے نالڈج کے باڈی میں حصہ ڈالتی ہے جو انٹلجینٹ ٹیکنالوجی زراعت کو لاحق ہوتی ہیں اور ان مسائل کا خاکہ پیش کرتی ہیں جنہیں سمارٹ زراعت کے موجودہ فریم ورک کے تناظر میں تسلیم کیا گیا ہے۔ مصنفین نے موجودہ مطالعہ میں کئی ایسی باتوں کو نمایاں کیا ہے جو سمارٹ فارمنگ میں IoT کے استعمال کو متاثر کر رہے ہیں۔ وہ مستقبل کی تحقیق کو مشورہ دیتے ہیں کہ فوڈ کی موجودہ پیداوار کو بین الاقوامی سطح پر بڑھایا جائے تاکہ پوری دنیا میں فوڈ کے بہتر انتظام اور پائیداری کے اقدامات کیے جا سکیں۔

Konstantina Spanaki et al. [52]، ڈیٹا شیئرنگ ایگریمنٹس (DSAs) کا خیال پیش کیا، ایک ضروری قدم اور AI ایپلی کیشنز کے لیے ایک ماڈل کے طور پر جس میں متنوع کھلاڑیوں کے درمیان ڈیٹا کا انتظام شامل ہے۔ مصنفین جو حل فراہم کرتے ہیں وہ ڈیزائن سائنس کے تصورات کو بروئے کار لاتا ہے اور آرٹیفشل انٹیلجنس کے نقطہ نظر کی بنیاد پر کردار پر مبنی رسائی کنٹرول بناتا ہے۔ جب وہ بتدریج ایگریکلچر 4.0 میں ڈیٹا شیئرنگ سے منسلک دشواریوں کی چھان بین کرتے ہیں، تو ایپلیکیشن کو ایک سمارٹ فارم کے منظر نامے کے ذریعے دکھایا جائے گا۔ رسائی کو مؤثر طریقے سے منظم کرنے کے لیے ڈیٹا کی انتظامیہ اور تقسیم کو اچھی طرح سے قائم شدہ سیاق و سباق کے ضوابط پر عمل کرنا چاہیے۔ عام طور پر صنعت 4.0 اور خاص طور پر زراعت 4.0

کے تناظر میں، طریقہ کار رول پر مبنی ڈیٹا مینجمنٹ، خاص طور پر ڈیٹا شیئرنگ کے معاہدوں پر قانون سازی کے انتخاب کے لیے ان پٹ فراہم کر سکتا ہے۔

Nermeen Gamal Rezk et al. [53]، انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) پر مبنی سمارٹ فارمنگ سسٹم کے ساتھ ساتھ WPART کے نام سے ایک موثر پیشین گوئی کا طریقہ تجویز کیا جو کہ مشین لرننگ تکنیک پر مبنی ہے تاکہ فصل کی پیداواری صلاحیت اور خشک سالی کا اندازہ لگایا جا سکے تاکہ انٹرنیٹ آف تھنگز میں ماہرانہ فیصلے کی مدد فراہم کی جا سکے۔ (IoT) پر مبنی سمارٹ فارمنگ سسٹم۔ فصلوں کی پیداوار اور خشک سالی کی پیشین گوئیاں کسانوں اور زرعی صنعت کے ایگزیکٹوز کے لیے انتہائی اہم ہیں، جو کہ پوری دنیا کے ممالک کے لیے ان لوگوں کے لیے زبردست مدد کی حامل ہے جو زراعت سے متاثر ہیں۔ خشک سالی کی پیشین گوئی پر تحقیق کا مقصد خشک سالی کے باڈی انی طریقہ کار کی سمجھ کو بڑھانا اور پیشین گوئی کے ذرائع سے بھرپور فائدہ اٹھا کر پیشین گوئی کی مہارت کو بہتر بنانا ہے۔ خشک سالی کی پیشن گوئی خشک سالی کی ابتدائی وارننگ میں ایک اہم کردار ادا کرتی ہے، جو فصل کی پیداواری صلاحیت پر خشک سالی کے اثرات کو کم کرنے میں مدد کرتی ہے۔ زرعی پیداوار اور خشک سالی کی پیشن گوئی کے مقصد کے لیے، ایک انٹلجینٹ حکمت عملی جو کہ ریپر فیچر سلیکشن اپروچ اور PART درجہ بندی کے طریقہ کار کے امتزاج پر مبنی ہے اس مطالعہ میں تیار کیا گیا ہے۔ پانچ مختلف ڈیٹا سیٹس ہیں جو ان کی مجوزہ تکنیک کے تخمینے کے عمل میں استعمال ہوتے ہیں۔ نتائج کی روشنی میں، اس بات کا تعین کیا گیا کہ ان کا مجوزہ نقطہ نظر پہلے سے استعمال میں آنے والے طریقوں کے مقابلے میں اس کی درجہ بندی اور زرعی پیداوار اور خشک سالی کی پیشین گوئی میں مضبوط، درست اور عین مطابق ہے۔

Abhishek Khanna et al. [54]، گزشتہ چند سالوں کے دوران متعدد مختلف محققین اور ماہرین تعلیم کے تعاون کا جائزہ لیا۔ مزید برآں، زرعی سرگرمیوں کو انجام دینے کے دوران جن چیلنجز کا سامنا کرنا پڑتا ہے، ان کو مستقبل کی ممکنہ تحقیقی سمتوں کے ساتھ سامنے لایا گیا ہے۔

2.3 زراعت میں IoT انٹر آپریبلٹی

Juan Antonio López-Morales et al. [55]، انہوں نے ایک ڈیٹا ماڈل ڈیزائن کیا ہے جس کا مقصد آبپاشی کمیونٹیز میں زرعی پلاٹوں کے انتظام کو بڑھانا اور فصلوں کی ضروریات کی بیک وقت نگرانی کرنا ہے۔ ان کی تحقیق کا بنیادی مقصد ایک کھلا اور انٹر آپریبل پلیٹ فارم تیار کرنا تھا جو معیاری انٹرفیس اور پروٹوکولز پر مبنی تھا، جو کہ تبادلے کے مقصد کے لیے دوسرے فریق ثالث کے حل کے ساتھ پلیٹ فارم کی انٹر آپریبلٹی کو یقینی بنا کر انفرمیشن کے مختلف ذرائع کے انضمام کی اجازت دے گا۔ اس طرح کی انفرمیشن کا استعمال کرتے ہوئے. پلیٹ فارم کی فاؤنڈیشن کی بدولت تمام انفرمیشن کو ایک واحد ڈیٹا ماڈل میں اکٹھا کیا گیا ہے، جو معیاری اور کھلے انٹرفیس اور پروٹوکول پر مشتمل ہے۔

Kushankur Dey et al. [56]، مصنفین نے ڈیٹا اکٹھا کرنے اور بلاک چین ٹیکنالوجی میں انٹرنیٹ آف تھنگ ڈیوائسز کے استعمال کو ڈیٹا کی توثیق، ڈیٹا کو ذخیرہ کرنے، ڈیٹا کی منتقلی کی حفاظت، اور زراعت کے شعبے میں ڈیٹا کی منتقلی کے لیے دکھایا ہے۔ انہوں نے E-Agriculture انفارمیشن سسٹم کو وکندریقرت، موثر، فالٹ ریزیلینٹ، اور انٹر آپریبل بنانے کے لیے RAFT consensus الگورتھم کا استعمال کیا ہے۔

Ioana Marcu et al. [57]، سمارٹ شہروں کے لیے IoT/SoS کے مخصوص آرکیٹیکچرس اور سمارٹ شہروں کے ارد گرد قائم سمارٹ ایگریکلچر میں ایروہیڈ فریم ورک کا مطالعہ پیش کیا۔ ان کے سروے کا مقصد اس قابل ذکر اثر کی وضاحت کرنا ہے کہ یروہیڈ فریم ورک نے دنیا بھر کی کارکردگیوں پر کیا تھا۔

P. Salma Khatoon et al. [58]، انٹرنیٹ سے منسلک زراعت سے متعلق آلات کے لیے انٹر آپریبلٹی کے اصولوں پر مبنی ایک فریم ورک بنانے کے خیال پر توجہ مرکوز کی۔ جو فریم ورک تجویز کیا گیا ہے وہ مختلف قسم کے آلات کے درمیان انٹر آپریبلٹی کو قابل بناتا ہے۔ فارموں میں نصب مختلف سینسرز سے حاصل ہونے والی انفرمیشن کو لفظی طور پر بیان کیا جاتا ہے اور پھر اسے اس فارمیٹ میں پیش کیا جاتا ہے جو صارف کے لیے موزوں ہو۔ ڈیٹا تشریح کے مقصد کے لیے، ایک لایٹ ویٹ semantic annotation ماڈل استعمال کیا جاتا ہے۔ وسائل کی تفصیل کا فریم ورک، جسے RDF بھی کہا جاتا ہے، وہی ہے جو ڈیٹا کو ان کی semantic فعالیت دینے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

Sahin Aydin et al. [59]، سائٹ کے مخصوص پیرامیٹرز کو سینسر کی پیمائش کی قدروں سے جوڑنے کے عمل میں فصل سے متعلق خصوصیت کے ontology کے اطلاق پر تبادلہ خیال کیا۔ انہوں نے ڈیٹا انضمام کی حکمت عملی تجویز کی ہے جو سیمنٹک اور سنٹیکٹک انٹر آپریبلٹی کو فروغ دیتی ہے۔ تجویز کردہ طریقہ کار کی عملداری کا جواز ایک اوپن ڈیٹا پلیٹ فارم کی تخلیق اور اس پلیٹ فارم کی قابل عملیت کی تحقیقات سے ثابت ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ، ان کا مطالعہ یہ ظاہر کرتا ہے کہ کس طرح ویب سروسز اور ایپلیکیشن پروگرامنگ انٹرفیس (APIs) کا استعمال کرتے ہوئے زراعت کے ڈومین میں سینسر ڈیٹا کی آرٹیفشل انٹر آپریبلٹی کو لاگو کیا جائے۔

Maximilian Treiber et al. [60]،انٹر فیس اور مڈل ویئر کے کام کے بارے میں ایک وضاحت فراہم کی گئی ہے، اور ان طریقوں پر بھی تبادلہ خیال کیا گیا ہے جن میں یہ اجزاء ڈیٹا کے بہاؤ، کنیکٹیویٹی، مطابقت، اور کسانوں کے ذریعے استعمال کی جانے والی ڈیجیٹل پروڈکٹس کی انٹر آپریبلٹی کو بڑھانے میں معاون ثابت ہو سکتے ہیں۔

Gunasekaran Manogaran et al. [61]،انفارمیشن شیڈولنگ اور آپٹیمائزیشن فریم ورک پیش کیا، جسے اکثر ISOF کہا جاتا ہے، جس کا مقصد انڈسٹری 4.0 آرکیٹیکچر کے مواصلات اور انفرمیشن ی لیئر کے عمل کی کارکردگی کو بہتر بنانا ہے۔ مصنفین کی طرف سے تجویز کردہ فریم ورک زراعت سے متعلق انفرمیشن کے بہترین سیسٹمز الاوقات اور درجہ بندی کی اجازت دیتا ہے، جس کے نتیجے میں عمل کی تاخیر اور جمود کو کم کرنے میں مدد ملتی ہے۔ پیداوار کے اختتام پر تاخیر اور جمود کو سمارٹ فارم کی کنٹرول لچک کا اندازہ لگانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ درجہ بندی کا مرحلہ بیک لاگز کو کم کرنے اور آف لوڈنگ کے عمل کو تیز کرنے کے لیے پروسیسنگ اور تکمیل کے لیے درکار وقت کے مطابق انفرمیشن کو الگ الگ زمروں میں الگ کرتا ہے۔

Vippon Preet Kour et al. [62]، زرعی صنعت میں استعمال ہونے والی جدید ترین انٹرنیٹ آف تھنگز ٹیکنالوجیز میں حصہ ڈالنے والے ہارڈ ویئر اور سافٹ ویئر سسٹمز پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ مصنفین پبلک اور پرائیویٹ سیکٹر کے اقدامات اور اسٹارٹ اپ کمپنیوں کے بارے میں بھی بات کرتے ہیں جو پوری دنیا میں شروع کی گئی ہیں تاکہ درست زراعت کے شعبے میں انٹلیجنٹ اور ماحول فرینڈلی حل فراہم کی جاسکیں۔ صحت سے متعلق زراعت میں موجودہ حالات، تحقیقی صلاحیت، رکاوٹیں، اور مستقبل کے امکانات کا مختصراً جائزہ لیا گیا ہے۔ صحت سے متعلق کاشتکاری کے لیے ایک فریم ورک بھی پیش کیا گیا ہے، جو Internet Of Things(IoT) کے تصورات کی بنیاد پر ہے۔

Olakunle Elijah et al. [63]، Internet of Things کی ماحولیات اور Internet of Things اور DA کے امتزاج کا مظاہرہ کیا گیا ہے جو سمارٹ زراعت کو ممکن بناتا ہے۔ اس کے علاوہ، مصنفین مستقبل کے رجحانات اور مواقع جیسے تکنیکی ترقی، ایپلیکیشن کے سناریئو، کاروبار، اور مارکیٹ ایبلٹی کی پیشین گوئیاں پیش کرتے ہیں۔

Vaibhav S.Narwane et al. [64]، ان کلیدی عناصر کا تجزیہ کیا جو ایگریکلچرل اینڈ فوڈ سپلائی چین (AFSC) میں انٹرنیٹ آف تھنگز ٹیکنالوجی کو اپنانے کے انتخاب میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ مصنفین نے اس بات کا تعین کیا کہ ادب کا ایک وسیع جائزہ لے کر اور صنعت کے پیشہ ور افراد کی رائے طلب کر کے 24 اہم معیارات ہیں۔ دریافت ہونے والے عناصر کی فہرست کو پھر درج ذیل زمروں میں تقسیم کیا گیا: تکنیکی، سماجی، اقتصادی اور تنظیمی۔ ان عناصر اور ان کے اثرات کے درمیان تعلق کی نوعیت کو قائم کرنے کے لیے، DEMATEL طریقہ استعمال کیا گیا۔

Symphorien Karl Yoki Donzia, et al. [65]، درست زراعت میں IoT گیٹ وے کے امپلمنٹیشن کے لیے ایک ڈھانچہ تجویز کیا گیا ہے۔ آرکیٹیکچر، پلیٹ فارمز، IoT معیارات، اور اختیار کرنے والوں سے آگے انٹر آپریبل IoT ٹیکنالوجیز کے استعمال کے ذریعے IoT کے حل پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ مختلف سینسرز اور منسلک آلات کے درمیان زیادہ سے زیادہ رابطے قائم کرنا، نیز انٹلیجینٹ بریڈنگ سسٹم کو تیار کرنا ان کے مطالعے کا بنیادی مقصد ہے۔

WenTao et al. [66]، موجودہ مطالعات کا ایک خلاصہ فراہم کیا جو سمارٹ فارمنگ میں Internet of Things کمیونیکیشن ٹیکنالوجیز کے استعمال سے متعلق ہیں۔ مصنفین نے تینوں ڈیٹا بیس میں ایک مکمل سروے کیا ہے: ScienceDirect، IEEE Xplore، اور Scopus۔ مطابقت کے لیے کل 886 تحقیقی مقالے کے عنوانات کا

جائزہ لے کر، مزید مطالعہ کے لیے 94 تحقیقی مقالوں کا انتخاب کیا گیا۔ انٹرنیٹ آف تھنگز پر مبنی سمارٹ ایگریکلچر ایپلی کیشنز کے ساتھ منسلک سینسرز اور کمیونیکیشن ٹیکنالوجیز کے ذریعے مانیٹر کیے گئے پیرامیٹرز کا ایک جامع تجزیہ پیش کیا گیا ہے، اس کے ساتھ کچھ مخصوص مسائل، چیلنجز، اور زرعی ترتیبات میں IoT کے استعمال سے متعلق رہنمائی ات بھی پیش کی گئی ہیں۔

Beniamino Di Martino et al. [67]، ایک ماہر سیسٹمز کی تخلیق کے لیے ایک فریم ورک پیش کیا جو ایک حکمت عملی کے استعمال کے ذریعے آبپاشی کے سیسٹمز کے انٹلیجینٹ انتظام میں مدد دے سکتا ہے جو کہ BPMN، ontologies، semantic annotation، اور منطقی اندازہ کے طریقوں پر مبنی ہو۔ ماہر سیسٹمز کا مقصد اریگ ontology کو استعمال کرتے ہوئے سمارٹ اریگیشن سسٹمز کے ایکچیوٹرز کو خودکار طور پر فعال کرنے کے لیے فیصلہ سازی میں مدد فراہم کرنا ہے، جسے INRAE ریسرچ سنٹر نے نالڈج بیس کے طور پر تجویز کیا تھا۔ مزید برآں، ماہرین کا سیسٹمز متعلقہ ضوابط کے ساتھ فارم کے کاروبار کے عمل کی تعمیل کی تصدیق کرے گا اس نقطہ نظر کو استعمال کرتے ہوئے جو کہ سیمنٹی طور پر تشریح شدہ BPMNs میں کاروباری عمل کے نمونوں کی دریافت پر مبنی ہے۔

Padmalaya Nayak et al. [68]، زرعی ایپلی کیشنز جو کہ کسانوں کو فیصلہ سازی کے آلات کی شکل میں فوائد فراہم کرنے اور مانول مزدوری کی لاگت کو کم کرنے کے لیے عصری ٹیکنالوجیز کو استعمال کرتی ہیں، پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ Internet of Things (IoT) پروڈکٹس، نالڈج، اور خدمات کے بغیر کسی رکاوٹ کے انضمام کی اجازت دیتا ہے، جس کے نتیجے میں کاروباری پیداواری صلاحیت، پروڈکٹس کے معیار اور منافع کا حجم زیادہ سے زیادہ ہو جاتا ہے۔ اگرچہ زراعت میں

IoTپر موجودہ سروے زرعی فوڈ کے شعبے میں بڑے پیمانے پر چیلنجوں، رکاوٹوں، فوائد اور نقصانات پر توجہ مرکوز کرتے ہیں، سبھی کو ایک دوسرے سے الگ تھلگ کر کے پیش کیا گیا ہے۔

Manlio Bacco et al. [69]، تحقیقی منصوبوں اور سائنٹیفیک لٹریچر کی شکل میں حالیہ تحقیقی سرگرمیوں کا ایک جائزہ پیش کیا، جس میں ان نتائج کو ظاہر کرنے کے ارادے سے پیش کیا گیا جو پہلے ہی حاصل ہو چکے ہیں، وہ تحقیقات جو اس وقت کی جا رہی ہیں، اور ان چیلنجوں کو پیش کیا گیا ہے جو ابھی تک نہیں ہیں۔ ابھی تک حل کیا گیا ہے، چاہے وہ تکنیکی ہیں یا نہیں. ارتکاز کا بنیادی علاقہ EU کی سرزمین پر ہے؛ ممکنہ خطرات اور پریشانیوں کی نشاندہی کرنے کے بعد، مصنفین ان رکاوٹوں پر قابو پانے کے لیے موجودہ اور ممکنہ حل کی تحقیق کرتے ہیں۔

Tamoghna Ojha et al. [70]، مصنفین نے ان منفرد مسائل اور رکاوٹوں کا مطالعہ کیا ہے جن کا تعلق Internet of Things سے ہے اور مختلف انٹرنیٹ آف تھنگز ٹوپولاجیز، کمیونیکیشن اور مڈل ویئر ٹیکنالوجیز کا جائزہ لیا ہے۔ اس کے بعد، مصنفین چند انٹرنیٹ آف تھنگز ایپلی کیشنز کے بارے میں بات کرتے ہیں جو زراعت میں استعمال کی جا سکتی ہیں۔ وہ مختلف قسم کے کیس اسٹڈیز دکھاتے ہیں تاکہ حل کا ڈیپ ڈائی سے تجزیہ کیا جا سکے، اس کے ساتھ ڈیزائن اور امپلمنٹیشن سے متعلق خصوصیات بھی۔ اس کے نتیجے میں، وہ بہت سے سیمولیشن ٹولز، ڈیٹا سیٹس، اور ٹیسٹ بیڈز کا مکمل جائزہ فراہم کرتے ہیں جو اب قابل رسائی ہیں اور زراعت میں IoT کے ساتھ تجربہ کرنا ممکن بناتے ہیں۔ وہ بقایا سوالات اور مشکلات کی فہرست بناتے ہیں جو زراعت کے لیے IoT کو فعال کرنے کی کوشش کے دوران پیدا ہوتے ہیں۔

SergioTrilles et al. [71]،ایک کم لاگت والا سینسر ائزڈ پلیٹ فارم پیش کیا جو انٹرنیٹ آف تھنگز کے پیراڈیگم کے مطابق موسمیاتی مظاہر کی نگرانی کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ پلیٹ فارم کو بیل کی کاشت کے لیے ایک الرٹ بیماری کے ماڈل کو لاگو کرنے کے ارادے سے استعمال کیا جارہا ہے۔اس مقصد کو پورا کرنے کے لیے،ایج کمپیوٹنگ پیراڈیگم کو استعمال کیا جارہا ہے۔ مزید برآں،انٹر آپریبلٹی کو بہتر بنانے کے لیےGIScienceمیں کچھ حالیہ پیش رفتوں کی پیروی کرتا ہے۔

Ajeet S. Poonia et al. [72]، سمارٹ ایگریکلچر کے فیلڈ میں IoTآلات استعمال کرنے پر درپیش مسائل اور چیلنجوں کی ایک قسم کا جائزہ لیا۔اس مقالے میں وائرلیس نیٹ ورکس اور اس شعبے میں دیگر متعلقہ اصطلاحات کی اہمیت پر بھی زور دیا گیا ہے، ان کی افادیت اور افادیت کی طرف اشارہ کیا گیا ہے۔ اس مقالے میں سمارٹ ایگریکلچر، Internet Of Things(IoT) اور وائرلیس نیٹ ورکس کے شعبوں میں ہونے والی مختلف ترقیوں کی چھان بین کی گئی ہے۔ یہ مستقبل کی مختلف تحقیقی سمتوں پر بھی توجہ دلاتا ہے جو ریسرچ کمیونٹی معاشیات، آپریشنز اور اس کے امپلمنٹیشن کی تکنیکی فزیبلٹی کے لحاظ سے سیسٹمز کو مزید بہتر بنانے کے لیے لے سکتی ہے۔

Muhammad Shoaib Farooq et al. [73]، تحقیقی کام کے موجودہ باڈی کی درجہ بندی اور خلاصہ کیا گیا ہے جس میں مویشیوں کی صنعت میں IoT کے کام پر مطالعہ شامل ہے۔اس کی روشنی میں، IoTنیٹ ورک کے آرکیٹیکچر، ٹوپولاجیز، اور پلیٹ فارمز پر ایک جامع بحث پیش کی گئی ہے جو لائیو سٹاک مینجمنٹ کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ اس کے علاوہ، مواصلاتی پروٹوکولز اور متعلقہ ٹیکنالوجیز کے ساتھ انٹرنیٹ آف تھنگز پر مبنی لائیو سٹاک مینجمنٹ سسٹمز کی انوینٹری کی چھان بین کی گئی ہے۔اس کے علاوہ،انٹرنیٹ آف تھنگز کی بنیاد پر مویشیوں کی نگرانی،انتظام اور ٹریکنگ کے لیے متعدد ایپلیکیشنز تجویز کی گئی ہیں۔

Cor Verdouw et al. [74]، زراعت اور فوڈ کے شعبے میں Internet of Things پر مبنی سیسٹمز کی ماڈلنگ کے لیے ایک آرکیٹیکچر کا فریم ورک بنایا اور استعمال کرتا ہے۔ فریم ورک میں آرکیٹیکچرل ویو پوائنٹس کا ایک متحد مجموعہ اور ان آرکیٹیکچرل ویو پوائنٹس کو استعمال کرتے ہوئے انفرادی IoT پر مبنی سسٹمز کے آرکیٹیکچر کو ماڈل بنانے کے لیے ایک گائیڈ لائن شامل ہے۔ فریم ورک کو یورپی IoF2020 پروجیکٹ کے حصے کے طور پر متعدد کیس اسٹڈیز کے ذریعے توثیق کیا گیا ہے۔ ان کیس اسٹڈیز میں مختلف قسم کے زرعی ذیلی شعبے، روایتی اور نامیاتی کاشتکاری، ابتدائی اختیار کرنے والے اور ابتدائی اکثریت والے کسان، اور سپلائی چین کے مختلف کردار شامل ہیں۔ یہ فریم ورک ماڈلنگ میں ایک اہم مدد فراہم کرتا ہے، بروقت، وقت کی پابندی، اور مربوط انداز میں، استعمال کے اس متنوع مجموعہ کے لیے IoT پر مبنی سیسٹمز کا آرکیٹیکچر۔

Sahin Aydin et al. [75]، ایک توسیع پذیر، وائرلیس سینسر نیٹ ورک (WSN) کی بنیاد پر مائیکرو سروس آرکیٹیکچر کی بنیاد پر شہد کی مکھیوں کی نگرانی کے پلیٹ فارم کو ڈیزائن اور اس پر عمل درآمد کیا۔ مصنفین نے نشاندہی کی کہ مائیکرو سروسز کو اپنانے سے، کوئی شخص ہیٹروجنیٹی، انٹر آپریبلٹی، اسکیل ایبلٹی، چستی، ریلیابلٹی، اور مینٹینابلٹی رکھنے سے متعلق مسائل کو حل کر سکتا ہے جو WSN پر مبنی سیسٹمز میں طویل عرصے سے موجود ہے، جس کے نتیجے میں WSN پر مبنی شہد کی مکھیوں کی پائیدار نگرانی حاصل ہوتی ہے۔

Bam Bahadur Sinha et al. [76]، زرعی صنعت کے سب سے اہم اجزاء، حالیہ اختراعات، سب سے زیادہ دباؤ والے سیکورٹی خدشات، مشکل رکاوٹوں، اور مستقبل کے سب سے زیادہ امید افزا رجحانات کے بارے میں ڈیپ ٹی سے گفتگو فراہم کی۔ مصنفین نموجودہ پیشرفتوں پر ایک جامع اپ ڈیٹ فراہم کی ہے اور ان پر بڑی تفصیل سے توجہ مرکوز کی ہے۔ اس سروے کا

مقصد انٹرنیٹ آف تھنگز کے متعلقہ مسائل کی نشاندہی کرنے اور ایپلیکیشن کی ضروریات کے مطابق مناسب تکنیکی حل منتخب کرنے میں محققین کی مدد کرنا ہے۔

انٹر آپریبلٹی کے مسائل پیدا ہوتے ہیں کیونکہ ہر حل اس کے اپنے انٹرنیٹ آف تھنگز آرکیٹیکچر، ڈیوائسز، ایپلیکیشن پروگرامنگ انٹرفیس (APIs) اور ڈیٹا فارمیٹس کے ساتھ آتا ہے [77]۔ یہ انٹر آپریبلٹی مسائل بہت سے زیادہ اہم مسائل کا نتیجہ ہیں، جیسے وینڈر لاک ان، انٹرنیٹ آف تھنگز ایپلی کیشن تیار کرنے میں ناکامی جو کراس پلیٹ فارم اور/یا کراس ڈومین کی فعالیت کو ظاہر کرتی ہے، اور غیر پلگ ان کرنے میں دشواری۔ مختلف انٹرنیٹ آف تھنگز پلیٹ فارمز میں انٹر آپریبل انٹرنیٹ آف تھنگز ڈیوائسز۔ یہ مسائل بالآخر انٹرنیٹ آف تھنگز ٹیکنالوجی کو بڑے پیمانے پر اپنانے سے روکتے ہیں۔ IoT انٹر آپریبلٹی سے مراد متعدد IoT پلیٹ فارمز کی صلاحیت ہے جو مختلف دکانداروں سے تعاون کرنے اور وسائل کو بغیر کسی رکاوٹ کے اشتراک کرنے کے لیے پیدا ہوتے ہیں۔ IoT انٹر آپریبلٹی کو آسان بنانے اور مختلف دکانداروں سے تیار کردہ مختلف انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) کے درمیان ہموار وسائل کا اشتراک فراہم کرنے کے لیے اکیڈمیا، صنعت اور معیار سازی کے اداروں کی متعدد تنظیموں کی طرف سے کوششیں کی گئی ہیں۔

حالیہ برسوں میں، متعدد مختلف انٹر آپریبل پروٹوکولز، پلیٹ فارمز، معیارات، اور ٹیکنالوجیز کو صنعتی ایپلی کیشنز میں ان کی افادیت کے تقاضوں کے مطابق بہتر اور تبدیل کیا گیا ہے۔ تاہم، حال ہی میں شائع شدہ سروے کا کوئی مطالعہ نہیں ہے جو خاص طور پر انٹر آپریبلٹی چیلنجوں کی تحقیقات کرتا ہے جن کا سامنا انڈسٹریل انٹرنیٹ آف تھنگز (IIoT) کرتا ہے۔ مصنفین [78] نے IIoT ٹیکنالوجیز، فریم ورک، اور حل کے روایتی اور حالیہ دونوں طرح کی پیشرفت کو دریافت کیا ہے جس کا مقصد IIoT کے مختلف اجزاء میں باہمی تعاون کو بہتر بنانا ہے۔

مینوفیکچرنگ ٹیکنالوجی میں حالیہ پیشرفت، جیسے سائبر فزیکل سسٹمز، انڈسٹریل انٹرنیٹ، AI (آرٹیفشل انٹیلجنس) اور مشین لرننگ، مینوفیکچرنگ آرکیٹیکچرز کو آٹومیشن آلات، خدمات اور کاروبار کے مربوط نیٹ ورکس میں تبدیل کرنے کے پیچھے ایک محرک رہی ہے[79]۔ مینوفیکچرنگ انورانمینٹل سیسٹمز کی تمام سطحوں پر باہمی تعاون کی بڑھتی ہوئی ضرورت ان مسائل میں سے ایک ہے جو اس نمو کے براہ راست نتیجے کے طور پر سامنے آئے ہیں۔ اس کی وسعت شاپ فلور پر استعمال ہونے والے سافٹ ویئر، آلات اور کنٹرول سسٹم سے لے کر کلاؤڈ بیسڈ پلیٹ فارمز تک پھیلی ہوئی ہے جن تک انٹرنیٹ کے ذریعے رسائی حاصل کی جا سکتی ہے، جو کہ مانگ کے مطابق مختلف خدمات فراہم کرتا ہے۔ لہذا، سمارٹ مینوفیکچرنگ میں انٹرآپریبلٹی کے کامیاب اطلاق کے نتیجے میں مشینوں، سینسرز، ایکچیوٹرز، صارفین، سسٹمز اور پلیٹ فارمز میں ایک موثر مواصلت اور ڈیٹا کا تبادلہ ہوگا۔ یہ ڈیٹا شیئرنگ میں بھی ایررووں کا اندیشہ ہے۔ آرکیٹیکچر اور پلیٹ فارمز جو مشینوں اور سافٹ ویئر پیکجوں کے ذریعے استعمال ہوتے ہیں اس مقصد کے حصول کی راہ میں کافی رکاوٹ ہیں۔

[80] میں، مصنفین سب سے زیادہ مروجہ آرکیٹیکچرل آپشنز کا ایک سروے دیتے ہیں جو آج کل Internet of Things کے سیسٹمز کو ڈیزائن کرنے کے لیے دستیاب ہیں۔ یہ حل آرکیٹیکچر سے لے کر تجارتی آرکیٹیکچر تک پہلے سے ہی معیاری ہو چکے ہیں۔ سیکورٹی اور انٹرآپریبلٹی ایویلیویشن کے لیے ایک مستقل حوالہ ان عناصر کا موازنہ، تجزیہ اور نقشہ بنا کر قائم کیا گیا ہے جو اس طرح کے سیسٹمز کو ایک دوسرے کے خلاف بناتے ہیں۔ سیکیورٹی اور API انٹرآپریبلٹی کے شعبوں میں Internet of Things کے موجودہ حل پر بھی تجزیے کیے گئے ہیں۔

2.4 ایگریکلچرontology

Quoc Hung Ngo et al. [81]، زراعت کیontology کے لیےایکKnowledge baseبنایاجس کااطلاق انٹلیجینٹ زرعی سیسٹمز کی ترقی پر کیا جاسکتا ہے۔اسontologyمیں زرعی ڈومین کے بنیادی تصورات شامل ہیں،اس کے علاوہ جغرافیہ سے متعلق ذیلی ڈومینز،Internet of Things (IoT)، کاروبار،اور مختلف قسم کے ڈیٹا سیٹس سے حاصل کردہ دیگر نالڈج۔ کوئی بھی صارف اسontologyکو استعمال کرتے وقت ایک دوسرے کے درمیان زرعی ڈیٹا کے لنکس کو آسانی سے سمجھ سکتا ہے،اوران لنکس کو ڈیٹاوسائل کی وسیع اقسام سے جمع کیا جاسکتا ہے۔

P. Sanjeevi et al. [82]، بوسٹڈ کنٹنیوئس نان-اسپیشل مکمل انتساب نکالنے کی تجویز sekai-ichi ایپل کی الگ صحت مند علیحدگی کے لیے"Hierarchical Model inside Ontology Enabled IoT" کے طور پر کی گئی ہے۔اونٹولوجی اینبلڈ انٹرنیٹ آف تھنگز(BCNAE) کی مدد سے انتساب نکالا جاتا ہے۔Sekai-ichiسیب کی کٹائی کے بعد ان کی گنتی کرنا کبھی بھی خطرناک نہیں ہوتا۔ ترتیب وار پوسٹ ہارویسٹ ماڈل جو کہ فصل کے بعد کے نقصانات اور ناکافیوں سے بچنے کے بارے میں تفصیل سے تجویز کیا گیا تھا،اور فضلے کی درست اور تیز رفتار شناخت فراہم کرتا ہے،تاکہ زراعت کو اس کے گردونواح سے صحت مند علیحدگی کی ضمانت دی جاسکے۔ علیحدگی کا نالڈج عمل پروسیسنگ اسکیموں کی تین سطحوں کا استعمال کرتا ہے، جنہیں بالترتیب نچلی سطح، درمیانی سطح اوراوپری سطح کہا جاتا ہے۔سب سے پہلے، نچلی سطح واضح طور پر متحرک کام کے ساتھ متفق ہے تاکہ دستی حوصلہ افزائی کی ایک مقررہ تعداد کو منٹینا بلٹی رکھا جاسکے۔ یہ نچلی سطح دستی علیحدگی کی سرگرمی کے ساتھ جذب کی نمائش کرتی ہے جیسا کہ انسانی اعتبار سے طے ہوتا ہے۔دوسرا،درمیانی سطح ایک متحرک کام کے ساتھ ایک واضح انتظام ہے

جو زیادہ فٹنگ کو کم کرنے اور احتیاط سے غور کرنے کے بعد صحیح شکل میں فٹ کرنے میں مدد کرتا ہے۔ درمیانی سطح بدتر کے لیے تبدیلی کی موجودگی کی نشاندہی میں وقت کی مختلف خصوصیات کو مرکوز کر کے خود کو عام ہونے کے طور پر قائم کرنے کے عمل میں ہے۔ آخر میں، اوپری سطح sekai-ichi ایپل امیج سیگمنٹیشن کنکشن کے فنکشن کی مدد سے فیچر ریفائننگ کے مقصد کا اظہار کرتی ہے۔ یہ تشریحی عمل زراعت کے ٹھوس مادے پر کسی خاص پھل میں نمایاں درجہ بندی کی ثابت پوزیشن کو بنانے میں مدد کرتا ہے۔

Yi Wang et al. [83]، سیٹرس کی پیداوار کے بارے میں حاصل کردہ انفرمیشن کی ماڈلنگ اور انضمام کے لیے ایک طریقہ کار فراہم کیا۔ آٹھ نکاتی چارٹر آف ایگریکلچر کا استعمال سیٹرس ڈومین کے نالڈج کو آٹھ زمروں میں تقسیم کرنے کے لیے کیا جاتا ہے، اور ہر زمرے کے اندر موجود روابط کو تیار کیا جاتا ہے۔ سیٹرس کی پیداوار کا نالڈج فریم ورک آٹھ مختلف زمروں اور ان کے متعلقہ ربط پر مشتمل ہے۔ پھر، سیٹرس کی پیداوار کے نالڈج کے فریم ورک کی بنیاد پر، مصنفین ایسے طریقہ کار تجویز کرتے ہیں جن کا استعمال لیموں کے لیے ontology تیار کرنے کے لیے کیا جانا چاہیے۔ ترقی یافتہ فرٹیلائزیشن 866 ontology اداروں اور 12,583 وسائل کی Resource Description Framework ٹرپلز پر مشتمل ontology ہے۔

D Thenmozhi et al. [84]، تامل-انگریزی CLIR سسٹم کے لیے ایک طریقہ کار تجویز کیا جو تامل سوال کا انگریزی میں ترجمہ کرتا ہے اور ان مسائل کو حل کرنے کے لیے انگریزی میں صفحات کو بازیافت کرتا ہے۔ یہ نقطہ نظر تامل سوال میں ابہام کو حل کرنے کے لیے ایک لفظی احساس کے مبہم ماڈیول کا استعمال کرتا ہے۔ انگریزی میں ایک آٹومیٹکلی تعمیر شدہ ontology انگریزی استفسار کے ابہام کو دور کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ مصنفین نے تامل زبان کے لیے ایک

مور فولوجیکل تجزیہ کار، تمل-انگریزی دو لسانی لغت اور ایک نامزد ہستی کا ڈیٹا بیس تیار کیا ہے تاکہ تمل کے سوال کا انگریزی میں ترجمہ کیا جاسکے۔

Brett Drury et al. [85]، زرعی مسائل کو حل کرنے کے لیے سیمنٹک ویب ٹیکنالوجیز کے استعمال میں اضافی تحقیق کی حوصلہ افزائی کے لیے، ایک سیلف کنٹینڈ حوالہ دستیاب کرایا گیا ہے۔ اس حوالہ میں پہلے سے موجود semantic وسائل اور ان کی تعمیر کے طریقوں، ڈیٹا کے تبادلے کے معیارات، اور سیمنٹک ویب ٹیکنالوجیز کی موجودہ ایپلی کیشنز کے سروے کا ایک جامع جائزہ شامل ہے۔ امید ہے کہ یہ حوالہ اس علاقے میں مزید تحقیق کو تحریک دے گا۔

Sahin Aydin et al. [86]، نے رہنمائی کی کہ ماڈل-ویو-کنٹرولر (MVC) ڈیزائن پیٹرن کی بنیاد پر ڈیٹا کے حصول کے فارم بنانے کے لیے ایک عام ontology پر مبنی ڈیٹا ایکوزیشن ماڈل تجویز کرنے کی ضرورت ہے، جسے بعد میں زرعی اوپن ڈیٹا پلیٹ فارمز پر شائع کیا جا سکتا ہے اور وہاں استعمال بھی کیا جاتا ہے۔ مصنفین نے ایک ٹول تیار کیا ہے جسے OWL2MVC کہا جاتا ہے جس میں Hazelnut Ontology کو شامل کیا گیا ہے تاکہ یہ ظاہر کیا جاسکے کہ مجوزہ ماڈل ڈیٹا کے حصول کے فارم تیار کرنے کے معاملے میں کتنا کامیاب ہے۔ اسٹیک ہولڈرز، یا OWL2MVC ٹول کے استعمال کنندگان، ڈیٹا کے حصول کے فارم کو تیزی سے اور آزادانہ طور پر تیار کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں کیونکہ ماڈل کی تخلیق ontology کلاسز کے انتخاب کے مطابق عمل میں لائی جاتی ہے۔

Murali Elumalai et al. [87]، مٹی کی ساخت بنانے والے مختلف اجزاء کے بارے میں انفرمیشن کو ذخیرہ کرنے کے مقصد سے، ایک ontology پر مبنی نالڈج بیس تیار کی جارہی ہے۔ ontology نالڈج کا ایک منظم اور باضابطہ باڈی

فراہم کرتی ہے، جس کے بعد مختلف نمونوں کے لیے مینینگ کی جاتی ہے،اور اس کے نتیجے میں، فصلوں کی اقسام اور مٹی کی ساخت کے بارے میں رہنمائی ات کی جاتی ہیں جو فصلوں کو اگانے کے لیے بہترین ہیں۔

[88] Julie Ingram et al.،اس طریقہ کار کی تجویز پیش کی جس کا استعمال سرچ انجن کی ترقی کے لیے صارف پر مبنی ontology بنانے کے لیے کیا جاتا ہے۔ سرچ انجن کو متعلقہ تحقیقی نتائج تلاش کرنے میں زرعی ماہرین (کسانوں اور مشیروں) کی مدد کے لیے ڈیزائن کیا گیا تھا۔اس کے لیے 10 الگ الگ کیس اسٹڈیز میں مضامین کے ماہرین، مشاورتی پریکٹیشنرز، اور اسٹیک ہولڈر گروپس کی شمولیت کی ضرورت تھی جو پورے یورپ میں پھیلے ہوئے تھے۔

[89] Neha Kaushik et al.،ایک ontology کی تخلیق کے لیے ایک منصوبے کا خاکہ پیش کیا جو کہ زراعت کے شعبے کے لیے مخصوص ہے۔ جو حکمت عملی تجویز کی گئی ہے وہ دو مراحل میں کام کرے گی۔ پہلے مرحلے میں، یہ ڈومین پر مختصر ریگولر ایکسپریشنز اور ناچورل لینگویج پروسیسنگ تکنیکوں کو استعمال کرتے ہوئے آٹومیٹک زراعت سے متعلق الفاظ کو نکالتا ہے۔ دوسرے مرحلے میں، مصنفین ان semantic رشتوں کا تعین کریں گے جو نکالے گئے اصطلاحات اور فقروں کے درمیان موجود ہیں۔ مذکورہ بالا اقدام کے لیے،اصول پر مبنی استدلال الگورتھم RelExOnt کو حل کے طور پر تجویز کیا گیا ہے۔

[90] Shyama I. Wilson et al.، سیسٹمز اور سافٹ ویئر انجینئرنگ میں اچھی طرح سے قائم شدہ معیار کے نظریات کی چھان بین کی جس کا مقصد ان تصورات کے معیار کو ڈھالنا اور بہتر بنانا ہے جن کی اونٹولوجی انجینئرنگ کے ڈومین میں اب تک تعریف کی گئی ہے۔اس مطالعے کے نتیجے میں، مصنفین ایک ontology کوالٹی اپروچ کے ساتھ آئے جو ڈویلپرز کو ہدایت دیتا ہے کہ ontologies کو کیسے بنایا جائے اور ان کے معیار سے متعلق مسائل سے گریز کیا جائے اور ontology

سے چلنے والے DSSs کو کیسے بنایا جائے جو قابل استعمال ہوں۔ زرعی صنعت سے لیے گئے استعمال کے کیس کو اس طریقہ کار کی وضاحت کے لیے استعمال کیا گیا جو تجویز کیا گیا تھا۔

Nidhi Malik et al. [91]، دو اہم مقصد پیش کئے۔ پہلا مرحلہ ontology کے لیے ناچورل لانگویج کے انٹرفیس کی تخلیق ہے جو کہ زرعی ڈومین میں کھادوں پر مبنی ہے، اور دوسرا مرحلہ اس ontology کا ڈیزائن اور ترقی ہے۔ ontology کی تخلیق میں پیشہ ورانہ اور دستی مشقت دونوں کی ضرورت ہوتی ہے، جس کا مطلب ہے کہ یہ عمل بھی کافی وقت مانگتا ہے۔ جب اس ontology کے ڈیزائن اور ترقی کی بات آتی ہے تو، اہم مقاصد میں سے ایک یہ یقینی بنانا ہے کہ یہ حقیقی دنیا کے سینار یئوس میں کارآمد ثابت ہو۔ اس ontology کے حقیقی وقت میں اطلاق کو اسی ڈومین سے دوسرے ontology جیسے فصل یا مٹی کے ساتھ انضمام کے ذریعے بہتر بنایا جائے گا۔ ایک انٹرفیس بنانا جو اونٹولوجی کے ساتھ بات چیت کرنے کے لیے ناچورل لانگویج کا استعمال کرتا ہے اس سے انفرمیشن حاصل کرنے کی اجازت دیتا ہے۔

Clement Jonquet et al. [92]، پلیٹ فارم کے مواد اور خصوصیات کو پیش کیا، جس میں ابتدائی طور پر تیار کی گئی ٹیکنالوجی میں کیے گئے اضافے اور پانچ ڈرائیونگ زرعی یوس کیسیز کے ابتدائی نتائج بھی شامل ہیں جنہوں نے اس منصوبے کے ڈیزائن اور واقفیت میں حصہ لیا تھا۔ کمیونٹی مصنفین بایومیڈیکل ڈومین سے حاصل کردہ مہارت اور موجودہ ٹکنالوجی کو بڑھا کر ایگرو پورٹل میں زرعی ڈومین کے لیے اعلیٰ قیمت کا ایک مضبوط اور خصوصیت سے بھرپور ذخیرہ فراہم کرنے کے قابل ہیں۔ یہ ہمیں صارفین کی بہتر خدمت کرنے کی اجازت دیتا ہے۔

Javier Lacasta et al. [93]، ایک رہنمائی ی سیسٹمز بنانے کی تجویز ہے، جس کا مقصد کیڑوں کا پتہ لگانے اور مناسب علاج کے انتخاب کو آسان بنانا ہے۔ ایک ontology جو فصلوں، کیڑوں اور علاج کے درمیان تعلقات کی نمائندگی کرتی ہے اس سیسٹمز کا بنیادی جزو ہے۔

R. Shyama I. Wilson et al. [94]، ontology انجینئرنگ، سافٹ ویئر انجینئرنگ میں بیان کردہ موجودہ معیار کے نظریات کا تجزیہ کرکے اور پھر معیار کے مسائل کو حل کرنے کے لیے اس طریقہ کار کو لاگو کرکے ایک تکراری معیار کا طریقہ کار تیار کیا۔ نتیجے کے طور پر، مصنفین کی طرف سے تیار شدہ طریقہ کار کو پیش کیا جاتا ہے، اس کے ساتھ اس کی وضاحت بھی کی جاتی ہے کہ کس طرح مختلف دیگر ontology کو الٹی تھیوریز اس سے وابستہ ہیں۔ اس کے علاوہ، زرعی ڈومین میں استعمال کے معاملے کا مظاہرہ کیا گیا ہے تاکہ یہ سمجھا جا سکے کہ طریقہ کار کو حقیقی تناظر میں کیسے لاگو کیا جا سکتا ہے۔ مستقبل میں، یہ توقع ہے کہ طریقہ کار کو بہتر بنانے اور اس کی افادیت کو ظاہر کرنے کے لیے بڑی تعداد میں تجربات کیے جائیں گے۔

R. M. D. C. Rathnayaka et al. [95]، ان طریقوں پر تبادلہ خیال کیا جن میں تخلیق شدہ ontology کی ساخت کو باہمی تعاون کی کوششوں سے منٹینابل رکھا جا سکتا ہے۔ ایک مرکزی سرور پر ontology کو ذخیرہ کرکے، ایک ہم آہنگ تعاونی تحقیقی طریقہ کار کو استعمال کرتا ہے۔ بدیہی ویب پر مبنی انٹرفیس کے ذریعے تعاون کرنے والے شراکت دار اونٹولوجی میں تبدیلیاں کرنے اور اس کی مسلسل دیکھ بھال کو یقینی بنانے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ ہر صارف ان تبدیلیوں سے واقف ہوتا ہے جو ontology میں حقیقی وقت میں کی جاتی ہیں کیونکہ وہ اس وقت ہوتی ہیں جب ontology ایک ہی جگہ پر محفوظ ہوتی ہے۔ مزید برآں، تبدیلیاں متعلقہ ڈیٹا بیس میں لاگ ان ہوتی ہیں، اور جب بھی ایسا کرنا ضروری ہوتا ہے صارفین کے پاس تبدیلی کی

ہیشٹری دیکھنے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ طرح طرح کی تبدیلیاں ontology کے مختلف ورژن کی نسل کو آگے بڑھاتی ہیں۔ اگر تبدیلی کا اثر پچھلے ورژن کی مطابقت پر پڑے گا، تو ایک نیا ورژن تیار کیا جائے گا۔ بصورت دیگر، موجودہ ورژن کو اپ ڈیٹ کر دیا جائے گا۔ سیمنٹک ورژننگ کا معیار استعمال کیا جاتا ہے تاکہ مختلف ورژن ایک دوسرے سے ممتاز ہو سکیں۔ لاگو سیسٹمز صارف گروپ کی مدد سے آزادانہ توثیق کے ساتھ ساتھ تشخیص سے گزرتا ہے۔

Nikolay Teslya et al. [96]، ایک سمارٹ اسپیس میں ماحول اور روبوٹ کی حالتوں کو پیش کرنے پر توجہ مرکوز کی گئی جب وہ ایک کام کو حل کرنے کے لیے مل کر کام کر رہے ہوں۔ مزید برآں، یہ اوپن سورس سافٹ ویئر Gazebo اور Robotic Operation System کا استعمال کرتے ہوئے تعامل کے عمل کو ماڈل اور تصور کرتا ہے۔ مصنفین روبوٹ کی ontology پیش کرتے ہیں، جو روبوٹ کے آلات کی تفصیل کو اس کی باڈی انی خصوصیات کے ساتھ جوڑتا ہے۔ روبوٹ کے ایک دوسرے کے ساتھ تعامل کے طریقے میں کچھ تغیرات فراہم کرنے کے لیے کچھ تصورات کو فزی سیٹس کا استعمال کرتے ہوئے پرکھا جاتا ہے۔ ماڈلنگ اپروچ کا آرکیٹیکچر پیش کیا گیا ہے، اور یہ روبوٹس کے درمیان ontology پر مبنی انفرمیشن کے تبادلے کے لیے سمارٹ اسپیس تصور کے امتزاج پر مبنی ہے، روبوٹس کو کنٹرول کرنے کے لیے روبوٹک آپریشن سسٹم، اور روبوٹ کی کارروائیوں کو ماڈلنگ اور ویژولائز کرنے کے لیے گیزبو سمیلیٹر۔ تین ڈائیمینشنل ینورانمینٹ میں استعمال کیا جاتا ہے۔

Katty Lagos-Ortiz et al. [97]، گنے، چاول، سویا، اور کوکو کی فصل کی پیداوار میں کیڑے مکوڑوں کے کنٹرول کے لیے ایک ontology پر مبنی فیصلہ سازی کے سیسٹمز کا مظاہرہ کیا۔ یہ سیسٹمز ماہرین کے پاس موجود نالڈج کی نمائندگی

کرنے کے لیے سیمنٹک ویب کی ٹیکنالوجیز کا استعمال کرتا ہے، اور فصل کو نقصان پہنچانے والے حشرات الارض کی شناخت کرنے کے لیے سیمنٹک استدلال کو نافذ کرتا ہے۔

Bruno Guilherme Martini et al. [98]، مصنفین نے اندرونی زراعت کے لیے کمپیوٹر ماڈل IndoorPlant کی تجویز پیش کی۔ سیاق و سباق کی ہیشٹریوں کا تجزیہ ماڈل کے ذریعے انٹلیجینٹ عمومی خدمات فراہم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ ان خدمات میں پیداواری صلاحیت کی پیشن گوئی، ممکنہ مسائل کا اشارہ جو کاشت کاری کے ساتھ پیدا ہو سکتے ہیں، اور گرین ہاؤس پیرامیٹرز میں بہتری کے لیے تجاویز کی فراہمی شامل ہے۔ ریڈیچیو، لیٹش اور ارگولا کی کاشت سے سات مہینوں کے دوران جمع کیے گئے ہائیڈروپونک پروڈکشن ڈیٹا کے ساتھ، IndoorPlant کو تین مختلف حالات میں اس کی رفتار سے گزرنا پڑا جس نے کسانوں کی روزمرہ کی سرگرمیوں کی نقل کی۔ مصنفین نے انٹلیجینٹ خدمات کے ذریعہ سیاق و سباق کی ہیشٹری کے استعمال کے ذریعے حاصل کردہ نتائج پر تبادلہ خیال کیا۔ سیناریئوس میں کاشت کاری، پروفائلز، اور آخر میں، جزوی کم سے کم مربع (PLS) ریگریشن تکنیک کا استعمال کرتے ہوئے، radicchio، لیٹش، اور arugula کی کاشت کے وقت کی پیشن گوئی میں بہتری کے لیے رہنمائی ات کرنے کے لیے خدمات کا استعمال کیا گیا۔

Leonid Gokhberg et al. [99]، مخصوص صنعتوں میں ابھرتی ہوئی ٹکنالوجیوں کی شناخت اور مستقبل میں ان کی ترقی کے طریقہ کار پر تحقیق کرنے کے لیے ایک جدید طریقہ کا انکشاف کیا۔ تحقیق کرنے کا مجوزہ طریقہ مستقبل کی پیشین گوئی کے لیے زیادہ روایتی تکنیکوں اور سائنس، ٹکنالوجی، اور اختراعی زمین کی تزئین کی big data انہانسڈ میپنگ پر مبنی ہے۔ پہلے مرحلے میں، عالمی زراعت اور فوڈ کے شعبے میں اس وقت ابھرتی ہوئی ٹیکنالوجیز کی ontology پیش کی گئی ہے، جو ٹیکسٹ مائننگ کے

تجزیہ کے نتائج پر مبنی ہے۔ دوسرے مرحلے میں، ان ٹیکنالوجیز کو ٹیکسٹ مائننگ کی تکنیکوں کے استعمال کے ذریعے اکٹھا کیا گیا۔ اس میں درج ذیل شامل ہیں: (1) مستقبل کی تکنیکی مارکیٹ کی پیشین گوئیاں اور (2) شعبہ جاتی اور قومی چیلنجوں کا جواب دینے کے لیے ان کی صلاحیت کے پیرامیٹرز۔ اس تجزیے کی بنیاد پر، جسے big data کے ساتھ بڑھایا گیا تھا، روسی ایرو اسپیس اور دفاعی شعبے کے لیے سائنس اور ٹیکنالوجی کی ترقی کے لیے ممکنہ شعبوں پر روشنی ڈالی گئی۔

Gilson Augusto Helfer et al. [100]، جزوی کم سے کم مربع رجعت کو تجزیاتی ٹول کے طور پر استعمال کرتے ہوئے ایک آرکیٹیکچرل ماڈل فراہم کرتا ہے، اس کے ارد گرد کی ہیئٹری کی بنیاد پر مٹی کی زرخیزی اور پیداوار کا تعین کرتا ہے۔ مزید برآں، 2001 اور 2015 کے درمیان پیش آنے والے موسمی واقعات کا استعمال کرتے ہوئے گندم کے لگائے گئے علاقے کی پیداواری پیشین گوئی کی گئی، جس کا نتیجہ یہ نکلا کہ اوسط مربع ایرر کی کیلیبریشن (RMSEC) کی قیمت 0.20 T/ha ہے، یعنی کراس کی مربع ایرر - 0.54 T/ha کی توثیق کی قدریں، اور Pearson coefficient (R^2) ویلیو 0.9189۔

2.5 فصل کی پیداوار کی پیشین گوئی

Thomas van Klompenburg et al. [101]، فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کی تحقیق میں استعمال کیے گئے طریقوں اور صفات کو نکالنے اور ترکیب کرنے کے لیے ایک منظم ادبی جائزہ (SLR) کیا۔ [111] مصنفین نے چھ مختلف الیکٹرانک ڈیٹا بیس کو تلاش کیا اور 567 متعلقہ آرٹیکلس حاصل کیے۔ ان میں سے، انہوں نے مزید ڈیپ ائی سے تجزیہ کرنے کے

لیے فیلڈ کو 50 مضامین تک محدود کر دیا جو شمولیت اور اخراج کے معیار دونوں پر پورا اترتے ہیں۔ انہوں نے منتخب شدہ مطالعات کی مکمل چھان بین کی، استعمال کیے گئے طریقہ کار اور خصوصیات کا جائزہ لیا، اور مزید مطالعات کے لیے رہنمائی ات پیش کیں۔

Anna Chlingaryan et al. [102]، مشین لرننگ پر مبنی تکنیکوں پر تحقیق میں حالیہ پیش رفت پر تبادلہ خیال کیا جو فصل کی پیداوار کی درست پیشین گوئی اور نائٹروجن کی حیثیت کے تخمینہ کے لیے تیار کی گئی ہیں۔ یہ پیش رفت گزشتہ 15 سالوں میں ہوئی ہے۔ مصنفین اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ سینسنگ ٹیکنالوجیز اور ایم ایل تکنیکوں میں تیزی سے پیشرفت ایسے حل فراہم کرے گی جو فصل اور ماحولیات کی حالت کے بہتر تخمینہ اور فیصلہ سازی کے لیے جامع اور سرمایہ کاری مؤثر دونوں ہیں۔

Dhivya Elavarasan et al. [103] ، deep reinforcement learning کا طریقہ پیش کیا جو reinforcement learning اور deep learning کی انٹیلجنس کو ملا کر فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کے لیے ایک جامع فریم ورک تیار کرتا ہے۔ مجوزہ فریم ورک راڈیٹا کو تراشنے کی پیشن گوئی کی اقدار کے لیے نقشہ بنانے کے قابل ہے۔ جو کام تجویز کیا جا رہا ہے، اس میں ڈیپ ریکرنٹ Q-Network ماڈل بنایا جائے گا۔ یہ ماڈل ریکرنٹ نیورل نیٹ ورک ڈیپ لرننگ الگورتھم کا استعمال کرتے ہوئے فصل کی پیداوار کی پیش گوئی کرے گا جس کا اطلاق Q-Learning reinforcement learning algorithm کے اوپر کیا جائے گا۔ ڈیٹا کے پیرامیٹرز وہ ہیں جو بار بار آنے والے عصبی نیٹورک لے یرس کو فوڈ فراہم کرتے ہیں جو ترتیب وار اسٹیکڈ ہوتے ہیں۔ فصل کی پیداوار کی پیشین گوئی کی ترتیب Q-لرننگ نیٹ ورک کے ذریعہ اس میں شامل پیرامیٹرز کی بنیاد پر بنائی گئی ہے۔ ایک لینیئر لیئر Q-values اور recurrent neural network کی آؤٹ

پٹ ویلیوز کے درمیان نقشہ سازی کا کام کرتی ہے۔reinforcement learning ایجنٹ حد کے علاوہ متعدد پیرامیٹرک خصوصیات کو بھی مد نظر رکھتا ہے، یہ دونوں فصل کی پیداوار کی درست پیشن گوئی میں حصہ ڈالتے ہیں۔

[104] Petteri Nevavuori et al.، فراہم کردہ Convolutional Neural Networks (CNNs) کا اطلاق، ایک قسم کا deep learning کا طریقہ جو تصویر کی درجہ بندی کے کاموں میں شاندار کارکردگی کا مظاہرہ کرتا ہے، UAVs سے حاصل کردہ NDVI اور RGB ڈیٹا کا استعمال کرتے ہوئے فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کے لیے ایک ماڈل بنانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ماڈل UAVs سے حاصل کردہ انفرمیشن پر مبنی ہے۔

[105] P.S. Maya Gopal et al.، MLR اور ANN کے درمیان موجود بنیادی تعلق کی چھان بین کی۔ ایک MLR-ANN ہائبرڈ ماڈل کو فصل کی پیداوار کی درست پیشین گوئی کرنے کے طریقہ کار کے طور پر تجویز کیا گیا ہے۔ جب ANN کے ان پٹ لیئر کے وزن اور تعصب کو شروع کرنے کے لیے MLR انٹرسیپٹ اور کوفیشینٹس کا اطلاق کیا جاتا ہے، تو پیشین گوئی کی درستگی کا تجزیہ کرنے کے لیے مجوزہ ہائبرڈ ماڈل تیار کیا جاتا ہے۔ دھان کی فصل کی پیداوار کی درست پیشین گوئی کرنے کے لیے، فیڈ فارورڈ آرٹیفشل نیورل نیٹ ورک پر مبنی ٹریننگ الگورتھم کو بیک پروپیگیشن کے ساتھ استعمال کیا گیا۔ روایتی ANN ماڈل میں ان پٹ اور ہیڈین لیئر کے وزن اور تعصب اس وقت بے ترتیب ہوتے ہیں جب ماڈل کو پہلی بار شروع کیا جاتا ہے۔ اس ہائبرڈ MLR-ANN ماڈل کے ابتدائی عمل کے دوران وزن اور تعصب کے لیے بے ترتیب قدروں کو استعمال کرنے کے بجائے، ان پٹ لیئر کے وزن اور تعصب کو MLR کے کوفیشینٹ اور تعصب کا استعمال کرتے ہوئے شروع کیا جاتا ہے۔

Raí A. Schwalbert et al. [106]،ایک جدید ماڈل پیش کیا جو لانگ شارٹ ٹرم میموری(LSTM)، نیورل نیٹ ورکس، سیٹلائٹ امیجری، اور موسم کے ڈیٹا کی مدد سے، in-season (جسے "قریب حقیقی وقت" بھی کہا جاتا ہے) موسم میں جنوبی برازیل میں سویابین پیداوار کی پیشن گوئی کو انجام دیا جا سکتا ہے (i) سویابین کی پیداوار کی پیشن گوئی کرنے کے لیے تین مختلف الگورتھم (ملٹی ویریٹ OLS لینیئر ریگریشن، رینڈم فاریسٹ، اور LSTM نیورل نیٹ ورکس) کی کارکردگی کا اندازہ کریں NDVI، EVI، زمین کی سطح کے درجہ حرارت، اور بارش کو آزاد متغیر کے طور پر استعمال کرتے ہوئے؛ اور (ii) اس بات کا تعین کریں کہ کتنی جلدی (سویابین اگانے کے موسم کے دوران) یہ طریقہ مناسب درستگی کے ساتھ پیداوار کی پیشن گوئی کرنے کے قابل ہے۔ یہ مقاصد اس مطالعہ کے پیچھے کی محرک قوتیں تھے۔ سیٹلائٹ اور موسم کے ڈیٹا کو ایک غیر فصل کے لیے مخصوص لیئر کا استعمال کرتے ہوئے ماسکڈ کیا گیا تھا جس میں دیہی رورال ینویرانمینٹ رجسٹری سے حاصل کردہ فیلڈ باؤنڈری شامل تھی، جو برازیل کے تمام کسانوں کے لیے ضروری ہے۔

Bin Peng et al. [107]، یونائیٹڈ اسٹیٹس کے مڈویسٹ میں مکئی اور سویابین کی پیداوار کی پیشن گوئی میں تین سیٹلائٹ پر مبنی SIF پروڈکٹس کا جائزہ لیا۔ یہ پروڈکٹس آربٹنگ کاربن آبزرویٹری 2 (OCO-2) ، TROPOspheric Monitoring Instrument (TROPOMI) سے نئے SIF بازیافت، اور گلوبل اوزون مانیٹرنگ یکسپیرمینٹ-2 سے کورس ریزولوشن SIF کی بازیافتیں سے گیاپ فیلڈ SIF ہیں۔ SIF ڈیٹا کا استعمال کرتے ہوئے پیداوار کی پیشن گوئی کی کارکردگی کو سیٹلائٹ پر مبنی پودوں کے اشاریے (VIs) استعمال کرنے والوں کے ساتھ بینچ مارک کیا گیا تھا۔ سیٹلائٹ پر مبنی ان پودوں کے اشاریوں میں نارملائزڈ فرق ویجیٹیشن انڈیکس (NDVI)، اینانسڈ ویجیٹیشن انڈیکس (EVI)، پودوں کے قریب اور کت عکاسی (NIRv)، اور زمین کی سطح کا درجہ حرارت شامل ہیں۔ پیداوار کی پیشن گوئی کے ماڈلز بنانے کے لیے پانچ

مختلف مشین لرننگ الگورتھم استعمال کیے گئے جن میں صرف ریموٹ سینسنگ سے اخذ کردہ اور آب و ہوا اور ریموٹ سینسنگ سے اخذ کردہ ویریبلس شامل ہیں۔ جب فصل کی پیداوار کی پیشین گوئی کی بات آئی تو مصنفین نے دریافت کیا کہ OCO-2 اور TROPOMI کی اعلیٰ ریزولوشن SIF پروڈکٹس نے کورس ریزولوشن GOME-2 SIF پروڈکٹ سے بہتر کارکردگی کا مظاہرہ کیا۔ ہائی ریزولوشن SIF پروڈکٹس کے استعمال نے 2018 میں مکئی اور سویابین دونوں کی پیداوار کے لیے بہترین پیشین گوئیاں کیں، جو فصل کی پیداوار کی پیشین گوئی کے لیے سیٹلائٹ پر مبنی ہائی ریزولوشن SIF پروڈکٹس کے استعمال کی بڑی صلاحیت کی نشاندہی کرتی ہے۔ 2018 میں، مکئی اور سویابین کی پیداوار کے لیے بہترین پیشین گوئیاں اعلیٰ ریزولوشن SIF پروڈکٹس کا استعمال کرتے ہوئے حاصل کی گئیں۔

Shital H. Bhojani et al. [108]، موجودہ ملٹی لیئر پرسیپٹرون (MLP) نیورل نیٹ ورک میں ترمیم کرنے کے لیے اس طرح کہ اس میں ایک نیا ایکٹیویشن فنکشن، اپ ڈیٹ شدہ بے ترتیب وزن، اور نظر ثانی شدہ تعصب کی قدریں، مصنفین کے تجویز کردہ تصور میں مختلف موسمیاتی پیرامیٹر ڈیٹا سیٹس کا استعمال کیا گیا ہے۔ یہ آپ کو فصل کی پیداوار کا زیادہ درست اندازہ لگانے کی اجازت دے گا۔ ایم ایل پی ماڈل کی توثیق پہلے سے موجود ایکٹیویشن فنکشنز اور تازہ ترین ایکٹیویشن فنکشنز کا استعمال کرتے ہوئے کی گئی تھی، ہر ایک کے اپنے الگ الگ وزن اور تعصب کی قدروں اور مختلف قسم کے ٹیسٹ سیناریئوس کے ساتھ۔ اپنے تحقیقی مطالعے میں، مصنفین مختلف ایکٹیویشن فنکشنز کے نتائج کا جائزہ لیتے ہیں اور نیورل نیٹ ورکس کی کارکردگی کو بڑھانے اور زیادہ درست نتائج حاصل کرنے کے لیے کچھ نئے سادہ ایکٹیویشن فنکشنز پیش کرتے ہیں۔ ان نئے ایکٹیویشن فنکشنز کو DharaSig، DharaSigm، اور SHBSig کے نام دیئے گئے ہیں۔ نیز، DharaSig فنکشن میں تھوڑا سا ترمیم

کر کے تین نئے ایکٹیویشن فنکشنز بنائے گئے، جنہیں بالترتیب DharaSig1، DharaSig2، اور DharaSig3 کے نام دیے گئے۔

Mengjia Qiao et al. [109]، نے فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کے لیے ایک نیا deep learning کا آرکیٹیکچر تجویز کیا جسے SSTNN (سپیشیل-سپیکٹرل-ٹیمپورل نیورل نیٹ ورک) کہا جاتا ہے۔ یہ آرکیٹیکچر ان دو قسم کے نیٹ ورکس کی تکمیلی نوعیت کا فائدہ اٹھانے کے لیے تین ڈائیمنشیل کنوولیشنل نیورل نیٹ ورکس کو بار بار آنے والے نیورل نیٹ ورکس کے ساتھ جوڑتا ہے۔ خاص طور پر، SSTNN ایک اسپیشیل-سپیکٹرل لرننگ ماڈیول اور ایک وقتی ڈیپنڈنسی کیپچرنگ ماڈیول کو ایک متحد کنوولوشنل نیٹ ورک میں شامل کرتا ہے تاکہ مشترکہ اسپیشیل-سپیکٹرل-ٹیمپرل نمائندگی کو پہچان سکے۔ اسپیشیل-سپیکٹرل خصوصیات کو سیکھنے کے لیے جدید ماڈیول ملٹی اسپیکٹرل امیجز سے کافی اسپیشیل-سپیکٹرل خصوصیات نکال کر شروع ہوتا ہے۔ اس کے بعد، اسپیشیل-سپیکٹرل فیچر لرننگ ماڈیول کو ٹیمپرل ڈیپنڈنسی کیپچرنگ ماڈیول کے اوپر چین کیا جاتا ہے تاکہ طویل وقت کی سیریز کی تصاویر سے ٹیمپرل تعلق کو کم کیا جا سکے۔ اس کے علاوہ، مصنفین اس منفی اثرات سے بچنے کے لیے ایک بالکل نیا لاس فنکشن وضع کرتے ہیں جو فصل کی پیداوار کے لیبلز کی غیر مساوی تقسیم سے ہوتا ہے۔

Sungha Ju et al. [110]، ایک ہی ان پٹ ویریبلس کا استعمال کرتے ہوئے تین مختلف فصلوں پر سب سے زیادہ استعمال ہونے والے machine learning کے سات طریقوں کا تجربہ کیا: جنوبی کوریا میں دھان کے چاول، ریاستہائے متحدہ میں الینوائے اور آئیووا میں مکئی اور سویابین۔ چھ ٹائم سیریز کے سناریو، جن میں سے ہر ایک مہینوں کی مختلف رینج پر محیط ہے اور اپریل سے ستمبر تک جمع کیے گئے ڈیٹا کی بنیاد پر، 14 سالہ ٹائم افق (2003-2016) کا استعمال کرتے ہوئے درست پیشین

گوئیاں کرنے کی ان کی صلاحیت کے لیے جانچا گیا۔ ٹائم سیریز کے ڈیٹا میں اعتدال پسند ریزولیوشن امیجنگ سپیکٹرو ریڈیو میٹر (MODIS)، زرعی پیداوار کے اعداد و شمار، موسمیاتی ڈیٹا، اور کاؤنٹی سطح کے ماڈریٹ ریزولوشن اور 16 دن کی مجموعی عارضی ریزولوشن کے ساتھ زمینی کور میاپ شامل ہے۔ نتائج میں، ایک سپورٹ ویکٹر مشین (SVM) نے decision tree, random forest، artificial neural network، stacked-sparse auto encoder اور long short-term memory (LSTM) کے مقابلے میں، سب سے کم اوسط روٹ مین سکویر یرر (RRMSE) کے ساتھ انتہائی درست نتیجہ پیش کیا۔ ماڈل کے نتائج درست ہوں گے قطع نظر اس کے کہ فصل کی جس قسم کا مطالعہ کیا جا رہا تھا۔

Vasit Sagan et al. [111]، دو اہم مقاصد پر تبادلہ خیال کیا گیا: (1) فیلڈ پیمانے پر پیداوار کی پیشن گوئی کے لیے راتصویر پر مبنی deep learning کا طریقہ تیار کرنا؛ (2) بالترتیب براہ راست ان پٹ کے طور پر ہاتھ سے تیار کردہ خصوصیات اور WorldView-3 (WV) اور PlanetScope (PS) امیجری کا استعمال کرتے ہوئے اناج کی پیداوار کی پیشن گوئی کے لیے موسم میں کثیر وقتی تصویروں کے تعاون کی چھان بین کرنا۔ مصنفین نے چار WV-3 اور پچیس PS تصاویر کا استعمال کیا جو سویابین کے بڑھوتری کے موسم میں حاصل کی گئی تھیں۔ کنوولوشن نیورل نیٹ ورک (CNN) ڈیزائن جس میں سیٹلائٹ ڈیٹا میں پائی جانے والی اسپیکٹرل، اسپیشیل اور وقتی انفرمیشن کو شامل کیا گیا تھا، وہ دو ڈائیمنشیل اور تین ڈائیمنشیل دونوں سطحوں پر بنائے گئے تھے۔ CNN ڈیزائنوں کے تقابل کے مقصد کے لیے، سینکڑوں باریک بینی سے منتخب کردہ اسپیکٹرل، اسپیشیل، ٹیکسٹورل، اور وقتی ویریبلس جو کہ فصل کی نشوونما کی نگرانی کے لیے مثالی ہیں جمع کیے گئے اور اسی deep learning کے ماڈل میں ڈالے گئے۔

Dania Batool et al. [112]، فوڈ اینڈ ایگریکلچر آرگنائزیشن (FAO) کے AquaCrop سمولیشن ماڈل اور دیگر مشین لرننگ الگورتھم کا استعمال کرتے ہوئے چائے کی پیداوار کی پیشن گوئی کرنے کی حکمت عملیوں کا تقابلی جائزہ دیا۔ AquaCrop سمولیشن ماڈل کو کیلیبریٹ کرنے اور ریگریشن الگورتھم کو تربیت دینے کے لیے، مصنفین نے پاکستان میں چائے کے کھیتوں سے اکٹھے کیے گئے موسم، مٹی، فصل اور زرعی انتظام کے ڈیٹا کو قومی چائے اور ہائی-ویلیو کراپ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ (NTHRI) کے درمیان استعمال کیا۔ سال 2016 اور 2019۔ یہ ڈیٹا NTHRI سے حاصل کیے گئے تھے۔

Patryk Hara et al. [113]، انڈیپنڈنٹ ویریبلس کو درج کیا اور جانچا جو اکثر زرعی فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی ماڈلنگ میں استعمال ہوتے ہیں، جو artificial neural networks (ANNs) پر مبنی ہے۔ مجوزہ مطالعہ میں ماحولیات سے متعلقہ عوامل جیسے موسمیاتی ڈیٹا، ہوا کا درجہ حرارت، کل بارش، انسولیشن، اور مٹی کی خصوصیات پر بہت زیادہ توجہ اور غور کیا جاتا ہے۔ ریموٹ سینسنگ اور فوٹو گرافی میٹرک تکنیک کے استعمال کے بڑھتے ہوئے پھیلاؤ کی وجہ سے پورے مطالعے میں درست زراعت کی ترقی پر زور دیا گیا ہے۔

Ekaansh Khosla et al. [114]، آندھرا پردیش کے وشاکھاپٹنم ضلع میں خریف کی فصلوں کی پیشن گوئی پر توجہ مرکوز کی گئی، جو ریاست کے اہم ساحلی اضلاع میں سے ایک ہے۔ مصنفین سب سے پہلے ماڈیولر modular artificial neural networks (MANNs) کا استعمال کرتے ہوئے مون سون کی بارشوں کی مقدار کی پیشین گوئی کرتے ہیں، اور پھر وہ بڑی خریف فصلوں کی مقدار کا اندازہ لگانے کے لیے سپورٹ ویکٹر ریگریشن کا استعمال کرتے ہیں جو کہ بارش کے ڈیٹا اور اس مخصوص کو دیے گئے رقبے کو استعمال کر کے حاصل کی جا سکتی ہیں۔ فصل بارش کا ڈیٹا خریف کی فصل کی پیداوار کی مقدار کا تعین

کرنے کا بنیادی عنصر ہے۔MANNs-SVR نقطہ نظر مؤثر زرعی طریقوں کو تیار کرنے کی اجازت دیتا ہے، جس کے بعد فصلوں کی مجموعی پیداوار کو بڑھانے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

Yan Li et al. [115]، ریاستہائے متحدہ کے مڈ ویسٹ میں بارش سے پیدا ہونے والی مکئی کی پیداوار کی پیش گوئی کے لیے اسٹاٹسٹکل ماڈلنگ کے طریقوں کو پیش کیا۔ مصنفین نے ڈیپ ائی سے تشخیصی تجزیہ کا استعمال کرتے ہوئے بارش سے پیدا ہونے والی مکئی کی پیداوار میں درپیش مسائل پر بھی تبادلہ خیال کیا۔

Dhivya Elavarasan et al. [116]، غیر خطوطی اور تدریجی پھیلاؤ کے مسائل کو حل کرنے کے لیے، DBN کو FNN کے ساتھ مل کر استعمال کیا گیا ہے۔ ڈی بی این کی طرف سے تیار کردہ ایک موثر پری ٹریننگ طریقہ ابتدائی طور پر تجویز کردہ ماڈل کے ذریعے انجام دیا جاتا ہے تاکہ ماڈل کی بہتر ترقی اور فیچر ویکٹر جنریشن کو آسان بنایا جا سکے۔ FNN اس خصوصیت کے ویکٹر کو بطور ان پٹ حاصل کرتا ہے تاکہ اس پر مزید کارروائی کی جا سکے۔ مجوزہ فزی نیورل نیٹ ورک پر مبنی ڈیپ بیلیف نیٹ ورک کی برتری کا تجزیہ دوسرے ڈیپ لرننگ الگورتھم سے موازنہ کر کے کیا جاتا ہے۔

Ayush Shah et al. [117]، فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کرنے اور موسمی عوامل کی رہنمائی کرنے کے لیے ایک انٹلیجنٹ طریقہ فراہم کیا جو فصل کی سب سے زیادہ پیداوار پیدا کرے گا۔ تکنیکی ترقی کے نتیجے میں، زیادہ سے زیادہ پیداواری صلاحیت حاصل کرنے کے لیے توجہ دستی طور پر انجام دینے والے عمل سے ہٹ کر مشینوں اور کنٹرول سسٹم پر اسیسنگ کی طرف منتقل ہو گئی ہے۔ فی ایکڑ فصل کی پیداوار کا تخمینہ لگانے کے مقصد کے لیے، مصنفین ملٹی ویریٹ پولینومیئل ریگریشن، سپورٹ ویکٹر

مشین ریگریشن،اور رینڈم فارسٹ ماڈلز کا استعمال کرتے ہیں۔جو طریقہ تجویز کیا گیا ہے وہ پیداوار اور موسم سے متعلق ڈیٹا کا استعمال کرتا ہے جو ریاستہائے متحدہ کے محکمہ زراعت سے جمع کیا گیا تھا۔

Preeti Tiwari et al. [118]، مختلف قسم کے جغرافیائی تغیرات کا استعمال کرتے ہوئے زرعی پیداوار کی پیش گوئی کرنے پر توجہ مرکوز کی گئی، جیسے کہ نارملائزڈ ڈیفرینس ویجیٹیشن انڈیکس، سٹانڈرڈ پر سپٹیسن انڈیکس، اور ویجیٹیشن کنڈیشن انڈیکس۔ماضی کے تجربہ کار موسمی حالات سے نالڈج حاصل کرنے کے لیے ایک روایتی ایر ربیک پروپیگیشن نیورل نیٹ ورک کا استعمال کیا گیا تھا۔

Jie Sun et al. [119]، نے ایک ڈیپ CNN-LSTM ماڈل تجویز کیا، جس کا استعمال انفرادی فارموں کی سطح پر CONUS ممالک میں موسم کے اختتام اور موسم میں سویابین کی پیداوار کی پیش گوئی کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ماڈل کو فصل کی نشوونما کے ویریبلس اور انورائمینٹل ویریبلس کا استعمال کرتے ہوئے تربیت دی گئی تھی، جیسے موسم کا ڈیٹا، MODIS زمینی سطح کا درجہ حرارت (LST) ڈیٹا، اور MODIS سرفیس ریفلیکٹنس (SR) ڈیٹا۔لیبل کے طور پر، ماڈل نے ہسٹریکل سویا بین کی پیداوار کا ڈیٹا استعمال کیا۔ان تمام ٹریننگ ڈیٹا کو ضم کیا گیا اور پھر ہسٹو گرام پر مبنی ٹینسرز میں تبدیل کر دیا گیا تاکہ گوگل ارتھ انجن (GEE) کا استعمال کرتے ہوئے ان پر گہری تعلیم حاصل کی جا سکے۔

Hoa Thi Pham et al. [120]، ایک ایسا فریم ورک تجویز کیا جو FS، FX کی کارکردگی کی تحقیقات کرتا ہے، اور ان دونوں کے امتزاج کو غیر خصوصیت میں کمی (All-F) کو بنیادی لائن کے طور پر استعمال کرتا ہے۔کیس اسٹڈی مشین لرننگ کے طریقوں کی بنیاد پر ویتنام کے آٹھ ذیلی علاقوں کے لیے چاول کی پیداوار کی پیشن گوئی کے 21 ماڈل تیار کرنے کے لیے

ویجیٹیشن کنڈیشن انڈیکس(VCI) اور ٹمپریچر کنڈیشن انڈیکس(TCI) کا استعمال کرتی ہے۔ یہ طریقے درج ذیل ہیں: لینیئر ، سپورٹ ویکٹر مشین (SVM)، decision tree (DT)، آرٹیفشل نیورل نیٹ ورک (ANN)، اور Ensemble۔

2.6 ریسرچ گیپس

سیمنٹک ویب فیچرز کے ساتھ زراعت میں استعمال ہونے والے IoT کے تناظر میں کی گئی مختلف تحقیقوں کا مکمل مطالعہ کرنے کے بعد، ہم نے پایا کہ کچھ ریسرچ گیپس ہیں جہاں مزید تحقیق کی گنجائش باقی ہے۔ ہمارے کئے گئے مطالعے کی رایاں درج ذیل ہیں:

- زیادہ تر موجودہ زرعی ontologies یا تو کسی خاص فصل کے لیے یا کسی خاص IoT ڈیوائس کے لیے، یا کسی خاص زرعی ایپلی کیشن کے لیے تیار کی گئی ہیں۔ موجودہ ontologies زراعت کے شعبے میں سیمنٹک انٹر آپریبلٹی کو نافذ کرنے کے لیے درکار تمام مطلوبہ الفاظ اور پہلوؤں کا احاطہ نہیں کرتی ہیں۔ زراعت کے لیے ایک جامع ontology کی ضرورت ہے جو ایک مؤثر Knowledge base فراہم کرے جو زرعی فارموں اور IoT آلات سے متعلق تمام تصورات، مثالوں اور تعلقات کا احاطہ کرے۔

- چونکہ IoT ایک تیزی سے بڑھتی ہوئی ٹیکنالوجی ہے، اس لیے نئے تصورات شامل ہیں؛ اس لیے ڈیٹا کی وشوسنیتا کو یقینی بنانے کے لیے ایک آڈپٹیو ontology اپڈیٹنگ کی ضرورت ہے۔

- فصل کی پیداوار کے آخری مرحلے تک کاشتکاروں کی مدد کے لیے ایک مؤثر حل کی ضرورت ہے۔

- چونکہ پیداوار کی پیشن گوئی درست زراعت میں استعمال ہونے والی اہم ایپلی کیشنز میں سے ایک ہے، مشین لرننگ الگورتھم میں اضافی پیرامیٹرز اور افعال پر غور کر کے پیداوار کی پیشین گوئی کے طریقوں کو بہتر بنایا جا سکتا ہے۔

2.7 خلاصہ

یہ باب اس تحقیق کے ایک حصے کے طور پر کیے گئے جدید ترین ادب کا جائزہ پیش کرتا ہے۔ زراعت میں IoT انٹرآپریبلٹی کی اہمیت، مسائل اور چیلنجز پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ زراعت میں IoT پر لٹریچر کو تفصیل سے پیش کیا گیا ہے۔ وسائل کی وضاحت کی شکل کے ساتھ IoT انٹرآپریبلٹی کے تصور پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ زرعی ontology اور فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی پر حالیہ مقالے پیش کیے گئے ہیں۔

باب 3

اگریکلچر فیلڈ میں IoT سسٹم سیٹپ کے لئے ٹولس

Arduino 3.1

Arduino ایک ایسا پلیٹ فارم ہے جو اوپن سورس ہے اور برقی ڈیوازیس کی تعمیر کے لیے استعمال ہوتا ہے[121]۔ ایک فزیکل پروگرام قابل سرکٹ بورڈ، جسے عام طور پر مائیکرو کنڑولر کے نام سے جانا جاتا ہے، اور سافٹ ویئر کا ایک پروگرام جسے IDE (انٹیگریٹڈ ڈویلپمنٹ انوائرمنٹ) کہا جاتا ہے جو پرسنل کمپیوٹر پر چلتا ہے وہ دو اجزاء ہیں جو Arduino بناتے ہیں۔ IDE صارف کو کمپیوٹر کوڈ لکھنے اور اسے فزیکل بورڈ پر اپ لوڈ کرنے کی اجازت دیتا ہے۔

ایک اچھی وجہ سے، Arduino پلیٹ فارم ان لوگوں میں بہت زیادہ مقبول ہوا ہے جو الیکٹرانکس کے شعبے میں ابھی اپنے کیریئر کا آغاز کر رہے ہیں۔ Arduino بورڈ میں تازہ کوڈ اپ لوڈ کرنے کے لیے، بس ایک USB کنکشن کی ضرورت ہوتی ہے، اس سے پہلے آنے والے پروگرام کے قابل سرکٹ بورڈز کی اکثریت کے برعکس، جس کو ایسا کرنے کے لیے پروگرامر کے نام سے جانا جاتا ہارڈ ویئر کا ایک علیحدہ پیس درکار ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ، Arduino IDE C++ کا ایک ہموار ورژن استعمال کرتا ہے، جس کی وجہ سے کمپیوٹر پروگرامنگ کی بنیادی باتوں کو اٹھانا بہت کم مشکل ہوتا ہے۔ آخر میں، Arduino ایک ایسا پلیٹ فارم ہے جو ایک معیاری شکل کا عنصر پیش کرتا ہے، جو مائیکرو کنڑولر کے کاموں کو ایک ایسی پیکیجنگ میں الگ کرتا ہے جس کا استعمال کرنا آسان ہے۔

شکل 3.1: Arduinoبورڈ [122]

دونوں ہارڈ ویئر اور سافٹ ویئر جو Arduino پر مشتمل ہیں ان لوگوں کے ارادے کو پورا کرنے کے لئے تیار کیے گئے ہیں جو انٹرایکٹو چیزوں یا ترتیبات کی تیاری میں دلچسپی رکھتے ہیں، بشمول فنکار، ڈیزائنرز، شوق رکھنے والے، ہیکرز، اور نئے آنے والوں تک محدود نہیں۔ Arduino بٹن، LEDs، موٹرز، اسپیکرز، GPS سسٹمز، کیمرے، انٹرنیٹ، اور یہاں تک کہ اسمارٹ فون یا ٹیلی ویژن سمیت متعدد اجزاء کے ساتھ بات چیت کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ اس استقامت کے ساتھ اس حقیقت کے ساتھ کہ Arduino سافٹ ویئر مفت ہے، ہارڈ ویئر بورڈ نسبتاً سستے ہیں، اور یہ کہ سافٹ ویئر اور ہارڈ ویئر دونوں ہی سیکھنے میں آسان ہیں، اس کے نتیجے میں صارفین کی ایک بڑی کمیونٹی کی تخلیق ہوئی ہے جنہوں نے کوڈ میں تعاون کیا ہے اور شائع کیا ہے۔ منصوبوں کی ایک وسیع صف کے لیے ہدایات جو Arduino پلیٹ فارم پر مبنی ہیں۔

(USB/Barrel Jack) Power 3.1.1

ہر ایک Arduino بورڈ کو ایک ایسا ذریعہ درکار ہوتا ہے جس کے ذریعے اسے بیرونی طاقت کے منبع سے جوڑا جا سکے۔ Arduino UNO بجلی حاصل کر سکتا ہے یا تو USB کنکشن کے ذریعے جو کمپیوٹر سے جڑا ہوا ہے یا دیوار سے بجلی کی فراہمی کے ذریعے (اس طرح) جس کے ختم ہونے کے نقطہ کے طور پر بیرل جیک ہوتا ہے۔

Arduino بورڈ میں کوڈ کی لوڈنگ بھی USB کنکشن کے ذریعہ مکمل کی جاسکتی ہے۔

پنز: (V, 3.3 V, GND, Analog, Digital, PWM, AREF5)

Arduino پر تاروں کو پنوں سے جوڑ کر ایک سرکٹ بنائیں، اکثر بریڈ بورڈ اور کچھ مزید تاروں کے ساتھ مل کر۔ ان کے پاس اکثر سیاہ پلاسٹک سے بنے 'ہیڈر' ہوتے ہیں جو صارف کو بورڈ میں سیدھے تار ڈالنے کے قابل بناتے ہیں۔ Arduino بورڈ میں مختلف قسم کے پن ہوتے ہیں، جن میں سے سبھی کو درجہ بندی اور لیبل لگایا جاتا ہے، اور ہر پن بورڈ سے منسلک ہونے پر ایک خاص مقصد پورا کرتا ہے۔

- GND "گراؤنڈ" کا مخفف ہے۔ ایک Arduino پر، ایک سے زیادہ GND پن ہوتے ہیں، اور ان پنوں میں سے کسی ایک کو سرکٹ کو گراؤنڈ کرنے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔
- V5 اور V3.3: 5V پن 5 وولٹ پاور فراہم کرتا ہے، جبکہ V3.3 پن 3.3 وولٹ پاور فراہم کرتا ہے۔ ان دونوں پنوں پر ان کے متعلقہ وولٹیج کا لیبل لگا ہوا ہے۔ Arduino کے معمولی اجزاء کی اکثریت 5 یا 3.3 وولٹ پاور سے کام کرنے کے لیے مطمئن ہے۔

- اینالاگ: لیبل کے پیچھے واقع پنوں کا وہ علاقہ جو UNO پر "Analog In " پڑھتا ہے (بورڈ پر A0 سے A5 تک پنیں) اینالاگ ان پن ہیں۔ ان پنوں میں اینالاگ سینسر (جیسے درجہ حرارت کا سینسر، مثال کے طور پر) سے آنے والے سگنل کو پڑھنے اور اسے ڈیجیٹل ویلیو میں تبدیل کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے جسے ہم پڑھ سکتے ہیں۔
- ڈیجیٹل: ڈیجیٹل پن یناالاگ پنوں سے بورڈ کے دوسری طرف واقع ہیں (UNO پر 0 سے 13 تک)۔ ان پنوں میں ڈیجیٹل ان پٹ (جیسے یہ تعین کرنا کہ آیا بٹن دبایا گیا ہے) اور ڈیجیٹل آؤٹ پٹ (جیسے ایل ای ڈی کو طاقت دینا) دونوں کرنے کی صلاحیت ہے۔
- پلس وِڈتھ ماڈیولیشن (PWM): کسی نے کچھ ڈیجیٹل پنوں (UNO پر 3، 5، 6، 9، 10، اور 11) کے آگے ٹیلڈ (~) دیکھا ہوگا۔ یہ پن معیاری ڈیجیٹل پن کے طور پر کام کرتے ہیں، لیکن ان میں ایک تکنیک کے لیے استعمال ہونے کی صلاحیت بھی ہے جسے پلس وِڈتھ ماڈیولیشن (PWM) کہا جاتا ہے۔
- AREF ایک مخفف ہے جس کا مطلب ہے "اینالاگ حوالہ۔" یہ کبھی کبھار ایک بیرونی حوالہ وولٹیج (0 اور 5 وولٹ کے درمیان) کو اینالاگ ان پٹ پنوں کی بالائی حد کے طور پر قائم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ قدر 0 سے 5 وولٹ کی حد میں ہونی چاہیے۔

3.1.2 ری سیٹ بٹن

پر ایک ری سیٹ بٹن ہے، جیسا کہ اصل Nintendo پر تھا۔ جب اسے دھکا دیا جائے گا، تو ری سیٹ پن اور گراؤنڈ کے درمیان ایک لمحاتی کنکشن بن جائے گا، جو ڈالے جانے والے کوڈ کو دوبارہ شروع کر دے گا۔ اگر کوڈ دوبارہ نہیں آتا ہے، لیکن آپ اب بھی

اسے کئی بار جانچنا چاہتے ہیں، تو یہ ایک انتہائی مدد گار ٹول ہو سکتا ہے۔ تاہم، اصل Nintendo کنسول کے برعکس، Arduino پر پھونک مارنے سے اکثر کوئی مسئلہ حل نہیں ہوتا ہے۔

3.1.3 پاور LED انڈیکیٹر

سرکٹ بورڈ پر لفظ "ON" کے دائیں طرف تھوڑی سی LED ہے۔ یہ LED لفظ "UNO" کے بالکل نیچے اور دائیں طرف واقع ہے۔ یہ روشنی نہ آنے کی صورت میں اس بات کا قوی امکان ہے کہ کچھ گڑبڑ ہے۔ یہ سرکٹ کو ایک اور نظر دینے کا وقت ہے۔

TX RX LEDs 3.1.4

"ٹرانسمٹ" کا مخفف "TX" ہے جبکہ "receive" کا مخفف "RX" ہے۔ یہ لیبل برقی اجزاء میں بہت عام ہیں اور ان پنوں کی شناخت کے مقصد کو پورا کرتے ہیں جو سیریل کمیونیکیشن کے لیے جوابدہ ہیں۔ جب ہمارے مخصوص Arduino UNO کی بات آتی ہے تو، TX اور RX علامتیں دو مختلف مقامات پر مل سکتی ہیں: پہلی بار ڈیجیٹل پن 0 اور 1 سے، اور دوسری بار TX اور RX اشارے ایل ای ڈی سے ملحق ہے۔ جب ہمارا Arduino ڈیٹا وصول کر رہا ہوتا ہے یا بھیج رہا ہوتا ہے، جب ہم بورڈ پر ایک نیا سافٹ ویئر لوڈ کر رہے ہوتے ہیں، تو یہ LEDs ہمیں کچھ اچھے بصری اشارے فراہم کریں گے جو کہ کیا ہو رہا ہے اس پر نظر رکھنے میں ہماری مدد کریں گے۔

Main IC 3.1.5

ایک مربوط سرکٹ، جسے اکثر IC کہا جاتا ہے، اس کی ٹانگ نما ساخت اور اس کے گہرے رنگ سے پہچانا جا سکتا ہے۔ اسے ہمارے Arduino کے مرکزی پروسیسنگ یونٹ کے طور پر تصور کریں۔ ایک Arduino پر پرائمری انٹیگریٹڈ سرکٹ (IC) بورڈ

کی ایک قسم سے دوسرے میں تھوڑا سا مختلف ہو سکتا ہے۔ یہ تقریباً ہمیشہ ICs کے ATmega خاندان سے آتا ہے جو کمپنی ATMEL کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔

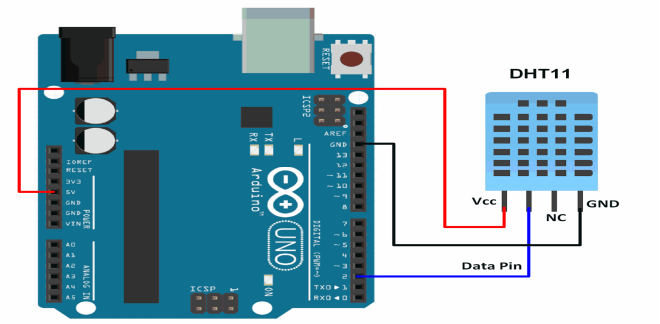
3.1.6 وولٹیج ریگولیٹر

وولٹیج ریگولیٹر وہی انجام دیتا ہے جو اس کے نام سے ظاہر ہوتا ہے، جس کا مطلب یہ ہے کہ یہ Arduino بورڈ کو فراہم کی جانے والی وولٹیج کی مقدار کو کنٹرول کرتا ہے۔ اسے ایک قسم کے دربان کے طور پر تصور کریں جو کسی بھی اضافی وولٹیج کو داخل ہونے سے روکے گا جو سرکٹ کے لیے نقصان دہ ہو سکتا ہے۔

Arduino Family 3.1.7

Arduino مختلف قسم کے بورڈز تیار کرتا ہے، ہر ایک اپنی خصوصیات اور صلاحیتوں کے ساتھ۔ اس کے علاوہ، حقیقت یہ ہے کہ Arduino بورڈز اوپن سورس ہارڈویئر پر مبنی ہیں اس کا مطلب یہ ہے کہ دوسروں کے پاس ان میں ترمیم کرنے اور ان کے مشتقات بنانے کی صلاحیت ہے جو اور بھی زیادہ فعالیت اور تشکیل کے عوامل پیش کرتے ہیں۔

3.2 Arduino کے ساتھ Temperature and humidity sensor



شکل 3.2.1: Arduino کے ساتھ درجہ حرارت اور نمی کا سینسر [123]

درجہ حرارت اور نمی کے سینسر DHT-11 ایک ہی تار کے ذریعے درجہ حرارت اور نمی کی ریڈنگ فراہم کرتا ہے جسے ڈیٹا کہا جاتا ہے[124]۔ پاور سپلائی پن، جسے VCC پن بھی کہا جاتا ہے، 3.5 سے 5 وولٹ کی حد میں کنکشن قبول کرنے کے قابل ہے۔

شکل 3.2.2: درجہ حرارت اور نمی کا سینسر [125]

- Arduino بورڈ پر GND پن اور Arduino بورڈ پر GND پن کے درمیان کنکشن بنائیں۔
- آخر میں، VCC پن کے ساتھ 5 وولٹ کے وولٹیج کے ساتھ ایک تار جوڑیں۔
- اور پھر DHT-11 سینسر کے ڈیٹا پن اور Arduino بورڈ پر پن نمبر 2 کے درمیان کنکشن بنائیں۔

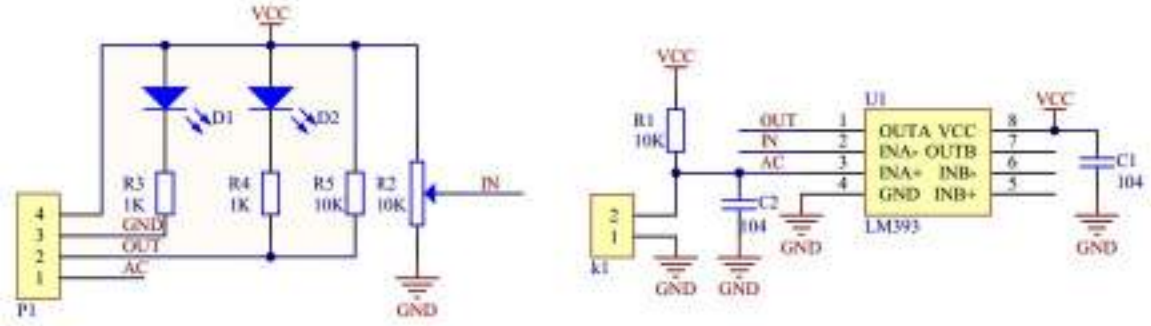
3.3 ارڈوینو کے ساتھ soil moisture sensor

مٹی کی نمی کا سینسر سسٹم کا سب سے اہم حصہ ہے۔ یہ دو اجزاء سے بنا ہے، خاص طور پر، بنیادی سینسر اور کنٹرول بورڈ۔ مٹی کی نمی کے سینسر کا سینسر حصہ کچھ کنڈکٹو پروبس پر مشتمل ہوتا ہے جو مٹی میں پانی کے حجمی مواد کی پیمائش کرنے کے قابل ہوتے ہیں[126]۔ یہ پیمائش مختلف طریقوں سے کی جا سکتی ہے۔

شکل 3.3: soil moisture sensor [127]

3.3.1 soil moisture sensor کے کام کرنے کا طریقہ

مٹی کی نمی کے سینسر کا آپریشن کا نسبتاً ایک آسان طریقہ ہے۔ وولٹیجز کا موازنہ اس کے آپریشن کے پیچھے محرک قوت ہے۔ مندرجہ ذیل سرکٹ ڈایا گرام اس بات کا عمومی خیال ظاہر کرتا ہے کہ مٹی میں نمی کا سینسر کیسے کام کرتا ہے۔



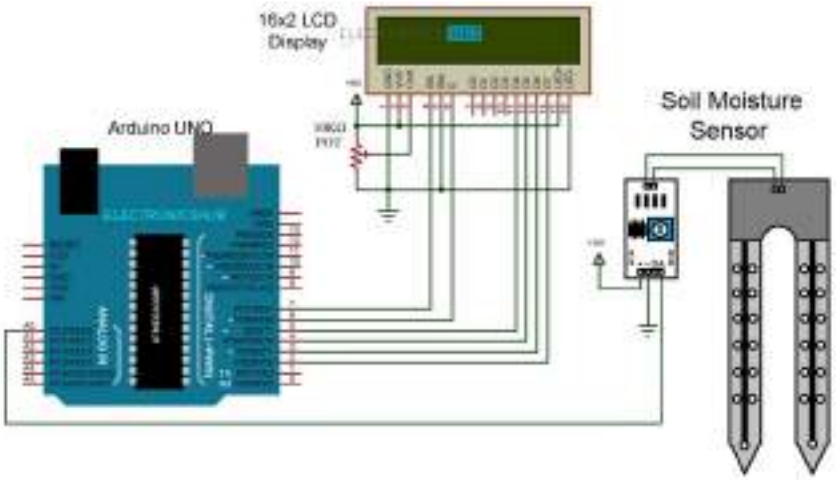
شکل 3.3.1: مٹی کی نمی کا سینسر کے کامکرنے کا طریقہ [128]

Comparator کے ان پٹ میں سے ایک K10 پوٹینشیو میٹر سے منسلک ہے، جبکہ دوسرا ان پٹ وولٹیج ڈیوائیڈر نیٹ ورک سے منسلک ہے جس میں K10 ریزسٹر اور مٹی کی نمی کی جانچ ہے۔ دونوں ان پٹ کمپیریٹر کے ایک ہی آؤٹ پٹ سے جڑے ہوئے ہیں۔

زمین میں موجود پانی کی مقدار کے لحاظ سے تحقیقات کی چالکتا تبدیل ہوتی ہے۔ اگر پانی کا کم ارتکاز ہے، تو تحقیقات کے ذریعے ناپا جانے والی چالکتا بھی کم ہو گی۔ لہذا، موازنہ کرنے والے کے لیے ان پٹ زیادہ قدر کا ہو گا۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ موازنہ کرنے والے کا آؤٹ پٹ زیادہ ہے، اور اس کے براہ راست نتیجے کے طور پر، ایل ای ڈی روشن نہیں ہو گی۔

3.3.2ارڈوینو کے ساتھsoil moisture sensorکی انٹرفیسنگ

Soil moistureکا ماڈیول ڈیجیٹل اور اینالاگ دونوں آؤٹ پٹ فراہم کرتا ہے، جو اس کا پیش کردہ بنیادی فائدہ ہے۔ اگر آپ اس اینالاگ سگنل کو استعمال کرتے ہیں اور اسے Arduinoپر analog INپورٹ میں کھلاتے ہیں تو آپ مٹی میں موجود نمی کی فیصد کا درست اندازہ لگا سکیں گے۔



شکل3.3.2:Arduinoکے ساتھsoil moisture sensorکی انٹرفیسنگ [129]

3.4 Arduinoکے ساتھsoil pHسینسر

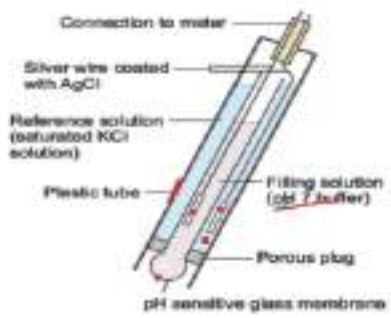
"pHسینسر" سے مراد وہ آلہ ہے جو مائع میں موجود ہائیڈروجن آئنوں(H+) کی مقدار کو ماپتا ہے۔ اس سے کسی مائع کی تیزابیت یاالکلائیٹی کا تعین کیا جا سکتا ہے۔ جب پی ایچ سینسر مائع محلول میں ڈوب جاتا ہے تو، چھوٹے آئن شیشے کی جھلی کے باؤنڈری ایریا سے گزر کر نیچے کے محلول میں جا سکتے ہیں، جبکہ بڑے آئن مائع میں برقرار رہتے ہیں۔ الیکٹروڈ کے درمیان وولٹیج کا فرق وہی ہے جو پی ایچ میٹر مانیٹر کرتا ہے۔

3.4.1 پی ایچ میٹر کے کام کرنے کا طریقہ

پی ایچ میٹر ایک ماڈیول اور پی ایچ الیکٹروڈ پر مشتمل ہوتا ہے۔ ماڈیول میں ایک وولٹیج ریگولیٹر ہے جو 3.3v سے DC5.5v تک بجلی کی فراہمی کو سنبھال سکتا ہے۔ کچھ ماڈلز میں DC5v ہوتا ہے جو کہ Arduino، ESP 8266، STM، اور ESP32 سمیت مختلف قسم کے پروگرام ایبل بورڈز کے ساتھ مطابقت رکھتا ہے۔ ایک ماڈیول جس میں سرکٹری ہوتا ہے جو فلٹر شدہ سگنلز کو کم جٹر کے ساتھ آؤٹ پٹ کر سکتا ہے، فلٹرڈ سگنل آؤٹ پٹ ماڈیول کہلاتا ہے۔ ایک پوٹینو میٹر جو پی ایچ الیکٹروڈ کو کیلیبریٹ کر سکتا ہے بھی ماڈیول میں شامل ہے [130]۔

3.4.2 pH الیکٹروڈ پروب کے کام کرنے کا طریقہ

دو مختلف قسم کے الیکٹروڈ ہیں، یعنی گلاس الیکٹروڈ اور غیر گلاس الیکٹروڈ۔ اس کے مطابق، شیشے کے الیکٹروڈ میں پی ایچ سینسر عنصر شیشے کے بلب پر مشتمل ہوتا ہے جو شیشے کی ٹیوب کے آخر میں واقع ہوتا ہے۔ یہ شیشے کی ٹیوب الیکٹروڈ پوٹاشیم کلورائیڈ کے محلول سے بھری ہوئی ہے جس کا پی ایچ سات ہے، اور اس میں چاندی کا ایک تار بھی شامل ہے جس پر سلور کلورائیڈ کی کوٹنگ کی گئی ہے۔ مندرجہ ذیل گرافک ساختی ڈایا گرام کی نمائندگی فراہم کرتا ہے۔



شکل 3.4.2: پی ایچ الیکٹروڈ پروب کے کام کرنے کا طریقہ [131]

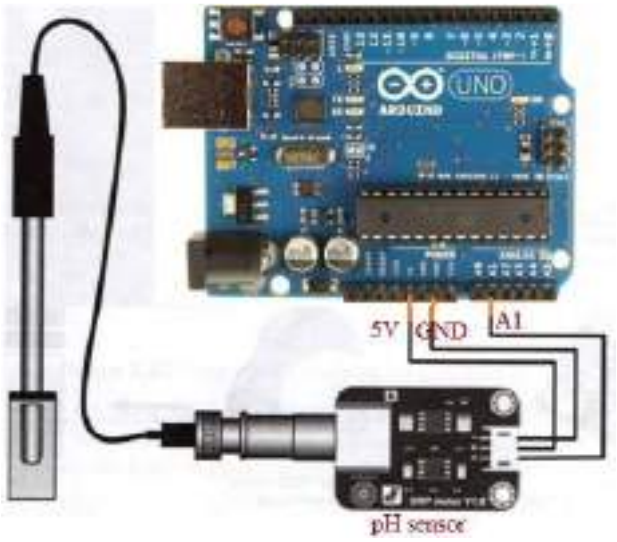
جیسا کہ شکل میں دیکھا جا سکتا ہے، ریفرنس سسٹم باہر کے شیشے یا پلاسٹک کی ٹیوب پر واقع ہے، اور یہ اسی طرح سلور کلورائیڈ سے بنا ہے جو چاندی کے تار پر لپٹا ہوا ہے اور پوٹاشیم کلورائیڈ میں ڈوبا ہوا ہے۔ حل جو مکمل طور پر سیر ہوتا ہے۔ جیسا کہ شیشے کے الیکٹروڈ میں حل اور ریفرنس الیکٹروڈ میں حل دونوں ایک جیسے پی ایچ کے طور پر جانا جاتا ہے، دونوں کے درمیان امکان میں کوئی تبدیلی نہیں ہے۔ غیر محفوظ پلگ ریفرنس سسٹم کو درمیانے درجے سے ڈھال دیتا ہے جس سے بجلی کے کنکشن کو کاٹ دیا جائے جو دونوں نظاموں کو آپس میں جوڑتا ہے۔ حوالہ نظام اور پیمائش کے نظام کے درمیان ممکنہ فرق کی پیمائش pH قدر کے حساب میں استعمال ہوتی ہے۔

جب شیشے کو ناپا جانے والے محلول میں ڈبویا جاتا ہے، تو محلول سے مثبت چارج شدہ +H آئن شیشے کی جھلی کی سطح کی طرف بڑھتے ہیں، اور یہی چیز اندرونی محلول کے ساتھ ہوتی ہے، جو +H آئنوں کو اندرونی طور پر شیشے کی جھلی کی طرف لاتا ہے۔ اب، تحقیقات کا اہم حصہ، پی ایچ حساس شیشے کی جھلی، یہ ہے کہ اسے خاص طور پر اس طرح ڈیزائن کیا گیا ہے کہ +H آئن شیشے کی جھلی کی سطح کی طرف بڑھیں اور ان سے چپک جائیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ پی ایچ حساس شیشے کی جھلی میں صلاحیت میں تبدیلی ہوتی ہے، جو دونوں اطراف میں موجود +H آئنوں میں فرق کی وجہ سے ہوتی ہے۔ سگنل کنورژن ماڈیول اس ممکنہ فرق کو حاصل کرنے اور پھر پی ایچ ویلیو حاصل کرنے کے لیے نرنسٹ مساوات کا استعمال کرنے کا ذمہ دار ہے۔

3.4.3 Arduino کے ساتھ مٹی کے pH سینسر کا انٹرفیسنگ

اگر کنٹینر کے اندر ہائیڈروجن آئنوں کا ارتکاز کنٹینر کے باہر کے ارتکاز سے کم ہے، تو ماپا ہوا محلول تیزابی ہے، اور pH قدر 7 سے کم ہے۔ دوسری طرف، اگر +H کا ارتکاز کنٹینر کے اندر کے آئنز کنٹینر کے باہر کے ارتکاز سے زیادہ ہیں، پھر ماپا ہوا محلول بنیادی ہے،

اور پی ایچ کی قدر 7 سے زیادہ ہو گی۔ جیسا کہ نیچے دیے گئے خاکے میں دیکھا جا سکتا ہے، پی ایچ کی پیداوار سینسر Arduino بورڈ پر analogue پڑھنے والے ان پٹ سے منسلک ہے۔ پی ایچ سینسر مختلف قسم کے ینالاگ آؤٹ پٹس تیار کرتا ہے، جن میں سے ہر ایک مائع محلول کی پیمائش کے لیے مخصوص ہے۔ دوسرے مائع محلول کی pH قدر کا حساب لگانا آسان ہے اگر کوئی تسلیم شدہ محلول کی قدر سے واقف ہے، جیسے کہ پانی۔



شکل 3.4.3: ارڈوینو کے ساتھ Soil pH sensor انٹرفیس [132]

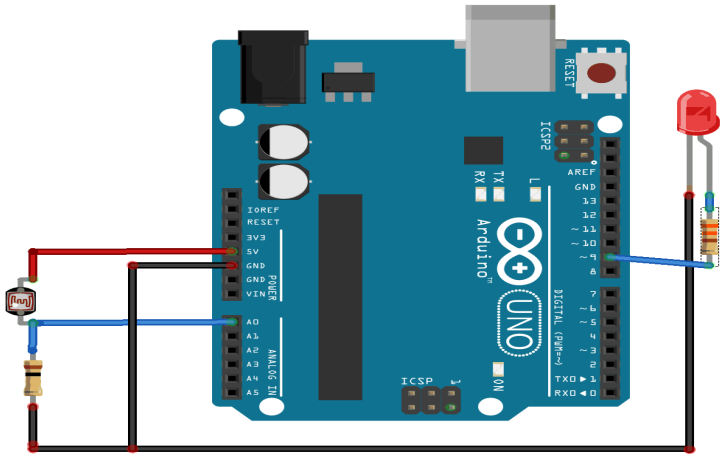
پی ایچ سینسر اور آرڈوینو بورڈ کے درمیان رابطے درج ذیل ہیں۔

- 5V (Arduino side) – (pH سینسر سائیڈ کا + پن) Vcc
- GND (Arduino side) – (pH سینسر سائیڈ کا - پن) GND
- A1 (Arduino side) - (pH سینسر سائیڈ کا ایک A پن) OUT

3.5 Arduino کے ساتھ Light sensor انٹرفیسنگ

LDRs کے ساتھ انٹرفیسنگ لائٹ سینسر جو روشنی پر منحصر ریزسٹرس کے لیے کھڑے ہیں، روشنی کے لیے ان کی حساسیت کی وجہ سے انہیں فوٹوریزسٹرس بھی کہا جاتا ہے۔ فوٹوریزسٹرس کسی مخصوص ماحول میں روشنی کی موجودگی یا عدم موجودگی کا اشارہ فراہم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ جب کافی روشنی نہیں ہوتی ہے تو فوٹوریزسٹر کی مزاحمت بڑھ جاتی ہے، لیکن جب کافی روشنی ہوتی ہے تو یہ ڈرامائی طور پر نیچے جاتی ہے۔

شکل 3.5.1: LDR روشنی پر منحصر ریزسٹر [133]

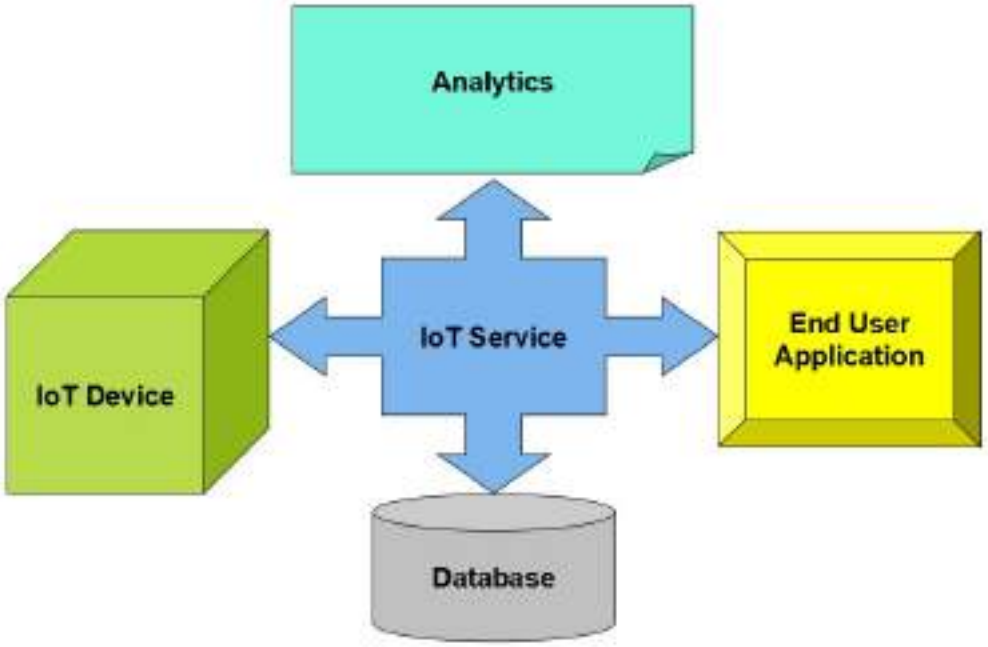


شکل 3.5.2: Arduino کے ساتھ LDR sensor انٹرفیس [134]

ایک ایسا جزو ہے جس کے دو ٹرمینلز ہیں۔ ٹرمینل ون سگنل پن ہے، جسے کوڈ کے صحیح کام کرنے کے لیے جوڑنا ہوتا ہے۔ خیال کیا جاتا ہے کہ ایک اور ٹرمینل گراؤنڈ پن ہے، اور امید کی جاتی ہے کہ یہ پن سسٹم کے گراؤنڈ سے منسلک ہو گا۔ جب کوئی روشنی نہیں ہے، LDR سینسر کی پیداوار کم ہو گی؛ لیکن جب روشنی LDR کی طرف ہوتی ہے تو LDR کی پیداوار زیادہ ہو گی۔

ThingSpeak Cloud Framework 3.6

ایک انٹرنیٹ آف تھنگس سروس معیاری انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) سسٹم کے ضروری اجزاء میں سے ایک ہے جو مختلف 'چیزوں' کو جوڑتا ہے۔ ایک دلچسپ نتیجہ جو کہ 'چیزوں' سے اخذ کیا جا سکتا ہے جو IoT سسٹمز کو تشکیل دیتے ہیں وہ یہ ہے کہ 'چیزیں' اپنے طور پر کوئی بھی عمل انجام دینے کے قابل نہیں ہیں۔ ان کے پاس دوسری چیزوں کے ساتھ روابط قائم کرنے کی صلاحیت ہونی چاہیے۔ لیکن آئٹمز کے انٹرنیٹ کی حقیقی صلاحیت صرف اس وقت کھل جاتی ہے جب انفرادی چیزیں کسی "خدمت" سے تعلق قائم کرتی ہیں، یا تو براہ راست یا بالواسطہ دوسری "چیزوں" کے بیچوان کے ذریعے۔ اس قسم کے سسٹمز میں، سروس کا فنکشن ایک ان دیکھے مینیجر کی طرح ہوتا ہے۔ یہ ایسی صلاحیتیں فراہم کرتا ہے جو سادہ ڈیٹا اکٹھا کرنے اور مانیٹرنگ سے لے کر ڈیٹا کے پیچیدہ تجزیہ تک ہوتی ہے۔ مندرجہ ذیل خاکہ اس بات کی مثال فراہم کرتا ہے کہ انٹرنیٹ آف تھنگس کے ماحولیاتی نظام میں انٹرنیٹ آف تھنگس سروس کہاں فٹ بیٹھتی ہے:



شکل 3.6: تھنگ اسپیک فریم ورک [135]

تھنگ اسپیک ایک ایسا پلیٹ فارم ہے جو خاص طور پر انٹرنیٹ آف تھنگز ایپلی کیشنز کی ترقی کے لیے مختلف قسم کی خدمات پیش کرتا ہے۔ ریئل ٹائم ڈیٹا اکٹھا کرنا، چارٹ کی شکل میں ڈیٹا ویژولائزیشن، اور آن لائن سروسز، سوشل نیٹ ورکس، اور دیگر APIs کے ساتھ تعامل کے لیے پلگ انز اور ایپلیکیشنز بنانے کی صلاحیت اس کی فراہم کردہ خصوصیات میں سے کچھ ہیں۔ ایک 'ThingSpeak چینل' ThingSpeak پلیٹ فارم کا لازمی جزو ہے۔ ایک چینل معلومات کو ذخیرہ کرنے کا ذمہ دار ہے جو ThingSpeak کو بھیجی جاتی ہے اور یہ مندرجہ ذیل اجزاء پر مشتمل ہے:

- کسی بھی شکل کے ڈیٹا کو ذخیرہ کرنے کے لیے آٹھ فیلڈز؛ ان کا استعمال ڈیٹا کی قسم کے لحاظ سے، کسی سینسر یا ایمبیڈڈ ڈیوائس سے ڈیٹا کو ذخیرہ کرنے کے لیے کیا جا سکتا ہے۔

- تین لوکیشن فیلڈز ہیں جو اس جگہ کے نقاط کو ریکارڈ کرنے کے لیے استعمال کیے جا سکتے ہیں، بشمول عرض البلد، عرض البلد، اور بلندی۔ کسی حرکت پذیر شے کا سراغ لگانے کی کوشش کرتے وقت یہ واقعی مددگار ثابت ہوتے ہیں۔
- ایک اسٹیٹس فیلڈ ہے، جس میں ایک مختصر پیغام ہے جو اس ڈیٹا کو بیان کرتا ہے جو چینل میں محفوظ کیا جا رہا ہے۔

پلیٹ فارم کو استعمال کرنے کے لیے ThingSpeak کے لیے سائن اپ کرنا اور چینل قائم کرنا دونوں شرطیں ہیں۔ ہمارے پاس ایک چینل ہونے کے بعد، ہم ڈیٹا جمع کرنے کے قابل ہو جائیں گے، اسے کارروائی کے لیے ThingSpeak کو دے سکیں گے، اور پھر اس پر کارروائی ہو جانے کے بعد ڈیٹا حاصل کر سکیں گے۔ آیئے اپنے لیے ایک اکاؤنٹ اور ایک چینل بنا کر ThingSpeak کی تحقیقات شروع کریں۔

Angular 3.7

TypeScript وہ بنیاد ہے جس پر کونی ترقیاتی پلیٹ فارم بنایا گیا تھا۔ پلیٹ فارم کے طور پر، کونی مندرجہ ذیل اجزاء پر مشتمل ہے:

- ایک فریم ورک جو توسیع پذیر ویب ایپلیکیشنز کی تعمیر کے لیے اجزاء پر بنایا گیا ہے۔
- لائبریریوں کا ایک مجموعہ جو احتیاط سے ایک دوسرے کے ساتھ مربوط کیا گیا ہے اور اس میں افعال کی ایک وسیع رینج شامل ہے، جیسے کلائنٹ-سرور کمیونیکیشن، روٹنگ، اور فارم مینجمنٹ۔
- ڈویلپرز کے لیے ٹولز کا ایک مجموعہ جو کوڈ کو تیار کرنے، بنانے، جانچنے اور اپ ڈیٹ کرنے کے عمل میں مدد کر سکتا ہے۔

Angular کو اپ ڈیٹس کو لاگو کرنے کے لیے ہر ممکن حد تک آسان بنانے کے لیے بنایا گیا تھا، جس سے صارفین کو سب سے حالیہ اختراعات سے فائدہ اٹھانے کی اجازت دی گئی ہے جس میں کم سے کم کام ممکن ہے۔ سب سے اچھی بات یہ ہے کہ انگولر ماحولیاتی نظام ایک متنوع کمیونٹی پر مشتمل ہے جس میں 1.7 ملین سے زیادہ ڈویلپرز، لائبریری مواد کے مصنفین، اور مواد فراہم کرنے والے شامل ہیں۔

انگولر کمانڈ لائن انٹرفیس (CLI) کا استعمال کرتے ہوئے Angular ایپس کو تیار کرنا وہ طریقہ ہے جسے تیز ترین، آسان اور سب سے زیادہ تجویز کردہ طریقہ سمجھا جاتا ہے۔ انگولر کمانڈ لائن انٹرفیس (CLI) مختلف قسم کے آپریشنز کو آسان بناتا ہے۔ یہاں کئی مثالیں ہیں:

- **ng build**: ایک آؤٹ پٹ ڈائرکٹری بناتا ہے جس میں Angular ایپ کا مرتب شدہ ورژن ہوتا ہے۔
- **ng serve** آپ کی ایپلیکیشن کو تخلیق اور پیش کرے گا، جب بھی فائل میں ترمیم کی جائے گی تو خود بخود خود کو دوبارہ تعمیر کرے گا۔
- **ng generate**: نئی فائلیں بناتا ہے یا اسکیمیٹک کی بنیاد پر موجودہ فائلوں میں ترمیم کرتا ہے۔
- **ng test**: مخصوص پروجیکٹ پر یونٹ ٹیسٹنگ کرتا ہے۔
- **ng e2e**: ایپلی کیشن پر اینڈ ٹو اینڈ ٹیسٹنگ کرنے سے پہلے ایک انگولر ایپلیکیشن بنائے گا اور پیش کرے گا۔

3.7.1 پری ریکویسیٹس

Node.js: Node.js کو اس کے سب سے حالیہ تائید شدہ ورژن پر چلنا چاہیے تاکہ Angular صحیح طریقے سے کام کرے۔ صحیح ورژن کی ضروریات کے بارے میں مزید معلومات کے لیے package.json فائل میں انجن کی کلید کو چیک کریں۔اپنے کمپیوٹر پر Node.js کو ترتیب دینے کے طریقے کے بارے میں مزید تفصیلات کے لیے nodejs.org پر جائیں۔ آپ کے کمپیوٹر پر انسٹال ہونے والے Node.js کے ورژن کا تعین کرنے کے لیے، ٹرمینل ونڈو کھولیں اور "node -v" ٹائپ کریں۔

npm پیکیج مینیجر: Angular، Angular Command Line Interface (CLI)، اور Angular ایپس کی بہت سی خصوصیات اور صلاحیتیں npm پیکجز پر منحصر ہیں۔ npm پیکجز کو ڈاؤن لوڈ اور انسٹال کرنے کے لیے آپ کو ایک npm پیکیج مینیجر کی ضرورت ہو گی۔ npm کلائنٹ کمانڈ لائن انٹرفیس Node.js کے ساتھ بطور ڈیفالٹ پہلے سے انسٹال ہوتا ہے۔ ٹرمینل ونڈو میں npm -v کمانڈ کو چلائیں تاکہ یہ معلوم کیا جا سکے کہ آیا آپ کے کمپیوٹر پر npm کلائنٹ انسٹال ہوا ہے یا نہیں۔

src/app ڈائریکٹری میں تمام ایپلیکیشن سورس فائلیں شامل ہیں۔ درج ذیل اہم فائلوں کی فہرست ہے جو خود بخود CLI کے ذریعہ تیار کی جاتی ہیں:

- **app.module.ts** وہ فائل ہے جو پروگرام کے ذریعے استعمال ہونے والی فائلوں کی تفصیلات بتاتی ہے۔ یہ فائل آپ کے پروگرام میں شامل دیگر فائلوں کی سرگرمیوں کو مربوط کرتی ہے اور مرکزی کمانڈ سینٹر کے طور پر کام کرتی ہے۔

- **app.component.ts**، جسے کبھی کبھی کلاس بھی کہا جاتا ہے، وہ فائل ہے جو مین پیج کے لیے ایپلیکیشن کی منطق کو اسٹور کرتی ہے۔
- **app.component.html** وہ فائل ہے جو AppComponent کے لیے HTML کوڈ کو اسٹور کرتی ہے۔ اس فائل کے اندر شامل معلومات کو بعض اوقات ٹیمپلیٹ بھی کہا جاتا ہے۔ منظر، یا جو کچھ بھی براؤزر میں دکھایا گیا ہے، اس کا تعین ٹیمپلیٹ سے ہوتا ہے۔
- **app.component.css** وہ فائل ہے جو AppComponent جزو کے اسٹائل کو اسٹور کرتی ہے۔ جب آپ ان طرزوں کی وضاحت کرنا چاہتے ہیں جو کسی ایک جزو کے لیے مخصوص ہیں، ان طرزوں کے برخلاف جو آپ کی درخواست پر مجموعی طور پر لاگو ہوتے ہیں، آپ اس فائل کو استعمال کریں گے۔

3.8 خلاصہ

زراعت کے شعبے میں IoT سسٹم کے سیٹ اپ کے لیے ہارڈ ویئر اور سافٹ ویئر کی ضروریات اس باب میں پیش کی گئی ہیں۔ Arduino ایک پلیٹ فارم ہے جو IoT سسٹمز کو ڈیزائن اور تیار کرنے میں استعمال ہوتا ہے۔ Arduino بورڈ اور اس کے اجزاء کو تفصیل سے بیان کیا گیا ہے۔ IoT ڈیوائسز: مٹی میں نمی کا سینسر، نمی اور درجہ حرارت کا سینسر، روشنی، پی ایچ سینسر، کے کام کرنے کا طریقے اور Arduino کے ساتھ ان کے انٹرفیسنگ کے طریقہ کار کو ان کی مخصوص خصوصیات کے ساتھ بیان کیا گیا ہے۔ ایک IoT تجزیاتی پلیٹ فارم، "ThingSpeak" کی ایک مختصر گفتگو فراہم کی گئی ہے، جو کلاؤڈ میں سینسر کے تیار کردہ ڈیٹا کو جمع کرنے، اور تجزیہ کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ Angular ایک اوپن سورس پلیٹ فارم ہے جو ویب ایپلیکیشنز کو تیار کرنے میں بڑے پیمانے پر استعمال ہوتا ہے۔ Angular پلیٹ فارم اور اس کے اجزاء کی وضاحت تفصیل سے کی گئی ہے۔

باب 4

مجوزہ طریقہ کار

انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) میں حالیہ پیش رفت کے نتیجے میں، اب مختلف قسم کے بڑے پیمانے پر IoT پلیٹ فارمز کا استعمال کر کے سینسر ڈیٹا اسٹریمز کی ایک بڑی تعداد کو ہینڈل کرنا ممکن ہے۔ یہ انٹرنیٹ آف تھنگز فریم ورکس کو حقیقی وقت میں ڈیٹا اسٹریمز کو جمع کرنے، اس پر کارروائی کرنے اور ان کا تجزیہ کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے[136]۔ مزید برآں، وہ ایسے سمارٹ حل فراہم کرنا ممکن بناتے ہیں جن کا مقصد فیصلہ سازی میں مدد کرنا ہے۔ فی الحال دستیاب انٹرنیٹ آف تھنگز کی اکثریت پر مبنی حل ڈومین سے مخصوص ہیں۔ وہ سٹریم پروسیسنگ اور تجزیات فراہم کرتے ہیں جو مخصوص شعبوں (سمارٹ سیٹیز، ہیلتھ کیئر وغیرہ) کے مطابق ہوتے ہیں۔ زرعی فوڈ کی صنعت کے تناظر میں، بیرونی پیرامیٹرز کی ایک وسیع اقسام جو مختلف ڈومینز سے تعلق رکھتی ہیں (جیسے موسمی حالات، ضوابط وغیرہ) کا فوڈ سپلائی چین پر بڑا اثر ہے[137-138]۔ تاہم، لچکدار اور قابل اطلاق IoT فریم ورک، جو کہ سمارٹ فارمنگ کے تصور کو حقیقی معنوں میں سمجھنے کے لیے ضروری ہیں، فی الحال موجود نہیں ہیں۔ اس باب میں، انٹرنیٹ آف تھنگز پر مبنی سمارٹ فارمنگ ایپلی کیشنز کے لیے ایک سیمینٹک نالج بیس کی ترقی کے لیے مجوزہ فریم ورک اور طریقہ کار پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ IoT devices کا استعمال اور زراعت میں معنوی علم کی بنیاد مختلف قسم کے سینسروں سے پیدا ہونے والے ہٹروجنئس ڈیٹا کی اصل وقتی استدلال کی اجازت دیتی ہے۔

4.1 مجوزہ فریم ورک

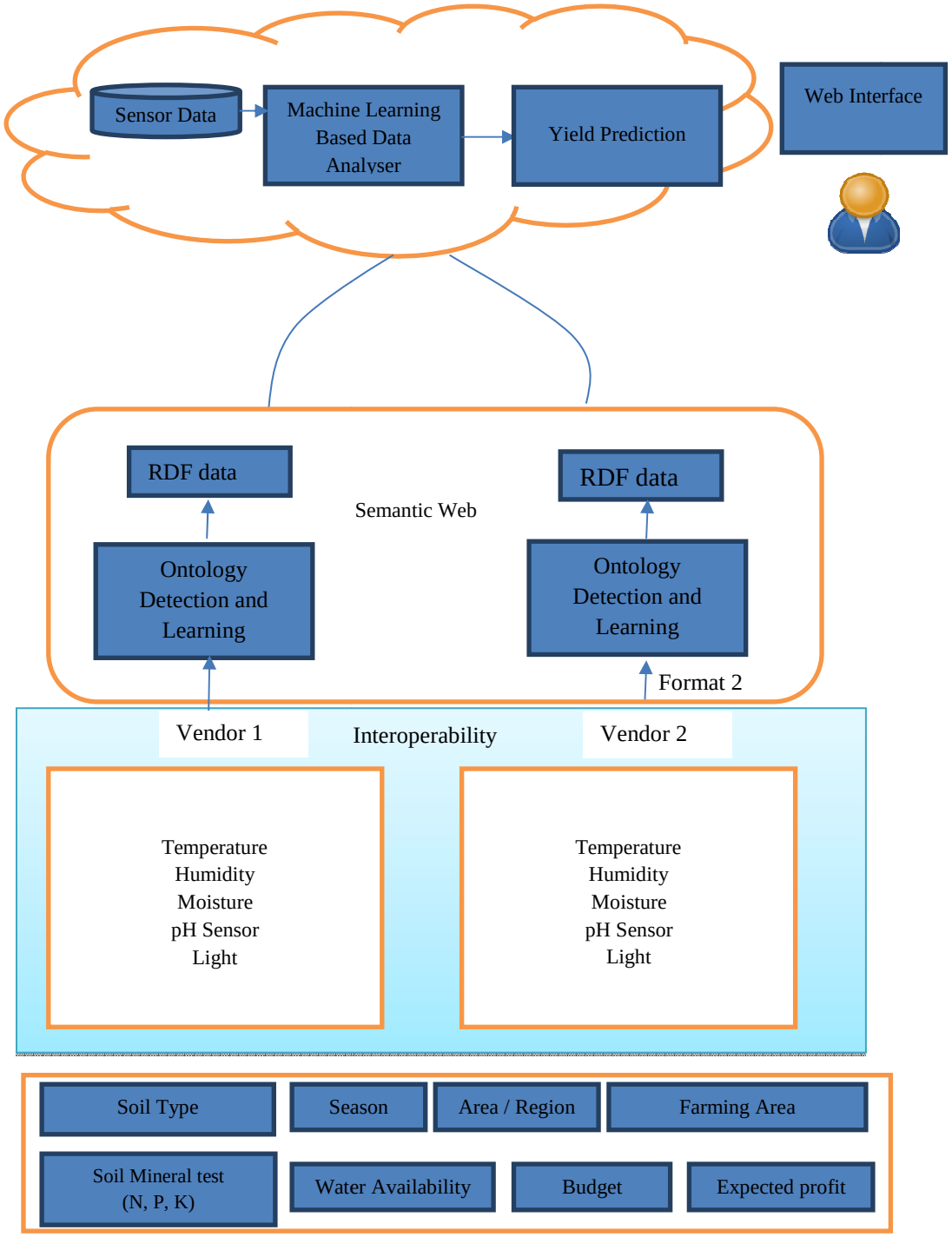
زراعت میں استعمال ہونے والے IoT کے لیے ایک مؤثر معنوی علم کی بنیاد کی ترقی کے لیے تجویز کردہ فریم ورک کو شکل 4.1.2 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ فصل کے انتخاب سے لے کر پیداوار کی پیشن گوئی تک پورے عمل کا مکمل ڈھانچہ فراہم کرتا ہے۔ متعین مقاصد کے حصول کے لیے، تحقیقی کام کو منظم طریقے سے تین مراحل میں تقسیم کیا گیا ہے: فصل کا انتخاب، ontology کی ترقی اور فصل کی نگرانی، پیداوار کی پیشن گوئی۔

- **مرحلہ 1: فصل کا انتخاب**
  - صارف سے ڈیٹا اکٹھا کریں: مٹی کی قسم، مٹی کے اجزاء، موسم، مہینہ وغیرہ۔
  - بہترین فصل کی پیشین گوئی کے لیے ایک ماڈل بنائیں۔
- **مرحلہ 2: ایگریکلچر IoT ontology ڈویلپمنٹ اور IoT پر مبنی فصل کی نگرانی**

زراعت میں استعمال ہونے والے IoT devices کے لیے ontology تیار کریں، سینسرز اور مختلف صارفین سے ریئل ٹائم ڈیٹا اکٹھا کریں۔

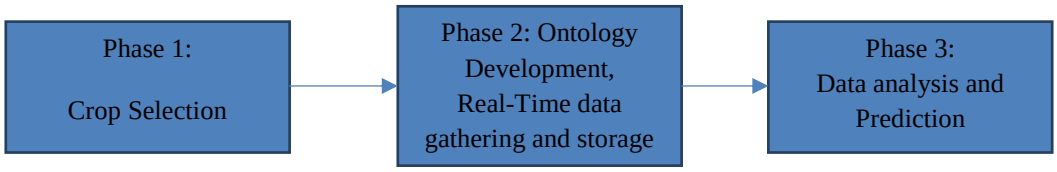
- **مرحلہ 3: پیداوار کی پیشن گوئی**

جمع کردہ ڈیٹا پر مشین لرننگ الگورتھم کے ذریعے کارروائی کی جائے گی ہے۔



Direct Input from user

شکل4.1.1: مجوزہ فریم ورک



شکل4.1.2: مجوزہ نقطہ نظر

4.2 فصل کا انتخاب

فوڈ کی پیداوار ایک ایسا جزو ہے جو ہماری روزمرہ کی زندگی میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ کاشتکاری وہ بنیادی ذریعہ ہے جس کے ذریعے فوڈ تیار کی جاتی ہے۔ مختلف مسائل کی وجہ سے فوڈ کی پیداوار منفی طور پر متاثر ہو رہی ہے۔ فصلوں کا اچھا انتخاب ان بنیادی حکمت عملیوں میں سے ایک ہے جس کا استعمال کسانوں کو درپیش مسائل کے خاتمے کے لیے کیا جا سکتا ہے[139]۔ ہم نے IoT کا استعمال کرتے ہوئے فصلوں کے انتخاب کا ایک ماڈل بنایا ہے جو کسانوں کو ان کے کھیتوں کے لیے موزوں ترین فصل کا انتخاب کرنے میں مدد کرتا ہے۔ یہ ماڈل ان کے فائدے کے لیے بنایا گیا تھا۔

پودوں کی وسیع اقسام ہیں، جن میں سے ہر ایک کی اپنی نشوونما کے لیے مخصوص تقاضے ہیں جیسے، مٹی کی قسم، نیوٹرینٹس کی اقسام اور مقدار، اور پانی کی فراہمی کی قسم اور پانی کی مقدار[140]۔ نشوونما کا موسم اور اس جگہ کا ماحول جس میں پودا کاشت کیا جاتا ہے دوسرے عوامل ہیں جو پودے کو درکار پانی کی مقدار کو متاثر کرتے ہیں۔ فصلوں کو زیادہ سے زیادہ کرنا اور آبپاشی کے لیے درکار پانی کی مقدار کو کم کرنا ممکن ہوگا اگر مناسب فصل زمین پر اور ایسے ماحول میں ہو جو اس کی موثر نشوونما کے لیے موزوں ترین ہو۔

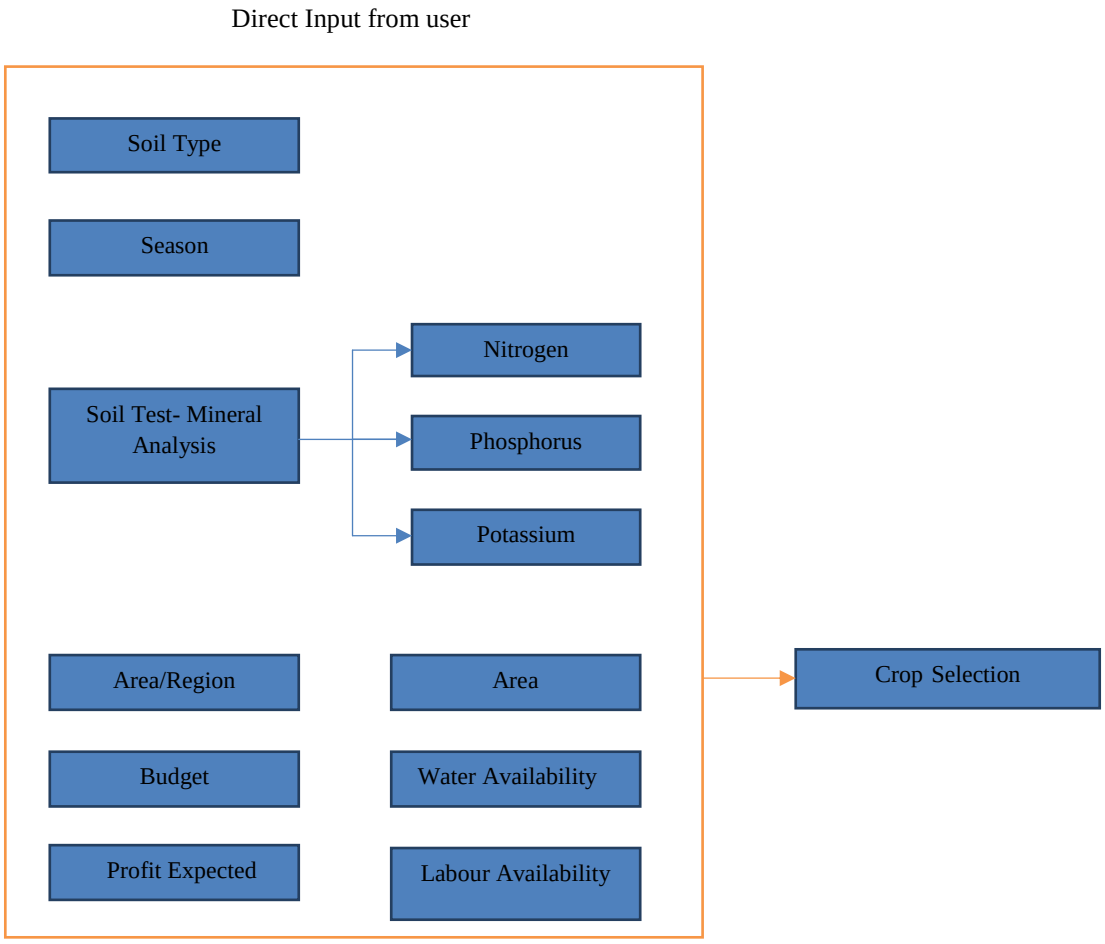
اگانے کے لیے فصلوں کا انتخاب کامیاب فصل کاشت کاری میں واحد سب سے اہم عنصر ہے۔ فصلوں کا انتخاب کرتے وقت جن باتوں پر غور کرنا ضروری ہے وہ درج ذیل ہیں: فارم کا محل وقوع، زمین کی دستیابی، مٹی کی قسم، آب و ہوا، اور آپ فارم میں کتنی رقم لگاتے ہیں اور آپ کتنی رقم واپس حاصل کرنا چاہتے ہیں، یہ تمام چیزیں اہم تحفظات ہیں۔ مارکیٹ میں مانگ، پانی کی دستیابی اور معیار، انفرادی خدشات وغیرہ، دیگر عوامل ہیں جو فصل کی نشوونما کو متاثر کریں گے۔ فصل کے انتخاب کے عمل کے لیے جن پیرامیٹرز پر غور کیا جاتا ہے ان پر مزید تفصیل سے بحث کی گئی ہے:

- **مٹی کی قسم:** زمین کی سطح پر پائے جانے والے نامیاتی اور غیر نامیاتی مادوں کو مٹی کہا جاتا ہے۔ مٹی کی قسم اہم عوامل میں سے ایک ہے، کیونکہ یہ پودوں کی نشوونما کے لیے قدرتی ذریعہ کے طور پر کام کرتی ہے۔ مٹی کی مختلف قسمیں ہیں، جیسے سینڈی، سلٹی، کلے، پیٹی، چاکی، لومی وغیرہ، اور ان میں سے ہر ایک کی اپنی خصوصیات ہیں جو فصلوں کی تیز رفتار نشوونما میں مددگار ثابت ہوں گی اگر مخصوص فصلوں کو مخصوص مٹی کی قسم میں کاشت کیا جائے جو ان کے لیے بہترین ہو۔
- **Soil Nutrient test:** مٹی کی نیوٹرینٹ کا ٹیسٹ ایک ضروری ٹیسٹ ہے جو مٹی میں نائٹروجن (N)، فاسفورس (P)، اور پوٹاشیم (K) معدنیات کی سطحوں کی ریڈنگ لیتا ہے تاکہ پودوں کی ممکنہ پیداواری صلاحیت کی درست پیش گوئی کی جاسکے۔ فصل کی کاشت سے پہلے نیوٹرینٹ کا ٹیسٹ کرایا جانا چاہیے تاکہ یہ معلوم کیا جاسکے کہ مٹی فصل کی نیوٹرینٹ کی ضروریات کو پورا کرنے کے قابل ہے یا نہیں۔

- **زراعت کو متاثر کرنے والے جغرافیائی عوامل (علاقہ /علاقہ):** زراعت بہت سے جغرافیائی عوامل سے متاثر ہوتی ہے، بشمول لیکن ان تک محدود نہیں:
  - قدرتی عوامل
  - اقتصادی عوامل
  - سماجی عوامل
  - سیاسی عوامل

زراعت کی توسیع اور نشو و نما ہمیشہ فیزیکل، اقتصادی، سماجی، اور سیاسی پہلوؤں سمیت متعدد عناصر کے ذریعہ رہنمائی اور حکومت کی جاتی ہے۔ کسانوں کے لیے یہ ضروری ہے کہ وہ اس مخصوص علاقے میں جہاں وہ اگانے کی منصوبہ بندی کر رہے ہیں ان عوامل سے آگاہ رہیں تاکہ وہ اگانے کے لیے صحیح فصل کا انتخاب کر سکیں۔ ہر زرعی کھیت کے لیے صحیح فصل کا انتخاب فصل کی اعلیٰ نشو و نما اور پیداوار کی کلید ہے۔

- موسم، پانی کی دستیابی، پانی کی فراہمی کے ذرائع، مزدوروں کی دستیابی اور آلات دیگر اضافی عوامل ہیں جو فصل کے انتخاب کے عمل کے لیے ضروری ہیں۔



شکل4.2: فصل کے انتخاب کا معیار

4.2.1 فصل کے انتخاب کے لیےKNNالگورتھم

KNNالگورتھم عام طور پر درجہ بندی اور regression کے مسائل کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ تربیتی مرحلے میں، یہ تمام ڈیٹا کو ذخیرہ کرتا ہے،اور جب بھی کسی نئے ڈیٹاپوائنٹ کا سامنا ہوتا ہے، یہ پہلے سے ذخیرہ شدہ ڈیٹا کے ساتھ ملتے جلتے ڈیٹا کو چیک کرتا ہے اور اس کے مطابق اس کی درجہ بندی کرتا ہے۔ قربت کا اندازہ معیاری فاصلاتی افعال یو کلیڈین فاصلہ استعمال کر کے لگایا جاتا ہے،

Euclidean Distance, Taxicab Distance, Minkowski Distance, and Hamming Distance وغیرہ۔ فصل کے انتخاب کے عمل میں، KNN الگورتھم کا اطلاق فصل کی پیشین گوئی کے لیے کیا جائے گا جو دی گئی شرائط کے لیے بہترین ہے۔ کسان سے ان پٹ جمع کیا جاتا ہے، اور ضروری پیرامیٹرز، مٹی کی قسم، موسم، مہینہ وغیرہ کو مد نظر رکھتے ہوئے، K nearest neighbours کے لیے یوکلیڈین فاصلے کا حساب لگایا جاتا ہے، اور بہترین مناسب فصل تجویز کی جاتی ہے۔

مثالی فصل کی نشوونما کے لیے معیاری حالات درج ذیل جدول میں دکھائے گئے ہیں۔

جدول 4.2: فصلوں کی ضروریات

S. No.	Crop	Soil type	Season	Month	N Kg/Hectare	P Kg/Hectare	K Kg/Hectare
1	Potato	2,6	2	1,10	240	90	130
	Tomato	1,2	2, 1	11,7	200	250	200
3	Cotton	2,3	1,2	4,6	250	181	181
4	Ground Nut	2,6	1	6	112	27	34
5	Wheat	1,6	2	12	40	30	30
6	Maize	1,6	2,3,4	3,6	100	30	7
7	Sorghum	1	1	6	90	45	45
8	Sugar cane	6	4	9	300	100	100
9	Chili	6	2,1	1,9	100	50	50
10	Paddy rice	1	2,4	6,11	150	50	60

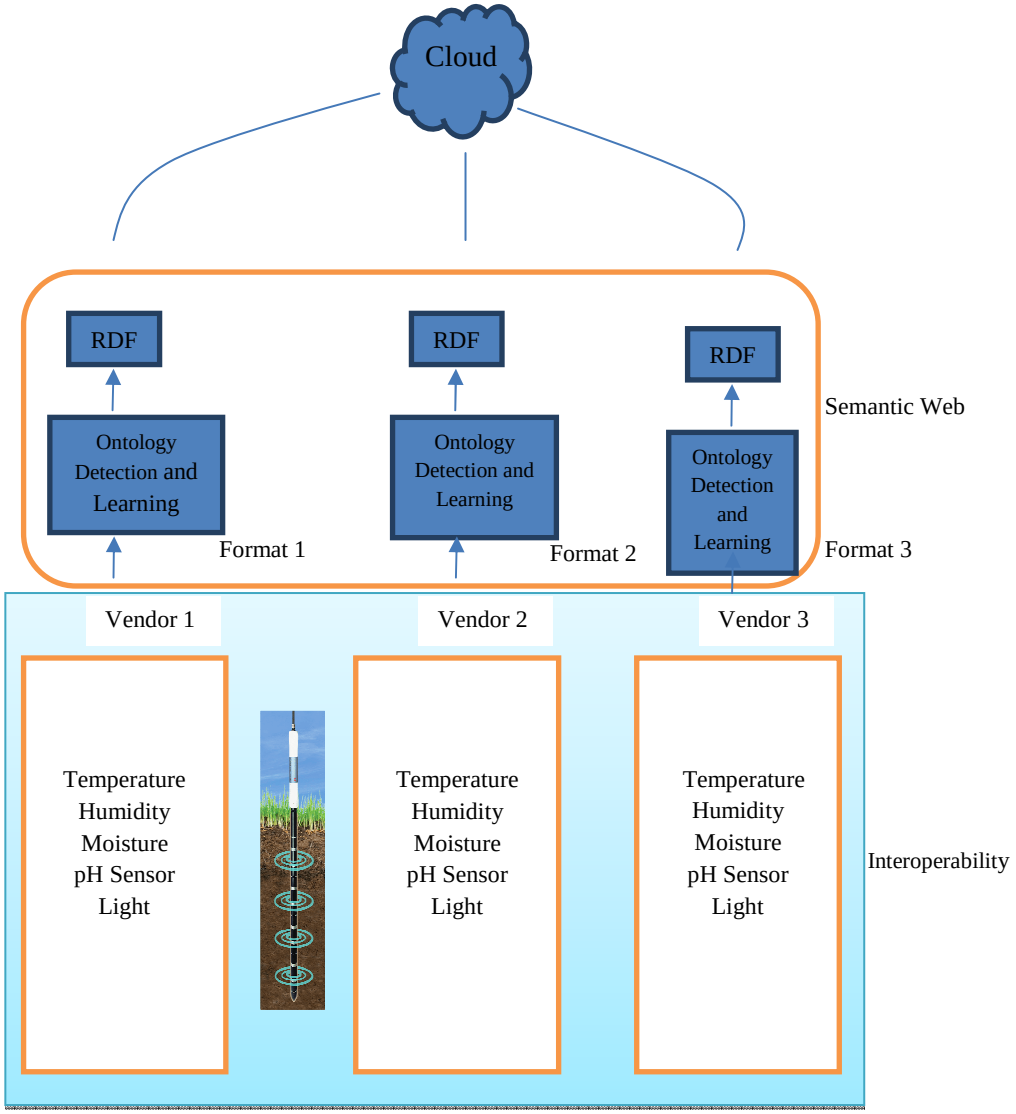
Soil type: 1 – Clay, 2 – Sandy, 3-Silty, 4-Peaty, 5-Chalky, 6-Loamy.

Season: 1-Summer 2-Winter 3-Spring 4-Rainy.

Months: 1-12.

4.3 اگریکلچرontology ڈیولپمنٹ اورIoTپر مبنی فصل کی نگرانی

حقیقی وقت میں فصل کی نگرانی انٹرنیٹ آف تھنگز(IoT) پر مبنی سمارٹ فارمنگ کو پورے اگریکلچر سیسٹم کو زیادہ موثر بنانے کی اجازت دیتی ہے۔Internet of Thingsنہ صرف کسانوں کا وقت بچانے میں مدد کرتا ہے بلکہ پانی اور بجلی جیسے وسائل کے فضول استعمال کو بھی کم کرتا ہے۔ یہ فوائد زرعی شعبے میں IoT کے ذریعے ممکن بنائے گئے باہمی رابطے اور سینسر ٹیکنالوجی میں اضافے کا براہ راست نتیجہ ہیں۔ ریموٹ سینسرز کے استعمال کے ذریعے، انٹرنیٹ آف تھنگز(IoT) کو زراعت میں لاگو کیا جارہا ہے جس کا مقصد کسانوں کو اہم معلومات جیسے نمی، ہوا کا درجہ حرارت، اور مٹی کے معیار کی نگرانی کے ساتھ ساتھ فصلوں کی پیداوار میں اضافہ کرنا، زیادہ موثر منصوبہ بندی کرنا ہے۔ آبپاشی، اور فصلوں کی پیشن گوئی انٹرنیٹ آف تھنگز ڈیوائسز کے ذریعے فصلوں کی موجودہ حالت کو کسی بھی وقت مانیٹر کیا جاسکتا ہے جو فصلوں کی نشوونما کی موجودہ صورتحال کو ظاہر کرنے والا ڈیٹا اکٹھا کرتا ہے۔ زراعت میں چیزوں کے انٹرنیٹ کا مستقبل پیشین گوئی کرنے والے تجزیات کو قابل بنائے گا، جس سے کسانوں کو کٹائی کے بارے میں زیادہ باخبر انتخاب کرنے میں مدد ملے گی۔



شکل 4.3: ڈیٹا اکٹھا کرنا اور اپ لوڈ کرنا

انٹرنیٹ آف تھنگز ڈیوائسز کے استعمال کے نتیجے میں بڑے پیمانے پر ہٹروجنئس ڈیٹا تیار ہوتا ہے، جو مفید بصیرت فراہم کرتا ہے۔ ایسے ڈیٹا کو معلومات اور علم میں تبدیل کرنے کے لیے بہت ساری تحقیقیں کی گئی ہیں جو فائدہ مند ہو سکتی ہیں۔ OWL-RDF کو زراعت میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوازیس کی ontology تیار کرنے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ ڈیولپڈ

ontology کا استعمال کرتے ہوئے، میٹاڈیٹا کو IoT devices کے درمیان بامعنی اور قابل اعتماد انداز میں شیئر کیا جا سکتا ہے۔ بہت سے ماحولیاتی حالات کے بارے میں جمع کردہ ڈیٹا سے جو علم حاصل کیا جا سکتا ہے وہ بالآخر سیسٹم کی نگرانی میں حصہ ڈالتا ہے۔

اس مرحلے میں شامل اقدامات میں شامل ہیں:

1. ایگریکلچر ontology کے ذریعے ایک موثر Knowledge base تیار کی گئی ہے جس میں زراعت کے ڈومین میں شامل تمام طبقات، درجہ بندی اور تعلقات شامل ہیں، جو کہ زراعت میں IoT devices سے پیدا ہونے والے ہٹروجینس ڈیٹا کو پارس کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے تاکہ IoT devices میں سیمنٹک انٹر آپریبلٹی کو یقینی بنایا جا سکے۔
2. جب بھی کسی نئے ٹیگ کا سامنا ہوتا ہے تو اونٹولوجی کو اپ ڈیٹ کرنے کے لیے اونٹولوجی اپ ڈیٹ الگورتھم بنائے جاتے ہیں۔
3. سینسرز سے ڈیٹا اکٹھا کریں، اور سینسرز سے تیار کردہ ڈیٹا کو ڈیولپڈ ontology کا استعمال کرتے ہوئے پارس کیا جائے گا تاکہ یہ یقینی بنایا جا سکے کہ ڈیٹا بامعنی ہے۔

4.3.1 RDF کے کام کرنے کا طریقہ

RDF وسائل کے بارے میں بیانات دینے کا ایک معیاری طریقہ ہے۔ سیمنٹک ویب کا انحصار ڈیٹا اور میٹاڈیٹا کے تبادلے کے لیے ایک اوپن اور انٹر آپریبل معیار رکھنے پر ہے۔ یہ وہی ہے جو RDF فراہم کرتا ہے اور اس کی وجہ یہ ہے کہ اسے پہلے معیاری بنایا گیا تھا۔

ایک RDF بیان تین اجزاء پر مشتمل ہوتا ہے، جسے ٹرپل کہا جاتا ہے:

1. subject ایک وسیلہ ہے جسے ٹرپل نے بیان کیا ہے۔
2. Predicate، subject اور object کے درمیان تعلق کو بیان کرتا ہے۔
3. آبجیکٹ ایک وسیلہ ہے جو subject سے متعلق ہے۔

subject اور آبجیکٹ نوڈس ہیں جو چیزوں کی نمائندگی کرتے ہیں۔ پیش گوئی ایک قوس ہے، کیونکہ یہ نوڈس کے درمیان تعلق کی نمائندگی کرتا ہے۔

RDF معیار تین مختلف قسم کے نوڈس فراہم کرتا ہے، جو درج ذیل ہیں:

- Uniform Resource Identifier (URI) وسائل کی شناخت کے لیے ایک معیاری شکل ہے، چاہے تجریدی ہو یا فیزیکل۔ (URL) Uniform Resource Locator, URI کی ایک قسم ہے جو عام طور پر RDF بیانات میں استعمال ہوتی ہے۔ جب W3C نے 2014 میں RDF تفصیلات کو ورژن 1.1 میں اپ ڈیٹ کیا تو اس نے ایک نوڈ کی قسم کے طور پر Internationalized Resource Identifier (IRI) کو شامل کیا۔ IRIs، URIs سے ملتے جلتے اور تکمیلی ہیں، جو بین الاقوامی کریکٹر سیٹ کے استعمال کو قابل بناتے ہیں۔
- Literal ایک مخصوص ڈیٹا ویلیو ہے اور ایک تار، تاریخ یا عددی قدر ہو سکتی ہے۔ لفظی اقدار کا اظہار URI یا IRI فارمیٹ کے ذریعے کیا جاتا ہے۔

- بلانک نوڈ شناخت کنندہ کو گمنام وسیلہ یاbnode کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔ یہ ایک ایسےsubject کی نمائندگی کرتا ہے جس کے بارے میں رشتہ کے علاوہ کچھ نہیں جانا جاتا ہے۔ بلانک نوڈ اڈینٹیفیرس ان کی شناخت کے لیے خصوصیsyntax استعمال کرتے ہیں۔

RDFٹرپل کے ہر جزو-- subject، predicateاور object -- کوURI یاIRI کے طور پر ظاہر کیا جا سکتا ہے۔ URIویب وسائل کی طرف اشارہ کرنے والاURL ہو سکتا ہے، یا اس میں آربٹریری ڈیٹا ہو سکتا ہے۔ ایک ہی اینٹیٹی کے بارے میں متعدد RDF بیانات RDFٹرپلز بناتے ہیں۔ ان کا ایک ہیsubject ہے لیکن مختلفpredicatesاورobject۔ ان ٹرپلز سے RDF گراف بناتے وقت،subject کو ایک بار دکھایا جا سکتا ہے،اسsubject سے متعدد تیر شاخوں سے نکلتے ہیں، مختلف پیشین گوئیوں اور مختلف اشیاء کی نمائندگی کرتے ہیں۔

4.3.2 ontologyڈیولپمنٹ کے لیے مجوزہRDFماڈل

ایک OWL-RDFمیں،ایک XML/RDFفائل کو ایک ایسے سیسٹم کے طور پر سمجھا جاتا ہے جو RDFمیں نمائندگی کرنے والے ٹرپلز کے حوالے سےJSONفارمیٹ کے ساتھ OWLکیontology بناتا ہے۔ پارسینگ اسٹراٹیجی کا استعمال OWL-RDFکو ابسٹراکٹ syntax کے قریب ڈھانچے میں پارس کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ ریورس میپنگ کیا جاتا ہے. ان مخصوص ٹرپلز میں جو کلاس کی تعریفوں اور خصوصیات کا تعین کرتے ہیں، یہ ضروری ہے کہ ریورس میپنگ منفرد نہ ہو۔

Class (a)

Class (b)

SubClassOf (b a)

and

Class (a)

Class (b partial a)

Under mapping, both results in the same collection of triples:

a rdf:typeowl:Class

b rdf:typeowl:Class

b rdfs:subClassOf a

مختلف مقاصد کے لیے، یہ کوئی مسئلہ نہیں ہے، جیسے اسپیشس والیڈیٹر۔ دوسرے معاملات میں، اسٹرائیجی میں مستقل پارسر شامل ہوتا ہے۔ یہاں، ابسٹراکٹ syntax کی تفصیل ایڈیٹنگ ٹول کا استعمال کر کے تیار ہوتی ہے۔

ایک آربٹریری RDF گراف ضروری طور پر DL ontology یا OWL Lite سے متعلق نہیں ہو سکتا۔ دیئے گئے گراف کو تبدیل کرنا یا تخلیق کرنا نقشہ سازی کے ذریعے DL ontology یا OWL Lite کے طور پر ظاہر کیا جا سکتا ہے۔ ontology کے وجود کو species validator کرنے والے کے ذریعہ شمار کرنے کی کوشش کی جاتی ہے، جو اس قسم کی ontology ایک پارسر کے ذریعہ قائم کرے گی۔

دو مختلف طریقوں سے، RDF گراف کی طرف OWL ontology کی خط و کتابت ناکامی کا سبب بن سکتی ہے:

1. ٹرپلز کے سپر سیٹ کی نقشہ سازی کی اجازت OWL Lite یا ontology DL کے ذریعے خلاصہ syntax میں ہے۔ان میں سے کچھ ٹرپل بھول گئے ہیں یا گراف میں دستیاب نہیں ہیں۔

2. ٹرپلز میپنگ کا ٹرپل یا سپر سیٹ اونٹولوجیز میں تجریدی syntax کی شکل میں موجود ہے۔Lite ذیلی نسلوں یا OWL DL کی رکنیت کے لیے کچھ حدود کی خلاف ورزی کی جاتی ہے۔یہ اس قسم کے اونٹولوجیز کی عدم دستیابی کا معاملہ ہے۔

4.3.3 پارسر کا نفاذ

پارسنگ کے دوران، فائل پروسیسنگ کا بتدریج سامنا کرنا پڑتا ہے، جو زیادہ تر XML تجزیہ کاروں کے ذریعے پارسر کو عناصر کی اطلاع دیتے ہوئے اسٹریمنگ فیشن کی پیروی کرتا ہے۔RDF یا XML سے،اس عمل کو انجام دینا یا OWL ontology تیار کرنے جیسے کام کو انجام دینا مشکل ہے جب کہ RDF ماڈلز کو پارس کیا جاتا ہے۔ گراف کو تین گنا سے پروسیس کرنے میں، آرڈر کو یقینی نہیں بنایا جاتا ہے، جس کی وجہ سے مسئلہ پیدا ہوتا ہے اور اسٹریمنگ اس پارسر کی اطلاع دیتا ہے۔ایک خاص ساخت کے ساتھ RDF syntax فائل میں مختلف مقامات پر درجہ بندی کر سکتا ہے۔

پارسر تمام ٹرپل دستیاب ہونے تک پروسیسنگ نہیں کرتا ہے۔اگرچہ ڈیٹا کو اسٹریمنگ انداز میں پروسیس کیا جاتا ہے، لیکن اگر ٹرپلز کو اکٹھا کیا جائے اور اس پر کارروائی کی جائے تو پارسر کی تصوراتی پیچیدگی کم ہو جاتی ہے۔ تجزیہ کرتے وقت، وسائل کی ضرورت ہوتی ہے۔ بڑے RDF گراف کو پارس کرنے میں، بڑی میموری کی ضرورت پڑ سکتی ہے۔

ڈیولپڈ ontology کو OWL فائل کے طور پر سیو کیا جائے گا، جو کہ براہ راست ویب ایپلیکیشنز میں استعمال نہیں کیا جا سکتا ہے۔اس کے لیے اسے JSON فارمیٹ میں تبدیل کرنا ہو گا۔ صارف OWL فائل کو تبدیل کرنے کے لیے فراہم کرتا ہے۔ OWL فائل سے JSON فائل میں تبدیلی الگورتھم 1 میں دکھائے گئے طریقہ کار کو استعمال کر کے انجام دی جاتی ہے۔

Algorithm 1: Owl file to Json string conversion

Input: Owl file

Output: Json file

Step 1: Get the Owl file.

Step 2: Read the owl file and extract the information in the form of a string (referred as *Owl data string*).

Step 3: Using Ontology search algorithm, find the <*Declaration*> tags in the Owl file and extract the keywords.

Step 4: Using Ontology Tag search algorithm, find the <*SubClassOf*> tags in the Owl file and extract:

- Sensor keywords
- Alternative names for the sensors

Step 5: Write the data into a json file.

الگورتھم 1 نے OWL فائل کو JSON سٹرنگ میں تبدیل کرنے کا طریقہ کار پیش کیا۔ OWL فائل کا ڈیٹا ایک میں پڑھا جاتا ہے۔*owl data string* الگورتھم میں موجود ڈیٹا کی ساخت کی بنیاد پر ڈیزائن کیا گیا ہے۔*owl data string* کے

ٹیگز <*Declaration*> اور <*SubClassOf*> الگورتھم 2 میں پیش کردہ ٹیگ سرچ الگورتھم کا استعمال کرتے ہوئے نکالا جاتا ہے۔اس سے سینسر کے مطلوبہ الفاظ اور ان کے متبادل ناموں کو نکالنے میں مدد ملتی ہے۔

Algorithm 2: Ontology Tag search algorithm

Input: Owl data string, tags: <*SubClassOf*>, </*SubClassOf*>

Output: Sensor keywords and the corresponding linked alternative keywords

Step 1: find the positions of tags <*SubClassOf*>, </*SubClassOf*> in the Owl data string. Let the positions be *pos1* and *pos2* respectively.

Step 2: Extract the string data present between *pos1* and *pos2*. Let the substring be called as *OwlSubString*.

Step 3: Find the positions of double quote (“) in the *OwlSubString*. Let the positions be called as *pos_21, pos_22, pos_23, pos_24.* Here *pos_21* and *pos_22* corresponds to the position of the sensor. *pos_23* and *pos_24* represent the position of the alternative sensor name in the *OwlSubString*.

Step 4: Obtain the sensor keyword and the alternative name of the sensor.

Step 5: Store the information in a structure.

الگورتھم 2 نے ontology ٹیگ سرچ کا طریقہ کار پیش کیا۔الگورتھم سرچ کرنے پر مرکوز ہے۔<*SubClassOf*>, </*SubClassOf*> ٹیگ ان پٹ سٹرنگ بناتے ہیں۔ٹیگز کی پوزیشنوں کی بنیاد پر، ٹیگز کے درمیان موجود ڈیٹا کو نکالا جاتا ہے۔مثال کے طور پر، نیچے دکھائے گئے ٹیگ سے:

<*SubClassOf*>

<*Class IRI="#T"/*>

<Class IRI="#Temperature"/>

</SubClassOf>

<SubClassOf> ٹیگ میں دو فیلڈز ہیں، پہلا سینسر کے نام کے لیے اور دوسرا نام متبادل نام کے لیے۔ الگورتھم اس طرح متن میں دوہرے اقتباسات کو سرچ کرتا ہے تاکہ ان دو شعبوں کی شناخت کی جا سکے اور انہیں نکالا جا سکے۔ مندرجہ بالا ڈیٹا پر الگورتھم 2 کا نتیجہ ہے:

Sensor Name: Temperature

Alternate Name: T

تمام ٹیگز نکالے جانے کے بعد، OWL کی تجزیہ مکمل ہو جاتی ہے۔ یہ معلومات JSON سٹرنگ کی شکل میں محفوظ کی جاتی ہے۔ اگلا مرحلہ اپ ڈیٹ شدہ OWL فائل اور JSON فائل بنانے کے لیے سٹرنگ کو اپ ڈیٹ کرنا ہے۔ اس طریقہ کار پر الگورتھم 3 میں بحث کی گئی ہے۔

Algorithm 3: Owl File and Json File updation

Input: New alternative words for sensors

Output: Updated Owl file and Json File

Step 1: The user selects the sensor name to which alternate name is to be added.

Step 2: Read the sensor name and the alternative name form the text box provided in the form.

Step 3: create the *<Declaration>* tag for the alternative name and insert it into the Owl data string

---

Step 4: create the <*SubClassOf*> with the sensor name and alternative name and insert it into the Owl data string.

Step 5: write the data into json file and owl file.

الگورتھم 3 سینسر میں نئے متبادل نام شامل کرنے کا طریقہ کار پیش کرتا ہے۔ یہ شامل کرکے حاصل کیا جاسکتا ہے۔<*Declaration* > اور<*SubClassOf*> نئے متبادل کے لیے ٹیگ۔

4.4 فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی

فصل کی پیداوار کا اندازہ لگانا زراعت میں سب سے مشکل چیلنجوں میں سے ایک ہے۔ عالمی، علاقائی اور مقامی سطحوں پر، یہ فیصلہ سازی کے عمل میں ایک اہم جز ہے۔ زرعی پیداوار کی پیشن گوئی کرنے کی کوشش کرتے وقت مٹی، آب وہوا، ماحولیات اور فصلوں کے عوامل کو مد نظر رکھا جاتا ہے۔ پیشین گوئی میں استعمال کے لیے فصل کے متعلقہ خصائص کا اخراج فیصلہ سپورٹ ماڈلز کا ایک عام استعمال ہے۔ نگرانی (سینسنگ کے لیے ٹیکنالوجی کی مختلف شکلوں کا استعمال)، مینجمنٹ انفارمیشن سسٹم، ویریبل شرح ٹیکنالوجیز، اور فصل کے سیسٹم میں تغیر پر رد عمل درست زراعت کا بنیادی مرکز ہیں۔ صحت سے متعلق زراعت کے فوائد میں فصل کی پیداوار میں اضافہ اور فصل کے معیار کو بہتر بنانا شامل ہے، اس کے ساتھ ساتھ ارد گرد کے ماحول پر ان کے اثرات کو کم کرنا۔ پانی اور غذائی اجزاء کی کمی، کیڑوں اور بیماریوں، فصل کی پیداوار کے تغیرات کے اثرات، اور بڑھتے ہوئے موسم کے دوران پائے جانے والے دیگر فیلڈ ویریبل جیسے عوامل کے مجموعی اثرات کی بہتر تفہیم حاصل کرنے کے لیے زرعی پیداوار کی نقلیں استعمال کی جاسکتی ہیں۔

پیداوار کی پیشن گوئی کاشتکاری میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔ یہ کسانوں کو فصل کی مارکیٹنگ کی منصوبہ بندی میں مدد کرتا ہے۔ ابتدائی مرحلے میں پیداوار کی پیشن گوئی کسانوں کو پیداوار کے نتائج کے بارے میں اندازہ حاصل کرنے اور بہتر پیداوار حاصل کرنے کے

لیے فصل کی نشوونما کو متاثر کرنے والے حالات کو بہتر بنانے میں مدد دیتی ہے۔ ہم نے پیداوار کی پیشن گوئی کا ایک ماڈل تیار کیا ہے جو سینسر ڈیٹا کا تجزیہ کرتا ہے، جسے ڈیولپڈ ontology کا استعمال کرتے ہوئے پارس کیا جاتا ہے اور فصل کی پیداوار کے نتائج کی پیشین گوئی کرتا ہے۔ پیداوار کی پیشن گوئی Weighted linear regression model کا استعمال کرکے کی جاتی ہے۔ فصل کی پیداوار کے زیادہ درست اعداد و شمار کے ساتھ، معاشی فیصلے زیادہ سمجھدار بنائے جا سکتے ہیں، اور زیادہ منافع کمایا جا سکتا ہے۔

Linear Regression 4.4.1

مشین لرننگ کے لیے Linear Regression الگورتھم زیر supervised learning کو اپنی بنیاد کے طور پر استعمال کرتا ہے۔ یہ ایک کام انجام دیتا ہے جس میں regression شامل ہے۔ regression کا استعمال کرتے ہوئے گول کی پیشن گوئی کی قدر کو ماڈل کیا جا سکتا ہے، جو کہ آزاد ویریبل پر مبنی ہے۔ زیادہ تر وقت، یہ ویریبل کے درمیان تعلق کا تعین کرنے اور پیشین گوئیاں کرنے میں لاگو ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ، یہ ان پیشین گوئیوں کو ایک یا زیادہ آزاد ویریبل پر مبنی کرکے منحصر ویریبل کے بارے میں پیشین گوئیاں کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

Simple Linear Regression کا فارمولا:

$$y = \theta_1 + \theta_2 . x \text{ or } y = mx + c$$

ایک رد عمل ویریبل Y کا تجزیہ کرنا جو مداخلت ویریبل X کی سطح کے لحاظ سے مختلف ہوتا ہے اس نقطہ نظر کے مقاصد میں سے ایک ہے جسے Linear Regression کہا جاتا ہے۔ پیشین گوئی سے مراد ایک ایسی اسٹراٹیجی ہے جس میں ایک وضاحتی

ویریبل کی قدر کی بنیاد پر ریسپانس ویریبل کی قدر کا تخمینہ لگانا شامل ہے جس کا پہلے ہی تعین کیا جا چکا ہے۔ least-squares fit ، جو linear اور polynomial کنکشن دونوں کو ماڈل کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے، Linear Regression کی سب سے مشہور قسم ہے۔ اسے نان لینئر انٹر اکشنس کو ماڈل کرنے کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ Extrapolation ماڈل تخمینوں کو ان اقدار پر لاگو کرنے کا عمل ہے جو ڈیٹا کے ڈومین سے باہر آتے ہیں جہاں سے وہ پہلے اخذ کیے گئے تھے۔ Linear Regression کو درج ذیل مراحل میں لاگو کیا جاتا ہے:

- Linearity, nearly normal residuals, and constant variability وہ تین خصوصیات ہیں جو ماڈل کے ساتھ جڑی ہوئی ہیں۔ چونکہ ہم پیشین گوئی کے لیے ایک linear model استعمال کر رہے ہیں، linearity یہ بتاتی ہے کہ رد عمل کی نمائندگی کرنے والے ویریبل اور ماڈل کے وضاحتی پہلو کی نمائندگی کرنے والے ویریبل کے درمیان خطی کنکشن ہونا چاہیے۔ تقریباً عام residual جات کے نظریہ کے مطابق، residual کی ایک تقسیم ہونی چاہیے جو ارد گرد مرکوز ہو۔ کئی ایسے واقعات ہیں جن میں یہ ممکن ہے کہ عجیب و غریب نتائج برآمد ہوں گے جو ڈیٹا کے ذریعہ دکھائے گئے وسیع نمونہ کے مطابق نہیں ہیں۔ اس حالت کی موجودگی کی فوری اور آسانی سے تصدیق کرنے کے لیے ہسٹوگرام یا باقیات کا ایک عام امکانی پلاٹ استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اگر ہسٹوگرام ہم آہنگ ہے، تو اس سے پتہ چلتا ہے کہ باقیات ایک عام تقسیم کی پیروی کرتے ہیں، اگر وہ عام طور پر تقسیم کیے جائیں تو ایسا ہی ہوتا ہے۔ باقیات کے پلاٹ کی مثال میں، ہم آہنگی کی ضرورت کو پورا سمجھا جاتا ہے اگر پلاٹ پہلے کی نسبت معمول کے قریب ہونے کا عزم کرتے ہیں۔

- residual قدروں کی گنتی کریں residuals کو بنیادی طور پر کمپیٹڈ ماڈل کے فٹ سے بچ جانے والے حصے کے طور پر بیان کیا جا سکتا ہے۔ منحصر ویریبل (y) کی مشاہدہ شدہ قدر اور پیش گوئی شدہ قدر (ŷ) کے درمیان فرق کو residual (e) کہا جاتا ہے۔ ہر ڈیٹا پوائنٹ میں ایک residual ہوتا ہے۔

Residual = Observed value – Predicted value $e = y - \hat{y}$

- Residual sum of squares کی گنتی کریں اور پھر R^2 کی قدر حاصل کریں۔ residual sum of squares کی تعریف ان مربعوں کا مجموعہ ہے جو اصل میں مشاہدہ کی گئی اقدار سے متوقع قدروں کی روانگی کی نمائندگی کرتے ہیں۔ ڈیٹا اور تخمینہ لگانے والے ماڈل کے درمیان تفاوت کے طور پر اس کا حوالہ دینا ممکن ہے۔ اسے دوسرے طریقے سے ڈالیں: R^2، correlation coefficient کا مربع ہے، جو زیادہ تر شماریاتی پیکجوں میں پایا جا سکتا ہے۔ R^2 وہ میٹرک ہے جو اکثر لیئنر ماڈلز کی درستگی کا اندازہ لگانے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ R^2 کی قدر ہمیں ریسپانس ویریبل میں تغیر کے فیصد کے بارے میں معلومات فراہم کرتا ہے۔ R^2 کی قدر کبھی بھی 1 سے زیادہ نہیں ہوتا ہے، اور اس قدر کا تعلق رد عمل کے ویریبل میں تغیر کی مقدار سے ہے جسے ماڈل سے منسوب کیا جا سکتا ہے۔ R^2 کی قدر ہمیشہ 0 اور 1 کے درمیان ہوتا ہے۔ R^2 کا حساب لگاتے وقت قدر، ایک ویریبل رد عمل ویریبل کے طور پر اکاؤنٹ میں لیا جاتا ہے، اور دوسرے ویریبل کو وضاحتی ویریبل کے طور پر اکاؤنٹ میں لیا جاتا ہے۔ یہ ویریبل کے درمیان لگاتار لیئنر کنکشن قائم کرتا ہے۔

Linear Regression ماڈل کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے:

$$y_i = \mathbf{x}_i^{\mathrm{T}} \mathbf{w} + e_i$$

جہاں Y رد عمل ویریبل ہے، X $(n+1) \times 1$ فیچر ویکٹر ہے، w ہے $(n+1) \times 1$ ویکٹر جس میں ریگریشن کوایفشنٹ اور e مشاہدے کی غلطی کی نمائندگی کرتا ہے۔ نوٹ کریں کہ ویکٹر کا پہلا عنصر X مداخلت (یا تعصب) کی نمائندگی کرنے کے لیے 1 ہے۔

$$\mathbf{x}_i = [1, x_{i1}, x_{i2}, \ldots, x_{in}]^{\mathrm{T}}$$

Linear Regression ماڈل کو میٹرکس کی شکل میں بھی لکھا جا سکتا ہے:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{w} + \mathbf{e}$$

جہاں X کے سائز کے ساتھ فیچر میٹرکس ہے۔ $m \times (n+1)$، Y $m \times 1$ کا رد عمل ویکٹر ہے۔ اور e ہے m مشاہداتی غلطیوں کی نمائندگی کرنے والا $m \times 1$ ویکٹر۔ یہ دکھایا جا سکتا ہے کہ Linear Regression کے کوایفشنٹ کا اندازہ اس طرح لگایا جاتا ہے:

$$\hat{\mathbf{w}} = (\mathbf{X}^{\mathrm{T}}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^{\mathrm{T}}\mathbf{y}$$

نوٹ کریں کہ کا پہلا عنصر w مداخلت کے تخمینہ کی نمائندگی کرتا ہے۔

Weighted Gradient Linear Regression 4.4.2

Weighted Gradient Linear Regression ایک جنرلائزیشن ہےlinear regression کا جہاں ایررس کا کوویرینس میٹرکس ماڈل میں شامل کیا جاتا ہے۔ لہذا، یہ فائدہ مند ہو سکتا ہے جب ہم heteroscedasticڈیٹا سے نمٹ رہے ہوں۔ چونکہ فصل کی ضروریات وقتاً فوقتاً نمو کے مرحلے کے لحاظ سے بدلتی رہتی ہیں، gradient linear regressionماڈل مختلف مراحل کے لیے مختلف سلوپ کی قدروں کو اپناتا ہے۔ ویٹڈ ماڈل بہتر پیشین گوئی کی درستگی کے لیے پیرامیٹرز کو ترجیح دیتا ہے۔

$$Minimize\left(\frac{w}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i - (x_i m + c)\right)$$

y_i مطلوبہ پیرامیٹر قدر ہے۔

x_i ان پٹ پیرامیٹر کی قدر ہے۔

m, c لاجسٹک ریگریشن کے پیرامیٹرز ہے۔

w شامل کیا گیا وزن ہے۔

فصل کی ضرورت وقتاً فوقتاً بدلتی رہتی ہے۔ ڈیٹا کو حصوں میں تقسیم کرنے پر پیشن گوئی بہتر کارکردگی کا مظاہرہ کرے گی۔ gradient regressionہر حصے پر الگ الگ لاگو ہوتی ہے۔ پیشین گوئی کا ہر دو ماہ بعد جائزہ لیا جاتا ہے، اور آخری پیشین گوئی weighted average functionکا استعمال کرتے ہوئے کی جاتی ہے، جو پیشین گوئی کی درستگی کو بہتر بناتا ہے۔

4.5 خلاصہ

اس باب میں مجوزہ فریم ورک اور اگریکلچر IoT کے لیے سیمنٹک نالڈج بیس کی ڈیولپمنٹ میں استعمال کیے گئے طریقے پیش کیے گئے ہیں۔ مجوزہ فریم ورک پورے تحقیقی کام کے تصوراتی ڈھانچے کی نمائندگی کرتا ہے، جس میں وضاحت کی گئی مقاصد کے حصول کے لیے جن سرگرمیوں اور طریقوں پر عمل کیا جائے گا ان کی وضاحت کرتا ہے۔ یہ تحقیقی کام تین مراحل میں کیا گیا ہے: فصل کا انتخاب، آنٹولوجی ڈیولپمنٹ اور فصل کی نگرانی، پیداوار کی پیشن گوئی۔ ہر مرحلے میں لاگو ہونے والے طریقوں، KNN الگورتھم، RDF، OWL-RDF اسٹیٹمنٹس، لکیری رجعت، اور وزنی لکیری رجعت پر تفصیل سے تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔

باب 5

نفاذاور نتائج

انٹرنیٹ آف تھنگز سمارٹ فارمنگ کاایک اہم جزو ہے، جو کسانوں اور کاشتکاروں کی کسی بھی دستی مزدوری کی ضرورت کو بڑی حد تک ختم کرتاہےاوراس طرح ہر قابل فہم طریقے سے پیداوار کو بڑھاتاہے۔ عصری زرعی رجحانات کے زراعت پر زیادہ انحصار ہونے کے ساتھ، انٹرنیٹ آف تھنگز نے بہت زیادہ فوائد لائے ہیں، جیسے کہ پانی کا موثر استعمال اور ان پٹ کی اصلاح، فصلوں کی رموٹ نگرانی، اور ابتدائی مراحل میں پیداوار کی پیش گوئی وغیرہ۔ متضاد ڈیٹا کو ڈیل کرنے کے لئے۔ زراعت میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوائزیس سے تیار کردہ، ایک ایگریکلچر آنٹولوجی تیار کی گئی ہے۔ ڈیولپڈ آنٹولوجی ویب انٹرفیس کو IoT سے حاصل کردہ ڈیٹا سے بامعنی معلومات کو پارس کرنے کے قابل بناتی ہے۔

حقیقی وقت میں فصل کی نگرانی انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) پر مبنی سمارٹ فارمنگ کو پورے زرعی نظام کو زیادہ موثر بنانے کی اجازت دیتی ہے۔ انٹرنیٹ آف تھنگز نے نہ صرف کسانوں کا وقت بچانے میں مدد کی ہے بلکہ اس نے پانی اور بجلی جیسے وسائل کے فضول استعمال میں بھی کمی کی ہے۔ یہ فوائد زرعی شعبے میں IoT کے ذریعے ممکن بنائے گئے باہمی رابطے اور سینسر ٹیکنالوجی میں اضافے کا براہ راست نتیجہ ہیں۔ یہ مختلف عناصر پر گہری نظر رکھتاہے، جیسے نمی، درجہ حرارت، مٹی کی نمی، پی ایچ وغیرہ، اور عین وقت پر درست اور اکیوریٹ انفرمیشن فراہم کرتاہے۔

ایک ویب انٹرفیس تیار کیا گیاہے جو فصل کی پیداوار کے مختلف مراحل میں کسانوں کی مدد کرتاہے، جو ڈیولپڈ فریم ورکس، فصل کے انتخاب، سیمنٹک انٹرآپریبلٹی کے ساتھ فصل کی نگرانی، اور پیداوار کی پیشن گوئی کی رسائی فراہم کرتاہے۔

5.1 فصل کا انتخاب

فصل کا انتخاب کامیاب فصل کاشتکاری کے لیے اہم فیصلہ کن عوامل میں سے ایک ہے، جو فصل کی موثر اور منافع بخش پیداوار کا باعث بنتا ہے۔ دستیاب وسائل، مٹی کی قسم اور موسمی حڈیوائزیس جیسے مختلف عوامل کی بنیاد پر بہتر پیداوار اور زیادہ منافع حاصل کرنے کے لیے بہترین ممکنہ فصل کا انتخاب کرنے کی ضرورت ہے۔

مندرجہ ذیل تفصیلات یوزرس سے حاصل کی جائینگی :

1۔ ذاتی تفصیلات جیسے نام، جیسا کہ شکل 5.1.1 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 5.1.1: کسان کی ذاتی معلومات

2. کسان کی زمین کی تفصیلات

شکل 5.1.2: زمین کی تفصیلات

زمین کی تفصیلات میں درج ذیل شامل ہیں:

- گاؤں
- منڈل
- ضلع
- حالت
- مٹی کی قسم:

1 -مٹی

2 -سینڈی

3 -سلٹی

4 -پیٹی

5 -چاک

6 - loamy

- زمینی رقبہ (ہیکٹر)*

آب وہوا کی تفصیلات درج ذیل ہیں:

شکل 5.1.3: موسمی تفصیلات

آب وہوا کی تفصیلات میں موسم اور پودے لگانے کا مہینہ شامل ہے۔

شکل 5.1.4: میکروغذائی اجزاء

میکروغذائی اجزاء شامل ہیں۔

- نائٹروجن
- فاسفورس
- پوٹاشیم

جمع کردہ معلومات کی بنیاد پر فصل کا انتخاب کیا جاتا ہے۔

جدول 5.1: فصل کے انتخاب کا معیار

	Soil Type	**Season**	**Month**
Cotton	Sandy	Summer	April
	Silty	Summer	June
Potato	Loamy	Winter	January
	Sandy	Winter	January
	Loamy	Winter	October
	Sandy	Winter	October
Tomato	Sandy	Winter	November
	Clay	Winter	November
	Sandy	Summer	July
	Clay	Summer	July
Groundnut	Sandy	Summer	June
	Loamy	Summer	June
Wheat	Clay	Winter	December
	Loamy	Winter	December
Maize	Clay	Spring	March
	Loamy	Spring	March
	Clay	Summer	June
	Loamy	Summer	June
Sugarcane	Loamy	Rainy	September
Chilli	Loamy	Winter	January
	Loamy	Rainy	September
Rice	Clay	Summer	June
	Clay	Winter	November

جدول 5.1.2: NPK کی ضرورت کلو گرام فی ایکڑ

Crop	Nitrogen (N)	Phosphorus (P)	Potassium (K)
Cotton	250	181	181
Potato	240	90	130
Tomato	200	250	250
Groundnut	112	27	34
Wheat	40	30	30
Maize	100	30	7
Sugarcane	300	100	100
Chilli	100	50	50
Rice	150	50	60

KNN پر مبنی فصل کا انتخاب

k-nearest neighbors طریقہ ایک غیر پیرامیٹرک، زیر نگرانی سیکھنے کا درجہ بندی ہے جو کسی انفرادی ڈیٹا پوائنٹ کی گروپ بندی کے بارے میں درجہ بندی یا پیشین گوئیاں بنانے کے لیے قربت کا استعمال کرتا ہے۔ اسے KNN یا k-NN کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔ حالانکہ اسے رجعت یا درجہ بندی سے متعلق مسائل کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے، لیکن اسے اکثر درجہ بندی کی تکنیک کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے کیونکہ یہ اس تصور پر مبنی ہے کہ ایک دوسرے کے قریب سے ملتے جلتے خصوصیات کے ساتھ پوائنٹس کو دریافت کیا جا سکتا ہے۔

درجہ بندی کے مسائل میں، ایک کلاس لیبل اکثریت کے ووٹ کی بنیاد پر جاری کیا جاتا ہے، جس کا مطلب ہے کہ استعمال ہونے والا لیبل وہی ہے جو عام طور پر کسی مخصوص ڈیٹا پوائنٹ کے ارد گرد ظاہر ہوتا ہے۔ اگرچہ اس طریقہ کو باضابطہ طور پر "اکثریتی ووٹنگ"

کہا جاتا ہے، لیکن جملہ "اکثریتی ووٹ" وہ ہے جو اکثر تحریری کاموں میں استعمال ہوتا ہے۔ان دونوں تعریفوں کے درمیان فرق اس حقیقت میں ہے کہ "اکثریت کی ووٹنگ"، سختی سے بولیں تو، 50% سے زیادہ کی اکثریت ہونی چاہیے،اور یہ سب سے زیادہ مؤثر ہے جب صرف دو مختلف زمروں میں سے انتخاب کیا جائے۔جب متعدد کلاسز ہوں، جیسے کہ چار مختلف زمرے، آپ کو کسی طبقے کے بارے میں فیصلہ کرنے کے لیے پچاس فیصد ووٹوں کی ضرورت نہیں ہے۔اگر پچیس فیصد سے زیادہ ووٹ ہیں، تو آپ کسی کلاس کو لیبل دے سکتے ہیں۔

فصل کے انتخاب کا ماڈل KNN الگورتھم کا استعمال کرتے ہوئے تیار کیا گیا ہے:

- سب سے سٹریٹفارورڈ مشین لرننگ الگورتھم میں سے ایک، K-Nearest Neighbour ڈیٹا کے تجزیہ کے لیے سوپر وایزڈ لرننگ اپروچ کا استعمال کرتا ہے۔
- K-Nearest Neighbours طریقہ یہ قیاس کرتا ہے کہ نیا کیس یا ڈیٹا موجودہ مثالوں سے موازنہ ہے اور نئی مثال کو اس زمرے میں رکھتا ہے جو پہلے سے قابل رسائی زمرہ جات سے ملتا جلتا ہے۔
- K-NN الگورتھم تمام قابل رسائی ڈیٹا کو یاد رکھتا ہے اور اس بات کا تعین کرتا ہے کہ نئے ڈیٹا پوائنٹ کی درجہ بندی کیسے کی جائے اس پر منحصر ہے کہ یہ ذخیرہ شدہ ڈیٹا سے کتنا مماثل ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ جب تازہ ڈیٹا دستیاب ہوتا ہے، تو اسے K-NN طریقہ استعمال کرتے ہوئے تیزی سے ایک مناسب زمرے میں ترتیب دیا جا سکتا ہے۔
- K-Nearest Neighbours اپروچ کو درجہ بندی کے ساتھ ساتھ رجعت کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے، حالانکہ زیادہ تر وقت درجہ بندی کے مسائل کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

- K-Nearest Neighbours کی تکنیک نان پیرامیٹرک ہے، جس کا مطلب یہ ہے کہ وہ جس ڈیٹا کا تجزیہ کر رہا ہے اس کے بارے میں کوئی قیاس نہیں کرتا۔
- اسے ایک lazy learning الگورتھم کے نام سے بھی جانا جاتا ہے کیونکہ ٹریننگ سیٹ سے فوری طور پر سیکھنے کے بجائے، یہ ڈیٹاسیٹ کو بچاتا ہے اور پھر، جب درجہ بندی کا وقت آتا ہے، یہ ڈیٹاسیٹ پر ایک یکشن کرتا ہے۔
- تربیتی مرحلے کے دوران، KNN الگورتھم معلومات کو ذخیرہ کرنے کے علاوہ کچھ نہیں کرتا۔ جب اسے نیا ڈیٹا ملتا ہے، تو سسٹم پھر اس ڈیٹا کو ایک ایسے زمرے میں درجہ بندی کرتا ہے جو بالکل نئے ڈیٹا سے ملتا جلتا ہے۔

یوزر سے معلومات جمع کرنے کے بعد، KNN الگورتھم فراہم کردہ معلومات کا جائزہ لے کر بہترین مناسب فصل تجویز کرتا ہے۔ پیرامیٹرز، خاص طور پر موسم، مہینہ، اور مٹی کی قسم، پر غور کیا جاتا ہے، اور فصل جو ان ح ڈیوائزیس کے قریب بہتر طریقے سی اگنے کی صلاحیت رکھتی ہے تجویز کی جاتی ہے۔

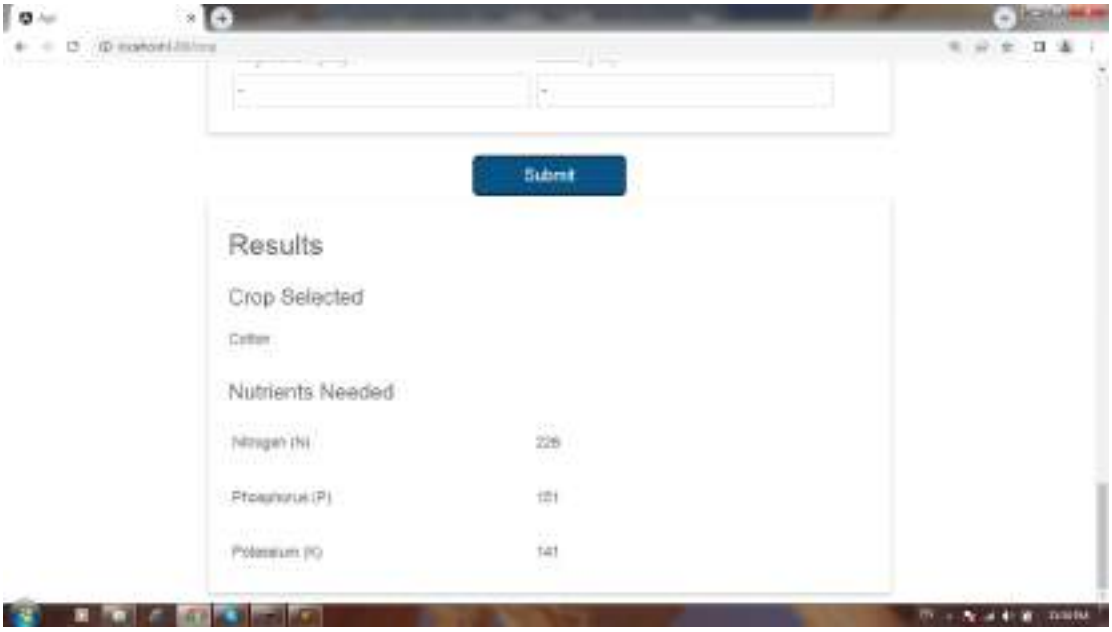
نمونہ ان پٹ کے طور پر، تفصیلات درج ذیل ہیں:

جدول 5.1.3: نمونہ ان پٹ

Input Category	**Value**
Soil type	Silty
Land Area	1acre
Season	Summer
Month	June
Water source	Bore well
Equipment available	Yes
Nitrogen in soil	24 (Kg/acre)
Phosphorus in soil	30(Kg/acre)
Potassium in soil	40 (Kg/acre)

پھر دی گئی شرائط کی بنیاد پر، فصل کی مناسب نشوونما کے لیے ضروری نیوٹرنٹس کی مقدار کے ساتھ تجویز کردہ فصل "کپاس" ہے۔

نتیجہ شکل 5.1.5 میں دکھایا گیا ہے۔



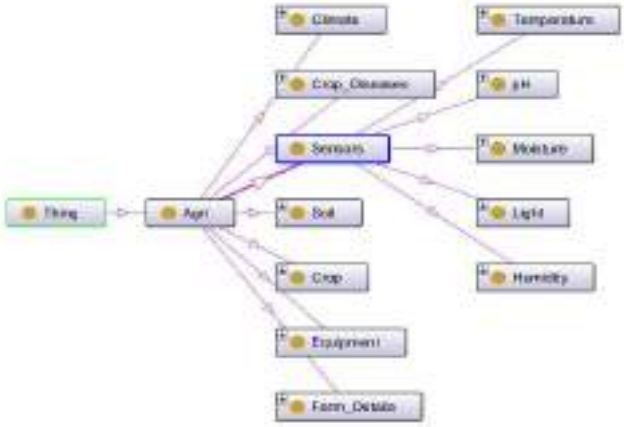
شکل 5.1.5: فصل کے انتخاب کا نتیجہ

5.2 زراعت میں IoT کے لیے آنٹولوجی اور فصل کی نگرانی

موجودہ انٹولوجیز زراعت کے شعبے میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوائزیس میں سیمنٹک انٹرآپریبلٹی کو نافذ کرنے کے لیے درکار تمام مطلوبہ الفاظ اور پہلوؤں کا احاطہ نہیں کرتی ہیں۔ زراعت میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوائزیس میں سیمنٹک انٹرآپریبلٹی کو یقینی بنانے کے لیے، ایک اونٹولوجی تیار کی گئی ہے، جو ایک کامن نالڈج بیس فراہم کرتی ہے جسے IoT ڈیوائسز اور ویب انٹرفیس کے ذریعے سیمنٹک استدلال کے ساتھ کام انجام دینے کے لیے شیئر کیا جا سکتا ہے۔

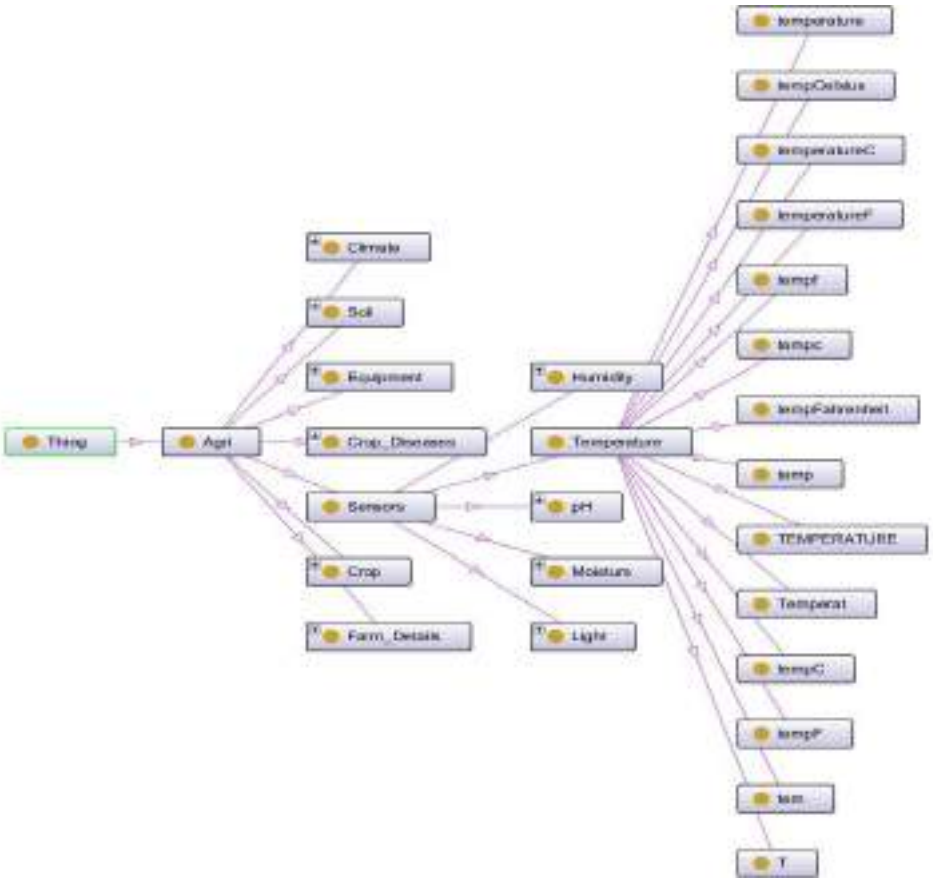
5.2.1 ڈے ولپڈ آنٹولوجی کی گرافیکل نمائندگی

آنٹولوجی کو OWL_RDF کا استعمال کرتے ہوئے تیار کیا گیا ہے۔ ڈیولپڈ آنٹولوجی IoT ڈیوائزیس کی تصوراتی نمائندگی فراہم کرتی ہے: درجہ حرارت سینسر، لائٹ سینسر، نمی سینسر، مائیسچر سینسر، اور پی ایچ سینسر۔ ڈیولپڈ اونٹولوجی کے گرافیکل ڈھانچے کو RDF گراف کا استعمال کر کے تصور کیا جا سکتا ہے۔ ہر نوڈ کلاس، سب کلاس اداروں کی نمائندگی کرتا ہے اور ہر ایڈج ان اداروں کے درمیان تعلق کی نمائندگی کرتا ہے۔



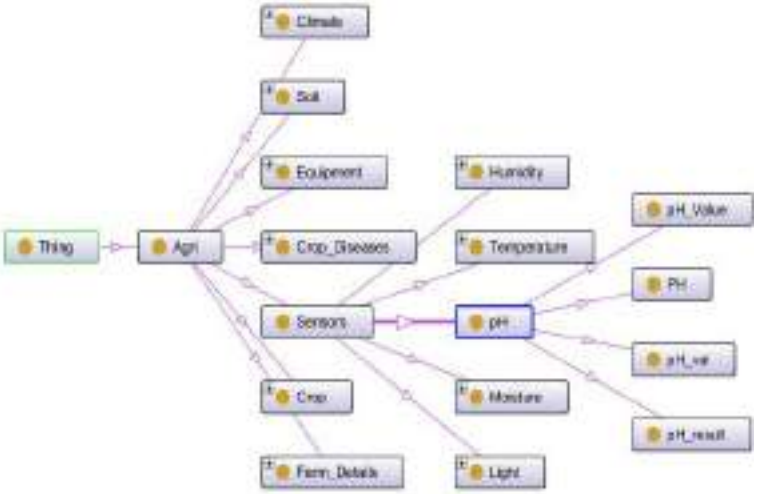
شکل 5.2.1.1: ڈیولپڈ آنٹولوجی میں سینسر

شکل 5.2.1.2: URIs

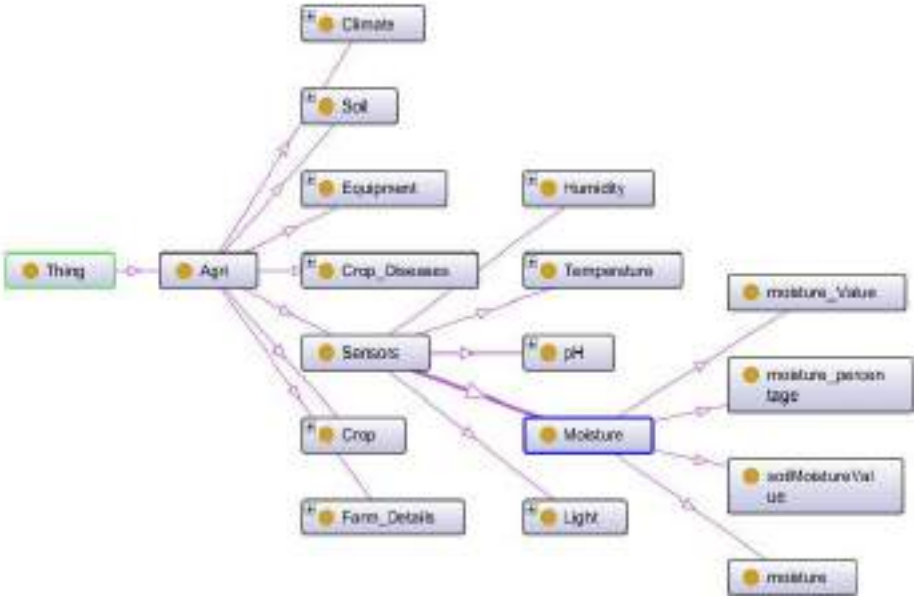


شکل 5.2.1.3: درجہ حرارت سینسر کے لیے نالڈج گراف

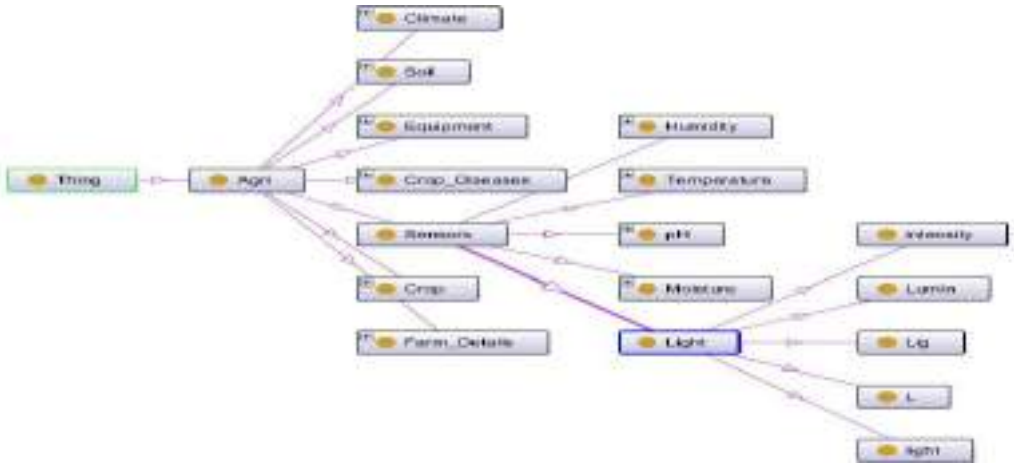
شکل5.2.1.4: Humidity سینسر کے لیے نالڈج گراف



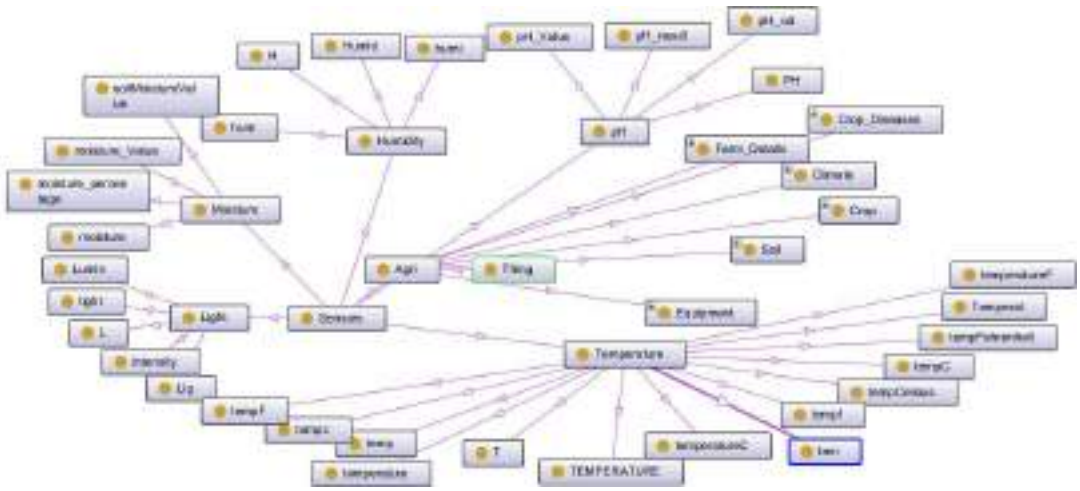
شکل 5.2.1.5: پی ایچ سینسر کے لیے نالڈج گراف



شکل5.2.1.6: Moisture sensor کے لیے نالڈج گراف



شکل5.2.1.7: لائٹ سینسر کے لیے نالڈج گراف



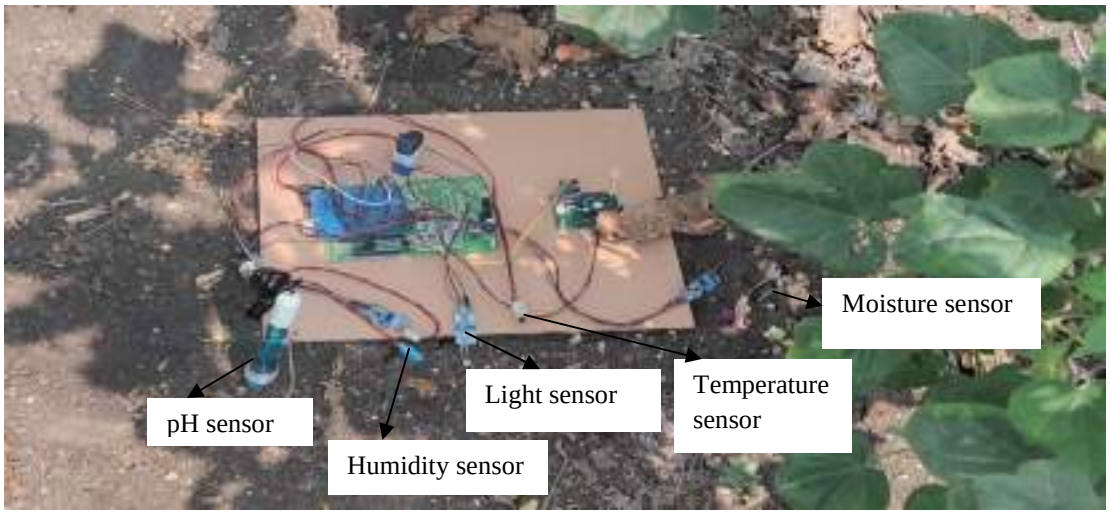
شکل5.2.1.8: زراعت میںIoTکے لیے آنٹولوجی

جیسا کہ اوپر کے ڈیٹا میں دکھایا گیا ہے، ڈیولپڈ آنٹولوجی زراعت میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوائزیس کے لیے ایک semantic knowledge baseفراہم کرتی ہے، جوIoT ڈیوائزیس اور ویب انٹرفیس میں عام الفاظ اور میٹاڈیٹا کے اشتراک کو قابل بناتی ہے۔ آنٹولوجی ویب ایپلیکیشنز کے لیے دماغ کے طور پر کام کرتی ہے اور ڈیٹا کو تصورات کے ایک بامعنی جال

میں تبدیل کرتی ہے۔ ڈیولپڈ ایگر یکلچر IoT آنٹولوجی IoT سافٹ ویئر ایپلی کیشنز اور IoT ویب انٹر فیس کو کامن نالڈج بیس کو شیئر کر کے آزادانہ طور پر کام کرتا ہے۔

5.2.2 کاٹن فیلڈ میں IoT سسٹم سیٹ اپ

ڈیولپڈ فریم ورک کی کارکردگی کا جائزہ لینے کے لیے، کاٹن فیلڈ میں IoT سسٹم قائم کر کے لائیو ڈیٹا اکٹھا کیا جاتا ہے۔ ایک ایکڑ کے کھیتوں میں جون کے مہینے میں کپاس کے بیج کا ایک پیکٹ بویا گیا ہے اور ایک IoT سسٹم جس میں پانچ سینسر درجہ حرارت، نمی، روشنی، پی ایچ اور ہیومڈٹی شامل ہیں، Arduino بورڈ کی مدد سے نصب کیا گیا ہے۔ لائیو ڈیٹا آن لائن کلاؤڈ سروس ThingSpeak کا استعمال کر کے جمع کیا جاتا ہے۔ کپاس کی فصل کے حالات کو آئی او ٹی سے تیار کردہ ڈیٹا کا استعمال کرتے ہوئے دور سے مانیٹر کیا جاتا ہے۔ ایگر یکلچر IoT سسٹم میں مختلف مینوفیکچررز کے ڈیوائزیس اور مختلف IoT سروس فراہم کنندگان کے سسٹم سیٹ اپ ہو سکتے ہیں، جو متضاد ڈیٹا تیار کرتا ہے۔ ڈیولپڈ اونٹولوجی کا استعمال کرتے ہوئے اس ڈیٹا کو بامعنی طریقے سے سنبھالا جا سکتا ہے۔ ڈیٹا کو ویب انٹر فیس میں ڈیولپڈ آنٹولوجی کا استعمال کرتے ہوئے پارس کیا جاتا ہے۔



شکل 5.2.2.1: کاٹن کے کھیت میں IoT سسٹم

شکل5.2.2.2: کپاس کے کھیت کی نگرانی

شکل5.2.2.3: لائیوڈیٹااکٹھا کرنا

5.2.3 ڈیٹاپارسنگ اور آنٹولوجی اپ ڈیٹ

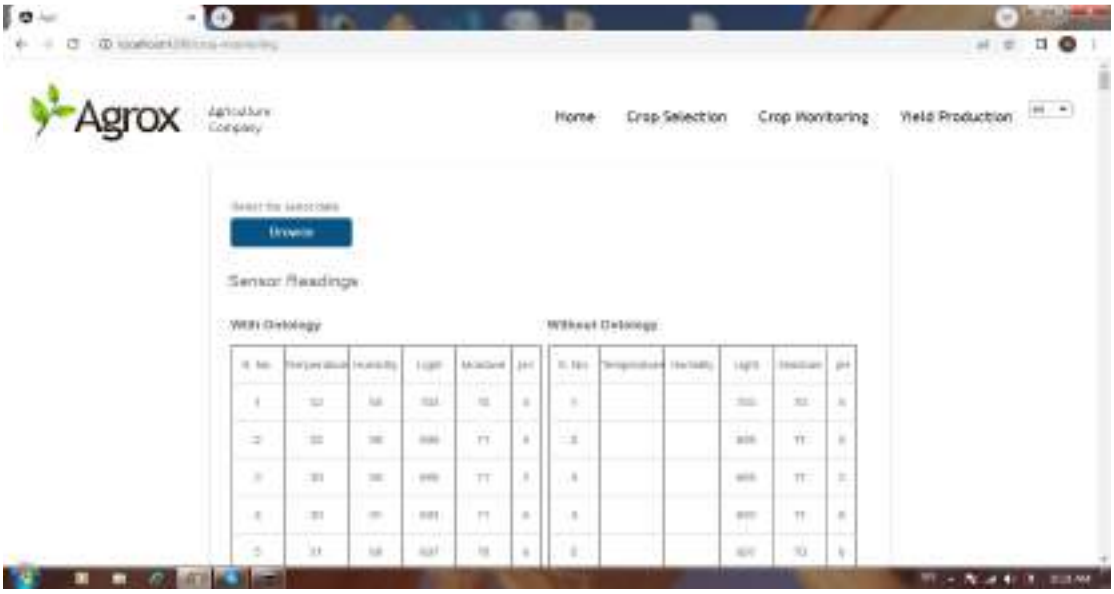
ڈیولپڈ آنٹولوجی کا استعمال بامعنی ڈیٹا کو پارس کرنے کے لیے کیا جاتا ہے قطع نظر اس کے کہ مختلف ناموں والے ٹیگز ہوں۔ اگر اونٹولوجی کا استعمال نہیں کیا جاتا ہے تو، متضاد ڈیٹا کی صورت میں گاربیج والیو پیدا ہوتی ہے۔

جب یوزر سینسر ڈیٹااپ لوڈ کرتا ہے، تو ڈیٹا کو صحیح طریقے سے نکالا جاتا ہے اگر مطلوبہ الفاظ آنٹولوجی میں موجود ہوں۔ اگر سینسر کلیدی کیورڈز آنٹولوجی سے غائب ہیں، تو فریم ورک اشارہ کرتا ہے کہ کون سے مطلوبہ کیورڈز غائب ہیں اور یوزر انہیں OWL فائل میں شامل کر سکتا ہے۔ اپ ڈیٹ شدہ OWL فائل اور JSON فائل کو مزید استعمال کے لیے ڈاؤن لوڈ کیا جا سکتا ہے۔

سینسرز سے تیار کردہ ڈیٹا کا ایک نمونہ تیار شدہ آنٹولوجی کے ذریعے تجزیہ کیا جاتا ہے۔ درجہ حرارت سینسر کے لیے استعمال ہونے والا کیورڈ *Temp* ہے۔ Humidity سینسر کے لیے استعمال ہونے والا کیورڈ *Hum* ہے۔ (Light (Intensity سینسر

کے لیے استعمال ہونے والا کیورڈ *Light* ہے۔ نمی سینسر کے لیے استعمال ہونے والا کیورڈ *Moisture* ہے۔pH سینسر کے لیے استعمال ہونے والا کیورڈ *pH* ہے۔چونکہ یہ کیورڈز OWL فائل میں موجود ہیں،اس لیے فریم ورک نے ڈیٹا کی صحیح تشریح کی اور سینسر ریڈنگز کو ظاہر کیا۔جب ڈیٹا کو اونٹولوجی کے بغیر پارس کیا جاتا ہے،تو اقدار ظاہر نہیں ہوتی ہیں۔

آنٹولوجی کے ساتھ اور اس کے بغیر ڈیٹا پارس کرنے کا نتیجہ درج ذیل تصویر میں دکھایا گیا ہے۔

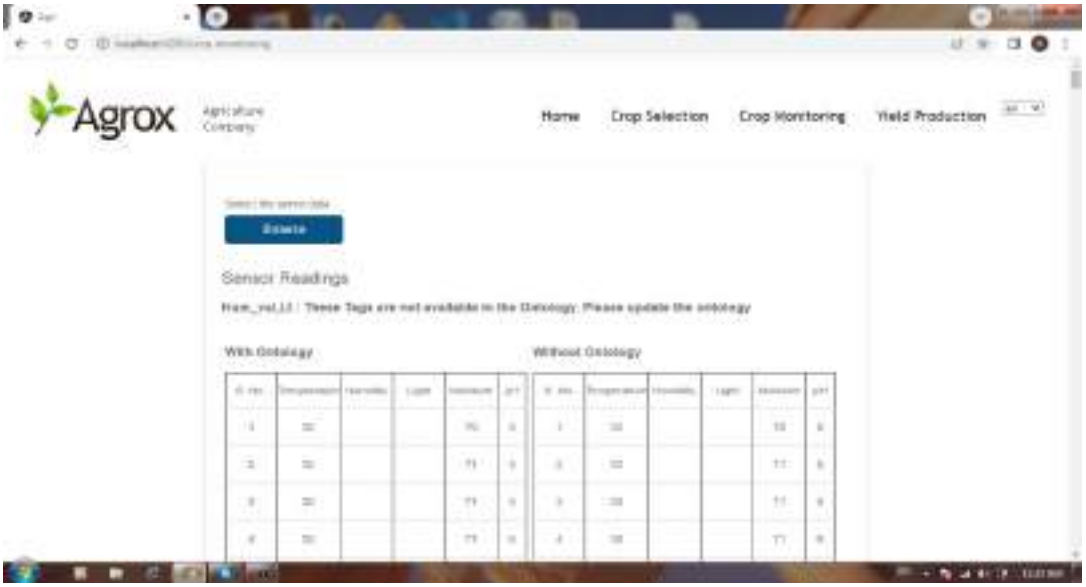


شکل 5.2.3.1: ڈیٹا پارسینگ

آنٹولوجی اپ ڈیشن:

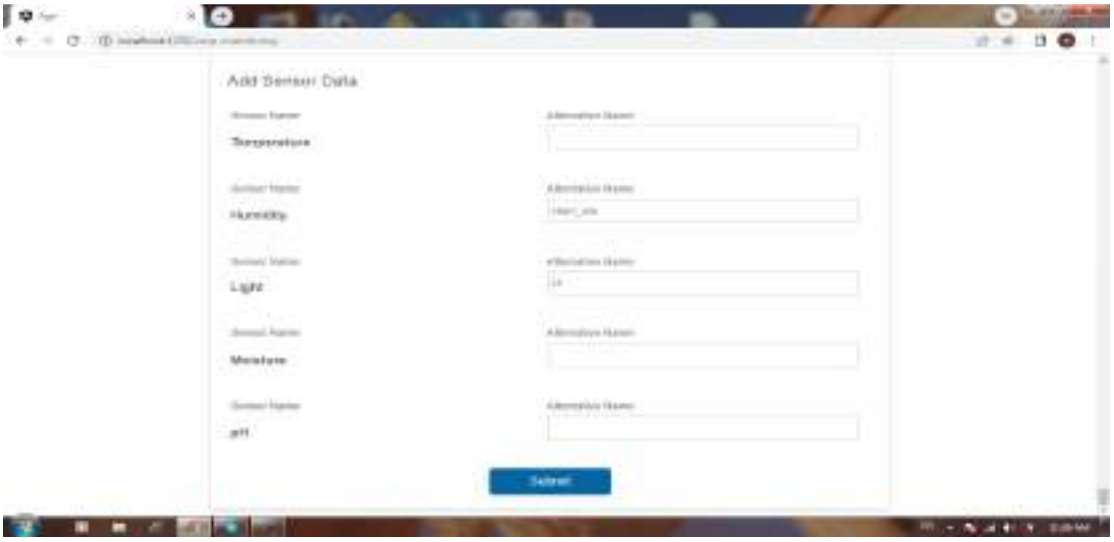
جب بھی کسی نئے ٹیگ کا سامنا ہوتا ہے، ڈیولپڈ آنٹولوجی کو نئے ٹیگز شامل کر کے اور اونٹولوجی اپ ڈیٹ کرنے والے الگورتھم کو استعمال کر کے اپ ڈیٹ کیا جاتا ہے۔مثال کے طور پر، اگر سینسر جنریٹڈ ڈیٹا کی ایک ان پٹ فائل جس میں Lt، Hum_val کیورڈز ہیں اپ لوڈ کیا جاتا ہے۔آنٹولوجی پارسنگ فریم ورک اس بات کی نشاندہی کرتا ہے کہ Hum_val, Lt آنٹولوجی میں

موجود نہیں ہے۔ یہ یوزرس سے آنٹولوجی کو اپ ڈیٹ کرنے کے لیے کہتا ہے، اور اس کلاس اور سب کلاس کی وضاحت کرنے لئے کہا جاتا ہے جس میں ٹیگ کو شامل کرنے کی ضرورت ہے، جیسا کہ شکل 5.2.3.2 میں دکھایا گیا ہے۔



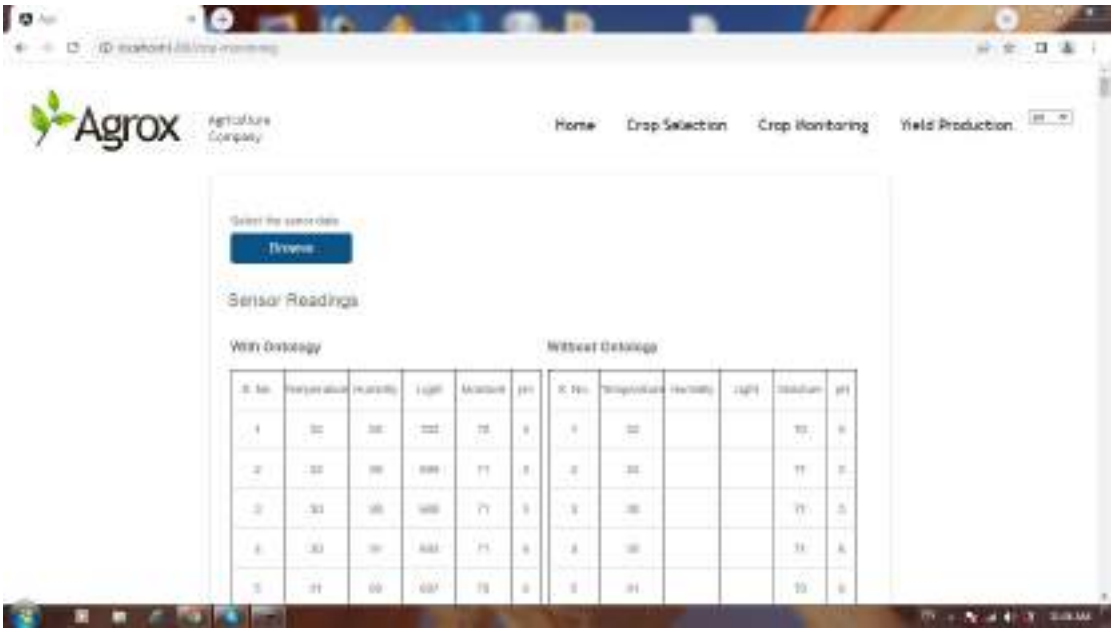
شکل 5.2.3.2: آنٹولوجی اپ ڈیٹ کے لیے نئے ٹیگز

نئے لیبل درج کیے گئے ہیں جیسا کہ شکل 5.2.3.3 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 5.2.3.3: آنٹولوجی میں نئے سیمنٹک ٹیگز شامل کرنا

ایک بار جب نئے مطلوبہ الفاظ جمع ہو جاتے ہیں، ایک نئی آنٹولوجی اور ایک معاون JSON فائل بن جاتی ہے۔ <Declaration> اور <SubClassOf> کے ٹیگز موجودہ آنٹولوجی میں شامل کیے گئے ہیں۔ آوٹپٹ شکل 5.2.3.4 میں دکھایا گیا ہے جہاں تمام سینسر کی قدریں ریڈ کی جاتی ہیں کیونکہ آنٹولوجی کو اپ ڈیٹ کیا گیا ہے۔



شکل 5.2.3.4: اپ ڈیٹ شدہ آنٹولوجی کا استعمال کرتے ہوئے ڈیٹا پارس کرنا

5.3 پیداوار کی پیشن گوئی

چونکہ کپاس کی فصل کی ضروریات وقتاً فوقتاً نمو کے مراحل کے لحاظ سے بدلتی رہتی ہیں، weighted gradient linear regression model پیداوار کی پیشین گوئی کے لیے مختلف مراحل کے لیے مختلف سلوپز کی قدروں کو اپناتا ہے۔ فصل کی نشوونما کے مختلف مراحل میں کپاس کی فصل کی ضروریات کو جدول 5.3 میں دکھایا گیا ہے۔

جدول 5.3.1: کپاس کی فصل کے لیے مطلوبہ پیرامیٹر رینجز

Months	Temperature	Humidity	Light	Moisture	pH
Jun to Sep	28-31 (°C)	68-74 (%)	700-800	70-80 (%)	4-7
Oct to Nov	30-32 (°C)	65-69 (%)	600-700	65-70 (%)	4-7

کپاس کی فصل کی مناسب نشوونما کے لیے، بڑھوتری کے ابتدائی مراحل میں درجہ حرارت نارمل رینج برقرار رکھی جانی چاہیے، کیونکہ درجہ حرارت 21 ڈگری سینٹی گریڈ سے کم ہونے کی صورت میں یہ اچھا نہیں ہوتا۔ کپاس کے پھل کی نشوونما کے آخری مرحلے کے دوران، گرم دن اور ٹھنڈی راتوں کو ترجیح دی جاتی ہے۔

کپاس کی فصل کی پیداوار کا کل دور جون سے نومبر تک ہے۔ جیسا کہ IoT سسٹم کا استعمال کپاس کی فصل کی نگرانی کے لیے کیا گیا ہے، اس لیے سینسرز سے تیار کردہ ڈیٹا کو فصل کے حالات کا تجزیہ کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ پیداوار کی پیشن گوئی ہر دو ماہ بعد کی جاتی ہے، جس سے کسانوں کو فصل کی نشوونما کے لیے مزید کوششیں کرنے اور فصل کی مارکیٹنگ کی منصوبہ بندی کرنے میں مدد ملتی ہے۔weighted gradient linear regression model کو لاگو کر کے دوماہانہ پیشین گوئی کے ڈیٹا کی بنیاد پر حتمی پیداوار کی زیادہ درست پیش گوئی کی جاسکتی ہے۔ کپاس کی فصل کی دوماہی پیداوار جدول 5.3.2 میں دکھائی گئی ہے۔

جدول 5.3.2: دوماہانہ پیداوار کی پیشن گوئی

Month	Yield
Jun to Jul	14.25
Aug to Sep	14.06
Oct to Nov	13.49

جون سے جولائی کی پیداوار 14.25، اگست سے ستمبر کی پیداوار 14.06 اور اکتوبر سے نومبر کی پیداوار 13.49 ہے۔ ویٹڈ گریڈینٹ لینئر ریگریشن کا استعمال کرتے ہوئے حتمی پیداوار کی پیشن گوئی 13.94 کوئنٹل فی ایکڑ ہے۔ اصل حتمی رپورٹ شدہ پیداوار 14.2 کوئنٹل فی ایکڑ ہے۔

5.4 خلاصہ

اس باب میں، نفاذ کی تفصیلات پیش کی گئی ہیں، اور ہر مرحلے کے نتائج پر تفصیل سے بحث کی گئی ہے۔ فصل کے انتخاب کے ماڈل کی وضاحت عملی ان پٹ ڈیٹا کے ساتھ کی گئی ہے۔ ڈیولپڈ آنٹولوجی اور اس کی گرافیکل نمائندگی کو تفصیل سے بیان کیا گیا ہے۔ ریئل ٹائم ڈیٹا اکٹھا کرنے کے لیے کاٹن کے کھیت میں IoT سسٹم سیٹ اپ کی تفصیلات فراہم کی گئی ہیں weighted gradient linear regression ماڈل کا استعمال کرتے ہوئے پیداوار کی پیشن گوئی کے نتائج پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔

باب 6

نتائج کی بحث اور توثیق

6.1 کارکردگی کا جائزہ

R-squared ایک شماریاتی پیمائش ہے جو ریگریشن ماڈلز کی تشخیص کے لیے کارکردگی کی پیمائش کے طور پر استعمال ہوتی ہے۔ یہ بتاتا ہے کہ ڈیولپڈ ماڈل ڈیٹا کو کس حد تک فٹ کر سکتا ہے۔ R^2 منحصر متغیر میں تغیر کا تناسب دکھاتا ہے، جس کی وضاحت ایک آزاد متغیر سے ہوتی ہے۔ اس کی قیمت 0 سے 1 تک ہوتی ہے۔ R^2 قدر 1 کے قریب رکھنے والے ماڈل بہترین فٹ کی نشاندہی کرتی ہے۔

MSE کا مطلب ہے Mean Squared Error؛ یہ ماڈل کی پیشن گوئی شدہ اقدار اور اصل میں مشاہدہ شدہ اقدار کے درمیان مربع فرق کی اوسط ہے۔ ایک چھوٹی MSE قدر اشارہ کرتی ہے کہ ماڈل ڈیٹا کے لیے موزوں ہے، جبکہ ایک بڑی MSE قدر اشارہ کرتی ہے کہ ماڈل ڈیٹا کے لیے ناقص فٹ ہے۔

RMSE کا مطلب ہے Root Mean Squared Error؛ یہ ماڈل کی پیشن گوئی شدہ اقدار اور حقیقی اقدار کے درمیان اوسط مربع فرق کا سکویر روٹ ہے۔ RMSE کا استعمال غلطیوں کے سائز کے بارے میں مزید جاننے کے لیے کیا جاتا ہے اور اعداد و شمار میں تغیر کو زیادہ درست طریقے سے پہچاننے میں مدد کرتا ہے۔

جدول 6.1: مجوزہ ماڈل کے تشخیصی پیرامیٹرز

R^2	0.933328
MSE	0.066994
RMSE	0.258833

مجوزہ ماڈل کی حاصل کی گئ قدریں۔R^2 کی 0.933328 ، MSE کی0.066994، RMSEکی0.258833ہے۔

6.2پیداوار کی پیشن گوئی کے موجودہ ماڈلز کے ساتھ کارکردگی کا موازنہ

Linear Regressionایک شماریاتی طریقہ ہے جو منحصر متغیر اور آزاد متغیر کے درمیان تعلق کو ماڈل کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔Linear Regressionکا ہدف ڈیٹا پوائنٹس کے ذریعے بہترین فٹ کی لائن تلاش کرنا ہے، جسے مستقبل کے مشاہدات کے بارے میں پیشین گوئیاں کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

NonLinear Regression ایک ایسا طریقہ ہے جو ایک منحصر متغیر اور ایک یا زیادہ آزاد متغیر کے درمیان تعلق کو ماڈل کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جو لکیری نہیں ہے۔Linear Regressionکے برعکس، آزاد اور منحصر متغیر کے درمیان تعلق کو سیدھی لکیر سے ظاہر نہیں کیا جاتا ہے۔اس کے بجائے، رشتہ کو ماڈل کرنے کے لیے ایک نان لنئیر فنکشن کا استعمال کیا جاتا ہے، جو کہ زیادہ لچکدار اور ڈیٹا کے بنیادی ڈھانچے کو حاصل کرنے کے قابل ہو سکتا ہے۔ NonLinear Regressionکا استعمال وسیع پیمانے پر رشتوں کو ماڈل بنانے کے لیے کیا جا سکتا ہے، جیسے کہ ایکسپونینشل، کثیر الثانی، اور

لوگارتھمک تعلقات۔ یہ پیچیدہ سسٹم کی ماڈلنگ کے لیے اور ایسے ڈیٹا کو فٹ کرنے کے لیے مفید ہے جو Linear Regression کے مطابق نہیں ہیں۔بنیادی نقصان یہ ہے کہ نتائجLinear Regression کی طرح آسانی سے قابل تشریح نہیں ہوتے ہیں۔

Exponential regression غیر خطی رجعت کی ایک قسم ہے جس میں ایک ایکسپونینشیل فنکشن آزاد متغیرxاور منحصر متغیرyکے درمیان تعلق کو ماڈل کرتا ہے۔ایک ایکسپونینشیل فنکشنy = a*b^xکاایک فنکشن ہے، جہاںa yکی ابتدائی قدر کی نمائندگی کرتا ہے اور b گروت ریٹ کو ظاہر کرتا ہے۔Exponential regressionکا استعمال اکثر ڈیٹا کو ماڈل کرنے کے لیے کیا جاتا ہے جو وقت کے ساتھ ساتھ مسلسل اضافہ یا کمی کو ظاہر کرتا ہے۔اسے آبادی میں اضافے، تابکار مادوں کا زوال، اور بیماری کے پھیلاؤ جیسے مظاہر کے نمونے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ایکسپونینشل ریگریشن کا بنیادی نقصان یہ ہے کہ اسے صرف ایسے ڈیٹا کے ماڈل کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے جو وقت کے ساتھ بڑھتا یا گھٹتا ہے۔اس کا استعمال ایسے ڈیٹا کو ماڈل کرنے کے لیے نہیں کیا جا سکتا جو دولغی یا زیادہ پیچیدہ پیٹرن رکھتا ہو۔

جدول 6.2: تقابلی تجزیہ

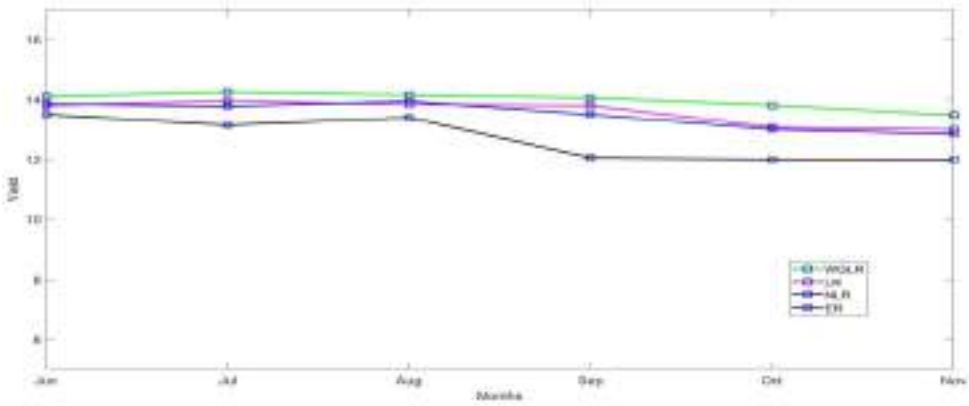
	Linear Regression	Non Linear Regression	Exponential Regression	Weighted Gradient Linear Regression
R^2	0.912499	0.905573	0.912079	0.933328
MSE	0.238525	1.498352	0.172725	0.066994
RMSE	0.488390	1.224072	0.415603	0.258833

Weighted linear regression، Linear Regression کا ایک تغیر ہے جس میں مشاہدات کو مختلف ویٹس تفویض کیا جاتا ہے۔ یہ وزن ماڈل کو فٹ کرتے وقت بعض مشاہدات کو زیادہ اہمیت دینے اور دوسروں کو کم اہمیت دینے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ویٹ کا استعمال پیمائش کی خرابی کی مختلف سطحوں کے حساب سے کیا جا سکتا ہے، ڈیٹا کے کچھ سب سیٹوں پر زیادہ زور دینے کے لیے، یا ویٹ کو کم کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

gradient descent کا طریقہ ایک اصلاحی الگورتھم ہے جو کسی فنکشن کو کم سے کم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے، اس تناظر میں Linear regression کی کاسٹ کا فنکشن۔ الگورتھم پیرامیٹر اقدار کے ابتدائی سیٹ سے شروع ہوتا ہے اور تکراری طور پر پیرامیٹر اقدار کے سیٹ کی طرف بڑھتا ہے جو کاسٹ کے فنکشن کو کم سے کم کرتا ہے۔ ویٹ پیرامیٹرز کے اپ ڈیٹ کے قدم کے سائز اور سمت کو ایڈجسٹ کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

Weighted Gradient Linear Regression ویٹڈ رلینئر گرریشن اور گراڈینٹ ڈیسنٹ کا مجموعہ ہے۔اس نقطہ نظر میں، مشاہدات کو مختلف ویٹس تفویض کیے جاتے ہیں،اور گریڈینٹ ڈیسنٹ الگورتھم کا استعمال بہترین فٹ کی لائن تلاش کرنے کے لیے کیا جاتا ہے جو مشاہدات کے ویٹ کو مد نظر رکھتے ہوئے کاشٹ کے فنکشن کو کم کرتا ہے۔

شکل 6.2: پیداوار کی پیشن گوئی گراف



شکل6.2 ،مہینے کے لحاظ سے حاصل کردہ پیداوار کی پیشن گوئی کی اقدار اور دیگر موجودہ ریگریشن ماڈلز کے ساتھ نتائج کا موازنہ دکھاتا ہے۔چونکہ گرڈینٹ کو لاگو کرکے پیداوار کی دوماہانہ پیش گوئی کی جاتی ہے،زیادہ درست نتائج حاصل کیے جاسکتے ہیں۔جیسا کہ پیداوار کی پیشن گوئی کے گراف میں دکھایا گیا ہے،ترقی یافتہ ماڈل کا پیش گوئی شدہ نتیجہ اصل نتیجہ کے قریب تک پہنچی ہے۔

6.3 خلاصہ

اس باب میں، ڈیولپڈ پیداوار کی پیشن گوئی کے ماڈل کی تشخیص کے لیے کارکردگی کے اقدامات کو تفصیل سے پیش کیا گیا ہے۔ R^2, MSE،اور RMSE کا تخمینہ لگایا گیا ہے،جو اس بات کی نشاندہی کرتا ہے کہ ڈیولپڈ ویٹڈ گریڈینٹ لینئر ریگریشن ماڈل ڈیٹا پر کس حد تک فٹ بیٹھتا ہے۔پھر، حتمی نتائج کا موازنہ موجودہ ماڈلز،لینئر رگریشن، نان لینئر رگریشن،اور ایکسپونینشل ریگریشن کے ساتھ کیا جاتا ہے۔

باب 7

اختتام اور مستقبل کا کام

7.1 اختتامیہ

IoT سیمنٹک انٹر آپریبلٹی سے مراد ڈیوائزیس اور سسٹمز کے مینوفیکچرر یا پروٹوکول سے قطع نظر بغیر کسی رکاوٹ کے ایک ساتھ کام کرنے اور بامعنی بات چیت کرنے کی صلاحیت ہے۔ زراعت میں، IoT سیمنٹک انٹر آپریبلٹی کسانوں کو مختلف ذرائع سے ڈیٹا اکٹھا کرنے اور تجزیہ کرنے کی اجازت دے کر کارکردگی، پیداواری صلاحیت اور فصل کی پیداوار کو بہتر بنانے میں مدد کر سکتی ہے، جیسے کہ موسم کے سینسر، مٹی میں نمی کے سینسر، اور ڈرون۔ یہ ڈیٹا آبپاشی کے نظام کو بہتر بنانے، فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کرنے اور فارم کے ان علاقوں کی نشاندہی کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے جن پر توجہ کی ضرورت ہے۔ مزید برآں، IoT انٹر آپریبلٹی کاشتکاروں کو پروپریٹری ڈیوائزیس جو زیادہ مہنگے اور مینٹین کرنے میں مشکل ہو سکتے ہیں ان کی بجائے آف دی شیلف ڈیوائسز اور سسٹمز استعمال کرنے کی اجازت دے کر لاگت کو کم کرنے میں بھی مدد کر سکتی ہے۔ مجموعی طور پر، IoT سیمنٹک انٹر آپریبلٹی کسانوں کو زیادہ باخبر فیصلے کرنے اور بالآخر اپنے زرعی کاموں کو بہتر بنانے میں مدد کر سکتی ہے۔

سیمنٹک ویب ٹیکنالوجیز کا ایک مجموعہ ہے جس کا مقصد ورلڈ وائڈ ویب پر موجود معلومات کو مشینوں کے ذریعے آسانی سے قابل فہم بنانا ہے۔ سیمنٹک ویب کی اہم خصوصیات میں سے ایک آنٹولوجیز کا استعمال ہے، جو کسی خاص ڈومین میں تصورات اور تعلقات کی رسمی نمائندگی کرتے ہیں۔ زراعت میں، فصلوں، مٹی کی اقسام، ویدر پیٹرنس اور دیگر متعلقہ عوامل کے بارے میں معلومات کی

نمائندگی کرنے کے لیے اونٹولوجی کا استعمال کیا جا سکتا ہے۔ یہ مختلف ذرائع سے ڈیٹا کو منسلک اور مربوط کرنے کی اجازت دیتا ہے، یہ تجزیہ اور فیصلہ سازی کے لیے زیادہ مفید بناتا ہے۔

سیمنٹک ویب کی ایک اور اہم خصوصیت RDF (Resource Description Framework) اور لینکڈ ڈیٹا کا استعمال ہے، جو ڈیٹا کو مختلف سسٹمز میں منسلک اور شیئر کرنے کی اجازت دیتا ہے۔ یہ کسانوں کو ذرائع کی ایک وسیع رینج، جیسے کہ سرکاری ایجنسیوں، تحقیقی اداروں اور دیگر کسانوں سے ڈیٹا تک رسائی اور استعمال کرنے کی اجازت دیتا ہے، جو انہیں زیادہ باخبر فیصلے کرنے اور اپنے زرعی کاموں کو بہتر بنانے میں مدد کر سکتا ہے۔ مجموعی طور پر، سیمنٹک ویب کسانوں کو ڈیٹا تک رسائی اور اس کا احساس دلانے میں مدد کر سکتی ہے، اور ان کے زرعی کاموں کو بہتر بنانے کے لیے بہتر باخبر فیصلے کر سکتی ہے اور زراعت میں استعمال ہونے والے IoT ڈیوائزیس میں سیمنٹک انٹر آپریبلٹی کو یقینی بناتی ہے۔

ڈیٹا بیس اور سینسر ڈیٹا کے درمیان فرق کو ختم کرنے میں اونٹولوجیز ایک اہم کردار ادا کرتی ہیں۔ سرچ پر کارروائی کرتے وقت، آنٹولوجیکل ڈیریویشن نالڈج، اور اونٹولوجیکل ڈیفنشنس، سرچ کی تشکیل اور دستیاب معلومات میں ممکنہ تضادات کو دور کرنے کا کام کرتی ہیں۔ مزید برآں، سیمیلارٹی بیسڈ سرچ کو پس منظر کے نالڈج کا استعمال کر کے ممکن بنایا گیا ہے۔ یہ تحقیقی کام آنٹولوجی فریم ورک کے ساتھ متحرک ایگر یکلچر آنٹولوجی کی ڈیولپمنٹ کو پیش کرتا ہے جو کسی بھی موجودہ اونٹولوجی OWL فائلوں سے معلوماتی میٹاڈیٹا نکال سکتا ہے۔ آنٹولوجی اپ ڈیٹ کرنے والے الگورتھم تیار کیے گئے ہیں، جو OWL فائل اور JSON فائل کو ایک ہی وقت میں اپ ڈیٹ کرنے کے ذرائع فراہم کرتے ہیں۔ آؤٹ پٹ پر ایک نئی OWL فائل اور JSON فائل تیار کی جاتی ہے،

جسے بہت سے پلیٹ فارمز کے ذریعے آسانی سے پارس کیا جا سکتا ہے۔ ڈیولپڈ آنٹولوجی سینسر ڈیٹا فائلوں کو بغیر کسی معلومات کے درست طریقے سے پارس کرنے میں مدد کرتی ہے۔

مشین لرننگ الگورتھم ہسٹارکل ڈیٹا کا تجزیہ کرتے ہیں، جیسے موسم کے پیٹرنس، مٹی کی نمی، اور دیگر ماحولیاتی عوامل، فصل کی پیداوار کا اندازہ لگانے کے لیے۔ یہ کسانوں کو پودے لگانے، آبپاشی اور کھاد ڈالنے کے بارے میں زیادہ باخبر فیصلے کرنے کی اجازت دیتا ہے۔ مشین لرننگ ماڈلز کو سنسر ڈیٹا میں ان نمونوں کی نشاندہی کرنے کے لیے تربیت دی جا سکتی ہے جو فارم کے مخصوص علاقے میں کسی مسئلے، جیسے بیماریوں یا کیڑوں کی نشاندہی کرتے ہیں۔ اس سے کسانوں کو ممکنہ مسائل کا فوری جواب دینے اور فصلوں کے نقصان کو کم کرنے میں مدد مل سکتی ہے۔ مشین لرننگ ماڈلز کا استعمال وسائل کے استعمال کو بہتر بنانے کے لیے بھی کیا جا سکتا ہے، جیسے کہ پانی اور کھاد، فارم کے ان علاقوں کی نشاندہی کر کے جہاں ان کا سب سے زیادہ اثر پڑے گا۔ اس سے کسانوں کو لاگت کم کرنے اور فصل کی پیداوار کو بہتر بنانے میں مدد مل سکتی ہے۔ اس تحقیقی کام میں، فصل کی پیداوار کی پیشن گوئی کا ایک سسٹم پیش کیا گیا ہے جو پیداوار کی پیشین گوئیاں کرنے کے لیے Weighted Gradient Linear Regression کا استعمال کرتا ہے۔ پیداوار کی درست پیشین گوئی فراہم کرنے کے لیے، پیشین گوئی کا ماڈل درجہ حرارت، نمی، لائٹ، نمی، اور پی ایچ سمیت متعدد مختلف خصوصیات کو مد نظر رکھتا ہے۔ پیداوار کی پیشن گوئی کا ماڈل ہر جزو کی گریڈینٹ کی بنیاد پر پیداوار کا تخمینہ لگاتا ہے، جس کا تعین ان پٹ ڈیٹا کو الگ الگ حصوں میں تقسیم کر کے کیا جاتا ہے۔ وزنی ماڈل کا استعمال فصل کے مرحلے کے سلسلے میں مختلف پیرامیٹرز کو نسبتہ اہمیت دینے کے لیے کیا جاتا ہے۔

7.2 مستقبل کا کام

انٹرنیٹ آف تھنگز (IoT) اور سیمنٹک ویب میں زیادہ موثر اور درست کاشتکاری کے طریقوں کو قابل بنا کر زراعت میں انقلاب لانے کی صلاحیت ہے۔ انٹر آپریبلٹی، مختلف ڈیوائزیس اور سسٹمز کی بات چیت اور ایک ساتھ کام کرنے کی صلاحیت، زراعت میں IoT کے کامیاب نفاذ کے لیے بہت اہم ہے۔ سیمنٹک ویب، جس میں سٹنڈرڈ ڈیٹا فارمیٹس اور آنٹولوجیز کا استعمال شامل ہے، ڈیٹا کو شیئر کرنے اور اس کی تشریح کرنے کے لیے IoT ڈیوائزیس کی صلاحیت کو بہتر بنا سکتا ہے۔ ایک ساتھ مل کر، یہ ٹیکنالوجیز کسانوں کو اپنے کاموں کے مختلف پہلوؤں کی نگرانی اور کنٹرول کرنے کے قابل بناتی ہیں، جیسے کہ فصل کی نشوونما اور مٹی کی صورت حال، جس سے پیداوار بہتر ہوتی ہے اور لاگت کم ہوتی ہے۔ مستقبل میں، یہ ٹیکنالوجیز ترقی کرتی رہیں گی اور زرعی صنعت کے مزید پہلوؤں میں مربوط ہوں گی۔

IoT سینسر کا استعمال زرعی کنڈیشنس کی ایک وسیع رینج کی نگرانی کے لیے کیا جا سکتا ہے، جیسے کہ مٹی کی نمی، درجہ حرارت، اور نیوٹرینٹس کی سطح۔ IoT سینسر سے پیدا ہونے والی یہ معلومات فصلوں کے انتخاب، بیماریوں کی پیشین گوئیوں، گھاس پر قابو پانے کے سسٹم، خودکار آبپاشی کے سسٹم، فرٹیلائزیشن، اور کاشتکاری کے کاموں کے اہم پہلوؤں کی حمایت کرنے والے دیگر سسٹمز میں استعمال کی جا سکتی ہے۔ مستقبل میں، IoT سینسر مزید جدید اور نفیس ہو جائیں گے، زیادہ ڈیٹا اکٹھا کرنے اور تجزیہ کرنے اور زیادہ درست پیشین گوئیاں کرنے کی صلاحیت کے ساتھ۔ جیسا کہ ٹیکنالوجی مسلسل ترقی کرتی جا رہی ہے، مستقبل میں، اس بات کا امکان ہے کہ نئے ڈیوائزیس اور نئی ٹیکنالوجیز IoT ڈیوائزیس کے ساتھ مزید جدید ایپلی کیشنز تیار کرنے کے لیے تعاون کریں گی۔ اس قسم کی جدید ایپلی کیشنز کو سپورٹ کرنے کے لیے نئے سینسر ڈیوائسز اور ڈیوائزیس سے متعلق شرائط، تصورات اور تعلقات کو شامل

کر کے او نٹولوجیز کو اپ گریڈ کرنے کی ضرورت ہے۔ صحت سے متعلق زراعت، جو IoT سینسر اور دیگر ٹیکنالوجیز کا استعمال کرتے ہوئے فصل کی نشوونما کو کھیت بہ فیلڈ کی بنیاد پر بہتر بناتی ہے، زیادہ مقبول ہو جائے گی۔ اس سے کسانوں کو زیادہ باخبر فیصلے کرنے اور فضلہ کو کم کرنے کا موقع ملے گا۔

IoT سے چلنے والے سمارٹ ایگریکلچر سسٹمز، سیمنٹک ویب ٹیکنالوجی کے ساتھ، مستقبل میں زیادہ مقبول ہوں گے۔ ان سسٹمز کو مختلف زرعی عملوں کی نگرانی، کنٹرول اور خودکار کرنے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے جیسے کہ آبپاشی، فرٹیلائزیشن، فصل کی نشوونما، اور مویشیوں کی نگرانی کو معنوی استدلال کے ساتھ مؤثر طریقے سے۔ IoT سینسر سے لیس ڈرون اور خود مختار گاڑیوں کا استعمال بھی زیادہ عام ہو جائے گا، جس سے زمین کے بڑے علاقوں کی زیادہ موثر اور لاگت سے نگرانی اور انتظام ہو سکے گا۔ زراعت میں بلاک چین ٹیکنالوجی کے ساتھ IoT کا استعمال فارم سے کوزر تک فوڈ کی محفوظ اور شفاف ٹریکنگ کی اجازت دے گا، جو فوڈ کی حفاظت کو یقینی بنانے اور صنعت کی ٹریس ایبلٹی ضروریات کو پورا کرنے کے لیے اہم ہے۔ اس کے علاوہ، ٹیکنالوجیز میں ترقی کی وجہ سے، IoT نے دیگر ٹیکنالوجیز جیسے کہ بگ ڈیٹا، مشین لرننگ، سیمنٹک ویب، بلاک چین وغیرہ کے ساتھ جوڑنا شروع کر دیا ہے، جو زراعت شعبہ کے لیے مزید جدید ایپلی کیشنز تیار کرنے کے لیے مزید تحقیق کا ایک بہت بڑا دائرہ فراہم کرتا ہے۔

References

[1] Akhter, Ravesa, and Shabir Ahmad Sofi. "Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning." *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences* 34, no. 8 (2022): 5602-5618.

[2] Mohamed, Elsayed Said, A. A. Belal, SamehKotb Abd-Elmabod, Mohammed A. El-Shirbeny, A. Gad, and Mohamed B. Zahran. "Smart farming for improving agricultural management." *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* (2021).

[3] Panda, Chandan Kumar, and Roheet Bhatnagar. "Social internet of things in agriculture: an overview and future scope." Toward Social Internet of Things (SIoT): Enabling Technologies, Architectures and Applications (2020): 317-334.

[4] Narasegouda, Srinivas. "A decade survey on internet of things in agriculture." In *Internet of Things (IoT)*, pp. 351-370. Springer, Cham, 2020.

[5] Javaid, Mohd, Abid Haleem, Ravi Pratap Singh, and Rajiv Suman. "Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies." International Journal of Intelligent Networks 3 (2022): 150-164.

[6] Sharma, Vivek, Ashish Kumar Tripathi, and Himanshu Mittal. "Technological revolutions in smart farming: Current trends, challenges & future directions." *Computers and Electronics in Agriculture* (2022): 107217.

[7] Biswas, Sagnick, Labhvam Kumar Sharma, Ravi Ranjan, SayakSaha, Arpita Chakraborty, and Jyoti Sekhar Banerjee. "Smart farming and water saving-based intelligent irrigation system implementation using the internet of things." In *Recent Trends in Computational Intelligence Enabled Research*, pp. 339-354. Academic Press, 2021.

[8] Dahane, Amine, Rabaie Benameur, and Bouabdellah Kechar. "An IoT low-cost smart farming for enhancing irrigation efficiency of small holders farmers." *Wireless Personal Communications* 127, no. 4 (2022): 3173-3210.

[9] Sørensen, Claus AageGrøn, DimitriosKateris, and DionysisBochtis. "ICT innovations and smart farming." In *International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food & Environment*, pp. 1-19. Springer, Cham, 2019.

[10] Groher, Tanja, Katja Heitkämper, Achim Walter, Frank Liebisch, and Christina Umstätter. "Status quo of adoption of precision agriculture enabling technologies in Swiss plant production." Precision Agriculture 21, no. 6 (2020): 1327-1350.

[11] Vikas Kumar Singh, Internet of things for beginners, accessed on 21 Jan 2023, https://dotnetbasic.com/2018/03/internet-of-things-for-beginners.html

[12] Graeme Hammer, Artificial Intelligence and Precision Farming, accessed on 21 Jan 2023, https://cropforlife.com/artificial-intelligence-and-precision-farming/

[13] Meghan Brown, Smart Farming—Automated and Connected Agriculture, accessed on 21 Jan 2023, https://www.engineering.com/story/smart-farming-automated-and-connected-agriculture

[14] Adade, Richard, Abiodun Musa Aibinu, Bernard Ekumah, and Jerry Asaana. "Unmanned Aerial Vehicle (UAV) applications in coastal zone management—a review." Environmental Monitoring and Assessment 193, no. 3 (2021): 1-12.

[15] Radoglou-Grammatikis, Panagiotis, Panagiotis Sarigiannidis, Thomas Lagkas, and IoannisMoscholios. "A compilation of UAV applications for precision agriculture." Computer Networks 172 (2020): 107148.

[16] Victor M. Crawford, New Soil Moisture Meters for Your Plants, accessed on 21 Jan 2023, https://plantgentle.com/new-soil-moisture-meters-for-your-plants/

[17] Tiglao, Nestor Michael, Melchizedek Alipio, JezyVerenceBalanay, Eunice Saldivar, and Jean Louise Tiston. "Agrinex: A low-cost wireless mesh-based smart irrigation system." Measurement 161 (2020): 107874.

[18] Karthikeyan, L., Ila Chawla, and Ashok K. Mishra. "A review of remote sensing applications in agriculture for food security: Crop growth and yield, irrigation, and crop losses." *Journal of Hydrology* 586 (2020): 124905.

[19] Weiss, Marie, Frédéric Jacob, and GrgoryDuveiller. "Remote sensing for agricultural applications: A meta-review." *Remote Sensing of Environment* 236 (2020): 111402.

[20] Jakku, Emma, Bruce Taylor, Aysha Fleming, Claire Mason, Simon Fielke, Chris Sounness, and Peter Thorburn. ""“If they don’t tell us what they do with it, why would we trust them?” Trust, transparency and benefit-sharing in Smart Farming." NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences 90 (2019): 100285.

[21] Olmstead, Alan L., and Paul W. Rhode. "Conceptual issues for the comparative study of agricultural development." In *Agriculture and Economic Development in Europe Since 1870*, pp. 47-71. Routledge, 2008.

[22] Wang, N., Zhang, N. and Wang, M. (2006), ―Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective‖, Computers and electronics in agriculture, Vol. 50, No. 1, pp.1-14.

[23] McCown, R.L., Carberry, P.S., Dalgliesh, N.P., Foale, M.A. and Hochman, Z. (2012), ―Farmers use intuition to reinvent analytic decision support for managing seasonal climatic variability‖, Agricultural Systems, Vol. 106, No. 1, pp.33-45.

[24] Allen, J. and Wolfert, J. (2011), ―Farming for the Future: towards better information-based decision-making and Communication-Phase I: An Australasian stocktake of farm management tools used by farmers and rural professionals‖, New Zealand Centre of Excellence in Farm Business Management, Palmerston North. AgFirst Consultancy/Wageningen University and Research Centre.

[25] Nikkila, R., Seilonen, I. and Koskinen, K. (2010), ―Software architecture for farm management information systems in precision agriculture‖, Computers and electronics in agriculture, Vol. 70, No. 2, pp.328-336.

[26] Ayday, C. and Safak, S. (2009), ―Application of wireless sensor networks with GIS on the soil moisture distribution mapping‖, In Symposium GIS Ostrava, pp. 1-6.

[27] Sahota, H., Kumar, R., Kamal, A., and Huang, J. (2010), ―An energy efficient wireless sensor network for precision agriculture‖, The IEEE Symposium on Computers and Communications, IEEE, pp. 347-350.

[28] Mampentzidou, I., Karapistoli, E. and Economides, A.A. (2012), ―Basic guidelines for deploying wireless sensor networks in agriculture‖, In 2012 IV International

Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems, IEEE, pp. 864-869.

[29] Anisi, M.H., Abdul-Salaam, G. and Abdullah, A.H. (2015), ―A survey of wireless sensor network approaches and their energy consumption for monitoring farm fields in precision agriculture‖, Precision Agriculture, Vol. 16, No. 2, pp.216-238.

[30] Sharma, Himanshu, Ahteshamul Haque, and ZainulAbdinJaffery. "Maximization of wireless sensor network lifetime using solar energy harvesting for smart agriculture monitoring." Ad Hoc Networks 94 (2019): 101966.

[31] Hemathilake, D. M. K. S., and D. M. C. C. Gunathilake. "High-productive agricultural technologies to fulfill future food demands: Hydroponics, aquaponics, and precision/smart agriculture." In Future Foods, pp. 555-567. Academic Press, 2022.

[32] Boursianis, Achilles D., Maria S. Papadopoulou, Panagiotis Diamantoulakis, Aglaia Liopa-Tsakalidi, PantelisBarouchas, George Salahas, George Karagiannidis, Shaohua Wan, and Sotirios K. Goudos. "Internet of things (IoT) and agricultural unmanned aerial vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review." Internet of Things 18 (2022): 100187.

[33] Rafi, Sana, RaghupathiBalasani, Faizan Qadir, Mary Tahir, Faizan Ahmed, and Wani Suhail Ahmad. "Role of Artificial Intelligence in Agriculture Sustainability, an Example from India." In Towards Sustainable Natural Resources, pp. 275-293. Springer, Cham, 2022.

[34] Kernecker, Maria, Verena Seufert, and Mollie Chapman. "Farmer-centered ecological intensification: Using innovation characteristics to identify barriers and opportunities for a transition of agroecosystems towards sustainability." Agricultural Systems 191 (2021): 103142.

[35] Muangprathub, Jirapond, NathaphonBoonnam, SiriwanKajornkasirat, NarongsakLekbangpong, ApiratWanichsombat, and PichetwutNillaor. "IoT and agriculture data analysis for smart farm." Computers and electronics in agriculture 156 (2019): 467-474.

[36] Farooq, Muhammad Shoaib, Shamyla Riaz, Adnan Abid, Kamran Abid, and Muhammad Azhar Naeem. "A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming." Ieee Access 7 (2019): 156237-156271.

[37] Jiang, He, Xiaoru Li, and Fatemeh Safara. "IoT-based agriculture: Deep learning in detecting apple fruit diseases." Microprocessors and Microsystems (2021): 104321.

[38] Lakhwani, Kamlesh, Hemant Gianey, Niket Agarwal, and Shashank Gupta. "Development of IoT for smart agriculture a review." In Emerging trends in expert applications and security, pp. 425-432. Springer, Singapore, 2019.

[39] Luthra, Sunil, Sachin K. Mangla, Dixit Garg, and Anil Kumar. "Internet of things (IoT) in agriculture supply chain management: a developing country perspective." In Emerging markets from a multidisciplinary perspective, pp. 209-220. Springer, Cham, 2018.

[40] Abdel-Basset, Mohamed, Laila A. Shawky, and Khalid Eldrandaly. "Grid quorum-based spatial coverage for IoT smart agriculture monitoring using enhanced multi-verse optimizer." Neural Computing and Applications 32, no. 3 (2020): 607-624.

[41] Farooq, Muhammad Shoaib, Shamyla Riaz, Adnan Abid, Tariq Umer, and Yousaf Bin Zikria. "Role of IoT technology in agriculture: A systematic literature review." Electronics 9, no. 2 (2020): 319.

[42] Kim, Wan-Soo, Won-Suk Lee, and Yong-Joo Kim. "A review of the applications of the internet of things (IoT) for agricultural automation." Journal of Biosystems Engineering 45, no. 4 (2020): 385-400.

[43] Kuaban, GodloveSuila, Piotr Czekalski, Ernest L. Molua, and Krzysztof Grochla. "An architectural framework proposal for IoT driven agriculture." In International Conference on Computer Networks, pp. 18-33. Springer, Cham, 2019.

[44] Suganya, E., S. Sountharrajan, Shishir Kumar Shandilya, and M. Karthiga. "IoT in agriculture investigation on plant diseases and nutrient level using image analysis techniques." In Internet of Things in Biomedical Engineering, pp. 117-130. Academic Press, 2019.

[45] Gómez-Chabla, Raquel, Karina Real-Avilés, César Morán, Paola Grijalva, and Tanya Recalde. "IoT applications in agriculture: A systematic literature review." In 2nd International conference on ICTs in agronomy and environment, pp. 68-76. Springer, Cham, 2019.

[46] Gupta, Neeraj, Saurabh Gupta, Mahdi Khosravy, Nilanjan Dey, Nisheeth Joshi, Rubén González Crespo, and Nilesh Patel. "Economic IoT strategy: the future technology for health monitoring and diagnostic of agriculture vehicles." Journal of Intelligent Manufacturing 32, no. 4 (2021): 1117-1128.

[47] Guillén, Miguel A., Antonio Llanes, BaldomeroImbernón, Raquel Martínez-España, Andrés Bueno-Crespo, Juan-Carlos Cano, and José M. Cecilia. "Performance evaluation of edge-computing platforms for the prediction of low temperatures in agriculture using deep learning." The Journal of Supercomputing 77, no. 1 (2021): 818-840.

[48] Raj, Meghna, Shashank Gupta, Vinay Chamola, Anubhav Elhence, Tanya Garg, Mohammed Atiquzzaman, and Dusit Niyato. "A survey on the role of Internet of Things for adopting and promoting Agriculture 4.0." Journal of Network and Computer Applications 187 (2021): 103107.

[49] Tang, Yu, SathianDananjayan, Chaojun Hou, Qiwei Guo, Shaoming Luo, and Yong He. "A survey on the 5G network and its impact on agriculture: Challenges and opportunities." Computers and Electronics in Agriculture 180 (2021): 105895.

[50] Gavrilović, Nebojša, and Alok Mishra. "Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions." Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 12, no. 1 (2021): 1315-1336.

[51] Idoje, Godwin, TasosDagiuklas, and Muddesar Iqbal. "Survey for smart farming technologies: Challenges and issues." Computers & Electrical Engineering 92 (2021): 107104.

[52] Spanaki, Konstantina, ErisaKarafili, and Stella Despoudi. "AI applications of data sharing in agriculture 4.0: A framework for role-based data access control." International Journal of Information Management 59 (2021): 102350.

[53] Rezk, Nermeen Gamal, Ezz El-Din Hemdan, Abdel-Fattah Attia, Ayman El-Sayed, and Mohamed A. El-Rashidy. "An efficient IoT based smart farming system using machine learning algorithms." Multimedia Tools and Applications 80, no. 1 (2021): 773-797.

[54] Khanna, Abhishek, and Sanmeet Kaur. "Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture." Computers and electronics in agriculture 157 (2019): 218-231.

[55] López-Morales, Juan Antonio, Juan Antonio Martínez, and Antonio F. Skarmeta. "Digital transformation of agriculture through the use of an interoperable platform." Sensors 20, no. 4 (2020): 1153.

[56] Dey, Kushankur, and UmedsinghShekhawat. "Blockchain for sustainable e-agriculture: Literature review, architecture for data management, and implications." Journal of Cleaner Production 316 (2021): 128254.

[57] Marcu, Ioana, George Suciu, Cristina Bălăceanu, AlexandruVulpe, and Ana-Maria Drăgulinescu. "Arrowhead technology for digitalization and automation solution: Smart cities and smart agriculture." Sensors 20, no. 5 (2020): 1464.

[58] Khatoon, P. Salma, and Muqeem Ahmed. "Semantic interoperability for iot agriculture framework with heterogeneous devices." In Proceedings of International Conference on Recent Trends in Machine Learning, IoT, Smart Cities and Applications, pp. 385-395. Springer, Singapore, 2021.

[59] Aydin, Sahin, and Mehmet Nafiz Aydin. "Semantic and syntactic interoperability for agricultural open-data platforms in the context of IoT using crop-specific trait ontologies." Applied Sciences 10, no. 13 (2020): 4460.

[60] Treiber, Maximilian, and Heinz Bernhardt. "NEVONEX—the importance of middleware and interfaces for the digital transformation of agriculture." Engineering Proceedings 9, no. 1 (2021): 3.

[61] Manogaran, Gunasekaran, Ching-Hsien Hsu, Bharat S. Rawal, Balaanand Muthu, Constandinos X. Mavromoustakis, and George Mastorakis. "ISOF: information scheduling and optimization framework for improving the performance of agriculture systems aided by industry 4.0." IEEE Internet of Things Journal 8, no. 5 (2020): 3120-3129.

[62] Kour, Vippon Preet, and Sakshi Arora. "Recent developments of the internet of things in agriculture: a survey." Ieee Access 8 (2020): 129924-129957.

[63] Elijah, Olakunle, Tharek Abdul Rahman, IgbafeOrikumhi, Chee Yen Leow, and MHD Nour Hindia. "An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges." IEEE Internet of things Journal 5, no. 5 (2018): 3758-3773.

[64] Narwane, Vaibhav S., Angappa Gunasekaran, and Bhaskar B. Gardas. "Unlocking adoption challenges of IoT in Indian Agricultural and Food Supply Chain." Smart Agricultural Technology 2 (2022): 100035.

[65] Donzia, Symphorien Karl Yoki, Haeng-Kon Kim, and Ha Jin Hwang. "A software model for precision agriculture framework based on smart farming system and application of iot gateway." In International Conference on Computational Science/Intelligence & Applied Informatics, pp. 49-58. Springer, Cham, 2018.

[66] Tao, Wen, Liang Zhao, Guangwen Wang, and Ruobing Liang. "Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges." Computers and Electronics in Agriculture 189 (2021): 106352.

[67] Di Martino, Beniamino, Luigi Colucci Cante, Antonio Esposito, and Mariangela Graziano. "Towards a Methodology for the Semantic Representation of Iot Sensors and BPMNs to Discover Business Process Patterns: A Smart Irrigation Case Study." In International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications, pp. 248-258. Springer, Cham, 2023.

[68] Nayak, Padmalaya, Kayiram Kavitha, and Mallikarjuna Rao. "IoT-enabled agricultural system applications, challenges and security issues." In IoT and analytics for agriculture, pp. 139-163. Springer, Singapore, 2020.

[69] Bacco, Manlio, Paolo Barsocchi, Erina Ferro, Alberto Gotta, and Massimiliano Ruggeri. "The digitisation of agriculture: a survey of research activities on smart farming." Array 3 (2019): 100009.

[70] Ojha, Tamoghna, Sudip Misra, and Narendra Singh Raghuwanshi. "Internet of things for agricultural applications: The state of the art." IEEE Internet of Things Journal 8, no. 14 (2021): 10973-10997.

[71] Trilles, Sergio, Joaquín Torres-Sospedra, Óscar Belmonte, F. Javier Zarazaga-Soria, Alberto González-Pérez, and Joaquín Huerta. "Development of an open sensorized platform in a smart agriculture context: A vineyard support system for monitoring mildew disease." Sustainable Computing: Informatics and Systems 28 (2020): 100309.

[72] Poonia, Ajeet S., C. Banerjee, Arpita Banerjee, and S. K. Sharma. "Smart Agriculture Using Internet of Things (IoT) and Wireless Sensor Network: Problems and Prospects." In Advances in Mechanical Engineering, pp. 749-757. Springer, Singapore, 2021.

[73] Farooq, Muhammad Shoaib, Osama Omar Sohail, Adnan Abid, and Saim Rasheed. "A survey on the role of iot in agriculture for the implementation of smart livestock environment." IEEE Access 10 (2022): 9483-9505.

[74] Verdouw, Cor, Harald Sundmaeker, BedirTekinerdogan, Davide Conzon, and Teodoro Montanaro. "Architecture framework of IoT-based food and farm systems: A multiple case study." Computers and Electronics in Agriculture 165 (2019): 104939.

[75] Aydin, Sahin, and Mehmet Nafiz Aydin. "Design and implementation of a smart beehive and its monitoring system using microservices in the context of IoT and open data." Computers and Electronics in Agriculture 196 (2022): 106897.

[76] Sinha, Bam Bahadur, and R. Dhanalakshmi. "Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey." Future Generation Computer Systems 126 (2022): 169-184.

[77] Noura, Mahda, Mohammed Atiquzzaman, and Martin Gaedke. "Interoperability in internet of things: Taxonomies and open challenges." Mobile networks and applications 24, no. 3 (2019): 796-809.

[78] Hazra, Abhishek, Mainak Adhikari, Tarachand Amgoth, and Satish Narayana Srirama. "A comprehensive survey on interoperability for IIoT: taxonomy, standards, and future directions." ACM Computing Surveys (CSUR) 55, no. 1 (2021): 1-35.

[79] Zeid, Abe, Sarvesh Sundaram, Mohsen Moghaddam, Sagar Kamarthi, and Tucker Marion. "Interoperability in smart manufacturing: Research challenges." Machines 7, no. 2 (2019): 21.

[80] Di Martino, Beniamino, Massimiliano Rak, Massimo Ficco, Antonio Esposito, Salvatore Augusto Maisto, and Stefania Nacchia. "Internet of things reference architectures, security and interoperability: A survey." Internet of Things 1 (2018): 99-112.

[81] Ngo, Quoc Hung, Nhien-An Le-Khac, and Tahar Kechadi. "Ontology based approach for precision agriculture." In International Conference on Multi-disciplinary Trends in Artificial Intelligence, pp. 175-186. Springer, Cham, 2018.

[82] Sanjeevi, P., B. Siva Kumar, S. Prasanna, J. Maruthupandi, R. Manikandan, and A. Baseera. "An ontology enabled internet of things framework in intelligent agriculture for preventing post-harvest losses." Complex & Intelligent Systems 7, no. 4 (2021): 1767-1783.

[83] Wang, Yi, and Ying Wang. "Citrus ontology development based on the eight-point charter of agriculture." Computers and electronics in agriculture 155 (2018): 359-370.

[84] Thenmozhi, D., and Chandrabose Aravindan. "Ontology-based Tamil–English cross-lingual information retrieval system." Sādhanā 43, no. 10 (2018): 1-14.

[85] Drury, Brett, Robson Fernandes, Maria-Fernanda Moura, and Alneu de Andrade Lopes. "A survey of semantic web technology for agriculture." Information Processing in Agriculture 6, no. 4 (2019): 487-501.

[86] Aydin, Sahin, and Mehmet N. Aydin. "Ontology-based data acquisition model development for agricultural open data platforms and implementation of OWL2MVC tool." Computers and Electronics in Agriculture 175 (2020): 105589.

[87] Elumalai, Murali, and S. Margret Anouncia. "Development of soil mineral classification using ontology mining." Arabian Journal of Geosciences 14, no. 14 (2021): 1-20.

[88] Ingram, Julie, and Pete Gaskell. "Searching for meaning: Co-constructing ontologies with stakeholders for smarter search engines in agriculture." NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences 90 (2019): 100300.

[89] Kaushik, Neha, and Niladri Chatterjee. "Automatic relationship extraction from agricultural text for ontology construction." Information processing in agriculture 5, no. 1 (2018): 60-73.

[90] Wilson, Shyama I., Jeevani S. Goonetillake, AthulaGinige, and Anusha I. Walisadeera. "Towards a Usable Ontology: The Identification of Quality Characteristics for an Ontology-Driven Decision Support System." IEEE Access 10 (2022): 12889-12912.

[91] Malik, Nidhi, Aditi Sharan, and Jaya Shrivastav. "Natural Language Interface for Ontology in Agriculture Domain." In Smart Trends in Systems, Security and Sustainability, pp. 259-268. Springer, Singapore, 2018.

[92] Jonquet, Clement, Anne Toulet, Elizabeth Arnaud, Sophie Aubin, Esther DzaléYeumo, Vincent Emonet, John Graybeal et al. "AgroPortal: A vocabulary and ontology repository for agronomy." Computers and Electronics in Agriculture 144 (2018): 126-143.

[93] Lacasta, Javier, F. Javier Lopez-Pellicer, Borja Espejo-García, Javier Nogueras-Iso, and F. Javier Zarazaga-Soria. "Agricultural recommendation system for crop protection." Computers and Electronics in Agriculture 152 (2018): 82-89.

[94] Wilson, R. Shyama I., Jeevani S. Goonetillake, AthulaGinige, and Walisadeera Anusha Indika. "Ontology Quality Evaluation Methodology." In International

Conference on Computational Science and Its Applications, pp. 509-528. Springer, Cham, 2022.

[95] Rathnayaka, R. M. D. C., Anusha IndikaWalisadeera, M. D. J. S. Goonathilake, and AthulaGinige. "Towards a user-friendly solution for collaboratively managing a developed ontology." In International Conference on Computational Science and Its Applications, pp. 103-119. Springer, Cham, 2018.

[96] Teslya, Nikolay, Alexander Smirnov, Artem Ionov, and Alexander Kudrov. "Multi-robot coalition formation for precision agriculture scenario based on Gazebo simulator." In Proceedings of 15th International Conference on Electromechanics and Robotics" Zavalishin's Readings", pp. 329-341. Springer, Singapore, 2021.

[97] Lagos-Ortiz, Katty, José Medina-Moreira, César Morán-Castro, Carlos Campuzano, and Rafael Valencia-García. "An ontology-based decision support system for insect pest control in crops." In International Conference on Technologies and Innovation, pp. 3-14. Springer, Cham, 2018.

[98] Martini, Bruno Guilherme, Gilson Augusto Helfer, Jorge Luis Victória Barbosa, Regina Célia Espinosa Modolo, Marcio Rosa da Silva, Rodrigo Marques de Figueiredo, André Sales Mendes, Luís Augusto Silva, and Valderi Reis QuietinhoLeithardt. "IndoorPlant: A model for intelligent services in indoor agriculture based on context histories." Sensors 21, no. 5 (2021): 1631.

[99] Gokhberg, Leonid, Ilya Kuzminov, Pavel Bakhtin, Anton Timofeev, and Elena Khabirova. "Emerging technologies identification in foresight and strategic planning: case of agriculture and food sector." In Emerging Technologies for Economic Development, pp. 205-223. Springer, Cham, 2019.

[100] Helfer, Gilson Augusto, Jorge Luis Victória Barbosa, Ronaldo dos Santos, and Adilson Ben da Costa. "A computational model for soil fertility prediction in ubiquitous agriculture." Computers and Electronics in Agriculture 175 (2020): 105602.

[101] Van Klompenburg, Thomas, Ayalew Kassahun, and CagatayCatal. "Crop yield prediction using machine learning: A systematic literature review." Computers and Electronics in Agriculture 177 (2020): 105709.

[102] Chlingaryan, Anna, Salah Sukkarieh, and Brett Whelan. "Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review." Computers and electronics in agriculture 151 (2018): 61-69.

[103] Elavarasan, Dhivya, and PM Durairaj Vincent. "Crop yield prediction using deep reinforcement learning model for sustainable agrarian applications." IEEE access 8 (2020): 86886-86901.

[104] Nevavuori, Petteri, Nathaniel Narra, and Tarmo Lipping. "Crop yield prediction with deep convolutional neural networks." Computers and electronics in agriculture 163 (2019): 104859.

[105] Gopal, PS Maya, and R. Bhargavi. "A novel approach for efficient crop yield prediction." Computers and Electronics in Agriculture 165 (2019): 104968.

[106] Schwalbert, Raí A., Telmo Amado, GeomarCorassa, Luan Pierre Pott, PV Vara Prasad, and Ignacio A. Ciampitti. "Satellite-based soybean yield forecast: Integrating machine learning and weather data for improving crop yield prediction in southern Brazil." Agricultural and Forest Meteorology 284 (2020): 107886.

[107] Peng, Bin, Kaiyu Guan, Wang Zhou, Chongya Jiang, Christian Frankenberg, Ying Sun, Liyin He, and Philipp Köhler. "Assessing the benefit of satellite-based Solar-Induced Chlorophyll Fluorescence in crop yield prediction." International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 90 (2020): 102126.

[108] Bhojani, Shital H., and Nirav Bhatt. "Wheat crop yield prediction using new activation functions in neural network." Neural Computing and Applications 32, no. 17 (2020): 13941-13951.

[109] Qiao, Mengjia, Xiaohui He, Xijie Cheng, Panle Li, Haotian Luo, Lehan Zhang, and Zhihui Tian. "Crop yield prediction from multi-spectral, multi-temporal remotely sensed imagery using recurrent 3D convolutional neural networks." International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 102 (2021): 102436.

[110] Ju, Sungha, Hyoungjoon Lim, Jong Won Ma, Soohyun Kim, Kyungdo Lee, Shuhe Zhao, and Joon Heo. "Optimal county-level crop yield prediction using MODIS-based variables and weather data: A comparative study on machine learning models." Agricultural and Forest Meteorology 307 (2021): 108530.

[111] Sagan, Vasit, MaitiniyaziMaimaitijiang, Sourav Bhadra, Matthew Maimaitiyiming, Davis R. Brown, PahedingSidike, and Felix B. Fritschi. "Field-scale crop yield prediction using multi-temporal WorldView-3 and PlanetScope satellite data and deep learning." ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing 174 (2021): 265-281.

[112] Batool, Dania, Muhammad Shahbaz, Hafiz Shahzad Asif, Kamran Shaukat, Talha Mahboob Alam, Ibrahim A. Hameed, Zeeshan Ramzan, Abdul Waheed, Hanan Aljuaid, and Suhuai Luo. "A Hybrid Approach to Tea Crop Yield Prediction Using Simulation Models and Machine Learning." Plants 11, no. 15 (2022): 1925.

[113] Hara, Patryk, Magdalena Piekutowska, and GniewkoNiedbała. "Selection of independent variables for crop yield prediction using artificial neural network models with remote sensing data." Land 10, no. 6 (2021): 609.

[114] Khosla, Ekaansh, Ramesh Dharavath, and Rashmi Priya. "Crop yield prediction using aggregated rainfall-based modular artificial neural networks and support vector regression." Environment, Development and Sustainability 22, no. 6 (2020): 5687-5708.

[115] Li, Yan, Kaiyu Guan, Albert Yu, Bin Peng, Lei Zhao, Bo Li, and Jian Peng. "Toward building a transparent statistical model for improving crop yield prediction: Modeling rainfed corn in the US." Field Crops Research 234 (2019): 55-65.

[116] Elavarasan, Dhivya, and P. M. Durai Raj Vincent. "Fuzzy deep learning-based crop yield prediction model for sustainable agronomical frameworks." Neural Computing and Applications 33, no. 20 (2021): 13205-13224.

[117] Shah, Ayush, Akash Dubey, VisheshHemnani, Divye Gala, and D. R. Kalbande. "Smart farming system: Crop yield prediction using regression techniques." In

Proceedings of international conference on wireless communication, pp. 49-56. Springer, Singapore, 2018.

[118] Tiwari, Preeti, and Piyush Shukla. "Artificial neural network-based crop yield prediction using NDVI, SPI, VCI feature vectors." In Information and Communication Technology for Sustainable Development, pp. 585-594. Springer, Singapore, 2020.

[119] Sun, Jie, Liping Di, Ziheng Sun, Yonglin Shen, and Zulong Lai. "County-level soybean yield prediction using deep CNN-LSTM model." Sensors 19, no. 20 (2019): 4363.

[120] Pham, HoaThi, Joseph Awange, and Michael Kuhn. "Evaluation of Three Feature Dimension Reduction Techniques for Machine Learning-Based Crop Yield Prediction Models." Sensors 22, no. 17 (2022): 6609.

[121] González, Isaías, and Antonio José Calderón. "Integration of open source hardware Arduino platform in automation systems applied to Smart Grids/Micro-Grids." *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 36 (2019): 100557.

[122] CrtSuznik, Sending Data from Arduino to Excel (and Plotting It), accessed on 21 Jan 2023, https://www.instructables.com/Sending-data-from-Arduino-to-Excel-and-plotting-it/

[123] Interfacing Arduino with DHT11 Temperature Humidity Sensor, accessed on 21 Jan 2023, https://8051microcontrollers.com/arduino/interfacing-arduino-with-dht11-temperature-humidity-sensor/

[124] Zouheir, Morad, Mohammed Zniber, SyedaQudsia, and Tan-Phat Huynh. "Real-time humidity sensing by integration of copper sulfide nanocomposite with low-cost and wireless Arduino platform." Sensors and Actuators A: Physical 319 (2021): 112541.

[125] Interfacing Arduino With DHT11 Temperature Humidity Sensor, accessed on 21 Jan 2023, https://8051microcontrollers.com/arduino/interfacing-arduino-with-dht11-temperature-humidity-sensor/

[126] Pramanik, Monalisha, Manoj Khanna, Man Singh, D. K. Singh, SusamaSudhishri, Arti Bhatia, and Rajeev Ranjan. "Automation of soil moisture sensor-based basin irrigation system." *Smart Agricultural Technology* 2 (2022): 100032.

[127] Interfacing Soil Moisture Sensor with Arduino, accessed on 21 Jan 2023, https://www.electronicshub.org/interfacing-soil-moisture-sensor-with-arduino/

[128] Interfacing Soil Moisture Sensor with Arduino, accessed on 21 Jan 2023, https://www.electronicshub.org/interfacing-soil-moisture-sensor-with-arduino/

[129] Interfacing Soil Moisture Sensor with Arduino, accessed on 21 Jan 2023, https://www.electronicshub.org/interfacing-soil-moisture-sensor-with-arduino/

[130] Hasnain, Saquibul, and Ajai Singh. "Development of Electronic Wetting Front Detector for irrigation scheduling." Agricultural Water Management 274 (2022): 107980.

[131] Ankur Choudhary, working principle of pH Meter, accessed on 21 Jan 2023, https://www.pharmaguideline.com/2015/08/principle-and-working-of-pH-probes.html

[132] Arduino Interfacing with pH sensor diagram, working,code, accessed on 21 Jan 2023, https://www.rfwireless-world.com/ApplicationNotes/Arduino-interfacing-with-pH-sensor.html

[133] Pankaj Khatri, Arduino Light Sensor Circuit using LDR, accessed on 21 Jan 2023, https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-light-sensor-using-ldr

[134] Pankaj Khatri, Arduino Light Sensor Circuit using LDR, accessed on 21 Jan 2023, https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-light-sensor-using-ldr

[135] Krishna Anipindi, An Introduction to ThingSpeak, accessed on 21 Jan 2023, https://www.codeproject.com/Articles/845538/An-Introduction-to-ThingSpeak

[136] Mazon-Olivo, Bertha, Dixys Hernández-Rojas, José Maza-Salinas, and Alberto Pan. "Rules engine and complex event processor in the context of internet of things for precision agriculture." *Computers and Electronics in Agriculture* 154 (2018): 347-360.

[137] Lezoche, Mario, Jorge E. Hernandez, Maria del Mar Eva Alemany Díaz, HervéPanetto, and JanuszKacprzyk. "Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture." Computers in industry 117 (2020): 103187.

[138] van Hilten, Mireille, and SjaakWolfert. "5G in agri-food-A review on current status, opportunities and challenges." *Computers and Electronics in Agriculture* 201 (2022): 107291.

[139] Pathak, Abhijit, Mohammad AmazUddin, Md Jainal Abedin, Karl Andersson, Rashed Mustafa, and Mohammad Shahadat Hossain. "IoT based smart system to support agricultural parameters: a case study." *Procedia Computer Science* 155 (2019): 648-653.

[140] Umesha, Sharanaiah, Pradeep K. Singh, and Rajat P. Singh. "Microbial biotechnology and sustainable agriculture." In *Biotechnology for sustainable agriculture*, pp. 185-205. Woodhead Publishing, 2018.

Appendix A

List of Publications

Published papers:

1. Khatoon, PS, Ahmed, M. (2022) Importance of semantic interoperability in smart agriculture systems. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, (Wiley publications),*Volume 33, Issue 5:e4448. https://doi.org/10.1002/ett.4448 (An SCIE (Science Citation Index Expanded)indexed journal)**.**
2. Khatoon, P.S., Ahmed, M. (2021). Semantic Interoperability for IoT Agriculture Framework with Heterogeneous Devices. In: Gunjan, V.K., Zurada, J.M. (eds) *Proceedings of International Conference on Recent Trends in Machine Learning, IoT, Smart Cities and Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1245. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7234-0_34. (Scopus-indexed Springer conference proceedings)
3. Khatoon, P. S. and Ahmed, M.(2021). A Crop Selection Framework using K Nearest Neighbour for IoT Semantic Interoperability Applications, *2021 8th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, pp. 262-267. (IEEE conference Proceedings)

Communicated Papers:

1. “Design and development of dynamic Agri-Ontology for IoT Interoperability”, in International journal of communication systems, Wiley publications (Science Citation Index Expanded (**SCIE**) indexed).

Conference Presentations:

1. “Semantic Interoperability for IoT Agriculture Framework with Heterogeneous Devices” at International Conference on Recent Trends in Machine Learning, IoT,

Smart Cities and Applications From 28th-29th March 2020 organised by CMR Institute of Technology, Hyderabad.

2. "A Crop Selection Framework using K Nearest Neighbour for IoT Semantic Interoperability applications" at 2021 8th International Conference on "Computing for Sustainable Global Development", 17th-19th March, 2021, BVICAM, New Delhi (INDIA), IEEE Conference ID: 51348.
3. "A Dynamic Ontology Framework Design to Provide Interoperability in Agriculture IoT" at Two-Day National Conference on Computational Methods, Data Science and Applications (NC-CMDSA 2021) held on 24th-25th May 2021, organized by MANUU, Department of CS&IT, Hyderabad.

मौलाना आज़ाद नेशनल उर्दू यूनिवर्सिटी مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی
MAULANA AZAD NATIONAL URDU UNIVERSITY
(A Central University established by an Act of Parliament in 1998)

Synopsis Authenticity Certificate & Metadata

Name of the Research Scholar	P Salma Khatoon
Enrolment No.	A181353
Degree (M. Phil / Ph. D.)	Ph.D.
Department / Centre / Institution	Computer Science & Information Technology
Guide/Supervisor	Dr. Muqeem Ahmed
Thesis / Dissertation Title Approved in DRC held on :	Title: Development of an Effective Semantic knowledge Base for IoT in Agriculture Date: 27/05/2022
Registration Date	24.07.2018
Submission Date	24/01/2023
Key words	IoT, Semantic Web, Agricultural Ontology, Machine Learning, Yield Prediction
Language of Thesis	BILINGUAL
Title	Development of an Effective Semantic knowledge Base for IoT in Agriculture
Format of accompanying material (PDF file, Image file, Text file, etc.)	Pdf

I hereby certify that the Synopsis contained in this CD/DVD is complete in all respect and is same as submitted in print.

P Salma Khatoon
Signature of the Scholar 29/01/2023

Signature of the Guide 30/1/2023

Signature of the Librarian
University Librarian
Maulana Azad
National Urdu University
Gachibowli, Hyderabad-500 032

मौलाना आजाद नेशनल उर्दू यूनिवर्सिटी
مولانا آزاد نیشنل اُردو یونیورسٹی
MAULANA AZAD NATIONAL URDU UNIVERSITY
(A Central University established by an Act of Parliament in 1998)
(Accredited with 'A+' Grade by NAAC)

(Annexure-II)

Consent Form for Digital Archiving

Name of the Research Scholar	P Salma khatoon
Degree (M. Phil / Ph.D.)	Ph.D.
Department / Centre / Institution	Computer Science and Information Technology
Guide / Supervisor	Dr. Muqeem Ahmed
Thesis / Dissertation Title	Development of an Effective Semantic knowledge Base for IoT in Agriculture

1. I do hereby authorize Maulana Azad National Urdu University and its relevant Departments to archive and to make available my thesis or dissertation in whole or in part in the University's Electronic Thesis and Dissertations (ETD) Archive, University's Intranet or University's website or any other electronic repository for Research Theses setup by other Departments of Govt. of India and to make it accessible worldwide in all forms of media, now or hereafter known.

2. I retain all other ownership rights to the copyright of the thesis/dissertation. I also retain the right to use in future works (such as articles or books) all or part of this thesis or dissertation.

P Salma Khatoon
Signature of Scholar
24/01/2023

Signature & Seal of Guide
24/01/2023

Signature of Librarian
University Librarian
Maulana Azad National Urdu University
Gachibowli, Hyderabad-500 032.

Gachibowli, Hyderabad - 500 032, Telangana, India
Tel: 040 - 2300-8441 Email: manuucard@gmail.com Website: www.manuu.ac.in